

ISSN 2078–1318

**ИЗВЕСТИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**№ 2 (59)**



**IZVESTIYA  
SAINT-PETERSBURG STATE  
AGRARIAN UNIVERSITY**

**2020**

# ИЗВЕСТИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 2 (59)



# IZVESTIYA

SAINT-PETERSBURG STATE  
AGRARIAN UNIVERSITY

2020

**ИЗВЕСТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Ежеквартальный научный журнал  
№ 2 (59)

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  
№ 2 (59)

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  
№ 2 (59)

Главный редактор

Доктор ветеринарных наук, временно исполняющий обязанности ректора ФГБОУ ВО СПбГАУ  
**Морозов Виталий Юрьевич**

Заместители главного редактора:

Доктор сельскохозяйственных наук, временно исполняющий обязанности проректора  
по научной, инновационной и международной работе

**Цыганова Надежда Александровна**

Кандидат экономических наук, временно исполняющий обязанности проректора  
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, 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 (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство);

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

**Дидманидзе Отари Назирович**, член-корр. 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 (06.01.04 Агротехнология; 06.01.07 Защита растений);

**Донских Нина Александровна**, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Земледелие и луговое хозяйство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.01 Общее земледелие, растениеводство; 06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

**Добринов Александр Владимирович**, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

**Елифанов Алексей Павлович**, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Электроэнергетика и электрооборудование» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве);

**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; 06.01.03 Агротехнология; 06.01.04 Агротехнология);

**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» (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 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 агрохимия» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.03 Агрофизика; 06.01.04 Агрохимия);

**Лаптев Георгий Юрьевич**, д-р биол. наук, директор ООО «Биотроф» (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов; 06.02.07. Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

**Митюков Алексей Савельевич**, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотрудник ФГБНУ «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 луговое хозяйство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.04 Агрохимия; 06.01.06 Луговое хозяйство 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 (06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений; 06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

**Осипова Ольга Валентиновна**, канд. с.-х. наук, доц., декан факультета «Зооинженерия и биотехнологии» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

**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 (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

**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., зав. центром генетики, селекции и интродукции садовых культур ФГБНУ ВСТИСП (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., декан факультета «Плодоовощеводство и перерабатывающие технологии» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

**Станишевская Ольга Игоревна**, д-р биол. наук, руковод. отд. генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с.-х. птиц ВНИИГРЖ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

**Терлецкий Валерий Павлович**, д-р биол. наук, проф., глав. науч. сотрудник ФГБНУ ВИР (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., зам. директора по научной работе Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» (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  
№ 2 (59)

Editor-in-Chief

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

Deputies Editor-in-Chief

Doctor of Agriculture, acting Vice-Rector for scientific, innovative and international work  
**Tsyganova Nadezhda Aleksandrovna**  
Ph.D. of Economics, acting 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, 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 (05.20.01 Technologies and Means of Agricultural Mechanization; 06.01.01 General farming, plant growing);

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

**Didmanidze Otari Nazirovich**, Corresponding Member 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 (06.01.04 Agrochemistry; 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; 06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

**Dobrinov Alexandr Vladimirovich**, Ph.D. of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of «Technical Systems in Agribusiness» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and Means of Agricultural Mechanization);

**Epifanov Aleksey Pavlovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Electricity and Electrical Equipment» FSBEI HE SPbSAU (05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture);

**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; 06.01.03 Agrophysics; 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 (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals; 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 of «Soil Science and Agrochemistry» FSBEI HE SPbSAU (06.01.03 Agrophysics; 06.01.04 Agrochemistry);

**Lapteev Georgy Yuryevich**, Doctor of Biology, Director of «Biotrof» LLC (06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology; 06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals);

**Mityukov Aleksey Savelyevich**, Doctor of Agriculture, 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 (06.01.04 Agrochemistry; 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 (06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants; 06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

**Osipova Olga Valentinovna**, Ph.D. of Agriculture, Associate Professor, Dean of the Faculty of «Animal Science and Biotechnology» FSBEI HE SPbSAU (06.02.10 Private animal husbandry, technology for the production of livestock products);

**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 (06.02.07 Breeding, selection and genetics of farm animals; 06.02.08 Fodder production, livestock feeding and feed technology);

**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, Head of the Center for Genetics, Breeding and Introduction of Horticultural Plants, FSBSI ARHIBAN (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, Dean of the Faculty of «Horticulture and Processing Technologies» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization; 06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops; 06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

**Stanishevskaya Olga Igorevna**, Doctor of Biology, Head of the Department of Genetics, Breeding and Preservation of genetic resources of agricultural birds RRIFAGB (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals; 06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

**Terletsky Valery Pavlovich**, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher FSBSI «Federal Research Center the N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources» (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, Deputy Director for Research of the Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of FSBEI HE DonSAU (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

Лозовой А.А., Донских Н.А. Динамика содержания питательных веществ злаковых травостоев в зависимости от срока первого скашивания в условиях Ленинградской области .....	9
Лаврищева Т.А. Влияние продолжительности выращивания на рост и развитие различных сортов цикория салатного ( <i>Cichorium intybus l. Var. Foliosum</i> ) .....	14
Фёдорова Р.А. Качественная оценка биологической ценности тыквы при использовании в перерабатывающем производстве .....	22
Ткач А.С., Голубев А.С., Свирина Н.В. Действие нового гербицида Артист на однолетние сорные растения в посадках картофеля .....	27
Хуаз С.Х., Ефремова М.А. Влияние предпосевной инокуляции биопрепаратами на продуктивность и накопление основных элементов питания ячменем двух сортов .....	33
Долженко О.В., Бендикайте Т.В., Долженко Т.В. Химическая защита семенных посадок картофеля от тлей .....	38
Балакирева О.С., Иванова Г.П., Долженко В.И. Перспективные средства для защиты овощных культур в теплицах от комплекса сосущих фитофагов .....	44
Ермолаева Л.В., Сорокин А.А. Устойчивость жимолости синей к тлям на Северо-Западе России .....	52
Трусова Л.А., Алфёрова И.Ю. Влияние Оргавита и Биогема на плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Ленинградской области .....	57
Киселёв М.В., Башарина М.В. Определение степени токсичности почвы, очищенной от нефтезагрязнения биологическими препаратами, в условиях Северо-Запада РФ .....	64
Богданов В.Л., Осипов А.Г., Гарманов В.В. Методика мониторинга засорения земель борщевиком Сосновского по данным дистанционного зондирования .....	69
Тугаринов Л.В., Комаров А.А., Кирсанов А.Д. Оценка корректирующего действия некорневых подкормок с помощью ДДЗ в Краснодарском крае .....	74

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ: ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Сафронов С.Л., Белопольский А.Е., Фомина Н.В. Значение аминотрансфераз в характеристике мясной продуктивности крупного рогатого скота .....	82
Алексеева А.Ю., Дадыкина А.М. Молочная продуктивность коров голштинской породы в зависимости от происхождения их отцов .....	87
Фирсова Э.В., Митюков А.С. Молочное скотоводство Мурманской области .....	92
Алексеева Е.И., Борисова А.В. Характеристика маточных семейств в советской тяжеловозной породе .....	96
Дубровин А.В. Результаты оценки жеребцов-производителей новоалтайской породы по качеству потомства в 2019 году .....	104
Вахрамеев А.Б. Куры Ундуч Гергебильского района Дагестана как предковая форма гиланской породы ....	109

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Картошкин А.П., Фомичев А.И., Долгушин В.А. Результаты тягово-динамических и топливно-экономических испытаний трактора «Митракс Т-10» .....	115
Раков В.А., Литвинов В.И. Оценка экономической эффективности использования комбинированных и электрических энергоустановок в сельскохозяйственных машинах .....	123
Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование смесителя с магнитоожигенным слоем ферротел .....	129
Керимов М.А. Функционирование кормораздатчиков как многосвязных динамических систем .....	134
Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Исмаилов И.И. Агрегат для подготовки почвы под бахчевые культуры .....	141
Джабборов Н.И., Сергеев А.В., Семенова Г.А. Оценка степени крошения почвы динамичными почвообрабатывающими рабочими органами .....	146
Волхонов М.С., Волхонов Р.М., Коваленко Р.М. Ультразвуковое устройство для оценки изменения состояния слоя зернового вороха при его очистке .....	153
Постнов Е.Л., Бушуев И.В., Панкратова А.А. Микробиологические исследования биотехнологического процесса при приготовлении чая из кипрея узколистного в ферментационной камере .....	159
Матюшева Н.В., Худякова В.М. Совершенствование технологии обслуживания цистерн при сливе жидких удобрений и пестицидов .....	167
Аннотации .....	174



## AGRICULTURAL SCIENCE: AGRONOMY

<b>Lozovoy A.A., Donskikh N.A.</b> Dynamics of nutrients content in cereal herbs depending on the first mowing period in the conditions of Leningrad region .....	9
<b>Lavrishcheva T.A.</b> Influence of growing time on the growth and development of various varieties of <i>Cichorium intybus</i> l. Var. <i>Foliosum</i> .....	14
<b>Fedorova R.A.</b> Qualitative assessment of the biological value of pumpkin when used in processing production .....	22
<b>Tkach A.S., Golubev A.S., Svirina N.V.</b> The efficiency of new herbicide Artist against annual weeds in potato plantings .....	27
<b>Khuaz S.Kh., Efremova M.A.</b> Influence of pre-seeding inoculation by biological products on productivity and accumulation of basic elements of two varieties .....	33
<b>Dolzhenko O.V., Bendikaite T.V., Dolzhenko T.V.</b> Chemical plant protection for potato seed plantings against aphids .....	38
<b>Balakireva O.S., Ivanova G.P., Dolzhenko V.I.</b> Perspective means for protection of vegetable crops in greenhouses from the complex of sucking phytophages .....	44
<b>Ermolaeva L.V., Sorokin A.A.</b> Resistance of blue honeysuckle to aphids at the North-west of Russia .....	52
<b>Trusova L.A., Alferova I.Yu.</b> Oravit and Bisem influence on fertility of sod-podzolic soil in the conditions of Leningrad region .....	57
<b>Kiselyov M.V., Basharina M.V.</b> Determination of soil toxicity purified from oil contamination by biological preparations in the conditions of the North-west of the Russian Federation .....	64
<b>Bogdanov V.L., Osipov A.G., Garmanov V.V.</b> Methodology for monitoring of lands contamination by Sosnovsky's hogweed according to remote sounding data .....	69
<b>Tugarinov L.V., Komarov A.A., Kirsanov A.D.</b> Assessment of the corrective action of non-root feeding using DDZ in Krasnodar region .....	74

## AGRICULTURAL SCIENCES: VETERINARY MEDICINE & ANIMAL SCIENCE

<b>Safronov S.L., Belopolskiy A.E., Fomina N.V.</b> The value of aminotransferases in the characteristic of meat productivity of cattle .....	82
<b>Alexeeva A.Y., Dadykina A.M.</b> Milk productivity of holstein cows depending on the origin of their fathers .....	87
<b>Firsova E.V., Mityukov A.S.</b> Dairy farming in the Murmansk region .....	92
<b>Alekseeva E.I., Borisova A.V.</b> Characteristics of maternal families in the soviet heavy draft horse breed .....	96
<b>Dubrovin A.V.</b> Evaluation results of stallions-producers of the novoaltai breed by offspring quality in 2019 .....	104
<b>Vakhrameev A.B.</b> Unduch hens of gergebilsy district of dagestan as the ancestral form gilyan breed .....	109

## ENGINEERING SCIENCE: PROCESSES AND MACHINES OF AGRO ENGINEERING SYSTEMS

<b>Kartoshkin A.P., Fomichev A.I., Dolgushin V.A.</b> Results of traction-dynamic and fuel-economic tests of the «Mitrax T-10» tractor .....	115
<b>Rakov V.A., Litvinov V.I.</b> Economic efficiency assessment of hybrid and electric motors using in tractors .....	123
<b>Bezzubtseva M.M., Volkov V.S.</b> Investigation of a mixer with a magnetically liquefied layer of ferro bodies .....	129
<b>Kerimov M.A.</b> Feed distributors functioning as multiply connected dynamic systems .....	134
<b>Aldoshin N.V., Mamatov F.M., Ismailov I.I.</b> Soil preparing unit for melon and gourd crops .....	141
<b>Dzhabborov N.I., Sergeev A.V., Semenova G.A.</b> Assessing of the of soil crushing degree by dynamic soil processing working bodies .....	146
<b>Volkhonov M.S., Volkhonov R.M., Kovalenko R.M.</b> Ultrasonic device for assessing changes in the state of the grain heap layer during its cleaning.....	167
<b>Postnov E.L., Bushuev I.V., Pankratova A.A.</b> Microbiological analysis of biotechnological tea manufacturing process of <i>epilobium angustifolium</i> in a fermentation room .....	153
<b>Matyusheva N.V., Hudyakova V.M.</b> Improvement of tank service technology when pouring liquid fertilizers and pesticides .....	159
<b>Annotations</b> .....	174

УДК 633.2

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12009

Аспирант **А.А. ЛОЗОВОЙ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, lozovoy.a.a@hotmail.com)  
Доктор с.-х. наук **Н.А. ДОНСКИХ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, nina-donskikh@mail.ru)

### **ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ПЕРВОГО СКАШИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Основной проблемой животноводства в Ленинградской области является слабая кормовая база, которая не соответствует уровню развития его производства [1]. Известно, что Ленинградская область достигла высокой продуктивности молочного стада и является лидером по продуктивности в России. Для улучшения качества продукции, успешного развития животноводства, повышения его продуктивности, а также снижения себестоимости, необходимо обратить особое внимание на полноценный сбалансированный рацион сельскохозяйственных животных, от которого напрямую зависит здоровье животного, продуктивное долголетие скота [1, 2]. В то же время питательная ценность травянистых кормов сильно влияет на общие затраты хозяйства.

Многолетние травы, высеянные на пахотных землях и на улучшенных лугах, в основном на поймах, являются важным резервом для увеличения производства объемистых кормов в большинстве районов нашей страны. В плане белково-энергетического питания, наличия биологически активных веществ они полностью соответствуют научно обоснованному кормлению высокопродуктивного скота (Донских Н.А., 2015) [4, 5].

Динамика питательных веществ в луговых растениях подчинена определенным закономерностям и зависит от многих факторов: вида растения, фазы развития, почвенно-климатических условий и других [3, 6, 7].

Создание различных по скороспелости травостоев обосновано необходимостью получения высокопитательного сырья из трав на скошенных лугах. Содержание питательных веществ в луговых растениях и урожайность травостоя, который они составляют, динамичны в фазах вегетации растений, поэтому максимальный сбор питательных веществ и особенно белка в посевах достигается при уборке травостоя в определенные фазы развития доминирующих растений; их развитие определяет дату начала скашивания конкретного травостоя. Поэтому вся площадь хозяйства должна быть занята 4-5 различными по видовому составу травостоями для последующего скашивания их и получения высокопитательного сырья для приготовления травяного корма наилучшего качества [8].

**Цель исследования** – изучить динамику накопления питательных веществ многолетних злаковых трав в зависимости от срока проведения их скашивания.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исследования по данной теме проводили на опытном поле СПбГАУ в 2017–2019 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая, высококультуренная с содержанием гумуса 6,4%, рН – 5,4.

Изучение влияния срока скашивания на урожайность и питательную ценность осуществлялось на злаковых травостоях 3, 4 и 5 годов пользования. Весной в начале отрастания растений вносили минеральные удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и калийной соли. Посев изучаемых кормовых злаковых трав проведен 8 июля в 2014 г. беспокровно. Повторность опыта – четырехкратная. Площадь опытной делянки – 10 м<sup>2</sup>.

Исследования проводили на самых распространенных видах злаковых трав: тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*) [9].

Все виды, взятые для изучения, являются эталонными доминантами для создания разно-поспевающих травостоев в системе сырьевого конвейера, на которых и строится кормовая база Ленинградской области.

Все учеты и наблюдения выполнены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, разработанными ВНИИК им. В.Р. Вильямса (1987) [9, 10].

**Результаты исследований.** Погодные условия в годы исследований (2017–2019 гг.) были очень разнородными: 2017 год характеризовался избыточным увлажнением и пониженной температурой воздуха, на  $4,5^{\circ}\text{C}$  ниже по сравнению со средней многолетней температурой, а количество выпавших осадков превысило норму на 35 мм. 2018 год характеризовался повышенными температурами воздуха и низким поступлением осадков, особенно в первой половине лета. Температурный режим превышал средние многолетние на  $8,8^{\circ}\text{C}$ , а количество выпавших осадков на 53 мм было меньше.

2019 год был вполне благоприятным для произрастания многолетних злаковых видов: и температура воздуха, и количество выпавших осадков были близки к норме.

В 2017 году приход тепла к моменту первого укоса был намного ниже нормы: сумма активных температур за май составила  $289^{\circ}\text{C}$ , что сказалось на замедленном отрастании изучаемых видов травостоев, а потому к первому учету приступили только 1 июня. Зато последующие оба года исследований характеризовались повышенной теплообеспеченностью при формировании первого укоса: сумма активных температур превысила  $400^{\circ}\text{C}$ , что позволило приступить к учету уже в середине мая (рис.1).

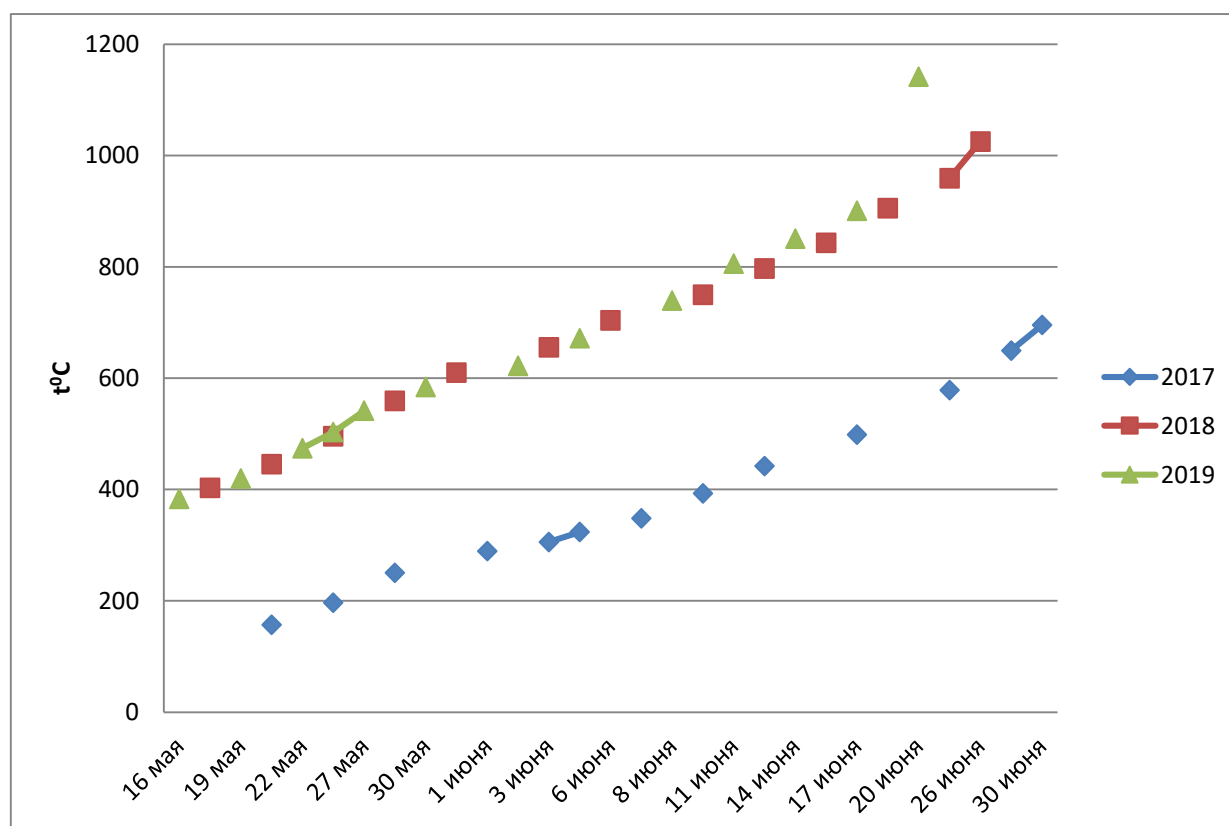


Рис. 1. Сумма эффективных температур в годы исследований, 2017–2019 гг.

В наших исследованиях динамика урожайности изучаемых травостоев зависела как от вида растений, срока скашивания, так и от фазы вегетации.

К учету злаковых травостоев с 2017-го по 2019 год приступали в конце фазы выхода в трубку – начала колошения (срок для заготовки сенажа и силоса).

Наибольшую урожайность сформировал кострец безостый – 2,2 т/га с.м. Ежа сборная не уступала тимopheевки в этой фазе вегетации – 1,9–2 т/га с.м. Овсяница луговая значительно уступала всем изучаемым видам, сформировав только 1 т/га с.м. При наступлении фазы полного колошения уровень урожайности всех изучаемых травостоев существенно возрос и составил более 3 т/га, кроме овсяницы луговой (рис. 2).

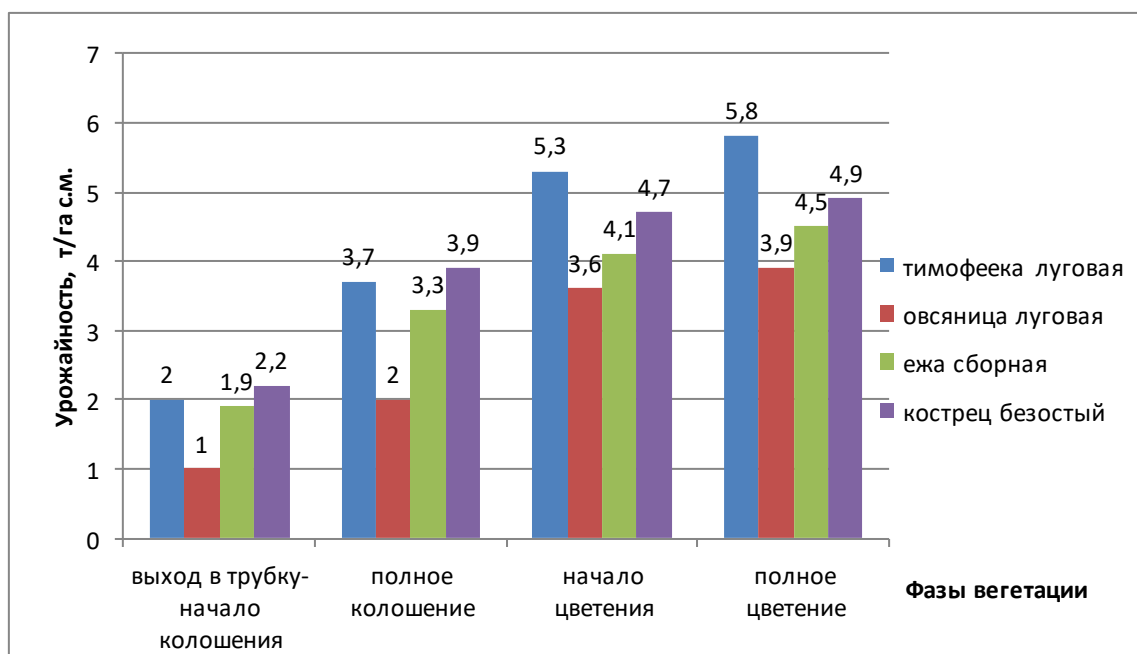


Рис.2. Динамика урожайности злаковых травостоев по фазам вегетации при первом скашивании в среднем за три года, 2017–2019 гг. (т/га в с.м.)

Максимальную урожайность все изучаемые травостои сформировали в фазу полного цветения: ежа сборная – 4,5 т/га, тимopheевка луговая – 5,8 т/га, а кострец безостый – 4,9 т/га. Самый низкий уровень урожайности продемонстрировал травостой овсяницы луговой – 3,9 т/га.

Важным показателем качества кормов и их питательности является химический состав, а именно содержание сырого протеина. Дефицит протеина в рационе животных приводит к уменьшению надоев и увеличению затрат корма на производство молока.

Содержание сырого протеина у всех изучаемых травостоев в фазе выхода в трубку – начала колошения было высоким (19,6–23,2%). Но при наступлении генеративной фазы – колошение (выметывание) наблюдается снижение этого показателя у тимopheевки луговой на 8%, у овсяницы луговой – на 10%, у ежи сборной – на 9,3%, у кострца безостого – на 12% (табл.1). Эти показатели свидетельствуют о низкой питательности заготавливаемых кормов в более поздние фазы. Самое низкое содержание сырого протеина наблюдалось у изучаемых трав во время цветения (от 8,8 до 10,9%).

Таблица 1. Динамика содержания сырого протеина в изучаемых злаковых травостоях в среднем за 2017–2019 гг. (% от сухой массы) и кострца безостого за 2 года (2018–2019 гг.)

Травостой \ Фазы вегетации	Выход в трубку- начало колошения	Полное колошение	Начало цветения
Тимopheевка луговая	19,6	11,6	10,9
Овсяница луговая	23,2	13,2	10,6
Ежа сборная	22,9	13,6	10,4
Кострец безостый	22,3	10,3	8,8

Одним из важных компонентов питательности и усвоения заготавливаемых кормов является содержание сырой клетчатки. Клетчатка является определяющим фактором для гидролиза всех пищевых ингредиентов в корме. Сырая клетчатка необходима для нормализации пищеварения у жвачных животных. Она благоприятно влияет на содержание жира в молоке, но избыток ее снижает переваримость кормов и эффективность использования питательных веществ [4,10].

Таблица 2. Динамика содержания сырой клетчатки в изучаемых злаковых травостоях в среднем за 2017–2019 гг. (% от сухой массы) и костреца безостого за 2 года (2018–2019 гг.)

Травостой \ Фазы вегетации	Выход в трубку- начало колошения	Полное колошение	Начало цветения
Тимофеевка луговая	22,6	30,0	29,2
Овсяница луговая	22,5	24,7	28,0
Ежа сборная	22,1	27,2	31,0
Кострец безостый	24,1	30,2	30,3

Оптимальное содержание клетчатки за три года приходилось в фазу начала колошения – от 22% до 24%. В фазу полного колошения этот показатель увеличился на 2-8%: у тимофеевки и костреца он составил 30%, у овсяницы – 24,7%, у ежи сборной – 27%, что является вполне закономерно (табл.2).

Повышенное содержание углеводов в траве приводит к увеличению потребления корма животным. Это обеспечивается тем, что переваримость трав с высоким содержанием сахара лучше, а также тем, что высокое содержание сахара «разбавляет» клетчатку в растении и, следовательно, повышает потребление травы коровой.

Таблица 3. Динамика накопления сахаров в изучаемых злаковых травостоях в среднем за 2017–2019 гг. (% от сухой массы)

Травостой \ Фазы вегетации	Выход в трубку- начало колошения	Полное колошение	Начало цветения	Полное цветение
Тимофеевка луговая	10,0	7,2	10,2	9,1
Овсяница луговая	10,3	9,9	10,5	8,9
Ежа сборная	11,1	12,1	10,0	6,5
Кострец безостый	9,6	8,2	9,8	11,0

На момент фазы выхода в трубку – начала колошения накопление сахаров в злаковых травостоях составило от 9,6 до 11%. При наступлении фазы полного колошения у тимофеевки, овсяницы и костреца безостого наблюдалось снижение этого показателя на 1–3%, а у ежи сборной, наоборот, повысилось на 1%. К началу цветения у тимофеевки луговой содержание сахаров, так же как и у овсяницы и костреца безостого, увеличилось, а у ежи сборной уменьшилось на 2% (табл.3).

Содержание сырой золы по фазам вегетации трав отличалось незначительно, наибольший показатель был в фазу выхода в трубку – начало колошения: 10,5% – у овсяницы, 9,6-9,7% – у ежи и костреца и 8% – у тимофеевки. В дальнейшем при смене фаз вегетации трав наблюдается снижение минеральных соединений на 1-2% (табл.4).

Таблица 4. Динамика накопления сырой золы в изучаемых злаковых травостоях в среднем за 2017–2019 гг. (% от сухой массы)

Травостой \ Фазы вегетации	Выход в трубку- начало колошения	Полное колошение	Начало цветения	Полное цветение
Тимофеевка луговая	8,0	8,2	7,5	7,1
Овсяница луговая	10,5	8,3	8,2	8,2
Ежа сборная	9,7	6,9	8,3	8,0
Кострец безостый	9,6	8,7	6,4	7,9

Таким образом, содержание питательных веществ у изучаемых злаковых видов очень динамично и целиком зависит от фазы вегетации.

#### **Выводы:**

1. Наибольшее содержание питательных веществ в заготавливаемых злаковых травах на корм животным получается при уборке их в ранние фазы вегетации: выхода в трубку – колошения. Уборка на тот или иной вид корма напрямую зависит от динамики содержания питательных веществ в сырье; скашивание злаков для заготовки сенажа и силоса целесообразно проводить в конце фазы выхода в трубку – начале колошения; при заготовке сена злаки следует убирать в фазу полного колошения до начала цветения.

2. Трава, скошенная в ранние фазы вегетации, отличается высоким содержанием сырого протеина и других питательных веществ и низким содержанием клетчатки.

3. Существенное влияние на скорость прохождения фаз развития трав, на получение высоких урожаев оказывают погодные условия региона: поступление тепла и влагообеспеченность.

#### **Литература**

1. **Донских Н.А., Лозовой А.А.** Урожайность многолетних злаковых травостоев и качество сырья в зависимости от срока скашивания в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (58). – С. 14-19.
2. **Ларин И.В., Иванов А.Ф., Бегучев П.П.** Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. и др. – 2-е изд. доп.-Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1990.
3. **Донских Н.А.** Научное обоснование приемов создания долгодетных укосных травостоев на Северо-Западе России: автореферат дис... доктора с.-х. наук. – СПб., 1998.
4. **Лепкович И.П.** Современное луговое хозяйство. – СПб.: Профи-Информ, 2005. – 420 с.
5. **Спиридонов А.М.** Основные направления совершенствования кормопроизводства: материалы научно-практической конф. – СПб., 2018. – С. – 39-42.
6. **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.
7. **Справочник по кормопроизводству.** – М., 2004. – 718 с.
8. **Донских Н.А., Лепкович И.П., Никулин А.Б.** Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Кормопроизводство» – СПб.: СПбГАУ. – 2015. – 33с.
9. **Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами.** – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1987. – 197с.
10. **Коломейченко В.В.** Кормопроизводство: учебник. – СПб: Издательство «Лань», 2015. – 656 с.

#### **Literatura**

1. **Donskih N.A., Lozovoj A.A.** Urozhajnost' mnogoletnih zlakovyh travostoev i kachestvo syr'ya v zavisimosti ot sroka skashivaniya v usloviyah Leningradskoj oblasti // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 1 (58). – S. 14-19.
2. **Larin I.V., Ivanov A.F., Beguchev P.P.** Lugovodstvo i pastbishchnoe hozyajstvo. i dr. – 2-e izd. dop.-L.: Agropromizdat, Leningr. otd-nie, 1990.
3. **Donskih N.A.** Nauchnoe obosnovanie priemov sozdaniya dolgoletnih ukosnyh travostoev na Severo-Zapade Rossii: avtoreferat dis... doktora s.-h. nauk. – SPb., 1998.
4. **Lepkovich I.P.** Sovremennoe lugovodstvo. – SPb.: Profi-Inform, 2005. – 420 s.
5. **Spiridonov A.M.** Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya kormoproizvodstva: materialy nauchno-prakticheskoy konf. – SPb., 2018. – S. – 39-42.
6. **Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N. i dr.** Osnovnye napravleniya razvitiya lugovogo kormoproizvodstva v Rossii // Dostizhenie nauki i tehniki APK. – 2018. – T.32, №2. – S.17-20.
7. **Spravochnik po kormoproizvodstvu.** – M., 2004. – 718 s.

8. **Donskih N.A., Lepkovich I.P., Nikulin A.B.** Metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu kursovoj raboty po discipline «Kormoproizvodstvo» – SPb.: SPbGAU. – 2015. – 33s.
9. **Metodicheskie ukazaniya** po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami. – M.: VNI kormov im. V.R. Vil'yamsa, 1987. – 197s.
10. **Kolomejchenko V.V.** Kormoproizvodstvo: uchebnik. – SPb: Izdatel'stvo «Lan'», 2015. – 656 s.

УДК 635.552

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12014

Зав. лабораторией **Т.А. ЛАВРИЩЕВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ta.lavrisheva@yandex.ru)

### **ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЦИКОРИЯ САЛАТНОГО (*CICHORIUM INTYBUS L. VAR. FOLIOSUM*)**

Цикорий салатный витлуф (*Cichorium intybus L. var. foliosum*) был получен в конце XIX столетия в Брюсселе в результате селекционного отбора из Магдебургского корнеплодного цикория. Он получил широкое распространение во Франции, Голландии, Бельгии и других европейских странах как деликатесная овощная культура. Позднее кочанную форму выгоночного цикория называли витлуф (witloof), то есть белый лист, так как листья кочанчика, который вырастал в темноте, были почти белые [1].

Витлуф является уникальной сельскохозяйственной культурой благодаря высокой пищевой и фармацевтической ценности [1, 2].

Семена *Cichorium intybus* более туговсхожи, чем семена салата цикорного *Cichorium endivia* [3], хотя в фазе семядолей эти растения неотличимы. В первый год вегетации растения цикория салатного образуют корнеплод массой от 60-80 г [4] до 100-400 г [5], длиной от 10 до 45 см и диаметром от 2 до 8 см и более, который используют для выгонки и переработки. Как двулетнее растение цикорий салатный даёт семена на второй год жизни. Высота цветоносного побега достигает 110-190 см и значительно превышает этот показатель у *Cichorium endivia* [6]. Число стеблей на семенниках варьируется от 1 до 10 и более, в зависимости от сорта [5].

**Цель исследования** – изучить динамику изменения биометрических показателей различных сортов цикория салатного витлуфа в зависимости от продолжительности выращивания.

В задачи исследований входило:

- определить основные морфометрические показатели у растений витлуфа: высоту растения, диаметр листовой розетки, количество листьев, длину и диаметр корнеплода;
- вычислить площадь ассимиляционной поверхности листьев витлуфа;
- выявить динамику изменения массы растений и их отдельных частей (листьев и корнеплода), в зависимости от продолжительности вегетации;
- изучить закономерности формирования кочанчиков у различных сортов цикория в зависимости от параметров корнеплода.

**Материалы, методы и объекты исследований.** В качестве объектов исследования в опыте использовали пять сортов витлуфа: Конус, Ракета, Native, Veneta, Viproda. Из них 2 сорта (Конус, Ракета) включены в Государственный реестр селекционных достижений. Сорт Конус (оригинатор ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», 1989 г.; селекция фирмы СеДек) относится к группе среднеспелых сортов. Сорт Ракета (селекция ООО «Агрофирма «Поиск», 2003 год). Три сорта Native, Veneta, Viproda были получены из коллекции ВИР.

Сорта витлуфа по морфологическим признакам трудноотличимы, поэтому их различают по срокам формирования товарного корнеплода и периоду использования их для выгоночных целей [1].

*Сорт Конус.* Включен в Госреестр по Российской Федерации для получения свежей продукции (кочанов-выгонки) в утепленных помещениях без света, с укрытием почвенным субстратом и без него во внесезонное время (в осенне-зимний период: декабрь – первая половина января). Среднеранний по срокам выгонки. Период от массовых всходов до технической спелости – 98-114 дней. Период выгонки (от посадки корнеплодов до массовой спелости кочанов) – 17-30 дней. Розетка листьев вертикальная, диаметром 18-32 см, высотой 46-57 см. Количество листьев 12-18 шт. Лист крупный, длиной 38-50 см, шириной 10-14 см, широколанцетовидный, ярко-зеленый, без воскового налета. Край листа мелкокоредкозубчатый. Пластинка листа плотная, нервация полувеерообразная, поверхность гладкая или слабоволнистая. Антоциан слабой интенсивности встречается на центральной жилке. Черешок окаймлен пластинкой до основания. Корнеплод остроконический, на разрезе белый с желтоватым оттенком сердцевины. Около 45% корнеплодов образуют боковые ответвления различной степени развития. Кочан средний, диаметром 4,1 см, высотой 12,5-15,0 см (индекс формы 3,3), эллипсоидно-кубовидной формы. Кроющие листья широкие, гладкие, слегка желтоватые по краю, мякоть кочана белая, сочная. Вкусовые качества отличные. Масса кочана 18-29 г. Содержание сухого вещества 5,5% [7]. По срокам формирования товарного корнеплода сорт Конус относится к среднеспелым [1].

*Сорт Ракета.* Включен в Госреестр по Российской Федерации для садово-огородных участков, приусадебных и мелких фермерских хозяйств. Рекомендуются для использования в свежем виде в салатах и в домашней кулинарии. Период от массовых всходов до технической спелости корнеплодов 130-155 дней. Розетка листьев вертикальная. Лист крупный, длиной до 50 см, шириной 12 см, темно-зеленый со слабым восковым налетом, край листа ровный. Корнеплод вытянуто-конический, на разрезе белый, длиной 20 см, диаметр в верхней части 4 см. Масса корнеплода до 250 г. Период выгонки (от посадки корнеплодов до хозяйственной годности кочанов) 30 дней. Кочан удлинненно-яйцевидной формы, плотный, высотой 12 см, диаметром 5 см. Кроющие листья белые с желтоватым оттенком, мякоть кочана белая. Содержание сухого вещества 4,5%, общего сахара – 2,7%. Масса кочана 90 г. Товарная урожайность кочанов 28,9 кг/кв.м [7].

*Сорт Native.* Коллекция ВИР. Номер образца – 48. Интродукционный номер – 351300. Дата включения 1976 г. Страна происхождения – Франция. Биологический статус – улучшенный сорт [8].

*Сорт Veneta.* Коллекция ВИР. Номер образца – 68. Интродукционный номер – 468051. Дата включения 1984 г. Страна происхождения – Нидерланды. Биологический статус – улучшенный сорт [8].

*Сорт Viproda.* Коллекция ВИР. Номер образца – 71. Интродукционный номер – 468053. Дата включения – 1984 г. Страна происхождения – Нидерланды. Биологический статус – улучшенный сорт [8].

Цикорий салатный выращивали в плёночной теплице на территории учебно-опытного сада ФГБОУ ВО СПбГАУ. Площадь делянок – 2 кв. м с шириной междурядий 33 см, повторность – 3-кратная. Посев семян витлуфа в теплицу проводили ежегодно 23 мая. Массовые всходы во все годы исследований появились на одиннадцатый день после посева. Уборку растений в 2014 году проводили 28 сентября, в 2015 году – 17 сентября, в 2016 году – 9 сентября. Таким образом, общая продолжительность вегетации растений витлуфа с момента массовых всходов до уборки составила: в 2014 году – 117 дней, в 2015 году – 106 дней, в 2016 году – 98 дней. При уборке определяли следующие биометрические показатели: высоту и диаметр розетки, количество листьев, массу растения, массу корнеплода. По этим показателям по каждой делянке находили усреднённое значение, рассчитанное на одно



растение для повторности. Массу надземной части растений рассчитывали по разнице между средними значениями массы растений и массы корнеплода по каждому варианту.

При уборке растения ботву обрезали на высоте 2-3 см от шейки корнеплода. Корнеплоды хранили в течение 1,5 месяцев в тёмном месте при температуре  $t=2^{\circ}\text{C}$  и влажности 90%. По прошествии этого срока корнеплоды помещали на выгонку в торфогрунт без покрытия почвенным субстратом. Выгонку проводили в тёмном помещении при  $t=12-14^{\circ}\text{C}$  в течение 30 дней.

Площадь ассимиляционной поверхности вычисляли методом высечек.

Статистическую обработку данных проводили при помощи дисперсионного анализа [9].

**Результаты исследований.** Результаты исследований показали, что практически все выращиваемые в опыте растения цикория салатного в первый год вегетации образовали корнеплод. Исключение составили растения сорта Ракета, которые уже в первый год вегетации образовали цветоносный побег. Доля таких растений была небольшой и составила по годам исследований: 2014-м – 2,2; 2015-м – 2,8 и в 2016-м – 2,5% от общего числа растений данного сорта. По данным [10] такой аномальный путь развития двулетних растений получил название «цветуха» или «цветушность» растений. В природе «цветушность» является биологическим приспособлением растений к сохранению видов в неблагоприятных условиях, за счёт ускорения в развитии, как проявление общей филогенетической тенденции к сокращению периода вегетативного развития и более быстрому переходу растительных организмов к генеративным фазам развития.

В работе [11] показано, что действие низкой температуры ( $5-10^{\circ}\text{C}$ ) в период формирования семян цикория на материнском растении усиливало последующее стеблевание по сравнению с воздействием высокой температуры ( $15^{\circ}\text{C}$ ). Развитие семян при низкой температуре усиливало последующее стеблевание даже при высоких температурах прорастания семян. Это свидетельствует о том, что семена прошли яровизацию на материнском растении до их сбора. В неблагоприятные годы количество застрелковавшихся корнеплодов в первый год вегетации может достигать 90% [12].

Биометрические показатели различных сортов цикория салатного витлуфа по годам исследований сведены в таблице 1.

Как видно из представленных данных, высота растений носила преимущественно выровненный характер и колебалась в пределах всего диапазона данных от 50,5 до 60,7 см. При этом наибольшая высота растений наблюдалась у сортов Конус и Veneta в 2014 году и сортов Конус, Native и Viproda в 2015 году. В 2016 году выделились сорта Ракета и Viproda с высотой 57,4 и 58,6 см соответственно.

Формирование розетки листьев зависело от продолжительности вегетации салата. Наименьший диаметр розетки у большинства сортов был зафиксирован в 2016 г., он варьировал в пределах 21,2-37,0 см. Исключение составил сорт Viproda – 57,4 см. Растения этого сорта формировали наибольшую розетку листьев во все годы изучения (табл. 1).

Наибольшее количество листьев растения всех изученных сортов сформировали в 2014 году. Максимальное количество листьев в 2014 и 2015 гг. было выявлено у растений сортов Конус (28 и 20,2 шт. соответственно) и Native (28,6 и 17,6 шт. соответственно). В 2016 году наибольшее количество листьев было выявлено у растений нидерландского сорта Veneta (18 шт).

Максимальная масса растений в 2014 году была выявлена у сортов Viproda и Veneta (639,4 и 631,2 г соответственно). Она значительно превосходила массу растений остальных изученных сортов. В 2015 году различия между сортами по массе растений были не такими существенными, хотя и достоверными. Наибольшей массой обладали сорта Конус (409 г), Veneta (367,6 г) и Ракета (367,0 г). В 2016 году максимальная масса растений была зафиксирована у сорта Veneta (356,5 г). Она значительно превышала массу других изучаемых сортов, где значения этого показателя варьировались в пределах 68,8-241,4 г (табл. 1). Такие же закономерности были выявлены при сравнении масс надземной части растений.

Таблица 1. Динамика биометрических показателей растений различных сортов витлуфа по годам исследований

Продолжительность вегетации	Сорт	Высота, см	Диаметр розетки, см	Кол-во листьев, шт.	Масса надземной части, г	Масса растения, г	Площадь ассимиляционной поверхности, м <sup>2</sup>
<i>2014 год</i>							
115 дней	Конус	53,6	78,0	28	241,8	396,6	1,10
	Ракета	52,4	74,5	23,5	231,0	355,6	0,98
	Native	51,0	70,4	28,6	232,0	416,8	1,14
	Veneta	53,2	77,6	22,8	341,8	631,2	1,61
	Viproda	51,2	87,0	24,6	387,4	639,4	1,69
	НСР <sub>05</sub>	1,0	6,1	2,1	–	15,8	–
<i>2015 год</i>							
104 дня	Конус	60,7	48,0	20,2	306,3	409,0	1,32
	Ракета	55,0	46,0	15,9	252,4	367,0	1,07
	Native	58,4	57,3	17,6	231,3	340,1	0,88
	Veneta	54,0	50,8	13,3	256,8	367,6	0,91
	Viproda	58,9	57,4	14,8	241,9	348,0	1,37
	НСР <sub>05</sub>	2,2	3,6	1,3	–	6,2	–
<i>2016 год</i>							
96 дней	Конус	55,8	32,1	15,7	201,2	241,4	1,31
	Ракета	57,4	25,7	10,9	107,1	131,0	0,75
	Native	51,2	21,2	6,8	47,7	68,8	0,33
	Veneta	50,5	37,0	18,0	272,7	356,5	1,21
	Viproda	58,6	57,4	14,8	180,6	213,9	0,93
	НСР <sub>05</sub>	4,8	4,3	1,5	–	2,3	–

Площадь ассимиляционной поверхности листьев с одного растения сильно коррелирует с массой надземной части растений (коэффициент корреляции R = 0,89). Максимальная площадь листьев в 2014 и 2015 гг. была выявлена у сорта Viproda. Она составила в среднем 1,69 и 1,37 м<sup>2</sup> с одного растения соответственно. В 2016 году наибольшая площадь ассимиляционной поверхности листьев была выявлена у растений сорта Конус (1,31 м<sup>2</sup>).

Размеры корнеплодов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Размеры корнеплодов витлуфа по годам исследований

Сорт	Длина корнеплода, см			Диаметр корнеплода, см			Индекс формы, ед.		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Конус	16,4	13,4	16,6	3,4	2,9	2,7	4,82	4,62	6,15
Ракета	15,8	14,2	15,2	3,2	3,0	2,3	4,94	4,73	6,61
Native	15,7	15,9	13,8	3,5	3,8	2,4	4,49	4,18	5,45
Veneta	17,0	15,7	17,1	5,2	3,5	3,5	3,27	4,49	4,89
Viproda	16,3	14,8	16,4	4,7	3,4	2,5	3,47	4,35	6,56
НСР <sub>05</sub>	1,0	1,1	0,9	1,0	0,5	0,5	–	–	–

Как видно из представленных данных, средние значения длины корнеплодов в большинстве случаев не имеют существенных различий между сортами. Не выявлено также чётких зависимостей от года исследований. Наибольший диаметр корнеплода в 2014 и

2016 г. был выявлен у сорта Veneta (5,2 и 3,5 см соответственно), а наименьший – у сорта Ракета (3,2 и 2,3 см соответственно). В 2015 году максимальный диаметр был выявлен у сорта Native (3,8 см), а наименьший – у сорта Конус (2,9 см).

Согласно классификации, приведённой в [13], корнеплоды по форме и размеру можно подразделить на три группы: 1 группа – короткие конические корнеплоды, индекс формы (ИФ) корнеплода (отношение длины корнеплода к его диаметру)  $< 5,0$ ; 2 группа – длинные цилиндрические и полудлинные корнеплоды, ИФ от 5,0 до 7,0; 3 группа – веретеновидные удлинённые корнеплоды, ИФ  $> 7,0$ . В наших исследованиях (табл. 2), в 2014 и 2015 гг. все изученные сорта по показателю индекса формы относились к первой группе. В 2016 году вследствие укороченного периода выращивания растения не успели в достаточной степени сформировать утолщённую форму органа запасаения. При одинаковой длине (в сравнении с 2014 и 2015 гг.) корнеплоды имели небольшой диаметр, что отразилось на их индексе формы. Сорта Конус, Ракета, Native и Viproda перешли во вторую группу. Лишь сорт Veneta, который сформировал корнеплоды с наибольшей массой, остался в первой группе.

Динамика изменения массы корнеплода у растений различных сортов витлуфа по годам исследований представлена на рисунке.

Продолжительность вегетации витлуфа оказала сильное влияние на формирование корнеплодов. Наибольшую массу корнеплодов растения сформировали в 2014 году (продолжительность вегетации 117 дней). Максимальная масса в этот год была выявлена у сортов Veneta (298,4 г) и Viproda (252,0 г). В 2015 году (продолжительность вегетации 106 дней) наибольшая масса корнеплода была сформирована сортом Ракета (114,6 г). Однако следует подчеркнуть, что отставание остальных сортов по этому показателю в этот год было не значительно и колебалось в пределах 102,7–111,8 г.

Уменьшение срока вегетации до 98 дней оказало сильное влияние на накопление массы корнеплода. Масса органа запасаения в 2016 году колебалась в пределах 21,1–83,8 г. При этом наибольшее значение этого показателя было зафиксировано у сорта Veneta.

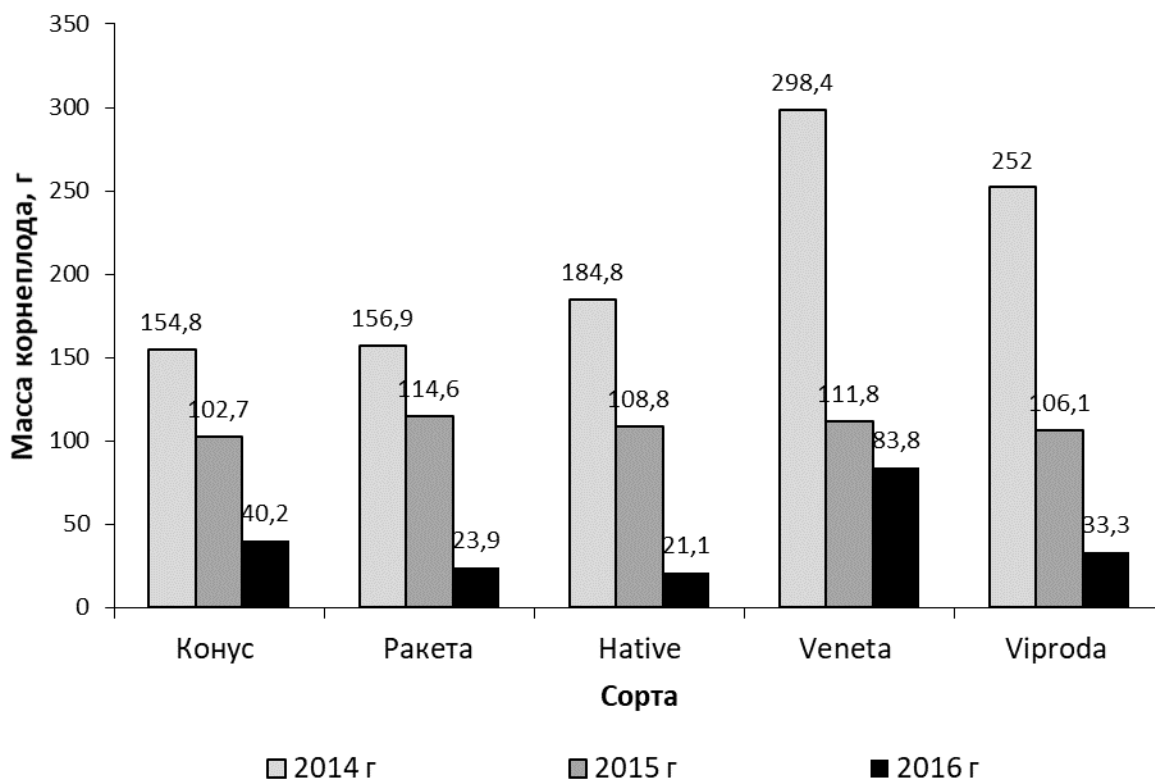


Рис. Динамика изменения массы корнеплода по годам исследований, г

В таблице 3 представлены данные массы корнеплодов до и после выгонки. Перед закладкой в выгоночные контейнеры корнеплоды подрезались, поэтому значения масс корнеплодов до выгонки уступают значениям, представленным на рисунке.

После выгонки, вследствие потери влаги и питательных веществ, масса корнеплодов уменьшилась (табл. 3). Снижение массы корнеплодов во всём диапазоне данных колебалось в пределах от 2 до 17%.

Была выявлена сильная корреляционная связь между массой корнеплодов перед закладкой на выгонку и массой выгоночных кочанчиков ( $r = 0,79$ ). В 2014 году максимальная масса кочанчиков была выявлена у сортов Veneta и Viproda, она составила 22,65 и 28,17 г соответственно. При этом масса кочанчиков у остальных изучаемых сортов в этом году колебалась в пределах 7,91–13,06 г. В 2015 году наибольшая масса кочанчиков наблюдалась у сорта Конус (12,39 г), а наименьшая – у сорта Ракета (3,81 г). Масса кочанчиков у остальных сортов колебалась в диапазоне 6,45–10,56 г.

Таблица 3. Биометрические показатели корнеплодов и выгоночных кочанчиков

Сорт	Масса корнеплода до выгонки	Масса корнеплода после выгонки, г	Масса кочанчика, г	Высота кочанчиков, см	Диаметр кочанчика, см	Количество листьев у кочанчика, шт.
<i>2014 год</i>						
Конус	135,82	130,30	13,06	11,44	4,04	10,20
Ракета	108,42	98,72	9,74	7,89	4,34	8,72
Native	159,83	149,04	7,91	10,96	4,15	12,43
Veneta	263,33	258,08	22,65	9,67	5,04	15,17
Viproda	186,44	172,90	28,17	19,21	5,69	14,43
НСР <sub>05</sub>	9,32	6,91	1,77	1,19	2,22	1,08
<i>2015 год</i>						
Конус	76,46	67,46	12,39	11,58	4,37	15,58
Ракета	84,96	76,66	3,81	8,10	2,53	10,53
Native	93,31	89,82	6,45	8,93	2,85	9,57
Veneta	97,58	94,98	9,72	8,00	3,88	11,49
Viproda	94,11	90,28	10,56	11,04	4,07	11,78
НСР <sub>05</sub>	2,25	1,23	1,00	1,03	0,32	0,43
<i>2016 год</i>						
Конус	40,09	33,17	10,35	7,93	3,56	9,90
Ракета	22,70	20,68	3,40	7,30	2,10	6,61
Native	20,86	19,49	3,18	8,42	2,00	6,58
Veneta	74,50	72,33	3,63	8,13	2,85	11,00
Viproda	31,28	30,56	3,68	8,75	2,82	10,75
НСР <sub>05</sub>	0,78	0,66	0,49	0,26	0,20	0,36

В 2016 году для выгонки использовались самые маленькие корнеплоды, что отразилось на формировании кочанчиков. Их масса у большинства сортов варьировала в пределах 3,18–3,68 г. Исключение составил сорт Конус с массой кочанчика 10,35 г. Следует отметить, что масса выгоночных кочанчиков, полученных из корнеплодов среднеспелого сорта Конус, была стабильна во все годы исследований и мало зависела от продолжительности выращивания. Корнеплоды этого сорта, по-видимому, даже за минимальный срок выращивания (98 дней) успели накопить достаточное количество питательных веществ для формирования полноценных кочанчиков. Это подтверждается характеристикой сорта, приведённой в Государственном реестре селекционных достижений, где указан срок формирования товарного корнеплода от 98 дней [7].

Помимо различий в массе кочанчики различались по форме (табл. 3). Наибольшей высотой в 2014 и 2015 гг. отличались сорта Конус и Viproda (11,44 и 19,21 см – в 2014 г., 11,58 и 11,04 см – в 2015 г. соответственно). В 2016 году наибольшая высота была выявлена у сортов Native и Viproda (8,42 и 8,75 см соответственно). Диаметр кочанчиков в зависимости от года исследований варьировался в пределах 4,04–5,69 см (в 2014 г.), 2,53–4,37 см (в 2015 г.) и 2–3,56 см (в 2016 г.). Полученные параметры кочанчиков согласуются с данными других исследователей. Так, в работе [14] авторами были получены кочанчики высотой 15,3–21,2 см и диаметром 4,71–5,56 см.

В результате проведенных исследований было выявлено, что начальная масса корнеплода (перед закладкой на выгонку) оказала влияние на формирование высоты и диаметра кочанчиков. Коэффициенты корреляции составили  $r = 0,52$  и  $r = 0,80$  соответственно.

#### **Выводы:**

1. Высота изученных растений носила преимущественно выровненный характер и колебалась в пределах всего диапазона данных от 50,5 до 60,7 см. При этом наибольшая высота растений наблюдалась у сортов Конус и Veneta в 2014 году и сортов Конус, Native и Viproda в 2015 году. В 2016 году выделились сорта Ракета и Viproda.

2. Формирование розетки листьев зависело от продолжительности вегетации цикория салатного. Наименьший диаметр розетки у большинства сортов был зафиксирован в 2016 году, он варьировал в пределах 32,1–37 см. Исключение составил сорт Viproda – 57,4 см. Наибольшее количество листьев растения всех изученных сортов сформировали в 2014 году. Средние значения этого показателя в зависимости от сорта составили 22,8–28,6 шт.; наименьшие – в 2016 году (6,8–18,0 шт.).

3. Продолжительность вегетации витлуфа оказала сильное влияние на формирование корнеплодов. Наибольшую массу корнеплодов растения сформировали в 2014 году (продолжительность вегетации 117 дней), она колебалась в пределах 154,8–298,4 г; наименьшую – в 2016 году (продолжительность вегетации 98 дней), пределы колебаний составили от 21,1 до 83,8 г. При этом максимальные значения этого показателя в этих диапазонах были выявлены у сорта Veneta.

4. Исследования выявили сильную корреляционную связь между массой корнеплодов перед закладкой на выгонку и массой выгоночных кочанчиков. Коэффициент корреляции составил  $r = 0,79$ .

5. Масса выгоночных кочанчиков, полученных из корнеплодов среднеспелого сорта Конус, была стабильна во все годы исследований и мало зависела от продолжительности выращивания. Корнеплоды этого сорта, по-видимому, даже за минимальный срок выращивания (98 дней), успели накопить достаточное количество питательных веществ для формирования кочанчиков.

#### **Литература**

1. Шевченко Ю.П., Харченко В.А., Ушакова И.Т., Курбаков Е.Л. Цикорий салатный – Витлуф // Овощи России. – 2016. – № 2 (31). – С. 64–67.
2. Голубкина Н.А., Шевченко Ю.П., Харченко В.А., Кошелева О.В., Солдатенко А.В. Биохимическая характеристика и элементный состав цикория салатного (*Cichorium Intybus* L.) Сорт конус // Овощи России. – 2019. – № 3 (47). – С. 80–86.
3. Лаврищева Т.А. Влияние площади питания на продуктивность цикорного салата эндивия при разных сроках посадки // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (56). – С. 24–31.
4. Справочник агронома Нечерноземной зоны / Под ред. Академика ВАСХНИЛ Г.В. Гуляева. – М. Агропромиздат, 1991.
5. Вьютнова О.М., Полянина Т.Ю. Корневой цикорий – ценная культура // Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 21–22.

6. **Лаврищева Т.А., Осипова Г.С.** Влияние обработок препаратом Эпин-экстра на биометрические показатели и продуктивность растений эндивия // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – №4 (53). – С. 21-27.
7. **Государственный реестр селекционных достижений – 2020** [Электронный ресурс]. – URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr.html> (дата обращения: 02.04.2020).
8. **База данных растительных генетических ресурсов ВИР** [Электронный ресурс]. – URL: <http://db.vir.nw.ru/virdb/maindb> (дата обращения: 02.04.2020).
9. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. **Куперман Ф.М.** Морфобиология растений. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд. – 1968. – С. 71-83.
11. **Wiebe, H.-J.** Effects of low temperature during seed development on the mother plant on subsequent bolting of chicory, lettuce and spinach. // Scientia Horticulturae – SCI HORT-AMSTERDAM. 1989. No 38. P. 223-229. DOI 10.1016/0304-4238(89)90069-1.
12. **Лудилов В.А., Иванова М.И.** Все об овощах. Полный справочник. – М.: Фитон, 2010. – 424 с.
13. **Полянина Т.Ю.** Разнообразие сортов цикория корневого по форме корнеплода // Овощи России. – 2016. – № 2. – С. 68-69.
14. **Фасенко Н.В., Халмирзаев Б.Х.** Хозяйственно-биологическая характеристика различных сортов салатного цикория // Использование регуляторов роста и полимерных материалов в овощеводстве: сборник научных трудов. – Л., 1984. – С. 70-73.

#### Literatura

1. **Shevchenko YU.P., Harchenko V.A., Ushakova I.T., Kurbakov E.L.** Cikorij salatnyj – Vitluf // Ovoshchi Rossii. – 2016. – № 2 (31). – S. 64-67.
2. **Golubkina N.A., Shevchenko YU.P., Harchenko V.A., Kosheleva O.V., Soldatenko A.V.** Biohimicheskaya harakteristika i elementnyj sostav cikoriya salatnogo (*Cichorium Intybus L.*) Sort konus // Ovoshchi Rossii. – 2019. – № 3 (47). – S. 80-86.
3. **Lavrishcheva T.A.** Vliyanie ploshchadi pitaniya na produktivnost' cikornogo salata endiviya pri raznyh srokah posadki // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3 (56). – S. 24-31.
4. **Spravochnik agronoma Nechernozemnoj zony /** Pod red. Akademika VASKHNIL G.V. Gulyaeva. – M. Agropromizdat, 1991.
5. **V'yutnova O.M., Polyamina T.YU.** Kornevoj cikorij – cennaya kul'tura // Kartofel' i ovoshchi. – 2008. – № 7. – S. 21-22.
6. **Lavrishcheva T.A., Osipova G.S.** Vliyanie obrabotok preparatom Epin-ekstra na biometricheskie pokazateli i produktivnost' rastenij endiviya // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – №4 (53). – S. 21-27.
7. **Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij – 2020** [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr.html> (data obrashcheniya: 02.04.2020).
8. **Baza dannyh rastitel'nyh geneticheskikh resursov VIR** [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://db.vir.nw.ru/virdb/maindb> (data obrashcheniya: 02.04.2020).
9. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya). – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
10. **Kuperman F.M.** Morfofiziologiya rastenij. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd. – 1968. – S. 71-83.
11. **Wiebe, H.-J.** Effects of low temperature during seed development on the mother plant on subsequent bolting of chicory, lettuce and spinach. // Scientia Horticulturae – SCI HORT-AMSTERDAM. 1989. No 38. P. 223-229. DOI 10.1016/0304-4238(89)90069-1.
12. **Ludilov V.A., Ivanova M.I.** Vse ob ovoshchah. Polnyj spravochnik. – M.: Fiton, 2010. – 424 s.
13. **Polyamina T.YU.** Raznoobrazie sortov cikoriya kornevogo po forme korneploda // Ovoshchi Rossii. – 2016. – № 2. – S. 68-69.
14. **Fasenko N.V., Halmirzaev B.H.** Hozyajstvenno-biologicheskaya harakteristika razlichnyh sortov salatnogo cikoriya // Ispol'zovanie regulyatorov rosta i polimernyh materialov v ovoshchevodstve: sbornik nauchnyh trudov. – L., 1984. – S. 70-73.

## КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ТЫКВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Тыква (*Cucurbita*) является тем видом сырья, которое, во – первых, произрастает на внутренних территориях государства, во – вторых, в течение длительного времени не теряет потребительские качества. На данный момент это бахчевое растение не имеет широкого применения, однако её лечебно-профилактические свойства были упомянуты еще философом и врачом Авиценной.

В России наибольшее распространение имеют 3 вида тыквы: крупноплодная, мускатная, твердокорая. Ценность тыквы заключается в том, что в составе некоторых её сортов содержится большое количество каротиноидов, а также сахара, пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы. Содержание провитамина А в тыкве превосходит его количество в 5 крат по сравнению с морковью и в 3 – говяжьей печени [1].

Тыкву выпекают, отваривают, фаршируют, добавляют в пироги и каши, запеканки и оладьи. Ввиду того, что тыква обладает низкой калорийностью, её часто используют в диетическом и лечебно-профилактическом питании. Также плоды считают гипоаллергенными, что позволяет использовать их в детском питании. Наряду с этим, одними из ценнейших составляющих тыквы считаются её семена, богатые эфирными маслами, белками, фитостеринами, фитином и салициловой кислотой. Их добавляют в салаты, супы, каши, напитки в натуральном или измельченном виде. Тыквенный сок имеет такие лечебные свойства, как: противовоспалительное; жаропонижающее; способствует улучшению зрения; мочегонное; улучшает кровообращение. Но вырабатываемый ассортимент функциональных продуктов крайне ограничен.

**Цель данного исследования** – изучить биологическую ценность тыквы для создания функционального мучного продукта.

Польза пектиновых веществ и  $\beta$ -каротина доказана исследованиями в области диетологии [2]. Тыква и продукты ее переработки комплексно сочетают в себе оба эти компонента, тем самым наполняя организм человека пектином, обладающим великолепным абсорбирующим действием и  $\beta$ -каротином, являющимся источником ненасыщенного углеводорода, жирорастворимым витамином.  $\beta$ -каротин, попадая в организм, синтезируется в ретинол (витамин А), оказывая полезное действие на организм человека [3, 4]. Еще одно из достоинств овощей и плодов – благотворное влияние на процессы усвоения белков, жиров и минеральных веществ. По мнению ряда ученых, ассимиляция пищевых веществ увеличивается при употреблении белков и жиров вместе с овощами [5, 6]. В тыквенных семенах тоже большое количество жиров, однако в составе мякоти плодов тыквы жира меньше, чем в муке пшеницы.

Тыква давно доказала своё положительное воздействие на организм человека. Плоды тыквы содержат от 4 до 7 граммов углеводов, 1 грамм белка, около 0,1 грамма жиров. Калорийность данной бахчевой культуры колеблется от 22 до 28 ккал на 100 граммов в зависимости от сорта [7].

Наряду с натуральными овощами, плодами и ягодами используют натуральные порошки. Их производят путём высушивания плодов при температуре 40°C, что позволяет оставить неизменными свойства сырья [9].

В настоящее время различают десятки ботанических видов тыквы, из которых получают более 200 сортов. В нашей стране наибольшим спросом пользуются 3 вида рода *Cucurbita*: тыква мускатная – *C. moschata*, крупноплодная – *C. maxima* и твердокорая

(обыкновенная) – *C. pepo*. В Государственный реестр селекционных достижений входит в общей сложности 167 сортов тыквы, имеющих доступ к использованию [7].

На рисунке 1 приведено процентное распределение сортов.



Рис. 1. Процентное распределение сортов тыквы

С 2014 по 2018 годы возросли объемы производства тыквы. Проследить динамику можно на рисунке 2.

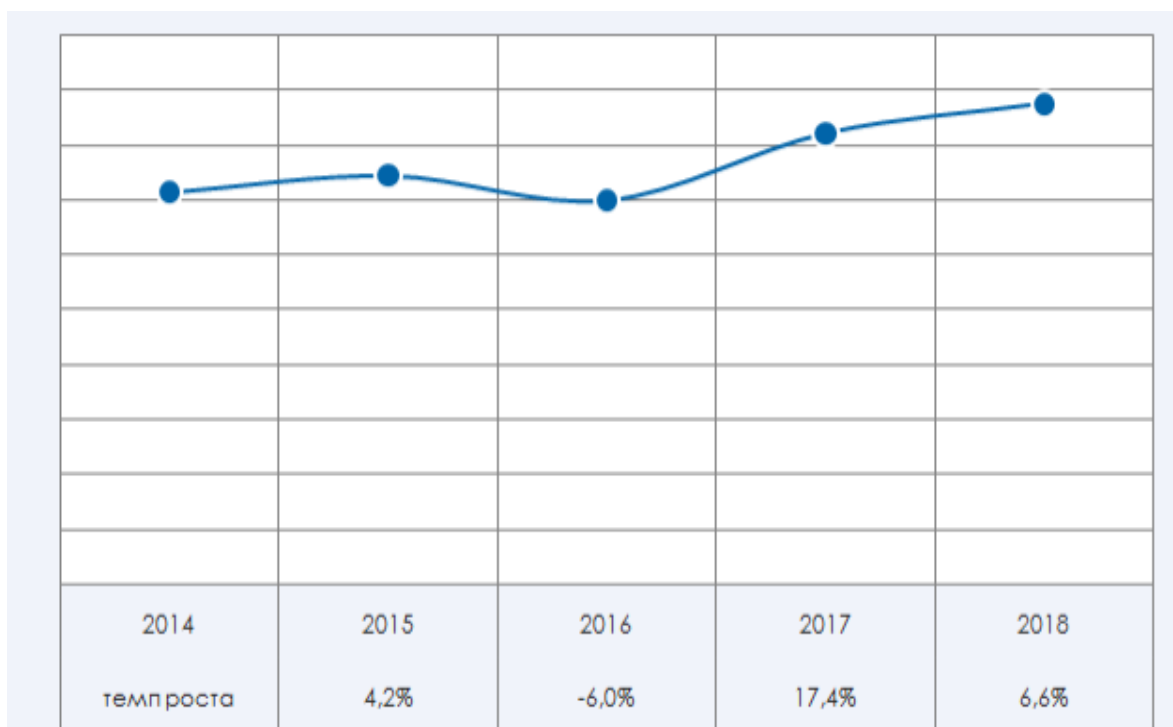


Рис. 2. Динамика объемов производства свежей тыквы в России в 2014-2018 гг.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Для исследований взяты стандартизированные методики определения химического и витаминного состава плодов тыквы, порошка из тыквенных семян.



Ранее было описано многообразие видов и сортов тыквы. Для изучения использовалась тыква Мускатная. Данный сорт обладает тонким приятным ароматом, она масляниста, плотна и содержит до 11,5% сахара.

Порошок из тыквенных семечек – источник белка, фосфора, магния, цинка, железа.

Задачи исследования определены следующие:

1. Исследование качественного и количественного состава тыквы.
2. Выявить и проанализировать возможность внесения тыквы как функциональной добавки в производство бисквитного полуфабриката.

**Результаты исследований** свидетельствуют о потенциальной возможности использования тыквы Мускатной, порошка из тыквенных семечек в производстве мучных функциональных продуктов.

Витамины – это совокупность базисных сочетаний разной молекулярной массы разнообразного химического генезиса. Они важны для упорядоченной и слаженной работы абсолютно всего организма, его созревания в целом. Отдельные системы, в том числе и человек, эволюционно не приспособлены для автономной выработки витаминов. В связи с этим должны извлекать их из других источников в готовом виде, например, из овощей и фруктов, а также могут потреблять в концентрированном виде для восполнения дневной суточной нормы.

Витамины сглаживают или же ликвидируют негативное влияние на индивидуума множества фармацевтических средств, в том числе и антибиотиков. Недостаточное количество микро- и макроэлементов негативно воздействует на состояние различных частей организма и на такие наиглавнейшие явления, как рост, умственное и физическое развитие, размножение, иммунитет.

В тыкве содержится больше всего витамина *C* – 8 мг/100 г, витамина *B<sub>4</sub>* – 8,2 мг/100 г. В то же время плоды способны удовлетворить суточную потребность (при употреблении 100 г тыквы) в витамине *A* – на 27,8%, в бета каротине – на 30%, в витамине *B<sub>6</sub>* – на 28,5%, кремний – на 100%, меди – не менее, чем на 18% [8, 9].

Витаминный состав тыквы Мускатной представлен в таблице 1.

Таблица 1. Усредненный состав плодов тыквы

Наименование веществ, мг	Количество веществ	Норма	Процент от нормы
Витамин <i>A</i>	249	900	28
Бета каротин	1,6	5	29
Витамин <i>PP</i>	0,6	19	3,2
Витамин <i>C</i>	9	89,9	8,8
Витамин <i>E</i>	0,3	14	2,7
Витамин <i>B<sub>1</sub></i>	0,04	1,5	3,2
Витамин <i>B<sub>2</sub></i>	0,05	1,5	3,3
Витамин <i>B<sub>4</sub></i>	8,0	500	1,5
Рибофлавин	13	400	3,4

Тыквенные семечки – богатый источник аминокислот, в особенности триптофана. Изучение свойств порошка из семян тыквы дали такие показания, что белков большее количество и жиров тоже относительно внутреннего содержимого тыквы, а также выигрывает по количеству *Na*, *K*, *Ca* и прочих макро- и микроэлементов [10].

Для производства бисквита значение имеет доля в тыквенном зерне крахмала и уровень белка. Исследования показали, что в тыквенном порошке из семечек общее количество белка составило почти 30% на 100 г сухого вещества, как видно из таблицы 2.

Таблица 2. Химический состав порошка из тыквы, % на 100 г сухого

Показатель	Количество, %
Белки	28,5
Углеводы	10,9
Жиры	52,0
Пищевые волокна	28,2
Редуцирующие сахара	1,5
Зола сырая	5,0

Серотонин вырабатывает аминокислота триптофан, поэтому тыквенный протеин считается натуральным антидепрессантом. Из таблицы 2 видно, что в порошке из семян тыквы наблюдается высокое содержание пищевых волокон (клетчатки) – 28%. Этот продукт считается гипоаллергенным. Протеин из семян тыквы также применяют для очистки организма от опасных микробов, грибков, паразитов из-за противогельминтных свойств.

Общее содержание каротиноидов в изготовленном изделии приведено в таблице 3.

Таблица 3. Бисквит по содержанию каротина

Каротиноиды	Весовая доля на 100 г продукта, мкг	Весовая доля на 30 г продукта, мкг	Дневная норма, %
$\beta$ -каротин	3000	900	18
$\alpha$ -каротина	500	154	3
Лютеин	1450	440	8
Итого	4950	1494	31

**Выводы.** В настоящее время одним из приоритетных направлений развития производства становится применение плодовоовощного сырья, произрастающего на местных территориях. Таким плодом по достоинству можно считать тыкву и продукты из тыквы.

Тыква богата такими минералами, как фтор, магний, медь, кальций, цинк, марганец, фосфор, йод. К тому же она обладает хорошей лёжкостью и может храниться при комнатной температуре и не терять полезных свойств в течение длительного времени.

Тыквенные семечки – это богатый источник аминокислот, в особенности триптофана. Изучение состава порошка тыквенных семечек продемонстрировало, что он включает в себя существенно большее количество таких основных компонентов, как белки и жиры, а также некоторых макро- и микроэлементов в сравнении с мякотью тыквы.

Основываясь на вышеперечисленном, можно сделать вывод, что создание мучного кондитерского изделия с использованием продуктов переработки тыквы можно считать актуальным направлением. Богатый химический состав плодов тыквы обогатит такой продукт витаминами, минералами, макро- и микроэлементами.

### Литература

1. **Корячкина С.Я.** Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры. – Орел: Труд, 2006. – 494 с.
2. **Иванов М.М., Хропот Э.А.** Исследование витаминного состава плодов тыквы разных сортов. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014.
3. **Корячкина С.Я., Лазарева Т.Н.** Использование нетрадиционного сырья в производстве бисквита // Хлебопродукты. – М., 2015. – №6.
4. **Матвеева Т.В., Корячкина С.Я.** Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2016 – С.16-115.

5. **Фёдорова Р.А., Федоров А.В., Эшназарова Ф.Б.** Товароведческая оценка бисквитных полуфабрикатов с использованием биологически активной добавки // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – №2 (47). – С.79-85.
6. **Цыганова Т.Б.** Научные основы применения в хлебопекарной промышленности добавок, содержащих белки и пищевые волокна: дис... доктора техн. наук. – М., 1992.
7. **Завьялова Т.И., Костко И.Г.** Биологическая ценность тыквы и продуктов ее переработки // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – №39. – С. 45-58.
8. **Григоренко Е.И.** Улучшение качества мучных кондитерских изделий за счет использования нетрадиционного растительного сырья // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2011. – С. 152-155.
9. **Усов А.В., Лифенцева Л.В., Смердов О.В.** Исследование содержания витаминов в свежей и сушеной тыкве // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2018. – №3 (138). – С. 157-160.
10. **Ежова К.С., Михайленко М.В., Никонович Ю.Н., Калманович С.А., Красина И.Б., Тарасенко Н.А.** Семена тыквы – функциональный ингредиент для создания новых продуктов питания // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3.

#### Literatura

1. **Koryachkina S.YA.** Novye vidy muchnyh i konditerskih izdelij. Nauchnye osnovy, tekhnologii, receptury. – Orel: Trud, 2006. – 494 s.
2. **Ivanov M.M., Hropot E.A.** Issledovanie vitaminnogo sostava plodov tykvy raznyh sortov. – Krasnoyarsk: Sibirskij federal'nyj universitet, 2014.
3. **Koryachkina S.YA., Lazareva T.N.** Ispol'zovanie netraditsionnogo syr'ya v proizvodstve biskvita // Hleboprodukty. – М., 2015. – №6.
4. **Matveeva T.V., Koryachkina S.YA.** Muchnye konditerskie izdeliya funkcional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, receptury: uchebnoe posobie. – SPb.: GIORД, 2016 – S.16-115.
5. **Fyodorova R.A., Fedorov A.V., Eshnazarova F.B.** Товароведческая оценка бисквитных полуфабрикатов с использованием биологически активной добавки // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №2 (47). – S.79-85.
6. **Cyganova T.B.** Nauchnye osnovy primeneniya v hlebopekarnoj promyshlennosti dobavok, sodержashchih belki i pishchevye volokna: dis... doktora tekhn. nauk. – М., 1992.
7. **Zav'yalova T.I., Kostko I.G.** Biologicheskaya cennost' tykvy i produktov ee pererabotki // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – №39. – S. 45-58.
8. **Grigorenko E.I.** Uluchshenie kachestva muchnyh konditerskih izdelij za schet ispol'zovaniya netraditsionnogo rastitel'nogo syr'ya // Nauchnye trudy Dal'rybvтуza. – 2011. – S. 152-155.
9. **Usov A.V., Lifenceva L.V., Smerdov O.V.** Issledovanie sodержaniya vitaminov v svezhej i sushenoj tykve // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – №3 (138). – S. 157-160.
10. **Ezhova K.S., Mihajlenko M.V., Nikonovich YU.N., Kalmanovich S.A., Krasina I.B., Tarasenko N.A.** Semena tykvy – funkcional'nyj ingredient dlya sozdaniya novyh produktov pitaniya // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 2-3.

УДК 632.954: 633.491

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12027

Мл. науч. сотрудник **А.С. ТКАЧ**  
(ООО "ИЦЗР", e-mail: andrew\_tka4@mail.ru)  
Канд. биол. наук **А.С. ГОЛУБЕВ**  
(ФГБНУ ВИЗР, e-mail: golubev100@mail.ru)  
Канд. биол. наук **Н.В. СВИРИНА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ: n.svirina@gmail.com)

## ДЕЙСТВИЕ НОВОГО ГЕРБИЦИДА АРТИСТ НА ОДНОЛЕТНИЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

Картофель – важная продовольственная и техническая культура, занимающая одно из ведущих мест в мировом производстве продукции растениеводства. Картофель является сырьем для многих промышленных производств, где вырабатывают крахмал, спирт, пластмассы, молочную кислоту, клей и др. Клубни и отходы промышленного производства используют на корм скоту [1].

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, в 2018 году объем потребления картофеля на душу населения в нашей стране составил 91 кг. За последние 10 лет он увеличился на 4,5% [2, 3].

Важным фактором, определяющим уровень урожайности картофеля, является засоренность его посадок сорняками. Картофель как ширококормящая культура от всходов до смыкания рядков проявляет слабую конкурентоспособность по отношению к сорным растениям. В фазе всходов картофеля даже 5 сорняков на 1 м<sup>2</sup> (или 1% покрытия площади) могут способствовать значительному снижению урожайности культуры. В период формирования стеблестоя картофеля порог вредоносности повышается до 5% покрытия площади сорняками. Следует отметить, что сорные растения создают серьезную проблему до самой уборки урожая картофеля [4, 5, 6].

Перспективным и научно обоснованным приемом в технологии защиты картофеля от сорной растительности является внесение гербицидов почвенного действия. За счет довсходового применения осуществляется контроль многих видов однолетних двудольных и злаковых сорняков [7].

**Цель исследования.** Целью наших исследований было изучение биологической эффективности довсходового использования гербицида Артист, ВДГ, содержащего (наряду со 175 г/кг метрибузина) новое действующее вещество – флуфенацет (240 г/кг).

**Материалы, методы и объекты исследований.** Опыты были проведены на посадках картофеля в Калужской (I климатическая зона), Тамбовской (II зона) и Астраханской (III зона) областях в 2013–2014 годах. Закладка опытов и проведение последующих учетов эффективности проводились в соответствии с общепринятыми методиками [8, 9].

Размер опытных делянок составлял 25 м<sup>2</sup>. Каждый вариант был заложен в 4-х повторностях. Препараты вносили путем опрыскивания почвы до всходов культуры. Расход рабочей жидкости составлял 300 л в пересчете на 1 га.

Схема опыта предполагала изучение эффективности применения 2,0 и 2,5 кг/га гербицида Артист, ВДГ. В качестве эталона был выбран гербицид Зенкор Ультра, КС (600 г/л метрибузина) в нормах применения 0,8 и 1,6 л/га.

Учеты проводили через месяц, полтора месяца после обработки и перед уборкой урожая картофеля. Использовали количественно-весовой метод: учитывали численность сорняков на «скользящих» учетных площадках и определяли массу сорных растений. Биологическую эффективность гербицидов рассчитывали в процентах, относя разницу между количеством сорняков в контроле и в обработанных гербицидами вариантах к количеству сорняков в контроле.

**Результаты исследований.** Усредненные данные о биологической эффективности гербицида Артист, ВДГ приведены в таблицах 1-3; данные о хозяйственной эффективности изучаемого гербицида отображены на рисунках 3 и 4.

Таблица 1. Действие гербицидов на общее количество сорных растений в посадках картофеля

Варианты опыта	Снижение количества сорных растений, % к контролю		
	Астраханская область	Калужская область	Тамбовская область
Артист, ВДГ – 2,0 кг/га	58	92	84
Артист, ВДГ – 2,5 кг/га	68	100	85
Зенкор Ультра, КС – 0,8 л/га	36	93	85
Зенкор Ультра, КС – 1,6 л/га	54	100	90
Контроль, засоренность (экз./м <sup>2</sup> )	115	113	163

Таблица 2. Действие гербицидов на массу однолетних двудольных сорных растений в посадках картофеля

Варианты опыта	Снижение массы сорных растений, % к контролю		
	Астраханская область	Калужская область	Тамбовская область
Артист, ВДГ – 2,0 кг/га	81	90	87
Артист, ВДГ – 2,5 кг/га	88	100	90
Зенкор Ультра, КС – 0,8 л/га	71	91	89
Зенкор Ультра, КС – 1,6 л/га	82	100	93
Контроль, масса сорняков (г/м <sup>2</sup> )	1025	198	515

В варианте с внесением минимальной нормы применения препарата Артист, ВДГ (2,0 кг/га) снижение количества сорных растений составляло от 58 до 92% в зависимости от региона. Масса однолетних двудольных сорных растений при этом снижалась на 81-90%, однолетних злаковых – на 55-95%. Эффективность 2,0 кг/га изучаемого гербицида в Калужской и Тамбовской областях была на уровне эффективности 0,8 л/га эталона Зенкор Ультра, КС, в Астраханской области – превышала эффективность 0,8 л/га эталона (табл. 1, 2 и 3).

Таблица 3. Действие гербицидов на массу однолетних злаковых сорных растений в посадках картофеля

Варианты опыта	Снижение массы сорных растений, % к контролю		
	Астраханская область	Калужская область	Тамбовская область
Артист, ВДГ – 2,0 кг/га	55	95	80
Артист, ВДГ – 2,5 кг/га	63	100	81
Зенкор Ультра, КС – 0,8 л/га	30	95	82
Зенкор Ультра, КС – 1,6 л/га	52	100	90
Контроль, масса сорняков (г/м <sup>2</sup> )	1259	42	378

Использование максимальной нормы применения гербицида Артист, ВДГ (2,5 кг/га) в одном из 3 регионов исследования обеспечивало гибель всех сорных растений. В двух других регионах снижение общего количества сорных растений составляло 68% (Астраханская область) и 85% (Тамбовская область) (табл. 1). В целом эффективность 2,5 кг/га изучаемого гербицида была на уровне эффективности 1,6 л/га эталона Зенкор Ультра, КС.

Таким образом, минимальная норма применения гербицида Артист, ВДГ (2,0 кг/га) по эффективности не уступала минимальной норме применения эталона (0,8 л/га), тоже прослеживается и при максимальных нормах применения (табл. 1, 2). Исходя из содержания действующих веществ в препаратах, можно говорить о возможности снижения гектарной нормы применения действующего вещества метрибузина при использовании изучаемого гербицида в среднем на 45% по сравнению с эталоном Зенкор Ультра, КС (табл. 4).

Таблица 4. Нормы применения гербицида Артист, ВДГ и эталона Зенкор Ультра, КС

Нормы применения препаратов, кг/га, л/га	Содержание действующих веществ в препаратах, г/л (г/кг)		Нормы применения действующих веществ, г/га	
	метрибузин	флуфенацет	метрибузин	флуфенацет
Артист, ВДГ – 2,0 кг/га	175	240	350	480
Артист, ВДГ – 2,5 кг/га	175	240	438	600
Зенкор Ультра, КС – 0,8	600	-	480	-
Зенкор Ультра, КС – 1,6	600	-	960	-

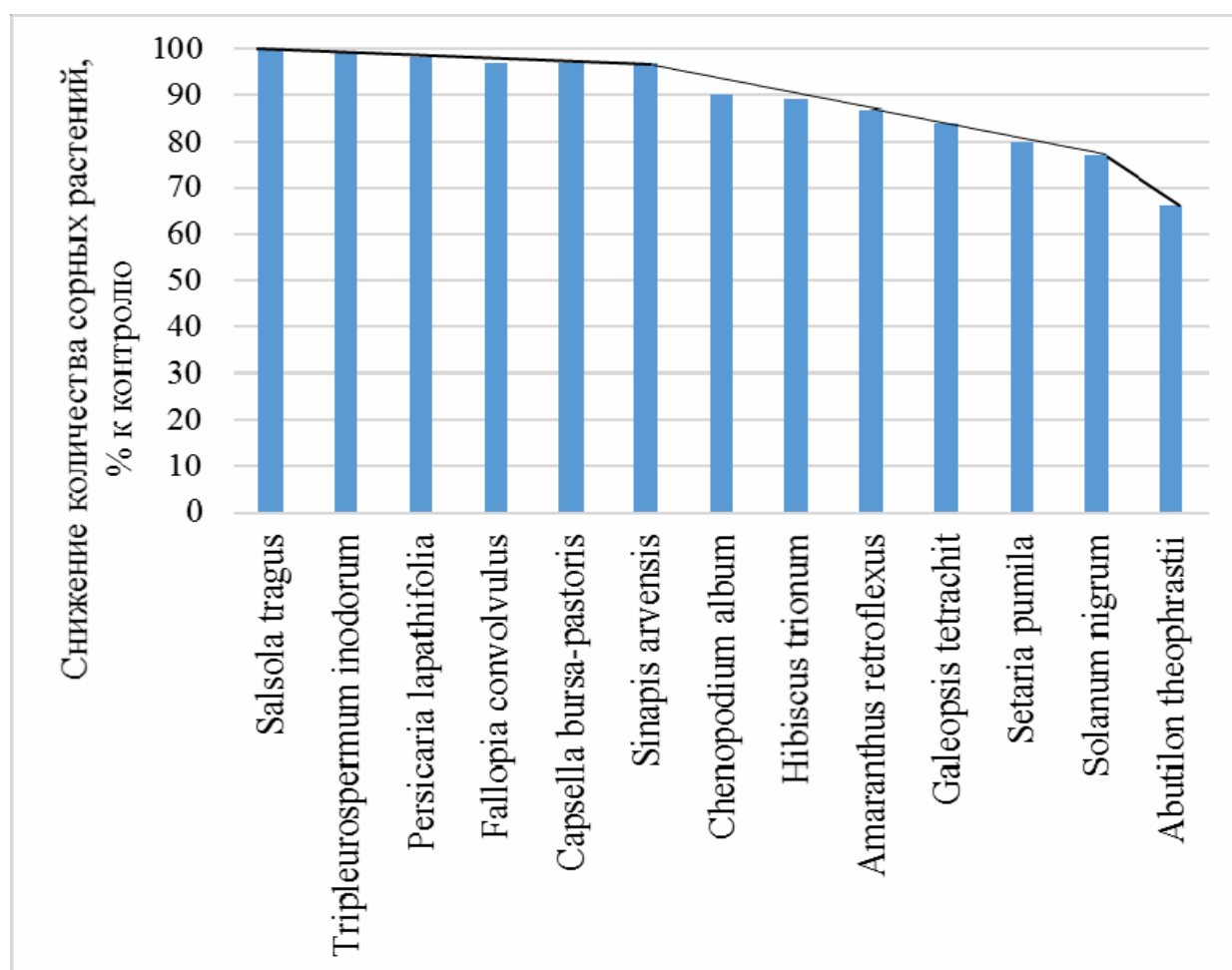


Рис. 1. Чувствительность сорных растений к гербициду Артист, ВДГ

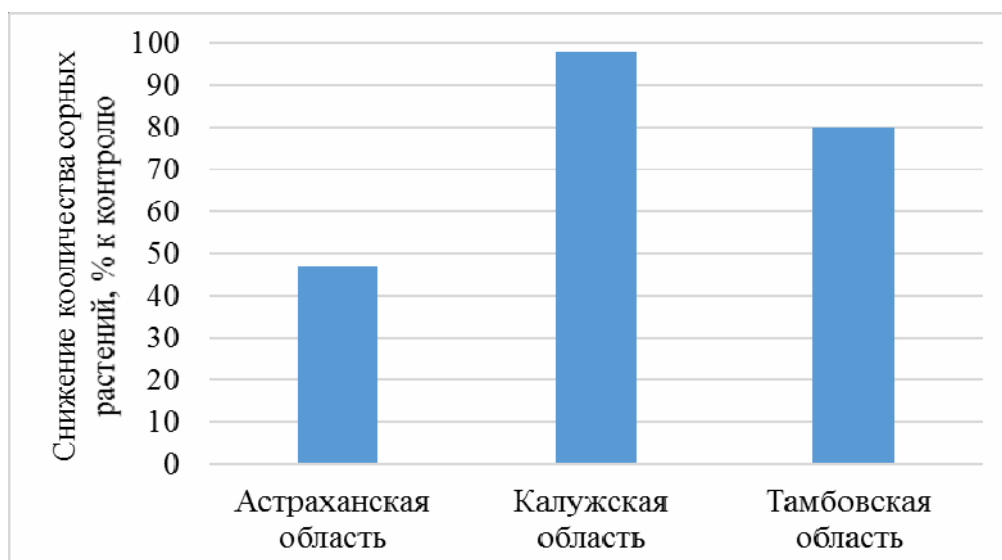
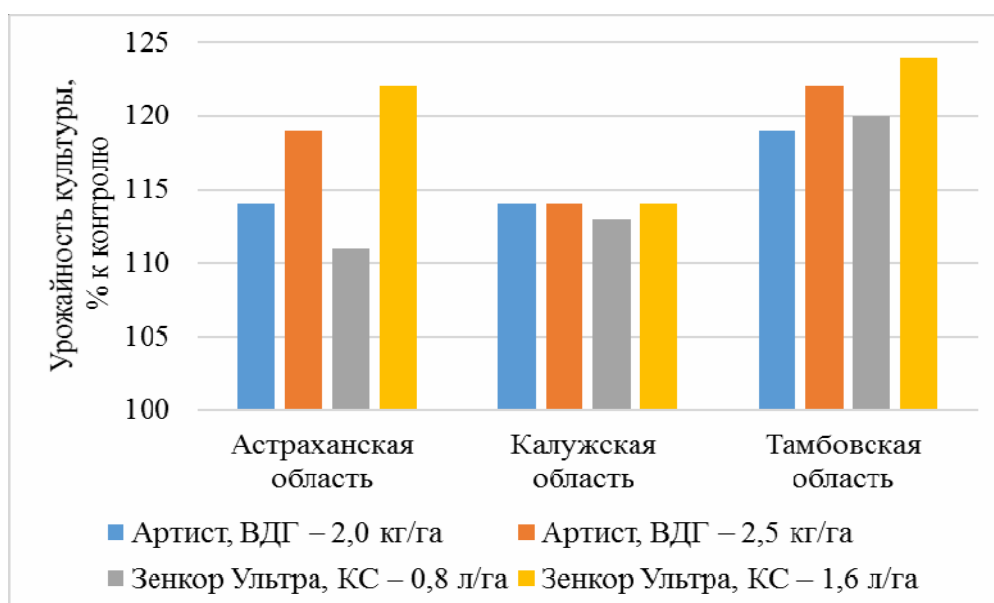
Рис. 2. Действие гербицида Артист, ВДГ на *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv

Рис. 3. Величина сохраненного урожая картофеля при применении гербицида Артист, ВДГ, 2013 г.

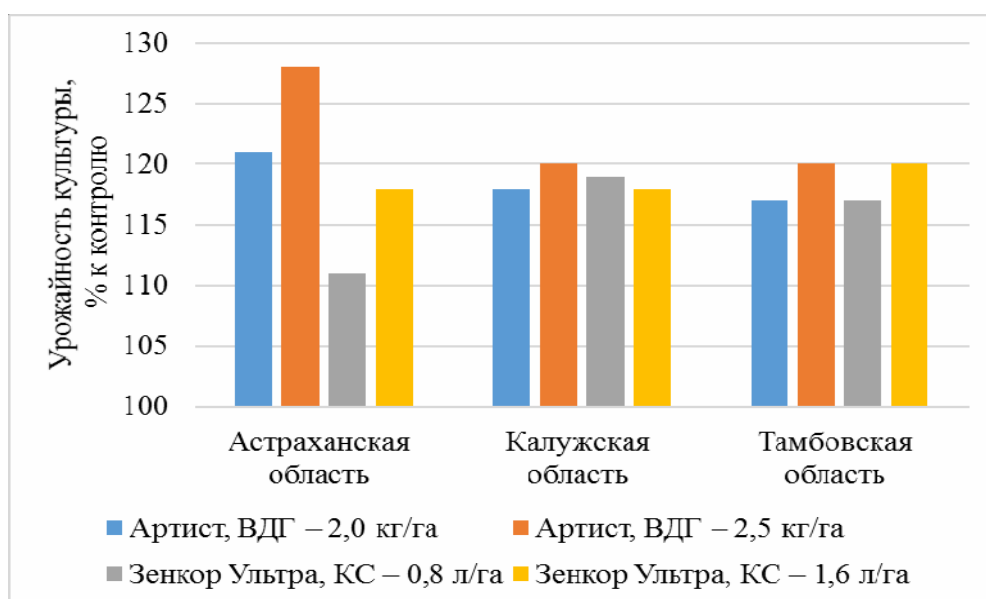


Рис. 4. Величина сохраненного урожая картофеля при применении гербицида Артист, ВДГ, 2014 г.

Применение гербицида Артист, ВДГ практически полностью подавляло следующие виды сорняков: *Salsola tragus* L. (снижение количества растений достигало 100% относительно контроля), *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. (99%), *Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre (98%), *Capsella bursa-pastoris* (L.) (97%), *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love (97%), *Sinapis arvensis* L. (97%) (рис. 1).

В посадках картофеля присутствовала группа менее чувствительных сорняков, которые все же высокоэффективно подавлялись гербицидом Артист, ВДГ. К ним относились: *Hibiscus trionum* L. (89%), *Chenopodium album* L. (85- 97%), *Amaranthus retroflexus* L. (87%), *Galeopsis tetrachit* L. (84%), *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult. (80%), *Solanum nigrum* L. (77%).

Относительно слабую чувствительность к применению изучаемого гербицида проявил *Abutilon theophrastii* Medik. (66%).

Стоит отметить особенность действия изучаемого препарата на *Echi-nochloa crusgalli* (L.) Beauv. Данный вид высокоэффективно подавлялся в Калужской и Тамбовской областях (на 80-98%), однако в Астраханской области эффективность гербицида Артист, ВДГ по действию на *Echinochloa crusgalli* не превышала 47%. Это связано с биологическими особенностями развития *Echi-nochloa crusgalli* в условиях этого региона. Из-за сухого и жаркого климата возделывание сельскохозяйственных культур в Астраханской области возможно лишь при осуществлении регулярных поливов, которые способствуют сильному разрастанию растений *Echinochloa crusgalli*.

Проведенные исследования позволили установить, что применение изучаемого препарата и эталона не оказало отрицательного влияния на растения картофеля сортов Романце, Удача, Голубизна и Пикассо.

Во всех опытах с гербицидами были отмечены прибавки урожайности культуры по сравнению с необработанным контролем. В условиях 2013 года наибольшая величина сохраненного урожая картофеля при применении гербицида Артист, ВДГ была отмечена в условиях Тамбовской области (19-23%). Чуть ниже были значения рассматриваемого показателя в Астраханской области (14-19%). В Калужской области показатель не превышал 14% (рис. 3).

В 2014 году величина сохраненного урожая картофеля при применении гербицида Артист, ВДГ в условиях Астраханской области превосходила показатели других регионов. При использовании 2,0 кг/га препарата Артист, ВДГ она достигала 21%, при применении 2,5 кг/га препарата – 28% (рис. 4).

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлена высокая эффективность изучаемого гербицида, не уступающая в рассматриваемых регламентах применения эффективности эталона. Масса двудольных сорных растений в обработанных препаратом Артист, ВДГ вариантах снижалась на 81–100% (в эталоне – на 71–100%). Наибольшую устойчивость из двудольных сорняков проявил канатник Теофраста. Эффективность против злаковых сорняков была высокой в Калужской и Тамбовской областях. Во всех опытах с гербицидом Артист, ВДГ были отмечены прибавки урожайности картофеля.

Гербицид Артист, ВДГ был рекомендован для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорными растениями на посадках картофеля в нормах применения 2,0-2,5 кг/га (регистрационный номер 019-03-1624-1; регистрация до 20.11.2027) [10]. Применять изучаемый гербицид следует с учетом чувствительности сортов и гибридов картофеля.

### Литература

1. Колчина Л.М. Технологии и оборудование для производства картофеля: справочник – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 164 с.
2. Медведева А. Исследование рынка семенного картофеля: импортозамещение пробуксовывает [Электронный ресурс] // Агропромышленный портал АгроXXI –



- URL:<https://www.agroxxi.ru/analiz-rynka-selskohozjaistvennyh-tovarov/issledovanie-rynka-semennogo-kartofelja-importozameschenie-probuksovyvaet.html> (дата обращения: 01.12.19).
3. **Дятловская Е.** Потребление овощей остается на четверть ниже нормы [Электронный ресурс] // *Агроинвестор* – URL:<https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/31761-potreblenie-moloka-snizilos-na-2-5/> (дата обращения: 01.12.19).
  4. **Молявко А.А., Ториков В.Е., Марухленко А.В., Борисова Н.П.** Засоренность картофеля при использовании гербицида Титус // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии.* – 2012. – № 3. – С. 6-9.
  5. **Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Пынтиков С.А., Белановская М.А., Кранцевич В.Д., Ханкевич В.А.** Влияние гербицидов на урожайность картофеля // *Применение удобрений в современном земледелии: материалы Международной научно-практической конференции (2018 г.).* – Минск, 2018. – С. 93-96.
  6. **Бирюкова М.В.** Эффективность применения гербицидов на посадках картофеля // *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства.* – 2017. – № 19. – С. 82-84.
  7. **Волчкевич И.Г., Серeda Г.М.** «Бандур Форте» – новый гербицид в защите картофеля // *Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы Международной научно-практической конференции (2019 г.).* – Симферополь, 2019. – С. 30-31.
  8. **Методические указания** по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – М: ВНИИЭСХ, 1981. – 46 с.
  9. **Методические указания** по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве (под редакцией В.И. Долженко). – СПб: МСХ, РАСХН, ВИЗР, 2013. – 280 с.
  10. **Государственный каталог** пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2019.

#### Literatura

1. **Kolchina L.M.** Tekhnologii i oborudovanie dlya proizvodstva kartofelya: spravochnik – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2014. – 164 s.
2. **Medvedeva A.** Issledovanie rynka semennogo kartofelya: importozameshenie probuksovyvaet [Elektronnyj resurs] // *Agropromyshlennyj portal AgroXXI* – URL: <https://www.agroxxi.ru/analiz-rynka-selskohozjaistvennyh-tovarov/issledovanie-rynka-semennogo-kartofelja-importozameschenie-probuksovyvaet.html> (data obrashcheniya: 01.12.19).
3. **Dyatlovskaya E.** Potreblenie ovoshchej ostaetsya na chetvert' nizhe normy [Elektronnyj resurs] // *Agroinvestor* – URL:<https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/31761-potreblenie-moloka-snizilos-na-2-5/> (data obrashcheniya: 01.12.19).
4. **Molyavko A.A., Torikov V.E., Maruhlenko A.V., Borisova N.P.** Zasorennost' kartofelya pri ispol'zovanii gerbicide Titus // *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* – 2012. – № 3. – S. 6-9.
5. **Gvozdov A.P., Bulavin L.A., Pyntikov S.A., Belanovskaya M.A., Krancevich V.D., Hankevich V.A.** Vliyanie gerbicidev na urozhajnost' kartofelya // *Primenenie udobrenij v sovremennom zemledelii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (2018 g.).* – Minsk, 2018. – S. 93-96.
6. **Biryukova M.V.** Effektivnost' primeneniya gerbicidev na posadkah kartofelya // *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkcii sel'skogo hozyajstva.* – 2017. – № 19. – S. 82-84.
7. **Volchkevich I.G., Sereda G.M.** «Bandur Forte» – novyj gerbicide v zashchite kartofelya // *Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoj nauki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (2019 g.).* – Simferopol', 2019. – S. 30-31.
8. **Metodicheskie ukazaniya** po polevomu ispytaniyu gerbicidev v rastenievodstve. – М: VNIIESKH, 1981. – 46 s.
9. **Metodicheskie ukazaniya** po registracionnym ispytaniyam gerbicidev v sel'skom hozyajstve (pod redakciej V.I. Dolzhenko). – SPb: MSKH, RASKHN, VIZR, 2013. – 280 s.
10. **Gosudarstvennyj katalog** pesticidov i agrohimatev, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii. – М., 2019.

УДК 631.416.8

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12033

Канд. биол. наук С.Х. ХУАЗ  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, huazsveta@mail.ru)Канд. биол. наук М.А. ЕФРЕМОВА  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, marina\_efremova@mail.ru)

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ИНОКУЛЯЦИИ БИОПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯЧМЕНОМ ДВУХ СОРТОВ

Установлено, что применение бактериальных препаратов на основе ассоциативных ризобактерий при определенных условиях приводит к повышению урожайности и, как правило, улучшению качества основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур [1]. Также среди многих микробных препаратов наиболее распространенными являются препараты на основе арбускулярной микоризы, инокуляция которыми способствует улучшению питания растений в большей степени фосфором и в меньшей степени азотом, калием и кальцием практически всех сельскохозяйственных культур [2]. Однако для эффективного взаимодействия микробов и растения необходимо тщательно подобрать подходящий для данного вида (и сорта) растения определенный биопрепарат [3, 4]. Таким образом, исследование влияния биопрепаратов на продуктивность и качество перспективных зерновых культур и их сортов, с точки зрения установления более эффективных микробно-растительных комплексов, является актуальным.

**Цель исследования** – изучение влияния инокуляции семян ячменя сортов Криничный и Суздалец микробиопрепаратами на продуктивность растений и накопление ими основных макроэлементов питания и меди.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Вегетационные опыты были заложены в мае согласно рекомендациям [5] на опытном поле СПбГАУ. Исследования выполнены на двух сортах двурядного ячменя (*Hordeum distichon* L.) разновидности нутанс: Суздалец (к-30314) и Криничный (к-27605).

Растения ярового ячменя различных сортов выращивались в вегетационном домике при естественном освещении и искусственном поливе. В пластмассовые вегетационные сосуды набивалось по 5 кг почвы, предварительно заправленной минеральными удобрениями из расчета  $N_{0,1}P_{0,1}K_{0,1}$  (0,1 г действующего вещества удобрений на 1 кг почвы).

В опыте использовались биопрепараты, предоставленные ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург – Пушкин): Флавобактерин (*Flavobacterium* sp., штамм 30), Мизорин (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7) и Микориза (*Glomus intraradices*, штамм 8). Инокуляция семян проводилась микробиопрепаратами непосредственно перед высевом. В контрольном варианте обработка семян препаратами не применялась. Таким образом, опыт с ячменем сорта Суздалец состоял из четырех вариантов; опыт с ячменем сорта Криничный состоял из трех вариантов, так как для обработки семян препарат Мизорин не применялся. Вегетационные эксперименты проведены в четырех повторностях. Влажность почвы поддерживалась на уровне 70-80% от полной полевой влагоёмкости.

Почва, используемая в эксперименте, дерново-подзолистая среднесуглинистая, хорошо окультуренная, с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия, реакция среды – близкая к нейтральной (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы

Сорг., %	pH <sub>KCl</sub>	Нг	S	V	Обменные формы		Подвижные формы	
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		ммоль/100 г почвы			%	мг/100 г почвы		
3,2	5,75	0,74	29,3	97,53	74,5	10,2	34,44	20,78

Для учета химического состава растений ячменя определяли валовое содержание азота, фосфора и калия. Анализ проводили в вытяжках после мокрого озоления растительного материала по методу К. Гинзбург и др. Количественное определение общего азота в растительных образцах проводилось фотокolorиметрическим методом с использованием реактива Несслера. Калий определяли на пламенном фотометре, фосфор – на спектрофотокolorиметре. Содержание меди в растениях было определено атомно-спектрометрическим методом после озоления растений в смеси азотной и хлорной кислот.

**Результаты исследований.** Продуктивность и вегетативная масса ячменя сорта Криничный в вегетационном опыте были несколько выше аналогичных показателей ячменя сорта Суздалец как в контроле, так и вариантах с применением биопрепаратов (табл. 2).

При исследовании влияния различных биопрепаратов на зерновую продуктивность ячменя сорта Криничный из всех биопрепаратов только обработка Флавобактерином привела к существенному увеличению зерновой продуктивности относительно контроля без инокуляции, прирост составил 42%. В варианте с Микоризой достоверный прирост продуктивности зерновой культуры не выявлен.

Таблица 2. Продуктивность растений, г/сосуд

Варианты	Сорт Криничный				Сорт Суздалец			
	масса зерна	прирост к конт.	масса соломы	прирост к конт.	масса зерна	прирост к конт.	масса соломы	прирост к конт.
	г/сосуд	%	г/сосуд	%	г/сосуд	%	г/сосуд	%
Контроль	18,5±3,2	0	35,2±2,3	0	14,7±0,5	0	33,4±3,0	0
Флавобактерин	26,2±5,5	43	39,8±3,0	13	16,6±0,8	12	38,4±2,5	14
Мизорин	-	-	-	-	15,2±1,6	3	34,1±5,4	2
Микориза	20,9±4,5	12	32,5±0,7	-8	17,2±1,3	21	32,6±3,5	-3
НСР <sub>05</sub>	7,4		4,6		1,8		6,6	

Увеличение зерновой продуктивности растений ячменя сорта Суздалец (табл.2) отмечено под действием нескольких исследуемых биопрепаратов. Наибольшая прибавка относительно контрольного варианта установлена при применении препарата Микориза и составила 17%. При использовании бактериального препарата Флавобактерин отмечено увеличение продуктивности на 13% относительно контроля. Биопрепарат Мизорин не способствовал увеличению зерновой продуктивности у данного сорта.

По результатам наших исследований следует отметить, что действие биопрепаратов на продуктивность ячменя неоднородно и, вероятно, зависит от сочетаемости жизнедеятельности микроорганизмов и растений ячменя разных сортов. Воздействие Флавобактерина на рост сельскохозяйственной культуры носит более универсальный характер по сравнению с другими препаратами, способствуя увеличению зерновой продуктивности у обоих исследуемых сортов ячменя.

При изучении влияния инокуляции семян ячменя бактериальными препаратами на его вегетативную массу установлено, что бактериальный препарат Флавобактерин

способствовал накоплению биомассы ячменя сорта Криничный; относительно контрольного варианта прибавка составила 13%. Препарат Микориза не повлиял на вегетативную массу данного сорта ячменя.

Для ячменя сорта Суздалец не отмечено положительного воздействия инокуляции биопрепаратами на увеличение вегетативной массы.

По результатам исследований содержания макроэлементов в зерне ячменя следует отметить, что содержание азота и калия в зерне сорта Суздалец выше, чем в зерне сорта Криничный, что, по-видимому, относится к сортовым особенностям злаковой культуры (табл. 3). Концентрация фосфора в зерне ячменя двух сортов существенно не различается.

В условиях вегетационного опыта у сорта Криничный наблюдалась тенденция повышения содержания азота в зерне ячменя под действием биопрепаратов (табл.3), однако статистическая обработка не показала существенных различий между этими вариантами и контролем. Также инокуляция не способствовала существенному увеличению содержания фосфора и калия в зерне ячменя данного сорта.

Таблица 3. Содержание питательных элементов в зерне, %

Варианты	Сорт Криничный			Сорт Суздалец		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	1,33±1,19	1,23±0,26	0,44±0,03	2,71±0,06	0,91±0,09	0,83±0,13
Флавобактерин	1,42±0,31	0,96±0,11	0,45±0,04	2,63±0,13	0,99±0,08	0,79±0,07
Мизорин	-	-	-	1,92±0,01	1,11±0,12	0,63±0,04
Микориза	1,57±0,41	1,23±0,23	0,5±0,03	2,26±0,06	1,36±0,09	0,82±0,08
НСР <sub>05</sub>	0,6	0,4	0,06	0,14	0,17	0,16

У растений ячменя сорта Суздалец не выявлено достоверного различия по содержанию макроэлементов в зерне ячменя в контрольном варианте и варианте с применением препарата Флавобактерин. Под действием препаратов Микориза и Мизорин наблюдалось существенное уменьшение азота в зерне, однако данные биопрепараты способствовали увеличению содержания фосфора в зерне ячменя этого сорта, прибавка к контрольному варианту составила 35% и 18% соответственно.

Содержание калия в зерне ячменя сорта Суздалец не зависело от применения биопрепаратов Флавобактерин и Микориза. Мизорин существенно снижал концентрацию калия в зерне.

Таблица 4. Содержание питательных элементов в вегетативной массе, мг/кг

Варианты	Сорт Криничный			Сорт Суздалец		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	0,84±0,23	0,27±0,03	3,41±0,23	1,16±0,18	0,36±0,02	2,7±0,27
Флавобактерин	1,11±0,35	0,36±0,04	4,49±0,31	1,79±0,47	0,29±0,14	3,59±0,09
Мизорин	-	-	-	1,63±0,21	0,41±0,04	5,42±0,13
Микориза	1,31±0,07	0,16±0,11	3,26±0,47	1,20±0,38	0,3±0,04	4,29±0,23
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,13	0,5	0,44	0,14	0,26

При исследовании влияния биопрепаратов на накопление основных элементов питания в соломе ячменя была установлена зависимость этого процесса от сортовых особенностей ячменя (табл. 4). У сорта Криничный при обработке Флавобактерином отмечена тенденция к увеличению содержания азота и фосфора в биомассе растений, однако существенных различий с контрольным вариантом статистическая обработка не показала. Также данный биопрепарат способствует существенному накоплению калия в биомассе

растений относительно контрольного и варианта с применением Микоризы, прибавка в данном случае составила 24%. Использование препарата Микориза способствовало существенному повышению содержания азота в вегетативной массе относительно контрольного варианта на 35%.

Использование препаратов Флавобактерин и Мизорин способствовало увеличению содержания азота в биомассе исследуемого сорта Суздалец.

Флавобактерин в данном случае увеличивал содержание азота относительно контрольного варианта на 35%, а в варианте с применением Мизорина прибавка азота составила 40%. Препарат Микориза не воздействовал на содержание азота в вегетативной массе ячменя этого сорта.

Применение всех исследуемых биопрепаратов не отразилось на накоплении фосфора в биомассе растений сорта Суздалец. Однако отмечается положительное влияние всех исследуемых микробиопрепаратов на содержание калия в биомассе растений данного сорта. Наибольшую прибавку по содержанию калия в биомассе растений относительно контрольного варианта показал препарат Мизорин – 101%. Второй по эффективности – препарат Микориза, его прибавка к контрольному варианту составила 58%. Микробиопрепарат Флавобактерин оказался менее эффективным по сравнению с двумя первыми препаратами, но и в этом варианте достоверная прибавка к содержанию калия в контроле составила 33%.

Ввиду того, что медь является одним из важных микроэлементов питания растений, нами были проведены исследования по влиянию микробиопрепаратов на накопление меди ячменем из почвы. Полученные нами экспериментальные данные неоднозначны. Вероятно, в данном случае так же как и в случае с макроэлементами питания сказались как сортовые особенности ячменя по накоплению меди из почвы, так и специфическое взаимодействие растений разных сортов ячменя с различными микроорганизмами.

Так, инокуляция биопрепаратами способствовала уменьшению накопления меди в зерне ячменя сорта Криничный (рис.). Содержание микроэлемента при использовании препаратов Флавобактерин и Микориза достоверно снижалось относительно контрольного варианта на 27% и 31% соответственно.

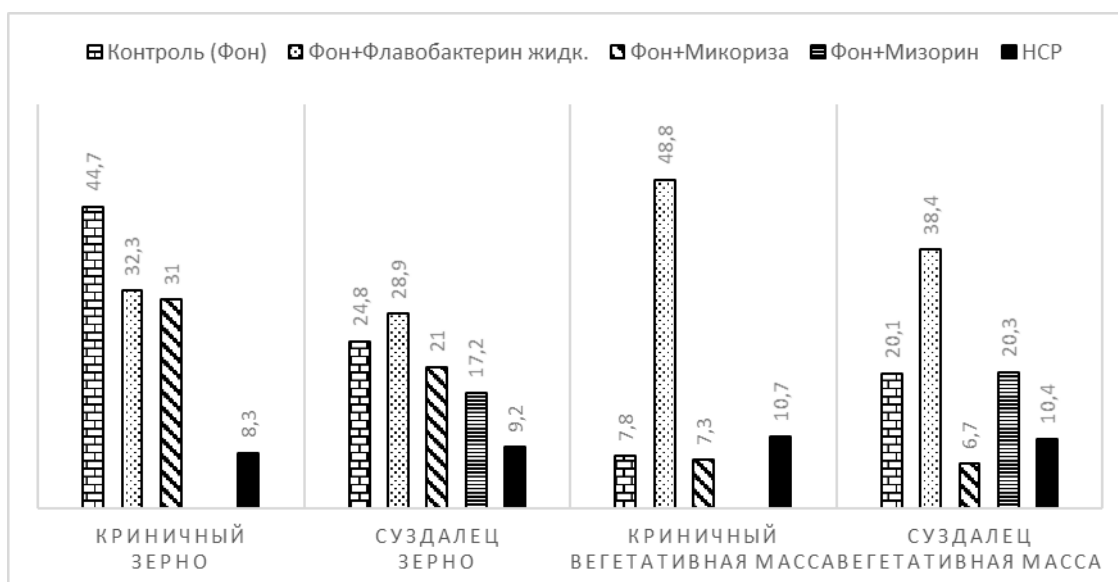


Рис. Содержание меди в растениях ячменя, мг/кг

В вегетативной массе ячменя сорта Криничный при инокуляции микробиопрепаратом Флавобактерин содержание меди увеличилось в 6,2 раза относительно контрольного варианта. Это обстоятельство не нашло отражения в накоплении меди зерном ячменя, что, по-видимому, связано с биохимическими барьерами в клетках и тканях растений,

препятствующими перемещению микроэлемента от вегетативных к репродуктивным органам. В других вариантах достоверного различия с контролем не обнаружено.

Использование биопрепаратов не оказало достоверного влияния на содержание меди в зерне ячменя сорта Суздалец (рис.). Содержание микроэлемента в вегетативной массе растений, выращенных в условиях применения биопрепарата Флавобактерин, существенно возросло (в 1,9 раза) по сравнению с контролем. Мизорин не играл значимой роли в этом процессе.

Препарат Микориза способствовал снижению концентрации меди в вегетативной массе ячменя сорта Суздалец относительно контроля на 66%. Во всех случаях применения данный препарат способствовал наименьшему накоплению меди в зерне и в вегетативной массе растений исследуемых сортов, что нашло отражение в некоторых литературных источниках [6,7]. По-видимому, грибная микрофлора активно иммобилизует медь почвы, используя её в обменных процессах.

#### **Выводы:**

1. Эффективность микробиопрепаратов при выращивании ячменя на хорошо окультуренной дерново-подзолистой почве зависела от сортовых особенностей злаковой культуры.

2. Биопрепарат Флавобактерин проявил более универсальные качества, способствуя увеличению продуктивности у обоих сортов ячменя. Действие биопрепаратов Мизорина и Микоризы на продуктивность зерна было менее выражено или носило более специфичный характер.

3. Биопрепараты положительно влияли на накопление азота в соломе исследуемых сортов ячменя. Флавобактерин и Мизорин увеличивали содержание азота в соломе растений сорта Суздалец. Микориза – в соломе сорта Криничный.

4. Микориза и Мизорин способствовали увеличению содержания фосфора в зерне ячменя сорта Суздалец.

5. Инокуляция исследуемыми бактериальными препаратами положительно сказывалась на содержании калия в соломе ячменя сорта Суздалец. Увеличение содержания калия в зерне ячменя зарегистрировано только для сорта Криничный под действием биопрепарата Флавобактерин.

6. Применение биопрепаратов способствовало снижению содержания меди в зерне ячменя сорта Криничный, существенно не влияя на накопление меди в зерне ячменя сорта Суздалец.

7. Использование Флавобактерина значительно увеличивало содержание меди в соломе ячменя обоих сортов.

#### **Литература**

1. Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений // Плодородие. – 2011. – № 3 (60). – С. 9-13.
2. Тихонович И.А., Круглов Ю.В. (отв. ред.) Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М., 2005 – 154 с.
3. Кожемяков А.П., Проворов Н.А., Завалин А.А., Шотт П.Р. Оценка взаимодействия сортов ячменя и пшеницы с ризосферными бактериями на различном азотном уровне //Агрехимия. – 2004. – №3. – С.33-40.
4. Кацы Е.И. Молекулярная генетика ассоциативного взаимодействия бактерий и растений: состояние и перспективы исследований. – М.: Наука, 2007. – 86 с.
5. Воробейков Г.А. Царенко В.П., Лунина Н.Ф. Полевые и вегетационные исследования по агрохимии и физиологии: учеб. пособие. – СПб.: Проспект Науки, 2014. – 144 с.

6. **Koide R.T., Mosse B.** A history of research on arbuscular mycorrhiza // *Mycorrhiza*. 2004. Vol. 14. P. 145-163
7. **Marschner H., Dell B.** Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis // *Plant & Soil*. 1994. Vol. 159. P. 89 – 102.

#### Literatura

1. **Tihonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kozhemyakov A.P.** Ispol'zovanie biopreparatov – dopolnitel'nyj istochnik elementov pitaniya rastenij // *Plodorodie*. – 2011. – № 3 (60). – S. 9-13.
2. **Tihonovich I.A., Kruglov YU.V.** (otv. red.) Biopreparaty v sel'skom hozyajstve. (Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve). – M., 2005 – 154 s.
3. **Kozhemyakov A.P., Provorov N.A., Zavalin A.A., SHott P.R.** Ocenka vzaimodejstviya sortov yachmenya i pshenicy s rizosfernymi bakteriyami na razlichnom azotnom urovne // *Agrohimiya*. – 2004. – №3. – S.33-40.
4. **Kacy E.I.** Molekulyarnaya genetika asociativnogo vzaimodejstviya bakterij i rastenij: sostoyanie i perspektivy issledovanij. – M.: Nauka, 2007. – 86 s.
5. **Vorobejko G.A., Carenko V.P., Lunina N.F.** Polevye i vegetacionnye issledovaniya po agrohimii i fitofiziologii: ucheb. posobie. – SPb.: Prospekt Nauki, 2014. – 144 s.
6. **Koide R.T., Mosse B.** A history of research on arbuscular mycorrhiza // *Mycorrhiza*. 2004. Vol. 14. P. 145-163
7. **Marschner H., Dell B.** Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis // *Plant & Soil*. 1994. Vol. 159. P. 89 – 102.

УДК 632.951:635.21(470.2)

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12038

Канд. биол. наук **О.В. ДОЛЖЕНКО**  
(ФГБНУ ВИЗР, agrozara86@mail.ru)

Аспирант **Т.В. БЕНДИКАЙТЕ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, tvbendi94@yandex.ru)

Доктор биол. наук **Т.В. ДОЛЖЕНКО**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ООО «ИЦЗР» dolzhenkotv@mail.ru)

### ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА СЕМЕННЫХ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ ОТ ТЛЕЙ

В системе сертификации семенного картофеля в Российской Федерации с 1 января 2018 года введен новый межгосударственный стандарт ГОСТ 33996–2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества» [1, 2]. Стандарт создан для оптимизации нормативных показателей товарного качества семенного картофеля, реализуемого на рынке, и минимизации возможных рисков возникновения технических барьеров при проведении экспортно-импортных поставок сертифицированных семян в рамках стран – участниц Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Содержащиеся в стандарте Положения охватывают практически все основные аспекты контроля качества и сертификации семенного картофеля: сортовая идентичность (подлинность) и чистота сорта; отслеживаемость происхождения семенных партий; уровень качества для различных категорий семенного материала в отношении болезней, вредителей, дефектов; допуски в отношении размерных характеристик и внешнего товарного вида клубней; правила упаковки, пломбирования и маркировки.

В соответствии с ГОСТом в семенном картофеле не допускается наличие возбудителей инфекционных болезней и вредителей, имеющих карантинное значение (рак картофеля, бурая бактериальная гниль, золотистая цистообразующая картофельная нематода, картофельная моль и др.)

В стандарте установлены дифференцированные нормы для контроля фитопатогенных вирусов на основе лабораторного тестирования листовых и клубневых проб в зависимости от степени размножения оригинального семенного материала, включая исходный *in vitro* материал, миниклубни, первое полевое поколение из миниклубней и супер-суперэлиту.

Для всех классов (поколений), относящихся к категории оригинального семенного материала, введены достаточно жесткие нормативные допуски по вирусам, вызывающим тяжелые формы морщинистой и полосчатой мозаики (УВК), скручивания листьев картофеля (ВСЛК) и вироида веретеновидности клубней (ВВКК). Наличие УВК и ВСЛК в исходном *in vitro* материале и миниклубнях не допускается. В первом полевом поколении из миниклубней предельно допустимая норма не должна превышать 0,5%, в супер-суперэлите – 1%. В отношении ВВКК для всех поколений установлен нулевой допуск.

Борьба с вирусными болезнями картофеля должна проводиться при семеноводстве картофеля на всех этапах: в лабораторных условиях, в защищённом грунте и в полевых условиях.

В последние годы миниклубни практически стали самостоятельной товарной группой на мировом рынке предбазисного (оригинального) семенного картофеля. Это, в свою очередь, привело к необходимости создания стандартизированных процедур технологического процесса клонального микроразмножения *in vitro* материала и производства миниклубней [3], а также разработки и внедрения современных стандартов и серьезного усовершенствования нормативного регулирования в системе проверки качества партий миниклубней, подлежащих реализации [1, 2, 4].



Рис. 1. Выращивание миниклубней в плёночной теплице для защиты от насекомых – переносчиков вирусной инфекции (СПбГАУ, 2019 год)



В течение длительного времени выращивание миниклубней было ориентировано на использование обогреваемых зимних грунтовых теплиц. Сегодня производители используют менее затратные технологии выращивания миниклубней в весенне-летнем обороте в условиях необогреваемых каркасных укрытий тоннельного типа с применением легких синтетических укрывных материалов. Практика показала, что использование вегетационных сооружений такого типа при строгом соблюдении условий контролируемой среды и мер защиты от насекомых – переносчиков инфекции позволяет обеспечить достаточно высокий количественный выход миниклубней и уровень их качества, соответствующий нормативным требованиям стандарта (рис. 1).

Комплекс агроприемов, ограничивающих распространение вирусной и другой инфекции в полевых условиях [5], должен включать: обеспечение необходимой изоляции от других посадок картофеля более низких классов или посадок товарного картофеля; предпосадочную обработку клубней препаратами инсектицидно-фунгицидного действия; создание условий, наиболее благоприятных для быстрого роста и развития растений в первоначальный период вегетации; мониторинг активности популяций тлей, мигрирующих на посадках картофеля; регулярное проведение фитосортопрочисток; применение эффективных и экологически безопасных средств защиты растений в период вегетации; предуборочное удаление ботвы химическим или механическим способом при достижении оптимальной семенной товарности клубней с учетом динамики мигрирующих переносчиков вирусов (летающей генерации тлей). Система борьбы с вирусными болезнями картофеля должна быть основана на точных данных о переносчиках в каждом конкретном условиях выращивания семенного картофеля.

Так как с вирусными болезнями картофеля нельзя бороться прямым способом, их развитие надо предотвращать нарушением протекания инфекционного цикла, элементами которого являются источник вируса, переносчик и растение-хозяин [6].

**Целью наших исследований** на основании вышесказанного явилась оценка эффективности химических инсектицидов для защиты картофеля от тлей в условиях открытого и защищённого грунта Ленинградской области.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Полевые опыты проводили в 2018-2019 гг. на опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета и в ООО «Славянка-М» (Гатчинский район) на семенных участках картофеля сортов Гала, Ред Скарлет, Чароит. Вредные объекты: имаго и личинки тлей (сем. *Aphididae*).

Варианты опыта: инсектицид Алиот, концентрат эмульсии (КЭ), содержащий 570 г/л малатиона, в норме применения 1,5 л/га; инсектицид Пондус, концентрат эмульсии (КЭ), (250 г/л фипронила), в нормах применения 0,1 и 0,15 л/га; Данадим Эксперт, КЭ (50 г/л) (эталон) в норме 2,25 л/га; инсектицид Цепеллин Эдванс, концентрат эмульсии (КЭ), (50 г/л лямбда-цигалотрина), в норме применения 0,2 л/га; Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) (эталон) в норме 0,2 л/га; инсектицид Шарпей, микроэмульсия (МЭ) (250 г/л циперметрина) в норме применения 0,48 л/га, Ципи, КЭ (250 г/л) (эталон) в норме применения 0,48 л/га и контроль без обработки.

В защищённом грунте изучали действие инсектицида Биотлин Бау, водный раствор (ВР), содержащий 0,1 г/л имидаклоприда.

Опыты мелкоделяночные, размер делянок 50 м<sup>2</sup>, размещение рендомизированное по методу блоков, повторность четырёхкратная. Однократную обработку инсектицидом проводили способом опрыскивания в период вегетации с помощью опрыскивателя «Solo» (рис. 2). В защищённом грунте – еженедельное применение инсектицида с помощью куркового опрыскивателя.



Рис. 2. Обработка посадок картофеля в период вегетации (Гатчинский район, 2018 год)

Учеты тлей и оценку биологической эффективности препаратов проводили: до обработки, на 3-и, 7-е, 14-е сутки после обработки в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве» [7].

Для наблюдений за появлением, динамикой численности и видовым составом тлей в теплицах учебно-опытного сада СПбГАУ применяли жёлтые сосуды Мёрике [8, 9, 10].

**Результаты исследований.** Оценка биологической эффективности инсектицида Алиот, КЭ (570 г/л), проведённая на картофеле в Ленинградской области, показала, что препарат в норме применения 1,5 л/га проявил высокое инсектицидное действие: снижение численности тлей составило 100% (таблица).

Инсектицид Пондус, КС (250 г/л) в нормах применения 0,1 л/га и 0,15 л/га снизил численности тлей на 75-100% (0,1 л/га) и 100% (0,15 л/га).

Биологическая эффективность инсектицидов Шарпей, МЭ (250 г/л) в норме применения 0,48 л/га и Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л) в норме применения 0,1 л/га составила 100% (на протяжении двух недель) (таблица).

В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации [11], отсутствуют инсектициды, которые можно использовать на картофеле в защищённом грунте. Мы изучили действие инсектицида Биотлин Бау, водный раствор (ВР), содержащий 0,1 г/л имидаклоприда, разрешённого, с одной стороны, в борьбе с тлями на овощных культурах защищённого грунта, а с другой стороны, на картофеле открытого грунта для борьбы с колорадским жуком. Обработки в теплице проводили еженедельно, независимо от количества выявленных особей тлей. Это необходимо, поскольку даже пробные уколы единичных особей неспециализированных видов тлей могут привести к инфицированию растений картофеля вирусами, а при выращивании мини клубней заражение растений вирусами недопустимо [3, 5, 6, 12, 13]. Показателем эффективности действия изученного нами инсектицида Биотлин Бау, ВР (0,1 г/л) явился проведённый лабораторией ФГБУ «Россельхозцентр» по Ленинградской области иммуноферментный анализ (ИФА) на наличие скрытой вирусной инфекции в фазу цветения (листья) и в мини клубнях после уборки. В опытных растениях и полученных клубнях не было обнаружено латентной вирусной инфекции.

Таблица. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с тлями (сем. *Aphididae*) на картофеле (Ленинградская обл.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Снижение численности тлей относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учетов после обработки, %		
		3	7	14
Алиот, КЭ (400 г/л)	1,5	100	100	100
Пондус, КС (250 г/л)	0,1	75	100	100
Пондус, КС (250 г/л)	0,15	100	100	100
Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л) /эталон/	2,25	100	100	100
Шарпей, МЭ (250 г/л)	0,48	100	100	100
Ципи, КЭ (250 г/л) (эталон)	0,48	100	100	100
Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л)	0,2	100	100	100
Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) (эталон)	0,2	100	100	100

**Выводы.** Таким образом, инсектициды Алиот, КЭ (570 г/л малатиона), в норме применения 1,5 л/га; Пондус, КЭ (250 г/л фипронила), в нормах применения 0,1 и 0,15 л/га; Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина), в норме применения 0,2 л/га; Шарпей, МЭ (250 г/л циперметрина) в норме применения 0,48 л/га эффективно (100%) защищали картофель от тлей – переносчиков вирусов на протяжении 14 дней.

Инсектицид Биотлин Бау, водный раствор (ВР), содержащий 0,1 г/л имидаклоприда, обеспечил защиту картофеля от тлей на протяжении всего периода выращивания его в теплицах.

### Литература

1. Анисимов Б.В., Зебрин С.Н., Логинов С.И. На мировом уровне // Картофель и овощи. – 2016. – №7. – С.20-21.
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. – М.: Стандартинформ, 2016. – 41 с.
3. Технологический процесс производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля. Практическое руководство; Общ. ред. А.М. Малько, Б.В. Анисимов / ФГБУ «Россельхозцентр», ФГБНУ ВНИИКХ. – М., 2017. – 64 с.
4. Pest free potato (*Solanum spp.*) micropropagative material and minitubers for international trade (2010) // International standards for phytosanitary measures, ISPM, FAO. – 2011. – 20 p.
5. Анисимов Б.В., Симаков Е.А., Жевора С.В., Овэс Е.В., Зебрин С.Н., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Блинков Е.Г., Юрлова С.М., Усков А.И., Зейрук В.Н., Федотова Л.С. Современные технологии производства семенного картофеля. Практическое руководство. – Чебоксары, 2018. – 48 с.
6. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д., Захаренко А., Иванюк В., Каленская С., Кюрцингер В. и др. Картофель. Выращивание, уборка и хранение. Научно-практическое руководство. – М.: ДЛВ Агродело, 2007. – 457 с.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб, 2009. – 280 с.
8. Берим М.Н. Тли – вредители картофеля // Защита картофеля. – 2017. – № 1. – С. 30-34.
9. Волгарёв С.А., Иванова Г.П., Сухорученко Г.И., Берим М.Н. Проблемы мониторинга тлей – переносчиков вирусной инфекции при выращивании меристемного картофеля на примере Ленинградской области // Вестник защиты растений. – 2018. – № 4(98). – С.34-40.

10. **Фоминых Т.С., Медведева К.Д.** Вирусные болезни картофеля на Северо-Западе России // Вестник защиты растений. – 2018. – № 4(98). – С.40-44.
11. **Государственный каталог** пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации. – М., 2019. – 848 с.
12. **Сухорученко Г.И., Долженко В.И., Новожилов К.В.** Методы оценки действия инсектицидов на членистоногих // Вестник защиты растений. – 2006. – № 3. – С. 3-12.
13. **Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Волгарев С.А., Вилкова Н.А., Фасулати С.Р., Верещагина А.Б., Берим М.Н. и др.** Система интегрированной защиты репродукционного семенного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации. – СПб., 2016. – 20 с.

#### Literatura

1. **Anisimov B.V., Zebrin S.N., Loginov S.I.** Na mirovom urovne // Kartofel' i ovoshchi. – 2016. – №7. – S.20-21.
2. **Mezhhgosudarstvennyj standart GOST 33996-2016** Kartofel' semenoj. Tekhnicheskie usloviya i metody opredeleniya kachestva. – М.: Standartinform, 2016. – 41 s.
3. **Tekhnologicheskij process proizvodstva original'nogo, elitnogo i reprodukcionnogo semennogo kartofelya.** Prakticheskoe rukovodstvo; Obshch. red. A.M. Mal'ko, B.V. Anisimov / FGBU «Rossel'hozcentr», FGBNU VNIKKH. – М., 2017. – 64 s.
4. **Pest free potato (Solanum spp.) micropropagative material and minitubers for international trade (2010)** // International standards for phytosanitary measures, ISPM, FAO. – 2011. – 20 p.
5. **Anisimov B.V., Simakov E.A., Zhevora S.V., Oves E.V., Zebrin S.N., Mityushkin A.V., ZHuravlev A.A., Blinkov E.G., YUrlova S.M., Uskov A.I., Zejruk V.N., Fedotova L.S.** Sovremennye tekhnologii proizvodstva semennogo kartofelya. Prakticheskoe rukovodstvo. – CHEBOKSARY, 2018. – 48 s.
6. **SHpaar D., Bykin A., Dreger D., Zaharenko A., Ivanyuk V., Kalenskaya S., Kyurcinger V. i dr.** Kartofel'. Vyrashchivanie, uborka i hranenie. Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo. – М.: DLV Agrodelo, 2007. – 457 s.
7. **Metodicheskie ukazaniya** po registracionnym ispytaniyam insekticidov, akaricidov, mollyuskocidov i rodenticidov v sel'skom hozyajstve. – SPb, 2009. – 280 s.
8. **Berim M.N.** Tli – vrediteli kartofelya // Zashchita kartofelya. – 2017. – № 1. – S. 30-34.
9. **Volgaryov S.A., Ivanova G.P., Suhoruchenko G.I., Berim M.N.** Problemy monitoringa tlej – perenoschikov virusnoj infekcii pri vyrashchivanii meristemnogo kartofelya na primere Leningradskoj oblasti // Vestnik zashchity rastenij. – 2018. – № 4(98). – S.34-40.
10. **Fominyh T.S., Medvedeva K.D.** Virusnye bolezni kartofelya na Severo-Zapade Rossii // Vestnik zashchity rastenij. – 2018. – № 4(98). – S.40-44.
11. **Gosudarstvennyj katalog** pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh dlya primeneniya na territorii Rossijskoj Federacii. – М., 2019. – 848 s.
12. **Suhoruchenko G.I., Dolzhenko V.I., Novozhilov K.V.** Metody ocenki dejstviya insekticidov na chlenistonogih // Vestnik zashchity rastenij. – 2006. – № 3. – S. 3-12.
13. **Suhoruchenko G.I., Ivanova G.P., Volgarev S.A., Vilkova N.A., Fasulati S.R., Vereshchagina A.B., Berim M.N. i dr.** Sistema integrirovannoj zashchity reprodukcionnogo semennogo kartofelya ot kompleksa vrednyh organizmov v Severo-Zapadnom regione Rossijskoj Federacii. – SPb., 2016. – 20 s.

УДК 62.934:631.544:635.64:632 751.1

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12044

Аспирант **О.С. БАЛАКИРЕВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: 729040@list.ru)  
Канд. с.-х. наук **Г.П. ИВАНОВА**  
(ФГБНУ ВИЗР, e-mail: galinaivanova-vizr@yandex.ru)  
Академик РАН, доктор с.-х. наук **В.И. ДОЛЖЕНКО**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ФГБНУ ВИЗР, e-mail: vid@icZR.ru)

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ТЕПЛИЦАХ ОТ КОМПЛЕКСА СОСУЩИХ ФИТОФАГОВ

Овощеводство защищённого грунта в настоящее время развивается как динамичная, высокоэффективная отрасль сельского хозяйства, представляет важное звено АПК и ему принадлежит приоритетная роль в удовлетворении потребностей населения в свежих овощах во внесезонное время. Основными культурами промышленных теплиц разного типа являются огурец (67,7%) и томат (28,3%) [1]. В то же время получение высоких урожаев тепличных культур, отвечающих требованиям экологической безопасности, неразрывно связано с наличием на них большого количества вредных членистоногих. Их число насчитывает более 30 видов, и основные виды – полифаги, повреждающие не только огурец и томат, но и другие культуры (перец, баклажан, зеленные и декоративные растения) [2]. К наиболее распространенным вредителям относятся обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch., бахчевая *Aphis gossypii* Glov, персиковая *Myzus persicae* Sulz. и обыкновенная картофельная *Aulacorthum solani* Kalt. тли, табачный трипс *Thrips tabaci* Lind., тепличная (оранжерейная) белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westw. В большинстве случаев на растениях в теплицах эти виды образуют консортные системы, достаточно разнообразные по видовому составу [3, 4]. Это представляет определенную проблему при выборе средств защиты растений, учитывая необходимость максимального снижения пестицидного действия на тепличные агробиоценозы в связи с формированием резистентных к пестицидам популяций [5]. Между тем ассортимент препаратов, обладающих комплексным действием, в Государственном каталоге разрешенных к применению на территории Российской Федерации недостаточен, чтобы охватить большинство смешанных комбинаций фитофагов [6,7,8]. К ним относятся широко и длительное время используемые в защищенном грунте препараты малатиона и бифентрина, высокотоксичные для энтомоакарифагов, выпускаемых в теплицах, а также обладающих «жестким» действием на растения (вызывают преждевременное старение листьев, снижающих плодообразование) [2]. Более современные неоникотиноидные инсектициды комплексного действия регламентированы для технологий выращивания с использованием капельного полива и не обладают акарицидными свойствами, так же как мовенто Энерджи, КС (120 г/л спиротетрамата+120 г/л имидаклоприда). Авермектиновые соединения проявляют инсектицидное действие в более высоких, по сравнению с акарицидным, нормах применения, а сочетание абамектина и спиромезифена – оберон Рапид, КС (11,4 г/л абамектина+ 228,6 г/л спиромезифена) активен против паутинных клещей и тепличной белокрылки. К сожалению, последний препарат в Государственном каталоге 2020 г. на культурах защищенного грунта регламентации уже не имеет, в то же время включен антранилдиамид беневия, МД (100 г/л циантранилипрола), на огурце и томате в разных нормах применения против чешуекрылых и комплекса сосущих насекомых [8].

В связи с необходимостью увеличения средств защиты, обладающих комплексным действием, в 2018–2019 гг. в плёночных теплицах СПК «ПЗ «Детскосельский» (Ленинградская область) проводились исследования по оценке биологической эффективности сульфоксафлора и индоксакарба в сочетании с абамектином против сосущих вредителей огурца и томата.

**Цель исследования** – оценить биологическую эффективность и возможность использования сульфосафлора и индоксакарба в сочетании с абамектином против сосущих вредителей огурца и томата: тепличной белокрылки, тлей, трипсов, обыкновенного паутинного клеща.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Материалами исследования служили следующие образцы токсикантов: на основе сульфосафлора, ВДГ с содержанием действующего вещества (д.в.) в образце 500 г/кг и индоксакарба в сочетании с абамектином, МД (содержание д.в. 100 г/л индоксакарба+40 г/л абамектина).

*Сульфосафлор* относится к химическому классу сульфоксаминов. Системный инсектицид, обладает широким спектром действия против сосущих насекомых. Эффективен в сравнительно небольших дозировках (изучались нормы применения 0,05; 0,075 и 0,1 л/га), действует быстро и на протяжении длительного периода сохраняет свою активность. Не оказывает отрицательного действия на хищных насекомых, но токсичен для пчел при непосредственном контакте. Последнее обстоятельство в защищенном грунте легко устранимо путем изоляции контейнеров с опылителями.

*Индоксакарб* относится к химическому классу оксидиазинов. Инсектицид, активный против комплекса чешуекрылых, блокирует натриевые каналы нервных волокон и насекомые перестают питаться. В сочетании с абамектином в результате синергизма расширяется спектр инсектицидной активности (сосущие насекомые).

*Абамектин* – представитель класса авермектинов, смесь изомеров с содержанием изомера В<sub>1а</sub> 80% и В<sub>1б</sub> < 20%. Получен из почвенной бактерии *Streptomyces avermitilis*. Инсектоакарицид, стимулятор рецептора гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), подавляет нервную проводимость к нервам и мышцам, парализуя членистоногих.

В образце индоксакарба и авермектина изучались две нормы применения: 0,35 и 0,45 л/га.

В качестве эталонов использовались соответствующие вредителям препараты, разрешенные Государственными каталогами 2018–2019 гг. [6,7] для применения на культурах защищенного грунта: имидор, ВРК (200 г/л имидоклоприда), волиам Флекси, СК (200 г/л тиаметоксама+100 г/л хлорантранилипрола), вертимек, КЭ (18 г/л абамектина).

Исследования проводились в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве» [9,10,11,12]. Опыты закладывались в 4-х повторностях по 15 растений в каждой. Оценивалась эффективность однократной обработки. Растения опрыскивали ранцевым опрыскивателем «Solo 456», расход рабочей жидкости – 3000 л/га. Численность вредителей учитывали на листьях растений до обработки и на 3-е, 7-е, 14-е сутки после неё. Показателем биологической эффективности являлось снижение общей численности вредителя относительно исходной с поправкой на контроль, рассчитанный по формуле Хендерсона–Тилтона. Растения в контроле не обрабатывали, при закладке опыта контрольные делянки располагали на участках с меньшей численностью вредителя, чтобы иметь возможность проследить за его развитием весь период наблюдений. Для математической обработки данных использовали пакет прикладных программ STATISTICA.

Объектами изучения на огурце (сорт Артист) и томате (сорт Полбик) были: тепличная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Homoptera, Aleyrodidae), обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina, Tetranychidae), тли – бахчевая *Aphis gossypii* Glov, персиковая *Myzus persicae* Sulz. и обыкновенная картофельная *Aulacorthum solani* Kalt. (Homoptera, Aphididae), табачный трипс *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera, Thripidae).

Микроклимат в пленочной теплице, где проводились испытания, регулировался с помощью форточек, открываемых вручную, что, конечно, не способствовало строгому соблюдению оптимальных режимов выращивания. Опыты закладывались на огурце при температуре воздуха 23<sup>0</sup>С, относительной влажности 80% (2018 г.) и 22<sup>0</sup>С, относительной

влажности 85% (2019 г.). Для томата эти показатели были: 24<sup>0</sup>С – 65% и 23<sup>0</sup>С – 73%, соответственно годам.

Развитие комплекса фитофагов было умеренным, не носило характер вспышки, как часто бывает в защищенном грунте [2], и их количество в период закладки опытов, в целом, соответствовало пороговым значениям, принятым при регистрационных испытаниях инсектицидов и акарицидов [9, 10, 11, 12].

**Результаты исследований.** *Сульфоксафлор.* При испытании сульфоксафлора численность тепличной белокрылки на огурце до обработки составила 2,7 – 4,7 имаго/лист и 2,2 – 4,6 личинок/лист (табл.1). На 3-тйи сутки учёта в вариантах 0,075 и 0,1 кг/га и эталоне было отмечено снижение числа имаго и личинок. Однако на этом уровне за весь период наблюдений отмечено снижение численности только в вариантах сульфоксафлора. В варианте эталона имидор, ВРК (200 г/л) с 7-х суток учета начиналось уже увеличение численности. В контроле количество фитофага постепенно увеличивалось и на 14-е сутки составляло 7,3 особи/лист имаго и 17,9 особи/лист личинок (табл.1).

Таблица 1. Влияние сульфоксафлора, ВДГ на численность тепличной белокрылки на огурце (пленочные теплицы, Ленинградская область, 2018 г.)

Вариант опыта	Норма применения (кг/га, л/га)	Среднее количество особей на 1 лист по суткам учётов							
		до обработки	Имаго			Личинки			
			после обработки			до обработки	после обработки		
			3	7	14		3	7	14
Сульфоксафлор	0,05	2,7±0,2	2,3±0,1	1,8±0,1	2,8±0,3	4,5±0,3	3,9±0,3	3,0±0,1	4,0±0,7
	0,075	3,4±0,3	1,8±0,2	1,2±0,1	1,9±0,1	3,8±0,5	3,1±0,4	2±0,1	2,6±0,2
	0,1	4,7±0,6	1,9±0,3	0,9±0,2	0,8±0,1	4,6±0,4	2,5±0,2	1,5±0,1	1,1±0,1
Имидор	1,5	2,9±0,2	1,9±0,2	1,3±0,1	2,8±0,3	3,2±0,2	3,9±0,3	5,7±0,3	7,5±0,5
Контроль	—	2,0±0,2	4,1±0,4	5,5±0,8	7,3±0,7	2,2±0,3	5,8±0,5	8,6±0,4	17,9±0,8

На томате число имаго до обработки составило 2,1–4,3 особи/лист, личинок 1,6–3,1 особи/лист (табл. 2). Характер снижения численности на этой культуре принципиально не отличался от огурца, однако наибольшее токсическое действие было отмечено при использовании сульфоксафлора в норме 0,1 кг/га. В эталоне после 7-х суток начиналось нарастание численности, а в контроле к 14-м суткам количество имаго возросло в 7,5 раза, личинок – в 8,6 раза (табл. 2).

Таблица 2. Влияние сульфоксафлора, ВДГ на численность тепличной белокрылки на томате (плёночные теплицы, Ленинградская область, 2018 г.)

Вариант опыта	Норма применения (кг/га, л/га)	Среднее количество особей на 1 лист по суткам учётов							
		до обработки	Имаго			Личинки			
			после обработки			до обработки	после обработки		
			3	7	14		3	7	14
Сульфоксафлор	0,05	3,1±0,3	2,5±0,1	3,2±0,2	4,9±0,2	1,75±0,2	1,4±0,2	3,6±0,2	6,1±0,4
	0,075	3,6±0,3	1,95±0,1	2,2±0,1	3,1±0,2	2,8±0,1	1,4±0,1	2,2±0,2	4,5±0,3
	0,1	4,3±0,4	1,5±0,1	0,8±0,1	0,5±0,1	3,1±0,4	0,85±0,1	1,0±0,1	1,0±0,2
Имидор	1,5	3,2±0,3	1±0,04	2,2±0,2	5,9±0,6	2,9±0,3	2,2±0,3	3,4±0,3	5,9±0,5
Контроль	—	2,1±0,2	4,4±0,6	8,4±0,9	15,7±1,3	1,6±0,3	3,6±0,4	7,1±0,6	13,9±1,9

Биологическая эффективность сульфоксафлора в исследуемых нормах применения, рассчитанная по двум вредящим фазам, возрастала по мере увеличения нормы применения и

была самой высокой для обеих культур при 0,1 кг/га, статистически достоверно превосходя эталон имидор в норме 1,5 л/га (табл.3).

Таблица 3. Биологическая эффективность сульфоксафлора, ВДГ в борьбе с тепличной белокрылкой по численности имаго + личинки на огурце и томате (плёночные теплицы, Ленинградская область, 2018 г.)

Вариант опыта	Норма применения (кг/га, л/га)	Огурец				Томат			
		число особей до обработки	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %			число особей до обработки	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %		
			3	7	14		3	7	14
Сульфоксафлор	0,05	7,2	63,9	79,8	82,4	4,9	65,0	67,0	71,4
	0,075	7,2	71,7	86,6	91,3	6,4	77,3	83,3	85,0
	0,1	9,3	80,2	92,2	96,2	7,4	86,1	94,1	97,4
Имидор	1,5	6,1	60,2	66,0	71,7	6,1	77,7	74,9	75,2
НСР <sub>05</sub>	—	—	4,12	3,23	5,41	—	4,91	4,24	4,96
Контроль*		4,2	9,9	14,1	25,2	3,7	8,0	15,5	29,6

\* В контроле приведена численность, особей/лист

Исследование эффективности сульфоксафлора в таких же, как и против тепличной белокрылки, нормах применения против тлей на огурце и томате свидетельствует о наличии высокого афицидного эффекта инсектицида против бахчевой тли на огурце, персиковой и обыкновенной картофельной тлей на томате. При наблюдениях отмечено, что токсическое действие проявлялось уже на первые сутки после обработки, и снижение численности было достаточно высоким во всех трех нормах применения сульфоксафлора (табл. 4).

Таблица 4. Влияние сульфоксафлора, ВДГ на численность тлей на огурце и томате (плёночные теплицы, Ленинградская область, 2018 г.)

Вариант опыта	Норма применения (кг/га, л/га)	Среднее число тлей на 1 лист по суткам учётов							
		Огурец				Томат			
		до обработки	после обработки			до обработки	после обработки		
			3	7	14		3	7	14
Сульфоксафлор	0,05	20,1±1,9	2,15±0,3	1,9±0,2	2,5±0,2	10,5±1,1	3,0±0,5	1,95±1,2	1,4±1,2
	0,075	23,2±1,6	1,3±0,3	0,15±0,1	0,13±0,1	14,2±1,1	1,8±0,3	0,7±0,3	0,4±0,2
	0,1	26,2±2,6	0,13±0,1	0	0	14,9±1,3	0,5±0,2	0	0
Эталон*	*	22,9±0,6	2,25±0,4	0,4±0,2	1,7±0,3	12,6±1,3	3,4±0,3	1,6±0,3	4,9±0,6
Контроль	—	18,4±1,3	29,2±1,9	61,7±4,2	85,6±3,4	7,3±0,9	12,3±1,0	20,6±2,4	39,2±4,1

\* В эталонном варианте на огурце использовали имидор, ВРК (200 г/л) в концентрации 0,025%, на томате – волиам Флекси, СК (200+100 г/л) в норме применения 0,4 л/га

Снижение численности тлей на протяжении учетного периода было достаточно высоким во всех нормах применения сульфоксафлора и статистически достоверно превышало показатели эталонных препаратов. Биологическая эффективность сульфоксафлора в максимальной норме применения (0,1 кг/га) была 100% на протяжении 14-ти суток учетного периода (табл. 5).



Таблица 5. Биологическая эффективность сульфосафлора, ВДГ в борьбе с тлями на огурце и томате (плёночные теплицы, Ленинградская область, 2018 г.)

Вариант опыта	Норма применения (кг/га, л/га)	Огурец				Томат			
		количество до обработки, ос. /лист	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %			количество до обработки, ос. /лист	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %		
			3	7	14		3	7	14
Сульфосафлор	0,05	20,1	92,4	97,2	97,3	10,5	83,4	93,4	97,4
	0,075	23,2	96,6	99,8	99,9	14,2	92,6	98,4	99,4
	0,1	26,2	99,7	100	100	14,9	98,2	100	100
Эталон *	*	22,9	92,5	99,5	98,4	12,6	84,2	95,6	92,9
НСР <sub>05</sub>	—	—	2,4	0,4	0,5	-	3,4	1,5	1,0
Контроль	—	18,4	29,2	61,7	85,6	7,3	12,3	20,6	39,2

\* В эталонном варианте на огурце использовали имидор, ВРК (200 г/л) в концентрации 0,025%, на томате – волиам Флекси, СК (200+100 г/л) в норме применения 0,4 л/га

Таким образом, инсектицид на основе сульфосафлора, ВДГ (500 г/кг д.в.) проявил высокую инсектицидную активность и в норме применения 0,1 кг/га был одинаково эффективен против тепличной белокрылки (снижение численности имаго и личинок на 14-е сутки (96,2% на огурце и 97,4% на томате) и комплекса тлей на огурце и томате (100% снижение численности на обеих культурах) в условиях плёночных теплиц.

*Индоксакарб+абамектин.* Для защищенного грунта представляет большое практическое значение защитное средство на основе комбинации индоксакарба, обладающего инсектицидными свойствами, и абамектина с наиболее выраженным акарицидным эффектом. В результате исследований двух норм применения этого комбинированного средства в течение вегетационных сезонов 2018–2019 гг. установлен достаточно высокий начальный и продолжительный токсический эффект против обыкновенного паутинного клеща на томате и огурце.

Так, на томате при начальной численности подвижных особей клеща от 15,3 до 25,8 на лист (2018 г.) и 17,7–22,5 (2019 г.) на 3-тьи сутки после обработки в оба года исследований происходило их снижение до единичных экземпляров на протяжении учетного периода во всех вариантах, включая эталон вертимек, КЭ (табл. 6).

Таблица 6. Влияние инсектоакарицида индоксакарб+абамектин, МД на численность обыкновенного паутинного клеща на томате (плёночные теплицы, Ленинградская область, 2018-2019 гг.)

Вариант опыта	Норма применения, л/га	Среднее количество подвижных особей клеща на 1 лист по суткам учётов							
		2018 г.				2019 г.			
		до обработки	после обработки			до обработки	после обработки		
3	7		14	3	7		14		
Индоксакарб + абамектин	0,35	22,3	4,9	0	1,8	17,7	3,4	3,4	3,5
	0,45	25,8	3,3	0	0,9	22,5	1,7	0,6	0
Вертимек	1,2	15,3	5,5	0	2,8	20,2	0,8	0	0
Контроль	—	12,4	28,9	62,7	97,2	11,0	13,0	17,0	27,9

Соответственно, и биологическая эффективность применения этих средств защиты была высокой и составляла на 14-е сутки 98,0–99,6% (2018 г.) и 92,2–100% (2019 г.) по вариантам применения (табл. 7).

Таблица 7. Биологическая эффективность инсектоакарицида индоксакарб+ абаментин, МД в борьбе с обыкновенным паутинным клещом на томате (плёночные теплицы, Ленинградская обл., 2018 -2019 гг.)

Вариант опыта	Норма применения, л/га	2018 г.				2019 г.			
		количество до обработки, ос. /лист	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %			количество до обработки ос. /лист	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %		
			3	7	14		3	7	14
Индоксакарб + абаментин	0,35	22,3	90,3	100	99,1	17,7	83,8	87,5	92,2
	0,45	25,8	94,4	100	99,6	22,5	93,7	98,4	100
Вертимек	1,2	15,3	88,1	100	98,0	20,2	96,9	100	100
НСР <sub>05</sub>	—	—	5,0	0	1,4	—	2,3	2,5	1,7
Контроль*	—	12,4	28,9	62,7	97,2	11,0	13,0	17,0	27,9

\* В контроле приводится динамика численности, особей/лист

При этом следует отметить, что максимальная норма применения комбинированного препарата была в 2,6 раза ниже, чем в эталоне, что имеет немаловажное значение при практическом использовании средств защиты.

Аналогичная ситуация в оба года исследований наблюдалась и на огурце (табл. 8).

Таблица 8. Биологическая эффективность индоксакарба+ абаментина, МД в борьбе с обыкновенным паутинным клещом на огурце (плёночные теплицы, Ленинградская область, 2018 -2019 гг.)

Вариант опыта	Норма применения (л/га)	2018 г.				2019 г.			
		количество до обработки (ос. /лист)	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %			количество до обработки (ос. /лист)	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %		
			3	7	14		3	7	14
Индоксакарб + абаментин	0,35	26,1	86,2	95,2	95,6	27,3	91,1	92,2	92,6
	0,45	26,7	93,2	100	100	33,4	97,7	99,6	99,6
Вертимек	1,2	24,8	91,9	99,1	98,8	37,9	99,2	99,8	99,7
НСР <sub>05</sub>	—	—	3,2	1,8	1,9	—	1,8	1,9	1,3
Контроль	—	16,3	29,1	52,1	94,0	15,5	20,9	27,6	33,3

Показатели биологической эффективности обработки огурца от обыкновенного паутинного клеща на 14-е сутки учётов в 2018 г. составляли 95,6–100%, в эталоне 98,8% (2018 г.) и 92,6–99,6%, в эталоне 99,7% (2019 г.), что обеспечило высокий и продолжительный защитный эффект культуры (табл.8).

Испытание инсектоакарицида на огурце в 2018 г. против табачного трипса выявило также наличие высокой инсектицидной активности против этого вредителя, статистически не уступающей в максимальной норме применения эталону вертимеку, превосходящему в 2,6 раза по норме применения (табл. 9). В меньшей норме применения индоксакарб + абаментин был против табачного трипса статистически менее эффективен.

Таблица 9. Биологическая эффективность инсектоакарицида индоксакарб+абамектин, МД в борьбе с табачным трипсом на огурце (пленочные теплицы, Ленинградская обл., 2018 г.)

Вариант опыта	Норма применения л/га	Среднее количество имаго и личинок трипса на 1 лист				Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учетов после обработки, %		
		до обработки	по суткам учетов после обработки			3	7	14
			3	7	14			
Индоксакарб + абамектин	0,35	7,9±1	4,1±0,4	2,4±0,4	1,7±0,2	57,7	83,7	91,5
	0,45	11,1±0,6	2,2±0,3	0,8±0,2	0,35±0,1	83,6	96,1	98,8
Вертимек	1,2	12,9±0,7	2,5±0,2	0,6±0,2	0,3±0,1	84,2	96,5	99,3
НСР <sub>05</sub>	—	—	—	—	—	4,5	3,8	2,1
Контроль	—	8,9±1,4	10,8±1,9	16,7±2,3	22,5±2,5	—	—	—

В течение 2018–2019 гг. инсектицидная активность этого комбинированного средства изучалась также и против комплекса тлей на томате. Наблюдения показали, что индоксакарб в сочетании с абамектином в максимальной норме применения 0,45 л/га был эффективен и против этих вредителей, и снижение их численности на протяжении периода учетов превышало показатели эталонного препарата волиам Флекси (2018 г.), либо было на уровне эталона (2019 г.). Самое высокое снижение численности (99,7% на 14-е сутки) при использовании комбинированного средства наблюдалось в условиях 2018 г. (табл. 10).

Таблица 10. Биологическая эффективность инсектоакарицида индоксакарб+ абамектин, МД в борьбе с тлями на томате (плёночные теплицы, Ленинградская обл., 2018 -2019)

Вариант опыта	Норма применения, л/га	2018 г.				2019 г.			
		количество до обработки, ос./лист	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %			количество до обработки ос./лист	снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %		
			3	7	14		3	7	14
Индоксакарб + абамектин	0,35	10,6	70,0	92,4	97,3	7,2	90,8	93,8	91,5
	0,45	14,7	90,5	97,3	99,7	11,1	96,2	98,3	96,7
Волиам Флекси	0,4	12,6	84,2	95,6	92,9	13,1	94,8	96,5	95,8
НСР <sub>05</sub>	—	—	4,8	2,5	1,2	—	6,4	2,3	4,5
Контроль*	—	7,3	12,3	20,6	39,2	5,8	12,0	20,6	27,5

\* В контроле приводится динамика численности, особей/лист

В условиях 2019 г. показатели эффективности на 14-е сутки в максимальной норме были на 3% ниже показателей 2018 г., однако также были достаточно высокими (96,7%) для защиты культуры и превышали эталон, хотя это превышение в данном случае было статистически недостоверно.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что инсектицидное средство на основе сульфоксафлора, МД из класса сульфоксаминов в одних и тех же нормах применения проявляет высокие токсические свойства против тепличной белокрылки и тлей на огурце и томате в защищенном грунте. Аналогичные данные получены и для комбинации индоксакарб (химический класс оксидиазины) + абамектин (химический класс авермектины), показавшего в одних и тех же нормах применения высокую эффективность против

обыкновенного паутинного клеща, тлей и табачного трипса. Полученные материалы имеют большое практическое значение для систем борьбы с комплексом вредных членистоногих в защищенном грунте и будут положены в основу регламентации этих средств при их включении в Государственный каталог.

### Литература

1. **Мамедов М.И.** Перспективы защищенного грунта в России //Овощи России. – 2015. – №. 4. – С. 4-9.
2. **Павлюшин В.А., Долженко В.И.** Технология управления численностью вредных организмов овощных культур тепличных агроценозов на основе интеграции методов и средств защиты растений: методические указания. – М, 2011. – 204 с.
3. **Раздобурдин В.А.** Консортные взаимодействия в системе «растение – фитофаги» на примере различных генотипов огурца в теплицах//Вестник защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 44-56.
4. **Раздобурдин В.А.** Влияние бахчевой тли *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera, Aphididae) на поведение и динамику численности табачного трипса *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera, Thripidae) на различных генотипах огурца в теплице // Труды РЭО. – 2001. – № 72. – С.76-82.
5. **Сухорученко Г.И., Долженко В.И., Иванова Г.П., Буркова Л.А., Белых Е.Б. и др.** Технологии и методы оценки побочных эффектов от пестицидов (на примере преодоления резистентности вредителей культур защищенного грунта к пестицидам). – СПб, 2008. – 66 с.
6. **Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов**, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2018). – Часть I. Инсектициды и акарициды – М.: Минсельхоз РФ, 2018. – С. 9-160.
7. **Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов**, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2019).– Часть I. Инсектициды и акарициды. –М.: Минсельхоз РФ, 2019. – С. 9-143.
8. **Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов**, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2020).– Часть I. Инсектициды и акарициды. –М.: Минсельхоз РФ, 2020. – С. 8-143.
9. **Иванова Г.П., Волгина Л.И.** Тепличная белокрылка: методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – С. 188-190.
10. **Иванова Г.П., Белых Е.Б.** Тли: методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – С. 181-182.
11. **Великань В.С., Иванова Г.П., Белых Е.Б.** Трипсы: методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – С. 183-185.
12. **Корнилов В.Г., Волгина Л.И., Белых Е.Б.** Клещи: методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб., 2009. – С. 186-187.

### Literatura

1. **Mamedov M.I.** Perspektivy zashchishchennogo grunta v Rossii //Ovoshchi Rossii. – 2015. – №. 4. – S. 4-9.
2. **Pavlyushin V.A., Dolzhenko V.I.** Tekhnologiya upravleniya chislennost'yu vrednyh organizmov ovoshchnyh kul'tur teplichnyh agrocenozov na osnove integracii metodov i sredstv zashchity rastenij: metodicheskie ukazaniya. – M, 2011. – 204 s.
3. **Razdoburdin V.A.** Konsortnye vzaimodejstviya v sisteme «rastenie – fitofagi» na primere razlichnyh genotipov ogurca v teplicah//Vestnik zashchity rastenij. – 2012. – № 4. – S. 44-56.

4. **Razdoburdin V.A.** Vliyanie bahchevoj tli *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera, Aphididae) na povedenie i dinamiku chislenosti tabachnogo tripsa *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera, Thripidae) na razlichnyh genotipah ogurca v teplice // Trudy REO. – 2001. – № 72. – S.76-82.
5. **Suhoruchenko G.I., Dolzhenko V.I., Ivanova G.P., Burkova L.A., Belyh E.B. i dr.** Tekhnologii i metody ocenki pobochnyh effektov ot pesticidov (na primere preodoleniya rezistentnosti vreditel' kul'tur zashchishchennogo grunta k pesticidam). – SPb, 2008. – 66 s.
6. **Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimitov**, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii (2018). – CHast' I. Insekticydy i akaricydy – M.: Minsel'hoz RF, 2018. – С. 9-160.
7. **Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimitov**, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii (2019). – CHast' I. Insekticydy i akaricydy. –M.: Minsel'hoz RF, 2019. – С. 9-143.
8. **Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimitov**, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii (2020). – CHast' I. Insekticydy i akaricydy. –M.: Minsel'hoz RF, 2020. – С. 8-143.
9. **Ivanova G.P., Volgina L.I.** Teplichnaya belokrylka: metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam insekticidov, akaricidov, mollyuskocidov i rodentocidov v sel'skom hozyajstve. – SPb., 2009. – S. 188-190.
10. **Ivanova G.P., Belyh E.B.** Tli: metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam insekticidov, akaricidov, mollyuskocidov i rodentocidov v sel'skom hozyajstve. – SPb., 2009. – S. 181-182.
11. **Velikan' V.S., Ivanova G.P., Belyh E.B.** Tripsy: metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam insekticidov, akaricidov, mollyuskocidov i rodentocidov v sel'skom hozyajstve. – SPb., 2009. – S. 183-185.
12. **Kornilov V.G., Volgina L.I., Belyh E.B.** Kleshchi: metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam insekticidov, akaricidov, mollyuskocidov i rodentocidov v sel'skom hozyajstve. – SPb., 2009. – S. 186-187.

УДК 634.11:631.52+632

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12052

Канд. биол. наук **Л.В. ЕРМОЛАЕВА**  
(ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений  
им. Н.И. Вавилова (ВИР), ermolaeva.larisavir@yandex.ru)  
Канд. с.-х. наук **А.А. СОРОКИН**  
(ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений  
им. Н.И. Вавилова (ВИР), art-sorokin@yandex.ru)

## УСТОЙЧИВОСТЬ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ К ТЛЯМ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Культура жимолости в последние годы приобретает всё большее распространение не только в России, но и по всему миру [1, 2, 3, 4]. Интерес к ней с каждым годом возрастает как в любительском садоводстве, так и в промышленной культуре из-за своей скороспелости, а также из-за уникального комплекса витаминов и микроэлементов [5, 6]. Почвенно-климатические условия Северо-Западного региона РФ являются благоприятными для возделывания этой культуры. К сожалению, на жимолости встречается очень много видов вредных организмов (по нашим наблюдениям около 30), снижающих урожайность этой ценной культуры.

Наибольший экономический ущерб жимолости на Северо-Западе России причиняют тли. Они деформируют листья и побеги, нарушая при этом фотосинтез, что приводит к снижению урожайности. Тли также могут переносить вирусные болезни. Использование пестицидов для защиты растений не только нарушает гомеостаз окружающей среды, но и часто стимулирует размножение тлей [10]. Учитывая, что ягоды жимолости употребляют в пищу в свежем виде, применение химического метода борьбы с тлями крайне нежелательно. В связи с этим важное значение приобретает создание новых сортов жимолости, устойчивых к тлям, и внедрение их в производство.

Жимолость на Северо-Западе России повреждают 6 видов тлей, которые достаточно подробно описаны в литературе [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Причём некоторые виды однодомные и повреждают только жимолость, другие же виды разнодомные. Они различаются как по биологии развития, так и по видам растений, на которых они питаются. Их можно разделить на 2 биологические группы: мигрирующие и немигрирующие.

Немигрирующие виды тлей зимуют обычно в фазе яйца на побегах жимолости. Весной отрождаются личинки, развивающиеся в бескрылых самок-основательниц, которые размножаются партеногенетически и дают несколько поколений. Позднее появляются крылатые самки-расселительницы, перелетающие на другие растения жимолости, где продолжают размножаться. На число поколений и плотность вредителя большое влияние оказывают погодные условия. Осенью с сокращением длины дня появляются самки-полоноски, которые отрождают личинок, превращающихся в крылатых самцов и бескрылых самок. После оплодотворения самки откладывают яйца, которые и зимуют [7].

Мигрирующие виды можно разделить на те, что зимуют в фазе яйца на жимолости (жимолостно-злаковая тля и *Semiaphis sponduli* Koch.), и зимующие на промежуточных хозяевах (жимолостно-еловая тля и *Rhopalomyzus poae* Gill.).

**Целью исследования** явилось уточнение видового состава тлей, повреждающих жимолость в Северо-Западном регионе России, разработка методов оценки устойчивости культуры к вредителям, а также поиск источников устойчивости, необходимых для селекции новых сортов.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Работа выполнена на научно-производственной базе «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Коллекция жимолости включает 245 образцов диких видов и сортов отечественной селекции разного географического и генетического происхождения, 150 из них являлись материалом для исследований (2010–2019 гг.). В годы массового размножения тлей достаточно надёжные результаты были получены уже при полевой оценке, в дальнейшем выделившиеся образцы изучали на инвазионном участке. При оценке устойчивости растений к тлям: жимолостно-еловой, жимолостно-верхушечной и *H. foeniculi* использовали разработанную нами шкалу [12]:

- 0 – растения не заселены тлей;
- 1 – небольшие колонии тли на листьях (3-5 особей);
- 2 – листья деформированы, колонии среднего размера (10-15 особей);
- 3 – листья сильно деформированы, черешки искривлены;
- 4 – поврежденные побеги останавливаются в росте, нередко образуются дополнительные ветви.

Для оценки устойчивости к жимолостно-злаковой тле нами предложена другая шкала:

- 0 – растения не заселены тлей (желтые пятна отсутствуют);
- 1 – пятна отмечаются менее чем на 5% листовой поверхности;
- 2 – менее чем на 20% листовой поверхности;
- 3 – менее чем на 50% листовой поверхности;
- 4 – более чем на 50% листовой поверхности.

В зависимости от степени повреждения образцы разделили на три группы:

- устойчивые (баллы 0-1);
- среднеустойчивые (баллы 2);
- неустойчивые (баллы 3-4).

**Результаты исследований.** Нами подтверждено, что на жимолости встречается 6 видов тлей. Но основной вред, по нашим наблюдениям, наносят следующие виды тлей: жимолостно-еловая (*Prociphilus xylostei* Deg.), жимолостно-злаковая (*Rhopalomyzus lonicerae* (Sich), *Hyadaphis foeniculi* Pass., жимолостная верхушечная (*Semiaphis tataricae* Aiz.).

Среди них есть как мигрирующие, так и немигрирующие виды (табл.1 и табл.2).

Среди немигрирующих видов наиболее вредоносна верхушечная жимолостная тля (*Semiaphis tataricae* Aiz.).

В годы массового размножения тлей (2000, 2004, 2008, 2012, 2013, 2017) достоверная оценка устойчивости культуры к вредителям получена нами в полевых условиях. Следует отметить, что доминирующей из 4-х видов тли, ежегодно вредящих жимолости, является жимолостно-злаковая тля.

Таблица 1. Виды мигрирующих тлей, повреждающих жимолость в Северо-Западном регионе России

№ п/п	Вид	Культура, повреждаемая вредителем*	Характер повреждения	Промежуточные хозяева*
1	Жимолостно-злаковая тля <i>Rhopalomyzus lonicerae</i> Sich.	Жимолость ( <i>Lonicera tatarica</i> , <i>L. alpigena</i> , <i>L. xylosteum</i> , <i>L. ruprectiana</i> и др.)	Листья пятнистые и сплошь желтеют. Край листа слегка загибается вниз, иногда листья свертываются поперек или наискось	Злаки ( <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Ph. canariensis</i> , <i>Glyceria flutans</i> )
2	Жимолостно-еловая тля <i>Prociphilus xylostei</i> Deg.	Жимолость ( <i>L. xylosteum</i> , <i>L. tataricum</i> , <i>L. edulis</i> и др.)	Листья жимолости скручены вдоль главной жилки и поперек. Иногда вредит на коре молодых побегов	Ель ( <i>Picea excelsa</i> , <i>P. obovata</i> )
3	<i>Semiaphis sponduli</i> Koch.	Жимолость ( <i>L. caerulea</i> , <i>L. Pallasii</i> , <i>L. nigru</i> )	Листья свернуты	Зонтичные ( <i>Heracleum sphondulium</i> , <i>Peucedanum ostrutium</i> )
4	<i>Rhopalomyzus roae</i> Gill.	Жимолость альпийская ( <i>L. alpigena</i> )	Листья широко завернуты вниз по всему периметру. Листья становятся красными с желтыми пятнами	Не выявлен**

\*Данные приведены по литературным источникам [7, 9].

\*\* В литературных источниках таких данных нет, но жизненный цикл данного вида четко указывает на наличие промежуточных хозяев.

Таблица 2. Виды немигрирующих тлей, повреждающих жимолость в Северо-Западном регионе России

№ п/п	Вид	Культура, повреждаемая вредителем	Характер повреждения
1	Жимолостная верхушечная тля <i>Semiaphis tataricae</i> Aiz.	Жимолость ( <i>L. tatarica</i> )	Листовая пластинка сгибается пополам вверх, образуя “лодочку”. Поврежденные побеги сильно ветвятся, листья мельчают, напоминая “ведьмины метлы”, и становятся желто-зелеными с фиолетовым оттенком
2	<i>Hyadaphis foeniculi</i> Pass.	Жимолость ( <i>Lonicera tatarica</i> , <i>L. alpigena</i> , <i>L. xylosteum</i> , <i>L. ruprectiana</i> )	Половинки листовой пластинки сгибаются вниз, образуя ”опрокинутую лодочку”. Листья становятся бледно-желтыми, с красновато-фиолетовым оттенком. Поврежденные побеги часто останавливаются в росте, образуя дополнительные ветви

Этот вредитель появляется в фазу бутонизации – цветения ранее остальных видов и успевает нанести ощутимые повреждения до того момента, пока крылатые расселительницы мигрируют на злаки. Листья, поврежденные тлями, загибаются по краям, образуя желто-зеленый галл, в котором находится бескрылая темно-зеленая выпуклая тля, а рядом светло-зеленые личинки. В результате питания нескольких поколений тли продуктивность растений жимолости значительно снижается.

В таблице 3 представлены источники устойчивости к жимолостно-злаковой тле, выделенные нами с 2010 по 2019 гг. Степень поврежденности растений этим видом за годы наблюдений не превышала двух баллов.

Установлено, что источники устойчивости не присущи определенному виду или географической форме. Так, устойчивые образцы были выделены и среди диплоидных форм (Гулик), и среди тетраплоидных – у жимолости с Камчатки (№30, №107, №118), жимолости Палласа из Карелии (№16-78-1), из Бурятии (Бурятская 340, Бурятская 341, Бурятская 342), из Приморского края (Парабельская, №1-39-23, №686), жимолости алтайской (Саянская 327-13).

Включение в исследование большего количества образцов видов и селекционных форм, а также более широкого набора географических форм и видов позволит выявить новые образцы с устойчивостью к тлям. Такие предположения позволяют продолжать наши наблюдения.

Таблица 3. Источники устойчивости жимолости из коллекции к жимолостно-злаковой тле (2010-2019 гг.)

№ по каталогу ВИР	Образец	Ботанический вид	Средний балл повреждения
25816	Бурятская 340	<i>L. pallasii</i> Ledeb.	0,8
25817	Бурятская 341	<i>L. pallasii</i> Ledeb.	0,9
25818	Бурятская 342	<i>L. pallasii</i> Ledeb.	0,7
37882	Гулик	<i>L. edulis</i> Turcz. ex Freyn	1,0
4599A	№30	<i>L. kamtschatica</i> Pojark.	0,9
4644A	№107	<i>L. kamtschatica</i> Pojark.	0,8
29989	№16-78-1	<i>L. pallasii</i> Ledeb.	1,0
30052	Парабельская	<i>L. turczaninowii</i> Pojark.	1,0
25827	Саянская 327-13	<i>L. altaica</i> Pall.	1,0
4564	№118	<i>L. kamtschatica</i> Pojark.	1,0
12252A	№686	<i>L. turczaninowii</i> Pojark.	1,0
30048	№1-39-23	<i>L. turczaninowii</i> Pojark.	1,0
40450	Лебедушка (контроль)	<i>L. turczaninowii</i> x <i>L. kamtschatica</i>	3,5

Известно [13], что устойчивость растений определяется антиксенозом (непредпочитаемостью), антибиозом (смертность или отставание в развитии в результате питания) и толерантностью (выносливостью к повреждениям). На жимолости, по нашим наблюдениям, основную роль играет толерантность.

Необходимо добавить, что особый интерес для селекции представляют образцы с групповой устойчивостью, т. е. резистентные к нескольким видам вредителей. Отмечено, что образцы Парабельская, Саянская 327-13, Бурятская 340, №16-78-1, №118, №686, № 1-39-23 устойчивы не только к *R. lonicera*, но и жимолостно-верхушечной и жимолостно-еловой тле. Кроме этого, указанные образцы отличаются и другими хозяйственно-ценными признаками [6].



**Выводы.** Условия Северо-Запада России являются благоприятными для возделывания жимолости. В отдельные годы значительный урон культуре наносят тли. Чаще всего максимальный ущерб причиняют 4 вида: жимолостно-злаковая, жимолостно-верхушечная, жимолостно-еловая и *H. foenikuli*, а доминирует среди них жимолостно-злаковая. Нами выявлено 12 источников устойчивости к жимолостно-злаковой тле и 7 образцов с групповой устойчивостью к комплексу тлей. Указанные образцы можно использовать для селекции новых сортов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0004 «Коллекции вегетативно размножаемых культур (картофель, плодовые, ягодные, декоративные, виноград) и их диких родичей ВИР – изучение и рациональное использование».*

### Литература

1. **Брыксин Д.М., Сорокин А.А.** Феномен 'haskap': история, достоинства и экономические перспективы использования канадских сортов жимолости // Новые сорта садовых культур: их достоинства и экономическая эффективность возделывания: материалы междунар. дистанц. науч. – метод. конф. (10-28 февраля 2014 г.). – Воронеж: Кварт, 2014. – С. 77-83.
2. **Czernienko A.** Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemysłowego wickrzewu w Rosji oraz ocena odmian pod kątem potrzeb rynkowych //III Międzynarodowa konferencja Kamczacka 2019.
3. **Пигуль М.Л.** Новый сорт жимолости синей Сінявокая // Плодоводство: науч. тр./ РУП «Ин-т плодоводства». – Т. 28. – Самохваловичи, 2016. – С. 198-204.
4. **Пигуль М.Л.** Селекция жимолости *Lonicera caerulea* L. // Плодоводство: науч. тр./ РУП «Ин-т плодоводства». – Т. 23. – Самохваловичи, 2011. – С. 462-474.
5. **Плеханова М.Н.** Селекция жимолости // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общей ред. Седова Е.Н. – Орел: Изд. ВНИИСПК, 1995. – С.483-492.
6. **Плеханова М.Н., Кондрикова А.В., Хайрова Л.Н.** Каталог мировой коллекции ВИР. – Вып. 665. Сорта и виды жимолости (*Lonicera subsect. Caerulea*) - источники и доноры хозяйственно-ценных признаков для селекции. – СПб., 1995. - 61 с.
7. **Шапошников Г.Х.** Подотряд Aphidinea — тли// Определитель насекомых европейской части СССР. – М.; Л.,1964. – С.489-616.
8. **Рупайс А.А.** Атлас дендрофильных тлей Прибалтики. – Рига, 1969. – 364с.
9. **Рупайс А.А.** Определитель вредителей декоративных и плодовых деревьев и кустарников по повреждениям. – Рига, 1976. – 323 с.
10. **Плеханова М.Н., Ермолаева Л.В.** Защита жимолости от вредителей // Садоводство. – 2002. – №4. – С.17-21.
11. **Ермолаева Л.В., Сорокин А.А.** Методы оценки устойчивости жимолости к тлям // Защита растений: сборник научных трудов / РУП "Институт защиты растений". Вып. 30, ч. 1 – Минск, 2006. – С. 393-395.
12. **Ермолаева Л.В., Арсеньева Т.В., Сорокин А.А., Радченко О.Е.** Методы оценки устойчивости ягодных и плодовых культур к вредителям // Вестник защиты растений. – 2005. – № 3. – С. 14–19.
13. **Пайнтнер Р.** Устойчивость растений к насекомым. – М., 1953. – 442 с.

### Literatura

1. **Bryksin D.M., Sorokin A.A.** Fenomen 'haskap': istoriya, dostoinstva i ekonomicheskie perspektivy ispol'zovaniya kanadskih sortov zhimolosti // Novye sorta sadovyh kul'tur: ih dostoinstva i ekonomicheskaya effektivnost' vozdelevaniya: materialy mezhdunar. distanc. nauch. – metod. konf. (10-28 fevralya 2014 g.). – Voronezh: Kvarta, 2014. – S. 77-83.
2. **Czernienko A.** Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemysłowego wickrzewu w Rosji oraz ocena odmian pod kątem potrzeb rynkowych //III Międzynarodowa konferencja Kamczacka 2019.

3. **Pigul' M.L.** Novyj sort zhimolosti sinej Sinyavokaya // Plodovodstvo: nauch. tr./ RUP «In-t plodovodstva». – T. 28. – Samohvalovichi, 2016. – S. 198-204.
4. **Pigul' M.L.** Selekcija zhimolosti Lonicera caerulea L. // Plodovodstvo: nauch. tr./ RUP «In-t plodovodstva». – T. 23. – Samohvalovichi, 2011. – S. 462-474.
5. **Plekhanova M.N.** Selekcija zhimolosti // Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod obshchej red. Sedova E.N. – Orel: Izd. VNIISPK, 1995. – S.483-492.
6. **Plekhanova M.N., Kondrikova A.V., Hajrova L.N.** Katalog mirovoj kollekcii VIR. – Vyp. 665. Sorta i vidy zhimolosti (Lonicera subsect. Caerulea) - istochniki i donory hozyajstvenno-cennyh priznakov dlya selekcii. – SPb., 1995. - 61 s.
7. **SHaposhnikov G.H.** Podotryad Aphidinea — tli// Opredelitel' nasekomyh evropejskoj chasti SSSR. – M.; L.,1964. – S.489-616.
8. **Rupajs A.A.** Atlas dendrofil'nyh tlej Pribaltiki. – Riga, 1969. – 364s.
9. **Rupajs A.A.** Opredelitel' vreditel'j dekorativnyh i plodovyh derev'ev i kustarnikov po povrezhdeniyam. – Riga, 1976. – 323 s.
10. **Plekhanova M.N., Ermolaeva L.V.** Zashchita zhimolosti ot vreditel'j // Sadovodstvo. – 2002. – №4. – S.17-21.
11. **Ermolaeva L.V., Sorokin A.A.** Metody ocenki ustojchivosti zhimolosti k tlyam // Zashchita rastenij: sbornik nauchnyh trudov / RUP "Institut zashchity rastenij". Vyp. 30, ch. 1 – Minsk, 2006. – S. 393-395.
12. **Ermolaeva L.V., Arsen'eva T.V., Sorokin A.A., Radchenko O.E.** Metody ocenki ustojchivosti yagodnyh i plodovyh kul'tur k vreditelyam // Vestnik zashchity rastenij. – 2005. – № 3. – S. 14–19.
13. **Pajntner R.** Ustojchivost' rastenij k nasekomym. – M., 1953. – 442s.

УДК 631.863: 631.83:631.445.24:631.454(421.1)

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12057

Доктор с.-х. наук **Л.А. ТРУСОВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, trusova48@list.ru)  
Аспирант **И.Ю. АЛФЁРОВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, i\_rishcream@list.ru)

## **ВЛИЯНИЕ ОРГАВИТА И БИОЗЕМА НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Вследствие крупномасштабного накопления птичьего помета отрасль птицеводства сталкивается с проблемами утилизации и загрязнения окружающей среды [1, 2]. При правильном управлении отходы птицеводства могут быть ценным вторичным сырьем для производства удобрений или энергии [3]. Анализ исследования птичьего помёта показал в нем высокое содержание азота, фосфора, калия и других питательных элементов [4]. Отмечают также, что при использовании сухого помета количество гумуса увеличивается незначительно, но поддерживается бездефицитный баланс (Минеев В.Г., 1984; Малофеев В.И., Гришанов Н.П., Фетисов Г.Е, 1989; Путинцева Н.Ю., 2006), что важно для сохранения плодородия почв.

При использовании органических удобрений, таких как птичий помет, актуальным вопросом является их рациональное применение, так как в отличие от минеральных удобрений они характеризуются меньшей концентрацией элементов питания и низкой транспортабельностью; варьированием состава и свойств, трудно поддающихся регламентации и контролю; наличием органической составляющей. Вследствие этого их значение в регулировании гумусового состояния почв остается дискуссионным даже в настоящее время. Рациональное использование органических удобрений предполагает достижение компромисса в получении экономически оправданного прироста урожая, сохранения и повышения плодородия почв, получаемой продукции и недопущения загрязнения окружающей среды [5].

Компания ООО «Микробиосинтез» с 2011 года в Московской области выпускает сухие органические гранулированные удобрения «Оргавит». Удобрение производится на основе сухого птичьего помёта, конского и коровьего навоза. Оно используется для повышения плодородия почв, обеспечения растений элементами минерального питания.

Компания «Биозем Ордеж» производит биологический грунт «Биозем» по технологии «биоферментации» путём перемешивания в определённых пропорциях торфа и компоста многоцелевого назначения из помёта.

**Цель исследования** – изучить влияние органического удобрения Оргавит на основе куриного помёта и биологического грунта Биозем на основе куриного помёта и торфа на динамику основных агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исследование было проведено в 2017 – 2019 гг. на опытном поле СПбГАУ. Удобрение Оргавит и грунт Биозем, а также минеральные удобрения были внесены в год закладки опыта в мае 2017 г. под культуру кабачка, далее изучали последствие на культурах картофеля и яровой пшенице. Закладка опыта проводилась согласно методам агрохимических исследований.

Схема опыта состояла из шести вариантов:

1. Контроль (без удобрений); 2.  $N_{70}P_{60}K_{120}$  (фон); 3. Оргавит на основе куриного помёта (2 т/га); 4. Оргавит на основе куриного помёта (2 т/га) + фон; 5. Биозем (10 т/га); 6. Биозем (10 т/га) + фон.

Образцы почвы были отобраны перед закладкой опыта, а также ежегодно после уборки урожая. Отбор образцов почвы для анализов проводился тростевидным почвенным буром на глубину пахотного слоя, по диагоналям участков на расстоянии от выращиваемых растений.

Почва опытного участка перед закладкой опыта характеризовалась близкой к нейтральной реакции среды, очень высоким содержанием фосфора, повышенным содержанием калия и высокой суммой поглощенных оснований. Агрохимическая характеристика почвы представлена в таблице 1 [6, 7, 8].

Таблица 1. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы до закладки опыта

Показатели	рН <sub>(КС)</sub>	Нг, ммоль (экв)/100г	S, мг-экв/100г	V, %	Органическое вещество, %	Подвижные формы, мг/кг	
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
А пах.	5,8	1,9	23,2	92,4	7,0	385	146

Обменную кислотность почвы определяли методом извлечения обменных ионов водорода и алюминия из почвы раствором хлористого калия концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup> с последующим потенциометрическим определением рН с использованием стеклянного электрода (ГОСТ 26483-85).

Для определения органического вещества в почве использовали метод Тюрина (ГОСТ 26213-91), содержание подвижного калия (K<sub>2</sub>O) и подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – метод Кирсанова (ГОСТ 54650-2011), сумму поглощенных оснований определяли методом Каппена (ГОСТ 27821-88).

Удобрения вносили в год закладки опыта под весеннюю обработку почвы в дозах: Оргавит – 2 т/га, Биозем – 10 т/га. Из минеральных удобрений в опыте использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат и хлористый калий из расчета  $N_{70}P_{60}K_{120}$  на планируемую урожайность кабачков 80 – 100 т/га.

Удобрение Оргавит производится из сухого птичьего помёта. За счет термической обработки и микробиологической ферментации птичьего помёта происходит обеззараживание от возбудителей заболеваний и семян сорных растений. При данной обработке удаляются яйца, личинки гельминтов, мух и семена сорных растений. Оргавит

применяется для повышения плодородия почв. Гранулированная форма удобрения обеспечивает равномерность внесения его в почву. Удобрение характеризуется высоким содержанием органического вещества – 89,2%, нейтральной реакцией среды  $pH_{(KCl)}$  – 6,5 и содержанием азота – 4,76%, фосфора – 2,63%, калия – 2,07% [9].

Биозем производят на основе куриного помета и торфа путем горячего компостирования в стационарных компостерах. Он используется для создания плодородного слоя почвы и повышения всхожести растений, а также в качестве компонента тепличных и садовых грунтов. Биозем характеризуется нейтральной реакцией среды  $pH_{(KCl)}$  – 7,4, содержит 84,6% органического вещества, азота – 0,58%, фосфора – 0,5% и калия – 0,22% [10].

Эффективность удобрений в Нечерноземной зоне изменяется в зависимости от погодных условий на 25 – 60%. С увеличением температуры воздуха от 10 до 25°C возрастает поглощение питательных веществ из почвы. Оптимальное ее значение находится в пределах 23-25°C [11]. Тепло- и влагообеспеченность в годы наблюдений были различными (табл.2).

Таблица 2. Метеорологические данные вегетационных периодов 2017–2019 гг., подекадно (по данным метеостанции г. Пушкин (СПбГАУ))

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С				Суммарное количество осадков, мм			
		год			среднее за 20 лет	год			среднее за 20 лет
		2017	2018	2019		2017	2018	2019	
Июнь	1	12,1	14,1	19,6	14,6	28,1	15,1	40,2	19,6
	2	15,7	17,9	17,5	15,8	18,2	9,5	2,2	23,7
	3	14,7	16,9	17,7	16,8	30,4	9,7	13,8	23,3
Июль	1	15,5	15,8	15,6	18,2	11,5	42,3	30,6	20,6
	2	17,4	22,0	15,4	19,3	29,8	9,4	29,5	31,5
	3	17,8	22,7	17,4	19,7	42,0	27,0	5,9	30,0
Август	1	18,7	21,6	14,4	18,7	36,1	3,6	3	17,4
	2	19,8	19,0	17,1	17,8	6,4	26,6	6,4	23,4
	3	15,7	17,1	18	16,2	89,2	38,3	19,8	41,7

Средние температуры июня и июля 2017 года были примерно на 2-3 градуса ниже многолетних значений, количество осадков на уровне средних многолетних данных. В августе температура также была несколько выше, а количество осадков значительно превышало многолетние значения.

Вегетационный период 2018 г. характеризовался как более жарким и засушливым. В сумме средняя температура за весь вегетационный период была выше средних многолетних данных. Количество осадков в июне, второй декаде июля и первой декаде августа было гораздо меньше средних значений за 20 лет, а в первую декаду июля в 2 раза превысило эти данные.

Средняя температура июня 2019 г. была на 2,5 градуса выше среднего показателя. Вторая половина вегетационного периода отличалась температурами ниже средних многолетних данных. Периоды увлажнения (первая декада июня, две первые декады июля) сменялись засухами (вторая декада июня, третья – июля и первая и вторая августа) [6, 7, 8].

**Результаты исследований.** Полученные результаты исследований статистически обработаны с помощью пакета программ AgCStat в виде надстройки М.О. Excel [12] и представлены в таблицах 3 – 6.

Влияние удобрений на кислотность почвы представлено в таблице 3.

Таблица 3. Показатели кислотности почвы полевого опыта (2017 – 2019 гг.)

Варианты опыта	рН <sub>(КС)</sub>			Нг, ммоль(экв)/100г		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Контроль	5,5	5,4	5,3	3,0	3,0	2,9
Фон (N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> )	5,4	5,4	5,3	3,0	3,1	2,9
Оргавит	5,4	5,4	5,4	3,0	3,1	2,9
Оргавит + фон	5,4	5,3	5,3	3,1	3,1	2,9
Биозем	5,4	5,4	5,4	3,1	3,0	3,0
Биозем + фон	5,4	5,4	5,4	3,1	3,1	2,9
НСР <sub>05</sub> ,%	-	-	-	0,16	0,17	0,11

За годы исследований обменная и гидролитическая кислотность почвы по вариантам и годам колебалась незначительно, внесение Оргавита и Биозема не оказало влияния на кислотно-основные свойства.

В год внесения удобрений достоверное увеличение органического вещества было отмечено в вариантах с использованием Оргавита в дозе 2 т/га и Биозема в дозе 10 т/га и составило 7,2 – 7,4%; это можно объяснить высоким содержанием органического вещества в Оргавите – 89,2% и Биоземе – 84,6% (табл. 4).

Таблица 4. Влияние исследуемых удобрений на содержание органического вещества в почве, % (2017 – 2019 гг.)

Варианты опыта	Органическое вещество, %					
	2017 г.	прибавка к контролю	2018 г.	прибавка к контролю	2019 г.	прибавка к контролю
Контроль	6,9	0	6,8	0	6,7	0
Фон (N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> )	7,0	0,1	6,8	0	6,7	0
Оргавит	7,2	0,3	6,9	0,1	6,8	0,1
Оргавит + фон	7,3	0,4	7,0	0,2	6,9	0,2
Биозем	7,4	0,5	7,3	0,5	7,1	0,4
Биозем + фон	7,4	0,5	7,3	0,5	7,1	0,4
НСР <sub>05</sub> ,%		0,12		0,14		0,16

В годы последействия (2018–2019 гг.) максимальное содержание органического вещества также наблюдается в вариантах с Биоземом.

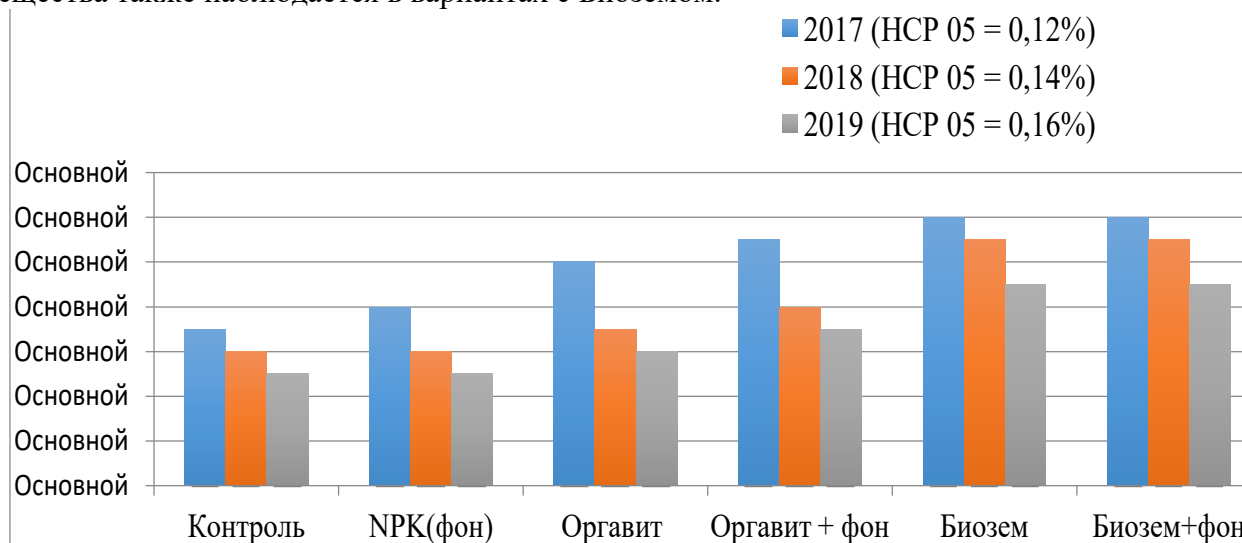


Рис. 1. Динамика органического вещества в почве полевого опыта, % (2017-2019 гг.)

Динамика содержания органического вещества в почве полевого опыта представлена на рисунке 1.

За период исследования в первый вегетационный период отмечается повышение содержания органического вещества по всем вариантам за исключением контроля и фонового варианта. В годы последействия (2018–2019 гг.) наблюдается постепенное снижение данного показателя по всем вариантам опыта.

Влияние исследуемых удобрений на содержание подвижного фосфора представлено в таблице 5.

Таблица 5. Влияние исследуемых удобрений на содержание подвижного фосфора, мг/кг (2017 – 2019 гг.)

Варианты опыта	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг					
	2017 г.	к контролю	2018 г.	к контролю	2019 г.	к контролю
Контроль	415	0	368	0	331	0
Фон (N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> )	444	29	394	26	353	22
Оргавит	435	20	390	22	352	21
Оргавит + фон	449	34	385	16	332	1
Биозем	447	32	393	25	345	14
Биозем + фон	444	29	382	14	327	- 4
НСР <sub>05</sub> , мг/кг	13,2		18,3		17,2	

За период исследования в вариантах с использованием Оргавита и Биозема количество подвижных фосфатов было существенно выше контрольного варианта.

Динамика содержания подвижного фосфора в почве полевого опыта за 3 года представлена на рисунке 2.

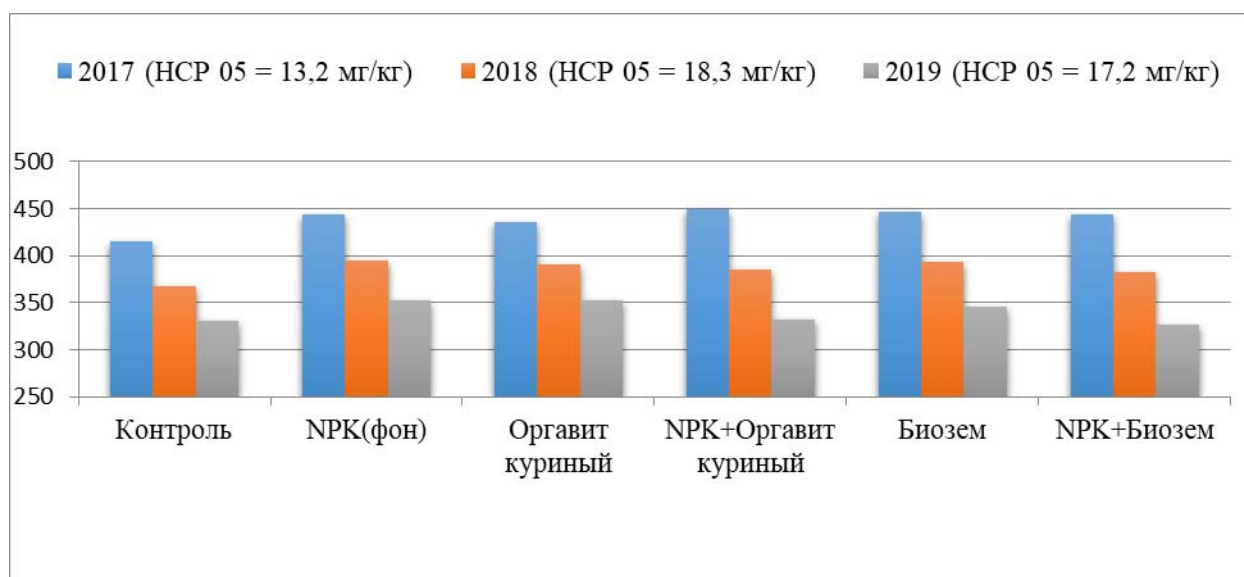


Рис. 2. Динамика подвижного фосфора в почве полевого опыта, мг/кг (2017-2019 гг.)

Использование удобрений и Биозема способствовало накоплению подвижного фосфора в год действия. В годы последействия удобрений наблюдается снижение содержания данного показателя, скорее всего, связанное с его постепенным выносом выращиваемыми культурами и переходом подвижных форм в менее доступное состояние.

Влияние исследуемых удобрений на содержание обменного калия в почве за исследуемый период представлено в таблице 6.

Таблица 6. Влияние исследуемых удобрений на содержание обменного калия в почве, мг/кг (2017 – 2019 гг.)

Варианты опыта	Содержание $K_2O$ , мг/кг					
	2017 г.	прибавка к контролю	2018 г.	прибавка к контролю	2019 г.	прибавка к контролю
Контроль	95	0	68	0	43	0
Фон ( $N_{70} P_{60} K_{120}$ )	136	41	78	10	49	6
Оргавит	108	13	81	13	47	4
Оргавит + фон	131	36	83	15	43	0
Биозем	101	6	73	5	38	-5
Биозем + фон	117	22	83	15	48	5
НСР <sub>05</sub> , мг/кг	15,1		16,2		13,4	

Максимальное значение содержания обменного калия в первый год отмечалось в вариантах с минеральными удобрениями: фон – 136 мг/кг, Оргавит + фон – 131 мг/кг, Биозем + фон – 117 мг/кг. При использовании только Оргавита и Биозема содержание калия было на уровне контроля.

На второй год исследования его содержание в вариантах с применением удобрений было практически одинаково между собой. На третий год опыта все варианты были на одном уровне и не превышали значение НСР между ними.

Анализ содержания обменного калия в почве показал его динамику в почве с 2017 по 2019 гг. (рис.3).

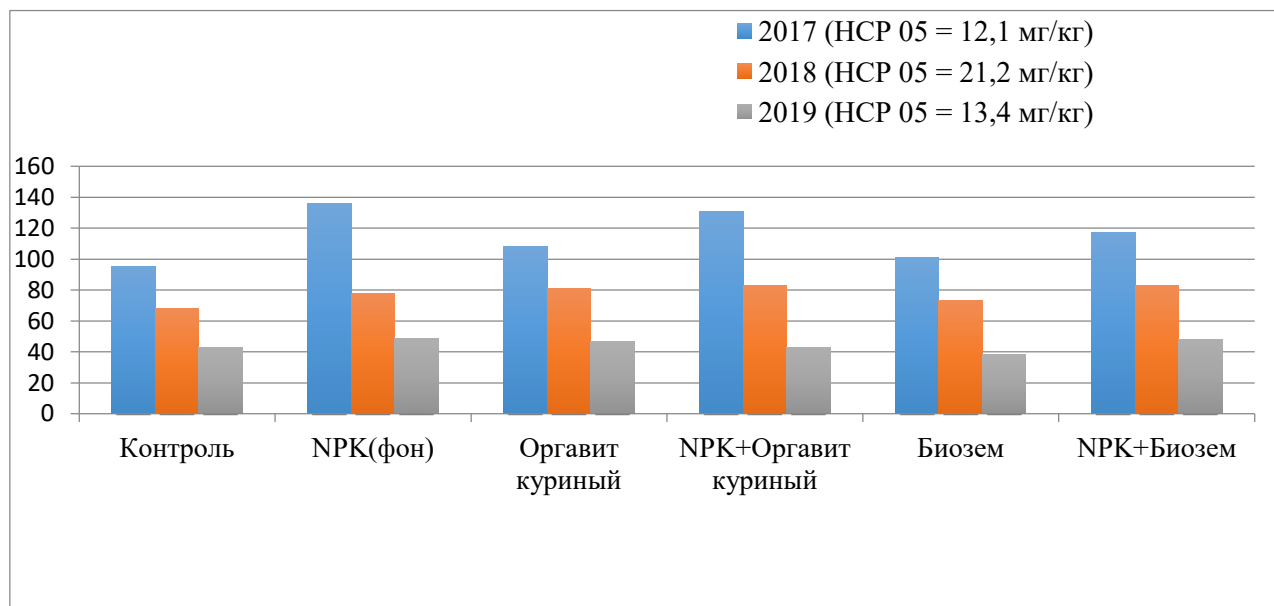


Рис. 3. Динамика обменного калия в почве полевого опыта, мг/кг (2017-2019 гг.)

Из графика видно, что в течение трех вегетационных периодов содержание калия по всем вариантам снижается. Более резко это наблюдается в вариантах с использованием минеральных удобрений в первый год опыта.

**Выводы.** Таким образом, за годы исследований (2017 – 2019 гг.) отмечено следующее влияние Оргавита и Биозема на агрохимические показатели почвы:

1. Использование Оргавита и Биозема не оказало существенного влияния на обменную и гидролитическую кислотность почвы.
2. При внесении Биозема в дозе 10 т/га прибавка органического вещества составила 0,5% относительно контрольного варианта. Внесение Оргавита в дозе 2 т/га как совместно с

минеральными удобрениями, так и без их применения способствовало увеличению органического вещества на 0,3-0,4% в год действия.

3. В вариантах с использованием Оргавита и Биозема было выявлено увеличение содержания подвижного фосфора в почве относительно контрольного варианта.

4. Одностороннее влияние Оргавита и Биозема на содержание обменного калия в почве установлено не было.

### Литература

1. **Power, J.F., Dick, W.A.** Land application of agricultural, industrial, and municipal byproducts // Soil Science Society of America Inc., 2000. – P. 107-119.
2. **Kelleher, B.P., Leahy, J.J., Henihan, A.M.** Advances in poultry litter disposal technology - a review // Bioresource Technology., – 2002. P. 27-36.
3. **Bolan, N.S., Szogi, A.A., Chuasavathi, T.** Uses and management of poultry litter // World's Poultry Science Journal., 2010. – P. 673-698.
4. **Sharpley, A.N., Herron, S., Daniel, T.** Overcoming the challenges of phosphorus based management challenges in poultry farming // Journal of Soil and Water Conservation., 2007. – P. 30.
5. **Усенко В.И., Старостенко В.П.** Роль органических удобрений в повышении плодородия и продуктивности черноземов западной Сибири//АНИИЗи. Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – С. 213-24.
6. **Алфёрова И.Ю., Трусова Л.А.** Последствие органических удобрений на урожайность и качество картофеля, выращиваемого на дерново-подзолистой почве в условиях Ленинградской области // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: сб. тр. междунар. науч.-пр. конф / СПбГАУ. – СПб., 2019. – С. 3-6.
7. **Трусова Л.А., Алфёрова И.Ю.** Сравнительная оценка органической и органоминеральной системы удобрения на дерново-подзолистой почве в условиях Ленинградской области// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (55). – С. 46-51.
8. **Трусова Л.А., Алфёрова И.Ю.** Действие и последствие Оргавита и Биозема на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление в них нитратов// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (58). – С. 82-87.
9. **Оргавит** [Электронный ресурс] – URL: <http://orgavit.ru> (дата обращения: 30.01.2020).
10. **Биозем** [Электронный ресурс] – URL: <http://biosem.ru> (дата обращения: 30.01.2020).
11. **Панников В.Д., Минеев В.Г.** Почва, климат, удобрение и урожай. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 511 с.
12. **Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г.** Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. – М.: Современные тетради, 2003. – С.559-564.

### Literatura

1. **Power, J.F., Dick, W.A.** Land application of agricultural, industrial, and municipal byproducts // Soil Science Society of America Inc., 2000. – P. 107-119.
2. **Kelleher, B.P., Leahy, J.J., Henihan, A.M.** Advances in poultry litter disposal technology - a review // Bioresource Technology., – 2002. P. 27-36.
3. **Bolan, N.S., Szogi, A.A., Chuasavathi, T.** Uses and management of poultry litter // World's Poultry Science Journal., 2010. – P. 673-698.
4. **Sharpley, A.N., Herron, S., Daniel, T.** Overcoming the challenges of phosphorus based management challenges in poultry farming // Journal of Soil and Water Conservation., 2007. – P. 30.
5. **Usenko V.I., Starostenko V.P.** Rol' organicheskikh udobrenij v povyshenii plodorodiya i produktivnosti chernozemov zapadnoj Sibiri//ANIIZi. Sibirskoe otdelenie Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – 2000. – S. 213-24.
6. **Alfyorova I.YU., Trusova L.A.** Posledejstvie organicheskikh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo kartofelya, vyrashchivaemogo na dernovo-podzolistoju pochve v usloviyah Leningradskoj oblasti //



- Rol' molodyh uchenyh v reshenii aktual'nyh zadach APK: sb. tr. mezhdunar. nauch.-pr. konf / SPbGAU. – SPb., 2019. – S. 3-6.
7. **Trusova L.A., Alfyorova I.YU.** Sravnitel'naya ocenka organicheskoy i organomineral'noj sistemy udobreniya na dernovo-podzolistoj pochve v usloviyah Leningradskoj oblasti// Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 2 (55). – S. 46-51.
  8. **Trusova L.A., Alfyorova I.YU.** Dejstvie i posledejstvie Orgavita i Biozema na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur i nakoplenie v nih nitratov// Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 1 (58). – S. 82-87.
  9. **Orgavit** [Elektronnyj resurs] – URL: <http://orgavit.ru> (data obrashcheniya: 30.01.2020).
  10. **Biozem** [Elektronnyj resurs] – URL: <http://biosem.ru> (data obrashcheniya: 30.01.2020).
  11. **Pannikov V.D., Mineev V.G.** Pochva, klimat, udobrenie i urozhaj. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1987. – 511 s.
  12. **Gonchar-Zajkin P.P., Chertov V.G.** Racional'noe prirodopol'zovanie i sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo v yuzhnyh regionah Rossijskoj Federacii. – M.: Sovremennye tetradi, 2003. – S.559-564.

УДК 631.461.63; 636.4.087.61

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12064

Канд. с.-х. наук, доцент **М.В. КИСЕЛЁВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, [kiselev@spbgau.ru](mailto:kiselev@spbgau.ru))  
Лаборант ИЛ ЭКООС **М.В. БАШАРИНА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, [m.v.basharina@mail.ru](mailto:m.v.basharina@mail.ru))

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ, ОЧИЩЕННОЙ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ, В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ**

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами входит в число приоритетных загрязнителей при оценке антропогенного воздействия на биосферу. При попадании в грунт происходит нарушение естественного биоценоза, агрохимические и агрофизические свойства ухудшаются. Экосистемные процессы претерпевают изменения на локальном, региональном и глобальном уровнях из-за нарушения или торможения значимых функций почвенного покрова. Самоочищение почвы от нефти (загрязнение более 5 г/кг), в зависимости от климатических условий, длится от 2-х до 30-ти лет (в северных районах до 50-ти лет) (Оборин А.А., 1988).

При сегодняшнем уровне развития производства и его политике нефтяная промышленность не может быть исключена из технологических цепочек. Новые схемы технологий ремедиации почвы от загрязнения нефтью и нефтепродуктами должны быть энергоэффективней и более адаптированными к конкретным природно-климатическим условиям.

Современные технологии очистки почвы включают метод, предполагающий удаление загрязнённого слоя грунта и его вывоз с места нефтяного разлива для дальнейшей многоступенчатой обработки. Это эффективно, но для больших площадей метод не выгоден.

Очистка суши и акваторий от нефти и нефтепродуктов на сегодняшний день всё чаще включает в себя этап, где применяются биопрепараты, содержащие в основе углеводородокисляющие микроорганизмы. Немало современных исследователей данного вопроса пишут о том, что биоремедиация позволяет проводить очистку непосредственно на месте разлива. При этом всегда отмечаются конкурентные преимущества и высокий потенциал использования биоремедиации, связанный с экологической безопасностью и низкой стоимостью.

Определение наличия и точной концентрации исследуемого токсиканта в почве не даёт ответа на вопрос о степени его воздействия на живые организмы. Для комплексной

экотоксикологической оценки воздуха, воды и почвы используют методы биотестирования. Установление токсичности с помощью тест-объектов помогает оценить степень интегральной токсичности почвы независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают нарушения жизненно важных функций у применяемых тест-объектов.

Чувствительность тест-объекта к исследуемому токсиканту – значимый показатель при установлении степени токсичности почв методами биотестирования. Создание системы, где применяются тест-объекты из разных систематических групп, позволяет давать более точную оценку степени интегральной токсичности. В нормативных документах рекомендуется использовать минимум два, а в некоторой литературе публикуются разработки по созданию систем из четырех представителей животного и растительного мира [1, 2].

Об актуальности применения биотестирования при оценке качества природной среды свидетельствует тот факт, что в РФ и за рубежом разработано более 50 стандартов на различные методы биотестирования [3].

**Цель исследования** – выявление остаточной токсичности нефтепродукта после применения на почве модельного опыта препаратов нефтедеструкторов.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исследования по изучению влияния биопрепаратов Бак-Верад, Дестройл и почвенного кондиционера Life Force на качество очистки почвы от нефтепродуктов при выращивании газонной смеси проводились в 2017 г. [4]. В 2018 г. с применением методик биотестирования проводилось определение степени токсичности почвы после ремедиации в течение двух вегетационных периодов.

В первый год опыт закладывался в сосудах Кирсанова (ёмкость 5 кг) на дерново-карбонатной слабоокультуренной почве. Схема из 6 вариантов – с растениями и без них. В качестве модельного токсиканта использовано дизельное топливо в объёме 2% от массы почвы.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы

Показатель	Единицы измерения	Полученный результат	НД на методы исследования
Органическое вещество	%	3,31	ГОСТ 26213-91
Водородный показатель солевой вытяжки, рН	ед. рН	6,24	ГОСТ 26483-85
Подвижный фосфор	млн-1	154,50	ГОСТ Р 54650-2011
Подвижный калий	млн-1	51,50	ГОСТ Р 54650-2011

При расчете необходимой дозы внесения NP учитывалась обеспеченность почвы элементами питания (табл. 1). Использовалась аммиачная селитра и суперфосфат простой. Во второй год (2018 г.) удобрения не вносили.

Ниже приведена схема опыта для 2017 г. В опыте 2018 г. все варианты опыта были засеяны яровой пшеницей сорта Дарья.

1. Контроль (почва).
2. Контроль + дизельное топливо (фон).
3. Контроль + дизельное топливо (без растений).
4. Фон + NP.
5. Фон + NP (без растений).
6. Фон + NP + Бак-Верад.
7. Фон + NP + Бак-Верад (без растений).
8. Фон + NP + Дестройл.
9. Фон + NP + Дестройл (без растений).
10. Фон + NP + Life Force.
11. Фон + NP + Life Force (без растений).

Определение степени интегральной токсичности почвы проводилось согласно методикам биотестирования на следующих тест-объектах: пшеница мягкая *Triticum vulgare L.*, рачки *Daphnia magna Straus*, водоросль *Scenedesmus quadricauda* [5, 6, 7].

**Результаты исследований.** Основным показателем наличия токсического воздействия техногенно загрязненных почв является низкий процент всхожести и уменьшение длины корней проростков растений по сравнению с контрольным вариантом.

Согласно методике выделяются следующие степени токсичности почвы: I – высокоопасно токсичная, II – опасно токсичная, III – умеренно токсичная, IV – малотоксичная, V – практически не токсичная.

Исследуемые почвы, отобранные после второго вегетационного периода, по всхожести семян пшеницы и по длине корней относятся к малотоксичным (IV) и практически не токсичным (V) почвам.

Снижение всхожести не более чем на 14% – все варианты относятся к V степени токсичности. При учете длины coleoptilia, а, как правило, это более чувствительный показатель, варианты со снижением длины coleoptilia и корня более чем на 20% относятся к IV степени – вариант с применением препарата Дестройл (без растений), оба контрольных варианта и с применением препарата Life forse (табл. 2).

Таблица 2. Результаты фитотестирования

Вариант	Всхожесть, %	N, %	Длина корня, мм	N, %	Длина coleoptilia, мм	N, %
Контроль (почва)	100	—	25,8	—	13,9	—
Контроль + дизельное топливо (фон)	88,1	-11,9	27,2	5,4	11,0	-20,8
Контроль + дизельное топливо (без растений)	88,1	-11,9	21,7	-15,8	11,1	-20,1
Фон + NP	93,3	-6,7	23,6	-8,5	14,9	7,1
Фон + NP (без растений)	86,1	-13,9	26,0	0,7	14,7	
Фон + NP + Бак-Верад	93,3	-6,7	21,7	-15,8	10,8	-22,3
Фон + NP + Бак-Верад (без растений)	86,1	-13,9	23,9	-7,3	13,3	-4,3
Фон + NP + Дестройл	98,5	-1,5	25,9	0,3	14,3	2,8
Фон + NP + Дестройл (без растений)	91,2	-8,8	19,6	-24,0	11,3	-18,7
Фон + NP + Life forse	88,1	-11,9	17,7	-31,3	9,9	-28,7
Фон + NP + Life forse (без растений)	86,1	-13,9	21,9	-15,1	11,0	-20,8
НСР 05			2,1		1,1	

Вторым тестовым объектом был выбран пресноводный рачок дафния, который используется для водно-токсикологических исследований уже более 70 лет. Рачок достаточно устойчив к культивированию в условиях лаборатории и имеет короткий жизненный цикл, позволяя исследовать действие токсикантов в нескольких поколениях.

Биотестирование с применением тест-объекта дафнией проводится в течение 96 часов и позволяет установить степень острого токсического действия по количеству выживших особей. Для получения водных вытяжек из почв использовалась вода из аквариума для культивирования дафний – вода/почва – 4/1. Эта же вода являлась контрольной средой для рачков.

Критерии токсичности согласно методике: очень сильная токсичность (гипертоксичность) – гибель дафний в тестируемых пробах наступает за 24-48 ч., при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10%; острая токсичность – то же, но в течение 72-96 ч.; средняя токсичность – гибель 30-50% в тестируемом растворе в

течение 96 ч; слабая токсичность – гибель в пределах 20-30% в пробах в течение 96 ч.; раствор нетоксичен, если за период наблюдений погибли менее 20% дафний [8].

Степень токсичности исследуемых проб представлена в таблице 3. Остро токсичными вариантами оказались следующие: 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11 (гибель >50% дафний через 96 ч.). Наименее токсичным оказался вариант с применением в 2017 г. биопрепарата Бак-Верад.

Заметно влияние высаживаемой в 2017 г. газонной смеси на показатель токсичности водных вытяжек в вариантах 4, 6, 8, 10 – процент выживаемости дафний, а следовательно, и степень токсичности снижается относительно вариантов без высева газонной смеси.

Таблица 3. Показатели токсичности водных вытяжек

Вариант	Среднее количество выживших дафний, шт.	N, %	Токсичность
Контроль (аквариумная вода)	5,0	—	—
Контроль (почва)	4,5	-10	отсутствует
Контроль + дизельное топливо (фон)	1	-80	острая
Контроль+дизельное топливо (без растений)	1,5	-70	острая
Фон + NP	2	-60	острая
Фон + NP без растений	1	-80	острая
Фон + NP + Бак-Верад	4,0	-20	слабая
Фон + NP + Бак-Верад (без растений)	3,0	-40	средняя
Фон + NP + Дестройл	2,0	-60	острая
Фон + NP + Дестройл (без растений)	0	-100	острая
Фон + NP + Life forse	3,5	-30	слабая
Фон + NP + Life forse (без растений)	0	-100	острая

Третий тест-объект, который взят для определения интегральной токсичности, – одноклеточные зеленые водоросли. Водоросли рода *Scenedesmus* являются одними из наиболее распространённых в пресноводных водоёмах. Поэтому при попадании токсиканта в воду, колонии водорослей в короткие сроки сигнализируют об этом изменением интенсивности своего развития.

Согласно методике, угнетение роста на 20% и более относительно контроля говорит о токсичности пробы, так же как и стимуляция роста на 30% и более.

Таблица 4. Определение токсичности по оптической плотности культуры *Scenedesmus quadricauda* Breb

Вариант	Средний показатель оптической плотности на 3 сутки	% к контр.	Токсичность
Контроль (аквариумная вода)	0,0195		—
Контроль (почва)	0,0190	-2,56	—
Контроль + дизельное топливо (фон)	0,0060	-69,23	токсичный
Контроль+дизельное топливо (без растений)	0,0120	-38,46	токсичный
Фон + NP	0,0240	+23,08	—
Фон + NP без растений	0,0176	-9,7	—
Фон + NP + Бак-Верад	0,0210	+7,69	—
Фон + NP + Бак-Верад (без растений)	0,0192	-1,53	—
Фон + NP + Дестройл	0,0164	-15,89	—
Фон + NP + Дестройл (без растений)	0,0060	-69,23	токсичный
Фон + NP + Life forse	0,0100	-48,71	токсичный
Фон + NP + Life forse (без растений)	0,0098	-49,74	токсичный

Определение токсичности водных вытяжек из почвенных образцов выявило, что острой токсичностью с угнетением роста колоний водорослей *Scenedesmus quadricauda* Breb обладают контрольные варианты опыта, оба варианта с применением препарата Life forse и вариант с применением препарата Дестройл (без растений). Другие же варианты не производят воздействия на тест-объект, угнетающего рост, их показатели попадают в область ошибки проведения анализа – почва не токсична (табл. 4).

#### Выводы:

1. При установлении степени токсичности почвы тест-объекты показали разную чувствительность к исследуемому токсиканту. При этом три тест-объекта выявляют сохранение токсичности на второй год ремедиации в контрольном варианте (без растений), в варианте с применением препарата Дестройл (без растений) и в обоих вариантах, где применялся препарат Life forse. Наименьшую интегральную токсичность почвы показал препарат Бак-Верад.

Таблица 5. Результаты определения интегральной токсичности почвы

Вариант	Используемый тест-объект		
	проросток пшеницы	дафнии	водоросли Сценедесмус
Контроль (почва)	—	отсутствует	—
Контроль + дизельное топливо (фон)	V степень*	острая	токсичная
Контроль + дизельное топливо (без растений)	V степень	острая	токсичная
Фон + NP	V степень	острая	—
Фон + NP (без растений)	V степень	острая	—
Фон + NP + Бак-Верад	V степень	слабая	—
Фон + NP + Бак-Верад (без растений)	V степень	средняя	—
Фон + NP + Дестройл	IV степень**	острая	—
Фон + NP + Дестройл (без растений)	IV степень	острая	токсичная
Фон + NP + Life forse	IV степень	слабая	токсичная
Фон + NP + Life forse (без растений)	IV степень	острая	токсичная

\* – практически не токсичная, \*\* – малотоксичная

2. Высеваемая в первый год опыта газонная смесь оказывает явное снижение токсичности почвы, загрязнённой дизельным топливом. Это видно в каждой паре вариантов с растениями/без растений. При этом заметно ожидаемое положительное влияние вносимых удобрений.

#### Литература

1. **Маячкина Н.В., Чугунова М.В.** Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки //Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – №1. – С. 84-93.
2. **Municipal Solid Waste (MSW) in the United States: 2008 Facts and Figures.** URL: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw2008rpt.pdf> (дата обращения: 26.02.2019).
3. **Малюхин Д.М., Бардина В.И., Бакина Л.Г.** Оценка экотоксичности новых органогенных субстратов, используемых при рекультивации полигона ТБО // Известия СПбЛТА. – 2014. – Вып. 206. – С. 55-64.
4. **Киселёв М.В., Горбенко Д.В.** Сравнительная характеристика эффективности почвенных мелиорантов для очистки почвы от нефтяных загрязнений на дерново-подзолистой почве // Вестник студенческого научного общества / СПбГАУ. – 2018. – №9. Вып. 1. – С. 43-44.
5. **Капелькина Л.П., Бардина Т.В., Бакина Л.Г., Чугунова М.В., Герасимов А.О., Маячкина Н.В., Галдянец А.А.** Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно-загрязнённых почв. – СПб: Фора-принт, 2009. – 19 с.

6. **ФР.1.39.2001.00283.** Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. – М.: Акварос, 2001. – 47 с.
7. **ГОСТ Р 54496-2011.** Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей.
8. **Маячкина Н.В.** Особенности процессов самовосстановления нефтезагрязненных подзолистых и дерново-подзолистых почв в условиях Ленинградской области: дис... канд. биол. наук: 06.01.03 /Маячкина Наталья Викторовна. – СПб., 2013. – 178 с.

### Literatura

1. **Mayachkina N.V., CHugunova M.V.** Osobennosti biotestirovaniya pochv s cel'yu ih ekotoksikologicheskoy ocenki //Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. – 2009. – №1. – S. 84-93.
2. **Municipal Solid Waste (MSW) in the United States: 2008 Facts and Figures.** URL: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw2008rpt.pdf> (data obrashcheniya: 26.02.2019).
3. **Malyuhin D.M., Bardina V.I., Bakina L.G.** Ocenka ekotoksichnosti novyh organogennykh substratov, ispol'zuemykh pri rekul'tivacii poligona TBO // Izvestiya SPbLTA. – 2014. – Vyp. 206. – S. 55-64.
4. **Kiselyov M.V., Gorbenko D.V.** Sravnitel'naya harakteristika effektivnosti pochvennykh meliorantov dlya ochistki pochvy ot neftyanykh zagryaznenij na dernovo-podzolistoj pochve // Vestnik studencheskogo nauchnogo obshchestva / SPbGAU. – 2018. – №9. Vyp. 1. – S. 43-44.
5. **Kapel'kina L.P., Bardina T.V, Bakina L.G., CHugunova M.V., Gerasimov A.O., Mayachkina N.V., Galdiyanc A.A.** Metodika vypolneniya izmerenij vskhozhesti semyan i dliny kornej prorostkov vysshih rastenij dlya opredeleniya toksichnosti tekhnogenno-zagryaznennykh pochv. – SPb: Fora-print, 2009. – 19 s.
6. **FR.1.39.2001.00283.** Metodika opredeleniya toksichnosti vody i vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod, othodov po smertnosti i izmeneniyu plodovitosti dafnij. – М.: Акварос, 2001. – 47 с.
7. **ГОСТ R 54496-2011.** Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей.
8. **Mayachkina N.V.** Osobennosti processov samovosstanovleniya neftezagryaznennykh podzolistykh i dernovo-podzolistykh pochv v usloviyah Leningradskoj oblasti: dis... kand. biol. nauk: 06.01.03 /Mayachkina Natal'ya Viktorovna. – SPb., 2013. – 178 s.

УДК 632.51

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12069

Доктор биол. наук **В.Л. БОГДАНОВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: lab.naz.eco@gmail.com)  
Канд. геогр. наук **А.Г. ОСИПОВ**  
(ФГБОУ ВО ВКА имени А.Ф. Можайского,  
e-mail: Osipov-G-K-2005@yandex.ru)  
Канд. экон. наук **В.В. ГАРМАНОВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: garmanovv@mail.ru)

### МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА ЗАСОРЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В конце 40-х годов прошлого столетия селекционерами был выведен сорт борщевика Сосновского «Северянин», который стал широко внедряться в сельском хозяйстве. С 1960-х годов он культивировался во многих регионах России. В начале 90-х годов из-за экономической и земельной реформ борщевик Сосновского перестали использовать на корм скоту, в результате чего он стал активно захватывать заброшенные земли, территории

садоводств, откосы мелиоративных каналов, обочины дорог, а в последнее время стал проникать на земли населённых пунктов.

При этом ввиду того, что сок борщевика Сосновского из-за содержания в нем фурукумаринов при попадании на кожу человека под воздействием ультрафиолетовых лучей приводит к тяжелым ожогам, а в некоторых случаях вызывает токсическое отравление, сопровождающееся нарушением нервной системы и работы сердечной мышцы, он стал представлять серьезную экологическую опасность для населения [1].

В настоящее время борщевик Сосновского занимает обширные пространства в Вологодской, Ленинградской, Московской, Новгородской, Псковской, Тульской, Ярославской, Тверской, Нижегородской областях и республике Коми [2, 3, 4].

Официальным бюллетенем ФГБУ «Госсорткомиссия» от 20 апреля 2012 г. № 6 (176) районированный сорт борщевика Сосновского «Северянин» исключили из Государственного реестра селекционных достижений как утратившего хозяйственную полезность. В декабре 2014 года коды продукции борщевика Сосновского (зелёная масса и семена) были исключены из Общероссийского классификатора продукции. В результате этого борщевик Сосновского утратил статус сельскохозяйственной культуры. В 2015 году он был внесён в Отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации под № 5506. Это правовое основание позволило проводить мероприятия по борьбе с ним.

Как было отмечено выше, одним из наиболее пострадавших от нашествия борщевика Сосновского регионов является Ленинградская область. Здесь он ежегодно захватывает до 5% новых территорий.

При планировании работ по борьбе с борщевиком Сосновского важно знать территориальное распределение засорённых им угодий, их площади и степень засорения. Для решения этой задачи необходимо проведение мониторинга земель по данным дистанционного зондирования.

В основу исследования авторы заложили следующую гипотезу: если будет разработана методика мониторинга земель, загрязнённых борщевиком Сосновского, с использованием данных дистанционного зондирования, то будет обеспечено повышение качества и эффективности планирования мероприятий по борьбе с ним.

**Цель исследования** – разработка методики мониторинга засорения земель борщевиком Сосновского по данным дистанционного зондирования территории с использованием индексов  $NDVI$  (Normalized Difference Vegetation Index) и  $CI_{Green}$  (GreenChlorophyllIndex).

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исходными материалами при проведении исследования являлись полевые наблюдения за распространением борщевика Сосновского в пределах модельной территории, данные дистанционного зондирования, полученные с использованием беспилотного летательного аппарата (БЛА) в двух зонах спектра – красной и ближней инфракрасной. Ввиду того что временные ряды  $NDVI$  в течение межвегетационного периода не обеспечивают чёткого фенологического разделения, поэтому залеты выполнялись в вегетационный период [5].

Вегетационный индекс  $NDVI$  характеризует разницу между красной ( $RED$ ) и ближней инфракрасной ( $NIR$ ) частями электромагнитного спектра. Для его расчета используется зависимость (1) [5, 6]:

$$R_{NDVI}^i = \frac{1}{k} \sum_{p=1}^k R_{NDVI}^p, \quad (1)$$

$$R_{NDVI} = (R_{NIR} - R_{RED}) / (R_{NIR} + R_{RED}),$$

где  $p \in [1...k]$  – количество отсчетов ВИ по всем эталонным контурам;  $R_{NDVI}^i$  – значение  $NDVI$ ;  $R_{RED}$ ,  $R_{NIR}$  – значения отраженного растительностью света в красной и ближней инфракрасной областях спектра.

Относительный индекс хлорофилла  $CI_{Green}$  характеризует фотосинтетическую активность растительного покрова. Для его расчета используется зависимость (2)[5]:

$$R_{CI_{Green}}^i = \frac{1}{k} \sum_{p=1}^k R_{CI_{Green}}, \quad (2)$$

$$R_{CI_{Green}} = R_{NIR} / R_{GREEN} - 1,$$

где  $p \in [1...k]$  – количество отсчетов  $CI_{Green}$  по всем эталонным контурам;

$R_{CI_{Green}}^i$  – значение  $CI_{Green}$ ;  $R_{NIR}$ ,  $R_{GREEN}$  – значения отраженного растительностью света в ближней инфракрасной и зеленой областях спектра.

Временные ряды  $NDVI$  и  $CI_{Green}$  строились для 5 типов растительных сообществ: лес хвойный; лес лиственный; луга, сенокосы, пастбища; пашня, огороды; заросли борщевика Сосновского.

В качестве методов исследования использовались геоботанические описания, дистанционное зондирование территории, автоматизированное дешифрирование почвенно-растительного покрова в среде ГИС, геоэкологическое картографирование.

Объектом исследования являлась модельная территория, расположенная в Приозерском районе Ленинградской области, заросшая борщевиком (рис 1).



Рис. 1. Фрагмент модельной территории

**Результаты исследований.** Разработанная методика включает в себя четыре блока: 1) аэрофотосъемка территории с использованием БЛА; 2) создание по материалам аэрофотосъемки фотопланов; 3) автоматизированное дешифрирование по фотопланам растительного покрова; 4) создание картограмм ареалов распространения борщевика Сосновского.

*Первый блок.* Аэрофотосъемка осуществлялась в двух зонах спектра – красной ( $\lambda_{RED}=0,68-0,7$  мкм) и ближней инфракрасной ( $\lambda_{NIR}=0,74-1,1$  мкм). Высоты съемки в пределах маршрутов изменялись от 250 до 550 м. Продольные перекрытия снимков составляли 28%, а поперечные 96% [6].

*Второй блок.* Трансформирование снимков выполнялось с использованием ЦФС РНОТОМОД. Для учета рельефа использовалась его цифровая модель с шагом дискретности 30 м. Ее построение осуществлялось в среде ГИС «Карта 2011». Точность трансформирования колебалась от 8 до 10 м.



*Третий блок.* Для систематизации информации об основных растительных сообществах, расположенных в пределах модельной территории, был разработан их классификатор. Автоматизированное дешифрирование растительного покрова осуществлялось путем сравнения для каждого пикселя фотоплана индексов *VI* и *ClGreen*, рассчитанных по зависимостям (1), (2) с их эталонными значениями. Сегментация растительных сообществ выполнялась установлением принадлежности выделенных кластеров к растительному сообществу с последующим оконтуриванием массивов, имеющих одноименный код [7, 8, 9, 10]. Отслеживание контуров выполнялось путем перемещения окна по границе ядра вдоль контура объекта с проверкой на каждом шаге площади его захвата. При уменьшении площади захвата более чем на 10% направление перемещения окна изменялось [6]. Для примера на рисунке 2 приведен фрагмент картограммы основных типов растительных сообществ модельной территории.

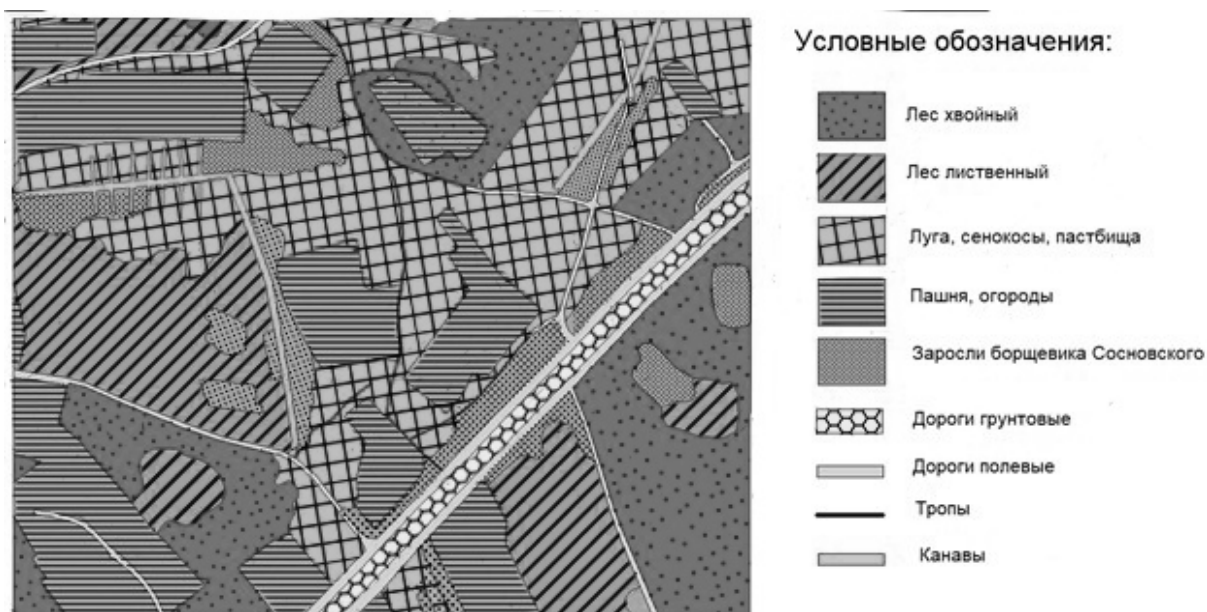


Рис. 2. Фрагмент картограммы основных типов растительных сообществ модельной территории

**Выводы.** В процессе выполненного исследования получены следующие результаты:

1. Разработана методика мониторинга засорения земель борщевиком Сосновского по данным дистанционного зондирования, позволяющая оперативно получать информацию о территориальном распределении засорённых угодий, их площадях и степени засорения, что позволит повысить качество и эффективность планирования мероприятий по борьбе с ним.

2. Для получения данных дистанционного зондирования использовался беспилотный летательный аппарат (БЛА). Съёмка осуществлялась в двух зонах спектра – красной ( $\lambda_{\text{RED}}=0,68-0,7$  мкм) и ближней инфракрасной ( $\lambda_{\text{NIR}}=0,74-1,1$  мкм).

3. Автоматизированное дешифрирование аэрофотоснимков выполнялось с использованием двух вегетационных индексов: *NDVI* (NormalizedDifferenceVegetationIndex) и *ClGreen* (GreenChlorophyllIndex), путем сравнения для каждого пикселя фотоплана рассчитанных значений индексов с эталонными.

4. Временные ряды *NDVI* и *ClGreen* строились для пяти типов растительных сообществ: лес хвойный; лес лиственный; луга, сенокосы, пастбища; пашня, огороды; заросли борщевика Сосновского.

5. На основе полученных данных для модельной территории была построена картограмма пространственного распределения основных типов растительных сообществ, по которой были определены участки активного произрастания борщевика Сосновского.

6. Разработанная методика может быть успешно применена для информационного обеспечения работ при планировании мероприятий по борьбе с борщевиком Сосновского.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на использование разработанной методики для создания электронных карт распространения борщевика Сосновского на территории Ленинградской области.

### Литература

1. **Soltysiak J., Brej T., Tomczyk M.** Invasion of the Sosnowsky hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) in Siechnice commune (South-western Poland) and prospects of its eradication // Scientific Papers of Wrocław University of Life Sciences – Biology and Animal Breeding. – 2015. V. 78. – No 610. – P. 73–86.
2. **Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелёва И.В.** Инвазия экологически опасного растения борщевика Сосновского на территории Европейской части России // Региональная экология. – 2011. – №1-2 (31). – С. 43–49.
3. **Dalke I.V., Chadin I.F., Zakhochiy I.G.** Control of Sosnowskyi's Hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) invasion on the territory of the Russian Federation // Russian Journal of Biological Invasions. – 2018. – V. 9. – No 4. – P. 311–344. DOI: 10.1134/S2075111718040045.
4. **Лулева Н.Н.** Борщевик Сосновского в Российской Федерации // Защита и карантин растений. – 2014. – №3. – С. 12-18.
5. **Товстик Е.В., Адамович Т.А., Ашихмина Т.Я.** Идентификация участков массового роста борщевика Сосновского с помощью спектральных индексов по данным Sentinel-2 // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 34–40.
6. **Осипов А.Г., Тимофеев В.Г.** Научно-методические основы определения экологически допустимого уровня освоения природных ландшафтов при создании природно-аграрных систем // Информация и космос. – 2015. – № 2. – С. 85–95.
7. **Ryzhikov D.M.** Method of processing multispectral satellite data for solving the problem of monitoring the habitats of the Sosnowsky Hogweed // Informatsionno-upravlyayushchie sistemy. – 2017. – No 6. – P. 43–51 (in Russian). DOI: 10.15217/issn1684-8853.2017.6.43.
8. **Tovstik E.V., Adamovich T.A., Rutman V.V., Kantor G.Ya., Ashikhmina T.Ya.** Identification of the thickets of *Heracleum sosnowskyi* using Earth remote sensing data // Theoretical and Applied Ecology. – 2018. – No 2. – P. 35–37 (in Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2018-2-035-037.
9. **Adamovich T.A., Domnina E.A., Timonov A.S., Rutman V.V., Ashikhmina T.Ya.** Methodological techniques for identifying plant communities based on Earth remote sensing data and field research // Theoretical and Applied Ecology. – 2019. – No 2. – P. 39–43 (in Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2019-2-039-043.
10. **Volkov A., Parinova T.** Thematic interpretation of the Northern Dvina River floodplain meadow ecosystem using remote sensing // BIO Web of Conferences. – 2018. – V. 11. – No 00045. – P. 1–3. DOI: 10.1051/bioconf/20181100045.

### Literatura

1. **Soltysiak J., Brej T., Tomczyk M.** Invasion of the Sosnowsky hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) in Siechnice commune (South-western Poland) and prospects of its eradication // Scientific Papers of Wrocław University of Life Sciences – Biology and Animal Breeding. – 2015. V. 78. – No 610. – P. 73–86.
2. **Bogdanov V.L., Nikolaev R.V., Shmeleva I.V.** Invaziya ekologicheskoi opasnogo rasteniya borshevika Sosnovskogo na territorii Evropeiskoi chasti Rossii // Regionalnaya ekologiya. – 2011. – №1–2 (31). – S. 43–49.
3. **Dalke I.V., Chadin I.F., Zakhochiy I.G.** Control of Sosnowskyi's Hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) invasion on the territory of the Russian Federation // Russian Journal of Biological Invasions. – 2018. – V. 9. – No 4. – P. 311–344. DOI: 10.1134/S2075111718040045.
4. **Luneva N.N.** Borshevik Sosnovskogo v Rossiiskoi Federacii // Zashita i karantin rastenii. – 2014. – №3. – S. 12–18.
5. **Tovstik E.V., Adamovich T.A., Ashikhmina T.Ya.** Identifikaciya uchastkov massovogo rosta borshevika Sosnovskogo s pomoschyu spektralnih indeksov po dannim Sentinel-2 // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. – 2019. – № 3. – S. 34–40.

6. **Osipov A.G., Timofeev V.G.** Nauchno-metodicheskie osnovi opredeleniya ekologicheskoi dopustimogo urovnya osvoeniya prirodnih landshaftov pri sozdanii prirodno-agnarnih sistem // Informaciya i kosmos. – 2015. – № 2. – S. 85–95.
7. **Ryzhikov D.M.** Method of processing multispectral satellite data for solving the problem of monitoring the habitats of the Sorsnovsky Hogweed // Informatsionno-upravlyayushchie sistemy. – 2017. – No 6. – P. 43–51 (in Russian). DOI: 10.15217/issn1684-8853.2017.6.43.
8. **Tovstik E.V., Adamovich T.A., Rutman V.V., Kantor G.Ya., Ashikhmina T.Ya.** Identification of the thickets of *Heracleum sosnowskyi* using Earth remote sensing data // Theoretical and Applied Ecology. – 2018. – No 2. – P. 35–37 (in Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2018-2-035-037.
9. **Adamovich T.A., Domnina E.A., Timonov A.S., Rutman V.V., Ashikhmina T.Ya.** Methodological techniques for identifying plant communities based on Earth remote sensing data and field research // Theoretical and Applied Ecology. – 2019. – No 2. – P. 39–43 (in Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2019-2-039-043.
10. **Volkov A., Parinova T.** Thematic interpretation of the Northern Dvina River floodplain meadow ecosystem using remote sensing // BIO Web of Conferences. – 2018. – V. 11. – No 00045. – P. 1-3. DOI: 10.1051/bioconf/20181100045.

УДК 528.8; 631.8

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12074

Соискатель **Л.В. ТУГАРИНОВ**  
(АгроХимПром, tlw090975@gmail.com)  
Доктор с.-х. наук **А.А. КОМАРОВ**  
(ФГБНУ АФИ, zelenydar@mail.ru)  
Соискатель **А.Д. КИРСАНОВ**  
(ФГБНУ АФИ, zelenydar@mail.ru)

## ОЦЕНКА КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК С ПОМОЩЬЮ ДДЗ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

В настоящее время данные дистанционного зондирования земли (ДДЗ) широко используются в агропромышленном комплексе многих стран мира и все шире применяются в практике сельскохозяйственного производства. Как теоретическое, так и прикладное значение ДДЗ возрастает при использовании в изучении роста и развития возделываемых культур ряда вегетационных индексов, представляющих собой математические преобразования спектральных яркостей в разных зонах спектра, отражающих состояние земной поверхности.

Вегетационные индексы в настоящее время обладают широким диапазоном применения в агроэкологических исследованиях. Установлены связи индексов вегетации с режимом выпадения осадков, поглощением фотосинтетически активной радиации и динамикой термического режима. Это дает возможность применять индексы для определения биомассы посевов, выявления динамики землепользования, мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур.

Анализ доступных спутниковых данных показывает, что для организации оценки производственных посевов отдельных субъектов РФ широко используется спутниковый сервис мониторинга состояния растительности «ВЕГА» – ресурс Института Космических Исследований (Pro-vega.ru). Данные ДДЗ перспективны не только для фактической оценки состояния посевов, но используются в целях фитосанитарного мониторинга и экотоксикологической оценки агроэкосистем [2, 3] и применяются в системе точного земледелия [4].

Наиболее популярный и часто используемый индекс – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, RNDVI) – нормализованный разностный индекс растительности. Это показатель количества фотосинтетически активной биомассы [5, 6].

NDVI может быть рассчитан на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющим спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм). Алгоритм расчета NDVI встроен практически во все распространенные пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования (ArcView Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ScanView и др.) [5]. На основании выбора данных по оптическим показателям уже производится построение временных рядов с одновременным использованием данных дистанционного зондирования SUOMI NPP VIIRS и TERRA/AQUA MODIS [6].

Используя ДДЗ нами ранее был произведен анализ пространственного распределения урожайности для обоснования дифференциации агротехнологий [7], а также произведена оценка развития различных культур и естественной растительности [8, 9]. Многолетние исследования в этой области позволили произвести выбор наиболее информативных показателей дистанционного зондирования состояния растительного покрова [10]. Кроме того, на основании математического подхода определены перспективы использования геостатистики для анализа состояния растений по данным дистанционного зондирования земли [11]. Вместе с тем до сих пор эти разработки не находили применения для оценки эффективности действия тех или иных корректирующих приемов в условиях производственных посадок. Кроме того, все эти исследования были приурочены только к условиям Северо-Западного региона РФ. Весьма актуальным является расширение перспективных исследований в других регионах РФ.

**Цель исследования** – применение данных дистанционного зондирования земли для оценки корректирующего действия некорневых подкормок препаратом «Зеребра Агро» в условиях Краснодарского края.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Эксперименты проводились в производственных условиях хозяйства ИП КФХ Вороновой А.Ф., расположенного в Крымском районе Краснодарского края, на площади 118,3 га с рисом сорта Хазар. В качестве объекта исследований использовали препарат «Зеребра Агро» в дозе 0,2 л/га [12]. Обработка производилась в 2 срока: первая – в фазу начала кущения, вторая – в фазу выметывания. В качестве контроля использовался вариант с высокоинтенсивной технологией возделывания риса, применяемой в хозяйстве. Этот вариант включал применение: карбамида – 10 кг/га, гумата калия – 0,5 л/га и гербицида номини (первая обработка). При второй обработке применялся карбамид – 15 кг/га с фунгицидом тифлузамид – 0,2 кг/га.

Для определения эффективности действия препарата впервые применялись данные дистанционного зондирования земли (ДДЗ), что позволило произвести оценку корректирующего действия некорневых подкормок препаратом «Зеребра Агро» на больших площадях в производственных условиях хозяйства. В настоящее время имеется достаточно обширный информационный ресурс ДДЗ, позволяющий оценивать состояние растений не только по вегетационному индексу (NDVI), но и используя ряд других спектральных характеристик и индексов. Эти индексы представляют собой математические преобразования спектральных яркостей в разных зонах спектра. В проводимых исследованиях оценивались некоторые из них.

В наших исследованиях, кроме ранее применяемого Вега-ресурса [7-10], применялся другой сервис спутниковых снимков. Для оценки состояния полей использовался сервис Land Viewer. Land Viewer – это служба обработки и анализа изображений в режиме реального времени. Данный сервис позволяет пользователю выполнять многоцелевые запросы, находить и использовать доступные изображения наблюдения Земли со спутников Sentinel 2 и Landsat 8. Изображения можно просматривать в разных комбинациях диапазонов или в спектральном индексе в реальном времени, например NVDI. Оценка проводилась на основании данных, полученных со спутника Sentinel 2. Sentinel 2 запущен в 2015 году.

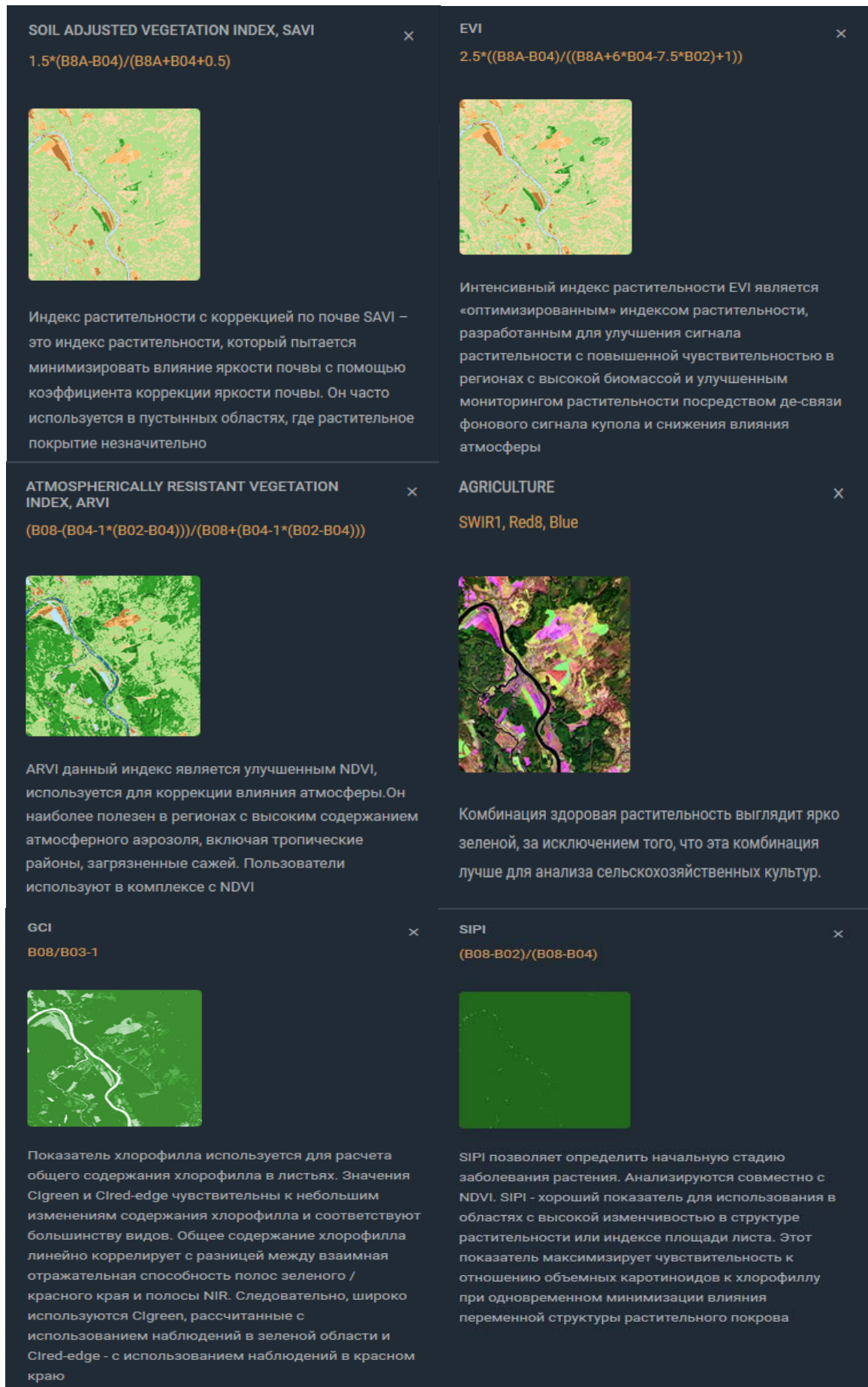


Рис.1. Сравнительные данные использования разных характеристик ДДЗ

Спутник оснащен оптико-электронным мультиспектральным датчиком для съемки с разрешением от 10 до 60 м в видимой, ближней инфракрасной и коротковолновой инфракрасной спектральных зонах. Так же у спутника имеется 13 спектральных каналов, которые позволяют наблюдать динамику состояния растительности, а также минимизирует влияние на качество атмосферной съемки. Сравнительная картина снимков ДДЗ по полям представлена на рисунке 1.

Видно, что каждый из снимков отображает определенное состояние растительного покрова, что создает перспективу выбора наиболее информативных показателей.

При возделывании сои применялась стандартная технология хозяйства (фон). В процессе возделывания и ухода за посадками применялись все необходимые регламентируемые мероприятия.

**Результаты исследований.** Оценка состояния полей проводилась в условиях вегетационного сезона 2019 г. В экспериментах использовались характеристики участков с координатами, представленными в исходной информации хозяйства (рис.2). Размещение полей с обработкой (указано «ЗА») препаратом «Зеребра Агро» и контрольным вариантом без обработки (указано «К») в режиме NDVI представлено на рисунке 3.



Рис.2. Исходные данные по участку ИП Вороновой А.Ф., Краснодарский край



Рис.3. Общее расположение полей ИП Вороновой А.Ф.

Как следует из данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), общее состояние растений после их обработки препаратом улучшилось. На рисунке 3 в режиме NDVI видно, что левая часть поля, где была произведена обработка растений препаратом, выглядит лучше. Здесь наблюдается более активное развитие растений, чем на контрольном участке (правая часть поля). Вместе с тем по территории поля отмечена неравномерность роста и развития растений. Следовательно, если при контрольных наземных замерах урожайности операторы отберут образцы в зонах с пониженной вегетацией, то могут получить неверные данные по сравнительной урожайности. Для наземной фиксации урожайных данных следует руководствоваться снимками ДЗЗ и производить отбор внутри поля в разных зонах его неоднородного пространства, представляя средние показатели по всему массиву.

Для того чтобы определить динамику биопродукционного процесса, а не отдельные (фиксированные) показатели (как это представлено на рис. 3), целесообразно произвести оценку изменения вегетационного индекса за весь период вегетации. Это представлено на рисунках 4 и 5, где отображены графики динамики вегетационного индекса на поле с обработкой препаратами и на контрольном участке.

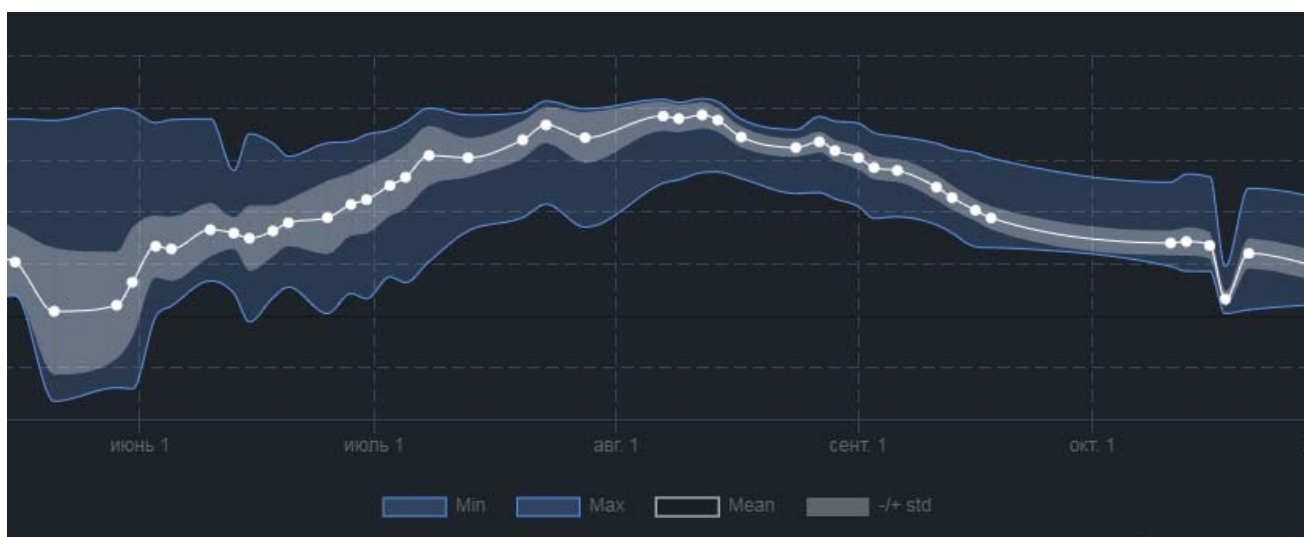


Рис. 4. Динамика вегетационного индекса на участке поля с обработкой растений «Зеребра Агро»

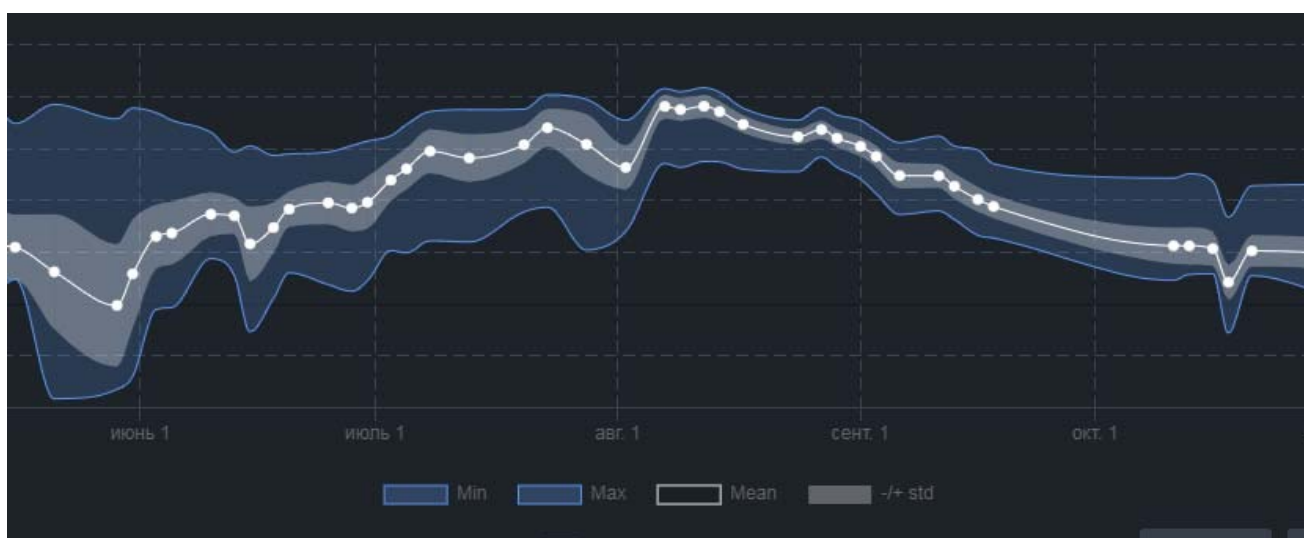


Рис. 5. Динамика вегетационного индекса на контрольном варианте

Сравнительная картина динамики индексов вегетации показывает отличие роста и развития растений по сравниваемым вариантам. Однако визуальная оценка показывает только качественные изменения, но не раскрывает количественных характеристик.

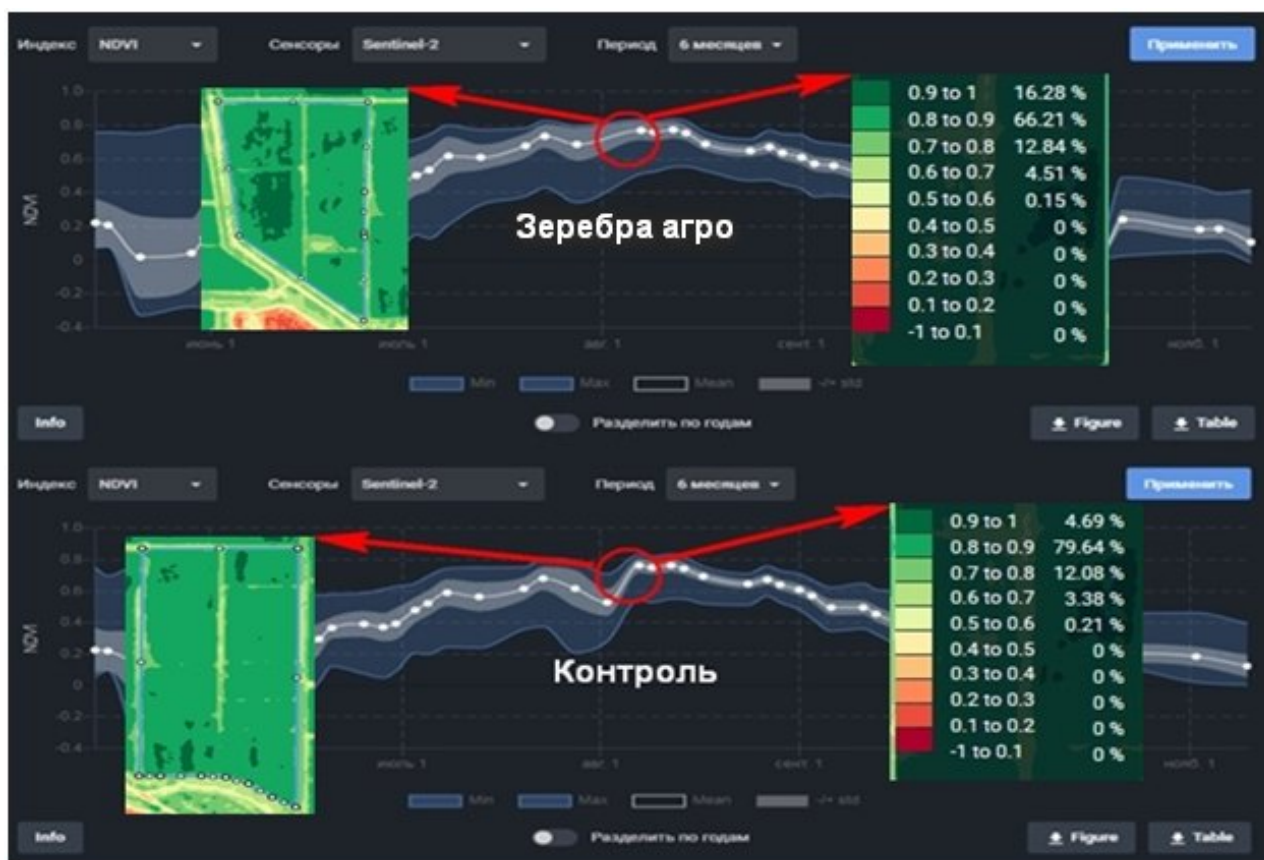


Рис.6. Количественные показатели по индексу NDVI за выбранный период наблюдений (5-10 августа 2019 г.)

На рисунке 6 отображен фактический материал по изменению индекса вегетации по участку поля с обработкой «Зеребра Агро» и контрольным вариантом сравнения. Видно, что наибольший индекс вегетации (от 0,9 до 1,0) на обработанном варианте составлял 16,28%, а на контрольном варианте он был в пределах 4,69%. Следовательно, растения на обработанном варианте имели более высокую фотосинтетическую активность и более высокий потенциал продуктивности.

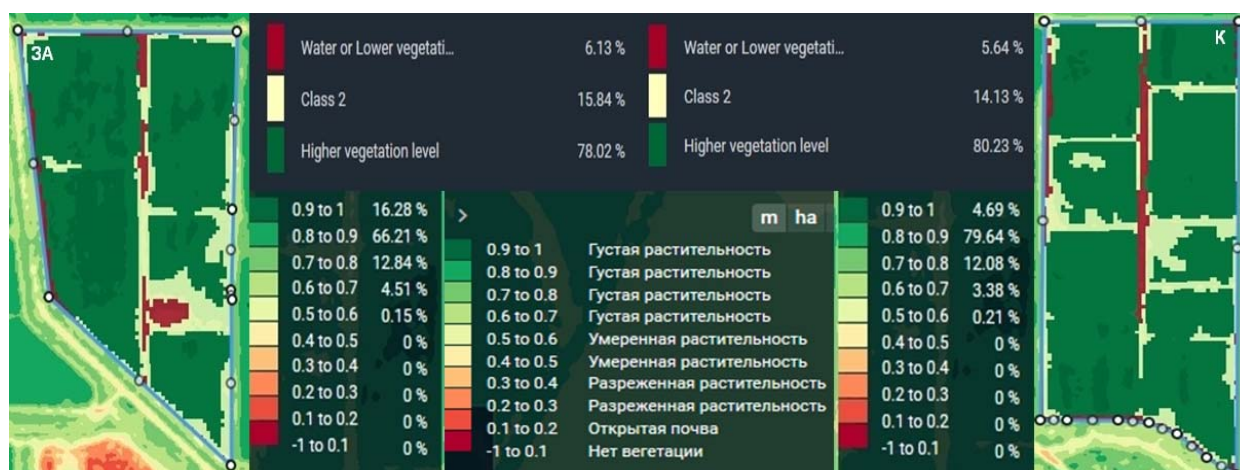


Рис.7. Кластеризация полей



Кластеризация полей (рис.7) выявляет высокую неоднородность состояния растений по каждому полю. Поэтому, как отмечалось выше, оценка урожайности по сравниваемым участкам должна производиться учетными площадками, охватывающими всю неравномерность пространства поля. Учетных площадок должно быть не менее 4-х. В противном случае полученные данные будут не объективны. Для проведения дальнейших исследований необходимо руководствоваться методическими рекомендациями по оценке состояния полей на основании методики проведения полевых экспериментов (Доспехов Б.А., 1985).

**Выводы.** На основании проведенных исследований в условиях Краснодарского края установлено, что при использовании ДДЗ оценка состояния растений по индексу NDVI совпала с учетом данных урожайности, следовательно, этот метод вполне приемлем для оценки состояния посевов. Так, на участках с обработкой препаратом «Зеребра Агро» урожайность риса была на 6,7 ц/га, или на 12,5% выше, чем на варианте сравнения.

### Литература

1. Лупнян Е.А., Савин И.Ю., Баргалева С.А., Толпин В.А., Балашов И.В. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА»)// Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. – 2011. – Т.8. – №1. – С.190-198.
2. Исмаилов Э.Я., Ризванов А.А., Пластинин Ю.А., Захаров Е.П., Исмаилов В.Я., Надыкта В.Д., Костенко И.А. и др. Перспективы дистанционного зондирования земли в целях фитосанитарного мониторинга и экотоксикологической оценки агроэкосистем //Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Международной научно-практической конф. «Современные тенденции в производстве и применении биологических и малоопасных средств защиты растений» (Краснодар, 25-27 сент. 2012 г.). – М.: Изд-во «ООО РА «Грант», 2012. – С.406-413.
3. Шпанев А.М., Петрушин А.Ф. Методологические основы изучения оптических характеристик фитосанитарного состояния посевов //Агрофизика. – 2017. – №4. – С.48-57.
4. Якушев В.П., Лекомцев П.В., Матвеев Д.А., Петрушин А.Ф., Якушев В.В. Применение дистанционного зондирования в системе точного земледелия //Вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – №1. – С.23-25.
5. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы //Геоматика. – 2009. – №3. – С.28-32.
6. Пчельников Д.В., Добрецов Н.Н. Построение временных рядов с одновременным использованием данных дистанционного зондирования SUOMI NPP VIIRS и TERRA/AQUA MODIS // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2017. – Т. 23. – № 3. – С. 46-51.
7. Комаров А.А., Захарян Ю.Г., Кирсанов А.Д. Анализ пространственного распределения урожайности для обоснования дифференциации агротехнологий // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – №47. – С.48-57.
8. Пермяков Е.Г., Кирсанов А.Д., Комаров А.А. Оценка развития свёклы столовой по данным дистанционного зондирования // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (53). – С. 70-75.
9. Комаров А.А., Комаров А.А. Оценка состояния травостоя с помощью вегетационного индекса NDVI // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – №2 (51). – С.124-129
10. Комаров А.А., Мунтян А.Н., Суханов П.А. Выбор информативных показателей дистанционного зондирования состояния растительного покрова// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018 – №3 (52). – С.64-70.
11. Захарян Ю.Г., Комаров А.А. Перспективы использования геостатистики для анализа состояния растений по данным дистанционного зондирования земли// Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. – 2019. – Т.16. №3. – С.140-148.
12. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/rep/zerebra-agro-vr.html>. (дата обращения: 20.04.2020).

## Literatura

1. **Lupnyan E.A., Savin I.YU., Bartaleev S.A., Tolpin V.A., Balashov I.V.** Sputnikovyy servis monitoringa sostoyaniya rastitel'nosti («VEGA») // *Sovremennyye problemy distancionnogo zondirovaniya zemli iz kosmosa.* – 2011. – T.8. – №1. – S.190-198.
2. **Ismailov E.YA., Rizvanov A.A., Plastinin YU.A., Zaharov E.P., Ismailov V.YA., Nadykta V.D., Kostenko I.A. i dr.** Perspektivy distancionnogo zondirovaniya zemli v celyah fitosanitarnogo monitoringa i ekotoksikologicheskoy ocenki agroekosistem // *Biologicheskaya zashchita rastenij – osnova stabilizacii agroekosistem: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konf. «Sovremennyye tendencii v proizvodstve i primeneniі biologicheskikh i maloopasnykh sredstv zashchity rastenij»* (Krasnodar, 25- 27 sent. 2012 g.). – M.: Izd-vo «OOO RA «Grant», 2012. – S. 406-413.
3. **SHpanev A.M., Petrushin A.F.** Metodologicheskie osnovy izucheniya opticheskikh harakteristik fitosanitarnogo sostoyaniya posevov // *Agrofizika.* – 2017. – №4. – S.48-57.
4. **YAkushev V.P., Lekomcev P.V., Matveenko D.A., Petrushin A.F., YAkushev V.V.** Primenenie distancionnogo zondirovaniya v sisteme tochnogo zemledeliya // *Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki.* – 2015. – №1. – S.23-25.
5. **CHerepanov A.S., Druzhinina E.G.** Spektral'nye svojstva rastitel'nosti i vegetacionnye indeksy // *Geomatika.* – 2009. – №3. – S.28-32.
6. **Pchel'nikov D.V., Dobrecov N.N.** Postroenie vremennykh ryadov s odnovremennym ispol'zovaniem dannykh distancionnogo zondirovaniya SUOMI NPP VIIRS i TERRA/AQUA MODIS // *InterKarto. InterGIS.* – 2017. – T. 23. – № 3. – S. 46-51.
7. **Komarov A.A., Zaharyan YU.G., Kirsanov A.D.** Analiz prostranstvennogo raspredeleniya urozhajnosti dlya obosnovaniya differenciacii agrotekhnologii // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2017. – №47. – S.48-57.
8. **Permyakov E.G., Kirsanov A.D., Komarov A.A.** Ocenka razvitiya svyokly stolovoj po dannym distancionnogo zondirovaniya // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2018. – № 4 (53). – S. 70-75.
9. **Komarov A.A., Komarov A.A.** Ocenka sostoyaniya travostoya s pomoshch'yu vegetacionnogo indeksa NDVI // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2018. – №2 (51). – S.124-129
10. **Komarov A.A., Muntyan A.N., Suhanov P.A.** Vybór informativnykh pokazatelej distancionnogo zondirovaniya sostoyaniya rastitel'nogo pokrova // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2018 – №3 (52). – S.64-70.
11. **Zaharyan YU.G., Komarov A.A.** Perspektivy ispol'zovaniya geostatistiki dlya analiza sostoyaniya rastenij po dannym distancionnogo zondirovaniya zemli // *Sovremennyye problemy distancionnogo zondirovaniya zemli iz kosmosa.* – 2019. – T.16. №3. – S.140-148.
12. **[Elektronnyj resurs].** – URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/zerebra-agro-vr.html>. (data obrashcheniya: 20.04.2020).

УДК 636.033

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12082

Доктор с.-х. наук **С.Л. САФРОНОВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГУВМ, safronovsl@list.ru)  
Доктор ветеринар. наук **А.Е. БЕЛОПОЛЬСКИЙ**  
(ФГБОУ ВО СПбГУВМ, belopolskiy@mail.ru )  
Канд. с.-х. наук **Н.В. ФОМИНА**  
(ФГБОУ ВО Ю-УрГАУ, vip.nataly.f@mail.ru)

### **ЗНАЧЕНИЕ АМИНОТРАНСФЕРАЗ В ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Формирование мясной продуктивности у сельскохозяйственных животных происходит в период онтогенеза под влиянием комплекса факторов. В условиях промышленного производства говядины учитывается влияние наиболее важных факторов, к которым относятся происхождение (генотип), условия кормления и содержания животных при выращивании и откорме. Степень развития признаков мясной продуктивности зависит от роста и развития особей, то есть от интенсивности обмена веществ в их организме в разные периоды выращивания и откорма. Характер протекающих в организме биохимических процессов отражается на составе крови животных, поэтому по показателям крови можно проводить сравнительный анализ и оценку интенсивности обменных процессов в зависимости от влияния разных факторов [1, 2, 3, 4]. Состав крови зависит от интенсивности окислительно-восстановительных процессов и обмена веществ в организме и изменяется с возрастом, продуктивностью, условиями кормления и содержания животных, сезоном года и т.д. Кроме того, будучи внутренней средой, кровь и ее составляющие обладают относительным постоянством состава, одновременно являясь лабильной системой, наиболее полно отражающей физиологические процессы, происходящие в организме [5].

Корепановой Л.В. и др. [6] установлено, что возраст и происхождение молодняка оказывают влияние на белковый и морфологический состав крови. Интенсивный синтез белка в организме обеспечивают аспартат-аминотрансфераза (АсАТ) и аланин-аминотрансфераза (АлАТ). Повышенный уровень активности аминотрансфераз в организме животных, по мнению авторов, свидетельствует о более интенсивных процессах роста и формирования у них мышечной ткани. Авторы подчеркивают, что изучение гематологических показателей способствует прогнозированию и более объективной оценке продуктивности животных.

**Цель исследования** – определить влияние содержания аминотрансфераз в сыворотке крови чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота на их мясную продуктивность.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исследование было проведено в УОХ «Пушкинское» ФГБОУ ВО СПбГАУ. Для исследования были сформированы 4 группы молодняка методом пар-аналогов с учетом возраста, пола и живой массы. В 1-ю и 2-ю контрольные группы были отобраны чистопородные особи (бычки – 9 гол., телки – 7 гол.) черно-пестрой породы, в 3-ю и 4-ю опытные группы – полукровные особи (бычки – 9 гол., телки – 7 гол.), полученные в результате скрещивания черно-пестрой и герефордской пород. Выращивание и откорм животных проводили от рождения до 18-мес. возраста. На протяжении всего периода исследований животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Живую массу животных определяли по результатам контрольного взвешивания при рождении, в 4, 6, 9, 12, 14, 16 и 18 мес. У подопытного молодняка были отобраны пробы

крови в 12, 16 и 18 мес.; по методу Райтмана-Френкеля в сыворотке крови определено содержание аспартат-аминотрансферазы и аланин-аминотрансферазы (АсАТ и АлАТ) [7]. Коэффициент де Ритиса был рассчитан по общепринятой методике.

Контрольный убой (бычков – в возрасте 14, 16 и 18 мес., телок – в возрасте 18 мес.) был проведен в ООО «МПК «Тосненский». Убойные качества (предубойная масса, масса парной туши, выход туши, убойный выход) определяли по результатам убоя 3 гол. из каждой группы.

Содержание сухого вещества, жира и белка в средней пробе мякоти длиннейшей мышцы спины (m. Longissimus dorsi) определено по общепринятой методике. Анализ крови и образцов длиннейшей мышцы спины был проведен в ФГБУ «Ленинградская МВЛ».

**Результаты исследований.** Мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота оценивают по динамике его живой массы в определенные возрастные периоды, что позволяет судить о накоплении в организме особей белковых веществ [8, 9].

Помесный молодняк при рождении отличался меньшей живой массой (табл. 1), но интенсивным ее изменением и выраженным превосходством над чистопородными особями в разные возрастные периоды.

Таблица 1. Динамика живой массы подопытного молодняка, кг

Возраст, мес.	Группа			
	контрольная		опытная	
	I	II	III	IV
При рождении	41,1±0,3	36,4±0,3	37,0±0,2***	35,7±0,3
6	192,9±2,0	172,6±2,0	213,1±1,9***	192,6±2,2***
9	275,9±2,6	246,4±2,6	309,1±2,3***	277,6±2,8***
14	394,7±5,0	363,6±3,5	465,6±6,3***	419,1±3,3***
16	459,8±7,7	421,7±3,8	541,7±8,1***	484,7±3,3***
18	531,7±16,4	487,7±7,4	619,7±17,5**	557,3±3,7***

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

В возрасте 6 мес. молодняк из опытных групп достоверно превосходил сверстников по живой массе на 10,5 и 11,6% ( $P \leq 0,001$ ). В период 9-14 мес. преимущество помесей над чистопородными особями составляло 12,0 и 15,3% ( $P \leq 0,001$ ). При снятии с откорма в 14 мес. живая масса помесей по отношению к съёмной массе в 16 и 18 мес. составила 86,0, 86,5% и 75,1, 75,2%, а у чистопородных – 86,0, 86,2% и 74,2, 74,6% соответственно. В 16 мес. помеси достоверно превосходили чистопородных особей на 14,9 и 17,8% ( $P \leq 0,001$ ), а к 18 мес. разность между группами составила 14,3 и 16,5% ( $P \leq 0,01-0,001$ ). По живой массе молодняка в 16 и 18 мес. разность между группами составила 87,0 и 87,4% (по опытным группам), 86,5% (по контрольным группам).

Отмеченные различия между группами до 18-мес. возраста обусловлены закономерностями роста и развития молодняка разного направления продуктивности исходных пород. Особи черно-пестрой породы отличаются позднеспелостью и длительным периодом выращивания, характерным для скота молочного направления продуктивности. При одинаковых условиях кормления и содержания помеси имели выраженные признаки мясного скота с интенсивным увеличением живой массы и скороспелостью.

Рекомендуемой массы при убое (380-420 кг) молодняк опытных групп достиг в возрасте 12-14 мес. (в 12 мес. бычки имели массу 407 кг, а телки в 14 мес. – 419 кг). В контрольных группах молодняк имел указанную съёмную массу в 14-16 мес. (бычки в 14 мес. – 395 кг, телки в 16 мес. – 422 кг).

Интерьерные показатели характеризуют активность метаболических процессов в клетках органов и тканей. Поэтому увеличение живой массы молодняка было результатом определенной активности и направленности белкового метаболизма в клетках организма, а также интенсивности обмена между тканевыми белками и белками крови.

По мнению многих ученых [2, 3], по содержанию в крови ферментов можно оценить формирование продуктивных качеств животных по периодам их выращивания. Как биологические катализаторы ферменты участвуют во всех обменных процессах. Активность аминотрансфераз связана с интенсивностью процесса переаминирования и дезаминирования. Концентрация аспартат-аминотрансферазы (АсАТ) отражает количество свободных аминокислот, вовлекающихся в цикл Кребса с целью получения энергии, а аланин-аминотрансферазы (АлАТ) – использующихся в процессах синтеза глюкозы. Посредством реализации активности аминотрансфераз определяется анаболическая или катаболическая направленность биохимических реакций в организме животных [1, 4]. В связи с этим было определено содержание трансаминаз у молодняка подопытных групп при разных сроках снятия с откорма (табл. 2).

Таблица 2. Трансаминазы в сыворотке крови подопытного молодняка, ммкат/л

Показатель	Возраст, мес.	Норма	Группа			
			контрольная		опытная	
			I	II	III	IV
АлАТ, ммкат/л	12	0,1-0,68	0,34±0,02	0,26±0,03	0,46±0,03	0,48±0,03
	16		0,51±0,02	0,34±0,02	0,50±0,02	0,53±0,02
	18		0,46±0,03	0,39±0,04	0,46±0,03	0,41±0,02
АсАТ, ммкат/л	12	0,1-0,55	0,41±0,04	0,36±0,02	0,47±0,03	0,49±0,02
	16		0,58±0,02	0,54±0,02	0,65±0,03	0,67±0,03
	18		0,55±0,04	0,56±0,03	0,58±0,03	0,59±0,02
Коэффициент де Ритиса, усл. ед.	12	1,1-1,3	1,21±0,03	1,34±0,04	1,13±0,03	1,08±0,05
	16		1,25±0,02	1,40±0,04	1,21±0,02	1,27±0,03
	18		1,20±0,03	1,42±0,03	1,38±0,02	1,44±0,03

Примечание: норма по М.А. Медведевой [10]

Из представленных данных таблицы 2 видно, что возрастная динамика белковых компонентов крови у растущего молодняка связана с содержанием ферментов переаминирования. В опытных группах во все возрастные периоды энергозатраты растущего организма телок и бычков компенсировались использованием большей части углеродных скелетов аминокислот для энергетических целей (окисление в цикле Кребса), что было выражено в превышении концентрации АсАТ над уровнем АлАТ в 1,1–1,4 раза. Помеси в возрасте 12 мес. превосходили чистопородных сверстников по содержанию АлАТ и АсАТ: бычки на 38,0 и 7,0% ( $P \leq 0,001$ ), а телки – на 85,0 и 33,0% ( $P \leq 0,01$ ).

В возрасте 16 мес. максимальная концентрация АлАТ и АсАТ была выявлена у помесного молодняка, а также у чистопородных бычков. В этот период наиболее активно в цикле трикарбонных кислот окислялись аминокислотные остатки. Следует отметить, что во всех исследуемых группах до 16-мес. возраста концентрация АлАТ увеличивалась, характеризуя уровень использования свободных аминокислот в процессах глюконеогенеза.

У телок черно-пестрой породы, в связи с их позднеспелостью, максимальные значения этих показателей установлены в 18 мес. Можно предположить, что в этом возрасте в организме молодняка происходил интенсивный рост мышечной ткани и формирование мясной продуктивности.

Расчитанный коэффициент де Ритиса показал, что интенсивность обменных процессов в организме растущего молодняка возрастала в зависимости от возраста во всех группах, за исключением чистопородных бычков. Максимальное значение этого показателя установлено в возрасте 18 мес., при этом помесные бычки и телки превосходили чистопородных сверстников по соотношению содержания сывороточных аминотрансфераз на 0,2 и 0,02 усл. ед.

Выявленные закономерности изменения активности ферментов переаминирования были подтверждены результатами контрольного убоя подопытных животных (табл. 3).

Таблица 3. Результаты контрольного убоя молодняка

Показатель	Возраст убоя, мес.							
	14		16		18			
	группа		группа		группа			
	контрольная	опытная	контрольная	опытная	контрольная		опытная	
I	III	I	III	I	II	III	IV	
Масса, кг:								
предубойная	396,8±5,8	470,6±3,7	430,9±6,5	539,0±8,5	530,0±5,9	490,3±20,6	615,9±18,3	553,0±1,8
парной туши	199,1±3,7	262,2±6,3	216,9±3,2	303,1±7,9	270,2±4,6	242,8±11,5	353,3±13,4	297,1±1,5
Выход туши, %	50,2±0,2	55,7±0,6	50,3±0,4	56,2±0,6	51,0±0,3	49,5±0,4	57,3±0,5	53,7±0,2
Убойный выход, %	50,7	56,4	50,8	57,1	52,3	51,7	59,5	56,5

Из данных таблицы 3 видно, что помеси при разных сроках убоя имели лучшие показатели мясной продуктивности. Так, при убое в 14 мес. предубойная масса помесных бычков была на 19,0% больше, чем у их чистопородных сверстников. В возрасте 16 мес. разность между группами составила 25,0%. В 16-18 мес. предубойная масса в 3-й группе увеличилась на 14,0%, а в 1-й – на 23,0%. При убое бычков и телок в 18 мес. разность между группами составила 16,0 и 13,0% соответственно.

Разность между группами бычков по массе и выходу парной туши была наибольшей (39,7%) при убое в 16 мес. К 18-мес. возрасту масса парной туши молодняка 3-й группы возросла на 16,6%, а 1-й группы – на 24,6%, при этом разность между группами сократилась на 30,8%. Выход туши в опытной группе составил 57,3% (+0,9% к предыдущему периоду), а в контрольной – 51,0% (+0,7%). Между группами телок по этим показателям было отмечено преимущество животных 4-й группы по массе туши на 22,4% и ее выходу на 3,7%.

В 14 и 16 мес. превосходство помесных бычков над черно-пестрыми сверстниками по убойному выходу составило 6,0%. Наибольшее значение показателя выявлено при убое в 18 мес., при этом разность между группами бычков была 7,0%, а у телок – 4,0% соответственно.

Выявленные различия между группами по содержанию и соотношению аминотрансфераз прослеживаются в анализе химического состава длиннейшей мышцы спины (табл. 4), характеризующей качество мышечной ткани всей туши и питательную ценность мяса.

Таблица 4. Химический состав длиннейшей мышцы спины (X±Sx)

Показатель	Возраст, мес.	Группа			
		контрольная		опытная	
		I	II	III	IV
Сухое вещество, %	16	24,5±0,6	–	25,7±0,7	–
	18	25,3±0,9	30,3±2,3	27,4±1,8	30,2±0,9
в т.ч. белок, %	16	21,3±0,5	–	21,5±0,5	–
	18	21,5±0,5	20,8±0,4	20,9±0,5	20,6±0,2
жир, %	16	2,1±0,1	–	3,0±0,6	–
	18	2,7±0,6	8,3±2,5	5,3±2,2	8,4±0,7
Соотношение: белок / жир	16	10,1	–	7,2	–
	18	8,0	2,5	3,9	2,5
Соотношение: белок / сухое вещество	16	0,9	–	0,9	–
	18	0,8	0,7	0,8	0,7

Преставленные в таблице 4 данные свидетельствуют об изменении химического состава мышечных волокон животных с увеличением их возраста. Так, в группах подопытных бычков содержание сухого вещества в мышцах увеличилось на 0,8 и 1,7%, при этом у помесей содержание белка уменьшилось на 0,6%, а жира – увеличилось на 2,3%. По

содержанию жира в мышечной массе помеси превзошли чистопородных сверстников. Менее активное жиросложение является характерным признаком животных молочного направления продуктивности. У телок по содержанию жира существенных различий не установлено. В связи с увеличением доли жира в мясе соотношение белка к жиру, а также белка к сухому веществу с возрастом снижалось. Следует отметить, что помесный молодняк позднего возраста убоя имел более высокий показатель содержания внутримышечного жира, характеризующего вкусовую и питательную ценность мяса.

**Вывод.** Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать заключение, что использование показателей активности трансаминаз в сыворотке крови молодняка крупного рогатого скота позволяет охарактеризовать закономерности формирования мясной продуктивности и спрогнозировать результаты выращивания и откорма животных.

### Литература

1. **Дерхо М.А., Фомина Н.В., Курбекова А.А.** Зависимость мясной продуктивности бычков герефордской породы от белкового спектра крови // Ветеринарный врач. – 2008. – №3. – С.41-43.
2. **Монастырев А.М., Охоба Л.Г.** Применение вермикулита при выращивании бычков на мясо. – Троицк: УГАВМ, 2010. – 129 с.
3. **Монастырев А.М., Фомин А.В.** Повышение мясной продуктивности скота герефордской породы при использовании солей лития // Аграрный вестник Урала. – 2011. – №3. – С.51-52.
4. **Фомина Н.В., Дерхо М.А.** Способ прогнозирования мясной продуктивности у молодняка герефордской породы разного происхождения // Наука (спецвыпуск). – 2013. – С.144-147.
5. **Колпаков В.И.** Продуктивный потенциал и селекционно-генетические параметры скота уральского типа герефордской породы: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.02.07 / Колпаков Владимир Иванович. – Оренбург, 2015. – 22 с.
6. **Корепанова Л.В., Старостина О.С., Батанов С.Д.** Кровь как показатель интерьерной особенности помесных животных // Зоотехния. – 2015. – №10. – С.26-28.
7. **Колб В.Г., Камышников В.С.** Справочник по клинической химии. – Минск: Беларусь, 1982. – 366 с.
8. **Смирнова В.В., Сафронов С.Л.** Оценка технологий производства говядины в молочном и мясном скотоводстве // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – №43. – С.113-117.
9. **Сафронов С.Л.** Научно-практическое обоснование увеличения производства продукции скота черно-пестрой породы: дис... д-ра с.-х. наук: 06.02.10 / Сафронов Сергей Леонидович. – М., 2019. – 304 с.
10. **Медведева М.А.** Клиническая и ветеринарная лабораторная диагностика. Справочник для ветеринарных врачей. – М.: Акварум Принт, 2013. – С. 132-134.

### Literatura

1. **Derho M.A., Fomina N.V., Kurbekova A.A.** Zavisimost myasnoj produktivnosti bychkov gerefordskoj porody ot belkovogo spektra krovi // Veterinarnyj vrach. – 2008. – №3. – S.41-43.
2. **Monastyrev A.M., Ohoba L.G.** Primenenie vermikulita pri vyrashchivanii bychkov na myaso. – Troick: UGAVM, 2010. – 129 s.
3. **Monastyrev A.M., Fomin A.V.** Povyshenie myasnoj produktivnosti skota gerefordskoj porody pri ispolzovanii solej litiya // Agrarnyj vestnik Urala. – 2011. – №3. – S.51-52.
4. **Fomina N.V., Derho M.A.** Sposob prognozirovaniya myasnoj produktivnosti u molodnyaka gerefordskoj porody raznogo proiskhozhdeniya // Nauka (specvypusk). – 2013. – S.144-147.
5. **Kolpakov V.I.** Produktivnyj potencial i selekcionno-geneticheskie parametry skota uralskogo tipa gerefordskoj porody: avtoref. dis... kand. s.-h. nauk: 06.02.07 / Kolpakov Vladimir Ivanovich. – Orenburg, 2015. – 22 s.
6. **Korepanova L.V., Starostina O.S., Batanov S.D.** Krov kak pokazatel interernoj osobennosti

- pomesnyh zhivotnyh // Zootekhnija. – 2015. – №10. – S.26-28.
7. Kolb V.G., Kamyshnikov V.S. Spravochnik po klinicheskoj himii. – Minsk: Belarus, 1982. – 366 s.
  8. Smirnova V.V., Safronov S.L. Ocenka tekhnologij proizvodstva govyadiny v molochnom i myasnom skotovodstve // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – №43. – S.113-117.
  9. Safronov S.L. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie uvelicheniya proizvodstva produkcii skota cherno-pestroj porody: dis... d-ra s.-h. nauk: 06.02.10 / Safronov Sergej Leonidovich. – M., 2019. – 304 s.
  10. Medvedeva M.A. Klinicheskaya i veterinarnaya laboratornaya diagnostika. Spravochnik dlya veterinarnyh vrachej. – M.: Akvarum Print, 2013. – S. 132-134.

УДК 636.2.034

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12087

Канд. с.-х. наук **А.Ю. АЛЕКСЕЕВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, a9522173173@yandex.ru)  
Учётчик по племенному делу **А.М. ДАДЫКИНА**  
(СПК ПЗ «Детскосельский», belolapka2009@yandex.ru)

## МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ИХ ОТЦОВ

Совершенствование генетического потенциала молочного скота, и как следствие – повышение уровня продуктивности – основная задача, стоящая перед племенными заводами. В связи с открытием метода искусственного осеменения и его повсеместного использования ведущую роль в генетическом совершенствовании популяций крупного рогатого скота играют быки-производители [1, 2, 3, 4, 5]. Именно поэтому более тщательному отбору подвергаются не только сами быки, но и их родители, поскольку, по данным Робертсона и Ренделя, 76% возможного племенного прогресса зависит от отбора родителей ремонтных быков [6, 7].

Для осеменения маточного поголовья крупного рогатого скота, разводимого на территории Российской Федерации, используется спермопродукция производителей, выведенных в таких странах, как США, Канада, Нидерланды, Россия и другие [8].

**Цель исследования** – провести сравнительный анализ показателей молочной продуктивности, а также продолжительности хозяйственного использования (далее – ПХИ) коров-дочерей быков различного происхождения в условиях СПК «ПЗ «Детскосельский».

**Материалы, методы и объекты исследований.** Материалом исследований послужил массив данных программы «СЕЛЕКС», содержащий информацию о 1261 коровах, выбывших из стада СПК «Племенной завод «Детскосельский» за период 2014–2019 гг. Все животные были распределены по группам в зависимости от страны происхождения их отцов.

Обработку и анализ информации, расчет селекционно-генетических параметров осуществляли согласно общепринятым методам статистической и математической обработки данных, применяемым в биологических исследованиях.

**Результаты исследований.** СПК «Племенной завод «Детскосельский» – одно из ведущих сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области. По данным бонитировки на 1 января 2020 г., показатели молочной продуктивности составили 10191 кг молока с жирностью 3,99%. В стаде племенного завода содержится 223 головы с продуктивностью свыше 11000 кг, что составляет 19,6% от всего поголовья. Для сравнения: в 2019 г. таких животных в стаде было 128 голов.

В таблице 1 представлена молочная продуктивность за первую лактацию коров-дочерей быков различного происхождения в СПК «ПЗ «Детскосельский».



Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод о том, что по всем показателям молочной продуктивности за 305 суток первой лактации лучше себя проявили дочери быков-производителей из США. Выход молочного жира составил 324 кг, что на 14,25 кг больше, чем средний показатель дочерей, полученных от быков из других стран.

Наименьшим удоем характеризуются коровы, происходящие от быков, рожденных в Нидерландах. Наряду с этим они показали достаточно хорошие качественные показатели молока: содержание жира в молоке – 3,86%, содержание белка в молоке – 3,13%.

Таблица 1. Молочная продуктивность коров в зависимости от происхождения их отцов (1 лактация) [8]

Страна происхождения отца	n	Средний надой за 305 сут. лактации, кг			Среднее содержание жира в молоке за 305 сут. лактации, %			Выход молочного жира, кг			Среднее содержание белка в молоке за 305 сут. лактации, %		
		M±m	σ	C <sub>v</sub>	M±m	σ	C <sub>v</sub>	M±m	σ	C <sub>v</sub>	M±m	σ	C <sub>v</sub>
Германия	176	8006±91,9	1208,8	15,1	3,83±0,02	0,23	6,0	306,6±3,61	47,5	15,5	3,14±0,01	0,13	4,1
Канада	233	8268±107	1436,2	17,4	3,85±0,02	0,26	6,8	318,3±4,25	57,1	18,0	3,11±0,01	0,14	4,5
Нидерланды	286	7972±84,5	1333,5	16,7	3,86±0,01	0,20	5,2	307,7±2,94	46,5	15,1	3,13±0,01	0,14	4,5
США	448	8407±64,7	1273,6	15,1	3,86±0,01	0,21	5,4	324,5±2,45	48,4	14,9	3,13±0,01	0,14	4,5
Россия	118	8034±125,5	1309,9	16,3	3,84±0,02	0,20	5,2	308,5±4,67	48,7	15,9	3,10±0,01	0,13	4,2

Молочная продуктивность коров-дочерей, полученных от быков отечественной селекции, находится на среднем уровне по удою и содержанию жира в молоке по сравнению с остальными группами, а по содержанию белка в молоке имеет самый низкий показатель – 3,10%.

Интенсивность молокоотдачи – один из важнейших технологических признаков, определяющих приспособленность коров к машинному доению.

Таблица 2. Сравнительная характеристика молокоотдачи у коров в зависимости от происхождения их отцов (1 лактация) [8]

Страна происхождения отца	n	Суточный удой	Интенсивность молокоотдачи, кг/мин.
Германия	176	32,1	2,02
Канада	233	33,3	2,07
Нидерланды	286	33	2,13
США	448	33,6	2,20
Россия	118	32,6	2,14

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод о том, что в целом животные всех групп хорошо отселекционированы по данному признаку (интенсивность молокоотдачи составляет более 2 кг/мин.) и пригодны к использованию на промышленных комплексах по производству молока. Самыми «тугодойкими» оказались дочери быков из Германии – 2,02 кг/мин. при суточном удое 32,1 кг.

Стоит отметить, что дочери быков отечественной селекции имели достаточно высокую скорость молокоотдачи – 2,14 кг/мин. при суточном удое 32,6 кг.

Увеличение срока продуктивного использования крупного рогатого скота позволяет не только максимально реализовать генетический потенциал животного, получить от него большее количество продукции, но и значительно снизить себестоимость продукции. К сожалению, во многих хозяйствах средний возраст животных не превышает трех лактаций.

В таблице 3 представлены сведения о продолжительности хозяйственного использования коров-дочерей быков различного происхождения, а также возраст их первого плодотворного осеменения.

**Таблица 3. Продолжительность хозяйственного использования коров в зависимости от происхождения их отцов в СПК «ПЗ «Детскосельский» [8]**

Страна происхождения отца	n	Возраст, лактаций	Продолжительность хозяйственного использования, мес.	Возраст 1 плодотворного осеменения, мес.
Германия	176	4,7	60,5	16,2
Канада	233	2,5	25,9	15,4
Нидерланды	286	3,2	36,9	15,8
США	448	3,0	33,6	15,6
Россия	118	4,0	47,1	15,9
В среднем	-	3,48	40,8	15,8

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод о том, что дочери быков, рожденных в Германии, характеризуются самым длительным сроком продуктивного использования – 60,5 месяца, при этом они позднее остальных групп достигали плодотворного осеменения – средний возраст составил 16,2 месяца.

Наиболее скороспелыми оказались коровы, произошедшие от быков, выведенных в Канаде, – возраст первого плодотворного осеменения составил 15,4 месяца, но при этом они характеризуются наименьшим сроком продуктивного использования – 25,9 месяца, или 2,5 лактации. По сведениям Брагинец С.А., Астахова С.С., Алексеевой А.Ю., Безруковой Д.В. (2016), возраст первого осеменения значительно влияет на ПХИ и пожизненную молочную продуктивность: чем раньше животное осеменяют, тем меньше его продуктивное долголетие [9, 10]. Данная закономерность нашла отражение и в результатах, описанных в данной статье.

Коровы-дочери быков отечественной селекции, то есть выведенных в Российской Федерации, характеризуются значением ПХИ выше среднего по исследуемому поголовью на 6,3 месяца и на 0,52 лактации.

В таблице 4 представлены сведения по пожизненной продуктивности исследуемого поголовья, то есть суммарное количество продукции, полученной за всю продуктивную жизнь животного.

Поскольку самое высокое значение ПХИ было выявлено у коров-дочерей быков, рожденных в Германии, именно они характеризуются наивысшей пожизненной продуктивностью – 40445 кг молока с содержанием жира 3,98%, выход молочного жира – 1610 кг. На втором месте по показателям пожизненной продуктивности находятся коровы-дочери быков отечественной селекции – 32238 кг молока с содержанием жира 3,92%, выход молочного жира составил 1272 кг. Самый короткий срок продуктивного использования зафиксирован у дочерей быков, рожденных в Канаде, – 2,5 лактации, и, следовательно, они имели самую низкую пожизненную продуктивность – 20336 кг молока с содержанием жира 3,94% и выходом молочного жира 809 кг.

Таблица 4. Пожизненная продуктивность коров-дочерей быков различного происхождения СПК «ПЗ «Детскосельский» [8]

Страна происхождения отца	n	Пожизненный надой, кг			Среднее содержание жира в молоке за все лактации, %			Выход молочного жира за все лактации, кг			Среднее содержание белка в молоке за все лактации, %			Выход молочного белка за все лактации, кг		
		M±m	σ	Cv	M±m	σ	Cv	M±m	σ	Cv	M±m	σ	Cv	M±m	σ	Cv
Германия	176	40445±1262,1	16791	41,5	3,98±0,01	0,16	4,0	1610±51,1	668,5	41,5	3,18±0,01	0,10	3,1	1289±40,9	534,7	41,5
Канада	233	20336±1009,9	14876	73,2	3,94±0,02	0,26	6,6	809±40,9	578,3	71,5	3,12±0,01	0,14	4,5	637±32,2	455,8	71,6
Нидерланды	286	27941±1045,1	16852	60,3	3,95±0,01	0,21	5,3	1125±42,9	664,5	59,1	3,14±0,01	0,14	4,5	899±34,2	529,1	58,9
США	448	25927±756,2	15461	59,6	3,93±0,01	0,21	5,3	1017±30,3	604,1	59,4	3,13±0,01	0,13	4,2	811±24,2	483,5	59,6
Россия	118	32238±1514,8	16454	51,0	3,92±0,02	0,18	4,6	1272±61,0	637,0	50,1	3,10±0,01	0,10	3,2	1005±48,4	504,9	50,2

Анализ содержания белка в молоке за все лактации показал, что наивысший показатель МДБ имели также коровы-дочери быков, рожденных в Германии, – 3,18%, выход молочного белка составил 1289 кг. Коровы-дочери быков отечественной селекции по выходу молочного белка за все лактации занимают второе место – 1005 кг при МДБ – 3,10%. Самый низкий выход молочного белка наблюдается у животных, полученных от быков, выведенных в Канаде.

**Выводы.** На основании полученных в результате исследования данных можно сделать вывод о том, что дочери быков-производителей, выведенных в Германии, наряду с достаточно высокой молочной продуктивностью (по первой лактации), имели самую высокую продолжительность хозяйственного использования в стаде и, как следствие, наивысшую пожизненную продуктивность среди всех анализируемых групп животных. Дочери быков отечественной селекции также характеризуются достаточно высокой молочной продуктивностью (по первой лактации) и длительным сроком продуктивного использования животных в стаде. Несмотря на самую высокую молочную продуктивность (за первую лактацию) у дочерей быков, выведенных в США, их ПХИ составил в среднем 3,0 лактации, что на 0,48 лактации меньше среднего по стаду. Пожизненная продуктивность у данной группы животных находится на предпоследнем месте и составляет 25927 кг молока с содержанием жира 3,93% и выходом молочного жира 1017 кг.

Следовательно, при осуществлении индивидуального подбора следует учитывать не только потенциально высокую продуктивность будущих дочерей быков-производителей, но и их способность к более длительному продуктивному использованию в стаде, что позволит получить от них большее количество молока и приплода.

### Литература

1. **Алексеева А.Ю.** Сравнительная эффективность использования быков-производителей голштинской породы различного происхождения в племенных заводах Ленинградской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. – М., 2017. – 22 с.
2. **Стрекозов Н.И.** Факторы интенсификации селекционного процесса в молочном скотоводстве: автореф. дис... докт. с.-х. наук / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т разведения и генетики с.-х. животных. – Л., 1990. – 40 с.

3. **Прохоренко П.Н.** Потенциал молочного скота // Животноводство России. – 2005. – №1. – С. 29-31.
4. **Суллер И.Л.** Отбор быков для станций искусственного осеменения // Молочное и мясное скотоводство. – 2002. – №5. – С.10-11.
5. **Егиазарян А.В., Прохоренко П.Н., Сакса Е.И.** Генетический прогресс по хозяйственно-полезным признакам при совершенствовании ленинградского типа черно-пестрого скота // Зоотехния. – 2009. – №4. – С. 2-4.
6. **Иогансон И., Рендель Я., Граверт С.** Генетика и разведение домашних животных. – М.: Колос, 1970. – 351 с.
7. **Тулинова О.В.** Влияние племенной ценности коров черно-пестрой породы и их предков на эффективность отбора по молочной продуктивности: дис. ... канд. с.-х. наук. – СПб., 2005. – 133 с.
8. **Производственные и зоотехнические отчеты СПК «ПЗ «Детскосельский» за 20014-2019 гг.**
9. **Брагинец С.А., Астахов С.С., Алексеева А.Ю.** Влияние возраста первого осеменения на продуктивность черно-пестрых голштиinizированных коров // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 45. – С. 134-138.
10. **Безрукова Д.В., Брагинец С.А.** Влияние возраста первого осеменения на последующую продолжительность хозяйственного использования черно-пестрых голштиinizированных коров // Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК: сборник науч. трудов международной научной-практической конференции молодых учёных и студентов (31 марта – 01 апреля 2016 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2016. – Ч.1.– С. 116-117.

#### Literatura

1. **Alekseeva A.YU.** Sravnitel'naya effektivnost' ispol'zovaniya bykov-proizvoditelej golshtinskoj porody razlichnogo proiskhozhdeniya v plemennyh zavodah Leningradskoj oblasti: avtoref. dis...kand. s.-h. nauk. – RGAU MSKHA im. K.A Timiryazeva. – M., 2017. – 22 s.
2. **Strekozov N.I.** Faktory intensivatsii selekcionnogo processa v molochnom skotovodstve: avtoref. dis... dokt. s.-h. nauk / Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t ravedeniya i genetiki s.-h. zhivotnyh. – L., 1990. – 40 s.
3. **Prohorenko P.N.** Potencial molochnogo skota // ZHivotnovodstvo Rossii. – 2005. – №1. – S. 29-31.
4. **Suller I.L.** Otbor bykov dlya stancij iskusstvennogo osemeneniya // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2002. – №5. – S.10-11.
5. **Egiazaryan A.V., Prohorenko P.N., Saksa E.I.** Geneticheskij progress po hozyajstvenno-poleznym priznakam pri sovershenstvovanii leningradskogo tipa cherno-pestrogo skota // Zootekhniya. – 2009. – №4. – S. 2-4.
6. **Ioganson I., Rendel' YA., Gravert S.** Genetika i razvedenie domashnih zhivotnyh. – M.: Kolos, 1970. – 351 s.
7. **Tulinova O.V.** Vliyanie plemennoj cennosti korov cherno-pestroj porody i ih predkov na effektivnost' otbora po molochnoj produktivnosti: dis. ... kand. s.-h. nauk. – SPb., 2005. – 133 s.
8. **Proizvodstvennye i zootekhnicheskie otchety SPK «PZ «Detskosel'skij» za 20014-2019 gg.**
9. **Braginets S.A., Astahov S.S., Alekseeva A.YU.** Vliyanie vozrasta pervogo osemeneniya na produktivnost' cherno-pestryh golshtinizirovannyh korov // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 45. – S. 134-138.
10. **Bezrukova D.V., Braginets S.A.** Vliyanie vozrasta pervogo osemeneniya na posleduyushchuyu prodolzhitel'nost' hozyajstvennogo ispol'zovaniya cherno-pestryh golshtinizirovannyh korov // Nauchnyj vklad molodyh issledovatelej v sohranenie traditsij i razvitie APK: sbornik nauch. trudov mezhhdunarodnoj nauchnoj-prakticheskoy konferencii molodyh uchyonyh i studentov (31 marta – 01 aprelya 2016 g.). – SPb.: SPbGAU, 2016. – CH.1.– S. 116-117.

УДК 636.2.082

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12092

Канд. с.-х. наук **Э.В. ФИРSOVA**  
(ФГБНУ Мурманская ГСХОС, research-station@yandex.ru)  
Доктор с.-х. наук **А.С. МИТЮКОВ**  
(Институт озераведения РАН, mitals@yandex.ru)

## МОЛОЧНОЕ СКОТОВОДСТВО МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Значение и роль молочного скотоводства трудно переоценить. Оно является одним из главных направлений современной животноводческой отрасли. Молоко и молочные продукты востребованы и необходимы населению Российской Федерации. В среднем в России на одного человека в год приходится 250 кг молока и молочных продуктов, что на 100 кг меньше научно обоснованных норм потребления [1].

В Мурманской области на 1 января 2019 года в хозяйствах всех категорий произведено 19,2 тыс. тонн молока, что в пересчете на душу населения составляет 0,03 кг [2]. Это катастрофически низкий показатель. Полноценное питание населения Севера не может быть обеспечено без надлежащего функционирования агропромышленного комплекса этого региона. По данным Института гигиены питания, человек, проживающий на Севере, должен в 1,3-1,5 раза больше потреблять мяса, молока, яиц, овощей, а основная часть продукции должна быть произведена на территории, где он проживает [3].

Продовольственный рынок нашего региона обеспечивается за счет завоза сырья и продовольствия из других субъектов Российской Федерации. В дореформенный период в Мурманской области эффективно функционировали на высоком технологическом уровне многие сельхозпредприятия. Например, в 1990 году в области успешно работали 25 сельхозпредприятий, с поголовьем крупного рогатого скота 46000 голов, в том числе 17500 голов дойного стада. Валовой удой по области на тот период составлял 81,9 тыс. тонн, что почти в 5 раз превышает современный уровень валового удоя по Мурманской области. Такая ситуация является следствием сокращения поголовья крупного рогатого скота в хозяйствах региона по причине ликвидации целого ряда хозяйств. Целый массив выдающихся животных с высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности был безвозвратно утерян в этот период.

**Цель исследования** – оценить состояние молочного скотоводства Мурманской области, изучить динамику численности молочного скота, изменение молочной продуктивности, провести оценку генетического потенциала молочной продуктивности маточного поголовья посредством оценки быков по молочной продуктивности дочерей.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исследования проводились на поголовье голштинизированного холмогорского крупного рогатого скота Мурманской области. Изучение динамики численности, изменения молочной продуктивности проведены по статистическим материалам Федеральной статистической службы по Мурманской области, бонитировочным ведомостям и результатам собственных исследований. Оценка генетического потенциала молочной продуктивности маточного поголовья проведена по результатам собственных исследований и официальной проверки племенной ценности быков-производителей методом дочери-сверстницы [4, 5].

Объект исследования – маточное поголовье голштинизированного холмогорского крупного рогатого скота Мурманской области.

Методика исследований. Сравнительный анализ численности маточного поголовья, молочной продуктивности крупного рогатого скота Мурманской области за период с 1980 по 2018 годы. Нами был изучен генетический потенциал молочной продуктивности 953 голов маточного поголовья крупного рогатого скота разных возрастов по результатам официальной оценки племенной ценности 35 быков-производителей, используемых в настоящее время для воспроизводства в регионе.

**Результаты исследований.** В Мурманской области с начала 80-х годов XX века ведется плановая работа по скрещиванию маточного холмогорского скота с быками-

производителями голштинской породы. В настоящее время в области создан массив молочного скота с высокой долей кровности (90% и более) по голштинской породе.

Поголовье помесного голштинизированного холмогорского скота Мурманской области в настоящее время содержится в 8 сельскохозяйственных предприятиях, в том числе 1-м племенном репродукторе. Породный состав поголовья крупного рогатого скота Мурманской области представлен представительницами трех пород – холмогорской (75%), голштинской (20%) и айрширской (5%). Хотя, надо отметить, что скота холмогорской породы в чистом виде в регионе уже не осталось. Все поголовье холмогорской породы подверглось преобразованию и имеет высокий процент кровности по улучшающей голштинской породе.

В Мурманской области наблюдается ежегодное уменьшение поголовья крупного рогатого скота (табл. 1). За период с 2014 по 2018 год снижение поголовья крупного рогатого скота составило 10%, в том числе маточного поголовья на 7%. Так же наблюдается снижение валового производства молока (-18%), значительное уменьшение количества мяса в убойном весе и, как следствие – уменьшение прибыли от полученной продукции животноводства (-41%). Снижение валового производства молока происходит, преимущественно, в результате уменьшения надоев молока от одной коровы в год. В Мурманской области за период с 1980 по 2018 гг. молочная продуктивность на фуражную корову как увеличивалась, так и снижалась. Так, в 1980 году надой на корову в год по области составлял 3680 кг, а к 2011-му продуктивность выросла до 7910 кг молока. С 2010 по 2012 годы Мурманская область занимала 1-е место по молочной продуктивности на корову в год среди регионов Российской Федерации с удоем 7527, 7910, 7423 кг соответственно. В 2013 году – 2-е место (после Ленинградской области) с удоем на корову 7182 кг молока. Затем, в результате неустойчивого финансового положения в хозяйствах области и, как следствие – ухудшения кормовой базы, молочная продуктивность маточного поголовья стала снижаться. С 2014 года Мурманская область уже не входила даже в десятку лучших по удою на фуражную корову регионов. Самый низкий удой (4394 кг) был отмечен в 2016 году. После чего надои стали расти, и в 2018 году средний удой на фуражную корову по области составил 5409 кг молока.

Таблица 1. Динамика производственных показателей по Мурманской области [1]

Показатели	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Поголовье скота, тыс. гол.	6,6	6,5	6,2	6,2	6,0
в т. ч. коров, тыс. гол.	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1
Надой молока на корову в год, кг	5938	5284	4394	5025	5409
Произведено молока в сельхозорганизациях, тыс. т	20,6	17,4	14,1	15,9	17,5
Получено мяса (в убойном весе), тыс. т	6,8	4,4	0,9	1,0	1,1
Получено от продукции животноводства, млн.руб.	1674,2	1316,8	979,9	1071,4	1189,3

Такое варьирование удою по годам наглядно демонстрирует, что голштинизированный скот в значительной степени зависит от уровня кормовой базы и сбалансированности кормления. Сама по себе «голштинизация», как мы не раз убеждались на практике, не дает ожидаемого повышения молочной продуктивности. Заложенный высокий генетический потенциал молочной продуктивности может проявиться только при условии соответствующего качества кормления и условий содержания животных на протяжении всей их жизни, начиная от момента рождения. Этот аспект очень хорошо раскрывает в своих научных работах Волгин В.И. с соавторами [6, 7, 8].

Общеизвестно, что использование быков-производителей, проверенных по качеству потомства и имеющих высокий генетический потенциал, при прочих благоприятных условиях, ускоряет совершенствование скота [9]. В Мурманской области для осеменения

маточного поголовья коров используется семенной материал преимущественно от проверенных по качеству потомства быков-производителей.

На протяжении всего периода «голландизации» в хозяйствах Мурманской области для осеменения коров использовалось высококачественное семя чистопородных голштинских быков-производителей черно-пестрой масти, как зарубежной, так и отечественной селекции. Быки, используемые в искусственном осеменении, оценивались в хозяйствах Мурманской области по продуктивности дочерей ежегодно. Лучшие использовались в дальнейшем.

Так, например, от помесей первого поколения (1984-1986 гг.) за первую лактацию было получено на 721 кг молока и 0,01% жира больше, чем от их холмогорских сверстниц. За вторую лактацию на 904 кг и 0,12% соответственно. Превосходство за третью лактацию составило 997 кг молока и 0,08% жира [10]. Полученные данные свидетельствуют о препотентности чистопородных голштинских быков-производителей, а также о полноценном сбалансированном питании животных в тот период времени.

На современном этапе в хозяйствах Мурманской области также используется семя от элитных быков-производителей. Проведен анализ (по результатам официальной оценки) племенной ценности 35 быков-производителей голштинской породы черно-пестрой масти, используемых в самых крупных сельхозпредприятиях Мурманской области (ГОУСП «Тулома» и ООО «Молочная ферма «Полярная звезда»). Эти хозяйства являются лидерами по молочной продуктивности коров в Мурманской области. Все быки зарубежной селекции – Канада, Германия, США, Дания. Большая часть (77%) изученных быков-производителей имели положительную племенную оценку по удою (табл. 2). Из них у дочерей 18 быков (67%) превосходство над сверстницами по удою находилось в пределах от +201 до +700 кг молока. Отрицательную племенную оценку по удою имели дочери 8-ми быков-производителей (23%), причем большую часть из них (6 голов, или 75%) можно отнести к нейтральным по удою. По содержанию жира в молоке положительную племенную оценку имели дочери 11 быков-производителей, или 31,4% от изученных. По содержанию белка в молоке положительную племенную оценку имели дочери 14 быков-производителей, или 40% соответственно.

Таблица 2. Племенная ценность быков голштинской породы черно-пестрой масти (официальная проверка) [2, 4]

Распределение быков по превосходству дочерей		Улучшатели по содержанию жира в молоке		Улучшатели по содержанию белка в молоке	
		гол.	%	гол.	%
± к сверстницам по удою	гол.	11	31,4	14	40
+601 – +700	1				
+401 – +600	4				
+201 – +400	13				
+1 – +200	9				
Итого быков с положительной оценкой, гол / %	27 / 77				
0 – (-100)	2				
-101 – (-200)	2				
-201 – (-350)	2				
-500 – (-660)	2				
Итого быков с отрицательной оценкой, гол / %	8 / 23				
Всего быков	35				

Таким образом, быки-производители, семя которых использовалось для осеменения маточного поголовья скота на протяжении всего периода «голландизации», имели высокую племенную оценку. Следовательно, при соответствующих условиях кормления и содержания

крупного рогатого скота можно рассчитывать на значительное увеличение молочной продуктивности на корову в год, что, в свою очередь, будет способствовать росту валового производства молока без наращивания поголовья коров в Мурманской области.

**Выводы.** В результате изучения состояния отрасли скотоводства в Мурманской области можно сказать, что она находится в плохом состоянии: сокращается численность поголовья, вследствие неустойчивого финансового положения в хозяйствах снижается уровень молочной продуктивности крупного рогатого скота.

Полученные за период голштинизации результаты также позволяют сделать вывод, что факт наличия коров с высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности не гарантирует желаемого увеличения молочной продуктивности маточного поголовья улучшаемой породы. Наиважнейшими факторами для этого являются: прочная кормовая база в хозяйстве, сбалансированность рациона и условия содержания животных.

Учитывая высокий генетический потенциал молочной продуктивности коров, заложенный за весь период «голштинизации», при соответствующих условиях кормления и содержания крупного рогатого скота можно рассчитывать на значительное увеличение молочной продуктивности на корову в год, что, в свою очередь, будет способствовать росту валового производства молока в Мурманской области, без наращивания поголовья коров.

Для обеспечения продовольственной безопасности в районах Крайнего Севера жизненно важно создание собственного продовольственного производства. Для этого необходимо повышать эффективность производства собственной сельскохозяйственной продукции, в частности, в молочном скотоводстве области необходимо наращивать уровень молочной продуктивности крупного рогатого скота. Для этого потребуются поддержка со стороны государства в виде субсидирования отрасли скотоводства.

### Литература

1. **Молочное животноводство в России:** современное состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: <https://xn--80ajgpcpbhkds4a4g.xn--p1ai/articles/molochnoe-zhivotnovodstvo-v-rossii/> (дата обращения: 17.10.2019).
2. **Мурманская область в цифрах** / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. – Мурманск, 2019. – 138 с.
3. **Лайшев К.А., Забродин В.А., Дубовик И.К.** Основные направления продовольственного обеспечения населения, проживающего в Арктической зоне РФ //Современные проблемы и стратегия развития аграрной науки Европейского Севера России: материалы Международной научно-практической конференции (23-24 июля 2015 г.). – Петрозаводск, 2015. – С.161-169.
4. **Быки-производители** / [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: <https://xn--90aof1e.xn--p1ai/plem/stat> (дата обращения: 15.10.2019).
5. **ОАО «Московское по племенной работе».** Элитная племенная продукция / [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: <http://mos-bulls.ru/docs/Элитная%20племенная%20продукция.pdf> (дата обращения: 14.10.2019).
6. **Волгин В.И., Романенко Л.В., Бабикова А.С., Федорова З.Л.** Реализация генетического потенциала продуктивности в молочном скотоводстве // *Фундаментальные исследования.* – 2009. – № 7-8. – С.28.
7. **Волгин В.И., Романенко Л.В., Бибикова А.С., Федорова З.Л., Стеценко Н.П.** Реализация генетического потенциала продуктивности в молочном скотоводстве на основе оптимизации системы кормления (рекомендации) // *Научное обозрение. Реферативный журнал.* – 2016. – № 5. – С. 120-121.
8. **Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А.** Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности. – М.: РАН, 2018. – 260 с.



9. Прохоренко П.Н., Сакса Е.И., Тулинова О.В. Влияние предков на повышение генетического потенциала коров // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 7. – С. 11-12.
10. Фирсова Э.В., Карташова А.П. Влияние голштинизации на молочную продуктивность коров холмогорской породы в условиях Заполярья: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы освоения и сохранения Арктики» (г. Норильск, 20.03.2015). – СПб., 2015. – С.139-144.

### Literatura

1. **Molochnoe zhitovnovodstvo v Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya** [Elektronnyj resurs]. – URL: Rezhim dostupa: <https://xn--80ajgpcpbhks4a4g.xn--p1ai/articles/molochnoe-zhitovnovodstvo-v-rossii/> (data obrashcheniya: 17.10.2019).
2. **Murmanskaya oblast' v cifrah** / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki, Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Murmanskoj oblasti. – Murmansk, 2019. – 138 s.
3. **Lajshev K.A., Zabrodin V.A., Dubovik I.K.** Osnovnye napravleniya prodovol'stvennogo obespecheniya naseleniya, prozhivayushchego v Arkticheskoj zone RF //Sovremennye problemy i strategiya razvitiya agrarnoj nauki Evropejskogo Severa Rossii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (23-24 iyulya 2015 g.). – Petrozavodsk, 2015. – S.161-169.
4. **Byki-proizvoditeli** / [Elektronnyj resurs]. – URL: Rezhim dostupa: <https://xn--90aofle.xn--p1ai/plem/stat> (data obrashcheniya: 15.10.2019).
5. **ОАО «Московское по племенной работе».** Elitnaya plemennaya produkciya / [Elektronnyj resurs]. – URL: Rezhim dostupa: <http://mos-bulls.ru/docs/Elitnaya%20plemennaya%20produkcija.pdf> (data obrashcheniya: 14.10.2019).
6. **Volgin V.I., Romanenko L.V., Babikova A.S., Fedorova Z.L.** Realizaciya geneticheskogo potenciala produktivnosti v molochnom skotovodstve // Fundamental'nye issledovaniya. – 2009. – № 7-S. – S.28.
7. **Volgin V.I., Romanenko L.V., Bibikova A.S., Fedorova Z.L., Stecenko N.P.** Realizaciya geneticheskogo potenciala produktivnosti v molochnom skotovodstve na osnove optimizacii sistemy kormleniya (rekomendacii) // Nauchnoe obozrenie. Referativnyj zhurnal. – 2016. – № 5. – S. 120-121.
8. **Volgin V.I., Romanenko L.V., Prohorenko P.N., Fedorova Z.L., Korochkina E.A.** Polnocennoe kormlenie molochnogo skota – osnova realizacii geneticheskogo potenciala produktivnosti. – M.: RAN, 2018. – 260 s.
9. **Prohorenko P.N., Saksa E.I., Tulanova O.V.** Vliyanie predkov na povyshenie geneticheskogo potenciala korov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2006. – № 7. – S. 11-12.
10. **Firsova E.V., Kartashova A.P.** Vliyanie golshtinizacii na molochnuyu produktivnost' korov holmogorskoj porody v usloviyah Zapolyar'ya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Problemy osvoeniya i sohraneniya Arktiki» (g. Noril'sk, 20.03.2015). – SPb., 2015. – S.139-144.

УДК 636.15.082.2 (450.51)

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12096

Доктор с.-х. наук **Е.И. АЛЕКСЕЕВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, [aleseevaei@list.ru](mailto:aleseevaei@list.ru))

Канд. с.-х. наук **А.В. БОРИСОВА**  
(ФГБНУ ВНИИ коневодства, [vniik63@mail.ru](mailto:vniik63@mail.ru))

### ХАРАКТЕРИСТИКА МАТОЧНЫХ СЕМЕЙСТВ В СОВЕТСКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЕ

Маточные семейства в породе имеют такое же большое значение, как и линии. Если линии существуют через продолжателей 50-70 лет, сохраняя характерные свойства родоначальника, то маточные семейства могут сохраняться со времени основания завода или породы, так как маточный состав является основой заводской работы. Тип кобыл, а, следовательно, конного завода и породы корректируется использованием жеребцов, дочери

которых затем поступают в производящий состав. Лучшие кобылы становятся продолжателями маточных семейств или основателями новых семейств, корни которых все равно уходят к первоначальному составу. При создании новых заводов маточный состав комплектуется кобылами уже существующих семейств. Если линии – это ветви породы, то маточные семейства – ее корни.

Формирование маточных семейств в советской тяжеловозной породе шло своими путями, в отличие от развития мужских линий.

Детальный анализ развития маточных семейств в советской тяжеловозной породе проводился Сорокиной И.И. в 80-е годы прошлого столетия. Назрела необходимость оценить семейства в современных реалиях [9].

Учитывая малочисленность породы и сохранение генетического разнообразия в ней [1], остро возник вопрос о сохранении и развитии не только мужских линий, но и маточных семейств.

Анализ эволюции семейств показывает, что процесс их развития значительно изменился. Успешно развивались семейства в период становления породы (с середины 30-х и до 50-х годов прошлого столетия) [8].

Именно от семейных маток получают лучших производителей – родоначальников и продолжателей линий [3, 4, 6].

Лучшие лошади рождаются именно от гнездовых кобыл, «случайные» кобылы не дают, за редким исключением, стоящего потомства [7].

Сохранение генофонда и проявление его ценных качеств – одна из важнейших задач по работе с заводскими породами лошадей. Одним из эффективных приемов селекционной работы можно назвать селекцию с учетом принадлежности к маточным семействам.

**Цель исследования** – проанализировать количественное и качественное состояние маточных семейств в советской тяжеловозной породе лошадей. Определить генеалогическую структуру маточного ядра советской тяжеловозной породы.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Материалом для исследования послужили результаты бонитировки лошадей советской тяжеловозной породы, разводимых в племенных хозяйствах Российской Федерации. Проведен сравнительный анализ основных селекционируемых признаков между представительницами разных маточных семейств.

**Результаты исследований.** Три десятилетия назад в породе, в двух основных конных заводах (Мордовский и Починковский) имелось 17 маточных семейств с поголовьем от 5 до 14 кобыл в каждом [6]. В годы «перестройки» в связи с тяжелым положением в заводах количество семейств сократилось – их осталось всего около 10, с численностью кобыл от 3 и более голов, причем семейства в Мордовском к/з имели в своем составе по 1-3 кобылы. В то время в конных заводах, в связи со значительным сокращением маточного поголовья, не только не были созданы новые маточные семейства, но и прекратили свое существование некоторые старые семейства. Имели место необоснованные продажи ценных кобыл из хозяйств, немотивированные спаривания лучших маток с посредственными производителями, не велось целеустремленное комплектование и расширение маточных семейств [2].

В современном производящем составе выделили 22 маточных семейства. Из них наиболее жизнеспособными являются несколько семейств – это Жонглерши, Колдуньи, Ренали, Риторика, Редкости, Рожицы, Рулеточки, Рулетки, Румбы. Очень жаль, что в породе сократилось количество представительниц прогрессивных ранее семейств (Кумы, Реактивной, Железной), которые представлены 2-3 кобылами. Также не имеет дальнейших перспектив развития одно из лучших семейств – семейство Орхидеи, которое представлено одной кобылой Перевозского к/з.

Именно маточный состав является главным носителем оригинальных черт того или иного заводского типа породы. Изменение или ухудшение маточного состава приведет к изменению и утере внутривидовых типов (табл. 1).

При подборе кобыл к жеребцам-производителям необходимо учитывать их принадлежность к маточным семействам, и ценных маток подбирать под не менее ценных жеребцов-производителей, для дальнейшего пополнения маточного семейства либо для получения производителя – продолжателя линии. Типичная кобыла советской тяжеловозной породы маточного семейства Реналь представлена на рисунке 1.

Таблица 1. Сведения о маточных семействах

№ п/п	Кличка родоначальницы, г.р., отец	Линия	Число кобыл в современном производящем составе	Число поколений	Получено заводских производителей
1	Бабочка, 1959 (Элемент)	Жасмина	4	5	1 (Бразилец, 2009)
2	Баррикада, 1961 (Сокол)	Сокола	2	5	1 (Буран)
3	Белена, 1931 (Леонид)	Боже	4	7	3 (Рапир, 2012, Резкий Жест, 1995, Ральф, 2002)
4	Верная, 1948 (Рокот)	Жасмина	4	6	1 (Вельможа)
5	Железная, 1959 (Сокол)	Сокола	2	7	1 (Жонглер)
6	Жонглерка, 1953 (Журнал)	Румба	3	6	5 (Жемчуг, Жасминовый, Желанный, Жокер, Жар)
7	Картинка, 1945 (Кедр)		4	6	-
8	Клавиатура, 1964 (Ливень)	Гарольда	3	5	2 (Клинок, 1968, Капрал, 1989)
9	Кокетка 1-я, 1930 (Флатер де Ст.Жертруд)	-	6	8	4 (Ковбой, Экватор, Элемент, Железняк)
10	Колдунья, 1924		8	10	-
11	Кума, 1953 (Ковбой)	Ковбоя	2	4	4 (Краб, Коростень, Кофейник, Карат)
12	Орхидея (Альсион де Пети Шасса)	-	1	5	2 (Омуль, Орс)
13	Реактивная, 1960 (Фронт)	Флейтиста	2	7	5 (Ростр, 1983, Рошфор, 1989, Резвый, 1977, Рафинад, 1979 Рекордсмен, 1966)
14	Редкость, 1952 (Ребус)	Румба	5	6	-
15	Реналь, 1967 г. (Катер)	Ковбоя	7	4	4 (Руковод, 1988, Рафинёр, 1992 Раскат, 1999, Ривер, 2002)
16	Риторика, 1968 (Розан)	Жасмина	7	5	2 (Ревень, 1976, Реализм, 2012)
17	Рогатина 1-я, 1952 г. (Режим)	Режима	3	6	3 (Расход, 1969, Раскрой, 1992 Рейнджерс, 1998)
18	Рожица, 1925 г.р. (Жасмин)	Жасмина	11	10	3 (Рекорд, Рокот 1939, Рекордист)
19	Рулетка, 1923 (Клерон Реми)	-	7	9	2 (Рулевой 1940, Росток, 2002)
20	Рулеточка, 1956 (Рекорд)	Жасмина	7	8	1 (Рудник, 1991)
21	Румба, 1943 (Альсион де Пети Шасса)	-	12	7	-
22	Фаталистка (Эндижен де Леваль)	-	4	6	1 (Факт)

Всего в породе насчитывается 22 семейства, 15 из которых имеют представителей в советской тяжеловозной породе – от 4-х до 12-ти кобыл (68,18%). Наибольшее число поколений (по 10) существуют такие семейства, как: Колдуньи, 1924 г.р., и Рожицы, 1925 г.р. 18 семейств (81,81%) существуют от 5 до 9 поколений. Наибольшее количество заводских жеребцов-производителей (по 5 голов) было получено от родоначальниц семейств Жонглерки, 1953 г.р., и кобылы Реактивной, 1960 г.р. От остальных представительниц семейств было получено от 1-го до 4-х заводских производителей.



Рис. 1. Кобыла Ростиславовна, 2009 г.р. (Рейнджерс-Разноперстная), семейство Реналь

Характеристика маточных семейств по основным промерам и индексам телосложения представлена в таблице 2. Основные промеры для лошадей тяжеловозных пород это: высота в холке, косая длина туловища, обхват груди и обхват пясти. Важными для объективной характеристики лошадей являются такие индексы телосложения, как: формата, массивности и костистости.

Основные промеры и индексы представительниц маточных семейств советской тяжеловозной породы в целом соответствуют требованиям породы, но наиболее выдающиеся значения промеров отмечены у кобыл, принадлежащих к следующим маточным семействам: Бабочки, Верной и Ренали (рис.2). У кобыл семейства Бабочки отмечено превышение основных промеров (высота в холке, косая длина туловища, обхват груди) по сравнению со средними данными по породе на 1,5; 2,2 и 4,9% соответственно. Однако средние данные промера обхвата пясти у кобыл этого семейства ниже на 9,2% по сравнению со средними данными по породе. Индекс формата совпадает со средними данными, а индекс массивности превышает породные значения на 7,9%, лишь индекс костистости ниже средних значений на 2,7%. Схожие отклонения или превышения по сравнению со средними данными по породе можно констатировать по данным промеров и индексов маточных семейств Верной и Ренали. Наиболее высокорослые, массивные и костистые кобылы – представительницы семейства Рулеточки.

Таблица 2. Характеристика маточных семейств по промерам и основным индексам

№ п/п	Кличка родоначальницы	Кол-во маток	Промеры, см				Индексы, %		
			вх	кд	ог	оп	формата	массив	костист
<b>1</b>	<b>Бабочка</b>	<b>4</b>	<b>165,7</b>	<b>176,8</b>	<b>226,5</b>	<b>23,25</b>	<b>106,1</b>	<b>136,1</b>	<b>14,6</b>
2	Баррикада	2	162,3	176,0	218,0	25,0	108,4	134,3	15,4
3	Белена	4	163,7	179,0	211,0	24,8	109,3	126,6	14,8
<b>4</b>	<b>Верная</b>	<b>4</b>	<b>165,0</b>	<b>177,5</b>	<b>219,5</b>	<b>24,0</b>	<b>106,3</b>	<b>131,4</b>	<b>14,9</b>
5	Железная	2	163,4	174,3	216,0	25,0	106,7	132,5	15,3
6	Жонглерка	7	164,5	172,5	207,5	23,5	104,8	126,1	14,3
7	Картинка	4	165,6	174,7	221,0	24,5	105,5	133,5	14,8
8	Клавиатура	4	163,7	173,0	218,0	25,0	105,7	133,2	15,3
9	Кокетка 1-я	6	164,4	175,0	213,0	25,6	106,7	129,9	15,6
10	Колдунья	8	164,8	174,8	219,5	25,0	106,1	133,2	15,2
11	Кума	3	162,3	168,0	209,0	24,0	103,7	129,0	14,8
12	Орхидея	1	162,0	170,0	219,0	25,0	104,9	135,2	15,4
13	Реактивная	2	165,0	174,0	211,5	25,0	105,5	128,2	15,2
14	Редкость	5	163,8	173,5	214,0	24,1	105,9	130,6	14,7
<b>15</b>	<b>Реналь</b>	<b>7</b>	<b>165,0</b>	<b>173,7</b>	<b>213,3</b>	<b>24,5</b>	<b>105,3</b>	<b>129,3</b>	<b>15,0</b>
16	Риторика	7	161,0	171	215,1	24,6	106,2	127,4	15,2
17	Рогатина 1-я	3	161,5	176,5	204	23,5	108,9	126,3	14,6
18	Рожица	11	162,6	171,0	213,4	24,3	105,2	131,2	14,9
19	Рулетка	7	162,2	172,0	216,2	24,4	106,0	133,3	15,0
20	Рулеточка	5	166,0	175,8	227,8	25,0	105,9	136,7	15,1
21	Румба	12	164,6	175,4	217,3	24,6	106,6	132,0	15,0
22	Фаталистка	4	163,5	172,5	207,0	24,6	105,5	126,9	15,1
	<b>В среднем по породе</b>	<b>143</b>	<b>163,2</b>	<b>173,0</b>	<b>215,8</b>	<b>25,6</b>	<b>106,0</b>	<b>126,1</b>	<b>15,0</b>



Рис. 2. Кобыла Бижутерия, 2001 г.р., (Жар – Балерина), Семейство Бабочки. Фото Е. Яценко

Оценка типичности и экстерьера племенных лошадей проводится по 10-балльной шкале. Для получения лицензии использования лошадей в разведении необходимыми оценками за типичность и экстерьер должны быть не менее 8,0 балла. Из 22 семейств в большей степени соответствующими требованиям являются следующие семейства: Белены, Железной, Клавиатуры, Реактивной, Ренали и Рулеточки. Численность кобыл из лучших семейств по типу и экстерьеру составила 24 головы, это 16,95% от общего количества кобыл маточных семейств.

Таблица 3. Характеристика маточных семейств по типу и экстерьеру

№ п/п	Кличка родоначальницы семейства	Кол-во маток	Тип	Экстерьер
1	Бабочка	4	7,9	7,9
2	Баррикада	2	7,6	7,7
3	Белена	4	<b>8,2</b>	<b>8,0</b>
4	Верная	4	7,5	7,3
5	Железная	2	<b>8,5</b>	<b>8,2</b>
6	Жонглерка	7	7,7	7,8
7	Картинка	4	7,8	7,6
8	Клавиатура	4	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>
9	Кокетка 1-я	6	7,8	7,6
10	Колдунья	8	7,4	7,6
11	Кума	3	7,9	8,0
12	Орхидея	1	8,0	8,0
13	Реактивная	2	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>
14	Редкость	5	7,8	7,8
15	Реналь	7	<b>8,7</b>	<b>8,6</b>
16	Риторика	7	7,9	7,9
17	Рогатина 1-я	3	7,3	7,7
18	Рожица	11	7,7	7,5
19	Рулетка	7	7,8	7,9
20	Рулеточка	5	<b>8,4</b>	<b>8,1</b>
21	Румба	12	7,7	7,7
22	Фаталистка	4	7,8	7,8
	<b>В среднем по породе</b>	<b>143</b>	<b>8,3</b>	<b>7,9</b>

Одним из главных селекционируемых признаков в советской тяжеловозной породе лошадей является плодовитость. В среднем по породе показатель благополучной выжеребки составляет 74,4%.

Отличительной особенностью маточных семейств является стойкая передача плодовитости от поколения к поколению. У представительниц определенных семейств довольно часто количество принесенных ими жеребят равно или приближается к количеству лет их племенного использования.

Высокой плодовитостью обладают кобылы семейства Редкости и Фаталистки (табл. 4).



Рис. 3. Кобыла Ранняя Ранетка, 1995 г.р., (Рафинад-Рапира), семейство Рулетки

Таблица 4. Плодовитость маток советской тяжеловозной породы по маточным семействам

Кличка родоначальницы семейства	Общее количество плодovitых лет	% зажеребляемости	% благополучной выжеребки
Бабочка	44	47,7	36,4
Баррикада	9	66,7	55,5
Белена	18	54,9	50,0
Верная	21	75,4	71,4
Железная	4	75,0	75,0
Жонглерка	21	74,2	66,7
Картинка	27	53,6	51,8
Клавиатура	15	54,7	53,3
Кокетка 1-я	58	65,4	63,8
Колдунья	29	79,3	<b>79,3</b>
Кума	16	57,6	56,3
Орхидея	4	75,0	75,0
Реактивная	18	83,3	66,7
Редкость	15	86,6	<b>86,6</b>
Реналь	52	63,8	51,9
Риторика	67	65,4	61,2
Рогатина 1-я	28	63,7	57,1
Рожица	5	80,0	<b>80,0</b>
Рулетка	81	66,5	61,7
Рулеточка	67	56,5	49,3
Румба	50	62,0	56,0
Фаталистка	16	100	<b>87,5</b>
В среднем по породе	778	81,7	74,4

**Выводы:**

1. Более типичными, породными, гармоничными, с правильным экстерьером являются лошади-представители следующих семейств: Белены, Клавиатуры, Реактивной, Ренали и Рулеточки, а менее типичными – лошади из маточных семейств Баррикады, Колдуньи, Рогатины 1-й.
2. Наиболее крупнорослыми, широкотелыми и костистыми являются лошади семейств Рулеточки и Ренали (табл. 3).
3. По воспроизводительным качествам лучшими являются племенные кобылы семейств Колдуньи, Редкости, Рожица и Фаталистки.
4. В дальнейшем при работе с маточными семействами нужно следовать теми же приемами отбора и подбора, что при работе с мужскими линиями.
5. Особое внимание следует уделить планированию целевых подборов отобранных ценных кобыл к лучшим жеребцам в соответствии с намеченными оптимальными путями развития линий и породы в целом, для получения продолжательниц маточных семейств, гнезд.
6. При отборе кобылок предпочтение всегда надо отдавать кобылкам, происходящим от ценных семейств, ставя основную цель: расширять и укреплять ценные маточные семейства. Подробный анализ родословной кобылы по ее женской стороне – важнейшие условия правильного отбора. Это не означает, что каждую кобылу, происходящую из ценного семейства, следует оставлять в саморемонт. Несомненно, кобыл низкого качества необходимо выбраковывать, именно так можно не только сохранить, но и повысить ценность семейства.
7. При дальнейшей селекции с породой необходимо больше внимания уделять работе с маточными семействами. Необходимо не только сохранить, расширить и улучшить имеющиеся семейства, но и начать закладку новых семейств. Для этого нужно отобрать возможных родоначальниц из числа лучших маток племенного ядра, имеющих высокие оценки за типичность (9-10 баллов), экстерьер (не ниже 8,5 балла) и обладающих высокой молочностью.

**Литература**

1. **Алексеева Е.И., Борисова А.В.** Методы селекции в условиях малочисленных популяций на примере владимирской и советской тяжеловозных пород лошадей//Известия Санкт – Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (56). – С. 118-123.
2. **Борисова А.В.** Современное состояние маточных семейств в советской тяжеловозной породе// Коневодство и конный спорт. – 2018. – № 2. – С. 15-17.
3. **Борисова А.В., Калинин Л.В., Гавриличева И.С.** Проблема сохранения генетического разнообразия в советской тяжеловозной породе// Коневодство и конный спорт. – 2018. – № 5. – С. 11-12.
4. **Бочкарев К.П.** Линии и маточные семейства в чистокровной верховой породе// Коневодство и конный спорт. – 1981. – № 2. – С. 14-16.
5. **Головина Т.Н.** Роль маточных семейств в микроэволюции русской тяжеловозной породы лошадей: автореферат дис... канд. с.-х. наук / ВНИИК. – Дивово, 2004. – 9 с.
6. **Калиникова Л.В.** История женских линий в орловской рысистой породе // Коневодство и конный спорт. – 2009. – № 2. – С. 23-28.
7. **Мысин М.А.** Сравнительный анализ хозяйственных признаков маточных семейств лошадей орловской рысистой породы: автореферат дис... канд. с.-х. наук. – М., 2010. – 22 с.
8. **Наумова Е.А.** Маточные семейства и их влияние на микроэволюцию тракененской породы лошадей: автореферат дис... канд. с.-х. наук / ВНИИК. – Дивово, 2000. – 25 с.
9. **Сорокина И.И.** Структура породы при разведении по линиям в тяжеловозном коннозаводстве// Европейская ассоциация по животноводству / СССР. –Л., 1982.
10. **Сорокина И.И.** Маточные семейства в советской тяжеловозной породе: сб. науч. тр. ВНИИ коневодства. – Дивово: ВНИИК, 1987. – С. 34-39.
11. **Халилов Р.А., Королева Г.В., Шемарыкин А.Е.** Маточные семейства в чистокровной арабской породе// Коневодство и конный спорт. – 2017. – № 5. – С. 7-9.



### Literatura

1. **Alekseeva E.I., Borisova A.V.** Metody selekcii v usloviyah malochislennyh populyacij na primere vladimirskoj i sovetskoj tyazhelovoznyh porod loshadej//Izvestiya Sankt – Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3 (56). – S. 118-123.
2. **Borisova A.V.** Sovremennoe sostoyanie matochnyh semejstv v sovetskoj tyazhelovoznoj porode// Konevodstvo i konnyj sport. – 2018. – № 2. – S. 15-17.
3. **Borisova A.V., Kalinkova L.V., Gavrilicheva I.S.** Problema sohraneniya geneticheskogo raznoobraziya v sovetskoj tyazhelovoznoj porode// Konevodstvo i konnyj sport. – 2018. – № 5. – S. 11-12.
4. **Bochkarev K.P.** Linii i matochnye semejstva v chistokrovnoj verhovoj porode// Konevodstvo i konnyj sport. – 1981. – № 2. – S. 14-16.
5. **Golovina T.N.** Rol' matochnyh semejstv v mikroevolyucii russkoj tyazhelovoznoj porody loshadej: avtoreferat dis... kand. s.-h. nauk / VNIИK. – Divovo, 2004. – 9 s.
6. **Kalinkova L.V.** Istoriya zhenskih linij v orlovskoj rysistoj porode // Konevodstvo i konnyj sport. – 2009. – № 2. – S. 23-28.
7. **Mysin M.A.** Sravnitel'nyj analiz hozyajstvennyh priznakov matochnyh semejstv loshadej orlovskoj rysistoj porody: avtoreferat dis... kand. s.-h. nauk. – M., 2010. – 22 s.
8. **Naumova E.A.** Matochnye semejstva i ih vliyanie na mikroevolyuciyu trakenenskoj porody loshadej: avtoreferat dis... kand. s.-h. nauk / VNIИK. – Divovo, 2000. – 25 s.
9. **Sorokina I.I.** Struktura porody pri razvedenii po liniyam v tyazhelovoznom konnozavodstve// Evropejskaya asociaciya po zhivotnovodstvu / SSSR. –L., 1982.
10. **Sorokina I.I.** Matochnye semejstva v sovetskoj tyazhelovoznoj porode: sb. nauch. tr. VNIИ konevodstva. – Divovo: VNIИK, 1987. – S. 34-39.
11. **Halilov R.A., Koroleva G.V., SHemarykin A.E.** Matochnye semejstva v chistokrovnoj arabskoj porode// Konevodstvo i konnyj sport. – 2017. – № 5. – S. 7-9.

УДК 636.15.082.2

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12104

Мл. науч. сотрудник **А.В. ДУБРОВИН**  
(ФГБНУ «ВНИИ коневодства», alexander.dubrovin45@yandex.ru)

### РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЖЕРЕБЦОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НОВОАЛТАЙСКОЙ ПОРОДЫ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В 2019 ГОДУ

На сегодняшний день продуктивное мясное коневодство – наиболее перспективная и рентабельная отрасль животноводства [1]. Оно занимает наиболее устойчивую позицию и отличается положительной тенденцией развития, что обусловлено низкозатратной технологией содержания, разведения и выращивания, по сравнению с другими отраслями пастбищного животноводства. Анализ породной структуры табунов в Алтайском крае и Республике Алтай показал, что основная роль в табунном коневодстве регионов отводится лошадям новоалтайской породы [2]. Уникальность и востребованность этой породы заключается в её приспособленности к круглогодичной пастбищно-тебенёвочной системе содержания [3, 4].

Основная цель разведения новоалтайских лошадей – мясная продуктивность [5]. В то же время они являются хорошими улучшателями пользовательных лошадей, разводимых в зонах экстенсивного содержания [6].

Современные новоалтайские лошади уже обладают достаточно крупным ростом, высокой живой массой, хорошими мясными и приспособительными качествами, правильным экстерьером и отличаются скороспелостью, хорошей плодовитостью и долговечностью, тем не менее, их племенные и продуктивные качества могут быть повышены путём селекции [7].

Сотрудниками лаборатории генетики ФГБНУ «ВНИИ коневодства» при проведении генетико-популяционного анализа установлено, что новоалтайская порода лошадей обладает

высоким уровнем генетического разнообразия, позволяющим вести эффективную селекцию по хозяйственно-полезным признакам [8].

Ведущим методом разведения в коневодстве является чистопородный по линиям – сложный, но наиболее действенный приём зоотехнической работы с породой [9, 10].

При разведении по линиям создается строго определенная генеалогическая структура породы, что позволяет выдерживать оптимальный уровень гетерозиготности и не допускать стихийного накопления гомозиготности [11]. Так, на первых этапах создания новоалтайской породы лошадей были сформированы три линии: две от жеребцов литовской тяжелоупряжной породы – Арбаса и Гинтараса и одна от жеребца советской тяжеловозной породы – Рекрута. В настоящее время в новоалтайской породе ведётся работа с 9 линиями, каждая из которых обладает своей индивидуальностью, своими положительными и отрицательными свойствами, тесно связанными с продуктивными и племенными качествами, способными передаваться потомству. Поэтому, учитывая юный возраст породы, изучение этих свойств и выявление наиболее ценных линий для её совершенствования приобретает особую актуальность.

Основным действенным методом работы по совершенствованию породы является оценка жеребцов-производителей по качеству потомства, на основе которой ведётся отбор лучшего потомства для воспроизводства.

**Цель исследования** – оценка жеребцов-производителей новоалтайской породы лошадей по качеству потомства для интенсификации селекционной работы с породой.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Материалом исследования являлись данные зоотехнического учёта коневодческих хозяйств Республики Алтай и Алтайского края. Оценка жеребцов-производителей проводилась согласно методическим рекомендациям по оценке жеребцов-производителей по качеству потомства для пород лошадей, селекционируемых по комплексу признаков. В оценку были включены производители, имевшие не менее 10 потомков в возрасте 1,5 года. Основными селекционируемыми признаками взяты оценка за экстерьер по пятибалльной системе и живая масса потомков, а также наличие сыновей, используемых в производящем составе племенного ядра.

**Результаты исследований.** В 2019 году по комплексу признаков оценено 89 жеребцов-производителей по 3527 потомкам, средняя живая масса молодняка составила 382 кг, средняя оценка экстерьера – 4,18 балла.

Таблица 1. Результаты оценки жеребцов-производителей по качеству потомства

Линии	Количество жеребцов-производителей, гол.	Количество оцененного потомства, гол.	Средняя живая масса потомков, кг	Средняя оценка за экстерьер потомков, балл	Количество сыновей, включённых в состав производителей, гол.
Арбаса	13	713	381	4,16	17
Гинтараса	12	336	370	4,04	5
Рекрута	17	808	384	4,21	11
Меча	8	332	380	4,13	7
Конегора	13	464	396	4,34	14
Грозного	4	126	385	4,24	3
Клапана	5	225	387	4,26	5
Бимаса	2	34	377	4,15	1
Боксёра	3	190	381	4,14	1
Итого линейные	77	3228	383	4,19	44
Нелинейные	12	299	381	4,08	3
Всего	89	3527	383	4,18	47

Из общего количества оцененных производителей линейными являются 77 жеребца (86,5%), нелинейными – 12 (13,5%). Причём существенных различий между потомством линейных и нелинейных производителей не выявлено, несколько большая разность наблюдается между линиями (табл. 1).

При изучении средних показателей живой массы и оценки за экстерьер оценённого потомства установлено, что наибольшими значениями обладают потомки линии Конегора (396 кг; 4,34 балла), а наименьшей – линии Гинтараса (370 кг; 4,04 балла), разница между линиями составила 26 кг и 0,3 балла.

Оба основателя линий, Конегор и Гинтарас, жеребцы литовской тяжелоупряжной породы.

Конегор 9 – игрневый жеребец, рождён в 1984 году от Жвинаса и Комы. Крупный (161-167-201-25 см, живая масса 635 кг, класс элита), массивный, туловище средней длины, хорошая линия верха, сухие конечности. Конегор занимал 5-е место при оценке потомства по комплексу признаков.

Линия Гинтараса ведёт своё начало от полусибсов – 026 Лт Жайздраса (02271 Гинтарас – 163 Жотис) и 027 Лт Жардиса (02271 Гинтарас – 492 Жара). Оба рождены в Нумянском конезаводе (Литва) в 1973 и 1972 гг. соответственно. Жеребцы крупные, массивные, с длинным хорошо обмускуленным корпусом, широкой глубокой грудной клеткой, раздвоенным крупом. Из недостатков экстерьера следует отметить грубую голову и слабый копытный рог. При оценке качества потомства по комплексу признаков Жардис и Жайздрас занимали 2-е место.

Как видно из таблицы 1, средняя живая масса и оценка за экстерьер потомков всех линейных жеребцов составляет 383 кг и 4,19 балла. Потомство нелинейных жеребцов имеет вес 381 кг и балл за экстерьер 4,08. Разница показателей средней живой массы и оценки за экстерьер между линейными и нелинейными потомками составила 2 кг и 0,11 балла в пользу первых.

Таким образом, видно, что при общей оценке жеребцов-производителей по комплексу признаков их потомства лучшими являются жеребцы линии Конегора, Клапана и Грозного. Среди них выделяются жеребцы линии Конегора, потомство которых имеет наибольшую живую массу и наивысший балл за экстерьер. В настоящее время производители этой линии используются в 7 хозяйствах Республики Алтай и Алтайского края. По продуктивным качествам потомства следует отметить тройку лидеров среди действующих производителей линии Конегора: Парус 33-09-НТ (383 Пик 27-04 – 2376.65-05-НТ), 383 Пик 27-04 (232 Пласт 8-99 – 1524.101-96-НТ) и Калибр 130-09 (015 Кольт 49-01 – 874.137-91-НТ). В 1,5 года средняя живая масса их молодняка – 437, 409 и 407 кг, оценка за экстерьер – 4,64, 4,44 и 4,48 балла соответственно. Жеребцы продуцируют в ФГБНУ ФАНЦА (правопреемственник ФГУП «Новоталицкое»).

Из общего числа производителей, включённых в оценку, к улучшателям отнесено 47 жеребцов (52,8%), средняя живая масса потомства улучшателей – 395 кг, оценка экстерьера – 4,27 балла (табл. 2). Живая масса потомства жеребцов, не вошедших в число улучшателей, меньше на 32 кг и составляет 363 кг.

В процессе работы по совершенствованию породы отбор молодых жеребцов для воспроизводства проводится в основном из числа улучшателей. В 2019 году в производящий состав племенного ядра включено 63 жеребца, что составляет 76,8% сыновей, используемых в производящем составе.

Таблица 2. Результаты оценки жеребцов-производителей улучшателей по качеству потомства

Линии	Количество жеребцов-производителей, гол.	Количество оцененного потомства, гол.	Средняя живая масса потомков, кг	Средняя оценка за экстерьер потомков, балл	Количество сыновей, включённых в состав производителей, гол.
Арбаса	8	536	388	4,19	14
Гинтараса	3	50	387	4,10	2
Рекрута	8	484	395	4,32	8
Меча	4	208	398	4,26	7
Конегора	12	440	401	4,37	14
Грозного	3	113	392	4,33	3
Клапана	4	201	391	4,27	5
Бимаса	1	14	399	4,18	-
Боксёра	1	43	398	4,29	-
Итого линейные	44	2089	395	4,28	53
Нелинейные	3	133	398	4,09	10
Всего	47	2222	395	4,27	63

Наиболее ценными из группы улучшателей являются жеребцы-производители линий – Конегора, Меча, Рекрута и Грозного, средняя живая масса их потомства варьирует от 392 кг до 401 кг, из них в производящий состав включено 32 жеребца, что составляет 50,8% от общего количества сыновей жеребцов-производителей.

**Выводы.** Результаты исследований показали, что лучшее потомство было получено от жеребцов-производителей линии Конегора, которое в среднем превосходило своих сверстников по живой массе на 26 кг и имело показатель 396-401 кг. Также они имели в основном желательный тип телосложения без явных пороков и недостатков с оценкой 4,34 – 4,37 балла.

Наряду с ними достаточно высоко оценены по качеству потомства жеребцы линий Меча, Рекрута, Грозного и Клапана. Средний показатель живой массы их потомства колебался от 380 до 398 кг, а оценка за экстерьер – от 4,13 до 4,33 балла.

Таким образом, анализ материалов показал, что отбор жеребцов для воспроизводства из потомства высоко оцененных производителей, а также соответствующий подбор с учётом происхождения и качества потомства способствуют консолидации типа лошадей и повышению качества их потомства.

#### Литература

1. Громова Т.В., Бордунов А.А., Соколов Д.В. Результаты оценки жеребцов новоалтайской породы по качеству потомства // Аграрная наука – сельскому хозяйству: международ. научно-практ. конференция / Алтайский государственный аграрный университет, 2017. – С. 102-104.
2. Дубровин А.В. Оценка качественного и количественного соотношения линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай по состоянию на 2018 год // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11 (190). – С. 27-35.
3. Бордунов А.А. Новоалтайская порода лошадей – жемчужина Алтая // Земля и бизнес. – 2007. – № 6. – С. 36-37.
4. Косарев А.П., Бордунов А.А., Востриков В.Ф. и др. Новая продуктивная порода лошадей «Новоалтайская». – Барнаул, 2002. – 27 с.
5. Никонова А.И., Бордунов А.А., Гавриш К.А., Токарева Т.Д. Оценка жеребцов-производителей новоалтайской породы по качеству потомства // Коневодство и конный спорт. – 2016. – № 1. – С. 20-22.

6. **Никонова А.И.** Генеалогическая структура и методы разведения новоалтайской породы // Научное обеспечение развития и повышения эффективности племенного, спортивного и продуктивного коневодства в России и странах СНГ: международ. научно-практ. конференция. – Дивово, 2014. – С. 55-61.
7. **Никонова А.И., Бордунов А.А., Гавриш К.А., Соколов Д.В.** Формирование маточных семейств в новоалтайской породе // Коневодство и конный спорт. – 2017. – № 6. – С. 17-19.
8. **Блохина Н.В., Храброва Л.А., Гавриличева И.С., Устьянцева А.В.** Изучение полиморфизма микросателлитных локусов у лошадей новоалтайской породы // Инновационные научные исследования: международ. научно-практ. конференция. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2018. – С. 88-91.
9. **Кахикало В.Г., Лазаренко В.Н., Фенченко Н.Г., Назарченко О.В.** Разведение животных. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с.
10. **Акимбеков А.Р., Баймуканов Д.А.** Результаты племенной работы с селетинским заводским типом казахских лошадей жабе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 52-69.
11. **Рысальдина А.А., Кикебаев Н.А.** Потомство Неона – улучшатели костанайской породы лошадей // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2014. – Т. 2. – № 6. – С. 32-36.

#### Literatura

1. **Gromova T.V., Bordunov A.A., Sokolov D.V.** Rezul'taty ocenki zherebcov novoaltajskoj porody po kachestvu potomstva // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: mezhdunarod. nauchno-prakt. konferenciya / Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017. – S. 102-104.
2. **Dubrovin A.V.** Ocenka kachestvennogo i kolichestvennogo sootnosheniya linij v matochnom pogolov'e loshadej novoaltajskoj porody v Respublike Altaj po sostoyaniyu na 2018 god // Agrarnyj vestnik Urala. – 2019. – № 11 (190). – S. 27-35.
3. **Bordunov A.A.** Novoaltajskaya poroda loshadej – zhemchuzhina Altaya // Zemlya i biznes. – 2007. – № 6. – S. 36-37.
4. **Kosarev A.P., Bordunov A.A., Vostrikov V.F. i dr.** Novaya produktivnaya poroda loshadej «Novoaltajskaya». – Barnaul, 2002. – 27 s.
5. **Nikonova A.I., Bordunov A.A., Gavrish K.A., Tokareva T.D.** Ocenka zherebcov-proizvoditelej novoaltajskoj porody po kachestvu potomstva // Konevodstvo i konnyj sport. – 2016. – № 1. – S. 20-22.
6. **Nikonova A.I.** Genealogicheskaya struktura i metody razvedeniya novoaltajskoj porody // Nauchnoe obespechenie razvitiya i povysheniya effektivnosti plemennogo, sportivnogo i produktivnogo konevodstva v Rossii i stranah SNG: mezhdunarod. nauchno-prakt. konferenciya. – Divoovo, 2014. – S. 55-61.
7. **Nikonova A.I., Bordunov A.A., Gavrish K.A., Sokolov D.V.** Formirovanie matochnyh semejstv v novoaltajskoj porode // Konevodstvo i konnyj sport. – 2017. – № 6. – S. 17-19.
8. **Blohina N.V., Hrabrova L.A., Gavrilicheva I.S., Ust'yanceva A.V.** Izuchenie polimorfizma mikrosatellitnyh lokusov u loshadej novoaltajskoj porody // Innovacionnye nauchnye issledovaniya: mezhdunarod. nauchno-prakt. konferenciya. – Penza: «Nauka i Prosveshchenie», 2018. – S. 88-91.
9. **Kahikalo V.G., Lazarenko V.N., Fenchenko N.G., Nazarchenko O.V.** Razvedenie zhivotnyh. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с.
10. **Akimbekov A.R., Bajmukanov D.A.** Rezul'taty plemennoj raboty s seletinskim zavodskim tipom kazahskih loshadej zhabe // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2017. – № 3. – S. 52-69.
11. **Rysaldina A.A., Kikebaev N.A.** Potomstvo Neona – uluchshateli kostanajskoj porody loshadej // Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v sovremennom mire. – 2014. – Т. 2. – № 6. – S. 32-36.

УДК 636.082.25

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12109

Ст. науч. сотрудник **А.Б. ВАХРАМЕЕВ**  
(ВНИИГРЖ, ab\_poultry@mail.ru)

## КУРЫ УНДУЧ ГЕРГЕБИЛЬСКОГО РАЙОНА ДАГЕСТАНА КАК ПРЕДКОВАЯ ФОРМА ГИЛЯНСКОЙ ПОРОДЫ

Стремительное развитие путей сообщения и новых средств коммуникации в конце XX – начале XXI столетий дали толчок к объединению птицеводов, живущих в самых отдалённых и ранее оторванных от активного взаимодействия с коллегами регионах. Интенсивное строительство новых дорог в горных районах Дагестана, начатое с 2008 года, создало условия для распространения эндемичной птицы из труднодоступных до сих пор населенных пунктов. Это дало возможность узнать о эндемичных курах Ундуч в Гергебильском районе Дагестана.

**Цель исследования** – изучить гергебильскую популяцию кур Дагестана.

**Материалы, методы и объекты исследований.** В исследовании участвовали породы кур орловская, московская бойцовая биоресурсной коллекции «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» (БК ГКРИПК) ВНИИГРЖ.

Экстерьер птиц БК ГКРИПК оценивался по наиболее характерным особям в возрасте физиологической зрелости 8-9 месяцев.

В горных селениях Дагестана, в основном в селе Кикунь Гергебильского района, исследованы местные куры, называемые жителями Ундуч. Осмотрено более тысячи голов птицы, проведено фотографическое фиксирование и оценён экстерьер гергебильской птицы в возрасте 7-9 месяцев в двух хозяйствах: Тагирова Ш.И. и Дибирова (Байбулатов) М.Б. Были взяты промеры экстерьера четырёх групп (чёрных, белых, голубых и пёстрых). От этой птицы на генетический анализ взята кровь.

Использованы промеры: ширина плеч (в ключицах), ширина таза (в тазовых суставах), обхват груди, косая длина туловища (КДТ), длина плюсны, бедра, голени (от проксимального до дистального сустава), длина килевого гребня (длина гребня килевой кости от начала – краниальная часть, до конца – каудальная часть).

**Результаты исследований.** На протяжении многих поколений разводчиков этой птицы называли их на местном диалекте Ундуч, а по-русски – орловскими. Действительно, орловская порода кур имеет большое сходство с гергебильской птицей. Это куры полубойцового типа очень большого размера. Родство с бойцовыми породами подчеркивают круто поставленный корпус, крепкий клюв, развитые надбровные дуги, гребень ореховидной формы. Несмотря на значительную живую массу, птица очень крепкая и приспособлена к условиям горного содержания (рис. 1).

Высота жилых уступов (террас) достигает четырёх метров. Птица настолько крепкая, что спрыгивает с такой высоты на нижний уступ безо всякого вреда для себя.

Голова, как у орловских, украшена хорошо развитой бородой. Тем не менее различие между этими птицами очень велико, чтобы считать их одной породой. Орловские куры значительно отстают от гергебильской птицы по живой массе. Если молодой орловский петух согласно современному стандарту должен весить 3-3,5 кг, а со второго года жизни 3,5-4,5 кг, то гергебильские петухи к годовалому возрасту превышают 5 кг, а перьярые 6-7 кг. Наиболее крупные куры гергебильской популяции превышают шестикилограммовый рубеж, известны петухи свыше девяти килограммов. Высокая живая масса не делает эту птицу грузной за счет высокого роста, который уже к первому году достигает до 65-70 см, а со второго до 80 см и выше.



Рис. 1. Характерные условия содержания гергебильских кур

Один их важнейших породообразующих признаков орловской породы – очень сильно загнутый (крючковатый, наподобие хищной птицы) клюв. У гергебильских кур клюв не менее массивный и толстый в основании, но слабее загнут. Уникальным породообразующим признаком орловской породы можно считать загривок, который с пышно развитой бородой, баками и необычайно широкой лобной костью образует шар. Гергебильская птица обладает менее широкой лобной костью, хотя надбровные дуги выражены хорошо. Борода, как и у орловских, расположена на горловой складке, но не такая пышная. Слабее развита и грива. Нет характерного, как у орловских, вздутия в затылочной части гривы (загривка). Отдельные перья по бокам гривы, меняющие направление своего роста на горизонтальное в сторону затылка, правильнее называть «зачёс». Этот зачёс лучше выражен у кур и слабее у петухов. В ходе обследования гергебильской популяции кур, проведенного в ноябре 2017 года на территории Дагестана и Чечни, при неоценимой помощи председателя клуба любителей гергебильской породы М.Б. Дибирова (Байбулатова) и одного из лучших заводчиков этой птицы Ш.И. Тагирова, показал, что в основном цвет плюсен птиц гергебильской популяции был грифельным, что отличается от стандарта орловских, по которому их плюсны и клюв должны быть жёлтого цвета.

Такие значительные отличия позволяют утверждать, что гергебильская популяция хоть и представляет собой родственную орловской группе, но является все же отдельной популяцией или породой.

Это подтверждается и генетическим анализом. Тыщенко В.И., Терлецкий В.П. (2019), оценивая биоразнообразие в породах кур с помощью мультилокусного анализа, выявили, что по коэффициенту сходства внутри групп ( $BS^1$ ) гергебильская птица со значением 0,44 всего на 7% менее однородна, чем такая хорошо отселекционированная порода, как Брама палевая (0,47), и на 16% однороднее орловских (0,33) [1].

Важный довод в пользу эндемичности гергебильской популяции в том, что её разводят в Дагестане «с незапамятных времён и на протяжении многих поколений» любители этой птицы.

Несмотря на значительное распространение по территории Дагестана, наиболее часто эта птица встречается в Гергебильском районе, особенно в селе Кикунь. Можно предположить, что именно здесь находится точка формирования этой птицы. Поэтому и называют её очень часто именно гергебильской или Ундуч. Вся обследованная в Дагестане

птица имеет небольшое разнообразие окрасок, характерных для популяции Гергебильского района, что подтверждает предположение о том, что именно этот район является историческим центром популяции. Наиболее часто встречающиеся окраски белая, голубая, пестрая (рис. 2).

На рисунке 2а, виден размер птицы. Молодой петух с едва намечающейся шпорой ростом почти в половину человеческого.

На рисунке 2б, наряду с голубой окраской оперения, представлена сплэш – постоянно выпщеляющаяся при разведении кур с голубой окраской оперения, однако нет чёрной. Это особенность разведения гергебильской птицы. В некоторых хозяйствах не любят чёрных птиц, редко пускают в разведение, поэтому в этих стадах преобладают голубые и сплэш. В других, наоборот, много чёрных и голубых, но практически отсутствуют птицы окраски сплэш.



Рис. 2. а – петух пёстрой окраски;  
б – куры голубой, белой и «сплэш» (грязно-белой) окрасок

Сравнительно редко встречаются птицы куропатчатой и светлой окрасок. Обращает на себя внимание, что из примерно тысячи обследованных птиц только один представитель имел явно помесную, хотя и очень красивую окраску.

Небольшое количество окрасок в популяции гергебильских кур у птицеводов всего Дагестана служит ещё одним косвенным подтверждением обособленности этой птицы.

Многочисленные указания на однородность этой птицы, с одной стороны, подтверждают возможность признать их породой, но с другой – появляется вопрос: как и от каких пород эта порода (гергебильская популяция) произошла.

Исследования показали, что коэффициент «D» генетического расстояния между породами гергебильских с орловскими (0,070) почти в 2 раза ниже, чем расстояние до Браммы палевой (0,130) [1]. Можно предположить, что гергебильская популяция является потомком орловских кур. Ведь во многих местах Дагестана их и сейчас называют орловскими. Кроме того, такое предположение не подтверждается никакими историческими фактами. В настоящее время не известны факты поставки орловской породы в Дагестан в значительных объёмах, способных наполнить этой птицей целые районы.

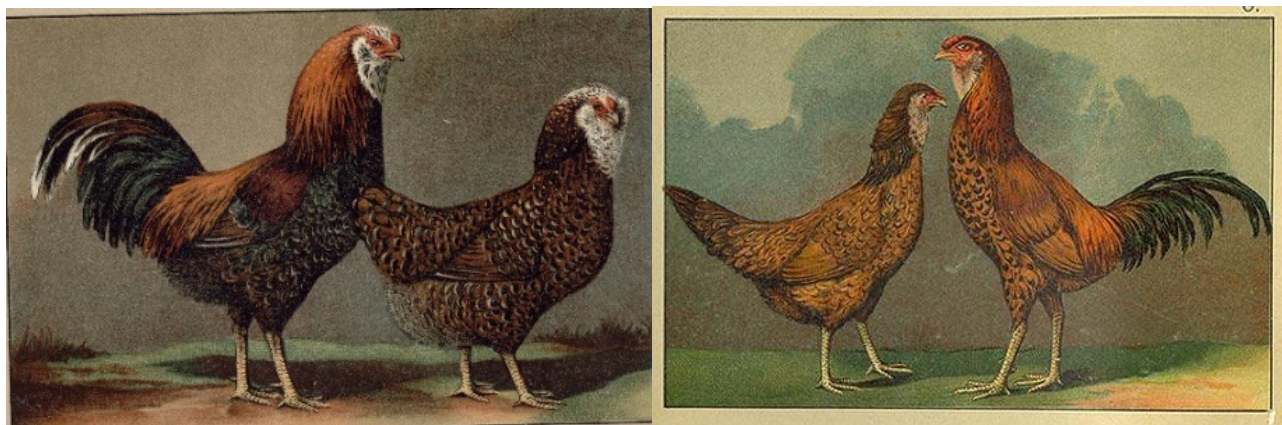
Если же сравнивать гергебильскую птицу не с орловской, а с описаниями её предка – старой русской гилянкой породы, то можно найти гораздо больше соответствий.

Родство гилянских с орловской породой кур подтверждается ещё и тем, что Абозин И.И. (1895) долгое время не разделял эти породы, называя орловских «русскими гилянками» [2]. Можно предположить, что гилянские куры имеют в России очень длительную историю, поскольку их упоминание в качестве русской породы кур есть уже в первой отечественной книге Теплова (1774) по птицеводству [3]. Паллас (1811 цит. по Абозин И.И., 1895) описывает российских кур типа малайских, которые, как цитирует



Абозин И.И. отзывы об этой птице с выставок в Вене и Лейпциге (1884) «Разводятся в России с бородой и баками». И далее Абозин И.И. делает вывод, что речь, безусловно, идёт о гилянских курах, которых ошибочно назвали малайскими [2]. Такое смешение в России названий пород малайская-гилянская-орловская приводит к тому, что многие описания гилянской породы часто противоречат друг другу [4, 5, 6, 7]. Несмотря на имеющиеся противоречия в описаниях, экстерьер гилянских можно воссоздать достаточно точно. Сравнение по 24 морфологическим признакам методом кладистического вычисления матриц расстояний генетических групп показало, что гилянские куры оказались наиболее близки к породам бойцового типа, в том числе орловской и малайской [8]. Такая близость, с одной стороны, объясняет наличие путаницы при описаниях не всегда профессиональными птицеводами, с другой стороны – показывает тесную связь этих пород. Поскольку малайская порода имеет очень древнее происхождение, то уместно предположить, что и орловские, и гергебильские куры появились позже и произошли с участием малайских. Однако не решён вопрос: гергебильская и орловская формировались каждая отдельно или одна из них создавалась с участием другой.

Альбом хозяйственных пород домашней птицы (1905) позволяет сравнить по рисункам гилянских и орловских кур, как их представляли в то время (рис. 3).



а  
б  
Рис.3. а – орловская порода; б – гилянская порода [4]

По этому рисунку можно увидеть практически все отмеченные выше отличия гилянских кур от орловской породы. Дополнительно к указанным различиям можно добавить более узкий, приближающийся к бичеобразной форме хвост гилянских. У орловских кур хвост короче и его «веер» больше раскрыт, также отметим их более глубокую грудь.

Рисунок позволяет предположить, что автор сделал его не только «с натуры», но и внёс творческие изменения. Так, изображённая гилянская птица имеет пятнистую окраску оперения, которая не отмечалась в описании ни гилянских, ни орловских кур. Следует отметить и селекционную нестыковку. Борода изображённых гилянских кур имеет белый цвет. Если обратиться к современным окраскам орловской породы, то борода белого цвета может быть у ситцевых, красно- и черно-пёстрых, а также у белых. Исключая белую окраску, в генотипе белобородых окрасок обязательно должно быть наличие рецессивных аллелей пестроты ( $mo^+/mo^+$ ) гена «Мо» (Mottling). Отметим, что белая окраска кур как рецессивная, так и доминантная не исключают в генотипе наличия  $mo^+/mo^+$ . А изображённая на рисунке гилянских красная чёрно-пятнистая окраска исключает наличие в генотипе пестроты ( $mo^+/mo^+$ ), что говорит, по нашему мнению, о наличии домысла автора рисунка, но не о фотографической точности изображённого объекта. Этот факт снижает уровень доверия к рисунку, хотя не отрицает его важности, как единственного исторического изображения этой породы кур.

Большое количество общих признаков гилянской породы с курами гергебильской популяции позволило птицеводам считать эту популяцию производной знаменитых Гилянок.

Поэтому птицеводы Дагестана в январе 2016 на общем собрании, проходившем в обсуждении гергебильской птицы, решили принять её в качестве гилянкой породы и организовали клуб любителей гилянкой породы (КЛГП) [9]. Председателем клуба избран заводчик этой птицы Дибиров (Байбулатов) Мухаммадсаид Байбулатович.

Допущение, что гергебильская популяция является прямым потомком исторической гилянкой породы требует нахождения точек соприкосновения этих групп птиц. Поскольку исторические данные по гергебильской птице имеются лишь с недавнего времени, то поиск удобнее проводить по истории гилянкой породы.

Общепринято, что гилянкой порода попала в Россию из Персии, а именно из провинции Гилян. Однако до сих пор этому предположению нет подтверждения ни историческими фактами, ни наличием птицы в современном Иране (Персии), которую можно было бы определить, как потомка знаменитых гилянских кур.

Да и в истории Ирана (Персии) не встречаются упоминания о породе кур, которую можно было бы отнести к гилянкой. Кроме того, в мировом птицеводстве нам не известны упоминания о том, чтобы из Персии где-нибудь была бы получена гилянкой порода кур.

Александр Муханов – известный российский знаток бойцового птицеводства, смог найти информацию о наличии в современном Иране (Персии) бородатых бойцовых, имеющих сходство не с гилянскими или малайскими, а лишь с Азиль. Некрупные, с коротким квадратным корпусом и не очень высоким поставом, опущенным (бойцовым) хвостом эти птицы никак не ассоциируются с гилянскими (рис. 4).

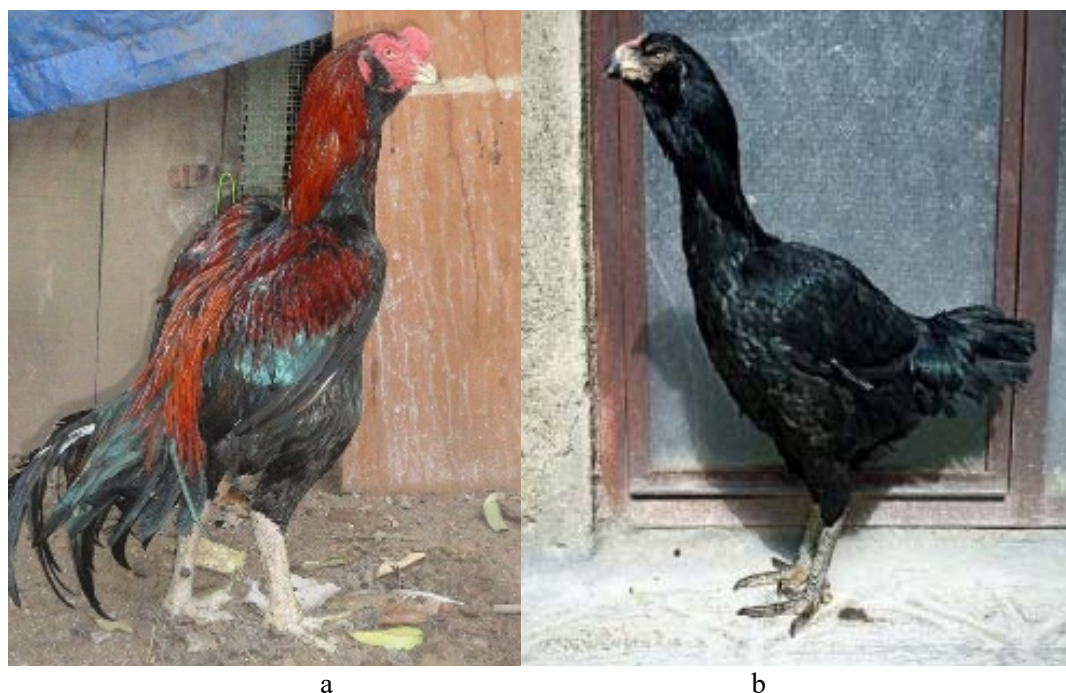


Рис. 4. Петух (а) и курица (б) современных бородатых боцовых кур Ирана [10]

Приведённая на рис. 3 птица совершенно не похожа на крупную, высоконогую с длинной спиной малайскую породу, считающуюся родоначальником и орловских, и гилянских кур.

Существует ещё одна, менее связанная с Персией версия происхождения названия породы. В середине первого тысячелетия персидские власти по окраинам своей империи строили форпосты – укрепленные населенные пункты. Среди таких появилось селение, образованное выходцами из персидской провинции Гилян. В память о родных местах переселенцы назвали его – Гиляны. В настоящее время это поселение находится на территории Чеченской Республики Ичкерия недалеко от границы с Дагестаном. К XVIII веку это поселение было уже русским форпостом в русско-турецких войнах. Снабжение большинства

форпостов того района осуществлялось из Астрахани через Кизляр, в который и приводил торговый путь из Гергебиля. Таким образом, возвращавшиеся из поездки в Гиляны снабженцы могли на обратном пути привезти купленных в Кизляре крупных, красивых кур.

**Выводы.** Таким образом, не настаивая, ни на одной из версий, заметим, что в настоящее время на территории Дагестана, в основном в Гергебильском районе, разводится очень большая группа птицы, соответствующая историческим описаниям гилянской породы, и имеются пути, по которым она могла бы попасть к российским птицеводам под названием Гилянской. То есть высока вероятность того, что современная гергебильская птица Ундуч является потомком предковой формы русской гилянской породы кур.

### Литература

1. **Тыщенко В.И., Терлецкий В.П.** Выявление биоразнообразия в породах кур и их паспортизация с помощью мультилокусного анализа // Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных: международная научно-практическая конференция (ВНИИГРЖ, 29-30 мая 2019, Постерный доклад). – СПб.: ВНИИГРЖ, 2019.
2. **Абозин И.И.** Птицеводство: Птичий двор в русских хозяйствах. – СПб.: Девриен, 1895. – 748 с.
3. **Теплов Н.Г.** Птичий двор. – СПб, 1774. – 104 с.
4. **Альбом** хозяйственных пород домашней птицы. – СПб: Императорское Российское общество птицеводства, 1905. – 148 с.
5. **Ненюков С.С.** Каталог племенного птицеводства, кролиководства, козоводства и голубеводства. – Нижний-Новгород: Типо-Литография С. Петрова, 1908. – 112 с.
6. **Елагин П.Н.** Практическое птицеводство: содержание и разведение птиц в русских хозяйствах. – изд. 5-е. – Л.: Мысль, 1925. – 334 с.
7. **Герасимов Д.И.** Основы промыслового птицеводства. – Киев, 1914. – 321 с.
8. **Моисеева И.Г., Семенова С.К., Банникова Л.В., Филиппова Н.Д.** Генетическая структура и происхождение старой русской орловской породы кур // Генетика. – 1994. – Т.30. – №5. – С. 681-694.
9. **Дибировов (Байбулатов) М.Б.** URL: <https://fermer.ru/comment/1076305751> #comment-1076305751 (дата обращения: 08.04.2020).
10. **Муханов А.** URL: <https://fermer.ru/comment/1076306470> #comment-1076306470 (дата обращения: 08.04.2020).

### Literatura

1. **Tyshchenko V.I., Terleckij V.P.** Vyyavlenie bioraznoobraziya v porodah kur i ih pasportizaciya s pomoshch'yu mul'tilokusnogo analiza // Dostizheniya v genetike, selekcii i vosproizvodstve sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (VNIIGRZH, 29-30 maya 2019, Posternyj doklad). – SPb.: VNIIGRZH, 2019.
2. **Abozin I.I.** Pticevodstvo: Ptichij dvor v russkih hozyajstvah. – SPb.: Devrien, 1895. – 748 s.
3. **Teplov N.G.** Ptichij dvor. – SPb, 1774. – 104 s.
4. **Al'bom** hozyajstvennyh porod domashnej pticy. – SPb: Imperatorskoe Rossijskoe obshchestvo pticevodstva, 1905. – 148 s.
5. **Nenyukov S.S.** Katalog plemennogo pticevodstva, krolikovodstva, kozevodstva i golubevodstva. – Nizhnij-Novgorod: Tipo-Litografiya S. Petrova, 1908. – 112 s.
6. **Elagin P.N.** Prakticheskoe pticevodstvo: soderzhanie i razvedenie ptic v russkih hozyajstvah. – izd. 5-e. – L.: Mysl', 1925. – 334 s.
7. **Gerasimov D.I.** Osnovy promysloвого pticevodstva. – Kiev, 1914. – 321 s.
8. **Moiseeva I.G., Semenova S.K., Bannikova L.V., Filippova N.D.** Geneticheskaya struktura i proiskhozhdenie staroj russkoj orlovskoj porody kur // Genetika. – 1994. – T.30. – №5. – S. 681-694.
9. **Dibirovov (Bajbulatov) M.B.** URL: <https://fermer.ru/comment/1076305751> #comment-1076305751 (data obrashcheniya: 08.04.2020).
10. **Muhanov A.** URL: <https://fermer.ru/comment/1076306470> #comment-1076306470 (data obrashcheniya: 08.04.2020).

УДК 62-97/98

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12115

Доктор техн. наук **А.П. КАРТОШКИН**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, akartoshkin@yandex.ru)  
Канд. техн. наук **А.И. ФОМИЧЕВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, aif-57@mail.ru)  
Канд. техн. наук **В.А. ДОЛГУШИН**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, dolgushin.va@yandex.ru)

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ И ТОПЛИВНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРА «МИТРАКС Т-10»**

Тракторы являются основными средствами механизации сельскохозяйственных работ. Переход экономики России на рыночные отношения, внедрение новых организационных форм хозяйствования в агропромышленном комплексе, включая развитие крестьянских (фермерских) хозяйств, требует совершенствования материально-технической базы АПК, в том числе тракторов.

В последние годы наблюдается тенденция роста номенклатуры этой техники. Так, разработаны и широко рекламируются конкурентоспособные обычные и малогабаритные тракторы [1, 2]. Широкое распространение получили тракторы зарубежного производства [4, 5].

Для решения этих задач заводы и фирмы-производители ведут непрерывные работы по совершенствованию конструкции серийных агрегатов и узлов, а также разрабатывают и проектируют новые, более совершенные модели [6, 7]. Одной из таких разработок является трактор «Митракс Т-10».

Семейство «Митракс» – это садовые минитракторы, разработанные и производимые в Санкт-Петербурге. Комплектующие узлы и детали для них в основном производятся в России.

Особенность трактора «Митракс» состоит в том, что наряду с функциями скашивания и уборки травы, очистки территорий от снега он может эффективно проводить как основную, так и поверхностную обработку почвы на небольших участках и в теплицах, а также выполнять транспортные и другие хозяйственные работы [6].

Тракторы должны отвечать определенным эксплуатационным требованиям, базирующимся на научно обоснованных свойствах и показателях. К числу этих требований относят обеспечение высокой производительности и экономичности. Производительность трактора, работающего в агрегате с сельскохозяйственными машинами, зависит от их ширины захвата, от мощности тракторного двигателя, тягового сопротивления машин, средней скорости движения машинно-тракторного агрегата и ряда других факторов. В связи с этим производительность определяется энергонасыщенностью и тягово-сцепными свойствами тракторов [3].

**Цель исследования.** Для адаптации малогабаритного трактора торговой марки «Митракс» к условиям эксплуатации в Северо-Западном регионе необходима оценка тягово-сцепных свойств и топливно-экономических показателей его работы.

На кафедре «Автомобили, тракторы и технический сервис» Санкт-Петербургского государственного аграрного университета проведены стендовые испытания трактора «Митракс Т-10».

**Материалы, методы и объекты исследований.** Объектом исследования является трактор «Митракс Т-10».

Установка трактора на стенде и применяемое во время испытаний оборудование показаны на рисунках 1, 2 и 3.

Параметры стенда:

1. Длина окружности бегового барабана стенда (рис. 1) позволяет трактору преодолеть расстояние в 100 м за 23 оборота барабана.
2. Предел измерения динамометра ДЭП-3 (рис.2) составляет 30 кН.
3. Предел измерения устройства расхода топлива (рис. 3) составляет 2,8 л/мин;



Рис. 1. Общий вид испытательного стенда

Методика проведения стендовых испытаний, необходимые измерения и обработка опытных данных выполнялись в соответствии с требованиями ГОСТ 7057-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний» [8] и ГОСТ 30745-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей» [9]:

1. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 7057-2001 [8] на трёх передачах, так как они являются основными рабочими передачами для испытываемого трактора. При этом рычаг регулятора топливного насоса устанавливался в положение, соответствующее максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.
2. Нагрузка увеличивалась в точке прицепа от 0 до максимального значения. На каждой передаче проводили не менее 3 опытов.
3. При проведении испытаний измеряли и заносили в таблицы следующие параметры:
  - сила тяги на крюке  $P_{кр}$ , кН (независимая переменная величина);
  - время опыта  $t$ , с;
  - изменение показаний расходомера топлива  $G_{оп}$ ;
  - число оборотов левого  $n_{л}$  и правого  $n_{п}$  ведущих колес.

На основе полученных опытных данных в соответствии с ГОСТ 30745-2001 [9] определялись следующие параметры испытаний: скорость движения  $v_p$ , м/с; полезная крюковая мощность  $N_{кр}$ , кВт; часовой расход топлива  $G_{кр}$ , кг/ч; удельный расход топлива  $g_{кр}$ , г/кВт ч; буксование ведущих колес трактора  $\delta$ , %.



Рис. 2. Динамометр электронный переносной ДЭП-3



Рис. 3. Электронный расходомер топлива К-200

По расчетным параметрам испытаний получена тяговая характеристика трактора. Указанная характеристика представляет собой графическую зависимость ( $v_p$ ,  $N_{кр}$ ,  $\delta$ ,  $G_{кр}$ ,  $g_{кр}$ ) от силы тяги на крюке  $P_{кр}$  [10].

**Результаты исследований.** Результаты тягово-динамических и топливно-экономических испытаний трактора «Митракс Т-10» в лабораторных условиях приведены в таблицах 1 - 4 и показаны на рисунках 4 - 9.

Таблица 1. Результаты испытаний трактора «Митракс Т-10» на I передаче

Первая передача									
замер					расчет				
№ опыта	$P_{кр}, \text{кН}$	$t, \text{с}$	$n_{кол}, \text{об}$	$G_{оп}, \text{г}$	$v, \text{м/с}$	$N_{кр}, \text{кВт}$	$\delta, \%$	$G_{кр}, \text{кг/ч}$	$g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{ч}$
1	0	120	60	10	0,83	0,00	0%	0,30	$\infty$
2	0,6	144	62	25	0,69	0,41	3%	0,63	1529,0
3	1,0	153	63	35	0,65	0,64	5%	0,82	1284,4
4	1,2	157	64	40	0,64	0,75	7%	0,92	1223,2
5	1,4	161	66	45	0,62	0,85	10%	1,01	1179,5
6	1,6	166	73	55	0,60	0,95	22%	1,19	1261,4
7	1,7	-	-	-	-	-	100%	-	-

$$\eta_{\text{ТЯГ}} = \frac{N_{кр}}{N_e} = 13\%; \quad \varphi_{кр} = \frac{P_{кр}}{G} = 0,63$$

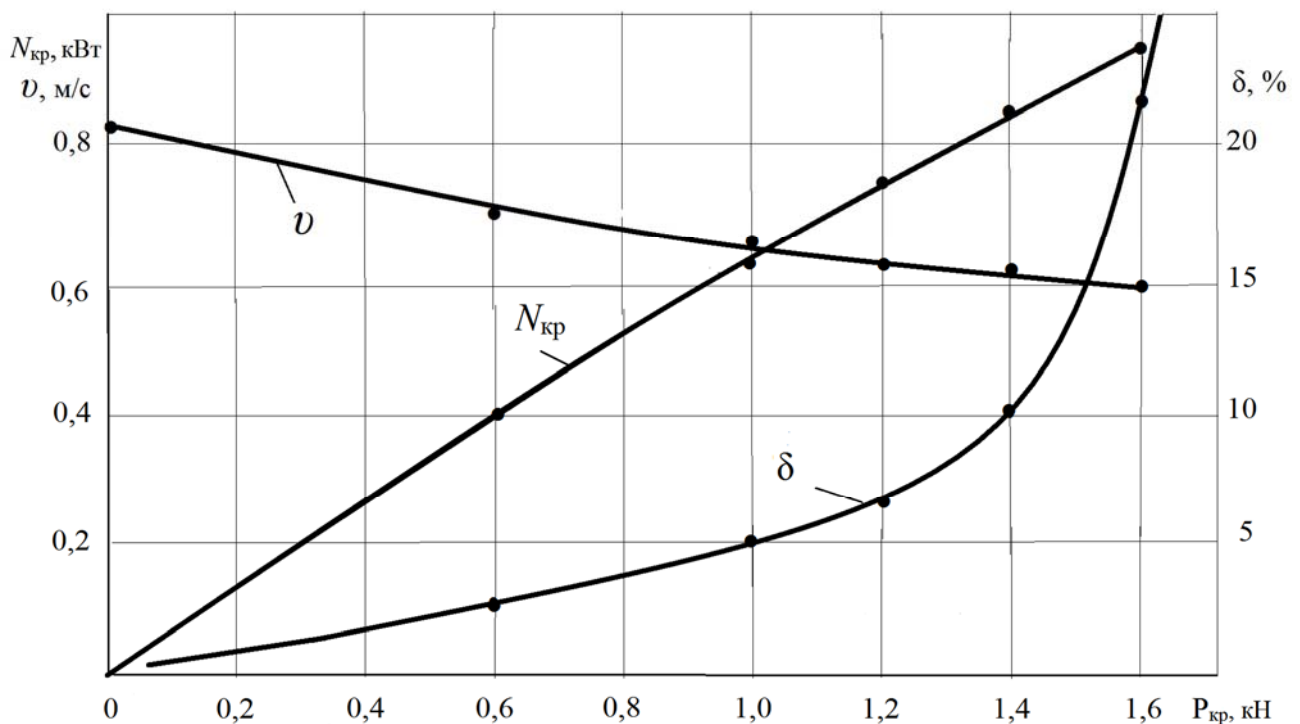


Рис. 4. Тягово-динамическая характеристика трактора «Митракс Т-10» на I передаче

Анализ результатов испытаний трактора «Митракс Т-10» на первой передаче (табл. 1, рис. 4) показывает, что с ростом нагрузки  $P_{кр}$  от 0 до 1,6 кН увеличивается крутящая мощность  $N_{кр}$  до 0,95 кВт. Буксование  $\delta$  при этом увеличивается до 22%, а скорость трактора снижается с 2,8 км/ч до 2,2 км/ч (с 0,83 м/с до 0,60 м/с). Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к срыву ведущих колес трактора на буксование.

Несмотря на достаточно высокий коэффициент использования веса трактора  $\varphi_{кр} = 0,63$ , общий вес трактора недостаточен для реализации максимальной мощности двигателя (7,36 кВт). Тяговый КПД трактора при работе на первой передаче составляет  $\eta_{тяг} = 13\%$ .

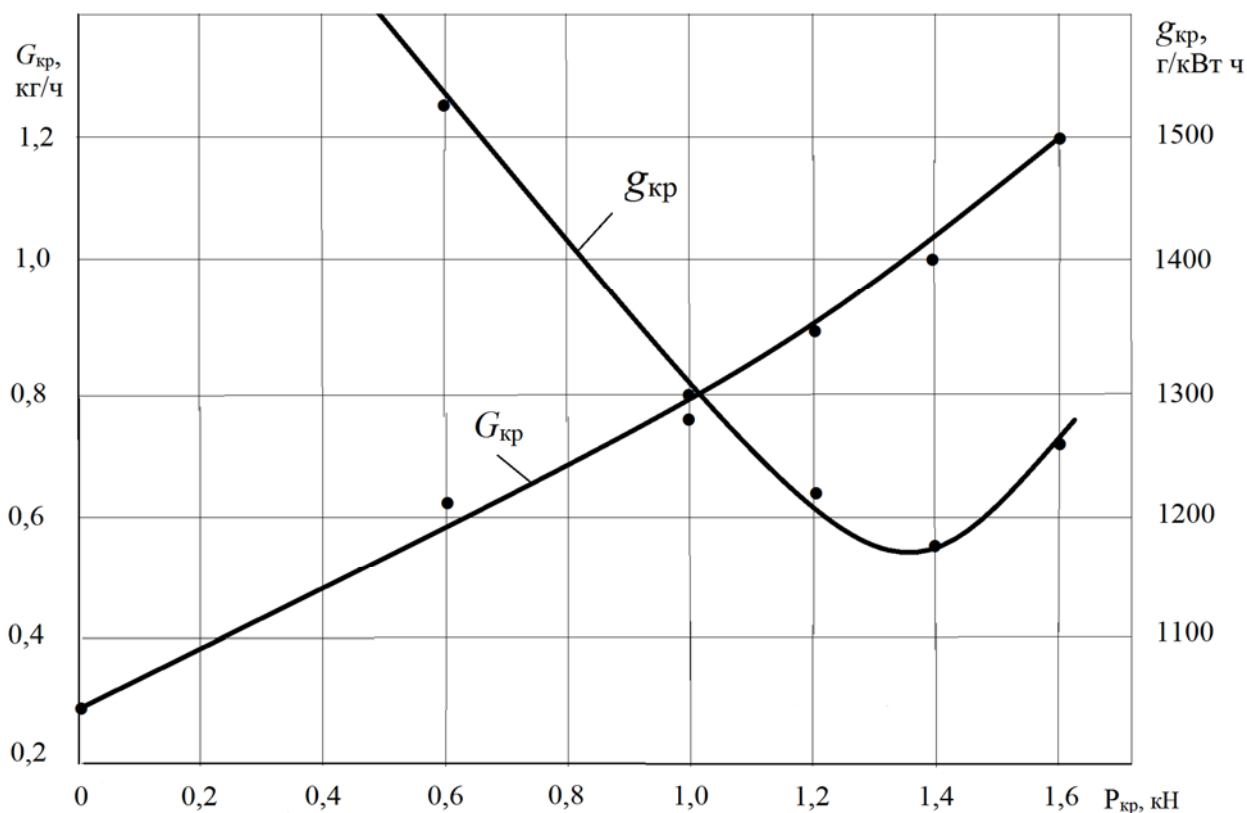


Рис. 5. Топливо-экономическая характеристика трактора «Митракс Т-10» на I передаче

Часовой расход топлива  $G_{кр}$  с увеличением нагрузки  $P_{кр}$  от 0 до 1,6 кН увеличивается от 0,3 до 1,2 кг/ч. Удельный расход топлива достигает наименьшего значения при нагрузке на крюке  $P_{кр} = 1,4$  кН. (табл. 1, рис. 5).

Таблица 2. Результаты испытаний трактора «Митракс Т-10» на II передаче

Вторая передача									
замер					расчет				
№ опыта	$P_{кр}, \text{кН}$	$t, \text{с}$	$n_{кол}, \text{об}$	$G_{оп}, \text{г}$	$v, \text{м/с}$	$N_{кр}, \text{кВт}$	$\delta, \%$	$G_{кр}, \text{кг/ч}$	$g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{ч}$
1	0	70	61	5	1,43	0,00	0%	0,26	$\infty$
2	0,6	71	61	16	1,41	0,83	2%	0,81	978,6
3	1,0	72	62	20	1,39	1,09	3%	1,00	917,4
4	1,2	74	62	24	1,35	1,33	3%	1,17	880,7
5	1,4	77	63	29	1,30	1,53	5%	1,36	886,9
6	1,6	79	65	34	1,27	1,74	8%	1,55	891,2
7	1,7	82	71	39	1,22	1,91	18%	1,71	894,5
8	1,7	-	-	-	-	-	100%	-	-



$$\eta_{\text{тяги}} = \frac{N_{\text{кр}}}{N_e} = 26\%; \quad \phi_{\text{кр}} = \frac{P_{\text{кр}}}{G} = 0,63$$

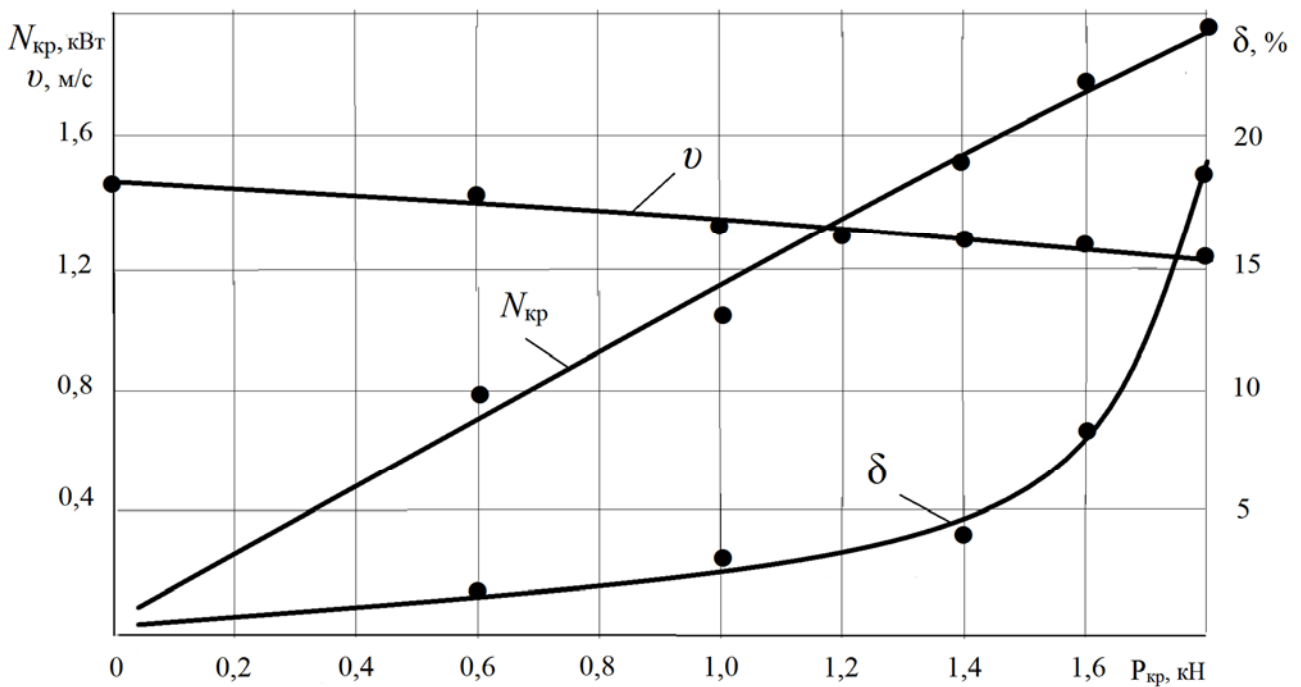


Рис. 6. Тягово-динамическая характеристика трактора «Митракс Т-10» на II передаче

Анализ результатов испытаний трактора «Митракс Т-10» на второй передаче (табл. 2, рис. 6) показывает, что с ростом нагрузки  $P_{\text{кр}}$  от 0 до 1,7 кН увеличивается крутящая мощность  $N_{\text{кр}}$  до 1,91 кВт. Буксование  $\delta$  при этом составляет 18%, а скорость трактора снижается с 5,1 км/ч до 4,4 км/ч (с 1,43 м/с до 1,22 м/с). Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к срыву ведущих колес трактора на буксование.

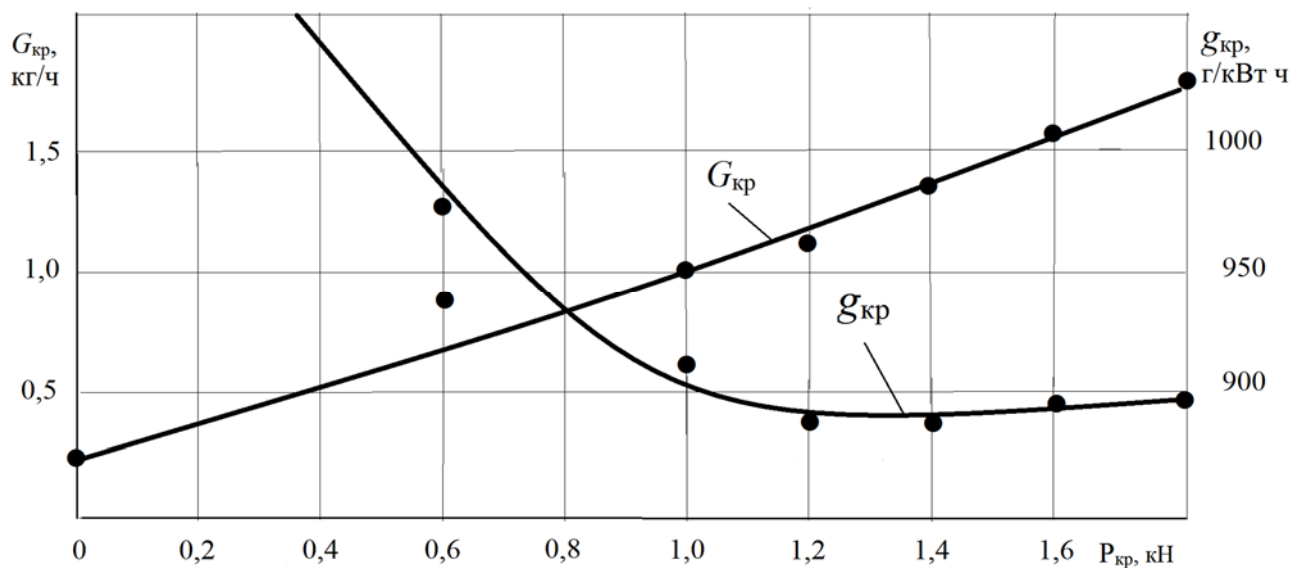


Рис. 7. Топливо-экономическая характеристика трактора «Митракс Т-10» на II передаче

Часовой расход топлива  $G_{\text{кр}}$  с увеличением нагрузки  $P_{\text{кр}}$  от 0 до 1,7 кН увеличивается от 0,26 до 1,71 кг/ч. Удельный расход топлива достигает наименьшего значения при нагрузке на крюке  $P_{\text{кр}} = 1,4$  кН. (табл. 2, рис. 7).

Несмотря на достаточно высокий коэффициент использования веса трактора  $\varphi_{кр} = 0,63$ , общий вес трактора недостаточен для реализации максимальной мощности двигателя (7,36 кВт). Тяговый КПД трактора при работе на второй передаче составляет  $\eta_{тяг} = 26\%$ .

Таблица 3. Результаты испытаний трактора «Митракс Т-10» на III передаче

Третья передача									
замер					расчет				
№ опыта	$P_{кр}, \text{кН}$	$t, \text{с}$	$n_{кол}, \text{об}$	$G_{оп}, \text{г}$	$v, \text{м/с}$	$N_{кр}, \text{кВт}$	$\delta, \%$	$G_{кр}, \text{кг/ч}$	$g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{ч}$
1	0	41	60	8	2,5	0,00	0%	0,70	$\infty$
2	0,8	43	61	20	2,3	2,33	2%	1,67	716,7
3	1,2	46	62	25	2,2	2,56	3%	1,96	764,5
4	1,6	60	66	35	1,8	2,62	10%	2,10	802,8
5	1,7	-	-	-	-	-	100%	-	-

$$\eta_{тяг} = \frac{N_{кр}}{N_e} = 36\%; \quad \varphi_{кр} = \frac{P_{кр}}{G} = 0,63$$

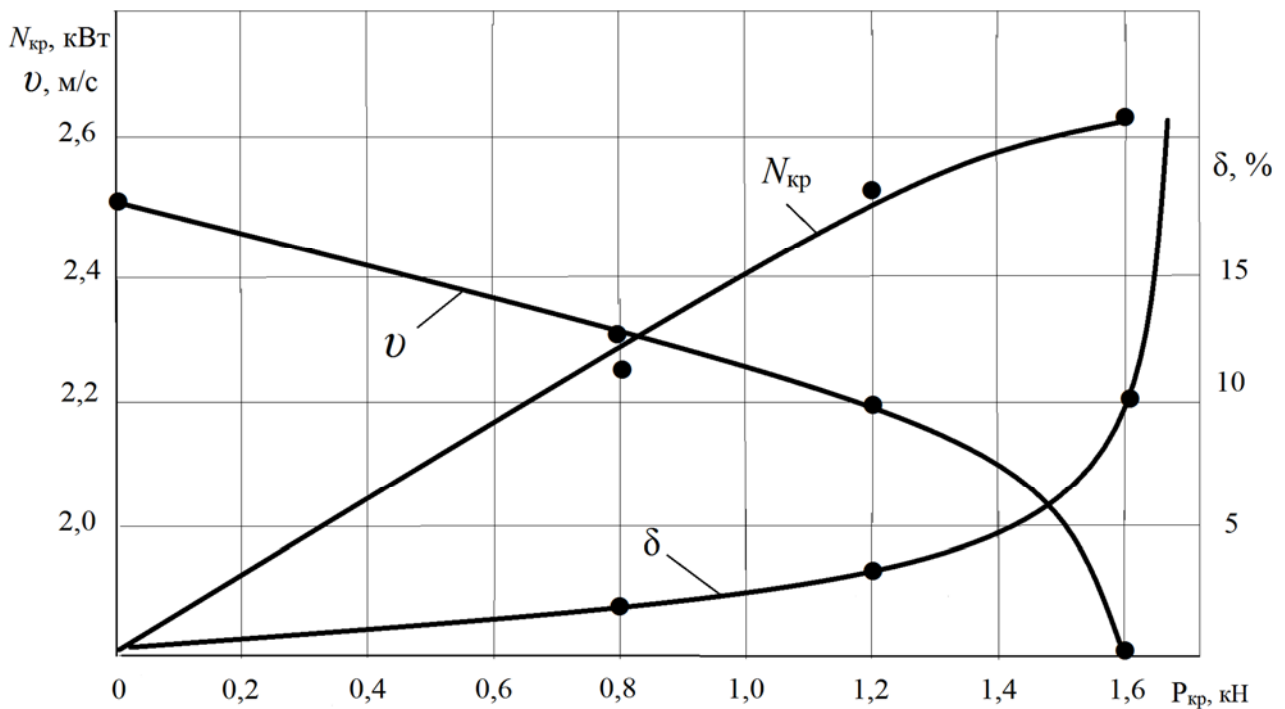


Рис. 8. Тягово-динамическая характеристика трактора «Митракс Т-10» на III передаче

Анализ результатов испытаний трактора «Митракс Т-10» на третьей передаче (табл. 3, рис. 8) показывает, что с ростом нагрузки  $P_{кр}$  от 0 до 1,6 кН увеличивается крутящая мощность  $N_{кр}$  до 2,62 кВт. Буксование  $\delta$  при этом составляет 10%, а скорость трактора снижается с 9,0 км/ч до 6,9 км/ч (с 2,5 м/с до 1,8 м/с). Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к срыву ведущих колес трактора на буксование.

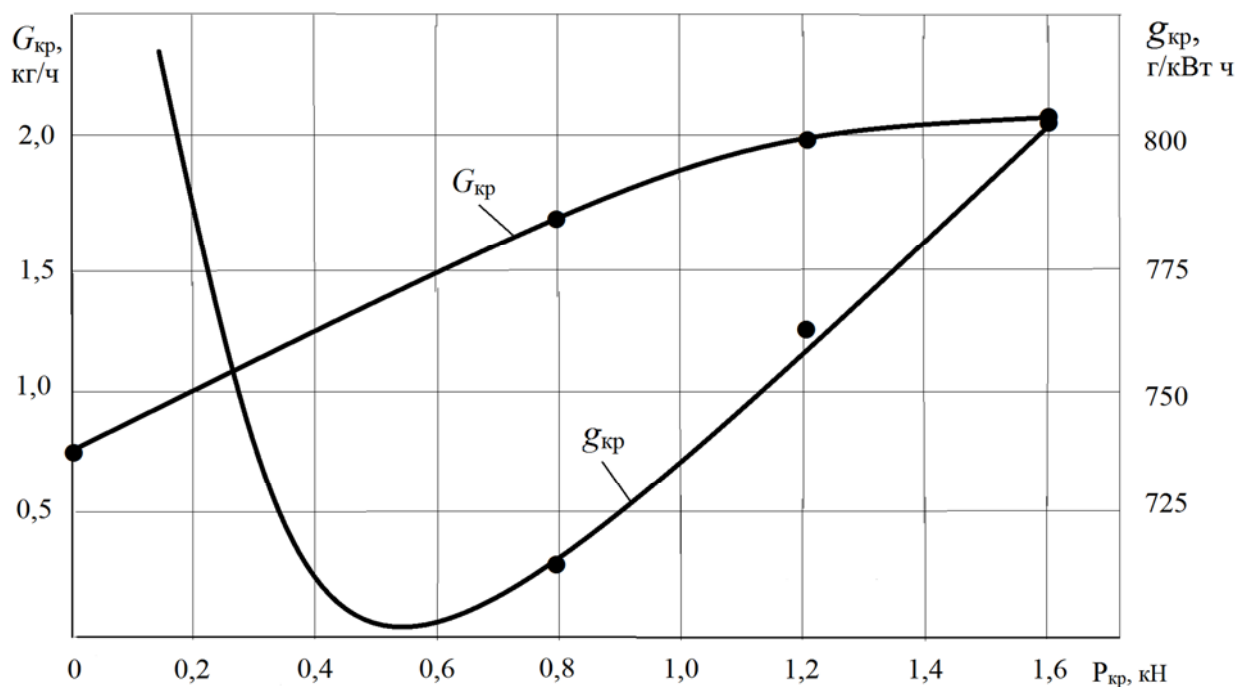


Рис. 9. Топливо-экономическая характеристика трактора «Митракс Т-10» на III передаче

Несмотря на достаточно высокий коэффициент использования веса трактора  $\varphi_{кр.} = 0,63$ , общий вес трактора недостаточен для реализации максимальной мощности двигателя (7,36 кВт). Тяговый КПД трактора при работе на третьей передаче составляет  $\eta_{тяг} = 36\%$ .

#### Выводы:

1. Трактор «Митракс Т-10» в данной комплектации и компоновке способен обеспечить тяговое усилие на крюке 15 кН при допустимом буксовании 14% на всех передачах.

2. Анализ результатов тягово-динамических и топливно-экономических испытаний трактора «Митракс Т-10» на различных передачах показал, что, несмотря на достаточно высокий коэффициент использования веса трактора ( $\varphi_{кр} = 0,63$ ), общий вес трактора недостаточен для реализации максимальной мощности двигателя (7,36 кВт).

3. По итогам испытаний выявлено, что на тракторе «Митракс Т-10» целесообразно использовать двигатель меньшей мощности, обеспечивающий полученное тяговое усилие с одновременным снижением расхода топлива.

#### Литература

1. Картошкин А.П., Усс И.Н., Бобровник А.И., Левков В.Г., Варфоломеева Т.А., Фомичев А.И. Тракторы: учебное пособие. – СПб.: Проспект Науки, 2018. – 736 с.
2. Поливаев О.И., Костиков О.М., Вороховин А.В., Ведринский О.С. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие / Под общ. ред. проф. О. И. Поливаева. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.
3. Поливаев О.И., Гребнев В.П., Вороховин А.В. Теория трактора и автомобиля: учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 232 с.
4. Трактор-РЕВИЮ Интернет-журнал о сельскохозяйственной спецтехнике. – URL: <https://tractorreview.ru> (дата обращения: 02.04.2020 г.).
5. Тракторы БЕЛАРУС 322/422/622. Руководство по эксплуатации. – URL: <https://traktor-zarphast.ru/rukovodstvo-po-kspluatatsii-belarus-320> (дата обращения: 02.04.2020 г.).
6. Митракс. Садовые тракторы. – URL: <https://mitrax.ru> (дата обращения: 02.04.2020 г.).
7. Картошкин А.П., Фомичев А.И., Долгушин В.А. Результаты стендовых испытаний трактора «Скаут Т-18». // Известия МААО. – 2018. – Вып. 41, Том 1. – С. 66-72.
8. ГОСТ 7057-2001. «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний».

9. ГОСТ 30745-2001. «Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей».
10. Картошкин А.П., Фомичев А.И. Тракторы и автомобили. Тяговый расчет трактора с механической ступенчатой трансмиссией: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. – СПб.: СПбГАУ, 2018. – 75 с.

### Literatura

- 1 **Kartoshkin A.P., Uss I.N., Bobrovnik A.I., Levkov V.G., Varfolomeeva T.A., Fomichev A.I.** Traktory: uchebnoe posobie. - SPb.: Prospekt Nauki, 2018. – 736 s.
- 2 **Polivaev O.I., Kostikov O.M., Vorohobin A.V., Vedrinskij O.S.** Konstrukciya traktorov i avtomobilej: uchebnoe posobie / Pod obshch. red. prof. O. I. Polivaeva. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2013. – 288 s.
- 3 **Polivaev O.I., Grebnev V.P., Vorohobin A.V.** Teoriya traktora i avtomobilya: uchebnik. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2016. – 232 s.
- 4 **Traktor-REVYU** Internet-zhurnal o sel'skohozyajstvennoj spectekhnike. – URL: <https://tractorreview.ru> (data obrashcheniya: 02.04.2020 g.).
- 5 **Traktory BELARUS 322/422/622. Rukovodstvo po ekspluatacii.** – URL: <https://traktor-zapchast.ru/rukovodstvo-po-kspluatatsii-belarus-320> (data obrashcheniya: 02.04.2020 g.).
- 6 **Mitraks. Sadovye traktory.** – URL: <https://mitrax.ru> (data obrashcheniya: 02.04.2020 g.).
- 7 **Kartoshkin A.P., Fomichev A.I., Dolgushin V.A.** Rezul'taty stendovyh ispytaniy traktora «Skaut T-18». // Izvestiya MAAO. – 2018. – Vyp. 41, Tom 1. – S. 66-72.
- 8 **GOST 7057-2001.** «Traktory sel'skohozyajstvennyye. Metody ispytaniy».
- 9 **GOST 30745-2001.** «Traktory sel'skohozyajstvennyye. Opredelenie tyagovyh pokazatelej».
- 10 **Kartoshkin A.P., Fomichev A.I.** Traktory i avtomobili. Tyagovyj raschet traktora s mekhanicheskoy stupenchatoj transmissiej: uchebno-metodicheskoe posobie dlya samostoyatel'noj raboty obuchayushchihsya po napravleniyu podgotovki 23.03.03 Ekspluatsiya transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov. – SPb.: SPbGAU, 2018. – 75 s.

УДК 621.43: 629.366: 631.37

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12123

Канд. техн. наук, доцент **В.А. РАКОВ**  
(ВоГУ, vyacheslav.rakov@mail.ru)Канд. с.-х. наук, доцент **В.И. ЛИТВИНОВ**  
(Вологодская ГМХА, Lit.vinov@mail.ru)

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНАХ

Наибольшие затраты при выращивании земляных культур и обслуживании животноводческих ферм отводятся на обеспечение работы машинно-тракторного парка.

Постоянное повышение эффективности производства и высокий уровень конкуренции заставляют искать пути уменьшения снижения затрат. В направлении совершенствования конструкции машин такими путями является: повышение КПД двигателей внутреннего сгорания; изменение конструкции рабочего органа; повышение эффективности трансмиссии; удешевление топлива, применяемого для сельскохозяйственных машин; снижение стоимости самих машин.

Повышение КПД дизельных двигателей в настоящее время осуществляется за счет применения наддува впускного воздуха, улучшения качества распыла топлива форсункой, применением смазок с улучшенными антифрикционными свойствами. В двигателях многих тракторов и комбайнов такие мероприятия уже применяются, и дальнейшее повышение КПД требует кардинального изменения конструкции энергетической установки.

Трансмиссия сельскохозяйственных машин в сочетании с дизельным двигателем сложна и требует широкого диапазона изменяемых передаточных отношений и наличия специальных режимов работы при высоком передаваемом крутящем моменте. В результате она сложна, громоздка, имеет высокую стоимость обслуживания и ремонта.

Вместе с тем многие производители техники, агроинженерные институты готовы предложить нетрадиционные машины с комбинированной энергетической установкой (КЭУ) или полностью электрическим двигателем [1-4]. В автомобилестроении КЭУ помогают значительно снизить расход топлива, поэтому получили широкое распространение. Подобные решения в автомобилестроении не редкость, но в сельском хозяйстве большой популярности пока не получили. У региональных сельскохозяйственных предприятий из-за высоких цен на горюче-смазочные материалы все чаще возникает вопрос о возможности перевода машинно-тракторного парка на электрическую энергию.

**Цель исследования** – проведение анализа экономической эффективности замены традиционных энергоустановок в сельскохозяйственных машинах на комбинированные и полностью электрические энергетические установки.

**Материалы, методы и объекты исследований.** В статье представлен сравнительный анализ результатов расчета затрат на эксплуатацию машин с разными типами энергетических установок в течение заданного периода эксплуатации. В качестве базовой машины для сравнения использован трактор МТЗ-82 с дизельным двигателем. Стоимость нового трактора МТЗ-82 без навесного оборудования принята равной 1,4 млн. руб. Его средний расход топлива при выполнении транспортных работ составляет около 6 литров дизельного топлива в час.

Сравнимый период эксплуатации принят равным 10 годам. К этому периоду, как правило, все инвестиции в сельхозмашины и оборудование должны окупиться, а их ресурс приближается к концу. За это время при условии 8-часового рабочего дня и 20 рабочих дней в месяц общая наработка за весь принятый период составит 19200 часов. Ресурс двигателя МТЗ-82 до капитального ремонта принят равным 8000 моточасам, ресурс топливной аппаратуры – 6000 моточасов. Стоимость ремонта топливной аппаратуры и других систем принята на основании усредненных данных специализированных технических центров.

*Обоснование стоимости трактора с КЭУ.*

Так как трактор МТЗ-82 в серийной модификации имеет только дизельный двигатель, требуется оценить его возможную первоначальную стоимость с КЭУ и электродвигателем. Для этого проанализирована стоимость серийных автомобилей с различными типами энергоустановок [6]. Увеличение стоимости таких машин с КЭУ составляет, как правило, от 35 до 50%.

Также можно оценить стоимость самих элементов энергоустановки. Так, стоимость тягового асинхронного электродвигателя мощностью 25 кВт может составлять 50 тыс. руб. Стоимость тягового накопителя электрической энергии для КЭУ составит 150 тыс. руб. Стоимость силового преобразователя напряжения (инвертора) составит 250 тыс. руб. Еще около 150 тыс. руб. потребуется на адаптацию бортовой системы электрооборудования машины. Таким образом, стоимость комбинированной энергоустановки для трактора с такими же характеристиками, как МТЗ-82, увеличится не менее чем на 600 тыс. руб.

Так как КЭУ имеет в своем составе ДВС, то все эксплуатационные затраты, связанные с его обслуживанием и ремонтом, сохраняются. Расход топлива у машин с КЭУ может быть ниже за счет стабилизации нагрузочного режима в зоне минимального удельного расхода топлива; выключения двигателя на холостом ходу. Однако, как показывают предыдущие результаты исследований [7], эффективность КЭУ может быть и ниже традиционной схемы из-за дополнительного двойного преобразования энергии в электрической передаче [8].

Особенностью последовательной схемы КЭУ является возможность передачи энергии от дизельного двигателя на ведущую ось только электрическим путем (рис. 1,А). При этом энергия преобразуется из одного вида в другой два раза.

Параллельная схема КЭУ почти полностью повторяет традиционную энергоустановку трактора МТЗ-82, но между ДВС и трансмиссией установлен электродвигатель-генератор (рис. 1,Б). Энергия на ведущую ось в этом случае может передаваться и традиционным механическим, и электрическим путем [9].

Опираясь на ранее проведенные исследования [10] и с учетом особенностей цикла работы трактора [6], авторами принят расход топлива последовательной схемы КЭУ таким же – 6,0 л/час, а трактора с параллельной схемой – на 20% ниже.

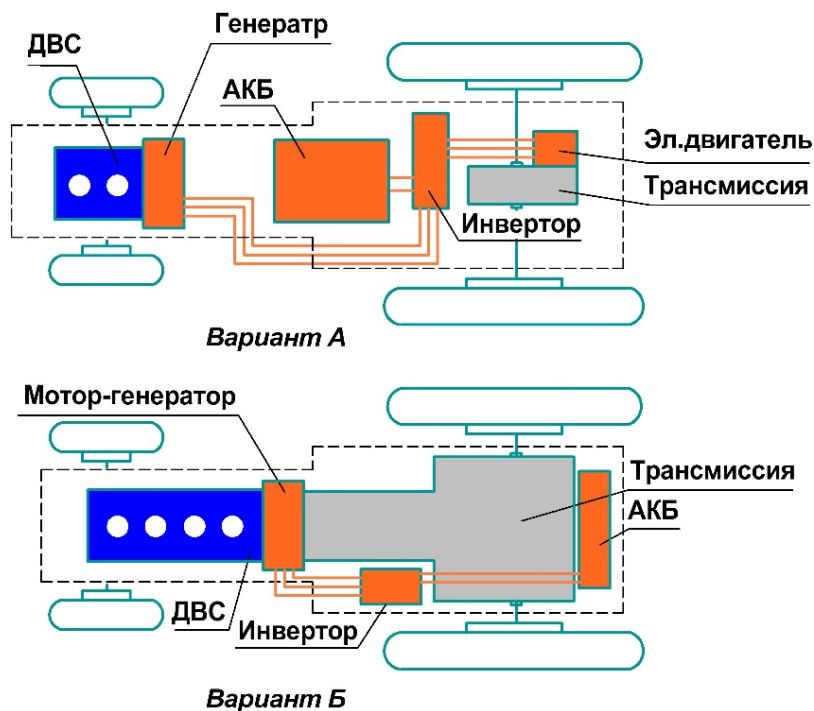


Рис. 1. Конструктивные схемы рассматриваемых типов КЭУ: вариант А – последовательная схема передачи энергии; вариант Б – параллельная схема передачи энергии

*Обоснование стоимости трактора с электродвигателем.* В тракторе с электроприводом отсутствует ДВС с сопутствующими системами: охлаждения, запуска, питания и смазки. В трансмиссии не будет сцепления и многоступенчатой трансмиссии. Стоимость всех этих компонентов может составлять около 350 тыс. руб. Эти затраты можно вычесть из стоимости машины.

Электрическая энергоустановка трактора будет состоять из электродвигателя, тягового инвертора и накопителя электрической энергии, состоящего из LiFePO<sub>4</sub> аккумуляторов. Основные характеристики энергоустановки трактора были определены авторами ранее [6].

Стоимость тягового электродвигателя может составлять 150 тыс. руб., инвертора – 350 тыс. руб. Тяговый накопитель энергии будет стоить 1500 тыс. руб. При этом в расчете используются характеристики аккумулятора LT-LYP200, емкостью 200 Ач, напряжением 3,2 В и массой около 10 кг. Для трактора потребуется около 100 таких аккумуляторов. Их ресурс составляет не более 2000 циклов (при глубине разряда не более 80%). Максимальная непрерывная выдаваемая мощность всей батареи составит 64 кВт.

Также нужно учесть, что трактор с электроприводом не будет требовать технического обслуживания, капитальных и средних ремонтов. Трансмиссия трактора с электроприводом не будет иметь переменных передач с механизмом переключения и сцепления, поэтому условно не потребует ремонта. Тормозная система трактора с электроприводом будет изнашиваться значительно меньше ввиду очень эффективного торможения тяговым электродвигателем.

Сопутствующие затраты, связанные с ремонтом и обслуживанием ходовой части, рулевого управления и шасси, не учитывались, так как будут для всех машин одинаковыми.

В таблице приведены сравнительные затраты на эксплуатацию машин с различными типами энергетических установок.

Таблица. Сводная таблица затрат на эксплуатацию сельхозмашины с различными типами энергоустановок

Наименование критерия	Трактор с ДВС, тыс. руб.	Трактор с КСУ, тыс. руб.		Трактор с электроприводом, тыс. руб.
		последовательная схема (А)	параллельная схема (Б)	
Начальная стоимость	1400	2000	2000	3000
Расход топлива, вид, энергии за час работы	6 литров диз. топлива	6 литров диз. топлива	5 литров диз. топлива	эл. энергия 20 кВт·ч
Расходы на энергоноситель за час	0,276*	0,276*	0,230*	0,120**
Период эксплуатации, лет	10			
Наработка за период эксплуатации, моточасов	19200			
Затраты на энергоносители за весь срок эксплуатации	$19200 \times 0,46 = 5299,2$	$19200 \times 0,46 = 5299,2$	$19200 \times 0,368 = 4416$	$19200 \times 0,12 = 2034$
Зарядное устройство	-	-	-	50
Техническое обслуживание каждые 125 моточасов	20			2***
Затраты на ТО всего за период эксплуатации	$19200/125 \times 20 = 3072$			$19200/125 \times 2 = 307,2$
Текущий ремонт за период эксплуатации:				
- ремонт топливной аппаратуры		150		-
- замена сцепления		80		-
- ремонт тормозной системы		30		15
- ремонт КПП		80		-
Капитальный ремонт энергоустановки	$120 \times 4 = 480$	$200 \times 2 + 480 = 880$		$1500 \times 1 = 1500$ ****
Всего затрат	$1400 + 5299,2 + 3072 + 150 + 80 + 30 + 80 + 480 = 10591,2$	$2000 + 5299,2 + 30 + 72 + 150 + 80 + 30 + 80 + 880 = 11591,2$	$2000 + 4416 + 3072 + 150 + 80 + 30 + 80 + 880 = 10708$	$3000 + 2034 + 50 + 307,2 + 15 + 1500 = 6906,2$
Приведенные затраты на 1 час работы	$10591,2/1920 = 0,55$	$11591,2/1920 = 0,60$	$10708/1920 = 0,56$	$12206,2/1920 = 0,36$

\* принята стоимость одного литра дизельного топлива – 46 руб.

\*\* принята стоимость электроэнергии – 6 руб./кВт·час

\*\*\* предусмотрена доливка и замена масла в редукторе ведущего моста, обслуживание ходовой части

\*\*\*\* замена комплекта аккумуляторов каждые 2000 циклов разряда-заряда (16000 моточасов работы)

**Результаты исследований.** Путем суммирования всех затрат на покупку новой машины и ее эксплуатацию в течение 10 лет и приведения к одному часу работы получены удельные экономические затраты на эксплуатацию:

- трактор МТЗ-82 с ДВС – 10591,2 тыс. руб. (0,55 тыс. руб./час);
- трактор с КЭУ (вариант А) – 11591 тыс. руб. (0,64 тыс. руб./час);
- трактор с КЭУ (вариант Б) – 10708 тыс. руб. (0,64 тыс. руб./час);
- трактор с электроприводом – 6906,2 тыс. руб. (0,36 тыс. руб./час).

На графике (рис. 2) представлены сопоставительные затраты при эксплуатации трактора с различными типами энергетических установок.

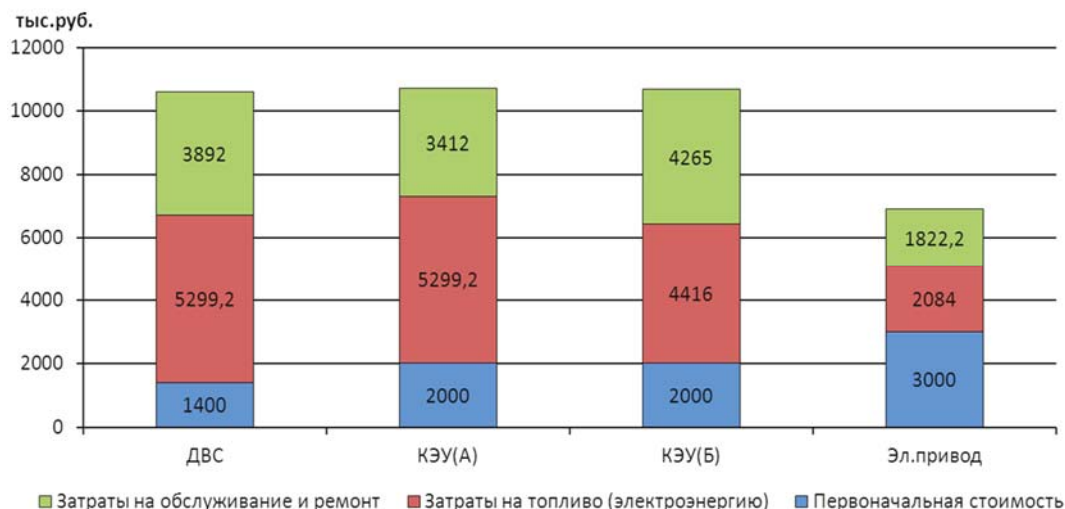


Рис. 2. Сравнительные затраты на 10-летний цикл эксплуатации трактора с различными типами энергоустановок

Таким образом, с учетом затрат на покупку нового трактора, топливо (электроэнергию), техническое обслуживание и ремонт трактора при условии восстановления работоспособности в течение всего срока эксплуатации энергетических установок затраты на трактор с КСУ будут на 14% выше, чем у трактора МТЗ-82 с дизельным двигателем. Трактор, работающий на электричестве, с учетом принятых допущений, может быть на 30% экономичнее.

**Выводы.** Приведенные расчеты показывают, что с учетом особенностей работы трактора использование комбинированной электромеханической энергоустановки экономически нецелесообразно. Полная электрификация трактора такого же типа, как МТЗ-82, может снизить затраты на выполняемые работы на 30% даже с учетом однократной замены аккумуляторной батареи.

Приведенный анализ показывает лишь экономическую сторону электрификации сельхозмашины. Однако при этом нельзя пренебречь рядом особенностей электрификации сельхозмашин. Агрессивные условия эксплуатации, высокая влажность могут повредить высоковольтное оборудование. Время непрерывной работы машины будет ограничено 4-6 часами за смену. Для эксплуатации трактора с электродвигателем и организации его обслуживания потребуется дополнительное обучение машинистов и механиков правилам электробезопасности, которые должны быть разработаны специально для такого типа машин.

### Литература

1. Дидманидзе О.Н., Иванов С.А., Иволгин В.А. Трактор с комбинированной энергоустановкой // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 6-7.
2. Ерохин М.Н., Дидманидзе О.Н., Иванов С.А., Иволгин В.С., Хлебанцев А.В. Использование комбинированной энергоустановки с накопителем энергии на тракторе // Труды НАМИ. – 2009. – № 241. – С. 119-122.
3. Прилуков А.В. Современное состояние сельскохозяйственных мобильных энергетических средств с электроприводом // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 4 (33). – С. 144-153.
4. Kellogg E.; Smith J. Heavy-Duty PHEV Yard Tractor: Controlled Testing and Field Results // World Electr. Veh. J. 2012, 5, 246-253.
5. Pistoia G. (2010). Electric and hybrid vehicles. Power sources, models, sustainability, infrastructure and the market. – Oxford: The Netherlands Linacre House. P.670.
6. Раков В.А., Литвинов В.И. Определение необходимой мощности двигателя комбинированной энергетической установки трактора // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (56). – С. 145-151.
7. Капустин А.А., Раков В.А. Перспективы использования различных типов конструкций комбинированных энергетических установок в автомобилях // 8-е Луканинские чтения.



- Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса: сборник трудов Международной научно-технической конференции. – 2019. – С. 538-550.
8. **Александров И.К., Несговоров Е.В., Раков В.А.** Тяговый расчет транспортных средств с адаптивным приводным двигателем // Вестник машиностроения. – 2010. – №2. – С. 16-18.
  9. **Lee D.H., Kim Y.J.** Development of a parallel hybrid system for agricultural tractors // Journal of the Faculty of Agriculture. 2017; №1 (62):137-144. DOI: 10.4271/2000-01-1543.
  10. **Раков В.А., Капустин А.А.** Оптимизация параметров энергетической установки гибридного трактора // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы Международной научно-технической конференции. – Вологда: ВоГУ, 2017. – С. 108-111.

### Literatura

1. **Didmanidze O.N., Ivanov S.A., Ivolgin V.A.** Traktor s kombinirovannoj energoustanovkoj // Sel'skij mekhanizator. – 2008. – № 11. – S. 6-7.
2. **Erohin M.N., Didmanidze O.N., Ivanov S.A., Ivolgin B.C., Hlebancev A.V.** Ispol'zovanie kombinirovannoj energoustanovki s nakopitelem energii na traktore // Trudy NAMI. – 2009. – № 241. – S. 119-122.
3. **Prilukov A.V.** Sovremennoe sostoyanie sel'skohozyajstvennyh mobil'nyh energeticheskikh sredstv s elektroprivodom // Innovacii v sel'skom hozyajstve. – 2019. – № 4 (33). – S. 144-153.
4. **Kellogg E.; Smith J.** Heavy-Duty PHEV Yard Tractor: Controlled Testing and Field Results // World Electr. Veh. J. 2012, 5, 246-253.
5. **Pistoia G. (2010).** Electric and hybrid vehicles. Power sources, models, sustainability, infrastructure and the market. – Oxford: The Netherlands Linacre House. P.670.
6. **Rakov V.A., Litvinov V.I.** Opredelenie neobhodimoy moshchnosti dvigatelya kombinirovannoj energeticheskoy ustanovki traktora // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3 (56). – S. 145-151.
7. **Kapustin A.A., Rakov V.A.** Perspektivy ispol'zovaniya razlichnyh tipov konstrukcij kombinirovannykh energeticheskikh ustanovok v avtomobilyah // 8-e Lukaninskie chteniya. Problemy i perspektivy razvitiya avtotransportnogo kompleksa: sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. – 2019. – S. 538-550.
8. **Aleksandrov I.K., Nesgovorov E.V., Rakov V.A.** Tyagovyy raschet transportnykh sredstv s adaptivnym privodnym dvigatelem // Vestnik mashinostroeniya. – 2010. – №2. – S. 16-18.
9. **Lee D.H., Kim Y.J.** Development of a parallel hybrid system for agricultural tractors // Journal of the Faculty of Agriculture. 2017; №1 (62):137-144. DOI: 10.4271/2000-01-1543.
10. **Rakov V.A., Kapustin A.A.** Optimizaciya parametrov energeticheskoy ustanovki gibridnogo traktora // Avtomatizaciya i energosberezhenie mashinostroitel'nogo i metallurgicheskogo proizvodstv, tekhnologiya i nadezhnost' mashin, priborov i oborudovaniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. – Vologda: VoGU, 2017. – S. 108-111.

УДК 663.91522

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12129

Доктор техн. наук **М.М. БЕЗЗУБЦЕВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, mysnegana@mail.ru)Канд. техн. наук **В.С. ВОЛКОВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, vol9795@yandex.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСИТЕЛЯ С МАГНИТООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ФЕРРОТЕЛ

На предприятиях АПК процесс перемешивания предназначен для интенсификации показателя однородности гетерогенных систем [1, 2]. Перемешивание считается обязательной составляющей в аппаратно-технологических системах переработки рецептурных смесей в готовую продукцию [3, 4]. Высококачественное смешивание материала возможно при использовании электрических перемешивающих приборов с магнитоожигенным слоем ферротел [5, 6].

**Цель исследования** – сформулировать технические требования к проектированию энергоэффективных смесителей с магнитоожигенным слоем ферротел.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Исследования основаны на фундаментальных положениях теории формирования сцепляющего усилия между ферроэлементами цилиндрической формы в их магнитоожигенном слое при воздействии электромагнитных полей различной природы. Объектом исследования являются физико-механические процессы в рабочих камерах электромагнитных мешалок.

**Результаты исследований.** На рисунке 1 представлена классификация мешалок, построенная на нетрадиционном признаке, – способе формирования усилия для сдвигового и вращательного смещения слоев перерабатываемого материала в магнитоожигенном слое ферротел [7].

На основании анализа работы электромагнитных смесителей с магнитоожигенным слоем ферротел сформулированы основные технические требования к разработке метода организации процесса смешивания материалов: использование энергии электрического поля; внедрение в качестве перемешивающих составляющих ферромагнитных цилиндров; обеспечение выхода продукта с высокими показателями качества; проведение процесса при наименьших расходах энергии; проектирование аппаратов для широкого спектра перерабатываемых смесей с различными физико-химическими и реологическими свойствами.

Разработаны два типа классификаций мешалок с магнитоожигенным слоем ферротел (рис. 2 и рис. 3).

При прохождении магнитного потока перемешивающие тела организуются в структурные кластеры, сцепляющие плоскости, ограничивающие камеру обработки продукта. При условном смещении данных плоскостей, эти структуры переориентируются. Перемешивающие тела получают кинетическую энергию и перемещаются в рабочей камере аппарата. Процесс целенаправленной переориентации перемешивающих составляющих в структурных группах сопровождается созданием многоточечных контактных взаимодействий между рабочими органами и перемешиваемым продуктом. Кинетические параметры процесса зависят от интенсивности перемещения перемешивающих составляющих в магнитоожигенном слое [8]. В разработанном методе применена механическая энергия, поступающая от приводного электродвигателя, а также энергии поля, создаваемого в камере обработки продукта регулируемым электрическим током, пропускаемым по обмотке (или обмоткам) управления. Достижение наибольшего технологического эффекта обеспечено переменной полярности импульсов тока, питающих обмотку управления ОУ [9].

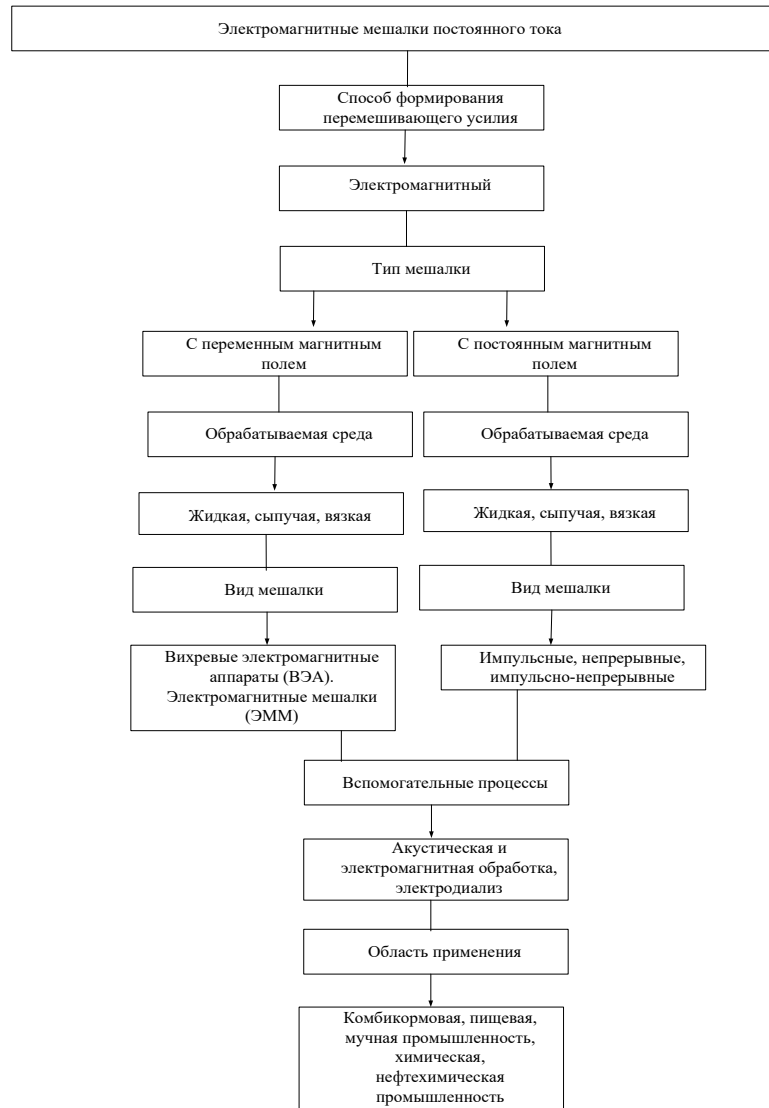


Рис. 1. Классификация мешалок с магнитооживленным слоем ферротел

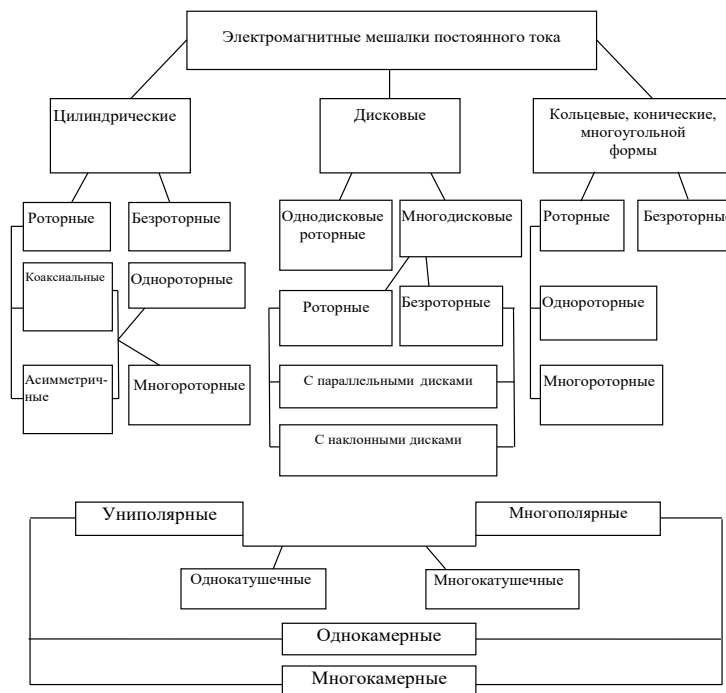


Рис. 2. Классификация мешалок по форме исполнения рабочей камеры



Рис. 3. Классификация мешалок по способу формирования сдвигового смещения слоев перерабатываемого материала

На рисунке 4 представлены структурные кластеры из ферромагнитных составляющих:

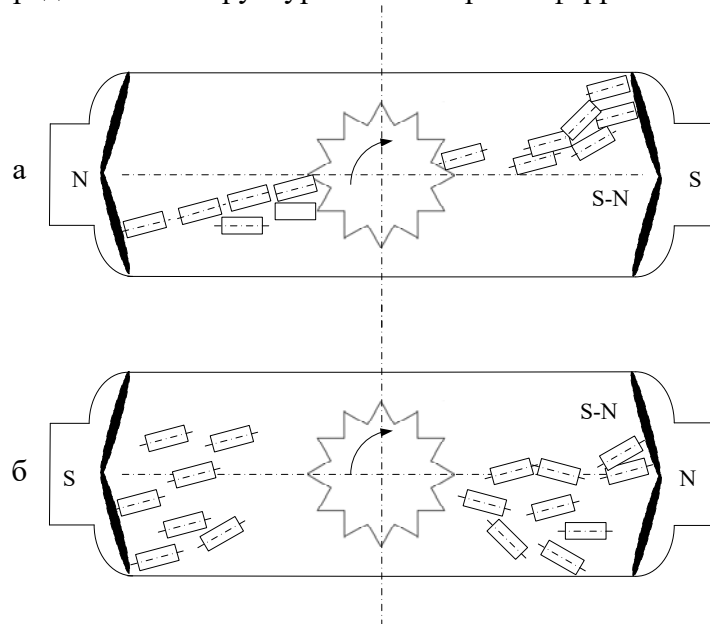


Рис. 4. Процесс формирования процесса перемешивания:  
 а – при действии импульсов тока  $+I_y$ ; б – при действии импульсов неизменного тока  $-I_y$

На рисунке 5 изображены варианты временных диаграмм импульсов тока в ОУ.

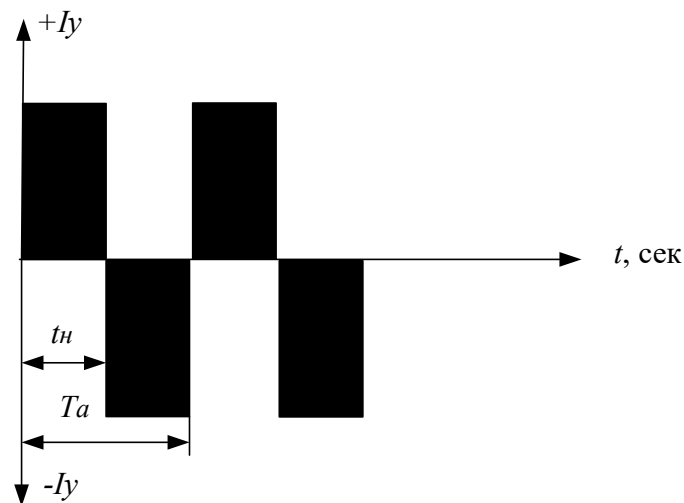


Рис. 5. Режимы работы мешалки с магнитоожигенным слоем ферротел:  
 $T_a$  – время следования импульсов;  $t_n$  – продолжительность воздействия импульса

При вращательном движении мешалки (ферроэлемента) цилиндрической формы напряженность поля имеет вид:

$$\vec{H} = H_{\parallel} \vec{e}_{\parallel} + H_{\perp} \vec{e}_{\perp}, \quad (1)$$

где  $H_{\parallel}$  и  $H_{\perp}$  — параллельная и перпендикулярная составляющие вектора  $\vec{H}$   
 $H_{\parallel} = H \sin \varphi$ ,  $H_{\perp} = H \cos \varphi$ .

Тогда моменты вращения и вектор момента вращения ферромагнитного ферроэлемента можно описать выражениями:

$$\begin{aligned} M'_{\parallel} &= (H_{\parallel} - N_{\parallel} M'_{\parallel})(\mu - 1), \\ M'_{\perp} &= (H_{\perp} - N_{\perp} M'_{\perp})(\mu - 1), \\ \vec{M}_{вр} &= \mu_0 [\vec{M} \cdot \vec{H}] = \mu_0 (M_{\parallel} \vec{e}_{\parallel} + M_{\perp} \vec{e}_{\perp}) \cdot (H_{\parallel} \vec{e}_{\parallel} + H_{\perp} \vec{e}_{\perp}) = \\ &= \mu_0 (M_{\parallel} H_{\perp} - M_{\perp} H_{\parallel}) (\vec{e}_{\parallel} \cdot \vec{e}_{\perp}) \end{aligned} \quad (2)$$

При значениях угла вращения  $\varphi = 45^{\circ}$  момент имеет максимальное значение:

$$M_{вр. \max} = \mu_0 \frac{1}{2} H^2 V (\mu - 1) \left[ \frac{1}{1 + N_{\parallel} (\mu - 1)} - \frac{1}{1 + N_{\perp} (\mu - 1)} \right] \quad (3)$$

Средний момент вращения равен:

$$|M_{вр}|_{ср} = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} M_{вр}(\varphi) d\varphi = \mu_0 \frac{H^2 V (\mu - 1)}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{1 + N_{\parallel} (\mu - 1)} - \frac{1}{1 + N_{\perp} (\mu - 1)} \right] \quad (4)$$

Перемешивание продукта осуществляется в магнитоожигенном слое ферромагнитных мешалок цилиндрического исполнения. Затраченная на перемешивание мощность при N-м количестве ферроэлементов выражается как:

$$P = N \frac{2\pi |M_{вр}|_{ср}}{T} \quad (5)$$

Таким образом, затраты мощности являются функцией от наполнения рабочей камеры магнитоожигенным слоем ферротел (ферроэлементами).

Если пренебречь перепадом концентраций по горизонтальной поверхности центральной и периферийной зон камеры, то для описания процесса выравнивания концентраций справедливо следующее равенство:

$$e_2(t) = 1 - \text{EXP} \left[ \frac{q \bar{R}^4 t}{\sqrt{r_m^2 (R^2 - r_m^2)}} \right] \cdot$$

Учтены граничные условия

$$e_1 = z^2; \quad e_2 = \dots = e_i = \dots = e_z = 0 \quad \text{при } \bar{\tau} = 0. \quad (6)$$

Период достижения заданной степени однородности поля концентраций по радиусу рабочей камеры определяется по формуле:

$$\tau = \frac{QR^2}{2\alpha_p^2 \omega_p (\psi_1 + \psi_2 + 1)}. \quad (7)$$

Выявлено, что при изменении полярности ферроэлемент в рабочей камере совершает вращательное движение. Тогда в формуле 7 величина  $\omega_p$  может быть заменена на  $\omega_c = \frac{2\pi}{T}$  (здесь  $\omega_c$  — частота вращения ферромагнитного элемента).

Уровень достижения однородности консистенции оценивается коэффициентом однородности С, %. При полном смешивании С = 100%.

**Выводы.** Результаты исследований использованы при проектировании новых конструкций мешалок с магнитоожигенным слоем ферротел, обеспечивающих снижение энергоемкости продукции при высоких показателях интенсивности и эффективности [10].

#### Литература

1. **Баранцева Е.А.** Моделирование и оптимизация процессов смешивания сыпучих материалов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.08. – Иваново, 2010. – 262 с.
2. **Borischnikova S.V.** The application of two-stages technology for feeding particulate solids / S.V. Borischnikova, V. F. Perschin, A. G. Tkachev // Summaries of 12 th International Congress of Chemical and Process Engineering, 1996. – V.6. – P.73.
3. **Митрофанов А.В.** Математическая модель кипящего слоя непрерывного действия // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2012. – №10. Т-53. – С. 96-98.
4. **Волков М.В. Гаршис А.И.** Исследование смесителя сыпучих материалов открытого типа с лопастями // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2013. – №11. Т-56. – С. 117-119.
5. **Вершинин И.Н., Вершинин Н.П.** Аппараты с вращающимся электромагнитным полем. – Сальск–Москва: Передовые технологии XXI века, 2007. – 368 с.
6. **Мищенко М.В., Боков М.М., Гришаев М.Е.** Активация технологических процессов обработки материалов в аппаратах с вращающимся электромагнитным полем // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-16. – С. 3508-3512. – URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37809> (дата обращения: 12.04.2020).
7. **Bezzubceva M.M.** Theoretical researches of working process electromagnetically mechanoactivations of the product in the magnetoliquefied layer ferrotel // European Journal of Natural History. – 2017. – № 2. – С. 10-12.
8. **Оборин П.А., Хрипченко С.Ю.** Генерация течения жидкого металла и перенос пассивной примеси в прямоугольной полости бегущим магнитным полем // Вычислительная механика сплошных сред. – 2013. – №2. Т. 6. – С. 207-213. DOI: 10.7242/1999-6691/2013.6.2.24
9. **Беззубцева М.М., Волков В.С.** К вопросу исследования режимов работы электромагнитных смесителей // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 9. – С. 117-119.
10. **Беззубцева М.М., Волков В.С.** Механоактиваторы агропромышленного комплекса. Анализ, инновации, изобретения: монография. – СПб.: СПбГАУ, 2014. – 176 с.

**Literatura**

1. **Baranceva E.A.** Modelirovanie i optimizaciya processov smeshivaniya sypuchih materialov: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.17.08. – Ivanovo, 2010. – 262 s.
2. **Borischnikova S.V.** The application of two-stages technology for feeding particulate solids / S.V. Borischnikova, V. F. Pershin, A. G. Tkachev // Summaries of 12 th International Congress of Chemical and Process Engineering, 1996. – V.6. – P.73.
3. **Mitrofanov A.V.** Matematicheskaya model' kipyashchego sloya nepreryvnogo dejstviya // Izvestiya vuzov. Himiya i himicheskaya tekhnologiya. – 2012. – №10. T-53. – S. 96-98.
4. **Volkov M.V. Tarshis A.I.** Issledovanie smesitelya sypuchih materialov otkrytogo tipa s lopastyami // Izvestiya vuzov. Himiya i himicheskaya tekhnologiya. – 2013. – №11. T-56. – S. 117-119.
5. **Vershinin I.N., Vershinin N.P.** Apparaty s vrashchayushchimsya elektromagnitnym polem. – Sal'sk–Moskva: Peredovye tekhnologii XXI veka, 2007. – 368 s.
6. **Mishchenko M.V., Bokov M.M., Grishaev M.E.** Aktivaciya tekhnologicheskikh processov obrabotki materialov v apparatah s vrashchayushchimsya elektromagnitnym polem // Fundamental'nye issledovaniya. – 2015. – № 2-16. – S. 3508-3512. – URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37809> (data obrashcheniya: 12.04.2020).
7. **Bezzubceva M.M.** Theoretical researches of working process electromagnetically mechanoactivations of the product in the magnetoliquefied layer ferrotel // European Journal of Natural History. – 2017. – № 2. – S. 10-12.
8. **Oborin P.A., Hripchenko S.YU.** Generaciya techeniya zhidkogo metalla i perenos passivnoj primesi v pryamougol'noj polosti begushchim magnitnym polem // Vychislitel'naya mekhanika sploshnyh sred. – 2013. – №2. T. 6. – S. 207-213. DOI: 10.7242/1999-6691/2013.6.2.24
9. **Bezzubceva M.M., Volkov V.S.** K voprosu issledovaniya rezhimov raboty elektromagnitnyh smesitelej // Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. – 2015. – № 9. – S. 117-119.
10. **Bezzubceva M.M., Volkov V.S.** Mekhanoaktivatory agropromyshlennogo kompleksa. Analiz, innovacii, izobreteniya: monografiya. – SPb.: SPbGAU, 2014. – 176 s.

УДК 631.171:636

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12134

Доктор техн. наук, проф. **М.А. КЕРИМОВ**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, [martan-rs@yandex.ru](mailto:martan-rs@yandex.ru))

### **ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ КАК МНОГОСВЯЗНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Эффективность молочного скотоводства, как известно, на 60% определяется кормлением [1, 11]. Технологический процесс кормления животных должен протекать в заданном режиме, т. е. в строгом соответствии с зоотехническими требованиями.

Широкое распространение в молочном скотоводстве получили многофункциональные кормораздатчики, осуществляющие раздачу кормов в виде сбалансированной по питательности кормосмеси. Объединяя такие функции, как измельчение стебельных кормов, смешивание различных компонентов и дозированную выдачу приготовленной смеси на кормовые столы, кормораздатчики обеспечивают значительное сокращение эксплуатационных затрат, своевременность и правильность кормления животных, а также снижают до минимума потери ресурсов [2].

Однако в реальных производственных условиях вероятность пребывания показателей функционирования кормораздатчика в поле технологического допуска не превышает 0,90–0,95. Причинами неэффективной работы кормораздатчиков как динамических систем являются неопределенность параметров внешней среды, влияющих на работу технологической машины, а также случайный (в вероятностно-статистическом смысле) характер изменений физико-механических свойств компонентов смеси, отклонение

эксплуатационных регулировок рабочих органов от оптимальных установочных значений и др. [3, 10].

В связи с этим разработка инженерных решений, обеспечивающих качественную работу кормораздатчика, имеет важное значение для хозяйственной практики животноводческих предприятий.

**Цель исследования** – повышение надежности функционирования кормораздатчика путем оптимизации траектории перемещения по технологической трассе при автоматическом режиме эксплуатации. Требуется определить такую траекторию движения технологической машины по территории животноводческого комплекса из начальной точки А (кормохранилище) в точку разгрузки Р (коровник), которая:

- проходила бы последовательно через точки слоев, лежащих на пути из А в Р;
- обеспечивала ей объезд встречающихся на этом пути запретных зон (препятствий);
- минимизировала функционал.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Кормораздатчик рассматривается как транспортно-раздаточная машина рабочей зоны животноводческого комплекса, которая функционирует в составе биотехнической системы «оператор-машина-животное». Указанная система состоит из двух биологических подсистем и одной подсистемы неживой природы. Первые две являются вероятностными подсистемами, а машинную часть следует рассматривать как детерминированную подсистему. В целом биотехническая система остается вероятностной, характеризуемой неодинаковой природой подсистем и связей, имеющих внутри нее. Животные в процессе продуцирования подчинены законам биологии и физиологии, которыми человек до сих пор не научился управлять оперативно. Машинно-технологические подсистемы функционируют в соответствии с законами механики, физики и др. Отсюда понятно, насколько сложна задача нахождения оптимальных связей между биологическими и техническими частями системы. Наиболее эффективный путь достижения поставленной цели лежит в русле многовариантного системного анализа [4].

Системность качества кормораздатчика раскрывается в единстве двух аспектов рассмотрения его внешних и внутренних свойств. Функциональный аспект, выражающий внешнюю обусловленность качества, проявляется через систему отношений и связей между кормораздатчиком и факторами внешней среды. Одинаковость функций сравниваемых технических объектов (кормораздатчиков) указывает на то, что они имеют одинаковое назначение. Сопоставление технико-эксплуатационных параметров позволяет определить, какой из объектов наилучшим образом реализует свои функции.

Структурный аспект характеризует внутреннюю обусловленность качества. Технические параметры регламентируют функцию структурного элемента, т.е. его конкретные свойства, которые обеспечивают выполнение определенных требований к реализации предписанных функций.

Управлять биотехническими системами в целом непросто, потому что в каждом животноводческом помещении содержатся от 100 и более голов крупного рогатого скота, которые обслуживаются десятками разнообразных машин и оборудования. В этих условиях возникает необходимость и целесообразность автоматического управления эффективностью функционирования транспортно-раздаточной машины. Автоматизация машины характеризуется следующими признаками:

- необходимостью управления кормораздатчиком в режиме реального времени;
- многообразием и сложностью решаемых задач;
- необходимостью адаптации к изменяющимся внешним условиям.

Как управляемая система кормораздатчик должен обеспечивать своевременное и качественное выполнение технологических процессов [5]. Схематически функционирование технологической линии кормления животных показано на рисунке 1.



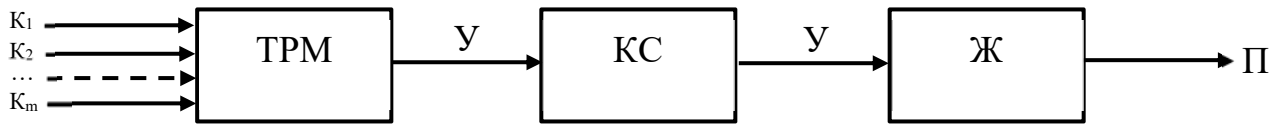


Рис. 1. Схема технологической линии кормления животных

$K_1, K_2, \dots, K_m$  – компоненты кормовой смеси;  
 ТРМ – транспортно-раздаточная машина;  
 КС – кормовой стол;  
 Ж – животное;  
 П – продуктивность животных.

**Результаты исследований.** Постановка задачи предусматривает отыскание оптимальной траектории движения кормораздатчика. При этом в качестве критерия целесообразно выбрать общее время перемещения машины из точки А до точки Р (рис. 2). Задача интерпретируется как дискретная: по оси абсцисс выбирается шаг дискретизации  $\Delta_x$ , а по оси ординат – шаг  $\Delta_y$ . Решение осуществляется в прямоугольной системе координат (Беллман Р., 1965). Кормораздатчик изображен проекцией на плоскость (двойная штриховка), а запретная зона в виде проекции на плоскость обозначена одинарной штриховкой (рис. 3).

Слоем  $L_i$  называется совокупность  $S(j_i)$  точек дискретной сетки; при этом точка  $S(j_i)$  имеет координаты  $x_i$  и  $y_i$ . Перемещение кормораздатчика по прямолинейной траектории происходит из точки  $S(j_{i-1}) \in L_{i-1}$  в другую точку  $S(j_i) \in L_i$  и указанный переход обозначается как  $S(j_{i-1}) \rightarrow S(j_i)$ . Перемещение по криволинейной траектории (поворот) на  $i$ -ом шаге будет характеризоваться значением угла  $\alpha\{S(j_{i-1}), S(j_i)\}$ , как показано на рисунке 2.

Для обеспечения требуемых показателей качества функционирования транспортно-раздаточной машины алгоритм автоматической системы управления должен быть адаптивным. Эффективность управления оценивается целевой функцией. При динамической оптимизации в целевой функции всегда присутствует время. Критерием оценки динамики функционирования машины служит целевой функционал:

$$I^* = \text{extr} I[q(t), u(t)] = I[q^*(t), u^*(t)], \quad (1)$$

где  $u^*(t)$  – управляющая функция (т. е. управление).

Указанная функция определяет структуру системы управления транспортно-раздаточной машиной, движение которой будет осуществляться с помощью спутниковой навигации. Навигационная система, построенная на технологической платформе, обеспечивает все уровни принятия решений актуальной информацией, которая в режиме online будет влиять на выполнение производственных задач.

В качестве технологического решения при реализации системы управления движением транспортно-раздаточной машины рассматривается следующий алгоритм (2).

Теоретико-вероятностные методы описания условий принятия решений являются достаточными в данной постановке [8]. Полученное рекуррентное соотношение запишется в следующем виде:

$$F^{(i)}(s(j_{i-1}), s(j_i)) = \min_{s(j_{i-2}) \in L_{i-2}} [F^{(i-1)}(s(j_{i-2}), s(j_{i-1})) + \tau(s(j_{i-1}), s(j_i)) + t(s(j_{i-2}), s(j_{i-1}), s(j_i))], \quad (2)$$

где  $s(j_0) = (x_A, y_A)$ ;  
 $s(j_N) = (x_P, y_P)$ ;

$$\tau(s(j_{i-1}), s(j_i)) = \sqrt{\Delta_x^2 + (y_{j_i} - y_{j_{i-1}})^2} / V - \text{ время, которое необходимо кормораздатчику}$$

для совершения перехода  $s(j_{i-1}) \rightarrow s(j_i)$ ;

$V$  – скорость кормораздатчика;

$t(s(j_{i-2}), s(j_{i-1}), s(j_i)) = c[\alpha(s(s(j_{i-1}), s(j_i)) - \alpha(s(j_{i-2}), s(j_{i-1})))^2$  – время, которое на  $i$ -м шаге затрачивает кормораздатчик при изменении его углового положения;

$c$  – некоторый постоянный коэффициент;

$N$  – число шагов, за которое можно попасть из точки  $A$  в точку  $P$ , перемещаясь от слоя к слою.

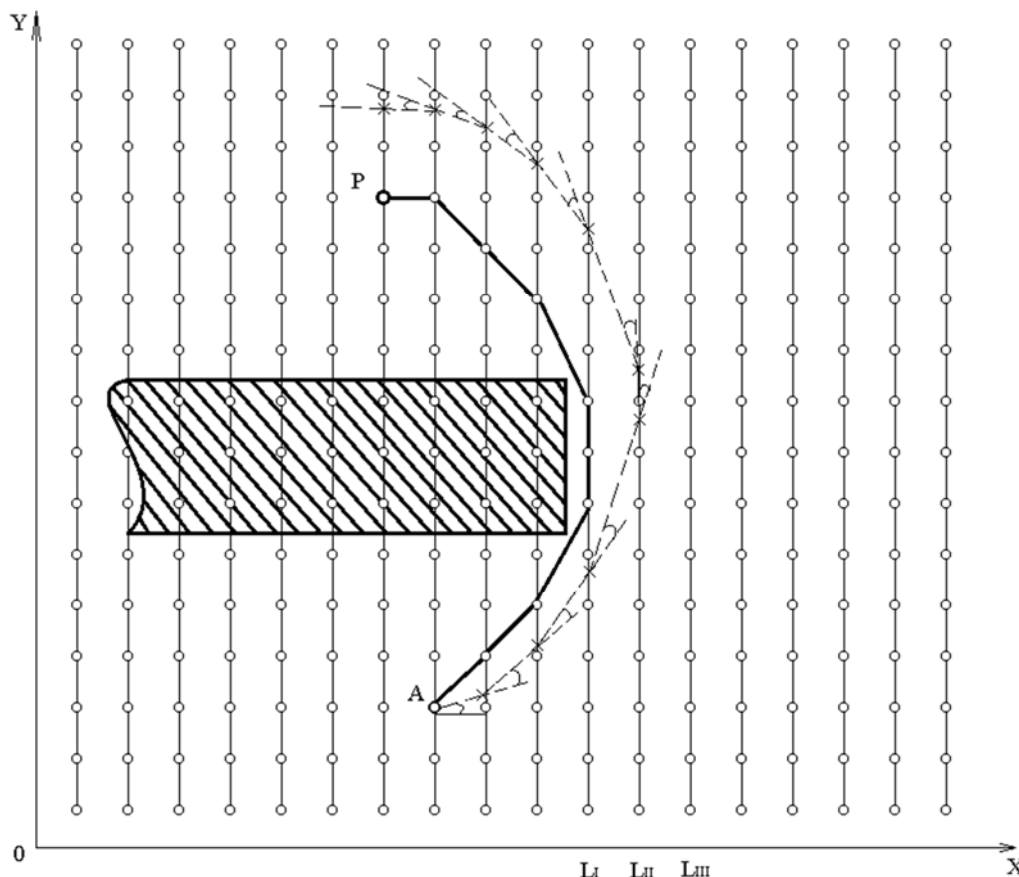


Рис. 2. Схема перемещения транспортно-раздаточной машины при изменении углового положения

Чтобы исключить наезд кормораздатчика на какое-либо препятствие, разработана система логических проверок допустимости совершаемых на каждом шаге переходов  $s(j_{i-1}) \rightarrow s(j_i)$ ,  $j_{i-1} = 0, 1, \dots, m$ ;  $j_i = 0, 1, \dots, m$ ;  $i = 2, 3, \dots, N$  (рис. 3). Суть этих проверок заключается в выявлении факта пересечения отрезков ломаной линии, ограничивающей проекцию раздатчика на плоскость, хотя бы с одним из указанных отрезков, ограничивающих проекции запретных зон на плоскость территории [9].

При наличии поворотов имеет место зависимость  $T_{opt} = T_{opt}(N)$ , где  $T_{opt}$  – штраф за линейное перемещение или изменение углового положения.

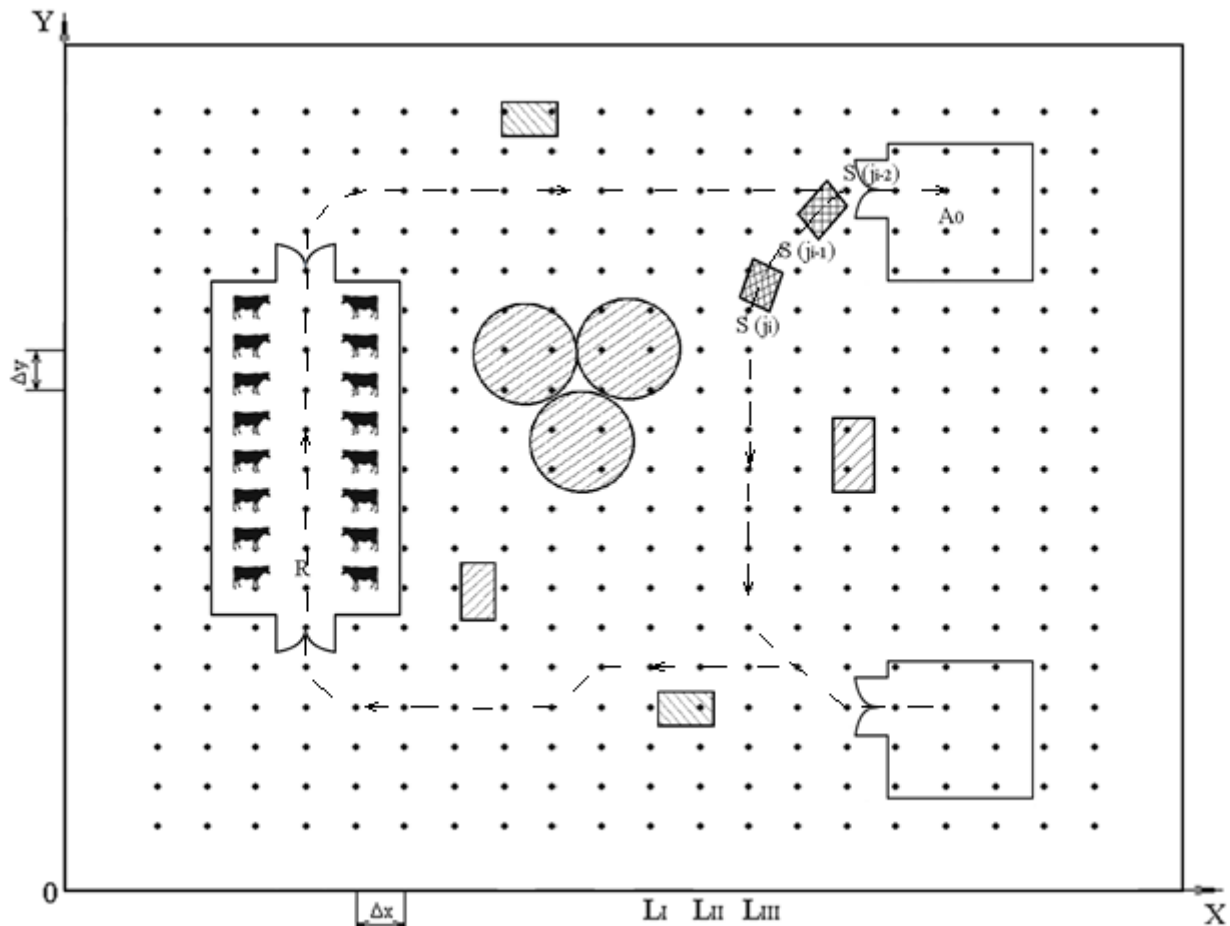


Рис. 3. Схема перемещения транспортно-раздаточной машины по территории животноводческого комплекса

Подход, реализованный при решении задачи, базируется на утверждении, что зависимость  $T_{opt} = T_{opt}(N)$  является унимодальной в момент совершения поворота кормораздатчика (Вентцель Е. С., 1991).

Выбор и обоснование типа и марки кормораздатчика с учетом вероятностной природы условий его функционирования представляется актуальной задачей. С целью определенной формализации процесса оценки разработана инженерная методика, реализующая взвешенный аддитивный критерий в оптимизационных моделях принятия решений. Постановка задачи позволяет выделить две группы выходных параметров при эксплуатации машины. В первую группу целесообразно включить параметры  $y_i^+(x)$ , значения которых в процессе оптимизации следует увеличивать (производительность, грузоподъемность, надежность). Во вторую группу – выходные параметры  $y_i^-(x)$ , значения которых нужно уменьшать (установленная мощность, масса машины и др.)

Целевая функция свертки будет иметь вид:

$$F(x) = \sum_{i=1}^M \lambda_i y_i^-(x) - \lambda_i y_i^+(x), \quad (3)$$

где  $\lambda_i > 0$  – весовой коэффициент, определяющий степень важности  $i$ -го выходного параметра.

Для объединения нескольких выходных параметров, имеющих различную физическую размерность и величину, в одну скалярную целевую функцию необходимо выполнить предварительное нормирование этих параметров. Технические характеристики сравниваемых вариантов самоходных кормораздатчиков представлены в таблице.

Таблица. Технические характеристики самоходных транспортно-раздаточных машин

Марка	Вместимость, м <sup>3</sup>	Грузоподъемность, кг	Установленная мощность двигателя, кВт	Число ножей	Масса, кг
Keenan MechFiber365SP	20	8100	128	2x8	15850
SILPKING SelfLine System 500+	21	7900	128	2x7	15650
Leader Maxxi	17	5700	128	2x6	11300
Triotrac	17	5800	129	2x6	11700
Trioliet Mullos B.V. 1800 ZK	15	7500	129	2x5	9490

Рациональному техническому объекту, как следует из выражения (3), будет соответствовать наибольшее значение целевой функции F(X).

Геометрическая интерпретация оптимизационной задачи изображена на рисунке 4, где представлена разработанная круговая диаграмма компромиссных решений. Из диаграммы следует, что среди рассмотренных вариантов транспортно-раздаточных машин рациональным является смеситель-кормораздатчик KEENAN Mech Fiber 365 SP.

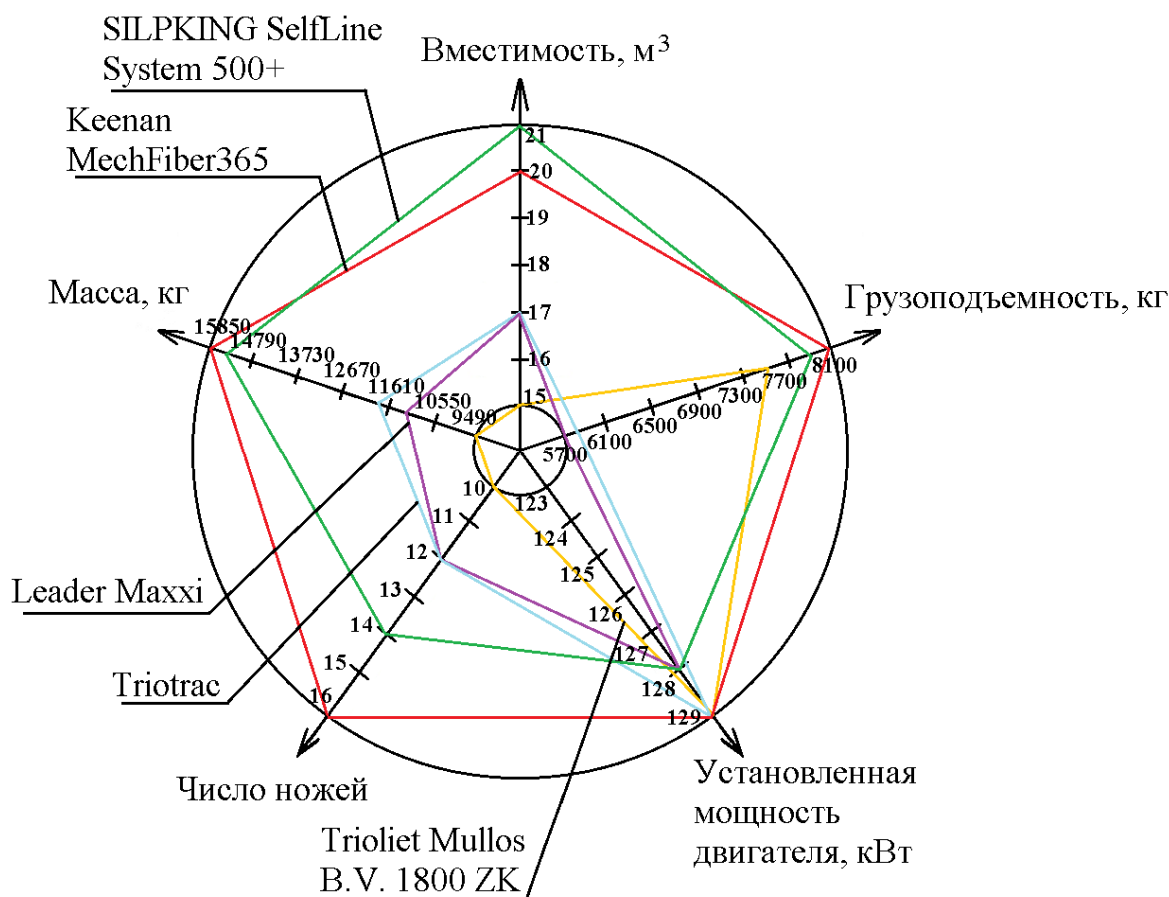


Рис. 4. Круговая диаграмма компромиссных решений

**Выводы.** Предложен алгоритм решения задачи нахождения оптимальной траектории перемещения транспортно-раздаточной машины из положения А в положение Р. Алгоритм реализуется в следующей последовательности:

- а) используя рекуррентное соотношение (1), получаем за  $N_I$  шагов значение  $T_{opt}(N_I)$ , причем изменение направления переходов от слоя к слою производим после слоя  $L_I$  (рис. 2);
- б) используя рекуррентное соотношение (1), получаем за  $N_{II}$  шагов значение  $T_{opt}(N_{II})$ , причем изменение направления переходов от слоя к слою осуществляется после слоя  $L_{II}$ ;
- в) сравниваем значение  $T_{opt}(N_I)$  и  $T_{opt}(N_{II})$ ; если  $T_{opt}(N_{II}) \geq T_{opt}(N_I)$ , то это означает, что оптимальной является траектория, содержащая  $N_I$  шагов, и поиск закончен;
- г) если же  $T_{opt}(N_{II}) < T_{opt}(N_I)$ , то, проделав операции п. б) для слоя  $L_{III}$ , получаем  $T_{opt}(N_{III})$ ; сравниваем это значение с  $T_{opt}(N_{II})$  и т.д.

Описанный выше алгоритм является корректным при любой конфигурации препятствий, которые могут быть на пути движения транспортно-раздаточной машины.

Разработана круговая диаграмма компромиссных решений. Для выбора и обоснования наилучшего варианта транспортно-раздаточной машины из совокупности технических альтернатив используется взвешенный аддитивный критерий, который объединяет несколько выходных параметров в одну скалярную целевую функцию. При этом необходимо выполнить предварительное нормирование рассматриваемых параметров.

Практическое значение разработанных мероприятий состоит в возможности их реализации при автоматизации управления перемещением транспортно-раздаточных машин в рабочей зоне животноводческого комплекса. Экономический эффект от применения предложенных схмотехнических решений обеспечивается за счет качественного выполнения технологических процессов кормления животных на сельскохозяйственных предприятиях.

### Литература

1. Дегтерев Г.П. Инновационные технологии и машины для заготовки, погрузки и раздачи кормов в животноводстве. – М.: Изд-во «Столичная ярмарка», 2018. – 208 с.
2. Инновационная техника для животноводства / В. Ф. Федоренко и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 208 с.
3. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю. Ф. Лачуга и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
4. Троицкий В.А. Системный анализ и принятие решений. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та., 2009. – 137 с.
5. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 284 с.
6. Петрищев Н.А. Применение телеметрических информационных бортовых систем и самоходных сельскохозяйственных машин // Сельскохозяйственная техника. Технологии обслуживания и ремонт. – 2012. – № 11 – С. 38-44.
7. Смагин Б.И. Экономико-математические методы. – М.: Колос, 2012. – 271 с.
8. Kosko B. Fuzzy thinking. – New York: Hyperion, 1993. – 350 p.
9. Федоренко В.Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 224 с.
10. Siccardi F.J. Pros and cons: time clock control of feeding. Broiler Ind. 1984, v.47, № 12, p.50
11. Rempe J.E. Drag cInveyors. // Feed manufacturing tehcnology. Americcan feed manufacturers association, inc. 1976. С. 437 – 449.

### Literatura

1. Degterev G.P. Innovacionnyye tekhnologii i mashiny dlya zagotovki, pogruzki i razdachi kormov v zhivotnovodstve. – М.: Izd-vo «Stolichnaya yarmarka», 2018. – 208 s.
2. Innovacionnaya tekhnika dlya zhivotnovodstva / V. F. Fedorenko i dr. – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013. – 208 s.
3. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizacii sel'skogo hozyajstva Rossii na period do 2020 goda / YU. F. Lachuga i dr. – М.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. – 80 s.
4. Troickij V.A. Sistemnyj analiz i prinyatie reshenij. – SPb.: Izd-vo Politekh. un-ta., 2009. – 137 s.

5. **СНерноиванов В.И., Езhevский А.А., Fedorenko V.F.** Mirovye tendencii mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya intellektual'nogo sel'skogo hozyajstva. – М: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2012. – 284 s.
6. **Petrishchev N.A.** Primenenie telemekhanicheskikh informacionnykh bortovykh sistem i samohodnykh sel'skohozyajstvennykh mashin // Sel'skohozyajstvennaya tekhnika. Tekhnologii obsluzhivaniya i remont. – 2012. – № 11 – S. 38-44.
7. **Smagin B.I.** Ekonomiko-matematicheskie metody. – М.: Kolos, 2012. – 271 s.
8. **Kosko B.** Fuzzy thinking. – New York: Hyperion, 1993. – 350 p.
9. **Fedorenko V.F.** Informacionnye tekhnologii v sel'skohozyajstvennom proizvodstve. – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2014. – 224 s.
10. **Siccardi F.J.** Pros and cons: time clock control of feeding. Broiler Ind. 1984, v.47, № 12, p.50
11. **Rempe J.E.** Drag cInveyors. // Feed manufacturing tehnology. Americcan feed manufacturers association, inc. 1976. С. 437 – 449.

УДК 631.312.06. 313.9.314.1

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12141

Доктор техн. наук **Н.В. АЛДОШИН**  
 (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, naldoshin@yandex.ru.)  
 Доктор техн. наук **Ф.М. МАМАТОВ**  
 (Каршинский инженерно-экономический институт,  
 Республика Узбекистан, fmatatov\_50@mail.ru)  
 Аспирант **И.И. ИСМАИЛОВ**  
 (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ismailov.ibrat85@mail.ru)

## АГРЕГАТ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Современное сельскохозяйственное производство требует решения проблем повышения урожайности сельскохозяйственных культур, сохранения и повышения плодородия почвы на основе ресурсосберегающих почвозащитных технологий, обеспечивающих комплексную механизацию всех технологических операций при значительном снижении энергетических затрат. Особую актуальность имеет проблема снижения или полного исключения доли ручного труда при выполнении наиболее трудоемких технологических операций [1, 2, 3].

Бахчевые культуры относятся к наиболее распространенным культурам, возделываемым в регионах с теплым и жарким климатом. Способность формировать высокий урожай в условиях полупустыни, где выращивание других сельскохозяйственных культур проблематично, обеспечило им широкую популярность. В настоящее время бахчевые культуры возделывают более чем в 130 странах мира [4].

В основном при возделывании бахчевых культур используются традиционные технологии и технические средства для подготовки почвы к посеву. Это вызывает увеличение затрат труда, времени и энергии. Многократные проходы агрегатов по полю приводят к переуплотнению почвы. В связи с этим актуальной задачей на сегодняшний день является обоснование и разработка комбинированных почвообрабатывающих орудий, позволяющих реализовывать новые прогрессивные технологии по подготовке почвы к посеву бахчевых культур.

**Цель исследования** – обоснование конструктивно-технологической схемы комбинированного почвообрабатывающего орудия для подготовки почвы под бахчевые культуры.

**Материалы, методы и объекты исследований.** При подготовке почвы под бахчевые культуры в определенной последовательности проводится ряд технологических операций. Все они выполняются при сплошной обработке поля. Изучая особенности возделывания бахчевых культур, можно отметить, что сплошная обработка поля не обязательна. Обработывая все

поле, мы имеем большие затраты труда и энергии. Для уменьшения этого предлагается производить полосовую обработку поля. В этом случае мы не нарушаем технологические требования, предъявляемые к возделыванию бахчевых культур. Полосовая обработка почвы должна выполняться в зоне рядков посева культур и формирования поливных борозд между ними.

**Результаты исследований.** Для выполнения полного комплекса работ по подготовке почвы необходимо провести следующие технологические операции: вспашка на глубину 22–27 см; предпосевная обработка почвы; формирование поливной борозды [5, 6, 7].

Для сокращения энергозатрат на основную обработку почвы и формирование поливной борозды выполним эти операции совместно одним технологическим приемом. Для этого используем корпуса фронтального плуга, расположенные по листерной схеме, т.е. симметрично относительно оси орудия при обороте пластов от середины к периферии (рис. 1).

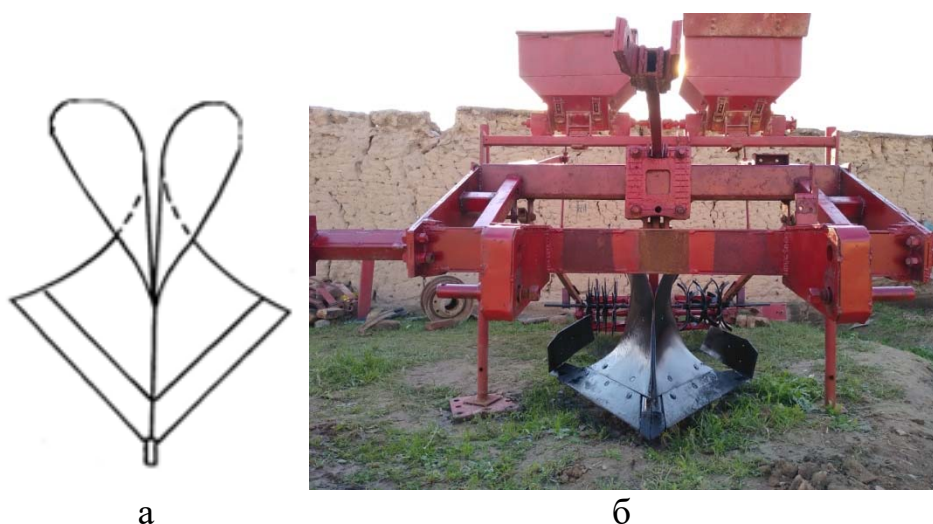


Рис. 1. Листерная установка корпусов фронтального плуга:  
а – технологическая схема; б – общий вид

Предлагается неполный оборот пластов, что может быть обеспечено отсутствием заплужников на фронтальном плуге [8]. В результате чего в середине обрабатываемой полосы почвы естественным путем образуется развальная борозда, которую можно использовать в виде поливной. Результаты работы такого агрегата и параметры профиля обрабатываемой полосы поля показаны на рисунке 2.

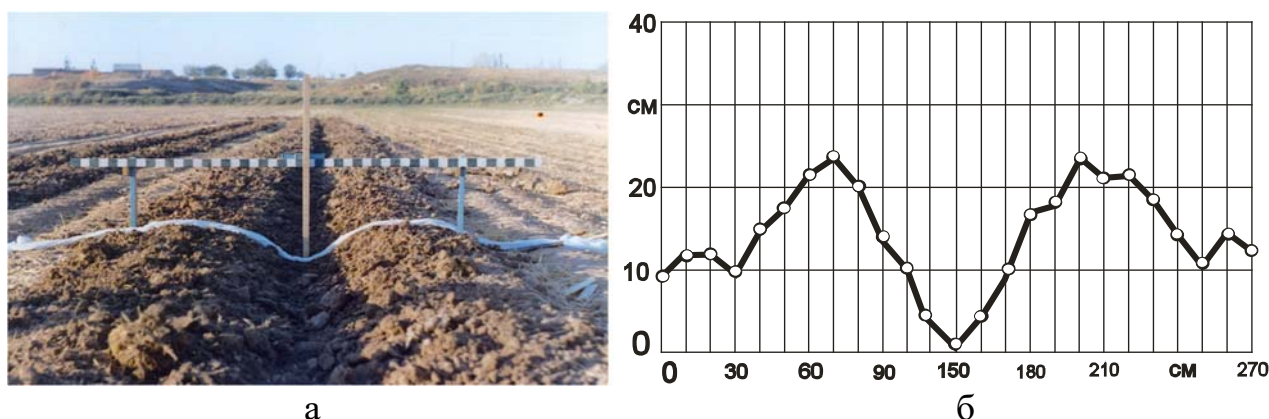


Рис. 2. Обработка почвы фронтальным плугом с листерной установкой корпусов без заплужников:  
а – замер профиля полосовой обработки почвы; б – параметры обрабатываемой почвенной полосы

При обработке почвы таким плугом на глубину 22–27 см формируется полевая борозда глубиной 20–25 см и шириной 80–100 см [9].

В составе комбинированного почвообрабатывающего агрегата для предпосевной обработки почвы предлагается использовать ротационные рабочие органы со сферическими ножевыми элементами, совместно с планчатыми катками. Для эффективной работы такого рабочего органа необходимо обосновать его конструктивно-технологические параметры. Зона обработки такими рабочими органами ограничена полосами с обеих сторон от поливной борозды, предназначенными для посева бахчевых культур.

На современном этапе при работе дисковых почвообрабатывающих машин используют сплошные или вырезные диски с постоянной кривизной их поверхности. Рабочие органы с переменной кривизной поверхности обычно не используются. В связи с этим мы также используем ножевые элементы с постоянной кривизной лезвий. Рабочий орган устанавливается с нулевым углом атаки. Для увеличения обрабатываемой им поверхности поля ножевые элементы устанавливаются на диске поочередно направленными кривизной в разные стороны от плоскости их крепления. Заточку лезвий выполняем с внешней и внутренней сторон ножевых элементов. Рекомендуемый угол заострения лезвий  $i=15-20^{\circ}$ . Толщина ножевых элементов может быть определена по следующей эмпирической зависимости [10]:

$$\delta = 0,008 D, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр рабочего органа, мм.

Результаты взаимодействия рабочего органа с почвой зависят от размеров и кривизны ножевых элементов, рабочей скорости движения агрегата и свойств обрабатываемой среды. Диаметр ротационного рабочего органа во многом определяет качество выполняемой операции. Чрезмерное увеличение его величины нежелательно, так как возрастает вертикальная слагаемая сопротивления почвы, стремящаяся вытолкнуть орудие из почвы. В зависимости от условий работы следует выбирать наименьший диаметр из допустимых значений, так как с увеличением диаметра рабочего органа резко возрастает нагрузка, необходимая для заглубления орудия. В связи с этим диаметр зависит от глубины обработки почвы и его можно определить следующим образом [10, 11, 12]:

$$D = ka, \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, равный 4–6;  $a$  – глубина обработки, см.

Крошение почвы при обработке во многом определяется кривизной ножевых рабочих органов. Чем больше кривизна ножа, тем интенсивнее крошение почвы при его использовании. Тем не менее определение его радиуса кривизны зависит от диаметра рабочего органа, угла заострения лезвия и глубины обработки. Диаметр и радиус кривизны ножа – взаимосвязанные параметры. В зависимости от диаметра радиус кривизны ножевого элемента можно определить по выражению:

$$R = \frac{D}{2\sin\varphi}, \quad (3)$$

где  $2\varphi$  – угол при вершине сектора.

Половина центрального угла сферического сектора  $\varphi$  для луцильников составляет:  $\varphi = 26-32^{\circ}$ , борон:  $\varphi = 22-26^{\circ}$ . Радиус кривизны ножевого элемента является постоянной величиной. Примем его значение для нашего случая равным  $26^{\circ}$ .

К основным геометрическим параметрам сферического ножевого рабочего органа относят его диаметр, радиус кривизны, половину угла при вершине сектора диска. К дополнительным – угол образующей конуса заточки  $\omega$  и угол заострения  $i$ . Определяем их следующим образом. По выражению (2) для  $k=5$  и глубины обработки 8 см имеем диаметр



ножевого рабочего органа равный 400 мм. Из зависимости (3) радиус кривизны ножевого элемента составляет 455 мм. Толщина ножевого элемента по формуле (1) равна 3,2 мм. С учетом запаса прочности принимаем  $\delta = 4$  мм. Ширина ножевого элемента из условий его прочности принимается 40 мм.

В связи с установкой ножевых элементов на диске поочередно направленными кривизной в разные стороны от плоскости их крепления на фланце, ширина захвата такого рабочего органа составит 10 см. На фланце рабочего органа возможно расположить 12 ножевых элементов, учитывая их геометрические размеры и крепление. При этом по 6 из них будут направлены кривизной в разные стороны. При необходимости выполнения полосовой обработки почвы в зоне посева шириной 30 см нужно объединить три таких ротационных рабочих органа в батарее.

Для одновременного выравнивания и уплотнения почвы в зоне посева культур следом за ротационными рабочими органами устанавливается планчатый каток, обеспечивающий дополнительное крошение почвы, выравнивание и уплотнение поверхностного слоя. В этом случае полностью завершается формирование профиля обрабатываемой полосы почвы и ее обработка. Комбинация выше описанных батарей сферических рабочих органов совместно с планчатыми катками показана на рисунке 3.



Рис. 3. Рыхлительно-выравнивающее устройство для полосовой предпосевной обработки почвы в зоне посева бахчевых культур



Рис. 4. Опытный образец комбинированного почвообрабатывающего агрегата в работе

Рыхлительно-выравнивающее устройство размещается на комбинированное почвообрабатывающее орудие после корпусов фронтального плуга, устанавливаемых по листерной схеме. За счет такой конструктивно-технологической схемы машины обеспечивается наличие почвенных фракций размеров 25 мм не менее 80% и плотность почвы в зоне посева от 1,1 до 1,2 г/см<sup>3</sup> на глубине 0–10 см. Предлагаемое комбинированное почвообрабатывающее орудие для полосовой обработки почвы под бахчевые культуры показано на рисунке 4.

**Выводы.** Применение комбинированного орудия для полосной обработки почвы под бахчевые культуры позволяет снизить затраты труда и энергии на 25% и 50% соответственно, при этом сокращается время проведения работ, сохраняется влага в почве, защищается поверхность поля от уплотнения за счет уменьшения количества проходов агрегата и обеспечивается высокое качество выполнения технологических операций.

### Литература

1. Литвинов С.С., Быковский Ю.А. Бахчеводство: стратегия и перспективы развития // Картофель и овощи. – 2013. – № 5. – С. 2-6.
2. Rubaiyat Sharmin Sultana, Md. Mahabubur Rahman. Melon crops Improvement through biotechnological techniques for the changing climatic conditions of the 21st century. International Journal of Genetics and Genomics. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 30-41.
3. **Планирование, экономика и организация производства на предприятиях АПК** (нормативно-справочные материалы) / М.М. Максимов, П.И. Дугин, А.И. Голубева, М.П. Шаталов, В.А. Смелик и др. / под ред. М.М. Максимова. – Ярославль, 2004. – 468 с.
4. **Белик В.Ф.** Бахчеводство. – М.: Колос, 1982. – 175с.
5. **ГОСТ 26244-84 Обработка почвы предпосевная.** Требования к качеству и методы определения. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 7 с.
6. **Bakhadir Mirzaev, Farmon Mamatov Nikolay Aldoshin, Mansur Amonov.** Anti-erosion two-stage tillage by ripper. Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019 – Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering, p. 391-395. – ISBN 978-80-213-2953-9.
7. **Калинин А.Б., Теплинский И.З., Смелик В.А.** Создание профилированной поверхности почвы с заданными физико-механическими параметрами при возделывании овощей и картофеля // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (60). – С. 90-92.
8. **Лобачевский Я.П.** Разработка технологических основ создания фронтальных плугов для гладкой вспашки: дис... канд. техн. наук. – М.: 1987. – 245 с.
9. **Пат. № 2704988** Российская Федерация, МПК А01В 79/02. Способ обработки почвы под посев бахчевых культур / Н.В. Алдошин, Ф.М. Маматов, А.А. Манохина, Д.Ш. Чуянов, И.И. Исмаилов, опубл. 01.11.2019; Бюл. № 31.
10. **Синеоков Г.Н., Панов И.М.** Теория и расчёт почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 326 с.
11. **Лурье А.Б., Еникеев В.Г., Теплинский И.З., Смелик В.А.** Сельскохозяйственные машины (Машины для обработки почвы, посева, посадки, внесения удобрений и химической защиты растений): учебное пособие. – СПб.: СПбГАУ, 1998. – 366 с.
12. **Бердышев В.Е., Ерошенко Л.И., Новиков М.А., Ружьев В.А., Смелик В.А., Теплинский И.З.** Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учебное пособие. – 2-ое издание. / Под ред. М.А. Новикова. – СПб.: Проспект Науки, 2018. – 208 с.

### Literatura

1. Litvinov S.S., Bykovskij YU.A. Bahchevodstvo: strategiya i perspektivy razvitiya // Kartofel' i ovoshchi. – 2013. – № 5. – С. 2-6.
2. Rubaiyat Sharmin Sultana, Md. Mahabubur Rahman. Melon crops Improvement through biotechnological techniques for the changing climatic conditions of the 21st century. International Journal of Genetics and Genomics. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 30-41.

3. **Planirovanie, ekonomika i organizaciya proizvodstva na predpriyatiyah APK** (normativno-spravochnye materialy) / M.M. Maksimov, P.I. Dugin, A.I. Golubeva, M.P. SHatalov, V.A. Smelik i dr. / pod red. M.M. Maksimova. – Yaroslavl', 2004. – 468 s.
4. **Belik V.F.** Bahchevodstvo. – M.: Kolos, 1982. – 175s.
5. **GOST 26244-84** Obrabotka pochvy predposevnaya. Trebovaniya k kachestvu i metody opredeleniya. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1984. – 7 s.
6. **Bakhadir Mirzaev, Farmon Mamatov Nikolay Aldoshin, Mansur Amonov.** Anti-erosion two-stage tillage by ripper. Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019 – Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering, p. 391-395. – ISBN 978-80-213-2953-9.
7. **Kalinin A.B., Teplinskij I.Z., Smelik V.A.** Sozdanie profilirovannoj poverhnosti pochvy s zadannymi fiziko-mekhanicheskimi parametrami pri vozdeystvovanii ovoshchej i kartofelya. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 4 (60). – S. 90-92.
8. **Lobachevskij YA.P.** Razrabotka tekhnologicheskikh osnov sozdaniya frontal'nyh plugov dlya gladkoj vspashki: dis... kand. tekhn. nauk. – M.: 1987. – 245 s.
9. **Pat. № 2704988** Rossijskaya Federaciya, MPK A01B 79/02. Sposob obrabotki pochvy pod posev bahchevyh kul'tur / N.V. Aldoshin, F.M. Mamatov, A.A. Manohina, D.SH. CHuyanov, I.I. Ismailov, opubl. 01.11.2019; Byul. № 31.
10. **Sineokov G.N., Panov I.M.** Teoriya i raschyot pochvoobrabatyvayushchih mashin. – M.: Mashinostroenie, 1977. – 326 s.
11. **Lur'e A.B., Enikeev V.G., Teplinskij I.Z., Smelik V.A.** Sel'skohozyajstvennyye mashiny (Mashiny dlya obrabotki pochvy, poseva, posadki, vneseniya udobrenij i himicheskoy zashchity rastenij): uchebnoe posobie. – SPb.: SPbGAU, 1998. – 366 s.
12. **Berdyshev V.E., Eroshenko L.I., Novikov M.A., Ruzh'ev V.A., Smelik V.A., Teplinskij I.Z.** Sel'skohozyajstvennyye mashiny. Tekhnologicheskie raschety v primerah i zadachah: uchebnoe posobie. – 2-oe izdanie. / Pod red. M.A. Novikova. – SPb.: Prospekt Nauki, 2018. – 208 s.

УДК 631.316.022:51-74

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12146

Доктор техн. наук **Н.И. ДЖАББОРОВ**  
 (ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, nozimjon-59@mail.ru)  
 Канд. техн. наук **А.В. СЕРГЕЕВ**  
 (ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, vrstrgeev05@gmail.com)  
 Мл. науч. сотрудник **Г.А. СЕМЕНОВА**  
 (ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, g-semenova@rambler.ru)

## **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КРОШЕНИЯ ПОЧВЫ ДИНАМИЧНЫМИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

Качество – это совокупность свойств объекта, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением, поэтому качество рассматривается как наиболее сложное свойство [1].

Качество работы почвообрабатывающих рабочих органов и агрегатов необходимо закладывать при их разработке, обеспечивать при изготовлении и поддерживать при эксплуатации. Известно, что стадия разработки почвообрабатывающих рабочих органов и агрегатов включает подготовку и оформление технического задания; разработку эскизного проекта, изготовление и экспериментальное исследование, испытания опытных образцов, разработку рабочего проекта и полного комплекта технической документации, необходимой для постановки на производство.

Значения показателей качества работы почвообрабатывающих рабочих органов и агрегатов под воздействием многочисленных факторов во времени непрерывно меняют свои значения. Такие измерения могут носить систематический характер и их заранее можно

предусмотреть, или случайный. При этом систематические отклонения значений показателей качества от начальных (базовых) значений устранимы, а случайные отклонения являются источниками нестабильности.

При совершенствовании существующих типов почвообрабатывающих рабочих органов и создании новых одной из центральных проблем является повышение качества обработки почвы при снижении энергоемкости процесса.

Как правило, основные исследования [4, 6, 7] направлены на снижение энергоемкости обработки почвы при сохранении качества обработки в пределах агротехнических требований на поверхностную обработку почвы. Соблюдение этих требований позволяет создать оптимальные условия для роста и развития во всех этапах вегетации растений. Операция поверхностной обработки почвы, в том числе и культивация, должна создавать мелкокомковатую структуру почвы на всей глубине обработки. Такая структура почвы обеспечивает для растений оптимальный водно-воздушный режим. Данное требование является одним из основных [8, 9, 10].

Помимо этого, необходимо обеспечивать глубину обработки с отклонением от заданной не более  $\pm 1,0$  см, поверхность поля после обработки должна иметь гребнистость поверхности не более 4 см.

В ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ были разработаны динамичные почвообрабатывающие рабочие органы с целью обеспечения снижения энергоемкости обработки почвы и повышения ее качества [2, 3, 11, 12].

Результаты оценки качества обработки почвы в значительной степени зависят от выбранного метода определения значений показателей. Неудачно выбранный метод определения показателей качества может привести к серьезным ошибкам при оценке работы почвообрабатывающих агрегатов. Методы оценки качества принято подразделять на две группы: по источникам и по способу получения информации. Первая группа включает традиционный, экспертный и социологический методы, а вторая группа включает в себя измерительный, регистрационный, органолептический и расчетный методы.

В практике наибольшее распространение получил измерительный метод, при котором показатели качества работы агрегатов устанавливаются на основе технических средств измерений. Поэтому при использовании такого метода значительное внимание уделяется точности средств измерения.

**Цель исследования** – оценка эффективности применения динамичных рабочих органов при выполнении поверхностной обработки почвы агрегатом МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ по показателю степени крошения почвы в обрабатываемом слое. Степень крошения почвы определяется по относительной величине массы агрегатов почвы размером 50 мм к общей массе почвы в обработанном слое.

**Материалы, методы и объекты исследований.** При проведении исследований применялись методы экспериментальных исследований в полевых условиях, анализа и обобщения экспериментальных данных. Оценку показателей качества выполнения технологического процесса поверхностного рыхления почвы проводили на почвах, типичных для Северо-Западного региона РФ, такими можно считать среднесуглинистые (легкосуглинистые) на моренном суглинке засоренные камнями.

Экспериментальные исследования проводились на базе «Красная Славянка» Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в летний период 2019 года.

Экспериментальные исследования были проведены в следующих условиях:

- тип почвы – среднесуглинистая (легкосуглинистая) на моренном суглинке;
- рельеф, град. – 1-2;
- гребнистость поверхности поля, см – 3-4;
- твердость почвы до обработки в слое 5-20 см – 0,85 – 1,0 МПа;
- влажность почвы в слое 0-10 см – 13,5%, в слое 10-20 см – 16,8%.

При исследованиях использовался почвообрабатывающий агрегат МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ (рис.1) с динамичными рабочими органами в количестве 11 штук и шириной захвата 330 мм стрельчатого типа (рис.2).



Рис. 1. Почвообрабатывающий агрегат МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ с динамичными рабочими органами



Рис. 2. Динамичный почвообрабатывающий рабочий орган

В качестве сравнения использовался типовой почвообрабатывающий рабочий орган, представляющий собой стрельчатую лапу шириной 330 мм (рис.3).



Рис. 3. Типовой почвообрабатывающий рабочий орган

Установленная глубина обработки почвы составляла 15 см, скорость перемещения агрегата 1,9-3,3 м/с. Для измерения скорости перемещения почвообрабатывающего агрегата использовался импульсный измеритель пути ИП-266 разработки РосНИИТиМ (рис.4). В процессе опытов с помощью измерительно-информационной системы ИП-264 фиксировали количество импульсов датчика пути за опыт, длительность опыта.

Средняя скорость перемещения агрегата за опыт определялась по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \frac{I_n \cdot K_n}{T}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость за опыт, м/с;

$I_n$  – количество импульсов датчика пути за опыт;

$T$  – длительность опыта, с;

$K_n$  – калибровочный коэффициент датчика пути, м/имп.



Рис. 4. Импульсивный измеритель пути ИП-266

Агрегатный состав почвы (степень крошения) определялся до и после прохода агрегата на контрольных площадках. Пробы отбирались в четырех точках – две по ходу и две на обратном ходе агрегата на площади 0,5 м<sup>2</sup>. Разделение взятых проб производилось на системе решет с диаметрами отверстий 50, 25 и 10 мм. Пробы последовательно разделялись на фракции свыше 50 мм, 50-25 мм, 25-10 мм и менее 10 мм. Полученные фракции почвы взвешивались на весах с погрешностью 0,05 кг.

Фактическая глубина обработки измерялась с помощью мерной линейки. Число замеров 15-20 шт.

Для определения влажности почвы использовался термостатно-весовой метод. Навески почвы брались из каждого горизонта в пяти точках по диагонали выбранного зачетного участка в бюксы диаметром 50 мм. Для высушивания образцов использовался шкаф сушильный ШС-80-ОГСПУ. Взвешивание лабораторных образцов проводилось весами 4-го класса ВЛКТ-500-М с погрешностью измерений 20 мг.

Твердость почвы измерялась почвенным твердомером Dickey-john с пределом измерений 4,5 МПа в местах определения влажности в 3-кратной повторности.

Уклон поля определяли угломером в пяти-семи точках по диагонали участка. Затем вычисляли средний угол – уклон поля.

Полученные данные обрабатывались методами математической статистики, изложенные в работе [5].

**Результаты исследований.** В результате проведенных экспериментальных исследований в полевых условиях были получены данные, характеризующие степень крошения почвы почвообрабатывающим агрегатом с динамичными и типовыми рабочими органами на различных скоростных режимах его работы. В качестве примера в таблице 1 и 2 приведены фракционный состав и степень крошения почвы при фиксированном значении скорости движения почвообрабатывающего агрегата МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ  $V_p = 1,94$  м/с.

Таблица 1. Фракционный состав почвы (кг) в слое 0–15 см и степень ее крошения почвообрабатывающим агрегатом МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ с типовыми рабочими органами (агрофон – поле после культивации, спустя 14 дней), скорость движения МТА 1,94 м/с

Повторность	Фракция, мм						Степень крошения почвы, %
	свыше 50	50-25	25-10	менее 10	менее 50	общая масса почвы	
1	0,16	0,8	2,75	7,55	11,10	11,26	98,58
2	0,75	1,5	1,5	6,15	9,15	9,90	92,42
3	0,55	1,25	1,25	5,95	8,45	9,00	93,89
4	2,45	1,95	1,95	5,85	9,75	12,20	79,92
Среднее значение степени крошения почвы, %							91,20

Экспериментальные данные, приведенные в таблице 1, показывают, что в слое 0–15 см степень крошения почвы при использовании типовых почвообрабатывающих рабочих органов колеблется в пределах 79,92–98,58%.

При этом среднее значение степени крошения почвы составило 91,2%. Это свидетельствует о том, что типовые почвообрабатывающие рабочие органы при скорости движения агрегата могут обеспечить высокое качество обработки почвы.

Таблица 2. Фракционный состав почвы (кг) в слое 0 – 15 см и степень ее крошения почвообрабатывающим агрегатом МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ с динамичными рабочими органами (агрофон – поле после культивации, спустя 14 дней), скорость движения МТА 1,94 м/с

Повторность	Фракция, мм						Степень крошения почвы, %
	свыше 50	50-25	25-10	менее 10	менее 50	общая масса почвы	
1	0,35	1,75	3,25	6,75	11,75	12,1	97,10
2	0,55	1,45	3,95	6,85	12,25	12,80	95,70
3	0,45	1,35	3,15	7,85	12,35	12,80	96,49
4	0,25	0,65	2,75	8,35	11,75	12,00	97,92
Среднее значение степени крошения почвы, %							96,80

При фиксированной скорости движения агрегата 1,94 м/с степень крошения почвы динамичными почвообрабатывающими рабочими органами колеблется в пределах 95,70–97,92%. При этом среднее значение степени крошения почвы составляло 96,80%, что свидетельствует об улучшении качества обработки почвы по сравнению с типовыми рабочими органами.

Следует отметить, что нами ранее экспериментально было установлено, что применение инновационных динамичных почвообрабатывающих рабочих органов обеспечивает существенное снижение среднего значения тягового сопротивления и его дисперсию, соответственно, на 10-11% и 60-80% по сравнению с типовыми рабочими органами [6, 12]. Сравнительные экспериментальные исследования почвообрабатывающего агрегата МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ также показали значительное улучшение его эксплуатационных показателей при использовании динамичных рабочих органов.

Экспериментальные данные, приведенные в таблицах 1 и 2, свидетельствуют о том, что в данных конкретных условиях работы (при скорости движения МТА 1,94 м/с, влажности почвы 16,8%, твердости почвы 1,40 МПа) почвообрабатывающий агрегат МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ с динамичными рабочими органами обеспечивает увеличение степени крошения почвы с 91,20 до 96,80%, то есть на 5,6%.

Экспериментальные данные, полученные при скоростях движения почвообрабатывающего агрегата 2,78 и 3,33 м/с, также показали улучшение качества обработки почвы. При скоростных режимах работы агрегата 2,78 и 3,33 м/с увеличение степени крошения почвы динамичными почвообрабатывающими рабочими органами, по сравнению с типовыми, соответственно, составило 7,1 и 8,8%. На повышенных скоростных режимах работы почвообрабатывающего агрегата (более 3,33 м/с) наблюдается существенное увеличение степени крошения почвы, при этом происходит увеличение количества эрозионно-опасных частиц почвы (менее 1 мм), что нежелательно с точки зрения почвозащитных приемов обработки почвы.

**Выводы.** Результаты проведенных экспериментальных исследований подтверждают эффективность применения динамичных рабочих органов в почвообрабатывающем агрегате МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ по показателю степени крошения почвы. Использование в почвообрабатывающем агрегате динамичных рабочих органов позволяет увеличить степень крошения почвы на 5,6–8,8% в диапазоне рабочих скоростей 1,94–3,33 м/с по сравнению с типовыми рабочими органами.

### Литература

1. **Управление качеством продукции.** Справочник. – М.: Издательство стандартов, 1985. – С. 464.
2. **Патент РФ на полезную модель № 169104.** Рабочий орган для рыхления почвы / Джабборов Н.И., Евсеева С.П., Семенова Г.А. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 03 марта 2017. [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_38293707\\_89095742.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_38293707_89095742.pdf)



3. **Патент РФ на изобретение № 2702551.** Рабочий орган для рыхления почвы. Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 08 октября 2019 г.
4. **Джабборов Н.И., Добринов А.В., Эвиев В.А., Федыкин Д.С.** Основы повышения энергоэффективности технологических процессов и технических средств обработки почвы. – Элиста, 2016. – 168 с.
5. **Валге А.М., Джабборов Н.И., Эвиев В.А.** Основы статистической обработки экспериментальных данных при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства с примерами на STATGRAPHICS и EXCEL / под ред. А.М. Валге. – СПб: Изд-во ИАЭП; Элиста: Изд-во КалмГУ, 2015. – 140 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25350458>
6. **Джабборов Н.И., Эвиев В.А., Сергеев А.В., Семенова Г.А.** Оценка вероятностно-статистических характеристик тягового сопротивления почвообрабатывающего рабочего агрегата с динамичными рабочими органами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 2 (54). – С. 275-284.
7. **Яковлев Н.С., Блынский Ю.Н., Назаров Н.Н., Черных В.И.** Качество обработки почвы в зависимости от размера культиваторных лап, скорости агрегата и влажности почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4 (251). – С. 97-104.
8. **Сыромятников Ю.Н.** Показатели качества работы почвообрабатывающих рыхлительно-сепарирующей машины // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12. № 3. – С. 38-44.
9. **Федоров С.Е.** Применение дифференцированной обработки почвы // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 2. – С. 78-82.
10. **Руденко Н.Е., Кайванов С.Д., Завялик Ф.Н.** Скоростной энергосберегающий культиватор // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 7. – С. 18-21.
11. **Патент на изобретение RU 2702551, 08.10.2019.** Рабочий орган для рыхления почвы. Джабборов Н.И., Захаров А.М., Сергеев А.В., Семенова Г.А. Заявка № 2019112591 от 24.04.2019.
12. **Джабборов Н.И., Сергеев А.В., Семенова Г.А.** Нормированные показатели оценки эффективности рабочих органов и машин для поверхностной обработки почвы // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 3 (100). – С. 53-61.

#### Literatura

1. **Upravlenie kachestvom produkcii. Spravochnik.** – М.: Izdatel'stvo standartov, 1985. – S. 464.
2. **Patent RF na poleznuyu model' № 169104.** Rabochij organ dlya ryhleniya pochvy / Dzhaborov N.I., Evseeva S.P., Semenova G.A. Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre poleznyh modelej Rossijskoj Federacii 03 marta 2017. [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_38293707\\_89095742.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_38293707_89095742.pdf)
3. **Patent RF na izobretenie № 2702551.** Rabochij organ dlya ryhleniya pochvy. Data gosudarstvennoj registracii v Gosudarstvennom reestre izobretenij Rossijskoj Federacii 08 oktyabrya 2019 g.
4. **Dzhabborov N.I., Dobrinov A.V., Eviev V.A., Fed'kin D.S.** Osnovy povysheniya energoeffektivnosti tekhnologicheskikh processov i tekhnicheskikh sredstv obrabotki pochvy. – Elista, 2016. – 168 s.
5. **Valge A.M., Dzhabborov N.I., Eviev V.A.** Osnovy statisticheskoy obrabotki eksperimental'nyh dannyh pri provedenii issledovanij po mekhanizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva s primerami na STATGRAPHICS i EXCEL / pod red. A.M. Valge. – SPb: Izd-vo IAEP; Elista: Izd-vo KalmGU, 2015. – 140 s. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25350458>
6. **Dzhabborov N.I., Eviev V.A., Sergeev A.V., Semenova G.A.** Ocenka veroyatnostno-staticheskikh harakteristik tyagovogo soprotivleniya pochvoobrabatyvayushchego rabocheho agregata s dinamichnymi rabochimi organami // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2019. – № 2 (54). – S. 275-284.
7. **Yakovlev N.S., Blynskiy YU.N., Nazarov N.N., CHernyh V.I.** Kachestvo obrabotki pochvy v zavisimosti ot razmera kul'tivatornyh lap, skorosti agregata i vlazhnosti pochvy // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2016. – № 4 (251). – S. 97-104.

8. **Syromyatnikov Y.U.N.** Pokazateli kachestva raboty pochvoobrabatyvayushchih ryhlitel'no-separiruyushchey mashiny // Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii. – 2018. – Т. 12. № 3. – С. 38-44.
9. **Fedorov S.E.** Primenenie differencirovannoy obrabotki pochvy // Traktory i sel'hozmashiny. – 2018. – № 2. – С. 78-82.
10. **Rudenko N.E., Kajvanov S.D., Zavyalik F.N.** Skorostnoj energosberegayushchij kultivator // Traktory i sel'hozmashiny. – 2016. – № 7. – С. 18-21.
11. **Patent na izobretenie RU 2702551, 08.10.2019.** Rabochij organ dlya ryhleniya pochvy. Dzhaborov N.I., Zaharov A.M., Sergeev A.V., Semenova G.A. Zayavka № 2019112591 ot 24.04.2019.
12. **Dzhabborov N.I., Sergeev A.V., Semenova G.A.** Normirovannyye pokazateli ocenki effektivnosti rabochih organov i mashin dlya poverhnostnoy obrabotki pochvy // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. – 2019. – № 3 (100). – С. 53-61.

УДК 62-503.55

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12153

Доктор техн. наук **М.С. ВОЛХОНОВ**

(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, vms72@mail.ru)

Аспирант **Р.М. ВОЛХОНОВ**

(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, roman94-44@bk.ru)

Аспирант **Р.М. КОВАЛЕНКО**

(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, kovalenko.rodion@mail.ru)

## УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СЛОЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА ПРИ ЕГО ОЧИСТКЕ

При разделении зернового вороха на фракции наибольшее распространение получил способ сепарирования зерновых смесей в вертикальном воздушном потоке – пневмосепарационном канале (ПСК) по причине конструкционной простоты и компактности устройства [1]. Во время послеуборочной обработки зерна характеристики зернового слоя меняются стохастически. При сепарации зерна имеется необходимость поддержания заданной порозности слоя для обеспечения качественного процесса сепарации. Порозность зернового слоя зависит от подачи материала и расхода воздуха в ПСК. Первое оказывает сильное влияние на меняющуюся с течением времени структуру слоя, так как в течение суток влажность вороха может колебаться [2, 3] от 14 до 35%, а содержание примесей – от 5 до 30% [4]. В связи с этим возникает необходимость в постоянной оценке состояния зернового слоя. Задачу оперативного определения состояния зернового слоя при его очистке возможно решить при помощи устройства, основанного на использовании физических свойств ультразвуковой (УЗ) волны. На основе данных, зарегистрированных устройством, возможно осуществить математический анализ изменения состояния зернового слоя.

**Цель исследования** – разработать устройство оперативного определения состояния зернового слоя при его очистке, работа которого основана на использовании физических свойств УЗ волны.

*Для достижения цели были поставлены следующие задачи научного исследования:*

- разработать устройство оперативного контроля состояния движущегося зернового слоя с помощью ультразвука;
- оценить изменение структуры движущегося зернового слоя при его очистке в вертикальном ПСК с опорной сеткой с помощью разработанного устройства.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Для решения поставленных задач разработана конструкционная схема ПСК зерноочистительной машины с устройством оперативного контроля и поддержания в заданном состоянии движущегося зернового слоя с помощью ультразвука [5, 6] (рис. 1).

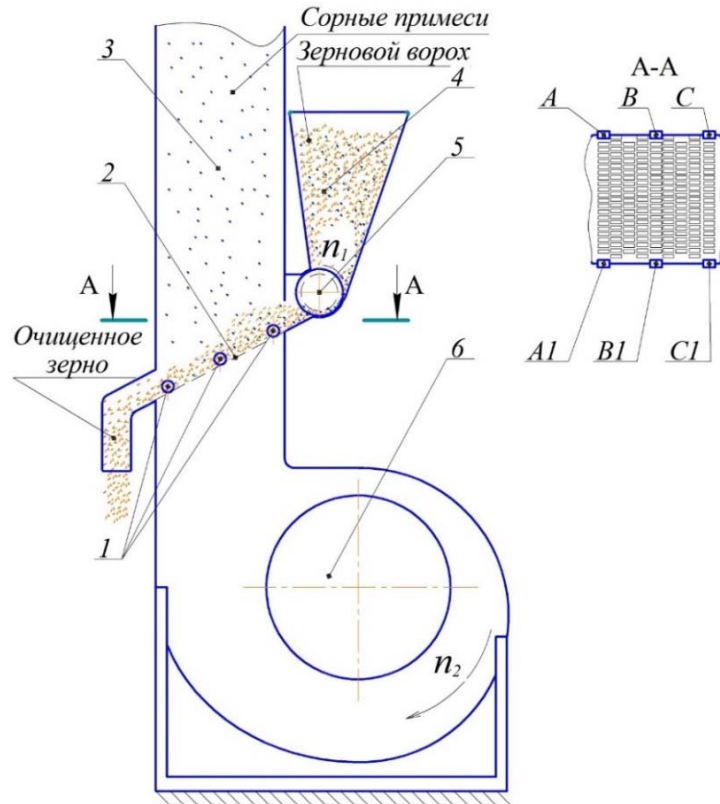


Рис. 1. Технологическая схема ПСК, оснащенного УЗ дальномерами:

$n_1$  – частота вращения питающего валика;  $n_2$  – частота вращения вентилятора; A1, B1, C1 – УЗ излучатели; A, B, C – УЗ приемники; 1 – УЗ дальномеры; 2 – опорная сетка; 3 – вертикальный пневмосепарирующий канал; 4 – бункер питатель; 5 – питающий валик; 6 – вентилятор

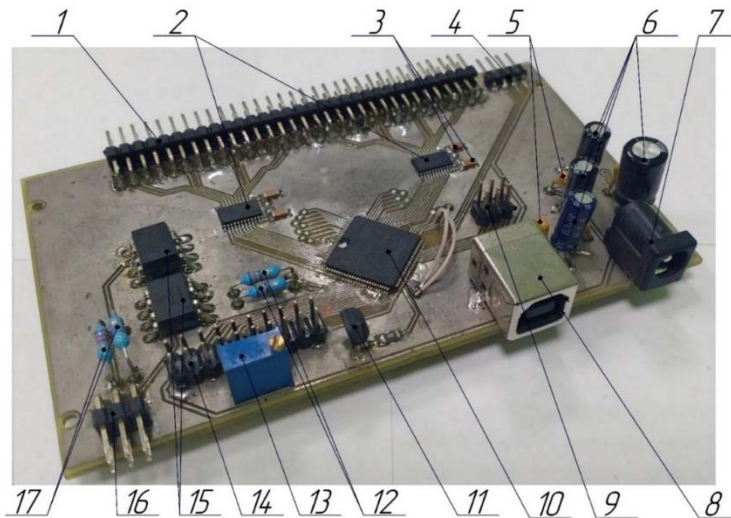


Рис. 2. Общий вид платы блока управления устройством:

1 – порт подключения УЗ дальномеров; 2 – микросхема LVC 4245а;  
 3, 5, 6 – конденсаторы; 4 – SWD порт для программирования микроконтроллера; 7 – разъем питания;  
 8 – USB разъем тип В; 9 – разъем подключения клавиатуры; 10 – микроконтроллер; 11 – транзистор;  
 12, 17 – резисторы; 13 – подстроечный резистор; 14 – разъем подключения дисплея;  
 15 – оптопара; 16 – разъем подключения частотных преобразователей

Устройство содержит микроконтроллерный блок управления с клавиатурой управления, разъемы подключения блока питания, USB интерфейс, разъем подключения частотных преобразователей, графический LCD дисплей, УЗ дальномеры и частотные

преобразователи. Плата блока управления устройством с размещенными на ней электронными компонентами представлена на рисунке 2.

Порозность зернового слоя оценивается длиной пути УЗ волны, прошедшей через зерновой слой [7]. Для ширины ПСК 350 мм зависимость между порозностью зернового слоя,  $E$ , %, и длиной пути УЗ волны,  $L_3$ , мм, имеет вид:

$$E = -35,49 \ln(L_3) + 288,1. \tag{1}$$

При движении зерна вдоль опорной сетки происходит его псевдооживление и очистка от легких примесей, внутренняя структура продуваемого слоя меняется. Состояние псевдооживленного слоя оперативно фиксируется УЗ дальномерами 1 (рис. 1). УЗ волны частотой 40 кГц излучаются с периодичностью 150 м/с излучателями А, В, С и проходят со скоростью около 340 м/с через движущийся слой очищаемого материала поперек его движения к приемникам А1, В1, С1 [4].

Разработанное устройство позволяет осуществлять регистрацию и сохранение параметров процессов, в том числе и быстропротекающих (микросекунды), для последующего анализа и обработки на ПК.

Экспериментальное исследование проводилось по следующей методике. Перед началом лабораторных исследований осуществили подключение персонального компьютера к блоку управления устройством с целью регистрации показаний ультразвуковых дальномеров для дальнейшего анализа полученных значений. Перед началом опыта осуществлялась загрузка бункера 4 (рис. 1) ПСК, затем запускался процесс очистки. После установления режима работы ПСК в течение 10 сек. запускалась программа записи показаний на персональный компьютер. Продолжительность работы устройства во время опыта составляла более 50 секунд. В целях получения данных с удовлетворительной точностью количество значений, записанных на персональный компьютер с каждого дальномера во время опыта, составляло более 300 [9].

Для анализа случайного процесса во время очистки зернового вороха исследовали рабочий режим ПСК при частоте напряжения, подведенного к электродвигателю питающего валика 15 Гц, и частоте напряжения, подведенного к электродвигателю вентилятора 40 Гц.

Полученные значения анализировались в программе STSTGRAPHICS Centurion XV. Строились гистограммы распределения и точечные диаграммы рассеяния значений длин путей УЗ волн, полученных с ультразвуковых дальномеров, расположенных в начале, середине и конце ПСК. Определялись математическое ожидание, дисперсия случайной величины, корреляционная функция и спектральная плотность случайного процесса изменения длины пути УЗ волны при очистке зернового вороха в ПСК по известным методикам [9, 10].

**Результаты исследований.** Результаты анализа числовых рядов, полученных от УЗ дальномеров, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики распределения длин путей УЗ волн, полученных при проведении опыта

Показатель	Результаты анализа числового ряда, полученного с УЗ дальномера, расположенного		
	в начале ПСК	в середине ПСК	в конце ПСК
Количество значений	503,0	503,0	503,0
Среднее арифметическое значение, мм	923,83	590,96	480,31
Среднеквадратическое отклонение, мм	150,81	200,62	157,47
Коэффициент вариации, %	16,32	33,95	32,78
Коэффициент асимметрии	2,74	8,51	18,60
Коэффициент эксцесса	0,82	-0,65	14,55

Анализ полученных результатов показывает на закономерность уменьшения средних арифметических значений длин путей УЗ волн, полученных от УЗ дальномеров в начале, середине и конце ПСК, и изменение закона распределения случайной величины (рис. 3, 4). Это происходит по причинам увеличения порозности слоя зернового вороха и его очистки от легких примесей. Распределение случайной величины отлично от нормального, так как коэффициенты асимметрии и эксцесса вне диапазона от  $-2$  до  $+2$ . По мере увеличения порозности слоя и его очистки наблюдается увеличение частоты появления длин путей УЗ с меньшей величиной. Так, в начале очистки устройством фиксируется с преобладающей абсолютной частотой выборки 150 длина пути УЗ волны от 750 до 1000 мм (рис. 3а, 4а), в конце очистки преобладает длина пути УЗ волны 350–420 мм с абсолютной частотой выборки – 305 (рис. 3в, 4в).

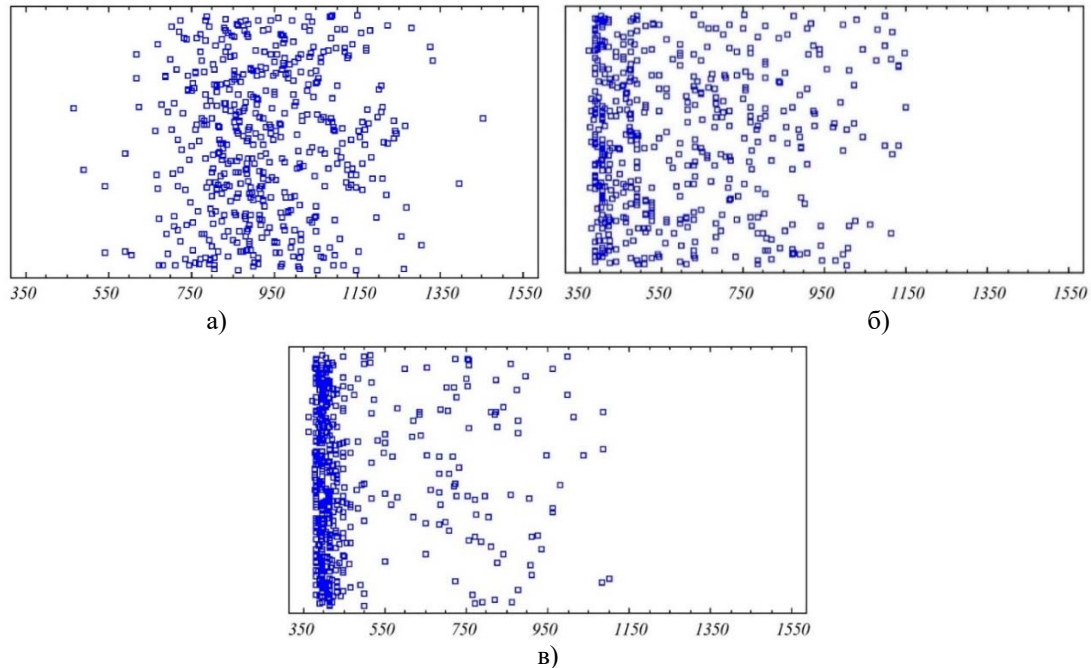


Рис. 3. Точечная диаграмма рассеяния длин путей УЗ волн, мм, полученных от УЗ дальномера, расположенного: а) в начале ПСК; б) в середине ПСК; в) в конце ПСК

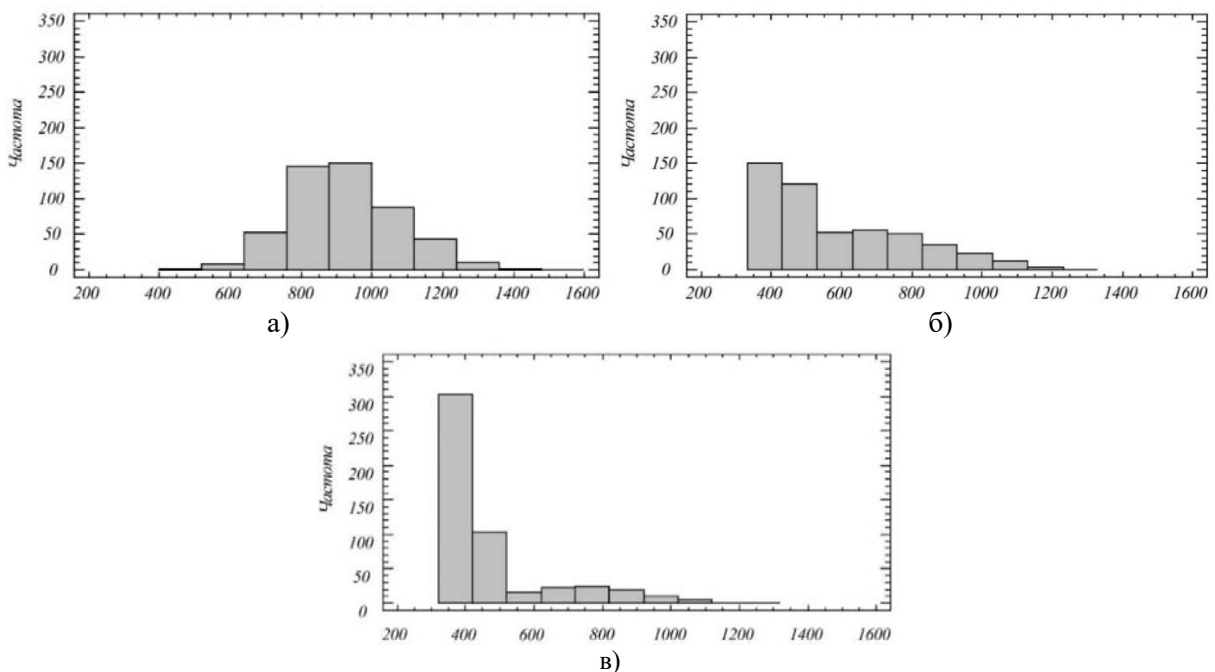


Рис. 4. Гистограмма абсолютных частот длин путей УЗ волн, мм, полученных от УЗ дальномера, расположенного: а) в начале ПСК; б) в середине ПСК; в) в конце ПСК

В соответствии с полученными данными были построены графики корреляционных функций  $\rho_L(\tau)$  (рис. 5).

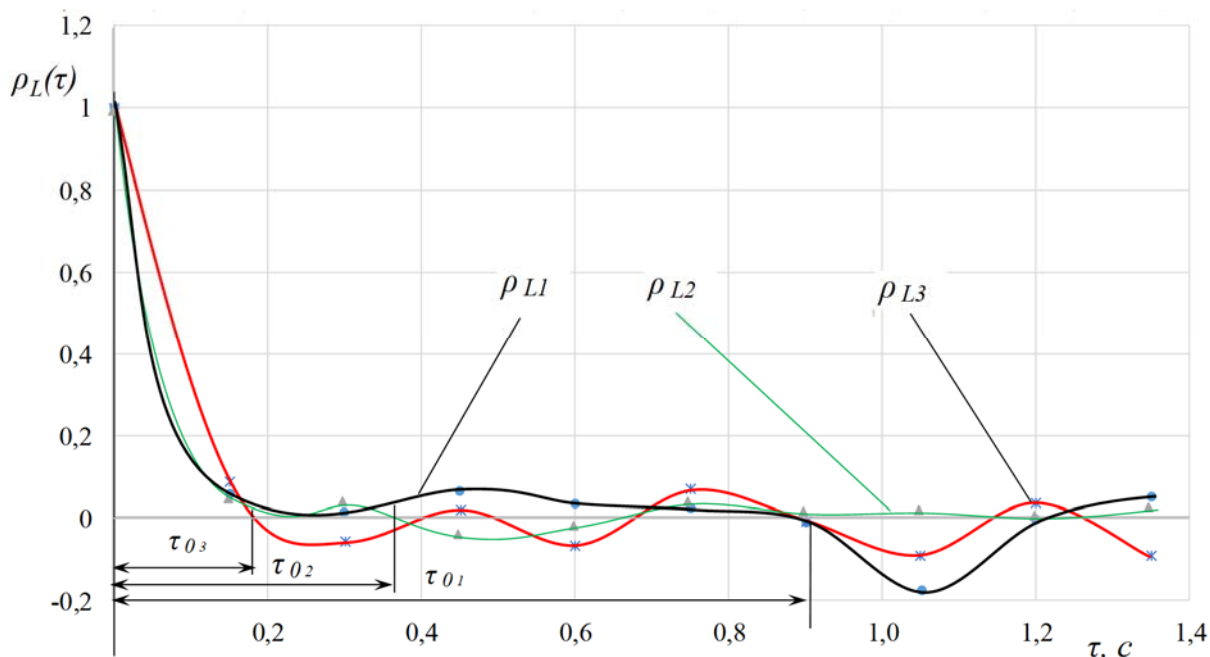


Рис. 5. Зависимость  $\rho_L(\tau)$ , полученная в ходе обработки данных, полученных от УЗ дальномера, расположенного в начале ПСК,  $\rho_{L1}$ ; в середине ПСК,  $\rho_{L2}$ ; в конце ПСК,  $\rho_{L3}$

Из графиков видно, что в случайном процессе псевдооживления присутствуют скрытые регулярные периодические составляющие, корреляционная функция колеблется около оси  $\tau$  и не затухает. Связь между частицами материала более тесная в начале ПСК, то есть слой более структурированный, и слабеет по мере прохождения слоя вдоль опорной сетки ПСК, переходит в хаотичное состояние, при этом теснота корреляционной связи уменьшается с 0,90 до 0,18 с.

При определении спектральной плотности были получены данные, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Параметры спектральной плотности, полученные в ходе анализа данных от УЗ дальномеров ПСК

Наименование показателя	Для значений, полученных от УЗ дальномеров, расположенных		
	в начале ПСК	в середине ПСК	в конце ПСК
Существенная частота, $\omega_{\text{сущ}}$	0,021	0,021	0,020
Ширина спектра, $\Delta\omega$	47,12	47,12	50,27

Случайные процессы – широкополосные для значений, полученных со всех УЗ дальномеров, так как их спектральная плотность не сосредоточена в относительно узком диапазоне частот около существенной частоты  $\omega_{\text{сущ}}$ . Порозность слоя существенно колеблется относительно среднего значения в процессе его очистки.

**Выводы.** Разработано УЗ устройство оперативного контроля и поддержания в заданном состоянии зернового слоя, позволяющее оценивать порозность движущегося слоя зернового вороха в процессе его сепарации.

Корреляционно-спектральный анализ числовых рядов, полученных от УЗ дальномеров при очистке зернового слоя в вертикальном пневмосепарационном канале с опорной сеткой, показал, что в случайном процессе присутствуют скрытые регулярные периодические

составляющие. Связь между частицами материала более тесная в начале ПСК – слой более структурированный, и слабеет по мере прохождения слоя вдоль опорной сетки, слой переходит в хаотичное состояние, при этом время корреляционной связи уменьшается с 0,90 до 0,18 с. Процесс псевдооживления – широкополосный.

### Литература

1. **Бурков А.И.** Разработка и совершенствование пневмосистем зерноочистительных машин: монография. - Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. – 378 с.
2. **Смелик В.А., Новиков М.А., Ерошенко Л.И., Перекопский А.Н.** Анализ поступления зернового вороха на пункт послеуборочной обработки в регионе повышенного увлажнения // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. - Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2018. – № 20. – С. 17-19.
3. **Смелик В.А., Ерошенко Л.И., Сайда С.К.** Проектирование и строительство пунктов по послеуборочной обработке и хранению продукции растениеводства для типовых хозяйств Северо-Запада // Крупный и малый бизнес в АПК: роль, механизмы взаимодействия, перспективы. – СПб.: СПбГАУ, 2009. – С. 124.
4. **Волхонов М.С., Бушуев И.В., Волхонов Р.М., Пашин Е.Л.** Разработка способа контроля и обеспечения заданной порозности зернового слоя в пневмосепарационном канале очистителя зернового вороха // Восточно – Европейский журнал передовых технологий. – 2019. – № 4/1 (100). – С. 46-53.
5. **Волхонов М.С., Бушуев И.В., Мишин П.В., Юнусов Г.С., Волхонов Р.М.** Способ управления подачей материала и воздуха в пневмосепарационный канал зерноочистительной машины // Вестник Казанского ГАУ. – 2018. – № 1 (48). – С. 126-131.
6. **Патент №2654641** Российская Федерация, МПК В07В 4/00 – «Способ управления подачей материала и воздуха в пневмосепарационный канал зерноочистительной машины» [Текст] / Волхонов М.С.; Габалов С.Л.; Бушуев И.В.; Волхонов Р.М.; Зимин И.Б.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. - №20171048906; заявл. 14.02.2017; опубл. 21.05.2018, бюл. №15. – 9 с.; ил/
7. **Смирнов И.А.** Совершенствование технологического процесса работы аэрожелобной сушилки: дис... кандидата технических наук. 05.20.01 / Смирнов Иван Альбертович. – Караваево, 2016. – 31 с.
8. **Хайлис Г.А., Ковалев М.М.** Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных. – С.: Колос, 1994. – 169 с.
9. **Лурье А.Б.** Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления. – Л.: Колос, 1979. – 312 с.
10. **Лурье А.Б.** Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.

### Literatura

1. **Burkov A.I.** Razrabotka i sovershenstvovanie pnevmosistem zernoochistitel'nyh mashin: monografiya. - Kirov: NIISKH Severo-Vostoka, 2016. – 378 s.
2. **Smelik V.A., Novikov M.A., Eroshenko L.I., Perekopskij A.N.** Analiz postupleniya zernovogo voroha na punkt posleuborochnoj obrabotki v regione povyshennogo uvlazhneniya // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo hozyajstva. - Joshkar-Ola: Marijskij gos. un-t, 2018. – № 20. – S. 17-19.
3. **Smelik V.A., Eroshenko L.I., Sajda S.K.** Proektirovanie i stroitel'stvo punktov po posleuborochnoj obrabotke i hraneniyu produktsii rastenievodstva dlya tipovyh hozyajstv Severo-Zapada // Krupnyj i malyj biznes v APK: rol', mekhanizmy vzaimodejstviya, perspektivy. – SPb.: SPbGAU, 2009. – S. 124.
4. **Volhonov M.S., Bushuev I.V., Volhonov R.M., Pashin E.L.** Razrabotka sposoba kontrolya i obespecheniya zadannoj poroznosti zernovogo sloya v pnevmoseparacionnom kanale ochistitelya zernovogo voroha // Vostochno – Evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij. – 2019. – № 4/1 (100). – S. 46-53.

5. **Volhonov M.S., Bushuev I.V., Mishin P.V., YUnusov G.S., Volhonov R.M.** Sposob upravleniya podachej materiala i vozduha v pnevmoseparacionnyj kanal zernoochistitel'noj mashiny // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2018. – № 1 (48). – S. 126-131.
6. **Patent №2654641** Rossijskaya Federaciya, MPK V07V 4/00 – «Sposob upravleniya podachej materiala i vozduha v pnevmoseparacionnyj kanal zernoochistitel'noj mashiny» [Tekst] / Volhonov M.S.; Gabalov S.L.; Bushuev I.V.; Volhonov R.M.; Zimin I.B.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Kostromskaya GSKHA. - №20171048906; zayavl. 14.02.2017; opubl. 21.05.2018, byul. №15. – 9 s.; il/
7. **Smirnov I.A.** Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa raboty aerozhelobnoj sushilki: dis... kandidata tekhnicheskikh nauk. 05.20.01 / Smirnov Ivan Al'bertovich. – Karavaevo, 2016. – 31 s.
8. **Hajlis G.A., Kovalev M.M.** Issledovaniya sel'skhozyajstvennoj tekhniki i obrabotka opytnyh dannyh. – S.: Kolos, 1994. – 169 s.
9. **Lur'e A.B.** Modelirovanie sel'skhozyajstvennyh agregatov i ih sistem upravleniya. – L.: Kolos, 1979. – 312 s.
10. **Lur'e A.B.** Statisticheskaya dinamika sel'skhozyajstvennyh agregatov. – M.: Kolos, 1981. – 382 s.

УДК 579.674

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12159

Аспирант **Е.Л. ПОСТНОВ**  
(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, evgen4.1.0@mail.ru)  
Канд. техн. наук **И.В. БУШУЕВ**  
(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, biv2005g@mail.ru)  
Канд с.-х. наук **А.А. ПАНКРАТОВА**  
(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, pancratova.anna@yandex.ru)

### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ЧАЯ ИЗ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО В ФЕРМЕНТАЦИОННОЙ КАМЕРЕ**

В настоящее время все большую популярность набирает напиток из кипрея узколистного, или иван-чая. Это многолетнее травянистое растение высотой 60–150 см, с моноциклическими побегами, которое широко распространено на территории России.

Кипрей узколистный довольно давно с успехом применяется в народной медицине, кроме того, это растение широко известно как пищевое, ценное кормовое и медоносное.

В настоящее время государство РФ рассматривает «политику здорового питания» как важный фактор укрепления здоровья граждан России. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы научно обоснованного и рационального использования доступного и широко распространенного отечественного растительного сырья как важного источника физиологически функциональных ингредиентов. К таким относится кипрей узколистный [1].

На данный момент напиток из иван-чая производится большим количеством предприятий по всей стране, а также огромным количеством людей, делающих напиток из иван-чая в домашних условиях для себя. Процесс приготовления напитка из иван-чая состоит из следующих этапов:

1. Сбор: происходит в период цветения растения.
2. Подвяливание: сопровождается снижением влаги в листьях.
3. Измельчение листа: разрушение целостности клеток, равномерное распределение клеточного сока и придание листу закрученной формы.
4. Ферментация: биохимический процесс, протекающий в зависимости от внешних условий в присутствии кислорода и собственных ферментов иван-чая, под действием микроорганизмов, которые являются катализаторами данного процесса. Ферментация может продолжаться от 45 минут до 24 часов. Это зависит от сочетания многих условий: температуры чайного листа после измельчения и скручивания, влажности воздуха и концентрации кислорода в массе, желаемой степени ферментации.



5. Сушка: удаление лишней влаги из чайного листа при повышенной температуре [2].

Самым ответственным этапом изготовления напитка из иван-чая является ферментация, так как именно от нее в дальнейшем будет зависеть вкус и аромат напитка. В процессе ферментации происходит изменение цвета массы с зеленого на зелено-коричневый, а также изменение травяного запаха на сильный цветочно-фруктовый аромат. В домашних условиях весьма затруднительно создать оптимальные параметры для прохождения ферментации, поэтому многие люди довольно часто сталкиваются с тем, что в ходе процесса ферментации в массе появляется плесень, чай скисает или появляется неприятный запах, т.е. процесс ферментации идет неправильно. Употребление полученного таким образом чая может быть опасно для здоровья [3,4].

Исследований микробиологических процессов, происходящих при ферментации листьев иван-чая, нами не найдено.

**Целью исследования** является разработка ферментационной камеры и проведение микробиологических исследований ферментируемого сырья на различных этапах ферментации при различных температурных режимах.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Для проведения экспериментов нами была разработана и собрана ферментационная камера – автоматизированное устройство, задачей которого является воссоздание и последующее поддержание искусственных условий для протекания биохимических процессов. Внешне камера представляет собой шкаф, выполненный из фанеры (рис. 1).



Рис.1. Экспериментальная ферментационная камера

Температура внутри камеры поддерживается при помощи греющего кабеля. Для автоматического управления ферментационной камерой разработана принципиальная схема (рис. 2) на базе микроконтроллера ATmega 16. Ввод данных и управление микроконтроллером осуществляется с помощью кнопок SB1-SB3. Кнопка SB1 служит для перемещения по меню, а также изменения параметров в подменю. Кнопки SB2 и SB3 служат для выбора необходимого параметра. На основе микросхемы ds1307 реализованы часы реального времени, позволяющие отсчитывать продолжительность ферментации. Контроль температуры в ферментируемой массе осуществляется при помощи датчика ds18b20.

Для визуализации производимых действий используется двухстрочный LCD дисплей LM016L. Микроконтроллер ATmega16 реализует алгоритм по написанной нами программе. При выключении прибора установленные режимы его работы микроконтроллер запоминает в энергонезависимой памяти и восстанавливает при включении. Управление греющим кабелем осуществляется от микроконтроллера через гальваническую развязку, организованную на оптопаре МОС3083 и симисторе ВТА12.

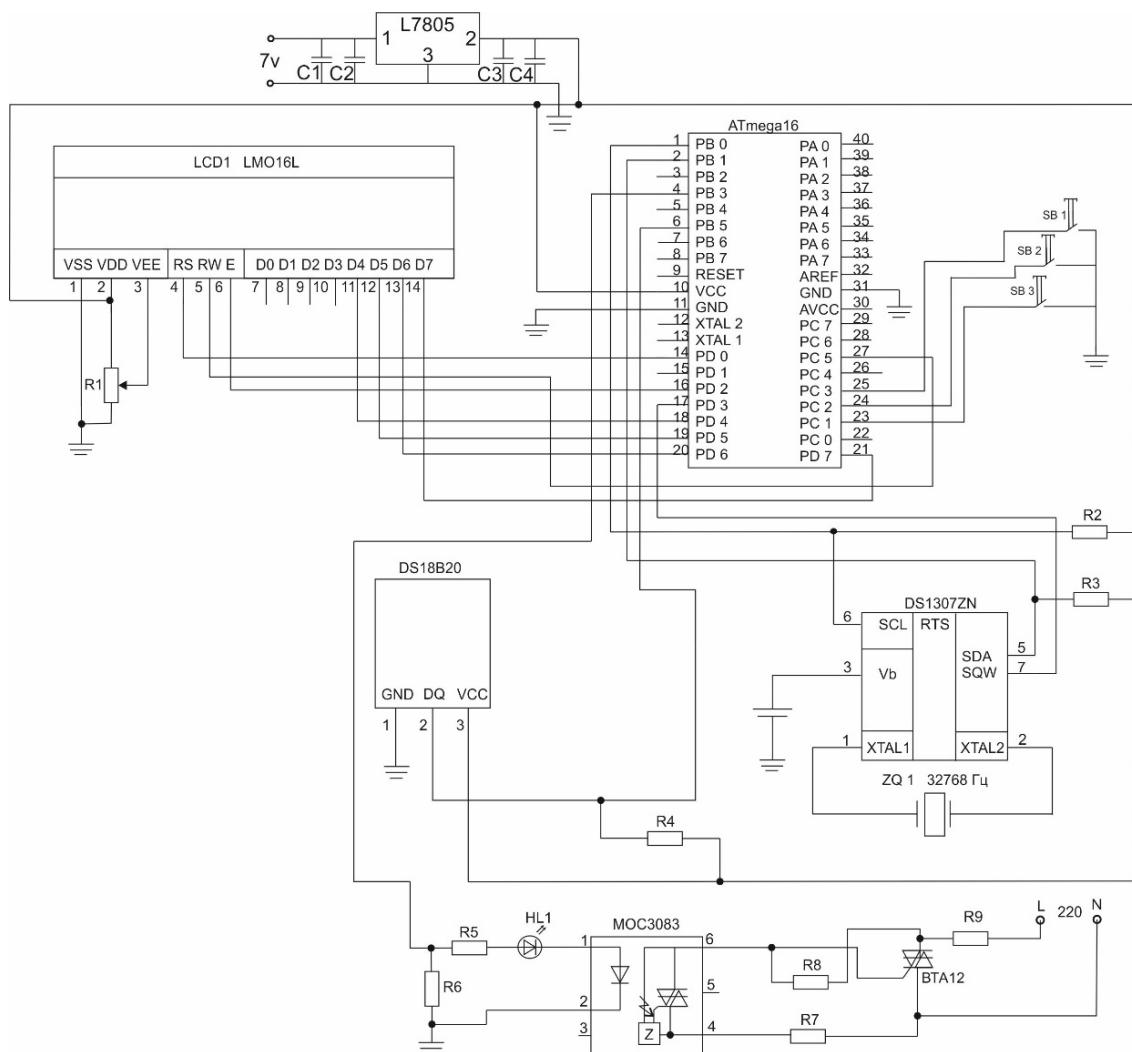


Рис. 2. Принципиальная схема управления ферментационной камерой

Готовая ферментационная камера была испытана на работоспособность. С ее помощью нами проведены исследования процесса ферментации листьев иван-чая. Для проведения экспериментов нами были собраны листья иван-чая, которые в дальнейшем подвяливались в течение суток, затем пропускались через мясорубку МИМ-600 и помещались в камеру для дальнейшей ферментации, которая протекала в течение 24 часов.

Биотехнологический процесс ферментации растительного сырья происходит под влиянием сопутствующей «полезной» микрофлоры или так называемой эпифитной микрофлоры, которая содержится на поверхности чайных листьев. Однако по ряду причин часто может происходить сдвиг в сторону патогенной составляющей микрофлоры, присутствующей в ферментируемой растительной массе. К таким причинам можно отнести некачественные сбор и сортировку собранного растительного сырья, куда могут попасть насекомые, их личинки, улитки и даже помет птиц. Второй причиной развития патогенной микрофлоры в ферментируемой массе может оказаться несоблюдение правил гигиены при переработке листа кипрея.

В наших исследованиях микробиологический анализ иван-чая в процессе проведения ферментации и готового продукта состоял из 4 серий экспериментов: 1 – 3 серии экспериментов были проведены в летний период (июль – август), 4 серия – была проведена на замороженном сырье в зимний период (декабрь). Эксперименты проводились при температуре ферментации 35°C, 45°C и 55°C. Пробы сырья иван-чая брались до начала процесса

ферментации, в начале ферментации, спустя 5 часов после начала ферментации и спустя 24 часа после начала процесса ферментации.

Для проведения экспериментов разведенную суспензию, полученную из растительного сырья каждой пробы, высевали на плотные питательные среды (МПА, Эндо, Сабуро). Через 24 и 48 часов культивирования в термостате при температуре 24°C проводили подсчет выросших колоний с последующей их идентификацией.

Микробиологическое исследование образцов проводили на наличие в 1 грамме исследуемого сырья следующих групп микроорганизмов:

- КМАФАнМ в соответствии с ГОСТ 10444.15-94 [4];
- Дрожжеподобных и плесневых грибов, ГОСТ 10444.12-88 [5];
- Патогенных микроорганизмов, в том числе:
  - бактерий группы кишечной палочки (*Escherichia coli*), ГОСТ 30726-2001 [6];
  - бактерий группы дизентерийной палочки (*Shigella dysenteriae*), ГОСТ 32010-2013 [7].

**Результаты исследований.** Наличие эпифитной микрофлоры на листьях кипрея, измельченных в мясорубке, перед началом процесса ферментации сравнивали с количеством разных групп микроорганизмов, на свежесобранных листьях, подвяленных в течение суток. Как показывают результаты таблицы 1, после проведения измельчения листьев количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов КМАФАнМ возрастало в 2,5 раза, что, очевидно, непосредственно связано с началом процесса ферментации. Число дрожжей и плесеней несколько снизилось, однако было отмечено значительное увеличение патогенных микроорганизмов – бактерий группы кишечной палочки более чем в 4,0 раза, дизентерийной палочки – в 1,7 раза. Таким образом, было установлено, что процесс измельчения листьев кипрея способствует не только их подготовке к прохождению процесса ферментации, но и нарастанию всей микрофлоры в растительной массе.

Таблица 1. Средние значения микробиологической обсемененности подвяленного иван-чая и измельченных листьев в начале процесса ферментации (в среднем за первые 3 серии эксперимента)

Исследуемые группы микроорганизмов	Свежесобранные листья, подвяленные в течение суток	Измельченный лист, начало ферментации
	Полученный в опыте результат	
КМАФАнМ, КОЕ/ г	5650	14150
Дрожжеподобные грибы, КОЕ/ г	450	325
Плесневые грибы, КОЕ/ г	175	100
Патогенные микроорганизмы, в том числе: бактерии группы кишечной палочки, КОЕ/ г	575	2525
бактерии группы дизентерийной палочки, КОЕ/ г	1517	2625

*Примечание: КОЕ/г – колониеобразующие единицы на 1 грамм сырья*

Анализ микробиологической обсемененности предварительно подвяленного, измельченного, замороженного, а впоследствии размороженного перед процессом ферментации растительного сырья в 4 серии эксперимента представлен в таблице 2. Из основных, учитываемых в опыте групп микроорганизмов, было установлено наличие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в пределах 3750 КОЕ/ г и бактерий группы дизентерийной палочки – 250 КОЕ/ г продукта, что было ниже значений, чем на свежесобранном измельченном сырье перед началом ферментации в 3,8 и 10,5 раза соответственно (см. результаты таблицы 1). Можно предположить, что в результате заморозки растительного сырья численность всех групп микроорганизмов значительно снижается, причем дрожжеподобных и плесневых грибов не было выявлено вообще.

Таблица 2. Значения микробиологической обсемененности подвяленного растительного сырья и измельченных листьев после размораживания в начале процесса ферментации (декабрь)

Исследуемые группы микроорганизмов	Измельченный лист после размораживания, начало ферментации
КМАФАнМ, КОЕ/ г	3750
Дрожжеподобные грибы, КОЕ/ г	не обнаружено
Плесневые грибы, КОЕ/ г	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в том числе: бактерии группы кишечной палочки, КОЕ/ г	не обнаружено
бактерии группы дизентерийной палочки, КОЕ/ г	250

Таблица 3. Результаты исследований микробиологических посевов образцов кипрея узколистного в ходе биотехнологического процесса приготовления чая (первые 3 серии эксперимента)

Исследуемые группы микроорганизмов	Норма в готовом продукте по ГОСТ	1 серия эксперимента (температура ферментации 35°C)			2 серия эксперимента (температура ферментации 45°C)			3 серия эксперимента (температура ферментации 55°C)		
		5 ч ферментации	24 ч ферментации	готовый продукт	5 ч ферментации	24 ч ферментации	готовый продукт	5 ч ферментации	24 ч ферментации	готовый продукт
КМАФАнМ, КОЕ/ г	Не > 5000	1300	1300	150	10400	86	50	не обнаружено	не обнаружено	150
Дрожжеподобные грибы, КОЕ/ г	Не > 50	не обнаружено	700	150	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	50	не обнаружено	не обнаружено
Плесневые грибы, КОЕ/ г	Не > 20	50	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в том числе: бактерии группы кишечной палочки, КОЕ/ г	Не допускается	50	50	не обнаружено	600	300	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
бактерии группы дизентерийной палочки, КОЕ/ г		не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	1775	500	100	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

Результаты микробиологических исследований посевов образцов кипрея узколистного в ходе прохождения биотехнологического процесса приготовления напитка из иван-чая первых 3-х серий проведения летних экспериментов представлены в таблице 3. В первой серии эксперимента при температуре ферментации 35°C наличие всех групп микроорганизмов было значительно ниже по сравнению с предыдущей серией проведенного эксперимента. Однако на момент окончания ферментации, а также в готовом продукте было выявлено наличие

дрожжеподобных грибов – 150 КОЕ/ г, причем их количество превышало допустимую норму. Патогенных микроорганизмов в готовом чае зафиксировано не было.

Во второй серии эксперимента при температуре ферментации 45°C число КМАФАнМ через 5 часов после начала процесса было снижено по сравнению с обсемененностью листьев в начале ферментации (см. результаты таблицы 1) в 1,3 раза и составляло 10400 КОЕ/г, к моменту завершения процесса и в готовом продукте их количество было в норме. Также стоит отметить, что при данном режиме проведения ферментации других исследуемых групп микроорганизмов выявлено не было, за исключением бактерий группы дизентерийной палочки, наличие которой в готовом продукте недопустимо.

В третьей серии эксперимента при температуре ферментации 55°C среди всех исследуемых видов микроорганизмов было зафиксировано наличие дрожжей в середине процесса ферментации на уровне, допустимом для готового продукта, – 50 КОЕ/г. В готовом продукте при данном температурном режиме было выявлено наличие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), но в пределах допустимых значений для готового чая – 4500 КОЕ/ г.

Результаты 1 серии микробиологического посева (температура при ферментации 35°C) представлены на рисунке 3. На питательной среде Эндо представлен рост бактерий группы кишечной и дизентерийной палочки, на среде Сабуро – рост КМАФАнМ, дрожжеподобных и плесневых грибов, на среде МПА – рост КМАФАнМ, дрожжеподобных грибов.

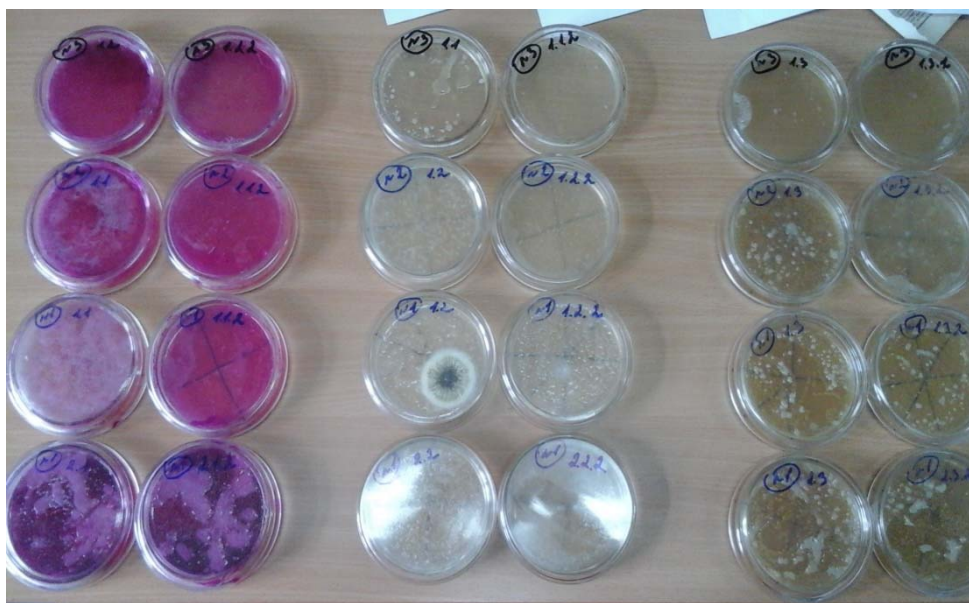


Рис. 3. Результаты микробиологического посева при температуре ферментации 35°C:  
слева – направо среда Эндо, Сабуро, МПА

Результаты микробиологических исследований посевов образцов кипрея узколистного в ходе биотехнологического процесса приготовления чая 4-й зимней серии проведения эксперимента представлены в таблице 4. Анализируя значения микробиологических показателей образцов кипрея узколистного, было установлено значительное увеличение числа практически всех групп микроорганизмов независимо от температуры, поддерживаемой в ходе процесса ферментации.

Так, спустя 5 часов после начала ферментации при температуре 45°C число КМАФАнМ было ниже в 1,5 раза (2500 КОЕ/г) по сравнению с обсемененностью растительного сырья после его размораживания перед началом процесса (табл. 2), причем такая тенденция прослеживалась и при 35°C, и при 55°C. Через 24 часа при данном температурном режиме количество микроорганизмов снизилось еще в 2,0 раза и было в пределах допустимых значений для готового продукта. Однако было выявлено повышенное содержание

дрожжеподобных грибков спустя 5 часов и 24 часа ферментации – 500 и 250 КОЕ/г соответственно, а также недопустимых бактерий группы кишечной палочки – 1500 КОЕ/г.

Через 24 часа процесса ферментации при температуре 35°C было зафиксировано уже до 4250 КОЕ/г КМАФАнМ, что находится в пределах нормы. Также на протяжении всего процесса было установлено повышенное содержание дрожжей – 3000 и 500 КОЕ/г и недопустимых бактерий групп кишечной и дизентерийной палочки – 750 и 500 КОЕ/г.

При температуре ферментации 55°C ситуация была несколько сходной по сравнению с температурой ферментации 45°C. А именно: количество КМАФАнМ составляло 4000 КОЕ/г, что также соответствует допустимым значениям и, тем не менее, по окончании ферментации было выявлено повышенное присутствие дрожжеподобных грибков 1750 КОЕ/г и бактерий группы кишечной палочки – 2500 КОЕ/г.

Наличие бактерий группы кишечной палочки недопустимо в готовом продукте, поэтому существует необходимость в дополнительной обработке (пастеризации) сферментированного сырья с целью уничтожения патогенной микрофлоры. Обработка листа кипрея перед началом процесса ферментации нецелесообразна, так как, согласно нашим исследованиям, патогенная микрофлора может появиться в процессе ферментации. Например, дополнительную обработку (пастеризацию) сферментированного сырья можно произвести применяя высокотемпературную сушку (100°C и более) или при помощи фиксации согласно ГОСТ 32593-2013 [8]. Также известен способ ферментации иван-чая, при котором для фиксации листьев кипрея используют концентрацию озона более 100 мг/м<sup>3</sup> в течение 15 минут [9].

Таблица 4. Результаты исследований микробиологических посевов образцов кипрея узколистного в ходе биотехнологического процесса приготовления чая (4 серия эксперимента)

Исследуемые группы микроорганизмов	Норма в готовом продукте по ГОСТ	Температура ферментации 35°C		Температура ферментации 45°C		Температура ферментации 55°C	
		5 ч. ферментации	24 ч. ферментации	5 ч. ферментации	24 ч. ферментации	5 ч. ферментации	24 ч. ферментации
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не > 5000	2500	4250	2500	1250	2500	4000
Дрожжеподобные грибы, КОЕ/г	Не > 50	3000	500	500	250	500	1750
Плесневые грибы, КОЕ/г	Не > 20	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в том числе: бактерии группы кишечной палочки, КОЕ/г	Не допускается	не обнаружено	750	не обнаружено	1500	2000	2500
бактерии группы дизентерийной палочки, КОЕ/г		7250	500	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

**Выводы:**

1. Разработана ферментационная камера и схема управления ею, затем она собрана и проверена на работоспособность. С ее помощью проведены исследования процесса ферментации листьев иван-чая. Ферментационная камера может применяться для изготовления напитка из иван-чая в домашних условиях для себя, а также для проведения исследований [10].

2. После пропускания подвяленных листьев через мясорубку перед началом ферментации происходит значительный скачок в численности всех видов микрофлоры, число мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов возрастает в 2,5 раза,

которые, очевидно, принимают активное участие в процессе ферментации на начальных стадиях. На данном этапе отмечается также и увеличенное количество патогенной микрофлоры.

3. В результате заморозки подготовленных для ферментации листьев иван-чая численность всех групп микроорганизмов значительно снижается по сравнению со свежесобранными листьями и измельченным растительным сырьем, причем дрожжеподобных и плесневых грибов не выявлено. Готовый напиток из иван-чая, сырье которого было заморожено, органолептически не отличается от напитка, сырье которого было собрано и сферментировано летом.

4. В процессе прохождения ферментации как свежесобранного измельченного, так и размороженного сырья, независимо от температуры, численность мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов постепенно снижается и готовый продукт соответствует требованиям ГОСТ. В некоторых образцах имеется наличие патогенной микрофлоры, что недопустимо в готовом напитке из иван-чая.

### Литература

1. **Фозилова В.В.** Разработка и исследование потребительских свойств чайных напитков на основе кипрея узколистного: автореф. дис... канд. техн. наук. – Кемерово, 2014. – С. 3-4.
2. **Постнов Е.Л., Бушуев И.В. Олин Д.М.** Автоматизация ферментационной камеры для производства чайных напитков // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. Первые шаги в науке. – Вып. 85. – Караваяево: Костромская ГСХА, 2016. – С. 228-233.
3. **Волкова А.В., Бурмистрова К.А.** Сравнительное физико-химическое исследование иван-чая, переработанного по технологии естественной и искусственной ферментации: сборник тезисов VI региональной молодежной конференции им. В.И. Шпилемана «Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири» / Югорский гос. университет. – Ханты-Мансийск, 2018. – С. 77-80.
4. **Liu Tong, Chinese tea.** Beijing: China Intercontinental Press. p. 137. ISBN 7-5085-0835-1 (2005).
5. **ГОСТ 10444.15-94.** Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов / Межгосударственный стандарт. – Стандартинформ, 2010. – С. 312-316.
6. **ГОСТ 10444.12-88.** Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневелых грибов / Межгосударственный стандарт. – Стандартинформ, 2010. – С. 297-302.
7. **ГОСТ 30726-2001.** Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli* / Межгосударственный стандарт. – Стандартинформ, 2010. – С. 104-110.
8. **ГОСТ 32010-2013.** Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Shigella* / Межгосударственный стандарт. – Стандартинформ, 2013. – С. 1-9.
9. **ГОСТ 32593-2013.** Чай и чайная продукция. Термины и определения / Межгосударственный стандарт. – Стандартинформ, 2015. – С. 1-2.
10. **Патент 2694616 RU, МПК А23F 3/08, А23F 3/34.** Способ ферментации иван-чая / Постнов Е.Л., Бушуев И.В., Олин Д.М.; заявитель(и) и патентообладатель(и) Постнов Е.Л.; заявл. 28.03.2018; опубл. 16.07.2019.

### Literatura

1. **Fozilova V.V.** Razrabotka i issledovanie potrebitel'skih svojstv chajnyh napitkov na osnove kipreya uzkolistnogo: avtoref. dis... kand. tekhn. nauk. – Kemerovo, 2014. – S. 3-4.
2. **Postnov E.L., Bushuev I.V. Olin D.M.** Avtomatizaciya fermentacionnoj kamery dlya proizvodstva chajnyh napitkov // Trudy Kostromskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. Pervye shagi v nauke. – Vyp. 85. – Karavaevo: Kostromskaya GSKHA, 2016. – S. 228-233.
3. **Volkova A.V., Burmistrova K.A.** Sravnitel'noe fiziko-himicheskoe issledovanie ivan-chaya, pererabotannogo po tekhnologii estestvennoj i iskusstvennoj fermentacii: sbornik tezisov VI regional'noj molodyozhnoj konferencii im. V.I. SHpil'mana «Problemy racional'nogo

- pririodopol'zovaniya i istoriya geologicheskogo poiska v Zapadnoj Sibiri» / YUgorskiy gos. universitet. – Hanty-Mansijsk, 2018. – S. 77-80.
4. **Liu Tong, *Chinese tea***. Beijing: China Intercontinental Press. p. 137. ISBN 7-5085-0835-1 (2005).
  5. **GOST 10444.15-94**. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nyh aerobnyh i fakul'tativno-anaerobnyh mikroorganizmov / Mezhhgosudarstvennyj standart. – Standartinform, 2010. – S. 312-316.
  6. **GOST 10444.12-88**. Produkty pishchevye. Metod opredeleniya drozhzhej i plesnevelyh gribkov / Mezhhgosudarstvennyj standart. – Standartinform, 2010. - S. 297-302.
  7. **GOST 30726-2001**. Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva bakterij vida *Escherichia coli* / Mezhhgosudarstvennyj standart. – Standartinform, 2010. - S. 104-110.
  8. **GOST 32010-2013**. Produkty pishchevye. Metod vyyavleniya bakterij roda *Shigella* / Mezhhgosudarstvennyj standart. – Standartinform, 2013. - S. 1-9.
  9. **GOST 32593-2013**. CHaj i chajnaya produkciya. Terminy i opredeleniya / Mezhhgosudarstvennyj standart. – Standartinform, 2015. – S. 1-2.
  10. **Patent 2694616 RU, МПК А23F 3/08, А23F 3/34**. Sposob fermentacii ivan-chaya / Postnov E.L., Bushuev I.V., Olin D.M.; zayavitel'(i) i patentoobladatel'(i) Postnov E.L.; zayavl. 28.03.2018; opubl. 16.07.2019.

УДК 629.065

DOI 10.24411/2078-1318-2020-12167

Ст. преподаватель **Н.В. МАТЮШЕВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, 79118202213@mail.ru)  
Канд. с.-х. наук **В.М. ХУДЯКОВА**  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, vmsafonova@mail.ru)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦИСТЕРН ПРИ СЛИВЕ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ

Оснащение современного сельского хозяйства машинами и орудиями широкой номенклатуры приводит к потребности повышения их эффективности в зависимости от уровня организации использования и технического обслуживания машинно-тракторного парка. Множество задействованной в данной отрасли техники и оборудования требует постоянного обслуживания и совершенствования для обеспечения безопасного выполнения разнообразных видов работ, так как сельское хозяйство также является еще и одной из самых травмоопасных отраслей на территории Российской Федерации [1]. Одним из примеров таких работ является слив жидких удобрений и пестицидов с цистерн.

В сельском хозяйстве при возделывании посевных культур в огромных масштабах используются жидкие комплексные удобрения, они благотворно сказываются на росте растений и урожайности. Перевозка жидких удобрений, например, таких как водный аммиак, требует использования специализированных автомобильных или железнодорожных цистерн. Также в широком масштабе для борьбы с вредителями, болезнями растений, различными паразитами, сорняками поставляются пестициды [2].

Большая часть складских комплексов, предназначенных для хранения удобрений и пестицидов, располагаются вблизи железнодорожных путей сообщения в непосредственной близости от мест использования хранимых в них продуктов, а также для приема удобрений от заводов-поставщиков и отгрузки автотранспортом совхозам, пунктам химизации.

Наливные, или жидкие грузы перевозятся в железнодорожных либо автомобильных цистернах. Допускается пестициды, предназначенные для использования в качестве сырья или полупродукта, транспортировать в железнодорожных цистернах, автоцистернах и контейнерах [3].

Технология обслуживания цистерн включает работы по сливу жидких грузов. Чаще всего для слива цистерн оборудуют эстакады [4]. Технологический процесс данных работ происходит по следующей схеме: работник проводит осмотр цистерны, при осмотре цистерны



проверяется наличие пломб, исправность и герметичность арматуры и цистерны в целом, соответствие фактической массы по результатам взвешивания цистерны и массы, указанной в паспорте на продукцию. После чего работник вызывает слесаря, который открывает люк цистерны. При этом слесарь должен выйти на цистерну для раскрутки болтов. Слесарь вместе с работником опускают в цистерну всасывающий сифон, крепят его к трубопроводу и включают насос для перекачки содержимого в емкости. Во время перекачки из цистерны работник следит за оборудованием, уровнем содержимого в емкости и в цистерне по приборам. После окончания слива вызывает слесаря, они разбирают схему всасывающей линии и вытаскивают сифон из цистерны. Слесарь закрывает люк цистерны. Работник пломбирует цистерну. При закрытии люка цистерны и ее опломбировки рабочие вынуждены также выходить на цистерну.

Работы на эстакаде осуществляются на открытом участке по приходу цистерны, в любую погоду и в любое время года. Наиболее сложно выполняются работы в зимний период и в дождливую погоду, когда существует опасность соскальзывания и падения.

Ещё одним опасным фактором является высота проведения работ. Работники при выполнении работ выходят на открытую цистерну, высота которой более трех метров. Согласно правилам по охране труда, утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 155н, при работе на высоте работник должен применять страховочные устройства, если нет защитного ограждения высотой не менее 1,1 м [5].

Однако применение страховочной системы при выполнении данного вида работ на эстакаде затруднено, так как высота цистерны небольшая и страховочная система не сможет сработать полностью, а также страховочная система будет мешать при установке сифона и подключении насоса [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что необходима инженерно-техническая разработка для обеспечения безопасности работника при работе на эстакадах при обслуживании и сливе цистерн.

**Цель исследования** – совершенствование технологии обслуживания цистерн при сливе жидких удобрений и пестицидов, используемых в сельскохозяйственной отрасли, за счет оснащения откидного мостика эстакады ограждением безопасности.

**Материалы, методы и объекты исследований.** Для решения выявленной проблемы был проведен критический анализ существующих положений.

В настоящее время для работы на цистернах используются различные виды оградительных конструкций, такие как:

- стационарные платформы с ограждениями (рис. 1).
- откидные или раздвижные мостики с различными видами ограждений безопасности.



Рис.1. Стационарное ограждение на эстакаде

Данный вид конструкции подходит в том случае, если на эстакаде обслуживаются однотипные цистерны, без явных конструктивных различий.

Существует несколько разновидностей мостиков и ограждений, применяемых на эстакадах. К ним относятся:

- раздвижной мостик со стационарным ограждением безопасности (рис.2);
- откидной мостик со складным ограждением (рис. 3);
- откидной мостик с фиксированным ограждением (рис. 4);
- раздвижной мостик с корзиной безопасности.



Рис. 2. Раздвижной мостик со стационарным ограждением в разобранном и собранном положении [7]

Данная конструкция состоит из ступеней и параллелограммного механизма, благодаря которому они всегда остаются в горизонтальном положении. Уравновешивающим механизмом служит амортизатор пружинного типа (возможно использование противовесов или других балансирующих устройств). Поручни безопасности защищают оператора от падения. Откидной мостик со складным ограждением представлен на рисунке 3.



Рис.3. Откидной мостик со складным ограждением в сложенном положении



Рис. 4. Откидной мостик с фиксированным ограждением

Данный тип используется при пересечении рабочих зон устройств налива и фиксированных ограждений. При выходе на цистерну ограждение раскладывается и ограждает люк с двух сторон.

Откидной мостик с фиксированным ограждением представлен на рисунке 4. Наиболее распространенный тип. Фиксированное ограждение, расположенное по бокам мостика, позволяет предотвратить падение работника при переходе с площадки обслуживания цистерны на мостик [8-10].

Проанализировав возможные направления решений, можно сделать следующие выводы.

Чаще всего эксплуатируются эстакады старого образца, уже имеющие установленный откидной мостик (рис.5).



Рис. 5. Типовая эстакада с откидным мостиком

Раздвижной мостик со стационарным ограждением безопасности не будет удовлетворять конструктивным особенностям эстакады, так как его применению будет мешать конструкция всасывающего сифона. Откидной мостик со складным ограждением и откидной мостик с фиксированным ограждением изолируют работника при выходе на цистерну не со всех сторон, что также не решает выявленных проблем. Стационарное ограждение на эстакаде не подходит конструктивно, так как на эстакаде обслуживаются цистерны разных образцов.

На основании выводов по проведенному анализу принято решение о необходимости инженерно-технической разработки ограждения безопасности, конструктивно удовлетворяющей параметрам эстакады и обслуживаемых на ней цистерн.

В ходе настоящего исследования нами изучено большое количество различных по функциональному и принципиальному исполнению устройств, проведен критический анализ и предложена инженерно-техническая разработка, решающая поставленную задачу.

**Результаты исследований.** Ограждение предназначено для выхода людей с эстакады на ж/д или автоцистерну. Ограждение устанавливается на откидной мостик эстакады.

Предлагаемая разработанная конструкция в закрытом и открытом положениях представлена на рисунках 6 и 7.

Данная конструкция представляет собой складное ограждение, которое крепится на откидной мостик за счет петель. Ограждение оснащено рычагом для открытия/закрытия ограждения, а также простым механизмом фиксирования ограждения в закрытом состоянии при помощи скобы с болтом.

Предлагаемая конструкция препятствует падению работника с цистерны за счет ограждения рабочей зоны.

Ограждение безопасности полностью удовлетворяет конструкции эстакады, откидного мостика и всасывающего сифона. Также при разработке конструкции учтено ограждение на различных цистернах, благодаря чему не возникнет сложностей при установке его как для работ на железнодорожных цистернах, так и на автоцистернах. Для доказательства вышеизложенного были проведены расчеты.

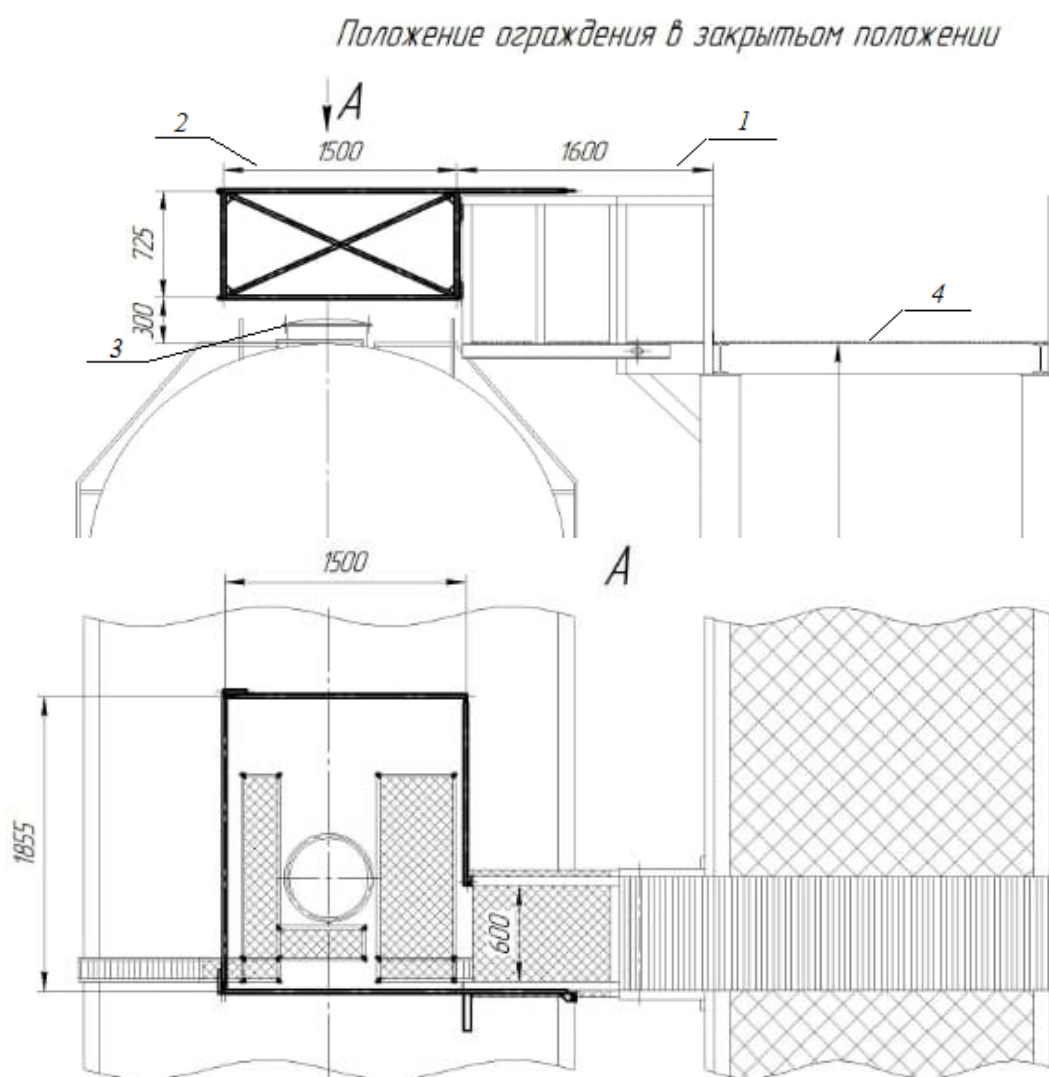


Рис. 6. План расположения предлагаемой конструкции ограждения на откидном мостике эстакады, при закрытом положении ограждения: 1 – откидной мостик; 2 – складное ограждение; 3 – люк цистерны; 4 – эстакада

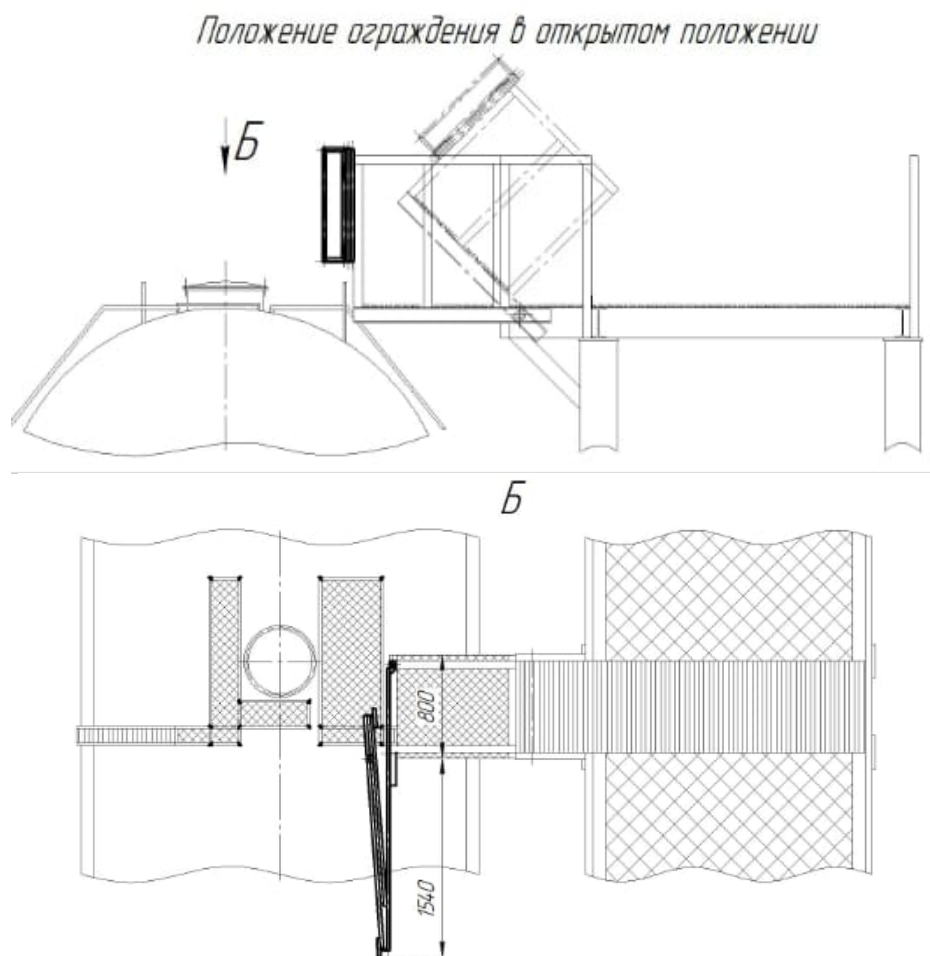


Рис. 7. План расположения предлагаемой конструкции ограждения на откидном мостике эстакады, при открытом положении ограждения

**Выводы.** На основании проведённого критического анализа существующих устройств, а также на основании обоснованных преимуществ и недостатков предложена инженерно-техническая разработка, в том числе теоретико-практических подходов к разработке нового.

Таким образом, в результате проведенных исследований определены основные отличительные особенности нового устройства от существующих.

На наш взгляд, заявляемые нами первичные существенные преимущества позволят повысить эффективность предлагаемого технического решения в технологическом исполнении и практическом использовании, а также позволят снизить уровень травматизма в сельскохозяйственной отрасли при работах на высоте в исследуемых нами условиях.

В целом, вышеизложенное подтверждает актуальность и необходимость продолжения научных исследований по предлагаемой проблеме для обеспечения технического обслуживания при работах по сливу пестицидов и жидких удобрений из цистерн.

Данная (описанная) конструкция установки позволит устранить отмеченные недостатки и производить работы по сливу или обслуживанию цистерны наиболее эффективно, с наименьшими риском и трудозатратами.

### Литература

1. **Федеральная служба государственной статистики** [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gks.ru/folder/11110/document/13264> (дата обращения: 25.04.2019).
2. **Склады минеральных удобрений** и химических средств защиты растений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-44/18.htm> (дата обращения: 20.04.2020).

3. **ГОСТ 14189-81.** Пестициды. Правила приемки, методы отбора проб, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/izmenenie-n-2-gost-14189-81> (дата обращения: 20.04.2020).
4. **Оборудование и технология работы складов наливных грузов** [Электронный ресурс]. – URL: <http://scbist.com/scb/uploaded/tgs/16-4.htm> (дата обращения: 20.04.2020).
5. **Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ** от 28 марта 2014 г. № 155н «Правила по охране труда при работах на высоте» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499087789> (дата обращения: 16.04.2020).
6. **Защита от падений операторов** при обслуживании автоцистерн и ж/д. цистерн и другие мероприятия по снижению опасностей перевалки нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/64965-Zashchita-ot-padeniy-operatorov-pri-obslyuzhivanii-avtocistern-i-zh-d-cistern-i-drugie-meropriyatiya-po-snizheniyu-opasnostey> (дата обращения: 20.04.2020).
7. **Трап перекидной.** Мосток переходной [Электронный ресурс]. – URL: <https://pk-se.ru/products/trap-perekidnoy> (дата обращения: 20.04.2020).
8. **Работа на крышах вагонов, цистерн и автомобилей** [Электронный ресурс]. – URL: <https://sizcontract.ru/info/otrasli/rabota-na-kryshakh-vagonov-tsistern-i-avtomobiley/> (дата обращения: 16.04.2020).
9. **Компания ТехноСистемы/Категория товаров Эстакады** [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.techno-systems.ru/product-category/oborudovanie-dlya-neftebaz/oborudovanie-bezopasnosti/> (дата обращения: 20.04.2020).
10. **СП 43.13330.2012** Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092709/> (дата обращения: 26.04.2020).

#### Literatura

1. **Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki** [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.gks.ru/folder/11110/document/13264> (data obrashheniya: 25.04.2019).
2. **Sklady mineralnykh udobrenij i khimicheskikh sredstv zashchity rastenij** [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-44/18.htm> (data obrashheniya: 20.04.2020).
3. **GOST 14189-81.** Pesticidy. Pravila priemki, metody otbora prob, upakovka, markirovka, transportirovanie i xranenie [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/izmenenie-n-2-gost-14189-81> (data obrashheniya: 20.04.2020).
4. **Oborudovanie i texnologiya raboty skladov nalivnykh gruzov** [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://scbist.com/scb/uploaded/tgs/16-4.htm> (data obrashheniya: 20.04.2020).
5. **Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashchity RF** ot 28 marta 2014 g. № 155n «Pravila po ohrane truda pri rabotax na vysote» [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499087789> (data obrashheniya: 16.04.2020).
6. **Zashchita ot padenij operatorov** pri obslyuzhivanii avtocistern i zh/d. cistern i drugie meropriyatiya po snizheniyu opasnostej perevalki nefteproduktov [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://docplayer.ru/64965-Zashchita-ot-padeniy-operatorov-pri-obslyuzhivanii-avtocistern-i-zh-d-cistern-i-drugie-meropriyatiya-po-snizheniyu-opasnostey> (data obrashheniya: 20.04.2020).
7. **Trap perekidnoj.** Mostok perexodnoj [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://pk-se.ru/products/trap-perekidnoy> (data obrashheniya: 20.04.2020).
8. **Rabota na kryshax vagonov, cistern i avtomobilej** [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://sizcontract.ru/info/otrasli/rabota-na-kryshakh-vagonov-tsistern-i-avtomobiley/> (data obrashheniya: 16.04.2020).
9. **Kompaniya TehnoSistemy/Kategoriya tovarov Estakady** [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.techno-systems.ru/product-category/oborudovanie-dlya-neftebaz/oborudovanie-bezopasnosti/> (data obrashheniya: 20.04.2020).
10. **SP 43.13330.2012** Sooruzheniya promyshlennykh predpriyatij. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.09.03-85 (s Izmeneniyami № 1, 2) [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092709/> (data obrashheniya: 26.04.2020).

С. 9

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ПЕРВОГО СКАШИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ  
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Доктор сельскохозяйственных наук **Н.А. ДОНСКИХ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: nina-donskikh@mail.ru)

Аспирант **А.А. ЛОЗОВОЙ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: lozovoy.a.a@hotmail.com)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

*Ключевые слова: злаковые травы, фазы вегетации, питательные вещества, динамика накопления, урожайность*

В статье приводятся данные погодных условий в годы исследований с учетом температурного фактора, как основного лимитирующего, обеспечивающего прохождение фенологических фаз у злаковых видов. Наступление укосной спелости, а следовательно, и сама уборка злаковых травостоев напрямую зависит от поступления тепла. Изучены биологические особенности самых распространенных видов злаковых трав, их среднесуточный прирост в зависимости от теплообеспеченности. Определена динамика содержания основных питательных веществ по срокам проведения укоса и установлены оптимальные сроки для заготовки кормов, когда выход полноценного корма по содержанию кормопротеиновых единиц наивысший.

Р. 9

**DYNAMICS OF NUTRIENTS CONTENT IN CEREAL HERBS DEPENDING ON THE FIRST  
MOWING PERIOD IN THE CONDITIONS OF LENINGRAD REGION**

Doctor of Agricultural Sciences **N.A. DONSKIKH**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: nina-donskikh@mail.ru)

Postgraduate Student **A.A. LOZOVY**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: lozovoy.a.a@hotmail.com)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: cereal grasses, vegetation phases, nutrients, accumulation dynamics, yield*

The article presents data on weather conditions in the years of research, taking into account the temperature factor as the main limiting factor that ensures the passage of phenological phases in cereal species. The onset of mowing ripeness, and therefore the harvesting of grasses itself, directly depends on the heat input. We studied the biological features of the most common types of cereal grasses, their average daily growth depending on the heat supply. The dynamics of the content of major nutrients in terms of mowing and the optimal timing for fodder, when the full feed content chormoprotein units id getting higher.

С. 14

**ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ НА РОСТ  
И РАЗВИТИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЦИКОРИЯ САЛАТНОГО  
(*CICHORIUM INTYBUS L. VAR. FOLIOSUM*)**

Заведующая лабораторией **Т.А. ЛАВРИЩЕВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: ta.lavrishcheva@yandex.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

*Ключевые слова: цикорий салатный, витлуф, выгоночные корнеплоды, кочанчики, биометрические показатели*

В трёхлетнем опыте в плёночной теплице проведено изучение влияния продолжительности выращивания цикория салатного витлуфа на динамику изменения биометрических показателей растений. Исследования проводили на примере пяти сортов цикория салатного: Конус, Ракета, Native, Veneta, Viproda. Продолжительность вегетации растений витлуфа (с момента массовых всходов до уборки) составила в 2014 году – 117 дней, в 2015 году – 106 дней, в 2016 году – 98 дней. Результаты свидетельствуют, что продолжительность вегетации цикория салатного оказала сильное влияние на большинство биометрических показателей (количество листьев, диаметр розетки, масса корнеплодов). Наибольшая масса корнеплодов была выявлена в 2014 году, при самом продолжительном по времени сроке выращивания (она колебалась в пределах 154,8–298,4 г), а наименьшая – в 2016 году, при самом коротком сроке (она составила от 21,1 до 83,8 г). Максимальные значения массы корнеплодов в этих диапазонах были выявлены у сорта Veneta. Была выявлена сильная корреляционная связь между массой корнеплодов перед закладкой на выгонку и массой выгоночных кочанчиков. Коэффициент корреляции составил  $r = 0,79$ . Масса выгоночных кочанчиков, полученных из корнеплодов среднеспелого сорта Конус, была стабильна во все годы исследований и мало зависела от продолжительности выращивания. Корнеплоды этого сорта даже за минимальный срок выращивания (98 дней) успели накопить достаточное количество питательных веществ для формирования кочанчиков.

Р. 14

**INFLUENCE OF GROWING TIME ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT  
OF VARIOUS VARIETIES OF *CICHORIUM INTYBUS L. VAR. FOLIOSUM***

Head of Laboratory **T.A. LAVRISHCHEVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: ta.lavrishcheva@yandex.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: chicory, witloof, root vegetables, heads, biometric indicators*

In a three-year experiment in a greenhouse, the influence of the chicory growing duration on the dynamics of changes in biometric indicators of plants was studied. Research was conducted on the example of five varieties of chicory: Conus, Raketa, Native, Veneta, Viproda. The duration of witloof plants (from the moment of mass shoots to harvesting) vegetation was 117 days in 2014, 106 days in 2015, and 98 days in 2016. The results show that the duration of chicory vegetation had a strong influence on most biometric indicators (the number of leaves, the diameter of the rosette, the weight of root crops). The largest mass of root crops was detected in 2014, with the longest growing period (it ranged from 154.8-298.4 g), and the smallest – in 2016, with the shortest term (it ranged from 21.1 to 83.8 g). Maximum values of root crop mass in these ranges were found in the Veneta variety. A strong correlation was found between the mass of root crops before planting for distillation and the mass of pasture heads. The correlation coefficient was  $r = 0.79$ . The mass of pasture heads obtained from root crops of the medium-ripened Conus variety was stable during all the years of research and did not depend much on the duration of cultivation. Root crops of this variety, even for the minimum period of cultivation (98 days), managed to accumulate enough nutrients to form heads.



С. 22

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ТЫКВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ**Кандидат технических наук **Р.А. ФЁДОРОВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: ritaalexfedorova@gmail.com) 196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

*Ключевые слова: тыква, биостимулирующее действие, бисквит*

Как следует из проанализированных научных исследовательских работ по использованию нетрадиционного сырья, тыква и её составляющие в качестве тыквенных семечек обладают массой полезных для организма человека свойств. Семена способствуют устранению кишечных паразитов, налаживают обменные процессы и пищеварение, снижают уровень глюкозы в крови, снимают воспалительные процессы в предстательной железе, благотворно влияют на иммунитет, утоляют чувство голода, а также являются профилактикой от болезней сердца и сосудов. Разнообразие подходов говорит о том, что проблема высокой энергетической и низкой пищевой ценности мучных кондитерских изделий является актуальной. В целом проблема использования растительного сырья для совершенствования технологии имеет важное значение.

Одним из видов нетрадиционного сырья для бисквитных изделий является тыква. Интерес к ней в последние годы повысился. Химический состав и другие характеристики хорошо изучены. Результаты исследований российских и зарубежных ученых показали высокую биологическую ценность такой добавки и подтвердили возможность ее применения в функциональном питании.

В статье описано многообразие видов и сортов тыквы. Для изучения использовалась тыква Мускатная. Данный сорт обладает тонким приятным ароматом, она масляниста, плотна и содержит до 11,5% сахара. Порошок из тыквенных семечек – источник белка, фосфора, магния, цинка, железа. Для анализа был выбран порошок компании Ufeelgood, в составе которого были только органические семена тыквы в измельченном виде. Также ее можно отнести к одним из лучших диетических продуктов. В ходе исследований были проанализированы органолептические свойства и физико-химические показатели качества и изучена пищевая ценность.

Р. 22

**QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL VALUE OF PUMPKIN WHEN USED IN PROCESSING PRODUCTION**Candidate of Technical Sciences **R.A. FEDOROVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: ritaalexfedorova@gmail.com) 196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: pumpkin, bio-stimulating effect, biscuit*

As follows from the analyzed scientific research on the use of non-traditional raw materials, pumpkin and its components as pumpkin seeds have a lot of useful properties for the human body. Seeds help eliminate intestinal parasites, improve metabolism and digestion, reduce blood glucose, relieve inflammation in the prostate, have a beneficial effect on the immune system, quench hunger, and are also a prevention of heart and vascular diseases. The variety of approaches suggests that the problem of high energy and low nutritional value of flour confectionery products is relevant. In General, the problem of using plant raw materials to improve the technology is important.

One of the types of non-traditional raw materials for biscuit products is pumpkin. Interest in it has increased in recent years. The chemical composition and other characteristics are well studied. The results of research by Russian and foreign scientists have shown the high biological value of this Supplement and confirmed the possibility of its use in functional nutrition.

The article describes the variety of species and varieties of pumpkin. Muscat squash was used for the study. This variety has a subtle pleasant aroma, it is oily, dense and contains up to 11.5% sugar. Pumpkin seed powder is a source of protein, phosphorus, magnesium, zinc, and iron. Ufeelgood powder was selected for analysis, which contained only organic pumpkin seeds in crushed form. It can also be attributed to one of the best dietary products. During the research, the organoleptic properties and physical and chemical quality indicators were analyzed and the nutritional value was studied.

C. 27

### **ДЕЙСТВИЕ НОВОГО ГЕРБИЦИДА АРТИСТ НА ОДНОЛЕТНИЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ**

Младший научный сотрудник **А.С. ТКАЧ**

(ООО «Инновационный центр защиты растений», e-mail: andrew\_tka4@mail.ru)

196607, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Пушкинская, 20 лит. А, пом.7-н

Кандидат биологических наук **А.С. ГОЛУБЕВ**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», e-mail: golubev100@mail.ru)

196608, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3

Кандидат биологических наук **Н.В. СВИРИНА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: n.svirina@gmail.com)

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

*Ключевые слова: сорные растения, гербицид, картофель, метрибузин, флуфенацет*

Были проанализированы особенности действия гербицида Артист, ВДГ (240 г/кг флуфенацета + 175 г/кг метрибузина) на сорные растения на посадках картофеля в условиях Астраханской, Калужской и Тамбовской областей.

По результатам опытов выявлено, что изучаемый гербицид обладал высокой эффективностью, не уступающей в рассматриваемых регламентах применения эффективности эталона Зенкор Ультра, КС. В вариантах с его внесением снижение массы однолетних двудольных сорняков составило 81-100% (в эталоне 71-100%). Эффективность против злаковых сорняков была высокой в Калужской и Тамбовской областях.

Во всех опытах с гербицидом Артист, ВДГ были отмечены прибавки урожайности.

P. 27

### **THE EFFICIENCY OF NEW HERBICIDE ARTIST AGAINST ANNUAL WEEDS IN POTATO PLANTINGS**

Junior Researcher **A.S. TKACH**

(LLC « LLC «Innovative Center for Plant Protection», », e-mail: andrew\_tka4@mail.ru)

196607, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Pushkinskaya, 20

Candidate of Biological Sciences **A.S. GOLUBEV**

(Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Institute of Plant Protection, e-mail: golubev100@mail.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbel'skogo shosse, 3

Candidate of Biological Sciences **N.V. SVIRINA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: n.svirina@gmail.com)

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

*Keywords: weeds, herbicide, potatoes, metribuzin, flufenacet*

Particular qualities of the herbicide Artist, VDG (240 g / kg of flufenacet + 175 g / kg of metribuzin) action on weeds on potato plantings in the conditions of the Astrakhan, Kaluga and Tambov regions were analyzed.

According to the results of the experiments, it was revealed that the herbicide under study had high efficiency, not inferior in the considered regulations for the application of the effectiveness of the standard Zenkor Ultra, KS. In cases with its introduction, the reduction in the mass of annual dicotyledonous weeds was 81-100% (in the standard 71-100%). Efficiency against cereal weeds was high in the Kaluga and Tambov regions.

In all experiments with the herbicide Artist, EDC potato yield increases were noted.

C. 33

### **ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ИНОКУЛЯЦИИ БИОПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯЧМЕНЕМ ДВУХ СОРТОВ**

Кандидат биологических наук **С.Х. ХУАЗ**

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

Кандидат биологических наук **М.А. ЕФРЕМОВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: marina\_efremova@mail.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

*Ключевые слова: биопрепараты, инокуляция, ассоциативные ризобактерии, арбускулярная Микориза, ячмень*

Применение микробиопрепаратов при определенных условиях способствует увеличению урожайности растений и улучшению качества основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур. При этом одним из важных условий является тщательный подбор для данного вида (сорта) растений определенного биопрепарата. Цель исследования заключалась в изучении влияния инокуляции различными биопрепаратами семян ячменя сорта Криничный и Суздалец на продуктивность растений и накопление основных питательных элементов и меди.

В результате проведенных исследований было установлено, что на хорошо окультуренной дерново-подзолистой почве эффективность микропрепаратов зависела от сортовых особенностей злаковой культуры. Отмечается различное действие разных биопрепаратов на исследуемые показатели. Биопрепарат Флавобактерин относительно других биопрепаратов проявил более универсальные свойства, положительно влияя на продуктивность растений обоих сортов ячменя. Действие других исследуемых биопрепаратов на продуктивность сортов ячменя было менее выражено или имело более специфичный характер. Инокуляция биопрепаратами увеличивала содержание азота и калия в соломе растений ячменя. Биопрепарат Флавобактерин увеличивал содержание калия в зерне ячменя сорта Криничный. Микориза и Мизорин увеличивали содержание фосфора в зерне ячменя сорта Суздалец. Применение биопрепаратов способствовало снижению содержания меди в зерне ячменя сорта Криничный, существенно не влияя на накопление меди в зерне ячменя сорта Суздалец. Использование Флавобактерина значительно увеличивало содержание меди в соломе ячменя обоих сортов.

P. 33

### INFLUENCE OF PRE-SEEDING INOCULATION BY BIOLOGICAL PRODUCTS ON PRODUCTIVITY AND ACCUMULATION OF BASIC ELEMENTS OF TWO VARIETIES

Candidate Biological Sciences **S.Kh. KHUAZ**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: huazsveta@mail.ru)Candidate Biological Sciences **M.A. EFREMOVA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: marina\_efremova@mail.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2*Keywords: biological preparations, inoculation, associative rhizobacteria, arbuscular mycorrhiza, barley*

The use of microbiological preparations under certain conditions contributes to an increase in plant productivity and an improvement in the quality of the main and by-products of agricultural crops. In this case, one of the important conditions is a careful selection of a particular biological product for a given species (variety) of plants. The purpose of the research was to study the effect of inoculation with various biological products of barley seeds of the Krinichny and Suzdalets varieties on plant productivity and the accumulation of basic nutrients and copper.

As a result of the studies, it was found that on well-cultivated sod-podzolic soil, the effectiveness of micropreparations depended on the varietal characteristics of the cereal crop. Various effects of different biological products on the studied parameters are noted. Biological preparation Flavobacterin, relative to other biological products, showed more universal properties, positively affecting the productivity of plants of both varieties of barley. The effect of other biologics under study on the productivity of barley varieties was less pronounced or had a more specific character. Inoculation with biological products increased the content of nitrogen and potassium in the straw of barley plants. Biological preparation Flavobacterin increased the potassium content in the grain of barley Krinichny variety. Mycoriza and Mizorin increased the phosphorus content in the barley grain of the Suzdalets variety. The use of biological products helped to reduce the copper content in the grain of Krinichny barley, without significantly affecting the accumulation of copper in the grain of barley of the Suzdalets variety. The use of Flavobacterin significantly increased the copper content in both types of barley straw.

C. 38

### ХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА СЕМЕННЫХ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ ОТ ТЛЕЙ

Кандидат биологических наук **О.В. ДОЛЖЕНКО**(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,  
e-mail: agrozara86@mail.ru)

196608, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3

Аспирант **Т.В. БЕНДИКАЙТЕ**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: tvbendi94@yandex.ru)

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

Доктор биологических наук **Т.В. ДОЛЖЕНКО**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,

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

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

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

**Ключевые слова:** *картофель, вирусы, биологическая эффективность, тли-переносчики вирусов, инсектицид*

Приведены результаты исследований (2018–2019 гг.) биологической эффективности инсектицидов Алиот, концентрат эмульсии (КЭ), содержащий 570 г/л малатиона, в норме применения 1,5 л/га; Пондус, концентрат эмульсии (КЭ), (250 г/л фипронила), в нормах применения 0,1 и 0,15 л/га; Данадим Эксперт, КЭ (50 г/л) в норме 2,25 л/га; Цепеллин Эдванс, концентрат эмульсии (КЭ), (50 г/л лямбда-цигалотрина), в норме применения 0,2 л/га; Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) в норме 0,2 л/га; Шарпей, микроэмульсия (МЭ) (250 г/л циперметрина) в норме применения 0,48 л/га, Ципи, КЭ (250 г/л) в норме применения 0,48 л/га для защиты семенного картофеля от тлей – переносчиков вирусов (*Aphis fabae* Scop., *Myzus persicae* Sulzer, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Aulacorthum solani* Kalt., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aphis frangulae* Kalt., а также иногда *Acyrtosiphon pisum* Harr., *Myzus cerasi* F., *Rhopalosiphum padi* L., *Brachycaudus helichrysi* Kalt., *Phorodon humuli* Schrk ) в Ленинградской области. В защищённом грунте изучали действие инсектицида Биотлин Бау, водный раствор (ВР), содержащий 0,1 г/л имидаклоприда для защиты семенного картофеля от тлей – переносчиков вирусов. Технология применения инсектицидов – опрыскивание растений. Сделан вывод о высокой биологической эффективности (до 100%) инсектицидов и возможности их эффективного применения против тлей на семенном картофеле, как в открытом, так и в защищённом грунте.

P. 38

#### CHEMICAL PLANT PROTECTION FOR POTATO SEED PLANTINGS AGAINST APHIDS

Candidate of Biological Sciences **O. V. DOLZHENKO**

(FSBSI «All-Russia Institute for Plant Protection» (VIZR), e-mail: agrozara86@mail.ru)

196608, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Podbelsky shosse, 3

Postgraduate Student **T.V. BENDIKAITE**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Saint Petersburg State Agrarian University», e-mail: tvbendi94@yandex.ru)

196001, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2

Doctor of Biological Sciences **T.V. DOLZHENKO**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State Agrarian University», LLC «Innovative Center for Plant Protection», e-mail: dolzhenkotv@mail.ru)

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

196601, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, ul. Pushkinskaya, 20

**Keywords:** *potato, viruses, biological effectiveness, aphids, virus vectors, insecticide*

Research data (2018-2019) of biological effectiveness of insecticides Aliot (emulsion concentrate (EC) (570 g/l a.i.)), Pondus (emulsion concentrate (EC) (250 g/l a.i.)), Danadim Expert (emulsion concentrate (EC) (50 g/l a.i.)), Zeppelin Advance (emulsion concentrate (EC) (50 g/l a.i.)), Karate Zeon (microcapsulated emulsion (MCE) (50 g/l a.i.)), Sharpey (microemulsion (ME) (250 g/l a.i.)), Cipi (emulsion concentrate (EC) (250 g/l a.i.)) for seed potato protection against aphids-virus vectors (*Aphis fabae* Scop., *Myzus persicae* Sulzer, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Aulacorthum solani* Kalt., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aphis frangulae* Kalt., *Acyrtosiphon pisum* Harr., *Myzus cerasi* F., *Rhopalosiphum padi* L., *Brachycaudus helichrysi* Kalt., *Phorodon humuli* Schrk ) in the Leningrad region are presented. Also, we were exploring the potential of application by insecticide Biotlin Bau (water solution (WS) (0,1 g/l a.i.)) for seed potato protection against aphids-virus vectors in glasshouse. We used plant spraying as a main technology for application by insecticides. The conclusion on these insecticides high biological effectiveness (up to 100%) and potential of effective use of its application against aphids in both glasshouse and field seed potato is made.

С. 44

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР  
В ТЕПЛИЦАХ ОТ КОМПЛЕКСА СОСУЩИХ ФИТОФАГОВ**Аспирант **О.С. БАЛАКИРЕВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: 729040@list.ru),  
196001, Россия, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Кандидат сельскохозяйственных наук **Г.П. ИВАНОВА**

(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,  
e-mail: galinaivanova-vizr@yandex.ru)

196608, Россия, Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3

Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **В.И. ДОЛЖЕНКО**

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

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», e-mail: vid@icZR.ru)

196001, Россия, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

196608, Россия, Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3

*Ключевые слова: защищенный грунт, томат, огурец, тепличная белокрылка, тли, обыкновенный паутинный клещ, табачный трипс, инсектоакарициды*

В результате проведенных исследований установлено, что инсектицидное средство на основе сульфоксафлора, МД (500 г/кг д.в.) из класса сульфоксаминов в одних и тех же нормах применения (0,1 кг/га) проявляет высокие токсические свойства против тепличной белокрылки и тлей на огурце и томате в защищенном грунте. Аналогичные данные получены и для комбинации индоксакарб (химический класс оксидиазины)+абаментин (химический класс авермектины), МД (100 + 40 г/л д.в.), показавшего в одних и тех же нормах применения (0,45 л/га) на этих культурах высокую эффективность против обыкновенного паутинного клеща, тлей и табачного трипса.

Полученные материалы имеют большое практическое значение для системы борьбы с комплексом вредных членистоногих в защищенном грунте и будут положены в основу регламентации этих средств при их включении в Государственный каталог.

Р. 44

**PERSPECTIVE MEANS FOR PROTECTION OF VEGETABLE CROPS  
IN GREENHOUSES FROM THE COMPLEX OF SUCKING PHYTOPHAGES**Postgraduate Student **O.S. BALAKIREVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: 729040@list.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Candidate of Agricultural Sciences **G.P. IVANOVA**

(Federal State Budgetary Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection»,  
e-mail: galinaivanova-vizr@yandex.ru)

196608, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelsky shosse, 3

Academician of the Russian Academy of Sciences,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor **V.I. DOLZHENKO**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», Federal State Budgetary Institution  
«All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection», e-mail: vid@icZR.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2  
196608, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelsky shosse, 3

**Keywords:** *protected soil, tomato, cucumber, greenhouse whitefly, aphids, common spider mite, tobacco thrips, insectoacaricides*

As a result of the studies, it was found that an insecticidal agent based on sulfoxaflora, MD (500 g / kg d.v) from the class of sulfoxamines in the same application rates (0.1 kg / ha) exhibits high toxic properties against greenhouse whiteflies and aphids on cucumber and tomato in a protected ground. Similar data were obtained for the combination of indoxacarb (chemical class of oxydiazines) + abamectin (chemical class of avermectins), MD (100 + 40 g / l a.v.), which showed the same application rates (0.45 l / ha) on these crops, it is highly effective against common spider mites, aphids and tobacco thrips.

The materials obtained are of great practical importance for the system of control with a complex of harmful arthropods in protected ground and will be the basis for the regulation of these agents when they are included in the State Catalog.

C. 52

### УСТОЙЧИВОСТЬ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ К ТЛЯМ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Кандидат биологических наук **Л.В. ЕРМОЛАЕВА**

(Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), e-mail: ermolaeva.larisavir@yandex.ru)

Кандидат сельскохозяйственных наук **А.А. СОРОКИН**

(Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), e-mail: art-sorokin@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** *жимолость, тли, жимолостно-злаковая тля, жимолостная верхушечная тля, жимолостно-еловая тля, устойчивость, источники устойчивости*

В статье обсуждаются вопросы вредоносности тлей, повреждающих жимолость в Северо-Западном регионе России. Приводятся данные по видовому составу тлей, а также методы оценки устойчивости культуры к вредителям и выявленные источники устойчивости к тлям. Экспериментальная работа проведена на коллекции генетических ресурсов жимолости научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Жимолость повреждают 6 видов тлей, но основной вред, по нашим наблюдениям, наносят следующие виды: жимолостно-еловая (*Prociphilus xylostei* De Geer), жимолостно-злаковая (*Rhopalomizus lonicera* Sieb.), *Hyadaphis foeniculi* Pass., жимолостная верхушечная (*Semiaphis tataricae* Aiz.). Среди них есть как мигрирующие, так и немигрирующие виды. Причём некоторые виды однодомные и вредят только на жимолости, другие же виды разнодомные. Существуют различия и в биологии, и экологии вредителей. Установлено, что в годы массового размножения тлей (2000, 2004, 2008, 2012, 2013, 2017) достоверную оценку устойчивости культуры к вредителям можно провести уже в полевых условиях. Доминирующей из 4-х видов тли, ежегодно вредящих жимолости, является жимолостно-злаковая тля. Она появляется уже в фазу бутонизации – цветения, ранее остальных видов, и успевает нанести ощутимые повреждения до того момента, пока крылатые расселительницы мигрируют на злаки. Позднее появляются жимолостно-еловая и жимолостно-верхушечная тли, которые также причиняют значительный ущерб культуре.

С помощью специально разработанных методик из коллекционных образцов выявлено 12 источников устойчивости к жимолостно-злаковой тле и 7 образцов с групповой устойчивостью к комплексу тлей. Указанные образцы можно использовать для селекции новых сортов.

P. 52

### RESISTANCE OF BLUE HONEYSUCKLE TO APHIDS AT THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Candidate of Biological Sciences **L.V. ERMOLAEVA**

(N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, e-mail: ermolaeva.larisavir@yandex.ru)

Candidate of Agricultural Sciences **A.A. SOROKIN**  
(N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, e-mail: art-sorokin@yandex.ru)  
190000, Russian Federation, Saint-Petersburg, Bolshaya Morskaya Str., 42-44

*Keywords: honeysuckle, aphids, honeysuckle-cereal aphids, honeysuckle apical aphids, honeysuckle-spruce aphids, resistance, sources of resistance*

The article discusses the harmfulness of aphids that damage honeysuckle in the North-West region of Russia. Data on the species composition of aphids, as well as assessing methods for the resistance of a crop to pests and identified sources of resistance to aphids, are provided. The experimental work was carried out on the collection of genetic resources of honeysuckle of the research and production base "Pushkin and Pavlovsk VIR Laboratories." Honeysuckle is damaged by 6 species of aphids, but the main harm, according to our observations, is caused by the following species: honeysuckle-spruce (*Prociphilus xylostei* Deg.), honeysuckle-cereal (*Rhopalomuzus lonicera* Sieb.), *Hyadaphis foeniculi* Pass., Honeysuckle apex (*Semiaphis tataricae* Aiz.). Among them there are both migratory and non-migratory species. Moreover, some species are monoecious and harm only on honeysuckle, while other species are dioecious. There are differences in the biology and ecology of pests. It was established that during the years of mass reproduction of aphids (2000, 2004, 2008, 2012, 2013, 2017), a reliable assessment of the resistance of a crop to pests can be carried out already in the field. The dominant of the 4 species of aphids annually harmful to honeysuckle is the honeysuckle-cereal aphid. It appears already in the budding-flowering phase, earlier than the rest of the species, and manages to cause significant damage until the winged settlers migrate to the cereals. Later, honeysuckle-spruce and honeysuckle-apical aphids appear, which also cause significant damage to the crop.

Using specially developed techniques from collection samples, 12 sources of resistance to honeysuckle-cereal aphids and 7 samples with group resistance to the aphid complex were identified. These samples can be used for breeding new varieties.

C. 57

### **ВЛИЯНИЕ ОРГАВИТА И БИОЗЕМА НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Доктор сельскохозяйственных наук **Л.А. ТРУСОВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: trusova48@list.ru)

Аспирант **И.Ю. АЛФЁРОВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: i\_rishcream@list.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

*Ключевые слова: Оргавит, Биозем, минеральные удобрения, агрохимические показатели почвы*

Исследования проводили в 2017–2019 гг. в полевых условиях на малом опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. В течение трехгодичного опыта изучали влияние органического удобрения Оргавит на основе куриного помета и биологического грунта Биозем на основе торфа и куриного помета на основные агрохимические показатели почвы. В конце вегетационных периодов 2017–2019 гг. отбирали пробы почв и определяли такие показатели, как кислотность почвы, содержание органического вещества, подвижного фосфора и обменного калия в почве. В результате проведенных исследований были получены следующие результаты. Использование Оргавита и Биозема не оказало существенного влияния на обменную и гидролитическую кислотность почвы. При внесении Биозема в дозе 10 т/га прибавка органического вещества составила 0,5% относительно контрольного варианта. Внесение Оргавита в дозе 2 т/га как совместно с минеральными удобрениями, так и без их применения способствовало увеличению органического вещества на 0,3-0,4% в год действия. В год закладки опыта в вариантах с Оргавитом и Биоземом было выявлено увеличение содержания подвижного фосфора в почве относительно контрольного варианта, в то время как влияние на содержание обменного калия в почве установлено не было.



P. 57

**ORAVIT AND BISEM INFLUENCE ON FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL  
IN THE CONDITIONS OF LENINGRAD REGION**Doctor of Agricultural Sciences **L.A. TRUSOVA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: trusova48@list.ru)Postgraduate Student **I.YU. ALFEROVA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: i\_rishcream@list.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2*Keywords: orgavit, biosem, mineral fertilizers, agrochemical soil indicators*

The research was carried out in 2017 – 2019 in a small experimental Saint-Petersburg State Agrarian University field. During the three-year experiment, we have been studying the effect of organic fertilizer on the basis of chicken manure and biological soil biozem based on peat and chicken manure on the main agrochemical soil indicators. At the end of the growing season 2017-2019 soil samples were taken and indicators such as soil acidity, organic matter content, mobile phosphorus and metabolic potassium in the soil were determined. As a result of the studies, the following results were obtained. The use of orgavit and biozem did not significantly affect the metabolic and hydrolytic acidity of the soil. When biozem was added at a dose of 10 t / ha, the increase in organic matter was 0.5% , relative the control variant. The introduction of orgavit in a dose of 2 t / ha, with mineral fertilizers and without their use, contributed to an increase in organic matter by 0.3-0.4% per year of action. In the year of the experiment an increase in the content of mobile phosphorus in the soil relative to the control variant was revealed, while the effect on the content of metabolic potassium in the soil was not established in the variants with orgavit and biosem.

C. 64

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ,  
ОЧИЩЕННОЙ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ,  
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ**Кандидат сельскохозяйственных наук **М.В. КИСЕЛЁВ**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: kiselev@mail.ru)Лаборант **М.В. БАШАРИНА**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: m.v.basharina@mail.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2*Ключевые слова: биотестирование, экотоксикологическая оценка, нефтеструкторы, Дестройл, Бак-Верад, LIFE FORCE*

Для быстрого восстановления нарушенного почвенно-растительного покрова и биогеоценоза в целом необходима комплексная оценка степени техногенного воздействия на экосистему. В статье изложена оценка интегральной токсичности почвы, которая была загрязнена дизельным топливом, как модельным токсикантом. Для моделирования было внесено по 100 г топлива, что составляет около 2% от массы почвы. В последующем для очищения в первый год опыта на почве были применены разные препараты-нефтеструкторы – Дестройл, Бак-Верад, а также почвенный кондиционер LIFE FORCE.

По окончании второго года опыта для экотоксикологической оценки почвы было использовано три метода биотестирования. Это связано с необходимостью создания системы из тест-объектов разных систематических групп, поскольку это позволит дать более точную оценку

интегральной токсичности. Тестовыми объектами выступили: пшеница мягкая *Triticum vulgare L.*, рачки дафния *Daphnia magna Straus*, водоросль *Scenedesmus quadricauda Breb.*

После проведения всех исследований тест-объекты ожидаемо показали разную степень чувствительности к исследуемому токсиканту – дизельному топливу. Общим является то, что высеваемая в первый год опыта газонная смесь оказала явное снижение токсичности почвы.

P. 64

#### **DETERMINATION OF SOIL TOXICITY PURIFIED FROM OIL CONTAMINATION BY BIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Candidate of Agricultural Sciences **M.V. KISELYOV**

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

Laboratory Assistant **M.V. BASHARINA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University, e-mail: m.v.basharina@mail.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: biotesting, ecotoxicological assessment, oil destructors, Destroil, Bak-Verad, LIFE FORCE*

For quick restore of the disturbed soil and vegetation cover and biogeocenosis as a whole, a comprehensive assessment of the degree of technogenic impact on the ecosystem is necessary. The article provides an assessment of the integral toxicity of soil that has been contaminated with diesel fuel as a model toxicant. For modeling, 100 g of fuel was introduced, which is about 2% of the soil mass. Subsequently, in order to purify the soil in the first year of the experiment, various oil destructive preparations were used - Destroil, Bak-Verad, as well as the soil conditioner LIFE FORCE.

At the end of the second year of the experiment, three biotesting methods were used for ecotoxicological soil assessment. This is due to the need to create a system of test objects of different systematic groups, as this will allow a more accurate assessment of integral toxicity. Test objects were: soft wheat *Triticum vulgare L.*, daphnia crustaceans *Daphnia magna Straus*, algae *Scenedesmus quadricauda Breb.*

After all studies, test objects expectedly showed a different degree of sensitivity to the studied toxicant - diesel fuel. It is common that the lawn mixture sown in the first year of the experiment had a clear reduction in soil toxicity.

C. 69

#### **МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА ЗАСОРЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Доктор биологических наук **В.Л. БОГДАНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: lab.naz.eco@gmail.com)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Кандидат географических наук **А.Г. ОСИПОВ**

(Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»  
Министерства обороны Российской Федерации, e-mail: Osipov-G-K-2005@yandex.ru)  
197198, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

Кандидат экономических наук **В.В. ГАРМАНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: garmanovv@mail.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

*Ключевые слова: борщевик Сосновского, вегетационные индексы, растительные сообщества, автоматизированное дешифрирование*

В статье изложены результаты разработки методики мониторинга засорения земель борщевиком Сосновского по данным дистанционного зондирования территории. Разработанная методика позволяет оперативно получать информацию о территориальном распределении засорённых борщевиком угодий, их площадях и степени засорения.

Для получения данных дистанционного зондирования используется беспилотный летательный аппарат (БЛА). Съёмка выполняется в двух зонах спектра: красной ( $\lambda_{\text{RED}}=0,68-0,7$  мкм) и ближней инфракрасной ( $\lambda_{\text{NIR}}=0,74-1,1$  мкм).

Автоматизированное дешифрирование растительных сообществ производится на основе расчета двух вегетационных индексов *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index) и *CIGreen* (Green Chlorophyll Index), путем сравнения в каждом пикселе фотоплана рассчитанных индексов с эталонными.

Апробация разработанной методики выполнена на модельной территории, расположенной в Приозерском районе Ленинградской области, в пределах которой борщевик Сосновского занимал значительные площади.

Временные ряды *NDVI* и *CIGreen* строились для пяти типов растительных сообществ: 1) лес хвойный; 2) лес лиственный; 3) луга, сенокосы, пастбища; 4) пашня, огороды; 5) заросли борщевика Сосновского. Сегментация растительных сообществ выполнялась установлением принадлежности выделенного по фотоплану кластера анализируемому растительному сообществу с последующим оконтуриванием сформированного массива.

На основе полученных данных для модельной территории была построена картограмма пространственного распределения основных типов растительных сообществ, по которой были определены участки активного произрастания борщевика Сосновского.

Результаты апробации методики не противоречат результатам полевых наблюдений и данным других авторов, исследующих распространение борщевика Сосновского.

Методика может быть эффективно использована при разработке мероприятий по борьбе с борщевиком Сосновского и контроле над его распространением.

P. 69

## METHODOLOGY FOR MONITORING OF LANDS CONTAMINATION BY SOSNOVSKY'S HOGWEED ACCORDING TO REMOTE SOUNDING DATA

Doctor of Biological Sciences **V.L. BOGDANOV**

(Federal state budgetary educational institution of higher education «Saint Petersburg state agrarian University», e-mail: lab.naz.eco@gmail.com)

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

Candidate of Geographical Sciences **A.G. OSIPOV**

(Federal state budgetary military educational institution of higher professional education «Military space Academy named after A.F. Mozhaysky» of the Ministry of defense of the Russian Federation, e-mail: Osipov-G-K-2005@yandex.ru)

197198, Russian Federation, Saint Petersburg, Zhdanovskaya str., 13

Candidate of Economic Sciences **V.V. GARMANOV**

(Federal state budgetary educational institution of higher education

«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: garmanovv@mail.ru)

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

*Keywords: Sosnovsky's hogweed, vegetation indices, plant communities, automated decryption*

The article presents the results of developing a methodology for land monitoring contamination with Sosnovsky hogweed using remote sounding data. The developed method allows to get information quickly about the territorial distribution of Sosnovsky's hogweed land, their areas and the degree of contamination.

An unmanned aerial vehicle (UAV) is used to obtain remote sounding data. Shooting is performed in two spectral zones – red ( $\lambda_{RED}=0.68-0.7 \mu\text{m}$ ) and near-infrared ( $\lambda_{NIR}=0.74-1.1 \mu\text{m}$ ).

Automated decryption of plant communities is performed based on the calculation of two vegetation indices NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and ClGreen (Green Chlorophyll Index), by comparing the calculated indices with the reference ones in each pixel of the photoplane.

The developed method was tested on a model territory located in the Priozersky district of the Leningrad region, within which the Sosnovsky's hogweed occupied significant areas.

The NDVI and ClGreen time series were constructed for five types of plant communities: 1) coniferous forest; 2) deciduous forest; 3) meadows, hayfields, pastures; 4) arable vegetable gardens; 5) thickets of Sosnovsky's hogweed. Segmentation of plant communities was performed by establishing the affiliation of the cluster selected from the photoplane to the analyzed plant community, followed by outlining the formed array.

Based on the data obtained for the model territory, a cartogram of the spatial distribution of the main types of plant communities was constructed, which identified areas of active growth of Sosnovsky borsch.

The results of testing the method do not contradict the results of field observations and data from other authors who study the distribution of Sosnovsky's hogweed.

The method can be effectively used in the development of measures to combat Sosnovsky's hogweed and control its spread.

C. 74

## ОЦЕНКА КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК С ПОМОЩЬЮ ДДЗ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Соискатель **Л.В. ТУГАРИНОВ**

(АгроХимПром, tlv090975@gmail.com)

Доктор сельскохозяйственных наук **А.А. КОМАРОВ**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Агрофизический научно-исследовательский институт», e-mail: zelenydar@mail.ru)

Соискатель **А.Д. КИРСАНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Агрофизический научно-исследовательский институт», e-mail: Zelenydar@mail.ru)

195220, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, д. 14

*Ключевые слова: ДДЗ, индекс NDVI, некорневые подкормки, препарат «Зербра Агро»*

При исследовании состояния посевов риса в Крымском районе Краснодарского края применялись сопряженные наземные измерения и данные космических снимков, полученные с помощью ДДЗ. Произведен анализ космических снимков, причем как одномоментной фиксации серии данных, так и динамических моделей, где снимки выстроены в непрерывный тренд и описывают динамику изменений индекса NDVI за вегетационный период. Таким образом, представленная сравнительная картина динамики индексов вегетации позволяет оценить отличие роста и развития растений по сравниваемым вариантам за период наблюдений. Это, в свою очередь, обеспечивает возможность наметить динамику развития биопродукционного процесса. Оценить как фактор пространственной неоднородности в состоянии растений по массиву поля, так и определить эффект действия того или иного управляющего приема на рост и развитие растений. Кроме того, представлен принцип кластеризации полей, который позволяет оцифровать наблюдаемые данные и выявить контрастные зоны неоднородности по индексу вегетации.

На основании проведенных исследований в условиях Краснодарского края установлено, что при использовании ДДЗ оценка состояния растений по индексу NDVI совпала с учетом данных урожайности, следовательно, этот метод вполне приемлем для оценки состояния посевов. Так, на участках с обработкой препаратом Зеребра Агро урожайность риса была на 6,7 ц/га, или на 12,5% выше, чем на варианте сравнения.

P. 74

#### ASSESSMENT OF THE CORRECTIVE ACTION OF NON-ROOT FEEDING USING DDZ IN KRASNODAR REGION

Applicant **L.V. TUGARINOV**

(AgroChimProm, tlv090975@gmail.com)

Doctor of Agricultural Sciences **A.A. KOMAROV**

(Federal State Budget Scientific Institution «Agrophysical Research Institute», e-mail: Zelenydar@mail.ru)

Applicant **A.D. KIRSANOV**

(Federal State Budget Scientific Institution «Agrophysical Research Institute», e-mail: Zelenydar@mail.ru)

195220, Russian Federation, Saint-Petersburg, Grazhdansky pr., 14

*Keywords: Remote sensing data, the NDVI index, foliar application, the drug «Serebrier»*

When studying the state of rice crops in the Crimean region of Krasnodar territory, coupled ground measurements and data from satellite images obtained with the help of DDZ were used. The analysis of both simultaneous fixation of a series of images and dynamic models, where the images are arranged in a continuous trend and describe the dynamics of changes in the NDVI index over the growing period, is performed. Thus, the presented comparative picture of the dynamics of vegetation indices allows us to assess the difference in plant growth and development according to the compared variants over the observation period.

Thus, the presented comparative picture of the dynamics of vegetation indices allows us to assess the difference between the growth and development of plants according to the compared options for the observation period. This, in turn, provides an opportunity to outline the dynamics of the bioproduction process. To evaluate both the factor of spatial heterogeneity in the state of plants by field array, and determine the effect of the action of one or another control technique on the growth and development of plants. In addition, the principle of clustering fields is presented, which allows you to digitize the observed data and identify contrasting areas of heterogeneity by the vegetation index

Based on the research conducted in the Krasnodar region, it was found that when using DDZ, the assessment of the state of plants according to the NDVI index coincided with the data on yield, therefore, this method is quite acceptable for assessing the state of crops. Thus, in areas with treatment with Zerebra Аgro, the yield of rice was 6.7 C / ha or 12.5% higher than in the comparison variant.

C. 82

#### ЗНАЧЕНИЕ АМИНОТРАНСФЕРАЗ В ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Доктор сельскохозяйственных наук **С.Л. САФРОНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,

e-mail: safronovsl@list.ru)

Доктор ветеринарных наук **А.Е. БЕЛОПОЛЬСКИЙ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,

e-mail: belopolskiy@mail.ru)

196084, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5

Кандидат сельскохозяйственных наук **Н.В. ФОМИНА**  
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный аграрный университет»,  
e-mail: vip.nataly.f@mail.ru)  
457100, Российская Федерация, г. Троицк, Челябинская область, ул. Гагарина д. 13

*Ключевые слова: крупный рогатый скот, черно-пестрая порода, герефордская порода, помеси, мясная продуктивность, аминотрансферазы, аспартат-аминотрансфераза (АсАТ), аланин-аминотрансфераза (АлАТ)*

Уровень активности аминотрансфераз в организме животных свидетельствует об интенсивности процесса роста и развития особи и формирования у них мышечной ткани. Изучение гематологических показателей способствует прогнозированию и более объективной оценке мясной продуктивности животных. Целью исследований являлось определение влияния содержания аминотрансфераз в сыворотке крови чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота на их мясную продуктивность.

По результатам исследований установлено, что в одинаковых условиях кормления и содержания помеси имели выраженные признаки мясного скота с интенсивным увеличением живой массы и скороспелостью. Увеличение живой массы молодняка было результатом определенной активности и направленности белкового метаболизма в клетках организма, а также интенсивности обмена между тканевыми белками и белками крови.

В опытных группах во все возрастные периоды содержание АсАТ превышало уровень АлАТ в 1,1-1,4 раза. До 16-мес. возраста концентрация АлАТ увеличивалась, характеризуя уровень использования свободных аминокислот в процессах глюконеогенеза. Интенсивность обменных процессов в организме растущего молодняка возрастала в зависимости от возраста во всех группах, за исключением чистопородных бычков. По соотношению содержания сывороточных аминотрансфераз помесные бычки и телки превосходили чистопородных сверстников на 0,2 и 0,02 усл. ед. Выявленные закономерности были подтверждены результатами контрольного убоя животных. Помеси при разных сроках убоя имели лучшие показатели мясной продуктивности: в 14 и 16 мес. по убойному выходу разность составила 6,0%, а в 18 мес. по группам бычков – 7,0%, а телок – 4,0%. Содержание сухого вещества и жира в длиннейшей мышце спины в группах подопытных бычков с возрастом увеличилось на 0,8%, 1,7% и 2,3%, а содержание белка уменьшилось на 0,6%. У телок по содержанию жира существенных различий не установлено. В связи с увеличением доли жира в мясе соотношение белка к жиру, а также белка к сухому веществу с возрастом снижалось. Помесный молодняк позднего возраста убоя имел более высокий показатель содержания внутримышечного жира, характеризующего вкусовую и питательную ценность мяса.

По результатам проведенных исследований можно сделать заключение, что использование показателей активности трансаминаз в сыворотке крови молодняка крупного рогатого скота позволяет охарактеризовать закономерности формирования мясной продуктивности и спрогнозировать результаты выращивания и откорма животных.

P. 82

## THE VALUE OF AMINOTRANSFERASES IN THE CHARACTERISTIC OF MEAT PRODUCTIVITY OF CATTLE

Doctor of Agricultural Sciences **S.L. SAFRONOV**  
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine», e-mail: safronovsl@list.ru)  
Doctor of Veterinary Sciences **A.E. BELOPOLSKIY**  
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine», e-mail: belopolskiy@mail.ru)  
196084, Russian Federation, Saint-Petersburg, Chernigovskaya, 5  
Candidate of Agricultural Sciences **N.V. FOMINA**  
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«South Ural State Agrarian University», e-mail: vip.nataly.f@mail.ru)  
457100, Russian Federation, Troitsk, Chelyabinsk region, Gagarin, 13

*Keywords: cattle, black and white breed, Hereford breed, crossbreeds, meat productivity, aminotransferases, aspartate aminotransferase (AsAT), alanine aminotransferase (AlAT)*

The level of aminotransferases activity in the body of animals indicates the intensity of the process of growth and development of individuals and the formation of muscle tissue in them. The study of hematological indicators contributes to the prediction and more objective assessment of meat productivity of animals. The purpose of the research was to determine the effect of the content of aminotransferases in the blood serum of purebred and crossbred young cattle on their meat productivity.

According to the results of research, it was established that under the same conditions of feeding and keeping the crossbreeds had pronounced signs of meat cattle with an intensive increase in live weight and precocity. The increase in the live weight of young animals was the result of a certain activity and direction of protein metabolism in the cells of the body, as well as the intensity of exchange between tissue proteins and blood proteins.

In the experimental groups in all age periods, the content of AsAT exceeded the level of AlAT by 1.1-1.4 times. Up to 16 months age, the concentration of AlAT increased, characterizing the level of use of free amino acids in gluconeogenesis processes. The intensity of metabolic processes in the body of growing young animals increased depending on age in all groups, with the exception of purebred bulls. In terms of the ratio of serum aminotransferases, crossbred bulls and heifers outperformed purebred peers by 0.2 and 0.02 conventional units. The revealed patterns were confirmed by the results of checking slaughter of animals. Crossbreeds with different slaughter periods had the best indicators of meat productivity: at 14 and 16 months- the slaughter yield difference was 6.0%, and at 18 months- in groups of bulls, 7.0%, and heifers - 4.0%. The dry matter and fat content in the longest muscle of the back in the groups of experimental bulls increased with age by 0.8%, 1.7% and 2.3%, and the protein content decreased by 0.6%. In heifers, no significant differences were found in fat content. Due to the increase in the proportion of fat in meat, the ratio of protein to fat, as well as protein to dry matter, decreased with age. Cross-breeding young juvenile slaughter had a higher intramuscular fat content characterizing the taste and nutritional value of meat.

According to the results of the studies, it can be concluded that the use of transaminase activity indicators in the blood serum of young cattle allows us to characterize the patterns of formation of meat productivity and to predict the results of animals growing and fattening.

C. 87

### **МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ИХ ОТЦОВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук **А.Ю. АЛЕКСЕЕВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: a9522173173@yandex.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

Учётчик по племенному делу **А.М. ДАДЫКИНА**

(СПК ПЗ «Детскосельский», e-mail: belolapka2009@yandex.ru)  
196634, Российская Федерация, Санкт-Петербург, п. Шушары, Детскосельский,  
ул. Центральная, д. 17, лит. А

*Ключевые слова: быки-производители, молочная продуктивность, продолжительность хозяйственного использования, пожизненная продуктивность*

Быки-производители играют ведущую роль в генетическом совершенствовании популяций крупного рогатого скота. Для осеменения маточного поголовья крупного рогатого скота, разводимого на территории Российской Федерации, используется спермопродукция производителей, выведенных в таких странах, как США, Канада, Нидерланды, Россия, Германия. В статье проанализированы показатели молочной продуктивности коров-дочерей быков различного происхождения. Представлены данные о продолжительности хозяйственного использования, а также о пожизненной продуктивности коров в зависимости от места рождения их отцов. Установлено, что дочери быков-производителей, выведенных в Германии, наряду с достаточно высокой молочной продуктивностью, имели самую высокую продолжительность хозяйственного использования в стаде и, как следствие, наивысшую пожизненную продуктивность среди всех анализируемых групп животных. Дочери

быков отечественной селекции также характеризуются достаточно высокой молочной продуктивностью и длительным сроком продуктивного использования животных в стаде. Дочери быков американской селекции, несмотря на самую высокую молочную продуктивность, имели продолжительность хозяйственного использования 3,0 лактации, что на 0,48 лактации меньше среднего по стаду. Следовательно, при осуществлении индивидуального подбора следует учитывать не только потенциально высокую продуктивность будущих дочерей быков-производителей, но и их способность к более длительному продуктивному использованию в стаде, что позволит получить от них большее количество молока и приплода.

P. 87

### **MILK PRODUCTIVITY OF HOLSTEIN COWS DEPENDING ON THE ORIGIN OF THEIR FATHERS**

Candidate of Agricultural Sciences **A.Y. ALEXEEVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: a9522173173@yandex.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Pedigree Accountant **A.M. DADYKINA**

(SPK PZ «Detskoselsky» e-mail: belolapka2009@yandex.ru)  
196634, Russian Federation, Saint Petersburg, Shushary village, Detskoselsky, Tsentralnaya str., 17, lit. A

*Keywords: bulls-producers, milk productivity, duration of economic use, lifetime productivity*

Bulls- producers play a leading role in the genetic improvement of cattle populations. For insemination of breeding stock on the territory of the Russian Federation, the sperm products of producers bred in such countries as the USA, Canada, the Netherlands, Russia, Germany are used. The article analyzes the indicators of milk productivity of cows-daughters of bulls of various origins. Data on the duration of economic use, as well as on the lifetime productivity of cows, depending on the place of birth of their fathers, are presented. It was found that the daughters of breeding bulls from Germany, along with a fairly high milk productivity, had the highest duration of economic use in the herd, and, as a result, the highest lifetime productivity among all the analyzed groups of animals. Daughters of domestic breeding bulls are also characterized by rather high milk productivity and a long period of productive use of animals in the herd. Daughters of bulls of American selection, despite the highest milk productivity, had a duration of economic use of 3,0 lactation, which is 0,48 lactation less than the average for the herd. Therefore, when carrying out individual selection, it is necessary to take into account not only the potentially high productivity of future daughters of bulls-producers, but also their ability to use them for a longer period of productive use in the herd, which will allow them to get more milk and offspring from them.

C. 92

### **МОЛОЧНОЕ СКОТОВОДСТВО МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Кандидат сельскохозяйственных наук **Э.В. ФИРSOVA**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция», e-mail: research-station@yandex.ru)  
184365, Российская Федерация, Мурманская обл., Кольский р-н, пос. Молочный, ул. Совхозная, д.1

Доктор сельскохозяйственных наук **А.С. МИТЮКОВ**

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт озераведения Российской академии наук», e-mail: mitals@yandex.ru)  
196105, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, д. 9



**Ключевые слова:** *скотоводство, молочная продуктивность, генетический потенциал, племенная ценность быков*

Было установлено, что численность поголовья крупного рогатого скота в Мурманской области сократилась с 2014 по 2018 год на 10%, в том числе маточного поголовья на 7%. Также наблюдается снижение валового производства молока (-18%), количества мяса в убойном весе и, как следствие – уменьшается прибыль от полученной продукции животноводства (-41%).

К настоящему времени поголовье крупного рогатого скота Мурманской области содержится в 8 сельскохозяйственных предприятиях, что на 17 единиц меньше по сравнению с 1990 годом, а поголовье крупного рогатого скота за этот период сократилось почти в 3 раза и насчитывает на 1 января 2018 года 6000 голов.

За период с 1980 по 2018 гг. молочная продуктивность на фуражную корову в Мурманской области как увеличивалась, так и снижалась. Так, в 1980 году надой на корову в год по области составлял 3680 кг, а к 2011 г. продуктивность выросла до 7910 кг молока. Затем, в результате неустойчивого финансового положения в хозяйствах области, и как следствие – ухудшения кормовой базы, молочная продуктивность маточного поголовья стала снижаться. Самый низкий удой (4394 кг) был отмечен в 2016 году. После чего надои стали расти, и в 2018 году средний удой на фуражную корову по области составил 5409 кг молока.

Выявлено, что быки-производители, семя которых использовалось для осеменения маточного поголовья скота в Мурманской области, на протяжении всего периода «голландизации» имели высокую племенную оценку. Следовательно, при соответствующих условиях кормления и содержания крупного рогатого скота можно рассчитывать на значительное увеличение молочной продуктивности на корову в год, что, в свою очередь, будет способствовать росту валового производства молока без наращивания поголовья коров в Мурманской области.

P. 92

## DAIRY FARMING IN THE MURMANSK REGION

Candidate of Agricultural Sciences **E.V. FIRSOVA**  
(FSBSI «Murmansk State Agricultural Experiment Station»  
e-mail: research-station@yandex.ru)

184365, Russian Federation, Murmanskaya obl., Kolskiy rayon, pos. Molochny, Sovhoznaya, d.1

Doctor of Agricultural Sciences **A.S. MITYUKOV**  
(Institute of Limnology of Russian Academy of Sciences, e-mail: mitals@yandex.ru)  
196105, Russian Federation, Saint-Petersburg, Sevastyanov str., 9

**Keywords:** *cattle breeding, dairy productivity, genetic potential, breeding value of bulls*

It was found that the number of cattle in the Murmansk region decreased from 2014 to 2018 by 10%, including the breeding stock by 7%. There is also a decrease in gross milk production (-18%), the amount of meat in slaughter weight and, as a result, the profit from livestock production decreases (-41%).

To date, the number of cattle in the Murmansk region is contained in 8 agricultural enterprises, which is 17 units less than in 1990, and the number of cattle for this period has decreased by almost 3 times and totals 6000 as of 01.01.2018.

Between 1980 and 2018 milk production per feed cow in the Murmansk region both increased and decreased. So in 1980, the cow's milk yield per year in the region amounted to 3680 kg, and by 2011 productivity increased to 7910 kg of milk. Then, as a result of the unstable financial situation in the farms of the region, and as a result, the deterioration of the feed supply, the milk productivity of the breeding stock began to decline. The lowest milk yield (4394 kg) was noted in 2016. After that, milk production began to grow and in 2018 the average milk yield per feed cow in the region amounted to 5409 kg of milk.

It was revealed that the production bulls whose seed was used for insemination of the livestock in the Murmansk region throughout the entire period of “Holsteinization” had a high pedigree rating. Consequently, under appropriate conditions of feeding and keeping cattle, one can expect a significant increase in milk productivity per cow per year, which in turn will contribute to an increase in gross milk production without increasing the number of cows in the Murmansk Region.

С. 96

**ХАРАКТЕРИСТИКА МАТОЧНЫХ СЕМЕЙСТВ  
В СОВЕТСКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЕ**Доктор сельскохозяйственных наук **Е.И. АЛЕКСЕЕВА**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: aleksevaei@list.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2Кандидат сельскохозяйственных наук **А.В. БОРИСОВА**(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», e-mail: vniik63@mail.ru)  
391105, Российская Федерация, Рязанская область, Рыбновский район, поселок Дивово

*Ключевые слова:* **маточные семейства, советская тяжеловозная порода лошадей, селекция, выраженность типа, экстерьер, плодовитость**

В настоящее время назрела необходимость проанализировать наличие и состояние маточных семейств в советской тяжеловозной породе. Лучшие кобылы становятся продолжателями маточных семейств или основателями новых семейств, корни которых все равно уходят к первоначальному составу. При создании новых заводов маточный состав комплектуется кобылами уже существующих семейств. Если линии – это ветви породы, то маточные семейства – ее корни. Формирование маточных семейств в советской тяжеловозной породе шло своими путями, в отличие от развития мужских линий.

Учитывая малочисленность породы и сохранение генетического разнообразия в ней, остро возник вопрос о сохранении и развитии не только мужских линий, но и маточных семейств.

Анализ эволюции семейств показывает, что процесс их развития значительно изменился. Успешно развивались семейства в период становления породы (с середины 30-х и до 50-х годов прошлого столетия). Именно от семейных маток получают лучших производителей – родоначальников и продолжателей линий. Более типичными, породными, гармоничными, с правильным экстерьером являются лошади – представители следующих семейств: Белены, Клавиатуры, Реактивной, Ренали и Рулеточки, а менее типичными – лошади из маточных семейств Баррикады, Колдуньи, Рогатины 1-й. Наиболее рослыми, широкотельными и костистыми являются лошади семейств Рулеточки и Ренали. По воспроизводительным качествам лучшими являются племенные кобылы семейств Колдуньи, Редкости, Рожица и Фаталистки.

При дальнейшей селекции с породой необходимо больше внимания уделять работе с маточными семействами. Необходимо не только сохранить, расширить и улучшить имеющиеся семейства, но и начать закладку новых семейств. Для этого нужно отобрать возможных родоначальниц из числа лучших маток племенного ядра, имеющих высокие оценки за типичность (9-10 баллов), экстерьер (не ниже 8,5 балла) и обладающих высокой молочностью.

Р. 96

**CHARACTERISTICS OF MATERNAL FAMILIES  
IN THE SOVIET HEAVY DRAFT HORSE BREED**Doctor of Agricultural Sciences **E.I. ALEKSEEVA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: aleksevaei@list.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2Candidate of Agricultural Sciences **A.V. BORISOVA**

(Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Horse Breeding», e-mail: vniik63@mail.ru)

391105, Russian Federation, Ryazan Region, Rybnovsky District, vil. Divovo

*Keywords: maternal family, the Soviet heavy draft horse breed, breeding, severity type, exterior, fertility*

Currently, there is a need to analyze the presence and condition of maternal families in the Soviet heavy draft horse breed. The best mares become the successors of maternal families, or the founders of new families, whose roots still go back to the original composition. When creating new works, the mother stock is completed with mares from existing families. If the lines are branches of the breed, then the maternal families are its roots.

The formation of maternal families in the Soviet heavy draft horse breed went its own ways, in contrast to the development of male lines.

Taking into account the small number of the breed and the preservation of genetic diversity in it, the problem of preserving and developing not only male lines, but also maternal families arose sharply.

Analysis of the evolution of families shows that the process of their development has changed significantly. Families developed successfully during the formation of the breed (from the mid-30s to the 50s of the last century).

It is from family Queens that the best producers are obtained – the ancestors and successors of the lines.

More typical, breedy, harmonious, with the right exterior are horses-representatives of the following families: Belena, Klaviatura, Reaktivnaya, Renal, Ruletochka and less typical horses from the maternal families of Barricade, Koldunya, Rogatina 1st.

The tallest, wide-bodied and bony are horses of the Rouletochka and Renal families. In terms of reproductive qualities, the best are the tribal mares of t Koldunya, Redkost, Rozhica, Fatalistika families.

When further selection with the breed, more attention should be paid to working with maternal families. It is necessary not only to maintain, expand and improve the existing collection, but also to begin the establishment of new families. To do this, you need to select possible progenitors from among the best Queens of the breeding nucleus, who have high ratings for typicality (9-10 points), exterior (not lower than 8.5 points) and have high milk content.

C. 104

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЖЕРЕБЦОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НОВОАЛТАЙСКОЙ ПОРОДЫ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В 2019 ГОДУ**

Младший научный сотрудник **А.В. ДУБРОВИН**

(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства»),

e-mail: alexander.dubrovin45@yandex.ru)

391105, Российская Федерация, Рязанская область, Рыбновский район, п. Дивово,

*Ключевые слова: новоалтайская порода лошадей, жеребец-производитель, потомство, линия, оценка, комплекс признаков, живая масса*

Оценка производителей по качеству потомства – один из основных методов селекции, широко применяемых в коневодстве, поскольку именно оценка животного по приплоду, по способности передавать свои качества потомству является лучшим показателем его племенной ценности.

Принимая во внимание, что своевременное выявление генотипических свойств и широкое использование выдающихся по качеству потомства жеребцов является одним из мощнейших методов селекционного воздействия на породу, особую актуальность приобретает изучение «наследственной силы» производителей в разрезе новоалтайской породы.

Целью исследования являлась оценка жеребцов по качеству потомства в целях целесообразности их использования в племенной работе с породой.

В статье проанализированы и приведены в сравнении показатели эффективности использования линейных и нелинейных жеребцов.

Оценка жеребцов-производителей по качеству потомства в селекции новоалтайской породы позволила определить неравнозначное влияние производителей разных линий на её развитие. По результатам исследований отмечена значительная неоднородность линий по составу и племенной ценности производителей.

Результаты исследования показали превосходство потомства линий Конегора по основным селекционируемым признакам – живой массе и оценке экстерьера. Наряду с ним достаточно высокие результаты отмечены у жеребцов линий Меча, Рекрута, Грозного и Клапана.

Установлено, что отбор жеребцов для воспроизводства из потомства высоко оцененных производителей, а также соответствующий подбор с учётом происхождения и качества потомства способствуют консолидации типа лошадей и повышению качества их потомства.

Научная новизна исследования заключается в проведённом анализе современного состояния основных линий новоалтайской породы лошадей в зависимости от оценки их представителей по качеству потомства.

P. 104

### **EVALUATION RESULTS OF STALLIONS-PRODUCERS OF THE NOVOALTAI BREED BY OFFSPRING QUALITY IN 2019**

Junior Researcher **A.V. DUBROVIN**

(Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Horse Breeding»),

e-mail: alexander.dubrovin45@yandex.ru)

391105, Russian Federation, Ryazan Region, Rybnovsky District, vil. Divovo

*Keywords: Novoaltai breed of horses, stallion, offspring, line, evaluation, complex of signs, live weight*

The evaluation of stallions by the offspring quality is one of the main methods of selection widely used in horse breeding since it is an assessment of an animal by offspring, by the ability to transmit its qualities to next generations, is the best indicator of its breeding value.

Taking into account that the timely identification of genotypic properties and the widespread use of stallions of outstanding quality offspring is one of the most powerful methods of selective impact on the breed, the study of the “hereditary power” of producers in the context of the Novoaltai breed is of particular relevance.

The aim of the study was to evaluate the stallions by the quality of the offspring in order to expediency of their use in breeding work.

The article analyzes and compares the performance indicators of using linear and nonlinear stallions.

Evaluation of the stallions-producers on the quality of the offspring in the selection of the Novoaltai breed allowed us to determine the unequal influence of producers of different lines on its development. According to the research results, a significant heterogeneity of the lines in the composition and breeding value of the producers was noted.

The results of the study showed the superiority of the posterity of Konegor line in the main breeding traits - live weight and evaluation of conformation. Along with it, quite high results were noted of stallions of Mech, Recruit, Grozny and Klapan lines.

It was found that the selection of stallions for reproduction from the offspring of highly rated producers, as well as the appropriate selection, taking into account the origin and quality of the offspring, contribute to the consolidation of the horses type and improve the quality of their offspring. The scientific novelty of the study lies in the analysis of the current state of the main lines of the Novoaltai horse breed, depending on the assessment of their representatives by the quality of the offspring.

C. 109

### **КУРЫ УНДУЧ ГЕРГЕБИЛЬСКОГО РАЙОНА ДАГЕСТАНА КАК ПРЕДКОВАЯ ФОРМА ГИЛЯНСКОЙ ПОРОДЫ**

Старший научный сотрудник **А.Б. ВАХРАМЕЕВ**

(Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства –

ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», e-mail: ab\_poultry@mail.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55а

*Ключевые слова: куры, породы, генофонд, орловская, гилянская, происхождение, история*

Гергебильская популяция крупных, бородатых кур Ундуч разводится в Дагестане поколениями птицеводов. Данные мультилокусного анализа показали, что эта птица обладает высокой степенью однородности. Коэффициент сходства внутри групп BS<sup>1</sup> очень высокий (0,47). Аналогии морфологических признаков экстерьера кур Ундуч с орловской и историческими описаниями гилянской породы позволяют предположить наличие связи между ними. Попытки подтвердить персидское происхождение гилянских кур не дали результатов. Нет исторических упоминаний о такой птице в истории кур Персии. Нет в мире данных о поставке таких птиц из Персии куда-нибудь, кроме России.

На основании анализа экстерьерных и исторических данных можно утверждать, что современная гергебильская популяция кур Ундуч – прямой потомок древней птицы, которая стала источником, считавшейся утраченной в конце XIX века русской гилянской породы кур.

P. 109

#### **UNDUCH HENS OF GERGEBILSKY DISTRICT OF DAGESTAN AS THE ANCESTRAL FORM GILYAN BREED**

Research scientist **A.B. VAKHRAMEEV**

(All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – branch of Federal state budgetary scientific institution "Federal Research Center for Livestock - VIZH named after academician L.K. Ernst", e-mail: ab\_poultry@mail.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Moscovskoe shosse, 55a

*Keywords: hens, breeds, the gene pool, Orlov breed, Gilyan breed, origin, history*

The Gergebil population of large, bearded Unduch hens is bred in Dagestan by generations of poultry farmers. Multilocus analysis data showed that this bird has a high degree of homogeneity. The similarity coefficient within the BS<sup>1</sup> groups is very high (0.47). Analogies of the morphological features of the exterior of the Unduch hens with the Orlov breed and historical descriptions of the Gilyan breed suggest a connection between them. Attempts to confirm the Persian origin of the Gilyan hens have failed. There are no historical references to such a bird in the history of Persian hens. There is no data in the world on the supply of such birds from Persia to anywhere other than Russia.

Based on the analysis of exterior and historical data, it can be argued that the modern Gergebil population of Unduh hens is a direct descendant of an ancient bird, which became a source considered to be a lost Russian Gilyan breed of hens at the end of the 19th century.

C. 115

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИХ И ТОПЛИВНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРА «МИТРАКС Т-10»**

Доктор технических наук **А.П. КАРТОШКИН**

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

Кандидат технических наук **А.И. ФОМИЧЕВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: aif-57@mail.ru)

Кандидат технических наук **В.А. ДОЛГУШИН**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: dolgushin.va@yandex.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

**Ключевые слова:** *стендовые испытания, буксование, крюковая мощность, часовой и удельный расходы топлива*

Для адаптации малогабаритной сельскохозяйственной техники торговой марки «Митракс» к условиям эксплуатации в Северо-Западном регионе на кафедре «Автомобили, тракторы и технический сервис» Санкт-Петербургского государственного аграрного университета проведены испытания трактора «Митракс Т-10». В статье приводятся методика и результаты тягово-динамических испытаний трактора «Митракс Т-10» в лабораторных условиях на стенде с беговыми барабанами. Методика проведения стендовых испытаний, необходимые измерения и обработка опытных данных выполнялись в соответствии с требованиями ГОСТ 7057-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний» и ГОСТ 30745-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей». Анализ результатов тягово-динамических и топливно-экономических испытаний трактора «Митракс Т-10» на различных передачах показал, что, несмотря на достаточно высокий коэффициент использования веса трактора ( $\phi_{кр} = 0,63$ ), общий вес трактора недостаточен для реализации максимальной мощности двигателя (7,36 кВт). Трактор «Митракс Т-10» в данной комплектации и компоновке способен обеспечить тяговое усилие на крюке 15 кН при допустимом буксовании 14% на всех передачах.

P. 115

#### **RESULTS OF TRACTION-DYNAMIC AND FUEL-ECONOMIC TESTS OF THE MITRAX T-10 TRACTOR**

Doctor of Technical Sciences **A.P. KARTOSHKIN**

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

Candidate of Technical Sciences **A.I. FOMICHEV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: aif-57@mail.ru)

Candidate of Technical Sciences **V.A. DOLGUSHIN**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: dolgushin.va@yandex.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

**Keywords:** *bench tests, skidding, hook power, hourly and specific fuel consumption*

The Mitrax T-10 tractor was tested at the Department of Automobiles, tractors and technical service of the Saint Petersburg state agrarian University to adapt small-sized agricultural machinery of the Mitrax trademark to the operating conditions in the North-West region. The article presents the methodology and results of traction tests of the Mitrax T-10 tractor in laboratory conditions on a stand with running drums. The method of conducting bench tests, the necessary measurements and processing of experimental data were performed in accordance with the requirements of GOST 7057-2001 "Agricultural Tractors. Test methods" and GOST 30745-2001 "Agricultural Tractors. Determination of traction indicators". Analysis of the results of traction-dynamic and fuel-economic tests of the Mitrax T-10 tractor on various gears showed that, despite a sufficiently high coefficient of tractor weight utilization ( $FCR = 0.63$ ), the total weight of the tractor is insufficient to realize the maximum engine power (7.36 kW). The Mitrax T-10 tractor in this configuration and layout is able to provide a pulling force on the hook of 15 kN with a permissible slip of 14% on all gears.

С. 123

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КОМБИНИРОВАННЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК  
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНАХ**

Кандидат технических наук **В.А. РАКОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Вологодский государственный университет», e-mail: vyacheslav.rakov@mail.ru)  
160000, Российская Федерация, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15

Кандидат сельскохозяйственных наук **В.И. ЛИТВИНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Вологодская государственная молочнохозяйственная академия Н.В. Верещагина»,  
e-mail: Lit.vinov@mail.ru)

160555, Российская Федерация, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д.2

*Ключевые слова: трактор, комбинированные энергетические установки, расход топлива, эффективность, оценка, электрический привод, экономические затраты*

Одним из путей повышения эффективности использования сельскохозяйственных машин является улучшение экономических характеристик энергоустановки. Это может достигаться путем электрификации энергоустановки, т.е. применением комбинированных и полностью электрических энергоустановок. В то же время такие энергоустановки являются более дорогостоящими и имеют ограниченный ресурс аккумуляторной батареи. В связи с неопределенностью данного решения, а также из-за большого интереса сельскохозяйственных предприятий в статье проведена оценка возможных затрат при эксплуатации трактора с различными типами энергетических установок: дизельный двигатель и механическая трансмиссия; комбинированная энергоустановка и полностью электрический тяговый двигатель.

Анализ построен на данных, полученных аналитическим путем. В качестве исходных величин использован существующий опыт эксплуатации автотранспортных средств и сельскохозяйственных машин.

В качестве исходных данных для анализа использованы также: первоначальная стоимость машин и оборудования, расход топлива (электроэнергии), заданный срок эксплуатации, наличие дополнительных затрат на организацию заряда от внешней электросети, затраты на техническое обслуживание и ремонт каждой машины с учетом ее особенностей, затраты на капитальный ремонт машины. Все затраты приведены в рублях при затратах в условиях РФ.

Общие затраты за 10 лет эксплуатации каждой из машин получены путем суммирования всех составляющих затрат. При этом принято: стоимость 1 литра дизельного топлива – 46 руб., стоимость одного кВт·ч электроэнергии – 6 руб.; ресурс LiFePO<sub>4</sub> аккумуляторов – 2000 циклов заряда-разряда.

В результате оценки приведенные затраты при эксплуатации каждой из машин оказались следующими: дизельный двигатель МТЗ-82 – 0,55 тыс. руб./час; комбинированная энергоустановка последовательной / параллельной схемы – 0,6/0,56 тыс. руб./час; электрическая энергоустановка – 0,36 тыс. руб./час.

Результаты показывают, что при постоянной нагрузке, характерной для вспахивания почвы, использование комбинированных энергоустановок последовательного или параллельного типа не приведет к снижению эксплуатационных затрат. Использование электрического тягового привода для тех же условий и однократной замены комплекта аккумуляторных батарей позволит сократить расходы на эксплуатацию в 1,5 раза.

Р. 123

**ECONOMIC EFFICIENCY ASSESSMENT OF HYBRID  
AND ELECTRIC MOTORS USING IN TRACTORS**

Candidate of Technical Sciences **V.A. RAKOV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vologda State University»,  
e-mail: vyacheslav.rakov@mail.ru)

160000, Russian Federation, Vologda, Lenin street, 15

Candidate of Agricultural Sciences **V.I. LITVINOV**  
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin», e-mail: Lit.vinov@mail.ru)  
160555, Russian Federation, Vologda, Molochnoe, Shmidta, 2

*Keywords: tractor, combined power plants, fuel consumption, efficiency, evaluation, electric drive, economic costs*

One of ways to increase the efficiency of agricultural machinery is to improve the economic characteristics of the power plant. This can be achieved by electrifying a power plant, i.e. hybrid and electric motor applications. At the same time, such engines are more expensive and have a limited battery life. Due to the uncertainty of this decision, and also because of the great interest of agricultural enterprises, the article assesses the possible costs when operating a tractor with various types of engines: a diesel engine with a mechanical transmission; hybrid engine and electric motor.

The analysis is based on data obtained analytically. As initial values we used the existing experience in operating cars and tractors, as well as: the initial cost of machinery and equipment, fuel (electricity) consumption, the specified life, the additional costs of organizing the charge from an external power supply, the costs of maintenance and repair of each machine with Considering its features, the cost of major repairs of the machine. All costs are given in rubles at costs in the Russian Federation.

The total costs for 10 years of operation of each of the machines are obtained by summing all the cost components. At the same time, it is accepted: the cost of 1 liter of diesel fuel is 46 rubles, the cost of one kWh of electricity is 6 rubles; LiFePO<sub>4</sub> battery life - 2000 charge-discharge cycles.

As a result of the assessment, the reduced costs during the operation of each of the machines were as follows: MTZ-82 diesel engine - 0.55 thousand rub./h; hybrid engine of a serial / parallel circuit - 0.6 / 0.56 thousand rubles per hour; electric motor - 0.36 thousand rub. /h.

The results show that with a constant load characteristic of plowing the soil, the use of a hybrid engine of series or parallel type will not lead to lower operating costs. Using an electric traction drive for the same conditions and a single replacement of a set of batteries will reduce operating costs by 1.5 times.

C. 129

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСИТЕЛЯ С МАГНИТООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ФЕРРОТЕЛ**

Доктор технических наук **М.М. БЕЗЗУБЦЕВА**

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

Кандидат технических наук **В.С. ВОЛКОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: vol9795@yandex.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

*Ключевые слова: электромагнитные смесители, магнитоожигенный слой, физико-механические процессы*

В статье представлены результаты исследований смесителей, принцип действия которых основан на фундаментальных положениях теории формирования сцепляющего усилия между ферроэлементами цилиндрической формы в их магнитоожигенном слое при воздействии постоянного по знаку и регулируемого по величине электромагнитного поля. Приведена классификация электромагнитных смесителей, основанная на нетрадиционном признаке, – способе формирования усилия для сдвигового и вращательного смещения слоев перерабатываемого материала в магнитоожигенном слое ферротел в смеси с перерабатываемым продуктом. Также представлены 2 типа классификаций мешалок с магнитоожигенным слоем ферротел в постоянном электромагнитном поле: классификация мешалок по форме исполнения рабочей камеры и классификация мешалок по способу формирования сдвигового смещения слоев перерабатываемого материала. Обосновано, что для достижения наибольшего технологического эффекта при обработке продукта мешалка снабжена системой автоматического управления, создающей в рабочей камере аппарата переменную полярность и скважность импульсов тока, питающих обмотку управления. Даны изображения вариантов временных диаграмм импульсов тока, посылаемых в обмотку управления.



Рассмотрен алгоритм расчета энергетических характеристик электромагнитных смесителей с магнитоожженным слоем ферротел. Показано, что затраты мощности являются функцией от наполнения рабочей камеры магнитоожженным слоем ферротел (ферроэлементами-мешалками цилиндрической формы). На основании исследований физико-механических процессов в рабочих камерах смесителей, а также заданных требованиями производства технологических параметров переработки материалов сформулированы технические требования к проектированию энергоэффективных смесителей. Исследования проведены в рамках ведущей научной и научно-педагогической школы «Эффективное использование энергии, интенсификация электротехнологических процессов», зарегистрированной в реестре научных школ Санкт-Петербурга.

P. 129

### INVESTIGATION OF A MIXER WITH A MAGNETICALLY LIQUEFIED LAYER OF FERRO BODIES

Doctor of Technical Sciences **M.M. BEZZUBTSEVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: mysnegana@mail.ru);

Candidate of Technical Sciences **V.S. VOLKOV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: vol9795@yandex.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: electromagnetic mixers, magnetic fluidized layer, physical and mechanical processes*

The article presents the results of research of mixers, the principle of operation of which is based on the fundamental provisions of the theory of the formation of coupling forces between cylindrical ferroelements in their magnetically liquefied layer under the influence of a constant sign and a regulated magnitude of the electromagnetic field. The classification of electromagnetic mixers based on an unconventional feature — a method of forming forces for shear and rotational displacement of layers of processed material in a magnetically liquefied ferrobodies layer in a mixture with the processed product. There are also 2 types of classifications of agitators with a magnetically liquefied ferroelements layer in a constant electromagnetic field: the classification of agitators according to the form of the working chamber and the classification of agitators according to the method of forming the shear displacement of the layers of the processed material. It is proved that in order to achieve the greatest technological effect when processing the product, the agitator is equipped with an automatic control system that creates a variable polarity and wear of current pulses in the working chamber of the device that feed the control winding. Images of variants of time diagrams of current pulses sent to the control winding are given. An algorithm for calculating the energy characteristics of electromagnetic mixers with a magnetically liquefied ferroelements layer is considered. It is shown that the power consumption is a function of filling the working chamber with a magnetically liquefied layer of ferroelements (cylindrical-shaped ferroelement mixers). Based on the research of physical and mechanical processes in the working chambers of mixers, as well as the technological parameters of material processing specified by the production requirements, technical requirements for the design of energy-efficient mixers are formulated. The research was carried out within the framework of the leading scientific and scientific-pedagogical school "Efficient use of energy, intensification of electrotechnological processes", registered in the register of scientific schools of Saint Petersburg.

C. 134

### ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ КАК МНОГОСВЯЗНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Доктор технических наук, профессор **М.А. КЕРИМОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: martan-rs@yandex.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

**Ключевые слова:** *кормораздатчик, оптимальная траектория, динамическая система, качество функционирования, управление, целевая функция*

На животноводческих комплексах с характерными для них современной машинной технологией и поточностью производства возникает необходимость автоматизации основных технологических процессов. Процесс раздачи кормов как один из самых трудоемких нуждается в приоритетном оснащении средствами автоматизации. Применение систем автоматического управления способствует эффективному использованию оборудования, рациональному расходованию кормов, улучшению условий труда.

Особенностью многосвязных динамических систем, к которым относится транспортно-раздаточная машина, является сложность их функционирования. Характеристики указанной системы меняются динамично во времени и пространстве. Неопределенность исходной информации в задачах принятия решений при функционировании транспортно-раздаточных машин связана с вероятностной природой условий внешней среды и ограниченностью априорных сведений о надежности технических систем. Транспортно-раздаточная машина функционирует в составе биотехнической системы «оператор-машина-животное». Указанная система состоит из двух биологических подсистем и одной подсистемы неживой природы. Первые две подсистемы являются вероятностными, а третья подсистема рассматривается как детерминированная. Автоматизация вероятностной системы является трудноразрешимой задачей. В такой постановке наиболее целесообразной является оптимизация кормораздатчика как транспортно-раздаточной машины.

Задача управления функционированием кормораздатчика решается на основе оптимизации траектории его перемещения по технологической трассе в рабочей зоне животноводческого комплекса. В качестве критерия оптимизации выбрано общее время перемещения машины от кормохранилища до коровника. Сформулированная задача решается с помощью метода динамического программирования. Предложен алгоритм решения задачи нахождения оптимальной траектории перемещения кормораздатчика по рабочей зоне животноводческого комплекса. Разработанные мероприятия имеют практическую направленность.

P. 134

### **FEED DISTRIBUTORS FUNCTIONING AS MULTIPLY CONNECTED DYNAMIC SYSTEMS**

Doctor of Technical Sciences, Professor **M.A. KERIMOV**  
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: martan-rs@yandex.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: feed distributor, optimal trajectory, dynamic system, quality of operation, control, target function*

Currently, there is a need for automation of the main technological processes. Feed processes are one of the most labor intensive tasks. The use of automatic control systems contributes to the efficient use of equipment, the rational use of feed, and the improvement of working conditions.

Main characteristic of multiply connected dynamic systems, which include a transfer machine, is the complexity of their functioning. System characteristics change dynamically in time and space. The uncertainty of the initial information in decision-making problems during the operation of transport-separate machines is associated with the possible natural conditions of the external environment and the limited a priori data on the reliability of technical systems. The transfer and dispensing machine functions as part of the operator-machine-animal biotechnical system. The indicated system consists of two biological subsystems and one subsystem of inanimate nature. The first two subsystems are probabilistic. Automation of a probabilistic system is an intractable task. In this setting, the most appropriate is the optimization of the feeder as a transport and distribution machine.

The task of controlling the functioning of the feeder is solved by optimizing the trajectory of its movement along the technological route in the working area of the livestock complex. As the optimization criterion, the total time of moving the machine from the feed storage to the barn was selected. The formulated problem is solved using the dynamic programming method. An algorithm is proposed for solving the problem of finding the optimal trajectory of the feeder along the working area of the livestock complex. The developed activities have a practical focus.

C. 141

### АГРЕГАТ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Доктор технических наук **Н.В. АЛДОШИН**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,  
e-mail: naldoshin@yandex.ru.)

127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Доктор технических наук **Ф.М. МАМАТОВ**

(Каршинский инженерно-экономический институт, e-mail: fmamatov\_50@mail.ru)

180100, Узбекистан, Республика Узбекистан, Кашкадарьинская область, г. Карши, Мустакиллик, д. 225

Аспирант **И.И. ИСМАИЛОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,  
e-mail: ismailov.ibrat85@mail.ru)

127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

*Ключевые слова: бахчевые культуры, обработка почвы, фронтальный плуг, планчатый каток, поливная борозда*

Проведен анализ технологий обработки почвы под посев бахчевых культур. При выполнении технологических операций под посев бахчевых культур необходимо выполнить основную и предпосевную обработки почвы, а также открыть поливные борозды. Проведение таких операций связано с большими энергетическими затратами и множественными проходами агрегатов по полю. Предложено проводить полосовую обработку почвы под посев бахчевых культур. Для ее выполнения предложена конструкция комбинированного почвообрабатывающего орудия, которое за один проход выполняет вспашку, предпосевную обработку и формирование поливных борозд. При выполнении основной обработки почвы используют плужные рабочие органы фронтального плуга для гладкой вспашки, обеспечивающие оборот почвенного пласта в собственной борозде. Плужные корпуса двухкорпусного плуга устанавливают по оси симметрии орудия по листерной схеме без заплужников. При этом обеспечивается неполный оборот пластов почвы. Они одновременно укладываются таким образом, что при проходе орудия на их стыке происходит формирование поливной борозды. За плужными корпусами установлено рыхлительно-выравнивающее устройство для полосовой предпосевной обработки почвы в зоне посева. В качестве такого рабочего органа используются ротационные рабочие органы со сферическими ножевыми элементами, за которыми располагается планчатый каток. Использование комбинированного почвообрабатывающего агрегата позволяет снизить затраты труда до 25%, энергопотребление на процесс подготовки почвы до 50%, сократить время проведения работ, уменьшить уплотнение почвы и сохранить влагу в почвенном слое.

P. 141

### SOIL PREPARING UNIT FOR MELON AND GOURD CROPS

Doctor of Technical Sciences **N.V. ALDOSHIN**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Russian Timiryazev State Agrarian University», e-mail: naldoshin@yandex.ru)  
127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

Doctor of Technical Sciences **F.M. MAMATOV**  
(Karshi Institute of Engineering and Economics, e-mail: fmamatov\_50@mail.ru)  
180100, Uzbekistan, Karshi, Kashkadarya region, Mustaqillik, 225  
Postgraduate Student **I.I. ISMAILOV**  
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Russian Timiryazev State Agrarian University», e-mail: ismailov.ibrat85@mail.ru).  
127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

*Keywords: gourd crops, tillage, frontal plow, slatted roller, irrigation furrow*

The analysis of soil cultivation technologies for sowing melon and gourd crops is carried out. When performing technological operations for sowing melon and gourd crops it is necessary to perform basic and pre-sowing tillage as well as to open irrigation furrows. Carrying out of such operations is connected with high energy expenses and multiple passes of aggregates in the field. It is proposed to carry out strip tillage for sowing melon and gourd crops. For its performance the design of the combined soil-cultivating tool which in one pass carries out plowing, pre-sowing cultivation and formation of watering furrows is offered. When performing basic soil tillage the front plough's working tools are used for smooth plowing, which ensure the turnover of the soil layer in its own furrow. Plough bodies of two-hulled plough are installed on the symmetry axis of the implement on a sheet pattern without ploughs. The plough bodies of the two-hulled ploughs are mounted in the symmetry axis of the implement without ploughs. This ensures that the soil layer is not completely rotated. At the same time, they are arranged in such a way that an irrigation furrow is formed at the joint of the implement as it passes through. Behind the plough bodies there is a loosening and leveling device for strip seedbed cultivation in the sowing area. As such, the rotary working bodies are used with spherical knife elements, behind which is located plank roller. The use of the combined soil tillage unit allows to reduce labor costs up to 25%, energy consumption for the soil preparation process up to 50%, reduce the time of work, reduce soil compaction and keep moisture in the soil layer.

C. 146

### **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КРОШЕНИЯ ПОЧВЫ ДИНАМИЧНЫМИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

Доктор технических наук **Н.И. ДЖАББОРОВ**  
(Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства –  
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», e-mail: nozimjon-59@mail.ru)  
Кандидат технических наук **А.В. СЕРГЕЕВ**  
(Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства –  
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», e-mail: vrstrgeev05@gmail.com)  
Младший научный сотрудник **Г.А. СЕМЕНОВА**  
(Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства –  
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», e-mail: g-semenova@rambler.ru)  
196625, Российская Федерация, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филътровское шоссе, д.3

*Ключевые слова: поверхностная обработка почвы, степень крошения, динамические рабочие органы*

Объектом исследования является почвообрабатывающий агрегат МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ с типовыми и динамичными рабочими органами. Цель исследований – оценка эффективности применения динамичных рабочих органов при выполнении поверхностной обработки почвы агрегатом МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ по показателю степени крошения почвы в обрабатываемом слое. Научную новизну представляют полученные экспериментальные данные по степени крошения почвы динамичными и типовыми рабочими органами, используемыми в почвообрабатывающем агрегате для поверхностной обработки почвы. При проведении исследований применялись методы экспериментальных исследований в полевых условиях, анализа и обобщения

экспериментальных данных. В качестве основного показателя агротехнической оценки выполнения технологического процесса использована величина степени крошения почвы. Результаты проведенных экспериментальных исследований подтверждают эффективность применения динамичных рабочих органов в почвообрабатывающем агрегате МТЗ-82+УКПА-2,4 ИАЭП-КалмГУ по сравнению с типовыми рабочими органами. Установлено, что использование в почвообрабатывающем агрегате динамичных рабочих органов позволяет увеличить степень крошения почвы на 5,6% в диапазоне рабочих скоростей 8-10 км/ч по сравнению с типовыми рабочими органами.

P. 146

#### **ASSESSING OF THE OF SOIL CRUSHING DEGREE BY DYNAMIC SOIL PROCESSING WORKING BODIES**

Doctor of Technical Sciences **N.I. DZHABBOROV**

(Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»,  
e-mail: nozimjon-59@mail.ru)

Candidate of Technical Sciences **A.V. SERGEEV**

(Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»,  
e-mail: vrstrgeev05@gmail.com)

Junior Researcher **G. A. SEMENOVA**

(Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»,  
e-mail: g-semenova@rambler.ru)

196625, Russian Federation, Saint-Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoe shosse, 3

*Keywords: surface tillage, crushing degree, dynamic working bodies*

The object of study is the soil-cultivating unit MTZ-82 + UKPA-2.4 IAEP-KalmGU with typical and dynamic working bodies. The purpose of the research is to evaluate the effectiveness of the use of dynamic working bodies when performing surface tillage with the MTZ-82 + UKPA-2.4 IAEP-KalmGU aggregate in terms of the degree of soil crushing in the treated layer. Scientific novelty is presented by the obtained experimental data on the degree of soil crushing by dynamic and typical working bodies used in a tillage unit for surface tillage. When conducting research, methods of experimental research in the field, analysis and generalization of experimental data were used. As the main indicator of the agrotechnical assessment of the technological process, the degree of soil crushing was used. The results of the experimental studies confirm the effectiveness of the use of dynamic working bodies in the MTZ-82 + UKPA-2.4 IAEP-KalmSU tillage unit compared to standard working bodies. It is established that the use of dynamic working bodies in the tillage unit allows increasing the degree of soil crushing by 5.6% in the range of working speeds of 8-10 km / h in comparison with typical working bodies.

C. 153

#### **УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СЛОЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА ПРИ ЕГО ОЧИСТКЕ**

Доктор технических наук **М.С. ВОЛХОНОВ**

(Федерально государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: vms72@mail.ru)

Аспирант **Р.М. ВОЛХОНОВ**

(Федерально государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: roman94-44@bk.ru)

Аспирант **Р.М. КОВАЛЕНКО**

(Федерально государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: kovalenko.rodion@mail.ru) 156530, Российская Федерация, Костромская область, пос. Каравеево, Каравеевская с/а, д. 34

*Ключевые слова: ультразвук, порозность зернового слоя, пневмосепарационный канал, очистка*

Для разделения зернового вороха на фракции широко применяются пневмосепарационные каналы (ПСК). Для качественного сепарирования зернового вороха со стохастически меняющимися в процессе обработки характеристиками необходим постоянный контроль и поддержание порозности слоя в заданном диапазоне. Разработано устройство оперативного определения и поддержания состояния зернового слоя при его очистке, содержащее микроконтроллерный блок управления с клавиатурой, разъемы подключения блока питания, USB интерфейс, разъем подключения частотных преобразователей, графический LCD дисплей, ультразвуковые (УЗ) дальномеры и частотные преобразователи. Устройство с периодичностью 150 мс определяет путь, пройденный УЗ волнами через движущийся слой очищаемого материала поперек его движения. Анализ работы вертикального ПСК с опорной сеткой шириной 350 мм показывает на закономерность уменьшения средних арифметических значений длин путей УЗ волн, полученных от УЗ дальномеров в начале, середине и конце ПСК, и изменение закона распределения случайной величины. Распределение случайной величины отлично от нормального, так как коэффициенты асимметрии и эксцесса вне диапазона от -2 до +2. По мере увеличения порозности слоя и его очистки наблюдается увеличение частоты появления длин путей УЗ с меньшей величиной. В начале очистки устройством фиксируется с преобладающей абсолютной частотой выборки 150 длина пути УЗ волны от 750 до 1000 мм, в конце очистки преобладает длина пути УЗ волны 350–420 мм с абсолютной частотой выборки – 305. Корреляционно-спектральный анализ числовых рядов, полученный от УЗ дальномеров, показал, что в случайном процессе присутствуют скрытые регулярные периодические составляющие. Связь между частицами материала более тесная в начале ПСК – слой более структурированный, и слабеет по мере прохождения слоя вдоль опорной сетки, при этом время корреляционной связи уменьшается с 0,90 до 0,18 с. Процесс псевдооживления – широкополосный.

P. 153

#### **ULTRASONIC DEVICE FOR ASSESSING CHANGES IN THE STATE OF THE GRAIN HEAP LAYER DURING ITS CLEANING**

Doctor of Technical Sciences **M.S. VOLKHONOV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: vms72@mail.ru)

Postgraduate Student **R.M. VOLKHONOV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: roman94-44@bk.ru)

Postgraduate Student **R.M. KOVALENKO**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: kovalenko.rodion@mail.ru) 156530, Russian Federation, Kostroma region, village Karavaevo, Karavaevskaya c/a, d. 34

*Keywords: ultrasound, grain layer porosity, pneumatic separation channel, cleaning*

Pneumatic separation channels (PSC) are widely used to separate the grain heap into fractions. For high-quality separation of a grain heap with stochastically changing characteristics during processing, it is necessary to constantly monitor and maintain the porosity of the layer in a given range. A device for rapid determination and maintenance of the state of the grain layer during its cleaning has been developed. It contains a microcontroller control unit with a keyboard, power supply connectors, USB interface, frequency converter connector, graphic LCD display, ultrasonic (ULTRASONIC) rangefinders and frequency converters. The device with a frequency of 150 MS determines the path passed by ULTRASONIC waves through the moving layer of the cleaned material across its movement. Analysis of the operation of a vertical UCS with a reference grid width of 350 mm shows the regularity of reducing the average arithmetic values

of the lengths of the ULTRASONIC wave paths obtained from the ULTRASONIC rangefinders at the beginning, middle and end of the UCS and changing the law of distribution of a random variable. The distribution of a random variable is different from normal, since the coefficients of asymmetry and kurtosis are outside the range from -2 to +2. As the porosity of the layer increases and it is cleaned, there is an increase in the frequency of occurrence of lengths of ULTRASONIC paths with a smaller value. At the beginning of cleaning, the device fixes the path length of the ULTRASONIC wave from 750 to 1000 mm with the prevailing absolute sampling frequency 150, at the end of cleaning, the path length of the ULTRASONIC wave is 350...420 mm with an absolute sampling frequency of 305. Correlation and spectral analysis of numerical series obtained from ULTRASONIC rangefinders showed that hidden regular periodic components are present in the random process. The connection between the material particles is closer at the beginning of the UCS-the layer is more structured and weakens as the layer passes along the reference grid, while the correlation time decreases from 0.90 to 0.18 s. The fluidization process is broadband.

C. 159

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ЧАЯ ИЗ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО  
В ФЕРМЕНТАЦИОННОЙ КАМЕРЕ**

Аспирант **Е.Л. ПОСТНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: evgen4.1.0@mail.ru)

Кандидат технических наук **И.В. БУШУЕВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: biv2005g@mail.ru)

Кандидат сельскохозяйственных наук **А.А. ПАНКРАТОВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: pancratova.anna@yandex.ru)  
156530, Российская Федерация, Костромская область, пос. Караваево, Караваевская с/а, д. 34

*Ключевые слова: иван-чай, ферментация, микробиологический анализ*

На сегодняшний день напиток из кипрея узколистного, или иван-чая производится как большим количеством малых производителей, так и огромным количеством людей, делающих иван-чай в домашних условиях для себя. Исследований микробиологических процессов, происходящих при ферментации иван-чая, нами не найдено, а для управления процессом ферментации необходимо знать, что происходит внутри ферментируемой массы. В связи с этим целью исследования является микробиологический анализ сырья на различных этапах ферментации при различных температурных режимах. Для проведения экспериментов собрана ферментационная камера – автоматизированное устройство, задачей которого является воссоздание и последующее поддержание искусственных условий для протекания биохимических процессов. Для автоматизации ферментационной камеры разработана принципиальная схема управления. Собранный в поле чай подвяливался в течение суток, затем измельчался через мясорубку МИМ-600 и помещался в камеру для дальнейшей ферментации, которая протекала в течение 24 часов. Для снижения погрешности наличия эпифитной микрофлоры на растениях, сбор листьев иван-чая производился в одном месте. В наших исследованиях микробиологический анализ растительного сырья в процессе проведения ферментации и готового продукта состоял из 4 серий экспериментов при температурах 35°C, 45°C, 55°C. Пробы сырья высевали на плотные питательные среды (МПА, Эндо, Сабуру). Через 24 и 48 часов культивирования в термостате при температуре 24°C проводили подсчет выросших колоний с последующей их идентификацией. Микробиологическое исследование образцов проводили на наличие в 1 грамме исследуемого сырья следующих групп микроорганизмов: КМАФАнМ, дрожжеподобных и плесневых грибов, патогенных микроорганизмов.

P. 159

**MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF BIOTECHNOLOGICAL TEA MANUFACTURING  
PROCESS OF EPILOBIUM ANGUSTIFOLIUM IN A FERMENTATION ROOM**Postgraduate Student **E.L. POSTNOV**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: evgen4.1.0@mail.ru)Candidate of Technical Sciences **I.V. BUSHUEV**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: biv2005g@mail.ru)Candidate of Agricultural Sciences **A.A. PANKRATOVA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: pancratova.anna@yandex.ru)  
156530, Russian Federation, Kostroma region, village Karavaevo, Karavaevskaya s/a, d. 34*Keywords: fireweed, fermentation, microbiological analysis*

Drinks from *Epilobium angustifolium* or fireweed are produced by a large number of minor manufacturers as well as by an enormous number of individuals at home for private consumption. We failed in finding any published studies of microbiological processes during the fermentation of fireweed, whereas it is essential to be aware of the processes inside the fermented substance in order to control the fermentation procedure. For this reason, the purpose of the given study is the microbiological analysis of raw material on various fermentation stages under various temperature settings. The objective of the study is to define the optimal fermentation temperature. A fermentation room has been assembled for experimental purposes, represented by an automatized device for reproduction and maintenance of artificial conditions to ensure biochemical processes. A fundamental control installation has been designed to automatize the fermentation room. After being plucked in the field, tea leaves wilted within 24 hours, then minced with the mincing machine MIM-600 (МИМ-600) and placed inside the fermentation room for further fermentation for 24 hours. To reduce epiphyte flora variations on the surface of plants plucking was conducted in one place. Our studies involved the microbiological analysis of the herbal raw material during the fermentation process and the analysis of the final product which consisted of 4 series of tests under temperature settings of 35, 45 and 55 degrees centigrade. Specimens were placed upon high density growth medium (MPA, Endo, Saburo). and cultivated inside a thermostatically controlled chamber within 24 and 48 hours under the temperature of 24 degrees centigrade. After the cultivation the grown colonies were measured and identified. During the microbiological analyses of the specimens the presence of the following groups of microorganisms in 1 gram of the analyzed material was examined – mesophyll aerobic and optional-anaerobic microorganisms (QMA&OAMO), yeast-like and mold fungi, pathogenic microorganisms.

C. 167

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦИСТЕРН  
ПРИ СЛИВЕ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ**Старший преподаватель **Н.В. МАТЮШЕВА**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: 79118202213@mail.ru)Кандидат сельскохозяйственных наук **В.М. ХУДЯКОВА**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: vmsafonova@mail.ru)  
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2



*Ключевые слова: технология, обслуживание, работа на высоте, падение, крепление, пестициды, цистерны*

На сегодняшний день в сельском хозяйстве большая часть операций и процессов проходит с применением ручного труда и их невозможно автоматизировать полностью без участия человека. Так, работа с использованием, хранением и транспортировкой жидких минеральных удобрений и пестицидов требует участия работников по обслуживанию транспортных средств и тары для их транспортировки.

При глубоком анализе проведения работ и существующих технических разработок было выявлено несовершенство технологии проведения работ по обслуживанию цистерн при сливе удобрений и пестицидов. Так, выявлены серьезные проблемы при обслуживании цистерн, которые связаны с проведением работ на высоте, обледенением рабочих поверхностей, отсутствием ограждений.

На сегодняшний день вышеописанная проблема актуальна и требует проведения научных исследований.

Проведён критический анализ существующих устройств, обоснование преимуществ и недостатков, по результатам которых были определены основные отличительные особенности нового устройства. Определены существенные преимущества, которые позволят повысить эффективность предлагаемого технического решения в технологическом исполнении и практическом использовании, а также позволят снизить уровень травматизма в сельскохозяйственной отрасли при работах по обслуживанию цистерн с жидкими удобрениями и пестицидами.

P. 167

#### **IMPROVEMENT OF TANK SERVICE TECHNOLOGY WHEN POURING LIQUID FERTILIZERS AND PESTICIDES**

**Senior Lecturer N.V. MATYUSHEVA**

(Federal State Budgetary Education Institution Higher Education  
«Saint- Petersburg Agrarian University», e-mail: 79118202213@mail.ru)

**Candidate of Agricultural Science V.M. HUDYAKOVA**

(Federal State Budgetary Education Institution Higher Education  
«Saint Petersburg Agrarian University», e-mail: vmsafonova@mail.ru)  
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

*Keywords: technology, service, work at height, fall, fastening, pesticides, tanks*

Nowadays, in agriculture, most of the operations and processes are carried out by manual labor and it is impossible to fully automate them without human intervention. So, work with the use, storage and transportation of liquid mineral fertilizers and pesticides requires the participation of vehicle maintenance workers and containers for their transportation.

Under serious analysis of the work and existing technical developments it was revealed an imperfection of the technology for tanks service when fertilizers and pesticides pouring. So, serious problems were identified when tanks service, which are associated with work at heights, icing of working surfaces, and the absence of fences.

Mentioned above problem is relevant and requires deep research.

A critical analysis of existing devices, justification of the advantages and disadvantages, the results of which were identified the main distinguishing features of the new device. Significant advantages have been identified that will increase the efficiency of the proposed technical solution in technological design and practical use, as well as reduce the level of injuries in the agricultural industry when servicing tanks with liquid fertilizers and pesticides.

## 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](mailto: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); «**Л и т е р а т у р а**» (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 транслитерации (латиницей)*. 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» (либо предоставляются по запросу редакции).

5. Статьи, предоставляемые в редакцию, не возвращаются. Сторонние авторы предоставляют лицензионный договор.

6. Стоимость публикации 1 страницы для сторонних авторов – 550 руб., 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 № 2 (59)

Подписано к печати 22.06.2020 г.  
Формат 60×84 1/8. П.л. 26,5. Тираж 1000. Заказ 77.  
Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных оригиналов  
в Издательско-полиграфическом комплексе  
Санкт-Петербургского государственного аграрного университета  
г. Пушкин, Петербургское шоссе., д. 2