

ISSN 2078–1318

**ИЗВЕСТИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 1 (62)



**IZVESTIYA
SAINT-PETERSBURG STATE
AGRARIAN UNIVERSITY**

2021

ИЗВЕСТИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 1 (62)



IZVESTIYA

SAINT-PETERSBURG STATE
AGRARIAN UNIVERSITY

2021

**ИЗВЕСТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Ежеквартальный научный журнал
№ 1 (62)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-26051 от 18 октября 2006 г.

Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов кандидатских и докторских исследований

Журнал содержит материалы по основным разделам аграрной науки.
В нем представлены результаты научных исследований и внедрения разработок в сельскохозяйственное производство
Издаётся с 2004 г.

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

IZVESTIYA SAINT-PETERSBURG STATE AGRARIAN UNIVERSITY
quarterly scientific journal
№ 1 (62)

Journal is registered
in the Federal service on supervision for legislation compliance in the sphere
of mass communications and cultural heritage protection
The registration certificate of mass media
ПИ № FS77-26051 on October 18, 2006

The journal is included into the list of leading reviewed scientific journals and publications recommended by the Higher Certification Commission of RF for the results publication of candidate and doctoral research papers

Journal contains materials on main sections of agricultural science.
It presents research results and development implementation results into agricultural production

Published since 2004

Founder – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg state agrarian university"

ИЗВЕСТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ежеквартальный научный журнал
№ 1 (62)

Главный редактор
Доктор ветеринарных наук, ректор ФГБОУ ВО СПбГАУ
Морозов Виталий Юрьевич

Заместители главного редактора:
Доктор сельскохозяйственных наук, проректор
по научной, инновационной и международной работе
Цыганова Надежда Александровна
Кандидат экономических наук, проректор по коммерческой деятельности
и развитию имущественного комплекса
Воронцов Ярослав Алексеевич

Выпускающий редактор
Баранова Марина Дмитриевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алдошин Николай Васильевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

Анисимов Анатолий Иванович, д-р биол. наук, проф., проф. кафедры «Защита и карантин растений» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.07 Защита растений);

Атрощенко Геннадий Парфёнович, д-р с.-х. наук, доц., проф. кафедры «Плодоовощеводство и декоративное садоводство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

Болгов Анатолий Ефремович, д-р с.-х. наук, проф., и.о. зав. кафедрой «Зоотехния, рыбоводство, агрономия и землеустройство» ПетрГУ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Ганусевич Фёдор Фёдорович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Растениеводства им. И.А. Стебута» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.01 Общее земледелие, растениеводство);

Джураева Улугой Шаймардановна, д-р биол. наук, доц., проф. кафедры «Крупное животноводство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Дидманидзе Отари Назирович, академик Российской академии наук, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

Долженко Виктор Иванович, академик Российской академии наук, д-р с.-х. наук, проф., зам. директора по научной работе ФГБНУ ВИЗР (06.01.07 Защита растений);

Долженко Татьяна Васильевна, д-р биол. наук, доц., доц. кафедры «Защита и карантин растений» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.07 Защита растений);

Донских Нина Александровна, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Земледелие и луговодство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.01 Общее земледелие, растениеводство; 06.01.06 Луговодство и лекарственные эфирно-масличные культуры);

Иванов Алексей Иванович, член-корр. Российской академии наук, д-р с.-х. наук, проф., глав. науч. сотрудник, зав. отделом физико-химической мелиорации и опытного дела ФГБНУ АФИ (06.01.01 Общее земледелие, растениеводство; 06.01.04 Агрохимия);

Карпов Валерий Николаевич, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологий» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве);

Карынбаев Аманбай Камбарбекович, д-р с.-х. наук, глав. науч. сотрудник ТОО «Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства» (06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

Кулинцев Валерий Владимирович, д-р с.-х. наук, директор ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Лаврищев Антон Викторович, д-р с.-х. наук, доц., зав. кафедрой «Почвоведение и агрохимии им. Л.Н. Александровой» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.03 Агрофизика; 06.01.04 Агрохимия);

Лаптев Георгий Юрьевич, д-р биол. наук, директор ООО «Биотроф» (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Митюков Алексей Савельевич, д-р с.-х. наук, доц., вед. науч. сотрудник ФГБУН «Институт Озероведения Российской академии наук» (06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

Найда Надежда Михайловна, д-р биол. наук, проф., проф. кафедры «Земледелие и луговодство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.06 Луговодство и лекарственные эфирно-масличные культуры);

Новиков Михаил Алексеевич, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

Осипова Галина Степановна, д-р с.-х. наук, проф., проф. кафедры «Плодоовощеводство и декоративное садоводство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

Попов Владимир Дмитриевич, академик Российской академии наук, д-р техн. наук, проф., глав. науч. сотрудник ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Рогозина Елена Вячеславовна, д-р биол. наук, вед. науч. сотрудник отд. генетич. ресурсов картофеля ФГБНУ ВИР (06.01.04 Агрохимия; 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений);

Ружьев Вячеслав Анатольевич, канд. техн. наук, доц., декан факультета «Технические системы, сервис и энергетика» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Сафронов Сергей Леонидович, д-р с.-х. наук, доц., зав. кафедрой «Аквакультура и болезни рыб» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

Смелик Виктор Александрович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Сорокопудов Владимир Николаевич, д-р с.-х. наук, проф., проф. кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений; 06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

Спиридонов Анатолий Михайлович, д-р с.-х. наук, доц., зав. кафедрой технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.06 Луговодство и лекарственные эфирно-масличные культуры);

Станишевская Ольга Игоревна, д-р биол. наук, руковод. отд. генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с.-х. птиц ВНИИГРЖ ФГБНУ «ФИЦЖ – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста» (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Терлецкий Валерий Павлович, д-р биол. наук, проф., зав. науч.-исслед. лабор. клеточн. биотехнол. ЛГУ им. А.С. Пушкина (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Шульга Леонид Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Генетика, разведение и биотехнологии животных» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Юдаев Игорь Викторович, д-р техн. наук, проф., проректор по учебной и воспитательной работе ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве);

Якушев Виктор Петрович, академик Российской академии наук, д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом моделирования адаптивных агротехнологий ФГБНУ АФИ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 06.01.03 Агрофизика; 06.01.04 Агрохимия)

**IZVESTIYA OF SAINT-PETERSBURG
STATE AGRARIAN UNIVERSITY**

QUARTERLY ISSUED SCIENTIFIC JOURNAL

№ 1 (62)

Editor-in-Chief

Doctor of Veterinary, acting Rector of FSBEI HE SPbSAU
Morozov Vitaliy Yurievich

Deputies Editor-in-Chief

Doctor of Agriculture, Vice-Rector for scientific, innovative and international work

Tsyganova Nadezhda Aleksandrovna
Ph.D. of Economics, Vice-Rector for commercial activities
and the development of the property complex
Vorontsov Yaroslav Alekseyevich

Executive Journal Editor

Baranova Marina Dmitrievna

EDITORIAL BOARD

Aldoshin Nikolay Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Agricultural Machines» at FSBEI HE «Russian Timiryazev State Agrarian University» (05.20.03 Technologies and means of technical maintenance in agriculture);

Anisimov Anatoly Ivanovich, Doctor of Biology, Professor of the Department of «Plant Protection and Quarantine» FSBEI HE SPbSAU (06.01.07 Plant Protection);

Atroshchenko Gennady Parfyonovich, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Professor of the Department of «Fruit and Vegetable Growing and Ornamental Horticulture» FSBEI HE SPbSAU (06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

Bolgov Anatoly Efremovich, Doctor of Agriculture, Professor, Head of the Department of «Animal Science, Fish Farming, Agronomy and Land Management», FSBEI HE PetrSU (06.02.07 Breeding, selection genetics of farm animals);

Ganusevich Fyodor Fyodorovich, Doctor of Agriculture, Professor, Head of «Plant Growing Department of I.A. Stebut» FSBEI HE SPbSAU (06.01.01 General farming, plant growing);

Dzuraeva Ulugoy Shaimardanovna, Doctor of Biology, Associate Professor, Professor Department of «Large Livestock» FSBEI HE SPbSAU (06.02.08 Fodder production, livestock feeding and feed technology);

Didmanidze Otari Nazirovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Automobile Transport», FSBEI HE «Russian Timiryazev State Agrarian University» (05.20.03 Technologies and means of technical maintenance in agriculture);

Dolzhenko Viktor Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agriculture, Professor, Deputy. Director for Scientific Work, FSBSI All-Russian Institute of Plant Protection (06.01.07 Plant Protection);

Dolzhenko Tatyana Vasilyevna, Doctor of Biology, Associate Professor of the Department of «Plant Protection and Quarantine» FSBEI HE SPbSAU (06.01.07 Plant Protection);

Donskikh Nina Aleksandrovna, Doctor of Agriculture, Professor, Head of the Department of «Farming and Grassland» FSBEI HE SPbSAU (06.01.01 General farming, plant growing; 06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops);

Ivanov Aleksey Ivanovich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agriculture, Professor, Chief Researcher, FSBSI «Agrophysical Research Institute» (06.01.01 General farming, plant growing; 06.01.04 Agrochemistry);

Karpov Valery Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Power Supply of Enterprises and Electrical Technologies» FSBEI HE SPbSAU (05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture);

Karynbaev Amanbay Kambarbekovich, Doctor of Agriculture, Professor of Department of «Biology», LLP South-West Research Institute of Livestock and Crop Production (06.02.10 Private animal husbandry, technology of production of livestock products);

Kulintsev Valery Vladimirovich, Doctor of Agriculture, Director, North Caucasus Federal Agricultural Research Center (06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

Lavrishchev Anton Viktorovich, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Head of the Department "Soil Science and Agrochemistry named after L. N. Alexandrova» FSBEI HE SPbSAU (06.01.03 Agrophysics; 06.01.04 Agrochemistry);

Lapteev Georgy Yuryevich, Doctor of Biology, Director of «Biotrof» LLC (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals);

Mityukov Aleksey Savelyevich, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Leading Scientific Researcher, Institute of Limnology of Russian Academy of Sciences (06.02.10 Private animal husbandry, technology of production of livestock products);

Naida Nadezhda Mikhailovna, Doctor of Biology, Professor of the Department of «Farming and Grassland» FSBEI HE SPbSAU (06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops);

Novikov Mikhail Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Technical Systems in Agribusiness» FSBEI HE SPbSAU (05.20.03 Technologies and means of technical maintenance in agriculture);

Osipova Galina Stepanovna, Doctor of Agriculture, Professor of the Department of «Fruit and Vegetable Growing and Ornamental Horticulture» FSBEI HE SPbSAU (06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

Popov Vladimir Dmitrievich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Agroengineering and environmental problems - branch of FSBSI «Federal Scientific Agroengineering Center VIM» (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization);

Rogozina Elena Vyacheslavovna, Doctor of Biology, Leading Scientific Researcher of Potato Genetic Resources Department, FSBSI «Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources» (06.01.04 Agrochemistry; 06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants);

Ruzhyev Vyacheslav Anatolyevich, Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of «Technical Systems, Service and Energetics» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization);

Safronov Sergey Leonidovich, Doctor of Agriculture, Assistant Professor., Head of the Department of «Aquaculture and Fish Diseases», FSBEI HE SPbGAVM (06.02.10 Private animal husbandry, technology of production of livestock products);

Smelik Viktor Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Technical systems in agribusiness» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization);

Sorokopudov Vladimir Nikolayevich, Doctor of Agriculture, Professor, Professor of the Department of Decorative Gardening and Lawn Science of the Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy (06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants; 06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

Spiridonov Anatoly Mikhailovich, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Head of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, FSBEI HE SPbSAU (06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops);

Stanishevskaya Olga Igorevna, Doctor of Biology, Head of the Department of Genetics, Breeding and Preservation of genetic resources of agricultural birds RRIFAGB FSBSI «Federal Research Center of Animal Husbandry-VIZ named after Academician L.K. Ernst» (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals);

Terletsky Valery Pavlovich, Doctor of Biology, Professor, Head of the Research Laboratory of Cell Biotechnology at the Pushkin State University (06.02.08 Feed production, livestock feeding and feed technology);

Shulga Leonid Petrovich, Doctor of Agriculture, Professor of the Department «Genetics, Breeding and Biotechnology of Animals» FSBEI HE SPbSAU (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals);

Yudaev Igor Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for academic and educational work of FSBEI HE SPbSAU (05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture);

Yakushev Viktor Petrovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agronomy, Professor, Head of the Department of Adaptive Agrotechnology Modeling, FSBSI «Agrophysical Research Institute» (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization; 06.01.03 Agrophysics; 06.01.04 Agrochemistry)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ: АГРОНОМИЯ

Найда Н.М. Морфобиологические и анатомические особенности <i>Amaranthus paniculatus</i> в условиях Ленинградской области	9
Донских Н.А., Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная продуктивность разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые цели в условиях Ленинградской области	17
Улимбашев А.М., Занилов А.Х. Влияние биологически активных веществ (БАВ) на продуктивность озимого чеснока	26
Пуць Н.М., Снежков Н.А. Инновационные агроприемы выращивания томата в зимних теплицах	36
Киселёв М.В., Кондратьев В.М., Бабаев Т.П. Агротехническая оценка полимерных пленочных субстратов при выращивании салата посевого (<i>Lactuca sativa L.</i>) в условиях гидропонной системы питания	43
Кудряшова Т.Р., Иванченко О.Б., Лоскутов И.Г. Оценка качества голозерного овса новой селекции	50
Седяков М.В. Влияние агротехнологических приемов на хозяйственно-ценные признаки новой перспективной линии ярового ячменя Л-1800	59
Сапега В.А. Урожайность и адаптивность раннеспелых сортов картофеля в лесостепи Северного Зауралья	68
Зотеева Н.М., Васипов В.В., Семенова А.Г. Устойчивость клубней к фитофторозу и содержание гликоалкалоидов у образцов картофеля различного происхождения	77
Макаренко В.И., Долженко Т.В. Новые фунгициды для защиты чайно-гибридной розы от мучнистой росы в оранжереях	85
Гамзаева Р.С., Ходжаев Р.С., Башарина М.В. Динамика активности гидролазно-оксидоредуктазного ферментного комплекса почвы в зависимости от инокуляции биопрепаратами	91
Лаврищев А.В., Клятышева А.И. Почвы учебно-опытного сада Санкт-Петербургского государственного аграрного университета	101

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ: ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Приступа В.Н., Кротова О.Е., Савенков К.С. Влияние кормовых добавок «Валопро» и «Рупрокол» на мясную продуктивность бычков герфордской породы	113
Вагапова О.А., Швечихина Т.Ю., Юдина Н.А. Качественный состав молока коров черно-пестрой породы при использовании кормовой добавки Анимикс Альфа	122
Максимова О.В. Гистологическое строение кожи кроссбредных овец	130
Алексеева Е.И., Санганаева А.В., Самандеева Е.Г. Кёрунг тракененских лошадей Литвы и Эстонии	137
Политова М.А., Дорофеева А.В. Сравнительная характеристика методик оценки спортивной работоспособности лошадей по результатам выступлений в выездке	146
Сергеева Е.М. Использование пони в оздоровительной верховой езде	154
Попов И.И., Шошина Ю.В., Шабанова С.А. Построение селекционных индексов и использование их в племенной работе	159
Васильева Л.Т., Кулешова Л.А. Анализ эффективности использования птичников разного типа	167

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Калинин А.Б., Теплинский И.З., Теймуров Т.Ш. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля	178
Новиков М.А., Павлов С.Б. Анализ процесса работы ворошилки лент льна	190
Берденников Е.А., Серебряков И.А. Исследование параметров станочной системы на базе модернизированного вертикально-расточного станка	198
Зейнетдинов Р.А., Камалова Р.Ш. Снижение оксидов азота как основного показателя экологической безопасности дизелей путем применения вихревого эффекта и восстановления в нейтрализаторе	207
Шкрабак Р.В. Повышение эффективности средств механизации транспортных работ в АПК обеспечением их безопасности	217

AGRICULTURAL SCIENCE: AGRONOMY

Naida N.M. Morphobiological and anatomical features of <i>Amaranthus paniculatus</i> in the conditions of Leningrad region	9
Donskikh N.A., Mihailova A.G., Piven M.G. Comparative productivity of different varieties of meadow clover when cultivated for fodder in the conditions of the Leningrad region	17
Ulimbashev A.M., Zamilov A.H. Influence of biologically active substances (BAS) on the productivity of winter garlic	26
Puts N.M., Snezhkov N.A. Innovative tomato cultivation in winter greenhouses	36
Kiselev M.V., Kondratyev V.M., Babaev T.P. Agrotechnical assessment of polymer film substrates when growing sowing salad (<i>Lactuca sativa L.</i>) in conditions of a hydroponic food system	43
Kudriashova T.R., Ivanchenko O.B., Loskutov I.G. Evaluation of the grains quality of new naked oat cultivar	50
Sedakov M.V. Influence of agrotechnological techniques on economically valuable features of a new promising line of spring barley L-1800	59
Sapega V.A. The productivity and adaptability of early ripening potato varieties in forest-steppe of Northern Trans-Urals	68
Zoteyeva N.V., Vasipov V.V., Semenova A.G. Tuber resistance to late blight and glycoalkaloid content in the potato samples of different origin	77
Makarenko V.I., Dolzhenko T.V. New fungicides for the protection of tea-hybrid roses from powdery mildew in greenhouses	85
Gamzaeva R.S., Hodzhaev R.S., Basharina M.V. Dynamics of the activity of the hydrolase-oxidoreductase enzyme complex of the soil depending on inoculation with biological products	91
Lavrishchev A.V., Kliatysheva A.I. Soils of the educational and experimental garden of the St. Petersburg State Agrarian University	101

AGRICULTURAL SCIENCES: VETERINARY MEDICINE & ANIMAL SCIENCE

Pristupa V.N., Krotova O.E., Savenkov K.S. Effect of feed additives “Valopro” and “Ruprocol” on meat productivity of bull calves of the hereford breed	113
Vagapova O.A., Shvechihina T.Yu., Yudina N.A. Qualitative composition of milk of black-and-white breed when using fodder additives Animiks Alpha	122
Maksimova O.V. Histological structure of the skin of crossbred sheep	130
Alekseeva E.I., Sanganaeva A.V., Samandeeva E.G. Korung Trakehner horses of Lithuania and Estonia	137
Politova M.A., Dorofeeva A.V. Comparative characteristic of the assessing methods for the sports performance of horses by results of races	146
Sergeeva E.M. Use of ponies in recreational horse riding	154
Popov I.I., Shoshina Yu.V., Shabanova S.A. Construction of selection indices and their use in breeding work	159
Vasilyeva L.T., Kuleshova L.A. Analysis of the efficiency of using different types of poultry houses	167

ENGINEERING SCIENCE: PROCESSES AND MACHINES OF AGRO ENGINEERING SYSTEMS

Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Teymurov T.S. Improvement of methods and means of technological risks reducing when operating machines for potato producing	178
Novikov M.A., Pavlov S.B. Analysis of the operating process of the flax tedder	190
Berdennikov E.A., Serebryakov I.A. Analysis of machine system parameters based on a vertical boring machine upgrading	198
Zeynetdinov R.A., Kamalova R.S. Reduction of nitrogen oxides as the main indicator of the environmental safety of diesel engines by applications of the vortex effect and recovery in the neutralizer	207
Shkrabak R.V. The efficiency increase of means of transport works mechanization in agricultural industry by ensuring their safety	217

УДК 58:633.8

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-9-17

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *AMARANTHUS PANICULATUS* В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Доктор биологических наук, профессор **Надежда Михайловна Найда**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,

e-mail: nayda.nad@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 8936-4524

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3909-4353>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 11.01. 2021 г.

Дата принятия в печать 29.01.2021 г.

Аннотация. *Amaranthus paniculatus* из семейства *Amaranthaceae* распространен преимущественно в тропиках и субтропиках Америки и Африки. Виды амаранта широко выращивают в качестве зерновых культур для получения муки и масла, кормовых, овощных и декоративных растений. Некоторые виды амаранта (*Amaranthus caudatus*) обладают лекарственными свойствами и используются в современной научной медицине, народной и в традиционных медицинах Востока.

В статье представлены результаты изучения морфологических и биологических особенностей *Amaranthus paniculatus* (сорт Воронежский) в природно-климатических условиях Ленинградской области. Показана динамика фенологических фаз, установлена общая продолжительность вегетационного периода и длительность межфазных периодов. Сезонный цикл развития амаранта вполне укладывается в период вегетации в Ленинградской области. В условиях интродукции этот вид обладает способностью к семенному размножению, образующиеся семена полноценные, жизнеспособные.

Морфологическое описание генеративных органов растений амаранта, выращенных в условиях интродукции, полностью соответствует видовому диагнозу. Полиморфизм проявлялся в метрических показателях: высоте растений, степени ветвления побега, в форме, длине и ширине листьев, мощности соцветий и корневой системы, семенной продуктивности, в диаметре и толщине семян.

Вторичный рост корня и стебля происходит с отклонением от типичной структуры, характерной для двудольных растений. Это связано с образованием добавочных слоев камбия.

Ключевые слова: амарант, фазы развития, семена, стебель, корень, цветок

MORPHOBIOLOGICAL AND ANATOMICAL FEATURES OF *AMARANTHUS PANICULATUS* IN THE CONDITIONS OF LENINGRAD REGION

Doctor of Biological Sciences **Nadezhda Michailovna Naida**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: nayda.nad@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 8936-4524

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3909-4353>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 11/01/2021

Submitted 29/01/2021

Abstract. *Amaranthus paniculatus* from the family *Amaranthaceae* is distributed mainly in the tropics and subtropics of America and Africa. The species of amaranth are widely cultivated as grain crops for the production of flour and oil, fodder, vegetable and ornamental plants. Some types of amaranth (*Amaranthus caudatus*) have medicinal properties and are used in scientific and folk medicine and in traditional medicines of the East.

The article presents the results of studying the morphological and biological features of *Amaranthus paniculatus* in the natural and climatic conditions of the Leningrad region. The dynamics of the phenological phases is shown, the total duration of the growing season and the duration of the interphase periods are established.

The seasonal cycle of amaranth development is quite consistent with the growing season in the Leningrad region. Under the conditions of introduction, this species has the ability to propagate seeds, the resulting seeds are full-fledged, viable.

The morphological description of the generative organs of amaranth plants grown under the conditions of introduction fully corresponds to the species diagnosis. Polymorphism was manifested in metric indicators: plant height, degree of branching, shape, length and width of leaves, power of inflorescences and root system, seed productivity, diameter and thickness of seeds.

The secondary growth of the root and stem occurs with a deviation from the typical structure characteristic of dicotyledonous plants. This is due to the formation of additional layers of cambium.

Keywords: *amaranth, phases of development, seeds, stem, root, flower*

Введение. Род амарант (*Amaranthus*) насчитывает 60 видов, из которых в России встречается 21 вид [1]. Они растут на огородах, в садах, на мусорных местах, на полях. В России амаранты распространены на Дону, в низовьях Волги, в верховьях Днепра, на Кавказе, Дальнем Востоке. Общее распространение охватывает Индию, Иран, Среднюю Азию, Балканы и Средиземноморье, Африку, Америку и Австралию [2].

Многие виды этого рода стали злостными космополитными сорняками.

Амарант – древнейшая культура, которую возделывали в Южной Америке еще до ее открытия. В настоящее время виды амаранта выращивают в Юго-Восточной Азии, в Африке и других регионах как зерновые культуры для получения муки и очень ценного масла, как кормовые, овощные и декоративные растения. Некоторые виды амаранта (*Amaranthus caudatus*) обладают лекарственными свойствами, их семена и листья используются в традиционных восточных медицинах и разрешены для применения в Великобритании [3].

Известно, что амарант – высокобелковая, очень продуктивная культура с большим содержанием незаменимых аминокислот в семенах и листьях. В масле амаранта содержится сквален, токоферол и другие биологически активные вещества, оно широко применяется в диетическом питании и косметологии. Масло и мука из семян амаранта используются при производстве продуктов функционального питания [4].

Работы по всестороннему изучению амаранта в разных почвенно-климатических зонах России ведутся уже давно, выведены отечественные сорта. Ранее было установлено, что амарант метельчатый обладает высокой экологической пластичностью, что дает возможность возделывания его на Северо-Западе РФ [5]. Действительно, перспектива возделывания растения в новых почвенно-климатических условиях определяется величиной эколого-физиологического потенциала (виталитета) интродуцируемых видов [6]. По мнению И.А. Чернова, наиболее важным фактором, воздействующим на амарант, является свет [7]. Установлено, что для амаранта характерна высокая интенсивность биосинтеза и накопления белков, это и определяет уровень адаптивного потенциала и экологической пластичности интродуцента. На этих особенностях базируется устойчивость к экстремальным воздействиям [8]. Лист амаранта имеет своеобразное анатомическое строение – кранц-структуру, это отмечают многие авторы [8,9]. Такие структуры характерны для растений с фотосинтезом С₄ типа.

Однако, несмотря на многолетнее изучение амаранта, он и сейчас привлекает большое внимание исследователей как культура универсального использования. В связи с актуальностью вопроса ранее мы изучали динамику роста и развития амаранта метельчатого *Amaranthus paniculatus* в условиях Ленинградской области, установили оптимальные сроки сева [10]. Данная статья – продолжение исследовательской работы.

Цель исследования – установить биологические, морфологические и анатомические особенности вегетативных и генеративных органов растений амаранта метельчатого в условиях культуры в Ленинградской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Опыты проводили в питомнике лекарственных и эфирно-масличных растений Санкт-Петербургского государственного аграрного университета в 2019-2020 гг. Почва участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, высокоокультуренная. Обработка почвы включала осеннюю вспашку с внесением удобрений из расчета $P_{80} K_{130}$, весной проводили культивацию и вносили азотные удобрения из расчета 150 кг/га действующего вещества. Семена сеяли в третьей декаде мая, когда почва прогревалась до 10-12°C, повторность опыта 3-кратная, глубина заделки семян – 1,5 см, норма высева – 0,5-0,8 г/м². Расстояние между рядками – 45 см, между растениями – 30 см. Уход за растениями заключался в прополке и рыхлении. Выделяли следующие фенологические фазы: всходы, вегетативная фаза (семядольные листья, настоящие листья, рост стебля и его ветвление), цветение, созревание плодов и семян. Уборку проводили раздельным способом.

Объектом нашего исследования был амарант метельчатый *Amaranthus paniculatus* L., сорт Воронежский. Семена были получены из фермерского хозяйства Липецкой области.

Результаты исследований. Всходы амаранта появились через 9-11 дней в 2019 г. и через 5-9 дней в 2020 г. Всходы были дружные, проростки имели светло-зеленую окраску. Высота проростков составляла 1,2-1,3 см, размер семядольных листьев 0,6-0,7x0,2 см. Фаза семядольных листьев наступала в 1-й декаде июня, фаза второго настоящего листа – во 2-й декаде июня. Фаза ветвления побегов приходилась на первую декаду июля, высота растений была 12-13 см, размеры листьев – 10,2x6,2 см. Фаза цветения наступала в третьей декаде июля. Высота растений в это время была 31-40 см, размеры листьев в среднем – 12,6x8,5 см. Растения различались по высоте, габитусу, степени ветвления, длине, ширине и форме листьев, мощности соцветий и корневых систем. Цветение у амаранта метельчатого очень растянуто и длится более 30 дней. Одновременно на растении отмечались цветки, формирующиеся плоды и созревающие семена. Зрелые семена легко осыпаются. Поэтому уборку растений на семена начинали, когда созревали первые семена. Критериями служили: пожелтение основания стебля, опадение нижних листьев и сильное покраснение срединных листьев. Проводили уборку растений раздельным способом. Сначала растения срезали и раскладывали в помещении на столы и поддоны для дозревания семян. Потом соцветия обмолачивали.

Динамика прохождения фаз развития в 2020 г. в целом была близка к показателям 2019 г., различия в 2-3 дня оказались в пределах ошибки опыта. Следует отметить, что в 2020 г. мы отмечали массовые всходы растений амаранта из осыпавшихся семян. Доля недозрелых и деформированных семян, собранных с одного растения, была в пределах 10-15%.

Анализ морфометрических признаков растений к концу вегетации показал, что все показатели (высота растений, параметры листьев и соцветий) достигли максимальных значений. Так, высота растений достигала 95-98 см (табл.1), длина листьев – 16-17 см, а ширина – 13-15 см. Масса 1000 семян колебалась по годам в пределах 0,75-0,77 г. Важным биологическим показателем вида является средняя семенная продуктивность одного растения. Она была довольно близкая в годы исследований и в более благоприятных условиях 2020 г. достигала 30,2 г.

Таблица 1. Морфометрические показатели амаранта метельчатого

Год	Средняя высота растений, см	Масса 1000 семян, г	Окраска семян	Масса семян с 1 растения, г	Урожайность семян, т/га
2019	95	0,75	Бежево-желтая	29,3	3,5
2020	98	0,77	Бежево-желтая	30,2	3,6

Интродукция растений в новых природно-климатических условиях предполагает оценку по многим признакам, в том числе необходимо учитывать длину дня, освещенность, температуру воздуха и длительность периода вегетации. Мы рассчитали сумму активных температур, среднюю температуру воздуха за межфазный период и сумму осадков. Эти метеорологические показатели отражают потребность амаранта метельчатого в тепле и влаге (табл. 2).

Таблица 2. Продолжительность межфазных периодов и условия роста и развития амаранта метельчатого

Межфазные периоды	Год	Длительность межфазного периода, дни	Сумма активных температур за период, °С	Средняя температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
Всходы-цветение (уборка на кормовые цели)	2019	64	1222,4	17,3	118,7
	2020	50	1542,0	19,5	218,5
Всходы-плодоношение (уборка на семена)	2019	92	1814,6	16,0	186,1
	2020	91	2012	17,6	293

Длительность межфазного периода всходы–цветение, когда растения убирают на кормовые цели, колебалась от 50 до 64 дней, полный цикл развития от всходов до уборки на семена растения проходят за 91-92 дня. При длине безморозного периода в Ленинградской области 180 дней растения вполне успевают завершить свой онтогенез и сформировать жизнеспособные семена. Обеспеченность теплом к концу вегетации составляла 1814 -2120°С. Таким образом, можно утверждать, что природно-климатические условия Ленинградской области удовлетворяют потребность амаранта метельчатого в тепле и влаге. К этому следует добавить, что за весь вегетационный период растения амаранта не поражались болезнями и не повреждались вредителями.

Изучение закономерностей развития внутренней структуры растения важно для анализа его морфогенеза, решения вопросов таксономии и выявления локализации запасных соединений. Микроскопические исследования позволяют дополнить морфофизиологические критерии фенологических фаз анатомическими данными. Все это важно для растений-интродуцентов и растений с осыпавшимися зрелыми семенами, так как, в конечном итоге, помогает избежать осыпания семян и потерю значительной части урожая.

Кроме того, данных о внутренней структуре вегетативных и репродуктивных органов амаранта очень мало, они часто носят фрагментарный характер. Так, можно указать на упоминание особой внутренней структуры корня и стебля в семействе амарантовых [11].

В условиях Ленинградской области амарант метельчатый (сорт Воронежский) – однолетнее травянистое растение высотой от 40 до 98 см. Стебли красноватые, опушенные многоклеточными волосками, бороздчатые.

Листорасположение – очередное, верхние листья почти сидячие, нижние – на длинных черешках. Такая длина черешков позволяет верхним листьям не затенять нижние, создавая своеобразную листовую мозаику, известно, что амаранты – светолюбивые растения. Форма листа продолговато-эллиптическая или яйцевидно-ромбическая. Верхушка листовой

пластинки заостренная, основание – клиновидное. Черешки и жилки листа покрыты многоклеточными волосками.

Соцветие – метельчатый тирс, окраска – зеленая. Мелкие цветки собраны в пучки, сидящие в пазухах листьев, верхняя колосовидная часть соцветия длиннее боковых. Цветки раздельнополые. В женском цветке околоцветник простой, чашечковидный, из 5 зеленоватых листочков с заостренными верхушками, два ланцетных прицветника превышают листочки околоцветника (рис.1). Гинецей – ценокарпный, образованный тремя сросшимися плодолистиками, столбика нет, рыльца свободные, с крупными, горизонтально вытянутыми, коническими папиллами. В нераскрывшемся цветке лопасти рыльца обращены вовнутрь друг к другу, в рыльцевую фазу цветка они изгибаются наружу. Довольно часто одна лопасть рыльца дихотомически ветвится выше места срастания плодолистиков. Новая веточка лопасти рыльца обычно короче основной части и также имеет конические папиллы. В мужском цветке андроцей пятичленный, тонкие тычиночные нити выносят пыльники за пределы околоцветника. На цветоложе тычиночного цветка хорошо виден недоразвитый гинецей в виде бугорка. Плод у амаранта – односемянная яйцевидная коробочка, развивающаяся из верхней завязи и открывающаяся поперечно – крышечкой. Созревшие семена свободно выпадают.

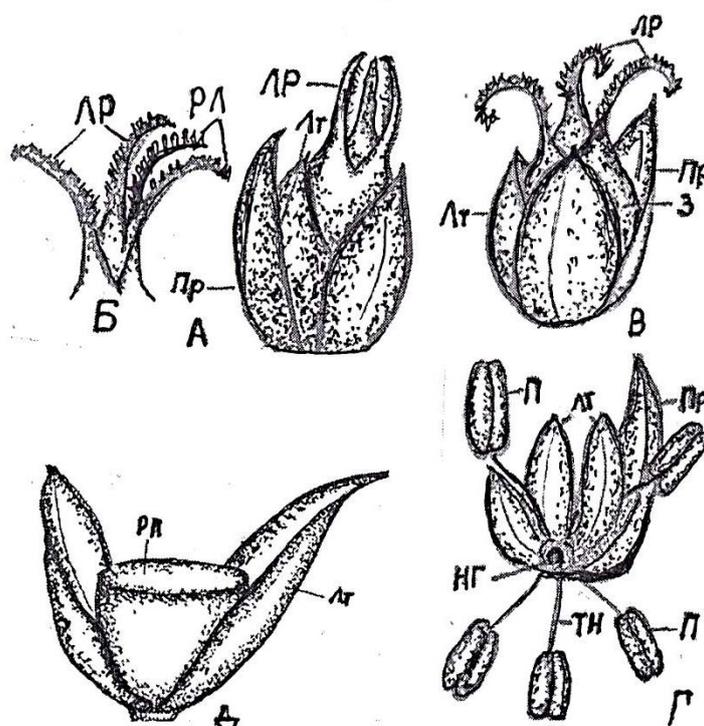


Рис. 1. Амарант метельчатый: А – пестичный цветок с незрелым рыльцем: ЛР – лопасти рыльца; Лт – листочки простого околоцветника; Пр – прицветник; Б – гинецей с ветвистой лопастью: ЛР – лопасти рыльца; РЛ – разветвленная лопасть рыльца; В – пестичный цветок с раскрытыми лопастями рыльца: З – завязь; Г – тычиночный цветок: Лт – листочки простого околоцветника; Пр – прицветник; П – пыльник; ТН – тычиночная нить; НГ – неразвитый гинецей; Д – раскрывшийся плод

Семя у амаранта метельчатого мелкое, яйцевидное, бежево-желтое, по краю имеет тупой кантик, диаметр – 1,1-1,5 мм, толщина семени – 0,5-0,9 мм. Масса 1000 семян – 0,75-0,77 г.

Очевидно, что морфология генеративных органов амаранта, выращенного в Ленинградской области, почти полностью совпадает с диагностическим описанием вида.

Микроскопическое изучение вегетативных органов амаранта выявило следующие особенности их строения. Корневая система у амаранта метельчатого стержневая. Взрослое растение формирует на главном корне 5-7 боковых корней II порядка, степень ветвления – III-V порядков.

Вторичный рост корня у амаранта происходит с отклонениями от свойственной двудольным растениям структуры. В центре корня лежит первичная ксилема (рис.2).

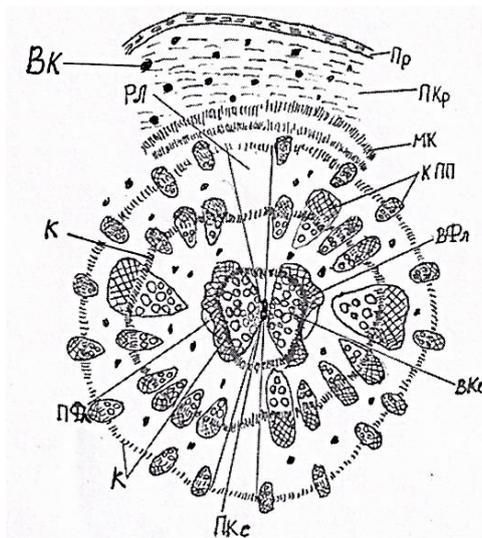


Рис. 2 Амарант метельчатый: схема поперечного среза корня: Пр – перидерма; ПКс – первичная ксилема; ПКр – первичная кора; ВКс – вторичная ксилема; К – камбий; РЛ – радиальный луч; ВФл – вторичная флоэма; ПФл – первичная флоэма; МК – меристематическое кольцо; КПП – коллатеральный проводящий пучок; Вк – белковые включения

К первичной ксилеме прилегает вторичная ксилема двумя крупными тяжами в форме крыльев бабочки и первое кольцо камбия. За камбиальным кольцом лежит вторичная флоэма. Межпучковый камбий откладывает здесь первичные радиальные лучи паренхимы, которые подходят к первичной ксилеме. Деятельность первого камбия быстро заканчивается, утолщение корня продолжается за счет работы перицикла. Паренхимные клетки перицикла делятся тангентально и образуют меристематическое кольцо. В периферическом слое клеток этого кольца возникает феллоген, который откладывает наружу пробку, внутрь – феллодерму. Внутренний слой клеток меристематического кольца образует добавочный камбий. Добавочный камбий формирует проводящие пучки, когда он заканчивает работу, закладывается следующее добавочное камбиальное кольцо. В молодых корнях амаранта мы наблюдали формирование 2-3 добавочных камбиев, в старых корнях – до 5. Добавочные камбиальные кольца формируют проводящие пучки с флоэмой, обращенной наружу, и ксилемой – внутрь. Меристематическая активность добавочных камбиев по мере удаления от центра корня постепенно затухает. Поэтому проводящие пучки в центре корня более крупные, чем на периферии. Вторичная кора корня дифференцирована и содержит 3-4 слоя наружных, горизонтально вытянутых клеток, лежащих под перидермой. Глубже расположена 5-6-слойная паренхима с многоугольными клетками.

Стебель амаранта прямостоячий, с округлыми бороздками, снаружи покрыт эпидермой с многочисленными многоклеточными волосками. Волоски состоят из 5-7 клеток, почти всегда загнуты, верхняя клетка коническая. Встречаются волоски на многоклеточной бутылевидной подставке. Под эпидермой залегает уголковая колленхима (рис. 3).

Паренхима коры состоит из 4-5 слоев клеток. Эндодерма хорошо выражена. У амаранта метельчатого отмечается также аномальное вторичное утолщение стебля за счет образования добавочных камбиев: в центральном цилиндре молодого растения лежат 2-3 круга открытых проводящих пучков. В центре стебля – сердцевина.

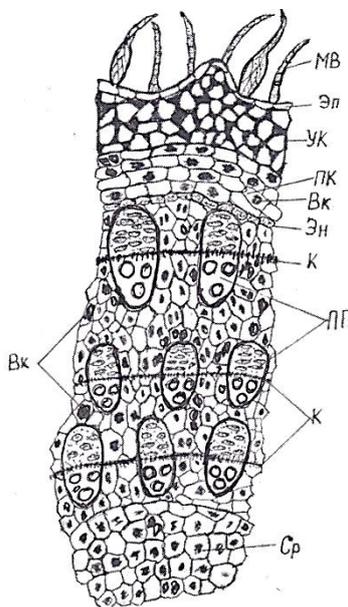


Рис. 3. Амарант метельчатый: схема поперечного среза стебля: Эп – эпидерма; МВ - многоклеточные волоски; УК – уголковая колленхима; ПК – паренхима коры; ПП – проводящие пучки; Вк – включения; Эн – эндодерма; Ср – сердцевина; К – камбий

В паренхиме коры, центрального цилиндра стебля, вокруг проводящих пучков, в сердцевине клетки заполнены белковыми включениями. Включения белков крупные, часто занимают всю полость клетки. Кроме стебля, белковых включений много в мезофилле листа, вокруг проводящих пучков, в паренхиме черешка и в паренхиме корня.

Выводы. Проведенные нами исследования позволяют утверждать, что почвенно-климатические условия Ленинградской области обеспечивают нормальное развитие растений амаранта метельчатого. Его сезонный цикл развития вполне укладывается в период вегетации. В условиях интродукции этот вид обладает способностью к семенному размножению, образующиеся семена полноценные, жизнеспособные. Морфологическое описание генеративных органов растений амаранта, выращенных в условиях интродукции, полностью соответствуют видовому диагнозу. Полиморфизм проявлялся в метрических показателях: высоте растений, степени ветвления, в форме, длине и ширине листьев, мощности соцветий и корневой системы, семенной продуктивности, в диаметре и толщине семян.

Вторичный рост корня и стебля происходит с отклонением от типичной структуры, характерной для двудольных растений. Это связано с образованием добавочных слоев камбия.

Литература

1. **Черепанов С.К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
2. **Флора СССР.** – М.: Изд-во АН СССР, 1936. – Т. VI. – С. 354
3. **Большой энциклопедический словарь лекарственных растений:** учебное пособие / под ред. Г.П. Яковлева – 3-е изд., СПб: СпецЛит, 2015. – 759 с.
4. **Фармакогнозия.** Лекарственное сырье растительного и животного происхождения: учебное пособие / под ред. Г.П Яковлева. – СПб: СпецЛит, 2013. – 741 с.

5. **Чиркова Т.В.** К вопросу об адаптационном потенциале амаранта: материалы Второго международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования» (16-20 июня 1997 г.). – Пушкино, 1997. – Т.1. – С.116-117.
6. **Андреев Л.Н.** Физиологические аспекты устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам при интродукции растений// Бюл. ГБС, 1992. – С. 18-22.
7. **Чернов И.А.** Амарант – физиолого-биохимические основы интродукции. – Казань: Изд-во КГУ, 1992. – 87 с.
8. **Чернов И.А., Дегтярева И.А., Гасимова Г.А., Куликов Ю.А.** Физиолого-биохимические аспекты интродукции культурных видов рода *Amaranthus* L. // Эколого-популяционный анализ полезных растений: интродукция, воспроизводство, использование: материалы X Международного симпозиума (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 4-8 августа 2008 г.). – Сыктывкар, 2008. – С. 222-223.
9. **Бюрчиева А.Ю., Очирова К.С.** Анатомическое строение фотосинтезирующих органов *Amaranthus retroflexus* L. // Ломоносов–2014: материалы XXI Междунар. научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (07–11 апреля 2014 г.) / МГУ им. Ломоносова. – М., 2014. – С. 70–71.
10. **Найда Н.М., Журавлева Е.Н., Шестиперова В.А.** Рост и развитие амаранта метельчатого в Ленинградской области // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК / СПбГАУ. – Ч. I.– СПб, 2020. – С. 58-59.
11. **Эзау К.** Анатомия семенных растений. – М.: Мир, 1980. – Т.2. – С. 321

References

1. **СНерепанов S.K.** Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv. – SPb.: Mir i sem'ya, 1995. – 992 s.
2. **Flora SSSR.** – М.: Izd-vo AN SSSR, 1936. – Т.VI. – С. 354
3. **Bol'shoj enciklopedicheskij slovar' lekarstvennyh rastenij:** uchebnoe posobie /pod. red. G.P. YAKovleva – 3-e izd., SPb: SpecLit, 2015. – 759 s.
4. **Farmakognoziya.** Lekarstvennoe syr'e rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya: uchebnoe posobie / pod. red. G.P YAKovleva. – SPb: SpecLit, 2013. – 741 s.
5. **СНиркова Т.В.** К вопросу об адаптационном потенциале амаранта: материалы Второго международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования» (16-20 июня 1997 г.). – Пушкино, 1997. – Т.1. – С.116-117.
6. **Андреев Л.Н.** Физиологические аспекты устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам при интродукции растений// Бюл. ГБС, 1992. – С. 18-22.
7. **СНернов И.А.** Амарант – физиолого-биохимические основы интродукции. – Казань: Изд-во КГУ, 1992. – 87 с.
8. **СНернов И.А., Дегтярева И.А., Гасимова Г.А., Куликов Ю.А.** Физиолого-биохимические аспекты интродукции культурных видов рода *Amaranthus* L. // Эколого-популяционный анализ полезных растений: интродукция, воспроизводство, использование: материалы X Международного симпозиума (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 4-8 августа 2008 г.). – Сыктывкар, 2008. – С. 222-223.
9. **Бюрчиева А.Ю., Очирова К.С.** Анатомическое строение фотосинтезирующих органов *Amaranthus retroflexus* L. // Ломоносов–2014: материалы НКНХИ Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (07–11 апреля 2014 г.) / МГУ им. Ломоносова. – М., 2014. – С. 70–71.
10. **Найда Н.М., Журавлева Е.Н., Шестиперова В.А.** Рост и развитие амаранта метельчатого в Ленинградской области // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК / СПбГАУ. – Ч. I.– СПб, 2020. – С. 58-59.
11. **Эзау К.** Анатомия семенных растений. – М.: Мир, 1980. – Т.2. – С. 321

Цитирование. Найда Н.М. Морфобиологические и анатомические особенности *Amaranthus paniculatus* в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 9-17. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-9-17

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Naida N.M. Morphobiological and anatomical features of *Amaranthus paniculatus* in the conditions of Leningrad region // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 9-17. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-9-17

Author's contribution. The author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of this study. The author of this article has read and approved the submitted final version.

Conflikt of interest. The author declares no conflicts of interest.

УДК 631

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-17-26

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Нина Александровна Донских** (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»),

e-mail: nina-donskikh@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 9974-7772

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7017-3359>

Доктор сельскохозяйственных наук **Алевтина Георгиевна Михайлова** (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»),

e-mail: almihail@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 4491-1483

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2280-1284>

Аспирант **Мария Геннадьевна Пивень**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»),

e-mail: m-frolova91@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 3076-6115

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5126-0273>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 11.01. 2021 г.

Дата принятия в печать 29.01.2021 г.

Аннотация. Использование при создании фуражных посевов высокопродуктивных сортов многолетних трав позволяет без дополнительных затрат резко увеличить урожайность и качество кормового сырья. Однако в условиях Ленинградской области вопрос товарного семеноводства многолетних трав и особенно бобовых видов стоит очень остро. Восполнить дефицит семян за счет импортных – это очень большой риск для сельскохозяйственных товаропроизводителей, так как они не адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям и не всегда проходят оценку в системе Госкомиссии.

Три сорта, используемые в эксперименте: Дымковский, Седум и Волосовский 86, являются районированными и включены в реестр по Северо-Западному региону. Сравнительная продуктивность изучаемых сортов осуществлялась при посеве их в чистом

виде и в смеси с тимофеевкой луговой сорта Нарымская в 2019 и 2020 годах при двуукосном режиме использования.

Все изучаемые сорта клевера лугового на протяжении двух лет пользования обеспечили очень высокий уровень урожайности – от 8,1 до 14,7 т/га с.м., при этом уровень урожайности травостоев второго года пользования не только не снизился, но у сорта Волосовский 86 возрос на 83%.

Изучаемые сорта на протяжении всех трех лет исследования проявили высокую устойчивость: содержание бобового компонента даже на третий год жизни сохранилось на очень высоком уровне, причем и в одновидовых посевах, и в смешанных.

Анализ химического состава травостоев изучаемых сортов также свидетельствует об их высокой кормовой ценности.

Ключевые слова: бобовые виды, сорта, урожайность, ботанический состав, высота травостоя, питательность

COMPARATIVE PRODUCTIVITY OF DIFFERENT VARIETIES OF MEADOW CLOVER WHEN CULTIVATED FOR FODDER IN THE CONDITIONS OF THE LENINGRAD REGION

Doctor of Agricultural Sciences, Professor **Nina Alexandrovna Donskikh**
 (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State
 Agrarian University, e-mail: nina-donskikh@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 9974-7772

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7017-3359>

Doctor of Agricultural Sciences **Alevtina Georgievna Michailova**
 (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State
 Agrarian University, e-mail: almihail@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 4491-1483

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2280-1284>

Postgraduate Student **Mariya Gennadyevna Piven**
 (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State
 Agrarian University, e-mail: m-frolova91@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 3076-6115

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5126-0273>

196601, Russian Federation, Saint- Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 11/01/2021

Submitted 29/01/2021

Abstract. The use of forage crops to create high-yielding varieties of perennial grasses allows no additional cost to dramatically increase productivity and quality of feed raw materials. However, in the conditions of the Leningrad region, the issue of commercial seed production of perennial grasses and especially legumes is very acute. Replenishing the shortage of seeds with imported seeds is a very big risk for agricultural producers, since they are not adapted to local soil and climatic conditions and are not always evaluated by the State Commission.

Three varieties used in the experiment: Dymkovsky, Sedum and Volosovsky 86 are zoned and included in the register for the northwestern region. The comparative productivity of the studied varieties was carried out when sowing them in pure form and in a mixture with timothy grass of the Narymskaya variety in 2019 and 2020 with a two-cut mode of use.

All studied varieties of meadow clover during two years of use provided a very high level of yield, from 8.1 to 14.7 t / ha d. w., while the level of yield of grass stands in the second year of use not only did not decrease, but in the variety Volosovsky 86 increased by 83%.

The studied varieties during all three years of the study showed high resistance: the content of the legume component, even in the third year of their life, remained at a very high level, both in single-species crops and in mixed crops.

Analysis of the chemical composition of the herbage of the studied varieties also indicates their high fodder value.

Keywords: *legumes, varieties, yield, botanical composition, grass height, nutritional value*

Введение. Преобразование низкопродуктивных кормовых угодий в высокоурожайные культурные луга остается на сегодня одной из главных проблем кормопроизводства области. При этом актуальной проблемой в обеспечении скота полноценными кормами является и устранение дефицита белка, связанного главным образом с недостатком бобовых видов в составе травостоев.

Поэтому в настоящее время в луговом кормопроизводстве одним из главных условий остается создание высокопродуктивных бобовых и бобово-злаковых травостоев, обеспечивающих животных высококачественными кормами [1, 2].

Исследованиями многих ученых доказано, что за счет выращивания многолетних бобовых трав можно значительно сократить затраты энергетических ресурсов на применение азотных удобрений, без которых невозможно получить высокие и устойчивые урожаи кормовой массы злаковых травостоев [3, 4].

Важным условием при создании бобово-злаковых травостоев является то, что в состав травосмеси необходимо включать новые районированные сорта бобовых, адаптированные к местным условиям [5, 6].

Цель исследования – сравнительная оценка трех отечественных сортов клевера лугового при выращивании их на кормовые цели в условиях Ленинградской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования по теме проведены в условиях Ленинградской области на территории Ленинградской плодоовощной опытной станции института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», вблизи г. Павловска и являются продолжением работы, выполненной в 2018-2019 годах.

Для изучения использованы три сорта клевера лугового отечественной селекции: Дымковский, Седум и Волосовский 86. Все изучаемые сорта являются районированными и включены в реестр по Северо-Западному региону. Два сорта – Дымковский и Седум характеризуются как среднеспелые, а сорт Волосовский 86 – как среднепоздний.

В полевом эксперименте три описанных сорта клевера лугового были высеяны в чистом виде и в смеси с тимофеевкой луговой сорта Нарымская.

Таким образом, в опыте изучали 3 варианта разных сортов клевера в одновидовом посеве и 3 варианта этих же сортов в смешанном посеве с размещением в 3-х повторностях. Опытная делянка была размером 15 м² [2].

Почва опытного участка характеризуется как дерново-подзолистая, высоко гумусированная, хорошо окультуренная: содержание гумуса составляет 4,0%, рН – 5,7, содержание P₂O₅– 450 и K₂O – 129 мг-экв/1000г сухой почвы.

Все учеты и наблюдения выполнены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, разработанными ВНИИК им. В.Р. Вильямса (1987) [7].

Результаты исследований. Погодные условия в годы проведения исследований: вторая половина лета 2018 г. и вегетационные периоды 2019 и 2020 гг. были вполне благоприятными для развития и формирования высевных сортов бобового вида (табл. 1).

Таблица 1. Погодные условия в годы проведения исследований, 2018 – 2020 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средне-много-летняя	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средне-много-летняя
Апрель	–	7,7	7,7	6,0	–	17,6	51,6	36,7
Май	16,9	12,8	15,2	12,2	0	77,3	50,3	48,2
Июнь	15,1	18,3	17,9	15,7	35,1	56,2	73,2	70,6
Июль	20,3	16,2	21,5	19,1	85,3	66,0	62,2	82,1
Август	15,7	16,5	19,4	17,5	60,2	29,2	80,9	82,5
Сентябрь	16,3	12,7	14,0	12,6	23,5	57,7	55,1	55,3

Скашивание травостоев в 2020 году в первом укосе проводили, как и в 2019 г., в третьей декаде июня (26.06), в фазу начала цветения бобового вида, одновременно на всех изучаемых травостоях. Второй укос осуществляли в сентябре в фазу начала цветения бобового растения – 19.09.2020 г.

Урожайность экспериментальных бобовых травостоев, созданных на базе разных сортов клевера лугового, высеянных в чистом виде в 2019 г., составила от 35,1 до 46,4 т/га зеленой массы. Урожайность смешанных бобово-злаковых травостоев этих сортов бобового вида с тимофеевкой луговой зависела от изучаемого сорта: так, сорт Дымковский обеспечил в смешанном посеве 42,2 т/га зеленой массы, что превышает уровень одновидового посева на 2,8 т/га. В то же время сорта клевера лугового Волосовский 86 и Седум в смеси с тимофеевкой допустили снижение урожайности на 16,1 – 20,3 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность травостоев изучаемых сортов в 2019 г. (т/га з.м. и с.м.)

Сорта	Зеленая масса			Сухая масса		
	Укосы		Итого	Укосы		Итого
	1	2		1	2	
Дымковский	21,9	17,5	39,4	8,0	3,9	11,9
Волосовский 86	8,6	26,5	35,1	2,3	5,8	8,1
Седум	7,3	39,1	46,4	2,0	10,6	12,6
Дымковский + Тимофеевка луговая	25,2	17,1	42,3	13,3	4,7	18,0
Волосовский 86 + Тимофеевка луговая	7,9	21,1	29,0	3,3	866,0	9,3
Седум + Тимофеевка луговая	8,9	17,2	26,1	4,5	5,0	9,5
НСР ₀₅	5,14	4,09	5,96	2,60	1,16	2,65

При этом урожайность, выраженная в сухой массе, является более объективным показателем. При этом следует отметить, что одновидовой посев, созданный на базе клевера лугового с. Седум, обеспечил наибольшую урожайность – 12,6 т/га с.м. Смешанный посев изучаемых сортов бобового вида совместно с тимофеевкой луговой существенно превысил урожайность одновидового посева только у сорта клевера лугового Дымковский – на 6,1 т/га с.м. В остальных вариантах с другими сортами чистые посевы (одновидовые) незначительно отличались от смешанных.

В наших исследованиях урожайность изучаемых травостоев 2 года пользования, созданных на базе разных сортов клевера лугового, высеянных в одновидовых посевах, составила от 51,3 до 66,4 т/га зеленой массы. Урожайность смешанных бобово-злаковых травостоев с тимофеевкой луговой во многом зависела от сорта: так, Дымковский и Волосовский 86 обеспечили в смеси с тимофеевкой по 45,3 и 46,9 т/га зеленой массы, что значительно ниже уровня одновидовых их посевов. В то же время урожайность сорта клевера лугового Дымковский сохранилась практически на уровне урожайности первого года пользования (42,3 и 45,3 т/га зеленой массы), а урожайность сортов Волосовский 86 и Седум в смеси с тимофеевкой значительно возросла и достигла уровня сорта Дымковский – 46,9 и 39,9 т/га зеленой массы (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность травостоев изучаемых сортов в 2020 г. (т/га з.м. и с.м.)

Сорта	Зеленая масса			Сухая масса		
	Укосы		Итого	Укосы		Итого
	1	2		1	2	
Дымковский	38,0	21,2	59,2	9,1	2,8	11,9
Волосовский 86	41,8	24,6	66,4	11,0	3,7	14,7
Седум	35,5	15,8	51,3	9,9	3,0	12,9
Дымковский + Тимофеевка луговая	26,6	18,7	45,3	14,0	2,5	16,5
Волосовский 86 + Тимофеевка луговая	22,7	24,2	46,9	9,5	4,4	13,9
Седум + Тимофеевка луговая	23,1	16,9	40,0	11,5	3,2	14,7
НСР ₀₅	8,49	3,23	8,56	4,46	0,55	4,43

Урожайность, выраженная в сухой массе всех изучаемых сортов в одновидовых посевах, на второй год использования сохранилась на высоком уровне – от 11,9 до 14,7 т/га, при этом наибольший уровень урожайности обеспечил сорт Волосовский 86, а среди смешанных посевов с тимофеевкой луговой выделился сорт Дымковский, где урожайность достигла 16,5 т/га.

Важное значение в кормопроизводстве имеет не только общий выход урожая изучаемых фуражных травостоев, но и распределение его по укосам [8]. В наших исследованиях, сравнивая три сорта по этому параметру, следует отметить, что оптимального распределения урожая по укосам не обеспечил ни один изучаемый сорт при разном способе посева. У сорта Дымковский на первый укос приходится в 2019 г. более 50% при посеве в чистом виде и более 72% в смеси с тимофеевкой луговой. В 2020 г. эта закономерность у данного сорта сохраняется. Два других изучаемых сорта в 2019 г. показали обратную картину: выход урожая в 1-м укосе у них значительно ниже по сравнению со вторым укосом, а в 2020 г. распределение по укосам аналогично сорту Дымковский (табл. 4).

Таблица 4. Распределение урожая травостоев изучаемых сортов по укосам, % в годы исследований (с.м.)

Сорта	2019 г.		2020 г.	
	Укосы		Укосы	
	1	2	1	2
Дымковский	67	33	76	24
Волосовский 86	28	72	75	25
Седум	16	84	76	24
Дымковский + Тимофеевка луговая	74	26	85	15
Волосовский 86 + Тимофеевка луговая	35	65	68	32
Седум + Тимофеевка луговая	47	53	78	22

Одним из главных показателей урожайности фуражных травостоев является высота растений [9, 10]. В наших исследованиях в условиях Ленинградской области высота растений клевера лугового всех изучаемых сортов в годы исследований варьировала от 30 см до 68 см в 1-м укосе и от 28 до 68 см – во 2-м укосе (табл. 5).

Таблица 5. Высота растений изучаемого бобового вида в 2019-2020 гг. (см)

Варианты	2019 г.	2020 г.	
	1 укос	1 укос	2 укос
Клевер луговой с. Дымковский	68,2	45,2	59,7
Клевер луговой с. Волосовский 86	34,7	42,7	48,1
Клевер луговой с. Седум	30,0	34,9	28,4
Клевер луговой с. Дымковский + Тимофеевка луг.	60,8	39,0	29,9
Клевер луговой с. Волосовский 86 + Тимофеевка луг.	26,4	31,1	44,0
Клевер луговой с. Седум + Тимофеевка луг.	27,5	35,2	35,1

В оба года исследований наибольшей высотой растений выделился сорт Дымковский как при посеве в чистом виде, так и в смеси с тимфеевкой луговой. Два других изучаемых сорта: как Волосовский 86, так и Седум оказались менее рослыми.

Тем не менее все изучаемые сорта отечественной селекции на протяжении двух лет использования обеспечили очень высокий уровень урожайности, что свидетельствует об их высокой адаптационной функции в условиях Ленинградской области.

Определение содержания бобового компонента изучаемых травостоев, созданных на базе перечисленных сортов, показал, что одновидовые посевы в 2019 г. характеризовались высоким содержанием бобового вида: от 60 до 95% в кормовой массе первого укоса и от 83 до 91% – второго укоса. При этом высокой долей участия бобового вида выделился сорт клевера лугового Дымковский как в первом укосе, так и во втором – 91–95%. Два других сорта клевера лугового (Волосовский 86 и Седум) в первом укосе заметно уступали первому сорту, и содержание бобового компонента составляло у них 77–78%, а во втором укосе оно достигло, как и у сорта Дымковский – 90–93% (рис. 1).

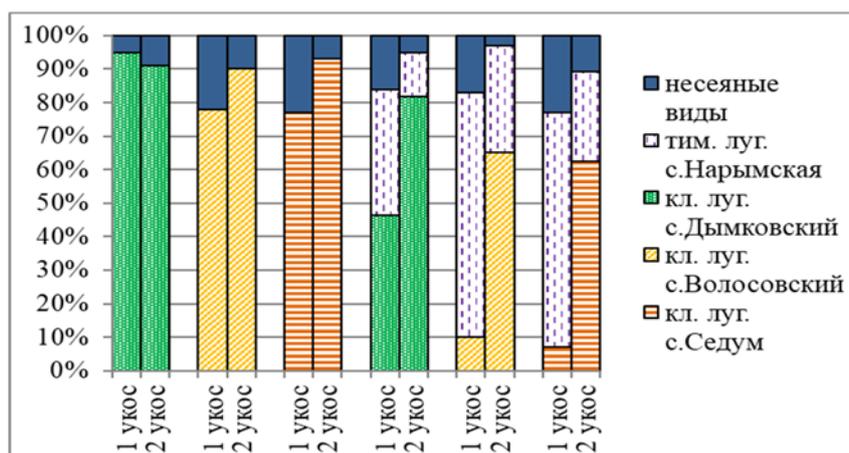


Рис. 1. Содержание бобового компонента в изучаемых травостоях, 2019 г.

В смешанных травостоях, созданных на основе перечисленных сортов бобового вида с добавлением рыхлокустового злака тимофеевки луговой с. Нарымская, содержание бобового компонента в 1-м укосе было существенно ниже запрограммированного, особенно у сортов Волосовский 86 и Седум. Более высоким содержанием бобового вида в смешанных травостоях выделился только сорт Дымковский – 46%.

Во втором укосе содержание бобового компонента существенно возросло в травостоях всех изучаемых сортов и достигло 63–81% (рис. 2).

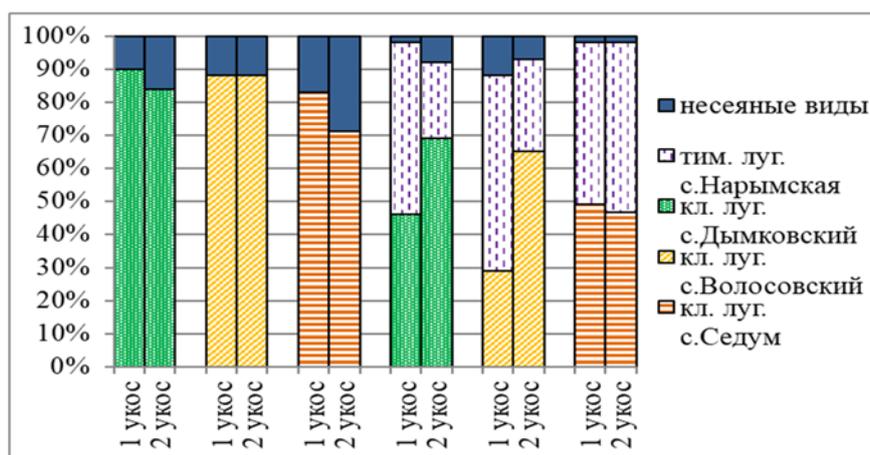


Рис. 2. Содержание бобового компонента в изучаемых травостоях, 2020 г.

Анализ ботанического состава травостоев в 2020 г., созданных на базе перечисленного бобового вида, показал, что в 1-м укосе одновидовые посева клевера лугового всех сортов отличались высоким содержанием бобового компонента: от 83% – у Седума до 90% – у Дымковского. Во втором укосе содержание бобового компонента вышеуказанных сортов несколько снизилось, но сохранилось на высоком уровне – 84 и 71%. Сорт Волосовский 86 на второй год пользования проявил также высокую устойчивость, содержание бобового компонента как в первом, так и во втором укосах составляло 88%. Высоким содержанием бобового компонента на второй год пользования характеризовались и смешанные травостои с участием изучаемых сортов клевера лугового и тимофеевки луговой. Такое высокое содержание в наших опытах бобового вида, характеризующегося малым долголетием, можно объяснить, с одной стороны, высоким качеством посевного материала, а с другой – благоприятными почвенными условиями и сравнительно поздней закладкой опыта в 2018 г.

Важным показателем продуктивности изучаемых сортов является их химический состав: содержание основных питательных веществ в кормовой массе. Как известно, главным критерием полноценности высококачественных травяных кормов является содержание

сырого протеина – не менее 14–16% в сухой массе. Анализ химического состава изучаемых травостоев свидетельствует об их высокой кормовой ценности (табл. 6). Так, содержание сырого протеина в одновидовых изучаемых травостоях составляло от 14,35 до 16,6% в 2019 г. и от 18,48 до 21,58% – в 2020 г., что вполне соответствует зоотехническим потребностям при кормлении высокопродуктивного скота. Уместно отметить, что в 2020 г. при уборке травостоев с участием изучаемых сортов в разные сроки, приуроченные к началу цветения бобового компонента, содержание сырого протеина было значительно выше. Эта тенденция характерна и для смешанных бобово-злаковых травостоев исследуемых сортов.

Таблица 6. Содержание сырого протеина (СП), сырой клетчатки (СК) и сырой золы (СЗ) в кормовой массе изучаемых травостоев, % (2019 - 2020 гг.)

Варианты:	2019 г.			2020 г.		
	СП	СК	СЗ	СП	СК	СЗ
Клевер луговой сорт Дымковский	16,68	23,03	10,06	18,48	22,14	10,92
Клевер луговой сорт Волосовский 86	14,35	25,03	10,10	21,58	20,03	12,6
Клевер луговой сорт Дымковский с Тимофеевкой луговой сорт Нарымская	12,76	26,00	8,66	14,84	24,25	9,76
Клевер луговой сорт Волосовский 86 с Тимофеевкой луговой сорт Нарымская	15,98	28,96	8,57	17,98	37,05	11,17

Содержание сырой клетчатки во всех изучаемых травостоях было в пределах нормы и соответствовало зоотехническим требованиям – 23,03–28,96%.

Зольный состав травостоев изучаемых сортов клевера лугового в полной мере характеризует роль бобового компонента с длинной стержневой корневой системой. Так, в 2019 г. у обоих сортов в одновидовом посеве содержание золы было в пределах 10,06–10,10%, а в смешанном только 8,57–8,66%. Эта же тенденция сохранилась и в 2020 г.

Таким образом, питательность кормовой массы, сформированной бобовым видом изучаемых сортов, вполне соответствует зоотехническим требованиям. Однако по общей питательности сорт Волосовский 86 превосходит кормовую ценность сорта Дымковский.

Выводы. На основании трехлетних исследований по сравнительной оценке трех отечественных сортов клевера лугового (Дымковский, Волосовский 86 и Седум) при возделывании на кормовые цели можно заключить, что все изучаемые сорта в условиях Ленинградской области обеспечивают высокую урожайность на уровне 8,1–14,7 т/га с.м. на протяжении двух лет использования.

Все три перечисленные сорта отечественной селекции проявляют очень важную адаптационную функцию: сохраняют высокое участие бобового компонента в травостоях на протяжении двух лет использования.

Литература

1. Ларетин Н., Антонов В., Алексеев С., Волкова Т. Организационно-экономические основы регионального семеноводства многолетних трав // АПК: экономика и управление. – 2015. – №8. – С. 65-72.
2. Донских Н.А. Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная оценка разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые и семенные цели // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – №3 (60). – С. 9-16.

3. **Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Привалова К.Н. и др.** Основные направления развития лугового кормопроизводства в России // Достижение науки и техники АПК. – 2018. – Т.32, №2. – С. 17-20.
4. **Концепция стратегического развития семеноводства в РФ.** – М., 2018.
5. **Хохрин С.Н.** Кормление животных. – СПб., 2014. – С. 16-64.
6. **Тумасова М.И., Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г и др.** Перспективная ресурсосберегающая технология производства семян клевера для северного региона Нечерноземной зоны России: методические рекомендации. – Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2015 – С. 16.
7. **Методические указания** по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1987. – 197 с.
8. **Современные ресурсосберегающие технологии** производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов /РУП // Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию – 3-е изд. доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 323.
9. **Переprаво Н.И., Золотарев В.Н., Георгиади Н.И.** Состояние и перспективы развития клеверосеяния и семеноводства клевера разных видов в России //Адаптивное кормопроизводство. – 2015. – №1(21). – С. 14-29.
10. **Спиридонов А.М.** Основные направления совершенствования кормопроизводства: материалы научно-практической конф. – СПб.,2018. – С. 39-42.

References

1. **Laretin N., Antonov V., Alekseev S., Volkova T.** Organizacionno-ekonomicheskie osnovy regional'nogo semenovodstva mnogoletnih trav // APK: ekonomika i upravlenie. – 2015. – №8. – S. 65-72.
2. **Donskih N.A. Mihajlova A.G., Piven' M.G.** Sravnitel'naya ocenka raznyh sortov klevera lugovogo pri vozdeleyvanii na kormovye i semennye celi // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – №3 (60). – S. 9-16.
3. **Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N. i dr.** Osnovnye napravleniya razvitiya lugovogo kormoproizvodstva v Rossii // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. – 2018. – Т.32, №2. – S. 17-20.
4. **Koncepciya strategicheskogo razvitiya semenovodstva v RF.** – М., 2018.
5. **Hohrin S.N.** Kormlenie zhivotnyh. – SPb., 2014. – S. 16-64.
6. **Tumasova M.I., Gripas' M.N., Arzamasova E.G i dr.** Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva semyan klevera dlya severnogo regiona Nечernozemnoj zony Rossii: metodicheskie rekomendacii. – Киров: FGBNU «NIISKH Severo-Vostoka», 2015 – S. 16.
7. **Metodicheskie ukazaniya** po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami. – М.: VНИИ kormov im. V.R. Vil'yamsa, 1987. – 197 s.
8. **Sovremennye resursosberegayushchie tekhnologii** proizvodstva rastenievodcheskoj produkcii v Belarusi: sbornik nauchnyh materialov /RUP // Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zemledeliyu – 3-e izd. dop. i pererab. – Minsk: IVC Minfina, 2017. – S. 323.
9. **Perepravo N.I., Zolotarev V.N., Georgiadi N.I.** Sostoyanie i perspektivy razvitiya klevroseyaniya i semenovodstva klevera raznyh vidov v Rossii //Adaptivnoe kormoproizvodstvo. – 2015. – №1(21). – S. 14-29.
10. **Spiridonov A.M.** Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya kormoproizvodstva: materialy nauchno-prakticheskoy konf. – SPb.,2018. – S. 39-42.

Цитирование. Донских Н.А., Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная продуктивность разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые цели в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 17-26. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-17-26

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Donskikh N.A., Mihailova A.G., Piven M.G. Comparative productivity of different varieties of meadow clover when cultivated for fodder in the conditions of the Leningrad region // *Izvestiya of Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2021. 1(62). 17-26. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-17-26

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 635.25

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-26-35

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (БАВ) НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОГО ЧЕСНОКА

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Азрет Муазинович Улимбашев**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: ulimbashiev_a@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код:4293-7475

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2882-1866>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Амиран Хабидович Занилов**
(федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Кабардино-Балкарский научный центр РАН»

e-mail: eco-agro.kbr@inbox.ru)

РИНЦ SPIN-код:2031-5449

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1737-5303>

360002, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик,
Долинск, ул. Балкарова, д. 2

Дата поступления в редакцию 11.01. 2021 г.

Дата принятия в печать 29.01.2021 г.

Аннотация. Чеснок (*Allium sativum*) – это древнее растение. По древности происхождения и введения в культуру чеснок может соперничать лишь с луком. Это одна из старейших овощных культур, привлечших внимание человека в качестве лекарственного средства и пищевой добавки. Окаменевшие зубчики чеснока были найдены при раскопках древних гробниц и захоронений в Китае, Египте, Индии.

Чеснок представляет собой пищевой продукт, который может укреплять иммунитет и обеспечивать здоровье сердечно-сосудистой системы. В последние годы во многих странах мира значительно увеличилось производство чеснока. Это связано с его высокими пищевыми и целебными свойствами, которые напрямую зависят от его богатейшего, уникального биохимического и минерального состава.

В связи с ценными пищевыми и целебными свойствами чеснока вопрос расширения площадей и повышения продуктивности в открытом грунте остается актуальным.

Одним из перспективных и эффективных агротехнических приемов, повышающих жизнеспособность растений чеснока, является использование микробиологических средств, относящихся к биологически активным веществам – БАВ. Живые клетки агрономически ценных групп микроорганизмов и их метаболиты, в частности, способны повышать полевую

всхожесть семенного материала, которая, как известно, всегда ниже лабораторной, и бывают случаи, когда при отрастании корней у зубков чеснока листья не появляются.

Изреженность всходов чеснока – обычное явление, связано с биологическими причинами: низкая всхожесть невызревших зубков, пониженная морозостойкость чеснока, может быть вызвана нарушением агротехники. Предпосадочное намачивание зубков озимого чеснока в растворах БАВ оказывает существенное влияние на физиолого-биохимические процессы, стимулирует образование корней, способствует хорошей перезимовке, и при определенных условиях приводит к повышению урожайности, и, как правило, к улучшению качества продукции.

Таким образом, исследование влияния БАВ на продуктивность и качество перспективных сортов озимого чеснока, и с точки зрения установления более эффективных препаратов, имеют большую научную значимость и экономическую целесообразность.

Ключевые слова: чеснок, БАВ, зубки, продуктивность, качество

EFFECT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES (BAS) ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER GARLIC

Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor **Azret Muazinovich Ulimbashev**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State
Agrarian University, e-mail: ulimbashv_a@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 4293-7475

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2882-1866>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2

Candidate of agricultural sciences, Assistant Professor **Amiran Hamidovic Zanirov**
(Federal State Budgetary Scientific Institution Kabardino-Balkar Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences, e-mail: eco-agro.kbr@inbox.ru)

RSCI SPIN-code: 2031-5449

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1737-5303>

360002, Russian Federation, Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Dolinsk, ul. Balkarova, 2

Received 11/01/2021

Submitted 29/01/2021

Abstract. Garlic (*Allium sativum*) is an ancient plant. According to the antiquity of its origin and introduction into culture, garlic can compete only with onions. This is one of the oldest vegetable crops that attracted the attention of man as a medicine and food supplement, petrified garlic cloves were found during the excavations of ancient tombs and burials in China, Egypt, and India.

Garlic is a food product that can strengthen the immune system and ensure the health of the cardiovascular system. In recent years, garlic production has significantly increased in many countries around the world. This is due to its high nutritional and healing properties, which directly depend on its rich, unique biochemical and mineral composition.

Due to the valuable nutritional and healing properties of garlic, the problem of cultivation area expanding and increasing productivity in the open ground remains relevant.

One of the promising and effective agricultural techniques that increase the viability of garlic plants is the use of microbiological agents related to biologically active substances-BAS. Living cells of agronomically valuable groups of microorganisms and their metabolites, in particular, are able to increase the field germination of seed material, which, as we know, is always lower than the laboratory one, and there are frequent cases when the leaves do not appear when the roots grow back in garlic cloves.

Sparseness of garlic seedlings is a common phenomenon, due to biological reasons: low germination of unripe cloves, reduced frost resistance of garlic, can be caused by a violation of

agricultural technology. Pre-planting soaking of winter garlic cloves in BAS solutions has a significant impact on physiological and biochemical processes, stimulates root formation, promotes good overwintering, and under certain conditions leads to an increase in yield, and as a rule. to improve the product quality.

Thus, the study of the effect of BAS on the productivity and quality of promising varieties of winter garlic, and from the point of view of establishing more effective preparations, have great scientific significance and economic feasibility.

Keywords: *garlic, BAS, cloves, productivity, quality*

Введение. Чеснок культурный – однолетнее травянистое растение семейства Луковые (*Alliaceae*). Он является популярной овощной культурой у многих народов по всему миру. Специфическая группа органических соединений-сульфидов определяет острый вкус и характерный запах. Чесночный аромат специфичен и сопровождается многочисленными мясными и рыбные блюда [1, 2].

Содержание аскорбиновой кислоты в луковицах достигает 8-11 мг/ 100 г, в листьях – до 50 мг/ 100 г. Специфический вкус и запах, а также сильное бактерицидное действие чесноку придает эфирное масло. Чеснок может быть использован и как средство биологической защиты растений от различных вредителей и болезней [3, 4].

Потребность в чесноке по Российской Федерации составляет 360 тыс. т, а производство этой культуры в нашей стране на сегодняшний день находится на уровне 200 – 240 тыс. т. Нехватка чеснока в объеме 120 – 160 тыс. т покрывается завозом его из-за границы [5].

Таким образом возникает необходимость подбора высокопродуктивных сортов и разработки эффективных приемов агротехники, и этим обосновывается значимость обработки зубков озимого чеснока биологически активными веществами для повышения урожайности и качества продукции. Установлено, что БАВ оказывает стимулирующее воздействие на рост и развитие овощных культур, на скорость прохождения фенологических фаз и на биометрические показатели озимого чеснока [6].

В наших исследованиях использовали сорта Комсомолец и Северное сияние. В качестве биологически активных веществ использовались коммерческие препараты: Фосфатовит, Здравень Аква и Экстрасол. В качестве контроля использовалась вода.

Цель исследования – изучить влияние биологически активных веществ на урожайность и качество озимого чеснока в условиях Ленинградской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Опыты по определению эффективности агротехнических приемов выращивания озимого чеснока с обработкой БАВ проводили в течение 2018–2019 гг. на опытном поле кафедры плодоовощеводства и декоративного садоводства Санкт-Петербургского государственного аграрного университета в г. Пушкине.

Полевой опыт проводили согласно «Методике полевого опыта» (Доспехов Б. А., 1985 г.) [7]. Метод исследования – лабораторно-полевой. Площадь делянки 0,7 м², повторность трехкратная, посадка на гребни. Схема посадки зубков озимого чеснока – 62х8 см.

Сорт озимого чеснока Комсомолец

Чеснок Комсомолец относится к озимым сортам. Созревает за 110-120 дней. Урожайность 1,2-1,4 кг/м². Высота его стебля (стрелки) может достигать 0,9–1,2 метра. На стрелке ежегодно вызревает 50-200 воздушных луковичек. Длина отдельных листьев, которые нередко используют в пищу, 35-40 см. Головки плотные, средних размеров. Масса колеблется от 30 до 100 граммов. В каждой головке 7-11 зубчиков, весьма крупного размера. Внешние чешуйки грязно-белые, с фиолетовым оттенком. Вкус зубков острый, насыщенный.

Сорт озимого чеснока Северное сияние

Среднеспелый сорт. Листья со слабым восковым налетом светло-зеленого цвета, длина листа 37-40 см, ширина 1,7 см. Луковицы округло-плоские, массой 38 г, число зубков в луковице 6-8. Строение зубков сложное. Мякоть белая, окраска сухих чешуй красновато-белая

с антоциановыми штрихами, кожистые чешуи кремовые. Вкус полуострый. Урожайность 0,4-1 кг/м². Может храниться в течение 10 месяцев.

Результаты исследований. Успех получения высокого и качественного урожая озимого чеснока во многом зависит от сроков посадки семенного материала, на которые значительное влияние оказывают природно-климатические условия возделывания, способ культуры (озимый, яровой), биологические особенности конкретного сорта [8].

Оптимальным сроком посадки чеснока считают такой, при котором посадочный материал, попав в почву, успеет до промерзания почвы сформировать сравнительно мощную корневую систему, с тем, чтобы рано весной, сразу после таяния снега, наряду с продолжением роста корней, в возможно ранние сроки началось формирование листового аппарата растения [5, 9]. Недостаточное же укоренение чеснока имеет место при запаздывании с посадкой. Зубки со слаборазвитой корневой системой до наступления холодов зимой подмерзают и заболевают грибковыми болезнями [10]. В связи с этим при выборе даты посадки чеснока учитывались многолетние среднегодовые данные по температуре воздуха в Ленинградской области. Посадка осуществлялась 16 октября 2018 года (табл. 1).

Таблица 1. Фенологические показатели озимого чеснока в опыте

Сорта	БАВ	Дата		
		посадка	отрастание	уборка
Комсомолец	Вода (контроль)	16.10.18 г.	09.04.19 г.	27.08.19 г.
	Фосфатовит	16.10.18 г.	07.04.19 г.	27.08.19 г.
	Здравень Аква	16.10.18 г.	08.04.19 г.	27.08.19 г.
	Экстрасол	16.10.18 г.	07.04.19 г.	27.08.19 г.
Северное сияние	Вода (контроль)	16.10.18 г.	08.04.19 г.	27.08.19 г.
	Фосфатовит	16.10.18 г.	07.04.19 г.	27.08.19 г.
	Здравень Аква	16.10.18 г.	08.04.19 г.	27.08.19 г.
	Экстрасол	16.10.18 г.	07.04.19 г.	27.08.19 г.

Посадку чеснока проводили на глубину от 5-6 см с обязательным мульчированием рядков перегноем слоем 2-3 см, так как при плотной почве растения чеснока в момент укоренения могут приподняться на пучке корней, вследствие чего произойдет выпирание на поверхность земли и, не укоренившись, они вымерзнут.

Отрастание растений при посадке зубками произошло не одновременно, и дата варьировала в зависимости от сорта чеснока и использованных БАВ. Равнозначное влияние Фосфатовита и Экстрасола проявилось на обоих сортах – отрастание наблюдалось 7 апреля 2019 г. Здравень Аква способствовал появлению листьев на 24 часа позже – 8 апреля 2019 г. Следует отметить, что в контрольных вариантах у сортов Комсомолец и Северное сияние отрастание произошло в разные сроки – 9 и 8 апреля соответственно.

Проводя фенологические наблюдения, было установлено, что разница в отрастании различных сортов чеснока, обработанных БАВ, колебалась в пределах 1–2 дней. При посадке озимого чеснока различных сортов вегетационный период от отрастания зубков до уборки урожая в среднем составил от 140 до 142 дней. Массовое отрастание озимого чеснока (фаза 3-5 листьев) происходило в конце второй декады мая. После появления всходов до фазы созревания растения развивались практически одинаково. Но к дате учета (количество листьев на 5.06.2019 года) были выявлены различия в зависимости от обработки биопрепаратами, использованными в опыте.

Наибольшее количество листьев на 5.06.19 г. проявилось у сорта Комсомолец при использовании БАВ Фосфатовит (4,7 шт.). По мере роста растений количество листьев

увеличивалось, на 01.07.19 г. наибольшее количество листьев было установлено также у сорта Комсомолец, но уже при использовании Здравень Аква и составило 5,8 шт.; у сорта Северное сияние наибольшее количество листьев в варианте с контролем и обработкой Фосфатовитом.

При проведении измерений 20.08.19 г. было установлено отмирание нижних листьев у всех изучаемых сортов. По количеству отмерших листьев можно судить о скороспелости сорта. Чем больше отмирает листьев к концу вегетации, тем сорт более скороспелый.

Обработка БАВ незначительно повлияла на отмирание нижних листьев и достигало от 0,2 до 0,6 шт. у обоих сортов.

Сравнивая биометрические показатели, можно сказать, что растения значительно различались по высоте в зависимости от используемого БАВ.

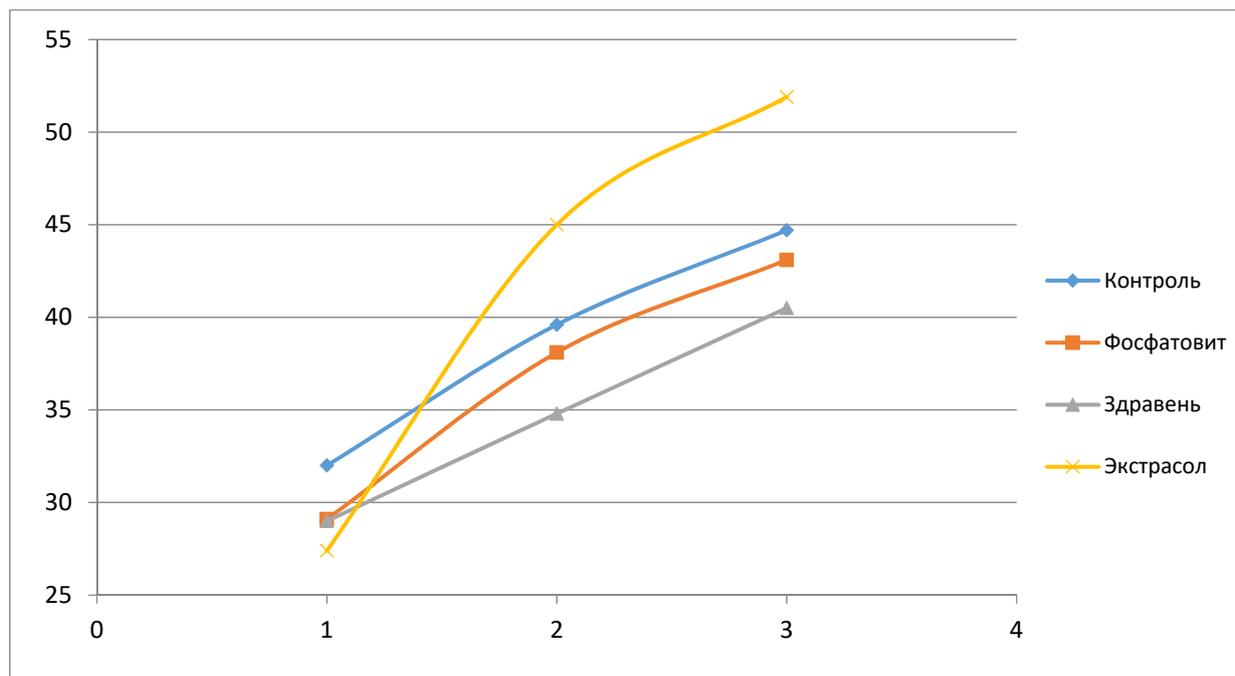


Рис. 1. Динамика роста растений, см (Сорт Комсомолец)

Диаграмма на рисунке 1 демонстрирует, что растения сорта Комсомолец наибольшую высоту достигали при использовании биопрепарата Экстрасол – 51,9 см, что выше контроля на 7,2 см. Что касается сорта Северное сияние, то растения этого сорта имели не столь сильные различия; наибольшей высоты достигли при обработке БАВ Здравень Аква – 46 см и Экстрасолом – 45,7 см, что выше контроля на 2 см и 1,7 см соответственно (рис.2).

Важнейшим результативным показателем сельскохозяйственного производства является урожайность [5]. Данные по урожайности приведены в таблице 4.

Анализ корреляционной зависимости свидетельствует о влиянии высоты растений чеснока сорта Комсомолец на урожайность, которая находится на уровне $r=0,76$, и влиянии высоты растений на количество зубков в луковице, $r=0,68$. Данные коэффициенты свидетельствуют об относительно высокой и средней зависимости. При этом максимальная корреляционная связь обнаруживается между количеством зубков в луковице и урожайностью. Коэффициент корреляции между данными показателями максимальный и составляет $r=0,98$ (табл. 2).

Таблица 2. Корреляционная зависимость урожая от исследуемых параметров

БАВ	Высота, см	Количество зубков, шт.	Урожайность, ц/га	R= количеством зубков и урожайностью
Вода (контроль)	44,7	7,0	5,5	0,978
Фосфатовит	43,1	7,6	5,8	
Здравень Аква	40,5	7,9	5,8	
Экстрасол	51,9	9,5	6,2	
R		0,758	0,676	

Таким образом, можно сделать вывод, что механизм действия биопрепарата Экстрасол на урожайность связан с его влиянием на пролиферирующую способность растений, проявившуюся в данном опыте в виде увеличения числа зубков в луковице. Исходя из этого можно сделать вывод, что одним из компонентов биопрепарата Экстрасол является фитогормон из класса цитокининов, который используется для усиления деления клеток и роста боковых побегов в системе микроклонального размножения.

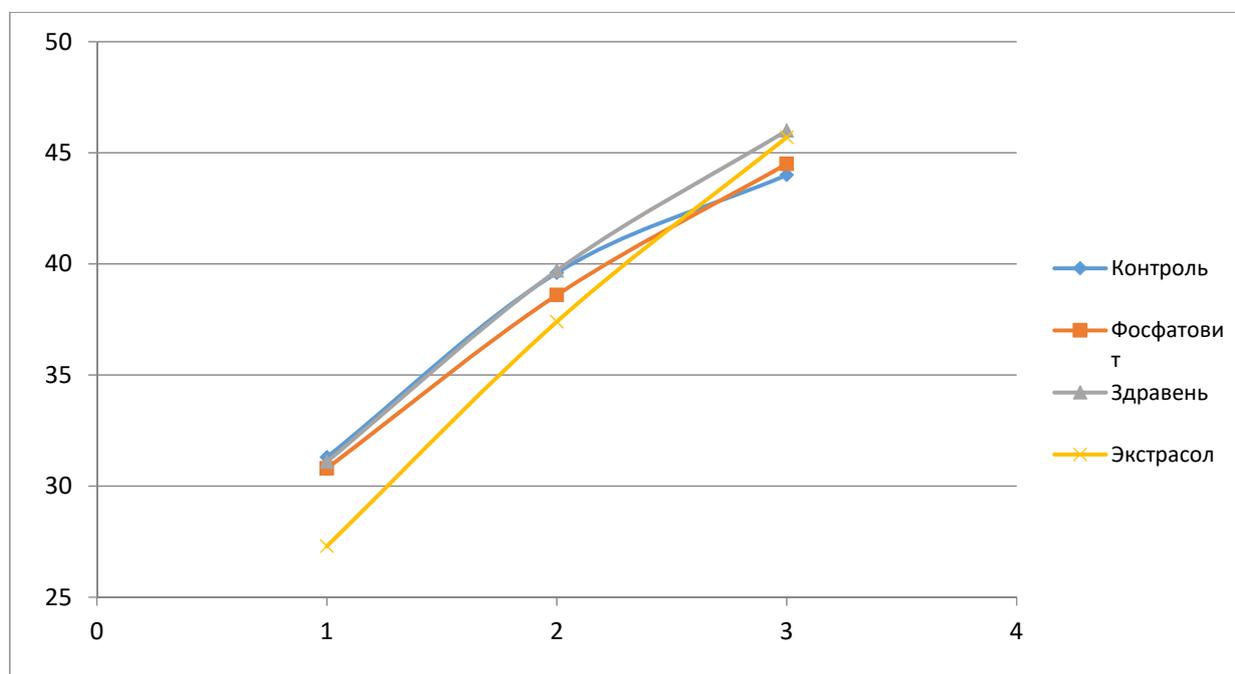


Рис. 2. Динамика роста растений, см (сорт Северное сияние)

Из диаграммы на рисунке 2 видно, что влияние изучаемых биопрепаратов на рост растений чеснока сорта Северное сияние проявляется менее существенно, в отличие от сорта Комсомолец. В конце вегетации высота растений находится на уровне 44–46 см. Но при этом максимальная урожайность проявляется так, как и в случае с сортом Комсомолец при использовании биопрепарата Экстрасол. Урожайность чеснока составила 8,0 ц/га, что на 27,5% выше, чем в контрольном варианте, на 21,3% выше, чем в варианте с Фосфатовитом, и на 11,3% выше, чем при использовании Здравень Аква.

В опыте снова проявляется пролиферирующая способность биопрепарата Экстрасол, выраженная в увеличении количества зубков в луковице на 8,1% по отношению к контролю. И снова максимальная корреляционная зависимость проявляется между такими параметрами, как урожайность чеснока и количество зубков. Коэффициент корреляции составляет $r=0,983$.

Оценка влияния площади ассимиляционной листовой поверхности так же как и в случае с высотой растений и количеством листьев демонстрирует проявление сортовых особенностей. Для анализа влияния площади листовой поверхности на урожайность мы берем площадь листовой поверхности на этапе максимального их показателя, до начала отмирания,

что приходится на второй отрезок даты учета – 1 июля 2019 г. На сорте Комсомолец максимальная площадь проявляется в варианте с использованием Экстрасола. Коэффициент корреляции с высотой растений составлял 0,457, а зависимость с урожайностью $r=0,925$, коэффициент корреляции с количеством зубков – 0,931.

На сорте Северное сияние корреляционные связи площади листовой поверхности с высотой растений, урожайностью проявляются слабо – 0,316; 0,376 соответственно. Средняя зависимость на уровне $r=0,492$ проявляется с количеством зубков в луковиче.

Таблица 3. Динамика роста листьев чеснока, 2019 г.

Сорта БАВ		Дата проведения измерений	Количество листьев, шт.	Высота растений, см	Площадь ассимиляционной поверхности, см ²
Комсомолец	Вода (контроль)	05.06.2019	4,3	32,0	100,1
		01.07.2019	5,4	39,6	164,4
		20.08.2019	5,3	44,7	153,8
	Фасфатовит	05.06.2019	4,7	29,1	102,6
		01.07.2019	5,1	38,1	169,8
		20.08.2019	4,9	43,1	158,6
	Здравень Аква	05.06.2019	4,4	29,0	108,3
		01.07.2019	5,8	34,8	174,2
		20.08.2019	4,5	40,5	165,9
	Экстрасол	05.06.2019	4,5	27,4	101,4
		01.07.2019	5,3	45,0	178,5
		20.08.2019	5,2	51,9	158,6
Северное сияние	Вода (контроль)	05.06.2019	4,3	31,3	105,3
		01.07.2019	5,6	39,6	169,6
		20.08.2019	5,3	44,0	154,2
	Фасфатовит	05.06.2019	4,5	30,8	106,5
		01.07.2019	5,6	38,6	189,2
		20.08.2019	5,3	44,5	162,3
	Здравень Аква	05.06.2019	4,2	31,1	108,5
		01.07.2019	5,1	39,7	179,4
		20.08.2019	4,6	46,0	159,8
	Экстрасол	05.06.2019	4,3	27,3	107,3
		01.07.2019	5,4	37,4	182,6
		20.08.2019	5,0	45,7	168,4

Правильный выбор срока уборки имеет большое значение для урожая и качества озимого чеснока. Стрелкующие сорта озимого чеснока более скороспелы, чем другие формы чеснока. Календарные сроки от южных районов к северным изменяются от конца июня до начала сентября [5].

Признаками готовности чеснока к уборке служат начало растрескивания покрывала соцветия и легкое пожелтение листьев, а у растений с удаленной стрелкой – массовое пожелтение листьев, иногда начало их полегания.

Основной прирост луковицы происходит в период, когда листья начинают усыхать. При ранней уборке зеленых растений чеснок может дозревать, но урожайность снижается на 10-15%. Период уборки чеснока короткий – 4–7 дней, не следует ждать, когда он полностью созреет на корню. У перезревшего чеснока общие покровные чешуи луковицы разрываются и зубки рассыпаются [2].

Таблица 4. Урожайность озимого чеснока в зависимости от обработки БАВ, 2019 г.

Сорта	БАВ	Норма высадки, шт/м ²	Урожайность, 1 кг/м ²	Урожайность, 1 т/га	Средняя масса луковиц, г	Среднее количество зубков с 1 луковицы, шт.	Средняя масса 1 зубка, г
Комсомолец	Вода (контроль)	21	0,7	7,0	33,5	5,5	6,1
	Фосфатовит	21	0,76	7,6	36,54	5,8	6,3
	Здравень Аква	21	0,79	7,9	37,7	5,8	6,5
	Экстрасол	21	0,95	9,5	45,26	6,2	7,3
Северное сияние	Вода (контроль)	21	0,58	5,8	27,9	6,8	4,1
	Фосфатовит	21	0,63	6,3	30,1	7,0	4,3
	Здравень Аква	21	0,71	7,1	34,08	7,1	4,8
	Экстрасол	21	0,8	8,0	38,5	7,4	5,2

К уборке урожая приступали 27.08.2019 г., когда у луковиц разрывалась общая покровная чешуя. Срезать листья перед уборкой не рекомендуется; они необходимы для доразрастания прежде всего срединных зубков. Луковица в период усыхания листьев продолжает увеличиваться, урожайность и качество продукции возрастает.

После выкопки чеснока дали немного подсохнуть и перенесли в сухое помещение, положили на бумагу для дозаривания в течение 31-35 дней, после чего удалили оставшуюся часть сухих листьев и ложный стебель.

Анализ урожайных данных показал, что продуктивность озимого чеснока в значительной мере зависела от сортовых особенностей и от обработки БАВ. Некоторыми авторами [2, 3] установлено, что урожайность луковиц у растений увеличивается при своевременном удалении стрелок. В наших опытах этого не было сделано. Но при оставлении стрелок, наряду с урожаем подземных луковиц, получаем урожай воздушных луковиц, их не стали учитывать.

Урожай чеснока определяется числом растений, перезимовавших и сохранившихся к уборке, а также величиной луковицы. Средний вес луковицы изменялся в зависимости от обработки БАВ. Наибольшая средняя масса луковиц у представленных сортов установлена при использовании БАВ Экстрасол и составила соответственно 45,26 г у сорта Комсомолец и 38,5 г у сорта Северное сияние.

Луковицы стрелкующихся сортов крупные, малозубковые. Величина зубка колеблется в значительных пределах: от 6,1 г у сорта Комсомолец (контроль) до 7,3 г с обработкой Экстрасолом. У сорта Северное сияние средняя масса зубка была выше в варианте с Экстрасолом – 5,2 г, что на 1,1 г выше, чем в варианте с контролем – 4,1 г (табл. 5).

У зубков наблюдается значительная разнокачественность по степени вызревания, всхожести и способности образовывать крупные луковицы.

Разные сорта чеснока обладают различной питательной ценностью, остротой и запахом. Выделяют сорта технического назначения, которые имеют грубый и острый вкус, используемые для консервирования, и столовые – более нежные и менее острые – для употребления в свежем виде.

Чеснок, в отличие от большинства овощных культур, содержит большое количество сухих веществ. Поэтому вопросы биохимии луковиц представляют исключительный интерес.

Также необходимо отметить, что при использовании различных БАВ химический состав луковиц чеснока подвержен значительным колебаниям, но колебание это не слишком сильное.

Наибольшее содержание сухого вещества у сорта Комсомолец было выявлено при использовании БАВ Экстрасол (27,5%), а наименьшее – у контрольного образца (23,7%). У сорта Северное сияние наибольшее содержание сухого вещества выявлено при использовании все того же БАВ Экстрасол (25,4%), наименьшее – у контрольного образца (23,2%).

Наибольшее содержание сахаров исследуемые сорта достигли при использовании Здравень Аква и Экстрасол: у сорта Комсомолец – 14,8%, 14,9%; у сорта Северное сияние при обработке Экстрасолом – 14,3%. При этом стоит отметить, что при использовании БАВ Экстрасол оба сорта содержат наибольшее количество нитратов: 59,6 мг/кг у сорта Комсомолец и 52,7 мг/кг у сорта Северное сияние. Наименьшее содержание нитратов у сорта Комсомолец и сорта Северное сияние выявлено у контрольного образца – 40,0 мг/кг и 39,4 мг/кг соответственно.

Так как чеснок употребляют в очень малых количествах, то наличие в нем нитратов не оказывает существенного влияния на жизнедеятельность человека [5].

Разница в содержании аскорбиновой кислоты у данных сортов в зависимости от используемых БАВ незначительна. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты у сорта Комсомолец (10,6 мг/100 г) при использовании Экстрасол, наименьшее (9,6 мг/100 г) – у контрольного образца. По содержанию аскорбиновой кислоты сорт Северное сияние отличился при использовании Фосфатовит (13,0 мг/100 г), наименьшее содержание также у контрольного образца.

Таблица 5. Химический состав луковиц чеснока в зависимости от используемого БАВ, 2019 г.

Сорта	БАВ	Нитраты, мг/кг	Сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Комсомолец	Вода (контроль)	40,0	23,7	10,6	9,6
	Фосфатовит	41,4	26,8	11,4	9,8
	Здравень Аква	47,6	26,3	14,8	10,4
	Экстрасол	59,6	27,5	14,9	10,6
Северное сияние	Вода(контроль)	40,5	23,2	10,9	9,5
	Фосфатовит	41,3	24,6	11,4	13,0
	Здравень Аква	49,5	24,9	13,1	11,8
	Экстрасол	52,7	25,5	14,3	11,8

Выводы. По итогам оценки сортов озимого чеснока с обработкой биологическими препаратами можно сделать следующие выводы:

1. Самую высокую урожайность и выход крупных луковиц по обоим сортам обеспечила обработка БАВ Экстрасол. Живая споровая культура и продукты метаболизма бактерий Экстрасола повысили урожайность озимого чеснока.

2. Выявлен механизм действия биопрепарата Экстрасол, который заключается в пролиферирующей способности компонентов, находящихся в нем.

3. Несмотря на проявления сортовых особенностей чеснока в виде разных показателей высоты растений и площади ассимиляционной поверхности, определена достоверная зависимость между урожайностью и количеством зубков в луковице.

4. Рекомендуется углубить исследования в области влияния биопрепаратов на урожайность, за счет определения состава и концентрации гормонов роста в них и выявления корреляционных связей.

Литература

1. Казакова А. А. Лук. – Л.: Колос, 1970. – 358 с.
2. Котов В.П. Чеснок. – М.: Эксмо; СПб: Терция, 2003. – 61 с.
3. Котов В.П. Овощеводство открытого грунта: учебное пособие. – СПб: Проспект Науки, 2017. – 360 с.
4. Котов В.П., Адрицкая Н.А. Овощеводство: учебное пособие / под ред. В.П. Котова. – СПб: Лань, 2019. – 496 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. – 480 с.
5. Улимбашев А.М. Влияние массы зубков на продуктивность озимого чеснока: сборник научных трудов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава / СПбГАУ. – СПб., 2016. – С. 143-148.
6. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. – М., 2001. – 499 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Октябрьская Т.А. Лук, чеснок. – М., 2004. – 36 с.
9. Белик В.Ф., Советкина Е.Е. Овощные культуры и технология их возделывания. – М.: Агропромиздат, 1991. – 480 с.
10. Алексеева М.В. Чеснок. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 102 с.

References

1. Kazakova A. A. Luk. – L.: Kolos, 1970. – 358 s.
2. Kotov V.P. Chesnok. – M.: Eksmo; SPb: Teriya, 2003. – 61 s.
3. Kotov V.P. Ovoshchevodstvo otkrytogo grunta: uchebnoe posobie. – SPb: Prospekt Nauki, 2017. – 360 s.
4. Kotov V.P., Adrickaya N.A. Ovoshchevodstvo: uchebnoe posobie / pod red. V.P. Kotova. – SPb: Lan', 2019. – 496 s. - Rezhim dostupa: <http://e.lanbook.com>. – 480 s.
5. Ulimbashev A.M. Vliyanie massy zubkov na produktivnost' ozimogo chesnoka: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava / SPbGAU. – SPb., 2016. – S. 143-148.
6. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Lukovye kul'tury. – M., 2001. – 499 s.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
8. Oktyabr'skaya T.A. Luk, chesnok. – M., 2004. – 36 s.
9. Belik V.F., Sovetkina E.E. Ovoshchnye kul'tury i tekhnologiya ih vozdelevaniya. – M.: Agropromizdat, 1991. – 480 s.
10. Alekseeva M.V. Chesnok. – M.: Rossel'hozizdat, 1979. – 102 s.

Цитирование. Улимбашев А.М., Занилов А.Х. Влияние биологически активных веществ (БАВ) на продуктивность озимого чеснока // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 26-35. DOI 110.24412/2078-1318-2021-1-26-35

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Ulimbashev A.M., Zanilov A.H. Influence of biologically active substances (BAS) on the productivity of winter garlic // Izvastyaya of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 26-35. DOI. 10.24412/2078-1318-2021-1-26-35

Author's contribution. All the authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All the authors of this article have read and approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

**ИННОВАЦИОННЫЕ АГРОПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТА
В ЗИМНИХ ТЕПЛИЦАХ**

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Николай Михайлович Пуць**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: dekanatspb-78@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 9161-5740

Аспирант **Николай Александрович Снежков**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: snezhkovnick@yandex.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г.Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 11.01. 2021 г.

Дата принятия в печать 29.01.2021 г.

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния прививки растений томата высокопродуктивных сортов, культивируемых в продленном обороте зимних теплиц, на более устойчивую корневую систему других растений, специально созданных различными способами сортов томата (подвоев) в целях повышения устойчивости к стрессовым условиям, болезням и усиления поглотительной способности растениями элементов минерального питания и повышения урожайности.

Опытную работу проводили в пригородном хозяйстве Ленинградской области «Дары Природы» на производственных посадках томата гибрида F₁ Эндевер в продленном переходном культурообороте 2017, 2018 годов.

В статье представлена оценка подвоев томата, обоснован выбор подвоя F₁ Эмператор для проведения прививки широко выращиваемого гибрида F₁ Эндевер в зимних теплицах хозяйств Северо-Запада России.

Материалы исследований, представленные в статье, являются актуальными, а выявление большей урожайности, более высоких биохимических показателей у плодов привитых растений и снижение поражаемости плодов вершинной гнилью подтверждает эффективность проведения прививки томата при выращивании в продленном обороте зимних теплиц в Северо-Западном регионе России.

Ключевые слова: томат, растения, прививка, подвой, привой, защищенный грунт, зимние теплицы, гидропоника, продленный оборот, плоды

INNOVATIVE TOMATO CULTIVATION IN WINTER GREENHOUSES

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Nikolay Mikhailovich Puts**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State
Agrarian University, e-mail: dekanatspb-78@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 9161-5740

Postgraduate Student **Nikolay Aleksandrovich Snezhkov**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State
Agrarian University, e-mail: snezhkovnick@yandex.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 11/01/2021

Submitted 29/01/2021

Abstract. The article is devoted to the study of the effect of tomato plants grafting of highly productive varieties cultivated in an extended circulation of winter greenhouses on a more stable root system of other plants, specially created by various methods of tomato varieties (rootstocks) in order to increase resistance to stress conditions, diseases and increase the absorption capacity of plants of mineral elements, nutrition and yields.

Experimental work was carried out in the suburban farm of the Leningrad region "Dary Prirody" on the production plantings of tomato hybrid F1 Endeвер in the extended transitional crop rotation in 2017, 2018.

The article presents an assessment of tomato rootstocks, justifies the choice of F1 Emperor rootstock for inoculation of the widely grown F1 Endeвер hybrid in winter greenhouses of farms in North-West Russia.

The research materials presented in the article are relevant, and the identification of a higher yield, higher biochemical parameters in fruits of grafted plants and a decrease in the susceptibility of fruits to apical rot confirms the effectiveness of grafting tomato when grown in an extended circulation of winter greenhouses in the North-West region of Russia.

Keywords: *tomato, plants, grafting, rootstock, graft, protected ground, winter greenhouses, hydroponics, extended turnover, fruits*

Введение. Интенсификация тепличных технологий в настоящее время базируется на выращивании плодовых овощных культур, в том числе и томата, разными способами гидропоники. Растения выращивают на инертных субстратах с малым объемом корнеобитаемого слоя и периодической подачей питательного раствора капельным способом, способом подтопления корнеобитаемого слоя или в виде протока тонкого слоя питательного раствора [1,2,3].

При таких условиях выращивания тепличных растений высокопродуктивных сортов корневая система не справляется с обеспечением надземной части растений элементами минерального питания и становится неустойчивой к поражению болезнями [4, 5, 6, 7].

Для устранения этого недостатка в практике овощеводства применяют прививку растений ценных сортов на более мощную и устойчивую корневую систему других растений. В качестве подвоев используют полученные разными методами сорта и гибриды томата, обладающие устойчивостью к какой-либо одной или к комплексу болезней [1].

В мировой практике овощеводства прививка томата имеет самое большое распространение. Культура томата в продленном обороте тепличных комбинатов России, а также и Северо-Западного региона РФ занимает большие площади. В условиях защищенного грунта, благоприятных для развития не только растений, но и комплекса болезней и вредителей, урожайность даже продуктивных сортов, выращиваемых без прививки, может снизиться на 40 – 60% [1, 9].

Изучение влияния прививки томата на урожайность растений, биохимические качества и поражаемость плодов вершинной гнилью в условиях реального производства является актуальной задачей и имеет практическое значение.

Эффективность прививки томата напрямую связана с подбором подвоев, ассортимент которых довольно большой.

В статье представлена оценка подвоев томата на основе научно-производственной характеристики, обоснован выбор подвоя F1 Эмператор для проведения прививки широко выращиваемого гибрида F1 Эндевер в зимних теплицах хозяйств Северо-Запада России.

В материалах статьи подробно описывается выращивание сеянцев подвоя и привоя, процесс проведения прививки, выращивание рассады привитых и корнесобственных растений культивируемого гибрида F1 Эндевер.

В процессе выращивания изучаемых растений проведены различные наблюдения, дана характеристика продуктивности привитых и корнесобственных растений томата F₁ Эндевер.

Цель исследования – изучение влияния прививки растений томата высокопродуктивных сортов, культивируемых в продленном обороте зимних теплиц, на более устойчивую корневую систему других растений, специально созданных сортов томата (подвоев), в целях повышения устойчивости к стрессовым условиям и болезням, для усиления поглотительной способности растениями элементов минерального питания и повышения урожайности [1].

Важное место в обеспечении круглогодичного поступления свежей овощной продукции занимает тепличное овощеводство. Из рекомендованных институтом питания РАН 140 кг овощей для потребления в течение года жителями России не меньше 13 кг свежей овощной продукции должно поступать из защищенного грунта [2, 3, 8]. Из общего объема продукции защищенного грунта, произведенной в нашей стране, более 85% выращивается в зимних теплицах. Однако, к сожалению, во многих российских тепличных предприятиях урожай овощей в среднем в 2-2,5 раза ниже, чем в тепличных хозяйствах Нидерландов, Дании, Франции. В ряду многих причин, сдерживающих инновационное развитие тепличного овощеводства, можно назвать применение неэффективных технологий и технологического оборудования, что тесно связано с большим износом тепличных сооружений (более 80%) [3].

Повышение эффективности производства овощей в теплицах возможно за счет внедрения инновационных технологий на основе совершенствования агроприемов, систем управления микроклиматом, автоматизации технологических процессов с использованием компьютерных программ.

Эффективность применяемой технологии напрямую связана с продуктивностью, т.е. урожайностью выращиваемых сортов или гибридов овощных растений. Современные инновационные гибриды томата, огурца, баклажана обеспечивают довольно высокие урожаи и в старых отечественных теплицах, проявляют устойчивость к вредителям и болезням.

Но интенсификация тепличных технологий в настоящее время связана с использованием различных методов гидропоники (агрегатопоники, водной культуры). Растения плодовых ремонтантных культур (томат, баклажан и т.д.) выращивают на инертных субстратах в условиях малых объемов корнеобитаемого слоя с периодической подачей питательного раствора различными способами (капельный полив, подтопление, питательный слой) [3]. При такой эксплуатации тепличных растений корневая система не справляется с обеспечением надземной части растений элементами минерального питания и становится неустойчивой к поражению болезнями, что приводит к снижению урожая [4, 5, 6, 7]. Для устранения этого недостатка возможно заменить корневую систему на другую, более мощную и устойчивую корневую систему других растений способом прививки [4, 8]. В качестве подвоев можно использовать полученные методом межвидовой гибридизации и другими методами сорта и гибриды томата, обладающие устойчивостью к какой-либо одной или к комплексу болезней. Отдельные из этих сортов при выращивании на почве не поражаются галловой нематодой. Выращивание ценных тепличных сортов и гибридов на таких подвоях сокращает расходы на защитные мероприятия, способствует росту урожая, по сравнению с культурой корнесобственных растений.

В связи с повышением в настоящее время интереса потребителей к экологически безопасной овощной продукции становится актуальным поиск путей и разработка методов и способов повышения устойчивости овощных растений к фитопатогенам и неблагоприятным условиям культивирования. Всё большее распространение в тепличных хозяйствах получает прививка высокопродуктивных сортов томата, баклажана на подвои, обеспечивающие привитым растениям необходимые качества [1]. Подвой повышает устойчивость и восстановительную способность растений после стресса, обеспечивает более мощное поглощение воды и минеральных элементов питания и в результате позволяет продлить

выращивание культур и увеличить ее продуктивность. В настоящее время за рубежом используют прививку в открытом и защищенном грунте таких растений, как арбуз, дыня, огурец, томат, баклажан, перец. Самые большие площади привитых растений имеет томат, и особенно в защищенном грунте в зимних промышленных теплицах, при выращивании в продленном обороте. В Канаде, Голландии, Бельгии в продленном обороте теплиц выращивают 100% привитые растения томата. Культура томата в продленном обороте тепличных комбинатов России, и в том числе Северо-Западного региона РФ, занимает большие площади. В условиях защищенного грунта создаются благоприятные условия для развития комплекса болезни и вредителей, которые могут снизить урожайность современных продуктивных гибридов и сортов, выращиваемых без прививки, на 40-60%.

Эффективность применения прививки томата напрямую связана с подбором подвоя [4]. Существует целый ассортимент подвойных сортов томата. Подвои отличаются по силе роста, соотношением вегетативного роста и генеративного развития, пластичностью и комплексом устойчивости к возбудителям различных болезней и стрессовым условиям внешней среды.

На сегодняшний день более широкое применение имеет гибрид F₁ Эмператор. Он используется в более чем сорока странах. Растения этого гибрида имеют комплекс устойчивости к патогенам: ToMV:0-2, Ff:B,D,Fol:0,1,For,Pe,Va:0,Vd:0.,j, обладают высокой адаптивностью, хорошо сбалансированы, надежные и дают высокий урожай. Корневая система этого гибрида мощная и обеспечивает высокую силу роста культуры, повышает холодостойкость и жаростойкость. Корни подвоя менее требовательны к структуре, влажности, температуре, концентрации солей субстрата. Все это позволяет привитым растениям томата лучше использовать элементы питания.

Материалы, методы и объекты исследований. Производственный опыт по выращиванию привитых растений проводили в 2017, 2018 гг. в зимних теплицах пригородного хозяйства Ленинградской области «Дары Природы», в продленном переходном культурообороте, в условиях светокультуры [10]. Для проведения прививки использовали выращиваемый в хозяйстве среднеплодный гибрид F₁ Эндевер. В качестве контрольного варианта служили корнесобственные растения гибрида F₁ Эндевер. Растения изучаемого гибрида F₁ Эндевер прививали в рассадной фазе на растения подвоя F₁ Эмператор. Рассаду выращивали в июне – июле 2017 года. Семена подвойного сорта F₁ Эмператор высевали на десять дней раньше (07.06.17), привоя F₁ Эндевер – 17.06.17, чтобы обеспечить оптимальную толщину стеблей для хорошего срастания. Для прививок овощных культур используют разные способы. В опыте прививку выполняли по голландской методике, которая предусматривает проведение прививки в фазе 3-4 настоящих листьев у подвоя и 1-2 настоящих листьев у привоя. Технологически проводили прививку вприклад после срезки растений подвоя под углом 45° на высоте 2 – 2,5 см и аналогично у привоя на высоте 1 – 1,5 см выше семядолей. Срезанные части растений привоя и подвоя совмещали и фиксировали при помощи специальной клипсы. Как было отмечено выше, посев семян изучаемого гибрида F₁ Эндевер для проведения прививки проводили раньше (07.06.17), чтобы при высадке на постоянное место рассада привитых растений и корнесобственных имела примерно одинаковое развитие (требуется время для срастания подвоя и привоя).

Посадку рассады привитых растений провели на три дня позже, чем корнесобственных (21.07.17 и 18.07.17 соответственно).

Результаты исследований. Проведенные фенологические наблюдения не выявили существенных различий между привитыми и корнесобственными растениями. Можно только отметить, что цветение у привитых растений началось на один день раньше. Учитывали особенности производства – начало уборки урожая и ее завершение у привитых и корнесобственных растений было в одни сроки (табл. 1).

Таблица 1. Результаты фенологических наблюдений в опыте, 2017-2018 гг.

№ п/п	Показатели		Посев	Прививка	Посадка рассады	Начало цветения	Начало уборки урожая	Окончание уборки урожая
	Вариант опыта							
1	F1 Эндевер с прививкой		07.06.17	19.06.17	21.07.17	01.08.17	28.09.17	15.06.18
2	F1 Эндевер без прививки		17.06.17	-	18.07.17	02.08.17	28.09.17	15.06.18

Согласно применяемой технологии и рекомендованной в хозяйстве схеме размещения растений на 1 м² высаживали 2,5 корнесобственных растения. Привитые растения высаживали в каждый субстратный мат в 2 раза меньше, но, поскольку томат имеет симподиальный характер ветвления, то в рассаде прищипывали главный побег и формировали на растениях два равноценных побега. В итоге на 1 м² у привитых растений было по 2,5 побега, а сами побеги формировали в один стебель, удаляя все пасынки.

Важнейшим итогом применения любого агроприема является продуктивность растений. В условиях защищенного грунта урожай плодов томата тесно связан с количеством сформированных цветочных кистей на каждом растении и количеством завязавшихся плодов. В наших исследованиях было отмечено, что и у растений с прививкой, и у корнесобственных растений в расчете на 1 м² сформировано по 80 шт. продуктивных кистей (с завязавшимися плодами). На корнесобственных растениях было собрано 390 шт. плодов с 1 м², что на 9 шт. больше, чем на привитых растениях (по 381 шт. плодов с 1 м²). Но вес плодов у привитых растений был на 10 г больше (140 г против 130 г у корнесобственных растений). Это в итоге обеспечило больше на 2,6 кг/м² урожайность привитых растений, которая составила 53,3 кг/м² против 50,7 кг/м² – у корнесобственных растений (табл.2).

Таблица 2. Урожайные данные в опыте на 15.06.2018 г.

№ п/п	Показатели		Количество растений на 1 м ²	Количество кистей, собранных с 1 м ² , шт.	Количество плодов, собранных с 1 м ² , шт.	Средняя масса плодов, кг	Урожайность, кг/м ²
	Вариант опыта						
1	F1 Эндевер с прививкой		2,5	80	381	0,14	53,3
2	F1 Эндевер без прививки		2,5	80	390	0,13	50,7

Потребительский спрос на продукцию томата тесно связан с качеством плодов. Проведенный биохимический анализ показал, что прививка повлияла на качество плодов F1 Эндевер. У привитых растений содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты и сумма сахаров в плодах были выше, чем у плодов корнесобственных растений. Плоды привитых растений обладали более высокой биологической активностью: содержали больше каротиноидов, хлорофилла А и В, содержали больше органических кислот. Нужно отметить, что плоды привитых растений содержали также больше нитратов (табл.3).

Таблица 3. Результаты химического анализа плодов томата в опыте, 2018 г.

Содержание сухого вещества, %				
Вариант	Повторность			Среднее
	1	2	3	
F ₁ Эндевер с прививкой	4,87	4,83	4,57	4,76
F ₁ Эндевер без прививки	4,53	4,67	4,73	4,64

Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г				
Вариант	Повторность			Среднее
	1	2	3	
F ₁ Эндевер с прививкой	15,99	13,78	13,60	14,46
F ₁ Эндевер без прививки	11,20	11,60	11,40	11,40

Сумма сахаров, %				
Вариант	Повторность			Среднее
	1	2	3	
F ₁ Эндевер с прививкой	1,53	1,43	1,44	1,47
F ₁ Эндевер без прививки	1,36	1,35	1,36	1,36

Содержание нитратов, мг/кг				
Вариант	Повторность			Среднее
	1	2	3	
F ₁ Эндевер с прививкой	13,87	15,56	11,19	13,54
F ₁ Эндевер без прививки	8,59	8,20	7,60	8,13

Это, видимо, объясняется большей поглотительной способностью корневой системы привитых растений.

Выводы. Выращивание томата гидропонным методом и в условиях светокультуры сопровождается многочисленными стрессами, которые проявляются на растениях различными заболеваниями и физиологическими нарушениями. В условиях гидропоники плоды томата довольно существенно поражаются вершинной гнилью. Проведенные исследования показали, что привитые растения имеют значительно меньшее поражение плодов вершинной гнилью.

Кроме того, применение в промышленных объемах привитой культуры томата позволяет повысить урожайность, устойчивость к стрессам и качество плодов.

Литература

1. **Еременко И.Е.** Технологический прием прививки в регулировании эффективного выращивания томата при возделывании малообъемным способом в условиях защищенного грунта: автореф. дис. ... на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Волгоград, 2011.
2. **Котов В.П.** Овощеводство: учебное пособие / под ред. В. П. Котова, Н.А. Адрицкой. – СПб: Лань, 2019. – 496 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. 115728 – 480 с.7
3. **Пуць Н.М.** Инновационные агроприемы для зимних теплиц // Сельскохозяйственные вести. – 2018. – №2 (113). – С. 32-34.
4. **Брянцева З.Н., Альтерготт В.Ф.** Физиология тепличных томатов. – Новосибирск: Наука (Сиб. отд-е.), 1989. – 84 с.
5. **Гавриш С.Ф.** Томаты. – М. : НИИОЗГ; ООО Изд-во Скрипторий 2000, 2003. – 184 с.
6. **Гавриш С.Ф., Сысина Е.А.** Рост и плодоношение индетерминантных томатов // Доклад ТСХА. – 1980. – Вып. 26. – С.14-21.
7. **Игнатова С.И.** Рост и развитие тепличного томата в условиях пониженной освещенности – Л., 1981. –176 с.

8. **Брежнев Д.Д.** Томаты. – Л.: Колос, 1964. – 320 с.
9. **Алпат'ев А.В.** Помидоры. – М.: Колос, 1981. – 304 с.
10. **Временные методические указания** по постановке опытов в сооружениях защищенного грунта. – ВАСХНИЛ-НИИОХ, 1970.

References

1. **Eremenko I.E.** Tekhnologicheskij priem privivki v regulirovanii effektivnogo vyrashchivaniya tomata pri vozdeystvovanii maloob'emnym sposobom v usloviyah zashchishchennogo grunta: avtoref. dis. ... na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. – Volgograd, 2011.
2. **Kotov V.P.** Ovoshchevodstvo: uchebnoe posobie / pod red. V.P. Kotova, N.A. Adrickoj. – SPb: Lan', 2019. – 496 s. – Rezhim dostupa: <http://e.lanbook.com>. 115728 - 480 s.7
3. **Пуч' N.M.** Innovacionnye agropriemy dlya zimnih teplic // Sel'skohozyajstvennye vesti. – 2018. – №2 (113). – S. 32-34.
4. **Bryanceva Z.N., Al'tergot V.F.** Fiziologiya teplichnyh tomatov. – Novosibirsk: Nauka (Sib. otd-e.), 1989. – 84 s.
5. **Gavrish S.F.** Tomaty. – М.: НИОЗГ; ООО Изд-во Скрипторий 2000, 2003. – 184 s.
6. **Gavrish S.F., Sysina E.A.** Rost i plodonoshenie indeterminantnyh tomatov // Doklad TSKHA. – 1980. – Vyp. 26. – S.14-21.
7. **Ignatova S.I.** Rost i razvitie teplichnogo tomata v usloviyah ponizhennoj osveshchennosti – L., 1981. – 176 с.
8. **Brezhnev D.D.** Tomaty, L. Kolos, 1964, 320 с.
9. **Alpat'ev A.V.** Pomidory. – М.: Kolos, 1981. – 304 с.
10. **Vremennye metodicheskie ukazaniya** po postanovke opytov v sooruzheniyah zashchishchennogo grunta. – VASKHNIL-НИОХ, 1970.

Цитирование. Пучь Н.М., Снежков Н.А. Инновационные агроприемы выращивания томата в зимних теплицах // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 36-42. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-36-42

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Puts N.M., Snezhkov N.A. Innovative tomato cultivation in winter greenhouses // Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 36-42. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-36-42

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.95

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-43-49

**АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СУБСТРАТОВ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЛАТА ПОСЕВНОГО (*LACTUCA SATIVA L.*)
В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОННОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ**

Кандидат сельскохозяйственных наук **Максим Владимирович Киселёв**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: kiselev@spbgau.ru)
РИНЦ SPIN-code: 6088-7951
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9831-044X>

Кандидат сельскохозяйственных наук **Виталий Михайлович Кондратьев**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: vitsevsk@mail.ru)
РИНЦ SPIN-code: 2148-2591
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5822-4144>

Лаборант **Тимур Поладович Бабаев**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: babaev.tp@gmail.com)
РИНЦ SPIN-код: 1703-8443
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1321-9549>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 12.01.2021г.

Дата принятия в печать 30.01.2021 г.

Аннотация. В статье проведена агротехническая оценка полимерных пленочных субстратов при выращивании салата посевого. В ходе исследования проанализировали влияние создаваемых полимерными пленочными субстратами условий на работу корневой системы, которая влияет на рост и развитие растений, общую биомассу и товарность продукции. Так же определили состояние полимерных пленочных субстратов за время вегетации. Отметим, что данная разработка является отечественной и имеет ряд преимуществ по отношению к традиционным субстратам, и может стать аналогом японской разработки, которая активно используется на современных тепличных комплексах в странах Азии. По результатам исследования было выявлено, что полимерные пленочные субстраты проявили себя хуже, чем традиционные субстраты. Дисперсионный анализ общей биомассы растений салата посевого, выращенного на разных субстратах, выявил существенные различия между вариантами. Контрольные варианты субстрата достоверно выше как по общей биомассе, так и по товарности продукции в сравнении с исследуемыми вариантами. В процессе эксплуатации ППС (полимерный пленочный субстрат) выяснилось, что при цикле выращивания 30-35 суток (для салата посевого) варианты ППС – ПС-1, 3, 4 – подвержены сильному разрушению, в отличие от варианта Мебиол. Среди вариантов ППС лучшие результаты по росту и развитию растений, общей биомассе и товарности продукции, а также состоянию на момент завершения опыта показал ПС-2. Дальнейшие прикладные исследования по применению полимерных пленок в качестве субстратов для технологий выращивания плодоовощной продукции рекомендуется проводить либо в гидропонных системах питания способом «прилив-отлив», либо аэропонных системах питания, где питательный раствор не контактирует с ППС постоянно, для минимизации возможности появления водорослей.

Ключевые слова: субстрат, гидропоника, салат посевной, агротехническая оценка

AGROTECHNICAL ASSESSMENT OF POLYMER FILM SUBSTRATES WHEN GROWING SOWING SALAD (LACTUCA SATIVA L.) IN CONDITIONS OF A HYDROPONIC FOOD SYSTEM

Candidate of Agricultural Sciences **Maxim Vladimirovich Kiselev**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: kiselev@spbgau.ru)
RSCI SPIN-code: 6088-7951

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9831-044X>
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Candidate of Agricultural Sciences **Vitaly Mikhailovich Kondratyev**
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: vitsevsk@mail.ru)
RSCI SPIN-code: 2148-2591

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5822-4144>
Laboratory Assistant **Timur Poladovich Babaev**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: babaev.tp@gmail.com)
RSCI SPIN-code: 1703-8443

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1321-9549>
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 12/01/2021

Submitted 30/01/2021

Abstract. The article provides an agrotechnical assessment of polymer film substrates (PFS) when growing lettuce. In the course of the study, we analyzed the influence of the conditions created by polymer film substrates on the root system functioning, which affects the plant growth and development, the total biomass and marketability of products. We also determined the state of polymer film substrates during the growing season. It is needed to notify that this development is domestic and has a number of advantages in relation to traditional substrates and can become an analogue of the Japanese development, which is actively used in modern greenhouse complexes in Asia. According to the results of the study, it was revealed that polymer film substrates performed worse than traditional substrates. Analysis of variance of the total biomass of lettuce plants grown on different substrates revealed significant differences between the variants. The control variants of the substrate are significantly higher both in terms of total biomass and marketability of products in comparison with the studied variants. During the operation of the PFS, it turned out that with a growing cycle of 30-35 days (for sowing lettuce), the PFS variants - PS-1, 3, 4 - are subject to severe destruction, in contrast to the Mebiol variant. Among the PFS options, PS-2 showed the best results in terms of plant growth and development, total biomass and marketability of products, as well as the state at the time of completion of the experiment. Further applied research on the use of polymer films as substrates for technologies for growing fruit and vegetable products is recommended to be carried out either in hydroponic feeding systems using the "ebb-flow" method, or aeroponic feeding systems, where the nutrient solution does not come into contact with PFS constantly, to minimize the possibility of algae appearance.

Keywords: *substrate, hydroponics, lettuce, agrotechnical assessment*

Введение. Интенсификация производства, повышение урожайности и качества продукции, снижение материальных и трудовых затрат сельскохозяйственного производства зависят от разработки и применения новых элементов технологий выращивания. Ключевой технологией в тепличных комбинатах на данный момент является гидропонный метод выращивания с использованием различных заменителей почвы – субстратов.

Для эффективного управления ростом и развитием растений, получения высоких урожаев важен выбор субстрата. Он должен быть долговечным, безопасным для окружающей среды при изготовлении, применении и утилизации, пригодным для стерилизации, инертным, с хорошим соотношением воздуха, воды. Субстраты должны обладать достаточной влагоемкостью, не засоляться и легко промываться от избытка солей. Кроме того, они должны быть дешевыми и не требующими высоких затрат на эксплуатацию. В современных тепличных комбинатах в основном используют искусственные инертные субстраты (минеральная вата) и заменители почвы растительного происхождения (коковит, верховой торф и его смеси с перлитом, вермикулитом) [1, 2].

Использование интенсивной технологии выращивания в условиях защищенного грунта создает благоприятные условия для развития и накопления патогенной микрофлоры, болезней. Особенно уязвимы к поражению патогенной микрофлорой и болезнями органические субстраты, что приводит к снижению качества продукции либо ее полной потере [3].

Минераловатные и торфяные субстраты являются одним из основных отходов тепличного производства. Отработанные минераловатные и торфяные субстраты являются отходом 5 класса опасности (практически неопасные отходы) [4], что требует затрат на их переработку либо складирования на полигонах ТКО. На сегодняшний день стоит цель – создание субстрата, который был бы лишен ряда недостатков существующих субстратов и отвечал необходимым требованиям тепличного производства, поэтому разработка и агротехническая оценка полимерного пленочного субстрата с селективным слоем, безопасного для окружающей среды, простого и дешевого является в высшей мере актуальной.

Целью исследования является агротехническая оценка полимерных пленочных субстратов при выращивании салата посевого (*Lactuca sativa L.*) в условиях гидропонной системы питания и полной светокультуры.

Для решения поставленной цели решались следующие задачи: проведение фенологических наблюдений за развитием растений салата посевого, проведение биометрических измерений роста растений салата посевого, учёт общей биомассы и повреждений растений салата посевого, оценка состояния полимерного пленочного субстрата.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проводились в фитотроне на кафедре почвоведения и агрохимии им. Л.Н. Александровой и в лаборатории светокультуры и ситифарминга СПбГАУ. Проращивание семян осуществлялось в климатостате при температуре 23⁰С и относительной влажности воздуха – 90%. В период вегетации температура поддерживалась днем – 23⁰С, ночью – 20⁰С, относительная влажность воздуха составила 55–65%. Фотопериод составил 16 ч день, 8 ч ночь. Плотность фотосинтетического фотонного потока (ПФФП) – 98±10 мкмоль/с/м². Соотношение ПФФП пиковых по поглощению длин волн в синем (450 нм) и красном (660 нм) диапазонах спектра света составляет 1:1.

Выращивание растений происходило гидропонным методом, способом водной культуры. Состав питательного раствора, %: N – 18, P₂O₅ – 6, K₂O – 18; микроэлементы (в сульфатной форме): Zn, Cu, B – 0,01, Mn – 0,1, Mo – 0,001. Электропроводность питательного раствора составила 2,2 мСм/см, рН – 6,4. Для раскисления питательного раствора добавляли NaOH – 4 мл/л. Питательный раствор менялся один раз в два дня. Объектами исследования являлись салат посевной (*Lactuca sativa L.*) сорта Азарт и полимерные пленочные субстраты – далее ППС (4 варианта по 2 экземпляра представлены ООО «Эс энд Ар Системы», 1 вариант представлен Mebiol Inc.).

Сорт Азарт – оригинатор ООО «НЕСТОР». Включен в Госреестр по Российской Федерации для выращивания в ЛПХ. Среднеспелый сорт, листовой, имеет полуприподнятую розетку крупных зеленых листьев. Лист длиной 24-25 см, шириной 23-27 см, зеленый, веерообразный, с мелкозубчатонадрезанным волнистым краем, с нежной полухрустящей консистенцией листьев, слабопузырчатой поверхностью. Масса розетки 300-350 г. Вкус отличный. Устойчив к цветущности. Урожайность 3,0-4,0 кг/м² [5]. Для агротехнической оценки представлено 4 варианта ПС и 1 вариант пленочного субстрата Мебиол (табл. 1.).

Таблица 1. Описание полученных образцов полимерных пленочных субстратов

№	Вариант ППС	Материал подложки	Сшивающий агент
1	ПС-1	Ацетат целлюлозы	ПП-1 (Концентрация 0,4613 моль –NCO/л)
2	ПС-2	Ацетат целлюлозы	ПП-2(Концентрация 2,7675 моль –NCO/л)
3	ПС-3	Регенерированная целлюлоза	ПП-1 (Концентрация 0,4613 моль –NCO/л)
4	ПС-4	Регенерированная целлюлоза	ПП-2 (Концентрация 2,7675 моль –NCO/л)
5	Мебиол	Поливиниловый спирт	-

Концепция ППС заключается в том, что мембрана обеспечивает механическую прочность и предотвращает контакт растений с патогенами, возможно находящимися в питательных растворах, а гидрогель, сформированный со стороны пальцеобразных пор подложки, связанный с подложкой силами межмолекулярного взаимодействия или ковалентными химическими связями, обеспечивает возможность закрепления корневых систем растений [6].

Мебиол–пленка поливинилового спирта (ПВС) компании Mebiol Inc. хорошо поглощает и пропускает воду или питательный раствор, что достигается путем обеспечения равновесной степени набухания пленки ПВС в диапазоне от 125 до 250%. Вязкоупругое свойство пленки поливинилового спирта (ПВС) демонстрирует превосходную прочность, подходящую для выращивания растений [7]. Для агротехнической оценки проведены фенологические наблюдения (всхожесть семян, отмечались даты посева, массовых всходов, двух настоящих листьев), биометрические измерения (длина листьев, количество листьев).

При проведении исследований руководствовались методическими указаниями: «Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленых культур (салат, шпинат, укроп)» [8] и «Методика полевого опыта в овощеводстве» [9]. Статистическую обработку экспериментальных данных по общей биомассе проводили методом дисперсионного анализа по t-критерию Стьюдента (оценка значимости разности между средними осуществлялась по $NSP_{0,05}$) с использованием прикладных программ Microsoft Excel.

Агротехническая оценка ППС заключается в том, чтобы проанализировать влияние создаваемых ППС условий на работу корневой системы, которая влияет на рост и развитие растений, общую биомассу и товарность продукции, проследить состояние ППС за время вегетации. Растения салата посевного, выращенные на контрольных вариантах, формировали корневую систему внутри субстрата (закрытая корневая система), что обеспечило условия, близкие к естественным. Растения достигли фазы двух настоящих листьев на 12 сутки от массовых всходов.

Результаты исследований. На ППС растения салата посевного формировали корневую систему на поверхности субстрата (открытая корневая система) с частичным проникновением в слой гидрогеля. Только в варианте ПС-2 растения достигли фазы двух настоящих листьев на 20 сутки от массовых всходов (табл. 2). Вероятно, причиной отставания в развитии в вариантах ПС-1, 3, 4 и Мебиол послужили водоросли, которые неизбежно образуются при длительном

цикле выращивания. Они потребляют элементы минерального питания и образуют пленку на поверхности питательного слоя и открытой корневой системы, препятствуя поглощению питательных элементов и снижая концентрацию кислорода.

Таблица. 2. Даты прохождения фенологических фаз салата посевого при выращивании на разных субстратах

№	Наименование варианта	Посев	Массовые всходы	2 настоящих листа	Уборка
1	Торф+вермикулит(к)	11.06	14.06	26.06	10.07
2	Минераловатные пробки	11.06	14.06	26.06	10.07
3	ПС-1	11.06	14.06	-	10.07
4	ПС-2	11.06	14.06	04.07	10.07
5	ПС-3	11.06	14.06	-	10.07
6	ПС-4	11.06	14.06	-	10.07
7	Мебиол	11.06	14.06	-	10.07

Закрытая корневая система обеспечила лучшие условия для роста салата посевого, чем открытая корневая система, при длительном цикле выращивания. Так, длина листьев салата посевого после 20-х суток от массовых всходов не снижается, в отличие от листьев салата посевого, выращенного на ППС (отмирание более высоких старых листьев). Наиболее длинные листья при выращивании на ППС сформировались на ПС-3 и ПС-2. В варианте ПС-2 растения салата посевого сформировали больше листьев среди ППС.

Дисперсионный анализ общей биомассы растений салата посевого, выращенного на разных субстратах, выявил существенные различия между вариантами. Контрольные варианты субстрата достоверно выше как по общей биомассе, так и по товарности продукции в сравнении с исследуемыми вариантами. Среди исследуемых ППС вариант ПС-2 достоверно в 2 раза выше по общей биомассе, и его товарность составила 25,1% (табл. 3).

Таблица 3. Общая биомасса и товарность салата посевого при выращивании на разных субстратах

№	Наименование варианта	Общая биомасса, г	Средняя масса растения $\pm S_x$, г	Товарность, %
1	Торф+вермикулит (к)	19,0	3,2 \pm 0,30	77,0
2	Минераловатные пробки	7,9	0,8 \pm 0,10	62,7
3	ПС-1	0,8	0,2 \pm 0,02	14,8
4	ПС-2	2,1	0,3 \pm 0,07	25,1
5	ПС-3	0,9	0,3 \pm 0,06	0,0
6	ПС-4	1,0	0,2 \pm 0,02	0,0
7	Мебиол	0,8	0,2 \pm 0,02	0,0
	НСР _{0,05}	0,4		

Низкая товарность продукции салата посевого, выращенного на ППС, обусловлена распространением неинфекционных болезней (некрозы, пожелтение листьев). Нетоварная часть общей биомассы представлена листьями, поврежденными неинфекционными болезнями, вызванными дефицитом элементов минерального питания из-за развития водорослей.

Неинфекционные болезни растений развиваются под влиянием абиотических факторов и не передаются от больных растений к здоровым. В результате развития неинфекционных

болезней у растений снижается устойчивость к патогенам, уменьшается урожайность, ухудшается внешний вид и качество продукции, меняется ее химический состав и накапливаются токсичные элементы [10].

В процессе эксплуатации ППС выяснилось, что при цикле выращивания 30-35 суток (для салата посевого) варианты ППС – ПС-1, 3, 4 – подвержены сильному разрушению, в отличие от варианта Мебиол. Первые признаки разрушения – трещины и разрывы – появились через 7 суток в варианте ПС-1.

При выращивании способом водной культуры, когда варианты ППС находились постоянно в питательном растворе, на поверхности субстратов накапливался слой раствора, в котором начинали развиваться водоросли, а в слое гидрогеля варианта ПС-1, 3 появляться следы плесени. Мебиол также накапливала на поверхности субстрата слой питательного раствора, что приводило к развитию водорослей, но следов плесени не было. К моменту завершения опыта ППС Мебиол не имела следов разрушения. Из вариантов ПС наиболее устойчивым к эксплуатации на данном этапе показал себя ПС-2, так как к моменту завершения опыта оба экземпляра пленки сохранились и повреждения составили около 20-30% поверхности.

Выводы. По результатам агротехнической оценки полимерных пленочных субстратов при выращивании салата посевого (*Lactuca sativa L.*) в условиях гидропонной системы питания можно сделать следующие выводы:

1. Использование полимерных пленок в качестве субстратов для выращивания салата посевого в условиях гидропонной системы питания целесообразно при получении микрозелени и бэби-салатов, где цикл вегетации 7-15 суток.

2. Среди вариантов ППС лучшие результаты по росту и развитию растений, общей биомассе и товарности продукции, а также состоянию на момент завершения опыта показал ПС-2.

3. Прикладные исследования по применению полимерных пленок в качестве субстратов для технологий выращивания плодоовощной продукции рекомендуется проводить либо в гидропонных системах питания способом «прилив-отлив», либо аэропонных системах питания, где питательный раствор не контактирует с ППС постоянно, для минимизации возможности появления водорослей.

Литература

1. **Grunert O.**, Hernandez-Sanabria E., Vilchez-Vargas R., Jauregui R., Pieper D. H., Perneel M., et al. Mineral and organic growing media have distinct community structure, stability and functionality in soilless culture systems // Sci. Rep. – 2016. – Vol. 6:18837. doi: 10.1038/srep18837
2. **Raviv M.**, Lieth J. H. Soilless Culture Theory and Practice. / M. Raviv, J. H. Lieth. – Amsterdam: Elsevier Science, 2008.
3. **Sonneveld C.** Rockwool as a substrate for greenhouse crops. Biotechnology in Agriculture and Forestry / ed. Y. P. S. Bajaj. – Berlin: Springer, 1993. – P. 285-312.
4. **Федеральный классификационный каталог отходов.** Справочник кодов общероссийских классификаторов. – URL: <https://classinform.ru/fkko-2017/11191111615.html> (дата обращения: 22.07.2020).
5. **Государственный реестр селекционных достижений (Сорта растений).** – URL: <https://reestr.gossort.com/reestr/sort/9301356> (дата обращения: 22.07.2020).
6. **Изготовление образцов полимерных пленочных субстратов:** отчет о НИР / Сапегин Д. А. – СПб: ООО «Эс энд Ар Системь», 2019 – 14с.
7. **Mebiol Inc.** – URL: <http://www.mebiol.co.jp/en/product> (дата обращения 2019-07-22)
8. **Лизгунова Т.В., Корень Н.Ф.** Методические указания по изучению коллекции капусты и листовых зеленных культур (салат, шпинат, укроп). – Л.: ВАСХНИЛ, 1969. – С. 26-33.
9. **Литвинов С.С.** Методика полевого опыта в овощеводстве. – М.: ГНУ ВНИИО, 2011. – 650 с.
10. **Алексеева К.Л., Иванова М.И.** Болезни зеленных овощных культур (диагностика, профилактика, защита). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – С. 10.

References

1. **Grunert O.**, Hernandez-Sanabria E., Vilchez-Vargas R., Jauregui R., Pieper D. H., Perneel M., et al. Mineral and organic growing media have distinct community structure, stability and functionality in soilless culture systems // *Sci. Rep.* – 2016. – Vol. 6:18837. doi: 10.1038/srep18837
2. **Raviv M.**, Lieth J. H. *Soilless Culture Theory and Practice.* / M. Raviv, J. H. Lieth. – Amsterdam: Elsevier Science, 2008.
3. **Sonneveld C.** Rockwool as a substrate for greenhouse crops. *Biotechnology in Agriculture and Forestry* / ed. Y. P. S. Bajaj. – Berlin: Springer, 1993. – R. 285-312.
4. **Federal'nyj klassifikacionnyj katalog othodov.** Spravochnik kodov obshcherossijskih klassifikatorov. – URL: <https://classinform.ru/fkko-2017/11191111615.html> (data obrashcheniya: 22.07.2020).
5. **Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij** (Sorta rastenij). – URL: <https://reestr.gosort.com/reestr/sort/9301356> (data obrashcheniya: 22.07.2020).
6. **Izgotovlenie obrazcov polimernyh plenochnyh substratov: otchet o NIR** / Sapegin D. A. – SPb: ООО «Es end Ar Sistemy», 2019 – 14s.
7. **Mebiol Inc.** – URL: <http://www.mebiol.co.jp/en/product> (data obrashcheniya 2019-07-22)
8. **Lizgunova T.V.**, Koren' N.F. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollekcii kapusty i listovyh zelenyyh kul'tur (salat, shpinat, ukrop). – L.: VASKHNIL, 1969. – S. 26-33.
9. **Litvinov S.S.** Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstv. – M.: GNU VNIIO, 2011. – 650 s.
10. **Alekseeva K.L.**, Ivanova M.I. Bolezni zelenyyh ovoshchnyy kul'tur (diagnostika, profilaktika, zashchita). – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2015. – S. 10.

Цитирование. Киселев М.В., Кондратьев В.М., Бабаев Т.П. Агротехническая оценка полимерных пленочных субстратов при выращивании салата посевого (*Lactuca sativa l.*) в условиях гидропонной системы питания // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.* – 2021. – № 1(62). – С. 43-49. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-43-49

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Kiselev M.V., Kondratyev V.M., Babaev T.P. Agrotechnical assessment of polymer film substrates when growing sowing salad (*Lactuca sativa l.*) in conditions of a hydroponic food system // *Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University,* 2021. 1(62). 43-49. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-43-49

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА НОВОЙ СЕЛЕКЦИИ**Аспирант Татьяна Руслановна Кудряшова**

(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
e-mail: tahacorfu@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 6716-9431

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5120-7229>**Кандидат Биологических Наук Ольга Борисовна Иванченко**

(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
e-mail: obivanchenko@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 8076-7565

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1311-1258>

195251, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Доктор биологических наук Игорь Градиславович Лоскутов

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru)

РИНЦ SPIN-код: 2715-2082

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9250-7225>

190000, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42,44

Дата поступления в редакцию 12.01.2021 г.

Дата принятия в печать 30.01.2021 г.

Аннотация. В России в настоящее время большое внимание уделяется разработке продуктов питания на основе натурального сырья, которое, в свою очередь, будет обогащать человеческий организм полезными компонентами и отвечать его физиологическим потребностям. В статье представлены данные литературы, раскрывающие актуальность изучения новых сортов голозерного овса, так как по сравнению с другими злаковыми культурами овес обладает наибольшим показателем количества белка, он полностью усваивается организмом и хорошо сбалансирован по аминокислотному составу. Цель исследования – оценить качество нового сорта голозерного овса ярового Велес, 2019 г. урожая. Проведены исследования основных показателей качества зерна. Показано, что форма зерновки объекта исследований овальная; глубина брюшной бороздки – средняя, а ширина брюшной бороздки – узкая; степень опушения – слабая. Масса 1000 зерен сорта Велес составила 28,4 г. Результаты исследований энергии прорастания, способности прорастания и жизнеспособности зерна не уступают ранее изученным сортам голозерного овса. Проведен сравнительный анализ полученных результатов с показателями ранее изученных сортов.

Ключевые слова: зерно, сорт, голозерный овес, энергия прорастания, жизнеспособность, качество зерна

**EVALUATION OF THE GRAINS QUALITY
OF NEW NAKED OAT CULTIVAR****Postgraduate Student Tatiana Ruslanovna Kudriashova**

(Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, e-mail: tahacorfu@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 6716-9431

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5120-7229>

Candidate of Biological Sciences **Olga Borisovna Ivanchenko**

(Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, e-mail: obivanchenko@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 8076-7565

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1311-1258>

195251, Russian Federation, Saint Petersburg, Polytechnicheskaya, 29

Doctor of Biological Sciences **Igor Gradislavovich Loskutov**

(Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center the N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources», e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru)

RSCI SPIN-code: 2715-2082

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9250-7225>

190000, Russian Federation, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 42,44

Received 12/01/2021

Submitted 30/01/2021

Abstract. Today in Russia, more and more attention is paid to the development of food products based on natural raw materials, which, in turn, will enrich the human body with useful components and meet its physiological needs. The article presents the literature data that reveal the relevance of studying new varieties of naked oats, as compared to other cereals, oats have the highest protein content, which is well balanced in amino acid composition and is fully absorbed by the human body. The purpose of the study is to assess the quality of new naked spring oats of the Veles cultivar of the 2019 harvest. Studies of the main indicators of grain quality were carried out. It is shown that the shape of the grain of the test sample is oval; the depth of the abdominal groove is medium, and the width of the abdominal groove is narrow; the degree of pubescence is weak. The weight of 1000 grains of naked oats of the Veles cultivar was 28.4 g. The results of studies of germination energy, germination ability and grain viability are not inferior to previously studied cultivars of naked oats. A comparative analysis of the results obtained with the indicators of previously studied cultivars is carried out.

Keywords: grain, cultivar, naked oat, germination energy, viability, grain quality

Введение. В России особое внимание уделяется разработке пищевых продуктов, в основу которых входит натуральное сырье. Такого типа продукты нацелены на удовлетворение физиологических потребностей человеческого организма и на обогащение его полезными и питательными компонентами. В настоящее время голозерные формы овса (*Avena nudum*) перспективны к возделыванию и переработке в зерновые продукты питания по сравнению с другими зерновыми культурами и пленчатыми сортами овса. Преумножается производство пищевых продуктов на основе продуктов переработки овса (шрот; мука; толокно; плющенная, резанная, шлифованная, недробленая крупы; овсяные хлопья и др.) и овса в целом, это связано с лечебно-профилактическими и диетическими свойствами зерна *A. nudum*. В данном зерне отмечены наличие витаминов и богатая пищевая ценность, что характеризует его как значимое сырье не только для взрослого населения, но и для детского питания (рис. 1).

Кроме водорастворимых витаминов группы В, в овсе также представлен витамин Е (токоферолы и токотриенолы). Высокую устойчивость к окислению при хранении данные вещества придают овсяным липидам, так как токоферолы и токотриенолы обладают повышенными антиоксидантными свойствами [2].

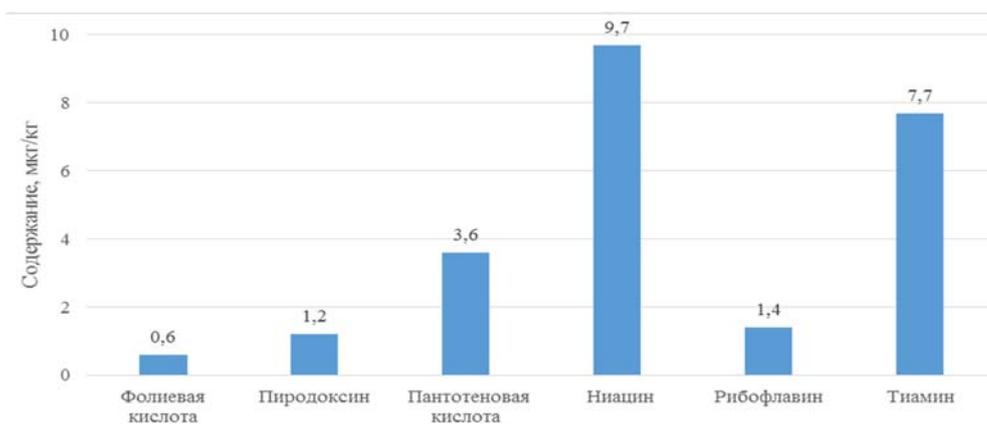


Рис. 1. Среднее содержание витаминов группы В в зерне овса [1]

Овес является важным источником клетчатки, представленной полисахаридом β -глюканом. Нерастворимая клетчатка, которая содержится в гемицеллюлозе и целлюлозе, нормализует «работу» кишечника и восстанавливает микрофлору. Растворимая клетчатка снижает риск возникновения рака толстой кишки и диабета второго типа. Колебание уровня сахара в крови предотвращается при регулярном употреблении растворимой клетчатки. Она оказывает тонизирующее воздействие на организм человека в целом [3]. В исследованиях авторов показано превосходство *Avena nudum* по общему содержанию полисахарида относительно пленчатых форм *Avena Sativa*, при этом особенность вторых заключается в том, что нерастворимой клетчатки больше представлено именно в зерновке. Но от размера зерновки не зависит содержание β -глюкана, оно связано с принадлежностью к сорту и продуктивностью зерна. От условий и места выращивания *Avena Sativa*, от количества накопленных в нем белка и липидов и, безусловно, от такого показателя качества зерна, как натурная масса зерна, зависит содержание β -глюкана [4]. В шлифованном зерне *Avena nudum* содержание β -глюкана составляет 3,0% [5].

В популяции 1700 линий сорта, полученных при помощи мутагенеза Belinda (Швеция), при максимальном варьировании показателя в пределах от 1,8 до 7,5% (у родителя – 4,9%) обнаружены формы с высоким и низким содержанием β -глюканов в зерновке *Avena Sativa* голозерных форм (более 6,7% и менее 3,6% соответственно). Среднее значение содержания β -глюкана в зерновке *Avena Sativa* голозерных форм выше (3,8–4,9%), чем пленчатых (3,1–4,5%) [4].

Как упоминалось ранее, *Avena Sativa* имеет преимущество по содержанию белка относительно других злаковых культур, находится на уровне 8–12% в среднем и достигает максимального содержания 20% у некоторых сортов. Но преимущество овсяного белка заключается также и в том, что он отличается высоким содержанием незаменимых кислот (лизин, цистин, лейцин). При этом белок *Avena Sativa* легко усваивается организмом и хорошо сбалансирован по аминокислотному составу. Это подтверждают разные данные ранее проведенных исследований по определению количества усвояемых белков овса от всего белка, которое составляет 95–96% [6].

Наблюдается активная тенденция населения к здоровому образу жизни, диктующая необходимость расширять ассортимент функциональных продуктов [7].

Пророщенные зерна являются одним из важных компонентов полезных пищевых продуктов. Данная роль отведена им вследствие высокого содержания питательных веществ относительно простого зерна *Avena Sativa*. Ценным источником различных веществ фитохимической природы (включая флавоноиды, кумарины, терпены, фенольные соединения, растительные стеролы) является не только пророщенное зерно овса, но и продукты его переработки. Также это важные источники минералов, таких как калий, кальций, фосфор, магний, марганец и цинк; витаминов (Е, В₁, В₂, В₃ и других витаминов группы В); органических соединений железа, кальция, меди и молибдена [8].

Перед селекционерами и учеными из года в год ставятся актуальные задачи по созданию сортов голозерного овса с улучшенными признаками качества зерна и его продуктивности, для возделывания в различных почвенных и климатических условиях. Несомненно, они должны отвечать высоким продовольственным свойствам.

На основе данных Росстата была зафиксирована лидирующая позиция овса, сравнимая с гречихой, просом и рисом в валовых сборах культур на рынке зерна за 2019 г. в сравнении с предыдущими пятью годами (рис. 2). Одновременно со снижением посевной площади овса в хозяйстве всех категорий в 2019 г. посевные площади – 2611,6 тыс. га, это ниже на 241,7 тыс. га, чем в 2018 г. [6].

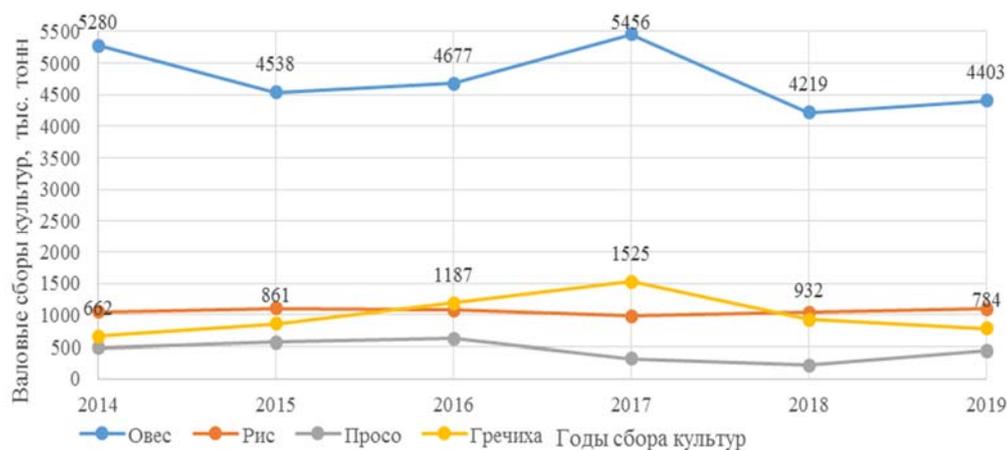


Рис. 2. Сборы культур за 5 лет, тыс. т [6]

Целью исследования явилась оценка качества нового селекционного сорта ярового голозерного овса Велес урожая 2019 года.

Для достижения поставленной цели решали следующий ряд задач, а именно: определить массу 1000 зерен; дать морфологическую характеристику зерна; определить энергию прорастания, способность прорастания и жизнеспособность зерна.

Материалы, методы и объекты исследований. Объект исследования – овес голозерный сорт Велес (селекционный номер 4h12) урожая 2019 г. Объект исследования предоставлен доктором сельскохозяйственных наук, академиком РАН Баталовой Г.А. (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока).

Массу 1000 зерен определяли в соответствии с ГОСТ 1242-80, энергию прорастания и способность прорастания – по ГОСТ 10968-88. Жизнеспособность зерна по скорости набухания устанавливалась согласно ГОСТ 12039-82, морфологическую характеристику зерна давали в соответствии с ГОСТ 28673-90. Обработку полученных результатов проводили путем расчета по формулам из приведенной нормативной документации.

В данной научной работе проведены эксперименты в трехкратной повторности. Использованы программы Statistica 8.0 и Microsoft Excel для статистической обработки данных.

Результаты исследований.

Морфологическая характеристика зерна. Форма зерновки является не только одним из сортовых признаков, но и важным признаком при определении морфологии зерна. Форма зерна определяется с брюшной стороны, классифицируется следующим образом: овальная, грушевидная или игольчатая. Глубина и ширина брюшной бороздки зерна *Avena Sativa* являются другими, не уступающими по важности характеристиками. Существует Международный классификатор рода *Avena L.* и согласно ему выделяют: мелкую, среднюю и глубокую брюшную бороздку. При исследовании ширины бороздки различают широкую и узкую [9]. Стоит отметить, что наличие у зерна *Avena nudum* глубокой и широкой бороздки нежелательно по причине риска накопления семенной инфекции.

Другой, не менее важный морфологический признак, отвечающий за снижение сыпучести зерна, – опушенность зерна. Сыпучесть зерна *Avena Sativa* создает существенные

трудности для человека на начальных этапах посева и во время переработки сырья. При наличии степени опушения зерна овса необходимы дополнительные затраты на шлифование; при уборке и обработке такого зерна в процессе поднимается объемная пыль, которая забивается в дыхательные пути человека и в различные детали конструкции оборудования. Это заставляет время от времени останавливать технологический процесс для дополнительной уборки и обработки оборудования. Для человека пыль является сильнейшим аллергеном [2]. Известна различная степень опушения зерна. Установлено, что зерно *Avena Sativa* может быть без опушения или иметь слабое, среднее или сильное опушение (рис. 3).



Рис. 3. Зерновки объекта исследования Велес

Проведя визуальную оценку морфологических признаков 100 зерен, можно заключить, что зерновка объекта исследования – исследуемого сорта Велес имеет следующие характеристики: форма зерновки – овальная; глубина брюшной бороздки – средняя, ширина – узкая; степень опушения – слабая. В таблице 1 дан морфологический анализ сортов овса.

Таблица 1. Морфологические показатели голозерного овса [10,11,12]

№ п/п	№ каталога ВИР	Сорт	Место регистрации	Форма зерновки	Степень опушения	Форма бороздки	Глубина бороздки
1	-	Велес	Северо-Восток	Овальная	Слабая	Узкая	Средняя
2	14227	Бег-2	Белоруссия	Овальная	Средняя	Узкая	Средняя
3	11003	Vicar	Канада	Овальная	Слабая	Узкая	Средняя
4	15086	MF 8891-2021	США	Овальная	Средняя	Широкая	Средняя
5	14784	Тюменский голозерный	Тюменская область	Овальная	Слабая	Узкая	Мелкая
6	15221	MF 9424-64	США	Игольчатая	Средняя	Узкая	Мелкая
7	15024	С.І. 9047	Канада	Овальная	Слабая	Узкая	Средняя

Стабильным признаком в структуре урожая является масса тысячи зерен, которая служит качественным критерием отбора необходимого сырья. Она характеризует запас питательных веществ, пищевые, кормовые достоинства; крупность, плотность зерна, всхожесть и жизнеспособность семян. Необходимо отметить, что крупность зерна для голозерных форм *Avena Sativa* является важным показателем, который отвечает за продовольственную и семенную значимость сорта.

Сравнение с пленчатыми формами овса показывает, что урожайность у *Avena nudum* невысокая, 26-30 г вес 1000 зерен вследствие отсутствия пленки [13]. Выход крупы из сортов пленчатых – 71,5%, у голозерных – 99,2%, что дает преимущество *Avena nudum* [14]. Масса 1000 зерен сорта Велес составила 28,4 г (табл. 2).

Таблица 2. **Вес тысячи овсяных зерен** [10,11,12]

№ каталога ВИР	Наименование	Место регистрации	1000 зерен, г
14227	Бег-2	Белоруссия	30,7
15086	MF 8891-2021	США	25,3
15221	MF 9424-64	США	26,1
14784	Тюменский голозерный	Тюменская область	26,6
15024	С.І. 9047	Великобритания	20,0
11003	Vicar	Канада	26,0
-	Велес	Северо-Восток	28,4
14226	Бег-1	Белоруссия	29,5
15121	Крепыш	Белоруссия	26,8
14610	АС Belmont	Канада	28,8
15275	Першерон	Северо-Восток	24,7
15339	Прогресс	Омская область	30,7
15116	Муром	Кемеровская область	25,6
11213	Nahy	Чехия	24,2
1926	Hull-less	Китай	25,6
15133	Местный	Польша	19,0
15234	Litovsij nagij	Литва	27,9
14564	CD 3642	Великобритания	12,9
11012	Местный	Китай	22,8

Способность и энергия прорастания зерна. В течение трех суток при заданных условиях количество зерен именуется энергией прорастания, в то время как способность прорастания – тот же показатель, но за пять суток. Шаршуновой В.А. с соавторами проведен сравнительный анализ голозерного овса и пшеницы (рис. 4), в работе были рассмотрены по 10 образцов сортового зерна голозерного и зерна пшеницы [6].

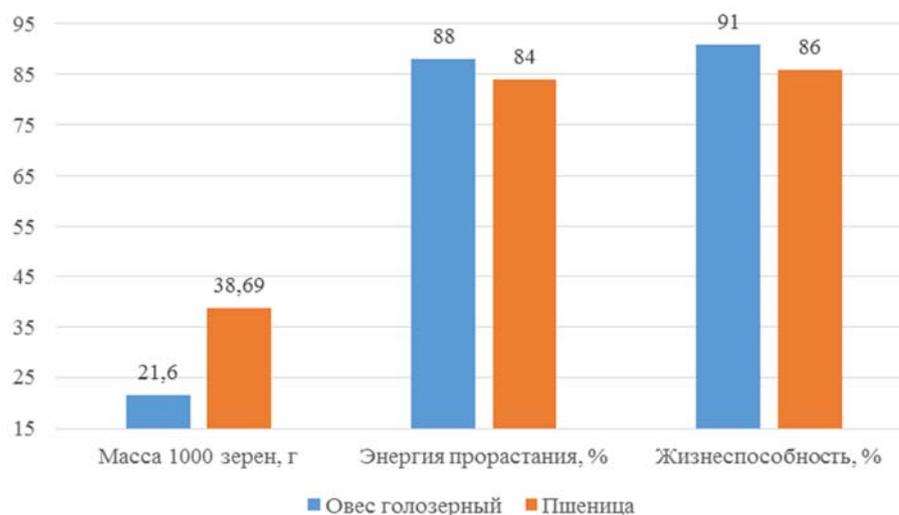


Рис. 4. Некоторые физико-химические показатели зерна [6]

Способность прорастания зерен исследуемого образца составила $86,1 \pm 0,2$. Анализируя данные исследований голозерных сортов овса по такому параметру, как «энергия прорастания», можно заключить, что Велес уступает ранее изученным сортам на 7%. Его энергия прорастания составляет $82,5 \pm 1,0\%$.

Жизнеспособность зерна. Сравнивая с данными по показателю жизнеспособности овса, представленными на рисунке 4 ($91,0 \pm 3,0\%$), можно заключить, что Велес имеет

жизнеспособность выше, чем у ранее изученных сортов. Результат показателя для Велес составляет $92,1 \pm 1,2\%$. Различие в полученных цифрах находится в пределах ошибки исследований.

Известно, что качество вырабатываемой продукции и потребительские свойства напрямую зависят от качества зерна. Оно дает возможность максимального использования технологического оборудования, улучшения качества вырабатываемой продукции при снижении потерь в ходе технологического процесса именно исследования технологических свойств сырья.

Голозерные формы *Avena Sativa* – достаточно молодое направление в культуре земледелия, которое активно привлекает к себе внимание селекционеров и ученых, работников сельского хозяйства. Это объясняется тем, что в мировых посевах, как и в России, распространен пленчатый овес.

Основное преимущество пленчатой формы овса перед голозерной состоит в более высокой урожайности, так как у вторых ниже показатель массы 1000 зерен из-за отсутствия пленки. При этом выход крупы у *Avena nudum* приближен к 100% (92,8%), в то время как у пленчатых форм ниже и составляет 71,5%. Преимущество состоит также в том, что голозерные сорта овса на пищевые цели могут быть использованы без дополнительной обработки. У пленчатых генотипов овса, чьи пленки характеризуются низкой питательной ценностью, выход овсяных хлопьев на уровне ядра голозерных генотипов ниже на 27–28% относительно овсяных хлопьев урожайности *Avena nudum*. Снижение пленчатости является лучшим способом повышения качества зерна, как продовольственного, так и фуражного *Avena Sativa*. Лучшими вкусовыми качествами обладают хлопья и крупа голозерного овса. Из сырья *Avena nudum* изготавливают пищевые концентраты, увеличивающие на 20–25% выход готовой продукции, это существенно снижает ее себестоимость. При использовании сырья *Avena nudum* в кормовых целях учитывают его высокую энергетическую ценность. Преимущество *Avena nudum* относительно пленчатых сортов заключается также в более высокой устойчивости к фузариозу [15].

Недостатком *Avena nudum* является в первую очередь незащищенность зародыша от повреждений, так как отсутствие пленки при пренебрежении соблюдению всех технологических операций возделывания, таких как сушка, переработка и хранение, ведет к снижению всхожести и энергии прорастания. Другой недостаток заключается в повышенной опушенности зерновки голозерного овса в некоторых случаях, которая затрудняет процессы посева и уборки зерна; для человека пыль в процессе обработки такого зерна является аллергеном [12].

Для организации безглютенового питания людей, страдающих непереносимостью пшеничных белков, или целиакией, используют овес.

Выводы. В ходе исследования показано, что зерновка сорта голозерного овса Велес имеет следующие морфологические характеристики: форма зерновки – овальная, глубина брюшной бороздки средняя, ширина брюшной бороздки – узкая, степень опушения – слабая.

Значение показателя массы тысячи зерен голозерного овса сорта Велес составило 28,4 г. Энергия прорастания исследуемого образца равна $82,5 \pm 1,0$; а способность прорастания – $86,1 \pm 0,2$; результат показателя жизнеспособности – $92,1 \pm 1,2$.

Несмотря на всестороннее изучение уже существующих голозерных сортов овса, выведение новых селекционных сортов с улучшенными характеристиками продолжает быть актуальным и востребованным, что делает изучение новых сортов перспективным направлением. Сравнение полученных результатов с показателями зарубежных и отечественных сортов голозерного овса исследуемого нового сорта позволяет утверждать, что Велес обладает хорошей характеристикой качества и перспективен для дальнейшего районирования.

Литература

1. **Кудряшова Т.Р., Нешкова В.И., Иванченко О.Б.** Исследование зависимости влагоудерживающей способности шрота овса от количества навески // Инновационные технологии пищевых производств: сборник тезисов и докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под ред. Н.И. Покинтелицы, Ю.О. Веляева. – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2020. – С. 135-136.
2. **Лоскутов И.Г.** Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. – СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. – с. 336.
3. **Яковлева О.В.** Овес с любовью // Хлебопродукты. – 2006. – № 4. – С. 53.
4. **Лоскутов И.Г., Полонский В.И.** Селекция на содержание β -глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52., № 4. – С. 646-657.
5. **Гематдинова В.М., Канарский А.В., Сметанская И.П.** Влияние щелочной и ферментативной обработки зерна овса и овсяных отрубей на выход β -глюкана // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – № 3. – С. 164-168.
6. **Кудряшова Т.Р., Иванченко О.Б.** Овес и продукты его переработки как перспективное пищевое сырье Северо-Западного региона России // Актуальная биотехнология. – 2019. – № 3 (30). – С. 149-153.
7. **Иванченко О.Б., Проскуракова Т.В.** Продукты для здорового питания – основа инноваций в питании населения // Инновационные технологии в сервисе: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции / под ред. А. Е. Карлика. – 2015. – С. 341-343.
8. **HoltekjØlen, A.K.** Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour / A.K. HoltekjØlen, Berg H, S.H. Knutsen et. al. // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 110(2) – P. 414–421.
9. **Международный классификатор СЭВ** рода *Avena L.*- The international comecon list of descriptors for the genus *Avena L.* / Науч.-техн. совет стран – членов СЭВ по коллекциям диких и культ. видов растений и др. – Л.: ВИР, 1983. – 41 с.
10. **Исачкова О.А., Ганичев Б.Л.** Крупность зерна сортообразцов голозерного овса в условиях северной лесостепи кемеровской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – №12. – С.11-14.
11. **Агробиологические особенности** нового сорта голозерного овса Багет / Г.А. Баталова, О. А. Жуйкова, Н.В. Кротова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 2. – С. 16-22.
12. **Иванова Ю.С.** Биологическая и селекционная ценность голозерного овса в условиях Северного Зауралья. Специальность 06.01.05: Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений: дис. ... на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Иванова Юлия Семеновна; науч. рук. И. Г. Лоскутов; исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова. – СПб, 2018. – 208 с.
13. **Баталова Г.А.** Овес в Волго-Вятском регионе. – Киров: Орма, 2013. – 288 с.
14. **Баталова Г.А.** Перспективы и результаты селекции голозерного овса // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №2 (10). – С.64-69.
15. **Разнообразие культурного овса** по хозяйственно ценным признакам их связь с устойчивостью к фузариозу / И. Г. Лоскутов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции – 2016. – № 20(3). – С. 286-294.

References

1. **Kudryashova T.R., Neshkova V.I., Ivanchenko O.B.** Issledovanie zavisimosti vlagouderzhivayushchej sposobnosti shrota ovsa ot kolichestva naveski // Innovacionnye tekhnologii pishchevyh proizvodstv: sbornik tezisov i dokladov II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh / Pod red. N.I. Pokintelicy, YU.O. Velyaeva. – Sevastopol': Sevastopol'skij gosudarstvennyj universitet, 2020. – S. 135-136.

2. **Loskutov I.G.** Oves (Avena L.). Rasprostranenie, sistematika, evolyuciya i selekcionnaya cennost'. – SPb.: GNC RF VIR, 2007. – с. 336.
3. YAkovleva O.V. Oves s lyubov'yu // Hleboprodukty. – 2006. – № 4. – S. 53.
4. **Loskutov I.G., Polonskiĭ V.I.** Selekcija na sodержanie β -glyukanov v zerne ovsa kak perspektivnoe napravlenie dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya, syr'ya i furazha // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2017. – T. 52., № 4. – S. 646-657.
5. **Gematdinova V.M., Kanarskiĭ A.V., Smetanskaya I.P.** Vliyanie shchelochnoj i fermentativnoj obrabotki zerna ovsa i ovsyanyh otrubej na vyhod β -glyukana // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inženernyh tekhnologij. – 2017. – № 3. – S. 164-168.
6. **Kudryashova T.R., Ivanchenko O.B.** Oves i produkty ego pererabotki kak perspektivnoe pishchevoe syr'e Severo-Zapadnogo regiona Rossii // Aktual'naya biotekhnologiya. – 2019. – № 3 (30). – S. 149-153.
7. **Ivanchenko O.B., Proskuryakova T.V.** Produkty dlya zdorovogo pitaniya – osnova innovacij v pitanii naseleniya // Innovacionnye tekhnologii v servise: sbornik materialov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii / pod red. A. E. Karlika. – 2015. – S. 341-343.
8. **HoltekjØlen, A.K.** Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour / A.K. HoltekjØlen, Berg H, S.H. Knutsen et. al. // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 110(2) – P. 414-421.
9. **Mezhdunarodnyĭ klassifikator SEV** roda Avena L.- The international comecon list of descriptors for the genus Avena L. / Nauch.-tekhn. sovet stran – chlenov SEV po kollekcijam dikih i kul't. vidov rastenij i dr. – L.: VIR, 1983. – 41 s.
10. **Isachkova O.A., Ganichev B.L.** Krupnost' zerna sortoobrazcov golozernogo ovsa v usloviyah severnoj lesostepi kemerovskoj oblasti // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – №12. – S.11-14.
11. **Agrobiologicheskie osobennosti** novogo sorta golozernogo ovsa Baget / G.A. Batalova, O. A. ZHujkova, N.V. Krotova [i dr.] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2018. – № 2. – S. 16-22.
12. **Ivanova YU.S.** Biologicheskaya i selekcionnaya cennost' golozernogo ovsa v usloviyah Severnogo Zaural'ya. Special'nost' 06.01.05: Selekcija i semenovodstvo sel'skohozyajstvennyh rastenij: dis. ... na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk / Ivanova YULiya Semenovna; nauch. ruk. I. G. Loskutov; issledovatel'skiĭ centr Vserossiĭskij institut geneticheskikh resursov rastenij imeni N. I. Vavilova. – SPb, 2018. – 208 s.
13. **Batalova G.A.** Oves v Volgo-Vyatskom regione. – Kirov: Orma, 2013. – 288 s.
14. **Batalova G.A.** Perspektivy i rezul'taty selekcii golozernogo ovsa // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2014. – №2 (10). – S.64-69.
15. **Raznoobrazie kul'turnogo ovsa** po hozyajstvenno cennym priznakam ih svyaz' s ustojchivost'yu k fuzariozu / I. G. Loskutov [i dr.] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii – 2016. – № 20 (3). – S. 286-294.

Цитирование. Кудряшова Т.Р., Иванченко О.Б., Лоскутов И.Г. Оценка качества голозерного овса новой селекции // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 50-58. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-50-58

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Kudriashova T.R., Ivanchenko O.B., Loskutov I.G. Evaluation of the grains quality of new naked oat cultivar // Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 50-58. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-50-58

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 633.161

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-59-67

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ХОЗЯЙСТВЕННО – ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НОВОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЛИНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ Л-1800

Старший научный сотрудник **Михаил Валерьянович Седяков**
(Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха – филиал Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»,
e-mail: sedyakoff.mihail@yandex.ru)
РИНЦ SPIN-код: 5331-6984
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6750-2132>
188338, Российская Федерация, Ленинградская область, Гатчинский р-н, д.Белогорка,
ул. Институтская д. 1

Дата поступления в редакцию 12.01.2021 г.

Дата принятия в печать 30.01.2021 г.

Аннотация. При современном производстве зерна большое значение имеет правильная технология выращивания, включающая в себя не только продуктивные сорта, но и агротехнические приемы.

Ячмень – незаменимая культура, зерно которой широко используется как на продовольственные, так и на кормовые цели. Для получения высоких урожаев зерна ячменя необходима разработка технологий, основанных на включении методов, позволяющих наиболее полно использовать генетический потенциал культуры. Также следует учитывать и другие факторы: почвенное плодородие, климатический регион выращивания культуры, предшествующую культуру и фон минерального питания.

В статье представлены экспериментальные данные, полученные в результате проведенных исследований по влиянию уровня минерального питания и нормы высева семян на основные хозяйственно-ценные признаки, а также на биохимические показатели зерна. Исследования проводились на новой перспективной линии ярового ячменя кормового направления селекции Ленинградского НИИИСХ «Белогорка» Л-1800. Был заложен полевой двухфакторный опыт с рендомизированным размещением делянок. Площадь каждой делянки – 10 м². Изучалось влияние различных уровней минерального питания и различных норм высева на урожайность растений, морфологические и качественные показатели, а также на содержание в зерне белка, сырой клетчатки и жира. Установлена корреляция между погодными факторами и технологическими показателями зерна ярового ячменя. Выявлена зависимость между нормой высева семян и продуктивностью.

На основании проведенных экспериментов можно отметить значительное влияние уровня минерального питания на основные биологические и хозяйственно-ценные признаки.

Ключевые слова: яровой ячмень, доза минерального удобрения, норма высева, масса 1000 зерен, натура.

INFLUENCE OF AGROTECHNOLOGICAL TECHNIQUES ON ECONOMICALLY VALUABLE FEATURES OF A NEW PROMISING LINE OF SPRING BARLEY L-1800.

Senior Researcher **Mikhail Valeryanovich Sedakov**
(Federal Potato Research Center named after A. G. Lorch, branch of the Leningrad Research Institute of Agriculture "Belogorka" (St. Petersburg),
e-mail: sedyakoff.mihail@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-code: 5331-6984

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6750-2132>

188338, Russian Federation, Leningrad Region, Gatchinsky district, Belogorka, str. Institutskaya, 1

Received 12/01/2021

Submitted 30/01/2021

Abstract. In modern grain production, the correct cultivation technology, which includes not only productive varieties, but also agricultural techniques, is of great importance.

Barley is an indispensable crop, the grain of which is widely used for both food and forage purposes. To obtain high yields of barley grain, it is necessary to develop technologies based on the use of agrotechnological techniques that allow the most complete use of the genetic potential of the crop. Other factors should also be taken into account: soil fertility, the climatic region of cultivation of the crop, the previous crop and the background of mineral nutrition.

The article presents experimental data obtained as a result of studies on the influence of the level of mineral nutrition and the seeding rate on the main economic and valuable characteristics, as well as on the biochemical parameters of grain. The research was carried out on a new promising line of spring barley of the fodder breeding direction of the Leningrad Research Institute of Agricultural Research "Belogorka" L - 1800. A two-factor field experiment with a randomized placement of plots was laid out. The area of each plot is 10 m². The influence of different levels of mineral nutrition and different seeding rates on plant productivity, morphological and qualitative indicators, as well as on the content of protein, crude fiber and fat in the grain was studied. The correlation between weather factors and technological indicators of spring barley grain is established. The relationship between the seeding rate and productivity is revealed.

On the basis of the conducted experiments, it is possible to note a significant influence of the level of mineral nutrition on the main biological and economically valuable characteristics.

Keywords: *spring barley, mineral fertilizer dose, seeding rate, weight of 1000 grains, nature*

Введение. Главной проблемой развития сельского хозяйства всех стран мира было и остается обеспечение продовольственного рынка сбалансированными по составу продуктами питания.

В 2019 г. произошло некоторое увеличение площадей возделывания ячменя. По данным Росстата, они по итогам года составили 8 786,9 тыс. га, в том числе площади ярового ячменя – 8 164,6 тыс. га.

По отношению к 2018 г. произошло увеличение площадей выращивания ячменя практически во всех федеральных округах страны, за исключением Северо-Западного ФО и Южного ФО.

В 2019 г. в Северо-Западном ФО размеры площадей под культурой составили 112,8 тыс. га (1,3%) [15].

Яровой ячмень – повсеместно распространенная зерновая культура универсального назначения. Его зерно широко используется на продовольственные крупяные и кормовые фуражные цели.

Он содержит 10–12% сырого протеина, 2,3–2,5% жира, 2,5–2,8% золы, 72–80% безазотистых экстрактивных веществ. В белке ячменя содержится весь набор незаменимых аминокислот, включая лизин и триптофан. Высокое кормовое значение ячменя обусловлено содержанием в 1 кг его зерна 1,15–1,18 к.ед. [1].

Культура требовательна к почвенному плодородию. Растения ячменя отличаются поверхностной корневой системой с относительно слабой усваивающей способностью. Ячмень может активно потреблять элементы питания из почвы только в короткий промежуток времени – в фазу кущения и налива зерна. Поэтому выбор предшественника имеет большое значение [2].

При современном производстве зерновых культур для достижения высокой урожайности необходимо обращать внимание не только на сортовой потенциал культуры, но и на технологию возделывания. Ячмень отзывчив на внесение минеральных удобрений, особенно азотных. Их внесение увеличивает содержание белка в зерне ячменя, уменьшает массу и крупность семян (массу 1000 зерен) [5–7].

Необходимо также учитывать такие факторы, как содержание элементов питания в почве в конкретной зоне выращивания и климатические условия. Технологии возделывания этого ценного зернового злака должны быть основаны на интенсификации как природных, так и биологических факторов [3].

Для получения высоких урожаев зерна требуется соблюдение следующих приемов: выбор предшественника, рациональных доз минеральных удобрений, оптимальной нормы высева семян. При этом у растений формируется мощная корневая система, возрастает фотосинтетическая активность, повышается устойчивость посевов к биотическим стрессорам [4]. Следует учесть, что на качественные показатели зерна влияют как почвенно-климатические условия, так и биологические особенности сорта. Улучшить качество зерна можно на основе ряда агротехнических приемов, в том числе применения минеральных удобрений. Совместное применение азотных, фосфорных и калийных удобрений способствует снижению белка в зерне на 0,5–0,6%, но повышает крупность зерна.

Наукой и практикой доказано, что для создания оптимальной площади питания растений необходимо учитывать плодородие почвы. Чем лучше условия для произрастания, тем меньше должна быть норма высева зерновых культур [8–9]. Следует отметить, что норма высева не является постоянной величиной. Она зависит от многих факторов: уровня культуры земледелия, количества удобрений, сорта, особенностей климатических условий региона [10–12].

Цель исследования. Целью данных исследований являлось изучение влияния различного уровня минерального питания на технологические и качественные показатели зерна.

Материалы, методы и объекты исследований. В качестве материала исследования была выбрана линия ярового ячменя селекции ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «БЕЛОГОРКА», которая была создана в лаборатории зернофуражных культур института. По срокам созревания она относится к среднеранней группе – созревает на 7–10 дней позже сорта Ленинградский; относится к подвиду двурядного ячменя, разновидность *nutans*; направление использования – зернофуражное.

Опыты проводились на опытных полях института. Почва участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая: содержание гумуса – 2,41–2,80% (по Тюрину в модификации ЦИНАО), содержание P₂O₅ – 140–185 мг/кг, K₂O – 135–150 мг/кг почвы (по Кирсанову), рН_{KCl} – 4,0–4,5. Предшественником для культуры служила пропашная культура – картофель. Двухфакторный опыт с систематическим размещением делянок включал в себя следующие факторы: дозы минеральных удобрений (фактор А) и норму высева семян (фактор В). Методика закладки опыта – общепринятая для данной культуры [13].

Результаты исследований. Погодные условия вегетационных периодов 2018–2019 гг. были неодинаковы (табл. 1, 2).

**Таблица 1. Температурный режим вегетационных периодов
2018–2019 гг., °С**

Месяц	2018 г.			Средняя за месяц, °С	2019 г.			Средняя за месяц, °С	Средняя многолетняя температура, °С
	1*	2	3		1	2	3		
Май	10,4	15,0	15,0	13,5	6,7	12,6	12,8	10,8	9,3
Июнь	11,9	15,2	15,4	14,2	18,5	17,0	16,4	17,3	14,0
Июль	14,2	20,9	19,4	18,2	13,8	13,5	16,5	14,7	16,7
Август	19,7	16,2	14,7	16,9	15,7	16,8	15,5	14,7	14,8

Примечание: *декада

Температура вегетационного периода 2018 г. была умеренно-теплой и благоприятной для роста и развития культуры. Среднемесячные температуры по месяцам изменялись от 13,5°С в мае до 16,9°С в августе.

Метеоусловия 2019 г. характеризовались более прохладной погодой. Значения средней температуры в мае составили 10,8°С, что на уровне многолетних величин. Среднесуточная температура в июне была умеренно-теплой – 17,3°С и благоприятной для развития культуры.

Июль 2019 г. также характеризовался теплой погодой. Средняя температура за месяц незначительно отличалась от среднемноголетних значений – на 2°С. В августе температура воздуха составила 14,7°С и не отличалась от среднестатистических значений.

В целом температуры вегетационного периода 2019 г. способствовали росту и развитию культуры.

Таблица 2. Количество выпавших осадков в вегетационные периоды 2018-2019 гг., мм

Месяц	2018г.			Сумма за месяц, мм	2019 г.			Сумма за месяц, мм	Среднее многолетнее, мм
	1*	2	3		1	2	3		
Май	10,4	15,0	15,0	40,4	34,7	14,1	47,2	96,0	52,0
Июнь	11,9	15,2	15,4	42,5	6,7	2,1	7,1	15,9	65,0
Июль	14,2	20,9	19,4	54,5	44,2	37,3	3,4	84,9	78,0
Август	19,7	16,2	14,7	50,6	6,0	13,0	21,0	40,0	86,0

Примечание: *декада

В 2018 г. недостаток влаги в виде выпавших в мае осадков оказал отрицательное влияние на прохождение первой фазы развития ячменя. Всходы были изреженными, развитие растений замедлилось. В июне в фазу кущения растений ячменя также прослеживался недостаток влаги – за месяц всего выпало 42,5 мм осадков. Этот показатель был меньше среднемноголетнего значения на 22,5 мм. У растений снизилась продуктивная кустистость, что оказало неблагоприятное влияние на морфологические показатели и, как следствие, – на урожайность. В июле суммарное количество выпавших осадков составило 54,5 мм, что на 23,5 мм меньше среднемноголетних показателей.

В целом в 2018 г. количество осадков было ниже нормы, что не явилось благоприятным фактором для роста и развития растений.

В 2019 г. количество выпавших в мае осадков превысило норму на 44 мм. Такой режим увлажнения был благоприятным для начальных фаз развития культуры. Количество осадков за июнь было недостаточным для оптимального развития растений. Всего выпало 15,9 мм, что на 49,1 мм ниже, чем среднемноголетнее значение. Недостаточное количество выпавших осадков привело к снижению веса зерна в колосе.

Температурный и влажностный режим в июле был благоприятным для роста и развития культуры. Август 2019 г. характеризовался умеренно теплой, но более сухой погодой. Количество выпавших осадков в августе было ниже средней нормы на 35,4 мм и составило 40 мм.

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что по климатическим условиям этот год был более благоприятным для культуры ячменя.

Влияние уровня минерального питания и нормы высева на хозяйственно-ценные признаки ярового ячменя представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние действия минерального питания при разных нормах высева на урожайность линии ярового ячменя Л-1800 (2018-2019 гг.)

Доза внесения удобрений	Норма высева, млн. шт./га	Средняя урожайность, т/га	Прибавка урожайности	
			т/га	%
Без удобрений (контроль)	4	3,22	-	-
	5	3,29	-	-
	6	3,17	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4	3,37	0,15	4,65
	5	3,49	0,20	6,08
	6	3,31	0,14	4,42
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4	3,51	0,29	9,01
	5	3,67	0,38	11,55
	6	3,41	0,24	7,57
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4	3,45	0,23	7,14
	5	3,57	0,28	8,51
	6	3,36	0,19	6,00
НСР ₀₅		0,21		

Таблица 4. Влияние уровня минерального питания и нормы высева на изменение морфологических показателей линии ярового ячменя Л-1800 (2018-2019 гг.)

Доза внесения удобрений	Норма высева, млн. шт./га	Количество продуктивных стеблей шт./м ²	Главный колос			Масса зерна с 1 растения, г
			длина, см	масса, г	количество зерен, шт.	
Без удобрений (контроль)	4	484	9,0	1,4	20,4	5,3
	5	496	8,2	1,6	19,5	5,0
	6	460	8,0	1,2	18,2	4,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4	548	11,3	2,2	23,5	8,8
	5	528	10,0	2,0	21,5	7,2
	6	510	9,6	1,6	20,9	6,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4	640	13,3	3,0	22,7	9,3
	5	598	11,0	2,5	19,7	8,6
	6	524	9,2	2,2	16,9	7,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4	645	14,3	4,4	17,4	8,2
	5	599	12,2	4,0	19,3	8,3
	6	539	12,0	3,3	17,8	6,9

Наибольшая урожайность у линии Л-1800 отмечалась на фоне внесения полного минерального удобрения из расчета $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га при норме высева 5 млн семян. Она составляла 3,67 т/га, что на 0,38 т/га выше, чем в контрольном варианте. Увеличение нормы внесения минерального удобрения до $N_{90}P_{90}K_{90}$ кг д.в./га не привело к значительному увеличению урожайности по сравнению с вариантом с внесением минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Без внесения минеральных удобрений наибольшая урожайность отмечалась при норме высева 5 млн семян и составляла 3,29 т/га.

Влияние агротехнических приемов на морфологические показатели растений ярового ячменя отражено в таблице 4.

Наиболее оптимальным для линии Л-1800 можно признать посев с нормой высева 4 млн. семян на гектар и дозой внесения удобрения из расчета $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га. При этом наблюдается увеличение количества продуктивных стеблей до 640 шт./м², а также других показателей. При увеличении уровня минерального питания до $N_{90}P_{90}K_{90}$ и норме высева 4 млн. семян/га количество продуктивных стеблей, масса зерна с колоса тоже увеличивается, но незначительно по сравнению с внесением удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. При увеличении нормы высева семян уменьшается площадь питания растений, растения вытягиваются, снижается количество продуктивных стеблей, что отрицательно сказывается на урожайности зерна. Наиболее оптимальным следует признать посев с нормой высева семян 4 млн. семян/га при дозе внесения минерального удобрения из расчета $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га.

При загущенном посеве у линии ярового ячменя Л-1800 происходит уменьшение числа продуктивных стеблей, снижается масса главного колоса, количество зерен в нем, что приводит к снижению урожайности.

В таблице 5 показаны результаты влияния агротехнологических приемов возделывания линии ярового ячменя Л-1800 на качественные показатели.

Таблица 5. Влияние уровня минерального питания и нормы высева на изменение качественных показателей линии ярового ячменя Л-1800 (2018-2019 гг.)

Доза внесения удобрений	Норма высева, млн. шт./га	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л
Без удобрений (контроль)	4	36,3	468
	5	37,4	479
	6	33,5	466
$N_{30}P_{30}K_{30}$	4	37,0	480
	5	37,6	486
	6	34,0	467
$N_{60}P_{60}K_{60}$	4	38,6	511
	5	38,8	514
	6	36,1	464
$N_{90}P_{90}K_{90}$	4	39,3	516
	5	39,6	518
	6	37,3	481

Проведя анализ данных таблицы 5, можно заметить, что наибольшая масса 1000 семян была в варианте при внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га и норме высева 4 млн. всх. семян /га. В контрольном варианте влияние нормы высева не оказало существенного влияния на данные показатели. Увеличение дозы внесения минерального удобрения приводит к увеличению массы 1000 семян и объемного веса зерна. Норма высева оказывает меньшее влияние. Наиболее целесообразным является внесение полного

минерального удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в/га и норме высева 4 млн. всх. семян /га. Дальнейшее увеличение уровня минерального питания до N₉₀P₉₀K₉₀ кг д.в/га не приводит к существенному увеличению качественных показателей. Также эти параметры зависят и от природных факторов – при избыточном количестве осадков на фоне пониженных температур в фазы закладки генеративных органов и налива зерна масса 1000 зерен и натура уменьшаются.

Биохимические показатели зерна ярового ячменя приведены в таблице 6.

С повышением доз внесения удобрений, в частности азотных, содержание белка в зерне увеличивается. В контрольном варианте его содержание составляет 13,0%. При увеличении дозы внесения минерального удобрения от N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в./га до N₉₀P₉₀K₉₀ содержание белка в зерне изменяется незначительно. Изменение нормы высева семян оказывает меньшую корреляцию данного признака. Как содержание белка в зерне, так и содержание сырой клетчатки достигает максимума при дозе внесения N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в./га и норме высева семян 4 млн всх. семян/га. Увеличение дозы внесения минерального удобрения приводит к снижению содержания сырой клетчатки в зерне.

Жиры являются наилучшим источником энергии. Жиры, входящие в состав кормов, представляют собой соединения сложных эфиров глицерина и кислот жирного ряда (свыше 30). В состав природных жиров входят как насыщенные (масляная, капроновая, пальмитиновая, стеариновая и др.), так и ненасыщенные (олеиновая, линолевая, линоленовая и др.) жирные кислоты. Когда в жирах содержится относительно больше насыщенных жирных кислот, то жир более твердый, тугоплавкий; при преобладании ненасыщенных кислот жир имеет жидкую консистенцию [14].

Содержание сырого жира в зависимости от уровня минерального питания изменялось незначительно и было в пределах 2,1–2,6%.

Таблица 6. Биохимические показатели зерна ярового ячменя линии Л-1800 (2018-2019 гг.)

Доза внесения удобрений	Норма высева, млн. шт./га	Показатели, а.с.в. %*		
		белок	сырая клетчатка	сырой жир
Без удобрений (контроль)	4	13,0	5,33	2,3
	5	13,2	5,34	2,3
	6	13,1	5,34	2,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4	13,8	5,38	2,4
	5	14,1	5,41	2,2
	6	13,6	5,36	2,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4	15,0	5,79	2,5
	5	15,2	5,82	2,6
	6	15,5	5,77	2,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4	15,1	5,31	2,3
	5	15,5	5,35	2,3
	6	15,7	5,39	2,4

*а.с.в. – абсолютно сухое вещество, %

Выводы:

1. В результате проведенных исследований отмечено, что для получения высоких урожаев зерна ярового ячменя линии Л-1800 необходимо внесение полного минерального удобрения из расчета 60 кг д.в. /га и норме высева семян 4 млн. всх. семян/га.

2. Выявлена закономерность изменения морфологических показателей в зависимости от уровня минерального питания и нормы высева семян.

3. Получены экспериментальные данные о влиянии уровня минерального питания и нормы высева семян на изменение качественных показателей.

4. Отражена закономерность изменения биохимических показателей в зависимости от уровня минерального питания. При внесении повышенных доз минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$ кг д.в./га) содержание белка в зерне увеличивается. Содержание сырого жира и клетчатки в зависимости от минерального питания изменяется в меньшей мере.

Литература

1. **Современные технологии** возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша, П.А.Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
2. **Технологические основы** растениеводства: учеб. пособие / И. П. Козловская [и др.]. – Минск, 2015. – 503 с.
3. **Формирование** урожая ярового ячменя в зависимости от элементов агротехники / С. И. Смуров, Н. В. Шелухина, О. В. Григоров [и др.] // Инновационные пути развития АПК на современном этапе: XVI междунар. науч.-произв. конференция. – Белгород, 2012. – С. 42.
4. **Евдокимова М.А.** Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1 (29). – С. 11-14.
5. **Kádár I., Béndek G., Koncz J.** Fertilizing Brewing Barley (*Hordeum vulgare* L.). URL: https://www.researchgate.net/publication/49589800_FERTILIZING_BREWING_BARLEY_Hordeum_vulgare_L (дата обращения: 20.10.2020)
6. **HGCA Barley disease management guide** – AHDB. Agriculture & Horticulture Development Board. – UK, 2014. – 29 p.
7. **Effects of seeding rate, nitrogen rate and cultivar** on barley malt quality / M.J. Edney, J.T. O'Donovan, T.K. Turkington et al. // *Sci. Food Agric.* 2012. – URL: <http://www.pubfacts.com/detail/22523006/Effects-of-seeding-rate-nitrogen-rate-andcultivar-on-barley-malt-quality> (дата обращения: 20.10.2020).
8. **Monia Niero.** Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios / Monia Niero, Cathrine H. Ingvordsen, Pirjo Peltonen-Sainio et al. // *Agricultural Systems.* – 2015. – Vol. 136. – Pp. 46-60.
9. **Dunan C. M., Moore F. D., Westra P.** A plant process-economic model for wild oats management decisions in irrigated barley // *Agricultural Systems.* – 1994. – Vol. 45. – Iss. 4. – Pp. 355-368.
10. **Effects of a winter or spring sowing date** on soil nitrogen utilisation and yield of barley following a forage crop of red clover, lucerne or hybrid ryegrass / C. L. Marley, R. Fychan, V. J. Theobald et al. // *Agriculture, Ecosystems and Environment.* – 2013. – Vol. 181. – Pp. 213-222.
11. **Supit I.** Analysis of yield, sowing and flowering dates of barley of field survey results in Spain / I. Supit, W. Wagne // *Agricultural Systems.* – 1999. – Vol. 59. – Iss. 2. – Pp. 107-122.
12. **Sensitivity analysis** of energy inputs for production in Hamedan Province of Iran / Hassan Ghasemi Mobtaker, A. Keyhani, A. Mohammadi et al. // *Agriculture, Ecosystems and Environment.* – 2010. – Vol. 137 – Iss. 3-4. – Pp. 367-372.
13. **Доспехов В.А.** Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351с.
14. **Любек Н.И., Седяков М.В.** Влияние уровня минерального питания на качественные показатели зерна ярового ячменя перспективной линии Л-1505 селекции ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка» // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.* – 2019. – № 3(56). – С.64-69.
15. **Экспертно-аналитический центр** Агробизнеса «АБ Центр» [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/> (дата обращения: 04.02.2021).

References

1. **Sovremennye** tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur: uchebno-metodicheskoe posobie / I.R. Vil'dflush [i dr.]; pod red. I.R. Vil'dflusha, P.A.Saskevicha. – Gorki: BGSKHA, 2016. – 383 s.
2. **Tekhnologicheskie** osnovy rastenievodstva: ucheb. posobie / I. P. Kozlovskaya [i dr.]. – Minsk, 2015. – 503 s.
3. **Formirovanie** urozhaya yarovogo yachmenya v zavisimosti ot elementov agrotekhniki / S. I. Smurov, N. V. Sheluhina, O. V. Grigorov [i dr.] // Innovacionnye puti razvitiya APK na sovremennom etape: XVI mezhdunar. nauch.-proizv. konferenciya. – Belgorod, 2012. – S. 42.
4. **Evdokimova M.A.** Vliyanie predshestvennikov i mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' yarovogo yachmenya // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2015. – № 1 (29). – S. 11-14.
5. **Kádár I., Béndek G., Koncz J.** Fertilizing Brewing Barley (*Hordeum vulgare* L.). URL: https://www.researchgate.net/publication/49589800_FERTILIZING_BREWING_BARLEY_Hordeum_vulgare_L (data obrashcheniya: 20.10.2020)
6. **HGCA** Barley disease management guide – AHDB. Agriculture & Horticulture Development Board. – UK, 2014. – 29 p.
7. **Effects of seeding rate**, nitrogen rate and cultivar on barley malt quality / M.J. Edney, J.T. O'Donovan, T.K. Turkington et al. // Sci. Food Agric. 2012. – URL: <http://www.pubfacts.com/detail/22523006/Effects-of-seeding-rate-nitrogen-rate-andcultivar-on-barley-malt-quality> (data obrashcheniya: 20.10.2020).
8. **Monia Niero.** Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios / Monia Niero, Cathrine H. Ingvordsen, Pirjo Peltonen-Sainio et al. // Agricultural Systems. – 2015. – Vol. 136. – Pp. 46-60.
9. **Dunan C. M., Moore F. D., Westra P.** A plant process-economic model for wild oats management decisions in irrigated barley // Agricultural Systems. – 1994. – Vol. 45. – Iss. 4. – Pp. 355-368.
10. **Effects of a winter** or spring sowing date on soil nitrogen utilisation and yield of barley following a forage crop of red clover, lucerne or hybrid ryegrass / C. L. Marley, R. Fychan, V. J. Theobald et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2013. – Vol. 181. – Pp. 213-222.
11. **Supit I.** Analysis of yield, sowing and flowering dates of barley of field survey results in Spain / I. Supit, W. Wagne // Agricultural Systems. – 1999. – Vol. 59. – Iss. 2. – Pp. 107-122.
12. **Sensitivity analysis** of energy inputs for production in Hamedan Province of Iran / Hassan Ghasemi Mobtaker, A. Keyhani, A. Mohammadi et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2010. – Vol. 137 – Iss. 3-4. – Pp. 367-372.
13. **Dospikhov V.A.** Metodika polevogo opyta. – M., 1985. – 351s.
14. **Lyubek N.I., Sedyakov M.V.** Vliyanie urovnya mineral'nogo pitaniya na kachestvennye pokazateli zerna yarovogo yachmenya perspektivnoj linii L-1505 selekcii FGBNU «Leningradskij NIISKH «Belogorka» // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3(56). – S.64-69.
15. **Ekspertno-analiticheskij centr** Agrobiznesa «AB Centr» [Elektronnyj resurs]. URL: <https://ab-centre.ru/> (data obrashcheniya: 04.02.2021).

Цитирование. Седяков М.В. Влияние агротехнологических приемов на хозяйственно – ценные признаки новой перспективной линии ярового ячменя Л-1800 // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 59-67. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-59-67

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation Sedakov M.V. Influence of agrotechnological techniques on economically valuable features of a new promising line of spring barley L-1800 // Izvestiya of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 59-67. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-59-67

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**УРОЖАЙНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ
В ЛЕСОСТЕПИ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Валерий Антонович Сапега**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Тюменский индустриальный университет»),

e-mail: sapegavalerii@rambler.ru)

РИНЦ SPIN-код: 4013-3219

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6268-3896>

625000, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38

Дата поступления в редакцию 13.01.2021 г.

Дата принятия в печать 02.02.2021 г.

Аннотация. В статье приводится характеристика раннеспелых сортов картофеля по урожайности, стрессоустойчивости и экологической пластичности, а также основным показателям продуктивности на основе результатов их испытания в условиях северной лесостепи Тюменской области за 2017–2019 гг. По средней урожайности лучшим допущенным к использованию сортом был Коломба (36,9 т/га), а среди перспективных – Пароли (30,3 т/га). Наибольшей реализацией потенциала урожайности в группе допущенных к использованию сортов характеризовался сорт Коломба (96,6%), а у перспективных – Триумф (95,4%). Наибольшая стрессоустойчивость и наименьшая изменчивость урожайности отмечены у допущенного к использованию сорта Коломба (-2,8 и 3,8% соответственно) и перспективного Триумф (-2,4 и 4,4%). Большинство изученных сортов характеризовались сильной отзывчивостью на изменение условий ($b_i > 1$), что позволяет отнести их к группе интенсивных. По экологической устойчивости и общей адаптивной способности лучшим допущенным к использованию сортом был Коломба ($SF = 1,08$ и $OAC = 9,5$), а у перспективных по соответствующим параметрам – сорта Триумф ($SF = 1,08$) и Пароли ($OAC = 2,9$). По массе товарного клубня выделились сорта Каратоп (допущенный к использованию, 148 г) и Ньютон (перспективный, 150 г), а по содержанию крахмала – сорта Каратоп (допущенный к использованию, 15,9%), Миа и Триумф (перспективные, 16,3%). Товарность клубней высокая у всех сортов. В группе допущенных к использованию сортов лучшими по вкусовой оценке были сорта Каратоп и Люкс (4,5 балла), а у перспективных – сорт Пароли (4,7 балла). В течение трех лет испытаний фитофтороз клубней не выявлен у допущенных к использованию сортов Алена и Люкс, а у перспективных сортов Никсе, Ньютон и Пароли он был отмечен в течение трех лет.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, стрессоустойчивость, пластичность, экологическая устойчивость, общая адаптивная способность

**THE PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF EARLY RIPENING POTATO
VARIETIES IN FOREST-STEPPE OF NORTHERN TRANS-URAL**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor **Valery Antonovich Sapega**
(Federal State Budget Institution of Higher Education «Tyumen industrial university»),

e-mail: sapegavalerii@rambler.ru)

RSCI SPIN-code: 4013-3219

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6268-3896>

625000, Russian Federation, Tyumen, Volodarskogo, 38

Received 13/01/2021

Submitted 02/02/2021

Abstract. The article describes the characteristics of productivity, stress resistance and ecological plasticity of early ripening potato varieties by, as well as the main indicators of productivity based on the results of their testing in the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region for 2017-2019. In the group of allowed for use variety Colomba (36.9 tons/ha) was the best in terms of average productivity, and among the promising varieties – Paroli (30.3 tons/ha). The greatest realization of the productivity potential in the group allowed for use was the variety Colomba (96.6%), and among the promising varieties – Triumph (95.4%). The greatest stress resistance and the least variability of productivity were noted in the allowed for use variety Colomba (respectively -2.8 and 3.8%) and promising Triumph (respectively -2.4 and 4.4%). Most of the studied varieties were characterized by strong responsiveness to changing conditions ($b_i > 1$), which allows them to be classified as intensive. The allowed for use variety Colomba ($SF = 1.08$ and $GAA = 9.5$, respectively) was the best in terms of environmental sustainability and general adaptive, and in the group of promising varieties – Triumph ($SF = 1.08$) and Paroli ($GAA = 2.9$). The variety Karatop (allowed for use, 148 g) and Newton (promising, 150 g) were distinguished by the mass of the marketable tuber, and Karatop (allowed for use, 15.9%), Mia and Triumph (promising, 16.3%, respectively) were distinguished by the content of starch. The marketability of the tubers is high in all varieties. In the group of allowed for use varieties Karatop and Lux were the best in taste assessment (4.5 points, respectively), and in group of the promising ones – the variety Paroli (4.7 points). For three years of the testing the late blight of tubers has not been detected in the allowed for use varieties Alena and Lux, and in the promising varieties Nix, Newton and Paroli it was noted for three years.

Keywords: *potato, variety, productivity, stress resistance, plasticity, ecological stability, general adaptive ability*

Введение. При решении задач продовольственной безопасности требуется активизация генетико-селекционных исследований в сельском хозяйстве, в том числе и в области селекции и семеноводства картофеля [1].

Наиболее доступный способ повышения урожайности и качества клубней картофеля – внедрение в производство сортов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков [2].

По данным на 2018 г., в России допущено к использованию 420 сортов картофеля. Однако из этого количества только 220 отечественной селекции, т. е. половина возделываемых сортов – импортные, которые, несмотря на большой потенциал продуктивности, быстро вырождаются из-за низкой адаптивности к местным природно-климатическим условиям. Все это указывает на необходимость разработки и применения новейших селекционно-генетических технологий для выведения новых сортов, что позволит ликвидировать отставание от технологически развитых стран [1, 3, 4].

Требования сельскохозяйственного производства к сортам картофеля постоянно возрастают и включают не только высокую урожайность, но и отличные товарные показатели, питательную ценность, пригодность к длительному хранению, устойчивость к стресс-факторам и др. [5, 6].

Современные сорта картофеля имеют высокий потенциал продуктивности, оцениваемый на уровне 70–80 т/га, однако его реализация в производстве низкая и составляет 20-30% – это следствие, в первую очередь, недостаточной экологической устойчивости сортов [5,7]. Так, в частности, в Тюменской области в хозяйствах всех категорий в среднем за 2013–2017 гг. урожайность картофеля составила 18,8 т/га.

Постоянная сортосмена – необходимое условие интенсификации картофелеводства [5, 7]. Вместе с тем отбираемые и внедряемые в производство сорта картофеля и, в частности, в условиях Сибирского региона, должны сочетать в себе высокий уровень продуктивности с устойчивостью к лимитирующим факторам окружающей среды. Такие сорта должны характеризоваться экологической пластичностью и обладать общей и специфической адаптивной способностью, что обеспечит получение высоких и стабильных урожаев [3, 9-11].

В условиях Западной Сибири важным направлением в селекции картофеля является создание раннеспелых сортов, которые могут наиболее полно использовать ограниченные биоклиматические ресурсы региона и реализовать свой генетический потенциал в течение короткого вегетационного периода [12, 13].

Изучение сортов данной группы спелости в условиях Северного Зауралья и предопределило актуальность наших исследований.

Цель исследования – комплексная оценка допущенных к использованию и перспективных раннеспелых сортов картофеля по урожайности, параметрам адаптивности, а также основным показателям продуктивности в условиях северной лесостепи Тюменской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Объектом исследования служили 14 раннеспелых сортов картофеля, из них 7 – допущенных к использованию и 7 – перспективных, которые испытывались в 2017–2019 гг. в условиях северной лесостепи Тюменской области (III зона, Тюменский овощной ГСУ) [14].

Предшественник в годы испытания – яровая пшеница. Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – 4-кратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное.

В зависимости от погодных условий в годы испытания сортов срок их посадки был различным: в 2017 г. – в первой декаде мая, а в 2018 и 2019 гг. – в третьей декаде мая. В госсортоиспытании картофеля использовались элементы технологии его возделывания, которые разработаны и рекомендованы научно-исследовательскими учреждениями региона как оптимальные для указанной почвенно-климатической зоны.

Индекс условий среды (I_j) в годы испытания и экологическую пластичность (коэффициент регрессии, b_i) сортов определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [15]. Реализацию потенциала урожайности сортов картофеля рассчитывали по методикам Э.Д. Неттевича [16], а их стрессоустойчивость (Y_1-Y_2) – по уравнениям А.А. Rossielle, J. Nembrin [17] в изложении А.А. Гончаренко [18]. Изменчивость урожайности (коэффициент вариации, C_v) и размах ($d\%$) основных показателей продуктивности сортов картофеля определяли соответственно по методике Б.А. Доспехова [19] и В.А. Зыкина с соав. [20]. Экологическую устойчивость (SF) сортов определяли по методике, предложенной D.Lewis [21] в изложении А.А. Гончаренко [22], а их общую адаптивную способность (ОАС) – по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [23].

Результаты исследований. Условия среды в годы испытания сортов картофеля, исходя из величины индекса, значительно варьировали. Наиболее благоприятные условия для роста и развития сортов сложились в 2017 г. ($I_j = 1,1$), а наиболее неблагоприятными они были в 2018 г. ($I_j = -1,4$) (табл. 1).

Наиболее низкий уровень урожайности за годы исследования в группе допущенных к использованию отмечен у сорта Ред Скарлетт (16,6 т/га), а у перспективных – Никсе (16,7 т/га). Нами выявлен значительный потенциал урожайности у большинства изученных сортов. В группе допущенных к использованию максимальной урожайностью характеризовался сорт Жуковский ранний (42,4 т/га), а у перспективных – Пароли (37,0 т/га) (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность, реализация ее потенциала и параметры адаптивности раннеспелых сортов картофеля, 2017-2019 гг.

Сорт	Год допуска к использованию	Урожайность, т/га		Средняя урожайность		Реализация потенциала урожайности, %	(Y ₁ -Y ₂)	C _v ,%	b _i	SF	OAC
		min (Y ₁)	max (Y ₂)	т/га	к сорту Каратоп %						
Каратоп	2003	16,7	30,4	23,6	100,0	77,6	-13,7	28,8	-0,80	1,82	-3,8
Алена	2003	21,8	37,1	28,5	120,8	76,8	-15,3	27,4	4,08	1,70	1,1
Жуковский ранний	2007	21,6	42,4	28,5	120,8	67,2	-20,8	42,1	3,15	1,96	1,1
Ред Скарлетт	2010	16,6	32,9	24,5	103,8	74,5	-16,3	33,5	2,73	1,98	-2,9
Северный	2014	17,8	34,1	26,5	112,3	77,7	-16,3	30,9	1,76	1,92	-0,9
Люкс	2016	25,0	34,1	30,3	128,4	88,8	-9,1	15,5	-2,25	1,36	2,9
Коломба	2019	35,4	38,2	36,9	156,4	96,6	-2,8	3,8	0,73	1,08	9,5
Миа	-	24,7	31,6	27,4	116,1	86,7	-6,9	13,5	3,18	1,28	0,0
Мишка	-	18,8	28,7	24,9	105,5	86,8	-9,9	21,3	-2,60	1,53	-2,5
Никсе	-	16,7	26,2	20,9	88,6	79,8	-9,5	23,0	4,01	1,57	-6,5
Ньютон	-	19,6	27,0	23,4	99,2	86,7	-7,4	15,8	3,51	1,38	-4,0
Пароли	-	23,1	37,0	30,3	128,4	81,9	-13,9	23,1	2,01	1,60	2,9
Раноми	-	24,0	36,2	29,1	123,3	80,4	-12,2	21,6	5,14	1,51	1,7
Триумф	-	28,4	30,8	29,4	124,6	95,4	-2,4	4,4	1,44	1,08	2,0
Индекс условий среды (I _j): min	-	-1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
max	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Средняя урожайность в опыте, т/га	-	-	-	27,4	-	-	-	-	-	-	-

По средней урожайности за 2017–2019 гг. лучшим, допущенным к использованию сортом, был Коломба (36,9 т/га), а среди перспективных – Пароли (30,3 т/га). Наиболее низкая средняя урожайность в соответствующих группах отмечена у сортов Каратоп (23,6 т/га) и Никсе (20,9 т/га). Следует отметить, что большинство перспективных сортов уступали по средней урожайности допущенным к использованию сортам.

Во временной динамике допуска сортов к использованию выявлено повышение их урожайности, особенно за период с 2014 по 2019 гг. допуска. Так, сорт Коломба (допущен к использованию в 2019 г.) превысил по средней урожайности сорта Каратоп и Алена (допущенные к использованию в 2003 г.) соответственно на 13,3 и 8,4 т/га (табл. 1). Это указывает на селекционный прогресс в отношении данной культуры, который направлен в первую очередь на повышение потенциала урожайности создаваемых сортов.

Ценной характеристикой сортов является величина реализации потенциала их урожайности в условиях тех или иных природно-климатических зон. Величина данного параметра в значительной степени зависит как от экологической устойчивости сорта, так и от уровня культуры земледелия, а также соблюдения всех элементов технологии его возделывания. У допущенных к использованию сортов наибольшая реализация потенциала урожайности отмечена у сорта Коломба (96,6%). У перспективных сортов лучшим по данному показателю был сорт Триумф (95,4%) (табл. 1). Сравнение минимальной, максимальной и

средней урожайности с величиной реализации ее потенциала показало, что повышение последней тесно связано со снижением размаха урожайности (max–min).

В регионах, характеризующихся резко континентальным климатом, повышение урожайности и ее стабильности тесно связано с уровнем стрессоустойчивости сортов. У большинства изученных нами сортов картофеля выявлено низкое значение данного показателя, особенно у допущенных к использованию. Лучшими по стрессоустойчивости были сорта Коломба ($-2,8$) и Триумф ($-2,4$), которые одновременно характеризовались наибольшей средней урожайностью, а также наибольшей минимальной урожайностью при отрицательном значении индекса условий среды (табл. 1).

Все сорта характеризовались значительной вариабельностью урожайности, что напрямую связано с низким уровнем их стрессоустойчивости. Наименьшее значение коэффициента вариации у допущенных к использованию сортов отмечено у сорта Коломба ($3,8\%$), а у перспективных сортов – Триумф ($4,4\%$) (табл. 1). При сравнении потенциала и средней урожайности с ее вариабельностью нами не выявлено прямой зависимости, но такая зависимость прослеживается при сравнении вариабельности со стрессоустойчивостью сортов, а также существует отрицательная зависимость при сравнении вариабельности с реализацией потенциала урожайности. Таким образом, повышение реализации потенциала урожайности достигается путем снижения ее вариабельности, а снижение вариабельности – через повышение стрессоустойчивости сортов.

Пластичность сортов, выраженная через коэффициент регрессии, который служит мерилем реакции сортов на изменение условий, по данным наших исследований, характеризовалась значительной вариабельностью в зависимости от сорта, что указывает на различный характер взаимодействия в системе генотип – среда, как основного селекционно-генетического компонента формирования урожайности.

У подавляющего большинства как допущенных к использованию, так и перспективных сортов выявлена сильная отзывчивость на изменение условий ($b_i > 1$), что позволяет отнести их к интенсивным, которые будут наиболее эффективны при их возделывании на высоких агрофонах. Наибольшее значение данного параметра отмечено у сортов Алена (допущен к использованию, $b_i = 4,08$) и Раноми (перспективный, $b_i = 5,14$) (табл. 1).

Слабой отзывчивостью на изменение условий характеризуется допущенный к использованию сорт Коломба ($b_i = 0,73$) при одновременно самой высокой средней урожайности ($36,9$ т/га). Данный сорт при отрицательном значении индекса условий среды ($I_j = -1,4$) незначительно снизил свою урожайность, благодаря высокой стрессоустойчивости ($-2,8$) и в то же время незначительно повысил урожайность в благоприятных, исходя из индекса, условиях ($I_j = 1,1$). Все это способствовало формированию высокой средней урожайности при незначительной отзывчивости на изменение условий.

У сортов Каратоп, Люкс и Мишка коэффициент регрессии имеет отрицательный знак. Такие значения коэффициента регрессии могут наблюдаться у сортов с высокой адаптивностью в лимитированных условиях (сорт Люкс), а также у сортов с низкой адаптивностью (сорта Каратоп, Мишка).

Показатель экологической устойчивости оценивает способность генотипов создавать узкий или широкий диапазон фенотипов в меняющихся условиях среды [22]. У изученных нами сортов отмечены низкие значения данного показателя ($SF > 1$), особенно у допущенных к использованию. Наиболее высокие значения экологической устойчивости выявлены у сортов Коломба (допущен к использованию) и Триумф (перспективный) ($SF = 1,08$) (табл. 1).

Общая адаптивная способность, как способность сорта формировать высокий уровень урожайности в различных средах, значительно варьирует в зависимости от сорта и в целом характеризуется низкой величиной. Среди допущенных к использованию сортов наибольшую адаптивную способность имеет сорт Коломба ($OAC = 9,5$), а у перспективных – Пароли ($OAC = 2,9$) (табл. 1). Средняя урожайность данных сортов выше средней урожайности в опыте соответственно на $9,5$ и $2,9$ т/га. Наряду с этим особую ценность представляет сорт Коломба,

так как высокий уровень его общей адаптивной способности сочетается с низкой вариабельностью урожайности ($C_v = 3,8\%$).

По массе товарного клубня лучшим среди допущенных к использованию был сорт Коломба (148 г), а у перспективных – Ньютон (150 г) (табл. 2). Размах массы товарного клубня значительный у всех сортов, за исключением сорта Миа, где его величина составила 7,2%.

В целом допущенные к использованию сорта картофеля по содержанию крахмала превышали перспективные. Наибольшее значение данного показателя среди допущенных к использованию характерно для сорта Каратоп (15,9%), а у перспективных – для сортов Миа и Триумф (16,3%) (табл. 2). Размах содержания крахмала значительный у всех изученных сортов. Наименьшую его величину у допущенных к использованию сортов имеют Жуковский ранний (7,5%) и Коломба (6,6%), а у перспективных – сорт Мишка (8,4%).

Таблица 2. Основные показатели продуктивности, вкусовая оценка и фитофтороз клубней раннеспелых сортов картофеля в 2017-2019 гг.

Сорт	Год допуска к использованию	Масса товарного клубня, г		Содержание крахмала, %		Товарных клубней, %		Вкусовая оценка, балл	Фитофтороз клубней, %		
		– х	d%	– х	d%	– х	d%		2017 г.	2018 г.	2019 г.
Каратоп	2003	105	37,6	15,9	16,5	92,2	6,5	4,5	0,3	0,0	0,4
Алена	2003	126	18,9	14,2	27,8	95,4	7,0	3,9	0,0	0,0	0,0
Жуковский ранний	2007	113	29,9	12,8	7,5	96,4	0,5	3,7	0,2	0,0	0,0
Ред Скарлетт	2010	136	16,5	13,1	15,0	97,0	3,4	3,8	0,1	0,0	0,4
Северный	2014	113	32,1	14,1	34,5	95,5	1,2	4,3	1,0	0,1	0,0
Люкс	2016	109	24,8	15,5	12,1	97,9	3,0	4,5	0,0	0,0	0,0
Коломба	2019	148	18,0	11,9	6,6	95,5	5,2	4,0	1,1	0,1	0,0
Миа	-	120	7,2	16,3	34,8	94,6	1,4	4,5	2,0	0,1	0,0
Мишка	-	139	25,5	16,2	8,4	96,0	3,4	3,9	1,1	0,0	0,0
Никсе	-	107	23,5	13,8	34,3	95,5	2,7	3,9	0,5	0,8	0,2
Ньютон	-	150	38,0	15,2	44,4	94,9	2,8	4,2	0,3	0,2	0,2
Пароли	-	140	51,0	14,0	24,2	88,2	18,2	4,7	9,0	19,3	0,3
Раноми	-	130	25,0	12,5	13,2	96,0	0,5	4,5	3,0	0,5	0,0
Триумф	-	122	12,1	16,3	31,1	94,4	6,8	4,0	1,0	0,2	0,0

Товарность клубней высокая у всех сортов, особенно у допущенных к использованию. Наибольшим значением данного показателя характеризуются сорта Люкс (допущен к использованию, 97,9%), Мишка и Раноми (перспективные, 96,0%) (табл. 2). Величина размаха товарности клубней незначительная и варьирует от 0,5% (Жуковский ранний, Раноми) до 18,2% (Пароли).

Ни один из изученных сортов в среднем за 2017–2019 гг. по вкусовой оценке не получил оценку на уровне 5,0 балла. Лучшими по данной характеристике в группе допущенных к использованию были сорта Каратоп и Люкс (4,5 балла), а среди перспективных – Пароли (4,7 балла) (табл. 2).

За период испытания с 2017 по 2019 гг. фитофтороз клубней не выявлен у допущенных к использованию сортов Алена и Люкс (табл. 2). В течение трех лет испытания фитофтороз отмечен у перспективных сортов Никсе, Ньютон и Пароли.

Выводы:

1. Наибольшей средней урожайностью в группе допущенных к использованию сортов характеризовался сорт картофеля Коломба (36,9 т/га), а среди перспективных сортов – Пароли (30,3 т/га).

2. По величине реализации потенциала урожайности лучшими были сорта Коломба (допущен к использованию, 96,6%) и Триумф (перспективный, 95,4%).

3. Наибольшая стрессоустойчивость и наименьшая вариабельность урожайности отмечена у допущенного к использованию сорта Коломба (соответственно -2,8 и 3,8%) и перспективного – Триумф (соответственно -2,4 и 4,4%).

4. Большинство как допущенных к использованию, так и перспективных сортов картофеля характеризовались сильной отзывчивостью на изменение условий, что позволяет отнести их к группе интенсивных. Лучшими по данному показателю были сорта Алена (допущен к использованию, $b_i = 4,08$) и Раноми (перспективный, $b_i = 5,14$).

5. Наибольшая экологическая устойчивость и общая адаптивная способность у допущенных к использованию сортов выявлена у сорта Коломба (соответственно 1,08 и 9,5), у перспективных сортов лучшим по экологической устойчивости был сорт Триумф ($SF = 1,08$), а по общей адаптивной способности – Пароли (ОАС = 2,9).

6. По массе товарного клубня и содержания крахмала у допущенных к использованию сортов выделился сорт Каратоп (соответственно 148 г и 15,9%); у перспективных сортов – по массе товарного клубня сорт Ньютон (150 г), по содержанию крахмала – сорта Миа и Триумф (16,3%).

7. Товарность клубней высокая у всех сортов. Наибольшее ее значение отмечено у сортов Люкс (допущен к использованию, 97,9%), Мишка и Раноми (перспективные, 96,0%).

8. Размах массы товарного клубня и содержание крахмала значительный у всех сортов, а товарности клубней – незначительный.

9. Лучшими по вкусовой оценке в группе допущенных к использованию сортов были сорта Каратоп и Люкс (4,5 балла), а у перспективных сортов – Пароли (4,7 балла).

10. В течение трех лет испытания (с 2017 по 2019 гг.) фитофтороз клубней не выявлен у допущенных к использованию сортов Алена и Люкс, а у перспективных сортов Никсе, Ньютон и Пароли он был отмечен в течение трех лет.

Литература

1. Журавлева Е.В., Букаева Н.М., Филипчук А.А. Создание новых отечественных сортов картофеля на основе современных генетических технологий и методов селекции // Достижение науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 3. – С. 92-94.
2. Шелабина Т.А., Родионенков А.И., Кузнецов А.А. Завьялова С.А. Оригинальное семеноводство картофеля сорта Чароит // Аграрная Россия. – 2019. – № 5. – С. 12-15.
3. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В. Подбор сортов картофеля для почвенно – климатических условий степной зоны Южного Урала // Достижение науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 51-54.
4. Сергеева Л.Б., Шанина Е.П. Общая адаптивная способность и экологическая стабильность сортов картофеля в зависимости от фона минерального питания и зоны возделывания // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 6 (18). – С. 19-22.
5. Галеев Р.Р., Сапожникова Ю.Г., Шульга М.С., Шекера В.В. Формирование урожайности сортов картофеля в зависимости от элементов технологии возделывания в лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник НГАУ. – 2013. – № 2 (27). – С. 7-11.
6. Галеев Р.Р. Адаптивные технологии в картофелеводстве. – Новосибирск: Агро – Сибирь, 2008. – 167 с.
7. Молявко А.А., Марухленко А.В., Еренкова Л.А., Борисова Н.П. Производство картофеля с использованием инноваций // Аграрная наука. – 2017. – № 3. – С. 11-14.
8. Халипский А.Н. Роль агроэкоотипа и фона возделывания в эффективности сортосмены полевых культур в Красноярском крае: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Тюмень, 2009. – 32 с.
9. Власенко Г.П. Пластичность и стабильность сортов картофеля в условиях Камчатского края // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т.32, № 4. – С.44-46.

10. Сапега В.А. Урожайность, параметры адаптивности сортов картофеля и их корреляционная зависимость // Аграрная Россия. – 2016. – № 3. – С. 21-24.
11. Котова З.П., Евдокимова З.З., Калашник М.В., Головина Л.Н., Челнокова В.В. Подбор перспективных гибридов картофеля по параметрам их адаптивности для условий Европейского Севера // Аграрный вестник Урала. – 2019. – №7 (186). – С. 26-32.
12. Дорожкин Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири. – Омск, 2004. – 272 с.
13. Черемисин А.И., Дергачева Н.В. Характеристика коллекции сортов картофеля по раннеспелости в условиях лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30., №10. – С. 35-37.
14. Выдрин В.В., Федорук Т.К. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2019 год. – Тюмень: Тюменский издательский дом, 2018. – 81 с.
15. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 3-6.
16. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36-40.
17. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments // Crop. Sci. – 1981. – Vol. 21. – № 6. – P. 27-29.
18. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
20. Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., Пашков С.В. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы // Доклады РАСХН. – 2000. – № 2. – С. 5-7.
21. Lewis D. Gene – environment interaction: A. relationship between dominance heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. – 1954. – Vol. 8. – P. 333-356.
22. Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А., Семенова Т.В., Точилин В.Н. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи // Доклады РАСХН. – 2015. – № 1-2. – С. 3-9.
23. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. – Минск: Тэхналогія. – 1997. – 372 с.

References

1. ZHuravleva E.V., Bukaeva N.M., Filipchuk A.A. Sozdanie novyh otechestvennyh sortov kartofelya na osnove sovremennyh geneticheskikh tekhnologij i metodov selekcii // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. – 2018. – Т. 32, № 3. – S. 92-94.
2. SHelabina T.A., Rodionenkov A.I., Kuznecov A.A. Zav'yalova S.A. Original'noe semenovodstvo kartofelya sorta CHaroit // Agrarnaya Rossiya. – 2019. – № 5. – S. 12-15.
3. Mushinskij A.A., Aminova E.V., Gerasimova E.V. Podbor sortov kartofelya dlya pochvenno – klimaticheskikh uslovij stepnoj zony YUzhnogo Urala // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. – 2017. – Т. 31, № 4. – S. 51-54.
4. Sergeeva L.B., SHanina E.P. Obshchaya adaptivnaya sposobnost' i ekologicheskaya stabil'nost' sortov kartofelya v zavisimosti ot fona mineral'nogo pitaniya i zony vozdeleyvaniya // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. – 2014. – № 6 (18). – S. 19-22.
5. Galeev R.R., Sapozhnikova YU.G., SHul'ga M.S., SHekera V.V. Formirovanie urozhajnosti sortov kartofelya v zavisimosti ot elementov tekhnologii vozdeleyvaniya v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya // Vestnik NGAU. – 2013. – № 2 (27). – S. 7-11.
6. Galeev R.R. Adaptivnye tekhnologii v kartofelevodstve. – Novosibirsk: Agro – Sibir', 2008. – 167 s.
7. Molyavko A.A., Maruhlenko A.V., Erenkova L.A., Borisova N.P. Proizvodstvo kartofelya s ispol'zovaniem innovacij // Agrarnaya nauka. – 2017. – № 3. – S. 11-14.
8. Halipskij A.N. Rol' agroekotipa i fona vozdeleyvaniya v effektivnosti sortosmeny polevyh kul'tur v Krasnoyarskom krae: avtoref. dis. ... dokt. s.-h. nauk. – Tyumen', 2009. – 32 s.

9. **Vlasenko G.P.** Plastichnost' i stabil'nost' sortov kartofelya v usloviyah Kamchatskogo kraja // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2018. – Т.32, № 4. – С.44-46.
10. **Sapega V.A.** Urozhajnost', parametry adaptivnosti sortov kartofelya i ih korrelyacionnaya zavisimost' // Agrarnaya Rossiya. – 2016. – № 3. – С. 21-24.
11. **Kotova Z.P., Evdokimova Z.Z., Kalashnik M.V., Golovina L.N., Chelnokova V.V.** Podbor perspektivnyh gibridov kartofelya po parametram ih adaptivnosti dlya uslovij Evropejskogo Severa // Agrarnyj vestnik Urala. – 2019. – №7 (186). – С. 26-32.
12. **Dorozhkin B.N.** Selekcija kartofelya v Zapadnoj Sibiri. – Omsk, 2004. – 272 s.
13. **Cheremisin A.I., Dergacheva N.V.** Harakteristika kollekcii sortov kartofelya po rannespelosti v usloviyah lesostepi Zapadnoj Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30., №10. – С. 35-37.
14. **Vydrin V.V., Fedoruk T.K.** Sortovoe rajonirovanie sel'skohozyajstvennyh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya po Tyumenskoj oblasti za 2019 god. – Tyumen': Tyumenskij izdatel'skij dom, 2018. – 81 s.
15. **Nettevich E.D.** Potencial urozhajnosti rekomendovannyh dlya vozdeleyvaniya v Central'nom regione RF sortov yarovoj pshenicy i yachmenya i ego realizaciya v usloviyah proizvodstva // Doklady RASKHN. –2001. – № 3. – С. 3-6.
16. **Eberhart S.A., Russell W.A.** Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36-40.
17. **Rossielle A.A., Hamblin J.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents // Crop. Sci. – 1981. – Vol. 21. – № 6. – P. 27-29.
18. **Goncharenko A.A.** Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur // Vestnik RASKHN. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
19. **Dospexhov B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). – M.: Al'yans, 2011. – 352 s.
20. **Zykin V.A., Belan I.A., Rosseev V.M., Pashkov S.V.** Selekcija yarovoj pshenicy na adaptivnost': rezul'taty i perspektivy // Doklady RASKHN. – 2000. – № 2. – С. 5-7.
21. **Lewis D.** Gene – environment interaction: A. relationship between dominance heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. – 1954. – Vol. 8. – P. 333-356.
22. **Goncharenko A.A., Makarov A.V., Ermakov S.A., Semenova T.V., Tochilin V.N.** Ocenka ekologicheskoy stabil'nosti i plastichnosti inbrednyh linij ozimoy rzhi // Doklady RASKHN. – 2015. – № 1-2. – С. 3-9.
23. **Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V.** Ekologicheskaya selekcija rastenij. – Minsk: Tekhnologija. – 1997. – 372 s.

Цитирование. Сапега В.А. Урожайность и адаптивность раннеспелых сортов картофеля в лесостепи Северного Зауралья // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 68-76. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-68-76

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Sapega V.A. The productivity and adaptability of early ripening potato varieties in forest-steppe of Northern Trans-Urals // Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 68-76. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-68-76

Author's contribution. The author of this research paper has directly participated in the planning, execution, or analysis of this study.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

УДК 635.21:631. 615.322

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-77-84

УСТОЙЧИВОСТЬ КЛУБНЕЙ К ФИТОФТОРОЗУ И СОДЕРЖАНИЕ ГЛИКОАЛКАЛОИДОВ У ОБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Доктор биологических наук **Надежда Мубаровна Зотева**
(ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений
им. Н.И. Вавилова (ВИР), e-mail: nzoteyeva@gmail.com)

РИНЦ SPIN-код: 9310-4419

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2266-0467>

Специалист **Владимир Вячеславович Васипов**

(ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений
им. Н.И. Вавилова (ВИР), e-mail: vl.vasipov@gmail.com)

РИНЦ SPIN-код: 4544-4316

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3829-7714>

190000, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.44

Кандидат биологических наук **Алла Георгиевна Семенова**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: a.g.semenova@rambler.ru)

РИНЦ SPIN-код: 4810-9737

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2817-8615>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 13.01.2021 г.

Дата принятия в печать 30.02.2021 г.

Аннотация. В Российской Федерации среди продуктов питания картофель имеет большой удельный вес. В связи с возрастающей важностью проблемы экологии и здорового питания, количество гликоалкалоидов в клубнях является важным пороговым признаком в селекции картофеля. Основными гликоалкалоидами, присутствующими в растениях картофеля, являются α -соланин и α -чаконин.

Наиболее экономически значимой болезнью культуры картофеля является фитофтороз, вызываемый оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, контроль за которым осуществляется применением фунгицидов, отрицательно влияющих на окружающую среду. Альтернативой химическим обработкам может служить выведение сортов с устойчивостью к фитофторозу. Перспективным направлением селекции устойчивых к болезням сортов является межвидовая гибридизация с использованием источников устойчивости из числа диких и культурных видов картофеля. В научной литературе рассматривается вопрос влияния уровня содержания гликоалкалоидов на устойчивость растений картофеля к вредным организмам.

В данной работе проведено сравнение содержания α -соланина и α -чаконина с уровнем устойчивости к фитофторозу у растений картофеля различного происхождения. Помимо образца *S. neoantipoviczii* и его гибрида с *S. phureja* вариабильность по содержанию гликоалкалоидов отмечена внутри образцов *S. papita*, *S. ruiz-ceballosii*, *S. tuberosum* subsp. *andigenum* и у гибрида *S. microdontum* \times *S. tarijense*. В сравнении с образцами диких видов и межвидовых гибридов, в клубнях *S. tuberosum* subsp. *andigenum* установлено гораздо более низкое содержание обоих гликоалкалоидов – α -соланина и α -чаконина.

Среди шести изученных образцов с различной видовой принадлежностью, представленных 27-ю клонами, положительная связь между уровнем устойчивости клубней к фитофторозу и содержанием гликоалкалоидов найдена только у *S. ruiz-ceballosii*.

Ключевые слова: виды рода *Solanum* L., устойчивость, фитофтороз, содержание гликоалкалоидов

TUBER RESISTANCE TO LATE BLIGHT AND GLYCOALCALOID CONTENT IN THE POTATO SAMPLES OF DIFFERENT ORIGIN

Doctor of Biological Sciences **Nadezda Mubarovna Zoteyeva**

(FGBNU Federal Research Center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), e-mail: nzoteyeva@gmail.com)

RSCI SPIN-code: 9310-4419

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2266-0467>

Researcher **Vladimir Vyacheslavovich Vasipov**

(FGBNU Federal Research Center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), e-mail: vl.vasipov@gmail.com)

RSCI SPIN-code: 4544-4316

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3829-7714>

190000, Russia; St. Petersburg, Bolsaya Morskaya, д. 44

Candidate of Biological Sciences **Alla Georgievna Semenova**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: a.g.semenova@rambler.ru)

RSCI SPIN-code: 4810-9737

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2817-8615>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 13/01/2021

Submitted 30/02/2021

Abstract. In the Russian Federation, among food products, potatoes have a large share. Glycoalkaloid amount in tubers is an important threshold trait in potato breeding. The main potato glycoalkaloids are α -solanine and α -chaconine. The most economically significant potato disease is late blight caused by oomycete *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, which is controlled by the use of fungicides that affect the environment. The development of new varieties resistant to late blight is to be an alternative to the chemical treatments. Interspecific hybridization using resistance sources from wild and cultivated potato species is a promising way in breeding disease-resistant varieties. In the scientific literature, the influence of glycoalkaloid amount on the resistance of potato plants to harmful organisms is considering. In current research the comparison of glycoalkaloid amount and tuber late blight resistance levels in assessed plants was performed.

Beside an accession of *S. neoantipoviczii* and its hybrid with *S. phureja* the variability for glycoalkaloid amount was observed among the clones of *S. papita*, *S. ruiz-ceballosii*, *S. tuberosum* subsp. *andigenum* and of hybrid *S. microdontum* \times *S. tarijense*. In comparison with glycoalkaloid amount in tubers of wild species and interspecific hybrids, *S. tuberosum* subsp. *andigenum* clones are characterized by much lower content of both α -solanine and α -chaconine. Among six accessions including 27 clones, only *S. ruiz-ceballosii* showed a positive link of glycoalkaloid amount with tuber resistance levels to late blight.

Keywords: *Solanum* L. species, tuber resistance, late blight, glycoalkaloid content

Введение. Важной проблемой отрасли картофелеводства является повышение устойчивости к основным болезням культуры и, в частности, к фитофторозу, поражение растений которым приводит к большим потерям урожая. В селекции картофеля широко используют виды *Solanum* L., обладающие высоким уровнем устойчивости к этой болезни. Сородичи *Solanum tuberosum* из числа большинства других видов характеризуются высоким содержанием стероидных гликоалкалоидов, которые являются токсинами небелковой природы. Изменение содержания гликоалкалоидов в различных частях растений в процессе онтогенеза может являться одним из факторов формирования иммунитета. В научной литературе рассматривается вопрос влияния уровня содержания гликоалкалоидов на степень устойчивости к фитофторозу. Проведенными ранее исследованиями показано, что повышенное содержание гликоалкалоидов (GA) может повышать резистентность растений картофеля к вредным организмам [1, 2].

Фитофтороз картофеля, вызываемый *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, является одной из наиболее вредоносных болезней картофеля и поражает как ботву, так и клубни растений. Способность патогена к воспроизведению половым путем, которому способствует наличие в популяциях *P. infestans* типов спаривания A1 и A2, приводит к рекомбинации генов и, как следствие, к появлению более патогенных штаммов [3]. В Европе уже на протяжении десятилетий происходят значительные изменения в структуре местных популяций *P. infestans* [3, 4, 5, 6, 7].

На Северо-Западе РФ (Ленинградская область) также отмечено распространение обоих типов совместимости A1 и A2 и частая встречаемость широкого набора генов вирулентности в изолятах, выделенных из местных популяций патогена [8].

При борьбе с фитофторозом применяют многочисленные химические обработки посадок картофеля системными и контактно-системными препаратами фунгицидного действия, что приводит к токсическому загрязнению биоценозов. Чтобы избежать дальнейшего нанесения ущерба окружающей среде, необходимо искать альтернативные пути контроля над болезнью. Альтернативой может служить межвидовая гибридизация с использованием источников устойчивости из числа диких и культурных видов картофеля, среди которых уже выявлено большое число образцов с высокой устойчивостью к патогену [9].

Использование в селекции сородичей культурного картофеля из рода *Solanum* имеет свои негативные стороны из-за нежелательных признаков, передающихся межвидовым гибридам, таких как мелкие размеры клубней, неправильная их форма, длинные столоны, высокое содержание GA. У селекционных клонов – гибридов с культурным *S. tuberosum* L. найдены различия по содержанию α-соланина и α-чаконина, некоторые клоны могут содержать большое количество GA [10]. Последнее является важным фактором в селекции, так как повышенное содержание GA не позволяет вводить новые сорта в производство из-за вреда, которое они могут нанести здоровью потребителей. Содержание GA как в сырых, так и в обработанных картофельных продуктах должно учитываться при производстве картофеля. Пищевая промышленность должна придерживаться правил, принятых для уровня показателей концентрации GA в клубнях картофеля. Считается, что норма общего числа GA не может превышать 200 мг на 1 кг клубней [11].

Цель исследования – определить уровень содержания стероидных гликоалкалоидов в клубнях образцов картофеля различного происхождения и сопоставить эти показатели с данными фитопатологических опытов по оценке устойчивости к фитофторозу. На основании полученных результатов определить влияние уровня содержания гликоалкалоидов в клубнях картофеля на степень устойчивости к болезни.

Материалы, методы и объекты исследований. В изучении были использованы образцы видов картофеля: *S. andigenum* Juz. et Buk. (adg) *S. neoantipoviczii* Buk. (nan), *S. papita* Rydb. (pta), *S. ruiz-ceballosii* Card. (rzc), а также межвидовых гибридов *S. neoantipoviczii* × *S. phureja* Juz. et Buk. (nan × phu) и *S. microdontum* Bitt. × *S. tarijense* Hawk. (mcd × tar). Проведена

оценка по устойчивости к фитофторозу и по содержанию в них ГА клубней клонов, полученных от разных сеянцев данных образцов. Всего оценено 27 клонов 6-ти образцов.

Оценку устойчивости клубней проводили в соответствии с методом, разработанным Н.М. Зотеевой и Е. Зимнох-Гузовской (2004) [13]. Использовали шкалу оценки от 1 до 9 баллов, где балл 9 означает отсутствие симптомов болезни, балл 1 – 95-100% поражения. В качестве чувствительного к фитофторозу контроля использовали столовый сорт 'Bintje', в качестве устойчивого – селекционный клон SW93-1015.

Для анализа содержания ГА отбирали по пять клубней от каждого генотипа, промывали, высушивали, разрезали на кубики и гомогенизировали (вместе с кожурой). Клубни анализировали с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на общее содержание ГА, где составляющими были sol-соланин и cha-чаконин. Клубни промывали в водопроводной воде. По 20 г каждого образца гомогенизировали с помощью гомогенизатора Ultra Turrax TP 18/10 с валом 18-N (Janke & Kunkel KG, IKA-Werk, D-7813, Staufen, Германия) в течение 2 минут с 100 мл воды с добавлением уксусной и аскорбиновой кислот, 100:5:1 (об./об./мас.). Объем доводили до 200 мл тем же растворителем, осветляли центрифугированием при +4°C и 10000 об./мин (Sorvall Evolution RC) в течение 10 минут и фильтровали через 1F (Munktells). 10 мл супернатанта помещали в картридж Sep-Pak C18, предварительно активированный ацетонитрилом, в соответствии с методом [12], который также использовали для последующей аналитической процедуры. В качестве стандартов для определения ВЭЖХ использовали sol-соланин и cha-чаконин (Sigma Chemical Co.). Концентрации даны в мг/кг⁻¹ сырого веса (mg kg⁻¹ f.w.).

Результаты исследований.

Исследование устойчивости к фитофторозу. При искусственном заражении агрессивным изолятом *Phytophthora infestans* отсутствие симптомов либо слабое их проявление (баллы оценки от 7 до 9) отмечено у образцов *S. neoantipoviczii*, у пяти из 10-ти клонов *S. neoantipoviczii* × *S. phureja*, у одного из пяти клонов *S. tuberosum* subsp. *andigenum* и у единичных клонов *S. papita*, *S. ruiz-ceballosii* и *S. microdontum* × *S. tarijense*. Клоны с симптомами болезни, оцениваемые баллами от 6,9 до 5,6, квалифицировали как умеренно устойчивые. Такие фенотипы встречались у образцов *S. tuberosum* subsp. *Andigenum*, *S. papita*, *S. ruiz-ceballosii* и гибрида *S. neoantipoviczii* × *S. phureja*. За исключением *S. neoantipoviczii* и его гибрида с *S. phureja*, чувствительные к болезни клоны, устойчивость которых оценивали баллами от 5,5 и ниже, встречались у всех образцов.

Исследование содержания гликоалкалоидов. Результаты оценки показали большие различия между исследованными образцами как по содержанию общего количества α-соланина и α-чаконина, так каждого из них.

Средние показатели общего содержания ГА для каждого образца составили: у *S. tuberosum* subsp. *andigenum* – 299.6 mg kg⁻¹ f.w.; у *S. neoantipoviczii* – 1455.3 mg kg⁻¹ f.w.; у *S. papita* – 892.1 mg kg⁻¹ f.w.; у *S. ruiz-ceballosii* – 1258.3 mg kg⁻¹ f.w.; у *S. microdontum* × *S. tarijense* – 1354.2 mg kg⁻¹ f.w.; у *S. neoantipoviczii* × *S. phureja* – 673.8 mg kg⁻¹ f.w. (табл.).

Вариабельность уровней содержания α-соланина и α-чаконина отмечена и между разными клонами, относящимися к одному образцу. Высокое содержание обоих гликоалкалоидов отмечено в клубнях клона rzc-1, относящегося к виду *S. ruiz-ceballosii*. У клона rzc-3 этого образца найдено высокое содержание α-соланина и значительно более низкое – α-чаконина. У третьего клона (rzc-2) содержание обоих было ощутимо ниже, чем у двух других клонов (табл.). Высокое содержание α-соланина и α-чаконина отмечено у всех растений *S. neoantipoviczii*. У родственного ему вида *S. papita* эти показатели были значительно ниже. У гибрида от скрещивания мексиканского *S. neoantipoviczii* с примитивным культурным видом *S. phureja* отмечено значительное снижение содержания α-соланина у всех растений и α-чаконина – у большей части. В данной сегрегирующей популяции отмечена выраженная вариабельность уровней содержания гликоалкалоидов, где количество α-соланина варьировало от 168 mg kg⁻¹ f.w. до 681 mg kg⁻¹ f.w. и α-чаконина – от 372 mg kg⁻¹ f.w.

до 1019 mg kg⁻¹ f.w. Наряду с образцом *S. neoantipoviczii*, частью клонов гибрида *S. neoantipoviczii* × *S. phureja* и двумя клонами *S. ruiz-ceballosii*, высоким содержанием α-чаконина характеризовались оба клона гибрида *S. microdontum* × *S. tarijense* (табл.).

Таблица. Содержание гликоалкалоидов в клубнях образцов и межвидовых гибридов картофеля с разным уровнем устойчивости к фитофторозу

Образец	Устойчивость к фитофторозу, балл	Содержание гликоалкалоидов, mg kg ⁻¹ f.w.		
		α-solanine	α-chaconine	общее
adg-1	6,8	111	169	280
adg-2	4,5	130	214	344
adg-3	5,5	77	124	201
adg-4	6,3	110	203	313
adg-5	7,3	110	250	360
nan-1	7,2	661	659	1320
nan-2	7	662	770	1432
nan-3	9	787	827	1614
pta-1	5	376	494	870
pta-2	6,4	359	476	835
pta-3	3,6	401	562	963
pta-4	8	398	502	900
rzc-1	9	802	898	1700
rzc-2	4,4	316	487	803
rzc-3	6,5	560	712	1272
mcd × tar-1	7	324	1075	1399
mcd × tar-2	3,3	277	1032	1309
nan × phu-1	8,2	362	374	736
nan × phu-2	8,4	263	257	520
nan × phu-3	7,5	280	665	945
nan × phu-4	6,2	210	174	384
nan × phu-5	8,6	177	385	562
nan × phu-6	6	498	483	981
nan × phu-7	7	338	681	1019
nan × phu-8	6,2	284	275	559
nan × phu-9	6,3	204	168	372
nan × phu-10	6,7	223	437	660
<i>Контроль</i>				
клон SW93-1015	4,7	72	251,5	323,5
сорт 'Bintje'	3,2	31	54	85

Самое низкое содержание обоих гликоалкалоидов найдено в клубнях клонов *S. tuberosum* subsp. *andigenum*, которые содержали от 77 до 110 mg kg⁻¹ f.w. α-соланина и от 124 до 250 mg kg⁻¹ f.w. α-чаконина, что выше, чем у столового сорта 'Bintje', но в 2 раза (α-соланин), 1,5 раза (α-чаконин) ниже, чем у селекционного клона SW93-1015.

У клонов *S. tuberosum* subsp. *andigenum* связи между изучаемыми признаками не наблюдали. Содержание GA у устойчивых и неустойчивых клонов *S. papita* не показало сильных различий. У клонов вида *S. ruiz-ceballosii* уровень устойчивости был соотносим с содержанием GA – высокоустойчивый (балл 9,0) клон rzc-1 имел наиболее высокое общее содержание GA (1700 mg kg⁻¹ f.w.), неустойчивый (балл 4,4) к фитофторозу клон rzc-2 имел почти вдвое меньшее содержание GA (803 mg kg⁻¹ f.w.), чем клон rzc-1, а умеренно устойчивый (балл 6,5) клон rzc-3 содержал 1272 mg kg⁻¹ f.w. GA. Устойчивый и неустойчивый клоны гибрида mcd × tar по содержанию α-соланина и α-чаконина сильно не различались. У пяти клонов *S. neoantipoviczii* и десяти клонов гибрида pap × phu связь признаков было трудно определить из-за отсутствия среди них чувствительных к фитофторозу.

В научной литературе рассматривается вопрос о влиянии содержания GA на устойчивость к фитофторозу и вредителям у растений картофеля. Существуют разные мнения, так, согласно D. Andrivon с соавторами (2003) [14], содержание GA не является фактором, влияющим на уровень устойчивости растений, в то время как другие авторы подтверждают эту зависимость [1, 2]. Добавление в мицелий патогена соединений α-чаконина и α-соланина показало, что только α-соланин мог сильно ингибировать рост *P. infestans* в жидкой культуре [2]. В нашем опыте сравнение показателей содержания гликоалкалоидов и устойчивости клубней к фитофторозу показало положительную связь признаков только у клонов образца *S. ruiz-ceballosii*.

Таким образом, использование видового разнообразия в селекции картофеля приносит ощутимые результаты. Гены устойчивости к болезням и вредителям поддерживают устойчивость сортов, выведенных с использованием межвидовой гибридизации. Высокое содержание гликоалкалоидов в клубнях селекционных клонов наблюдают на первых этапах селекции. Как видно из полученных данных, скрещивание образца дикого вида *S. neoantipoviczii* с высоким содержанием α-соланина и α-чаконина с образцом культурного вида *S. phureja* привело к значительному снижению количества обоих в клубнях гибридных клонов. Межвидовая гибридизация должна предусматривать беккроссы с культурными видами и, прежде всего, с *S. tuberosum*. При этом требуется постоянный отбор в популяциях гибридного потомства растений, сохраняющих устойчивость к болезни и характеризующихся снижением содержания гликоалкалоидов. Отсутствие связи степени устойчивости к фитофторозу с уровнем содержания гликоалкалоидов в данной группе опытных образцов наблюдали у большинства клонов, различающихся по реакции на заражение *Ph. infestans*. Этот факт следует учитывать при проведении отборов. Процесс отбора должен продолжаться до беккросс-поколения с количеством гликоалкалоидов на уровне столовых сортов, в противном случае потребительские качества клубней не будут соответствовать принятым стандартам.

Выводы:

1. Опытные образцы видов *Solanum* L. и их гибридов характеризуются высоким содержанием α-соланина и α-чаконина, значительно превышающим таковое у столового сорта 'Bintje'.

2. В сравнении с образцами диких видов и межвидовых гибридов в клубнях *S. tuberosum* subsp. *andigenum* установлено значительно более низкое содержание обоих гликоалкалоидов (α-соланина и α-чаконина).

3. В клубнях всех потомств от скрещивания *S. neoantipoviczii* с примитивным культурным видом *S. phureja* значительно снижалось содержание α-соланина и у большей части – α-чаконина. В данной сегрегирующей популяции отмечен высокий полиморфизм по содержанию общего количества гликоалкалоидов и каждого из них по отдельности.

4. Среди шести изученных образцов, представленных 27-ю клонами, положительная связь между уровнем устойчивости клубней к фитофторозу и содержанием гликоалкалоидов найдена только у клонов образца *S. ruiz-ceballosii*.

*Работа выполнена с частичной поддержкой Einar and Inga Nilsson Foundation (Швеция) и в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0006_2019 «Раскрытие потенциала наследственной изменчивости и выделение источников селекционно-ценных признаков, создание признаковых коллекций; формирование оптимизированных и структурированных коллекций на основе полевого скрининга и лабораторного изучения генетических ресурсов картофеля».

Литература

1. **Deahl K. L., Young R. J., Sinden S. L.** A study of the relationship of late blight resistance to glycoalkaloid content in fifteen potato clones //American Potato Journal. – 1973. – Т. 50. – №. 7. – С. 248-253.
2. **Dahlin P. Müller M.C., Ekengren S., McKee L. S., Bulone V.** The impact of steroidal glycoalkaloids on the physiology of *Phytophthora infestans*, the causative agent of potato late blight //Molecular Plant-Microbe Interactions. – 2017. – Т. 30. – №. 7. – С. 531-542. DOI: 10.1094/MPMI-09-16-0186-R
3. **Fry W.** *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer // Mol Plant Pathol. – 2008 – Т. 9 – С.385-402.
4. **Andrивon D.** Races of *Phytophthora infestans* in France, 1991–1993 //Potato Research. – 1994 – Т. 37. – №. 3. – С. 279-286.
5. **Lehtinen, A., Hannukkala, A., Andersson, B., Hermansen, A., Le, V. H., Nørstad, R., Brurberg, M. B., Nielsen, B. J., Hansen, J. G., Yuen, J.** Phenotypic variation in Nordic populations of *Phytophthora infestans* in 2003 //Plant Pathology. – 2008. – Т. 57. – №. 2. – С. 227-234.
6. **Runno-Paurson, E., Fry, W. E., Myers, K. L., Koppel, M., Mand, M.** Characterisation of *Phytophthora infestans* isolates collected from potato in Estonia during 2002–2003 //European Journal of Plant Pathology. – 2009. – Т. 124. – №. 4. – С. 565-575.
7. **Lebecka, R., Sliwka, J., Sobkowiak, S., Zimnoch-Guzowska, E.** (*Phytophthora infestans* population in Poland //PPO-Special Report no. 12. – 2007. – С. 155.
8. **Zoteyeva N. M., Patrikeeva M. V.** Phenotypic characteristics of North-West Russian populations of *Phytophthora infestans* (2003-2008) //PRO-Special report. – 2011. – №. 14. – С. 213-216.
9. **Зотеева Н. М.** Устойчивость диких видов картофеля к фитофторозу в полевых условиях Северо-Запада РФ //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. №. 4. – С. 159-169.
10. **Zoteyeva N. Carlson-Nilsson U., Bengtsson T., Olsson K., Ortiz R.** Late blight and virus host-plant resistances, crossing ability and glycoalkaloids in Nordic potato germplasm //Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science. – 2017. – Т. 67. – №. 7. – С. 628-636.
11. **Cantwell M.** A review of important facts about potato glycoalkaloids //Perishables Handling Newsletter. – 1996. – Т. 87. – №. 2.
12. **Hellenás K. E., Branzell C., Poutanen H., Suortti T., Kaario R., Gjerstad K.O., Brekke T., Jensen A.M., Larsen K., Knuthsen P., Halén B., Olsson K., Ingólfssdóttir I.K., Pittet A.** Liquid chromatographic determination of the glycoalkaloids α -solanine and α -chaconine in potato tubers: NMKL interlaboratory study //Journal of AOAC International. – 1997. – Т. 80. – №. 3. – С. 549-554.
13. **Зотеева Н.М., Зимнох-Гузовская Е.** Новый метод оценки устойчивости клубней картофеля к фитофторозу // Микология и фитопатология. – 2004. – № 38. Вып. 1. – С.89-93.
14. **Andrивon D, Corbiere R, Lucas JM, Pasco C, Gravouelle JM, Pelle R, Dantec JP, Ellisseche D.** Resistance to late blight and soft rot in six potato progenies and glycoalkaloid contents in the tubers //American Journal of Potato Research. – 2003. – Т. 80. – №. 2. – С. 125-1344.

References

1. **Deahl K. L., Young R. J., Sinden S. L.** A study of the relationship of late blight resistance to glycoalkaloid content in fifteen potato clones // *American Potato Journal*. – 1973. – Т. 50. – № 7. – С. 248-253.
2. **Dahlin P. et al.** The impact of steroidal glycoalkaloids on the physiology of *Phytophthora infestans*, the causative agent of potato late blight // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. – 2017. – Т. 30. – № 7. – С. 531-542.
3. **Fry W.** *Phytophthora infestans*: the plant (and *R* gene) destroyer // *Mol Plant Pathol*. – 2008 – Т. 9 – С.385-402.
4. **Andrивon D.** Races of *Phytophthora infestans* in France, 1991–1993 // *Potato Research*. – 1994 – Т. 37. – № 3. – С. 279-286. DOI: 10.1007/BF02360520
5. **Lehtinen, A., Hannukkala, A., Andersson, B., Hermansen, A., Le, V. H., Nørstad, R., Brurberg, M. B., Nielsen, B. J., Hansen, J. G., Yuen, J.** Phenotypic variation in Nordic populations of *Phytophthora infestans* in 2003 // *Plant Pathology*. – 2008. – Т. 57. – № 2. – С. 227-234.
6. **Runno-Paurson, E., Fry, W. E., Myers, K. L., Koppel, M., Mand, M.** Characterisation of *Phytophthora infestans* isolates collected from potato in Estonia during 2002–2003 // *European Journal of Plant Pathology*. – 2009. – Т. 124. – № 4. – С. 565-575.
7. **Lebecka, R., Sliwka, J., Sobkowiak, S., Zimnoch-Guzowska, E.** (*Phytophthora infestans* population in Poland // *PPO-Special Report* no. 12. – 2007. – С. 155.
8. **Zoteyeva N. M., Patrikeeva M. V.** Phenotypic characteristics of North-West Russian populations of *Phytophthora infestans* (2003-2008) // *PRO-Special report*. – 2011. – № 14. – С. 213-216.
9. **Zoteyeva N. M.** Ustojchivost' dikih vidov kartofelya k fitoftorozu v polevyh usloviyah Severo-Zapada RF // *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. – 2020. – Т. 180. № 4. – С. 159-169.
10. **Zoteyeva N. et al.** Late blight and virus host-plant resistances, crossing ability and glycoalkaloids in Nordic potato germplasm // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*. – 2017. – Т. 67. – № 7. – С. 628-636
11. **Cantwell M.** A review of important facts about potato glycoalkaloids // *Perishables Handling Newsletter*. – 1996. – Т. 87. – № 2.
12. **Hellenás K. E., Branzell C., Collaborators: Poutanen H Suortti T Kaario R Gjerstad KO Brekke T Jensen AM Larsen K Knuthsen P Halén B Olsson K Ingólfssdóttir; IK Pittet A.** Liquid chromatographic determination of the glycoalkaloids α -solanine and α -chaconine in potato tubers: NMKL interlaboratory study // *Journal of AOAC International*. – 1997. – Т. 80. – № 3. – С. 549-554.
13. **Zoteyeva N.M., Zimnoch-Guzovska E.** Novyj metod ocenki ustojchivosti klubnej kartofelya k fitoftorozu // *Mikologiya i fitopatologiya*. – 2004. – № 38. Vyp. 1. – С.89-93.
14. **Andrивon D., Corbiere R., Lucas J.M., Pasco C., Gravouille J.M., Pelle R., Dantec J.P., Ellisseeche D.** Resistance to late blight and soft rot in six potato progenies and glycoalkaloid contents in the tubers // *American Journal of Potato Research*. – 2003. – Т. 80. – № 2. – С. 125-1344.

Цитирование. Зоте́ева Н.М., Васи́пов В.В., Семенова А.Г. Устойчивость клубней к фитофторозу и содержание гликоалкалоидов у образцов картофеля различного происхождения // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 1(62). – С. 77-84. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-77-84

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Zoteyeva N.V., Vasipov V.V., Semenova A.G. Tuber resistance to late blight and glycoalkaloid content in the potato samples of different origin // *Izvastyaya of Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2021. 1(62). 77-84. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-77-84

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 632.951:635-2

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-85-91

НОВЫЕ ФУНГИЦИДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧАЙНО-ГИБРИДНОЙ РОЗЫ ОТ МУЧНИСТОЙ РОСЫ В ОРАНЖЕРЕЯХ

Аспирант **Вероника Игоревна Макаренко**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,

e-mail: vdenisova1993@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 3361-0262

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4369-050X>

Доктор биологических наук **Татьяна Васильевна Долженко**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,

ООО «Инновационный центр защиты растений», dolzhenkotv@mail.ru)

РИНЦ SPIN- код: 4042-7694

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4139-2664>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Пушкинская, д. 20

Дата поступления в редакцию 15.01.2021 г.

Дата принятия в печать 15.02.2021 г.

Аннотация. В условиях защищенного грунта при выращивании роз методом малообъемной гидропоники, цветы культивируются на одном месте пять и более лет. За это время на растениях и в субстрате накапливается значительное количество различных вредных организмов, способных нанести ущерб культуре на протяжении всего периода её жизни. Мучнистая роса (*Sphaerotheca pannosa* Lev.) является одной из самых основных болезней чайно-гибридных роз в современных промышленных теплицах. При сильном развитии фитопатогена наблюдается снижение декоративного качества цветов: искривляются побеги, части бутонов (цветоножки, чашелистики и лепестки) деформируются, листья скручиваются и засыхают. В данный момент на рынке пестицидов присутствует небольшое количество разрешенных и эффективных фунгицидов для применения на розах защищенного грунта, поэтому поиск новых препаратов стал основой для настоящих исследований.

В опытах на протяжении трех лет изучалась эффективность новых фунгицидов Фунгафлеш, КЭ (имазалил 100 г/л), Хоггар, КЭ (спироксамин 500 г/л) и Луна Экспириенс, КС (200 г/л флуопирам + 200 г/л тебуконазол) на чайно-гибридной розе в условиях защищенного грунта Ленинградской области.

В результате проделанной работы было установлено, что трехкратное опрыскивание изучаемыми фунгицидами растений роз позволяет эффективно снизить развитие мучнистой росы. Наиболее высокие показатели биологической эффективности наблюдаются в вариантах с максимальными нормами применения (%) препаратов: Фунгафлеш, КЭ – 97,5% (0,25%), Хоггар, КЭ – 100% (0,1 и 0,125%), Луна Экспириенс, КС – 96,8% (0,055%).

Ключевые слова: фунгицид, мучнистая роса, защищённый грунт, роза

NEW FUNGICIDES TO PROTECT TEA-HYBRID ROSES FROM POWDERY MILDEW
IN GREENHOUSESPostgraduate Student **Veronika Igorevna Makarenko**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: vdenisova1993@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 3361-0262

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4369-050X>Doctor of Biological Sciences **Tatyana Vasilyevna Dolzhenko**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, OOO «Innovative Center for Plant Protection»,
e-mail: dolzhenkotv@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 4042-7694

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4139-2664>196001, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2
196601, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, ul. Pushkinskaya, 20

Received 15/01/2021

Submitted 15/02/2021

Abstract. In protected ground conditions, when growing roses by low-volume hydroponics, the flowers are cultivated in one place for five or more years. During this time, a significant amount of various harmful organisms accumulates on plants and in the substrate, which can cause damage to the culture throughout the entire period of its life. Powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* Lev.) is one of the most common diseases of tea-hybrid roses in modern industrial greenhouses. With a strong development of the phytopathogen, a decrease in the decorative quality of flowers is observed: the shoots are bent, parts of the buds (pedicels, sepals and petals) are deformed, the leaves curl and dry up. At the moment, there is a small number of approved and effective fungicides on the market of pesticides for use on roses of protected soil, so the search for new drugs has become the basis for this research.

In experiments for three years, the effectiveness of new fungicides Fungaflesh, CE (imazalil 100 g/l), Hoggar, CE (spiroxamine 500 g/l) and Luna Experience, CS (200 g/l fluopyram + 200 g/l tebuconazole) on a tea-hybrid rose in the protected ground of the Leningrad region was studied.

As a result of the work done, it was found that three-time spraying with the studied fungicides of rose plants can effectively reduce the development of powdery mildew. The highest indicators of biological effectiveness are observed in the variants with the maximum rates of use (%) of drugs: Fungaflesh, CE-97.5% (0.25%), Hoggar, CE – 100% (0.1 and 0.125%), Luna Experience, CS – 96.8% (0.055%).

Keywords: *fungicide, powdery mildew, protected soil, rose*

Введение. В условиях защищённого грунта мучнистая роса является наиболее распространённой болезнью чайно-гибридных роз, которая значительно ухудшает декоративные качества цветов. При поражении растений возбудителем мучнистой росы (*Sphaerotheca pannosa* Lev.) на поверхности листьев, побегов и бутонов образуется белый ватообразный налет, состоящий из поверхностного мицелия и конидиеносцев с конидиями. Инфицированные листья скручиваются и засыхают, при сильном поражении опадают, стебли искривляются, части бутонов – цветоножки, чашелистики и лепестки деформируются, культура теряет товарный вид [1-5].

В современных промышленных теплицах, при условии постоянных температур, мучнисторосяные грибы распространяются только за счет конидиальной стадии. Интенсивному прорастанию спор мучнистой росы способствует высокая относительная влажность воздуха (80-100%) и температура 18-25⁰С [6].

Особое значение в распространении мучнистой росы в теплицах занимает сквозной поток воздуха при открывании фрамуг (форточек). При сквозняках воздушная «подушка» с повышенным уровнем влажности, окружающая поверхность листа, замещается сухим воздухом, который в свою очередь иссушает защитный кутикулярный слой. Попав на растение, споры настоящей мучнистой росы прорастают, образуя гифы с многочисленными гаусториями, легко проникающими в истонченную кутикулу, обеспечивая себе питание и удерживаясь на пораженной поверхности [7- 9].

В настоящее время ассортимент фунгицидов, разрешенных для применения на розах защищенного грунта, невелик (всего 5 препаратов), поэтому его расширение является весьма актуальной проблемой [10].

Цель наших исследований заключалась в оценке биологической эффективности новых фунгицидов – Луна Экспириенс, КС (200 г/л флуопирама + 200 г/л тебуконазола), Фунгафлеш, КЭ (имазалил 100 г/л) и Хоггар, КЭ (спироксамин 500 г/л) против мучнистой росы на розе защищенного грунта.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проводились на протяжении трёх лет в тепличном комбинате АО «Новая Голландия» (Ленинградская область, Волховский район) на посадках чайно-гибридной розы голландской селекции сорта Wild Card, выращиваемой методом малообъемной гидропоники на минераловатном субстрате. Выбор данного сорта основан на его высокой восприимчивости к возбудителю мучнистой росы (рис.).



Рис. Мучнистая роса на розе сорта Wild Card (Ленинградская обл., 2020 г.) (ориг.)

В опыте изучали действие новых фунгицидов: Фунгафлеш, КЭ (имазалил 100 г/л) в концентрациях 0,15%, 0,2% и 0,25%; Хоггар, КЭ (спироксамин 500 г/л) – 0,075%, 0,1% и 0,125%, а также Луна Экспириенс, КС (200 г/л флуопирам + 200 г/л тебуконазол) – 0,035%, 0,045%, 0,055%. В качестве эталона выступал фунгицид Топаз, КЭ (пенконазол 100 г/л) в концентрации 0,03%, разрешенный для применения на розах защищенного грунта против мучнистой росы. Контроль – без обработки.

Имазалил, тебуконазол, пенконазол, относящиеся к химическому классу азолы, ингибируют деметилирование С-14 при синтезе эргостерина. Хорошо поглощаются всеми частями растения и обеспечивают как защитное, так и терапевтическое действие. Относительно мало влияют на прорастание спор, но препятствуют дальнейшему удлинению ростковых трубок и изменяют их морфологию. В наибольшей степени токсичность данных веществ проявляется в подавлении развития мицелия и инфекционных структур. Спироксамин из химического класса морфолины ингибирует биосинтез стеролов, нарушает переход декостерина в деметилированный эпистерин за счет подавления $\Delta 8$ - $\Delta 7$ -изомеразы. Обладает лечебным, защитным и искореняющим эффектом [9]. Флуопирам – системный фунгицид относится к новому химическому классу – пиридинил-этилбензамиды, обладает лечебным действием. Флуопирам блокирует дыхательную цепь в митохондриях грибов, а также разрушает второй из четырех задействованных в цепи ферментативных комплексов [11].

Повторность вариантов опытов четырехкратная. Размер делянки – 20 растений на делянку. Обработка осуществлялась ранцевым опрыскивателем «Калибр АСО – 18».

Опрыскивание проводилось трехкратно, каждые 7 дней в течение месяца. Перед каждой обработкой был проведен учет мучнистой росы по унифицированной шкале К.М. Степанова и А.Е. Чумакова (1972): 0 – отсутствие поражения, 1 балл – поражено до 10% поверхности, 2 балла – поражено от 11 до 25% поверхности, 3 – поражено от 26 до 50% поверхности, 4 – поражено более 50% поверхности [12].

Учеты мучнистой росы проводились на 7-ые, 14-ые и 21-ые сутки после обработки.

Определение биологической эффективности проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [13].

Результаты исследований. До обработки фунгицидами развитие мучнистой росы во всех вариантах опыта было высоким (38,7 – 57,5%), преобладающее количество растений было поражено болезнью на 3 балла.

На седьмой день после первой обработки средний балл пораженности растений стал убывать, при этом по мере увеличения концентрации изучаемых препаратов развитие болезни снижалось (табл.). В вариантах с применением препарата Фунгафлеш, КЭ биологическая эффективность по вариантам находилась в диапазоне 68,8 – 87,2%. В вариантах с применением Хоггар, КЭ биологическая эффективность была равна 70,9 – 93,1%, Луна Экспириенс, КС – 69,7 – 87,7%. В варианте с применением эталонного препарата (Топаз, КЭ) эффективность не превышала 60% и уступала опытным вариантам.

На 7-ые сутки после второй обработки (14-ые сутки учета болезни) тенденция снижения развития мучнистой росы сохранялась, эффективность изучаемых препаратов достигала 80,4 – 90,9% – в вариантах с применением Фунгафлеш, КЭ; 79,3 – 90,3% – при использовании Луна Экспириенс и выше всего – в вариантах с использованием Хоггар, КЭ: 88,9 – 98,5%. Эффективность эталонного препарата уступала эффективности испытываемых фунгицидов и не превышала 71,5%.

На седьмой день после третьей обработки (21-ые сутки учета) наблюдалось минимальное развитие мучнистой росы, причем повторное заражение болезнью не происходило во всех вариантах опыта. Биологическая эффективность изучаемых препаратов была максимальной и в вариантах с применением Фунгафлеш, КЭ составила 89,8 – 97,4%, с использованием Хоггар, КЭ – 96 – 100%, Луна Экспириенс – 90,2 – 96,8%. Эффективность эталона также уступала эффективности испытываемых препаратов и на последний день учета составляла в среднем 82,7%.

Таблица. Биологическая эффективность новых фунгицидов в борьбе с мучнистой росой на розе защищённого грунта

Вариант	Концентрация, %	Развитие болезни по суткам учетов после каждой обработки, %			Биологическая эффективность по суткам учетов после каждой обработки, %		
		7 (1-я)	7 (2-я)	7 (3-я)	7 (1-я)	7 (2-я)	7 (3-я)
Фунгафлеш, КЭ (имазалил 100 г/л)	0,15	20,3	15,3	8,9	68,8	80,4	89,9
	0,2	9,9	8,9	7,7	84,8	88,6	91,2
	0,25	8,7	7,1	2,3	87,2	90,9	97,5
Хоггар, КЭ (спироксамин 500 г/л)	0,075	18,9	8,7	3,5	70,9	88,9	96,0
	0,1	9,3	2	0	85,7	97,4	100,0
	0,125	4,5	1,2	0	93,1	98,5	100,0
Луна Экспириенс, КС (200 г/л флуопирам + 200 г/л тебуконазол)	0,035	7,7	14,8	24,5	69,7	79,3	90,2
	0,045	6,2	13,2	21,7	83,4	89,1	93,1
	0,055	5,6	11,7	19,4	87,7	90,3	96,8
Топаз, КЭ (пенконазол 100 г/л)	0,03	26	22,3	15,1	60,0	71,5	82,7
Контроль	-	65	78,2	87,5	-	-	-
НСР ₀₅	-	2,1	1,7	3,3	-	-	-

Выводы. Возможность применения (после государственной регистрации) новых фунгицидов Фунгафлеш, КЭ (имазалил 100 г/л), Хоггар, КЭ (спироксамин 500 г/л) и Луна Экспириенс, КС (200 г/л флуопирам + 200 г/л тебуконазол) позволит снизить развитие мучнистой росы на чайно-гибридной розе уже после первой обработки, но для полной гибели возбудителя болезни необходимо трехкратное опрыскивание.

Литература

1. Белошапкина О.О., Сафронова И.Н. Мучнистая роса розы в защищенном грунте: патогенез, химическая защита // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 2. – С. 116-120.
2. Омарова А.В., Егорова Е.В. Мучнистая роса, ржавчина и черная пятнистость розы // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2016. – С. 140-144.
3. Белошапкина О.О., Сафронова И.Н. Морфологические изменения конидий возбудителя мучнистой росы под влиянием фунгицида и регуляторов роста // Плодоводство и ягодоводство России. – 2010. – Т. 24, № 2. – С. 14-18.

4. **Шеремет А.Г., Гузик Д.В.** Вредоносность мучнистой росы розы и тактика применения фунгицидов в условиях закрытого грунта: сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. – Краснодар, 2017. – С. 222-223.
5. **Звонарева Л.Н.** Мучнистая роса садовых роз и меры борьбы с ней в Никитском ботаническом саду: сборник научных трудов ГНБС. – 2017. – Т. 145. – С. 258- 262.
6. **Бондаренко-Борисова И.В., Довбыш Н.Ф., Малина Н.Г., Коваленко Г.А.** Исследование заболеваемости мучнистой росой роз в защищенном грунте Донецкого ботанического сада НАН Украины // Промышленная ботаника. – 2004. – № 4. – С. 100-105.
7. **Макаренко В.И., Макаренко В.В.** Оценка фитосанитарного состояния розария тепличного комбината «Новая Голландия» // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: сборник по материалам международной научно-практической конференции молодых ученых / СПбГАУ. – СПб, 2018. – С. 38-40.
8. **Белешапкина О.О., Сафронова И.Н.** Способы минимизации применения фунгицидов для контроля мучнистой росы розы // Доклады ТСХА. – 2009. – С. 26-28.
9. **Зинченко В.А.** Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: КолосС, 2012. – 247 с.
10. **Государственный каталог** пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2020. – 826 с.
11. **You K.L., Na Y.J.** The effects of unmanned control systems for optimum pest control in protected paprika cultivation facilities // Faculty of Agriculture Kyushu University. – 2017. – Vol. 62. – № 2. – P. 411-417.
12. **Шкаликов В.А., Белешапкина О.О., Букреев Д.Д.** Защита растений от болезней. – М.: КолосС, 2010. – 404 с.
13. **Методические указания** по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (под ред. Долженко В.И.). – СПб.: ВИЗР, 2009. – 378 с.

References

1. **Beloshapkina O.O., Safronova I.N.** Muchnistaya rosa rozy v zashchishchennom grunte: patogenez, himicheskaya zashita // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2008. – № 2. – S. 116-120.
2. **Omarova A.V., Egorova E.V.** Muchnistaya rosa, rzhavchina i chernaya pyatnistost' rozy // Vestnik nauchno-tehnicheskogo tvorchestva molodezhi Kubanskogo GAU. – Krasnodar, 2016. – S. 140-144.
3. **Beloshapkina O.O., Safronova I.N.** Morfologicheskie izmeneniya konidij vozbuditelya muchnistoj rosy pod vliyaniem fungicida i regulyatorov rosta // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2010. – Т. 24, № 2. – S. 14-18.
4. **Sheremet A.G., Guzik D.V.** Vredonosnost' muchnistoj rosy rozy i taktika primeneniya fungicidov v usloviyah zakrytogo grunta: sbornik statej po materialam XI Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh, posvyashchennoj 95-letiyu Kubanskogo GAU i 80-letiyu so dnya obrazovaniya Krasnodarskogo kraja. – Krasnodar, 2017. – S. 222-223.
5. **Zvonareva L.N.** Muchnistaya rosa sadovyh roz i mery bor'by s nej v Nikitskom botanicheskom sadu: sbornik nauchnyh trudov GNBS. – 2017. – Т. 145. – S. 258-262.
6. **Bondarenko-Borisova I.V., Dovbysh N.F., Malina N.G., Kovalenko G.A.** Issledovanie zaboлеваemosti muchnistoj rosoj roz v zashchishchennom grunte Doneckogo botanicheskogo sada NAN Ukrainy // Promyshlennaya botanika. – 2004. – № 4. – S. 100-105.
7. **Makarenko V.I., Makarenko V.V.** Ocenka fitosanitarnogo sostoyaniya rozariya teplichnogo kombinata «Novaya Gollandiya» // Rol' molodyh uchenyh v reshenii aktual'nyh zadach APK: sbornik po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh / SPbGAU. – SPb, 2018. – S. 38-40.
8. **Beloshapkina O.O., Safronova I.N.** Sposoby minimizacii primeneniya fungicidov dlya kontrolya muchnistoj rosy rozy // Doklady TSKHA. – 2009. – S. 26 – 28.
9. **Zinchenko V.A.** Himicheskaya zashchita rastenij: sredstva, tekhnologiya i ekologicheskaya bezopasnost'. – М.: KolosS, 2012. – 247 с.

10. **Gosudarstvennyj katalog** pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh dlya primeneniya na territorii Rossijskoj Federacii. – М., 2020. – 826 s.
11. **You, K.L., Na Y.J.** The effects of unmanned control systems for optimum pest control in protected paprika cultivation facilities // Faculty of Agriculture Kyushu University. – 2017. – Vol. 62. – № 2. – P. 411-417.
12. **Shkalikov V.A., Beloshapkina O.O., Bukreev D.D.** Zashchita rastenij ot boleznej. – М.: KolosS, 2010. – 404 s.
13. **Metodicheskie ukazaniya** po registracionnym ispytaniyam fungicidov v sel'skom hozyajstve (pod red. Dolzhenko V.I.). – SPb.: VIZR, 2009. – 378 s.

Цитирование. Макаренко В.И., Долженко Т.В. Новые фунгициды для защиты чайно-гибридной розы от мучнистой росы в оранжереях // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 85-91. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-85-91

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Makarenko V.I., Dolzhenko T.V. New fungicides for the protection of tea-hybrid roses from powdery mildew in greenhouses // Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 85-91. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-85-91

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.461: 631.465

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-91-101

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ГИДРОЛАЗНО-ОКСИДОРЕДУКТАЗНОГО ФЕРМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ БИОПРЕПАРАТАМИ

Кандидат биологических наук **Руфина Сидметовна Гамзаева**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: r.gamzaeva@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 2391-6208

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Ассистент **Рустам Соломович Ходжаев**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»,
e-mail: hodzhaev.rustam@yandex.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3

Аспирант **Мария Владимировна Башарина**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: m.v.basharina@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 4905-2852

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4691-7511>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 15.01.2020 г.

Дата принятия в печать 15.02.2020 г.

Аннотация. В настоящее время одной из наиболее приоритетных задач при выращивании сельскохозяйственных культур является поиск экологически безопасных и экономически эффективных путей, способствующих повышению почвенного плодородия и урожайности. В связи с этим большое внимание уделяется применению биопрепаратов на основе ассоциативных diaзотрофных штаммов ризобактерий, способных как улучшать минеральное питание растений, так и показатели биологической активности почвы.

Исследования проводили в динамике роста и развития растений ячменя и овса, которые соответствовали фазам кущения, молочной и полной спелости.

Установлено, что биопрепараты в сочетании с минеральными удобрениями преимущественно оказывают положительное стимулирующее влияние на ферментативную активность в виде её увеличения. В ходе эксперимента выявлено, что ферментативная активность также зависела от вида бактериального препарата, фазы развития и возделываемой культуры. Изученные биопрепараты (Мизорин, Флавобактерин, 2П-7) в разной степени влияли на величину активности рассмотренных ферментов. Отмечено, что активность инвертазы и каталазы в ризосфере овса была выше, чем у ячменя.

Ключевые слова: биопрепараты, ферментативная активность почвы, уреаза, инвертазы, фосфатаза, каталаза

DYNAMICS OF THE ACTIVITY OF THE HYDROLASE-OXIDOREDUCTASE ENZYME COMPLEX OF THE SOIL DEPENDING ON INOCULATION WITH BIOLOGICAL PRODUCTS

Candidate of Biological Sciences **Rufina Sidmetovna Gamzaeva**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: r.gamzaeva@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 2391-6208

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Assistant **Rustam Solomovich Hodzhaev**

(State Merine Technical University, e-mail: xodzhaev.rustam@yandex.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, st. Lotsmanskaya, 3

Postgraduate Student **Mariya Vladimirovna Basharina**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: m.v.basharina@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 4905-2852

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4691-7511>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 15/01/2021

Submitted 15/02/2021

Abstract. Currently, one of the most important tasks in the cultivation of agricultural crops is to find environmentally safe and cost-effective ways to increase soil fertility and yield. In this regard, much attention is paid to the use of biological products based on associative diazotrophic strains of rhizobacteria, which can both improve the mineral nutrition of plants and the indicators of the biological activity of the soil.

The studies were carried out in the dynamics of growth and development of barley plants, which corresponded to the phases of tillering, milk and full ripeness.

It was found that biologics in combination with mineral fertilizers mainly have a positive stimulating effect on the enzymatic activity in the form of an increase in it. During the experiment, it was revealed that the enzymatic activity also depended on the type of bacterial preparation, the phase of development and the cultivated crop. We studied the biopreparation (Mizorin, Flavobacterium, 2П-7) to a different degree influenced by the amount of activity of the examined enzymes. It was noted that the activity of invertase and catalase in the rhizosphere of oats was higher than that of barley.

Keywords: *biological products, enzymatic activity, the activity of soil urease, invertase, phosphatase, catalase*

Введение. В настоящее время одной из наиболее приоритетных задач при выращивании сельскохозяйственных культур является поиск экологически безопасных и экономически эффективных путей, способствующих повышению почвенного плодородия и урожайности. В связи с этим большое внимание уделяется применению биопрепаратов на основе ассоциативных diaзотрофных штаммов ризобактерий, способных как улучшать минеральное питание растений, так и показатели биологической активности почвы [1].

С помощью многих сложных и активных ферментов, так называемых энзимов, синтезирующихся микроорганизмами, осуществляется многообразная деятельность в процессе превращения веществ в природе.

Ферменты, образуемые бактериальной клеткой, могут локализоваться как внутри клетки – эндоферменты, так и выделяться в окружающую среду – экзоферменты [2]. Особенностью многих внеклеточных ферментов является устойчивость к протеолизу, благодаря которой они могут долгое время сохранять активность при неблагоприятных условиях внешней среды, в то время как процессы жизнедеятельности микробной клетки подавлены [3]. Одним из наиболее стабильных и информативных показателей биологической активности почвы, отражающих происходящие в почве изменения, является ферментативная диагностика.

Почва является самой богатой системой по ферментному разнообразию и ферментативному пулу [4]. Работа ферментов определяет доступность элементов питания, гумусное состояние, азотный, фосфорный, калийный режим, а также способность почвы к детоксикации различных поллютантов [5]. Поэтому для управления функционированием агроэкосистем, регулирования и оптимизации экологического состояния почв актуально изучение изменения биохимической активности, являющейся наиболее отзывчивой на антропогенные воздействия [6].

В настоящее время хорошо известно, что основные процессы, протекающие в почве, имеют биологическое происхождение и что микрофлоре принадлежит важная роль в создании почвенного плодородия. Жизнедеятельность микроорганизмов в значительной мере определяет условия корневого питания растений и их урожай. Это проявляется в виде более интенсивно протекающих в зоне корневых образований растений процессов минерализации веществ, синтеза витаминов, гиббереллинов и других биологически активных веществ и переводе нерастворимых питательных веществ почвы и удобрений в доступное для растений состояние [3].

Наряду с общепринятыми и наиболее известными приемами обработки почвы (рыхление, поддержание определенной влажности и кислотности), существенным приемом изменения качественного и количественного состава микрофлоры, интенсивности микробиологических процессов в почве является искусственное обогащение корневой зоны растений высокоактивными полезными бактериями. Бактериальные удобрения способствуют улучшению корневого питания различных сельскохозяйственных культур и повышению их урожая, активизируют жизнедеятельность других микроорганизмов, оказывающих стимулирующее влияние на питание, рост и развитие растений, выполняют защитную функцию, оказывая антагонистическое влияние на некоторых фитопатогенных микробов и грибов.

Несмотря на значимость ферментативной активности при диагностике экологического состояния почв, влияние биопрепаратов на основе азотфиксирующих ризобактерий на

ключевые биохимические процессы, протекающие в ризосфере, формирующие плодородие и продуктивность, слабо исследовано. В связи с этим исследование влияния биопрепаратов на биологическую активность почвы, а именно на деятельность ферментов, в частности, гидролаз и оксидоредуктаз, является актуальным.

Цель исследования – изучение влияния бактериальных препаратов на ферментативную активность дерново-подзолистой почвы в ризосфере ячменя и овса в онтогенезе.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования по изучению влияния биопрепаратов на ферментативную активность почвы в разные фазы развития растений ячменя и овса проводились на малом опытном поле СПбГАУ. Для этого использовали сосуды (емкость 5 кг). В сосуды вносили минеральные удобрения (по Кнопу) из расчета на сосуд: калий хлористый (KCl) – 1 г и суперфосфат двойной ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$) – 1,2 г, аммиачная селитра (NH_4NO_3) – 1,2 г/сосуд.

Инокуляция семян проводилась бактериальными препаратами непосредственно перед высевом. В сосуд высаживали по 15 зерновок ярового ячменя сорта Белогорский и овса сорта Залп. Опыт закладывался по следующей схеме: контроль (чистая почва), NPK – Фон, Фон + Мизорин, Фон + 2П-7, Фон + Флавобактерин.

Краткая характеристика использованных биопрепаратов. Мизорин – создан на основе штамма, относящегося к роду *Arthrobacter* (*A. mysorens*, штамм 7). Флавобактерин – создан на основе штамма, относящегося к роду *Flavobacterium sp.* Биопрепарат 2П-7 – создан на основе ассоциативных ризобактерий *Pseudomonas sp.* Ферментативную активность определяли в свежих почвенных образцах по общепринятым методикам почвенной энзимологии [6,7,8].

Препараты предоставлены ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.

Исследования проводили в динамике роста и развития растений ячменя, которые соответствовали фазам кущения, молочной и полной спелости.

Результаты исследований. Проведенные нами исследования по оценке степени влияния бактериальных препаратов на активность уреазы показали, что она возрастала во всех вариантах с применением бактериальных препаратов по отношению к контролю. Примечательно, что подобная тенденция была отмечена у обеих исследованных культур. Активность уреазы была в прямой зависимости от фазы развития растения и от разновидности выращиваемой культуры. Самая низкая ферментативная активность была отмечена в фазу молочной спелости и самая высокая – в фазу полной спелости.

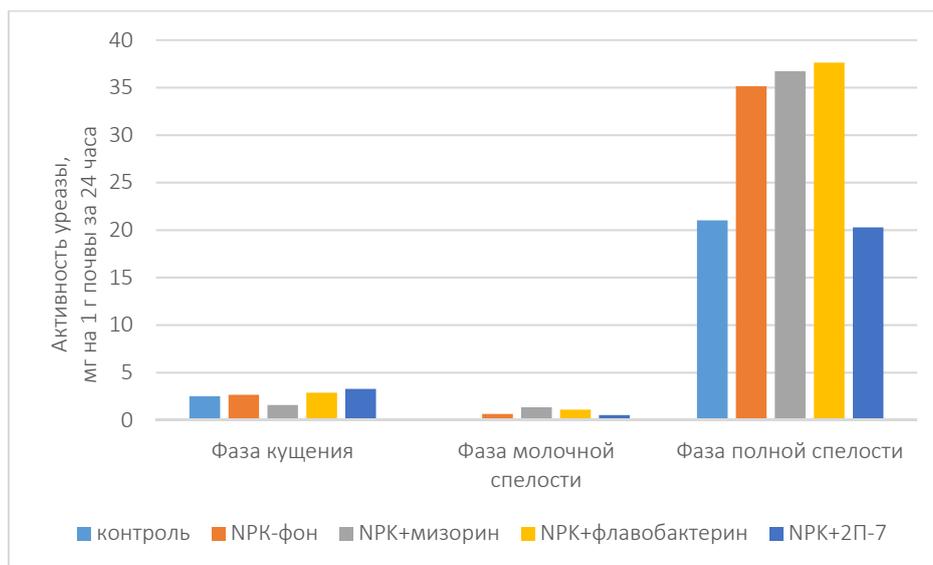


Рис. 1. Влияние биопрепаратов на активность уреазы в ризосфере ячменя

Полученные нами данные показывают значительное повышение уреазной активности в фазу полной спелости, что, по-видимому, связано с содержанием в почве источников углерода в виде пожнивных остатков и опада. Ведь известным фактом является, что свободноживущие diaзотрофные бактерии ризосферы могут использовать их в качестве источника углерода и энергии.

Данные, приведенные на рисунках 1 и 2, отражают, что активность уреазы в ризосфере ячменя в фазу кущения выше, чем у овса, в то время как в фазы молочной спелости и полной спелости активность этого фермента выше в ризосфере овса.

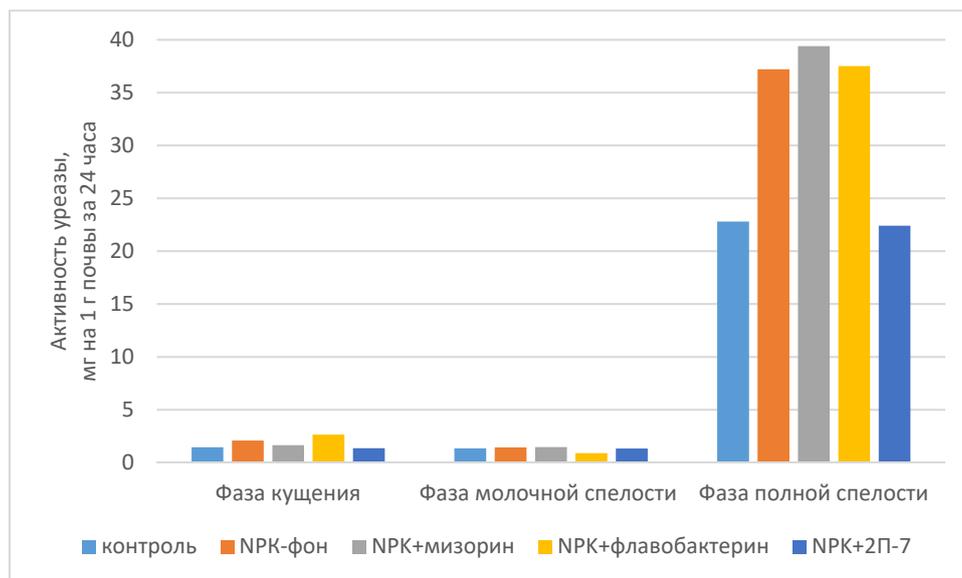


Рис. 2. Влияние биопрепаратов на активность уреазы в ризосфере овса

Следует отметить, что использованные биопрепараты также проявили себя по-разному на исследованных культурах. Так, например, самая высокая активность уреазы в фазу полной спелости в ризосфере ячменя отмечена при инокуляции Флавобактерином, а у овса – Мизорином (рис. 1, 2).

Из почвенных гидролаз одну из ключевых позиций в ферментативном пуле занимает инвертаза. Она является карбогидразой, функция которой заключается в разрыве β -фруктофуранозидазной связи в сахарозе и близких к ней сахаров с образованием редуцирующих сахаров. Инвертаза участвует в круговороте углерода, отражает интенсивность превращения безазотистых органических соединений. Одним из наиболее устойчивых показателей, характеризующих корреляцию с воздействующими факторами, является такой показатель, как активность инвертазы. На протяжении срока вегетации она повышается в период активного роста растений и при распаде корневых и растительных остатков [9].

В результате исследований установлено, что бактериальные препараты не оказали значительного влияния на инвертазную активность, и она имела тенденцию к росту к фазе полной спелости. При выращивании ячменя максимальные показатели отмечены на фоне применения микробиопрепарата Флавобактерин. А в ризосфере овса наиболее высокие значения инвертазной активности были зафиксированы в фазу полной спелости, а именно в вариантах НРК-фон и НРК+Мизорин.

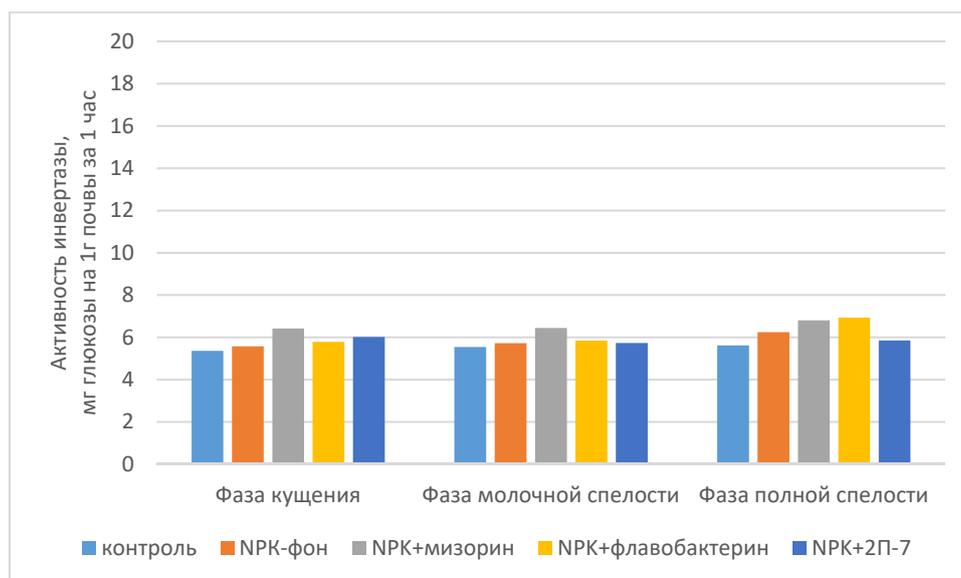


Рис. 3. Влияние бактериальных препаратов на активность инвертазы в ризосфере ячменя

Проведённые исследования показали, что активность инвертазы в ризосфере овса в 2-2,5 раза выше, чем у ячменя, в течение всех рассмотренных фаз развития растений (рис.4).

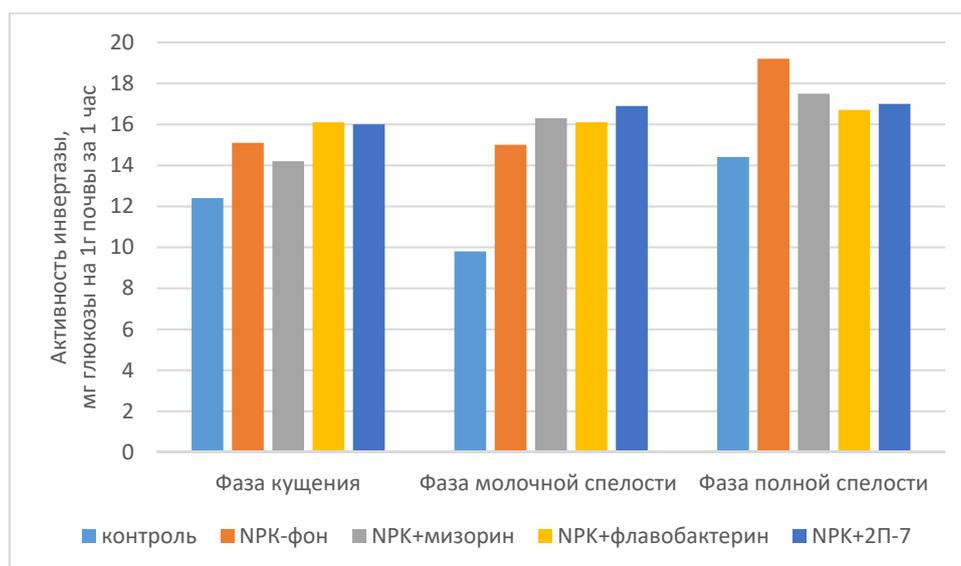


Рис. 4. Влияние бактериальных препаратов на активность инвертазы в ризосфере овса

В ходе исследований была изучена активность еще одной из наиболее примечательных групп ферментов, относящихся к классу гидролаз, – фосфатаз. Под термином «фосфатаза» подразумевают не один, а целую группу родственных ферментов. Посредством воздействия фосфатаз происходит биохимическая мобилизация органического фосфора, он переводится в доступное для растений состояние. Различные виды микроорганизмов, по-видимому, обладают различным набором ферментов фосфатаз, что и обуславливает их различия в расщеплении органофосфатов.

Органические соединения фосфора разлагаются бактериями родов *Pseudomonas*, *Bacillus* (*B. megaterium*, *B. mesentericus*), грибами родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Trichothecium*, некоторыми актиномицетами и другими микроорганизмами. Растворение минеральных труднодоступных фосфатов осуществляется кислотами, образующимися в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Вид образуемых кислот зависит как от свойств микроорганизмов, так и от состава среды [10].

Фосформинерализующие микроорганизмы широко распространены в дерново-подзолистой почве, и основным признаком этих микроорганизмов является способность продуцировать фосфатазу (Хазиев Ф.Х., 1968).

Активность этих ферментов является чувствительным показателем интенсивности биохимических процессов превращения почвенных органофосфатов. Установлена важная особенность фосфатазы: на почвах, более бедных подвижным фосфором, фосфатазная активность выше (Котелев В.В., Мехтиева Е.А. 1961).

Наши исследования показали, что активность фосфатазы на протяжении всего эксперимента была низкой (рис. 5, 6). Внесение биопрепаратов способствовало незначительному повышению активности фермента.

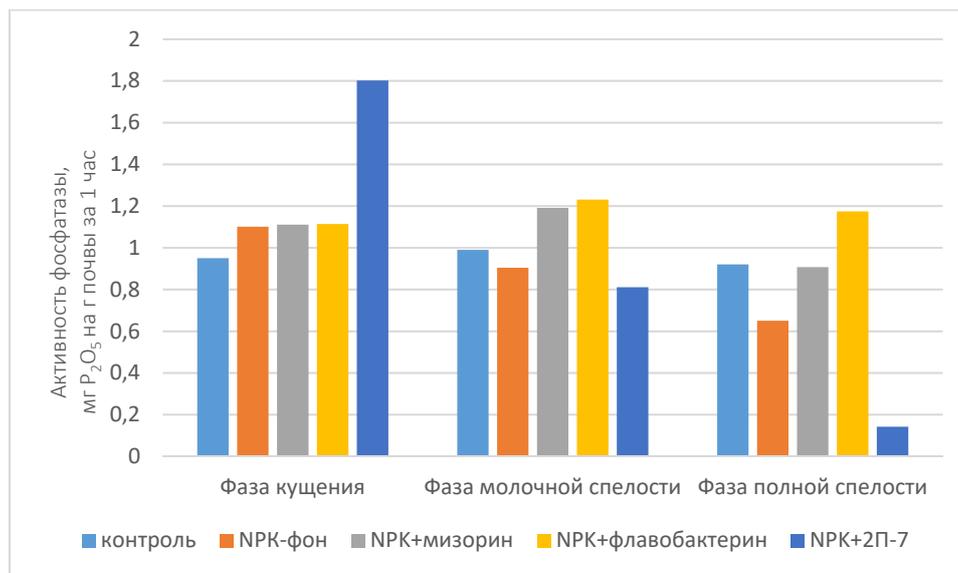


Рис. 5. Влияние бактериальных препаратов на активность фосфатазы в ризосфере ячменя

Самая высокая активность фермента в ризосфере ячменя была зафиксирована в варианте с препаратом 2П-7 в фазу кущения. Также следует отметить, что в фазу полной спелости наиболее низкая активность фосфатазы отмечена при применении этого же препарата (рис. 5).

В ризосфере овса фосфатазная активность незначительно изменялась по фазам развития и вариантам. Но в отличие от ризосферы ячменя, где показатели активности данного фермента при применении биопрепарата 2П-7 резко отличались по фазам развития (высокая активность в фазу кущения и очень низкая в фазу полной спелости), у овса же по фазам развития практически не менялись и оставались на одном уровне. Необходимо отметить, что в опыте с овсом наиболее эффективно проявил себя препарат 2П-7, что отражалось в виде максимальных величин активности фосфатазы на протяжении всего эксперимента (рис. 6). Возможно, это связано с тем, что прикорневая зона овса более благоприятна для роста и развития фосфатмобилизирующих микроорганизмов [11], также с тем, что в состав препарата 2П-7 входит штамм ассоциативных бактерий *Pseudomonas sp.* А как известно, бактерии рода *Pseudomonas* активно участвуют в превращении нерастворимых соединений фосфорной кислоты в растворимые.

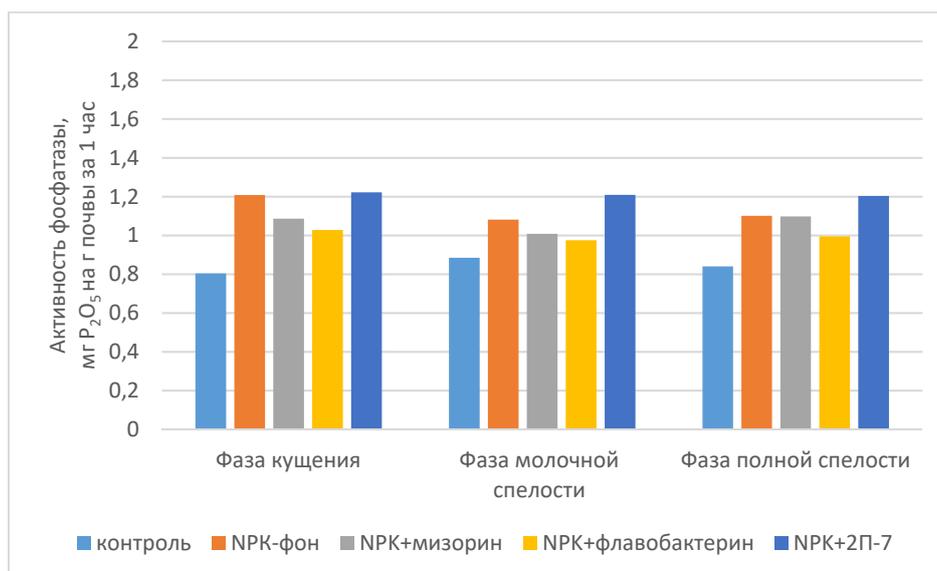


Рис. 6. Влияние бактериальных препаратов на активность фосфатазы в ризосфере овса

Данные, полученные нами при исследовании фосфатазной активности в ризосфере ячменя, согласуются с данными из литературных источников, где также описывается высокий уровень активности этого фермента в период активного роста и налива зерна.

В нашем эксперименте рассматривали активность, в том числе и фермента, относящегося к классу оксидоредуктаз, каталазы. Она участвует в окислительно-восстановительных реакциях, направляющих синтез и распад гумусовых веществ в почве [8].

Каталаза катализирует реакции разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород. Способность синтезировать данный фермент имеют все живые организмы, это и благоприятствует обнаружению его в почве [7, 10].

Исследования динамических изменений каталазной активности по фазам показали, что на фоне и NPK, и бактериальных препаратов активность этого фермента возростала по сравнению с контролем (рис. 7). Также выявлено незначительное увеличение активности этого фермента у обеих анализируемых культур к фазе полной спелости во всех вариантах. Максимальная активность этого фермента в ризосфере ячменя зафиксирована в варианте с Флавобактерином в течение всех исследованных фаз развития, а у овса – в варианте с Мизорином. Этот факт является важнейшим отличием каталазной активности от фосфатазной и уреазной, в которой она находилась в тесной корреляции с разновидностью выращиваемой культуры.

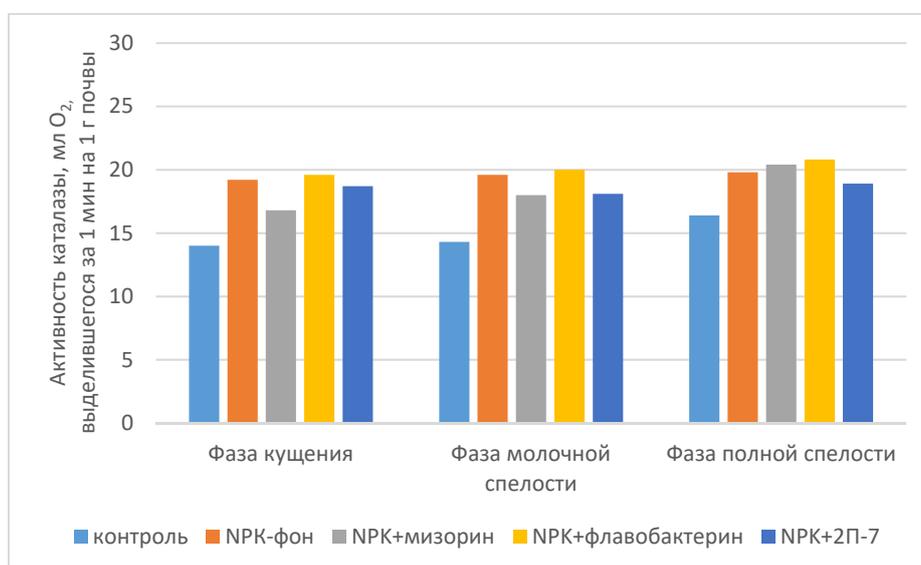


Рис. 7. Влияние бактериальных препаратов на каталазную активность в ризосфере ячменя

Также выявлено незначительное увеличение активности каталазы у обеих анализируемых культур к фазе полной спелости во всех вариантах. Максимальная активность рассматриваемого фермента в ризосфере ячменя получена в варианте с Флавобактерином в течение всех исследованных фаз развития, а у овса – в варианте с Мизорином (рис. 7, 8).

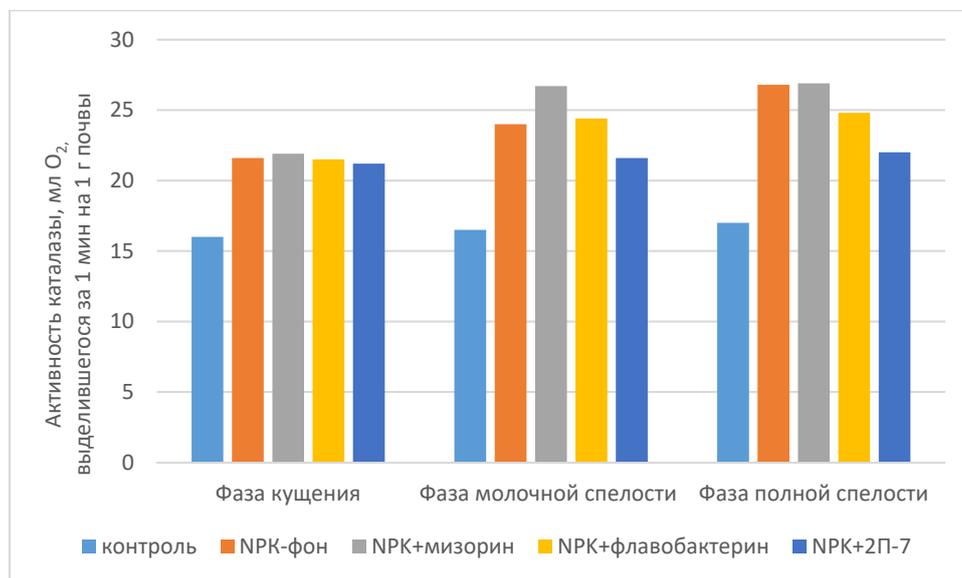


Рис. 8. Влияние бактериальных препаратов на каталазную активность в ризосфере овса

Проведенные экспериментальные исследования показали, что в ризосфере овса активность каталазы выше, чем у ячменя. Нельзя исключить, что это может быть связано с интенсивностью микробиологических процессов, протекающих в прикорневой зоне этой культуры, которые, в свою очередь, способствуют развитию аэробной микрофлоры, представители которой и синтезируют каталазу.

Выводы. Результаты, полученные и интерпретированные нами в ходе исследований, дают возможность оценить и сравнить влияние каждого из изучаемых факторов (биопрепараты, минеральные удобрения, фаза развития растения и культура) на активность таких ферментов, как уреазы, инвертазы, фосфатазы и каталазы на дерново-подзолистой почве. Данные, полученные нами, показали значительное повышение активности уреазы к концу вегетации. Высокая активность данного фермента в ризосфере ячменя отмечается при инокуляции Флавобактерином, а у овса – Мизорином. Выявлено, что на активность инвертазы микробиопрепараты не оказали существенного влияния. Отмечено, что инвертазная активность в 2-2,5 раза выше в ризосфере овса, чем у ячменя. Самая высокая активность фосфатазы выявлялась на фоне применения биопрепарата 2П-7. Показано, что активность каталазы незначительно менялась по фазам. На фоне применения препарата Флавобактерин у каталазы была зафиксирована наиболее высокая активность в ризосфере ячменя; на фоне Мизорина подобная активность отмечена в ризосфере овса.

Литература

1. **Носевич М.А., Беляева К.И.** Влияние обработки семян перед посевом биопрепаратами на рост, развитие и урожайность льна масличного // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – №20. – С. 54-57
2. **Ежов Г.И.** Руководство к практическим занятиям по сельскохозяйственной микробиологии. – М.: Высшая школа, 1981. – С. 118.

3. Лапа В.В., Михайловская Н.А., Ломонос М.М. Влияние систем удобрений на ферментативную активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – №2 (49). – С. 191.
4. Купревич В.Ф. Биологическая активность почвы и методы ее определения // Доклады АН СССР. – 1951. – Т. 79, № 5. – С. 863-866.
5. Афанасьев Р.А. Принципы и опыт дифференцированного применения удобрений // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 14-17.
6. Хазиев Ф.М. Ферментативная активность почв: методическое пособие. – М.: Наука, 1987. – 180 с.
7. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии – М.: МГУ, 1991. – С. 244-303.
8. Гамзаева Р.С. Почвенные ферменты. – СПб: СПбГАУ, 2018. – С. 33-34.
9. Гамзаева Р.С. Количественная и качественная оценка биологической активности дерново-подзолистой почвы при применении бактериальных препаратов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (58). – С. 106-108.
10. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. – М.: Дрофа, 2005. – С. 328.
11. Crombie, W.M., Crombie, L. Distribution of Avenacins A-1, A-2, B-1, B-2 in oat roots: Their fungicidal activity towards take-all disease / W.M. Crombie, L. Crombie // Phytochemistry. – 1986a. – V.25. – P. 2069-2073.

References

1. Nosevich M.A., Belyaeva K.I. Vliyanie obrabotki semyan pered posevom biopreparatami na rost, razvitie i urozhajnost' l'na maslichnogo // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo hozyajstva. – 2018. – №20. – S. 54-57.
2. Ezhov G.I. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po sel'skohozyajstvennoj mikrobiologii. – М.: Vysshaya shkola, 1981. – S. 118.
3. Lapa V.V., Mihajlovskaya N.A., Lomonos M.M. Vliyanie sistem udobrenij na fermentativnuyu aktivnost' dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj pochvy // Pochvovedenie i agrokhimiya. – 2012. – №2 (49). – S. 191.
4. Kuprevich V.F. Biologicheskaya aktivnost' pochvy i metody ee opredeleniya // Doklady AN SSSR. – 1951. – Т. 79, № 5. – S. 863-866.
5. Afanas'ev R.A. Principy i opyt differencirovannogo primeneniya udobrenij // Plodorodie. – 2008. – № 6. – S. 14-17.
6. Haziev F.M. Fermentativnaya aktivnost' pochv: metodicheskoe posobie. – М.: Nauka, 1987. – 180 s.
7. Zvyaginцев D.G. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii – М.: MGU, 1991. – S. 244-303.
8. Gamzaeva R.S. Pochvennye fermenty. – SPb: SPbGAU, 2018. – S. 33-34.
9. Gamzaeva R.S. Kolichestvennaya i kachestvennaya ocenka biologicheskoy aktivnosti dernovo-podzolistoj pochvy pri primeneniі bakterial'nyh preparatov // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 1 (58). – S. 106-108.
10. Emcev V.T., Mishustin E.N. Mikrobiologiya. – М.: Drofa, 2005. – S. 328.
11. Crombie, W.M., Crombie, L. Distribution of Avenacins A-1, A-2, B-1, B-2 in oat roots: Their fungicidal activity towards take-all disease / W.M. Crombie, L. Crombie // Phytochemistry. – 1986a. – V.25. – P. 2069-2073.

Цитирование. Гамзаева Р.С., Ходжаев Р.С., Башарина М.В. Динамика активности гидролазно-оксидоредуктазного ферментного комплекса почвы в зависимости от инокуляции биопрепаратами // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 91-101. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-91-101

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Gamzaeva R.S., Hodzhaev R.S., Basharina M.V. Dynamics of the activity of the hydrolase-oxidoreductase enzyme complex of the soil depending on inoculation with biological products // *Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2021. 1(62). 91-101. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-91-101

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

УДК 631.4

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-101-112

ПОЧВЫ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО САДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Доктор сельскохозяйственных наук, доцент **Антон Викторович Лаврищев**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: av.lavrishchev@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 8244-8422

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3086-2608>

Старший лаборант **Анастасия Ильинична Клятышева**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: aklyatisheva@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 7582-1329

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6242-8323>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 15.01.2021 г.

Дата принятия в печать 15.02.2021 г.

Аннотация. В статье приведены результаты почвенно-агрохимического обследования территории учебно-опытного сада Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Исследования показали, что все почвы учебно-опытного сада относятся к антропогенно-преобразованным дерново-слабоподзолистым почвам. Во всех изученных почвенных профилях отсутствует подзолистый горизонт; гумусово-элювиальный горизонт сразу сменяется иллювиальным горизонтом, который практически во всех случаях имеет признаки оглеения. Гранулометрический состав исследуемых почв варьирует от легкосуглинистых до тяжелосуглинистых. В гранулометрическом составе всех изученных почв преобладает песчаная фракция. Её содержание, в зависимости от почвы, варьирует в пределах от 39,72 до 52,35%. По содержанию гумуса исследуемые почвы относятся к средне- и высокогумусным. Содержание гумуса в гумусово-элювиальных горизонтах колеблется в пределах 2,13-4,15%, резко снижаясь с глубиной. Все изученные почвы имеют аккумулятивный неполноразвитый тип гумусового профиля. По уровню кислотности исследуемые почвы варьируют от сильнокислых (рН_{KCl} 4,11) до нейтральных (рН_{KCl} 6,49). Величина гидролитической кислотности изменяется в пределах от 1,75 до 5,77 ммоль(экв)/100 г. Чётких закономерностей изменения рН_{KCl} и гидролитической кислотности по профилю не выявлено.

Сумма поглощённых оснований Ca^{2+} и Mg^{2+} в почвах исследуемой территории варьирует от 11,2 до 21,8 ммоль(экв)/100 г. Наибольшее количество поглощённых оснований выявлено в гумусово-элювиальных горизонтах. Сумма обменных оснований изменяется в пределах 14,37 – 25,72 ммоль(экв)/100 г и сильно коррелирует с ёмкостью катионного обмена ($r = 0,94$).

Ключевые слова: почвенный покров, глеевые почвы, почвенное обследование, учебно-опытный сад, агрохимическая характеристика, гумусовый профиль

SOILS OF THE EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL GARDEN OF THE SAINT-PETERSBURG STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Doctor of Agricultural Sciences, Docent **Anton Victorovich Lavrishchev**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: av.lavrishchev@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 8244-8422

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3086-2608>

Senior Laboratory Assistant **Anastasia Ilinichna Kliatysheva**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: aklyatisheva@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 7582-1329

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6242-8323>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 15/01/2021

Submitted 15/02/2021

Summary. The article presents the results of the soil-agrochemical survey of the territory of the educational and experimental garden of the St. Petersburg State Agrarian University. Studies have shown that all the soils of the educational and experimental garden belong to anthropogenic-transformed sod-weakly podzolic soils. In all the studied soil profiles, there is no podzolic horizon; the humus-eluvial horizon is immediately replaced by the illuvial horizon, which in almost all cases has signs of gleying. The granulometric composition of the studied soils varies from light-loamy to heavy-loamy. The granulometric composition of all the studied soils is dominated by the sand fraction. Its content, depending on the soil, varies from 39.72 to 52.35 %. According to the humus content, the studied soils belong to medium - and high-humus soils. The humus content in the humus-eluvial horizons ranges from 2.13-4.15 %, sharply decreasing with depth. All the studied soils have an accumulative underdeveloped type of humus profile. The level of acidity of the studied soils varies from strongly acidic ($\text{pH}_{\text{KCl}} 4.11$) to neutral ($\text{pH}_{\text{KCl}} 6.49$). The value of hydrolytic acidity varies in the range from 1.75 to 5.77 mmol(eq)/100 g. There were no clear patterns of changes in pH_{KCl} and hydrolytic acidity in the profile. The sum of the absorbed bases Ca^{2+} and Mg^{2+} in the soils of the study area varies from 11.2 to 21.8 mmol (eq)/100 g. The largest amount of absorbed bases was found in the humus-eluvial horizons. The sum of the exchange bases varies in the range of 14.37-25.72 mmol (eq)/100 g and strongly correlates with the cation exchange capacity ($r = 0.94$).

Keywords: soil cover, gley soils, soil survey, educational and experimental garden, agrochemical characteristics, humus profile

Введение. Учебно-опытный сад Санкт-Петербургского государственного аграрного университета является одним из основных исследовательских полигонов для научно-педагогических работников, молодых учёных и студентов СПбГАУ. На территории сада

проводится научно-исследовательская работа по изучению плодовых и ягодных культур [1, 2], овощных культур, выращиваемых в условиях открытого [3] и защищённого грунта [4, 5].

Площадь сада составляет около 30 га. В саду заложены товарные насаждения яблони, груши, сливы, смородины, крыжовника, жимолости, черноплодной рябины. На территории сада находится питомник плодово-ягодных культур, который включает все составные части, необходимые для технологического процесса производства посадочного материала: маточно-семенной и маточно-черенковый сад, маточник клоновых подвоев и т.д. Питомник производит саженцы яблони на сеянцах (сильнорослых подвоях) и на клоновых (полукарликовых) подвоях.

Изучение почвенного покрова учебно-опытного сада СПбГАУ является важнейшей составной частью для получения достоверной научной информации о главном объекте сельскохозяйственного производства. Научно обоснованные разработки правильного использования почв, как важнейшего компонента биосферы, должны опираться на глубокое знание роли почвенного покрова, его характера, свойств, потенциальных возможностей и особенностей природных условий.

Цель исследования – провести почвенное обследование учебно-опытного сада Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

В задачи исследований входило:

- изучить почвенный покров территории и провести морфологическое описание основных разновидностей почв учебно-опытного сада;
- установить некоторые физические и агрохимические свойства почв исследуемой территории.

Материалы, методы и объекты исследований. Аэрофотосъёмка территории проведена с помощью квадрокоптера DJI Mavic. Географическую привязку почвенных разрезов проводили с помощью GPS-навигатора Garmin etrex 30. Перенос маршрутных точек на космоснимок осуществляли в программе Google Earth Pro.

При расчёте количества почвенных разрезов исходили из расчёта – один основной разрез на квартале. При большой площади квартала и относительной неоднородности растительного покрова закладывали поперечные разрезы (полуямы и прикопки).

Морфологическое описание почвенных профилей проводили по общепринятой методике [6].

Аналитические работы проводили согласно следующим методикам [6]:

- определение содержания гумуса в почве – по методу И.В. Тюрина;
- определение гидролитической кислотности – по методу Г. Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91);
- определение суммы обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} – комплексонометрическим методом;
- определение ёмкости катионного обмена и степени насыщенности почв основаниями – расчётным методом.

Результаты исследований. На первом этапе исследований была проведена подробная аэрофотосъёмка сада. Аэрофотосъёмка помогла рекогносцировать территорию, наметить наиболее типичные места закладки почвенных разрезов. На рисунке 1 представлен один из аэрофотоснимков.



Рис. 1. Аэрофотоснимок кварталов №№ 22, 23, 25, 26

Распределение маршрутных точек на участке показано на космическом снимке Google Earth (рис. 2), а их координаты и соответствие номерам почвенных разрезов приведены в таблице 1.



Рис. 2. Распределение маршрутных точек на участке

Следует отметить, что почвенному обследованию подверглась не вся территория сада, а только та его часть, которая не была занята многолетними насаждениями плодово-ягодных культур.

Таблица 1. Координаты закладки почвенных разрезов на территории учебно-опытного сада

№ разреза	№ маршрутной точки на GPS-навигаторе	Географическая привязка (координаты)	
		широта	долгота
1	195	59° 43' 52,2"	30° 22' 26,7"
2	196	59° 43' 52,6"	30° 22' 33,7"
3	197	59° 43' 42,4"	30° 22' 26,3"
4	198	59° 43' 39,5"	30° 22' 16,9"
5	199	59° 43' 48,2"	30° 22' 45,6"
6	201	59° 43' 36,7"	30° 22' 18,5"
7	202	59° 43' 39,2"	30° 22' 12,2"
8	203	59° 43' 39,6"	30° 22' 07,3"
9	204	59° 43' 38,4"	30° 22' 06,2"
10	205	59° 43' 38,6"	30° 22' 04,6"
11	209	59° 43' 38,2"	30° 22' 02,9"
12	208	59° 43' 38,2"	30° 22' 02,9"
13	207	59° 43' 38,2"	30° 22' 02,6"
14	210	59° 43' 39,0"	30° 22' 00,9"
15	200	59° 43' 50,8"	30° 22' 28,2"
16	193	59° 43' 52,0"	30° 22' 23,0"
17	194	59° 43' 55,0"	30° 23' 15,0"

Морфологическое описание почвенных профилей дерново-подзолистых почв учебно-опытного сада представлено ниже.

Разрез 1. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене

А_д – дернина;

А₁ – 02-38 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, среднесуглинистый, комковатый, имеются корни растений, рыхлый, переход ровный;

В₁ – 38-47 – иллювиальный горизонт – влажный, серый с бурым оттенком, глинистый, призматический, имеются угольки и пятна оглеения, лакировка на гранях структурных отдельностей, переход ясный по цвету;

В_{2g} – 47-(...) – иллювиальный горизонт – влажный, бурый с сизыми пятнами оглеения, глинистый, призматический.

Разрез 2. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене

А₁ – 1-31 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, среднесуглинистый, комковатый, присутствуют корни растений, уплотнен, переход ясный по цвету;

В_{1g} – 31-75 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый с сизыми пятнами оглеения, глинистый, призматический.

Разрез 3. Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая глеевая на морене

А_д – 0-2 – дернина;

А₁ – 2-38 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, легкосуглинистый, комковатый, присутствуют корни растений, плотный, переход ясный по цвету;

В₁ – 38-47 – иллювиальный горизонт – влажный, светло-бурый, глинистый, призматический, плотный, единичные корни, камни, переход ясный;

В_{2g} – 47-106 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый с охристым оттенком, глинистый, призматический, пятна оглеения.

Разрез 4. Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-21 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, светло-серый, легкосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету;

B_g – 21-96 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый с сизыми пятнами оглеения, легкосуглинистый, призматический, плотный, есть угольки, сильное оглеение.

Разрез 5. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-34 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, светло-серый, среднесуглинистый, корни растений, угольки, переход затеками;

B_g – 34-89 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый, тяжелосуглинистый, призматический, плотный, имеется оглеение.

Разрез 6. Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая на морене

A₁ – 4-32 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход затеками;

B₁ – 32-44 – иллювиальный горизонт – свежий, темно-серый с бурым оттенком, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, встречаются корни, переход постепенный;

B_{2g} – 44-95 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, призматический, плотный, имеется оглеение.

Разрез 7. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене

A₁ – 3-32 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, среднесуглинистый, комковатый, рыхлый, корни растений;

B_g – 32-102 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый с охристыми пятнами, глинистый, призматический, плотный.

Разрез 8. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-25 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, среднесуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету;

B_g – 25-74 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, глинистый, призматический, плотный, частичные корни растений.

Разрез 9. Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-26 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету;

B_g – 26-39 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, глинистый, призматический, плотный, имеется оглеение, частичные корни растений.

Разрез 10. Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глееватая слабосмытая на морене

A₁ – 2-17 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету;

B_g – 17-28 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, глинистый, призматический, плотный, частичные корни растений.

Разрез 11. Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-26 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений;

B_g – 25-39 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый, тяжелосуглинистый, призматический, пятна оглеения, корни растений.

Разрез 12. Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-25 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету;

B_g – 25-40 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, глинистый, призматический, плотный, частичные корни растений.

Разрез 13. Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая сильнонамытая на морене

A_{нам} – 2-76 – намытый горизонт – влажный, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету.

Разрез 14. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глееватая среднесмытая на морене

A₁ – 2-12 – гумусово-элювиальный горизонт – свежий, темно-серый, среднесуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход ясный по цвету;

B_g – 12-23 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, глинистый, призматический, плотный, частичные корни растений.

Разрез 15. Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-21 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, среднесуглинистый, комковатый, рыхлый, корни растений, переход затеками;

B_g – 21-46 – иллювиальный горизонт – влажный, бурый с охристым оттенком, глинистый, призматический, плотный, частичные корни, угольки.

Разрез 16. Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая глеевая на морене

A₁ – 2-37 – гумусово-элювиальный горизонт – влажный, темно-серый, легкосуглинистый, комковатый, плотный, переход ясный по цвету с затеками;

B_g – 37-79 – иллювиальный горизонт – влажный, охристо-бурый, глинистый, призматический, имеются корни растений, пятна оглеения, плотный.

Разрез 17. Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая глеевая на морене

A_{пах} – 0-22 – пахотный горизонт – свежий, светло-серый с охристыми пятнами, легкосуглинистый, комковатый, плотный, корни растений, переход карманами;

B_g – 22-53 – иллювиальный горизонт – увлажненный, охристо-бурый, глинистый, призматический, корни растений, плотный.

В результате почвенного обследования территории было выявлено, что все почвы учебно-опытного сада относятся к типу дерново-подзолистых. Изучение морфологических свойств показало, что профили изучаемых почв в результате антропогенного вмешательства лишены подзолистого горизонта. Гумусово-элювиальный горизонт сразу сменяется иллювиальным горизонтом, который практически во всех случаях имеет признаки оглеения. Оглеение иллювиального горизонта связано с утяжелением гранулометрического состава в нижней части почвенного профиля. Практически во всех изученных почвах иллювиальный горизонт имеет глинистый гранулометрический состав и служит своеобразным водупором, способствующим кратковременному избыточному увлажнению, созданию анаэробных условий и, как следствие, протеканию сложных биохимических процессов восстановления элементов с переменной валентностью при участии анаэробных микроорганизмов.

Для уточнения названий почвенных разновидностей в лабораторных условиях определяли гранулометрический состав верхних гумусовых горизонтов из всех почвенных разрезов.

Гранулометрический состав – важнейшая характеристика почвы. От него зависят очень многие свойства почвы и её плодородие. Большинство учёных [7-12] сходятся во мнении, что какое бы свойство почв не изучалось, первое, на что обращают внимание, это гранулометрический состав. Так как гранулометрический состав оказывает существенное влияние на окислительно-восстановительные свойства, поглонительную способность, накопление в почве гумуса, зольных элементов и азота.

Результаты анализа гранулометрического состава представлены в таблице 2.

Как видно из представленных данных, гранулометрический состав исследуемых почв варьирует от легкосуглинистых до тяжелосуглинистых. Названия почв по преобладающей фракции представлены в таблице 3. В гранулометрическом составе всех изученных почв преобладает песчаная фракция. Её содержание, в зависимости от почвы, колебалось в пределах от 39,72 до 52,35%.

Таблица 2. Гранулометрический состав почв учебно-опытного сада

№ разреза	Размер частиц, мм						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
1	18,93	21,541	19,82	1,98	18,28	19,45	39,71
2	12,18	25,997	22,60	7,23	12,34	19,67	39,24
3	16,88	35,47	25,50	5,15	1,90	15,10	22,15
4	19,21	31,04	27,60	3,88	0,81	17,47	22,155
5	14,96	34,99	16,90	4,73	12,53	15,90	33,16
6	16,22	24,96	16,80	0,95	11,00	30,08	42,03
7	13,95	28,43	20,20	7,65	12,33	17,45	37,43
8	9,69	35,18	18,17	8,98	2,80	25,18	36,96
9	16,11	28,77	11,60	25,65	10,08	7,80	43,53
10	9,13	36,50	6,67	14,30	0,10	33,30	47,7
11	12,71	27,01	15,95	4,00	19,70	20,63	44,33
12	14,06	27,34	17,13	8,33	16,23	16,93	41,49
13	21,45	21,80	13,03	5,95	18,50	19,28	43,73
14	14,42	29,03	17,88	10,55	0,675	27,45	38,68
16	13,01	35,99	23,10	6,33	10,23	11,35	27,91
17	15,65	25,23	32,50	2,18	9,43	15,03	26,64

Таблица 3. Название почв по преобладающей фракции

№ разреза	Песчаная	Крупно-пылеватая	Пылеватая	Иловатая	Название по преобладающей фракции
1	40,47	19,82	20,26	19,45	Среднесуглинистая пылевато-песчаная
2	48,18	22,60	19,57	19,67	Среднесуглинистая крупнопылевато-песчаная
3	52,35	25,50	7,05	15,10	Легкосуглинистая крупнопылевато-песчаная
4	50,25	27,60	4,69	17,47	Легкосуглинистая крупнопылевато-песчаная
5	49,95	16,90	17,26	15,90	Среднесуглинистая пылевато-песчаная
6	41,18	16,80	11,95	30,08	Тяжелосуглинистая иловато-песчаная
7	42,38	20,20	19,98	17,45	Среднесуглинистая крупнопылевато-песчаная
8	44,87	18,17	11,78	25,18	Среднесуглинистая иловато-песчаная
9	44,88	11,60	35,73	7,80	Тяжелосуглинистая пылевато-песчаная
10	45,63	6,67	14,40	33,30	Тяжелосуглинистая иловато-песчаная
11	39,72	15,95	23,70	20,63	Тяжелосуглинистая пылевато-песчаная
12	41,40	17,13	24,56	16,93	Тяжелосуглинистая пылевато-песчаная
13	43,25	13,03	24,45	19,28	Тяжелосуглинистая пылевато-песчаная
14	43,45	17,88	11,23	27,45	Среднесуглинистая иловато-песчаная
16	49,00	23,10	16,56	11,35	Легкосуглинистая крупнопылевато-песчаная
17	40,88	32,50	11,61	15,03	Легкосуглинистая крупнопылевато-песчаная

Систематический список почв учебно-опытного сада представлен в таблице 4. На исследуемом участке преобладают дерново-подзолистые почвы различной степени оподзоливания и гранулометрического состава, сформированные на моренных отложениях.

Таблица 4. Систематический список почв

№	Индекс	Название почвы
1	$\frac{П_{1в}^d}{M} \Gamma$	Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глеевая на морене
2	$\frac{П_{1г}^d}{M} \Gamma$	Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая глеевая на морене
3	$\frac{П_{1б}^d}{M} \Gamma$	Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая на морене
4	$\frac{П_{1б}^p}{M} \mathcal{C} \downarrow$	Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глееватая слабосмытая на морене
5	$\frac{П_{1б}^d}{M} \Gamma \cup \cup \cup$	Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая глеевая сильнонамытая на морене
6	$\frac{П_{1б}^p}{M} \mathcal{C} \downarrow \downarrow$	Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая глееватая среднесмытая на морене

Основными показателями, определяющими физико-химические свойства, являются: кислотность, содержание и состав гумуса, содержание подвижных форм минеральных элементов, сумма поглощённых оснований, ёмкость катионного обмена [13]. Значительная часть дерново-подзолистых почв характеризуется кислой реакцией солевой суспензии, малым содержанием гумуса, низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия. Низкие показатели химических, физико-химических свойств почв связаны с проявлением подзолообразовательного процесса.

Результаты изучения физико-химических свойств почв представлены в таблице 5. Данные свидетельствуют, что все изученные почвы имеют аккумулятивный неполноразвитый тип гумусового профиля. Содержание гумуса в гумусовых горизонтах колебалось в пределах от 2,13 до 4,15%, резко снижаясь с глубиной. По содержанию гумуса исследуемые почвы относятся к средне- и высокогумусным.

По уровню обменной кислотности исследуемые почвы варьируют от сильнокислых (pH_{KCl} 4,11) до нейтральных (pH_{KCl} 6,49).

Величина гидролитической кислотности изменяется в широких пределах от 1,75 до 5,77 ммоль(экв)/100 г. Чётких закономерностей изменения pH_{KCl} и гидролитической кислотности по профилю выявлено не было.

Сумма поглощённых оснований Ca^{2+} и Mg^{2+} в почвах изучаемой территории варьирует от 11,2 до 22,1 ммоль(экв)/100 г. Высокое содержание обменных катионов кальция и магния связано в первую очередь с тяжёлым гранулометрическим составом исследуемых почв. Наибольшее количество поглощённых оснований было выявлено в гумусово-элювиальных горизонтах.

По-видимому, щелочноземельные металлы кальция и магния образуют с гумусом различные органико-минеральные производные, которые обладают слабой миграционной способностью. Как известно, гуматы кальция и магния нерастворимы в воде и образуют водопрочные гели, которые обволакивают тонкой плёнкой минеральные частицы почвы, склеивают и цементируют их [14]. Фульваты этих металлов хоть и растворимы в воде, но их миграционная подвижность ограничивается тяжёлым гранулометрическим составом иллювиальных горизонтов данных почв.

Ёмкость катионного обмена в изучаемых почвах изменяется в пределах 14,37 – 25,72 ммоль(экв)/100 г. Следует отметить, что сумма обменных оснований сильно коррелирует с ёмкостью катионного обмена (ЕКО). Коэффициент корреляции составил: $r = 0,94$.

Степень насыщенности почв основаниями колеблется в пределах 70,5-90,9%. По этому показателю изученные почвы относятся к слабонасыщенным и нейтральным.

Таблица 5. Физико-химическая характеристика почв учебно-опытного сада

№ разреза	Горизонт	Глубина	Гумус, %	pH _{KCl}	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Нг	ЕКО	V, %
					ммоль(экв)/100г			
1	A ₁	2-38	4,15	4,83	18,1	3,62	21,72	83,3
	B ₁	38-47	0,60	4,64	12,2	4,28	16,48	74,0
	B _{2g}	47-	0,49	4,11	15,4	3,57	18,97	81,2
2	A ₁	1-31	3,55	5,29	20,9	2,25	23,15	90,3
	B	31-75	0,93	5,13	21,8	3,92	25,72	84,8
3	A ₁	2-38	3,95	5,83	18,8	2,27	21,07	89,2
	B ₁	38-47	0,17	5,69	18,3	2,12	20,42	89,6
	B _{2g}	47-106	0,60	5,27	17,4	1,75	19,15	90,9
4	A ₁	2-21	2,98	6,49	19,2	3,52	22,72	84,5
	B _G	21-96	0,66	6,04	13,2	2,27	15,47	85,3
5	A ₁	2-34	2,13	4,20	14,2	3,85	18,05	78,7
	B _g	34-89	0,33	4,69	15,4	2,92	18,32	84,1
6	A ₁	4-32	2,28	4,80	11,2	3,17	14,37	77,9
	B _{1g}	32-44	0,90	4,75	13,8	2,42	16,22	85,1
	B _{2g}	44-95	0,55	4,58	12,4	2,27	14,67	84,5
7	A ₁	3-32	4,05	4,50	21,8	3,45	25,25	86,3
	B _g	32-102	0,35	5,83	16,3	2,05	18,35	88,8
8	A ₁	2-25	3,29	4,40	15,3	4,25	19,55	78,3
	B _g	25-74	0,38	5,13	14,2	1,92	16,12	88,1
9	A ₁	2-26	3,47	4,70	13,8	5,77	19,57	70,5
	B _g	26-39	0,12	4,96	12,4	2,45	14,85	83,5
10	A ₁	2-17	2,72	5,30	18,9	4,72	23,62	80,0
	B _g	17-28	0,63	5,40	13,2	2,62	15,82	83,4
11	A ₁	2-26	2,22	6,06	16,7	2,62	19,32	86,4
	B _g	26-39	0,16	6,08	14,5	1,45	15,95	90,9
12	A ₁	2-25	2,55	5,59	16,4	3,35	19,75	83,0
	B _g	25-40	0,16	4,74	15,8	2,81	18,61	84,9
13	A ₁	2-76	2,13	5,15	15,1	2,12	17,22	87,7
14	A ₁	2-12	2,58	4,11	15,2	3,26	18,46	82,3
	B _g	12-23	0,45	4,21	14,8	4,02	18,82	78,6
16	A ₁	2-37	3,76	4,60	16,2	4,72	20,92	77,4
	B _g	37-79	0,34	5,05	14,2	2,27	16,47	86,2
17	Апах	0-22	2,74	5,00	16,8	2,22	19,02	88,3
	B _g	22-53	0,89	5,08	15,4	2,27	17,67	87,2

Выводы:

1. В результате почвенного обследования территории было выявлено, что все почвы учебно-опытного сада относятся к типу дерново-подзолистых, в результате антропогенного вмешательства все почвы лишены подзолистого горизонта. Гумусово-элювиальный горизонт сразу сменяется иллювиальным горизонтом, который практически во всех случаях имеет признаки оглеения.

2. Гранулометрический состав исследуемых почв варьирует от легкосуглинистых до тяжелосуглинистых. В гранулометрическом составе всех изученных почв преобладает песчаная фракция. Её содержание, в зависимости от почвы, варьирует в пределах от 39,72 до 52,35%.

3. Все изученные почвы имеют аккумулятивный неполноразвитый тип гумусового профиля. Содержание гумуса в гумусово-элювиальных горизонтах колебалось в пределах от 2,13 до 4,15%, резко снижаясь с глубиной. По содержанию гумуса исследуемые почвы относятся к средне- и высокогумусным.

4. По уровню кислотности исследуемые почвы варьируют от сильнокислых (pH_{KCl} 4,11) до нейтральных (pH_{KCl} 6,49). Величина гидролитической кислотности изменяется в широких пределах от 1,75 до 5,77 ммоль(экв)/100 г. Чётких закономерностей изменения pH_{KCl} и гидролитической кислотности по профилю выявлено не было.

5. Сумма поглощённых оснований Ca^{2+} и Mg^{2+} в почвах изучаемой территории варьирует от 11,2 до 21,8 ммоль(экв)/100 г. Наибольшее количество поглощённых оснований было выявлено в гумусово-элювиальных горизонтах. Сумма обменных оснований сильно коррелирует с ёмкостью катионного обмена ($r = 0,94$), которая изменяется в пределах 14,37 – 25,72 ммоль(экв)/100 г.

Литература

1. Щербакова Г.В., Адрицкая Н.А., Кравцова Е.С. Особенности размножения ремонтантной малины в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(49). – С. 21-25.
2. Горбачева Н.Н. Результаты выращивания сливы в питомнике при разных способах прививки // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(56) – С. 31-36.
3. Улимбашев А.М. Влияние массы севка на урожайность и качество зеленого лука // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4(61). – С. 9-16.
4. Осипова Г.С., Лаврищева Т.А. Агробиологическая оценка сортов салата цикорного в осеннем обороте пленочных теплиц Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 45. – С. 25-29.
5. Лаврищева Т.А. Влияние площади питания на биохимический состав цикорного салата эндивия при разных сроках посадки // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4(57). – С. 22-27.
6. Новицкий М.В., Донских И.Н., Чернов Д.В. и др. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: учебное пособие для вузов. – СПб.: Проспект науки, 2009. – 319 с.
7. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 143 с.
8. Бондарев А.Г. Проблема регулирования физических свойств почв в интенсивном земледелии // Почвоведение. – 1988. – № 9. – С. 64-70.
9. Кузнецова И.В. Роль органического вещества в образовании водопрочной структуры дерново-подзолистых почв // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 34-41.
10. Данилова В.И. Изменение структурного состояния почв при уплотнении и саморазуплотнении // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1203-1212.
11. Муха В.Д., Каргамышев Н.И. Агропочвоведение / Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолосС, 2003. – 528 с.
12. Вальков В.Ф. Почвоведение: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 496 с.
13. Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф. Влияние известкования на фоне длительного действия и последствия удобрений на физико-химические показатели дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. – 2001. – № 9. – С. 1103-1110.
14. Лаврищев А.В., Литвинович А.В. Органическое вещество почвы: методические указания. – СПб.: СПбГАУ, 2008. – 19 с.

References

1. **SHCherbakova G.V., Adrickaya N.A., Kravcova E.S.** Osobennosti razmnozheniya remontantnoj maliny v usloviyah Leningradskoj oblasti // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 4(49). – S. 21-25.
2. **Gorbacheva N.N.** Rezultaty vyrashchivaniya slivy v pitomnike pri raznyh sposobah privivki // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3(56) – S. 31-36.
3. **Ulimbashev A.M.** Vliyanie massy sevka na urozhajnost' i kachestvo zelenogo luka // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 4(61). – S. 9-16.
4. **Osipova G.S., Lavrishcheva T.A.** Agrobiologicheskaya ocenka sortov salata cikornogo v osennem oborote plenochnyh teplic Leningradskoj oblasti // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 45. – S. 25-29.
5. **Lavrishcheva T.A.** Vliyanie ploshchadi pitaniya na biohimicheskij sostav cikornogo salata endiviya pri raznyh srokah posadki // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 4(57). – S. 22-27.
6. **Novickij M.V., Donskih I.N., Chernov D.V. i dr.** Laboratorno-prakticheskie zanyatiya po pochvovedeniyu: uchebnoe posobie dlya vuzov. – SPb.: Prospekt nauki, 2009. – 319 s.
7. **Lykov A.M.** Vosproizvodstvo plodorodiya pochv v Nechernozemnoj zone. – M.: Rossel'hozizdat, 1982. – 143 s.
8. **Bondarev A.G.** Problema regulirovaniya fizicheskikh svojstv pochv v intensivnom zemledelii // Pochvovedenie. – 1988. – № 9. – S. 64-70.
9. **Kuznecova I.V.** Rol' organicheskogo veshchestva v obrazovanii vodoprochnoj struktury dernovo-podzolistyh pochv // Pochvovedenie. – 1994. – № 11. – S. 34-41.
10. **Danilova V.I.** Izmenenie strukturnogo sostoyaniya pochv pri uplotnenii i samorazuplotnenii // Pochvovedenie. – 1996. – № 10. – S. 1203-1212.
11. **Muha V.D., Kartamyshev N.I.** Agropochvovedenie / Pod red. V.D. Muhi. – M.: KolosS, 2003. – 528 s.
12. **Val'kov V.F.** Pochvovedenie: uchebnik dlya vuzov. – M.: IKC «MarT», Rostov n/D: Izdatel'skij centr «MarT», 2004. – 496 s.
13. **Mineev V.G., Gomonova N.F.** Vliyanie izvestkovaniya na fone dlitel'nogo dejstviya i posledejstviya udobrenij na fiziko-himicheskie pokazateli dernovo-podzolistoj pochvy // Pochvovedenie. – 2001. – № 9. – S. 1103-1110.
14. **Lavrishchev A.V., Litvinovich A.V.** Organicheskoe veshchestvo pochvy: metodicheskie ukazaniya. – SPb.: SPbGAU, 2008. – 19 s.

Цитирование. Лаврищев А.В., Клятышева А.И. Почвы учебно-опытного сада Санкт-Петербургского государственного аграрного университета // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – 1(62). – С. 101-112. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-101-112

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Lavrishchev A.V., Kliatyшева A. I. Soils of the educational and experimental garden of the St. Petersburg State Agrarian University // Izvastyia of Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 101-112. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-101-112

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ:
ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ
AGRICULTURAL SCIENCES: VETERINARY MEDICINE
AND ANIMAL SCIENCE**

УДК 636.22/28

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-113-122

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК «ВАЛОПРО» И «РУПРОКОЛ» НА МЯСНУЮ
ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫЧКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Василий Николаевич Приступа**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Донской государственный аграрный университет», e-mail: prs40@yandex.ru)
РИНЦ SPIN-код: 3390-2778

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9998-5062>
346493, Российская Федерация, Ростовская область, Октябрьский район, поселок
Персиановский, ул.Кривошлыкова, 24

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Ольга Евгеньевна Кротова**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Донской государственный технический университет»,
e-mail: alb9652@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 6523-7090
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2476-1395>
344000, Российская Федерация, Ростовская область, Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, д. 1

Кандидат сельскохозяйственных наук **Константин Станиславович Савенков**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: vetkos@inbox.ru)

РИНЦ SPIN-код: 7107-6824
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0917-6163>
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 15.01.2021 г.

Дата принятия в печать 15.02.2021 г.

Аннотация. Изучено влияние кормовых добавок «Валопро» и «Рупрокол» на изменение энергии роста и формирование мясной продуктивности у бычков герефордской породы при их доращивании с 9 до 18-месячного возраста в условиях промышленного комплекса ООО «Агропарк-Развильное» Ростовской области, с использованием самокормушек и поедания без ограничения грубых и концентрированных кормов. Добавление к основному рациону в течение 273 дней кормовых добавок «Валопро» из расчета 20 грамм и «Рупрокол» 50 грамм на голову в сутки способствовало получению суточного прироста на уровне 1472-1703 г, что на 140-270 г выше контрольных животных. Бычки контрольной и опытной групп на поедание кормов затрачивали практически равное количество суточного времени, а на пережевывание сверстники контрольной группы уступали на 4,3%. Однако они на 14 минут больше отдыхали стоя и двигались по загону, хотя бычки опытных и контрольной групп на сон затрачивали одинаковое количество (4,2 часа) суточного времени. При выполнении других учтенных поведенческих действий существенных различий между ними не отмечали. Бычки опытной группы за весь период дали 430 кг абсолютного прироста, или на 51 кг больше, чем сверстники контрольной группы. У опытных бычков более высокое содержание в крови общего белка и глюкозы, а также ферментов лактатдегидрогеназы и гаммаглутамилтранспептидазы, что способствовало снижению деградации крахмала в рубце

и интенсификации синтеза мышечной ткани. При контрольном убое у бычков обеих групп живая масса и тяжеловесные туши соответствовали требованиям действующего ГОСТа категории Супер. У бычков опытной группы масса парной туши в среднем составила чуть более 371 кг, что на 60 кг больше, чем у контрольных сверстников ($P \leq 0,01$). У последних все учетные показатели контрольного убоя в абсолютных и относительных величинах были значительно ниже, чем у бычков, получавших кормовые добавки. От каждого бычка опытной группы получено 11488 рублей прибыли, что почти на 4,5 тыс. рублей больше, чем от сверстников контрольной группы. Поэтому у последних почти на 5% ниже рентабельность.

Ключевые слова: *герфордская порода, кормовые добавки, предубойная масса, морфология туши, рентабельность*

EFFECT OF FEED ADDITIVES “VALOPRO” AND “RUPROCOL” ON MEAT PRODUCTIVITY OF BULL CALVES OF THE HEREFORD BREED

Doctor of Agricultural Sciences **Vasily Nikolaevich Pristupa**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Don State Agrarian University, e-mail: prs40@yandex.ru)

RSCI SPIN-код: 3390-2778

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9998-5062>

346493, Russian Federation, Rostov Region, Persianovsky settlement, Oktyabrsky District,
Krivoshlykova str., 24

Candidate of Agricultural Sciences **Olga Evgenyevna Krotova**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Don State Technical University, e-mail: alb9652@yandex.ru)

RSCI SPIN-код: 6523-7090

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2476-1395>

344000, Russian Federation, Rostov region, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1

Candidate of Agricultural Sciences **Konstantin Stanislavovich Savenkov**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: vetkos@inbox.ru)

RSCI SPIN-код: 7107-6824

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0917-6163>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 15/01/2021

Submitted 15/02/2021

Abstract. The influence of feed additives "Valopro" and "Ruprokol" on the change in the energy of growth and the formation of meat productivity in the Hereford bull calves when they are raised from 9 to 18 months of age in the industrial complex of LLC "Agropark-Razvilnoe" of the Rostov region, using self-feeders and eating without restriction of roughage and concentrated feed. Adding feed additives "Valopro" to the main diet for 273 days at the rate of 20 grams and "Ruprocol" 50 grams per head per day contributed to the daily gain at the level of 1472-1703 g, which is 140-270 g higher than the control animals. The gobies of the control and experimental groups spent almost the same amount of daily time on eating feed, and the peers of the control group were less than 4.3% on chewing. However, they rested for 14 minutes more while standing and moved around the corral, although the calves of the experimental and control groups spent the same amount (4.2 hours) of daily sleep on sleep. When performing other considered behavioral actions, no significant differences were noted between them. The gobies of the experimental group for the entire period gave 430 kg of absolute gain, or 51 kg more than their peers in the control group. Experienced bulls have higher blood levels of total protein and glucose, as well as the enzymes lactate dehydrogenase and gammaglutamyl transpeptidase, which contributed to a decrease in starch degradation in the rumen

and an intensification of muscle tissue synthesis. During the control slaughter in both groups of bulls, live weight and heavy carcasses corresponded to the requirements of the current GOST Super category. In bulls of the experimental group, the weight of a paired carcass averaged slightly more than 371 kg, which is 60 kg more than that of control peers ($P \leq 0.01$). In the latter, all the recorded indicators of control slaughter in absolute and relative values were significantly lower than in bulls that received feed additives. From each bull in the experimental group, 11488 rubles of profit were received, which is almost 4.5 thousand rubles more than from their peers in the control group. Therefore, the latter have almost 5% lower profitability.

Keywords: *Hereford breed, feed additives, pre-slaughter weight, carcass morphology, profitability*

Введение. Увеличение производства говядины является одной из наиболее актуальных проблем агропромышленного комплекса России, так как ее потребность пока удовлетворяется на уровне 52–64%. Недостающие потребности в говядине следует производить за счет интенсификации выращивания молодняка и увеличения количества скота мясных пород [2, 6, 8]. К 2025 году, по данным Х.А. Амерханова [1], в РФ поставлена задача увеличить поголовье мясного специализированного скота до 10 млн. голов. В этой отрасли скотоводства необходимо получать не менее 95 телят на 100 коров, а также не менее 600 кг живой массы в возрасте 15–16 месяцев, используя для этого кормовые добавки, способствующие в условиях промышленных комплексов получать в 18–20-месячном возрасте живую массу бычков не менее 600 кг, что будет способствовать обеспечению населения продукцией скотоводства за счет отечественного производства [3, 7, 10].

Увеличение интенсивности роста сопровождается увеличением потребности в питательных веществах, обуславливающих возрастные закономерности эффективности использования кормов. Так как, по мнению Н.Г. Макарецца [5], молодняк крупного рогатого скота до годовичного возраста наиболее интенсивно использует азот корма, это обеспечивает максимальный синтез белка в организме и рост мышечной ткани. С возрастом использование азота корма и содержание белка в приросте молодняка снижается и почти в 7 раз повышается отложение жира. При этом уменьшается энергия роста живой массы и снижается активность глюконеогенеза и глюкозы в крови, а при высоком уровне концентратов в рационе может привести к жировому перерождению печени. В качестве защитных факторов могут использоваться в рационах животных различные кормовые добавки с содержанием биологически активных веществ [4, 9]. Они способствуют поддержанию микробиоценоза в рубце, стимулируют расщепление клетчатки и синтеза глюкозы, предотвращают от ферментации и разложения в рубце белковых компонентов и повышают их доступность для дальнейшего обмена веществ и более эффективного использования протеина корма. Это способствует повышению содержания глюкозы в крови, энергии роста и живой массы молодняка [4, 5, 6, 9].

Производством говядины в России занимаются репродукторные сельхозпредприятия, поставляющие племенной молодняк для воспроизводства, а коммерческий – на откормочные промышленные комплексы. Первые производят и выращивают племенной и товарный молодняк в условиях стойлово-пастбищной технологии с энергией роста молодняка до 900 грамм в сутки. Промышленные откормочные комплексы применяют интенсивный уровень кормления, и для повышения усвоения питательных веществ кормов используют кормовые добавки, увеличивающие количество целлюлолитической микрофлоры и интенсивность синтеза в рубце летучих жирных кислот. Они также используют «транзитные фитогенные питательные вещества», доступные для пищеварения в кишечнике животных, что интенсифицирует пищеварение и положительно влияет на энергию роста животных [4, 5, 9, 10].

Цель исследования заключалась в сравнительной оценке роста, развития и мясной продуктивности бычков герефордской породы при скормливании им с основным рационом кормовых добавок «Валопро» и «Рупрокол» в условиях промышленного откормочного комплекса ООО «Агропарк-Развильное» Ростовской области.

Материалы, методы и объекты исследований. После акклиматизации к условиям комплекса для опыта были сформированы две группы по 50 голов 9-месячных бычков герефордской породы. Бычкам первой (1) опытной группы в смесь концентратов добавляли кормовую добавку «Валоπρο» из расчета 20 грамм и кормовую добавку «Рупрокол» – 50 грамм на голову в сутки. Бычки контрольной (2) группы кормовых добавок не получали. Бычки опытной и контрольной групп содержались беспривязно в помещениях легкого типа со свободным выходом на выгульно-кормовую площадку, на которой под навесом они свободно использовали из автопоилок воду, а из самокормушек без ограничения поедали грубые корма (ячменная и гороховая солома, разнотравное и люцерновое сено) и смесь концентратов (измельченные ячмень и кукуруза по 40% и пшеница 20%). При этом бычкам опытной группы в течение 9-месячного доращивания дополнительно к основному рациону в смесь концентратов добавлялись кормовые добавки «Валоπρο» и «Рупрокол».

Кормовая добавка «Valopro» (Франция) относится к типу химического и микробиологического синтеза и включает смесь танинов, эфирных масел, минеральных солей, кобальта и серы. Их комбинация обеспечивает защиту кормовых белков от разрушения в рубце, увеличивает количество рубцовой микрофлоры, улучшает расщепление клетчатки, замедляет деградацию крахмала и уменьшает образование аммиака в рубце и мочевины в печени.

Кормовая добавка «Ruprocol» (Италия) – защищенный микроинкапсулированный холин хлорид (витамин В4), который находится в триглицеридной матрице и проходит рубец без потерь действующего вещества, а в тонком отделе кишечника липазы расщепляют липидную матрицу и высвобожденный холин хлорид становится в доступной форме по всему кишечнику. Он является источником свободных метильных групп, обладает липотропными свойствами, участвует в обмене фосфолипидов, уменьшает риск клинического кетоза, сокращает риск ожирения печени и улучшает ее функциональные возможности.

Состав кормовых рационов бычков опытной и контрольной групп был идентичный. Они в зависимости от живой массы и суточного прироста в среднем потребляли 9,2–14,7 кг сухого вещества и 95–145 МДж обменной энергии на голову в сутки. Учет поедаемости и несъеденных остатков корма определяли групповым методом, еженедельно при смене кормов в самокормушках. По фактическому расходу кормов на 1 кг прироста живой массы и на одно животное установили оплату корма продукцией.

Возрастная динамика живой массы и энергии роста определялась на основе ежемесячного взвешивания бычков на электронных весах, а также при постановке на опыт и перед их убоем, после суточной голодной выдержки. В середине опыта от 3 бычков из каждой группы учитывали в течение суток продолжительность времени на выполнение ими этологических действий. В конце опыта от 5 бычков каждой группы из яремной вены взяли образцы крови для биохимических исследований.

В 18-месячном возрасте из каждой группы было отобрано по 5 бычков для контрольного убоя, который проводили на мясокомбинате откормочного комплекса. После туалета, осмотра ветврача, маркировки и взвешивания туши учитывали выход внутреннего сала, убойную массу и убойный выход. После суточного охлаждения и обвалки трех полутуш с группы определили их морфологический состав. По данным сравнения стоимости кормов, труда, энергоресурсов и других затрат с поступлением средств от их реализации на убой определяли эффективность использования кормовых добавок при доращивании бычков.

Результаты исследований. 9-месячные бычки опытной и контрольной групп в условиях откормочного комплекса при свободном доступе и поедании кормов почти 7 часов поедали и более 10 часов в сутки пережевывали корма (табл. 1).

Таблица 1. Основные показатели кормового поведения бычков

Действие	Число действий в сутки, раз	Длительность одного действия, мин.	Время в сутки, мин.	% времени в сутки
<i>Опытная группа</i>				
Потребление концентрирован. корма	14	12,4	174	12,2
Потребление грубых кормов	16	13,8	222	15,4
Потребление соли	6	6,0	36	2,5
Потребление воды	10	2,6	26	1,8
Жвачка в положении стоя и движении	17	20,5	349	24,2
Жвачка лежа после приема корма	15	19,5	292	20,4
Передвижение по загону	6	5,3	32	2,2
Отдых стоя	6	5,3	32	2,2
Сон	6	42,3	254	17,7
Дефекация и мочеиспускание	17	1,2	20	1,4
Итого	113	12,8	SUM(ABOVE)	SUM(ABOVE)
<i>Контрольная группа</i>				
Потребление концентрирован. корма	13	12,9	168	11,7
Потребление грубых кормов	15	15,2	228	15,8
Потребление соли	6	5,5	33	2,3
Потребление воды	10	3,4	34	2,4
Жвачка в положении стоя и движении	16	15,5	248	17,2
Жвачка лежа после приема корма	14	23,7	332	23,1
Передвижение по загону	5	7,7	39	2,8
Отдых стоя	6	6,5	39	2,8
Сон	6	42,3	254	17,6
Дефекация и мочеиспускание	16	1,3	21	1,5
Итого	SUM(ABOVE)	13,5	SUM(ABOVE)	SUM(ABOVE)

При этом следует отметить, что в условиях одинакового содержания и равноценного основного рациона бычки контрольной и опытной групп на поедание кормов затрачивали практически равное количество суточного времени, а на пережевывание сверстники контрольной группы уступали на 4,3%. Однако они на 14 минут больше отдыхали стоя и двигались по загону, хотя бычки опытной и контрольной групп на сон затрачивали 17,6% (4,2 часа) суточного времени. При выполнении других учтенных поведенческих действий существенных различий между бычками анализируемых групп не отмечено. Это свидетельствует, что этология животных в равных условиях содержания и кормления вволю не вызывает каких-то достоверных различий в поведении. Кроме того, у них не проявлялись какие-то отрицательные ранговые отношения по выбору места отдыха или места у самокормушки даже при новом поступлении кормов. Учитывали, что с кормовыми добавками бычки опытной группы дополнительно получали в качестве действующих веществ: сульфат цинка – 371 мг, сульфат марганца – 372 мг, ацетат кобальта – 2 мг, сульфат натрия – 3,1 г, карбонат кальция – 1,6 г и тонинов – 764 мг. Ионы этих компонентов, поддерживая постоянство среды в рубце при pH 6,4-7,5, стимулируют размножение микрофлоры, повышают ферментацию и получение энергии из сложных углеводов, содержащихся в клетчатке. Эти процессы способствуют ускорению и лучшему усвоению питательных веществ из корма. В результате за 9-месячный период доращивания (273 дня) бычки опытной группы потребили в среднем 11,5 кг, а контрольной – 10,6 кг сухого вещества на голову в сутки. Кроме того, у бычков опытной группы за счет большего потребления минеральных веществ, танинов, эфирных масел, холин хлорида более активно протекали процессы метаболизма, синтез витаминов группы В, использование свободных жирных кислот рубца для образования энергии и предотвращения накопления жира в печени. При этом танины, взаимодействуя с

протеинами, энзимами, сахарами и клеточными стенками микроорганизмов, образуют комплексы со стабильными кормовыми протеинами и сохраняют их от разрушения в рубце. Эти комплексы разрушаются и усваиваются в сычуге и кишечнике, что вызывает снижение производства аммиака.

Кроме того, микроорганизмы рубца, используя небелковый азот, активно размножаются и синтезированные их белки затем используются для образования животного белка, что способствовало повышению продуктивности опытных бычков (табл. 2).

Стимуляция кормовыми добавками пищеварительных и обменных процессов у бычков опытной группы обусловило у них достоверное превосходство в энергии роста, абсолютном приросте и живой массе над сверстниками контрольной группы. Среднесуточный прирост опытных бычков в течение всех дней учетного периода был на уровне 1472-1703 грамм и на 143-274 грамм был выше, чем у сверстников контрольной группы. Поэтому средняя энергия роста у первых составила 1575, а у вторых – 1388 грамм в сутки.

Таблица 2. Изменение энергии роста бычков герефордской породы

Возраст, дней	Группа (n= 20 в группе)					
	живая масса, кг		абсолютный прирост, кг		суточный прирост, г	
	1	2	1	2	2	3
274	222±5,3	222±4,1	-	-	-	-
365	377±6,7*	364±6,0	155±3,2	142±2,5	1703*±12	1560±11
456	518±5,4**	492±5,4	141±2,8	128±4,6	1549**±11	1406±12
547	652±6,2**	601±6,2	134±3,1	109±5,5	1472**±10	1198±16

*P≤0,05; **P≤0,01

Наиболее высокая энергия роста и абсолютный прирост у бычков опытной и контрольной групп отмечен уже после 3-месячного доращивания в условиях комплекса. При этом достоверность отставания по энергии роста и живой массе у бычков контрольной группы постоянно возрастала. В конце опыта (возраст 18 мес.) у бычков опытной группы средняя живая масса составила 652 кг, или на 51 кг выше, чем у сверстников контрольной группы (P≤0,01). Учитывая, что основной рацион и условия содержания бычков всех групп были идентичны, следовательно, более высокая энергия роста и живая масса у бычков опытной группы обусловлена влиянием биологически активных веществ кормовых добавок «Валопр» и «Рупрокол». При этом у них отмечено более высокое содержание в крови общего белка и глюкозы, а также ферментов лактатдегидрогеназы и гаммаглутамилтранспептидазы, что, очевидно, способствовало снижению деградации крахмала в рубце и интенсификации синтеза мышечной ткани (табл. 3, 4).

Меньшее содержание в крови бычков опытной группы фермента амилазы и большее содержание аспарагинаминотрансферазы и креатинфосфокиназы связано с катализацией процессов окисления молочной кислоты, ускорением процессов расщепления жиров в печени. Биохимическая трансформация креатина и аденозинтрифосфата в креатинфосфат повышала количество обменной энергии, обеспечивающей процессы метаболизма.

Высокое содержание щелочной фосфатазы в крови бычков контрольной группы, вероятно, обусловлено дистрофией паренхимы печени с проявлением холестатического гепатоза из-за недостаточного поступления белка в этот орган. Поэтому содержание щелочной фосфатазы в крови опытных бычков почти в норме. Отмеченные метаболические процессы способствовали проявлению у них более благоприятного соотношения тканей и получения в 18-месячном возрасте тяжеловесной туши (табл. 4). Перед убоем бычки опытной группы имели округлые формы туловища, хорошо обмускуленную, широкую, ровную спину и поясницу, широкую и глубокую грудь, а также хорошо развитый тазовый пояс, седалищные

бугры и маклаки которого слегка обозначены, но не выступают. У бычков контрольной группы эти части тела и остистые отростки позвонков более четко обозначены и меньше покрыты мускулатурой. Однако они все по живой массе и тяжеловесности туши соответствовали требованиям категории Супер (ГОСТ 34120—2017).

Таблица 3. Биохимический анализ крови

Показатель	Ед. изм.	Норма	Опытная группа		Контрольная группа	
			M±m	Lim	M±m	Lim
Общий белок	г/л	62-82	90,42	87,3-91,6	83.15	79,3-87.1
Альбумин	г/л	28-39	35,16	30,1-43,6	38.14	32,7-41,4
Глюкоза	ммоль/л	2,3-4,1	3,38	2,15-3,59	3.00	2,3-3,3
Амилаза	у/л	41-98	109,2	88-124	110,6	82-134
Билирубин	мкмоль/л	0,7-14	2,14	1,8-2,6	2.53	1,3-3,5
Щелочная фосфатаза	ммоль/л	18-153	158,0	126-209	186.6	156-214
АлАт	у/л	6,9-35	28,31	19,2-31,0	30.17	26,3-36,2
АсАт	у/л	45-110	46,7	37,7-54,7	44,3	21,3-52,6
ГГТ	у/л	4,9-26	26,0	21-36	19,2	13-25
ЛДГ	у/л	309-938	723,1	612-842	589,4	381-695
К-киназа	у/л	14-107	126,3	110-171	121,1	98-156
Креатинин	мкмоль/л	56-162	59,82	56,8-62,9	74,21	63,1-94,5
Мочевина	ммоль/л	2,8-8,8	3,3	3,0-4,1	3,88	3,6-4,6
Мочевая кислота	мкмоль/л	37,5-119	59,16	43,15-74,5	56,18	55,5-64,9
Холестерин	ммоль/л	1,39-4,7	2,40	1,78-3,0	2,34	1,9-3,5
Триглицериды	ммоль/л	0,22-0,6	0,20	0,15-0,23	0,17	0,13-0,25
Кальций	ммоль/л	1,62-3,37	2,15	1,61-2,34	2,38	2,30-2,46
Фосфор	ммоль/л	0,81-2,72	1,35	1,16-1,56	1,50	1,0-1,7
Магний	ммоль/л	0,7-1,2	1,81	1,5-2,0	1,70	1,31-2,11
Железо	мкмоль/л	10-29	17,11	12,9-21,3	18,0	13,1-21,1

У бычков опытной группы масса парной туши в среднем составила 371,9 кг, что на 59 кг больше, чем у контрольных сверстников ($P \leq 0,01$). Они имели значительно ниже все учтенные показатели контрольного убоя в абсолютных и относительных величинах, чем бычки, получавшие кормовые добавки.

У них убойный выход составил 62%, а у сверстников – почти на 5% ниже ($P \leq 0,05$). При этом обращает на себя внимание, что у бычков обеих групп, имеющих относительно высокую энергию роста, не отмечено большого накопления и выхода внутреннего и межмышечного сала (табл. 4). Известно, что на морфологический состав туши в основном оказывает влияние порода, возраст и живая масса. В данном опыте анализируются бычки герефордской породы и одного возраста. Поэтому генетическое и возрастное влияние на морфологический состав туши будет незначительное, но основное влияние на соотношение тканей в туше оказала разная живая масса. Ее превосходство и составных частей туши у опытных бычков получено за счет использования кормовых добавок.

Таблица 4. Показатели убоя герефордских бычков в возрасте 18 мес.

Наименование	Группа	
	опытная	контрольная
Предубойная живая масса, кг	639**±6,1	586±7,0
Масса парной туши, кг	371,9**±1,9	312,3±1,8
Выход парной туши, %	58,2	53,3
Масса внутреннего сала, кг	24,3±0,3	22,8±0,4
Выход внутреннего сала, %	3,8	3,9
Убойная масса, кг	396,2**±1,2	335,1±0,6
Убойный выход, %	62,0	57,2
Масса мышечной ткани, кг	276,7±2,1	221,5±1,8
Выход мышечной ткани, %	76,9	73,8
Выход жировой ткани, %	4,8	4,5
Масса мышечной и жировой тканей с туши, кг	294,0**±1,3	235,0±1,1
Выход костей хрящей и сухожилий с туши, %	18,3	21,7
Отношение съедобная / несъедобная части туши	4,21	3,88
Прибыль от реализации в сред. 1 бычка, руб.	11488	7004
Рентабельность производства говядины, %	13,01	8,60

*P<0,05; **P<0,01

В результате внешнего осмотра парных туш установлено, что у опытных бычков все части туши покрыты сплошным слоем сала «полив». У контрольных он в области шеи, брюшных стенок и голяшки с небольшими просветами. Поэтому при обвалке туши оказалось, что у них масса жировой ткани на 4, а мышечной на 55 кг меньше, чем у сверстников опытной группы. Хотя выход костей, хрящей и сухожилий с туши у опытных бычков на 3,4% меньше. Это обеспечило у них более высокие показатели индекса мясности и соотношения съедобной и несъедобной частей туши.

Выводы. Следовательно, организация и внедрение 9-месячного интенсивного доращивания бычков герефордской породы при одинаковых условиях содержания и кормления вволю, с использованием опытным животным кормовых добавок «Валопро» и «Рупрокол», способствовало достоверному повышению у них энергии роста, увеличению живой массы, окупаемости затрат и снижению себестоимости производства высоко рентабельной говядины.

Литература

1. **Амерханов Х.А.** Мясное скотоводство: источник наращивания производства высококачественной говядины в Российской Федерации // Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. – Оренбург: Изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2018. – С.4-7.
2. **Тарасов А.Н.** Животноводческий подкомплекс АПК России: тенденции развития и финансово-экономические факторы. – Ростов-на-Дону, 2019. – 159 с.
3. **Торосян Д.С., Приступа В.Н., Браженский А.А., Дороженко С.А.** Интенсивные технологии доращивания и откорма бычков специализированных мясных пород // Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции (25-27 апреля 2018г.). – Оренбург, 2018. – С. 114-118.

4. **Косилов В.И., Харламов А.В., Газеев И.Р., Никонова Е.А., Галиева З.А.** Потребление и использование питательных веществ и энергии корма бычками-кастратами симментальской породы при скармливании кормовой добавки Ветоспорин-актив // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6(44). – С. 210-214.
5. **Макарецов Н.Г.** Кормление молодняка крупного рогатого скота при выращивании и откорме на мясо // Кормление сельскохозяйственных животных. – Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2017. – 369 с.
6. **Пристапа В.Н., Колосов Ю.А., Торосян Д.С., Дороженко С.А.** Производство говядины при интенсивном доращивании бычков молочных и мясных пород // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2019. – № 56 (1). – С. 54-60.
7. **Торосян Д.С., Ермолаев К.Е., Приступа В.Н.** Формирование и качество мясной продукции скотоводства и птицеводства // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 9(133). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/26>.
8. **Федеральная научно-техническая программа** развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы. – М., 2017. – 45 с.
9. **Фисенко Н.** Биопрепараты раскрывают потенциал крупного рогатого скота // Эффективное животноводство. – 2019. – № 9. – С. 40-41.
10. **Чамурлиев Н.Г., Приступа В.Н., Колосов Ю.А., Торосян Д.С., Дороженко С.А.** Эффективность выращивания бычков разных пород при производстве тяжеловесных туш // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 256-264.

References

1. **Amerhanov N.A.** Myasnoe skotovodstvo: istochnik narashchivaniya proizvodstva vysokokachestvennoj govyadiny v Rossijskoj Federacii // Myasnoe skotovodstvo – priority i perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Orenburg: Izd-vo FNC BST RAN, 2018. – S.4-7.
2. **Tarasov A.N.** ZHivotnovodcheskij podkompleks APK Rossii: tendencii razvitiya i finansovo-ekonomicheskie faktory. – Rostov-na-Donu, 2019. – 159 s.
3. **Torosyan D.S., Pristupa V.N., Brazhenskij A.A., Dorozhenko S.A.** Intensivnye tekhnologii dorashchivaniya i otkorma bychkov specializirovannyh myasnyh porod // Myasnoe skotovodstvo – priority i perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (25-27 aprelya 2018g.). – Orenburg, 2018. – S. 114-118.
4. **Kosilov V.I., Harlamov A.V., Gazeev I.R., Nikonova E.A., Galieva Z.A.** Potreblenie i ispol'zovanie pitatel'nyh veshchestv i energii korma bychkami-kastratami simmental'skoj porody pri skarmlivanii kormovoj dobavki Vetosporin-aktiv // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 6(44). – S. 210-214.
5. **Makarcev N.G.** Kormlenie molodnyaka krupnogo rogatogo skota pri vyrashchivanii i otkorme na myaso // Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. – Kaluga: Izd-vo «Noosfera», 2017. – 369 s.
6. **Pristupa V.N., Kolosov YU.A., Torosyan D.S., Dorozhenko S.A.** Proizvodstvo govyadiny pri intensivnom dorashchivanii bychkov molochnyh i myasnyh porod // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 56 (1). – S. 54-60.
7. **Torosyan D.S., Ermolaev K.E., Pristupa V.N.** Formirovanie i kachestvo myasnoj produkcii skotovodstva i pticevodstva // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Краснодар: KubGAU, 2017. – № 9(133). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/26>.
8. **Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma** razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017 - 2025 gody. – М., 2017. – 45 s.
9. **Fisenko N.** Biopreparaty raskryvayut potencial krupnogo rogatogo skota // Effektivnoe zhivotnovodstvo. – 2019. – № 9. – S. 40-41.
10. **СHamurliев N.G., Pristupa V.N., Kolosov YU.A., Torosyan D.S., Dorozhenko S.A.** Effektivnost' vyrashchivaniya bychkov raznyh porod pri proizvodstve tyazhelovesnyh tush // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2018. – № 4 (52). – S. 256-264.

Цитирование. Приступа В.Н., Кротова О.Е., Савенков К.С. Влияние кормовых добавок «Валопро» и «Рупрокол» на мясную продуктивность бычков герефордской породы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 113-122. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-113-122

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Pristupa V.N., Krotova O.E., Savenkov K.S. Effect of feed additives “Valopro” and “Ruprocol” on meat productivity of bull calves of the hereford breed // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 113-122. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-113-122

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

УДК 636.2.034:637.04

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-122-130

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МОЛОКА КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ АНИМИКС АЛЬФА

Кандидат сельскохозяйственных наук **Оксана Анатольевна Вагапова**

(Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», e-mail: o.a.vag@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 9169-7597

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6551-813X>

Аспирант **Татьяна Юрьевна Швечихина**

(Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», e-mail: tatyana_shvetchihina@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 4857-4951

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1213-4332>

Кандидат сельскохозяйственных наук **Нина Александровна Юдина**

(Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет»)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9083-2078>

457100, Российская Федерация, Челябинская область, г. Троицк, ул. Гагарина, д.13

Дата поступления в редакцию 17.01. 2021 г.

Дата принятия в печать 17.02.2021 г.

Аннотация. С целью увеличения молочной продуктивности, улучшения качества молока, снабжения населения полноценными и качественными продуктами питания предлагается использовать в рацион животных различные кормовые добавки, оказывающие положительное влияние на их биохимические, иммунологические, гематологические и продуктивные показатели, а также удешевляющие производство единицы продукции. В статье представлены результаты исследований, проведенных для изучения качественного состава молока коров черно-пестрой породы в период раздоя, при использовании добавки Анимикс Альфа. Исследования были проведены в ООО «Нижняя Санарка» Троицкого района Челябинской области. Объектом для исследования явились коровы-первотелки черно-пестрой породы. Животные были распределены в 4 группы по 10 голов в каждой: одна контрольная и три опытные группы. Коровы контрольной группы (I) в период раздоя (90 дней) получали

основной рацион, аналоги опытных групп (II, III, IV) в сочетании с основным рационом получали кормовую добавку Анимикс Альфа в количестве 50, 100, 150 г на голову соответственно. По результатам исследования установлено, что молоко животных, в питании которых использовалась кормовая добавка в количестве 150 г на голову (IV группа), характеризовалось наилучшим составом. Содержание сухого вещества в молоке в среднем за весь период исследования у животных данной группы было на уровне $12,91 \pm 0,04\%$, содержание сухого обезжиренного молочного остатка – $8,69 \pm 0,002\%$. Массовая доля жира в молоке коров IV группы составила $4,22 \pm 0,005\%$, массовая доля белка – $3,40 \pm 0,002\%$, казеина – $2,74 \pm 0,007\%$, сывороточных белков – $0,66 \pm 0,005\%$. Содержание молочного сахара за весь период исследования в молоке коров IV группы было $4,52 \pm 0,003\%$.

Ключевые слова: молочная продуктивность, состав молока, кормовая добавка, массовая доля жира, массовая доля белка

QUALITATIVE COMPOSITION OF MILK OF BLACK-AND-WHITE BREED WHEN USING FODDER ADDITIVES ANIMIKS ALPHA

Candidate of Agricultural Sciences **Oksana Anatolyevna Vagapova**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«South Ural State Agrarian University»), e-mail: o.a.vag@mail.ru)
RSCI SPIN-code: 9169-7597

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6551-813X>

Postgraduate Student **Tatyana Yurevna Shvechihina**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«South Ural State Agrarian University»), e-mail: tatyana_shvechihina@mail.ru)
RSCI SPIN-code: 4857-4951

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1213-4332>

Candidate of Agricultural Sciences **Nina Aleksandrovna Yudina**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«South Ural State Agrarian University»)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9083-2078>

457100, Russian Federation, Chelyabinsk region, Troitsk, Gagarin, 13

Received 17/01/2021

Submitted 17/02/2021

Abstract. In order to increase milk productivity, improve milk quality, supply the population with high-grade and high-quality food products, it is proposed to use various feed additives in the diet of animals that have a positive effect on their biochemical, immunological, hematological and productivity indicators, as well as reduce the cost of production of a unit of production. The article presents the results of studies carried out to study the qualitative composition of milk from black-and-white cows during the milking period, using the Animix Alpha additive. The studies were carried out at OOO Nizhnaya Sanarka, Troitsk District, Chelyabinsk Region. The object for the study was first-calf cows of the black-and-white breed. The animals were divided into 4 groups of 10 animals each: control and three experimental groups. Cows of the control group (I) during the milking period (90 days) received the basic ration, the analogs of the experimental groups (II, III, IV) in combination with the basic ration received the feed additive Animix Alpha in the amount of 50, 100, 150 g per head, respectively. According to the results of the study, it was found that the milk obtained from animals that received the feed additive in an amount of 150 g per head (group IV) had the best composition. The dry matter content in milk on average for the entire study period in animals of this group was at the level of $12,91 \pm 0,04\%$, the content of dry skim milk residue was $8,69 \pm 0,002\%$. The mass fraction of fat in the milk of cows of group IV was $4,22 \pm 0,005\%$, the mass fraction of protein –

3,40±0,002%, casein – 2,74±0,007%, whey proteins – 0,66 ± 0,005%. The content of milk sugar for the entire period of the study in the milk of cows of the IV group was 4,52±0,003%.

Keywords: *milk productivity, milk composition, feed additive, fat mass fraction, protein mass fraction*

Введение. Увеличение производства молока при одновременном повышении его качества – наиболее важная задача, стоящая перед агропромышленным комплексом Российской Федерации. Это связано с тем, что необходимо обеспечить население нашей страны продуктами переработки молока, которые по химическому составу и биологическим свойствам являются полноценными [1].

Для выполнения этой задачи в технологии производства молока следует учесть все наиболее важные элементы, в том числе обеспечение полноценного сбалансированного кормления для всего поголовья крупного рогатого скота. Отечественный и зарубежный опыт в области молочного скотоводства свидетельствует о том, что без использования специальных кормовых добавок невозможно достичь желаемых результатов в реализации продуктивного потенциала коров, увеличения количества и повышения качества получаемого от них молока. Введение в рационы коров разных кормовых добавок стимулирует функциональные резервы организма животных, способствует формированию стойкого иммунитета к разным заболеваниям, улучшает физиологическое состояние особей и обеспечивает увеличение их продуктивности [2, 3].

На пищевую, биологическую ценность молока, его технологические свойства, а также выход и качество получаемой продукции при его переработке оказывает влияние химический состав молока-сырья. При этом в молочном скотоводстве осуществляется контроль массовой доли жира и белка в молоке – наиболее важных показателей, обуславливающих пищевую и экономическую ценность молока-сырья [4, 5].

В племенной работе с поголовьем скота молочных пород следует проводить оценку продуктивных качеств животных с учетом количества сухого вещества в молоке. Необходимость проведения такой оценки обусловлено влиянием содержания сухого вещества и сухого обезжиренного остатка на питательную ценность молока, а также она позволяет определить его расход при производстве сыров, творога, масла и молочных консервов, являющихся ценными продуктами питания для человека [6, 7, 8].

Цель исследования – определить влияние кормовой добавки Анимикс Альфа на качественный состав молока у коров черно-пестрой породы в период раздоя.

Для достижения поставленной цели исследований были сформулированы следующие задачи:

1. Провести оценку содержания в молоке коров сухого вещества, сухого обезжиренного молочного остатка, а также массовой доли жира.
2. Дать сравнительный анализ содержания в молоке массовой доли белка, казеина и сывороточных белков при использовании исследуемой кормовой добавки в период раздоя.
3. Определить влияние исследуемой кормовой добавки на содержание лактозы в молоке коров.

Материалы, методы и объекты исследований. Для исследований в ООО «Нижняя Санарка» Троицкого района Челябинской области были отобраны коровы черно-пестрой породы с законченной первой лактацией. Все поголовье коров-первотелок по принципу пар-аналогов с учетом возраста, живой массы и периода лактации было распределено в 4 группы (10 голов в каждой) – одну контрольную и три опытные группы.

В соответствии с методикой проведения исследований особи контрольной I группы в период раздоя получали основной рацион, их аналоги II, III и IV опытных групп к основному рациону получали дополнительно по 50, 100 и 150 г на голову в сутки кормовой добавки Анимикс Альфа.

Анализ качественных показателей молока (массовая доля жира и белка) был проведен по отобранному контрольным пробам в соответствии с требованиями ГОСТ 26809.1-2014 «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молочносодержащие продукты». В лаборатории ФГБОУ ВО Ю-УрГАУ были изучены все пробы молока по общепринятым методикам.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований установлено влияние на химический состав молока кормовой добавки Анимикс Альфа при использовании ее в рационах коров опытных групп в период раздоя в ООО «Нижняя Санарка» (рис. 1, рис. 2, табл.).

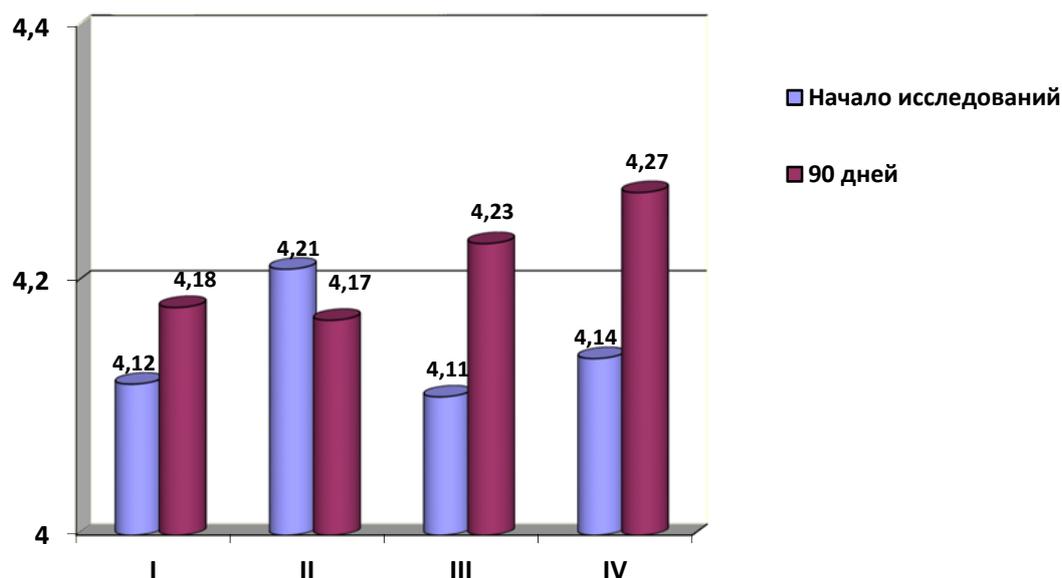


Рис. 1. Массовая доля жира в молоке коров исследуемых групп

Из представленных данных (рис. 1) видно, что содержание жира в молоке у коров II, III и IV групп в сравнении с контрольной группой увеличилось на 0,03%, 0,06% и 0,08% соответственно ($p < 0,001$). Наибольшее превосходство по этому показателю установлено у животных IV группы ($4,22 \pm 0,005\%$), при этом разность между I, II и III группами составила 0,08%, 0,05% и 0,02% соответственно.

По периодам исследования были установлены следующие особенности изменения массовой доли жира в молоке: в начале опыта наивысшее значение признака выявлено у коров II группы – $4,21 \pm 0,005\%$, что было больше на 0,07%, 0,09%, 0,1%, чем у аналогов IV, I и III групп соответственно. У животных III группы через 30 дней после начала изучения показатель достиг максимального значения – $4,22 \pm 0,003\%$, что больше, чем у особей I, II и IV групп, на 0,02%, 0,08%, 0,12% соответственно. На 60 и 90 дней исследования наивысшее содержание жира в молоке прослеживалось у коров IV группы – $4,25 \pm 0,005\%$ и $4,27 \pm 0,003\%$. Через 60 дней проведения анализа у животных в III, II и I группах этот показатель был меньше на 0,03%, 0,08% и 0,11%, а через 90 дн. – на 0,04%, 0,1% и 0,09% соответственно.

По нашему мнению, установленные различия можно объяснить положительным влиянием меди, серы, цинка и кобальта, входящих в состав кормовой добавки Анимикс Альфа, на синтез молочного жира в молочной железе коров.

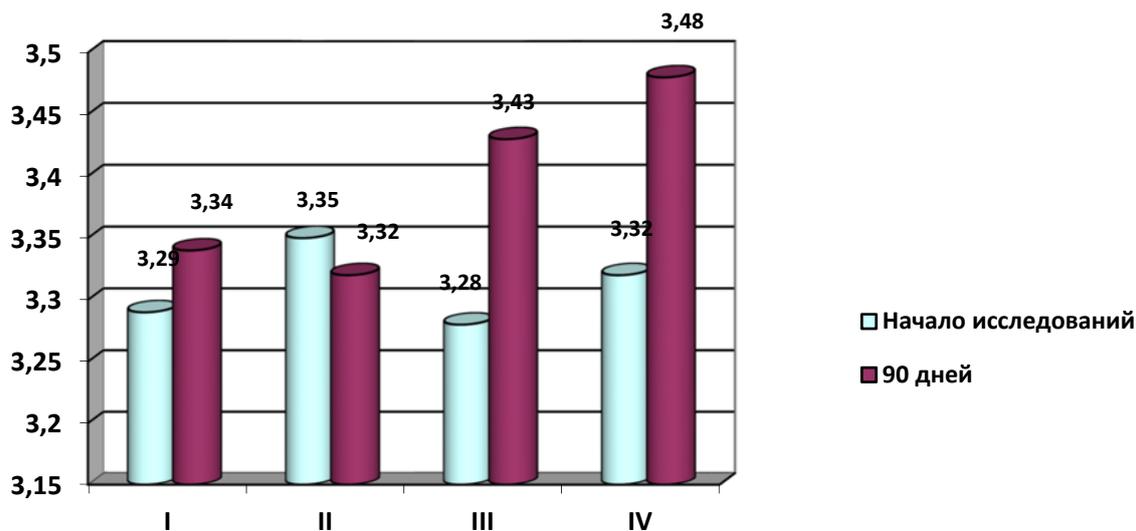


Рис. 2. Массовая доля белка в молоке у коров исследуемых групп

Массовая доля белка в молоке у коров II, III и IV групп, по данным проведенных исследований (рис. 2), в сравнении с данными по контрольной группе увеличилась на 0,02%, 0,06% и 0,1% при высоком уровне достоверности.

Следует отметить, что максимальное содержание белка в молоке у коров было установлено в IV группе – 3,40%. Между группами разность по массовой доле белка в молоке составила 0,04–0,1%.

Сравнительный анализ динамики массовой доли белка в молоке по периодам исследований позволил установить следующее: отмеченное преимущество особей IV группы было не на всем протяжении раздоя. Так, максимальная величина содержания белка в молоке выявлена в начале изучения у животных II группы – 3,35%, при этом разность между IV, I и III группами составила 0,03%, 0,06% и 0,07%. Через 30 дней проведения анализа данный показатель у животных III группы был максимальным – 3,35%, что больше, чем у животных IV, II и I групп, на 0,02%, 0,06% и 0,08% соответственно. В последующие периоды исследования превосходство было за животными IV группы. Так, на 60-й день изучения показатель был больше у животных III, II и I групп на 0,06%, 0,15% и 0,16 %, а на 90-й день изучения – на 0,05%, 0,14%, 0,16% соответственно.

Увеличение содержания белка в молоке связано с наличием в составе добавки магния, что согласуется с исследованиями Саханчука А.И., Кота Е.Г., Буракевича Т.А., и витамина А, что также подтверждается опытами, проведенными Князевым И.И. и Крисановым А.Ф. [9, 10].

Таблица. Состав молока у коров по группам, % ($\bar{X} \pm m_x$, n=10)

Исследуемый период	Группа			
	I	II	III	IV
<i>Сухое вещество, %</i>				
Начало исследований	12,74±0,07	12,88±0,04	12,71±0,02	12,79±0,05
Через 30 дн.	12,70±0,06	12,77±0,05	12,91±0,07*	12,86±0,06
Через 60 дн.	12,77±0,05	12,83±0,03	12,91±0,03*	12,97±0,07*
Через 90 дн.	12,85±0,04	12,84±0,05	12,93±0,06	13,0±0,07
В среднем за период	12,77±0,05	12,83±0,06	12,87±0,06	12,91±0,04*

Продолжение таблицы

<i>СОМО, %</i>				
Начало исследований	8,62±0,02	8,67±0,05	8,60±0,01	8,65±0,04
Через 30 дн.	8,60±0,01	8,63±0,03	8,70±0,04*	8,65±0,03
Через 60 дн.	8,63±0,02	8,66±0,03	8,69±0,04	8,72±0,05
Через 90 дн.	8,67±0,01	8,67±0,02	8,70±0,04	8,73±0,04
В среднем за период	8,63±0,03	8,66±0,04	8,67±0,03	8,69±0,002*
<i>Содержание в молоке массовой доли жира, %</i>				
Начало исследований	4,12±0,002	4,21±0,005***	4,11±0,002***	4,14±0,004***
Через 30 дн.	4,10±0,003	4,14±0,004***	4,22±0,003***	4,21±0,004***
Через 60 дн.	4,14±0,002	4,17±0,002***	4,22±0,004***	4,25±0,005***
Через 90 дн.	4,18±0,004	4,17±0,004**	4,23±0,005***	4,27±0,003***
В среднем за период	4,14±0,002	4,17±0,003***	4,20±0,005***	4,22±0,005***
<i>Содержание в молоке массовой доли белка, %</i>				
Начало исследований	3,29±0,004	3,35±0,006***	3,28±0,004***	3,32±0,005***
Через 30 дн.	3,27±0,001	3,29±0,002***	3,35±0,004***	3,33±0,002***
Через 60 дн.	3,29±0,001	3,30±0,002***	3,39±0,003***	3,45±0,003***
Через 90 дн.	3,34±0,002	3,32±0,001***	3,43±0,003***	3,48±0,004***
В среднем за период	3,30±0,003	3,32±0,005***	3,36±0,005***	3,40±0,002***
<i>Содержание в молоке казеина, %</i>				
Начало исследований	2,66±0,002	2,70±0,005***	2,65±0,002**	2,68±0,003***
Через 30 дн.	2,66±0,003	2,65±0,002*	2,72±0,006***	2,70±0,006***
Через 60 дн.	2,67±0,004	2,67±0,001	2,73±0,001***	2,77±0,003***
Через 90 дн.	2,71±0,002	2,68±0,002***	2,75±0,003***	2,79±0,003***
В среднем за период	2,68±0,005	2,68±0,007	2,71±0,004***	2,74±0,007***
<i>Содержание сывороточных белков, %</i>				
Начало исследований	0,63±0,003	0,65±0,006**	0,63±0,003***	0,64±0,005***
Через 30 дн.	0,61±0,003	0,64±0,005***	0,63±0,003***	0,63±0,005***
Через 60 дн.	0,62±0,003	0,63±0,004***	0,66±0,002***	0,68±0,006***
Через 90 дн.	0,63±0,005	0,64±0,004***	0,68±0,004***	0,69±0,004***
В среднем за период	0,62±0,004	0,64±0,003***	0,65±0,004***	0,66±0,005***
<i>Содержание в молоке лактозы, %</i>				
Начало исследований	4,48±0,004	4,51±0,005***	4,47±0,004*	4,50±0,007*
Через 30 дн.	4,47±0,003	4,49±0,004***	4,52±0,002***	4,50±0,004***
Через 60 дн.	4,49±0,002	4,50±0,005	4,52±0,004	4,53±0,003***
Через 90 дн.	4,51±0,004	4,51±0,001	4,52±0,002*	4,54±0,005***
В среднем за период	4,49±0,005	4,50±0,003	4,51±0,005*	4,52±0,003***

*-p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Из полученных данных можно сделать вывод, что по составу молока животных контрольной и опытных групп имелись различия.

В среднем за весь период исследования максимальное содержание сухого вещества в молоке было отмечено у животных IV группы – 12,91%, что на 0,14%, 0,08% и 0,04% больше по сравнению с данными по I, II, III группам соответственно. Выявленное преимущество по изучаемому показателю у коров IV группы сохранялось не на всех этапах исследования. Так,

из полученных данных видно, что в начале анализа преимущество было у особей II группы, с течением времени, через 30 дней, лидирующее положение имели животные III группы. В период раздоя через 60 и 90 дней после начала исследований изучаемый показатель был наибольшим у животных IV группы.

За весь период исследований наименьшее содержание сухого вещества в молоке было отмечено у коров I группы, которое составило 12,77%, что меньше на 0,06%; 0,1% и 0,14% ($p < 0,05$) соответствующего показателя у животных II, III и IV групп.

Рассматривая содержание СОМО (сухого обезжиренного молочного остатка), можно заметить, что животные IV группы превосходили аналоги из других групп на протяжении всего периода исследований на 0,06%, 0,03% и 0,02% соответственно. Следует отметить, что в начале исследования установлено превышение СОМО в молоке у коров II группы, а через 30 дн. – наивысшие показатели выявлены у животных III группы. Через 60 и 90 дней после начала исследований животные IV группы имели выраженное превосходство по изучаемому показателю.

Выявленные тенденции изменения содержания СОМО в молоке у коров при раздое прослеживаются и за весь период исследования. В молоке коров I группы было выявлено наименьшее содержание сухого обезжиренного молочного остатка, что составило 8,63% и было ниже на 0,03%; 0,04% и 0,06% ($p < 0,05$), чем у сверстниц II, III и IV групп соответственно.

По содержанию казеина в молоке за весь период исследования животные IV группы превосходили сверстниц I и II групп на 0,06% и III группы на 0,03%. В течение всего периода отмечалась следующая динамика. В начале изучения преимущество было за животными II, через 30 дней – за животными III и в дальнейшем – за животными IV группы.

Минимальное содержание казеина было выявлено в молоке животных I и II групп (2,68%), что меньше на 0,03% ($p < 0,001$) и 0,06% ($p < 0,001$) соответствующего показателя животных III и IV групп.

В среднем за весь период исследования наибольшее среднее содержание сывороточных белков было обнаружено в молоке коров IV группы – 0,66%. Данное превышение в сравнении с I, II и III группами было на 0,04%, 0,02% и 0,01% соответственно.

В начале и через 30 дней исследования максимальное количество сывороточных белков отмечалось у животных II группы, в дальнейшем у животных IV группы.

У коров I группы было выявлено снижение сывороточных белков в молоке по сравнению с животными II, III и IV групп на 0,02%; 0,03% и 0,04%. Разность между группами была достоверна при высоком уровне достоверности ($p < 0,001$).

Наибольшее содержание молочного сахара за весь период исследования было отмечено в молоке коров IV группы – $4,52 \pm 0,003\%$, что отличается на 0,03%, 0,02% и 0,01% от данного показателя животных I, II и III групп соответственно.

По превосходству лактозы в отдельные периоды исследования наблюдалась несколько другая картина. В начале изучения преимущество было за животными II, через 30 дней за животными III и в дальнейшем – за животными IV группы.

За весь период исследования в молоке коров опытных групп было выявлено незначительное повышение содержания лактозы по сравнению с животными контрольной группы на 0,01%; 0,02% ($p < 0,05$) и 0,03% ($p < 0,001$).

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии на состав молока кормовой добавки Анимикс Альфа в количестве 150 г на голову в сутки. Животные, получавшие кормовую добавку в таком количестве, отличались молоком наилучшего качества. В связи с этим мы рекомендуем в период раздоя в рационах дойных коров использовать кормовую добавку Анимикс Альфа в количестве 150 г, что обеспечит повышение питательности и улучшение качественного состава молока.

Литература

1. **Швечихина Т.Ю., Вагапова О.А.** Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы при использовании кормовой добавки Анимикс Альфа // Биотехнологии – агропромышленному комплексу России: матер. междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 250-255.
2. **Долматова И.А., Горелик О.В.** Продуктивность коров при введении в рацион ферроуртикавита // Ветеринарный врач. – 2010. – № 2. – С. 68-69.
3. **Гиберт К.В., Вагапова О.А.** Физико-химические показатели молока коров черно-пестрой породы при использовании кормовых добавок Просид и Минерал Актив // Инновационные пути импортозамещения продукции АПК: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2015. – С. 20-24.
4. **Лазаренко В.Н., Горелик О.В., Саржан Е.В., Деменчук И.Л.** Молочная продуктивность, состав и свойства молока коров черно-пестрой породы под влиянием препарата Эм-Курунга. – Троицк: УГАВМ, 2009. – 125 с.
5. **Юдин М.Ф., Юдина Н.А.** Влияние хитозана на молочную продуктивность коров и состав молока // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5 (37). – С. 124-126.
6. **Барабаншиков Н.В.** Молочное дело. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
7. **Temerbayeva M., Rebezov M., Okuskhanova E., Zinina O., Gorelik O., Vagapova O., Beginer T., Gritsenko S., Serikova A., Yessimbekov Zh.** Development of yoghurt from combination of goat and cow milk // Annual Research & Review in Biology. – 2018. – Т. 23. – № 6. – С. 1-7.
8. **Okuskhanova E., Rebezov M., Yessimbekov Zh., Tazeddinova D., Shcherbakov P., Bezhinar T., Vagapova O., Shcherbakova T., Stuart M.** Rheological properties of low-calorie red deer meat pâté // Journal of Pharmaceutical Research International. – 2018. – Vol. 23. – № 1. – С. 1-9.
9. **Князев И.И., Крисанов А.Ф.** Влияние витамина А в рационах коров на содержание белка в молоке // Зоотехния. – 2008. – №2. – С.10-11.
10. **Саханчук А.И., Кот Г.Г., Буракевич Т.А.** Профилактика нарушений обмена веществ у высокопродуктивных коров в конце лактации в зимне-стойловый период // Зоотехническая наука Беларуси. – 2016. – № 2. – С. 96-104.

References

1. **Shvechihina T.Yu., Vagapova O.A.** Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii kormovoj dobavki Animiks Al'fa // Biotekhnologii – agropromyshlennomu kompleksu Rossii: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – 2017. –S. 250-255.
2. **Dolmatova I.A., Gorelik O.V.** Produktivnost' korov pri vvedenii v racion ferrourtikavita // Veterinarnyj vrach. – 2010. – № 2. – S. 68–69.
3. **Gibert K.V., Vagapova O.A.** Fiziko-himicheskie pokazateli moloka korov cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii kormovyh dobavok Prosid i Mineral Aktiv // Innovacionnye puti importozameshcheniya produkcii APK: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Krasnodar, 2015. – S. 20-24.
4. **Lazarenko V.N., Gorelik O.V., Sarzhan E.V., Demenchuk I.L.** Molochnaya produktivnost', sostav i svojstva moloka korov cherno-pestroj porody pod vliyaniem preparata Em-Kurunga. – Troick: UGAVM, 2009. – 125 s.
5. **Yudin M.F., Yudina N.A.** Vliyanie hitozana na molochnyuyu produktivnost' korov i sostav moloka // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 5 (37). – S. 124-126.
6. **Barabanshchikov N.V.** Molochnoe delo. – M.: Agropromizdat, 1990. – 351 s.
7. **Temerbayeva M., Rebezov M., Okuskhanova E., Zinina O., Gorelik O., Vagapova O., Beginer T., Gritsenko S., Serikova A., Yessimbekov Zh.** Development of yoghurt from combination of goat and cow milk // Annual Research & Review in Biology. – 2018. – Т. 23. – № 6. – S. 1-7.
8. **Okuskhanova E., Rebezov M., Yessimbekov Zh., Tazeddinova D., Shcherbakov P., Bezhinar T., Vagapova O., Shcherbakova T., Stuart M.** Rheological properties of low-calorie red deer meat pâté // Journal of Pharmaceutical Research International. – 2018. – Vol. 23. – № 1. – S. 1-9.
9. **Knyazev I.I., Krisanov A.F.** Vliyanie vitamina A v racionah korov na sodержanie belka v moloke // Zootekhnika. – 2008. – №2. – S.10-11.
10. **Sahanchuk A.I., Kot G.G., Burakevich T.A.** Profilaktika narushenij obmena veshchestv u vysokoproduktivnyh korov v konce laktacii v zimne-stojlovyy period // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. – 2016. – № 2. – S. 96-104.

Цитирование. Вагапова О.А., Швечихина Т.Ю., Юдина Н.А. Качественный состав молока коров чернопестрой породы при использовании кормовой добавки Анимикс Альфа // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 122-130. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-122-130

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Vagapova O.A., Shvechihina T.Yu., Yudina N.A. Qualitative composition of milk of black-and-white breed when using fodder additives Animiks Alpha // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 122-130. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-122-130

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 62-6.636.32/38:591.8:591.477

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-130-136

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОЖИ КРОССБРЕДНЫХ ОВЕЦ

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Ольга Васильевна Максимова**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: spbgau1965@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 3608-2009

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1464-7203>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

Дата поступления в редакцию 16.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 09.03.2021 г.

Аннотация. Шерстная продуктивность и качество шерсти тесно связаны со строением и свойствами кожного покрова. Установлена определенная взаимосвязь между состоянием кожи и продуктивностью животного. Так, основные качества шерсти (ее густота, тонина) связаны с толщиной и плотностью кожи. В большинстве случаев на толстой коже растет грубая шерсть, а на тонкой – тонкая; на плотной – густая и сильная, тогда как на рыхлой – редкая, длинная и слабая.

В связи с этим изучение морфологических особенностей кожного покрова представляет собой важную часть в оценке шерсти овец и имеет большое практическое значение в зоотехнической работе.

В статье представлены материалы по гистологии кожи у ярок и маток акжайкских мясошерстных кроссбредных овец, принадлежащих различным линиям. Установлено, что наибольшую толщину кожи имеют ярки и матки длинношерстной линии с преобладанием пилярного слоя в общей структуре кожи.

Ключевые слова: акжайкская мясо-шерстная порода, кроссбредная шерсть, шерстная продуктивность, качество шерсти, гистология кожи

HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE SKIN OF CROSSBRED SHEEP

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Olga Vasilyevna Maksimova**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State

Agrarian University, e-mail: spbgau1965@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 3608-2009

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1464-7203>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 16/02/2021

Submitted 09/03/2021

Abstract. Wool performance and wool quality are closely related to the structure and properties of the skin. A definite relationship has been established between the condition of the skin and the productivity of the animal. So, the main qualities of wool (its density, fineness) are associated with the thickness and density of the skin. In most cases, coarse hair grows on thick skin, and thin on thin; on dense - thick and strong, while on loose – sparse, long and weak. In this regard, the study of the morphological features of the skin is an important part in the assessment of sheep wool and is of great practical importance in zootechnical work. The article presents materials on the histology of the skin in young ewes and queens of Akzhaik meat-wool cross-breeding sheep belonging to different lines. It was found that the largest thickness of the skin is characteristic of the ewes and long-haired queens with a predominance of the pilar layer in the general structure of the skin.

Keywords: *akzhaik meat and wool breed, crossbred wool, wool productivity, wool quality, skin histology*

Введение. Кроссбредное овцеводство является наиболее молодым и перспективным направлением в овцеводческой отрасли. Кроссбредные овцы обладают двойной мясо-шерстной продуктивностью, что имеет важное значение для обеспечения населения бараниной и ценной кроссбредной шерстью. Овцы данного направления обладают ценными свойствами. Они достаточно крупные, скороспелые, с отличными мясными качествами. Ценность таких овец заключается и в получаемой от них шерсти. Кроссбредная шерсть обладает рядом отличительных физико-механических характеристик: большая длина, прочность, упругость, эластичность. Эти показатели дают возможность получать из нее высококачественную пряжу и вырабатывать готовые изделия с высокими износостойкими качествами.

Как отмечает Х.Е. Кесаев: «В общем, мировом производстве баранины удельный вес мяса, получаемого от убоя мясо-шерстных овец и их помесей, составляет около 30%, а в мировом производстве мытой однородной шерсти более 50% занимает кроссбредная. В последние годы в Новой Зеландии, крупнейшем производителе кроссбредной шерсти, производится примерно 30% мирового настрига кроссбредной шерсти, из которой более 80% приходится на долю шерсти 56 качества и грубее. Австралия и Уругвай заготавливали 80% тонкого кроссбрета и только 4,5% грубого, Аргентина соответственно — 40 и 48,1%».

Наряду с известными зарубежными породами в нашей стране созданы отечественные породы мясо-шерстного направления продуктивности: тяньшаньская, куйбышевская, русская длинношерстная, северокавказская, советская мясо-шерстная (кавказский тип), асканийские кроссбреды, акжайкская. Среди них можно отметить акжайкскую мясо-шерстную породу (Приказ МСХ Республики Казахстан №124 от 27.09.1996 г. «О новой акжайкской мясо-шерстной породе овец с кроссбредной шерстью»). В благоприятные годы создания породы она насчитывала около полумиллиона голов, что составляло 63% общего объема производства кроссбредной шерсти в регионе ее распространения.

Порода апробирована и успешно разводится на обширной территории междуречья Волги и Урала в северной части Прикаспийской низменности. На этой территории граничат области Российской Федерации и Казахстана.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа гистоструктуры кожи кроссбредных ярок и маток, имеющих различную линейную принадлежность.

Материалы, методы и объекты исследований. Материалом для исследований послужили кроссбредные ярки и матки акжайкской мясо-шерстной породы с кроссбредной шерстью.

Гистологическое строение кожи изучали по образцам, взятым методом биопсии в области бока во время стрижки овец. На вертикальных срезах устанавливалась общая толщина кожи и ее отдельных слоев (эпидермиса, пилярного и сетчатого). На горизонтальных срезах подсчитывали число первичных и вторичных фолликулов в группах, их соотношение (индекс В/П) и на 1 мм² площади кожи, измеряли диаметр фолликулов и шерстных волокон. Изучение гистоструктуры кожи проводили по методике [2].

Результаты исследований. Вопросам взаимосвязи между состоянием кожи и продуктивностью животного уделяли многие исследователи. Большую экспериментальную работу по выявлению связи гистоструктуры кожи с шерстной продуктивностью проводили И.И.Дмитрик; И.И. Дмитрик, М.И. Селионова, Т.Н. Хамируев, И.В. Волков; Н.Н. Опалева [4, 5, 6].

Гистологическое строение кожи овец акжайкской мясо-шерстной породы, разводимых на территории степного Приуралья в Западно-Казахстанской области, изучалось у годовалых ярок и полновозрастных маток. Исследуемые овцы относились к трем основным линиям: первая 1395 – крупные животные, вторая 4087 – длинношерстные, третья 7082 – густошерстные. Как видно из таблицы 1, значения общей толщины кожи ярок составляют 2483,6 – 2650,2 мкм, маток – 2521,6 – 2699,5 мкм.

Таблица 1. **Морфология кожи овец различных линий, мкм**

Линии	Общая толщина кожи	В том числе слоев кожи		
		эпидермис	пилярный	сетчатый
<i>Ярки</i>				
1395	2543,1±23,26	22,2±0,18	1768,5±21,17	752,4±15,65
4087	2650,2±24,31	23,7±0,18	1866,2±21,45	760,3±16,87
7082	2483,6±24,01	21,3±0,16	1707,2±20,13	755,1±16,43
<i>Матки</i>				
1395	2609,4±25,16	23,1±0,17	1811,1±20,18	775,2±16,14
4087	2699,5±26,11	24,2±0,18	1899,4±20,98	775,9±17,23
7082	2521,6±24,89	21,8±0,17	1736,4±18,76	763,4±16,34

Строение кожного покрова ярок и маток имеет свои особенности, что связано с их линейной принадлежностью. По общей толщине кожи заметно превосходство у ярок длинношерстной линии (2650,2 мкм). Они превышают сверстниц линии крупных животных на 107,1 мкм, или 4,21% при $t_d=3,2$ и линии густошерстных – на 166,6 мкм, или 6,71% при $t_d=4,9$. Такое же наблюдение можно сделать и по взрослым маткам, у которых общая толщина кожи также заметно больше, чем у маток второй линии, по сравнению с первой – на 90,1 мкм, или 3,45% при $t_d=2,48$ и на 177,9 мкм, или 7,0% при $t_d=4,9$ по сравнению с третьей. Величина пилярного слоя зависит от интенсивности формирования фолликулов, густоты шерсти и, в целом, кожно-волосного комплекса. Толщина пилярного слоя имела следующие значения: у ярок – 1707,2 – 1866,2 мкм и у маток – 1736,4 – 1899,4 мкм. Среди ярок трех линий наибольшие значения отмечаются у животных второй длинношерстной линии, которые на 97,7 мкм, или 5,52% при $t_d=3,24$ больше по сравнению с первой и также превышают на 159,0 мкм, или 9,31% при $t_d=5,4$ третью. Наблюдается такая же закономерность и у маток – на 88,3 мкм, или 4,87% при $t_d=3,5$ и 163,0 мкм, или 9,39% при $t_d=5,79$.

Соотношение слоев кожи, представленное в таблице 2, также показывает достаточно интенсивное развитие пилярного слоя у ярок и маток длинношерстной линии. В процентном выражении пилярный слой у ярок и маток превышает значение в 70%. Это подтверждает и соотношение пилярного слоя к сетчатому.

Таблица 2. Соотношение различных слоев кожи ярок и маток, %

Линии	Общая толщина кожи, мкм	В том числе в %			
		эпидермис	пилярный	сетчатый	соотношение слоев пилярный/сетчатый
<i>Ярки</i>					
1395	2543,1	0,87	69,54	29,59	2,35
4087	2650,2	0,89	70,42	28,69	2,45
7082	2483,6	0,85	68,74	30,40	2,26
<i>Матки</i>					
1395	2609,4	0,88	69,41	29,70	2,33
4087	2699,5	0,89	70,36	28,75	2,45
7082	2521,6	0,86	68,86	30,27	2,27

Исследование густоты расположения фолликулов на 1 мм² площади кожи показало, что у маток линии крупных животных их значение равно 32,7, длинношерстной – 30,6 и густошерстной – 34,6. Здесь можно отметить наибольшую частоту расположения у маток последней, густошерстной линии (34,6), что вполне закономерно. Наибольшая густота фолликулов влияет на увеличение плотности руна у этих овец.

Густота фолликулов у ярок по сравнению с матками несколько больше и составляет 33,5; 31,6 и 36,1. Хотя следует отметить, что их количество в постэмбриональный период практически постоянно. Обосновать это можно тем, что у ярок поверхность кожи меньше, чем у маток, и поэтому фолликулы расположены более тесно или плотно, т.е. имеют компактное расположение (рис. 1, 2, 3).

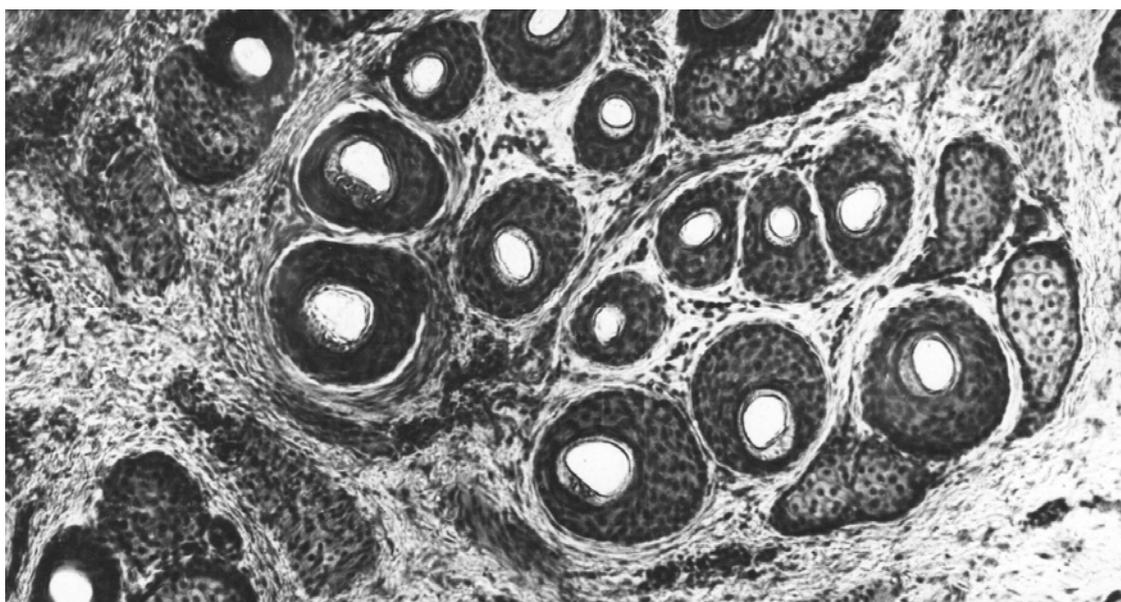


Рис. 1. Гистоструктура кожи матки линии крупных животных

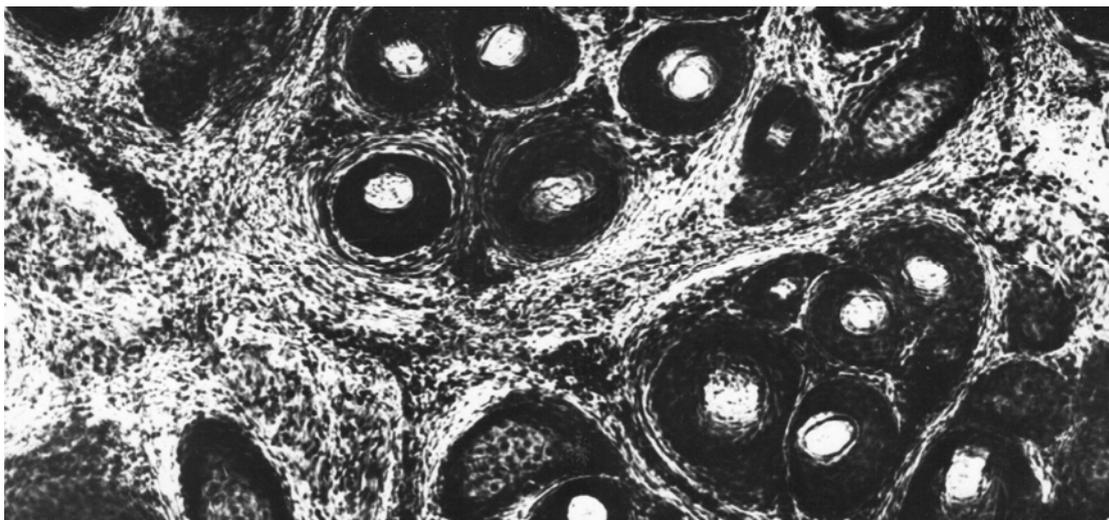


Рис.2. Гистоструктура кожи матки длинношерстной линии

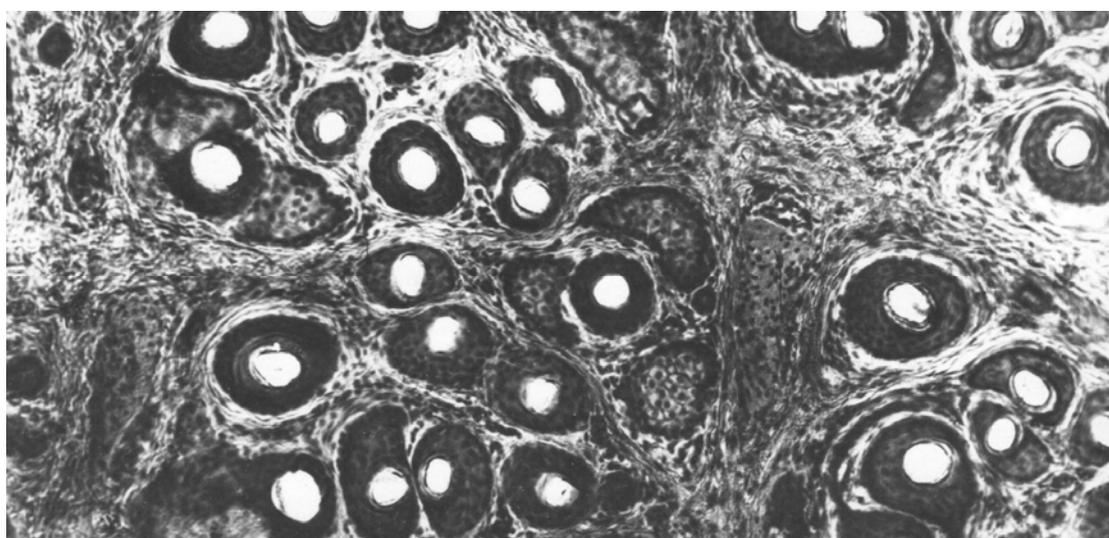


Рис. 3. Гистоструктура кожи матки густошерстной линии

Густоту шерсти определяет не только густота фолликулов, но и отношение вторичных фолликулов к первичным – В/П. Отношение (В/П) по группам у ярок составило – 6,54; 6,17 и 6,94 и у маток – 6,53; 6,08 и 6,89. Наибольшее значение здесь наблюдается у маток и ярок густошерстной линии. Это закрепляет тот факт, что наиболее густая и тонкая шерсть растет у ярок и маток густошерстной линии.

Как видно из таблицы 3, матки разных заводских линий также имеют определенные различия между собой по уровню развития селекционируемых признаков.

Таблица 3. Показатели продуктивности линейных маток

Показатели	Линии		
	1395	4087	7082
Живая масса, кг	64,2±0,33	58,6±0,30	57,3±0,35
Настриг шерсти, кг:			
оригинальной	4,68±0,03	4,60±0,03	4,63±0,4
мытой	2,93±0,03	2,90±0,03	2,83±0,03
Длина, см	12,6±0,16	14,7±0,17	12,1±0,18

Так, матки первой линии по живой массе превосходят маток второй и третьей на 5,6 – 6,9 кг, или на 9,5 – 12,0% при $td=12,5; 14,83$, а матки второй, в свою очередь, превышают особей двух других линий по длине шерсти на 2,1 и 2,6 см, или на 16,7 и 21,5% при $td= 9,0; 10,83$.

Наибольшей длиной шерсти обладают матки длинношерстной линии – 14,7 см.

По лабораторным данным паспортных рун (табл.4) наибольшие значения тонины наблюдались у маток длинношерстной линии – 30,03 мкм (50 качество), так как с увеличением длины шерсти обычно возрастает диаметр шерстных волокон, наименьшие – 26,71 мкм (58) у маток густошерстной линии, имеющих шерсть более тонкую и небольшой длины.

Таблица 4. Тонина и уравниность шерсти линейных маток в области бока, мкм

Линии	n	Количество измерений	Качество	X	$\pm m$	$\pm \sigma$	Cv,%	Limit
1395	10	2000	56	28,29	0,170	7,60	26,86	14-58
4087	10	2000	50	30,03	0,187	8,36	27,84	14-60
7082	10	2000	58	26,71	0,155	6,93	25,94	14-54

Шерсть всех линейных маток хорошо уравнена в штапеле: ($\pm\sigma$, мкм) № 1395 – 7,60; № 4087 – 8,36 и № 7082 – 6,93 мкм, (Cv, %) – 26,86; 27,84; 25,94% и в руне – тонина между боком и ляжкой не превышает одного качества.

Выводы. Обобщая данные по изучению гистоструктуры кожи у кроссбредных ярок и маток акжайкской породы, разводимых на территории северной части Прикаспийской низменности, можно отметить, что наиболее развитой кожей обладают ярки длинношерстной линии (2650,2 мкм) по сравнению с густошерстной (2483,6 мкм) и линией крупных животных (2543,1 мкм). Такая же тенденция сохраняется и у взрослых маток. В общей структуре кожи самый значительный пилярный слой имеют также ярки и матки длинношерстной линии по сравнению с остальными.

Наибольшая густота фолликулов на 1 мм² площади кожи и отношение В/П наблюдается у ярок и маток густошерстной линии.

Матки разных заводских линий также имеют определенные различия между собой и по другим физико-технологическим показателям – длине и тонине.

Приведенные результаты исследований вполне согласуются с опубликованными данными ряда авторов [7, 8, 9, 10].

Литература

1. **Кесаев Х.Е.** Морфобиологические и продуктивные особенности кроссбредных овец разного происхождения в условиях Центрального Предкавказья: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.02.04 / Горск. гос. аграр. ун-т. - Владикавказ, 2004. – 51 с.
2. **Диомидова Н.А, Панфилова Е.Н., Суслина Е.С.** Методика исследования волосяных фолликулов у овец – М.: ИМЖ АН СССР, 1960. – 32 с.
3. **Дмитрик И.И., Завгородняя Г.В.** Гистоструктура кожи и свойства шерсти у баранчиков ставропольской породы // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2001. – №3.- С. 39-41.
4. **Дмитрик И.И.** Использование гистологических показателей при оценке качества овцеводческой продукции // Вестник АПК Ставрополя. – 2017 – № 1 (25). – С. 87-91.
5. **Дмитрик И.И., Селионова М.И., Хамируев Т.Н., Волков И.В.** Характеристика кожно-шерстного покрова нового типа агинской полугрубошерстной породы овец // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2016. - № 2. - С. 28-30.
6. **Опалева Н.Н.** Особенности гистоструктуры кожи кулундинских грубошерстных овец и их помесей с породой тексель: дис. ... кандидата биологических наук: 16.00.02. – Оренбург, 2008. – 120 с.

7. **Ерохин А.И., Котарев В.И., Ерохин С.А.** Овцеводство. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С.107-116
8. **Траисов Б.Б., Максимова О.В., Есенгалиев К.Г.** Морфологическая характеристика кожного покрова акжайкской породы мясошерстных овец // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 3. – С.11-12.
9. **Траисов Б.Б., Бозымов К.К., Есенгалиев К.Г.** Развитие овцеводства в Западном Казахстане // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 2. – С.91-94.
10. **Траисов Б.Б., Максимова О.В.** Особенности формирования гистоструктуры кожи кроссбредных овец // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. –2008. –№ 8. –С.79-80.

References

1. **Kesaev H.E.** Morfobiologicheskie i produktivnye osobennosti krossbrednyh ovec raznogo proiskhozhdeniya v usloviyah Central'nogo Predkavkaz'ya: avtoreferat dis. ... doktora sel'skohozyajstvennyh nauk: 06.02.04 / Gors. gos. agrar. un-t. - Vladikavkaz, 2004. – 51 s.
2. **Diomidova N.A, Panfilova E.N., Suslina E.S.** Metodika issledovaniya volosyanyh follikulov u ovec – M.: IMZH AN SSSR, 1960. – 32 s.
3. **Dmitrik I.I., Zavgorodnaya G.V.** Gistostrukтура kozhi i svojstva shersti u baranchikov stavropol'skoj porody // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2001. – №3.- S. 39-41.
4. **Dmitrik I.I.** Ispol'zovanie gistologicheskikh pokazatelej pri ocenke kachestva ovcevodcheskoj produkcii // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2017 – № 1 (25). – S. 87-91.
5. **Dmitrik I.I., Selionova M.I., Hamiruev T.N., Volkov I.V.** Harakteristika kozhno-sherstnogo pokrova novogo tipa aginskoj polugrubosherstnoj porody ovec // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. - 2016. - № 2. - S. 28-30.
6. **Opaleva N.N.** Osobennosti gistostrukтуры kozhi kulundinskih grubosherstnyh ovec i ih pomesej s porodoy teksej: dis. ... kandidata biologicheskikh nauk: 16.00.02. – Orenburg, 2008. – 120 s.
7. **Erohin A.I., Kotarev V.I., Erohin S.A.** Ovcevodstvo. – Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskij GAU, 2014. – S.107-116
8. **Traisov B.B., Maksimova O.V., Esengaliev K.G.** Morfologicheskaya harakteristika kozhnogo pokrova akzhaikskoj porody myasosherstnyh ovec // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2013. – № 3. – S.11-12.
9. **Traisov B.B., Bozymov K.K., Esengaliev K.G.** Razvitie ovcevodstva v Zapadnom Kazahstane // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2013. – № 2. – S.91-94.
10. **Traisov B.B., Maksimova O.V.** Osobennosti formirovaniya gistostrukтуры kozhi krossbrednyh ovec // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. –2008. –№ 8. –S. 79-80.

Цитирование. Максимова О.В. Гистологическое строение кожи кроссбредных овец // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 130-136. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-130-136

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Maksimova O.V. Histological structure of the skin of crossbred sheep // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 130-136. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-130-136

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

УДК 636.082.2:798(470+571)

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-137-146

КЁРУНГ ТРАКЕНЕНСКИХ ЛОШАДЕЙ ЛИТВЫ И ЭСТОНИИ

Доктор сельскохозяйственных наук **Евгения Ивановна Алексеева**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: alekseevaei@list.ru)
РИНЦ SPIN-код: 3988-8816

Кандидат сельскохозяйственных наук **Анастасия Викторовна Санганаева**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: asyvs@mail.ru)
РИНЦ SPIN-код: 2284-1349

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5529-9949>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Младший научный сотрудник **Екатерина Геннадьевна Самандеева**

(федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», e-mail: rustrak2007@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 7336-8844

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3954-9899>

391105, Российская Федерация, Рязанская область, Рыбновский район, поселок Дивово

Дата поступления в редакцию 15.01.2021 г.

Дата принятия в печать 08.02.2021 г.

Аннотация. Проведён анализ результатов бонитировки лошадей тракененской породы, представленных на племенной отбор (кёрунг) в 2019 г. в Литве и Эстонии. Проанализировано происхождение победителей. Сравнен молодняк Литвы, Эстонии и России по основным селекционируемым признакам.

По результатам бонитировок и испытаний лошадей тракененской породы в 2019 году лучшими среди жеребчиков 2-х лет стали: Фениксас (61 балл), Пифеяс (57,5 балла), Перформер и Принц Престон – по 55 баллов; 3-х лет: Аметист (61 балл), Лилис (58,5 балла), Прометеяс (57,5 балла). Среди кобылок 2-х лет: Тенерифе (61,5 балла), Травиата (59 баллов), Эфиопия (57 баллов); 3-х лет: Хайди (61,5 балла), Хармони (58,5 балла), Планета (58 баллов) и Панасота (58 баллов). По сумме баллов лучшими в каждой возрастной категории стали кобылы: среди лошадей 2,5 лет – Тенерифе от Хромаса, среди лошадей 3,5 лет – Ханди от Викиса и в старшем возрасте – Лютис от Араратаса. Лицензировано 3 жеребца-производителя: Хератас-2015 (Престон-Хабоя), Лилис-2016, Тео-2006. Наибольшее число молодняка 2-х лет относится к линии Пильгера.

Среди лошадей, пробонитированных и испытанных в 2019 г., выращенных в Германии, Литве, Эстонии и России, наиболее рослыми являются литовские тракены.

Ключевые слова: тракененская порода, тип, экстерьер, стиль прыжка, стиль движений, конкур

KERUNG OF TRAKENEN HORSES OF LITHUANIA AND ESTONIA

Doctor of Agricultural Sciences **Evgeniya Ivanovna Alekseeva**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: alekseevaei@list.ru)
RSCI SPIN-code: 3988-8816

Candidate of Agricultural Sciences **Anastasia Viktorovna Sanganaeva**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: asyvs@mail.ru)
RSCI SPIN-код: 2284-1349

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5529-9949>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Junior Research Fellow **Ekaterina Gennadevna Samandeeva**

(Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian research Institute of horse breeding»,
e-mail: rustrak2007@yandex.ru)

RSCI SPIN-код: 7336-8844

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3954-9899>

391105, Russian Federation, Ryazan region, Rybnovsky district, Divovo village

Received 15/01/2021

Submitted 08/02/2021

Abstract. The analysis of the results of appraisal of Trakehner horses presented for breeding selection (Körung) in 2019 in Lithuania and Estonia is carried out. The origin of the winners is analyzed. Compared young animals of Lithuania, Estonia and Russia on the main breeding characteristics.

According to the results of grading and testing of Trakehner horses in 2019, the best among 2-year-old stallions were: Phoenix (61 points), Pifeias (57.5 points), Performer and Prince Preston – 55 points each; 3 years old: Amethyst (61 points), Lilis (58.5 points), Prometheus (57.5 points). Among filly 2 years old: Tenerife (61.5 points), La Traviata (59 points), Ethiopia (57 points); 3 years old: Heidi (61.5 points), Harmony (58.5 points), Planet (58 points) and Panasota (58 points). In terms of the total points, mares became the best in each age category: among horses of 2.5 years old - Tenerife from Chromas, among horses of 3.5 years old - Handi from Vikis and in older age - Lyutis from Araratas. Licensed 3 stud stallions: Heratas-2015 (Preston-Haboya), Lilis - 2016, Teo-2006. The largest number of young animals 2 years old belongs to the Pilger line.

Among the horses probed and tested in 2019, bred in Germany, Lithuania, Estonia and Russia, the tallest are the Lithuanian Trakehns.

Keywords: *trakenen breed, type, exterior, jump style, movement style, show jumping*

Введение. Цель кёрунга – оценка молодняка по группе признаков и отбор наиболее ценных из них для лицензирования и дальнейшего использования в племенной работе.

Основными критериями для отбора лошадей в воспроизводящий состав является оценка экстерьера, двигательных и прыжковых качеств [1, 2, 3, 4].

В целях выявления и отбора наиболее ценных лошадей в воспроизводящий состав необходимо ежегодно проводить бонитировки и испытания молодняка на заводских испытаниях, кёрунгах, с анализом их результатов.

Цель исследования – проанализировать результаты бонитировок и испытаний лошадей тракененской породы, представленных на кёрунг в Литве и Эстонии в 2019 г., определить происхождение победителей, а также провести сравнение молодняка лошадей тракененской породы, рожденного в Литве, Эстонии и Российской Федерации, по основным селекционируемым признакам.

Материалы, методы и объекты исследований. Материалом для исследования послужили результаты бонитировок и испытаний молодняка тракненской породы, проведенные в рамках кёрунга в Литве и Эстонии в 2019 году, данные бонитировок лошадей отечественной селекции. Полученные показатели обработаны биометрически с помощью методов вариационной статистики с использованием программы Microsoft Office EXCEL 7.0.

Результаты исследований. Лошади тракненской породы поступили в Нямунский конный завод из Польши в 1966 г. С тех пор, сначала в Литовской ССР, а теперь в Литве, ведётся целенаправленная селекционная работа с породой. Тракены стали хорошим подспорьем в успешном развитии литовского конкура, а в настоящее время конкуристы делают отличную рекламу породе [3, 5, 6].

Особую роль в признании высоких качеств литовских тракенов сыграл жеребец-производитель по кличке Хоралас (рис. 1), выступавший в конкуре класса «S» в Литве, а затем в США, лицензированный для племенной работы в Германии [3, 7].



Рис. 1. Жеребец-производитель Хоралас

Первые испытания по методике, разработанной ВНИИ коневодства, состоялись в 1982 г. и продолжались вплоть до развала СССР. Отбор по спортивным качествам позволил начкону Д. Обелянису вести «острую» селекцию, оставляя в саморемонт кобылок и жеребчиков с лучшими показателями по двигательным и прыжковым качествам [2].

В Эстонию тракены поступили из Кировского конного завода и в настоящее время их разведением занимается конный завод «Хеймтали» и частные владельцы [1].

Молодняк оценивают по шкале бонитировки, принятой в Германии: по типу, строению корпуса и конечностей, стилю шага, рыси, галопа, прыжку и общему впечатлению. Результаты бонитировки являются «пропуском» лошади на испытания её работоспособности и дальнейшего племенного использования [4, 7, 8, 9, 10].

С 2016 г. программа испытаний в Германии была сокращена. Молодой лошади в возрасте от 3 до 7 лет, после отбора на кёрунге, претендующей на звание производителя, необходимо в течение 14 дней пройти тест определения спортивных задатков. При этом оценка за двигательные или прыжковые качества должна быть не меньше 8 баллов, а суммарная оценка – не меньше 7,5 балла. Данный тест дополняется 50-дневными испытаниями работоспособности, где жеребцы выступают в ездах или конкурсах согласно своему возрасту [4].

В сентябре 2019 г. состоялась экспертная оценка тракененских лошадей Литвы и Эстонии. Экспертами в Литве выступили: Андрес Калласте (Эстония), Томаш Седлановский (Польша), Арунас Юргайтис и Раминта Сакалаускене (Литва). В Эстонии в составе экспертной комиссии работали Томаш Седлановский и Рамуне Ясене.

Среди жеребчиков победил двухлетний Фениксас (Весто-Фолия от Хораласа), получивший за стиль шага оценку 8,5 балла и 8 – за тип и корпус и общее впечатление (рис. 2). Галоп и прыжок у него были оценены на 7 баллов. В родословной победителя (рис.3), кроме знаменитых нямунских производителей Хораласа и Хомераса, Фаворитас хх от Рейтора хх.



Рис. 2. Фениксас, рыж. ж., 2017 г.р., рожден в Нямунском конном заводе

ВЕСТО S рыж. 2004, Нмн	Gvazdikas хх т.гн. 1984	3223 Версаль хх	2953 Антей хх	
		Гирлянда хх	3752 Варшава хх	
	Вестфалия гн. 1994, Ствр Трк.VII,390	Фаворитас хх	Бемпур хх	
		0982 Выписка 24	5080 Гируне хх	
		334 Хоралас гн. 1992, Нмн	319 Веймарас	3747 Рейтар хх
			1781 Хипогея 17	Фланель хх
	1766 Фрезия 47 рыж. 1986, Нмн	120 Хомерас 6	373 Прогресс	
		764 Фреска	0979 Выправка 36	
329 Портас 51				
82 Привет 21				
		547 Волга		
		89 Грэт 4		
		945 Хермина		
		516 Хунта 51		
		87 Хромоген 30		
		494 Фея		

Рис.3. Родословная жер. Фениксаса

Кроме Фениксаса в Литве было лицензировано ещё три жеребца: Хератас-2015, Лилис-2016, Тео-2006.

Хератас-2015 (Престон-Хабоя), промеры (см): 165-189-22. Хератас – продукт смешения эстонских и литовских тракенов, представляет линию Пильгера через Эгоиста-Поединка-

Протона-Престона, но при этом его отец Престон инбреден на Эспадрона III-III, а мать Хабоя инбредна на Хомераса (IV-III,IV), Грэта (IV-IV) и других нямунских жеребцов и кобыл. Хератас получил 8 баллов за тип и прыжок. На 7,5 балла оценены конечности, стиль шага и рыси. Родословная Хератаса очень консолидирована, насыщена инбридингами как по отцу, так и по матери. Только Лефебер хх в IV ряду немного разнообразит этот концентрат лучших представителей тракененской породы.

Лилис-2016 (Эрудитас-Лиле), гнедо-пегий, промеры (см): 169-192-21,5. Этот жеребец представляет линию чистокровного Хипериона хх (Дельфин хх-Задарит хх – Лосьёнас – Вискис – Эрудитас). В его родословной инбридинг на Электронаса от Грэта (IV-III), Лозанну и Хомераса от Привета. Разнообразие вносит кировский Есаул (Форт-Европа от Выпаса). Лилис получил 8 баллов за тип, экстерьер и конечности оценены на 7,5 балла, а вот за аллюры и прыжок он получил 7 баллов.

Тео-2006 (Глухарь-Теорема), промеры (см): 165-188-21,0. Отец – кировский Глухарь (Гепатит хх-Хижина от Хоккея), мать – нямунская Теорема от Литексаса (Хеопсас-Привет) и Трассы от Привета. Кроме Гепатита и Хоккея, в родословной Тео много крови Привета без Хомераса, что может быть использовано в дальнейшей работе. Тео выступал в конкуре под седлом Д. Гуткаускаса и представлен для лицензирования как жеребец из спорта.

На 4-м месте по числу набранных баллов Прометеяс-2016 (Абрек-Пальмира), промеры (см): 165-190-21,5. Он не лицензирован, так как не набрал нужной суммы баллов. За строение конечностей он получил оценку 6,5 балла, за тип, корпус, галоп и общее впечатление – 7 баллов. А вот шаг и прыжок были оценены на 7,5 балла. По прыжковым качествам он обошёл Фениксаса с его 7 баллами. Единственная оценка в 8 баллов у Прометеяса поставлена за стиль рыси.

Остальные 5 жеребчиков не были лицензированы, в том числе Хугенотас-2016 (Хромас-Хуталоре), инбредный на Хораласа (IV-II), прыжок которого оценен на 8 баллов, а галоп – на 6 баллов.

В Эстонии лучшим двухлеткой стал Перформер от Престона, по мужской линии восходящий к Эгоисту от Остряка, инбредный на Эспадрона в степени IV-IV, IV (рис. 4). Его отец Престон, дед Прохвет, прадед Хеопс, прапрадед Херсон от Эола – выступали в конкуре.

ПРЕСТОН рыж. 1998, Хеймт	073 Протон т.-гн. 1991, Хеймт	151 Поединок 66	108 Эгоист 35
			745 Пташка 26
	0693 Пресли рыж. 1992, Хеймт	0496 Прюнель	▲ 121 Эспадрон 40
			0248 Погода 17
		028 Вес 71	▲ 121 Эспадрон 40
		0602 Пепси	0366 Выемка 19
ПАПРИКА рыж. 2005, Хеймт	0112 Прохвет рыж. 1995, Хеймт		030 Порох 9
			0467 Пальмира
	Паломе т.-гн. 2001, Хеймт	284 Претендент	242 Музыкант 8 ох
			886 Пампа
		0496 Прюнель	▲ 121 Эспадрон 40
			0248 Погода 17
	0121 Хеопс	214 Херсон 79	
	0941 Патриция	0839 Олимпиада 39	
		268 Партнер	
		0602 Пепси	

Рис. 4. Родословная жер. Перформер

Представительство кобылок в Литве было более многочисленным – 11 голов. Лучшей кобылкой Литвы была признана 4-летняя Лютис-2015 (Араратас – Лючия), представительница семейства Лимбы, восходящая к Хипериону через Абдуллу. Промеры (см): 166-188-20,5. Она получила 8,5 балла за тип и шаг, 8 – за рысь, прыжок и общее впечатление. Победительница инбредна на Хораласа в степени III-III.

В Эстонии наибольшую сумму (62 балла), набрал 6-летний Патрон от Престона, в родословной которого, кроме Эгоиста, Эспадрона и Хеопса от Херсона, – немецкий Ароньё (Arogn).

Таблица 1. Результаты оценки типа, экстерьера, стиля движений и прыжка молодняка 2-х лет Литвы и Эстонии

Сумма баллов	Кличка	Кличка отца	Линия	Оценки за тип/корпус/ноги, страна, балл	Оценка за шаг/рысь/галоп/прыжок, балл
<i>Жеребчики 2-х лет</i>					
61	Фениксас	Весто S	Blandford	8,0/8,0/7,0 Lit	8,5/7,5/7,0/7,0
57,5	Пифеяс	Полифон	Pilger	6,5/6,5/7,0 Lit	7,5/7,0/8,0/7,5
55	Перформер	Престон	Pilger	7,0/7,0/6,5 Est	7,0/7,0/6,5/7,0
55	Принц Престон	Престон	Pilger	7,0/7,5/6,5 Est	6,0/6,0/6,5/8,0
<i>Кобылки 2-х лет</i>					
61,5	Тенерифе	Хромас	Pilger	8,0/8,5/7,0 Lit	8,0/7,5/6,5/8,0
59	Травиата	Хромас	Pilger	8,0/8,0/7,0 Lit	7,0/7,5/7,0/7,0
57	Эфиопия	Престон	Pilger	7,0/7,0/7,0 Est	7,0/6,5/6,5/8,5
55,5	Покопай	Полифон	Pilger	7,5/7,5/6,5 Lit	6,0/6,5/6,5/8,0
55,5	Арнесса МС	Полифон	Pilger	7,5/7,5/6,5 Lit	7,0/6,5/6,5/7,0
55	Декорация	Айсфройнд	Pilger	7,5/7,0/7,5 Lit	7,0/6,5/6,0/6,5

Для сравнения результатов оценки основных селекционируемых признаков мы объединили молодняк Литвы и Эстонии. Согласно таблице 1, лучшим тракененским жеребчиком в 2019 г. стал Фениксас от Весто S, набравший 61 балл. Вторым стал Пифеяс от Полифона и далее с одинаковой суммой (55 баллов), два жеребчика из Эстонии: Перформер и Принц Престон.

Лучшей кобылкой 2-х лет с результатом 61,5 балла стала Тенерифе–2017 (Хромас – Туджи), семейства Демант-Керении (рис. 5). Промеры (см): 164-181-19. Она инбредна на Форпоста от Фараона хх (III-IV), внук которого Эгеус наделал много «шума» как в селекции, так и в спорте. Эта кобыла получила очень высокую оценку за строение корпуса – 8,5 балла, а также 8 баллов – за тип, шаг, прыжок и общее впечатление.

ХРОМАС рыж. 2001, Нмн Трк.VII,355	334 Хоралас гн. 1992, Нмн Трк.VII,176	319 Веймарас	329 Поргас 51
		1781 Хипогоя 17	547 Волга
	2220 Хоха гн. 1997, Нмн Трк.VII,355	330 Топазас	89 Грэт 4
			945 Хермина
		2187 Хемия	●332 Форпост 13
			▲1763 Традиция
ТУДЖИ, TUDZI т.-гн. 2008, Нмн Трк.VIII,617	363 Глухарь 21 гн. 1986, Крв Трк.VII,31	3233 Гепатит хх	212 Хапун 10
		772 Хижина 53	1772 Хартгия 43
	2135 Тойота гн. 1991, Нмн Трк.VII,320	●332 Форпост 13	3032 Перпл Перил хх
			3295 Гармония хх
		1762 Трагедия 13	107 Хоккей 41
			321 Хореология 63
		3198 Фараон хх	
		219 Преграда	
		119 Холл 59	
		▲1763 Традиция	

Рис. 5. Родословная кобылы Тенерифе

Как следует из таблицы 1, наибольшее число молодняка 2-х лет, относится к линии Пильгера, что не может не вызывать беспокойство при разведении лошадей изолированно, в одном заводе, внутри страны. При этом в стране линия Пильгера представлена через Остряка – Топкого – Хораласа, Эйгарда – Грэта и Эйфеля – Эх-Ма. Здесь можно говорить, что как когда-то в Тракенене линия Дампфросса разделилась на несколько ветвей через своих сыновей Пифагора, Хипериона, Семпер Идема, так и линия Пильгера наполнила породу своими «конкурными» генами.

Таблица 2. Результаты оценки типа, экстерьера, стиля движений и прыжка молодняка 3-х лет Литвы и Эстонии

Сумма баллов	Кличка	Кличка отца	Линия	Оценки за тип/корпус/ноги, страна, балл	Оценка за шаг/рысь/галоп/прыжок, балл
<i>Жеребчики</i>					
61	Аметист	Минцрегент	Teddy xx	7,5/7,0/7,5 Est	7,0/7,5/8,0/8,5
58,5	Лилис	Эрудитас	Hyperion	8,0/7,5/7,5 Lit	7,0/7,0/7,0/7,0
57,5	Прометейас	Абрек	Pilger	7,0/7,0/6,5 Lit	7,0/8,0/7,0/7,5
56	Пигмалион	Престон	Pilger	7,0/7,0/6,5 Est	7,5/7,0/6,5/7,5
55,5	Магнетикас	Викис	Pilger	7,0/7,0/7,0 Lit	7,0/7,0/7,0/6,5
55,5	Хугенотас	Хромас	Pilger	7,0/7,0/6,0 Lit	7,5/7,0/6,0/8,0
55	Энцо	Nemunelis	Hyperion	8,0/7,0/6,0 Lit	7,0/7,0/7,0/6,0
53,5	Эвертон	Престон	Pilger	6,5/7,0/6,5 Est	7,0/6,5/6,5/7,0
53,5	Пулитцер	Арлих	Pythagoras	6,0/6,5/6,0 Est	7,5/7,0/7,0/6,5
53	Авангард-МС	Минцрегент	Teddy xx	6,5/7,0/6,5 Est	7,0/6,5/6,5/7,0
53	Эгберт	Престон	Pilger	6,5/7,0/7,0 Est	6,5/6,0/6,0/7,0
<i>Кобылки</i>					
61,5	Ханди	Викис	Pilger	8,0/7,5/7,5 Lit	7,0/9,0/7,0/7,5
58,5	Хармони	Абрек	Эйфель	8,0/7,0/7,0 Lit	7,5/8,0/7,0/7,0
58	Планета	Вискис	Hyperion	7,5/7,5/6,5 Lit	8,0/7,0/7,0/7,5
58	Панасота	Минцрегент	Teddy xx	7,5/7,5/6,5 Est	7,0/7,5/7,5/7,0
57	Пусне	Хипоидас	Pilger	7,0/7,5/7,5 Lit	7,0/6,5/6,0/8,5
57	Лейла	Хромас	Pilger	7,5/7,5/7,0 Lit	7,5/7,5/6,0/7,0
56,5	Тольмея	Хромас	Pilger	7,5/7,0/7,0 Lit	7,0/7,5/7,0/6,5
56	Пилея	Этикетас	Ferro xx	7,5/7,0/6,5 Lit	7,0/7,5/6,6/7,0

Среди жеребчиков 3-х лет лучшим стал рождённый в конном заводе «Хеймтали» Аметист, 2016 г.р. (Мицрегент – Африка) – внук Бега хх. На втором месте – пегий Лилис и на третьем – Прометейас от Абрека. Среди лошадей 3-х лет также преобладали представители линии Пильгера (табл. 2).

Первое место среди кобылок 3-х лет заняла Ханди-2016 (Викис-Хайвана), Вильнюсского конного завода. Она единственная среди жеребчиков и кобылок получила за стиль рыси 9 баллов. По мужской линии она внучка Хораласа и восходит к Пильгеру. По материнской – к Эрнессе. Кроме того, она инбредна на Топкого (IV-V) и Волгу от Этюда (IV-IV). Хотелось бы также отметить оценку за прыжок 8,5 балла у кобылы, занявшей 7 место. Это Пусне-2016 (Хипоидас-Прейла), представительница линии Пильгера через Грэта и семейства Фатьме – Эолы. Дочь Абрека Хармони-2016 заняла 4 место, её рост 161 см, оценка 8 баллов за тип и рысь.

Кобылы, представленные на бонитировку, в основном относятся к восточно-прусским семействам, развивающимся в Нямунском конном заводе. Три кобылы: Тенерифе, Травиата и Тольмея восходят к Демант и одна – Пусне, рождённая в частном хозяйстве, – к Фатьме–Эолы. Среди кобылок Эстонии наиболее распространено семейство Дербистки.

Необходимо отметить, что по сумме баллов лучшими в каждой возрастной категории были кобылы. Среди лошадей 2,5 лет – Тенерифе от Хромаса, среди лошадей 3,5 лет – Ханди от Викиса и в старшем возрасте – Лютис от Арапатаса.

Таблица 3. Средние промеры и оценки типа и экстерьера тракненских лошадей разных популяций

Возраст	Страна	Пол	n	Высота в холке, см	Оценка за тип, балл	Оценка за корпус, балл	Оценка за конечности, балл
2017 г.р.	Литва	ж	1	166	8	8	7
		к	3	164±0,9	7,8±0,2	7,8±0,4	7,2±0,2
	РФ	ж	8	156±1,3	7,6±0,2	7,5±0,2	7,1±0,2
		к	3	156±5,7	6,9±0,5	7,3±0,2	6,5±0,2
	Эстония	ж	3	163±2,9	6,8±0,2	7,0±0,3	6,7±0,2
		к	3	159±1,2	7,3±0,2	7,3±0,2	6,7±0,2
2016 г.р.	Германия	ж	2	166±0,0	7,7±0,2	7,6±0,3	7,4±0,1
	Литва	ж	5	167±1,9	7,4±0,2	7,1±0,1	6,6±0,3
		к	7	164±0,6	7,8±0,1	7,3±0,1	7,0±0,2
	РФ	ж	11	161±0,8	7,6±0,1	7,6±0,1	7,2±0,1
		к	18	162±0,8	7,8±0,1	7,5±0,1	7,2±0,1
	Эстония	ж	7	163±0,8	6,7±0,2	6,9±0,1	6,7±0,2
к		1	165	7,5	7,5	6,5	

При сравнении промеров трёх родственных популяций тракенов 2-х лет, рождённых в Прибалтике и в России (табл. 3), очевидно, что наиболее крупные лошади выращены в Литве – средний рост кобылок 164 см. Средний рост жеребчиков из Эстонии составил 163 см. С сожалением приходится констатировать, что по 2019 г. двухлетние тракены из России отстают в росте от своих прибалтийских собратьев: средний рост жеребчиков и кобылок 156 см. При этом у литовских тракенов наиболее высокие оценки за тип, строение корпуса и конечностей.

Литовские тракены трёх лет были крупнее остальных лошадей, оцененных в 2019 г. Неплохие показатели и у двух жеребчиков, ввезённых годовичками из Германии, – 166 см в холке. Трёхлетние лошади, рождённые в РФ, были самыми некрупными среди представителей 4-х стран, что, конечно, является тревожным сигналом и требует внимательного анализа. По типу наиболее высокие оценки получили кобылки Литвы и России – 7,8 балла.

По результатам оценки жеребцы из Литвы и Эстонии будут представлены на испытания в трендепо Польши, поэтому хотелось бы пожелать им удачного прохождения всех тестов и успешной карьеры производителей.

Выводы. По результатам бонитировок и испытаний лошадей тракненской породы в 2019 году лучшими среди жеребчиков 2-х лет стали: Фениксас (61 балл), Пифеяс (57,5 балла), Перформер и Принц Престон – по 55 баллов; 3-х лет: Аметист (61 балл), Лилис (58,5 балла), Прометейс (57,5 балла).

Среди кобылок 2-х лет: Тенерифе (61,5 балла), Травиата (59 баллов), Эфиопия (57 баллов); 3-х лет: Хайди (61,5 балла), Хармони (58,5 балла), Планета (58 баллов) и Панасота (58 баллов).

По сумме баллов лучшими в каждой возрастной категории стали кобылы: среди лошадей 2,5 лет – Тенерифе от Хромаса, среди лошадей 3,5 лет – Ханди от Викиса и в старшем возрасте – Лютис от Араратаса.

Лицензировано 3 жеребца-производителя: Хератас-2015 (Престон-Хабоя), Лилис-2016, Тео-2006.

Наибольшее число молодняка 2-х лет относится к линии Пильгера.

Среди лошадей, пробонитированных и испытанных в 2019 г., выращенных в Германии, Литве, Эстонии и России, наиболее рослыми являются литовские тракены.

Литература

1. **Альп К.** Тракены Эстонии: сборник ВНИИК. – Дивово, 2018. – С. 47-55.
2. **Дорофеев В.Н., Дорофеева Н.В.** К итогам заводского спортивного тренинга и испытаний молодняка // Результаты заводских спортивных испытаний лошадей в 1987 г.: сборник ВНИИК. – Дивово, 1987. – С. 3-9.
3. **Дорофеева А.В.** Нямунский конный завод: сборник ВНИИК. – Дивово, 2018. – С. 29-46.
4. **Дорофеева А.В.** Лучшие спортивные лошади мира в 2015 г. // Коневодство и конный спорт. – 2016. – № 2. – С. 32-36.
5. **Камзолов Б.В.** История тракененской лошади. – Минск, 2002. – 384 с.
6. **Политова М.А.** Грядёт реформа // Конный Мир. – 2015. – № 4. – С. 64-69.
7. **Политова М.А.** Анализ систем определения племенной ценности жеребцов-производителей в полукровном коневодстве Европы на примере ФРГ // Коневодство и конный спорт. – 2019. – №2. – С. 36-38.
8. **Парфёнов В.А.** Проблемы полукровного коннозаводства // Коневодство и конный спорт. – 2005. – № 3. – С. 3.
9. **Демин В.А., Харламова Г.В., Политова М.А.** О связи результатов заводских испытаний лошадей полукровных пород с их последующим спортивным использованием. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2009. – 457 с.
10. **Зяц О.В., Линник Л.М., Ковалевская Т.А.** Связь селекционных признаков с результатами спортивного использования лошадей тракененской породы // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2012. – № 15-2. – С. 43-48.

References

1. **Al'p K.** Trakeny Estonii: sbornik VNIK. – Divovo, 2018. – S. 47-55.
2. **Dorofeev V.N., Dorofeeva N.V.** K itogam zavodskogo sportivnogo treninga i ispytaniy molodnyaka // Rezul'taty zavodskih sportivnyh ispytaniy loshadej v 1987 g.: sbornik VNIK. – Divovo, 1987. – S. 3-9.
3. **Dorofeeva A.V.** Nyamunskij konnyj zavod: sbornik VNIK. – Divovo, 2018. – S. 29-46.
4. **Dorofeeva A.V.** Luchshie sportivnye loshadi mira v 2015 g. // Konevodstvo i konnyj sport. – 2016. – № 2. – S. 32-36.
5. **Kamzolov B.V.** Istoriya trakenenskoj loshadi. – Minsk, 2002. – 384 s.
6. **Politova M.A.** Gryadyot reforma // Konnyj Mir. – 2015. – № 4. – S. 64-69.
7. **Politova M.A.** Analiz sistem opredeleniya plemennoj cennosti zherebcov-proizvoditelej v polukrovnom konevodstve Evropy na primere FRG // Konevodstvo i konnyj sport. – 2019. – №2. – S. 36-38.
8. **Parfyonov V.A.** Problemy polukrovного konnozavodstva // Konevodstvo i konnyj sport. – 2005. – № 3. – S. 3.
9. **Demin V.A., Harlamova G.V., Politova M.A.** O svyazi rezul'tatov zavodskih ispytaniy loshadej polukrovnyh porod s ih posleduyushchim sportivnym ispol'zovaniem. – M.: Izd-vo RGAU-MSKHA im. K.A. Timiryazeva, 2009. – 457 s.
10. **Zyaz O.V., Linnik L.M., Kovalevskaya T.A.** Svyaz' selekcionnyh priznakov s rezul'tatami sportivnogo ispol'zovaniya loshadej trakenenskoj porod // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. – 2012. – № 15-2. – S. 43-48.

Цитирование. Алексеева Е.И., Санганаева А.В., Самандеева Е.Г. Кёрунг тракененских лошадей Литвы и Эстонии // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 137-146. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-137-146

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Alekseeva E.I., Sanganaeva A.V., Samandeeva E.G. Korung Trakehner horses of Lithuania and Estonia // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 137-146. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-137-146

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 636.082.2:798(470+571)

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-146-154

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИК ОЦЕНКИ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛОШАДЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫСТУПЛЕНИЙ В ВЫЕЗДКЕ

Кандидат сельскохозяйственных наук **Марина Александровна Политова**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела»),

e-mail: politova-marina@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код 6085-6760

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1753-1716>

141212, Российская Федерация, Московская область, Пушкинский район, посёлок Лесные Поляны. ул. Ленина, стр. 13

Кандидат сельскохозяйственных наук **Анна Витальевна Дорофеева**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства»), e-mail: rustrak2007@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 8912-9480

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9114-3124>

391105, Российская Федерация, Рязанская область, Рыбновский район, посёлок Дивово

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. В настоящее время в России идет постепенное сокращение племенного поголовья лошадей пород спортивного направления: в 2012 г. насчитывалось 718 тракененских и 225 ганноверских кобыл, в 2019 г. – 440 тракененских и 150 ганноверских маток. На фоне изменений рыночной ситуации, вызванной пандемией коронавируса и ослаблением национальной валюты, следует ожидать сокращения ввоза лошадей из стран Европы. Это открывает новые возможности для заводчиков полукровных пород и требует интенсификации племенной работы. Отбор по работоспособности – важный этап селекции. Оценка работоспособности является частью комплексной бонитировки лошади и дополняет оценки за развитие, тип и экстерьер. Она необходима и для расчета индексов племенной ценности производящего состава.

В статье проведено сопоставление оценок спортивной работоспособности лошадей по результатам выступлений в выездке по шести методикам оценки. Были определены особенности

каждой из методик, сделана апробация проходящей в настоящее время утверждение методики ВНИИ коневодства; предложены возможности дальнейшего ее совершенствования. Авторы отмечают, что в настоящее время является невозможной объективная оценка лошадей по совокупным результатам за всю спортивную карьеру в связи с отсутствием официальной и полной базы данных технических результатов турниров в Российской Федерации.

Ключевые слова: коневодство, племенная работа, спортивная работоспособность, племенная ценность

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE ASSESSING METHODS FOR THE SPORTS PERFORMANCE OF HORSES BY RESULTS OF RACES

Candidate of Agricultural Sciences **Marina Aleksandrovna Politova**

(Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Breeding,

e-mail: politova-marina@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 6085-6760

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1753-1716>

141212, Russian Federation, Moscow region, Pushkinsky district, Lesnye Polyany settlement.

Lenin str., p. 13

Candidate of Agricultural Sciences **Anna Vitalievna Dorofeeva**

(Federal State Budgetary Scientific Institution Research Institute of Horse Breeding,

e-mail: rustrak2007@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 8912-9480

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9114-3124>

391105, Russian Federation, Ryazan region, Rybnovsky district, Divovo village

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. Currently, Russia is gradually reducing the breeding stock of horses of sports breeds: in 2012, there were 718 Trakenen and 225 Hanoverian mares, in 2019-440 Trakenen and 150 Hanoverian queens. Against the background of changes in the market situation caused by the coronavirus pandemic and the weakening of the national currency, we should expect a reduction in the import of horses from European countries. This opens up new opportunities for breeders of mongrel breeds and requires the intensification of breeding work. Selection by performance is an important stage of selection. The performance assessment is part of the comprehensive horse assessment and complements the development, type and exterior assessments. It is also necessary for calculating the breeding value indices of the producing stock.

In the article authors made a comparison of methods for evaluation of horses performance based on their results in dressage competitions when using six methods, including three Russian and three European. The features of the evaluation for each of these methods were determined. Authors tested and approved the methodology proposed by the All-Russian Research Institute of Horse Breeding. They checked and proposed the possibilities of its further improvement. The authors note that at present time the objectively evaluation of horses based on cumulative results for the entire sports career is impossible due to the lack of an official complete database of technical results in the Russian Federation.

Keywords: horses, horse breeding, sport performance, evaluation, breeding values

Введение. В настоящее время в России идет постепенное сокращение племенного поголовья лошадей пород спортивного направления: в 2012 г. насчитывалось 718 тракененских и 225 ганноверских кобыл, в 2019 г. – 440 тракененских и 150 ганноверских маток [1]. На фоне изменений рыночной ситуации, вызванной пандемией коронавируса и ослаблением национальной валюты, следует ожидать сокращения ввоза лошадей из стран

Европы [2]. Это открывает новые возможности для заводчиков полукровных пород и требует интенсификации племенной работы. Отбор по работоспособности – важный этап селекции. Оценка работоспособности является частью комплексной бонитировки лошади и дополняет оценки за развитие, тип и экстерьер. Она необходима и для расчета индексов племенной ценности производящего состава.

Оценки спортивной работоспособности могут базироваться на технических результатах, занятом месте и сумме выигрыша. В конном спорте Европы долгое время оценку работоспособности определяли по размеру выигрыша: миллионные суммы выигрыша потомства гарантировали спрос на производителей и формировали генеалогическую структуру пород. Однако уже с 1996 г. были апробированы несколько методик, включая принятый в настоящее время трансформированный ранг (ТР) [3]: $TP = 11 - \sqrt{M}$, где M – занятое лошастью место. Трансформированный ранг определялся по всем выступлениям лошади за срок спортивной карьеры [4, 5]. Одифицированная версия трансформированного ранга (ГТР), предложенная в 2013 г. [5, 6], вычисляется по формуле: $GTR = 22,5 - \sqrt{(M + X)}$, где M – занятое место, а X – весовой коэффициент турнира, принятый за 300 для уровня А (начинающий), 200 – для уровня L, 100 – для уровня М и 0 – для уровня S – 0 (сложный) [7]. Показатель определялся по всем выступлениям за карьеру.

Сходным с немецким трансформированным рангом является индекс успеха (ИУ), разработанный на кафедре коневодства МСХА им. К.А. Тимирязева. Он может рассчитываться за любой период по формуле: $ИУ = 100 - 100 \times (M - 1) / (N - 1)$; где M – место, занятое лошастью в выступлении, N – количество стартовавших лошадей [8].

Таблица 1. Обновленная шкала оценки работоспособности лошадей тракененской, ганновской и других верховых пород (в баллах)

Класс	Турнир	Уровень сложности	Занятые места			
			1	2-3	4-10	≥11
С1	Олимпиада, чемпионаты Мира и Европы	Высота препятствий 150-170 см; Большой Приз, КЮР и Переездка Большого приза; дистанция кросса от 3220-6270 м при скорости 570 м/мин и высотой барьеров до 120 см	10	9,5	9	8,5
С2	Международные соревнования, Чемпионат РФ, гр.А	Высота препятствий 150-170 см; Большой Приз, КЮР и Переездка Большого приза, Средний приз 2, КЮР Среднего приза 2; дистанция кросса от 3220-6270 м при скорости 570 м/мин и высотой барьеров до 120 см	9	8,5	8,0	7,5
С3	Международные и коммерческие турниры, Чемпионат России, гр.Б, чемп. г. Москвы и Санкт-Петербурга	Высота препятствий 140-145 см; Средний приз 1, Малый приз, КЮР Малого и Среднего приза; юниорские езды; предварительная езда для лошадей 7 лет; дистанция кросса от 3025 до 5500 м при скорости 570 м/мин и высотой барьеров до 115 см	8	7,5	7	6,5
М	Чемпионат РФ, гр.С, региональные и коммерческие турниры	Высота препятствий 130-135 см юношеские езды, финальная езда для лошадей 6-7 лет дистанция кросса от 2600 до 4680 м, при скорости 520 м/мин и высотой барьеров до 110 см	7,5	7	6,5	6
Л	Региональные и коммерческие турниры	Высота препятствий 115-120 см; детские езды, предварительная езда для лошадей 6 лет; дистанция кросса от 2000 до 3000 м при скорости 500 м/мин и высотой барьеров от 100 до 105 см	7	6,5	6	5,5

Продолжение таблицы 1

А	Региональные и коммерческие турниры	Высота препятствий 95-105 см; езда для лошадей 4 лет, финальная езда для лошадей 5 лет; дистанция кросса от 750 до 1500 м при скорости 350-375 м/мин и высотой барьеров до 90 см	5	4,5	4	3,5
Е	Региональные и коммерческие турниры	Высота препятствий 85 см; предварительная езда для лошадей 5 лет	4	3,5	3	2,5

В отличие от ФРГ, где сбор технических результатов выступлений является повсеместной практикой и существует возможность без пробелов оценить всю спортивную карьеру лошади, в России официальной базы выступлений в конном спорте нет и принята система оценки по наивысшему достижению. Сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института коневодства в 1980-е годы была разработана система, которая была утверждена Министерством сельского хозяйства РФ в рамках инструкции по бонитировке лошадей заводских пород [8]. Советские всадники выступали на самом высоком уровне, а понятия любительского спорта ещё не было. В настоящее время данная шкала пригодна для оценки лишь небольшого количества стартующих лошадей. В связи с этим методика оценки была пересмотрена с учётом европейской классификации турниров и появлением большого числа соревнований для любителей (табл. 1). Она предложена ФГБНУ «ВНИИК» в составе обновленной версии инструкции по бонитировке верховых лошадей. На том же принципе оценки по наивысшему пожизненному достижению основана система, предложенная Ганноверским Союзом Германии (табл. 2) [10]. Одним из отличий методики является оценка «участия» в турнире, что у нас соответствует 4-му месту и ниже. Лошадь, начавшая выступать в более высоком уровне турниров, оценивается выше, чем побеждающая уровнем ниже, а для закрепления оценки недостаточно разового успешного выступления. Данная методика разработана для использования в линейных моделях, и при самостоятельном использовании требует калибровки.

Цель исследования – изучение и сравнение возможности использования зарубежных и отечественных методик оценки спортивной работоспособности лошадей и апробация новой системы, предложенной в проекте инструкции по бонитировке лошадей заводских пород.

Таблица 2. Шкала оценки наивысшего достигнутого класса лошади

А			L		
Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.	Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.
1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6
М			S 0* /1*		
Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.	Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.
3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6
S 2*			S 3*		
Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.	Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.
5,0	5,3	5,6	6,0	6,3	6,6
S 4*			S 5*		
Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.	Стартовал	Занимал* 2–4-е м.	Занимал* 1-е м.
7,0	7,3	7,6	8,0	8,3	8,6

* не менее трех раз

Материалы, методы и объекты исследований. Материалом для исследования послужили технические результаты спортивных выступлений в соревнованиях по выездке, внесенные в базу данных портала equestrian.ru. Для исследования были отобраны 9 наиболее успешных лошадей трех отечественных пород спортивного строения – русской верховой, тракненской, ганноверской российского разведения (табл. 3). Отбор проводился среди жеребцов, выступавших до 2010 г., по результатам опросов в породных группах в социальных сетях.

Таблица 3. Сводная характеристика лошадей, отобранных для исследования

№	Кличка	Г.р.	Порода	Отец	Мать	Номер базы equestrian
1	Бельведер	1997	РВП	Барин	Венесуэла	2550
2	Борз	2008	Трак.	Заалькениг	Барбариса	5589
3	Водевиль	1998	Ганн.	Вертопрах	Депеша	19837
4	Воск	2005	Ганн.	Водолей	Сударыня	9441
5	Гулливвер	2004	Ганн.	Грандвилли	Варди	4363
6	Инсар	2000	РВП	Интриган	Секунда	14523
7	Оболенский	2005	Трак.	Орган	Овация	8683
8	Руби Брунс	2006	РВП	Романтикер	Белония	18232
9	Эстет	2006	Трак.	Эгеюс	Эстрела	30557

Результаты выступлений отобранных лошадей будут оценены по описанным во введении методикам оценки спортивной работоспособности.

Результаты исследований. В таблице 4 приведены сводные характеристики спортивной карьеры изученных лошадей (здесь и далее вместо кличек будут приводиться только номера в соответствии с табл. 1).

Таблица 4. Сводные показатели результатов выступлений в выездке

№	Возраст на пике карьеры	Годы выступлений	Пик карьеры	Стартов всего	Стартов на пике	Стартов в год
1	13	2001–2014	2009–2010	120	21	9,2
2	11	2012–2020	2018–2019	43	19	5,4
3	14	2004–2009	2011–2012	78	21	8,7
4	12	2011–2016	2016–2017	127	37	11,5
5	12	2005–2008	2015–2016	46	22	9,2
6	14	2005–2018	2013–2014	136	12	10,5
7	12	2008–2018	2016–2017	52	22	5,2
8	11	2009–2020	2016–2017	134	37	12,2
9	12	2016–2019	2017–2018	41	25	13,7

В среднем лошади стартовали 9,5 раза за сезон с отклонениями от 5,2 до 13,7. Количество стартов, принятых в течение двух сезонов на пике карьеры, различалось не столь значительно. Средний возраст выхода на пик карьеры составил 12,3 года. Лидерами по общему числу стартов и «стартов на пике» являются № 6 (Инсар) и № 8 (Руби).

В таблице 5 приведены оценки жеребцов по показателям, учитывающим наивысшие достигнутые за время спортивной карьеры результаты: методика, утвержденная в составе Инструкции по бонитировке лошадей заводских пород (МСХ), предложенная в новом проекте инструкции, разработанной сотрудниками ВНИИ коневодства (ВНИИК), и по наивысшему достигнутому классу (НДК, 9).

Все участвовавшие в исследовании жеребцы достигли уровня, классифицируемого Международной Федерацией конного спорта как S3*, две лошади были оценены по результатам выступлений в турнирах международного уровня, одна лошадь (№ 4 – Воск) выступала на Олимпийских играх. Поэтому разброс оценок по всем трем методикам различается несущественно, за исключением Воска, который по методике НДК оценен выше.

Таблица 5. Оценка работоспособности жеребцов по методикам, ориентированным на наивысший пожизненный результат

№	МСХ, балл	ВНИИК, балл	НДК, балл	Лучшее выступление
1	7,0	8,5	6,6	Кубок РФ, КЮР БП, 2-е м.
2	7,0	8,5	6,6	CDI-W/CDI3*, БП, 3-е м.
3	7,0	8,0	6,3	Чемпионат РФ, БП, 3-е м.
4	8,0	9,0	8	Кубок РФ, 1-е м., участник ОИ
5	8,0	9,0	6,6	Кубок РФ, 1-е м.
6	5,0	7,0	6,6	Чемпионат РФ, БП, 9-е м.
7	8,0	9,0	6,6	Чемпионат РФ, БП, 1-е м
8	6,0	7,0	6,3	CDI 4*, БП, 6-е м.
9	7,0	8,5	6,3	Чемпионат РФ, БП, 2-е м.

Сравнивая методики, предложенные в разное время ВНИИК, мы видим, что по обновленной шкале оценка выше. Наибольшую прибавку получили лошади, оцениваемые по старой системе относительно низкими баллами, так как была повышена ценность соревнований более низкого уровня, наиболее распространенных в нашей стране. Новая методика позволяет приблизить оценку на пике карьеры к формулировкам, принятым при 10-балльной бонитировке: 10 – отлично, 9 – очень хорошо, 8 – хорошо и т. д., поскольку повышает оценку с «почти удовлетворительно» и «удовлетворительно» лошадям, достойно выступавшим на международном уровне. Коэффициент корреляции между оценками по старой и новой версии инструкции бонитировки составил 0,94, в то время как корреляция между ними и НДК оказалась на уровне 0,41 (новая) и 0,42 (старая).

Учитывая высокий положительный коэффициент корреляции двух методик ВНИИК, очевидно, что рейтинг лошадей будет схожим. Так, лидерами являются № 4, 5, 7, получившие 8 или 9 баллов за призовые места на ЧР. По шкале НДК лидером стал № 4 за участие в Олимпиаде, разброс между остальными не столь значим. Однако условие подтверждения высокого результата можно будет предложить для внесения при формировании поправок к новой бонитировке.

В таблице 6 приведены результаты оценки работоспособности лошадей по методике, предполагающей учет всех выступлений (за карьеру или период).

Показатель трансформированного ранга, как и НДК, разработан в первую очередь для использования в линейных моделях для определения племенной ценности, в которых производится дополнительная корректировка на уровень турнира, сложность выступления, категорию всадников и т. п. Чем ближе ТР к 10 баллам, тем более высокое место занимала лошадь. В таблице 7 мы видим, что лучшим стал № 7 (Оболенский). Средний коэффициент вариации этого показателя у изученных лошадей составлял 10,7%, одновременно у лошадей №2 (Борз) и №7 (Оболенский) вариация была значительно ниже, что говорит о большей стабильности. Иначе говоря, ТР может использоваться как показатель стабильности выступления лошади на любом уровне и в любой «компании». В показателе КТР уже сделана поправка на сложность выступления. Средний КТР у исследованных лошадей составил 18,9 пунктов с колебаниями от 16,6 до 20,4. При этом по шкале КТР лучшими стали № 5 (Гулливер)

и № 7 (Оболенский) с результатом 20,4 пункта. Второй результат – 19,6 балла у № 3 (Водевиль) и третий – 19,5 у № 9 (Эстет). Лидер предыдущих таблиц и участник ОИ № 4 (Воск) всего лишь на 7-й позиции с оценкой 17,5 балла. И это отличает результат по шкале КТР от шкал ВНИИК, где в лидерах были все три лошади (№4, 5, 7). Самым стабильным по шкале КТР как раз был № 5 – Гулливер.

Таблица 6. Показатели трансформированного ранга (ТР), скорректированного ТР (КТР) и индекса успеха

№	ТР			КТР			ИУ, %		
	М	σ	n	М	σ	n	М	σ	n
1	8,8	1,02	120	18,7	3,05	120	54,5	25,74	21
2	9,1	0,70	43	16,6	6,11	43	53,0	31,69	19
3	8,4	1,09	78	19,6	2,14	78	59,4	29,98	21
4	8,9	1,22	127	17,9	4,91	127	72,9	22,87	37
5	8,9	0,99	46	20,4	0,99	46	77,4	20,73	21
6	8,2	1,09	137	18,9	2,95	137	44,2	26,44	12
7	9,5	0,50	52	20,4	2,77	52	73,3	28,60	22
8	8,7	0,90	134	17,9	4,53	134	47,6	29,09	37
9	8,6	0,9	41	19,5	2,73	41	47,2	31,26	25

Индекс успеха при разработке нес ту же функцию – характеристику успешности выступления лошадей без учета уровня; планировалось введение коэффициентов за уровень и категорию выступлений, однако работа не была продолжена. В то время как показатели ТР и КТР были рассчитаны за всю спортивную карьеру лошадей, ИУ приведен по всем выступлениям за два пиковых года. Показатель ИУ около 50% свидетельствует о занятом месте по середине «стартового поля». Обращает на себя внимание тот факт, что, даже находясь на пике карьеры, одни лошади находятся близко к середине по занятому месту в технических результатах (1, 2, 3, 8, 9), а другие ближе к верхним строчкам протоколов (4, 5, 7). Поэтому показатель индекса успеха может служить дополнительной характеристикой спортивной работоспособности, отражающей возможность занимать призовые места. Лучшим по этой методике стал № 5 (Гулливер), набравший 77,4%, незначительно отставали от него № 7 (Оболенский) и № 4 (Воск). Далее № 3 (Водевиль), № 1 (Бельведер), № 2 (Борз) и т. д.

Выводы:

1. Оценка по методикам, предложенным в нашей стране, вывела на первые места одних и тех же лошадей: № 4, 5, 7. Они же были наиболее высоко оценены по методике ТР вместе с № 2 (Борз). Оценка по шкале НДК исключила из тройки лидеров № 5 (Гулливер), но при этом выявила преимущество № 4 (Воск) и более высокие результаты № 3 (Водевиль) и № 9 (Эстет). По шкале КТР лучшими стали № 5 (Гулливер) и № 7 (Оболенский). Во всех 6 методиках худший результат показал № 6 (Инсар). Таким образом, можно сделать вывод о сходных результатах оценки работоспособности по исследуемым методикам.

2. Обновленная методика ВНИИК позволяет приблизить оценку на пике карьеры к формулировкам, принятым при 10-балльной бонитировке: 10 – отлично, 9 – очень хорошо и т. д., что делает оценку, на наш взгляд, более объективной.

3. Коэффициент корреляции между оценками работоспособности по старой и новой версии инструкции бонитировки составил 0,94, в то время как корреляция между ними и НДК оказалась на уровне 0,41 (ВНИИК) и 0,42 (МСХ).

4. Следует рассмотреть возможность учета при оценке работоспособности в обновленной версии инструкции по бонитировке необходимости подтверждения высокого результата лошади по принципу шкалы НДК.

5. Остается актуальным вопрос ведения единой базы данных по техническим результатам выступления лошадей в спорте, интегрированной с базами по племенному учету.

Литература

1. **Политова М.А.** Все на продажу? //Конный мир. – 2020. – № 05/09. – С. 38-42.
2. **Политова М.А., Демин В.А.** Перспективы развития экспорта продукции племенного коневодства Российской Федерации // Аграрная наука. – 2019. – № 11-12. – С. 43-45.
3. **Zuchtwertschätzung für Dressur- und Springveranlagung.** – URL: <https://www.vit.de/vit-fuers-tier/zuchtwertschaetzung/zws-sonstige-tierarten/> (дата обращения: 10.02.2021).
4. **Hassenstein C., Röhe R. und Kalm E.** Genetisch statistische Analyse von neuentwickelten Merkmalen aus Turniersportprüfungen für Reitpferde. 1. – Mitteilung: Merkmalsentwicklung und Heritabilitätsschätzung. – Züchtungskunde, 1999. – 71. – С. 106-117.
5. **Welker V.** Schätzung populationsgenetischer Parameter für die Reitpferdezucht unter besonderer Berücksichtigung innovativer Merkmalsdefinitionen für Turniersportleistungen, 2019: Dissertation. – URL: [urn:nbn:de:gbv:3:4-1981185920-141133 http://dx.doi.org/10.25673/13984](http://dx.doi.org/10.25673/13984) (дата обращения: 10.02.2021).
6. **Frevert H.** Statistische Modellierungen zur Schätzung genetischer Parameter für das Merkmal Vielseitigkeit beim Deutschen Reitpferd. – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) im Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel, 2016. – 166 S.
7. **Политова М.А.** Хозяйственно-полезные качества тракененской породы лошадей в России: автореф. дис. ... на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – М.: Изд-во МСХА, 1999. – 16 с.
8. **Инструкция** по бонитировке племенных лошадей заводских пород. – URL http://old.mcx.ru/documents/document/v7_show/6270.191.htm (дата обращения: 10.02.2021).
9. **Jahrbuch Hengste 2021.** Zuchteinsatz, Eigenleistung, Nachkommenleistung, Zuchtwertschätzung. – Hannoveraner Verband, 2021. – 540 p.
10. **Политова М.** Считаем по-новому (новый индекс племенной ценности) // Конный мир. – 2020. – №1. – С. 52-53.

References

1. **Politova M.A.** Vse na prodazhu? //Konnyj mir. – 2020. – № 05/09. – S. 38-42.
2. **Politova M.A., Demin V.A.** Perspektivy razvitiya eksporta produkcii plemennogo konevodstva Rossijskoj Federacii // Agrarnaya nauki. – 2019. – № 11-12. – S. 43-45.
3. **Zuchtwertschätzung für Dressur- und Springveranlagung.** – URL: <https://www.vit.de/vit-fuers-tier/zuchtwertschaetzung/zws-sonstige-tierarten/> (data obrashcheniya: 10.02.2021).
4. **Hassenstein C., Röhe R. und Kalm E.** Genetisch statistische Analyse von neuentwickelten Merkmalen aus Turniersportprüfungen für Reitpferde. 1. – Mitteilung: Merkmalsentwicklung und Heritabilitätsschätzung. – Züchtungskunde, 1999. – 71. – S. 106-117.
5. **Welker V.** Schätzung populationsgenetischer Parameter für die Reitpferdezucht unter besonderer Berücksichtigung innovativer Merkmalsdefinitionen für Turniersportleistungen, 2019: Dissertation. – URL: [urn:nbn:de:gbv:3:4-1981185920-141133 http://dx.doi.org/10.25673/13984](http://dx.doi.org/10.25673/13984) (data obrashcheniya: 10.02.2021).
6. **Frevert H.** Statistische Modellierungen zur Schätzung genetischer Parameter für das Merkmal Vielseitigkeit beim Deutschen Reitpferd. – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) im Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel, 2016. – 166 S.
7. **Politova M.A.** Hozyajstvenno-poleznye kachestva trakenenskoj porody loshadej v Rossii: avtoref. dis. ... na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk. – М.: Izd-vo MSKHA, 1999. – 16 s.
8. **Instrukciya** po bonitirovke plemennyh loshadej zavodskih porod. – URL http://old.mcx.ru/documents/document/v7_show/6270.191.htm (data obrashcheniya: 10.02.2021).

9. **Jahrbuch Hengste 2021.** Zuchteinsatz, Eigenleistung, Nachkommenleistung, Zuchtwertschaetzung. – Hannoveraner Verband, 2021. – 540 p.
10. **Politova M.** Schitaem po-novomu (novyj indeks plemennoj cennosti) // Konnyj mir. – 2020. – №1. – S. 52-53.

Цитирование. Политова М.А., Дорофеева А.В. Сравнительная характеристика методик оценки спортивной работоспособности лошадей по результатам выступлений в выездке // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 146-154. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-146-154

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Politova M.A., Dorofeeva A.V. Comparative characteristic of the assessing methods for the sports performance of horses by results of races// Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 146-154. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-146-154

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

УДК 636.1

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-154-159

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНИ В ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ВЕРХОВОЙ ЕЗДЕ

Зооинженер **Екатерина Михайловна Сергеева**
(КСК «Новополье», e-mail: Katerina.litko@yandex.ru)

188520, Российская Федерация, Ленинградская обл., Ломоносовский р-н, дер. Новополье,
ул. Лесная, стр. 1

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. Иппотерапия уже давно является общепризнанным методом реабилитации детей с ограниченными возможностями. Для данного метода реабилитации используются лошади верхового и упряжного типа, а также лошади пони-класса. Эти лошади должны обладать определенными качествами как по физиологическим показателям, так и по темпераменту. В последнее время очень часто встает вопрос о возможности использования пони для данного метода реабилитации. В статье рассмотрены те признаки, по которым использование пони в иппотерапии будет возможным.

Именно лошадь является уникальным «живым тренажером», источником двигательных стимулов, которые и оказывают на пациента те самые положительные биомеханические и психогенные воздействия. Эффективность такого воздействия на пациента напрямую зависит от того, насколько тщательно выбрана лошадь, а безопасность занятий зависит от того, готова ли выбранная лошадь к столь специфической работе.

Для иппотерапии, развивающей и оздоровительной верховой езды наиболее подходят пони, имеющие высоту в холке более 120 см, так как их длина шага и соответственно создаваемый ими паттерн движения, наиболее правильный и совпадает с длиной шага человека. Для работы чаще всего используются пони (лошади пони-класса) с высотой в холке не ниже 120 см, крепкого телосложения и с длиной спины от холки до крупа не менее 65 см, так как во время занятий с ребенком очень часто делают упражнение с укладыванием детей назад.

Ключевые слова: иппотерапия, лечебная верховая езда, специфика работы с иппотерапевтическими лошадьми, использование пони в иппотерапии

USE OF PONIES IN RECREATIONAL HORSE RIDING

Zooengineer **Ekaterina Mikhailovna Sergeeva**

(KSK "Novopolye", e-mail: Katerina.litko@yandex.ru)

188520, Russian Federation, Leningrad region, Lomonosovsky district, v. Novopolye, Lesnaya, 1

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. Hippotherapy has long been a recognized method of rehabilitation for children with disabilities. For this method of rehabilitation, riding and harness horses are used, as well as pony-class horses. These horses must have certain qualities in terms of both physiological parameters and temperament. Recently, very often the question arises about the possibility of using a pony for this method of rehabilitation. In this article I would like to consider the signs by which the use of ponies in hippotherapy will be possible.

It is the horse that is a unique "live simulator", a source of motor stimuli that have the most positive biomechanical and psychogenic effects on the patient. The effectiveness of such an impact on the patient directly depends on how carefully the horse is selected, and the safety of the training depends on whether the selected horse is ready for such a specific job.

For hippotherapy, developing and health-improving riding, ponies that have a height at the withers of more than 120 cm at the withers are most suitable, since their step length, and accordingly the movement pattern created by them, is the most correct and coincides with the length of a person's step. For work, most often used ponies (pony class horses) with a height at the withers of at least 120 cm, strong build and with a long back from the withers to the croup of at least 65 cm, as during classes with a child very often do the exercise with laying children back.

Keywords: *hippotherapy, therapeutic horse riding, specifics of working with hippotherapy horses, use of ponies in hippotherapy*

Введение. Оздоровительная верховая езда, иппотерапия, развивающая верховая езда – приобретают все большую популярность. Развитие такого метода реабилитации и становление его на качественно новый уровень требует от руководителей и сотрудников организаций, применяющих иппотерапию, более ответственного подхода к выбору и подготовке терапевтической лошади. Такая лошадь может быть различного формата, породы и возраста. Выбор осуществляется в зависимости от индивидуальных особенностей пациента и требований для осуществления тренировок.

Именно лошадь является уникальным «живым тренажером», источником двигательных стимулов, которые и оказывают на пациента те самые положительные биомеханические и психогенные воздействия. Эффективность такого воздействия на пациента напрямую зависит от того, насколько тщательно выбрана лошадь, а безопасность занятий зависит от того, готова ли выбранная лошадь к столь специфической работе.

Цель исследования – установить, какие пони относятся к группе лошадей «лошади пони-класса». Определить, какие пони подходят для занятий оздоровительной верховой ездой и иппотерапией.

Материалы, методы и объекты исследований. В исследованиях использовали методику взятия основных промеров лошадей. Измерения проводили с использованием измерительной палки, циркуля Вилькенса и измерительной ленты (специальной рулетки). Объектом исследования стали лошади (пони) конно-спортивного клуба «Новополе», в количестве 8 голов разного возраста и происхождения.

Результаты исследований. Изучены особенности экстерьера пони и лошадей пони-класса. Взятые основные промеры.

Занимаясь иппотерапией и работой с маленькими детьми, можно сделать вывод, что не все лошади подходят для работы в данной сфере. Даже непосвященному человеку понятно, что требования к лошади для иппотерапии будут отличаться от требований, которые предъявляются к ней в спорте, прокате или где-либо еще. Существует очень много критериев, по которым осуществляется отбор. Их можно долго перечислять, но мы рассмотрим основные. К основным критериям отбора относятся: экстерьер, конституция, характер и темперамент [9].

В последнее время возникло очень много вопросов, связанных с тем, какие же лошади могут использоваться в иппотерапии и оздоровительной верховой езде. И главный вопрос, интересующий всех: подходят ли для данного вида реабилитации пони? Это связано с устаревшими понятиями и представлениями о пони. К сожалению, в России до сих пор распространен стереотип, что пони – это низкорослые лошадки с быстрым семенящим шагом, например, шетлендские пони, или миниатюрные лошадки. Но при этом мы забываем об огромном разнообразии других лошадей, подпадающих под общее название пони, или лошади пони-класса.

На самом деле «Временным регламентом для всадников на пони», который введен в действие Президиумом Федерации конного спорта России 23 мая 2008 г. и вступил в силу с 1 января 2009 г., четко прописано:

Статья 2. Определения

1. Пони – это лошадь, чей рост в холке при измерении на ровной поверхности не превышает 150 см без подков или 151 см с подковами [1].

2. В соответствии с ростом в холке пони делятся на две основные группы:

- чей рост в холке при измерении на ровной поверхности не превышает 130 см без подков или 131 см с подковами;

- чей рост в холке при измерении на ровной поверхности составляет от 131 см без подков и 132 см с подковами и до 150 см без подков или 151 см с подковами.

2.1. Пони высотой в холке от 131 см до 150 см подразделяются на 2 подгруппы:

1) Подгруппа «А» – пони, который имеет рост в холке при измерении на ровной поверхности от 131 см без подков или 132 см с подковами до 140 см без подков или 141 см с подковами.

2) Подгруппа «Б» – пони, который имеет рост в холке при измерении на ровной поверхности от 141 см без подков или 142 см с подковами до 150 см без подков или 151 см с подковами.

Таким образом, в соответствии с Национальными стандартами, пони является любая лошадь, которая имеет высоту в холке до 150 см без подков.

В итоге мы имеем обширный выбор лошадей с различными экстерьерными, биомеханическими, психическими параметрами и многообразием их сочетаний. Это дает нам возможность оптимально подобрать лошадь под задачи, которые необходимо решить всаднику с определенными особенностями [2].

Пони должен соответствовать росту и габаритам всадника, что важно для сохранения здоровья как ребенка, так и лошади. Кроме того, несоответствие лошади и всадника дают изменение биомеханики движения. Так, большому всаднику на маленькой лошади гораздо труднее сохранить равновесие. В свою очередь, и лошадь испытывает в такой ситуации перегрузки, как с точки зрения веса, который она несет, так и с точки зрения большей, чем у нее, амплитуды движения всадника. Это искажает биомеханику движения лошади, что в иппотерапии считается критичным.

Всех пони можно условно разделить на 2 группы:

1. Лошади пони-класса, или верховые пони.

2. Декоративные пони.

К первой группе, верховые, или лошади пони-класса, относятся пони, имеющие внешний вид и биомеханику верховой лошади, и высоту в холке от 120 см и до 150 см. Это, например, немецкие, голландские, фелл пони, спортивные пони, уэльские спортивные пони, тинкеры. Также это могут быть лошади верховых и упряжных пород и их помеси, подходящие

по росту, то есть до 150 см в холке. Много прекрасных лошадей местных пород, таких как: карачаевские, адыгейские, кабардинские, башкирские, вятские, белорусские и другие, могут оказаться в группе пони-класса благодаря своим ростовым особенностям [3].

К декоративным относятся пони примерно до 110 см в холке (американская миниатюрная, фалабелла, миниатюрные шетленды и др.).

В иппотерапии используются только верховые пони выше 120 см в холке. Также очень желательно использовать именно верховых пони в развивающей верховой езде и оздоровительной верховой езде. В Стандарте – услуги по развивающей верховой езде и Стандарте – услуги по оздоровительной верховой езде Национальной Федерацией иппотерапии и адаптивного конного спорта оговорены требования к лошадям, которых используют в этих направлениях, и они могут быть любых пород и иметь высоту в холке от 120 см. Но все же стоит отказаться от пони с семенящим шагом, жесткими движениями на всех аллюрах, так как это отрицательно влияет на опорно-двигательный аппарат всадника и формирует неправильные двигательные стереотипы посадки и движения во время верховой езды [2, 3].

Если мы рассматриваем пони как «главный тренажер», который задает всаднику правильный паттерн движения, соответственно, шаг такого пони должен быть близок по своим показателям к шагу самого человека. Также в иппотерапии очень важно соотношение размера таза всадника, а следовательно, и объемов движения в нижней части туловища человека с теми колебательными движениями (двигательными импульсами), которые продуцирует лошадь на шагу. В идеале двигательные импульсы лошади должны запускать естественную локомоцию всадника, то есть естественный паттерн движений, сходный с паттерном при прямохождении [4, 5, 10].

Чтобы лучше понять, почему декоративные пони (рост в холке до 110 см) не подходят для занятий иппотерапией, можно обратиться к данным таблицы. Для сравнения: средний шаг декоративного пони, по литературным данным, равен 0,35 м. Темп – 120 шагов в минуту. Скорость – 2,52 км/час. Средняя длина шага для человека 0,75 м (при росте 175 см), темп 110 шагов в минуту, скорость – 5 км/час. Длина шага лошади в шаговом аллюре колеблется от 0,8 до 1,2 м, частота около 100 шагов в минуту, скорость – от 4 до 7 км/час [6].

Таблица 1. Промеры лошадей, используемых в иппотерапии и оздоровительной верховой езде, см

Кличка лошади	Порода	Высота в холке	Длина шага	Высота ноги от пола до локтя	Косая длина туловища	Обхват груди	Обхват пясти	Длина от холки до крупа
Марта	Белорусская упряжная	135	74	87	148	153	20	70
Мышка	Белорусская упряжная	146	68	76	153	156	19	72
Тутси	Тяжеловозная помесь	150	76	89	164	160	20	75
Морошка	Белорусская упряжная	150	88	90	165	162	21	76
Бунчук	Шетлендский пони	128	87	61	118	141	17	66
Флешка	Аппалуза пони	130	66	68	120	138	15	60
Метель	Шетлендский пони	100	45	54	86	136	15	50
Звездочка	Шетлендский пони	105	48	55	87	134	14	51

Из данных таблицы следует, что для иппотерапии наиболее подходят пони, имеющие высоту в холке более 120 см, так как длина их шага и соответственно создаваемый ими паттерн движения наиболее правильный и совпадает с длиной шага человека. Также можно отметить, что

шаг декоративных пони, имеющих высоту в холке менее 120 см, по своей длине гораздо меньше шага человека и, соответственно, не может быть использован для работы в иппотерапии.

При сравнении других показателей таблицы можно констатировать еще одну особенность. При сравнении такого показателя, как длина от холки до крупа и высоты в холке, можно наблюдать большие или меньшие отличия. Длина от холки до крупа является важным показателем для иппотерапии, так как во время занятий с ребенком очень часто делают упражнение с укладыванием детей назад, и лошадь должна быть определенной длины, чтобы голова всадника не свешивалась. Наибольшим расстоянием от холки до крупа (от 70 до 76 см) обладают некрупные лошади, такие как белорусская упряжная или тяжеловозные помеси. Из данных таблицы следует, что для иппотерапии подходят лошади пони-класса с длиной от холки до крупа не менее 65 см и, соответственно, не подходят пони маленьких размеров, то есть с высотой в холке ниже 110 см.

Но при использовании методов абилитации и реабилитации с помощью лошади без посадки мы можем работать с любыми пони, включая декоративных [2]. Особенное внимание нужно уделить воспитанию этих лошадей.

В адаптивном конном спорте мы должны руководствоваться национальными и международными правилами и действовать в их рамках разумно [7].

При выборе пони под любые задачи нужно обратить внимание на его крепость и здоровье. Ведь работа ему предстоит трудная физически и психически. Также лошадке придется принимать много самостоятельных решений без помощи всадника. Поэтому одним из важнейших моментов является подготовка пони и поддержание его в тренировочной кондиции. Специфика работы предполагает, что не всегда взрослый и опытный всадник может сесть верхом на маленькую лошадку. Поэтому тренер-берейтор пони должен иметь основательные навыки работы лошади «в руках».

В заключение следует еще раз развеять миф о запрете использования пони в иппотерапии и оздоровительной верховой езде. Нецелесообразно использование декоративных пони с неподходящей человеку биомеханикой движений. Точно также не следует использовать ослов в иппотерапии по этой же причине, несмотря на то, что ослы и мулы часто используются в различных реабилитационных программах, связанных с восстановлением психоэмоциональной сферы детей и взрослых [8].

Выводы. Для иппотерапии, развивающей и оздоровительной верховой езды наиболее подходят пони, имеющие высоту в холке более 120 см, так как длина их шага и создаваемый ими паттерн движения наиболее правильный и совпадает с длиной шага человека. Для работы чаще всего используются пони (лошади пони-класса) с высотой в холке не ниже 120 см, крепкого телосложения и с длиной спины от холки до крупа не менее 65 см, так как во время занятий с ребенком очень часто делают упражнение с укладыванием детей назад.

Литература

1. **Временный регламент ФКСР** для всадников на пони. – М., 2008.
2. **Опыт и перспективы развития** абилитации и реабилитации с помощью лошади: сборник материалов X Всероссийской конференции. – СПб, 2018. – С 80-82.
3. **Беликов В.А., Козлов С.А., Зиновьева С.А.** Экстерьерные особенности лошадей, используемых в детских учебных группах и иппотерапевтических программах //Новое в науке о коневодстве: сборник докладов / ВНИИ коневодства. – 2006. – С. 39-43.
4. **Гуревич Д.А.** Лечебная верховая езда // Коневодство и конный спорт. – 1997. – № 5. – С. 27-28.
5. **Штраус И.** Иппотерапия. Нейрофизиологическое лечение с применением верховой езды / пер. с нем. – М.: Московский конно-спортивный клуб инвалидов, 2000. – 102 с.
6. **Витта В.О.** Коневодство и конейиспользование. – М.: Колос, 1964. – 383 с.
7. **Спинк Дж.** Развивающая лечебная верховая езда. – СПб., 2001. – 198 с.
8. **Адаптивная верховая езда:** учебное пособие МККИ, 2003. – С. 12-18.

9. **Большакова М.В.** Физиологические показатели и технологические особенности использования иппотерапевтических лошадей: монография / Российский государственный аграрный университет. – М., 2009. – 45 с.
10. **Алексеева Е.И., Сергеева Е.М.** Важнейший элемент иппотерапии – правильный шаг лошади. – СПб, 2018. – С. 141-142.

References

1. **Vremennyj reglament FKSR** dlya vsadnikov na poni. – М., 2008.
2. **Опыт и перспективы развития** абилитации и реабилитации с помощью лошадей: сборник материалов II Всероссийской конференции. – СПб, 2018. – С 80-82.
3. **Belikov V.A., Kozlov S.A., Zinov'eva S.A.** Ekster'ernye osobennosti loshadej, ispol'zuemyh v detskih uchebnyh gruppah i iппотерапевтических программах //Novoe v nauke o konevodstve: sbornik dokladov / VNII konevodstva. – 2006. – S. 39-43.
4. **Gurevich D.A.** Lechebnaya verhovaya ezda // Konevodstvo i konnyj sport. – 1997. – № 5. – S. 27-28.
5. **SHtraus I.** Iппотерапия. Nejrofiziologicheskoe lechenie s primeneniem verhovoj ezdy / per. s nem. – М.: Moskovskij konno-sportivnyj klub invalidov, 2000. – 102 s.
6. **Vitta V.O.** Konevodstvo i koneispol'zovanie. –М.: Kolos, 1964. – 383 s.
7. **Spink Dzh.** Razvivayushchaya lechebnaya verhovaya ezda. – SPb., 2001. – 198 s.
8. **Adaptivnaya verhovaya ezda:** uchebnoe posobie MKKI, 2003. – S. 12-18.
9. **Bol'shakova M.V.** Fiziologicheskie pokazateli i tekhnologicheskie osobennosti ispol'zovaniya iппотерапевтических лошадей: monografiya / Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – М., 2009. – 45 s.
10. **Alekseeva E.I., Sergeeva E.M.** Vazhnejshij element iппотерапии – pravil'nyj shag loshadej. – SPb, 2018. – S. 141-142.

Цитирование. Сергеева Е.М. Использование пони в оздоровительной верховой езде // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 154-159. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-154-159

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Sergeeva E.M. Use of ponies in recreational horse riding // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 154-159. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-154-159

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

УДК 636.01

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-159-167

ПОСТРОЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЕ

Доктор сельскохозяйственных наук **Игорь Ильич Попов**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: spbgau1965mail.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1464-7203>

Старший преподаватель **Юлия Васильевна Шошина**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: yd1983@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 2851-6157

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9801-8879>

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Светлана Анатольевна Шабанова**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: spbgau1965mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9138-5150>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. В процессе селекции отбор, как правило, проводят не по одному, а по нескольким признакам. Комплексная оценка животных по собственной продуктивности, продуктивности близких родственников и потомков должна дать наиболее правильное представление об их племенных качествах. Селекция по индексам основана на отборе птицы по комплексу признаков с учетом их фенотипических и генотипических особенностей.

Селекционный индекс, разрабатываемый нами, позволяет проводить анализ племенного материала, отбор и подбор кур и петухов в гнезда в соответствии с задачами селекции и с наименьшими трудозатратами, что позволяет повышать достоверность оценки племенной ценности отцов и матерей с учетом взаимодействия генотип x среда (а точнее, ответной реакции генотипов на изменчивость условий), генетической природы различных контролируемых признаков, уровня их селекционирования в различных линиях и доли значимости в программе селекции. Индекс, по которому отбирается для воспроизводства птица, включает в себя следующие компоненты продуктивности: живая масса кур, масса яиц по периодам кладки, число дочерей, полученных от петуха-отца, сохранность поголовья, элементы яйцекладки (пик, выравненность яйценоскости, плато кладки), инкубационные качества яиц, биологическая полноценность яиц, скороспелость кур, затраты корма на 1 кг яичной массы и т.д.

При построении индекса нами учитываются средние показатели по каждому признаку в линии. Средний индекс по контролируемому массиву всегда равен 50 и к нему добавляются или из него вычитаются величины, отражающие уровень реализации признака по каждой конкретной семье или семейству.

Ключевые слова: селекция, селекционный индекс, племенная ценность, элементы яйценоскости

THE CONSTRUCTION OF SELECTION INDICES AND THEIR USE IN BREEDING WORK

Doctor of Agricultural Sciences **Igor Ilyich Popov**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg State Agrarian University, e-mail: spbgau1965mail.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1464-7203>

Senior Teacher **Yulia Vasilyevna Shoshina**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg State Agrarian University, e-mail: yd1983@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 2851-6157

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Dosent **Svetlana Anatolyevna Shabanova**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg State
Agrarian University, e-mail: spbgau1965mail.ru)
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9138-5150>
196601, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. In the breeding process, selection is usually carried out not by one, but by several characteristics. A comprehensive assessment of animals based on their own productivity, the productivity of close relatives and descendants should give the most correct idea of their breeding qualities. Breeding index is based on the selection of a bird by a set of traits, taking into account the phenotypic and genotypic features of the traits.

The breeding index developed by us allows for the analysis of breeding material, selection and chickens and roosters sampling in nests in accordance with the objectives of breeding and with the lowest labor costs, which increases the reliability of the assessment of the breeding value of fathers and mothers, taking into account the interaction of genotype x environment (or rather, the response of genotypes to the variability of conditions), the genetic nature of various controlled traits, the level of their selection in different lines and the share of significance in the breeding program. The index used to select a bird for reproduction includes the following productivity components: live weight of chickens, egg weight by laying period, number of daughters received from the father rooster, livestock safety, egg-laying elements (peak, egg-laying equalization, laying plateau), incubation qualities of eggs, biological value of eggs, early maturity of chickens, feed costs per 1 kg of egg mass, etc.

When constructing the index, we take into account the average indicators for each feature in the line. The average index for the controlled array is always 50 and values are added to it or subtracted from it, reflecting the level of implementation of the attribute for each specific family or family.

Keywords: *breeding, breeding index, breeding value, elements of egg production*

Введение. Многие хозяйственно-полезные признаки птицы находятся в отрицательной корреляции между собой (например: яйценоскость и масса яиц, яйценоскость и живая масса) или же в положительной, но нежелательной эффективности селекционной работы используют следующие методы отбора: тандемный или последовательный; отсекающей селекции или независимый уровень браковки по каждому признаку; отбор по селекционному индексу. В основе последнего лежит объединение нескольких признаков в одной величине. В свою очередь значимость компонентов, составляющих селекционный индекс, зависит от направления продуктивности птицы или от показателей продуктивности, подлежащих изменению.

Наиболее распространены простые индексы, широко используемые в селекции, к которым относятся: процент вывода цыплят от числа заложенных на инкубацию яиц; яйценоскость на начальную несушку, общая яичная масса; индекс массы яиц; индекс яйценоскости; индекс эффективности яйцекладки (ИЭЯ); затраты кормов на единицу продукции и другие. ИЭЯ используется для оценки яичных кур и определяется по формуле:

$$\text{ИЭЯ} = \frac{K \times \text{МЯ} \times \text{ПЯ}}{P},$$

$$\text{где } K = \frac{30 \times \text{МЯ}}{\text{МН}},$$

МЯ – средняя масса яиц, г;

МН – живая масса несушки, г;

ПЯ – яйценоскость, %;

P – расход корма в сутки, г

Во ВНИТИП Э.К. Силиным и Т.В. Бочиной [1] разработан селекционный индекс, включающий живую массу, яйценоскость и массу яиц. По мнению авторов, эффективность

селекционного индекса зависит от правильного выбора желательного уровня для каждого селекционируемого признака. Проведенный ими анализ двух способов отбора на основе индексной оценки и по независимым уровням браковки показал высокую степень их совпадения. Еще С.И. Боголюбский [2] к достоинствам индексной оценки относил большую эффективность селекции по сравнению с другими методами, уменьшение опасности потерь ценных генов, улучшение восприятия информации о племенной ценности птицы по сравнению с анализом большого числа показателей. К недостаткам он относил возможность ошибки при выборе индекса для популяции и небольшую надежность некоторых составляющих индекс компонентов.

На эффективность применения селекционных индексов для улучшения хозяйственно-полезных качеств как мясных, так и яичных птиц указывают многие авторы [3, 4, 5]. По их мнению, отбор на основе индексной оценки никогда не бывает хуже других методов отбора, в крайнем случае, он может оказаться не более эффективным.

Тем не менее, еще в 70-х годах в Японии [6], в результате селекции кур породы род-айланд, на основе индексной оценки, включающей в себя данные по яичной массе, половой зрелости, потреблению корма и живой массе, была увеличена яйценоскость на 10 яиц при снижении потребления корма с 36,8 до 34,3 кг за цикл использования кур.

Селекция линий Н, М, N породы белый леггорн в Норвегии на основе индексной оценки, включающей яйценоскость, массу яиц, массу тела, половую зрелость, позволила за 7 поколений снизить половую зрелость [7]. Аналогичные работы проведены в США, где индексная оценка уже включала 16 показателей [8]. Исследования, проведенные на курах породы леггорн в течение нескольких поколений, позволили в результате применения индексной селекции получить положительные результаты по жизнеспособности, возрасту снесения первого яйца и интенсивности яйцекладки. Ежегодный прирост интенсивности яичной продуктивности составил 1,5%.

Большинство предложенных индексов используется при оценке мясных кур и оценке продуктивности бройлеров [1, 2, 10, 11, 13]. К примеру, индекс, разработанный Шалевым М. и др. [2] для улучшения мясной птицы и интенсивности яйценоскости, позволил при 30% интенсивности селекции за одно поколение у белых плимутроков повысить живую массу в 56 дней на 16,6 г, массу яиц – на 0,5 г, а интенсивность кладки – на 1,1%.

В животноводстве для оценки племенной ценности быков-производителей за рубежом широко используется методика BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) – наилучший линейный несмещенный прогноз [12], которая за последние годы начала применяться и в нашей стране [13].

В птицеводстве методов оценки производителей аналогичных BLUP пока нет, хотя в последнее время среди зарубежных исследователей ведется дискуссия по поводу возможного использования методики BLUP в племенном птицеводстве [14]. В журнале «Poultry international» (IX, 1994) появилась рекламная статья о том, что фирма Декалб в селекционной работе использует программное обеспечение по BLUP, и это позволяет исключить из анализа негенетические факторы. Однако эта модель требует тщательной «подгонки» к специфике селекционной работы с птицей в нашей стране, где отводится много партий молодняка, птица размещается в разных птичниках, кормовые условия не стабильны. Да и за рубежом к программному обеспечению по BLUP отношение птицеводов пока сдержанное. Hartmann W. [15] пишет, что те веские аргументы, которые говорят за использование BLUP в разведении молочного скота, неприемлемы к сельскохозяйственной птице. Целесообразность применения этой схемы будет определяться в основном соотношением между дополнительными затратами на обработку данных и ценностью полученного «генетического эффекта». Поэтому пока целесообразно осуществлять оценку кур и петухов по комплексу хозяйственно-полезных признаков, из которых 3-7 (в зависимости от целей селекции) относятся к основным селекционируемым параметрам [6].

Заслуживает внимания индекс племенной ценности, который применяет в своей селекционной программе фирма Lohman. В качестве составляющих индекса берутся масса

тела птицы, процент яйценоскости, использование корма и другие параметры. Однако методика конструирования индекса нам не известна.

Цель исследования – создание компьютерных программ, позволяющих проводить анализ племенного материала значительно увеличив при этом число контролируемых признаков. Разработать селекционный индекс, который позволит упростить процесс отбора и подбора птицы при племенной работе.

Материалы, методы и объекты исследований. Использование компьютерных программ повышает достоверность оценки племенной ценности отцов и матерей с учетом взаимодействия генотип x среда (а точнее, ответной реакции генотипов на изменчивость условий), генетической природы различных контролируемых признаков, уровня их селектирования в различных линиях и доли значимости в программе селекции. Индекс, по которому отбирается для воспроизводства птица, включает в себя следующие компоненты продуктивности: живая масса кур, масса яиц по периодам кладки, число дочерей, полученных от петуха-отца, сохранность поголовья, элементы яйцекладки (пик, выравненность яйценоскости, плато кладки), инкубационные качества яиц, биологическая полноценность яиц, скороспелость кур, затраты корма на 1 кг яичной массы и т.д. В зависимости от числа учитываемых показателей, от того, являются ли признаки селектируемыми, или только контролируемыми, они вводятся в систему обработки. Кроме того, учитывается повторяемость яйцекладки у полусибсов, размещенных в разных местах батареи по длине кормораздаточной линии или полученных в разных выводах и размещенных на контрольный учет продуктивности в разных птичниках.

Результаты исследований. При построении индекса нами учитываются средние показатели по каждому признаку в линии. Средний индекс по контролируемому массиву всегда равен 50 и к нему добавляются или из него вычитаются величины, отражающие уровень реализации признака по каждой конкретной семье или семейству.

Первоначально компьютерная программа была составлена так, что яйценоскость кур и масса яиц рассчитывались по сравнению со среднеквадратическим отклонением, переведенным в баллы. Однако поскольку величина среднеквадратического отклонения массы яиц по сравнению с яйценоскостью мала, даже если мы увеличиваем долю значимости в индексе этого признака, индекс изменяется на незначительную величину. Поэтому мы отказались от этого показателя и перешли на разницу в процентах. Основные показатели яичной продуктивности представлены в таблице 1. Масса яиц представлена в два периода жизни – 30 недель и 52 недели.

Все остальные показатели также сравниваются в абсолютных показателях к среднему по линии. В таблице 2 для примера приведены показатели продуктивности кур линии А, а в таблице 3 показано, как рассчитывается индекс.

Таблица 1. Показатели продуктивности кур линии А (красса LSL)
 (всего голов 3007)

Показатели	Половая зрелость, дней	Масса яиц (1), г	Масса яиц (2), г	Яичная масса, кг	ЯНН*	ЯСН**	ЯКН***
Средние значения	169,5	57,9	62,7	15,340	245,5	267,4	270,8
Среднее квадратичное отклонение	18,6	4,0	4,4	2,950	66,3	72,2	70,1
Ошибка среднего	0,3	0,1	0,1	0,054	1,2	1,3	1,1
Коэффициент вариации, %	11,0	6,9	7,0	19,2	27,0	27,5	20,4
Сохранность	85,0%						

*-яйценоскость на начальную несущку, **-яйценоскость на среднюю несущку,

***-яйценоскость на конечную несущку

Таблица 2. Характеристика отобранных кур (+ или – к среднему по линии, гнездо А 30)

Голов 41 № ножной	Номер крыловой	Номер гнезда	Племенной индекс	Масса (1), г	Масса (2), г	Яйцемасса, кг	Яйценоскость (12), шт.
0096	a300209	30	35	55-0,7	56-1,5	16,483+0,4	297,0+0,4
0115	a300513	30	58	48-2,5	57-1,3	14,070-0,4	268,0+0,0
0121	a301011	30	55	56-0,5	57-1,3	14,464-0,3	256,0-0,2
0126	a300317	30	45	59+0,3	64+0,3	14,206-0,4	231,0-0,5
0164	a300410	30	74	61+0,8	59-0,8	17,100+0,6	285,0+0,2
1040	a300319	30	91	56-0,5	62-0,2	17,287+0,7	293,0+0,4
1483	a301012	30	87	55-0,7	61-0,4	16,878+0,5	291,0+0,3

В зависимости от направления селекции и доли значимости того или иного признака в программе отбора на каждое поколение увеличивается или уменьшается число баллов, начисляемых за данный признак: за каждое яйцо, или процент, или другой показатель, отличающийся от среднего по линии.

При расчете индекса для оценки каждой курицы учитываются все показатели ее индивидуальной продуктивности. В таблице 4 для примера показано, насколько изменяются показатели яичной продуктивности кур в зависимости от величины племенного индекса.

Таблица 3. Редактирование индекса

Начальная яйценоскость, балл/по яйценоскости Эталон
 дочерей за 1 сигму 50/10 290,0
 По конечной яйценоскости дочерей за 1 сигму 10 300.0
 По массе яиц 1/2 за 1 сигму 0,5/0,7 62/70
 По сохранности за 1% 0,5 100
 Оценка: по числу дочерей, исходный балл/за дочь 50/0,2 50
 Повторяемость яйценоскости дочерей 0-69%; 70-89% 01/02
 в разных выводах 90-100% 10 100
 Повторяемость яйценоскости дочерей 0-69%; 70-89% 01/03
 у разных матерей 90-100% 06 100
 Повторяемость яйценоскости дочерей 0-69%; 70-89% 01/02
 в разных птичниках 90-100% 04 100
 По пику кладки исходная яйценоскость/за яйцо 27/2 30
 По плато кладки исходная яйценоскость/за месяц 26/2 28
 По яйценоскости дочерей в конце кладки
 исходная яйценоскость/за яйцо 15/2 22

При расчете племенной ценности петуха-производителя или матери к признакам, учитываемым при расчете индивидуального индекса, добавляется число полученных дочерей, их сохранность и повторяемость яйценоскости у сибсов и полусибсов в разных условиях. К примеру, приведем расчет индекса племенной ценности петуха 06 из линии А кросса LSL, от которого на контрольный учет было поставлено 68 дочерей. Индекс этого петуха – 67,2 балла сложился следующим образом. К основным 50 баллам добавлено: 2 балла за более раннюю половую зрелость; 3,6 балла – за число дочерей; 3,0 и 6,3 – за яйценоскость на начальную и выжившую несущку; 0,9 и 4,0 балла – за пик и плато кладки; 2 балла – за яйценоскость в последний месяц кладки и 6,0 – за повторяемость яйценоскости полусибсов.

Таблица 4. Распределение кур линии А кросса LSL по селекционному индексу

Величина индекса	Число кур, гол.	Яйценоскость на выжившую несушку за 72 недели	Масса яиц, г, в недели		Яичная масса, кг
			30	52	
менее 29	216	199,4	54,5	60,3	11,5
30 – 40	97	218,7	55,7	60,7	12,7
41 – 50	154	233,5	56,2	61,2	13,7
51 – 60	223	241,7	57,2	61,6	14,3
61 – 70	279	251,7	57,1	62,0	14,9
71 – 80	397	259,9	57,6	62,3	15,5
81 – 90	448	267,1	58,2	63,0	16,1
91 – 100	359	274,3	58,8	63,4	16,7
101 – 110	237	279,0	59,6	64,4	17,3
111 – 120	116	284,4	60,4	65,3	17,8
121 – 130	59	288,0	61,2	66,4	18,3
более 131	18	291,0	63,6	68,6	19,2

Вычтено: 5,3 и 0,9 балла за массу яиц в 30 и 52 недели жизни; 3,4 балла – за сохранность. В целом характеристика петуха 06 по качеству потомства следующая: половая зрелость – 150,1 день, масса яиц в 30 недель – 55,8 г, в 52 недели – 62,2 г, яйцемасса – 15,2 кг, яйценоскость на начальную – 247,4 яйца, на среднюю – 265,8 яйца, сохранность – 82,4%, пик кладки – 27,4 яйца, плато кладки – более 25 яиц в течение 3-х месяцев, яйценоскость за последний месяц кладки – 16 яиц. Всего от него на учет было поставлено 68 дочерей. О том, что данный индекс «работает», свидетельствуют материалы таблицы 5, в которой дана характеристика по качеству потомства от петухов-отцов из крайних классов по индексу племенной ценности.

Таблица 5. Показатели продуктивности дочерей за 72 недели жизни, полученных от петухов – отцов из крайних классов по индексу племенной ценности

Показатели	Петухи – отцы	
	ухудшатели	улучшатели
Индекс племенной ценности	43,3	98,8
Яйценоскость на несушку, шт. начальную за последний месяц кладки	225,4	253,8
Масса яиц, г., в недели 30	9,0	17,0
52	56,9	58,2
Сохранность дочерей, %	61,7	64,7
Пик кладки, шт. яиц	88,6	92,0
Плато кладки, шт. яиц в течение месяцев	26,0	28,0
	24,0	24,0
	1	6

Выводы. Мы полагаем, что разработанный нами селекционный индекс позволит значительно облегчить труд селекционеров и повысить «надежность» и достоверность оценки и отбора племенной птицы.

Литература

1. **Силин Э.К., Бочина Т.В., Кочиш И.И.** Способы оценки племенных и продуктивных качеств производителей мясных линий кур кросса «Бройлер-6»: сборник научных трудов ВНИТИП. – Загорск, 1981.– № 51. – С. 104-113.
2. **Боголюбский С.И.** Селекция сельскохозяйственной птицы. – М., 1991.
3. **Timmermans M.P.F.C.A., Salleveld J.H.M.T.** Genotype x environment interactions in a long term selection experiment with layers //Alek. Geflugelk. – 1983. – V47. – №4. – P. 159-165.
4. **Dickerson G.E., Kaushyar T.S., G.E., Bennett G.L.** Effectiveness of multipletrait index progeny test selection for field performance of strain-cross layers, I. Estimated responses // Poultry Sci. – 1981. – V 60. – P. 1-21.
5. **Сочкан И.А.** Приемы селекции и воспроизводства кур яичных пород при длительном использовании линий и кроссов: автореф. дис... докт. с.-х. наук. – Л., 1988.
6. **Кочиш И.И.** Использование селекционных индексов в птицеводстве / В кн.: Использование математических методов прогнозирования и моделирования селекционного индекса при крупномасштабной селекции сельскохозяйственных животных. – М., 1989. – С.105-115.
7. **Kolstad N.** Anvbarhet og Korrelasjoner of Konomisk viktige edenskaper hos verpehons //Meid. Norges LandbruKshogskole. –1972. –V. 51. – № 6. – P.1-13.
8. **Dickerson G.E., Kaushyar T.S., G.E., Bennett G.L., Goodwin K., Emsley J.A.B.** Use of Repeated Matings to Estimate Environmental and Genetic Trends and Effects of Relaxing Selection in a Selected Strain of Leghorn Chickens // Poultry Sci. – 1983.-V 62. – P. 212-226.
9. **Пушкина М.Ф.** Эффективность использования индексной оценки корнишей линии Б6-6 // Бюллетень ВНИИРГЖ. – 1983. – Вып. 66. – С. 30.
10. **Силин Э.К.** Повышение достоверности оценки производителей с учетом влияния факторов внешней среды // Интенсификация птицеводства: сб. науч. тр. – Сергиев Посад, 1987. – С. 110-119.
11. **Локтионова Г.Р.** Эффективность использования индексов в селекции мясных кур: автореф. дис. ... канд. с.-х наук. – М., 2006.
12. **Henderson C.R.** General flexibility of linear model technigues for sire evaluations //J. Dairy Sci. – 1974. – V. 57. – № 8. – P. 963-971.
13. **Кузнецов В.М., Шестиперов А.А., Егорова В.Н.** Методические рекомендации по использованию метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей. – Л., 1987. – С. 13-15.
14. **Evans N., Martin D.** In our view // Poultry international. – 1994. – V. 33. – № 10. – P. 3.
15. **Hartman W.** Evaluation of the potentials of new scientifigdevelopments for commercial poultry breeding // World's poultry science journal. – july 1992. – V. 48.

References

1. **Silin E.K, Bochina T.V., Kochish I.I.** Sposoby ocenki plemennyh i produktivnyh kachestv proizvoditelej myasnyh linij kur krossa «Brojler-6»: sbornik nauchnyh trudov VNITIP. – Zagorsk, 1981.– № 51. – S. 104-113.
2. **Bogolyubskij S.I.** Selekcija sel'skohozyajstvennoj pticy. – M., 1991.
3. **Timmermans M.P.F.C.A., Salleveld J.H.M.T.** Genotype x environment interactions in a long term selection experiment with layers //Alek. Geflugelk. – 1983. – V47. – №4. – P. 159-165.
4. **Dickerson G.E., Kaushyar T.S., G.E., Bennett G.L.** Effectiveness of multipletrait index progeny test selection for field performance of strain-cross layers, I. Estimated responses // Poultry Sci. – 1981. – V 60. – P. 1-21.
5. **Sochkan I.A.** Priemy selekcii i vosproizvodstva kur yaichnyh porod pri dlitel'nom ispol'zovanii linij i krossov: avtoref. dis... dokt. s.-h. nauk. – L., 1988.
6. **Kochish I.I.** Ispol'zovanie selekcionnyh indeksov v pticevodstve / V kn.: Ispol'zovanie matematicheskikh metodov prognozirovaniya i modelirovaniya selekcionnogo indeksa pri krupnomasshtabnoj selekcii sel'skohozyajstvennyh zhiivotnyh. – M., 1989. – S.105-115.
7. **Kolstad N.** Anvbarhet og Korrelasjoner of Konomisk viktige edenskaper hos verpehons //Meid. Norges LandbruKshogskole. –1972. –V. 51. – № 6. – P.1-13.

8. **Dickerson G.E., Kaushyar T.S., G.E., Bennett G.L., Goodwin K., Emsley J.A.B.** Use of Repeated Matings to Estimate Environmental and Genetic Trends and Effects of Relaxing Selection in a Selected Strain of Leghorn Chickens // Poultry Sci. – 1983.-V 62. – P. 212-226.
9. **Pushkina M.F.** Effektivnost' ispol'zovaniya indeksnoj ocenki kornishej linii B6-6 // Byulleten' VNIIRGZH. – 1983. – Vyp. 66. – S. 30.
10. **Silin E.K.** Povyshenie dostovernosti ocenki proizvoditelej s uchetom vliyaniya faktorov vneshnej sredy // Intensifikaciya pticevodstva: sb. nauch. tr. – Sergiev Posad, 1987. – S. 110-119.
11. **Loktionova G.R.** Effektivnost' ispol'zovaniya indeksov v selekcii myasnyh kur: avtoref. dis. ...kand. s.-h nauk. – M., 2006.
12. **Henderson C.R.** General flexibility of linear model technigues for sire evaluations //J. Dairy Sci. – 1974. – V. 57. – № 8. – P. 963-971.
13. **Kuznecov V.M., Shestipero A.A., Egorova V.N.** Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniyu metoda BLUP dlya ocenki plemennoj cennosti bykov-proizvoditelej. – L., 1987. – S. 13-15.
14. **Evans N., Martin D.** In our view // Poultry international. – 1994. – V. 33. – № 10. – P. 3.
15. **Hartman W.** Evaluation of the potentials of new scientifi gdevelopments for commercial poultry breeding // World's poultry science journal. – july 1992. – V. 48.

Цитирование. Попов И.И., Шошина Ю.В., Шабанова С.А. Построение селекционных индексов и использование их в племенной работе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 159-167. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-159-167

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Popov I.I., Shoshina Yu.V., Shabanova S.A. Construction of selection indices and their use in breeding work // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 159-167. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-159-167

Author's contribution. All the authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All the authors of this article have read and approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 636.5:614.94

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-167-177

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПТИЧНИКОВ РАЗНОГО ТИПА

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Людмила Трофимовна Васильева**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: ludamila51@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 1650-7162

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7941-7786>

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Людмила Анатольевна Кулешова**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: lusja@list.ru)

РИНЦ SPIN-код: 5844-3344

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9562-9156>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. Проведен анализ эффективности использования содержания кур-несушек в современном одноэтажном птичнике с 12-ярусным клеточным оборудованием (птичник 1) и в четырехэтажном реконструированном птичнике постройки 70-х годов прошлого века (птичник 2). Установлено, что в обоих птичниках продуктивность птицы была ниже стандарта. Яйценоскость на несушку в птичнике № 2 составила за период использования 357,3 яйца (85,07%), а в птичнике № 1 – 352,5 яйца (83,94%). Сохранность поголовья составила 96,4% (пт.2) и 94,8% (пт.1). Средняя живая масса в обоих птичниках была ниже стандарта (1960 г) и составила 1893 г в птичнике № 1 и 1884 г – в птичнике № 2. Учитывая яйценоскость, массу яиц и среднее поголовье в исследуемых птичниках, было получено во втором птичнике яичной массы на 2222633,82 кг, или на 50,1% больше, чем в первом. Все вышесказанное указывает на более высокую эффективность содержания птицы в реконструированных помещениях 4-этажного птичника. Исследованиями установлено, что основными причинами снижения продуктивности и сохранности птицы в птичниках являются температурный режим, который, возможно, стимулировал стрессы птицы, и особенно в птичнике №1 (перепад температур составлял от 4,9 до 12,1°C), и освещенность птичников, которая была либо слишком высокой (до 59 лк), или очень низкой (3–8 лк), что также влияло на продуктивные качества птицы и ее сохранность.

В работе доказана эффективность использования реконструированных 4-этажных птичников постройки 70-х годов при содержании кур-несушек промышленного стада.

Ключевые слова: куры-несушки, продуктивность, птичники разного типа, температура, освещенность

ANALYSIS OF THE USE EFFICIENCY OF THE OF DIFFERENT TYPE POULTRY HOUSES

Candidate of Agricultural Sciences, Docent **Lyudmila Trofimovna Vasilyeva**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: ludamila51@mail.ru)
RSCI SPIN-code: 1650-7162

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7941-7786>

Candidate of Agricultural Sciences, Docent **Lyudmila Anatolyevna Kuleshova**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: lusja@list.ru)
RSCI SPIN-code: 5844-3344

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9562-9156>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. An analysis of the efficiency of using laying hens in a modern one-story poultry house with 12-tier cage equipment (poultry house 1) and a four-story reconstructed poultry house built in the 70s of the last century (poultry house 2) was carried out. It was found that in both poultry houses, bird productivity was below standard. Egg production per hen in poultry house No. 2 was 357.3 eggs (85.07%) during the period of use, and in poultry house No.1 – 352.5 eggs (83.94%). The safety of the livestock was 96.4% (point 2) and 94.8% (point 1). The average live weight in both poultry houses was below the standard (1960 g.) and amounted to 1893 g. in poultry house No.1 and 1884 g in poultry house No.2. Taking into account egg production, the egg weight and the average number in the studied poultry houses, the egg weight in poultry house No.2 was 2222633.82 kg or 50.1% more than in the first one. All of the above points to a higher efficiency of keeping poultry in

the reconstructed premises of a 4-storey poultry house. Studies have proved that the main reasons for the productivity decrease and hens safety in poultry houses are the temperature regime, which may have stimulated the stresses of the poultry and especially in poultry house No.1 (the temperature difference ranged from 4.9 to 12.1 °C) and the illumination of the poultry houses, which was either too high (up to 59 lux) or very low (3-8 lux), which also affected the productive qualities of the birds and their safety.

The work proves the effectiveness of the use of reconstructed 4-storey poultry houses built in the 70s when keeping industrial herd laying hens.

Keywords: *laying hens, productivity, different types of poultry houses, temperature, illumination*

Введение. Ленинградская область в 2019 г. занимала первое место в России по производству яиц, второе – по поголовью птицы и пятое место – по производству мяса птицы. Нарастая объемы производства, доля Ленинградской области в общем производстве яиц в РФ составила 6,7% [1]. Современные гиганты Ленинградской области по производству яиц и мяса птицы, наряду с птичниках огромной вместимости, возведенными по новейшим технологиям, имеют птичники, построенные в 70-80-х годах прошлого века и реконструированные в последние годы, удельный вес которых на птицефабриках области еще достаточно велик (14-20%) [2]. В связи с этим становится актуальным анализ эффективности использования таких птичников в хозяйствах при эксплуатации современных высокопродуктивных зарубежных кроссов. Эффективность использования кур-несушек в разных типах птичников определяется их продуктивными качествами и сохранностью.

В связи с этим **целью исследования** явился сравнительный анализ эффективности использования современных одноэтажных и четырехэтажных реконструированных птичников постройки 70-х годов.

Задачи исследования.

1. Проанализировать яичную продуктивность кур-несушек промышленного стада при содержании в птичниках разной этажности.
2. Провести сравнительную оценку массы яиц кур при содержании в птичниках разных типов.
3. Сравнить динамику живой массы кур и их сохранность при содержании в птичниках разной этажности.
4. Проанализировать условия микроклимата при содержании кур в современном одноэтажном птичнике и четырехэтажном реконструированном птичнике постройки 70-х годов.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проведены в цехе производства пищевых яиц на курах-несушках кросса Ломанн Браун в период 20-80 нед. в корпусах с клеточным оборудованием Hellman в трехуровневом исполнении (современной постройки) и четырехэтажном корпусе (постройки 70-х годов). Кормление птицы осуществлялось комбикормами собственного производства и соответствовало требованиям птицы и фирмы создателя кросса. Материал и методика исследования представлены в таблице 1.

В работе использовались методики ВНИТИП при определении живой массы птицы, массы яиц, а также общепринятые методики расчета зоотехнических показателей.

Контрольные взвешивания птицы и яиц проводились еженедельно. Сохранность птицы учитывалась ежедневно.

В исследованиях использовались данные с автоматических систем контроля и управления технологическими процессами.

В процессе работы были использованы следующие методы исследования: сравнительный, корреляционный, описательный, графический, аналитический, статистический, табличный.

Таблица 1. Материал и методика исследования

№ птичника	Тип птичника	Поголовье на начало исследования, гол.	Исследуемые показатели
1	В трехуровневом исполнении (12-ярусные клетки: 3 уровня по 4 яруса)	202955	Яйценоскость (шт.), интенсивность яйценоскости (%), возраст достижения 50% яйценоскости, возраст достижения (нед.) и высота (%) пика, масса яиц (г), сохранность (%), живая масса (кг), величина яйцемассы (кг), температура (°C), освещенность (лк)
2	1 этаж (5-ярусная клетка)	74431	Яйценоскость (шт.), интенсивность яйценоскости (%), возраст достижения 50% яйценоскости, возраст достижения (нед.) и высота (%) пика, масса яиц (г), сохранность (%), живая масса (кг), величина яйцемассы (кг), температура (°C), освещенность (лк)
	2 этаж (5-ярусная клетка)	74464	
	3 этаж (5-ярусная клетка)	74467	
	4 этаж (5-ярусная клетка)	74473	

Результаты исследований.

Сравнительный анализ яичной продуктивности кур-несушек промышленного стада при содержании в птичниках разной этажности

Основным показателем продуктивности птицы является ее яйценоскость. В связи с этим была проанализирована яйценоскость кур-несушек в 1-этажном птичнике с использованием 12-ярусных клеток (пт. 1) и 4-этажном птичнике с 5-ярусными клетками (пт. 2).

Начало яйценоскости часто характеризует стрессоустойчивость (после пересадки) птицы и её подготовленность к предстоящему продуктивному периоду [2, 3]. Исследованиями установлено, что куры в обоих птичниках запаздывали с началом яйценоскости. Так, в 1-м пт. яйценоскость в 20-нед. возрасте была ниже стандарта кросса на 10,8%, во 2-м пт. – на 13,11%. Возможно поэтому куры в обоих птичниках достигли 50% яйценоскости на 1,5 недели позже по сравнению со стандартом. Причем следует отметить, что на 1-м этаже птичника № 2 куры, оказавшись самыми тяжелыми и позднеспелыми, достигли 50% яйценоскости на 1,5 недели позже возраста, рекомендованного стандартом (20,5 нед.). Установлено, что влияние живой массы на половое созревание у кур на этом этаже было достаточно высоким ($r=0,864$, $P \geq 0,999$). На остальных этажах корпуса не выявлено достоверной связи между живой массой и скороспелостью кур.

Анализ динамики яйценоскости в исследуемых птичниках в период нарастания и достижения ее пика показал более низкую интенсивность яйценоскости в «допиковый» период у кур в обоих птичниках по сравнению со стандартом. Следует отметить, что в 4-этажном птичнике яйценоскость в «допиковый» период оказалась достоверно выше ($P \geq 0,999$) продуктивности кур в птичнике № 1 (табл.2).

Таблица 2. Результаты оценки продуктивности кур в птичниках при достижении пика яйценоскости

Этаж птичника	Средняя яйценоскость в «допиковый» период, %	Возраст достижения пика, нед.	Высота пика, %
Стандарт	85,84	31	94,9
В ср. по пт.1	71,81	28	94,76
В ср. по пт.2	82,59	35	94,34
В том числе: на 1 этаже	78,33	35	94,19
на 2 этаже	80,25	31	93,70
на 3 этаже	85,55	33	97,11
на 4 этаже	85,82	34	98,21

Анализ динамики яйценоскости птицы в период достижения пика в птичнике № 2 показал, что куры 1-го этажа выделялись своей низкой продуктивностью. Куры 4-го этажа достигли самой высокой продуктивности. Яйценоскость у них в определенные периоды значительно превышала стандарт (на 3,61% – в 34 нед., 3,01% – в 35 нед., 2,59% – в 30 нед. и т.д.).

Пика продуктивности куры в птичнике № 1 достигли на 3 недели раньше, но он был ниже стандарта на 0,14%. Пик яйценоскости в птичнике № 2 был достигнут в 35 недель и на 0,56% оказался ниже стандарта, и на 0,42% – максимальной продуктивности кур птичника № 1. Следует отметить, что высота пика на этажах корпуса 2 колебалась от 93,7% (2 этаж) до 98,21% (4 этаж). Позже всех пика достигла птица на 1-м этаже.

После достижения пика и до конца использования яйценоскость кур значительно отличалась по величине и выравненности. Птицы в птичнике № 1 по сравнению со стандартом были более позднеспелыми и заметно реагировали на стрессы и соответствовали по продуктивности стандарту лишь в конце периода использования.

Анализ динамики яйценоскости кур-несушек в птичнике № 2 показал, что птицы, обладая более высокой массой на начало продуктивного периода, оказались более позднеспелыми, но имели более выравненную продуктивность, особенно в конце периода использования по сравнению со стандартом. В возрасте 47-48 недель птица в обоих птичниках подверглась стрессу, выход из которого у кур птичника № 1 был более долгим. Куры птичника № 2 справились с этим стрессом быстрее и эффективнее. Сравнительный анализ продуктивности птицы за весь период (20-60 нед.) в одноэтажном и многоэтажном птичниках представлен в таблице 3.

Таблица 3. Сравнительная продуктивность кур в разных птичниках

Показатели	Стандарт	Птичники		Этажи птичника 2			
		1	2	1	2	3	4
Яйценоскость, %	85,97	83,94	85,07	83,73	83,89	85,85	86,79
Яйценоскость, шт.	361,07	352,54	357,29	351,67	352,34	360,57	364,52

Данные таблицы показывают, что от кур в исследуемых птичниках получено меньше яиц, чем указывает стандарт. Так, в птичнике № 1 было получено на 8,53, а в птичнике № 2 – на 3,53 яйца меньше на среднюю несушку в сравнении со стандартом. Куры птичника № 2 оказались более продуктивными по сравнению с птицей в птичнике № 1, имея продуктивность на 4,75 яйца выше. Самая низкая продуктивность во 2-м птичнике (корпусе) была зафиксирована на 1 и 2 этажах, а самая высокая, превышающая стандарт на 3,45 яйца (0,82%), на 4 этаже.

Сравнительная оценка массы яиц кур при содержании в птичниках разных типов

Масса яиц определена генетически, однако она положительно связана с живой массой птицы и может изменяться с возрастом, в зависимости от кормления, микроклимата при содержании несушек и других факторов [4, 5].

В связи с этим была проанализирована динамика массы яиц в процессе биологического цикла у кур-несушек при содержании их в птичниках разных типов. Анализ полученных данных показал, что масса первых яиц, полученных от кур в птичнике № 1, была на 5 г (10,5%), а в птичнике № 2 на 4 г (8,42%) больше, чем рекомендуется стандартом кросса, и подобная тенденция в исследуемых птичниках сохранялась на протяжении всего периода использования птицы, за исключением периода с 48 по 58 нед. Возможно, это было связано с кормлением несушек в этих птичниках.

Исследованиями установлено, что в 1-м птичнике средняя масса яиц составляла $65,43 \pm 0,19$ г и была выше стандарта (64,43 г) на 1 г (1,6%), и достоверно ($P \geq 0,99$) превышала массу яиц в птичнике № 2 ($64,93 \pm 0,23$ г), которая превосходила стандарт на 0,53 г, или на 0,8%. Причем исследованиями установлено, что значительное превышение средней массы

сносимых яиц по сравнению со стандартом наблюдалось на 1-м и 2-м этажах птичника ($65,06 \pm 0,24$ г и $65,59 \pm 0,35$ г соответственно), т.е. там, где птица была менее продуктивной, а на 3-м и 4-м этажах масса яиц почти соответствовала стандарту кросса – $64,58 \pm 0,29$ г и $64,52 \pm 0,17$ г соответственно.

Известно, что о состоянии птицы свидетельствует не только её продуктивность, но и живая масса.

Живая масса кур и их сохранность при содержании в птичниках разной этажности

Анализ живой массы птицы показал значительное преимущество (113 г, или 6,89%) кур в птичнике № 2 в возрасте 20 нед. по сравнению со стандартом и птицей в птичнике № 1. Тенденция более высокой живой массы во 2-м птичнике сохранялась до пика яйценоскости (36 нед.). Однако интенсивность увеличения ее у крупной птицы (пт.2) была ниже, чем у птицы более мелкой (пт.1). Прирост живой массы за период 20-36 нед. в птичнике № 2 составил 184 г и был в 1,3 раза ниже прироста в птичнике № 1, и в 1,6 раза – стандарта. Изучение динамики живой массы кур после достижения пика яйценоскости показало ее снижение в исследуемых птичниках. Причем в птичнике № 2 оно происходило интенсивней, чем в птичнике № 1. Было определено, что в обоих птичниках заметные изменения живой массы происходили в возрасте 48 и 66 нед., что, вероятно, было обусловлено технологическими факторами, действующими на поголовье кур в обоих птичниках. При окончании продуктивного периода (80 нед.) средняя живая масса кур была в птичнике № 1 ниже стандарта на 10,54% и составила 1850 г, а в птичнике № 2 – 1837 г и оказалась ниже стандарта на 11,32%. В целом средняя живая масса за весь период использования кур составила в птичнике № 1 – 1893 г, а в птичнике № 2 – 1884 г и была меньше указанного фирмой стандарта (1960 г) на 3,5% и 4,0% соответственно, что, возможно, определялось достаточно высокой продуктивностью птицы в птичнике № 2, а также условиями содержания птицы в птичнике № 1.

Анализ показателя сохранности кур в исследуемых птичниках установил, что несмотря на более низкую живую массу, сохранность птицы в 20-недельном возрасте в птичнике № 1 (99,9%) была выше, чем в птичнике № 2 (99,8%). Это свидетельствует о более высокой браковке птицы в этот период во 2-м корпусе (птичнике). Однако в дальнейшем сохранность кур в птичнике № 2 превосходила сохранность кур в птичнике № 1 на 2-3%. Исследованиями продуктивности и живой массы птицы установлено, что в период 48-50 и 66 нед. птица в обоих исследуемых птичниках испытывала стресс. Было установлено, что сохранность птицы в птичнике № 2 в указанные экстремальные периоды оказалась выше на 1,2-1,6% и 2,6% соответственно, чем в птичнике № 1.

В целом сохранность кур-несушек в птичнике № 1 за весь период использования птицы составила 94,8%, а в птичнике № 2 – 96,4%, что на 1,6% больше, чем в птичнике № 1, и на 1,4% выше данных стандарта кросса (93-95%).

В проведенных исследованиях птица имела одинаковый генотип (кросс Ломанн Браун), получала полноценный комбикорм, соответствующий потребностям птицы и стандарту фирмы, использовалось оборудование одной и той же фирмы Hellmann, но имела различия в продуктивности и сохранности, которые, вероятно, можно объяснить условиями содержания кур-несушек в исследуемых птичниках.

Условия микроклимата при содержании кур-несушек в современном одноэтажном птичнике и четырехэтажном реконструированном птичнике постройки 70-х годов

Основными параметрами микроклимата, оказывающими основное воздействие на птицу, является температура и освещенность в птичниках [6, 7, 8]. В связи с этим был проанализирован температурный режим в 1-этажном птичнике № 1 с посадкой птицы в 12-ярусных батареях и в 4-этажном птичнике № 2 при содержании птицы в 5-ярусных клеточных батареях.

Важность этого исследования продиктована величиной поголовья кур-несушек, содержащихся в этих птичниках. В птичнике № 1 при поголовье 202955 гол. значение микроклимата особенно увеличивается, т.к. каждая курица-несушка при клеточном содержании выделяет 24,6 кДж в час. энергии на 1 кг живой массы. В связи с этим понятно, что, чем больше поголовье, содержащееся в птичнике, тем больше будет выделяться

свободного тепла птиц, и нормализовать температурный режим в таких птичниках становится значительно сложнее. В связи с этим был изучен температурный режим при содержании птицы в птичниках № 1 (n= 202955 гол.) и на 4-х этажах птичника № 2 (около 74400 гол. на каждом этаже). Результаты наблюдения за температурным режимом в птичниках № 1 и № 2 представлены в таблице 4.

Таблица 4. Температурный режим в исследуемых птичниках

Показатели	Месяцы года												t°С за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Норма, t°С	18- 20												
<i>Птичник №1</i>													
Средняя t,°С в птичнике	15- 17	15- 17	17- 18	20- 21	21- 22	21- 23	23- 24	22- 24	21- 22	19- 20	17- 19	16- 18	20
Максимум t,°С	20,5	22,3	24,7	23,8	23,9	24,5	26,0	25,5	23,5	22,9	21,5	20,4	23
Минимум t,°С	13,4	10,2	15,1	18,0	20,1	22,0	22,0	21,5	20,1	18,0	15,4	14,6	19
Перепад t,°С (макс.-мин.)	7,1	12,1	9,6	5,8	3,8	2,5	4,0	4,0	3,4	4,9	6,1	5,8	4,0
Отклонение ср. от нормы, t,°С	-3	-3	-1	+1	+2	+3	+4	+4	+2	0	-1	-2	0
<i>1 этаж птичника № 2</i>													
Средняя t,°С на этаже	18- 19	19- 20	19- 20	19- 20	19- 20	19- 20	20- 21	21- 22	20- 21	20- 21	19- 20	18- 19	19- 20
Максимум t,°С	20,1	20,5	20,1	20,7	20,9	21,3	22,4	22,5	21,9	21,4	20,4	19,8	21,0
Минимум t,°С	17,2	18,0	18,9	19,0	19,3	19,5	20,1	20,4	19,9	19,1	19,0	18,1	19
Перепад t,°С (макс.-мин.)	2,9	2,5	1,2	0,3	1,6	1,8	2,3	2,1	2,0	2,3	1,4	1,7	2,0
Отклонение ср. от нормы, t,°С	0	0	0	0	0	0	+1	+2	+1	+1	0	0	0
<i>2 этаж птичника № 2</i>													
Средняя t,°С на этаже	18- 19	18- 19	19- 20	19- 20	19- 20	20- 21	20- 21	21- 22	20- 21	20- 21	19- 20	18- 20	19- 20
Максимум t,°С	20,5	20,1	20,5	20,6	20,8	21,4	21,9	22,5	22,1	21,9	20,5	20,8	21,1
Минимум t,°С	17,5	17,9	18,5	18,7	19,4	19,4	19,8	19,3	19,4	18,9	18,0	17,8	18,7
Перепад t,°С (макс.-мин.)	3,0	2,2	2,0	1,9	1,4	2,0	2,1	3,2	2,7	3,0	2,5	3,0	2,4
Отклонение ср. от нормы, t,°С	0	0	0	0	0	+1	+1	+2	+1	+1	0	0	0

Продолжение таблицы 4.

3 этаж птичника № 2													
Средняя t, °C на этаже	18-19	19-20	19-20	19-20	19-20	20-21	20-21	20-21	20-21	20	19	19	19,7
Максимум t, °C	20,1	20,5	20,4	20,7	20,9	21,4	21,9	22,0	21,5	21,3	20,1	20,0	20,9
Минимум t, °C	18,0	18,5	18,4	18,9	19,4	19,8	19,9	19,8	19,4	19,0	18,7	18,2	19,0
Перепад t, °C (макс.-мин.)	2,1	2,0	2,0	1,8	1,5	1,6	2,0	2,2	2,1	2,3	1,4	1,8	1,9
Отклонение ср. от нормы, t, °C	0	0	0	0	0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	0	0	0	0
4 этаж птичника № 2													
Средняя t, °C на этаже	18-19	18-19	19-20	20-21	21-22	21-22	22-23	22-23	22	20-21	19-20	18-19	20,5
Максимум t, °C	19,9	20,2	20,8	22,1	22,6	22,9	23,5	23,9	22,1	21,1	20,2	20,0	21,6
Минимум t, °C	17,4	17,9	18,4	19,8	20,2	21,5	22,7	22,8	22	20,9	19,0	18,1	20,1
Перепад t, °C (макс.-мин.)	2,5	2,3	2,4	2,3	2,4	1,4	0,8	1,1	0,1	0,2	1,2	1,9	1,5
Отклонение ср. от нормы, t, °C	0	0	0	+1,0	+2,0	+2,0	+3,0	+3,0	+2,0	+1,0	0	0	+0,5

Исследования показали, что в птичнике № 1 при нормативе температуры 18-20°C среднегодовая температура в помещении соответствовала 20°C. Однако перепад температур составил в холодное время года от 4,9°C (октябрь) до 12,1°C (февраль), что, несомненно, влияет на продуктивность и жизнеспособность кур. В теплый период года превышение верхней границы норматива колеблется от 1 до 4°C, достигая в некоторые периоды 26,0 и 25,5°C (июль и август).

Анализ динамики температуры на каждом этаже 4-этажного птичника, где поголовье было почти в 3 раза меньше, тоже выявил сезонные изменения температурного режима.

Изучение динамики температуры на первом этаже птичника № 2 показало достаточно высокую стабильность температурного режима в течение года. Перепад температур колебался от 0,3°C (апрель) до 2,9°C (январь), а средняя температура соответствовала норме. Таким образом, можно констатировать, что температурный режим на 1-м этаже соответствовал данным норматива.

На втором этаже перепад температур оказался незначительно больше (от 1,4°C до 3,0°C), но средняя температура также соответствовала нормативу. Некоторое превышение (на 1-2°C) верхнего значения норматива наблюдалось в теплое время года (июнь-сентябрь). Таким образом, можно сделать вывод, что температурный режим на 2-м этаже был незначительно хуже, чем на 1-м этаже, однако он в целом также удовлетворял потребностям птицы при ее содержании.

Подобная динамика данных температуры была обнаружена на 3-м этаже птичника № 2. В этом помещении среднегодовая температура соответствовала норме. Незначительные отклонения (+1°C) обнаружены были только в период теплого времени года. Перепад температур между максимальным и минимальным значением был незначительный и составлял 1,4-2,3°C.

На последнем (верхнем) этаже птичника № 2 среднегодовая температура на 0,5°C превышала норматив из-за несколько более высокой температуры в период с апреля по октябрь. Однако превышение было незначительное и колебалось от 1°C до 3°C. Следует

отметить, что имеющие место перепады температуры в период содержания птицы были незначительными (от 0,1 до 2,5°C), что свидетельствует также об удовлетворительных температурных условиях содержания птицы.

На продуктивность и резистентность птицы, наряду с температурным фактором, огромное значение оказывает свет [8]. Продолжительность светового дня по принятой в хозяйстве технологии одинаковая для птицы, содержащейся в исследуемых птичниках, и соответствует нормативам, разработанным для данного кросса. В птичниках эксплуатируются люминесцентные источники света одинаковой мощности. Однако в связи с использованием многоярусных клеток при различном расстоянии от потолка до уровня кормушки, а также в зависимости от расположения источников света показатель освещенности может различаться. В связи с этим была изучена освещенность на уровне кормушек в птичниках № 1 при использовании 12-ярусных клеток и в 5-ярусных клетках на этажах птичника № 2. Результаты исследования представлены в таблице 5.

Таблица 5. Освещенность под лампой на уровне кормушки на каждом ярусе клеточной батареи (лк)

Ярусы клеточной батареи	По норме	Уровни клеток в птичнике № 1			Этажи птичника № 2			
		1(1-4)	2 (5-8)	3 (9-12)	1	2	3	4
1	10-15	12	13	14	7	8	7	6
2	10-15	21	25	27	8	9	10	8
3	10-15	46	51	53	11	12	13	12
4	10-15	53	59	56	14	13	12	13
5	10-15	-	-	-	4	4	3	3

Данные таблицы свидетельствуют о значительных различиях в освещенности не только в разных птичниках, но и на разных этажах клеточной батареи. Нормальная освещенность на уровне кормушки была зафиксирована на нижних ярусах (1, 5, 9) 12-ярусной клеточной батареи и на 3, 4 ярусах 5-ярусной батареи на всех этажах в птичнике № 2. Высокая интенсивность освещенности на уровне верхнего края кормушки на 3-м и 4-м ярусах в обоих птичниках объясняется наличием источника света, который находился напротив этих ярусов. Низкая освещенность 5 яруса (самого верхнего) на этажах птичника № 2 объясняется тем, что кормушка находится выше источника света.

Чрезмерно интенсивная освещенность птицы приводит к истощению ее нервной системы и, в целом, снижению продуктивности и резистентности птицы. Недостаточная освещенность птицы отражается на всех ее физиологических функциях и тоже ведет к снижению продуктивности птицы.

На основании проведенных исследований было доказано, что продуктивные показатели кур-несушек в исследуемых птичниках определялись в основном параметрами микроклимата при ее содержании.

В результате исследований была рассчитана эффективность содержания птицы в птичниках разного типа: 1-этажного с 12-ярусными клетками и 4-этажного с 5-ярусными клетками (табл.6).

Таблица 6. Сравнительная характеристика продуктивности кур в птичниках разного типа

Птичник	Среднее поголовье, гол.	Сохранность, %	Яйценоскость на несушку, шт.	Получено яиц за весь период от всей птицы, шт.	Масса яиц, г	Величина яйцемассы, кг
1	192401	94,8	352,54	67829048,5	65,43	4438054,64
2	287113	96,4	357,29	102582603,7	64,93	6660688,46

Таким образом, от кур-несушек в птичнике № 1 за весь период использования птицы с учетом ее сохранности было получено 4438054,64 кг яичной массы, а от кур птичника № 2 – 6660688,46 кг, т.е. на 2222633,82 кг, или на 50,1% больше, что указывает на более высокую эффективность содержания птицы в реконструированных помещениях 4-этажного птичника.

Выводы:

1. Доказана эффективность использования реконструированных 4-этажных птичников постройки 70-х годов при содержании кур-несушек промышленного стада. Яйценоскость на несушку в птичнике № 2 составила за период использования 357,3 яйца (85,07%), а в птичнике № 1 – 352,5 яйца (83,94%). Сохранность поголовья 96,4% и 94,8% соответственно. Средняя живая масса в обоих птичниках была ниже стандарта (1960 г) и составила 1893 г в птичнике № 1 и 1884 г – в птичнике № 2. Яйцемассы во втором птичнике получено от среднего поголовья на 2222633,82 кг, или на 50,1% больше, чем в первом.

2. Исследованиями установлено, что основными причинами снижения продуктивности и сохранности птицы в птичниках являются температурный режим, который, возможно, стимулировал стрессы птицы, и особенно в птичнике № 1 (перепад температур составлял от 4,9 до 12,1°C), и освещенность птичников, которая была либо слишком высокой (до 59 лк), или очень низкой (3-8 лк), что также влияло на продуктивные качества птицы и ее сохранность.

Литература

1. **Матюшкина М.** Куры склевали: что спасёт птицефабрики Ленобласти [Электронный ресурс] // "Деловой Петербург": электронная газета. – 2020. – № 40. – URL: <http://www.dp.ru/> (дата обращения: 20.09.2020).
2. **Васильева Л.Т., Бычаев А.Г.** Сравнительная характеристика способов содержания кур яичных кроссов на птицефабриках Ленинградской области // Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования: материалы международной научно – практической конференции (10 ноября 2016г.). – Омск, 2016. – С.19-25.
3. **Бычаев А.Г., Васильева Л.Т.** Эффективность способов содержания кур яичных кроссов на птицефабриках Ленинградской области // Генетика и разведение животных. – 2015. – № 1. – С. 58-62.
4. **Царенко П.П., Васильева Л.Т.** Методы оценки и повышение качества яиц сельскохозяйственной птицы: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 280 с.
5. **Царенко П.П.** Повышение качества продукции птицеводства: пищевые и инкубационные яйца. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.
6. **Марьенко Н.** Оптимальный микроклимат в птичнике // Животноводство России. – 2008. – №10. – С.19-20.
7. **Лысенко В.П.** Перспективные технологии и оборудование для реконструкции и технического перевооружения в птицеводстве. – М: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 537с.
8. **Вакуленко Ю.А.** Источники освещения при клеточном содержании кур-несушек // Птицефабрика. – 2007. – №7. – С. 24-28.

References

1. **Matyushkina M.** Kury sklevali: chto spasyot pticefabriki Lenoblasti [Elektronnyj resurs] // "Delovoj Peterburg": elektronnaya gazeta. – 2020. – № 40. – URL: <http://www.dp.ru/> (data obrashcheniya: 20.09.2020).
2. **Vasil'eva L.T., Bychaev A.G.** Sravnitel'naya harakteristika sposobov sodержaniya kur yaichnyh krossov na pticefabrikah Leningradskoj oblasti // Sovremennye tendencii nauchnogo obespecheniya v razvitii APK: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: materialy mezhdunarodnoj nauchno – prakticheskoj konferencii (10 noyabrya 2016g.). – Omsk, 2016. – S.19-25.
3. **Bychaev A.G., Vasil'eva L.T.** Effektivnost' sposobov sodержaniya kur yaichnyh krossov na pticefabrikah Leningradskoj oblasti // Genetika i razvedenie zhivotnyh. – 2015. – № 1. – S. 58-62.

4. **Carenko P.P., Vasil'eva L.T.** Metody ocenki i povyshenie kachestva yaic sel'skohozyajstvennoj pticy: uchebnoe posobie. – SPb.: Lan', 2016. – 280 s.
5. **Carenko P.P.** Povyshenie kachestva produkcii pticevodstva: pishchevye i inkubacionnye jajca. – L.: Agropromizdat, 1988. – 240 s.
6. **Mar'enko N.** Optimal'nyj mikroklimat v ptichnike // ZHivotnovodstvo Rossii. – 2008. – №10. – S.19-20.
7. **Lysenko V.P.** Perspektivnye tekhnologii i oborudovanie dlya rekonstrukcii i tekhnicheskogo perevoorzheniya v pticevodstve. – M: FGNU «Rosinformagrotekh», 2002. – 537s.
8. **Vakulenko YU.A.** Istochniki osveshcheniya pri kletochnom sodержanii kur-nesushek // Pticefabrika. – 2007. – №7. – S. 24-28.

Цитирование. Васильева Л.Т., Кулешова Л.А. Анализ эффективности использования птичников разного типа // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 167-177. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-167-177

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Vasilyeva L.T., Kuleshova L.A. Analysis of the efficiency of using different types of poultry houses // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 167-177. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-167-177

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ
АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ
ENGINEERING SCIENCE: PROCESSES AND MACHINES
OF AGRO ENGINEERING SYSTEMS**

УДК 631.334

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-178-190

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МАШИН
ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ**

Доктор технических наук **Андрей Борисович Калинин**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: andrkalinin@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 6759-2761

ORCID:<http://orcid.org/0000-0002-6301-5758>

Кандидат технических наук **Игорь Зиновьевич Теплинский**

(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: teplinskij.igor.zinovevich@gmail.com)

РИНЦ SPIN-код: 5967-8078

ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-4464-066X>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Аспирант **Теймур Ширван-оглы Теймуров**

(ИАЭП - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: shagdigsxr@yandex.ru)

ORCID:<http://orcid.org/0000-0001-8293-2722>

196620, Российская Федерация, Санкт-Петербург, п. Тярлево, Фильтровское шоссе, д. 3

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. Нормальное развитие продукционного процесса растений при возделывании картофеля в условиях повышенной интенсификации и получение экологически безопасной продукции во многом обусловлено качеством функционирования применяемых технологических систем, которые формируют в определенных почвенно-климатических условиях требуемое почвенное состояние и водный режим, а также обеспечивают безопасное применение средств химизации. Одним из перспективных направлений развития картофелеводства является переход на биологизированные методы производства, позволяющие улучшать структуру, фитосанитарные условия произрастания, а также уменьшение количества проходов машинно-тракторных агрегатов по полю. Поэтому при разработке экологически безопасных технологий предложено использовать комбинированные машины, совмещающие в одном технологическом процессе несколько операций. На основе проведенного анализа было установлено, что ключевым моментом успешного применения биологизированной технологии является процесс посадки картофеля, при которой формируются условия роста и развития, а также эффективного выполнения уборочных работ. Поэтому с целью совершенствования методов и средств снижения технологических рисков, возникающих при функционировании машин для возделывания картофеля, предложено разработать multifunctional картофелепосадочный комплекс, применение которого способно успешно заменить несколько машин, используемых в распространенной в нашей стране европейской технологии. В данном картофелепосадочном комплексе наравне с базовой

операцией по посадке семенных клубней могут функционировать дополнительные технологические системы, осуществляющие за один прием различные почвообрабатывающие операции, агрохимические и фитосанитарные работы, а также внесение гранулированных влагоудерживающих препаратов. Изготовление макетного образца картофелепосадочного комплекса и его проверка в производственных условиях показала эффективность его применения за счет минимизации рисков влияния антропогенного воздействия, обеспечения экологической безопасности при использовании средств химизации, а также улучшения режима влагообеспечения растений.

Ключевые слова: биологизированная технология, картофелепосадочный комплекс, уплотнение почвы, экологическая безопасность, влагообеспечение

IMPROVEMENT OF METHODS AND MEANS OF TECHNOLOGICAL RISKS REDUCING WHEN OPERATING MACHINES FOR POTATO PRODUCING

Doctor of Technical Science **Andrei Borisovich Kalinin**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg State Agrarian University, e-mail: andrkalinin@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 6759-2761

ORCID:<http://orcid.org/0000-0002-6301-5758>

Candidate of Technical Science **Igor Zinovyevich Teplinsky**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg State Agrarian University, e-mail: teplinskij.igor.zinovevich@gmail.com)

RSCI SPIN-code: 5967-8078

ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-4464-066X>

196601, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Petersburgskoye shosse, 2

Postgraduate Student **Teymur S. Teymurov**

(Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Agroengineering Center VIM, e-mail: shagdigsxr@yandex.ru)

ORCID:<http://orcid.org/0000-0001-8293-2722>

196620, Russian Federation, Saint Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoe shosse. 3

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. The normal development of the production process of plants during the growing of potatoes with high intensity and the obtaining of ecological products is largely due to the quality of functioning of the applied technological systems, which form the required soil state and water regime in certain soil and climatic conditions, and also ensure the safe use of chemicals. One of the perspective directions for the development of potato growing is the transition to biologized production methods, which allow improving the structure, phytosanitary growing conditions, as well as reducing the number of passes of farm machinery across the field. Therefore, when developing ecological technologies, it is proposed to use combined machines that fulfil several operations during one pass. Based on the analysis, it was found that the key point in the successful application of biologized technology is the planting potatoes when are formed conditions for plants growth and development, as well as the effective harvesting. Therefore, in order to improve methods and means of reducing technological risks potato growing, it was proposed to develop a multifunctional potato-planting complex, the use of which can successfully replace several machines used in the European technology widespread in our country. In this planting complex, along with the basic operation for planting seed tubers, additional technological systems can function, carrying out in one-step various tillage operations, agrochemical and

phytosanitary work, as well as the introduction of granular water-retaining materials. The production of a prototype of a potato-planting complex and its testing in the farm conditions showed the effectiveness of its use by minimizing the risks of anthropogenic impact, ensuring environmental safety when using chemicals, and improving the regime of moisture supply to plants.

Keywords: *biologized technology, potato planting complex, soil compaction, environmental safety, soil moisture*

Введение. Решение проблемы экологически безопасного производства картофеля в условиях повышенной интенсификации во многом определяется качеством функционирования применяемых технологических систем, формирующих в различные периоды вегетации растений требуемые для нормального протекания продукционного процесса почвенное состояние и водный режим, а также применение средств химизации [1]. Под качеством функционирования таких систем будем понимать степень их приспособленности к выполнению своего назначения с минимальными технологическими рисками.

При интенсификации технологических процессов возделывания картофеля применяются тяжелые энергонасыщенные машинно-тракторные агрегаты, многочисленные проходы которых по полю приводят к существенным антропогенным воздействиям на почву, вызывающим ее переуплотнение в корнеобитаемом слое. Величина этих переуплотнений порой достигает критических значений, составляющих для картофеля по показателю твердости 4,5 МПа [2].

Это показывает, что при разработке экологически безопасных технологий следует широко применять методы биологизации производства картофеля, позволяющие улучшать структуру, режим питания и фитосанитарные условия произрастания, а также стремиться к уменьшению количества проходов машинно-тракторных агрегатов по полю за счет применения комбинированных машин, совмещающих в одном технологическом процессе несколько операций.

Одним из важнейших технологических процессов, во многом определяющим количество и качество получаемой продукции, является посадка семенного материала картофеля, для выполнения которой в интенсивном производстве применяются комбинированные картофелепосадочные машины.

Современная картофелепосадочная машина представляет собой многофункциональный технологический комплекс, в котором наравне с основной посадочной технологической системой, согласно принятой технологии, могут функционировать дополнительные технологические системы, осуществляющие за один прием различные почвообрабатывающие операции, агрохимические и фитосанитарные работы, а также внесение гранулированных влагоудерживающих препаратов.

Цель исследования – совершенствование методов и средств снижения технологических рисков, возникающих при функционировании машин для возделывания картофеля за счет создания многофункционального картофелепосадочного агрегата.

Материалы, методы и объекты исследований. Широко используемая в России европейская технология возделывания картофеля первоначально дала очевидное повышение эффективности производства клубней за счет снижения общего числа технологических операций и более интенсивного использования природных ресурсов. Однако при этом повсеместно стали отмечаться негативные последствия такого интенсивного воздействия на почву, при котором отмечаются более яркое проявление эрозионных процессов и увеличение глубины уплотняющего воздействия на корнеобитаемый слой. Такую оценку возможно получить, используя методы статистической динамики сельскохозяйственных агрегатов [3].

Известно, что создание благоприятных почвенных условий обеспечивает проникновение корневой системы картофеля на глубину до 130 см и распространение в ширину до 90 см [4]. Проведенные исследования показали, что интенсивность развития корневой системы картофеля существенно зависит от степени уплотнения почвы. При значениях твердости почвы в пределах от 0 до 1 МПа наблюдаются нормальные условия для развития корневой системы картофеля, что гарантирует получение клубней правильной формы. При повышении твердости почвы от 1,1 до 2,5 МПа формируется зона среднего уплотнения, в которой отмечается замедленная динамика развития корневой системы растений, а при значениях 2,6-4,5 МПа в зоне высокого уплотнения требуются значительные затраты энергии растениям на проникновение их корней вглубь почвенного горизонта.

Изменение параметров почвенного состояния при взаимодействии с рабочими органами и ходовыми системами происходит согласно закономерностям, полученным при построении реологической модели почвы [5]. Анализ данной модели показал, что изменение почвенного состояния происходит под воздействием нормальных и касательных напряжений, возникающих на границе элементарного почвенного массива. Данные закономерности подтверждены результатами натуральных экспериментальных исследований реологических процессов, имеющих место в корнеобитаемом слое, после взаимодействия с почвой рабочих органов машин и орудий, применяемых при реализации европейской технологии возделывания картофеля.

Перед началом выполнения экспериментальных исследований на опытном поле осенью была проведена безотвальная обработка почвы на глубину 35 см, которая позволила оставить на поверхности поля растительные остатки. Оценка почвенного состояния проводилась после каждого технологического процесса, предусмотренного исследуемой технологией.

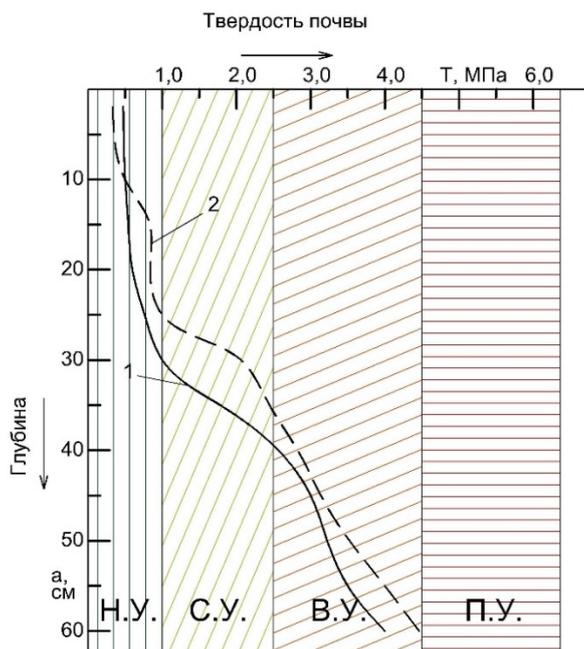


Рис.1. Оценки твердости почвы в корнеобитаемом слое до и после выполнения предпосадочной подготовки почвы: 1 – оценки твердости почвы перед началом проведения весенне-полевых работ; 2 – оценки твердости почвы после проведения предпосадочной подготовки почвы

На рисунке 1 представлены изменения случайного процесса твердости почвы по глубине, построенные на основании вычисления статистически достоверных оценок математического ожидания данного параметра через каждые 5 см по 100 точкам с шагом 1 м. Кривая 1 отображает почвенное состояние опытного поля до начала проведения весенне-полевых работ, а кривая 2 – состояние этого участка после выполнения предпосадочной обработки. Анализ этих данных показал, что ниже глубины обработки, равной 15 см,

отмечается увеличение оценок математического ожидания исследуемого параметра. Отсюда следует, что проход почвообрабатывающего агрегата, выполняющего предпосадочную обработку поля, привел к созданию рыхлой структуры верхнего горизонта, однако при этом сократился объем корнеобитаемого слоя, соответствующий зоне нормального развития корневой системы растений. Таким образом, проведенные исследования показали, что при совершенствовании распространенной технологии производства картофеля возможно исключение операций предпосадочной обработки почвы.

В предлагаемой технологии для обеспечения нормальных условий функционирования картофелепосадочной машины используется локальный способ обработки почвы, при котором перед сошником с помощью стрелчатых универсальных лап, установленных на жесткой стойке, обрабатывается только узкая полоса [6]. Для обеспечения устойчивого хода сошника по глубине ширина захвата этих лап выбирается в зависимости от его конструктивных параметров. Это дает возможность картофелепосадочной машине обеспечить стабильную глубину посадки семенных клубней.

Для оценки технологических рисков, возникающих при работе картофелепосадочной машины, были проведены натурные исследования почвенного состояния, сформированного в результате ее функционирования в реальных полевых условиях.

На рисунке 2 показано изменение оценок параметров почвенного состояния по следу опорно-приводного колеса картофелепосадочной машины. Из характера представленных кривых видно, что уплотнение почвы, вызванное воздействием ходовых колес машины, уже на глубине 20 см достигает величины, соответствующей зоне высокого уплотнения. Таким образом, в уплотненных междурядьях исключается свободное развитие корневой системы растений и отсутствуют условия для усвоения влаги в связи с уменьшением объема порового пространства. Аналогичная картина отмечается в междурядьях, по которым перемещаются колеса трактора (рис. 3). При этом почвенное состояние в гребне по следу сошников картофелепосадочной машины до глубины 25 см изменяется незначительно. На рисунке 4 кривая 1 отображает оценки средних значений твердости почвы по глубине перед посадкой картофеля, а кривая 2 – после прохода картофелепосадочной машины.

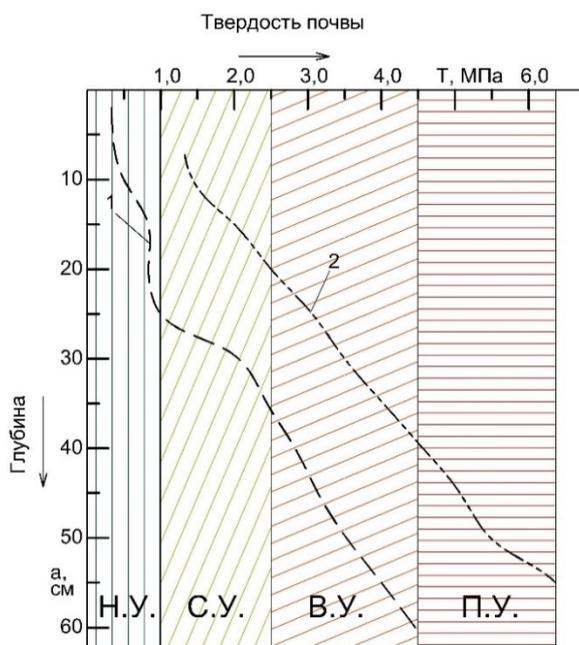


Рис.2. Оценки твердости почвы в корнеобитаемом слое до начала посадки и после посадки в междурядье по следу колеса картофелепосадочной машины: 1 – оценки твердости почвы перед посадкой; 2 – оценки твердости почвы в междурядье по следу колеса картофелепосадочной машины

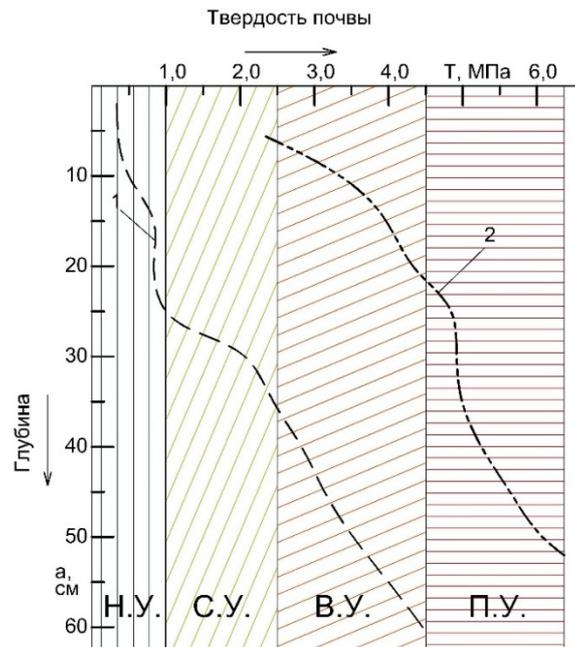


Рис.3. Оценки твердости почвы в корнеобитаемом слое до начала посадки и после посадки в междурядье по следу колес трактора: 1 – оценки твердости почвы перед посадкой; 2 – оценки твердости почвы в междурядье по следу колес трактора

Анализ полученных данных показал, что работа картофелепосадочной машины приводит к возникновению технологических рисков, приводящих к сокращению зоны распространения корневой системы растений и ухудшению режима их влагообеспечения. Для устранения этих негативных последствий технологией предусмотрено выполнение междурядной обработки почвы с помощью пропашных культиваторов с рабочими органами активного и пассивного типов. Однако такая обработка проводится через 10-14 дней после посадки [7], что приводит к потере состояния физической спелости почвы. Поэтому для устранения переуплотнений почвенных горизонтов в междурядьях предлагается усовершенствовать технологический процесс работы картофелепосадочной машины путем совмещения посадки картофеля с глубоким рыхлением уплотненных зон.

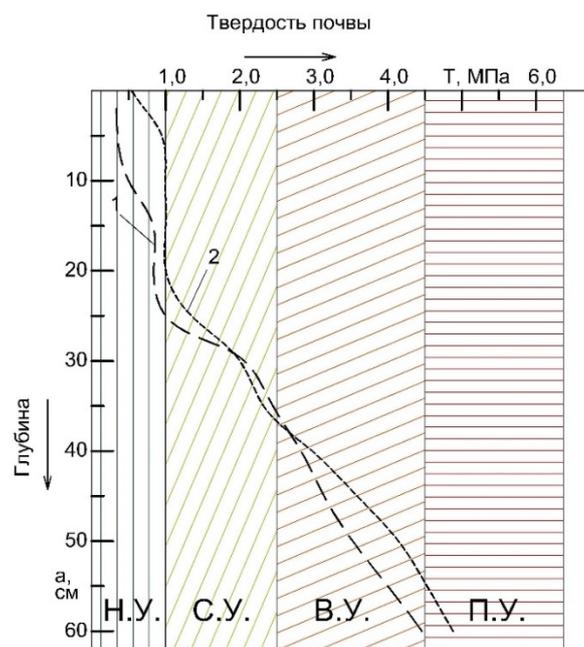


Рис.4. Оценки твердости почвы в корнеобитаемом слое до начала посадки и после посадки в центре гребня: 1 – оценки твердости почвы перед посадкой; 2 – оценки твердости почвы в центре гребня

Как уже отмечалось, для получения высоких урожаев картофеля необходимо создать оптимальный в сложившихся почвенно-климатических условиях водный режим, который зависит от интенсивности и периодичности выпадения осадков. Управление водным режимом можно осуществлять за счет выбора приемов, формирующих почвенное состояние, с учетом закономерностей перемещения влаги в корнеобитаемом слое под действием температурного градиента ΔT . Результаты исследований показали, что перемещение влаги по почвенным капиллярам внутри корнеобитаемого слоя происходит в направлении низких температур [8] (рис. 5). Интенсивность перемещения влаги по капиллярам зависит от величины градиента температур. Структура почвы, сформированная из мелких частиц, плотно прилегающих друг к другу, обладает большей теплопроводностью. Поэтому температурный градиент, характерный для такой структуры почвы, имеет более высокое значение, которое влияет на интенсивность перемещения влаги.

Мониторинг погодных условий, проведенный в течение ряда лет с использованием цифрового метеорологического комплекса, показал, что во время вегетации картофеля наблюдаются периоды отсутствия осадков, вследствие чего растения испытывают стресс, что сказывается на продукционном процессе.

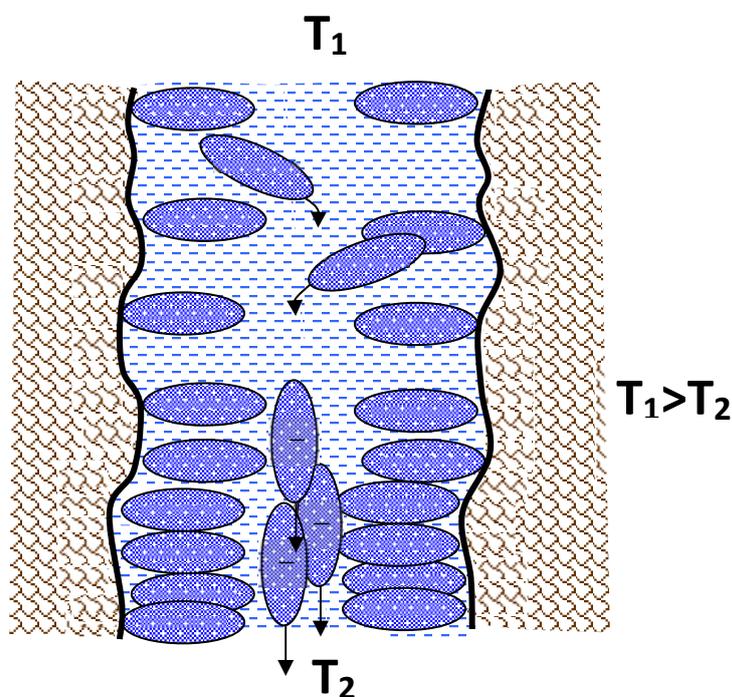


Рис. 5. Схема движения почвенной влаги в капиллярном канале под действием градиента температур

Для исключения стрессов, связанных с рисками временного отсутствия осадков, применяются влагоудерживающие полимерные материалы, которые дозированно укладываются в почву на семенное ложе вместе с клубнями с помощью аппликаторов для применения гранулированных пестицидов. Норма расхода гранул строго согласовывается с плотностью посадки картофеля. Влагоудерживающие полимерные материалы способны впитывать из почвы свободную влагу в объемах, превышающих свою массу в сотни раз, превращаясь в гель, через который свободно проходят корни растений [9]. Таким образом, корни растений постоянно подпитываются легкодоступной влагой.

Снижению экологических рисков, связанных с химическим загрязнением почвы, способствует применение внутрипочвенного способа внесения минеральных удобрений. В настоящее время получило широкое распространение внутрипочвенное дозированное внесение жидких минеральных удобрений, совмещенное с посадкой картофеля. Для этой цели

используются специальные приспособления к посадочной машине, подающие рабочую жидкость в зону укладки семенных клубней. Контроль и управление дозированием производится в режиме реального времени на основе цифровых карт поля с использованием специального алгоритма.

Дозированная обработка пестицидами семенных клубней и борозды в зоне их размещения с помощью двухконтурной системы внесения жидких агрохимикатов с последующим укрытием почвой обработанных клубней и очагов размещения распыленных жидких препаратов также обеспечивает экологическую безопасность применения средств химизации.

Объектом исследования является комбинированный агрегат, совмещающий предпосадочную подготовку почвы, посадку семенных клубней, применение средств химизации и влагоудерживающих препаратов, а также междурядную обработку, выполненный на базе картофелепосадочной машины.

Результаты исследований. На основе приведенных результатов исследований, полученных при оценке параметров почвенного состояния, сформированного рабочими органами машин, применяемых в технологии возделывания картофеля, и их ходовых систем, разработан многофункциональный технологический комплекс, выполненный на базе картофелепосадочной машины, позволяющий снизить количество проходов по полю машинно-тракторных агрегатов. Его схема показана на рисунке 6.

Основная технологическая система комплекса (посадочная) представляет собой стандартную картофелепосадочную машину. Для полосовой обработки почвы перед сошниками используется технологическая система, состоящая из стрельчатых универсальных лап 1, закрепленных на жестких стойках, которые монтируются в передней части рамы картофелепосадочной машины. Положение лап по высоте регулируется перестановкой их стоек в держателях в зависимости от установленной глубины посадки. Обработка почвы лапами производится на 3-5 см глубже хода сошников. Это позволит исключить формирование крупных комков в зоне последующего хода лемехов картофелеуборочной машины.

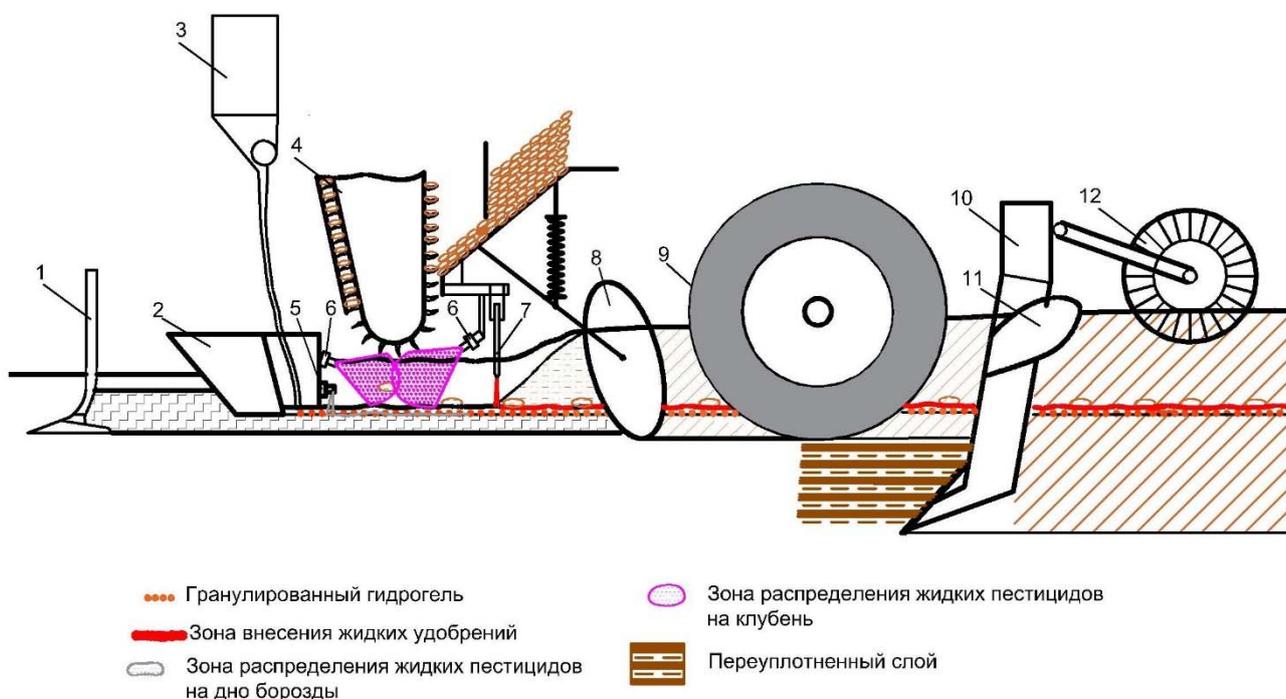


Рис. 6. Схема многофункционального технологического комплекса для посадки картофеля:

- 1 – стрельчатая универсальная лапа на жесткой стойке; 2 – сошник картофелепосадочной машины;
- 3 – аппликатор гранулированных препаратов; 4 – высаживающий аппарат картофелепосадочной машины;
- 5 – дефлекторный распылитель; 6 – целевой распылитель; 7 – подкормочная трубка; 8 – дисковый загортач;
- 9 – опорно-приводное колесо картофелепосадочной машины; 10 – глубокорыхлитель;
- 11 – окучивающий корпус; 12 – профилированный прутковый каток

Как уже отмечалось, ходовая система 9 посадочной машины и трактора формируют уплотнение почвы в междурядьях. Это также приводит к образованию крупных комков в зоне хода подкапывающих лемехов картофелеуборочных машин. Поэтому для разуплотнения почвы в междурядьях и восстановления мелкокомковатой структуры используем технологическую систему в виде гребнеобразующего устройства, состоящего из глубокорыхлителя 10, выполненного в виде рыхлительной лапы, установленной на массивной стойке, окучивающего корпуса 11, смонтированного на этой стойке с возможностью регулировки высоты гребня, а также диaboлического пруткового катка 12, используемого для упрочнения гребневой поверхности путем формирования локальных уплотненных поперечных полосок, соответствующих шагу установки прутков. Это снижает интенсивность разрушения гребней под действием меняющихся погодных условий в период вегетации растений. С целью минимизации энергозатрат при работе глубокорыхлителя гребнеобразующего устройства предложена методика настройки глубины хода рабочих органов, изложенная в работе [10]. Кроме этого функционирование данной технологической системы обеспечивает восстановление объема порового пространства для снижения рисков влияния неблагоприятных погодных условий.

Технологическая система, обеспечивающая минимизацию рисков при временном отсутствии осадков, выполнена в виде аппликатора 3 гранул влагоудерживающих материалов, дозатором которого является катушечный высевной аппарат. Функционирование данного аппликатора под управлением цифровой автоматизированной системы обеспечивает равномерное распределение влагоудерживающих материалов независимо от изменения скорости технологического комплекса для посадки картофеля.

Технологическая система для выполнения работ, связанных с внесением агрохимикатов, представляет собой многоконтурный модуль по внесению жидких препаратов в виде пестицидов и удобрений. Отличительной особенностью этих модулей являются рабочие органы для распределения рабочих жидкостей.

Для обработки семенных клубней и окружающей их почвы применяются гидравлические распылители 6 щелевого и центробежного типов, а для внесения пестицидов для обеззараживания дна борозды устанавливаются дефлекторные распылители 5, исключающие попадание рабочей жидкости на семена. Распределение жидких удобрений внутри почвы производится подкормочными трубками 7, подающие рабочую жидкость непосредственно на семенные клубни.



Рис. 7. Макетный образец картофелепосадочного технологического комплекса на базе посадочной машины GL 32E

Для исследований эффективности функционирования предложенной схемы технологического комплекса в производственных условиях при реализации биологизированной технологии с применением сидеральных культур использовался макетный образец, выполненный на базе навесной картофелепосадочной машины GL 32E (рис. 7), который сравнивался с базовым комплексом машин.

Исследования показали, что установка стрельчатых лап на жесткой стойке перед сошниками картофелепосадочной машины в условиях наличия в почве значительного количества растительных остатков после заделки сидеральных культур в верхний слой обеспечила их стабильную работу по глубине (табл. 1). Так, оценки коэффициентов вариации случайного процесса глубины хода сошников в экспериментальном варианте составляют 7,8%, что значительно меньше, чем при их работе в базовой конструкции.

Использование предлагаемого гребнеобразующего устройства позволило устранить уплотнение почвы в междурядье, вызванное воздействием ходовых систем посадочной машины и трактора (рис. 8). Из приведенных графиков видно, что применение гребнеобразующего устройства с глубокорыхлителем позволило устранить уплотнение почвы на глубине до 25 см и создать приемлемые условия для развития корневой системы картофеля.

Таблица 1. Оценки статистических характеристик случайного процесса глубины хода сошников

Технология	Показатель	Значение
Базовый вариант	Математическое ожидание, m_a , см	18,25
	Среднеквадратическое отклонение, σ_a , см	4,33
	Коэффициент вариации, V_a , %	23,7
Экспериментальный вариант	Математическое ожидание, m_a , см	18,58
	Среднеквадратическое отклонение, σ_a , см	1,46
	Коэффициент вариации, V_a , %	7,8

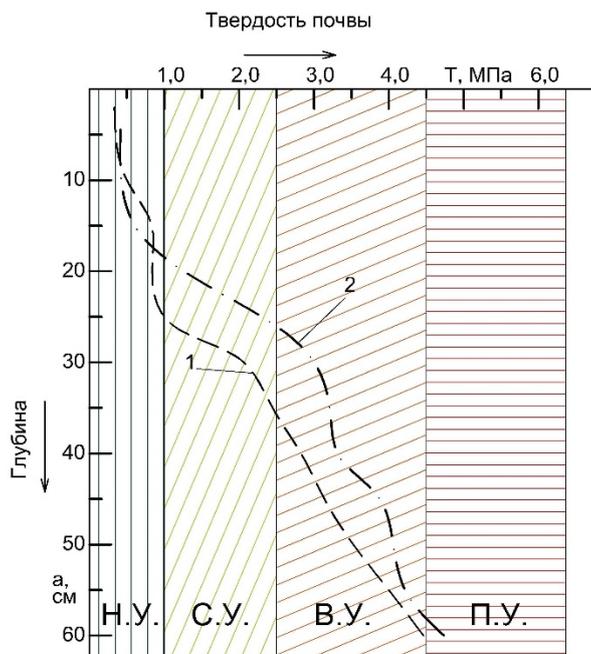


Рис.8. Оценки твердости почвы в корнеобитаемом слое до посадки картофеля и после глубокого рыхления междурядий картофелепосадочным технологическим комплексом:
 1 – оценки твердости почвы после проведения предпосадочной подготовки почвы;
 2 – оценки твердости почвы в междурядье по следу колеса трактора

Сформированная внутри гребня структура почвы с помощью пассивных рабочих органов, установленных в предлагаемом гребнеобразующем устройстве, по сравнению с фрезерным культиватором-гребнеобразователем, используемым в базовой технологии, обеспечила более высокие запасы влаги в корнеобитаемом слое (табл. 2). Это связано с тем, что используемые пассивные рабочие органы формируют более крупную структуру почвы в верхнем слое, которая замедляет перемещение влаги из корнеобитаемого слоя.

Таблица 2. Оценки параметров почвенного состояния, сформированного при различных технологиях возделывания картофеля

Технология	Тип рабочих органов	Мат. ожидание темп. воздуха, $m(t_v), ^\circ\text{C}$	Мат. ожидание перепада темп. воздуха, $m(\Delta t_v), ^\circ\text{C}$	Мат. ожидание темп. почвы, $m(t_{\text{п}}), ^\circ\text{C}$	Мат. ожидание перепада темп. почвы, $m(\Delta t_{\text{п}}), ^\circ\text{C}$	Мат. ожидание суммарных запасов влаги, $m(\Sigma w), \text{мм}$
Базовая	Активный (фреза с горизонт. валом)	20,4	12,84	20,3	4,93	147
Экспериментальная	Пассивный (рыхлит. лапы)			19,8	3,68	198

На рисунке 9 представлен сравнительный результат исследования влияния действия влагоудерживающих препаратов на урожайность картофеля, собранного с двух контрольных участков одного поля. Стабильное влагообеспечение корневой системы растений позволило повысить урожайность картофеля до 15%.



Рис. 9. Сравнительный результат применения влагоудерживающего препарата Аквасорб на посадках картофеля

Использование внутрипочвенного способа внесения жидких агрохимикатов с автоматизированным дозированием расхода препаратов на основе цифровых карт полей по содержанию питательных веществ и фитосанитарному состоянию позволило повысить точность распределения химических средств и обеспечить минимальные риски загрязнения почв.

Выводы. На основании проведенных исследований предложены мероприятия по совершенствованию методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин, используемых в биологизированной технологии возделывания картофеля. По результатам работы составлен технологический комплекс, состоящий из нескольких систем, выполняющих полосовую обработку почвы, посадку картофеля, внесение

влагоудерживающих материалов, внутрипочвенное применение жидких агрохимикатов, формирование гребневой поверхности с одновременным разуплотнением корнеобитаемого слоя. Биологизированная технология обеспечивает создание необходимой почвенной структуры и устойчивость к воздействию неблагоприятных погодных условий. Применение предложенного технологического комплекса позволяет сократить число проходов по полю машинно-тракторных агрегатов, что исключает риски антропогенного воздействия ходовых систем на почву, поддерживать оптимальный режим влагообеспечения растений, а также существенно снизить риски химического загрязнения почвы.

Литература

1. **Кирюшин В.И.** Экологические основы земледелия. – М.: КолосС, 1996. – 367 с.
2. **Медведев В.В.** Твердость почвы. – Харьков: Городская типография, 2009. – 152 с.
3. **Лурье А.Б.** Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.
4. **Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д и др.** Картофель / под редакцией Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
5. **Калинин А.Б., Теплинский И.З. и др.** Реологическая модель почвы как объекта формирования требуемой плотности почвы в заданном слое // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 29. – С. 248-255.
6. **Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля:** науч.изд. –М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 236 с.
7. **Туболев С.С., Колчин Н.Н. и др.** Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 10. – С. 3-5.
8. **Kalinin A., Teplinsky I., Ustroev A.** Substantiation of tillage methods aimed at rational usage of water resources // В сборнике: Engineering for Rural Development. 17th International Scientific Conference. – 2018. – P. 392-399.
9. **Smagin, A., Sadovnikova, N. & Smagina, M.** Synthetic gel structures in soils for sustainable potato farming. *Sci Rep* 9, 18588 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55205-8>
10. **Теплинский И.З., Калинин А.Б.** Алгоритм настройки чизельных плугов на глубину обработки // Тракторы и сельхозмашины. – 1997. – №2. – С. 22-24.

References

1. **Kiryushin V.I.** Ekologicheskie osnovy zemledeliya. – M.: KolosS, 1996. – 367 s.
2. **Medvedev V.V.** Tverdost' pochvy. – Har'kov: Gorodskaya tipografiya, 2009. – 152 s.
3. **Lur'e A.B.** Statisticheskaya dinamika sel'skohozyajstvennyh agregatov. – M.: Kolos, 1981. – 382 s.
4. **SHpaar D., Bykin A., Dreger D i dr.** Kartofel' / pod redakciej D. SHpaara. – Torzhok: ООО «Variant», 2004. – 466 s.
5. **Kalinin A.B., Teplinskij I.Z. i dr.** Reologicheskaya model' pochvy kak ob'ekta formirovaniya trebuemoj plotnosti pochvy v zadannom sloe // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 29. – S. 248-255.
6. **Konkurentosposobnye tekhnologii semenovodstva, proizvodstva i hraneniya kartofelya:** nauch.izd. –M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. – 236 s.
7. **Tubolev S.S., Kolchin N.N. i dr.** Innovacionnye mashinnye tekhnologii v kartofelevodstve Rossii // Traktory i sel'hozmashiny. – 2012. – № 10. – S. 3-5.
8. **Kalinin A., Teplinsky I., Ustroev A.** Substantiation of tillage methods aimed at rational usage of water resources // V sbornike: Engineering for Rural Development. 17th International Scientific Conference. – 2018. – R. 392-399.
9. **Smagin, A., Sadovnikova, N. & Smagina, M.** Synthetic gel structures in soils for sustainable potato farming. *Sci Rep* 9, 18588 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55205-8>
10. **Teplinskij I.Z., Kalinin A.B.** Algoritm nastrojki chizel'nyh plugov na glubinu obrabotki // Traktory i sel'hozmashiny. – 1997. – №2. – S. 22-24.

Цитирование. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Теймуров Т.Ш. Совершенствование методов и средств снижения технологических рисков при функционировании машин для возделывания картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 178-190. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-178-190

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Kalinin A.B., Teplinsky I.Z., Teymurov T.S. Improvement of methods and means of technological risks reducing when operating machines for potato producing // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 178-190. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-178-190

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 633.521.631.3

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-190-198

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ВОРОШИЛКИ ЛЕНТ ЛЬНА

Доктор технических наук, профессор **Михаил Алексеевич Новиков**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: mihanov25@rambler.ru)

РИНЦ SPIN-код: 2612-8574

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6349-1842>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Кандидат технических наук, доцент **Сергей Борисович Павлов**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»,
e-mail: sergeypavlov58@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 9127-0843

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1866-1651>

173003, Российская Федерация, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. Представлен анализ траектории абсолютного перемещения конца зуба ворошилки. Получено выражение, описывающее характер абсолютного перемещения диска с зубьями с учетом колебания оси вращения. Определены пределы изменения кинематического параметра ворошилки. Установлено, что для работы ворошилки по выбранной схеме достаточно, чтобы сила трения, которую можно получить на ободьях опорно-приводных колёс, была не меньше произведения тягового сопротивления на теоретический параметр ворошилки. Для определения тягового усилия и нагруженности зубьев ворошилки в полевых условиях создана полевая установка, которая включала в себя силовое звено зуба, токосъёмники, усилитель и осциллограф. В результате полевых исследований был установлен характер изменения тяговых усилий зубьев, процесса колебания напряжений, выявлены факторы, влияющие на них. Выполнен проверочный прочностной расчет зубьев, обоснована необходимость разработки предохранительного устройства для их защиты в процессе работы.

Ключевые слова: ворошилка лент льна, льнотреста, кинематический параметр ворошилки, диск с зубьями, опорно-приводные колёса

ANALYSIS OF THE OPERATING PROCESS OF THE FLAX TEDDER

Doctor of Technical Sciences, Professor **Mikhail Alekseevich Novikov**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint- Petersburg State
Agrarian University, e-mail: mihanov25@rambler.ru)
RSCI SPIN-code: 2612-8574

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6349-1842>
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Sergey Borisovich Pavlov**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novgorod State University
named after Yaroslav Mudry", e-mail: sergeypavlov58@yandex.ru)
RSCI SPIN-code: 9127-0843

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1866-1651>
173003, Russian Federation, Great Novgorod, Great St. Petersburg, 41

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. The analysis of the trajectory of the absolute movement of the end of the tedder tooth is presented. An expression is obtained that describes the nature of the absolute displacement of toothed disc, taking into account the oscillation of the axis of rotation. The limits of change in the kinematic parameter of the tedder have been determined. It has been established that for the tedder to operate according to the selected scheme, it is sufficient that the friction force that can be obtained on the rims of the support-drive wheels is not less than the product of the traction resistance by the theoretical parameter of the tedder. To determine the pulling force and the load on the tedder teeth in the field, a field installation was created, which included a power link of the tooth, current collectors, an amplifier and an oscilloscope. As a result of field studies, the nature of the change in the traction forces of the teeth, the process of stress fluctuations was established, and the factors influencing them were identified. The checking strength calculation of the teeth was performed, the necessity of developing a safety device for their protection during operation was substantiated.

Keywords: *flax tedder, flax strand, kinematic parameter of the tedder, toothed disc, support-drive wheels*

Введение. Основные издержки при производстве льна, снижение качества и потери льнопродукции приходятся на уборочный цикл, который объединяет три взаимосвязанные операции:

- уборку растений – стеблей и семян;
- приготовление льнотресты;
- сушку и обработку льновороха.

Льносолomку превращают в тресту биологическим способом в поле (росяная мочка) или на льнозаводах.

Росяная мочка соломки представляет собой продолжительный процесс. При благоприятных условиях (теплая влажная погода) для этого требуется 10–12 суток, а при низкой температуре (до заморозков) и с большими ее колебаниями – до 60 дней. Тепловая мочка на льнозаводах продолжается не более 5 суток.

Качество льнотресты зависит не только от продолжительности вылежки, но и равномерности ее сушки. Это достигают ворошением, оборачиванием, установкой конусов, предварительно формируя ленты в порции. Перед подбором тресты применяют сдваивание лент, чтобы уменьшить число проходов пресс-подборщиков по полю.

Операции ворошения, подбора и оборачивания лент льна обеспечивают ускорение процессов вылежки льносолomы и получение тресты, однородной по отделяемости волокон и влажности, снижает риск загнивания нижнего слоя ленты.

В процессе вылежки треста может опускаться в сорняки и даже до поверхности поля, что является причиной порчи волокна, а также усложняет подбор льнотресты. Следовательно, ворошение и вспушивание лент льна с целью их просушивания является необходимой и мало затратной операцией при уборке льна-долгунца. Отрыв от земли, проросшей сорняками льносоломки и тресты, производят ворошилками одновременно из трёх лент при скорости движения 8–12 км/ч. Благодаря этому улучшаются условия для приготовления тресты, ускоряется подсыхание стеблей льносоломки перед их подборанием и улучшается процесс работы пресс-подборщиков.

Рабочим органом ворошилки является диск, с закреплёнными на нём криволинейными зубьями. Диски имеют привод от опорно-приводных колёс через цепную передачу. При движении зубья подгребают порцию стеблей льна, поднимают до съёмной решётки, которая, снимая стебли, сбрасывает их на землю во вспушенном состоянии [1].

Цель исследования – определить зависимости тягового усилия и нагруженности зубьев ворошилки от формы зуба и характера вращения его при поступательном перемещении.

Материалы, методы и объекты исследований. Рассмотрим траекторию абсолютного перемещения конца зуба. Рабочий орган – диск с зубьями в относительном перемещении движется поступательно, и если бы он был сплошным в виде цилиндра, то траекторией движения наружной поверхности являлась бы прямая $B_1 - B_5$ (рис. 1), его центр перемещался бы по прямой $n_1 - n_5$, а каждая точка пространства цилиндра описывала бы циклоиду $M_1 - M_4$. Но так как диск имеет зубья, то траектория абсолютного перемещения конца зуба представляет последовательность дуг C_1C_2, C_2C_3 и т.д., а центр диска перемещается соответственно по дугам O_1O_2, O_2O_3 и т.д.

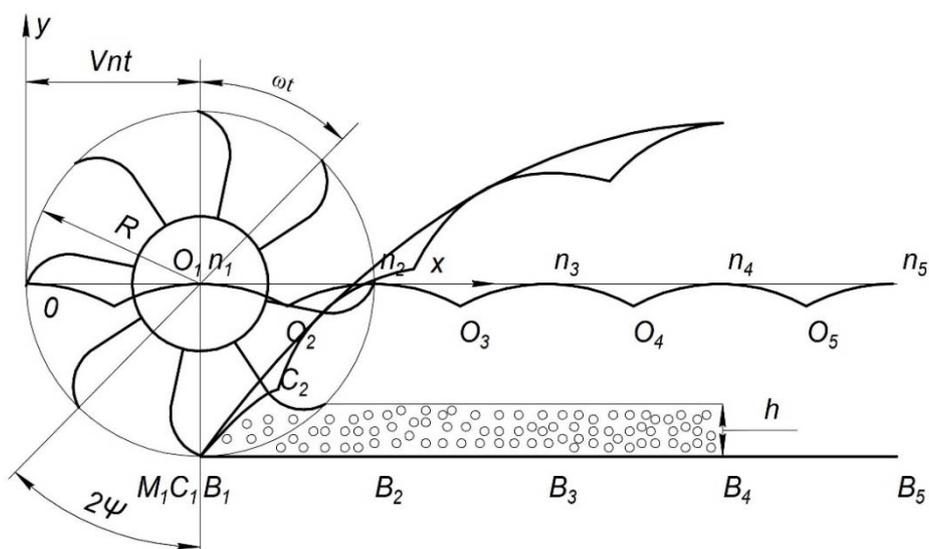


Рис.1. Траектория абсолютного движения диска с зубьями

Учитывая, что лежащая на почве лента льна, вдоль которой перемещается диск с зубьями, является пластичным материалом, обладающим некоторой степенью упругости, траекторию абсолютного перемещения центра диска можно представить как волнистую линию с плавными переходами, а траектория конца зуба может быть описана следующими уравнениями [2]:

$$\left. \begin{aligned} x &= V_M t + R \sin \omega t + \frac{R}{2} (1 - \cos \psi) \sin \frac{\pi \omega}{\psi} t \\ y &= R \cos \omega t + \frac{R}{2} (1 - \cos \psi) \left(\cos \frac{\pi \omega}{\psi} t - 1 \right), \end{aligned} \right\} (1)$$

где V_M – поступательная скорость ворошилки, м/с;

R – радиус окружности, проведённый по концам зубьев, м;

Ψ – половина угла между зубьями, град.

Угол ωt отсчитывают по часовой стрелке от верхнего вертикального радиуса.

Выражения (1) описывают характер абсолютного перемещения диска с зубьями, так как они позволяют учитывать колебания оси вращения, которые неизбежны в реальных производственных условиях и зависят от числа зубьев на диске. С увеличением их количества до бесконечности угол между ними приближается к нулю, в результате чего получается уравнение движения сплошного диска.

Абсолютная скорость крайней точки зуба определяется по выражению:

$$V_a = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}. \quad (2)$$

Дифференцируя уравнения (1) и подставляя после преобразования в уравнение (2), имеем:

$$V_a = V_M \sqrt{1 - \lambda(2 \cos \omega t + 2A \cos \frac{\pi \omega}{\Psi} t - 1) + \lambda^2(1 + \cos \frac{\Psi - \pi}{\Psi} \omega t + A^2)}, \quad (3)$$

где $A = \frac{\pi}{2}(1 - \cos \Psi)/\Psi$;

$\lambda = \frac{\omega R}{V_M}$ – показатель кинематического режима работы ворошилки.

Ускорение конца зуба определяется по формуле:

$$W = \omega^2 R \sqrt{1 + 2B \cos \frac{\Psi - \pi}{\Psi} \omega t + B^2}, \quad (4)$$

где $B = \frac{\pi^2}{2}(1 - \cos \Psi)/\Psi^2$.

Ускорение конца зуба является переменным. С увеличением количества зубьев ($2\Psi \rightarrow 0$) ускорение становится постоянным и равным $\omega^2 R$.

Теоретическое значение кинематического показателя ворошилки показано в работе [3], то есть степень притормаживания зубьев при отсутствии скольжения опорных колёс (рис. 2), будет равно:

$$\lambda_T = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{R}{r} = i \frac{R}{r}, \quad (5)$$

где Z_1, Z_2 – число зубьев звёздочек соответственно на валу опорно-приводных колёс и валу дисков с зубьями;

r – радиус опорно-приводного колеса, м.

Кинематический показатель ворошилки (действительный) [3, 4]:

$$\lambda = \frac{V_3}{V_M}. \quad (6)$$

Абсолютная скорость зуба в нижнем положении (подгребание стеблей):

$$v_a = v_m - v_3 = v_m (1 - \lambda). \quad (7)$$

Из формулы найдём пределы изменения параметра ворошилки. При $v_m = v_3$, $\lambda = 1$ и $v_a = 0$ видим свободное перекатывание зубьев без ворошения. При $v_3 = 0$, $\lambda = 0$ диски с зубьями полностью заторможены и ворошилка работает в режиме сгребания стеблей льна. Таким образом, кинематический показатель ворошилки изменяется в пределах $0 < \lambda < 1$.

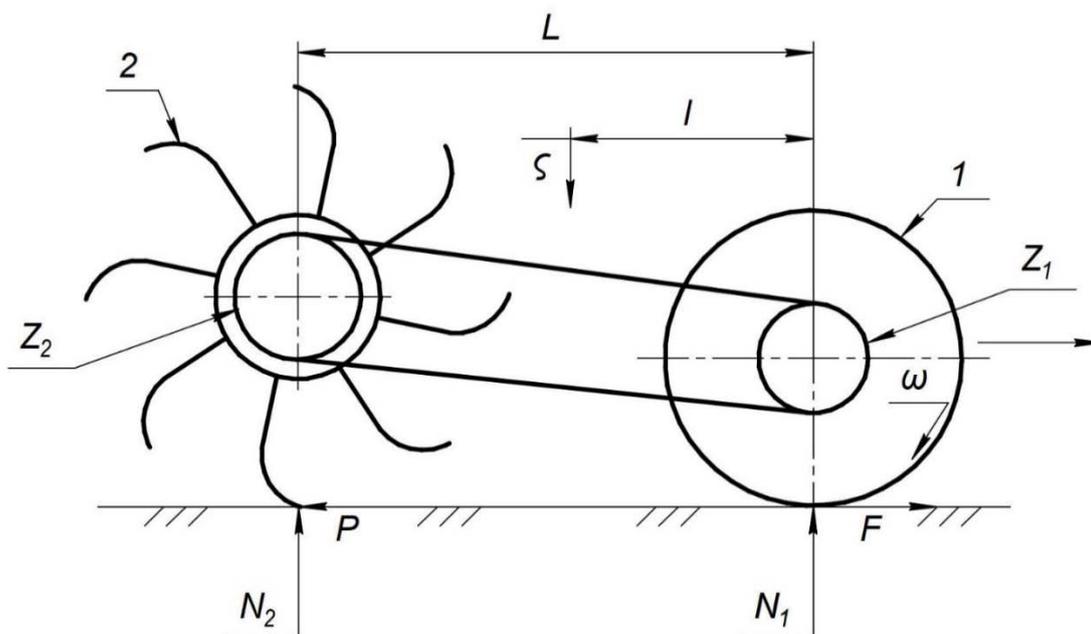


Рис. 2. Кинематическая схема привода диска ворошилки:
 1 – опорно-приводное колесо; 2 – ворошильная секция

При $v_3 = 0$ тяговое сопротивление перемещению концов зубьев равно P ; при $v_3 > 0$ абсолютная скорость зуба относительно земли уменьшается, и уменьшается тяговое сопротивление: $P_1 \leq P$. Согласно проведённым исследованиям [5, 6] оптимальный показатель кинематического режима работы ворошилки $\lambda = 0,80-0,90$.

Замедленное вращение зубьев возможно, если

$$M_{тр} \geq M_n, \quad (8)$$

где $M_{тр}$ – момент силы трения опорно-приводных колёс о стебли льна, Нм;

M_n – момент, создаваемый тяговым сопротивлением зубьев, Нм.

Так как

$$M_{тр} = F \cdot r, \quad (9)$$

где F – сила трения колёс о почву, Н.

$$M_n = P_1 \cdot R \cdot \eta \cdot i, \quad (10)$$

где P_1 – равнодействующая реактивных сопротивлений почвы и стеблей льна;

η – КПД передачи.

Подставив в формулу (8) их значения из формул (9) и (10), имеем:

$$F r \geq P_1 R \eta_i. \quad (11)$$

С учётом формулы (5) имеем:

$$F \geq P_1 \eta \lambda_r. \quad (12)$$

Следовательно, для работы ворошилки по выбранной схеме достаточно, чтобы сила трения, которую можно получить на ободьях опорно-приводных колёс, была не меньше произведения тягового сопротивления на теоретический параметр ворошилки.

Сила трения определяется по формуле:

$$F = f \cdot N_1 = f \frac{G \cdot \ell}{L}, \quad (13)$$

где f – коэффициент трения стеблей льна по материалу обода;

G – вес секции ворошилки;

L – расстояние между осями опорно-приводных колёс и вала рабочих органов, м (рис. 2);

ℓ – расстояние от центра тяжести секции ворошилки до оси опорно-приводных колёс, м.

Коэффициент трения сухих стеблей льна по резине согласно исследованиям [7] составляет 0,20–0,50.

Значение силы трения зависит от состояния стеблей льна в ленте, конструкции колёс, силы тяжести, действующей на колесо. Для устранения возможного скольжения колёс можно увеличить ширину их обода, так как увеличение диаметра колёс или установка на ободу шпор приводит к нарушению технологического процесса и смятию и разрыву стеблей.

Проскальзывание опорно-приводных колёс льноворошилки нарушает равномерность расстила стеблей в ленте, что негативно сказывается на процессе вылежки льнотресты и сушке стеблей льна.

Результаты исследований. Определение тягового усилия P_1 и нагруженности зубьев ворошилки проводилось в полевых условиях [8]. Полевая установка включала в себя силовое звено зуба, токосъёмники, усилитель и осциллограф (рис. 3).

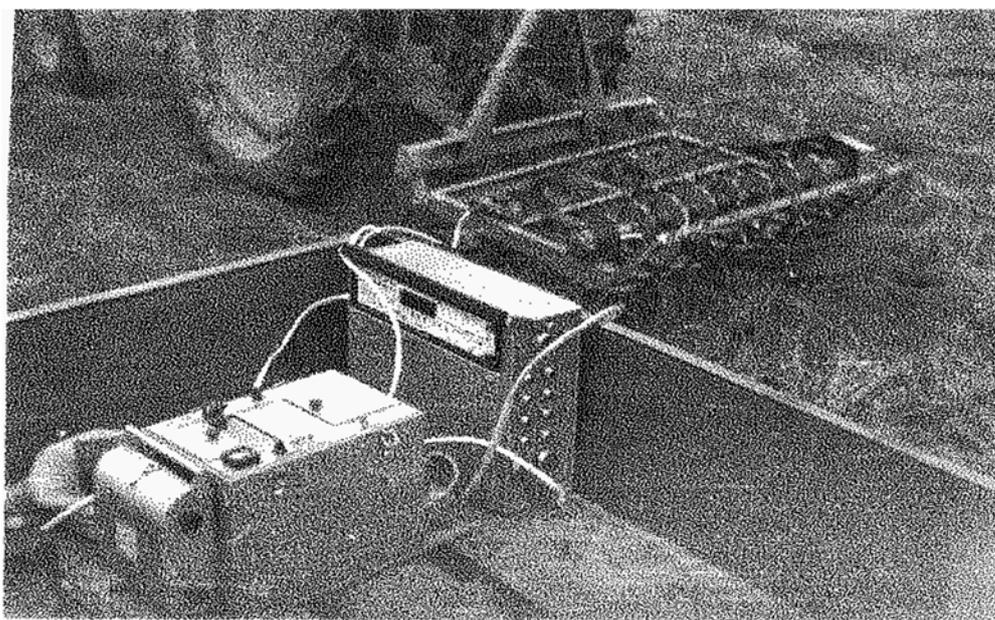


Рис. 3. Полевая установка

Проволочные датчики типа ПБ с базой 20 мм и сопротивлением 200 Ом были наклеены с обеих сторон зуба в месте выхода его из диска, где возникают максимальные напряжения в зубе (рис. 4).

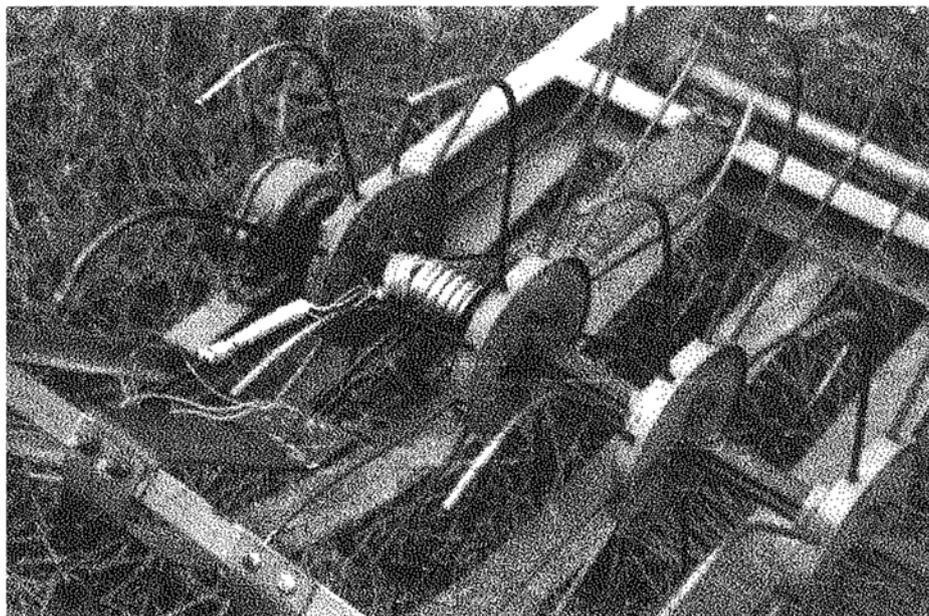


Рис. 4. Силовое звено

В результате полевых исследований было установлено, что значения тяговых усилий зубьев P_1 в целом носят стабильный характер и соответствуют режиму работы борошилки согласно формуле (12), а процесс колебания напряжений, проявляющихся в зубьях, представляет случайный характер и обуславливается характером рельефа и микрорельефа поля.

Напряжение изгиба зубьев рассчитываем по выражению:

$$G_{и} = \frac{32P_1h}{\pi d^3}, \quad (14)$$

где P_1 – сила, изгибающая зуб, Н;

h – плечо силы P_1 , м;

d – диаметр проволоки, из которой изготовлен зуб, м.

Номинальные напряжения цикла составили: $G_{\max} = 288$ МПа,

$G_{\min} = -296$ МПа.

Среднее напряжение $G_a = 292$ МПа.

Средняя частота колебаний $n_{ср} = 1,43$ с⁻¹, характеристика цикла $r \approx -1$.

Допускаемое напряжение на изгиб $[G_{и}] = 1,25 [\tau_3]$.

Для стали 60С2А II класса $[\tau_3] = 960$ МПа, тогда $[G_{и}] = 1200$ МПа.

Предел выносливости для симметричного цикла при изгибе:

$G_{-1}^u = 0,4$, $G_{и} = 480$ МПа.

Запас прочности составляет 1,6. Переменные напряжения не превышают предела выносливости.

Однако практикой установлено, что при работе борошилки на неровных и особенно каменистых полях на отдельные зубья действуют большие нагрузки из-за встречи зуба с препятствием (камнями), когда весь вес секции борошилки приходится на 1—2 зуба и в зубьях возникают напряжения, превышающие 480 МПа [9]. В результате зубья ломаются.

Выводы. На основании выполненных теоретических и практических исследований можно сделать заключение, что для защиты зубьев от поломок необходимо предохранительное устройство [10], которое при наезде зуба на препятствие, позволяет диску с зубьями свободно проворачиваться, снижая тем самым нагрузку на отдельно взятый зуб.

Литература

1. **Клёнин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г.** Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
2. **Канарев Ф. М.** Кинематика игольчатого диска // Труды ин-та КСХИ. – Краснодар, 1971. – Вып. 44. – С. 100-106.
3. **Бердышев В.Е.** и другие. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учебное пособие. – 2-е изд. / под. ред. М.А. Новикова. – СПб.: Проспект Науки, 20018. – 208 с.
4. **Новиков М.А., Павлов С.Б.** Анализ взаимодействия зуба ворошилки с лентой льна // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 41. – С. 279-284.
5. **Сельскохозяйственные машины. Теория и расчет:** учебное пособие / А.В. Клочков, В.Г. Ковалев, П.М. Новицкий. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 436 с.
6. **Новиков М.А., Павлов С.Б.** Обоснование показателя кинематического режима работы ворошилки лент льна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – №4 (60). – С. 88– 90.
7. **Ковалёв Н.Г., Хайлис Г.А., Ковалёв М.М.** Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства). – М.: ИК «Родник», 1998. – 208 с.
8. **Павлов С.Б.** Обоснование технологического процесса и параметров рабочих органов для ворошения лент льна: дис... канд. техн. наук:05.20.01. – Рязань, 1993. – 170с.
9. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя / В 3 т. – М.: Машиностроение, 1979. Т. 3. – 557 с.
10. **А.С. 1613037 СССР, МКИ 5 АО 1Д45/06.** Ворошилка лент льна /С.Б. Павлов, В. В. Чупряев – №4626389/30-15 заявл.27.12.88, опубл.15.12.90, Бюл. №46. – 6 с.

References

1. **Klyonin N.I., Kiselev S.N., Levshin A.G.** Sel'skohozyajstvennyye mashiny. – М.: KolosS, 2008. – 816 s.
2. **Канарев F. M.** Kinematika igol'chatogo diska // Trudy in-ta KSKHI. – Krasnodar, 1971. – Vyp. 44. – S. 100-106.
3. **Berdyshev V.E.** i drugie. Sel'skohozyajstvennyye mashiny. Tekhnologicheskie raschety v primerah i zadachah: uchebnoe posobie. – 2-e izd. / pod. red. M.A. Novikova. – SPb.: Prospekt Nauki, 20018. – 208 s.
4. **Novikov M.A., Pavlov S.B.** Analiz vzaimodejstviya zuba voroshilki s lentoy l'na // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 41. – S. 279-284.
5. **Sel'skohozyajstvennyye mashiny. Teoriya i raschet:** uchebnoe posobie / A.V. Klochkov, V.G. Kovalev, P.M. Novickij. – Minsk: IVC Minfina, 2019. – 436 s.
6. **Novikov M.A., Pavlov S.B.** Obosnovanie pokazatelya kinematischekogo rezhima raboty voroshilki lent l'na // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – №4 (60). – S. 88– 90.
7. **Kovalyov N.G., Hajlis G.A., Kovalyov M.M.** Sel'skohozyajstvennyye materialy (vidy, sostav, svojstva). – М.: ИК «Rodnik», 1998. – 208 s.
8. **Pavlov S.B.** Obosnovanie tekhnologicheskogo processa i parametrov rabochih organov dlya vorosheniya lent l'na: dis... kand. tekhn. nauk:05.20.01. – Ryazan', 1993. – 170s.
9. **Anur'ev V.I.** Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya / V 3 t. – М.: Mashinostroenie, 1979. Т. 3. – 557 s.
10. **A.S. 1613037 SSSR, MКИ 5 АО 1Д45/06.** Voroshilka lent l'na /S.B. Pavlov, V. V. CHupryaev – №4626389/30-15 zayavl.27.12.88, opubl.15.12.90, Byul. №46. – 6s.

Цитирование. Новиков М.А., Павлов С.Б. Анализ процесса работы ворошилки лент льна // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 190-198. DOI 24412/2078-1318-2021-1-190-198

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Novikov M.A., Pavlov S.B. Analysis of the operating process of the flax tedder // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 190-198. DOI .24412/2078-1318-2021-1-190-198

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 621.8.024.7: 621.9.02-229

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-9-198-206

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАНОЧНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ВЕРТИКАЛЬНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА

Кандидат технических наук, доцент **Евгений Алексеевич Берденников**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», e-mail: dinaminator@yandex.ru)

РИНЦ SPIN-код: 7023-3626

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8764-7143>

Соискатель **Илья Андреевич Серебряков**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», e-mail: ilya_serebryakov_97317@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 8617-0160

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3854-4279>

160555, Российская Федерация, Вологда, с. Молочное, Шмидта, д. 2

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. На кафедре «Энергетические средства и технический сервис» Вологодской ГМХА была реализована идея модернизации вертикально-расточного станка модели 278 с целью обеспечения возможности механической обработки плоской поверхности, в частности, верхней поверхности блока цилиндров ДВС. Модернизация станка заключается, во-первых, в обеспечении привода подачи стола станка в горизонтальной плоскости с помощью червячного мотор-редуктора и цепной передачи, опосредующей движение на ходовой винт станка; во-вторых, в оснащении шпинделя станка резцовой оправкой. Преимуществом модернизированного станка является возможность растачивания цилиндров блока (при восстановлении методом ремонтных размеров) и обработки верхней поверхности за один установ, то есть при неизменном закреплении, что обеспечивает точность расположения обрабатываемых поверхностей. Особенно это актуально при обработке поверхностей V-образных блоков цилиндров ДВС, базирование и закрепление которых, в отличие от установки рядных блоков, более сложный и трудоемкий процесс. С помощью

модернизированного станка возможна обработка поверхностей как крупногабаритных блоков цилиндров, так и головок блоков цилиндров автотракторных ДВС. Помимо самой идеи модернизации вертикально-расточного станка, научный интерес вызывает исследование конкретных технологических параметров станочной системы.

В данной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований таких параметров, как шероховатость обработанной поверхности, жесткость технологической системы «станок – приспособление – инструмент – деталь» (СПИД), плоскостность обработанной поверхности. При определенных условиях функционирования предприятий технического сервиса в агропромышленном комплексе, связанных с оснащенностью технологическим оборудованием и его характеристиками, повышение функциональности металлорежущих станков, в частности, модернизация вертикально-расточного станка с обеспечением возможности обработки плоских поверхностей, является рациональным техническим решением.

Ключевые слова: модернизация, вертикально-расточной станок, плоская поверхность, шероховатость, жесткость, плоскостность

ANALYSIS OF MACHINE SYSTEM PARAMETERS BASED ON A VERTICAL BORING MACHINE UPGRADING

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Evgeniy Alekseevich Berdennikov**,
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin», e-mail: dinaminator@yandex.ru)

RSCI SPIN-code: 7023-3626

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8764-7143>

Илья Андреевич Серебряков, Doctoral student

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin», e-mail: ilya_serebryakov_97317@mail.ru)

RSCI SPIN-code: 8617-0160

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3854-4279>

160555, Russian Federation, Vologda, s. Molochnoye, ul. Schmidta, 2

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. The Department of Energy Resources and Technical Service, at Vologda State Dairy Farming Academy has implemented the idea of upgrading the vertical boring machine of Model 278 to make a flat resurfacing possible, in particular the upper surface of the internal combustion engine cylinder block. The machine upgrading consists in the following: (1) to make the drive to feed the machine table horizontally using a worm gear motor and a chain transmission that transmits the movement to the machine's driving screw; (2) to equip the machine spindle with a tool mandrel. The advantage of the upgraded machine consists in the possibility of boring the cylinder block (when restored by the repair size method) and a single-setup of the treated upper surface. Thus, using constant fixing ensures the accuracy of the treated surface position. This is especially important when treating V-shaped surfaces of the internal combustion engine cylinder blocks, since their positioning and fixing is much more complex and time-consuming compared to inline blocks. The upgraded machine makes it possible to treat the surfaces of both large-sized cylinder blocks and cylinder heads of automotive internal combustion engines.

In addition to the idea of upgrading a vertical boring machine, analysis of specific technological parameters of the machine system is of scientific interest. This paper presents the results of theoretical and experimental studies of such parameters as the treated surface roughness, the

rigidity of the “machine - device - tool – part” technological system and the treated surface flatness. Under certain conditions of technical service enterprise operation in the agro-industrial complex, being related to technological equipment and its characteristics, improving the functionality of metal-cutting machines, in particular, upgrading a vertical boring machine intended at flat surface treatment is a rational technical solution.

Keywords: *upgrading, vertical boring machine, flat surface, roughness, rigidity, flatness*

Введение. Технический прогресс в области машиностроения и ремонтного производства не стоит на месте, но в определенных условиях является актуальным повышение функциональности металлорежущих станков, находящихся в эксплуатации на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса. Анализ существующих неисправностей такой базовой детали, как блок цилиндров, отказ которой определяет ресурс двигателя трактора или автомобиля, показал, что довольно часто имеет место температурная деформация блока цилиндра, вызывающая нарушение плоскостности (коробление) верхней поверхности блока. Основным способом устранения данного отказа является механическая обработка поверхности с помощью либо фрезерного, либо плоскошлифовального станка [1, 2].

Цель исследования – определить параметры станочной системы на базе модернизированного вертикально-расточного станка.

Материалы, методы и объекты исследований. На кафедре «Энергетические средства и технический сервис» Вологодской ГМХА была реализована идея модернизации вертикально-расточного станка модели 278 с целью обеспечения возможности механической обработки плоской поверхности, в частности, верхней поверхности блока цилиндров ДВС. Модернизация станка (рис. 1) заключается, во-первых, в обеспечении привода подачи стола 6 станка в горизонтальной плоскости с помощью червячного мотор-редуктора 1 и цепной передачи 4, опосредующей движение на ходовой винт 5 станка; во-вторых, в оснащении шпинделя 2 станка резцовой оправкой 3. Элементы модернизации станка отображены на рисунке 2.

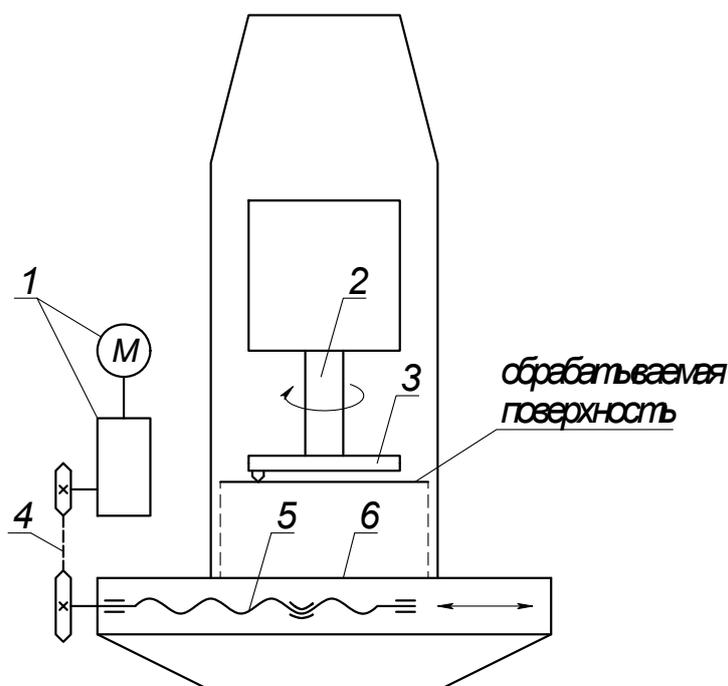


Рис. 1. Схема модернизации вертикально-расточного станка



а) б)
 Рис. 2. Элементы модернизации вертикально-расточного станка:
 а – привод продольной подачи стола; б – шпиндель с резцовой оправкой

Преимуществом модернизированного станка является возможность растачивания цилиндров блока (при восстановлении методом ремонтных размеров) и обработки верхней поверхности за один установ, т.е. при неизменном закреплении, что обеспечивает точность расположения обрабатываемых поверхностей. Особенно это актуально при обработке поверхностей V-образных блоков цилиндров ДВС, базирование и закрепление которых, в отличие от установки рядных блоков, более сложный и трудоемкий процесс. С помощью модернизированного станка возможна обработка поверхностей как крупногабаритных блоков цилиндров, так и головок блоков цилиндров автотракторных ДВС.

Помимо самой идеи модернизации вертикально-расточного станка научный интерес вызывает исследование конкретных технологических параметров станочной системы. В данной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований таких параметров, как шероховатость обработанной поверхности, жесткость технологической системы «станок – приспособление – инструмент – деталь» (СПИД), плоскостность обработанной поверхности.

На шероховатость обработанной поверхности, наряду с другими факторами, оказывают влияние элементы режима резания и геометрия режущего инструмента. Влияние подачи (горизонтального перемещения стола с блоком цилиндров за один оборот шпинделя) на шероховатость наиболее существенно и обусловлено тем, что при изменении подачи изменяется расстояние между следами резца (витками), а соответственно изменяется высота этих витков, т.е. шероховатость [3].

Аналогичным образом можно объяснить влияние на шероховатость обработанной поверхности радиуса при вершине резца. Если при неизменной подаче увеличить радиус при вершине резца, то высота неровностей и, соответственно, шероховатость уменьшится. Аналитически расчетную шероховатость можно выразить зависимостью [4]:

$$R_{\text{рас}} \approx \frac{s^2}{8r}, \quad (1)$$

где s – подача за один оборот шпинделя, мм/об; r – радиус при вершине резца, мм.

$$S = \frac{n_{\text{дв}} t_{\text{хв}}}{n_{\text{шп}} u_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где $n_{\text{дв}}$ – частота вращения электродвигателя мотор-редуктора, мин^{-1} ; $t_{\text{хв}}$ – шаг резьбы ходового винта продольной подачи стола, $t_{\text{хв}} = 6$ мм; $n_{\text{шп}}$ – частота вращения шпинделя станка, мин^{-1} ; $u_{\text{пр}}$ – передаточное отношение привода продольной подачи стола.

$$u_{\text{пр}} = u_{\text{р}} u_{\text{шп}} = u_{\text{р}} \frac{z_2}{z_1}, \quad (3)$$

где $u_{\text{р}}$ – передаточное отношение червячного редуктора, $u_{\text{р}} = 80$; $u_{\text{шп}}$ – передаточное отношение цепной передачи; z_1 – число зубьев ведущей звездочки цепной передачи, $z_1 = 9$; z_2 – число зубьев ведомой звездочки цепной передачи, $z_2 = 23$.

Влияние скорости резания на шероховатость обработанной поверхности обусловлено образованием наростов на резце, которые появляются в среднем диапазоне скоростей резания. Наросты на резце после образования до определенной величины самоустраняются (срываются), что и приводит к появлению шероховатости [5]. При обработке чугуна нарост не образуется.

Жесткость технологической системы «станок – приспособление – инструмент – деталь» (СПИД) определяется жесткостью элементов системы и в общем виде может быть выражена следующей зависимостью [6, 7]:

$$\gamma = \frac{P_x}{\Delta_x}, \quad (4)$$

где γ – жесткость технологической системы, Н/мкм; P_x – составляющая усилия резания, направленная вдоль оси шпинделя перпендикулярно обрабатываемой поверхности, Н; Δ_x – смещение резца под действием силы P_x , мкм.

Из теории резания [8]:

$$P_x = \frac{P_z}{4} = 2,5 C_p t^{x_p} s^{y_p} v^{n_p}, \quad (5)$$

где P_z – тангенциальная (главная) составляющая усилия резания, мм; t – глубина резания, мм; s – подача, мм/об; v – скорость резания, м/мин; C_p – коэффициент, характеризующий условия обработки; x_p, y_p, n_p – показатели степени.

$$v = \frac{2\pi r_p n}{1000}, \quad (6)$$

где r_p – радиус резания, равный расстоянию от оси шпинделя до вершины резца, измеренного по нормали к оси шпинделя, мм; n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} .

Податливость W , мкм/Н – величина, обратная жесткости:

$$W = \frac{1}{\gamma}. \quad (7)$$

Технологическим параметром, характеризующим отклонение от геометрической формы, является отклонение от плоскостности обрабатываемой поверхности, причиной которого в рассматриваемой станочной системе в большей степени может являться износ продольных направляющих стола модернизированного станка.

Экспериментальные исследования технологических параметров станочной системы СПИД заключались в измерении данных параметров при механической обработке верхней поверхности блока цилиндров автомобиля ВАЗ-2107 и нижней поверхности головки блока цилиндров двигателя ЗМЗ-53, изготовленных, соответственно, из серого чугуна и алюминиевого сплава.

Результаты исследований. При изучении шероховатости обработанной поверхности были получены экспериментальные зависимости шероховатости от элементов режима резания – подачи s и скорости резания v . Для изменения подачи при неизменной скорости резания изменялась частота вращения вала электродвигателя мотор-редуктора (позиция 1 на рис. 1) с помощью частотного преобразователя INNOVERT. Изменение скорости резания при неизменной подаче осуществлялось путем изменения частоты вращения шпинделя станка. Измерение шероховатости обработанной поверхности проводилось с помощью профилометра TR-200. Зависимости параметра шероховатости R_z от подачи и скорости резания в сравнении с результатами теоретических расчетов шероховатости $R_{рас}$ по формуле 1 при глубине резания $t = 0,2$ мм и радиусе при вершине резца $r = 0,3$ мм представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 3 и 4.

Таблица 1. Результаты определения шероховатости обработанной поверхности при различной подаче

Подача s , мм/об	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
$R_{рас}$, мкм	1,0	4,2	9,4	16,7	26,0	37,5	51,0
Обработка блока цилиндров $v = 191$ м/мин ($n_{шп} = 160$ мин ⁻¹)							
R_z , мкм	-	19,6	20,6	25,5	28,6	33,5	38,8
Обработка головки блока цилиндров $v = 317$ м/мин ($n_{шп} = 315$ мин ⁻¹)							
R_z , мкм	12,6	14,6	15,2	18,1	21,0	-	-

Анализируя полученные зависимости, следует заключить, что результаты экспериментального исследования шероховатости обработанной поверхности с помощью модернизированного расточного станка сопоставимы с результатами теоретических расчетов. Отличие интенсивности увеличения фактической и расчетной шероховатостей с увеличением подачи можно объяснить тем, что при определении подачи по формуле 1 учтены не все технологические факторы. Оптимальным следует считать значение подачи $s = 0,2$ мм/об, так как при больших значениях подачи шероховатость превысит значение, допустимое техническими требованиями, предъявляемыми к обрабатываемым поверхностям. Номинальное значение шероховатости верхней поверхности чугунного блока цилиндров и нижней поверхности головки блока составляет $R_z = 20-30$ мкм [7].

Таблица 2. Результаты определения шероховатости обработанной поверхности при различной скорости резания, $s = 0,2$ мм/об

Частота вращения шпинделя $n_{шп}$, мин ⁻¹	80	112	160	224	315	450
Скорость резания v , м/мин	95,5	133,6	191,0	267,3	375,9	536,9
Обработка блока цилиндров, $s = 0,2$ мм/об						
R_z , мкм	27,4	28	26,8	27,14	27,5	-
Обработка головки блока цилиндров, $s = 0,18$ мм/об						
R_z , мкм	15,5	15,7	17,4	16,1	16,4	15,5

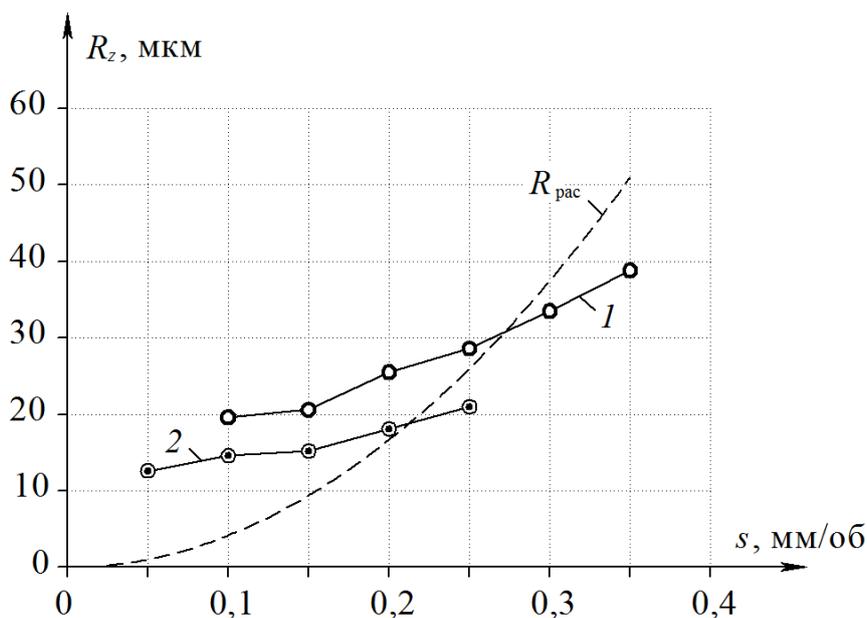


Рис. 3. Зависимость шероховатости поверхности от подачи при обработке:
1 – верхней поверхности блока цилиндров; 2 – нижней поверхности головки блока цилиндров

Явного изменения шероховатости обработанной поверхности с увеличением скорости резания в пределах измерений не наблюдается. Вместе с тем не следует превышать табличные значения скоростей резания [8], что может привести к интенсивному износу режущего инструмента. В связи с этим обработку плоских поверхностей чугунного блока цилиндра рекомендуется производить при частоте вращения шпинделя 160 мин^{-1} , а головки блока, выполненной из алюминиевого сплава, – 315 мин^{-1} при соответствующих значениях скорости резания 191 и 376 м/мин.

Так как жесткость технологической системы СПИД – это отношение осевой составляющей силы резания к смещению резца (формула 4), то эксперимент предусматривал измерение смещения резца путем измерения высоты ступени между предварительно обработанной верхней поверхностью чугунного блока цилиндров ($t = 0,19 \text{ мм}$, $s = 0,28 \text{ мм/об}$, $v = 191 \text{ м/мин}$) и поверхностью, полученной при обработке предыдущей поверхности без принудительного осевого смещения (опускания) шпинделя. Измерение проводилось с помощью индикатора часового типа с ценой деления $0,001 \text{ мм}$. В результате зафиксировано смещение резца $\Delta x = 0,002\text{--}0,003 \text{ мм}$.

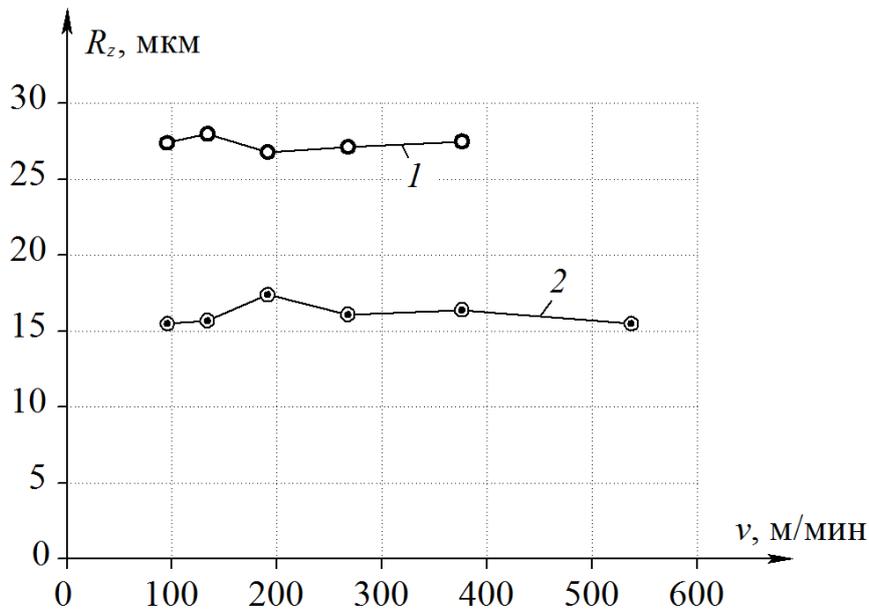


Рис. 4. Зависимость шероховатости поверхности от скорости резания при обработке: 1 – верхней поверхности блока цилиндров; 2 – нижней поверхности головки блока цилиндров

Значение осевой составляющей усилия резания, определенное по формуле 5 при значениях коэффициентов $C_p = 115$, $x_p = 1$, $y_p = 0,75$, $n_p = 0$, составило $P_x = 21$ Н.

Значения жесткости и податливости, определенные по формулам 4 и 7, составили: $\gamma = 8,4$ Н/мкм, $W = 0,12$ мкм/Н.

Податливость, а соответственно, и жесткость модернизированного вертикально-расточного станка соответствует нормируемой, так как податливость токарных и расточных станков находится в пределах 0,05–0,13 мкм/Н [7].

Измерение плоскостности обработанной верхней поверхности блока цилиндров производилось посредством поверочной линейки и щупа в нескольких плоскостях. Проходная толщина щупа не превысила значения 0,02 мм, что допустимо техническими условиями на дефектацию как блока, так и головки цилиндров [9, 10].

Выводы. В заключение следует сделать вывод, что при определенных условиях функционирования предприятий технического сервиса в агропромышленном комплексе, связанных с оснащённостью технологическим оборудованием и его характеристиками, повышение функциональности металлорежущих станков, в частности, модернизация вертикально расточного станка с обеспечением возможности обработки плоских поверхностей, является рациональным техническим решением.

Литература

1. Корнеев В.М. Технология ремонта машин. – М.: Инфра-М, 2019. – 314 с.
2. Кравченко И.Н. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 346 с.
3. Борисенко Г. А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 142 с.
4. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. – М.: Колос, 1997. – 320 с.
5. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высшаяшкола, 1985. – 304 с.
6. Федоренко М.А. Технология сельскохозяйственного машиностроения. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 467 с.

7. **Зуев А.А.** Технология машиностроения. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 496 с.
8. **Берденников Е.А.** Проектирование технологического процесса механической обработки конструкционных материалов резанием. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009. – 95 с.
9. **Лебедев А.Т.** Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном обслуживании. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2014. – 96 с.
10. **Курчаткин В.В.** Надежность и ремонт машин. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

References

1. **Korneev V.M.** Tehnologiya remonta mashin. M.: INFRA-M, 2019. – 314 s.
2. **Kravchenko I.N.** Tehnologicheskie protsessy v tehničeskom servise mashin i oborudovaniya. M.: INFRA-M, 2018. – 346 s.
3. **Borisenko G.A.** Tehnologiya konstruktsionnykh materialov. Obrabotka rezaniem. – M.: INFRA-M, 2020. – 142 s.
4. **Nekrasov S.S.** Obrabotka materialov rezaniem. – M.: Kolos, 1997. – 320 s.
5. Granovskiy G.I., Granovskiy V.G. Rezanie metallov. – M.: Vysshaya shkola, 1985. – 304 s.
6. **Fedorenko M.A.** Tehnologiya selskohozyaystvennogo mashinostroeniya. – M.: INFRA-M, 2018. – 467 s.
7. **Zuev A.A.** Tehnologiya mashinostroeniya. – SPb.: Izdatelstvo “Lan”, 2003. – 496 s.
8. **Berdennikov E.A.** Proektirovanie tehnologicheskogo protsessa mehanicheskoy obrabotki konstruktsionnykh materialov rezaniem. – Vologda – Molochnoe: ITS VGMHA, 2009. 95 s.
9. **Lebedev A.T.** Tehnologiya i organizatsiya vosstanovleniya detaley i sborochnykh edenits pri servisnom obsluzhivani. – Stavropol: Stavropolskiy GAU, 2014. – 96 s.
10. **Kurchatkin V.V.** Nadezhnost i remont mashin. – M.: Kolos, 2000. – 776 s.

Цитирование. Берденников Е.А., Серебряков И.А. Исследование параметров станочной системы на базе модернизированного вертикально-расточного станка // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 198-206. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-9-198-206

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Berdennikov E.A., Serebryakov I.A. Analysis of machine system parameters based on a vertical boring machine upgrading // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 198-206. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-9-198-206

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**СНИЖЕНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА КАК ОСНОВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДИЗЕЛЕЙ ПУТЕМ
ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
В НЕЙТРАЛИЗАТОРЕ**

Кандидат технических наук, доцент **Рахимулла Арифуллович Зейнетдинов**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: ru: zra61@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 3282-7424

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6811-5929>

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2.

Кандидат философских наук, доцент **Резеда Шагиidinova Камалова**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего
образования «Ульяновский государственный технический университет»,
e-mail: resekama@mail.ru)

РИНЦ SPIN-код: 3062-8715

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0924-1631>

432027, Российская Федерация, г. Ульяновск, улица Северный Венец, д. 32.

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. Снижение вредного воздействия поршневых двигателей на окружающую среду является одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством. При этом эксплуатация поршневых двигателей сопровождается значительными выбросами в атмосферу газообразных вредных веществ, таких как оксиды азота, окиси углерода, углеводородов, а также твердых частиц, в том числе сажи.

В статье рассмотрены различные способы очистки отработавших газов поршневых двигателей, отмечены их преимущества и недостатки. Авторами предложена теоретическая разработка модернизированного варианта системы рециркуляции отработавших газов с использованием вихревого эффекта, а также с учетом необратимости термогазодинамических процессов. Использование вихревой трубы в системе рециркуляции отработавших газов обеспечивает охлаждение рециркулируемых газов, что может заменить в условиях эксплуатации использование традиционных рекуперативных теплообменников.

Отмечено, что достаточно экономичным является каталитический метод восстановления оксидов азота с применением аммиака. Однако оптимальный температурный диапазон, при котором обеспечивается восстановление оксидов азота, достаточно узок. Для решения данного вопроса предлагается использование вихревого эффекта в системе выпуска отработавших газов.

Ключевые слова: оксиды азота, дизель, отработавшие газы, вихревая труба, система рециркуляции, теплообмен, эксергия, диссипативные процессы

**REDUCTION OF NITROGEN OXIDES AS THE MAIN INDICATOR
OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF DIESEL ENGINES BY APPLICATIONS
OF THE VORTEX EFFECT AND RECOVERY IN THE NEUTRALIZER**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Rahimulla Arifullovich Zeynetdinov**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg State
Agrarian University, e-mail: zra61@mail.ru)
RSCI SPIN-code: 3282-7424

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6811-5929>

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2.

Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor **Rezeda Shagidinovna Kamalova**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Technical
University", e-mail.ru: resekama@mail.ru)
RSCI SPIN-code: 3062-8715

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0924-1631>

432027, Russian Federation, Ulyanovsk, Severny Venets Street, 32.

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract: Reducing the harmful impact of piston engines on the environment is one of the most important problems facing humanity. At the same time, the operation of piston engines is accompanied by significant emissions of gaseous harmful substances into the atmosphere, such as nitrogen oxides, carbon monoxide, hydrocarbons, as well as solid particles, including soot.

The article discusses various methods of cleaning the exhaust gases of piston engines, their advantages and disadvantages are noted. The authors propose a theoretical development of a modernized version of the exhaust gas recirculation system using the vortex effect and taking into account the irreversibility of thermogasodynamic processes. The use of a vortex tube in the exhaust gas recirculation system provides cooling of the recirculated gases, which can replace the use of traditional recuperative heat exchangers in operating conditions.

It is noted that the catalytic method of reducing nitrogen oxides with the use of ammonia is quite economical. However, the optimal temperature range at which nitrogen oxides are reduced is quite narrow. To solve this problem, it is proposed to use the vortex effect in the exhaust system.

Keywords: *nitrogen oxides, diesel, exhaust gases, vortex tube, recirculation system, heat exchange, exergy, dissipative processes*

Введение. Вопросы защиты окружающей среды приобретают все большую остроту. Их своевременное и эффективное решение становится обязательным условием во всех областях деятельности человека [1]. Особую роль здесь играют технические системы, обменивающиеся с природной средой веществом, энергией и информацией и образующие сложные геотехнические системы [2]. Одним из таких источников токсичных веществ, выбрасываемых в атмосферу, являются дизельные энергетические установки (ДЭУ).

В силу особенностей протекающего в дизелях рабочего процесса выявлено, что снижение выбросов продуктов неполного сгорания, оксида углерода, углеводородов и вредных частиц сопровождается ростом выбросов оксидов азота, и наоборот [3, 4]. Для снижения эмиссии оксидов азота широко используют рециркуляцию отработавших газов (ОГ) и каталитический способ их восстановления [5, 6, 7].

Способы повышения экологической безопасности дизелей обусловлены зависимостью эффективности их применения от температур рециркулируемых и отработавших газов [5, 7]. Известно, что высокая температура рециркулируемых газов (РГ) негативно влияет на наполняемость цилиндров свежим зарядом, в связи с чем в системе рециркуляции применяются теплообменники, обладающие определенной массой и существенным

гидравлическим сопротивлением.

В плане устранения отмеченных недостатков традиционных теплообменников определенным интересом представляет использование в системе рециркуляции для охлаждения ПГ вихревого эффекта, что подтверждается результатами исследований ряда авторов [5, 8].

Известны различные способы очистки ОГ от токсичных их компонентов. Сюда можно отнести различные способы каталитической очистки ОГ от токсичных компонентов [6,7]. Однако они имеют общий недостаток – в процессе их эксплуатации на поверхности элементов катализатора происходит отложение несгоревших углеводородных соединений топлива и масла, сажи и смол и т.д., в результате чего ухудшается эффективность очистки.

Более перспективным способом восстановления оксидов азота является способ с применением аммиака [9]. Важной особенностью данного способа восстановления оксидов азота в нейтрализаторе с применением аммиака является наличие узкого оптимального температурного диапазона (1000 –1500 К), в котором эффективно обеспечивается восстановление NO_x с образованием молекулярного азота N_2 [7]. При низких температурах (менее 1000 К) в связи обрыва реакционной цепи скорость реакции заметно падает.

Цель исследования. В связи с вышесказанным целью исследования является разработка модернизированной системы путем организации комплексного снижения оксидов азота дизелей с использованием вихревой трубы в системе рециркуляции ОГ с учетом неравновесности термогазодинамических процессов и созданием оптимального температурного диапазона для дальнейшего их восстановления аммиаком в нейтрализаторе.

Материалы, методы и объекты исследований. Следует отметить, что преобладающую часть времени ДЭУ работают на разных эксплуатационных режимах, и температурный диапазон ОГ находится в широких пределах (от 220 до 760°C). Поэтому для обеспечения наиболее эффективного протекания процесса восстановления оксидов азота NO_x аммиаком в нейтрализаторе необходимо поддерживать температуру ОГ в вышеуказанном диапазоне с учетом теплообмена в выпускном коллекторе и режимов работы двигателя. В качестве устройства, обеспечивающего оптимальный температурный диапазон ОГ перед поступлением в каталитический нейтрализатор, можно использовать вихревую трубу (ВТ), где повышение температуры выпускных газов перед катализатором основано на использовании вихревого эффекта с разделением ОГ на два потока – нагретый и охлажденный (Соколов Е.Я., Бродянский В.М., 1981).

Термодинамическое исследование вихревой трубки обычно проводится при известных значениях термодинамических параметров перед вихревой трубой, которые зависят от термогазодинамических процессов, происходящих в выпускной системе ДЭУ.

В расчетах течение газового потока принимается стационарным при наличии потерь процесса теплообмена между стенками трубопровода и газом. Скорость газа при входе его во впускной трубопровод считается дозвуковой. Газ предполагается совершенным, так что в каждой точке его давление p , плотность ρ и температура T связаны уравнением состояния:

$$p = \rho RT. \quad (1)$$

Уравнение непрерывности потока $G_{ог}$ вдоль всего выпускного канала имеет вид:

$$G_{ог} = \rho w F = const, \quad (2)$$

где F – поперечная площадь выпускного канала; w – скорость газового потока.

При теплообмене газового потока в выпускном трубопроводе с внешней средой отвод теплоты Q_{cm} приводит к изменению параметров газа:

$$dQ_{cm} = dh + d\left(\frac{w^2}{2}\right), \quad (3)$$

где dQ_{cm} – количество теплоты, отводимое через стенки трубопровода выпускной системы; dh и $d(w^2/2)$ – соответственно изменение энтальпии и кинетической энергии выпускных газов.

Отвод теплоты через элементарную длину dx трубопровода равен:

$$\frac{dQ_{cm}}{dx} = c_p \frac{d}{dx} \left(T + \frac{w^2}{2c_p} \right). \quad (4)$$

Здесь можно ввести следующие обозначения:

$$q_\Gamma = \frac{G_{0\Gamma}}{S_{0б}} \frac{dQ_{cm}}{dx}, T^* = T + \frac{w^2}{2c_p}, \quad (5)$$

где q_Γ – плотность теплового потока; $S_{0б}$ – обогреваемый периметр трубопровода; T^* – температура торможения; c_p – изобарная теплоемкость выпускных газов.

Подставляя соотношения q_Γ и T^* в уравнение (4), можно получить следующее выражение:

$$\frac{dT^*}{dx} = \frac{S_{0б}}{G_{0\Gamma} c_p} q_\Gamma. \quad (6)$$

Отвод теплоты от выпускных газов в окружающую среду ($q < 0$) сопровождается уменьшением температуры торможения газа.

Чтобы замкнуть систему уравнений (1), (2), (5) и (6), используется обобщенное уравнение Бернулли (Лойцянский Л.Г., 1970):

$$\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + w \frac{dw}{dx} + \xi \frac{w^2}{2D} = 0, \quad (7)$$

где D – диаметр выпускного трубопровода (гидравлический диаметр); ξ – коэффициент сопротивления рассматриваемой выпускной линии газового потока.

Система из пяти уравнений (1), (2), (5), (6) и (7) содержит пять подлежащих определению величин T, p, ρ, w, T^* . При этом расход газа $G_{0\Gamma}$ и его теплоемкость c_p являются известными величинами. Величина удельного теплового потока выпускных газов q_Γ , площадь сечения выпускного трубопровода F , обогреваемый периметр $S_{0б}$ также известны. Из уравнения (6) можно определить температуру торможения T^* в любом сечении трубопровода:

$$T^* = \frac{1}{G_{0\Gamma} c_p} \int_0^x \vec{q}_\Gamma S_0 dx + T_0^*. \quad (8)$$

Число Маха ($M = w/a$) можно представить в виде:

$$M^2 = \frac{w^2}{kRT}, \quad (9)$$

где $k = c_p/c_v$ – показатель адиабаты; w – скорость газового потока.

Выражение (5) после преобразования можно записать в виде:

$$\frac{T^*}{T} = 1 + \frac{k-1}{2} M^2. \quad (10)$$

Учитывая равенства (1), уравнение Бернулли (7) можно записать в виде:

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dx} + \frac{kM^2}{w} \frac{dw}{dx} + \xi \frac{kM^2}{2D} = 0. \quad (11)$$

Уравнение (1) после дифференцирования обеих его частей имеет вид:

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dx} = \frac{1}{T} \frac{dT}{dx} + \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dx}. \quad (12)$$

Аналогично уравнение (2) можно выразить в дифференциальной форме в виде:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dx} = \frac{1}{w} \frac{dw}{dx} - \frac{1}{F} \frac{dF}{dx}. \quad (13)$$

Равенство (9) после дифференцирования примет вид:

$$\frac{1}{T} \frac{dT}{dx} = \frac{2}{w} \frac{dw}{dx} - \frac{1}{M^2} \frac{dM^2}{dx}. \quad (14)$$

Подставляя полученные дифференциальные уравнения (13) и (14) в (12), получим следующее выражение:

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dx} = \frac{1}{w} \frac{dw}{dx} - \frac{1}{M^2} \frac{dM^2}{dx} - \frac{1}{F} \frac{dF}{dx}. \quad (15)$$

Уравнение Бернулли (11) после подставки в него выражения (15) примет вид:

$$\frac{1 + kM^2}{w} \frac{dw}{dx} - \frac{1}{M^2} \frac{dM^2}{dx} + \frac{\xi kM^2}{2D} - \frac{1}{F} \frac{dF}{dx} = 0. \quad (16)$$

Используя выражений (9) и (10), можно найти:

$$w^2 = kRT^* \frac{M^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2}. \quad (17)$$

Откуда после дифференцирования выражения (17) можно получить уравнение следующего вида:

$$\frac{1}{w} \frac{dw}{dx} = \frac{1}{2T^*} \frac{dT^*}{dx} + \frac{1}{2M^2 \left(1 + \frac{k-1}{2} M^2\right)} \frac{dM^2}{dx}. \quad (18)$$

Подставляя правую часть данного уравнения в выражение (16) и после интегрирования, получаем выражение:

$$\frac{1}{2} \ln M^2 - \frac{(k+1)}{2(k-1)} \ln((k-1)M^2 + 2) - \frac{1+kM^2}{2} \ln T^* - \xi \frac{kM^2}{2D} x + \ln F + C = 0. \quad (19)$$

Далее температуру T можно найти, используя уравнение (10), скорость газового потока w – выражение (9), а давление p и плотность ρ определяются из уравнений (1) и (2).

Известно, что отработавшие газы на выходе из цилиндра двигателя имеют достаточно высокую работоспособность. При использовании ВТ часть данной энергии используется на процесс разделения ОГ на холодные и горячие потоки.

Для оценки эффективности использования энергии выпускных газов нами используется эксергетический метод с учетом диссипативного характера термогазодинамических процессов в системе выпуска.

Тогда дифференциал эксергии для такой системы можно представить в виде:

$$dE = dH - T_0 dS, \quad (20)$$

где H – энтальпия термодинамической системы; T_0 – температура окружающей среды. Изменение энтальпии отработавших газов можно записать в виде:

$$dH = T dS + V dp, \quad (21)$$

где T, V, p – температура, объем и давление соответственно ОГ.

Тогда уравнение (20) можно представить в виде:

$$dE = (T_{ог} - T_0) dS + V dp. \quad (22)$$

Из выражение (22) можно определить скорость изменения удельной эксергии выпускных газов:

$$\frac{de}{dt} = (T_{ог} - T_0) \frac{ds}{dt} + v \frac{dp}{dt}. \quad (23)$$

Производство энтропии при отсутствии в термодинамической системе химической реакции имеет вид [10]:

$$\rho \frac{ds}{dt} = -\text{div} \vec{J}_s + \sigma_s^{ог}, \quad (24)$$

где \vec{J}_s – полный вектор потока энтропии ОГ; σ_s – локальная скорость возникновения энтропии, обусловленной внутренними необратимыми процессами в выпускном трубопроводе.

Изменения энтропии газового потока в выпускной системе происходят вследствие переноса энтропии с теплотой ОГ и вследствие производства энтропии во внутренних неравновесных процессах. Тогда полный вектор потока энтропии \vec{J}_s можно выразить в виде:

$$\vec{J}_s = \rho s \vec{W} - \frac{\vec{q}_{ог}}{T}, \quad (25)$$

где \vec{W} – суммарный вектор скорости течения газового потока; $\vec{q}_{ог}$ – плотность теплового потока ОГ на стенке трубопровода системы рециркуляции.

Процесс расширения газового потока в рассматриваемой системе является политропным процессом, следовательно, для расчета изменения энтропии в газовом потоке можно воспользоваться уравнением [11]:

$$d_e S = c_v \frac{M^2 - 1}{M^2} \frac{dT}{T}, \quad (26)$$

где M – число Маха; c_v – теплоемкость при постоянном объеме.

Расширение газа в клапанном устройстве ДЭУ происходит изотермически с ростом энтропии:

$$d_e S_{\text{кл}} = R \ln(v_2/v_1). \quad (27)$$

Тепловой поток \vec{q}_r через стенку выпускного трубопровода со стороны ОГ можно представить в виде (Юдаев Б.Н., 1973):

$$\vec{q}_r = St \cdot c_p \cdot \rho \cdot \vec{W} \cdot (T_{\text{cp}} - T_W), \quad (28)$$

где T_{cp} – средняя по сечению температура газового потока; T_W – температура стенки со стороны ОГ; St – число Стентона.

При расчете теплообмена со стенкой выпускного трубопровода число Стентона можно определить из выражения (Лойцянский Л.Г., 1970):

$$St_1 = \left[\frac{8}{\lambda_1} + 11,5(Pr - 1) \sqrt{\frac{8}{\lambda_1}} \right], \quad (29)$$

где λ_1 – коэффициент сопротивления; Pr – критерий Прандтля.

Выражение локального производства энтропии $d_i S/dt$ при истечении по трубопроводу с теплообменом сведется к виду:

$$\sigma_\Gamma = \frac{d_i S}{dt} = \bar{q}_r(T_r, T_{c_1}) \left(\frac{1}{T_{mi}} - \frac{1}{T_W} \right), \quad (31)$$

где \bar{q}_r – тепловой поток, подводимый к поверхности коллектора от выпускных газов.

Выражение производство энтропии в процессе дросселирования продуктов сгорания через клапанное устройство можно записать в виде:

$$\sigma_{\text{др}} = \frac{1}{t} \int_0^t G_{\text{ог}}(p_b, p_k) \frac{\mu_1(p_b, v_b, T) - \mu_2(p_k, v_k, T)}{T} dt, \quad (32)$$

где $G_\Gamma(p_b, p_k)$ – расход газа через клапанное устройство системы газообмена; p_b – давление в цилиндре в момент начала открытия выпускного клапана; p_k – давление газов в выпускном коллекторе за клапаном.

Массовый расход продуктов сгорания при истечении через клапанное устройство равен:

$$G_\Gamma = \mu f_k \cdot \sqrt{\frac{2k}{k-1} p_b v_b \left[1 - \left(\frac{p_k}{p_b} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (33)$$

где μ – коэффициент расхода; f_k – средняя площадь проходного сечения выпускного клапана.

Рост энтропии вследствие падения давления при течении отработавших газов по выпускному трубопроводу равен:

$$\sigma_{s\Delta p} = \int_{ог} \frac{\vec{v}_k \nabla p_i}{T_{mi}}. \quad (34)$$

Перепад давления в трубопроводе ∇p_i пропорционален квадрату средней скорости потока (Лойцянский Л.Г., 1970):

$$\nabla p_i = \lambda \rho \cdot \frac{\bar{W}^2 dx}{2D}, \quad (35)$$

где x – координата, обозначающая расстояние от начала трубопровода до какого-либо его сечения; λ – коэффициент сопротивления, численное значение которого зависит от характера течения газа и от числа Рейнольдса.

Результаты исследований. По расчетным значениям давления $p_{ог}$, температуры $T_{ог}$ подводимого к ВТ отработавших газов и заданным величинам давления горячего $p_{г}$, холодного $p_{х}$ потоков и массовой доли холодного потока газа $\mu_{хп}$ производится расчет рабочего процесса идеальной вихревой трубы (Соколов Е.Я, Бродянский В.М., 1981).

Температура холодного потока определяется по формуле:

$$T_{х}^{BT} = T_c \cdot \tau_{c.х.} = T_c \cdot \left(\frac{p_x}{p_c}\right)^{(k-1)/k}, \quad (36)$$

где p_c, p_x – давление сжатого потока перед трубой и холодного потока ОГ после диафрагмы; T_c – температура сжатого потока перед трубой; k – коэффициент адиабата; $\tau_{c.х.} = T_{х}^{BT} / T_c$.

Температура горячего потока вычисляется из выражения:

$$T_{г}^{BT} = T_c \frac{1 - \mu_{хп} \cdot \tau_{c.х.}}{1 - \mu_{хп}}. \quad (37)$$

Прирост удельной энтропии $\Delta s_{гп}$ горячего потока в вихревой трубе (ВТ) равен:

$$\Delta s_{гп} = R \ln(p_b^{BT} / p_{г}^{BT}), \quad (38)$$

где R – газовая постоянная потока.

Давление p_b^{BT} можно определить из соотношения:

$$p_b^{BT} = p_c \frac{1}{\left(\frac{T_c}{T_{г}^{BT}}\right)^{k/(k-1)}}. \quad (39)$$

Коэффициент вихревой трубы можно определить из выражения [10]:

$$\eta_{BT} = 1 - \frac{(1 - \mu_{хп}) \Delta s_{гп} T_{г}}{e_{вх}}, \quad (40)$$

где $e_{вх}$ – удельная эксергия отработавших газов на входе в вихревую трубу.

Кроме внешних факторов на топливно-экономические показатели ДЭУ влияет диссипативный характер внутрицилиндровых и термогазодинамических процессов системы рециркуляции ОГ с учетом наличия ВТ. При оценке потери полезной работы в надпоршневом пространстве из-за диссипативных процессов можно использовать эксергетический метод с применением принципов неравновесной термодинамики [11].

Величину полезной работы расширения можно определить из формулы [12]:

$$pdV = \frac{1}{1 - \tau_e} [\tau_e dU + (1 - \tau_e) \sum_k \mu_k dN_k + p_0 dV + dE_{ВХ} - \sum dE_{ВЦ} - dE_{ог} - \sum_m dD_m], \quad (41)$$

где p, V, U – давление, объем и внутренняя энергия термодинамической системы; $\sum E_{ВЦ}$ – суммарные эксергии процессов теплообмена через стенку цилиндров и испарения топлива; $E_{ВХ}$ – эксергия рабочего заряда на входе в цилиндр; τ_e – температурная эксергетическая функция располагаемой теплоты; D_m – суммарные потери эксергии вследствие необратимости процессов тепловыделения и теплообмена в надпоршневом пространстве и термогазодинамических процессов в выпускном трубопроводе ОГ; $dE_{ог}$ – изменение эксергии газового потока в выпускном тракте.

Второе слагаемое $\mu_k dN_k$ в правой части уравнения (41) равно термодинамическому потенциалу Гиббса. Интегральная форма данного слагаемого имеет вид:

$$\sum_k \int \mu_k dN_k = \sum_k \mu_k N_k - \frac{Hu_p}{l_0 + 1}, \quad (42)$$

где l_0 – стехиометрическое количество воздуха; Hu_p – низшая теплота сгорания с учетом концентрации рециркулируемых газов.

В уравнении (41) изменение внутренней энергии U можно определить из соотношения:

$$dU = mdu + udm = m \left(\frac{\partial u}{\partial p} \right)_{T, \alpha_B} dp + m \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_{p, \alpha_B} dT + m \left(\frac{\partial u}{\partial \alpha_B} \right)_{p, T} d\alpha_B + \frac{u}{H_u} dQ_x. \quad (43)$$

где m, u – масса и удельная внутренняя энергия рабочего тела (заряда); $Q_x(\tau)$ – характеристика тепловыделения; α_B – коэффициент избытка воздуха.

При процессе горения рабочего заряда происходит уменьшение свежего заряда (α_B), а рециркуляция ОГ определяет дополнительное снижение максимальной температуры и увеличение теплоемкости. В свою очередь с коэффициентом избытка воздуха взаимосвязана внутренняя энергия рабочего тела и концентрация NO_x .

Оксиды азота образуются при сгорании топлива в двигателе в условиях высоких давлений и температур, а также избытка кислорода. Описание кинетики горения топлива представляет существенные трудности. В связи с этим в инженерных расчетах для определения концентрации NO_x используют известную зависимость [4]:

$$\frac{d(NO_x)}{d\tau} = A \frac{\alpha_B - 1}{\alpha_B} p \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (44)$$

где p и T – давление и температура в цилиндре; E – энергия активации в реакции образования NO_x ; R – универсальная газовая постоянная; A – постоянная, $A = 10^4$.

Применение формулы (44) правомерно при интегрировании NO_x в фазе кинетического сгорания. При изменении условий реакции сгорания в цилиндре двигателя отношение принимают $E/(RT) = 21200$.

Выводы. Предложенная нами теоретическая разработка по оценке экологической безопасности ДЭУ позволяет провести количественный анализ топливно-экономических и экологических показателей при использовании системы рециркуляции ОГ с вихревой трубой и с учетом режимов работы самого дизеля. Использование вихревой трубы в системе рециркуляции ОГ обеспечивает охлаждение РГ, что позволит заменить в условиях эксплуатации использование традиционных рекуперативных теплообменников. Регулирование температуры ОГ с помощью ВТ перед нейтрализатором в зависимости от скоростных и нагрузочных режимов работы ДЭУ позволяет поддерживать оптимальный диапазон температур, обеспечивая тем самым эффективное восстановление NO с образованием молекул N_2 . При работе двигателя на полной нагрузке система рециркуляции ОГ выключается.

Литература

1. **Камалова Р.Ш.** Техницизм как проблема развития цивилизации // Проблемы социально-экономического, политического и культурного развития Российского Отечества: сборник научных трудов / под ред. С.В. Осипова, Т.В. Петуховой – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – С.48-51.
2. **Камалова Р.Ш.** Социально-экологические проблемы инженерной деятельности в контексте техногенной цивилизации // Россия и мир: история, политика, культура: сборник научных трудов / под ред. С.В. Осипова, Т.В. Петуховой. – Ульяновск, 2007. – С.123-127.
3. **Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И.** Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. – 376 с.
4. **Ерохова В.И.** Токсичность современных автомобилей: – М.: Форум: ИНФРА- М, 2013. – 448 с.
5. **Кукис В.С. и др.** Использование вихревых труб в поршневых двигателях внутреннего сгорания. – СПб.: Изд-во ВА МТО, 2015. – 215 с.
6. **Bin Guan, Reggie Zhan, He Lin, Zhen Huang** Review of state of the art technologies of selective catalytic reduction of NO_x from diesel engine exhaust/ Applied Thermal Engineering, Volume 66, Issues 1-2, 2014, pp. 395-414.
7. **Miller Y.A., Branch M.C., Kee K.H.** Chemical Kinetic Model for the Selective Reduction of Nitric Oxide by Ammonia. *Y. Combustion and Flam.* 1981. №43. Pp. 81-98.
8. **Зейнетдинов Р.А., Котлова О.Ю.** К вопросу об эффективности вихревой трубы в дизельных двигателях // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – №27. – С. 11-14.
9. **Кашкин М.В.** Улучшение экологической чистоты рабочих процессов дизельных энергоустановок путем нейтрализации оксидов азота отработавших газов: автореф. дис... канд. техн. наук. – СПб: СПбГАУ, 2007. – 18 с.
10. **Пармон В.Н.** Термодинамика неравновесных процессов для химиков. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2015. – 472 с.
11. **Зейнетдинов Р.А.** Энергодинамика поршневых двигателей: монография. – СПб: СПбГАУ, 2018. – 272 с.
12. **Зейнетдинов Р.А.** Использование эксергетического метода при термодинамическом анализе неравновесных процессов в поршневых двигателях // Известия Санкт - Петербургского государственного аграрного университета. – 2015.– № 40. – С. 234-239.

References

1. **Kamalova R.Sh.** Tekhnitsizm kak problema razvitiya tsivilizatsii // Problemy sotsial'no-ekonomicheskogo, politicheskogo i kul'turnogo razvitiya Rossiyskogo Otechestva: sbornik nauchnykh trudov / pod red. S.V. Osipova, T.V. Petukhovoy – Ul'yanovsk: UIGTU, 2008. S.48-51.
2. **Kamalova R.Sh.** Sotsial'no-ekologicheskie problemy inzhenernoy deyatelnosti v kontekste tekhnogennoy tsivilizatsii // Rossiya i mir: istoriya, politika, kul'tura: sbornik nauchnykh trudov / S.V. Osipova, T.V. Petukhovoy. – Ul'yanovsk 2007 god. S.123-127.

3. **Markov V.A., Bashirov R. M., Gabitov I.I.** Toksichnost' otrabotavshikh gazov dizeley. – М.: Izd-vo MGTU im. Baumana, 2002. – 376 s.
4. **Erokhova V.I.** Toksichnost' sovremennykh avtomobiley: – М.: Forum: INFRA- M, 2013. – 448 s.
5. **Kukis V.S.** i dr. Ispol'zovanie vikhrevykh trub v porshnevnykh dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya. – SPb.: Izd-vo VA MTO, 2015. – 215 s.
6. **Bin Guan, Reggie Zhan, He Lin, Zhen Huang.** Review of state of the art technologies of selective catalytic reduction of NOx from diesel engine exhaust/ Applied Thermal Engineering, Volume 66, Issues 1-2, 2014, pp. 395-414.
7. **Miller Y.A., Branch M.C., Kee K.N.** Chemical Kinetic Model for the Selective Reduction of Nitric Oxide by Ammonia. Y. Combustion and Flam. 1981. №43. Pp. 81-98.
8. **Zeynetdinov R.A., Kotlova O.Yu.** K voprosu ob effektivnosti vikhrevoy truby v dizel'nykh dvigatelyakh // Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya. – 2016. – №27. – S. 11-14.
9. **Kashkin M.V.** Uluchshenie ekologicheskoy chistoty rabochikh protsessov dizel'nykh energoustanovok putem neytralizatsii oksidov azota otrabotavshikh gazov: avtoref. dis...kand.tekhn. nauk. – SPb: SPbGAU, 2007. – 18 s.
10. **Parmon V.N.** Termodinamika neravnovesnykh protsessov dlya khimikov. – Dolgoprudnyy: Izdatel'skiy Dom «Intellect» 2015. – 472 s.
11. **Zeynetdinov R.A.** Energodinamika porshnevnykh dvigateley: monografiya. – SPb: SPbGAU, 2018. – 272 s.
12. **Zeynetdinov R.A.** Ispol'zovanie eksergeticheskogo metoda pri termodinamicheskom analize neravnovesnykh protsessov v porshnevnykh dvigatelyakh // Izvestiya Sankt - Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015.– № 40. – S. 234-239.

Цитирование. Зейнетдинов Р.А., Камалова Р.Ш. Снижение оксидов азота как основного показателя экологической безопасности дизелей путем применения вихревого эффекта и восстановления в нейтрализаторе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 207-217. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-207-217

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Zeynetdinov R.A., Kamalova R.S. Reduction of nitrogen oxides as the main indicator of the environmental safety of diesel engines by applications of the vortex effect and recovery in the neutralizer // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University, 2021. 1(62). 207-217. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-207-217

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 629.382

DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-217-226

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В АПК ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ

Кандидат технических наук, доцент **Роман Владимирович Шкрабак**
(федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: shkrabakrv@mail.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Дата поступления в редакцию 01.02. 2021 г.

Дата принятия в печать 24.02.2021 г.

Аннотация. Агропромышленный комплекс – базовая отрасль экономики, в которой решаются проблемы продовольственной безопасности страны. Отличительная особенность отрасли – всесезонность, многообразие видов, зональность, агротехнические и зообиологические особенности технологий и сроки их выполнения, динамичное наращивание производства и интенсивный труд при неполной механизации и недостаточном уровне безопасности и безвредности работ. Обращено внимание на круглогодичный цикл транспортных работ, объем которых в нагруженный период сельскохозяйственных работ достигает трети от всего годового объема работ структур товаропроизводителей. Отмечается, что транспортные работы являются высокотравмоопасным видом деятельности, поскольку сопровождаются дорожно-транспортными происшествиями. Как показал анализ, их число в последние годы стабилизировалось на достаточно высоком уровне, превышающем 160-170 тысяч ежегодно с гибелью ежегодно более 18 тысяч человек и ранением более 210 тысяч человек. Такая ситуация определила 78-е место среди 175 стран мира. Такое положение не может считаться удовлетворительным и требует профессиональных решений в направлении улучшения ситуации. Выполненным анализом ситуации установлено, что составными видами дорожно-транспортных происшествий, приводящих к тяжелейшим последствиям, являются столкновения транспортных средств и их опрокидывание, а также наезд на препятствие и пешеходов. Практика показывает, что доля транспортных происшествий и их последствий практически пропорциональна парку средств механизации, интенсивности их использования и числу занятых в них людей. В различные периоды года в различных зонах она составляет от 19 до 34% числа дорожно-транспортных происшествий, регистрируемых ежегодно в стране (осредненно около 25%), учитывая полевые и проселочные дороги, их содержание и др. В целях улучшения ситуации (учитывая, что серийно производимые средства механизации транспортных работ не оборудованы противоопрокидывающими устройствами) предложено инновационное устройство, исключаящее опрокидывание транспортных средств. Лабораторные испытания подтвердили работоспособность предложенного устройства.

Ключевые слова: средства механизации, эффективность, транспортные работы, безопасность, устройство противоопрокидывания

THE EFFICIENCY INCREASE OF MEANS OF TRANSPORT WORKS MECHANIZATION IN AGRICULTURAL INDUSTRY BY ENSURING THEIR SAFETY

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Roman Vladimirovich Shkrabak**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: shkrabakrv@mail.ru)
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Received 01/02/2021

Submitted 24/02/2021

Abstract. The agro-industrial complex is the basic branch of the economy in which the problems of food safety of the country are solved. A distinctive feature of the industry is seasonality, variety of species, zoning, agrotechnical and zoobiological features of technologies and the timing of their implementation, a dynamic increase of production and intensive labor when incomplete mechanization and an insufficient level of safety and harmlessness of work. Attention is paid to the year-round cycle of transport work, the volume of which in the busy period of agricultural work reaches one third of the total annual volume of work of the structures of commodity producers. It is noted that transport work is a highly traumatic type of activity, since it is accompanied by road

accidents. As the analysis has shown, their number in recent years has stabilized at a fairly high level, exceeding 160-170 thousand annually, with the death of more than 18 thousand people annually and injuring more than 210 thousand people. This situation has determined the 78th place among 175 countries of the world. Such situation cannot be considered satisfactory and requires professional solutions for improvement. The performed analysis of the situation established that the compound types of road accidents leading to the most serious consequences are collisions of vehicles and their overturning, as well as collisions with an obstacle and pedestrians. Practice shows that the share of traffic accidents and their consequences is practically proportional to the fleet of mechanization means, the intensity of their use and the number of people employed in them. In different periods of the year in different zones, it makes up from 19 to 34% of the number of road accidents registered annually in the country (on average, about 25%), taking into account field and country roads, their maintenance, etc.). In order to improve the situation (taking into account that mass-produced means of mechanization of transport works are not equipped with anti- overturning devices), an innovative device has been proposed that excludes vehicles overturning. Laboratory tests have confirmed the efficiency of the proposed device.

Keywords: *means of mechanization, efficiency, transport works, safety, anti-overturning device*

Введение. Продовольствие было, есть и будет источником жизни людей и животных. Источником его в промышленных масштабах, как правило, является агропромышленный комплекс (АПК) с его весьма разнообразными структурами. Это дает право считать АПК определяющей составляющей экономики страны с ежегодным в последние годы объемом продукции, исчисляемой практически 5 трлн. руб. с валовым внутренним продуктом (ВВП), приближающимся к 6%. Такие результаты обеспечиваются численностью занятых в АПК 9,5% трудоспособного населения. Важно и то, что вложенный в АПК 1 руб. обеспечивает возврат 5 руб. Трудженками АПК – его бесценным кадровым потенциалом обеспечены ему ведущие позиции в зерновом хозяйстве, птицеводстве, комбикормовой промышленности, семенном фонде подсолнечника, производстве подсолнечного масла. Многообразие видов работ, зональность и сезонность их выполнения в агропромышленном комплексе являются основной стабильной отличительной характеристикой отрасли. Этой характеристикой по существу, в каждом регионе определяются вид работ, сроки их выполнения, объемы и комплексы технологий, методов и средств их реализации с учетом полной безопасности и безвредности в соответствии с нормативно-правовой базой охраны труда, действующей в стране [1-9]. Виды и объемы работ в сельскохозяйственном производстве, являясь индикатором применяемых технологий и методов и средств их реализации, определяют сроки их выполнения с учетом агротехнических и зообиологических требований. Анализ видов работ и их объемов, а также технологии выполнения на основе технологических карт и сроков показывает, что в их числе есть и такие, для которых характерна всесезонность. Наиболее представительными в рассматриваемом плане являются транспортные работы, характеризующиеся всесезонностью и круглогодичностью. Агропромышленное производство и его подотрасли (растениеводство, животноводство, птицеводство, овцеводство, пчеловодство, плодовоовощеводство открытого и защищенного грунта, хранение и реализация продукции производства, системы жизнеобеспечения – водо-тепло-газо-электроснабжение и канализация, переработки продукции, управления производством и др.) в настоящее время неэффективны без транспортного обеспечения. Касаясь видов транспортного обеспечения, отметим, что оно также многополярно и определяется видом грузов, дальностью перевозки, проходимость транспортных средств в полевых и дорожных условиях сельской местности, категорией пассажиров и целесообразностью использования того или иного вида транспортных средств с учетом изложенного. Для выполнения транспортных работ используется комплекс разнообразных машин, мотоциклов, квадроциклов и др. Однако типичными для крупных сельхозтоваропроизводителей, крестьянских и фермерских хозяйств

видами транспортных средств являются грузовые (с прицепом и без них) и легковые автомобили, трактора с прицепами, а для внутрихозяйственного обеспечения – самоходные машины и механизмы малой мощности.

Объем выполняемых транспортных работ по периодам года колеблется, а в общем объеме сельскохозяйственных работ осредненно приближается к 39%. Транспортные работы, как известно [10-13], сопровождаются дорожно-транспортными происшествиями (ДТП), число которых значительно. Кроме того, такие происшествия, как правило, сопровождаются тяжелыми последствиями: тяжелыми и летальными травмами, пожарами и большим материальным ущербом. Профилактика этих происшествий – важнейшая задача в повышении эффективности средств механизации транспортных работ в отрасли.

Цель исследования – изучение проблемы повышения эффективности средств механизации транспортных работ в АПК обеспечением их безопасности, обоснование и разработка инновационного противопрокидывающего устройства названных средств.

Материалы, методы и объекты исследований. Методикой исследований предусматривалось изучение и анализ дорожно-транспортных происшествий на дорогах страны и её АПК по данным ГИБДД за 5-летний период (2015-2019 гг.); и по числу погибших за 15 лет (2000-2014 гг.); по числу погибших и раненых по Ленинградской области за 2018 г. по сравнению с данными по стране. В качестве объектов исследований рассматривались транспортные средства, используемые в течение года в АПК страны и Ленинградской области за указанные годы.

Результаты исследований. На основе изучения проблемы за 2017-2018 гг. установлено, что при 5% умирающих по старости, от ДТП на дорогах страны (включая сельскую местность) составляет 1% от общего числа погибающих. В итоге наша страна в 2018 г. по аварийности (ДТП) занимала 78-е место среди 175 стран мира. Анализ ситуации проблемы предотвращения ДТП и их последствий за 2015-2019 гг. подтверждает необходимость в профилактических мероприятиях. Результаты по числу ДТП, раненых и погибших за указанный период приведены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, число ДТП, раненых в них и погибших сокращается (число ДТП в год в среднем на 3928, число раненых – на 4064 чел., погибших – на 1227 чел.). Для рассматриваемой ситуации динамика хоть и оценивается положительно, но для столь значимой социальной проблемы она не может считаться достаточной, тем более что в числе видов происшествий имеет место опрокидывание транспортных средств. Так, по обобщенным данным ГИБДД и Росстата, изложенная на рисунке 1 картина в 41,8% является результатом столкновения транспортных средств, в 29,9% – наезда на пассажира, в 8,1% – опрокидывания транспортных средств, в 6,5% – наезда на препятствие, в 3% – падения пассажира в зону проезжей части, 3% – аварий, связанных с велосипедистами, в 3% – аварий с остановленными транспортными средствами, в 4,4% – иных видах ДТП. Приведенным данным способствует ряд обстоятельств, в числе которых: нарушение последовательности и порядка движения на перекрестках – 20%, несоблюдение дистанций при движении транспортных средств – 10%, несоблюдение правил на пешеходных переходах – 9,2%, выезд на встречную полосу – 8,2%, нарушение скоростного режима движения транспорта – 5,8%, нарушение требований сигнальных знаков светофоров – 2,7%, превышения скорости движения – 2,3%, несоблюдение правил обгона – 1,3%. Анализ показал, что причины и обстоятельства ДТП стабильно остаются неизменными, а меняется только их количественная характеристика, приводящая к печальным последствиям, что подтверждается динамикой погибших в 2000-2014 гг. (рис. 2).

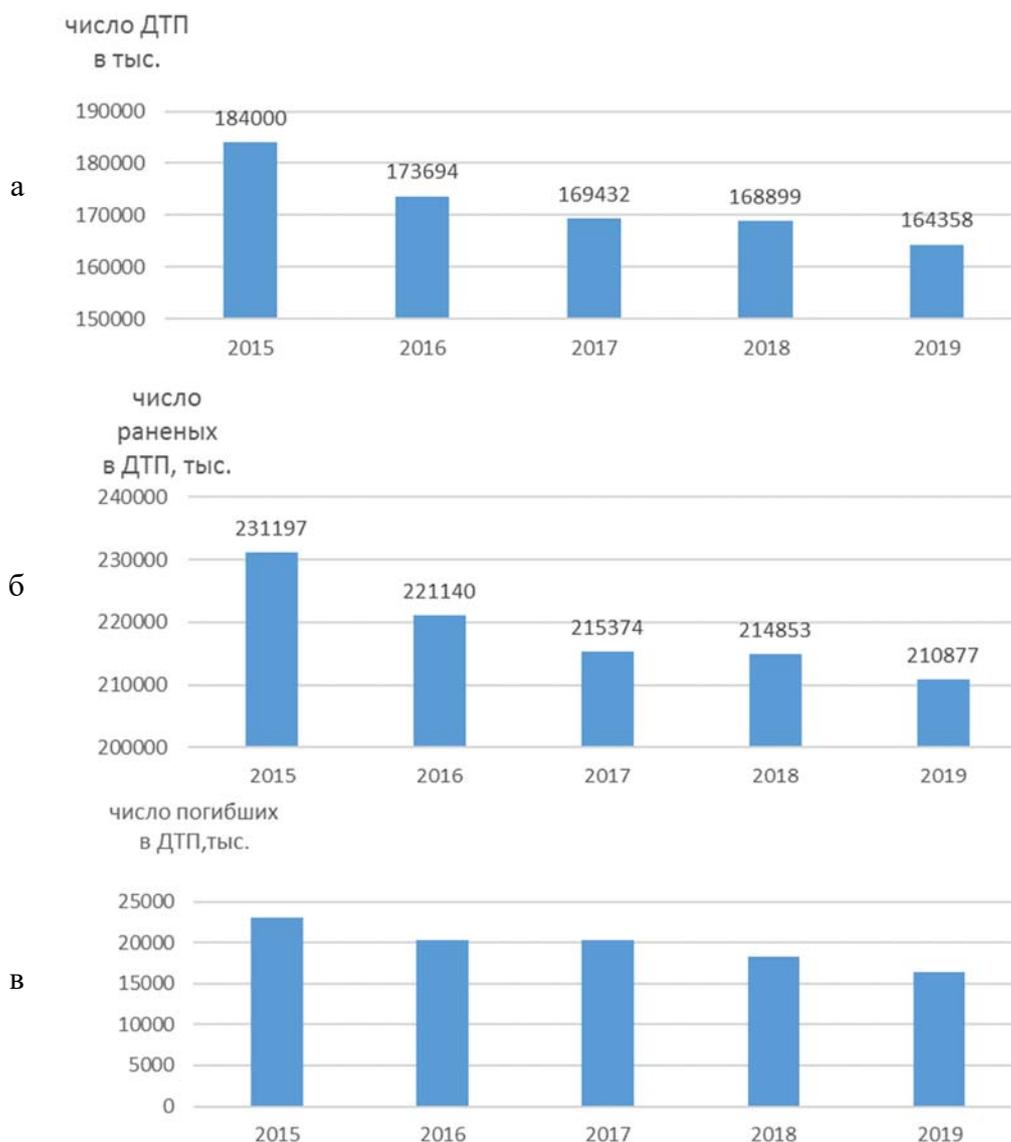


Рис. 1. Изменение числа ДТП (а), числа раненых (б) и погибших (в)

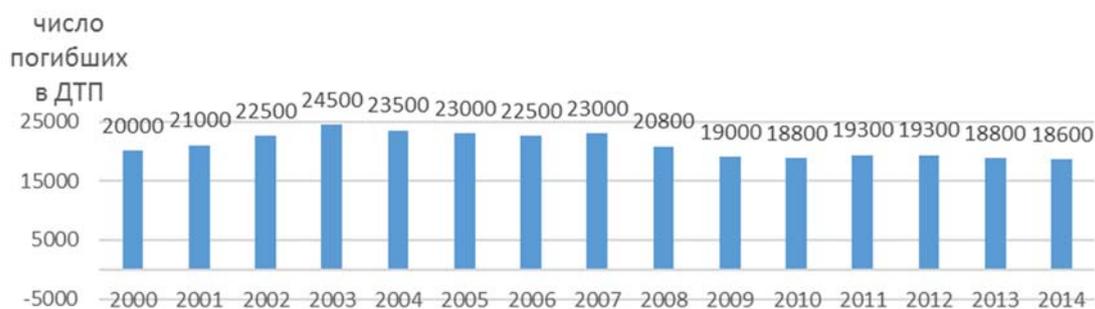


Рис. 2. Число погибших в ДТП за 2000-2014 гг.

Данные рисунка 2 наглядно подтверждают неблагоприятную характеристику изменения числа погибших в ДТП в стране за 2000-2014 гг. Особенно характерно это для 2001-2008 гг. Анализ за 2009-2014 годы показывает на колебательный характер динамики; как

видно, устойчивого снижения количества погибших в ДТП не достигнуто, что идет вразрез с нормативно-правовыми актами страны в части производственной безопасности. В связи с этим, учитывая, что травмопричинителями являются два объекта (водитель и транспортное средство, управляемое им), а с некоторым допущением можно считать, что в качестве травмопричинителя может рассматриваться и один объект, что спорно в той части, что перспективу решения проблемы могут связывать только с водителем, исключая необходимость совершенствования транспортного средства. Тем не менее будем в данном случае считать травмопричинителем тот объект, который завершает цепочку непрофессиональных решений, завершающихся аварией. С учетом этого отметим, что в 2019 году такими травмопричинителями были такие виды транспортных средств, как легковые автомобили – 199026 происшествий, грузовые автомобили – 10700 ДТП, автобусы – 5535 несчастных случаев, мотоциклы – 4438 случаев, мопеды – 2094 случая, тракторы и другие самодвижущиеся транспортные средства – 921 случай, троллейбусы – 319 случаев, трамваи – 145 случаев.

Изложенные факты требуют учитывать и то, что в процессе профилактики должно обращать внимание не только на профессионализм и личностные качества водителя, но и других участников дорожного движения (обстоятельства опьянения, невнимательности, неадекватного поведения и нарушения правил дорожного движения).

Учитывая важность проблемы, рассмотрим в сравнительном плане данные по ДТП и их последствиям по видам ДТП по Ленинградской области и стране за 2018 г., учитывая виды происшествий. По стране имеем за 2018 г.: 168099 ДТП, в которых погибло 18214 человек и ранено 214853 человека (аналогичные данные по Ленинградской области – 2964, 458 и 3904 человека); из них по видам ДТП:

- при столкновении транспортных средств соответственно по стране 71167 ДТП, погибло 7671 чел., ранено 109717 чел. (по Ленинградской области – 1260 ДТП, погибло 190 чел., ранено 1625 чел.);
- при опрокидывании соответственно – 13401, 2052 и 17262 (а по Ленинградской области – 260, 32 чел. и и 334чел.);
- при наезде на транспортное средство соответственно 4903, 594 чел., 6793 чел. (по Ленинградской области 113, 17 чел., 163 чел.);
- при наезде на пешехода соответственно – 40834, 5167 чел., 46243 чел. (по Ленинградской области 707, 112 чел., 632 чел.);
- при наезде на велосипедистов соответственно – 5294, 370 чел., 5057 чел. (по Ленинградской области 102, 17 чел., 87 чел.);
- при наезде на препятствие соответственно – 11565, 1547 чел., 1498 чел. (по Ленинградской области 345, 47 чел., 444 чел.);
- при наезде на гужевой транспорт – 28, 8 чел., 31 чел. (по Ленинградской области 1, 1 чел., 1 чел.);
- при падении пассажира – 6383, 57 чел., 6628 чел. (по Ленинградской области 28, 0 чел., 29 чел.);
- при наезде на животное – 428, 43 чел., 580 чел. (по Ленинградской области 30, 9 чел., 37 чел.);
- при иных вещах – 6096, 685 чел., 7582 чел. (по Ленинградской области 118, 30 чел., 150 чел.).

Из приведенных данных видно, что по всем видам ДТП необходимо принимать действенные меры, однако по тяжести последствий ДТП, по его видам на втором месте находятся опрокидывания транспортных средств. Важнейшим направлением в профилактике опрокидывания является разработка инновационных решений по предотвращению этого вида ДТП. В связи с этим научно-педагогической школой Санкт-Петербургского государственного аграрного университета разработан ряд инновационных решений, исключающих опрокидывание мобильных транспортных средств или снижающих риск опрокидывания

практически до нуля [10-12]. Одним из таких является изложенное ниже устройство для предотвращения опрокидывания транспортных средств [13]. Разработка осуществлена на основе патентного поиска в соответствии с установленными требованиями к интеллектуальной собственности. Задачей разработки являлось расширение функциональных возможностей и увеличение диапазона срабатывания датчика крена от 0° до 360° за счет ликвидации «мертвых зон» путем использования сегментного кольца.

Схема устройства приведена на рисунках 3-5, среди которых на рисунке 3 схематично изображен датчик крена, на рисунке 4 представлена практическая схема устройства, а на рисунке 5 – электрическая схема устройства.

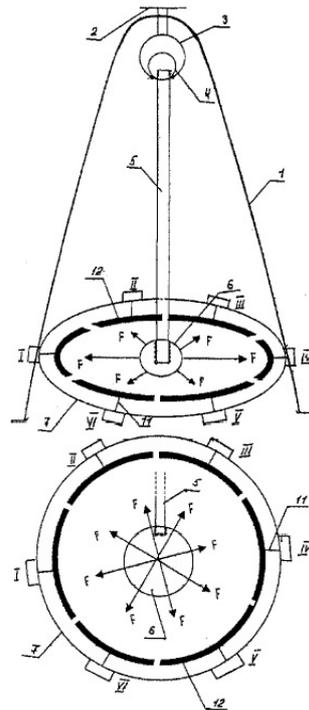


Рис. 3. Схематичное изображение датчика устройства

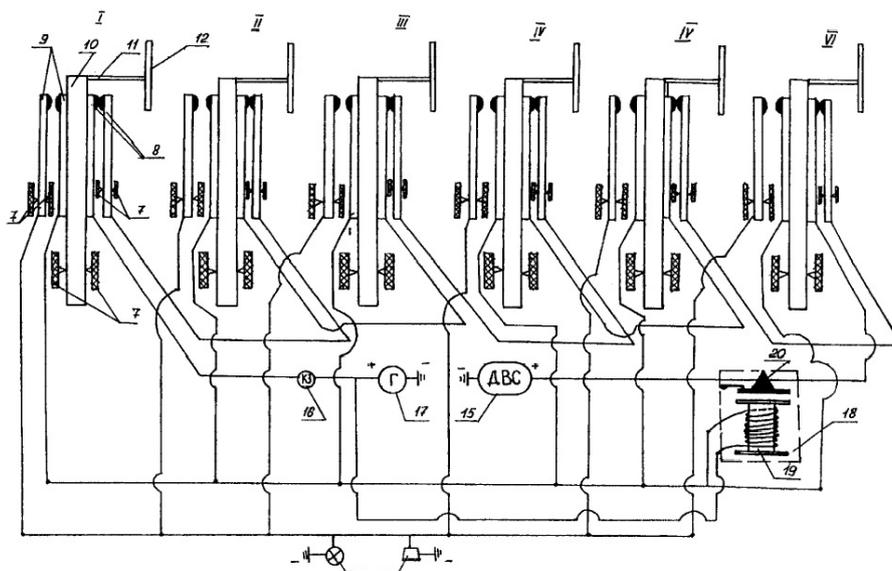


Рис. 4. Электрическая схема устройства, связанная с генератором и двигателем внутреннего сгорания при горизонтальном положении транспортного средства

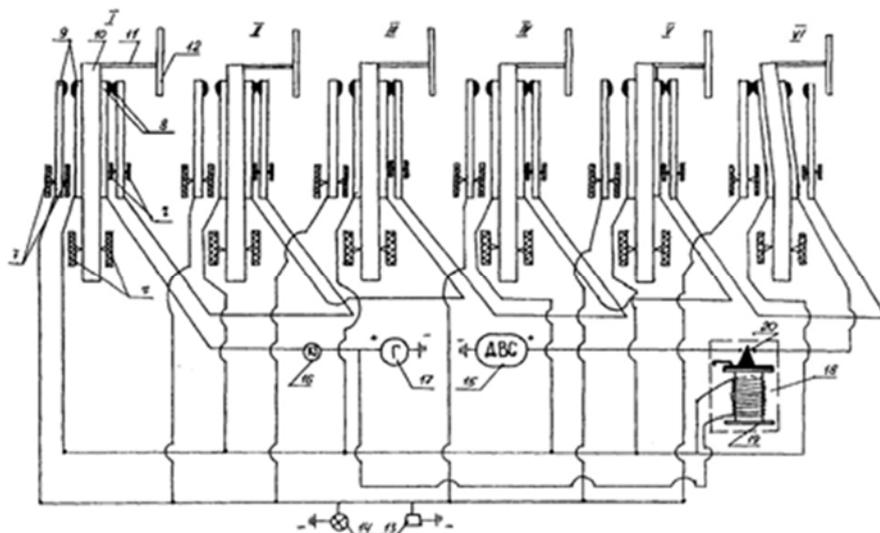


Рис. 5. Электрическая схема устройства при наклоне транспортного средства на предельный угол

Устройство для предотвращения опрокидывания транспортного средства имеет датчик крена (рис.3), он включается в электрическую цепь транспортного средства и содержит корпус 1, в верхней части которого на кронштейне 2 закреплены полая 3 и шаровая 4 сферы. К шаровой сфере 4 крепится маятниковый шток 5, в нижней части которого имеется груз 6. В нижней части корпуса 1 находится крепежное кольцо 7, выполненное из диэлектрического материала, по окружности которого закреплены блоки контактов (I-VI), состоящие из нормально замкнутых 8 и нормально разомкнутых 9 электрических контактов, закрепленных на диэлектрической пластине 10, способной к изгибу. В верхней части пластины 10 закреплены кронштейны 11, соединенные с соответствующими им сегментами кольца 12. Корпус 1 жестко крепится к транспортному средству. Устройство для предотвращения опрокидывания имеет звуковую 13 и световую 14 сигнализации. В электрической цепи, питающей данное устройство и двигатель внутреннего сгорания 15 через ключ зажигания 16 от генератора 17 транспортного средства, устанавливается электромагнитный выключатель 18, состоящий из электромагнитной катушки 19 и пластины 20.

Устройство работает следующим образом. При горизонтальном положении (рис.4) транспортного средства, маятниковый шток 5 с грузом 6 находится в вертикальном положении, а сегментное кольцо 12 – в горизонтальном. При подаче электрического тока через ключ зажигания 16 от генератора 17 он проходит через нормально замкнутые контакты и электромагнитный выключатель 18 к двигателю внутреннего сгорания 15. Звуковая 13 и световая 14 сигнализации не работают.

При предельном наклоне транспортного средства или при резком торможении, или ударе (рис.5) груз 6 маятникового штока 5, взаимодействуя с каким-либо сегментом кольца 12 (в зависимости от стороны наклона или удара), осуществляет давление на пластину 10 посредством кронштейна 11. Пластина 10 изгибается, замыкая нормально разомкнутые 9 и размыкая нормально замкнутые 8 контакты. Таким образом, электрический ток через ключ зажигания 16 от генератора 17 поступает на звуковую 13 и световую 14 сигнализации и прекращается подача электрического тока на двигатель внутреннего сгорания 15. При этом срабатывает электромагнитный выключатель 18: электромагнитная катушка 19 притягивает пластину 20, исключая повторный запуск двигателя внутреннего сгорания 15. Для возобновления работы двигателя внутреннего сгорания 15 необходимо вручную включить электромагнитный выключатель 18.

Испытания макета устройства в лабораторных условиях подтвердили его работоспособность.

Выводы. Неоснащённость средств механизации транспортных работ в целом, включая АПК, приводит в ряде случаев к опрокидыванию их с тяжелейшими последствиями – гибелью операторов, водителей, пассажиров и других участников дорожного движения. Потребность в ликвидации этого пробела в конструкторско-производственной деятельности вынуждает специалистов в области механизации процессов и безопасности разрабатывать инженерно-технические мероприятия, исключающие в данном случае риски опрокидывания мобильных сельскохозяйственных агрегатов. Результаты положительных испытаний дают основания для рекомендации разработчикам и изготовителям средств механизации транспортных работ, способствующих предотвращению опрокидывания таких агрегатов в разнообразных условиях эксплуатации, исключая травматизм механизаторов и материальные затраты на возможное восстановление техники или приобретение новой, если после опрокидывания её восстановление не целесообразно.

Литература

1. **Конституция Российской Федерации** (принятая всенародным голосованием 12.12.1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общенародного голосования 01.07.2020).
2. **Гражданский Кодекс Российской Федерации** (с учетом поправок и замечаний, внесенных Законами РФ от 30.12.2015г., №457-ФЗ, от 31.01.2016г. №7-ФЗ и от 30.11.1994г. №57-ФЗ).
3. **Трудовой кодекс Российской Федерации** (с изменениями и дополнениями от 01.06.2015г.) -М.: Эксмо, 2015 -272с.
4. **Уголовный Кодекс Российской Федерации.**
5. **Кодекс Российской Федерации Об административных правонарушениях** от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 22.12.2020).
6. **Система стандартов (безопасности труда: регламентирована положениями ГОСТ 12.0.001—82 «ССБТ. Основные положения».-) М., 1982г (электронный ресурс).**
7. **Постановление Правительства (РФ от 23.05.2000 N 399 "О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда"- М.,2000 (электронный ресурс).**
8. **Федеральный закон ("О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ)**
9. **Приказ Минтруда (России от 25.02.2016 N 76н (ред. от 04.07.2018) Об утверждении Правил по охране труда в сельском хозяйстве).**
10. **Шкрабак В.С.** Библиографический указатель трудов / СПбГАУ, Библиотека, сост. Н.В., Н.С. Розанова - 3-е изд. перераб. и доп. С.-П, 2017г. -252с.
11. **Шкрабак В.В.** Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК (теория и практика). Монография. СПбГАУ С.- П, 2007г. -580с.
12. **Шкрабак Р.В., Фурман И.В., Шкрабак В.С., Смолинов Е.С., Худяев О. В., Шкрабак Р.Р.** Характеристика трудовой ситуации в сельском, лесном хозяйствах, охоте, рыболовстве и рыбководстве/ Вестник аграрной науки Дона №2(50) 2020г. С.83-93.
13. **Патент 2205112 Российской Федерации МПК В60К 24/14; Н01Н 35/14; В62Д 49/08.** Устройство для предотвращения опрокидывания транспортных средств/ Р. В.Шкрабак, В.Ю. Бузлуков, В.В. Скоробогатов и др. Патентообладатель: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. - №201118 102/28, заявл. 29.08.2001. Оpubл. 27.05.2003. Бюлл. 12. с.7.

References

1. **Konstituciya Rossijskoj Federacii** (prinyataya vsenarodnym golosovaniem 12.12.1993 g. s izmeneniyami, odobrennymi v hode obshchenarodnogo golosovaniya 01.07.2020).
2. **Grazhdanskiy Kodeks Rossijskoj Federacii** (s uchetom popravok i zamechanij, vnesennyh Zakonami RF ot30.12.2015g., №457-FZ, ot 31.01.2016g. №7-FZ i ot 30.11.1994g. №57-FZ).

3. **Трудовой кодекс Российской Федерации** (с изменениями и дополнениями от 01.06.2015г.) -М.: Эксмо, 2015 -272с.
4. **Уголовный Кодекс Российской Федерации.**
5. **Кодекс Российской Федерации** Об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-FZ (ред. от 22.12.2020).
6. **Система стандартов** (безопасности труда: регламентирована положениями GOST 12.0.001—82 «ССБТ. Основные положения».-) М., 1982г (электронный ресурс).
7. **Постановление Правитель'ства** (RF от 23.05.2000 N 399 "О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда"0- М.,2000 (электронный ресурс).
8. Федераль'ный закон ("О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-FZ)
9. **Приказ Минтруда** (России от 25.02.2016 N 76н (ред. от 04.07.2018) Об утверждении Правил по охране труда в сел'sком хозяйстве).
10. **SHkrabak V.S.** Библиографический указатель трудов / SPbGAU, Библиотека, сост. N.V., N.S. Rozanova - 3-е изд. перераб. и доп. С.-P, 2017г. -252с.
11. **SHkrabak V.V.** Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК (теория и практика). Монография. SPbGAU С.- P, 2007г. -580с.
12. **SHkrabak R.V., Furman I.V., SHkrabak V.S., Smolinov E.S., Hudyayev O. V., SHkrabak R.R.** Характеристика трудоохранной ситуации в сел'sком, лесном хозяйстввах, охоте, рыболовстве и рыбководстве/ *Vestnik agrarnoy nauki Dona №2(50) 2020g. S.83-93.*
13. **Patent 2205112 Российской Федерации МПК V60K 24/14; N01N 35/14; V62D 49/08.** Устројство для предотвращения опрокидывания транспортных средств/ R. V.SHkrabak, V.YU. Buzlukov, V.V. Skorobogatov i dr. Patentоооladatel': Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. - №201118 102/28, заявл. 29.08.2001. Оpubl. 27.05.2003. Byull. 12. s.7.

Цитирование. Шкрабак Р.В. Повышение эффективности средств механизации транспортных работ в апк обеспечением их безопасности // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – №1(62). – С. 217-226. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-217-226

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Shkrabak R.V. The efficiency increase of means of transport works mechanization in agricultural industry by ensuring their safety // *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2021. 1(62). 217-226. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-217-226

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Требования к научным статьям, публикуемым в журнале «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета»

Уважаемые коллеги!

Санкт-Петербургским государственным аграрным университетом издается журнал «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета». С 2007 года журнал включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, где публикуются основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора или кандидата наук, а также в базу данных международной информационной системы AGRIS, в библиографическую базу данных - Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается на официальном сайте ФГБОУ ВО СПбГАУ. Подписной индекс – ВН 017771. Статьям присваивается DOI (цифровой идентификатор объекта). В журнале «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета» публикуются статьи по следующим группам специальностей:

- 06.01.00 Агрономия (сельскохозяйственные науки; биологические науки);
- 06.02.00 Ветеринария и Зоотехния (сельскохозяйственные науки; биологические науки);
- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем (технические науки; сельскохозяйственные науки).

Основные требования к статьям, предоставляемым для публикации в журнале:

1. Статья должна соответствовать основным научным направлениям журнала, а также содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными на современном этапе научного развития.

2. Размер текста статьи должен составлять 7-10 страниц на листах А4, шрифт Times New Roman, шрифт 14, межстрочный интервал – 1,5.

3. В редакционно-издательский отдел необходимо предоставить следующие материалы:

- **текст статьи** на русском языке в бумажной версии (для сторонних авторов – электронной; формат файла: doc, docx; на эл.почту izvestiya@spbgau.ru) согласно требованиям к структуре и содержанию статьи с обязательным указанием контактных телефонов авторов; **допускается не более 3-х авторов**;

- **аннотацию (200 – 250 слов)** на русском и английском языках; **ключевые слова (не более 7 слов)** на русском и английском языках; **информацию об авторе** (авторах) статьи на русском и английском языках (электронная почта, место работы, адрес места работы).

Правила оформления статьи:

- номер УДК (12 шрифт светлый);
- ученая степень, (шрифт 12 строчный), **и.о. фамилия** (шрифт 12 жирный прописной);
- место работы (шрифт 12 строчный), e-mail (шрифт 12 строчный) в скобках;
- **название статьи** (шрифт 14 жирный прописной);
- основной текст (шрифт 14 строчный);
- пристатейный библиографический список (шрифт 12 строчный); Список источников литературы (шрифт 12 строчный жирный, разреженный);

Текст статьи необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: **введение; цель исследования; материалы, методы и объекты исследования; результаты исследования; выводы** (отмечать подзаголовки жирным шрифтом), библиографический список. **Библиографический список: не менее 10 источников**, включая иностранные, оформляется общим списком в конце статьи и представляется на русском языке и **в латинице – References, стандарт «Harvard»**. Литература должна быть оформлена в соответствии с ГОСТом Р 7.0.5-2008. Список составляется в соответствии с последовательностью ссылок в тексте (в порядке цитирования). Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например [1].

4. Поступившие и принятые к публикации статьи проходят обязательное рецензирование и проверяются на заимствования по программе «Антиплагиат».

5. Статьи, предоставляемые в редакцию, не возвращаются. Сторонние авторы предоставляют лицензионный договор.

6. Редакционно-издательские услуги для сторонних авторов – 550 руб. (1 стр.), стоимость журнала – 900 руб.

В каждом журнале допускается публикация только одной статьи одного и того же автора.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать статьи, не отвечающие настоящим требованиям, а также право на воспроизведение поданных авторами материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража экземпляров. Материалы для публикаций принимаются в течение первого месяца квартала. **Подробная информация о журнале «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета» на сайте <http://spbgau.ru/izvestiya>**

ИЗВЕСТИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Ежеквартальный научный
журнал № 1 (62)

Подписано к печати 31.03.2021 г.
Формат 60×84 1/8. П.л. 24,5 Тираж 1000. Заказ 57.
Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных оригиналов
в Издательско-полиграфическом комплексе
Санкт-Петербургского государственного аграрного университета
г. Пушкин, Петербургское шоссе., д. 2