

# Известия

## Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова

Научно-практический журнал

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (ПИ № ФС77-75291 от 15 марта 2019 г.). Индекс издания ПП921 АО «Почта России». Издаётся с 2013 г. Выходит 4 раза в год.

**УЧРЕДИТЕЛЬ:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Шекихачев Ю. А. – д-р техн. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

### ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Апажев А. К. – д-р техн. наук, доц.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Абдулхаликов Р. З. – канд. с.-х. наук, доц.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

### ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Дзуганов В. Б. – д-р техн. наук, доц.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Аллахвердиев С. Р. – д-р биол. наук, проф.,  
Бартынский университет (Бартын, Турция)

Айсанов З. М. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Бакуев Ж. Х. – д-р с.-х. наук, доц., Северо-Кавказский  
научно-исследовательский институт горного  
и предгорного садоводства (Нальчик, Россия)

Блиев С. Г. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Власова О. И. – д-р с.-х. наук, доц.,  
Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)

Гварамия А. А. – д-р физ.-мат. наук, проф.,  
акад. АН Абхазии, Абхазский государственный  
университет (Сухум, Республика Абхазия)

Гудковский В. А. – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,  
Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина  
(Мичуринск, Россия)

Гужежев В. М. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский научный центр РАН  
(Нальчик, Россия)

Джабоева А. С. – д-р техн. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Камбулов С. И. – д-р техн. наук, доц., Аграрный  
научный центр «Донской» (Зерноград, Россия)

Кудаев Р. Х. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Кумыков А. М. – д-р филос. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Курасов В. С. – д-р техн. наук, доц.,  
Кубанский ГАУ (Краснодар, Россия)

Ламердонов З. Г. – д-р техн. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Максимов В. И. – д-р биол. наук, проф.,  
Московская государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина  
(Москва, Россия)

Марченко В. В. – д-р с.-х. наук, проф., чл.-кор. РАН,  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
племенного дела (Московская область, Пушкино,  
пос. Лесные поляны, Россия)

Назранов Х. М. – д-р с.-х. наук, доц.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Несмиянов И. А. – д-р техн. наук, доц.,  
Волгоградский ГАУ (Волгоград, Россия)

Пшихачев С. М. – канд. экон. наук, доц.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Тарчоков Т. Т. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Темираев Р. Б. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Горский ГАУ (Владикавказ, Россия)

Успенский А. В. – д-р ветеринар. наук, проф., чл.-кор.  
РАН, Федеральный научный центр – Всероссийский  
научно-исследовательский институт экспериментальной  
ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко  
Российской академии наук (Москва, Россия)

Чапликас Ионас – д-р экон. наук, проф.,  
Витаутас Магнус Университет (Каунас, Литва)

Шахмурзов М. М. – д-р биол. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Шеуджен А. Х. – д-р биол. наук, проф., акад. РАН,  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
риса (Краснодар, Россия)

Шогенов Ю. Х. – д-р техн. наук, акад. РАН, Отделение  
сельскохозяйственных наук РАН (Москва, Россия)

Эфендиев Ф. С. – д-р филос. наук, проф.,  
Северо-Кавказский государственный институт искусств  
(Нальчик, Россия)

Юлдашбаев Ю. А. – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,  
РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

# Izvestiya

## of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Scientific and practical journal

Registered by Federal Communication Supervision Service of Information Technologies and Mass Communication (PI № FS77-75291 from March, 15, 2019). Publication index PP921 JSC Russian Post. Issued since 2013. It is published four times a year.

**FOUNDER:** Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

### EDITOR-IN-CHIEF:

Shekikhachev Yu.A. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

### ASSISTANTS CHIEF EDITOR:

Apazhev A.K. – Assoc. Prof., Dr. Sci.  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Abdulkhalikov R.Z. Assoc. Prof., Ph.D.  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

### EXECUTIVE EDITOR:

Dzukanov V.B. – Assoc. Prof., Dr. Sci.  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

### EDITORIAL BOARD:

Allakhverdiev S.R. – Prof., Dr. Sci.,  
Bartynski University (Bartyn, Turkey)

Aisanov Z.M. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Bakuev Zh.Kh. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,  
North Caucasian Research Institute of Mountain  
and Premount Gardening (Nalchik, Russia)

Bliev S.G. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Vlasova O.I. – Assoc. Prof., Dr. Sci., Stavropol SAU  
(Stavropol, Russia)

Gvaramiya A.A. – Prof., Dr. Sci., Academician of AS  
of Abkhazia, Abkhazian State University  
(Suhum, Republic of Abkhazia)

Gudkovskiy V.A. – Prof., Dr. Sci., Academician  
of RAS, Federal Scientific Center named after  
I.V. Michurin (Michurinsk, Russia)

Gukezhev V.M. – Prof., Dr. Sci., Kabardino-Balkarian  
Scientific Center RAS (Nalchik, Russia)

Dzhaboeva A.S. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Kambulov S.I. – Assoc. Prof., Dr. Sci., Agrarian  
Scientific Center «Donskoy» (Zernograd, Russia)

Kudaev R.H. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Kumykov A.M. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Kurasov V.S. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,  
Kuban SAU (Krasnodar, Russia)

Lamerdonov Z.G. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Maximov V.I. – Prof., Dr. Sci.,  
The K.I. Stryabin Moscow State Academy of Veterinary  
Medicine and Biotechnology – MVA (Moscow, Russia)

Marchenko V.V. – Prof., Dr. Sci., Corr. Member of RAS,  
All-Russian Research Institute of Pedigree Business  
(Moscow region, Lesnye Polyany village, Russia)

Nazranov Kh.M. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Nesmiyanov I.A. – Assoc. Prof., Ph. D., Volgograd SAU  
(Volgograd, Russia)

Pshikhachev S.M. – Assoc. Prof., Ph. D.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Tarchokov T.T. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Temiraev R.B. – Prof., Dr. Sci., Gorsky SAU  
(Vladikavkaz, Russia)

Uspenskiy A.V. – Prof., Dr. Sci., Corr. Member of RAS,  
Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute  
of Experimental Veterinary named after K.I. Stryabin and  
Y.R. Kovalenko Russian Academy of Sciences  
(Moscow, Russia)

Čaplikas Jonas – Prof., Dr. Sci., Vitautas Magnus University  
(Kaunas, Lithuania)

Shakhmurzov M.M. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Sheudzhen A.Kh. – Prof., Dr. Sci., Academician of RAS,  
All-Russian Rice Research Institute (Krasnodar, Russia)

Shogenov Yu.Kh. – Dr. Sci., Academician of RAS,  
Department of Agricultural Sciences RAS  
(Moscow, Russia)

Efendiev F.S. – Prof., Dr. Sci., North Caucasian State  
Institute of Arts (Nalchik, Russia)

Yuldashbaev Yu.A. – Prof., Dr. Sci., Academician  
of RAS, RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev  
(Moscow, Russia)

## СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

|                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Калашников А. Е., Кабицкая Я. А.</b><br>ПЦР-диагностика возбудителей болезней сортов картофеля ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....                                                                                                     | 5  |
| <b>Хамоков Х. А.</b><br>Продуктивность, показатели структуры урожая и эффективность работы симбиотического аппарата растений сои в условиях разных климатических районов Кабардино-Балкарии.....                                        | 15 |
| <b>Хамоков Х. А., Ханиева И. М., Бозиев А. Л.</b><br>Влияние приемов обработки почвы на показатели урожайности и результаты активности симбиоза растений сои в условиях дефицита влаги (в районах недостаточного увлажнения почвы)..... | 21 |
| <b>Хоконова М. Б.</b><br>Влияние местоположения зерна в колосе на качество ячменя и солода.....                                                                                                                                         | 27 |
| <b>Хоконова М. Б., Тиев Р. А.</b><br>Влияние предшественников на фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна озимого ячменя...                                                                                                 | 32 |

## ЗООТЕХНИКА И ВЕТЕРИНАРИЯ

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Айсанов З. М., Глейншева М. Г.</b><br>Молочная продуктивность коров с разными формами наследования удоя и жирномолочности.....         | 38 |
| <b>Дудуев А. С., Абдулхаликов Р. З.</b><br>Влияние использования природного стимулятора роста растительного происхождения на продуктивность бройлеров кросса «Росс-308».....  | 48 |
| <b>Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Рахимжанова И. А., Быкова О. А.</b><br>Мясная продуктивность бычков разных пород.....                                                      | 55 |
| <b>Харисова Ч. А., Шайдуллин Р. Р., Ахметов Т. М.</b><br>Генеалогическая структура татарстанской популяции черно-пестрого скота по принадлежности к перспективным ветвям..... | 61 |

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

|                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Апажев А. К., Егожев А. М., Егожев А. А.</b><br>Обоснование конструктивно-технологических параметров рабочего органа фрезы для обработки почвы вокруг штамба дерева в условиях террасы..... | 68  |
| <b>Габаев А. Х.</b><br>Исследование тягового сопротивления сеялки с модернизированными сошниками.....                                                                                          | 77  |
| <b>Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Эржибов А. Х., Жирикова З. М.</b><br>Инновационный способ сушки семян масличных культур на примере рапса.....                                                   | 83  |
| <b>Койчев В. С., Батыров В. И., Болотоков А. Л.</b><br>Режимные факторы и регулировочные параметры автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики.....   | 91  |
| <b>Темукуев Б. Б., Темукуев Т. Б.</b><br>К оценке ветроэнергетических ресурсов Кабардино-Балкарской Республики.....                                                                            | 101 |
| <b>Чапаев А. Б.</b><br>Исследование параметров и режимов работы сеялки для посева мелкосеменных культур.....                                                                                   | 110 |
| <b>Шекихачев Ю. А., Магомедов Ф. М.</b><br>Математическое моделирование процесса удаления растительности при проведении мелиоративных работ.....                                               | 118 |

## ЮБИЛЯРЫ

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Гудковскому Владимиру Александровичу – 85 лет ..... | 128 |
| Несминову Ивану Алексеевичу – 50 лет .....          | 130 |

## НОВОСТИ

|                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Статьи из журнала «Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова» включены в международную информационную базу AGRIS ..... | 132 |
| В Кабардино-Балкарском ГАУ состоялся круглый стол на тему «Пути развития племенного и промышленного птицеводства».....                                               | 133 |

## CONTENTS

### AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

|                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Kalashnikov A.E., Kabitskaya Ya.A.</b><br>PCR diagnostics of pathogens of potato varieties ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....                                                                                                                  | 5  |
| <b>Khamokov Kh.A.</b><br>Productivity, indicators of the structure of the crop and the efficiency of the symbiotic apparatus of soybean plants in different climatic regions of Kabardino-Balkaria.....                                          | 15 |
| <b>Khamokov Kh.A., Khanieva I.M., Boziev A.L.</b><br>Influence of soil tillage methods on yield indicators and results of soybean plant symbiosis activity under conditions of moisture deficiency (in areas of insufficient soil moisture)..... | 21 |
| <b>Khokonova M.B.</b><br>Influence of the location of the grain in the ear on the quality of barley and malt.....                                                                                                                                | 27 |
| <b>Khokonova M.B., Tiev R.A.</b><br>Influence of precursors on phytosanitary state of crops and yield of winter barley grain.....                                                                                                                | 32 |

### ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Aisanov Z.M., Tleynsheva M.G.</b><br>Dairy productivity of cows with different forms of inheritance of milk yield and fat content..... | 38 |
| <b>Duduev A.S., Abdulkhalikov R.Z.</b><br>The influence of the use of a growth stimulant of plant origin on the productivity of broiler chickens of the "Ross-308" cross..... | 48 |
| <b>Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Rakhimzhanova I.A., Bykova O.A.</b><br>Meat productivity of bulls of different breeds.....                                                | 55 |
| <b>Kharisova Ch.A., Shaidullin R.R., Akhmetov T.M.</b><br>Genealogical structure of the Tatarstan population of black mottle cattle by belonging to promising branches.....   | 61 |

### AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

|                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Apazhev A.K., Egozhev A.M., Egozhev A.A.</b><br>Substantiation of the design and technological parameters of the working body of the cutter for tillage around the tree stem in a terrace..... | 68  |
| <b>Gabaev A.H.</b><br>Investigation of the driving resistance of a seeder with upgraded coulters.....                                                                                             | 77  |
| <b>Kishev A.Yu., Khanieva I.M., Erzhibov A.Kh., Zhirikova Z.M.</b><br>Innovative drying method of oilseeds on the example of rapeseed.....                                                        | 83  |
| <b>Koichev V.S., Batyrov V.I., Bolotkov A.L.</b><br>Mode factors and adjusting parameters of automobile engines when operating in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic.....         | 91  |
| <b>Temukuyev B.B., Temukuyev T.B.</b><br>To the assessment of wind power resources of the Kabardino-Balkarian Republic.....                                                                       | 101 |
| <b>Chapaev A.B.</b><br>Investigation of parameters and operating modes of a seeder for sowing small-seeded crops.....                                                                             | 110 |
| <b>Shekikhachev Yu.A., Magomedov F.M.</b><br>Mathematical modeling of the process of vegetation removal during reclaim work.....                                                                  | 118 |

### ANNIVERSARIES

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Gudkovsky Vladimir Alexandrovich is 85 years old..... | 128 |
| Nesmiyanov Ivan Alekseevich is 50 years old.....      | 130 |

### NEWS

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Articles from the journal "Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov" are included in the international information base AGRIS..... | 132 |
| A round table meeting on the topic "Ways for the development of breeding and industrial poultry farming" was held in Kabardino-Balkarian State Agrarian University.....     | 133 |

## АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

## AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

Научная статья

УДК 635.21:578.2:579.64

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-5-14

**ПЦР-диагностика возбудителей болезней сортов картофеля  
(*Solanum tuberosum*)****Александр Евгеньевич Калашников<sup>✉1,2</sup>, Яна Александровна Кабицкая<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, ул. Ленина, 13, п. Лесные поляны, Пушкинский район, Московская область, Россия, 141212<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения РАН, Набережная Северной Двины, 23, г. Архангельск, Россия, 163069<sup>✉1,2</sup>aekalashnikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1600-7357><sup>1</sup>kabitskaya@gausz.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5943-2535>

**Аннотация.** При создании технологических схем оздоровления картофеля в настоящее время активно применяются методы ПЦР, в частности, амплификация с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в режиме «реального времени» и «по конечной точке». В настоящей работе применены оба эти метода и проведена диагностика разводимых сортов и линий картофеля на присутствие вирусных патогенов (A, M, S, X, Y), андийского вируса крапчатости и латентного тимовируса картофеля (APMV, APLV), вириона веретеновидности клубней (PSTVd), а также вируса метельчатости верхушки картофеля (PMTV). Проведен анализ на наличие паразитарных заболеваний бледной (*Globodera pallida*) и золотистой цистообразующей нематод (*Globodera rostochiensis*), бактериальных кольцевой и бурой гнили (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* и *Ralstonia solanacearum* соответственно), а также грибного рака (*Synchytrium endobioticum*). В результате ПЦР-анализа паразитарных, грибных и бактериальных заболеваний обнаружено не было. От общего количества образцов 44% были здоровыми от вирусных заболеваний, в то время как 25% были изначально инфицированы и для них были проведены операции оздоровления. Система ПЦР-диагностики впервые внедрена в технологические процессы получения сортовых агрокультур Тюменской области, свободных от носительства заболеваний для адаптации к условиям выращивания на территории Западной Сибири.

**Ключевые слова:** патоген, сорт, вирусы, материал, потеря урожая, ПЦР, биотехнологии, меристемы, оздоровление, клонирование

**Для цитирования.** Калашников А. Е., Кабицкая Я. А. ПЦР-диагностика возбудителей болезней сортов картофеля (*Solanum tuberosum*) // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 5–14. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-5-14

Original article

## PCR diagnostics of pathogens of potato varieties (*Solanum tuberosum*)

Alexander E. Kalashnikov<sup>✉1,2</sup>, Yana A. Kabitskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Breeding Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 13 Lenin street, Lesnye Polyany settlement, Pushkinsky district, Moscow region, Russia, 141212

<sup>2</sup>Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 23 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, Russia, 163069

✉<sup>1</sup>aekalashnikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1600-7357>

<sup>1</sup>kabitskaya@gausz.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5943-2535>

**Abstract.** When creating technological schemes for the improvement of potatoes, PCR methods are currently actively used, in particular, amplification with hybridization-fluorescence detection in the "real time" and "end point" modes. In this work, both of these methods were applied and the diagnostics of cultivated potato varieties and lines for the presence of viral pathogens A, M, S, X, Y, Andean mottle viruses and latent potato thymovirus (APMV, APLV), as well as tuber spindle viroid (PSTVd) and potato panicle top virus (PMTV) was carried out. The analysis for the presence of parasitic diseases of pale *Globodera pallida* and golden cyst nematodes *Globodera rostochiensis*, bacterial ring and brown rot *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* and *Ralstonia solanacearum*, as well as fungal cancer *Synchytrium endobioticum*. As a result of PCR analysis, parasitic, fungal and bacterial diseases were not detected 44% of the total number of samples were healthy from viral diseases, while 25% were initially infected and underwent sanitation operations. For the first time, the PCR diagnostic system was introduced into the technological processes for obtaining varietal crops of the Tyumen region, free from diseases, to adapt to growing conditions in Western Siberia.

**Keywords:** pathogen, variety, viruses, material, crop loss, PCR, biotechnology, meristems, recovery, cloning

**For citation.** Kalashnikov A.E., Kabitskaya Y.A. PCR diagnostics of pathogens of potato varieties (*Solanum tuberosum*). *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;2(36):5–14. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-5-14

**Введение.** Современный картофель (*S. tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) представляет собой тетраплоид, полученный путем продолжительной селекции интродуцированного культивируемого картофеля *Andigena* (*S. tuberosum* ssp. *Andigena*) [1, 2]. Сегодня важно решение проблемы прогрессирующей дегенерации культуры картофеля, которая выражается в значительном снижении его урожайности, качества и сроков хранения, в том числе из-за инфекций [3, 4]. Наиболее опасными вирусами в настоящее время являются PLRV и PVY (*Potato leafroll virus*, вирус скручивания листьев, *Potato virus Y* – Y вирус картофеля, соответственно) [5]. При помощи микросателлитного анализа сейчас можно проводить генетическую идентификацию сортов карто-

феля, селекционных линий [5, 6], а молекулярной диагностикой выявлять патогены: вирусные, бактериальные, грибковые и паразитарные заболевания в лабораторных, селекционных и полевых работах [7–9].

В сельском хозяйстве биотехнология выращивания картофеля рассматривается не только в рамках производства культуры клеток и тканей растений, микроклональном размножении растений [8], но и в методах идентификации и ПЦР [10–12]. При работе с первичными меристемами применение биотехнологий позволяет сократить цикл оздоровления сортов картофеля и наладить технологический процесс распространения элитных сортов без использования опытных полей и теплиц [13].

Молекулярная диагностика является неотъемлемой частью схемы стерилизации и очистки культивируемых образцов от патогенов, полученных при их приобретении или в ходе экспериментальных работ, при выращивании первичных апикальных меристем при черенковании [14–16].

Для расширения доли страны в мировом картофелеводстве необходимо улучшать агротехнику, проводить селекцию новых сортов и улучшать посевной материал. При этом болезни наносят значительный вред картофелеводству. Наличие одного вируса, вызывающего мозаичность листьев картофеля, снижает урожай на 15–17%. Когда их несколько, потери урожая доходят до 30% и более, вирусы снижают выход полноценных клубней при хранении на 4–5%, а семенной продукции на 45% [17, 18].

У значительной части заражённых растений болезнь вирусного происхождения клинически не проявляется, а способность вирусов передаваться через клубни в репродукции обуславливает накопление и сохранение инфекций. Наиболее опасными с точки зрения нанесения экономического ущерба считаются вирусы: *PLRV*, *PVY*, *PVX* и *PSTVd* [9, 19]. Не менее важным, чем вирусные заболевания, является акцент на диагностике бактериальных заболеваний, таких как кольцевая гниль *Clavibacter michiganensis* subsp. *Sepedonicus* и бурая гниль *Ralstonia solanacearum*, а также грибной болезни – рака картофеля *Synchytrium endobioticum* [3].

Первичные меристемы использованы при проведении экспериментов клонирования линий и сортов при помощи методов биотехнологии и клеточной инженерии [14, 18]. В последние годы разработаны и применяются в практике специальные биотехнологические методы оздоровления растений картофеля от носительства наиболее распространённых патогенов. Эффективным способом является введение картофеля в стерильную культуру с использованием апикальной меристемы в сочетании с термической обработкой при активном применении методов молекулярной диагностики [10, 17, 20, 21].

Традиционно процесс культивации меристемных культур начинали с того, что в стерильных условиях выделяют апексы ростков картофеля. Для получения лучших результатов клубнеобразования использовали стеблевой черенок из апикальной части. Апексы высаживали и культивировали на питательных средах Мурасиге и Скуга для регенерации исходных растений [8, 11, 13, 22]. После повторной проверки клонов при помощи ПЦР выделяли и черенковали уже только «чистые», выращивая их в культуре *in vitro* в необходимом количестве. По достижении растениями в пробирке высоты 10–12 см (7–8 междоузлий) их высаживали в аэропонную установку. Таким образом ПЦР помогала в стерилизации сортов [4, 23–25].

Молекулярная диагностика является неотъемлемой частью схемы стерилизации и очистки культивируемых образцов от патогенов, полученных при их приобретении или в ходе экспериментальных работ при выращивании первичных апикальных меристем во время черенкования [14, 15]. Для выявления фитопатогенов картофеля могут применяться методы *tr*-ELISA и проточная фотометрия [26], а в рамках работы лаборатории ДНК-технологий – технология ПЦР. В частности, при исследованиях использовались методы ПЦР-FLASH, ПЦР (ОТ-ПЦР, РТ-ПЦР) (детекция с гибридизацией флуоресцентных зондов в режиме «конечной точки» и в «реальном времени»).

**Целью** работы являлось проведение диагностики при помощи молекулярных методов элитных сортов картофеля на наличие бактериальных, грибковых, паразитарных и вирусных патогенов.

Финансирование проекта было обеспечено благодаря договору двустороннего сотрудничества ФГБОУ ВО ГАУСЗ и ФГБНУ ВНИИплем.

**Материалы и методы исследований.** Биологическим материалом для исследований являлись листья побегов распространённых сортов картофеля ( $n = 3$  ( $N = 99$  в репликах)), любезно предоставленных для тестирования в рамках оздоровления культур, используемых в центре биотехнологии и клонирования растений ФГБОУ ВО ГАУСЗ (табл. 1).

**Таблица 1.** Биологические образцы сортов картофеля  
**Table 1.** The biological samples of potato cultivars

| Обозначение образца | Наименование сорта | Правообладатель                       | Год включения сортов в Госреестр |
|---------------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Раннеспелые сорта   |                    |                                       |                                  |
| P-1                 | Гала               | Norika Nordring (Германия)            | 2008                             |
| P-2                 | Чароит             | Ленинградский НИИСХ Белогорка         | 2014                             |
| P-3                 | Антонина           | ВНИИКС им. А. Г. Лорха                | 2005                             |
| P-4                 | Люкс               | УНИИСХ                                | 2016                             |
| P-5                 | Юбиляр             | СибНИИСХиТ                            | 2009                             |
| P-6                 | Жуковский ранний   | ВНИИКС им. А. Г. Лорха                | 1993                             |
| РС-1                | Аляска             | УНИИСХ                                | 2020                             |
| РС-2                | Ильинский          | ВНИИКС им. А. Г. Лорха                | 1999                             |
| РС-3                | Саровский          | СибНИИСХиТ                            | 2014                             |
| РС-4                | Регги              | ТатНИИСХ                              | 2016                             |
| РС-5                | Пушкинец           | Санкт-Петербургский ГАУ               | 1993                             |
| РС-6                | Любава             | Кемеровский НИИСХ                     | 2003                             |
| Среднеранние сорта  |                    |                                       |                                  |
| СР-1                | Сантэ              | AGRICO U.A.                           | 1993                             |
| СР-2                | Памяти Рогачева    | СибНИИСХ                              | 2006                             |
| СР-3                | Невский            | Ленинградский НИИ сельского хозяйства | 1982                             |
| СР-4                | Лина               | СибНИИСХ                              | 1998                             |
| СР-5                | Сафо               | СибНИИСХ                              | 2009                             |
| СР-6                | Кузнечанка         | Кемеровский НИИСХ                     | 2020                             |
| СР-7                | Накра              | ГНУ Кемеровский НИИСХ                 | 2000                             |
| СР-8                | Сударыня           | Ленинградский НИИ сельского хозяйства | -                                |
| СР-9                | Амур               | ФГБНУ Уральский НИИСХ                 | 2015                             |
| СР-10               | Браво              | ФГБНУ Уральский НИИСХ                 | 2015                             |
| СР-11               | Андретта           | NORIKA NORDRING (Германия)            | 1980                             |
| СР-12               | Ред Скарлетт       | AGRICO U.A. (Нидерланды)              | 2000                             |
| СР-13               | Тулеевский         | Кемеровский НИИСХ                     | 2007                             |
| СР-15               | Евразия            | Ленинградский НИИСХ                   | 2017                             |
| Среднепоздние сорта |                    |                                       |                                  |
| СС-1                | Гусар              | ООО СФ Лига                           | 2017                             |
| СС-2                | Старт              | ООО СФ Лига                           | 2020                             |
| СС-3                | Хозяюшка           | СибНИИСХ                              | 2009                             |
| СС-4                | Фиолетовый         | ВНИИКС                                | 2020                             |
| СС-5                | Терра              | Уральский НИИСХ                       | 2020                             |
| СС-6                | Солнечный          | СибНИИСХ, ВНИИКС                      | 2006                             |
| Среднепоздний сорт  |                    |                                       |                                  |
| СП-1                | Родео              | HZPC Holland B.V. (Нидерланды)        | нет                              |

Биологические образцы весом 0,1-0,3 г отделяли и замораживали на 15 мин. При -80°C, растирали пластмассовым пестиком с небольшим количеством лизирующего буфера до максимально однородной консистенции. ДНК из биологических образцов выделяли при помощи коммерческих набо-

ров Экстран-3 и Сорб ГМО-Б (с ЦТАБ) (Синтол, Россия). Из биологических образцов картофеля также была выделена РНК возбудителей. Смесь РНК/ДНК экстрагировали при помощи наборов Рибо-сорб (ЦНИИ эпидемиологии и) и РНК-Эстран (Синтол, Россия) с увеличением длительности стадии



первичного лизиса с протеиназой К до 2 ч. Реакцию обратной транскрипции проводили с применением случайных 6-ти членных олигонуклеотидов и обратной транскриптазы MMLV (Синтол, Россия).

Перечень выявляемых патогенов был разработан с соответствии с доступными наборами для тестирования, производимыми коммерчески: для выявления РНК-содержащих геномов патогенов применяли наборы для амплификации компании Синтол и Агродиагностика (Россия): PVA (А потивирис), PVM (М кардавирус), PVS (S вирус), PVX (X потексвирус), PVY (Y потивирис), PSTVd (вириод веретенообразности (spindle tuber viroid), PMTV (вирус метельчатости верхушек), APLV (андийский латентный тимовирус), ARMV (андийский вирус крапчатости), ДНК бактериальных инфекций: кольцевой гнили *Clavibacter michiganensis* subsp. *Sepedonicus* (сокр. CMS) и бурой гнили *Ralstonia solanacearum* (RAL), и ДНК гриба рака *Synchytrium endobioticum* (SYN), паразитарных ДНК: бледной *Globodera pallida* (GP) и золотистой цистообразующей нематод *Globodera rostochiensis* (GR).

Амплификацию по методам ОТ-ПЦР (ПЦР со стадией обратной транскрипции), РТ-ПЦР (ПЦР в режиме «реального времени») проводили в репликах (3-кратном повторе) согласно протоколам на амплификаторе Quadro-2 (Bio-Rad, США) с последующей детекцией на Gene-4 (ДНК-Технологии, Россия). Протокол для амплификации с детекцией в режиме «конечной точки»: для выявления бактерий, грибов, нематод: 94°C 3 мин, далее {94°C 1 мин 30 с, 67 °C 15 с} 5 циклов и {94°C 5 с, 62°C 15 с} 40 циклов; а вирусов и вириодов: 94°C 3 мин {94°C 3 мин, 61°C 5 с, 62°C 10 с} 5 циклов {94°C 15 с, 60°C 10 с, 61°C 45 с} 40 циклов, для амплификации с детекцией по конечной точке на Q5 (Termo-Fisher, США): 94°C 1 мин 30 с {94°C 20 с, 61°C 5 с, 62°C 10 с} 5 циклов {94°C 1 мин, 54°C 5 с, 60°C 5 с} 40 циклов [17, 26].

Данные экспериментов были получены с применением контрольных образцов (ПКО, ОКО и ВКО). Статистическая обработка данных проведена в соответствии с инструк-

цией производителя диагностикумов в операционной среде unix ubuntu 20.04<sup>1</sup> и программной среде R (CRAN Task View: Official Statistics & Survey Statistics<sup>2</sup>, в визуализаторе R-studio<sup>3</sup>.

**Результаты и обсуждение.** ПЦР-диагностика проводилась в соответствии с инструкцией производителя наборов для тестирования. В случае, когда применялась FLASH-детекция (по конечной точке на приборе Gene-4), то наблюдаемый сигнал по каналу FAM детектировался в карусельном детекторе Gene и, в случае, если он превышал стандартное пороговое значение по умолчанию, – фиксировался как положительный ответ. Например, (для теста PVY), в одной из серий образцов, (а они ставились в трехкратном повторе), фоновый сигнал в среднем составлял 0,848-1,152±0,050, ПКО 11,930±0,075, а порог при этом был выставлен ПО прибора величиной 2,1. Флуоресценция ОКО должна была, соответственно, не превышать пороговое значение.

В случае выявления возбудителей на приборе Q5 в режиме «реального времени» оценивалась форма кривых флуоресценции. Если кривые были S-образные с выходом на плато, это означало, что амплификация проходила в полной мере, что контролировалось флуоресценцией ПКО. Также важно, чтобы величина флуоресценции при амплификации превысила пороговый уровень в диапазоне пороговых циклов от 15 до 25. Порог выбирался ПО прибора автоматически, в зависимости от наклона фоновой кривой с 5 цикла по 10 цикл. Например, для ПКО APLV (реакция ПЦР с обратной транскрипцией) сигнал в серии эксперимента был в среднем 24,910±0,455 пороговых циклов, ОКО выходил отрицательным, не превышая порог, а сигнал положительной детекции был 15,125±0,570, и он был засчитан в результатах анализа.

Чистыми от возбудителей оказались образцы (n=33): 48,4% от всего количества тестируемых образцов): раннеспелых сортов Р-3-6, С-5, РС-6) (n=7, 21,2% от общего числа образцов);

<sup>1</sup> <https://ubuntu.com/>

<sup>2</sup> <https://cran.r-project.org/>

<sup>3</sup> <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>

среднеранних сортов СР-9-14 (n=5, 15,1%);  
среднеспелых сортов СС-3-6 (n=4, 12,1%).

Выявлены вирусные возбудители *PVM*,  
*PVS*, *PVX*, *PVY* в ряде образцов с общей час-  
тотой 25% для раннеспелых сортов (n=5,

15,5%), среднеранних (n=10, 30,3%), средне-  
спелых (n=2, 6,0%) и среднепоздних (n=3,  
9,1%) сортов. Возбудители *PVA*, *APLV*,  
*APMV*, *PSTVd*, *PMTV*, *PLV* не были обнару-  
жены ни в каких образцах (табл. 2).

**Таблица 2.** Результаты диагностики патогенов при помощи ПЦР (end-point), и ПЦР-ОТ (RT)  
**Table 2.** The results of pathogen diagnostics using PCR (end-point), and PCR-RT (realtime+reverse)

| Обра-<br>зец | PVA | PVM | PVS | PVX | PVY | PLV | PMTV | PSTVd | APMV | APLV | GP  | GR  | CMS | RAL | SYN | Actin<br>карто-<br>феля |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
| Тип          | ДНК | ДНК | ДНК | ДНК | ДНК | ДНК | РНК  | РНК   | РНК  | РНК  | ДНК | ДНК | ДНК | ДНК | РНК | ДНК                     |
| Р-1          |     | 1   |     | 1   |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| Р-2          |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| Р-3          |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| Р-4          |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| Р-5          |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| Р-6          |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| РС-1         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| РС-2         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| РС-3         |     |     |     | 1   |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| РС-4         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| РС-5         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| РС-6         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СП-1         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-1         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-10        |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-11        |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-12        |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-13        |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-15        |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-2         |     |     |     | 1   |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-3         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-4         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-5         |     |     |     | 1   |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-6         |     | 1   | 1   |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-7         |     |     |     |     | 1   |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-8         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СР-9         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СС-1         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СС-2         |     | 1   |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СС-3         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СС-4         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СС-5         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |
| СС-6         |     |     |     |     |     |     |      |       |      |      |     |     |     |     |     | 1a                      |

Примечание: 1 – выявлен патоген; не указано – не обнаружен патоген; 1a – амплификация контрольного гена.

Проведена ПЦР-диагностика наличия исследуемых образцах не были выявлены  
бактериальных патогенов. Показано, что в паразитарные инфекции GP и GR. Не было

выявлено и бактериальных инфекций CMS, RAL и грибных SYN.

**Заключение.** Проанализированы образцы листьев раннеспелых, среднеранних, среднеспелых и среднепоздних семенных сортов картофеля, из которых чистыми по отношению к бактериальным, паразитарным и грибковым патогенам оказались все исследуемые сорта. По отношению к патогенам оказались не инфицированными 48,4% сортов, в то время как выявлено носителей (для раннеспелых, среднеранних и среднеспелых сортов: 3,0, 12,1, 6,0 и 9,1% от общего количества, соответственно).

Производство и сертификация семенного картофеля требуют полного отсутствия ви-

русов и патогенов в исходном материале растений-резерватов и, по возможности, поддержания безвирусного статуса растений при их размножении. Применение метода ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в режиме «реального времени» и по «конечной точке» позволяет проводить анализ меристем в процессе клонирования и выявлять виroidные и бактериальные патогены в разводимых линиях при получении микроклубней. Получение оздоровленного материала микроклонов картофеля позволит в дальнейшем вести линии сортов для сортоиспытания, обладающих хорошей продуктивностью, однородностью материала и отсутствием болезней.

### Список литературы

1. Беспалова Е. С., Воропаева Е. В. История и достижения отечественной селекции // XXII Царскосельские чтения: материалы международной научной конференции, Санкт-Петербургский государственный университет им. А. С. Пушкина. 2018. С. 145–147.
2. Басиев С. С., Бекузарова С. А., Болиева З. А. и др. История культуры картофеля // Вестник Владикавказского научного центра РАН. 2017. Т. 17. № 1. С. 39–45.
3. Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Картофелеводство Сибири – надёжный резерв продовольственной безопасности страны // В сборнике «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур»: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 192–197.
4. Макарова С. С., Макаров В. В., Тальянский М. Э. и др. Устойчивость картофеля к вирусам: современное состояние и перспективы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. №1. С. 62–73. DOI: 10.18699/VJ17.224
5. Трифонова Е. А., Никитин Н. А., Архипенко М. В. и др. Сравнительное изучение термической перестройки вирусов с икосаэдрическим и спиральным типом симметрии // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2017. Т. 72. № 4. С. 209–214.
6. Тараканец Л. Д., Кабицкая Я. А., Глазунова Л. А. Возможности использования геномных технологий в ветеринарии // Сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и хозяйства. Новые вызовы и решения». Тюмень. 2020. С. 24–31.
7. Шнейдер Ю. А., Приходько Ю. Н., Каримова Е. В. Разработка методов диагностики вируса мотельчатости верхушки картофеля и вируса желтой карликовости картофеля в Российской Федерации // Современные подходы и методы в защите растений: материалы II Международной научно-практической конференции. Екатеринбург. 2020. С. 118–119.
8. Яловик А. В., Федорова Ю. Н. Вопросы оздоровления картофеля от вирусов // Проблемы инновационного развития АПК: материалы международной научно-практической конференции. Великие Луки. 2017. С. 34–37.
9. Aguilar E., Almendral D., Allende L. [et al]. The P25 Protein of Potato Virus X (PVX) Is the Main Pathogenicity Determinant Responsible for Systemic Necrosis in PVX-Associated Synergisms // Journal Virology. 2015. V. 89(18). Pp. 96–99.
10. Григорян М. А., Ткаченко О. В. Опыт определения вирусов картофеля методом ПЦР в реальном времени // Сборник статей международной конференции. Саратов: Амирит. 2017. С. 54–57.
11. Никаноркина В. В. Определение штаммового разнообразия вируса у картофеля в РФ с помощью мультиплексного ПЦР // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии. 2018. С. 115–116.

12. Тихомирова М. А., Шнейдер Ю. А. Разработка методов диагностики американских вирусов картофеля, создающих опасность для картофелеводства Российской Федерации // Актуальные проблемы картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты. 2018. С. 232–234.
13. Климина Е. В., Галикеева Г. Ф. Идентификация вирусов у растений картофеля методом ПЦР // Вестник науки. 2019. Т. 3. № 2(11). С. 95–100.
14. Нуриддинов Я. А., Тоболова Г. В. Микрклональное размножение картофеля. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения // Сборник материалов ЛП Международной студенческой научно-практической Конференции ГАУ Северного Зауралья. Часть 1. Тюмень. 2018. С. 150–153.
15. Ступин А. С. Регуляторы роста растений. Стимуляторы и ингибиторы. Потенциал науки и современного образования в решении приоритетных задач АПК и лесного хозяйства // Материалы юбилейной национальной научно-практической конференции. 2019. С. 288–293.
16. Senanayake D.M., Mandal B. Expression of symptoms, viral coat protein and silencing suppressor gene during mixed infection of a N-Wi strain of potato virus Y and an asymptomatic strain of potato virus X // Virus disease. 2014. V. 25(3). Pp. 314–321. DOI: 10.1007/s13337-014-0204-1.
17. Кондакова О. А., Бутенко К. О., Скурат Е. В. и др. Молекулярная диагностика инфекций Y-вирусом и вирусом скручивания листьев картофеля методом иммунохроматографии // Вестник московского университета. Серия 16. Биология. 2016. № 1. С. 46–51.
18. Калашникова Е. В. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для ВУЗов, изд. 2-е. 2020. С. 182–189.
19. Gray S., De Boer S., Lorenzen J. [et al]. Potato virus Y: An Evolving Concern for Potato Crops in the United States and Canada. *Plant Disease*. 2010. V. 94(12). Pp. 1384–1397.
20. Анисимов Б. В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля (практическое руководство). Москва: Росинформагротех. 2004. 80 с.
21. Анисимов Б. В., Белов Г. Л., Варицев Ю. А. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Москва: Картофелевод. 2009. 272 с.
22. Ухатова Ю. В. Совершенствование методов криоконсервации и оздоровления от вирусных болезней образцов вегетативно размножаемых культур: дис. ... канд. биол. наук. 2020. 133 с.
23. Latvala-Kilby S., Aura J.M., Pupola N. [et al.]. Detection of potato mop-top virus in potato tubers and sprouts: combinations of RNA2 and RNA3 variants and incidence of symptomless infections // Phytopathology. 2009. V. 99(5). Pp. 519–531.
24. Lico C., Benvenuto E., Baschieri S. The Two-Faced Potato Virus X: From Plant Pathogen to Smart Nanoparticle // *Front Plant Science*. 2015. V. 17. P. 1009.
25. UNECE Standard S-1, Concerning the marketing and commercial quality control of seed potatoes. UNITED NATIONS. New York and Geneva. 2013. 41 p.
26. Файзиев В. Б., Жавлиева Д. Т., Жураева У. М. и др. Изучение распространения и определения растений-резервуаров X и L вирусов картофеля методом иммуноферментного анализа // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 2. 79–86.

## References

1. Bepalova E.S., Voropaeva E.V. History and achievements of domestic selection. *XXII Carskosel'skie chteniya. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Sankt-peterburgskij gosudarstvennyj universitet im. A.S. Pushkina* [XXII Tsarskoye Selo Readings: Proceedings of the International Scientific Conference, St. Petersburg State University]. 2018. Pp. 145–147. (In Russ.)
2. Basiev S.S., Bekuzarova S.A., Bolieva Z.A. [et al.] The history of potato crops. *Vestnik of Vladikavkaz Scientific Centre RAS*. 2017;17(1):39–45. (In Russ.)
3. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I. Potato growing in Siberia is a reliable reserve of the country's food security. *V sbornike: Innovacii v tekhnologiyah vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [In the collection: Innovations in crop cultivation technologies: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. 2017. Pp. 192–197. (In Russ.)
4. Makarova S.S., Makarov V.V., Taliansky M.E. [et al.] Resistance to viruses of potato: current status and prospects. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(1):62–73. (In Russ.)
5. Trifonova E.A., Nikitin N.A. [et al.] Comparative study of the thermal remodelling of viruses with icosahedral and helical symmetry. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya*. 2017;72(4):209–214. (In Russ.)

6. Tarakanec L.D., Kabickaya Ya.A., Glazunova L.A. Possibilities of using genomic technologies in veterinary medicine. *Sbornik materialov LIV Studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Aktual'nye voprosy nauki i hozyajstva. Novye vyzovy i resheniya* [Collection of materials LIV Student scientific-practical conference. Topical issues of science and economy. New challenges and solutions.]. Tyumen'. 2020. Pp. 24–31. (In Russ.)
7. Shneider Yu.A., Prihodko Yu.N., Karimova E.V. Development of diagnostic methods for potato panicle virus and potato yellow dwarf virus in the Russian Federation – Modern approaches and methods in plant protection. *Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Materials of the II International Scientific and Practical Conference]. Ekaterinburg. 2020. Pp. 118–119. (In Russ.)
8. Yalovik A.V., Fedorova Yu.N. Questions of healing potatoes from viruses. *Problemy innovacionnogo razvitiya APK: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Problems of innovative development of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference]. Velikie Luki. 2017. Pp. 34–37. (In Russ.)
9. Aguilar E., Almendral D., Allende L. [et al.] The P25 Protein of Potato Virus X (PVX) Is the Main Pathogenicity Determinant Responsible for Systemic Necrosis in PVX-Associated Synergisms. *J. Virology*. 2015;89(18):96–99.
10. Grigoryan M.A., Tkachenko O.V. Experience in the detection of potato viruses by real-time PCR. *Sbornik statej mezhdunarodnoj konferencii* [Collection of articles of the international conference]. Saratov: Amirit. 2017. Pp. 54–57. (In Russ.)
11. Nikanorkina V.V. Determination of strain diversity of potato Y virus in the Russian Federation using multiplex PCR. *Biotehnologiya v rastenievodstve, zhivotnovodstve i veterinarii* [Biotechnology in crop production, animal husbandry and veterinary medicine]: conference proceedings. 2018. Pp. 115–116. (In Russ.)
12. Tikhomirova M.A., Shneider Yu.A. Development of methods for diagnosing American potato viruses that pose a danger to potato growing in the Russian Federation. *Aktual'nye problemy kartofelevodstva: fundamental'nye i prikladnye aspekty* [Actual problems of potato growing: fundamental and applied aspects]: conference proceedings. 2018. Pp. 232–234. (In Russ.)
13. Klimina E.V., Galikeeva G.F. Identification of viruses in potato plants by PCR. *Bulletin of science*. 2019;3(2):95–100. (In Russ.)
14. Nuriddinov Ya.A., Tobolova G.V. Micropropagation of potatoes. Topical issues of science and economy: new challenges and solutions. *Sbornik materialov LII Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy Konferencii GAU Severnogo Zaural'ya*. [Collection of materials of the LII International Student Scientific and Practical Conference of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals]. Part 1. Tyumen'. 2018. Pp. 150–153. (In Russ.)
15. Stupin A.S. Plant growth regulators. Stimulants and inhibitors. The potential of science and modern education in solving the priority tasks of the agro-industrial complex and forestry. *Materialy yubilejnoj nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Materials of the anniversary national scientific and practical conference]. 2019. Pp. 288–293. (In Russ.)
16. Senanayake D.M., Mandal B. Expression of symptoms, viral coat protein and silencing suppressor gene during mixed infection of a N-Wi strain of potato virus Y and an asymptomatic strain of potato virus X. *Virus disease*. 2014;25(3):314–321. doi: 10.1007/s13337-014-0204-1.
17. Kondakova O.A., Butenko K.O., Skurat E.V. [et al.] Molecular diagnostics of potato infections with pvv and plrv by immunochromatography. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya*. 2016;(1):46–51. (In Russ.)
18. Kalashnikova E.B. *Kletochnaya inzheneriya rastenij* [Plant cell engineering]: uchebnik i praktikum dlya VUZov. 2020. Pp. 182–189. (In Russ.)
19. Gray S., De Boer S., Lorenzen J. [et al.] Potato virus Y: An Evolving Concern for Potato Crops in the United States and Canada. *Plant Disease*. 2010;94(12):1384–1397.
20. Anisimov B.V. *Fitopatogennye virusy i ih kontrol' v semenovodstve kartofelya (Prakticheskoe rukovodstvo)* [Phytopathogenic viruses and their control in potato seed production (A practical guide)]. Moscow: Rosinformagrotekh. 2004. 80 p. (In Russ.)
21. Anisimov B.V., Belov G.L. *Zashchita kartofelya ot boleznej, vreditelej i sornyakov* [Protecting potatoes from diseases, pests and weeds]. Moscow: Kartofelevod. 2009. 272 p. (In Russ.)
22. Uhatova Yu.V. *Sovershenstvovanie metodov kriokonservacii i ozdorovleniya ot virusnyh boleznej obrazcov vegetativno razmnozhaemyh kul'tur* [Improving the methods of cryopreservation and recovery from viral diseases of samples of vegetatively propagated crops]: dis. ... cand. biol. sciences. 2020. 133 p. (In Russ.)

23. Latvala-Kilby S., Aura J.M., Pupola N. [et al.] Detection of potato mop-top virus in potato tubers and sprouts: combinations of RNA2 and RNA3 variants and incidence of symptomless infections. *Phytopathology*. 2009. V. 99(5):519–531.
24. Lico C., Benvenuto E., Baschieri S. The Two-Faced Potato Virus X: From Plant Pathogen to Smart Nanoparticle. *Front Plant Science*. 2015;17:1009.
25. UNECE Standard S-1, Concerning the marketing and commercial quality control of seed potatoes. UNITED NATIONS. New York and Geneva. 2013. 41 p.
26. Fajziev V.B., Zhavlieva D.T., Zhuraeva U.M. [et al.] Investigation of the distribution and identification of plant-reservoirs of X and L potato viruses by enzyme-linked immunosorbent assay. *Scientific Review. Biological science*. 2019;(2):79–86. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Калашников Александр Евгеньевич** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммуногенетики, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации; старший научный сотрудник лаборатории растениеводства, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова», SPIN-код: 2087-2029, Author ID: 160570, Scopus ID: 13410341300, Researcher ID: C-7568-2014

**Кабицкая Яна Александровна** – соискатель, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, SPIN-код: 1628-5256, Author ID: 869733, Scopus ID: 57221443777, Researcher ID: AFT-0475-2022

#### Information about the author

**Alexander E. Kalashnikov** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Immunogenetics, All-Russian Research Institute of Breeding of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Senior Researcher, Laboratory of Plant Growing, Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, SPIN-code: 2087-2029, Author ID: 160570, Scopus ID: 13410341300, Research ID: C-7568-2014

**Yana A. Kabitskaya** – Applicant, All-Russian Research Institute of Breeding of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, SPIN-code: 1628-5256, Author ID: 869733, Scopus ID: 57221443777, Research ID: AFT-0475-2022

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

Статья поступила в редакцию 04.03.2022;  
одобрена после рецензирования 31.03.2022;  
принята к публикации 05.04.2022.

The article was submitted 04.03.2022;  
approved after reviewing 31.03.2022;  
accepted for publication 05.04.2022.

Научная статья

УДК 633.34(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-15-20

## **Продуктивность, показатели структуры урожая и эффективность работы симбиотического аппарата растений сои в условиях разных климатических районов Кабардино-Балкарии**

**Хажсет Аскерханович Хамоков**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030, simbioz7591q@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ опытов по изучению симбиотической деятельности зернобобовых культур. Исследования проводились в предгорной и степной зонах Кабардино-Балкарии, различающихся по климатическим условиям и уровню обеспеченности почвы влагой. Изучались раннеспелые и позднеспелые сорта сои. Ранний срок посева был осуществлен в третьей декаде апреля, средний – в первой декаде мая, поздний – во второй декаде мая. Норма высева составляла от 300 до 500 тысяч штук семян на 1 гектар. В результате исследования установлено, что условия предгорной зоны более благоприятны для фотосинтетической деятельности растений сои, чем условия степной зоны, следствием чего являются и более высокие показатели урожая. В предгорной зоне позднеспелый сорт сои формировал листовую поверхность 45-50 тыс. м<sup>2</sup>/га, что больше показателей раннеспелых сортов. Показатели чистой продуктивности фотосинтеза у раннеспелых сортов выше и находятся в пределах 2,2-3,2 г/м<sup>2</sup>. В работе использовались агротехнические приемы, оказавшие влияние на высоту крепления бобов, число бобов, высоту растения, ветвистость, массу семян, что показывает степень адаптированности возделываемых сортов к климатическим условиям района. Результаты исследования показали, что деятельность симбиотической системы растений сои оказалась более эффективной в те периоды, когда влагообеспеченность почвы была наилучшей. Наименьшее количество клубеньков на корнях растений и их «недоразвитость» отмечались в засушливых районах, в сравнении с благоприятными условиями предгорного района. При этом наблюдается увеличение количества азотфиксирующих клубеньков на 20-22%, а увеличение их массы – на 30-32%.

**Ключевые слова:** район возделывания, условия возделывания, соя, симбиотическая деятельность, активность фотосинтеза, продуктивность, урожайность, влагообеспеченность

**Для цитирования.** Хамоков Х. А. Продуктивность, показатели структуры урожая и эффективность работы симбиотического аппарата растений сои в условиях разных климатических районов Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 15–20. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-15-20

Original article

## **Productivity, indicators of the structure of the crop and the efficiency of the symbiotic apparatus of soybean plants in different climatic regions of Kabardino-Balkaria**

**Khazhset A. Khamokov**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030, simbioz7591q@yandex.ru

**Abstract.** The article analyzes experiments on the study of the symbiotic activity of leguminous crops. The studies were carried out in the foothill and steppe zones of Kabardino-Balkaria, which differ in climatic conditions and the level of soil moisture supply. Early-ripening and late-ripening soybean varieties were studied. The early sowing date was carried out in the third decade of April, the middle one – in the first decade of May, and the late one – in the second decade of May. The sowing rate ranged from 300 to 500 thousand seeds per 1 hectare. As a result of the study, it was found that the conditions of the foothill zone are more favorable for the photosynthetic activity of soybean plants than the conditions of the steppe zone, which results in higher yields. In the foothill zone, a late-ripening soybean variety formed a leaf area of 45-50 thousand m<sup>2</sup>/ha, which is more than that of early-ripening varieties. The indicators of net productivity of photosynthesis in early ripe varieties are higher and are in the range of 2.2-3.2 g/m<sup>2</sup>. In the work, agrotechnical practices were used that influenced the height of the attachment of beans, the number of beans, plant height, branching, seed weight, which shows the degree of adaptation of cultivated varieties to the climatic conditions of the region. The results of the study showed that the activity of the symbiotic system of soybean plants turned out to be more effective in those periods when the moisture supply of the soil was the best. The smallest number of nodules on the roots of plants and their "underdevelopment" were noted in arid regions, in comparison with the favorable conditions of the foothill region. At the same time, there is an increase in the number of nitrogen-fixing nodules by 20-22%, and an increase in their mass by 30-32%.

**Keywords:** cultivation area, cultivation conditions, soybean, symbiotic activity, photosynthesis activity, productivity, yield, moisture supply

**For citation.** Khamokov Kh.A. Productivity, indicators of the structure of the crop and the efficiency of the symbiotic apparatus of soybean plants in different climatic regions of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):15–20. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-15-20

**Введение.** Соя является одной из ведущих зернобобовых культур в России. Семена сои содержат порядка 20-22% углеводов, от 18 до 28% жира, около 31-53% белка, и именно эти свойства напрямую связаны с разнообразием ее использования. Белок, содержащийся в семенах сои, хорошо растворяется в воде и хорошо усваивается. Содержание незаменимых аминокислот в семенах сои гораздо выше, чем содержание белка других бобовых. Глицинин, который содержится в семенах сои, обладает свойством створаживаться при закисании.

Одно время сою применяли в качестве зеленого корма или же для силосования вместе с растениями кукурузы. В настоящее время, в основном, растения сои высаживают для сбора урожая семян. Возделывая растения сои, сельхозпроизводители решают два вопроса – это получение растительного масла и получение белка.

Выбор и применение правильных и оптимальных агроприемов, особенности возделываемых сортов, климатические факторы, а также районы возделывания, напрямую оказывают достаточно значимое влияние на величину урожая и показатели продуктивности растений сои.

На Кавказе, довольно долгое время, возделывание растений сои не было распространено. Это объяснялось отсутствием сортов, приспособленных к условиям региона и недостаточной механизации ее возделывания. Применяемые сорта лишь способствовали «отчуждению» этой культуры, поскольку не были адаптированы к местным условиям. Величина урожайности культуры составляла примерно от 8 до 22 ц/га и имела довольно длительный период вегетации.

**Цель исследования.** При проведении опытов ставилась задача изучения зависимости продуктивности и показателей элементов структуры урожайности от условий возделывания растений сои в разных климатических районах республики.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В степном и предгорном районах Кабардино-Балкарской Республики, отличающихся различными климатическими условиями, в период с 2016 по 2020 годы, были проведены исследования по установлению агроприемов, влияющих на активность симбиотического процесса посевов растений сои.

Опыты проводились на черноземах обыкновенных (степной район) и черноземах вы-



щелоченных (предгорный район). Показатели химического анализа почв находились в пределах: кислотность почвы в пределах pH сол. – 6,6-7,0; наличие фосфора в пределах от 14 до 19 мг на 1 кг почвы; содержание калия в пределах 230-260 мг/кг почвы; количество молибдена около 0,3-0,32 мг на 1 кг почвы; содержание гумусового слоя около 3,2-4,2%; содержание бора было в пределах 0,4-0,5 мг на 1 кг почвы.

Количество активных температур было от 3200 до 3400°C. Во время проведения опытов, в годы с лучшей обеспеченностью влагой (2017 г., 2018 г. и 2019 г.), влажность почвы была от 65 до 85% НВ, а в годы, где чаще наблюдался дефицит влаги (2016 г., 2020 г.), влажность почвы находилась в пределах от 45 до 65% НВ.

Посев производился по схеме: ранний срок посева был осуществлен в 3 декаде апреля; в период 1 декады мая был осуществлен посев в средний срок; а в период 2 декады мая был осуществлен поздний посев. Норма высева составляла от 300 до 500 тысяч штук семян на 1 гектар; широкорядный способ посева был выбран в качестве основного.

В процессе проведения исследований рассчитывались: удельная активность симбиоза (УАС) и симбиотический потенциал посевов (по методикам Посыпанова Г. С.), показатели биологической урожайности и структуры урожая рассчитывали по методике А. С. Митрофанова; определялись также количество протеина в семенах сои (метод Къельдаля);

результаты проводимых опытов подвергались статистической обработке.

Объектами исследования были разные по биологическим особенностям и скороспелости сорта растений сои.

**Результаты исследования.** В различных климатических районах республики температура хорошо соответствует биологическим требованиям растений сои. Но в условиях степных районов дефицит влаги повторяется чаще.

В промежуток времени второй – третьей декады июля для республики характерно снижение величины выпадающих осадков. Среднераннеспелые сорта сои в таких климатических условиях показывают более устойчивые и высокие урожаи семян; причиной этого факта является то, что период образования бобов и налива семян проходит тогда, когда выпавшие в начале лета осадки, и влага в почве, накопленная в зимне-весенний период, расходуется растениями более эффективно и экономно.

В годы исследований опыты проводились по схемам, которые учитывали особенности и требования применяемых сортов, а также климатические условия района возделывания, включая влагообеспеченность и величину активных температур.

Полученные в ходе проведенных опытов результаты указывают на взаимосвязь величины урожая растений от особенностей отдельного сорта, величины обеспеченности влагой, а также условий района возделывания (табл. 1).

**Таблица 1.** Урожай семян растений сои в разные годы и разных районах исследования, ц/га  
**Table 1.** Seed yield of soybean plants in different years and different areas of the study, c/he

| Сорта                      | Периоды проведения опытов |      |      |      |      | Урожайность<br>средняя |
|----------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------------------------|
|                            | 2016                      | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |                        |
| Степной район              |                           |      |      |      |      |                        |
| Аванта (раннеспелый)       | 16,4                      | 18,1 | 17,3 | 18,6 | 16,7 | 17,5                   |
| Ходсон (среднераннеспелый) | 17,4                      | 18,7 | 18,4 | 20,1 | 18,6 | 18,6                   |
| Вилана (позднеспелый)      | 15,6                      | 18,1 | 14,1 | 16,9 | 13,6 | 15,7                   |
| Предгорный район           |                           |      |      |      |      |                        |
| Аванта (раннеспелый)       | 18,9                      | 20,7 | 20,0 | 20,6 | 18,3 | 19,7                   |
| Ходсон (среднераннеспелый) | 19,7                      | 20,9 | 20,7 | 22,5 | 20,6 | 20,9                   |
| Вилана (позднеспелый)      | 16,7                      | 20,3 | 15,3 | 19,9 | 14,9 | 17,5                   |
| НСР <sub>05</sub> , ц/га   | 1,5                       | 1,7  | 1,9  | 1,6  | 1,5  |                        |

В ходе опытов установлено, что в климатических условиях степного района растения сои показывали меньшие результаты урожая посевов в сравнении с показателями, полученными в предгорном районе проведения опытов.

О степени приспособляемости сортов растений сои к районам и условиям возделывания можно судить по показателям активности работы симбиотического аппарата посевов. В ходе опытов установлено, что скороспелость сорта влияет на показатели формирования листовой поверхности и показатели фотосинтетического потенциала. Наибольшая площадь листьев, около 20-21 тыс. м<sup>2</sup>/га, раннеспелые сорта формировали (сорт Аванта) в первой декаде июля; к середине июля – начале августа наибольшую листовую поверхность формировали среднераннеспелые сорта, типа Ходсон – около 24 тыс. м<sup>2</sup>/га, а вот показатели урожая семян и результаты фотосинтетического потенциала растений оказались невысокими (данные табл. 1).

В период образования бобов среднеспелые сорта растений сои переставали формировать фотосинтетическую поверхность; величина

на площади листьев была около 45-50 тыс. м<sup>2</sup>/га и длительный период не менялась.

Наибольшую площадь листьев, порядка от 48 до 51 тыс. м<sup>2</sup>/га, позднеспелые сорта формировали в период от первой и до третьей декады октября.

Более высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), около 2,2-3,1 г/м<sup>2</sup> в сутки были у раннеспелых сортов за период роста и развития.

Но, как показали опыты, более высокие показатели ЧПФ фиксировались в начале вегетации растений и в этот период они не особо зависят от особенностей сортов. Показатели наименьшего значения по фотосинтетической активности листовой поверхности фиксировались в период цветения – начала образования бобов.

В межфазный период «образование бобов – налив семян» происходило наибольшее накопление сухого вещества, а показатели листовой поверхности посевов начинают уменьшаться. Этим можно объяснить повторное повышение показателей ЧПФ среднеспелых и среднепозднеспелых сортов растений сои [1–3] (табл. 2).

**Таблица 2.** Показатели элементов структуры продуктивности посевов сои  
**Table 2.** Indicators of elements of the structure of productivity of soybean crops

| Сорта сои       | Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га | ФСР, млн м <sup>2</sup> дней | ЧПФ, г/м <sup>2</sup> в сутки | Число семян 1 раст. | Масса семян 1 раст. | Урожайность, ц/га |
|-----------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Степная зона    |                                                       |                              |                               |                     |                     |                   |
| Аванта          | 47,0                                                  | 2,0                          | 2,5                           | 67                  | 5,4                 | 18,6              |
| Ходсон          | 40,2                                                  | 2,3                          | 2,2                           | 73                  | 5,9                 | 19,9              |
| Вилана          | 48,7                                                  | 2,1                          | 2,0                           | 53                  | 4,2                 | 15,6              |
| Предгорная зона |                                                       |                              |                               |                     |                     |                   |
| Аванта          | 49,9                                                  | 2,7                          | 3,2                           | 74                  | 6,0                 | 20,6              |
| Ходсон          | 43,0                                                  | 3,0                          | 3,0                           | 80                  | 6,5                 | 22,5              |
| Вилана          | 51,4                                                  | 2,9                          | 2,9                           | 60                  | 4,9                 | 16,7              |

По результатам исследований, уменьшение показателей ЧПФ происходило чаще, в период увеличения площади листовой поверхности и потенциала фотосинтеза.

Среди сортов наилучшие показатели по урожайности у среднераннеспелого сорта Ходсон, который имел лучшие показатели по высоте растений и лучшую облиственность.

Проводимые агротехнические приемы возделывания и генетические особенности растений влияют на изменение внешних признаков растений сои [1, 3]. Например, такие показатели, как высота крепления бобов, число бобов, высота самого растения, ветвистость, масса семян, формируются в большей степени проводимыми агротехническими приемами и показывают степень адаптиро-

ванности возделываемых сортов климатическим условиям района возделывания.

Как показывают результаты анализа, деятельность симбиотической системы растений в те годы, когда имела место лучшая обеспеченность почвы влагой, оказались наиболее эффективными. Наименьшее количество клубеньков на корнях растений и их «недоразви-

тость» отмечались в засушливых условиях (степные районы), в сравнении с более благоприятной по влагообеспеченности предгорном районе (табл. 3) [4].

В условиях достатка влаги наблюдается увеличение количества азотфиксирующих клубеньков на 20-22%, а увеличение их массы на 30-32%.

**Таблица 3.** Показатели урожайности и его элементов у растений сои в зависимости от особенностей сорта

**Table 3.** Indicators of yield and its elements in soybean plants depending on the characteristics of the variety

| Сорт сои | Степной район                    |                                |                     |                     | Предгорный район                 |                                |                     |                     |
|----------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
|          | число клубеньков, шт. на 1 раст. | масса клубеньков, г на 1 раст. | бобов на раст., шт. | масса 1000 семян, г | число клубеньков, шт. на 1 раст. | масса клубеньков, г на 1 раст. | бобов на раст., шт. | масса 1000 семян, г |
| Аванта   | 17,6                             | 0,29                           | 15,5                | 155                 | 19,8                             | 0,36                           | 18,4                | 165                 |
| Ходсон   | 14,0                             | 0,16                           | 22,5                | 165                 | 16,0                             | 0,25                           | 25,0                | 173                 |
| Вилана   | 11,7                             | 0,10                           | 24,1                | 166                 | 12,9                             | 0,17                           | 27,0                | 177                 |

Дефицит влаги приводит к снижению интенсивности прохождения фотосинтетической деятельности, следствием чего является недостаточное развитие клубеньковых бактерий, что также влияет на формирование продуктивности посевов [2, 5–9].

**Выводы.** Анализируя результаты проведенных опытов, можно констатировать, что в условиях достаточного обеспечения почвы влагой (условия предгорных районов), растения сои показывают высокую симбиотическую активность.

Содержание белка в семенах растений является важным показателем, который влияет на характеристику сорта. Условия предгор-

ных районов способствуют тому, что в семенах растений показатели по содержанию жира, протеина и белка были высокими.

Раннеспелые сорта показывают лучшую продуктивность в сравнении с позднеспелыми видами сортов.

Анализ результатов проведенных опытов показывает, что семенная продуктивность растений, формирование симбиотического аппарата и его активность зависят как от климатических условий, так и особенностями самого растения.

Климатические условия предгорных районов способствуют наилучшей эффективности возделывания растений сои.

#### Список литературы

1. Хамоков Х. А. Зависимость продуктивности сои от различных агроприемов // Межвузовский сборник научных трудов «Актуальные проблемы региона». Нальчик, 2005. № 12. С. 37–39.
2. Хамоков Х. А. Потребление азота растениями сои и его влияние на структуру урожая // Зерновое хозяйство. 2005. № 7. С. 18–20.
3. Хамоков Х. А. Симбиотическая активность и фотосинтетическая деятельность зернобобовых в зависимости от микроэлементов // Зерновое хозяйство. 2007. № 3-4. С. 35–37.
4. Надкерничная Е. В., Ковалевская Т. М. Влияние свободно живущих азотфиксирующих бактерий на формирование бобово-ризобияльного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур // Физиология и биохимия культурных растений. 2000. Т 33. № 4. С. 355–362.
5. Хамоков Х. А. Урожай и качество семян зернобобовых в зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания // Зерновое хозяйство. 2006. № 6. С. 30–31.

6. Хамоков Х. А. Экономическая эффективность возделывания зернобобовых культур в предгорной и степной зонах Кабардино-Балкарской Республики // Межвузовский сборник научных трудов «Проблемы современного управления в АПК». Нальчик – Владикавказ. 2007. С. 28–30.
7. Посыпанов Г. С., Кобозева Т. П., Посыпанова В. Н. и др. Сорты сои северного экотипа (возможные районы возделывания) // Зерновое хозяйство. 2006. № 10. С. 10–14.
8. Хамоков Х. А. Влияние минеральных удобрений на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. №1 (159). С. 30–35.
9. Хамоков Х. А. Динамика потребления азота, фосфора и калия посевами зернобобовых культур при использовании азотных удобрений // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. №2 (160). С. 11–16.

### References

1. Khamokov Kh.A. The dependence of soybean productivity on various agricultural practices. *Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Aktual'nye problemy regiona»* [International collection of scientific papers "Actual problems of the region"]. Nal'chik, 2005;(12):37–39. (In Russ.)
2. Khamokov Kh.A. Nitrogen Consumption by Soybean Plants and Its Effect on Yield Structure. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2005;(7):18–20. (In Russ.)
3. Khamokov Kh.A. Symbiotic activity and photosynthetic activity of legumes depending on trace elements. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2007;(3-4):35–37. (In Russ.)
4. Nadkernichnaya E.V., Kovalevskaya T.M. Influence of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation of legume-rhizobium symbiosis in some agricultural crops. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenij* [Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants]. 2000;33(4):355–362. (In Russ.)
5. Khamokov Kh.A. Yield and quality of leguminous seeds depending on varietal characteristics and cultivation conditions, *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2006;(6): 30–31. (In Russ.)
6. Khamokov Kh.A. Economic efficiency of cultivation of leguminous crops in the foothill and steppe zones of the Kabardino-Balkarian Republic. *Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov «Problemy sovremenno-go upravleniya v APK»* [International collection of scientific papers "Problems of modern management in the agro-industrial complex"]. Nal'chik – Vladikavkaz. 2007. P. 28–30. (In Russ.)
7. Posypanov G.S., Kobozeva T.P., Posypanova V.N. [et al.] Northern ecotype soybean varieties (possible areas of cultivation). *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2006;(10):10–14. (In Russ.)
8. Khamokov Kh.A. Effect of mineral fertilizers on the indices of photosynthetic and symbiotic activity of soybean, pea and vetch crops. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2018;1(159):30–35. (In Russ.)
9. Khamokov Kh.A. The dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium consumption when applying nitrogen fertilizers. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2018;2(160):11–16. (In Russ.)

### Сведения об авторе

**Хамоков Хажсет Аскерханович** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий специалист, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8228-5620, Author ID: 464660.

### Information about the author

**Khazhset A. Khamokov** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8228-5620, Author ID: 464660.

Статья поступила в редакцию 20.05.2022;  
одобрена после рецензирования 07.06.2022;  
принята к публикации 09.06.2022.

The article was submitted 20.05.2022;  
approved after reviewing 07.06.2022;  
accepted for publication 09.06.2022.

Научная статья

УДК 633.34:631.559

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-21-26

**Влияние приемов обработки почвы на показатели урожайности  
и результаты активности симбиоза растений сои в условиях  
дефицита влаги (в районах недостаточного увлажнения почвы)****Хажсет Аскерханович Хамоков<sup>✉1</sup>, Ирина Мироновна Ханиева<sup>2</sup>,  
Алий Леонидович Бозиев<sup>3</sup>**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030<sup>✉1</sup>simbioz7591q@yandex.ru<sup>2</sup>imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832><sup>3</sup>boziev\_alim@mail.ru

**Аннотация.** В статье раскрывается зависимость симбиотической активности растений сои от проводимых приемов обработки почвы. Исследования проводились в степной зоне Кабардино-Балкарии в период с 2015 по 2019 гг. на черноземах обыкновенных. При проведении опытов применялись три варианта обработки почвы: отвальная вспашка на глубину 20-25 см, плоскорезная вспашка на глубину 20-25 см и мелкое рыхление на глубину 10-12 см. Изучались сорта сои: раннеспелый – Аванта, позднеспелый – Вилана. Предшественником для растений сои являлась кукуруза на зерно, способ посева – широкорядный с шириной междурядий 45 см. В результате исследования с применением отвальной вспашки получена урожайность на 12-14% выше, чем при плоскорезной. В периоды достаточной влагообеспеченности (2016 и 2018 гг.) растения сои сформировали лучшую урожайность относительно показателей, полученных в условиях недостаточного увлажнения (2015, 2017 и 2019 гг.). При применении отвальной вспашки урожайность сои составила 17,2 ц/га в условиях достаточной влагообеспеченности, а при дефиците влаги – 15,8 ц/га. Благоприятные условия для эффективного прохождения фотосинтеза и работы симбиотического аппарата растений сои создаются при минимизации проведения обработок почвы, что сказывается на величине и показателях структуры урожайности. Исследования показали, что ранние сроки сева имеют преимущества перед поздними, что подтверждается высокими показателями по структуре урожая и свидетельствует о более эффективном использовании растениями сои запасов влаги в почве в весенний период.

**Ключевые слова:** соя, основная обработка почвы, симбиотическая деятельность, структура урожая, урожайность, предшественники, вспашка, культивация, сорняки, клубеньки

**Для цитирования.** Хамоков Х. А., Ханиева И. М., Бозиев А. Л. Влияние приемов обработки почвы на показатели урожайности и результаты активности симбиоза растений сои в условиях дефицита влаги (в районах недостаточного увлажнения почвы) // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 21–26. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-21-26

Original article

**Influence of soil tillage methods on yield indicators and results  
of soybean plant symbiosis activity under conditions of moisture deficiency  
(in areas of insufficient soil moisture)****Khazhset A. Khamokov<sup>✉1</sup>, Irina M. Khanieva<sup>2</sup>, Aliy L. Boziev<sup>3</sup>**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030<sup>✉1</sup>simbioz7591q@yandex.ru<sup>2</sup>imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832><sup>3</sup>boziev\_alim@mail.ru

**Abstract.** The article reveals the dependence of the symbiotic activity of soybean plants on the ongoing methods of tillage. The studies were carried out in the steppe zone of Kabardino-Balkaria in the period from 2015 to 2019. on ordinary chernozems. During the experiments, three variants of soil cultivation were used: moldboard plowing to a depth of 20-25 cm, flat-cut plowing to a depth of 20-25 cm and shallow loosening to a depth of 10-12 cm. Soybean varieties were studied: early-ripening – Avanta, late-ripening – Vilana. The predecessor for soybean plants was corn for grain, the sowing method was wide-row with a row spacing of 45 cm. As a result of the study with the use of moldboard plowing, the yield was 12-14% higher than with flat-cut plowing. During periods of sufficient moisture supply (2016 and 2018), soybean plants formed the best yield relative to the indicators obtained under conditions of insufficient moisture (2015, 2017 and 2019). When using moldboard plowing, the soybean yield was 17.2 c/he under conditions of sufficient moisture supply, and with moisture deficiency – 15.8 c/he. Favorable conditions for the effective passage of photosynthesis and the work of the symbiotic apparatus of soybean plants are created while minimizing tillage, which affects the value and indicators of the yield structure. Studies have shown that early sowing periods have advantages over late ones, which is confirmed by high yield structure indicators and indicate a more efficient use of soil moisture reserves by soybean plants in spring.

**Keywords:** soybeans, basic tillage, symbiotic activity, crop structure, productivity, predecessors, plowing, cultivation, weeds, nodules

**For citation.** Khamokov Kh.A., Khanieva I.M., Boziev A.L. Influence of soil tillage methods on yield indicators and results of soybean plant symbiosis activity under conditions of moisture deficiency (in areas of insufficient soil moisture). *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):21–26. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-21-26

**Введение.** Содержащийся в зернобобовых культурах белок, по наличию в них незаменимых аминокислот, гораздо богаче, чем белок, содержащийся в других зерновых культурах, имеет хорошую усвояемость и высокую растворимость в воде. Растения сои, имея хорошее сочетание питательных веществ, пригодны для возделывания как в технических, так и в кормовых целях [1]. Для сельскохозяйственных предприятий, возделывающих зернобобовые, в частности, растения сои, имеется возможность получения растительного масла и растительного белка. Но на практике, продуктивность данной культуры характеризуется невысокими показателями. Причины для этого разные, но одной из них являются недостатки существующих технологий ее возделывания. В засушливых районах эти недостатки в технологии возделывания проявляются особенно. Растения сои пригодны для возделывания в разных природно-климатических условиях, поскольку обладают высокой степенью пластичности [2]. Необходимо также учитывать, что соя является культурой короткого дня и теплолюбивой. Растения сои достаточно требовательны к осуществлению агротехнологических приемов возделывания с момен-

та посева и до уборки, и предъявляют к этим приемам достаточно высокие требования.

**Цель исследования** – изучение влияния различных способов обработки почвы на показатели симбиотической деятельности и структуры урожая в условиях степной зоны – районах недостаточного увлажнения.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В районах недостаточного увлажнения (в частности, степные) Кабардино-Балкарии, в периоды с 2015 до 2019 годов, нами проводились исследования с целью установления влияния разных видов обработки почвы на деятельность симбиотического аппарата растений сои.

Исследования проводились на черноземе обыкновенном с кислотностью в пределах pH 6,4-6,6, содержанием фосфора подвижного в пределах 120-140 мг, гидролизующего азота – около 140-150 мг, обменного калия около 200-210 мг на 1 кг почвы; наличие гумуса около 3,4-3,8-4,0%. Сумма активных температур в периоды проведения исследований находилась в пределах 3200-3400°C; влажность почвы в периоды исследования находилась в пределах 50-80% НВ. При проведении исследований применялись три варианта обработки почвы: первый вариант – отвальная вспашка

на глубину 20-25 см; второй вариант – плоскорезная вспашка на глубину 20-25 см; третий вариант – мелкое рыхление на глубину 10-12 см (табл. 1). В исследованиях изучались сорта сои: раннеспелый – Аванта, позднеспелый – Вилана. В исследованиях предшественником для растений сои являлась кукуруза на зерно. Способом сева являлся широкорядный с шириной междурядий 45 см.

**Результаты исследования.** Об эффективности активности фотосинтеза и работы симбиотического аппарата позволяют судить показатели структуры урожая и продуктивности растений наряду с проводимыми агротехническими приемами.

По результатам исследований можно констатировать, что при проведении плоскорезной и отвальной вспашки наличие в почве влаги оказалось высоким. Этот факт, безусловно, повлиял на хороший рост и развитие растений, и оказал положительное действие на показатели структуры продуктивности культуры.

Полученные в ходе исследований результаты, которые дают представление о структуре урожайности, имеют не очень большие расхождения. Данный факт говорит о высокой пластичности и приспособляемости растений сои к условиям возделывания (табл. 1).

**Таблица 1.** Влияние способов обработки почвы на показатели структуры урожая  
(средние показатели)

**Table 1.** Influence of tillage methods on yield structure indices  
(average indices)

| Показатели                  | Плоскорезная<br>вспашка<br>на глубину<br>20-25 см | Мелкая<br>обработка<br>на глубину<br>10-12 см | Отвальная<br>вспашка<br>на глубину<br>20-25 см |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Раннеспелый сорт Аванта     |                                                   |                                               |                                                |
| Количество бобов, шт./раст. | 159                                               | 162                                           | 164                                            |
| Количество семян, шт./раст. | 21                                                | 20                                            | 22                                             |
| Масса 1000 семян, г         | 51                                                | 51                                            | 54                                             |
| Высота растения, см         | 79                                                | 81                                            | 83                                             |
| Позднеспелый сорт Вилана    |                                                   |                                               |                                                |
| Количество бобов, шт./раст. | 154                                               | 155                                           | 157                                            |
| Количество семян, шт./раст. | 17                                                | 18                                            | 19                                             |
| Масса 1000 семян, г         | 49                                                | 51                                            | 52                                             |
| Высота растения, см         | 77                                                | 79                                            | 79                                             |

При проведении отвальной вспашки нами получены более высокие результаты по структуре урожайности порядка, которые на 12-14% выше, чем результаты исследований, полученных при проведении плоскорезной вспашки. При варианте проведения мелкого рыхления почвы получены результаты по структуре урожая, которые занимают промежуточное положение. Как видим, различия по результатам исследования не столь значительны, но они характеризуют тенденцию влияния приемов возделывания на показатели продуктивности растений сои.

На получение достаточно ровной по величине урожайности растений сои, повлияли использовавшиеся при исследованиях агротехнические приемы. Но все же показатели урожайности при проведении безотвальной вспашки оказались ниже, чем показатели, полученные при использовании отвальной вспашки [3].

В условиях лучшей влагообеспеченности (2016 и 2018 гг.) растения сои сформировали лучшую урожайность относительно показателей, полученных в условиях недостаточно-

го увлажнения (2015, 2017 и 2019 гг.). Например, в 2016 году (влагообеспеченном), при применении отвальной вспашки, показатели урожайности растений сои находились

в пределах 17,2 ц/га; а в условиях 2019 года (недостаточная влагообеспеченность) показатели урожайности находились в пределах 15,8 ц/га (табл. 2).

**Таблица 2.** Влияние разных приемов обработки почвы на показатели урожайности  
семян растений сои (ц/га)

**Table 2.** Influence of different methods of tillage on the yield of soybean seeds (c/he)

| Годы                     | Плоскорезная вспашка<br>на глубину<br>20-25 см | Мелкая обработка<br>почвы на глубину<br>10-12 см | Отвальная вспашка<br>на глубину<br>20-25 см |
|--------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Раннеспелый сорт Аванта  |                                                |                                                  |                                             |
| 2015                     | 16,0                                           | 16,2                                             | 16,4                                        |
| 2016                     | 16,4                                           | 16,7                                             | 17,2                                        |
| 2017                     | 14,6                                           | 15,0                                             | 15,5                                        |
| 2018                     | 16,6                                           | 17,1                                             | 17,7                                        |
| 2019                     | 14,8                                           | 15,1                                             | 15,8                                        |
| Позднеспелый сорт Вилана |                                                |                                                  |                                             |
| 2015                     | 16,0                                           | 15,8                                             | 16,0                                        |
| 2016                     | 16,3                                           | 16,8                                             | 17,2                                        |
| 2017                     | 13,0                                           | 13,3                                             | 13,2                                        |
| 2018                     | 13,8                                           | 14,2                                             | 14,7                                        |
| 2019                     | 12,3                                           | 12,6                                             | 12,7                                        |

Достаточно хорошие условия для эффективного прохождения фотосинтеза и эффективной работы симбиотического аппарата растений сои, создаются при условиях минимизации проведения обработок почвы, что не может не отражаться на величине и показателях структуры урожайности [4, 5–8].

**Выводы.** Проведенные в разных климатических условиях исследования показали, что позднеспелые сорта растений сои показывают более низкие показатели относительно раннеспелых сортов. Исследования показали также, что ранние сроки сева имеют преимущество перед поздними сроками и дают более высокие показатели по структуре урожая. Это говорит о более эффективном использовании растениями сои запасов влаги в почве в весенний период.

Как показали исследования, способы основной обработки почвы не влияли на сроки

прорастания семян. Но, при этом установлено, что рост и развитие растений сои лучше проходили при проведении отвальной вспашки и мелкой обработке почвы. Ощутимого влияния способы проведенных приемов обработки почвы на продолжительность периода «цветение – полная спелость» не оказывали.

Можно констатировать, что проведенные исследования показали преимущество использования отвальной вспашки почвы относительно мелкой обработки и безотвальной вспашки (в условиях дефицита влаги, в степных районах).

Биологические особенности конкретной возделываемой культуры, почвенно-климатические условия района возделывания, также необходимо учитывать при возделывании сельскохозяйственных культур. Одного шаблона в решении этих вопросов быть не может.



## Список литературы

1. Балакай Г. Т., Безуглова О. С. Соя: экология, агротехника, переработка. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 160 с.
2. Давыденко О. Г., Голоенко Д. В., Розенцвейг В. Е. Перспективы производства сои в Беларуси // Кормопроизводство: технологии, экономика, почвосбережение: материалы международной конференции, Жодино, 25-26 июня 2009. С. 130–133.
3. Хамоков Х. А. Урожай и качество семян зернобобовых в зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания // Зерновое хозяйство. 2006. № 6. С. 30–31.
4. Гайдученко А. Н., Оборский С. Л. Влияние приемов возделывания на фотосинтетическую, симбиотическую деятельность и продуктивность сои // Земледелие. 2011. № 1. С. 36–38.
5. Беликов И. Ф. Биология и возделывание сои. Владивосток, 1971. 165 с.
6. Хамоков Х. А. Экономическая эффективность возделывания зернобобовых культур в предгорной и степной зонах Кабардино-Балкарской Республики // Межвузовский сборник научных трудов «Проблемы современного управления в АПК». Нальчик – Владикавказ, 2007. № 14. С. 28–30.
7. Хамоков Х. А. Влияние минеральных удобрений на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. №1 (159). С. 30–35.
8. Хамоков Х. А. Динамика потребления азота, фосфора и калия посевами зернобобовых культур при использовании азотных удобрений // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. №2 (160). С. 11–16.

## References

1. Balakay G.T., Bezuglova O.S. *Soya: ekologiya, agrotehnika, pererabotka*. [Soya: ecology, agricultural technology, processing]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2003. 160 p. (In Russ.)
2. Davydenko O.G., Goloyenko D.V., Rozentsveyg V.Ye. *Perspektivy proizvodstva soi v Belarusi. Kormoproizvodstvo: tekhnologii, ekonomika, pochvosberezhniye: materialy mezhdunarodnoy konferentsii* [Forage production: technologies, economics, soil conservation: Proceedings of the international conference], Zhodino, 25-26.06.2009. P. 130–133. (In Russ.)
3. Khamokov Kh.A. Yield and quality of leguminous seeds depending on varietal characteristics and cultivation conditions, *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2006;(6):30–31. (In Russ.)
4. Gayduchenko A.N., Oborskiy S.L. Vliyaniye priyemov vozdel'yvaniya na fotosinteticheskuyu, simbioticheskuyu deyatel'nost' i produktivnost' soi. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2011;(1):36–38. (In Russ.)
5. Belikov I. F. *Biologiya i vozdel'yvaniye soi* [Biology and cultivation of soybeans]. Vladivostok, 1971. 165 p. (In Russ.)
6. Khamokov Kh.A. Economic efficiency of cultivation of leguminous crops in the foothill and steppe zones of the Kabardino-Balkarian Republic. *Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov «Problemy sovremen-nogo upravleniya v APK»* [International collection of scientific papers "Problems of modern management in the agro-industrial complex"]. Nal'chik – Vladikavkaz, 2007;14:28–30. (In Russ.)
7. Khamokov Kh.A. Effect of mineral fertilizers on the indices of photosynthetic and symbiotic activity of soybean, pea and vetch crops. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2018;1(159):30–35. (In Russ.)
8. Khamokov Kh.A. The dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium consumption when applying nitrogen fertilizers. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2018;2(160):11–16. (In Russ.)

## Сведения об авторах

**Хамоков Хажсет Аскерханович** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий специалист, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8228-5620, Author ID: 464660

**Ханиева Ирина Мироновна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1431-4567, Author ID: 464814

**Бозиев Алий Леонидович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9543-0766, Author ID: 277156

#### Information about the authors

**Khazhset A. Khamokov** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8228-5620, Author ID: 464660

**Irina M. Khanieva** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1431-4567, Author ID: 464814

**Aliy L. Boziev** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9543-0766, Author ID: 277156

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 12.05.2022;  
одобрена после рецензирования 06.06.2022;  
принята к публикации 09.06.2022.*

*The article was submitted 12.05.2022;  
approved after reviewing 06.06.2022;  
accepted for publication 09.06.2022.*

Научная статья

УДК 633.162

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-27-31

### Влияние местоположения зерна в колосе на качество ячменя и солода

**Мадина Борисовна Хоконова**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030, dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

**Аннотация.** В статье изучены качества зерна из пивоваренного и солодового ячменя в зависимости от его местоположения в колосе. Рассмотрены сорта ярового ячменя Приазовский 9, Гетьман, допущенные к использованию в Северокавказском регионе. В наших исследованиях колосья ярового ячменя были разделены на 3 части, зерна из которых затем анализировались на показатели пивоваренного качества и проращивались на солод. Качество зерна ячменя из колоса средней части у сорта Гетьман имело более высокие показатели по сравнению с верхней и нижней частями и достигало 94% по крупности и 47,5 г по массе 1000 зерен. Качество зерна ячменя из колоса нижней части меньше на 2,0% и 1,2 г, но имело большую натуру на 1,2%, больше белка на 0,1% и крахмала на 1,4%, чем из средней части колоса, а экстрактивность была немного меньше. Такие важные показатели для пивоварения как содержание крахмала и экстрактивность также были меньше на 1,4 и 2,2%, соответственно. Сорт Приазовский 9 отличался более высокими показателями. Так, у него в средней части колоса отмечена крупность зерна, равная 96%, содержание крахмала составило более 59%, при содержании белка 11% и экстрактивности, т.е. по количеству сухих веществ, перешедших в водный раствор, 79,8%. По результатам исследований отмечено, что высокие качественные показатели ячменя и солода отмечены у зерен со средней, затем нижней и в последнюю очередь верхней части. Также наблюдается ухудшение качества зерна от нижней к верхней части колоса. Качество зерна ячменя из колоса средней части у сорта Гетьман имело высокие показатели по сравнению с верхней и нижней частями. Из анализируемых сортов лучшими показателями отличился Приазовский 9.

**Ключевые слова:** разнокачественность колоса, яровой ячмень, сорта, солод, пивоваренные свойства

**Для цитирования.** Хоконова М. Б. Влияние местоположения зерна в колосе на качество ячменя и солода // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 27–31. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-27-31

Original article

### Influence of the location of the grain in the ear on the quality of barley and malt

**Madina B. Khokonova**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030, dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

**Abstract.** In this article studied the qualities brewing and malting of barley grain depending on its location in the ear. The varieties of spring barley Priazovsky 9, Vikont, approved for use in the North Caucasus region, were studied. In our studies, the ears of spring barley were divided into 3 parts, the grains of which were then analyzed for brewing quality indicators and germinated for malt. The quality of barley grain from the ear of the middle part of the Getman variety had higher indicators compared to the upper and lower parts and reached 94% in size and 47.5 g in weight of 1000 grains.

The quality of barley grain from the ear of the lower part is less by 2.0% and 1.2 g, but had a greater nature by 1.2%, more protein by 0.1% and starch by 1.4% than from the middle part of the ear, and the extractivity was slightly less. Such important indicators for brewing as starch content and extract were also lower by 1.4 and 2.2%, respectively. Variety Priazovsky 9 was distinguished by higher rates. So, in the middle part of the ear, a grain size of 96% was noted, the starch content was more than 59%, with a protein content of 11% and extractivity, i.e. the amount of dry matter passed into the aqueous solution of 79.8%. According to the results of research, it is noted that high quality indicators of barley and malt were observed in grains from the middle, then the lower and finally the upper part. Deterioration of grain quality from the lower to the upper part of the ear is also observed. The quality of barley grain from the ear of the middle part of the Hetman variety was high compared to the upper and lower parts. Priazovsky 9 is the best from analyzed varieties.

**Keywords:** different quality of the ear, spring barley, varieties, malt, brewing properties

**For citation.** Khokonova M.B. Influence of the location of the grain in the head on the quality of barley and malt. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):27–31. (In Russ.) doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-27-31

**Введение.** Исследования в области разнотипности зерна пшеницы изучены многими исследователями, что касается ячменя, таких данных недостаточно, что и вызвало у нас интерес к этому вопросу.

Некоторые исследователи изучили состав и различия отдельных частей колоса для определения качества зерна ячменя и его влияния на продуктивность.

Густота травостоя ячменя, степень зрелости его колоса и положение семян в колосе определяют зрелость семян. Если рассматривать все части колоса, лучшие показатели были достигнуты из семян со средней части.

**Целью исследования** являлась оценка пивоваренного и солодового качества зерна ячменя в зависимости от его местоположения в колосе.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Выращивание ячменя осуществляли в предгорной зоне на ЗАО НП «Чегем» Чегемского района КБР, а пивоваренные свойства определяли на ОАО «Халвичный завод «Нальчикский» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарского ГАУ в 2017-2020 гг.

Изучаемый участок представлял собой чернозем выщелоченный с нейтральной реакцией. Гумуса в почве 3,1%, легкогидролизуемого азота – 155-165 мг/кг почвы (по Конфильду), подвижного фосфора – 85 (по Чирикову), обменного калия – 100 мг/кг почвы (по Чирикову). Агротехника – типичная для зоны.

Изучались сорта ярового ячменя Приазовский 9, Гетьман, допущенные к использованию в Северокавказском регионе, с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на гектар. Сорт Приазовский 9 зарегистрирован как пивоваренный.

Высевали обычным рядовым способом в начале апреля на фоне  $P_{45}K_{45}$  кг д.в., вносимого осенью перед вспашкой [1].

Стадии приготовления солода включали очистку и сортирование, до содержания влаги 45% замачивание при температуре воды 12-13°C, проращивали 18-19°C двое суток и поэтапно снижали на 1-2°C, чтобы в конце достигла 13-14°C. Влажность солода 44-45% должна быть достигнута в течение 6-7 суток. Затем в процессе сушки она снижается до 3,5-4%. Последней стадией является выдержка солода, при которой он созревает.

Для изучения пивоваренных свойств использовались стандартными методиками.

На каждой стадии определяли потери при солодоращении и в итоге суммировали данные.

Такие важные показатели как степень замачивания, потери солодоращения, содержание белка, экстрактивность на абсолютно сухое вещество, твердость солода, число Кольбаха, цветность и кислотность суслу определяли в отлежавшемся солоде в течение одного месяца.

**Результаты исследования.** Данные по изучению колосьев ячменя позволили оценить качественные показатели и пригодность его для проращивания и производства солода

пивоваренного. В таблице 1 представлены результаты исследования по свойствам, необходимым для пивоварения.

Качество зерна ячменя из колоса средней части у сорта Гетьман имело более высокие показатели по сравнению с верхней и нижней частями и достигало 94% по крупности и 47,5 г по массе 1000 зерен. Качество зерна ячменя из колоса нижней части меньше на

2,0% и 1,2 г, но по натурной массе и содержанию белка было выше и ниже по показателю экстрактивности. Качество зерна в верхней части колоса также уступало зерну из средней части. Оно обладало низкой крупностью и массой 1000 зерен. Такие важные показатели для пивоварения как содержание крахмала и экстрактивность также были меньше на 1,4 и 2,2%, соответственно [2, 3].

**Таблица 1.** Влияние местоположения зерна в колосе на пивоваренное качество ячменя

**Table 1.** Influence of location of grain in the ear on the brewing quality of barley

| Местоположение<br>зерна в колосе | Крупность,<br>% | Масса<br>1000 зерен,<br>г | Натура,<br>г/л | Содержание, % |          | Экстрак-<br>тивность,<br>% |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|---------------|----------|----------------------------|
|                                  |                 |                           |                | белка         | крахмала |                            |
| Сорт Гетьман                     |                 |                           |                |               |          |                            |
| Из нижней части                  | 91              | 46,3                      | 687            | 11,4          | 57,6     | 79,0                       |
| Из средней части                 | 94              | 47,5                      | 679            | 11,5          | 58,2     | 78,8                       |
| Из верхней части                 | 87              | 40,3                      | 666            | 11,4          | 56,8     | 76,6                       |
| НСР <sub>05</sub>                |                 | 3,18                      |                |               |          | 2,11                       |
| Сорт Приазовский 9               |                 |                           |                |               |          |                            |
| Из нижней части                  | 93              | 46,6                      | 689            | 11,2          | 58,0     | 78,6                       |
| Из средней части                 | 96              | 47,9                      | 681            | 11,0          | 59,6     | 79,8                       |
| Из верхней части                 | 89              | 40,7                      | 668            | 11,2          | 58,2     | 79,0                       |
| НСР <sub>05</sub>                |                 | 3,16                      |                |               |          | 2,09                       |

Сорт Приазовский 9 отличался более высокими показателями. Так, у него в средней части колоса отмечена крупность зерна, равная 96%, содержание крахмала составило более 59%, при содержании белка 11% и экс-

трактивности, т.е. количеству сухих веществ, перешедших в водный раствор, 79,8%.

На следующем этапе изучали качество солода из сорта ячменя Приазовский 9 [4–7] (табл. 2).

**Таблица 2.** Влияние местоположения зерна в колосе ячменя на качество солода (сорт Приазовский 9)

**Table 2.** Influence of grain location in barley spike on malt quality (variety Priazovsky 9)

| Местоположение зерна в колосе | Степень замачивания, % | Потери солодоращения, % | Экстрактивность солода, % |                |         | Выход муки грубого помола | Твердость солода, ед. Брабендера | Содержание белка в солоде, % | Число Кольбаха, % | Диастатическая сила, ед. Виндиша-Кольбаха | Время осахаривания, мин. | Цветность, см <sup>3</sup> р-ра йода/100 см <sup>3</sup> воды | Кислотность, см <sup>3</sup> р-ра NaOH/100 см <sup>3</sup> суслу |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|---------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                               |                        |                         | тонкого помола            | грубого помола | разница |                           |                                  |                              |                   |                                           |                          |                                                               |                                                                  |
| Из нижней части               | 42,7                   | 9,2                     | 78,5                      | 76,6           | 1,9     | 38,7                      | 591                              | 10,5                         | 39,3              | 260                                       | 10                       | 2,8                                                           | 1,2                                                              |
| Из средней части              | 42,6                   | 9,2                     | 78,3                      | 76,5           | 1,8     | 36,3                      | 633                              | 10,6                         | 35,7              | 213                                       | 7                        | 2,3                                                           | 1,1                                                              |
| Из верхней части              | 42,7                   | 10,4                    | 77,7                      | 74,9           | 2,8     | 33,9                      | 655                              | 11,0                         | 31,6              | 205                                       | 7                        | 2,3                                                           | 1,2                                                              |
| НСР <sub>05</sub>             |                        |                         |                           |                | 0,41    |                           |                                  | 0,45                         | 2,28              |                                           |                          |                                                               |                                                                  |

По качеству солода из ячменя со средней части отмечены лучшие показатели по полученной разнице в экстрактивности, что составило 1,8%, это минимальные значения, свидетельствующие о скорости растворения полученного солода [8]. Содержание белка в солоде составило 10,6%, что соответствует норме. Минимальное время осахаривания затора равно 7 минутам, как и у солода с верхней части колоса.

При сравнении качества солода из ячменя с верхней и нижней частей лучшими показателями отличался солод с нижней части, именно по показателям полученной разницы грубого и тонкого помолов и содержанию белка, что составило соответственно 1,9 и 10,5%.

В солоде из ячменя с верхней части колоса определены потери при солодоращении максимальные и равны 10,4%, разница в экстрактивности 2,8%, содержание белка 11% [9, 10]. Цветность и кислотность сусла на всех вариантах были в пределах нормы и изменялись незначительно.

**Выводы.** Высокие качественные показатели ячменя и солода отмечены у зерен со средней, затем нижней и в последнюю очередь верхней части. Также наблюдается ухудшение качества зерна от нижней к верхней части колоса. Качество зерна ячменя из колоса средней части у сорта Гетьман имело высокие показатели по сравнению с верхней и нижней частями. Из анализируемых сортов лучшими показателями отличился сорт ячменя Приазовский 9.

#### Список литературы

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Исмаилов А. Б., Мукайлов М. Д., Юсуфов Н. А., Мансуров Н. М. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений // Проблемы развития АПК региона. 2015. №1(21). С. 11–14.
3. Караульный Н. В., Николаев М. Е. Качество сортовых семян ячменя при интенсивной технологии выращивания // Зерновые культуры. 1991. № 11. С. 9–10.
4. Корневский В. И. Яровые по интенсивным технологиям в Белоруссии // Зерновые культуры. 1990. № 3. С. 36–38.
5. Крылов С. В., Черняев Н. Г., Баранов А. С., Черняев Н. Н. Поглощение воды и прорастание семян ярового ячменя и кукурузы, обработанных пленкообразующими веществами // Сборник научных трудов ТСХА. Москва, 1987. С. 70–76.
6. Куркиев К. У., Мукайлов М. Д., Джанбулатов М. А. Сравнительная характеристика сортов пшеницы и тритикале при выращивании в различных агро-экологических условиях Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2014. №2(18). С. 25–29.
7. Кутакова А. Р., Мошев Ф. Л., Трифонова С. Ю. Влияние сорта, нормы высева и минеральных удобрений на урожайность ячменя. В кн.: Приемы повышения урожайности зерновых культур. Пермь, 1987. С. 123–131.
8. Гончаров С. В., Федотов В. А., Матвеев И. В. и др. Пивоваренный ячмень: монография / Под ред. В. А. Федотова, С. В. Гончарова. Москва, 2015. 288 с.
9. Посыпанов Г. С., Долгодворов В. Е., Жеруков Б. Х. Растениеводство. Москва: Колос, 2006. 612 с.
10. Khokonova M. B., Adzieva A. A., Kashukoev M. V., Karashaeva A. S. Optimization of barley cultivation technology, providing improving the quality of grain for brewing // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10 (7). Pp. 1688–1690.

#### References

1. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
2. Ismailov A.B., Mukailov M.D., Yusufov N.A., Mansurov N.M. Efficiency of cultivation of winter wheat depending on the use of mineral fertilizer. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2015;1(21):11–14. (In Russ.)

3. Karaulny N.V., Nikolaev M.E. The quality of varietal barley seeds with intensive cultivation technology. *Zernovye kul'tury* [Grain crops]. 1991;(11):9–10. (In Russ.)
4. Korenevsky V.I. Spring crops according to intensive technologies in Belarus. *Zernovyye kul'tury* [Grain crops]. 1990;(3):36–38. (In Russ.)
5. Krylov S.V., Chernyaev N.G., Baranov A.S., Chernyaev N.N. Water absorption and germination of seeds of spring barley and corn treated with film-forming substances. *Sbornik nauchnih. trudov TSKHA* [Collection of scientific works of the Timiryazev Agricultural Academy]. 1987:70–76. (In Russ.)
6. Kurkiev K.U., Mukailov M.D., Dzhanbulatov M.A. Comparative characteristics of varieties of wheat and triticale when grown in different agro-ecological conditions of Dagestan. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2014;2(18):25–29. (In Russ.)
7. Kutakova A.R., Moshev F.L., Trifonova S.Yu. Influence of variety, seeding rate and mineral fertilizers on the yield of barley. *Priemy povysheniya urozhajnosti zernovykh kul'tur. Mezhdvuz. sb. nauch. tr. Permskij SKHI*. [Techniques for increasing the yield of grain crops, International collection of scientific papers. Perm Agricultural Institute.]. Perm', 1985. P. 123–131. (In Russ.)
8. Goncharov S.V., Fedotov V.A., Matveev I.V. [et al.] *Pivovarennyj yachmen'* [Brewing barley]: monograph. Moscow: OOO Syngenta, 2015. 288 p. (In Russ.)
9. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Zherukov B.Kh. *Rastenievodstvo* [Plant growing]. 2006. 612 p. (In Russ.)
10. Khokonova M.B., Adzieva A.A., Kashukoev M.V., Karashaeva A.S. Optimization of barley cultivation technology, providing improving the quality of grain for brewing. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018;10(7):1688–1690.

---

#### Сведения об авторе

**Хоконова Мадина Борисовна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

#### Information about the author

**Madina B. Khokonova** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technology production and processing of agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

---

*Статья поступила в редакцию 16.05.2022;  
одобрена после рецензирования 31.05.2022;  
принята к публикации 02.06.2022.*

*The article was submitted 16.05.2022;  
approved after reviewing 31.05.2022;  
accepted for publication 02.06.2022.*

Научная статья

УДК 633.16

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-32-37

## Влияние предшественников на фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна озимого ячменя

Мадина Борисовна Хоконова<sup>✉1</sup>, Руслан Абдулович Тиев<sup>2</sup>

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>✉1</sup>dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

<sup>2</sup>ruslantiev0@gmail.com

**Аннотация.** Целью исследования являлось изучение влияния различных предшественников на фитосанитарное состояние посевов озимого ячменя и его урожайность. Изучались сорта озимого ячменя Мастер, Михайло, Козырь, Добрыня 3, допущенные к использованию в Северокавказском регионе. Полученные данные показали, что озимый ячмень, особенно, его урожайность, сильно зависит от предшественников. Желательны те предшественники, которые рано освобождают поле и дают возможность для ранней подготовки почвы и проведения посева в оптимальные сроки. В качестве таких предшественников отмечены горох, картофель ранний и сам ячмень. Эти предшественники также увеличивают полевую всхожесть семян, что составило 71,8-79,4%, более низкие показатели получены по пропашным культурам, что составило 62,4-63,6%. Установлено, что лучшие технологические показатели, т.е. количество зерен и масса зерна колоса, и 1000 зерен после таких предшественников как горох и картофель получены больше на 11,7%; 2,0 и 14,5% соответственно, а те же показатели кукурузе на зерно и сахарной свекле были минимальные. Самые чистые посевы отмечены по предшественникам картофель ранний, кукуруза на зерно и горох. Меньшее развитие корневых гнилей было по предшественникам картофель ранний и горох, а по мучнистой росе кукуруза на зерно и горох. Максимальная урожайность получена по предшественнику горох, что составило 4,28 т/га у сорта озимого ячменя Мастер. Самая низкая урожайность отмечена по предшественнику кукуруза на зерно по всем рассматриваемым сортам. Исходя из всех показателей, лучшими предшественниками для озимого ячменя являются горох и картофель ранний.

**Ключевые слова:** озимый ячмень, сорта, предшественники, урожайность, засоренность посевов, полевая всхожесть

**Для цитирования.** Хоконова М. Б., Тиев Р. А. Влияние предшественников на фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна озимого ячменя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 32–37. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-32-37

Original article

## Influence of precursors on phytosanitary state of crops and yield of winter barley grain

Madina B. Khokonova<sup>✉1</sup>, Ruslan A. Tiev<sup>2</sup>

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030

<sup>✉1</sup>dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

<sup>2</sup>ruslantiev0@gmail.com



**Abstract.** The aim of the study was to study the effect of various predecessors on the phytosanitary condition of winter barley crops and its yield. The varieties of winter barley Master, Mikhailo, Kozyr, Dobrynya 3, approved for use in the North Caucasus region, were studied. The data obtained showed that winter barley, especially its yield, is highly dependent on its predecessors. Desirable are those predecessors that vacate the field early and provide an opportunity for early soil preparation and sowing at the optimum time. Peas, early potatoes and barley itself are noted as such precursors. These predecessors also increase the field germination of seeds, which amounted to 71.8-79.4%, lower rates were obtained for row crops, which amounted to 62.4-63.6%. It is established that the best technological indicators, ie the number of grains and the weight of the grain of the ear and 1000 grains after such precursors as peas and potatoes were obtained by 11.7%; 2.0 and 14.5%, respectively, and the same figures for corn for grain and sugar beet were minimal. The purest crops are marked by the predecessors of early potatoes, corn for grain and peas. The earlier development of root rot was the predecessor of early potatoes and peas, and the powdery mildew of corn is not grain and peas. The maximum yield was obtained from the predecessor of peas, which amounted to 4,28 t/ha in the winter barley variety Master. The lowest yield was observed in the predecessor of corn for grain in all considered varieties. Based on all indicators, the best precursors for winter barley are peas and early potatoes.

**Keywords:** winter barley, varieties, predecessors, productivity, weediness of crops, field germination

**For citation.** Khokonova M.B., Tiev R.A. Influence of precursors on phytosanitary state of crops and yield of winter barley grain. *Izvestija of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):32–37. (In Russ.) doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-32-37

**Введение.** Высокую урожайность пивоваренного ячменя можно получить при посеве его после пропашных культур, особенно удобренных. Если в качестве предшественника использовать сам ячмень, то он подходит и для яровых и для озимых культур, потому, что имеет небольшой вегетационный период развития, рано убирается и хорошо подходит многолетним травам в качестве покровной культуры.

Некоторые исследователи путем изучения предшественников ячменя определили, что более подходящими являются клевер и зернобобовые. Если рассматривать картофель в качестве предшественника, то он увеличивает урожайность на 29,6%.

**Целью исследования** являлось изучение влияния различных предшественников на фитосанитарное состояние посевов озимого ячменя и его урожайность.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Выращивание ячменя осуществляли в предгорной зоне на ЗАО НП «Чегем» Чегемского района КБР, а пивоваренные свойства определяли на ОАО «Халвичный завод «Нальчикский» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарского ГАУ в 2017-2020 гг.

Изучаемый участок представлял собой чернозем выщелоченный с нейтральной реакцией. Гумуса в почве 3,1%, легкогидролизуемого азота – 155-165 мг/кг почвы (по Конфильду), подвижного фосфора – 85 (по Чирикову), обменного калия – 100 мг/кг почвы (по Чирикову). Агротехника – типичная для зоны.

Поставленный опыт двухфакторный, рендомизированный методом расщепленных делянок, в четырехкратной повторности, учетная площадь делянки 55–56 м<sup>2</sup>, общая – 65–68 м<sup>2</sup>.

Исследовались сорта озимого ячменя Мастер, Михайло, Козырь, Добрыня 3, допущенные к использованию в Северокавказском регионе с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на гектар.

Высевали обычным рядовым способом в начале апреля на фоне Р<sub>45</sub>К<sub>45</sub> кг д.в., вносимого осенью перед вспашкой [1].

**Результаты исследования.** Полученные данные показали, что озимый ячмень, особенно его урожайность, сильно зависит от предшественников. Желательны те предшественники, которые рано освобождают поле и дают возможность для ранней подготовки почвы и проведения посева в оптимальные сроки [2, 3]. В качестве таких предшественников отмечены горох, картофель ранний и сам ячмень. Эти предшественники также уве-

личивают полевою всхожесть семян, что составило 71,8-79,4%, более низкие показатели получены по пропашным культурам, что составило 62,4-63,6% (табл. 1).

По предшественникам горох, ячмень и картофель ранний показатели по продуктивному стеблестоя самые высокие, что в среднем на 15,1% больше, чем по пропашным предшественникам, т.е. кукурузе на зерно. В целом лучшие технологические показатели, т.е. количество зерен в колосе, масса зерна с одного колоса и 1000 зерен после таких предшественников как горох и картофель ранний получены показатели, превышающие

на 11,7%; 2,0 и 14,5%, при сравнении с пропашными культурами. В этом случае, ячмень подходит различным группам предшественников по тем или иным технологическим свойствам [4]. По показателю продуктивности колоса по предшественнику ячмень получены самые низкие данные, а по всем остальным показателям всхожести и продуктивности побегов занимает второе место и уступает только гороху [5, 6]. На данные показатели оказывали большое влияние засоренность и зараженность посевов ячменя (табл. 2).

**Таблица 1.** Продуктивность сорта озимого ячменя Мастер в зависимости от предшественников  
**Table 1.** Productivity of winter barley variety Master depending on predecessors

| Предшественник    | Полевая всхожесть семян, % | Кол-во продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup> | Кол-во зерен в колосе, шт. | Масса 1000 зерен, г | Масса зерна с 1 колоса, г |
|-------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|
| Ячмень            | 72,6                       | 363                                             | 27                         | 36,3                | 0,83                      |
| Горох             | 79,4                       | 397                                             | 33                         | 37,9                | 1,25                      |
| Кукуруза на зерно | 62,4                       | 312                                             | 29                         | 36,8                | 1,06                      |
| Картофель ранний  | 71,8                       | 353                                             | 34                         | 37,2                | 1,26                      |
| Сахарная свекла   | 63,6                       | 318                                             | 31                         | 36,9                | 1,13                      |
| НСР <sub>05</sub> |                            | 12,17                                           |                            | 1,11                |                           |

**Таблица 2.** Влияние предшественников на фитосанитарное состояние посевов озимого ячменя (сорт Мастер)

**Table 2.** The influence of predecessors on the phytosanitary condition of winter barley crops (variety Master)

| Предшественник    | Кол-во сорняков, шт./м <sup>2</sup> | Корневые гнили, % |          | Мучнистая роса, % |          |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------|
|                   |                                     | распространение   | развитие | распространение   | развитие |
| Ячмень            | 42                                  | 20,2              | 13,4     | 38,6              | 15,8     |
| Горох             | 38                                  | 11,8              | 6,5      | 18,2              | 5,1      |
| Кукуруза на зерно | 38                                  | 12,0              | 6,6      | 17,9              | 5,7      |
| Картофель ранний  | 36                                  | 10,6              | 6,5      | 19,4              | 5,2      |
| Сахарная свекла   | 50                                  | 11,4              | 7,3      | 19,7              | 6,3      |

Полученные данные свидетельствуют, что при предшественнике ячмень наблюдаются самые засоренные посевы [7–9]. Кроме этого, на этом же предшественнике было больше корневых гнилей до 1,8 и болезней более в 2 раза, мучнистой росы отмечено увеличение до 2,8 раз, что в свою очередь повлияло на продуктивность (табл. 3).

Мы получили, что по предшественнику горох отмечается самая высокая урожайность, что повышает сбор зерна с 1 гектара на 42,9% и составляет максимум 4,28 т/га у сорта Мастер. Затем идет ранний картофель до 23,6% и озимый ячмень. Это было достигнуто за счет действия внесенных удобрений и ранней уборки картофеля [10, 11]. По предшест-

веннику сахарная свекла, которая убиралась позже всех, т.е. за 12 дней до посева ячменя, урожайность была меньше на 13,3%, чем по-

сле картофеля. Но и здесь было отмечено положительное последствие удобрений, внесенных под сахарную свеклу.

**Таблица 3.** Влияние предшественника на урожайность зерна сортов озимого ячменя, т/га  
**Table 3.** The influence of the predecessor on the grain yield of varieties of winter barley, t/he

| Предшественник    | Сорта  |         |        |           |
|-------------------|--------|---------|--------|-----------|
|                   | Мастер | Михайло | Козырь | Добрыня 3 |
| Ячмень            | 3,20   | 2,91    | 2,78   | 2,31      |
| Горох             | 4,28   | 4,17    | 4,08   | 3,49      |
| Кукуруза на зерно | 3,01   | 2,80    | 2,69   | 1,92      |
| Картофель ранний  | 3,60   | 3,61    | 3,50   | 3,12      |
| Сахарная свекла   | 3,02   | 3,20    | 3,21   | 2,62      |
| НСР <sub>05</sub> | 0,97   | 0,83    | 0,7    | 0,61      |

**Выводы.** Таким образом, лучшие технологические показатели, т.е. количество зерен и масса зерна колоса и 1000 зерен после таких предшественников как горох и картофель получены больше на 11,7%; 2,0 и 14,5% соответственно, а те же показатели кукурузы на зерно и сахарной свеклы были минимальные. Самые чистые посевы отмечены по предшественникам картофель ранний, кукуруза на зерно и горох. Меньшее развитие корневых гнилей было по предше-

ственникам картофель ранний и горох, а по мучнистой росе кукуруза на зерно и горох. Максимальная урожайность получена по предшественнику горох, что составило 4,28 т/га у сорта озимого ячменя Мастер. Самая низкая урожайность отмечена по предшественнику кукуруза на зерно по всем рассматриваемым сортам. Исходя из всех показателей, лучшими предшественниками для озимого ячменя являются горох и картофель ранний.

#### Список литературы

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Исмаилов А. Б., Мукайлов М. Д., Юсуфов Н. А., Мансуров Н. М. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений // Проблемы развития АПК региона, 2015. №1(21). С. 11–14.
3. Караульный Н. В., Николаев М. Е. Качество сортовых семян ячменя при интенсивной технологии выращивания // Зерновые культуры. 1991. № 11. С. 9–10.
4. Корневский В. И. Яровые по интенсивным технологиям в Белоруссии // Зерновые культуры. 1990. № 3. С. 36–38.
5. Крылов С. В., Черняев Н. Г., Баранов А. С., Черняев Н. Н. Поглощение воды и прорастание семян ярового ячменя и кукурузы, обработанных пленкообразующими веществами // Сб. научных трудов ТСХА. Москва, 1987. С. 70–76.
6. Куркиев К. У., Мукайлов М. Д., Джанбулатов М. А. Сравнительная характеристика сортов пшеницы и тритикале при выращивании в различных агро-экологических условиях Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2014. №2(18). С. 25–29.
7. Кутакова А. Р., Мошев Ф. Л., Трифонова С. Ю. Влияние сорта, нормы высева и минеральных удобрений на урожайность ячменя // Приемы повышения урожайности зерновых культур: межвуз. сб. науч. тр. Пермский СХИ. Пермь, 1987. С. 123–131.
8. Гончаров С. В., Федотов В. А., Матвеев И. В. и др. Пивоваренный ячмень: монография. Москва: ООО Сингента, 2015. 288 с.

9. Посыпанов Г. С., Долгодворов В. Е., Жеруков Б. Х. Растениеводство. Москва: Колос, 2006. 612 с.
10. Khokonova M. B., Adzieva A. A., Karashaeva A. S. Barley Corn Productivity and Quality in Relation to the Surface Slope // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2017. Vol. 8 (4). P. 884-889.
11. Khokonova M. B., Adzieva A. A., Kashukoev M. V., Karashaeva A. S. Optimization of barley cultivation technology, providing improving the quality of grain for brewing // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018. Vol. 10(7). Pp. 1688–1690.

### References

1. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
2. Ismailov A.B., Mukailov M.D., Yusufov N.A., Mansurov N.M. Efficiency of cultivation of winter wheat depending on the use of mineral fertilizer. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2015;1(21):11–14. (In Russ.)
3. Karaulny N.V., Nikolaev M.E. The quality of varietal barley seeds with intensive cultivation technology. *Zernovyye kul'tury* [Grain crops]. 1991;(11):9–10. (In Russ.)
4. Korenevsky V.I. Spring crops according to intensive technologies in Belarus. *Zernovyye kul'tury* [Grain crops]. 1990;3:36–38. (In Russ.)
5. Krylov S.V., Chernyaev N.G., Baranov A.S., Chernyaev N.N. Water absorption and germination of seeds of spring barley and corn treated with film-forming substances. *Sbornik nauchnih. trudov TSKHA* [Collection of scientific works of the Timiryazev Agricultural Academy]. 1987. Pp. 70–76. (In Russ.)
6. Kurkiev K.U., Mukailov M.D., Dzhambulatov M.A. Comparative characteristics of varieties of wheat and triticale when grown in different agro-ecological conditions of Dagestan. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2014;2(18):25–29. (In Russ.)
7. Kutakova A.R., Moshev F.L., Trifonova S.Yu. Influence of variety, seeding rate and mineral fertilizers on the yield of barley. *Priemy povysheniya urozhajnosti zernovykh kul'tur. Mezhev. sb. nauch. tr. Permskij SKHI*. [Techniques for increasing the yield of grain crops, International collection of scientific papers. Perm Agricultural Institute.]. Perm', 1985. P. 123–131. (In Russ.)
8. Goncharov S.V., Fedotov V.A., Matveev I.V. [et al.] *Pivovarennyy yachmen'* [Brewing barley]: monograph. Moscow: OOO Syngenta, 2015. 288 p. (In Russ.)
9. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Zherukov B.Kh. *Rastenievodstvo* [Plant growing]. 2006. 612 p. (In Russ.)
10. Khokonova M.B., Adzieva A.A., Karashaeva A.S. Barley Corn Productivity and Quality in Relation to the Surface Slope. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2017;8(4): 884–889.
11. Khokonova M.B., Adzieva A.A., Kashukoev M.V., Karashaeva A.S. Optimization of barley cultivation technology, providing improving the quality of grain for brewing. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018;10(7):1688–1690.

### Сведения об авторах

**Хоконова Мадина Борисовна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

**Тиев Руслан Абдулович** – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 751800

---

**Information about the authors**

**Khokonova Madina Borisovna** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of technology production and processing of agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

**Tiev Ruslan Abdulovich** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of technology production and processing of agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 751800

---

**Авторский вклад.** Авторы настоящего исследования непосредственно планировали, выполняли и анализировали данное исследование.

**Author's contribution.** The authors of this study directly planned, executed and analyzed this study.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 23.05.2022;  
одобрена после рецензирования 06.06.2022;  
принята к публикации 09.06.2022.*

*The article was submitted 23.05.2022;  
approved after reviewing 06.06.2022;  
accepted for publication 09.06.2022.*

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Научная статья

УДК 636.082

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-38-47

**Молочная продуктивность коров с разными формами наследования  
удоя и жирномолочности**

Рустам Заурбиевич Абдулхаликов<sup>✉1</sup>, Тимур Тазретович Тарчоков<sup>2</sup>,  
Заурбек Магомедович Айсанов<sup>3</sup>, Мадина Гамовна Тлейншева<sup>4</sup>

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>✉1</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

<sup>2</sup>ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

<sup>3</sup>Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>

<sup>4</sup>tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

**Аннотация.** В ходе проводимых в ООО «Агро-Союз» (Кабардино-Балкарская Республика, Чегемский район) исследований была поставлена цель изучить продуктивные особенности 69 коров-первотёлок голштинской чёрно-пёстрой породы, дочерей трех быков-производителей, в зависимости от форм наследования ими ведущих селекционных признаков молочной продуктивности (удой, жирномолочность), для определения которых использовалась новая методика, представляющая собой модифицированную версию широко используемой в селекционно-племенной работе с молочным скотом методики. В результате определения форм наследования удоя у подопытных коров-первотёлок установили, что наибольший удельный вес среди них приходился на животных с удоем, обусловленным такой формой наследования как регрессия матери (44,9%), наименьший удельный вес – на коров-первотёлок с удоем, обусловленным доминированием отца (7,3%). При определении форм наследования жирномолочности наблюдалась та же тенденция, как и при определении форм наследования удоя, то есть среди 69 коров-первотёлок больше всего было животных из группы регрессия матери (42,0%), а меньше всего – животных из группы доминирования отца (4,4%). Установленная разница между группами коров-первотёлок с разной формой наследования селекционного признака оказалась довольно существенной и достигала, в отдельных случаях, по удою за лактацию 2368 кг ( $p > 0,999$ ), по жирномолочности – 0,32% ( $p > 0,99$ ).

**Ключевые слова:** голштинская порода, бык-производитель, корова-первотёлка, удой, жирномолочность, наследование признака

**Для цитирования.** Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Айсанов З. М., Тлейншева М. Г. Молочная продуктивность коров с разными формами наследования удоя и жирномолочности // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 38–47. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-38-47

Original article

## Dairy productivity of cows with different forms of inheritance of milk yield and fat content

Rustam Z. Abdulkhalikov<sup>✉1</sup>, Timur T. Tarchokov<sup>2</sup>,  
Zaurbek M. Aisanov<sup>3</sup>, Madina G. Tleynsheva<sup>4</sup>

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>✉1</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

<sup>2</sup>ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

<sup>3</sup>Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>

<sup>4</sup>tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

**Annotation.** In the course of the research conducted at Agro-Soyuz LLC (Kabardino-Balkarian Republic, Chegemsky district), the goal was to study the productivity of 69 first-calf cows of the Gomitinsky black-and-white breed, the daughters of three breeding bulls, depending on the forms of inheritance or the leading breeding characteristics of dairy productivity (milk yield, fat content), for the definitions of which were used by a new methodology, which is a modified version of the methodology widely used in breeding work with dairy cattle. As a result of determining the forms of inheritance of milk yield in experimental first-calf cows, it was found that the largest share among them fell on animals with milk yield due to such a form of inheritance as regression of the mother (44.9%), the smallest share – on first-calf cows with milk yield due to the dominance of the father (7.3%). When determining the forms of inheritance of fat milk, the same trend was observed as when determining the forms of inheritance of milk yield, that is, among 659 first-heifer cows, the most animals were from the mother regression group (42%), and the least were animals from the father dominance group (4.4%). The established difference between groups of first-calf cows with different forms of inheritance of the breeding trait turned out to be quite significant and reached, in some cases, 2368 kg in milk yield per lactation ( $p > 0.999$ ), 0.32% in fat content ( $p > 0.99$ ).

**Keywords:** holstein breed, bull-sire, first calving cow, yield of milk, milk-fat, trait's heritability

**For citation.** Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Aisanov Z.M., Tleynsheva M.G. Dairy productivity of cows with different forms of inheritance of milk yield and fat content. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):38–47 (In Russ.).  
doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-38-47

**Введение.** Общеизвестно, что в животноводстве краеугольным камнем племенного подбора было и остается превосходство генетического потенциала используемых для воспроизводства производителей над генетическим потенциалом маточного поголовья.

В молочном скотоводстве, где основные селекционные признаки (удой, жирномолочность, белковомолочность) ограничены полом, косвенным показателем потенциальных генетических возможностей быка-производителя служат показатели продуктивности его ближайших женских предков – матери (М), матери отца (МО) и матери матери (ММ), на основе

которых рассчитывают родительский индекс быка (РИБ). Однако принято считать, что более точную характеристику генетического потенциала быка-производителя дают показатели молочной продуктивности его дочерей. При этом, чем большее количество дочерей было получено от данного быка-производителя, тем объективнее результаты его оценки по качеству потомства. В то же время, всегда следует помнить, что на результаты оценки по качеству потомства конкретного быка-производителя могут оказать влияние, по крайней мере, два фактора – сочетаемость его генотипа с генотипами маточного поголовья, на котором его ис-

пользовали (генетические факторы), и уровень кормообеспеченности молочного стада (паратипические факторы).

О сочетаемости генотипов быка-производителя и подобранных к нему коров можно судить не только по уровню молочной продуктивности полученного потомства, но и по удельному весу дочерей с разными формами наследования удоя и жирномолочности. Несомненно, наиболее удачной и предпочтительной считается генетическая сочетаемость родителей, дающая наибольший удельный вес потомков с такими формами наследования признака, как доминирование отца и сверхдоминирование.

В том случае, когда селекционер выявляет удачное сочетание генотипов родителей, приводящих к получению высокопродуктивного потомства, такой племенной подбор в перспективе можно повторить и с большой долей вероятности вновь получить такие же высокие показатели молочной продуктивности у коров-дочерей.

Следовательно, систематически проводимое определение форм наследования признаков молочной продуктивности позволяет, в случае необходимости, корректировать план племенного подбора быков-производителей к маточному поголовью, на что указывают многие исследователи, занимавшиеся этой проблемой [1–6].

**Цель исследования.** В ходе проводимых исследований была поставлена цель изучить продуктивные особенности коров-первотёлок голштинской чёрно-пёстрой породы, дочерей трех быков-производителей, в зависимости от форм наследования ими ведущих селекционных признаков молочной продуктивности (удой, жирномолочность), для определения которых использовалась новая методика, представляющая собой модифицированную версию широко используемой в селекционно-племенной работе с молочным скотом методики.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В генетике сельскохозяйственных животных выделяют пять форм наследования количественных признаков: доминирование матери, промежуточное наследование, доминирование отца, сверхдоминирование, регрессия, из которых первые три формы наследования обусловлены аддитивным действием, а последние две формы – неаддитивным действием генов.

Методика определения форм наследования удоя и жирномолочности у крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород была разработана Н.С. Колышкиной [7]. В таблице 1 приводятся формулы, используемые для определения форм наследования признаков молочной продуктивности по этой методике.

**Таблица 1.** Формулы определения форм наследования количественных признаков

**Table 1.** Formulas for determining inheritance forms quantitative signs

| Форма наследования признака | Формула определения формы наследования признака                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Промежуточное наследование  | Продуктивность дочери быка близка к полусумме родительского индекса быка и продуктивности матери дочери                                                                             |
| Доминирование отца          | Продуктивность дочери быка отклоняется от средней продуктивности отца и матери на одно среднее квадратическое отклонение и более к величине родительского индекса быка или равна ей |
| Доминирование матери        | Продуктивность дочери быка отклоняется от средней продуктивности отца и матери на одно среднее квадратическое отклонение и более к продуктивности матери или равна ей               |
| Сверхдоминирование          | Продуктивность дочери быка превышает продуктивность лучшего из родителей более, чем на одно среднее квадратическое отклонение                                                       |
| Регрессия                   | Продуктивность дочери быка уступает продуктивности худшего из родителей более, чем на одно среднее квадратическое отклонение                                                        |



Несмотря на то, что данная методика определения форм наследования удою и жирномолочности довольно широко используется в научных исследованиях по изучению особенностей наследования признаков молочной продуктивности крупного рогатого скота, у нее, на наш взгляд, имеются некоторые недостатки. В частности, в том случае, когда интервал между продуктивностью одного из родителей (отца или матери) и средней продуктивностью родителей меньше одного среднеквадратического отклонения возникают серьезные затруднения в определении к какой форме наследования относится продуктивность дочери: к промежуточному наследованию или же к доминированию одного из родителей (отца или матери).

Следующее противоречие рассматриваемой методики заключается в том, что при оп-

ределении таких форм наследования признаков молочной продуктивности, как сверхдоминирование и регрессия, не уточняется по отношению к какому из родителей (отцу или матери) они проявляются.

В результате, в группе дочерей, у которых проявилось, к примеру, сверхдоминирование, могут оказаться животные со сверхдоминированием по отношению к отцу и сверхдоминированием по отношению к матери, в зависимости от того, кто из двух родителей был более высокопродуктивным (лучшим). Объединять этих дочерей в одну группу, с последующим расчетом их средней продуктивности, – грубейшая методическая ошибка.

Учитывая наличие указанных недостатков, мы внесли коррективы в методику определения форм наследования признаков молочной продуктивности (табл. 2).

**Таблица 2.** Откорректированные формулы определения форм наследования удою и жирномолочности  
**Table 2.** Corrected formulas for determining the forms of inheritance of milk yield and fat content

| Форма наследования признака и условное обозначение          | Формула определения формы наследования признака                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Промежуточное наследование, Пн                              | Продуктивность дочери быка отклоняется в сторону уменьшения или увеличения от средней продуктивности родителей не более, чем на одну четверть разности продуктивности родителей                                                                                                         |
| Доминирование отца (лучший из родителей), До ( $O > M$ )    | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности отца (родительский индекс быка) в сторону уменьшения менее, чем на одну четверть разности продуктивности родителей, и в сторону увеличения – не более, чем на одну четверть разности продуктивности отца и средней по стаду    |
| Доминирование отца (худший из родителей), До ( $O < M$ )    | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности отца (родительский индекс быка) в сторону увеличения не более, чем на одну четверть разности продуктивности родителей, и в сторону уменьшения – не более, чем на одну четверть разности продуктивности отца и средней по стаду |
| Доминирование матери (лучшая из родителей), Дм ( $M > O$ )  | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности матери в сторону уменьшения менее, чем на одну четверть разности продуктивности родителей, и в сторону увеличения, – не более, чем на одну четверть разности продуктивности матери и средней по стаду                          |
| Доминирование матери (худшая из родителей), Дм ( $M < O$ )  | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности матери в сторону увеличения не более, чем на одну четверть разности продуктивности родителей, и в сторону уменьшения, – не более, чем на одну четверть разности продуктивности матери и средней по стаду                       |
| Сверхдоминирование отца (отец лучше матери), Со ( $O > M$ ) | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности отца (родительский индекс быка) в сторону увеличения, более чем на одну четверть разности продуктивности отца и средней по стаду                                                                                               |
| Сверхдоминирование матери (мать лучше отца), См ( $M > O$ ) | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности матери в сторону увеличения более, чем на одну четверть разности продуктивности матери и средней по стаду                                                                                                                      |
| Регрессия отца (отец хуже матери), Ро ( $O < M$ )           | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности отца (родительский индекс быка) в сторону уменьшения, более чем на одну четверть разности продуктивности отца и средней по стаду                                                                                               |
| Регрессия матери (мать хуже отца), Рм ( $M < O$ )           | Продуктивность дочери быка отклоняется от продуктивности матери в сторону уменьшения более, чем на одну четверть разности продуктивности матери и средней по стаду                                                                                                                      |

Следует отметить, что сверхдоминирование матери и регрессия отца имеют место только в том случае, когда продуктивность матери коровы превышает продуктивность (родительский индекс быка) ее отца. Такое явление очень часто наблюдается по жирномолочности и практически не наблюдается по удою, так как основное правило племенного подбора, проводимого в молочном скотоводстве, основывается на превосходстве по развитию этого признака, быка-производителя над коровами, на которых его используют.

Исследования по апробации корректированной методики определения форм наследования удоя и жирномолочности крупного рогатого скота проводили в ООО «Агро-Союз» (Кабардино-Балкарская Республика, Чегемский район) на 69 дочерях трех голштинских быков-производителей – Мейхем 6588855, Бад 140288991 и Пропер 65472563.

Дата отёла у отобранных для исследований коров-первотёлок голштинской чёрно-пёстрой породы приходилась на февраль-апрель 2021 года, с разницей в пределах 90 дней.

Родительский индекс быка (РИБ) по удою и жирномолочности отцов коров-первотёлок рассчитывали по формуле Н.А. Кравченко [8].

Биометрическую обработку первичного материала осуществляли методом вариационной статистики [9, 10].

**Результаты исследования.** Применение корректированной методики определения форм наследования признаков молочной продуктивности на поголовье 69 коров-первотёлок голштинской чёрно-пёстрой породы привело к их дифференциации по удою за лактацию, жирномолочности и количеству молочного жира (табл. 3–6).

**Таблица 3.** Молочная продуктивность коров-первотёлок с разной формой наследования удоя  
**Table 3.** Milk productivity of first-calf cows with different forms of milk yield

| Форма наследования удоя<br>и условное обозначение     | Количество |      | Удой, кг  | Жирно-молочность, % | Молочный жир, кг |
|-------------------------------------------------------|------------|------|-----------|---------------------|------------------|
|                                                       | голов      | %    |           |                     |                  |
| Промежуточное наследование, Пн                        | 10         | 14,5 | 8521±482  | 3,93±0,05           | 334,9±20,1       |
| Доминирование отца (лучший из родителей), До (O>M)    | 5          | 7,3  | 9380±773  | 3,89±0,08           | 364,9±31,5       |
| Доминирование отца (худший из родителей), До (O<M)    | -          | -    | -         | -                   | -                |
| Доминирование матери (лучшая из родителей), Дм (M>O)  | -          | -    | -         | -                   | -                |
| Доминирование матери (худшая из родителей), Дм (M<O)  | 8          | 11,6 | 8002±523  | 3,97±0,07           | 317,7±20,5       |
| Сверхдоминирование отца (отец лучше матери), Со (O>M) | 15         | 21,7 | 10189±471 | 3,68±0,04           | 375,0±17,3       |
| Сверхдоминирование матери (мать лучше отца), См (M>O) | -          | -    | -         | -                   | -                |
| Регрессия отца (отец хуже матери), Ро (O<M)           | -          | -    | -         | -                   | -                |
| Регрессия матери (мать хуже отца), Рм (M<O)           | 31         | 44,9 | 7821±255  | 3,84±0,03           | 300,3±9,2        |

В ходе определения форм наследования удоя у дочерей трех быков-производителей установили, что наибольший удельный вес среди них приходился на животных с удоём, обусловленным такой формой наследования как регрессия матери (44,9%), наименьший удельный вес – на коров-

первотёлок с удоём, обусловленным доминированием отца (7,3%). При этом, коэффициент ранговой корреляции Спирмена между удоём и жирномолочностью, равный – 0,40, указывает на обратную умеренную взаимосвязь ведущих селекционных признаков молочной продуктивности.

**Таблица 4.** Различия показателей молочной продуктивности коров-первотёлок  
с разными формами наследования удоя**Table 4.** Differences in indicators of milk productivity of first-calf cows  
with different forms of milk yield inheritance

| Показатель<br>молочной<br>продуктивности | Форма<br>наследования | Форма наследования удоя |             |             |                     |                     |
|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|
|                                          |                       | Пн                      | До<br>(O>M) | Дм<br>(M<O) | Со<br>(O>M)         | Рм<br>(M<O)         |
| Удой за лактацию,<br>кг                  | Пн                    | -                       | 859         | 519         | 1668 <sup>x</sup>   | 700                 |
|                                          | До (O>M)              | -                       | -           | 1378        | 809                 | 1559                |
|                                          | Дм (M<O)              | -                       | -           | -           | 2187 <sup>xx</sup>  | 181                 |
|                                          | Со (O>M)              | -                       | -           | -           | -                   | 2368 <sup>xxx</sup> |
| Жирномолочность,<br>%                    | Пн                    | -                       | 0,04        | 0,04        | 0,25 <sup>xxx</sup> | 0,09                |
|                                          | До (O>M)              | -                       | -           | 0,08        | 0,21 <sup>x</sup>   | 0,05                |
|                                          | Дм (M<O)              | -                       | -           | -           | 0,29 <sup>x</sup>   | 0,13                |
|                                          | Со (O>M)              | -                       | -           | -           | -                   | 0,16 <sup>xx</sup>  |
| Молочный жир,<br>кг                      | Пн                    | -                       | 30,0        | 17,2        | 40,1                | 34,6                |
|                                          | До (O>M)              | -                       | -           | 47,2        | 10,1                | 64,6 <sup>x</sup>   |
|                                          | Дм (M<O)              | -                       | -           | -           | 57,3 <sup>x</sup>   | 17,4                |
|                                          | Со (O>M)              | -                       | -           | -           | -                   | 74,7 <sup>xxx</sup> |

Примечание: <sup>x</sup> –  $p > 0,95$ ; <sup>xx</sup> –  $p > 0,99$ ; <sup>xxx</sup> –  $p > 0,999$ .

Сравнительный анализ групп коров-первотёлок с разной формой наследования удоя (табл. 4) показал, что по удою за лактацию наиболее существенные и статистически достоверные различия были между группами сверхдоминирования отца и промежуточного наследования (1668 кг,  $p > 0,95$ ), группами сверхдоминирования отца и доминирования матери (2187 кг,  $p > 0,99$ ) и группами сверхдоминирования отца и регрессии матери (2368 кг,  $p > 0,999$ ). В остальных случаях сравнения установленные различия находились в пределах от 181 до 1559 кг и были статистически не достоверны ( $p < 0,95$ ).

По жирномолочности наиболее значительные статистически достоверные различия наблюдались при сравнении группы сверхдоминирования отца с остальными группами – от 0,16 до 0,29% ( $p > 0,95$ – $0,999$ ).

Превосходство по количеству молочного жира коров-первотёлок из группы сверхдоминирования отца над животными из групп доминирования матери и регрессии матери было статистически достоверным и составило, соответственно, 57,3 кг ( $p > 0,95$ ) и 74,7 кг ( $p > 0,999$ ). Животные из группы доминирования отца также статистически достоверно

превосходили по выходу молочного жира за лактацию сверстниц из группы регрессии матери на 64,6 кг ( $p > 0,95$ ). В то же время, различия между сравниваемыми группами коров-первотёлок по этому показателю в остальных случаях сравнения оказались статистически не достоверными ( $p < 0,95$ ).

При определении форм наследования жирномолочности у 69 коров-первотёлок установили, что среди них больше всего было животных из группы регрессии матери (42%), а меньше всего – животных из группы доминирования отца (4,4%).

Из сравнения между собой, по показателям молочной продуктивности пяти групп коров-первотёлок (табл. 6) видно, что по удою за лактацию различия находятся в довольно широких пределах от 336 до 1858 кг, но при этом во всех случаях сравнения разница статистически не достоверна ( $p < 0,95$ ).

Что касается жирномолочности, то статистически достоверные различия по этому признаку наблюдались при сравнении коров-первотёлок из группы регрессии матери с животными из других четырех групп (0,09–0,32%,  $p > 0,95$ – $0,99$ ).

**Таблица 5.** Молочная продуктивность коров-первотёлок  
с разной формой наследования жирномолочности  
**Table 5.** Milk productivity of first-calf cows with different forms  
of inheritance of fat content

| Форма наследования удоя<br>и условное обозначение        | Количество |      | Удой,<br>кг | Жирномо-<br>лочность, % | Молочный<br>жир, кг |
|----------------------------------------------------------|------------|------|-------------|-------------------------|---------------------|
|                                                          | голов      | %    |             |                         |                     |
| Промежуточное наследование, Пн                           | 8          | 11,6 | 8213±512    | 3,96±0,08               | 35,2±21,1           |
| Доминирование отца<br>(лучший из родителей), До(О>М)     | 3          | 4,4  | 7118±869    | 4,07±0,12               | 289,7±34,8          |
| Доминирование отца<br>(худший из родителей), До(О<М)     | -          | -    | -           | -                       | -                   |
| Доминирование матери<br>(лучшая из родителей), Дм (М>О)  | -          | -    | -           | -                       | -                   |
| Доминирование матери<br>(худшая из родителей), Дм (М<О)  | 24         | 34,8 | 8549±301    | 3,84±0,03               | 328,3±11,3          |
| Сверхдоминирование отца<br>(отец лучше матери), Со (О>М) | -          | -    | -           | -                       | -                   |
| Сверхдоминирование матери<br>(мать лучше отца), См (М>О) | -          | -    | -           | -                       | -                   |
| Регрессия отца (отец хуже матери),<br>Ро (О<М)           | 5          | 7,2  | 7784±698    | 3,97±0,09               | 309,0±25,5          |
| Регрессия матери (мать хуже отца),<br>Рм (М<О)           | 29         | 42,0 | 8976±287    | 3,75±0,02               | 336,6±10,7          |

**Таблица 6.** Различия показателей молочной продуктивности коров-первотёлок  
с разными формами наследования жирномолочности  
**Table 6.** Differences in indicators of milk productivity of first-calf cows  
with different forms of inheritance of fat content

| Показатель<br>молочной<br>продуктивности | Форма<br>наследования | Форма наследования удоя |             |             |             |                    |
|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
|                                          |                       | Пн                      | До<br>(О>М) | Дм<br>(М<О) | Ро<br>(О<М) | Рм<br>(М<О)        |
| Удой за лактацию,<br>кг                  | Пн                    | -                       | 1095        | 336         | 429         | 763                |
|                                          | До (О>М)              | -                       | -           | 1431        | 666         | 1858               |
|                                          | Дм (М<О)              | -                       | -           | -           | 765         | 427                |
|                                          | Ро (О<М)              | -                       | -           | -           | -           | 1192               |
| Жирномолочность,<br>%                    | Пн                    | -                       | 0,11        | 0,12        | 0,01        | 0,21 <sup>x</sup>  |
|                                          | До (О>М)              | -                       | -           | 0,23        | 0,10        | 0,32 <sup>xx</sup> |
|                                          | Дм (М<О)              | -                       | -           | -           | 0,13        | 0,09 <sup>x</sup>  |
|                                          | Ро (О<М)              | -                       | -           | -           | -           | 0,22 <sup>x</sup>  |
| Молочный жир,<br>кг                      | Пн                    | -                       | 35,5        | 3,1         | 16,2        | 11,4               |
|                                          | До (О>М)              | -                       | -           | 38,6        | 19,3        | 46,9               |
|                                          | Дм (М<О)              | -                       | -           | -           | 19,3        | 8,3                |
|                                          | Ро (О<М)              | -                       | -           | -           | -           | 27,6               |

Примечание: <sup>x</sup> – p>0,95; <sup>xx</sup> – p>0,99.

По количеству молочного жира, произведенного за лактацию, группы животных с разными формами наследования жирномолочности статистически достоверных различий не имели (p<0,95), хотя в отдельных случаях разница достигала 46,9 кг.

Новую скорректированную методику определения форм наследования ведущих селекционных признаков молочной продуктивности можно успешно применять при проведении оценки по качеству потомства быков-производителей молочных и молочно-мясных пород.

**Выводы.** Апробация новой скорректированной методики определения форм наследования удоя и жирномолочности показала дос-

точно высокую эффективность ее применения. Установленная в ходе проведения исследований разница между группами коров-первотёлок голштинской чёрно-пёстрой породы с разной формой наследования признака оказалась довольно существенной и достигала в отдельных случаях по удою за лактацию 2368 кг ( $p > 0,999$ ), по жирномолочности – 0,32% ( $p > 0,99$ ).

### Список литературы

1. Завертяев Б. П. Генетические методы оценки племенных качеств молочного скота. Ленинград: Агропромиздат, 1986. 256 с.
2. Эйсер Ф.Ф. Племенная работа с молочным скотом. Москва: Агропромиздат, 1986. 184 с.
3. Айсанов З. М. Формы наследования признаков молочной продуктивности у дочерей голштинских быков-производителей // Материалы юбилейной конференции, посвященной 20-летию Кабардино-Балкарской ГСХА, 2001. С. 17–19.
4. Гавриленко В. П., Бушова Г. А. Оценка и использование быков-производителей при создании племенных стад в молочном скотоводстве // Материалы Международной научно-практической конференции. Ульяновск, 2009. Том II. Ч.1. С. 143–146.
5. Гавриленко В. П., Бушова Г. А. Генетические факторы, их роль в селекции молочного скота // Вестник Ульяновской ГСХА. 2010. №1. С. 36–39.
6. Гавриленко В. П., Бушова Г. А. Наследование удоя и содержания жира в молоке при подборе в молочном скотоводстве // Вестник Ульяновской ГСХА. 2011. №1(13). С. 50–52.
7. Боев М. М., Бибилова Э. И., Колышкина Н. С. Селекция симментальского скота по молочной продуктивности. Москва: Агропромиздат, 1987. 174 с.
8. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1973. 486 с.
9. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 256 с.
10. Меркурьева Е. К., Шангин-Березовский Г. Н. Генетика с основами биометрии. Москва: Колос, 1983. 400 с.

### References

1. Zavertyaev B.P. *Geneticheskie metody otsenki plemennykh kachestv molochnogo skota* [Genetic methods for assessing the breeding qualities of dairy cattle]. Leningrad: Agropromizdat. 1986. 256 p. (In Russ.)
2. Eisner F.F. *Plemennayarabota s molochnym skotom* [Breeding work with dairy cattle]. Moscow: Agropromizdat. 1986. 184 p. (In Russ.)
3. Aisanov Z.M. Forms of inheritance of signs of dairy productivity in the daughters of Holstein bulls-producers. *Materialy yubilejnoj konferentsii, posvyashchennoj 20-letiyu Kabardino-Balkarskoj GSKhA* [Materials of the jubilee conference dedicated to the 20th anniversary of the Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy]. 2001. Pp. 17–19. (In Russ.)
4. Gavrilenko V.P., Bushova G.A. Evaluation and use of breeding bulls in the creation of breeding herds in dairy cattle breeding. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Materials of the International Scientific and Practical Conference]. Ulyanovsk, 2009. Vol. II. Part 1. Pp. 143–146. (In Russ.)
5. Gavrilenko V.P., Bushova G.A. Genetic factors, their role in the breeding of dairy cattle. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2010;(1):36–39. (In Russ.)
6. Gavrilenko V.P., Bushova G.A. Inheritance of milk yield and fat content in milk during selection in dairy cattle breeding. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2011;1(13):50–52. (In Russ.)
7. Boev M.M., Bibikova E.I., Kolyshkina N.S. *Seleksiya simmental'skogo skota po molochnoj produktivnosti* [Selection of Simmental cattle for milk productivity]. Moscow: Agropromizdat. 1987. 174 p. (In Russ.)

8. Kravchenko N.A. *Razvedenie sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh* [Breeding of farm animals]. Moscow: Kolos. 1973. 486 p. (In Russ.)
9. Plokhinskiy N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* [Guide to biometrics for zootechnicians]. Moscow: Kolos. 1969. 256 p. (In Russ.)
10. Merkureva E.K., Shangin-Berezovskiy G.N. *Genetika s osnovami biometrii* [Genetics with the basics of biometrics]. Moscow: Kolos. 1983. 400 p. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Абдулхаликов Рустам Заурбиевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

**Тарчоков Тимур Тазретович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9472-0334, Author ID: 448712, Scopus ID: 57193828145, Researcher ID: AAB-9723-2020

**Айсанов Заурбек Магометович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7672-6909, Author ID: 255979, Scopus ID: 57212190248, Researcher ID: AAB-9728-2020

**Тлейншева Мадина Гамовна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8132-9790, Author ID: 425125, Scopus ID: 57212198660, Researcher ID: AAB-9714-2020

#### Information about the authors

**Rustam Z. Abdulkhalikov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

**Timur T. Tarchokov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9472-0334, Author ID: 448712, Scopus ID: 57193828145, Researcher ID: AAB-9723-2020

**Zaurbek M. Aisanov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Science and veterinary and sanitary expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7672-6909, Author ID: 255979, Scopus ID: 57212190248, Researcher ID: AAB-9728-2020

**Madina G. Tleynsheva** – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8132-9790, Author ID: 425125, Scopus ID: 57212198660, Researcher ID: AAB-9714-2020

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 11.05.2022;  
одобрена после рецензирования 26.05.2022;  
принята к публикации 30.05.2022.*

*The article was submitted 11.05.2022;  
approved after reviewing 26.05.2022;  
accepted for publication 30.05.2022.*

Научная статья

УДК 636.5

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-48-54

## **Влияние использования природного стимулятора роста растительного происхождения на продуктивность бройлеров кросса «Росс-308»**

**Астемир Сергеевич Дудуев<sup>✉1</sup>, Рустам Заурбиевич Абдулхаликов<sup>2</sup>**

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>✉1</sup>duduev2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7046-8539>

<sup>2</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

**Аннотация.** В ходе проведенных в условиях Общества с ограниченной ответственностью «Велес-Агро» (Кабардино-Балкарская Республика, Прохладненский район) научно-хозяйственного опыта и производственной проверки была поставлена цель: изучить продуктивность и качество мяса бройлеров при использовании природного стимулятора роста растительного происхождения «Кифей Поултри» в качестве кормовой добавки. Объектом исследования были цыплята-бройлеры кросса «Росс-308». В процессе проведения научного опыта и производственной проверки были изучены показатели продуктивности, мясное качество, а также экономические показатели производства мяса бройлеров. Были использованы зоотехнические, биометрические и экономические метододики исследования. В результате проведенного исследования было установлено, что применение стимулятора роста «Кифей Поултри» в составе корма способствовало тому, что бройлеры экспериментальной группы имели живую массу на 7,7% ( $P \leq 0,001$ ) больше, чем контроль. Сохранность экспериментальной группы была на 2,0% выше. Индекс продуктивности у опытных цыплят составил 428 единиц, что на 16,3% больше, чем у контрольных. Затраты корма на единицу прироста у бройлеров опытной группы были на 6,9% ниже. У бройлеров экспериментальной группы показатель: выход мяса после убоя был на 7,0%, выход тушек 1 категории на 5,0% больше в сравнении с контролем. Производственная проверка результатов опыта позволила удостовериться в том, что использование препарата «Кифей Поултри» на птице в промышленном объеме также позволило увеличить продуктивность и мясное качество бройлеров. При этом уровень рентабельности нового варианта составляет 4,7% в сравнении с базовым вариантом напольного выращивания.

**Ключевые слова:** бройлеры, стимуляторы роста, кормовые добавки, продуктивность, мясное качество, кросс «Росс-308»

**Для цитирования.** Дудуев А. С., Абдулхаликов Р. З. Влияние использования природного стимулятора роста растительного происхождения на продуктивность бройлеров кросса «Росс-308» // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 48–54. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-48-54

Original article

## **The influence of the use of a growth stimulant of plant origin on the productivity of broiler chickens of the "Ross-308" cross**

**Astemir S. Duduev<sup>✉1</sup>, Rustam Z. Abdulkhalikov<sup>2</sup>**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>✉1</sup>duduev2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7046-8539>

<sup>2</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>



**Annotation.** In the course of the scientific and economic experience and production check carried out in the conditions of the Veles-Agro Limited Liability Company (Kabardino-Balkarian Republic, Prokhladnensky district), the goal was to study the productivity and quality of broiler meat using a natural plant growth stimulant of titelnogo origin "Kifey Poultry" as a feed additive. The object of the study were chickens-broilers of the cross "Ross-308". In the process of conducting scientific experience and production testing, productivity indicators, meat qualities, as well as economic indicators of broiler meat production were studied. Zootechnical, biometric and economic research methods were used. As a result of the study, it was found that the use of the growth stimulator "Kifei Poultry" in the feed composition contributed to the fact that the broilers of the experimental group had a live weight of 7.7% ( $P \leq 0.001$ ) more than the control. The safety of the experimental group was 2.0% higher. The productivity index of the experimental chickens was 428 units, which is 16.3% more than the control. Feed costs per unit of growth in broilers of the experimental group were 6.9% lower. In broilers of the experimental group, the indicator: the yield of meat after slaughter was 7.0%, the yield of carcasses of the 1st category was 5.0% more in comparison with the control. The production verification of the results of the experiment made it possible to make sure that the use of the "Kifey Poultry" preparation on poultry on an industrial scale also made it possible to increase the productivity and meat quality of broilers. At the same time, the level of profitability of the new variant is 4.7% in comparison with the basic variant of floor cultivation.

**Keywords:** broilers, growth stimulants, feed additives, productivity, meat quality, "Ross-308" cross

**For citation.** Duduev A.S., Abdulkhalikov R.Z. The influence of the use of a growth stimulant of plant origin on the productivity of broiler chickens of the "Ross-308" cross. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):48–54. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-48-54

**Введение.** В настоящее время поиск способов, позволяющих максимально реализовать генетический потенциал бройлеров, является приоритетным направлением развития современного мясного птицеводства. Наряду с условиями выращивания, использования технологических приемов, важным фактором, способствующим достижению генетически обусловленной продуктивности птицы, является научно обоснованное использование биологически активных кормовых добавок [1, 2].

Многие препараты растительного происхождения представляют собой биологически активные кормовые добавки. Растительные кормовые добавки представляют собой активные вещества растительного происхождения, добавляемые в рационы животных и птицы в оптимальных дозах с целью повышения поедаемости и переваримости корма, здоровья кишечника и продуктивности. Эти препараты имеют достаточно широкий спектр биоактивного действия [4, 6].

Вместе с тем, для бизнеса, занимающегося производством мяса бройлеров важно, чтобы наряду с применением биологически активных кормовых добавок, а следовательно, уве-

личением себестоимости комбикормов не снижался уровень рентабельности. Данный эффект возможен в том случае, если кормовые добавки будут способствовать значительному повышению продуктивности и сохранности поголовья птицы. При этом, когда исследователи выявляют оптимальные дозы кормовых добавок, приводящие к высокой продуктивности у бройлеров, полученные результаты в дальнейшем позволяют расширить не только научную информацию о влиянии препаратов на те или иные показатели, но и способствуют разработке рекомендаций производству [3, 5].

Таким образом, актуальной задачей для интенсивного мясного промышленного птицеводства является изучение влияния применения альтернативных кормовых источников, стимулирующих продуктивность бройлеров, что подтверждается результатами исследований ученых и практиков, занимающихся данной проблемой [7, 9, 10, 11].

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования было определение эффективности применения природного стимулятора роста растительного происхождения «Кифей Пуолтри» в качестве кормовой добавки в

комбикорм и его влияния на продуктивность бройлеров.

Для достижения этой цели были установлены задачи исследования влияния кормовой добавки «Кифей Поултри» на такие показатели, как: живая масса, сохранность, затраты корма на один килограмм прироста бройлеров, индекс продуктивности, убойный выход и выход тушек 1 категории.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования были проведены в условиях Общества с ограниченной ответственностью «Велес-Агро» Прохладненского района Кабардино-Балкарской Республики (ООО «Велес-Агро»). Объектом исследования были цыплята-бройлеры кросса «Росс-308».

Научный опыт проводили по схеме (табл. 1).

**Таблица 1.** Схема научного опыта  
**Table 1.** Scheme of scientific experience

| Период, дней | Группа      |                                        |
|--------------|-------------|----------------------------------------|
|              | контрольная | опытная                                |
| 0–11         | ОР*         | ОР + «Кифей Поултри»<br>2 кг/т корма   |
| 12–22        | ОР          | ОР + «Кифей Поултри»<br>1,5 кг/т корма |
| 23–42        | ОР          | ОР + «Кифей Поултри»<br>1 кг/т корма   |

*Примечание:* ОР\* – основной рацион комбикорма.

В рацион кормления птицы был добавлен стимулятор роста растительного происхождения «Кифей Поултри» производства «Виньяк Ингридиентс» (Индия). Комбикорма задавали в гранулированном виде: в течение первых 10 дней жизни цыплят питательностью 300 ккал обменной энергии на 100 грамм (корм «Старт»); с 11 по 22 день жизни бройлеров питательность составляла 310 ккал обменной энергии на 100 грамм (корм «Рост»); с 23 по 42 день жизни – 320 ккал обменной энергии на 100 грамм цыплят (корм «Финиш»).

Цыплятам опытной группы с суточного возраста до 11 дней жизни скармливали наряду с основным рационом комбикорма природный стимулятор роста растительного происхождения «Кифей Поултри» в количестве 2 кг/т корма, затем до 22 дней основной раци-

он с кормовой добавкой 1,5 кг/т корма и с 23 дней до 42 дневного возраста – 1 кг/т корма. Экспериментальную группу цыплят сравнивали с контрольной, которым скармливали базовый комбикорм. Бройлеров выращивали в идентичных птичниках на глубокой подстилке с использованием технологического оборудования фирмы «Big Dutchman».

Для формирования эмпирического материала и ее дальнейшей обработки и анализа, создали опытную и контрольную группы в количестве 100 голов. Нагрузка на 1 ниппель составляла 10 гол., на производственную площадь пола – 16 гол./м<sup>2</sup>, фронт кормления – 2,5 см/гол. Технологические параметры выращивания бройлеров сравниваемых групп, а также лечебно-профилактические мероприятия были идентичны и соответствовали паспорту кросса «Росс-308».

Для установления эффективности применения препарата «Кифей Поултри» в условиях ООО «Велес-Агро», где применяется напольная технология выращивания, провели производственную проверку. Были отведены два птичника по 30000 суточных цыплят-бройлеров в каждой, где в базовом варианте не применялся препарат «Кифей Поултри», а в новом варианте применялся стимулятор роста в соответствии с научно-хозяйственным опытом (табл. 1).

Во время проведения научного опыта и хозяйственного внедрения результатов эксперимента определяли значения таких показателей, как: живая масса, среднесуточный прирост живой массы, сохранность поголовья, затраты корма на 1 кг прироста живой массы, индекс продуктивности, убойный выход, выход тушек 1 категории, себестоимость, цену реализации и рентабельность производства 1 кг мяса бройлеров.

Биометрическую обработку полученных данных осуществляли методом вариационной статистики [8].

**Результаты исследования.** Результаты научного опыта показали, что в группе, где применялся естественный стимулятор роста «Кифей Поултри» живая масса бройлеров была достоверна на 7,7% ( $P \leq 0,001$ ) выше, чем контроль (табл. 2).

У птицы экспериментальной группы среднесуточный прирост живой массы был на 7,9% выше, чем в контрольной группе.

**Таблица 2.** Продуктивные показатели и мясные качества бройлеров  
(возраст 6 недель;  $M \pm m$ ;  $n=100$ )**Table 2.** Productive indicators and meat quality of broilers  
(age 6 weeks;  $M \pm m$ ;  $n=100$ )

| Показатели                            | Группа научного опыта |             |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|
|                                       | контрольная           | опытная     |
| Живая масса в возрасте 1 сут, г       | 43±0,18               | 43±0,16     |
| Живая масса в конце выращивания, г    | 2710±25,16            | 2920±20,85* |
| Среднесуточный прирост живой массы, г | 63,5                  | 68,5        |
| Сохранность поголовья, %              | 94,0                  | 96,0        |
| Затраты корма на 1 кг живой массы, кг | 1,74                  | 1,62        |
| Индекс продуктивности, ед             | 368                   | 428         |
| Убойный выход, %                      | 71                    | 78          |
| Выход тушек 1 категории, %            | 90,0                  | 95,0        |

Примечание: \* $P \leq 0,001$

Сохранность была выше у бройлеров опытной группы и составила 95,0%. Затраты корма на единицу прироста в опытной группе составили 1,62 кг, что на 6,9% было меньше, чем в контрольной группе.

У цыплят опытной группы индекс продуктивности составлял 428 ед., что на 60 ед. или 16,3% выше, чем в контрольной группе.

В возрасте 42 дня все поголовье эксперимента было забито и определен убойный выход и выход тушек 1 категории. Бройлеры опытной группы по убойному выходу пре-

восходили на 7,0% контрольную группу. В опытной группе тушек 1 категории было на 5,0% выше в сравнении с контролем.

Результаты проведенной производственной проверки применения природного стимулятора роста растительного происхождения «Кифей Пултри» представлены в таблицах 3 и 4.

При введении препарата «Кифей Пултри» в комбикорм цыплят-бройлеров живая масса была на 8,3% выше в сравнении с базовым вариантом.

**Таблица 3.** Продуктивные показатели производственной проверки  
**Table 3.** Productive indicators of production inspection

| Показатели                                   | Вариант |       |
|----------------------------------------------|---------|-------|
|                                              | базовый | новый |
| Срок выращивания, сут.                       | 42      | 42    |
| Поголовье на начало проверки, тыс. гол.      | 30      | 30    |
| Плотность посадки, гол./м <sup>2</sup>       | 16      | 16    |
| Живая масса 1 гол. в конце выращивания, г    | 2650    | 2870  |
| Среднесуточный прирост живой массы, г        | 62,1    | 67,3  |
| Сохранность поголовья, %                     | 94,0    | 96,0  |
| Затраты корма на 1 кг живой массы 1 гол., кг | 1,81    | 1,68  |
| Производство мяса (в убойной массе), кг      | 53058   | 63372 |

**Таблица 4.** Экономические показатели  
производственной проверки  
**Table 4.** Economic indicators of production testing

| Вариант | Показатели                               |                                                |                                        |
|---------|------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
|         | себестои-<br>мость<br>1 кг мяса,<br>руб. | реализа-<br>ционная<br>цена 1 кг<br>мяса, руб. | уровень<br>рента-<br>бельно-<br>сти, % |
| Базовый | 68                                       | 103                                            | 51,4                                   |
| Новый   | 66                                       | 103                                            | 56,1                                   |

Затраты корма на один килограмм прироста живой массы у цыплят нового варианта выращивания были ниже на 7,2%, в сравнении с базовым вариантом, а сохранность поголовья выше на 2,0%.

Использование стимулятора роста «Кифей Поултри» в качестве кормовой добавки привело к тому, что себестоимость одного килограмма мяса бройлеров в новом варианте выращивания на 2 рубля снизилась, в сравнении с базовым. В связи с тем, что применение естественного стимулятора роста в корме для цыплят-бройлеров положительно повлияло на: продуктивность, сохранность, а также затраты корма на единицу прироста, рентабельность в новом варианте была на 5% выше в сравнении базовым вариантом.

**Выводы.** 1. При применении стимулятора роста «Кифей Поултри» в качестве кормо-

вой добавки к основному комбикорму живая масса в возрасте 42 дня увеличивается на 7,7% ( $P \leq 0,001$ ), сохранность на 2,0%, индекс продуктивности на 16,3% в сравнении с контрольной группой.

2. У цыплят опытной группы затраты корма на единицу прироста были на 6,9% меньше, убойный выход был выше на 7,0%, выход тушек 1 категории выше на 5,0% в сравнении с контролем.

3. Во время производственной проверки научно-хозяйственного опыта высокие показатели продуктивности и мясных качеств нового варианта выращивания бройлеров положительно сказались на экономических показателях производства мяса птицы с использованием природного стимулятора роста растительного происхождения «Кифей Поултри». Уровень рентабельности был выше на 4,7% при использовании препарата «Кифей Поултри» в сравнении с базовым вариантом выращивания цыплят.

Полученные выводы позволяют рекомендовать птицеводческим предприятиям, занимающимся производством мяса бройлеров, вводить в основной рацион кормления цыплят природный стимулятор роста растительного происхождения «Кифей Поултри», в качестве кормовой добавки в комбикорм в дозе с суточного до 11 дневного возраста 2 кг/т, с 12 дневного до 22 дневного возраста – 1,5 кг/т и с 23 дневного до 42 дневного возраста 1 кг/т корма.

### Список литературы

1. Буяров В. С., Андреева О. Н., Меднова В. В. Эффективность применения биологически активных добавок в технологии производства мяса бройлеров // Мировое и российское птицеводство: состояние, динамика развития, инновационные перспективы: материалы Международной конференции ВНАП. Сергиев Посад, 2020. С. 408–413.
2. Гадиев Р. Р., Корнилова В. А., Габзаилова Ю. И. Эффективность использования биологически активных добавок в рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек: монография. Самара: РИЦ СГСХА, 2017. 209 с.
3. Елимахова Е. Э., Растоваров Е. И., Самокиш Н. В. Влияние пробиотиков на баланс питательных веществ цыплят-бройлеров // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3(14). С. 63–70.
4. Коцаев А. Г. и др. Эффективность использования кормовой добавки «СБТ-Лакто» в рационе сельскохозяйственной птицы // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 138–142.
5. Лукашенко В. С., Лысенко М. А., Слепухин В. В. Пробиотики повышают качество мяса цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2011. № 5. С. 15–19.
6. Овчинников А. А. Практические аспекты использования биологически активных добавок в птицеводстве. Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2021. 176 с.

7. Османян А. К., Махдави Р., Малородов В. В. Зоотехническая и экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров в зависимости от продолжительности престартерной фазы кормления // Главный зоотехник. 2018. № 3. С. 50–57.
8. Плохинский Н. А. Биометрия. 2-е изд. Москва: МГУ, 1970. 367 с.
9. Фисинин В. И. и др. Кормление сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2010. 375 с.
10. Фисинин В. И. и др. Мясное птицеводство в регионах России: современное состояние и перспективы инновационного развития // Аграрная наука. 2018. № 2. С. 30–38.
11. Фисинин В. И. и др. Эффективность воздействия антиоксиданта на зоотехнические, гематологические показатели выращивания и состояние печени бройлеров // Птица и птицепродукты. 2021. № 3. С. 48–50.

### References

1. Buyarov V.S., Andreeva O.N., Mednova V.V. The effectiveness of the use of biologically active additives in the technology of broiler meat production. *Mirovye i rossijskoe pticevodstvo: sostoyanie dinamika razvitiya, innovacionnye perspektivy: materialy Mezhdunarodnoj konferencii VNAP*. [World and Russian poultry farming: state of development dynamics, innovative prospects: Proceedings of the International Conference VNAP] Sergiev Posad. 2020. Pp. 408–413. (In Russ.)
2. Gadiev R.R., Kornilova V.A., Gabzailova Yu.I. *Effektivnost' ispol'zovaniya biologicheskii aktivnykh dobavok v racionah cyplyat-brojlerov i kur-nesushek*. [The effectiveness of the use of biologically active additives in the diets of broiler chickens and laying hen]: *monografiya*. Samara: RIC SGSKHA. 2017. 209 p. (In Russ.)
3. Epimahova E.E., Rastovarov E.I., Samokish N.V. Effect of probiotics on nutrient balance in broiler chickens. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal* [Agricultural journal]. 2021;3(14):63–70. (In Russ.)
4. Koshchaev A.G. [et al.]. Efficiency of using feed additive "SBT-Lakto" in the diet of poultry. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny imeni N.E. Bauman* [Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman]. 2020;243(3):138–142. (In Russ.)
5. Lukashenko V.S., Lysenko M.A., Slepukhin V.V. Probiotics improve meat quality in broiler chickens. *Poultry and Poultry Products*. 2011;(5):15–19. (In Russ.)
6. Ovchinnikov A.A. *Prakticheskie aspekty ispol'zovaniya biologicheskii aktivnykh dobavok v pticevodstve* [Practical aspects of the use of biologically active additives in poultry farming]. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2021. 176 p. (In Russ.)
7. Osmanyanyan A.K., Mahdavi R., Malorodov V.V. Zootechnical and economic effectiveness of rearing of broiler chickens depending on the duration of the prestarter phase of feeding. *Head of animal breeding*. 2018;(3):50–57. (In Russ.)
8. Plohin'skij N.A. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: MGU. 1970. 367 p. (In Russ.)
9. Fisinin V.I. [et al.]. *Kormlenie sel'skohozyajstvennoj pticy* [Feeding poultry]. Sergiev Posad: VNITIP. 2010. 375 p. (In Russ.)
10. Fisinin V.I. [et al.]. Poultry meat production in the regions of the Russian Federation: current state and prospects of its innovative development. *Agrarian science*. 2018;(2):30–38. (In Russ.)
11. Fisinin V.I. [et al.]. The effectiveness of the antioxidant effect on zootechnical, hematological indicators of growing and the state of the liver of broilers. *Poultry and Poultry Products*. 2021;(3):48–50. (In Russ.)

### Сведения об авторах

**Дудуев Астемир Сергеевич** – аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

**Абдулхаликов Рустам Заурбиевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2454-3610, Author ID:253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

**Information about the authors**

**Astemir S. Duduev** – Postgraduate student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

**Rustam Z. Abdulkhalikov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 17.05.2022;  
одобрена после рецензирования 02.06.2022;  
принята к публикации 06.06.2022.*

*The article was submitted 17.05.2022;  
approved after reviewing 02.06.2022;  
accepted for publication 06.06.2022.*

Научная статья

УДК 636.082.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-55-60

**Мясная продуктивность бычков разных пород****Владимир Иванович Косилов<sup>✉1</sup>, Юсупжан Артыкович Юлдашбаев<sup>2</sup>,  
Ильмира Агзамовна Рахимжанова<sup>3</sup>, Ольга Александровна Быкова<sup>4</sup>**<sup>1,3</sup>Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, г. Оренбург, Россия, 460014<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434<sup>4</sup>Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, Россия, 620075<sup>✉1</sup>kosilov\_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771><sup>2</sup>zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131><sup>3</sup>kaf36@orensau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7771-7291><sup>4</sup>olbyk75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0753-1539>

**Аннотация.** В статье приводятся результаты оценки убойных качеств бычков разных пород и направления продуктивности. Объектом исследования являлись бычки красной степной (I группа), симментальской (II группа) и казахской белоголовой (III группа) пород. При изучении убойных качеств бычков при проведении контрольного убоя устанавливались предубойная живая масса, масса и выход парной туши, а также внутреннего жира-сырца, убойная масса, убойный выход. Полученный экспериментальный материал был обработан методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому с определением достоверности разницы с использованием критерия Стьюдента. Установлено, что абсолютная и относительная масса парной туши у бычков красной степной породы составляла соответственно 229,6 кг и 53,8%, молодняка симментальской породы – 269,5 кг и 56,2%, животных казахской белоголовой породы – 259,2 кг и 57,1%. При этом абсолютная и относительная масса внутривисцерального жира-сырца у бычков I группы составляла 10,6 кг и 2,5%, II группы – 13,9 кг и 2,9%, III группы – 13,2 кг и 2,9%. Что касается убойной массы и убойного выхода, то у бычков красной степной породы величина этих показателей была на уровне 240,2 кг и 56,3%, молодняка симментальской породы – 283,4 кг и 59,1%, животных казахской белоголовой породы – 272,4 кг и 60,0%.

**Ключевые слова:** скотоводство, красная степная, симментальская, казахская белоголовая порода, бычки, убойные качества

**Для цитирования.** Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Рахимжанова И. А., Быкова О. А. Мясная продуктивность бычков разных пород // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 55–60. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-55-60

Original article

**Meat productivity of bulls of different breeds****Vladimir I. Kosilov<sup>✉1</sup>, Yusupzhan A. Yuldashbaev<sup>2</sup>,  
Ilmira A. Rakhimzhanova<sup>3</sup>, Olga A. Bykova<sup>4</sup>**<sup>1,3</sup>Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyuskintsev street, Orenburg, Russia, 460014<sup>2</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia, 127434<sup>4</sup>Ural State Agrarian University, 42 Karl Libknekht street, Yekaterinburg, Russia, 620075<sup>1</sup>kosilov\_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771><sup>2</sup>zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131><sup>3</sup>kaf36@orensau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7771-7291><sup>4</sup>olbyk75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0753-1539>

**Abstract.** The article presents the results of the evaluation of the slaughter qualities of bulls of different breeds and the directions of productivity. The object of the study were bulls of the red steppe (group I), Simmental (group II) and Kazakh white-headed (group III) breeds. When studying the slaughter qualities of bulls during the control slaughter, the pre-slaughter live weight, the mass and yield of the paired carcass, as well as the internal raw fat, slaughter weight, slaughter yield were established. The obtained experimental material was processed by the method of variation statistics according to N.A. Plokhinsky with the determination of the reliability of the difference using the Student's criterion. It was found that the absolute and relative mass of the paired carcass of Red steppe bulls was 229.6 kg and 53.8%, respectively, young Simmental breed – 269.5 kg and 56.2%, Kazakh white-headed breed animals – 259.2 kg and 57.1%. At the same time, the absolute and relative mass of intracavitary raw fat in group I bulls was 10.6 kg and 2.5%, group II – 13.9 kg and 2.9%, group III – 13.2 kg and 2.9%. As for the slaughter weight and slaughter yield, the value of these indicators was at the level of 240.2 kg and 56.3% for red steppe bulls, 283.4 kg and 59.1% for young Simmental breed, 272.4 kg and 60.0% for Kazakh white-headed breed animals %.

**Keywords:** cattle breeding, red steppe, simmental, Kazakh white-headed breeds, bulls, slaughter qualities

**For citation:** Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Rakhimzhanova I.A., Bykova O.A. Meat productivity of bulls of different breeds. *Izvestiya Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):55–60. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-55-60

**Введение.** Обеспечение населения страны высококачественными продуктами питания, в частности, говядиной, является основной задачей АПК [1–6]. Для её решения необходимо добиться ускоренного развития скотоводства [1, 7–11]. С этой целью необходимо разработать и реализовать комплекс мероприятий, способствующих наиболее рациональному использованию генетических ресурсов отрасли в современных условиях [12–16]. В Оренбургской области основой молочного скотоводства является разведение скота красной степной (молочное направление продуктивности) и симментальской (молочно-мясное) пород. В мясном скотоводстве региона используется скот отечественной казахской белоголовой породы (мясное направление продуктивности). Скот именно этих пород является основным источником получения говядины в регионе. В последние годы в результате селекционно-племенной работы в породах произошли существенные изменения хозяйственно-биологических признаков. В этой связи возникла необходимость проведения породоиспытания, то есть сравнительное изучение продуктивных качеств скота этих пород при одинаковых условиях кормления и содержания.

**Материал и методика исследования.** При проведении научно-хозяйственного опыта объектом исследования являлись быч-

ки красной степной (I группа), симментальской (II группа) и казахской белоголовой (III группа) пород. В 18-месячном возрасте по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП (1977) был проведен контрольный убой трёх бычков каждой породы. При этом устанавливали предубойную живую массу бычков, абсолютную и относительную массу парной туши и внутripолостного жира-сырца, убойную массу и убойный выход.

Полученный экспериментальный материал обрабатывали методом вариационной статистики по методике Н.А. Плохинского (1972). При этом определяли среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Достоверность разницы средней арифметической определяли с использованием критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Известно, что мясные качества молодняка крупного рогатого скота генетически детерминированы. При выращивании в одинаковых условиях их уровень определяется исключительно генотипом животного. Полученные нами данные и их анализ подтверждают это положение (табл. 1).

При этом лидирующее положение по предубойной живой массе занимали бычки симментальской породы. Сверстники красной степной и казахской белоголовой пород уступали им по величине анализируемого показателя.



теля на 52,8 кг (12,37%,  $P<0,001$ ) и 25,5 кг (5,62%,  $P<0,01$ ), соответственно. В свою очередь, бычки казахской белоголовой породы

превосходили молодняк красной степной породы по величине предубойной живой массы на 27,3 кг (6,40%,  $P<0,01$ ).

**Таблица 1.** Убойные качества бычков разных пород в 18-месячном возрасте  
**Table 1.** Slaughter qualities of bulls of different breeds at 18 months of age

| Показатель                       | Группа           |                |                  |                |                  |                |
|----------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
|                                  | I                |                | II               |                | III              |                |
|                                  | X $\pm$ Sx       | C <sub>v</sub> | X $\pm$ Sx       | C <sub>v</sub> | X $\pm$ Sx       | C <sub>v</sub> |
| Предубойная живая масса, кг      | 426,7 $\pm$ 6,12 | 2,03           | 479,5 $\pm$ 6,44 | 1,9            | 454,0 $\pm$ 7,12 | 2,22           |
| Масса парной туши, кг            | 229,6 $\pm$ 2,94 | 1,81           | 269,5 $\pm$ 2,44 | 1,28           | 259,2 $\pm$ 2,38 | 1,3            |
| Выход парной туши, %             | 53,8 $\pm$ 0,20  | 0,53           | 56,2 $\pm$ 0,51  | 1,28           | 57,1 $\pm$ 0,60  | 1,49           |
| Масса внутреннего жира-сырца, кг | 10,6 $\pm$ 0,32  | 4,27           | 13,9 $\pm$ 0,44  | 4,48           | 13,2 $\pm$ 0,46  | 4,93           |
| Выход внутреннего жира-сырца, %  | 2,5 $\pm$ 0,16   | 9,05           | 2,9 $\pm$ 0,18   | 8,78           | 2,9 $\pm$ 0,20   | 9,75           |
| Убойная масса, кг                | 240,2 $\pm$ 2,88 | 1,7            | 283,4 $\pm$ 3,10 | 1,55           | 272,4 $\pm$ 3,44 | 1,79           |
| Убойный выход, %                 | 56,3 $\pm$ 0,28  | 0,7            | 59,1 $\pm$ 0,48  | 1,15           | 60,0 $\pm$ 0,58  | 1,37           |

Межгрупповые различия по предубойной живой массе обусловили неодинаковый уровень массы парной туши. Причем, максимальной абсолютной её величиной отличались бычки симментальской породы, которые превосходили сверстников красной степной и казахской белоголовой пород на 39,9 кг (17,38%,  $P<0,001$ ) и 10,3 кг (3,97%,  $P<0,01$ ), соответственно. По относительной массе парной туши (выходу) лидирующее положение занимали бычки специализированной мясной породы казахской белоголовой. Молодняк красной степной и симментальской пород уступал им по величине анализируемого показателя, соответственно, на 3,3% ( $P<0,01$ ) и 0,9% ( $P>0,05$ ). Характерно, что минимальной массой парной туши как абсолютной, так и относительной отличались бычки красной степной породы. Они уступали сверстникам казахской белоголовой породы по величине первого показателя на 29,6 кг (12,89%,  $P<0,001$ ), а молодняку симментальской породы по уровню второго показателя на 2,4% ( $P<0,05$ ). Бычки красной степной породы отличались также меньшей на 3,3 кг (31,13%,  $P<0,001$ ) и 2,6 кг (24,53%,  $P<0,05$ ) абсолютной массой внутривисцеральной

жира-сырца, чем сверстники симментальской и казахской белоголовой пород и уступали им на 0,4% по относительной его массе.

Межгрупповые различия по абсолютной массе парной туши и внутривисцеральной жира-сырца обусловили разный уровень убойной массы бычков подопытных групп при лидирующем положении молодняк симментальской породы. Бычки красной степной и казахской белоголовой пород уступали им по величине анализируемого показателя на 43,2 кг (17,98%,  $P<0,001$ ) и 11,2 кг (4,11%,  $P<0,05$ ). Что касается убойного выхода, то максимальной его величиной, как и выходом парной туши, отличались бычки специализированной мясной породы казахской белоголовой. Молодняк красной степной и симментальской пород уступал им по убойному выходу, соответственно, на 3,7% и 0,9%.

Минимальной убойной массой и убойным выходом характеризовались бычки красной степной породы. Они уступали по величине первого показателя сверстникам казахской белоголовой породы на 32,2 кг (13,40%,  $P<0,001$ ), второго – молодняку симментальской породы на 2,8%.

**Выводы.** Полученные экспериментальные материалы и их анализ позволили сделать следующие заключения:

1. Бычки всех пород отличались достаточно высоким уровнем убойных качеств.
2. По абсолютным показателям, характеризующим уровень мясной продуктивности,

преимущество было на стороне бычков симментальской породы.

3. Молодняк специализированной мясной казахской белоголовой породы занимал лидирующее положение по относительным показателям, характеризующим убойные качества, выход туши, убойный выход.

#### Список источников литературы

1. Салихов А. А., Косилов В. И., Лындина Е. Н. Влияние различных факторов на качество говядины в разных эколого-технологических условиях. Оренбург, 2008. 368 с.
2. Буравов А., Салихов А., Косилов В., Никонова Е. Потенциал мясной продуктивности симментальского скота, разводимого на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 18–19.
3. Косилов В. И., Мироненко С. И., Жукова О. А. Гематологические показатели телок различных генотипов на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 1. № 62. 150–158.
4. Миронова И. В., Косилов В. И., Нигматьянов А. А., Губашев Н. М. Закономерность использования энергии рационов коровами черно-пестрой породы при введении в рацион пробиотической добавки «Ветоспорин-актив» // Актуальные направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки: сборник научных трудов. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан; Акционерное общество «КазАгроИнновация»; ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция». Уральск, 2014. С. 259–265.
5. Литовченко В. Г., Жаймышева С. С., Косилов В. И. и др. Влияние пробиотической кормовой добавки биодарин на рост и развитие телок симментальской породы // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.
6. Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D., Gabidulin V. M. [et al.] The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat Simmentals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. 012188. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012188
7. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M. [et al.] Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. Vol. 12. No. 1. Pp. 2181–2190. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.319
8. Комарова Н. К., Косилов В. И., Исайкина Е. Ю. и др. Новые технологические методы повышения молочной продуктивности коров на основе лазерного излучения. Москва: Омега-Л, 2015. 192 с.
9. Skvortsov E. A., Bykova O. A., Mymrin V. S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018.
10. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Продуктивные качества бычков черно-пестрой и симментальской пород и их двух-трехпородных помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 7. С. 8–11.
11. Толочка В. В., Косилов В. И., Гармаев Д. Ц. Влияние генотипа бычков мясных пород на интенсивность роста // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. №5(91). С. 201–206.
12. Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А., Магомедов К. Г. Развитие отдельных мускулов и их химический состав у бычков абердин-ангусской породы в зависимости от типа телосложения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. №4(90). С. 235–240.
13. Косилов В. И., Комарова Н. К., Юлдашбаев Ю. А. и др. Качество естественно-анатомических частей полутуши молодняка чёрно-пестрой породы и её помесей с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. №4(90). С. 245–250. doi:10.37670/2073-0853-2021-90-4-245-250
14. Никонова Е. А. Качественные показатели туши молодняка казахской белоголовой породы и её помесей от вводного скрещивания с герефордами уральского типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5(91). С. 254–260. doi:10.37670/2073-0853-2021-91-5-254-260
15. Расулова П. Т., Рузиев Т. Б., Карамаева А. С. и др. Влияние особенностей волосяного покрова на теплоустойчивость тёлочек разной селекции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6(92). С. 312–316.

16. Литовченко В. Г., Жаймышева С. С., Косилов В. И. и др. Влияние пробиотической кормовой добавки биодарин на рост и развитие телок симментальской породы // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.

### References

1. Salikhov A.A., Kosilov V.I., Lyndina E.N. *Vliyanie razlichnykh faktorov na kachestvo govyadiny v raznykh ekologo-tekhnologicheskikh usloviyakh* [Influence of various factors on beef quality in different ecological and technological conditions]. Orenburg. 2008. 368 p. (In Russ.)
2. Buravov A., Salikhov A., Kosilov V., Nikonova E. Meat efficiency potential of Simmental cattle produced in Southern urals mountains. *Journal of dairy and beef cattle breeding*. 2011;(1):18–19. (In Russ.)
3. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Zhukova O.A. Hematological indicators of heifers of various genotypes in the Southern Urals. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [Bulletin of beef cattle breeding]. 2009;1(62): 150–158. (In Russ.)
4. Mironova I.V., Kosilov V.I., Nigmatyanov A.A., Gubashev N.M. Regularity of the energy use of rations by black-and-white cows when introducing a probiotic supplement "Vetospirin-active" into the diet. *Aktual'nye napravleniya razvitiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v sovremennykh tendetsiyah agrarnoy nauki* [Current trends in the development of agricultural production in the modern trends of agricultural science]. Collection of scientific papers. Ural Agricultural Experimental Station LLP. 2014. Ural'sk. 259–265. (In Russ.)
5. Litovchenko V.G., Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I. [et al.] The effect of the probiotic feed additive biodarin on the growth and development of heifers of the Simmental breed. *Agro-industrial complex of Russia*. 2017;24(2):391–396. (In Russ.)
6. Tyulebaev S.D., Kadyshcheva M.D., Gabidulin V.M. [et al.] The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat Simmentals. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. 012188. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012188
7. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M. [et al.] Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020;12(1):2181–2190. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.319.
8. Komarova N.K., Kosilov V.I., Isaikina E.Yu. [et al.] *Novye tekhnologicheskie metody povysheniya molochnoj produktivnosti korov na osnove lazernogo izlucheniya* [New technological methods of increasing dairy productivity of cows based on laser radiation]. Moscow: Omega-L. 2015. 192 p. (In Russ.)
9. Skvortsov E.A., Bykova O.A., Mymrin V.S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018.
10. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Productive qualities of bulls of black-mottled and Simmental breeds and their two- and three-breed crossbreeds. *Journal of dairy and beef cattle breeding*. 2016;(7):8–11. (In Russ.)
11. Tolochka V.V., Kosilov V.I., Garmaev D.Ts. The influence of the genotype of beef bulls on the growth rate. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;5(91):201–206. (In Russ.)
12. Shevkhezhev A.F., Pogodaev V.A., Magomedov K.G. The development of individual muscles and their chemical composition in Aberdeen-Angus bulls, depending on the type of physique. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;4(90):235–240. (In Russ.)
13. Kosilov V.I., Komarova N.K., Yuldashbaev Yu.A. [et al.] The quality of natural anatomical parts of the half-carcass of young black-and-white breed and its crossbreeds with Holsteins. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;4(90):245–250. doi:10.37670/2073-0853-2021-90-4-245-250 (In Russ.)
14. Nikonova E.A. Qualitative indicators of carcasses of young Kazakh white-headed breed and its crossbreeds from introductory crossing with herefords of the Ural type. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2021;5(91):254–260. doi:10.37670/2073-0853-2021-91-5-254-260 (In Russ.)
15. Rasulova P.T., Ruziev T.B., Karamaeva A.S. [et al.] The influence of hairline features on the heat resistance of heifers of different breeding. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2021;6(92):312–316. (In Russ.)
16. Litovchenko V.G., Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I. [et al.] The influence of the probiotic feed additive biodarin on the growth and development of heifers of the Simmental breed. *Agro-industrial complex of Russia*. 2017;24(2):391–396. (In Russ.)

---

Сведения об авторах

**Косилов Владимир Иванович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 1802-6176, Author ID: 352944

**Юлдашбаев Юсупжан Артыкович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», SPIN-код: 5687-1473, Author ID: 487190

**Рахимжанова Ильмира Агзамовна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 9566-9106, Author ID: 764317

**Быкова Ольга Александровна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 8510-1625, Author ID: 663503

Information about the authors

**Vladimir I. Kosilov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, SPIN-code: 1802-6176, Author ID: 352944

**Yusupzhan A. Yuldashbaev** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Agricultural Academy, SPIN-code: 5687-1473, Author ID: 487190

**Ilmira A. Rakhimzhanova** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Orenburg State Agrarian University, SPIN-code: 9566-9106, Author ID: 764317

**Olga A. Bykova** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Ural State Agrarian University, SPIN-code: 8510-1625, Author ID: 663503

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 20.05.2022;  
одобрена после рецензирования 06.06.2022;  
принята к публикации 09.06.2022.*

*The article was submitted 20.05.2022;  
approved after reviewing 06.06.2022;  
accepted for publication 09.06.2022.*

Научная статья

УДК 636.082

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-61-67

## Генеалогическая структура татарстанской популяции черно-пестрого скота по принадлежности к перспективным ветвям

Чулпан Ахметовна Харисова<sup>1</sup>, Радик Рафаилович Шайдуллин<sup>✉2</sup>,  
Тахир Мунавирович Ахметов<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана, ул. Сибирский тракт, 35, Казань, Россия, 420029

<sup>2</sup>Казанский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 65, Казань, Россия, 420015

<sup>1</sup>harisova.chulpan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1170-9309>

<sup>✉2</sup>tppi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

<sup>3</sup>ahmetov-tahir@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>

**Аннотация.** В работе проведено исследование генеалогической структуры черно-пестрого скота с учетом новых перспективных ветвей в племенных стадах АО «Красный Восток Агро». Были изучены данные 14554 голов племенных коров, которые происходили от 217 быков-производителей голштинской породы. Установлено, что в стаде имеется восемь перспективных ветвей из трех линий, при этом наибольшая доля в популяции молочного скота отводится ветвям HANOVERHILLSTARBUCK 352790 (28,3%), ROCKALLISONOFBOVA 1665634 (20,5%) из линии Вис Бек Айдиала и WALKWAYCHIEFMARK 1773417 (16,5%) из линии Рефлекшн Соверинга. Немногочисленная группа скота происходит из ветви S-W-DVALIANT 1650414 (1,2%). Высоким родительским индексом быка характеризуются животные ветви TO-MARBLACKSTAR-ET с удоем 13059 кг, массовой долей жира в молоке – 4,21% и массовой долей белка – 3,29% и ветвь WALKWAYCHIEFMARK (12213 кг – 4,28% – 3,25%). Животные линии Р. Соверинга при наилучшем генетическом потенциале по удою наблюдается не достаточно высокая его степень реализации. Таким образом, у всех линий наблюдается низкая реализация генетического потенциала удоя, что связано в первую очередь с большим количеством молодых коров в стаде и низким возрастом в отелах.

**Ключевые слова:** линия, ветвь, генеалогическая структура, животные, бык, генетический потенциал

**Для цитирования.** Харисова Ч. А., Шайдуллин Р. Р., Ахметов Т. М. Генеалогическая структура татарстанской популяции черно-пестрого скота по принадлежности к перспективным ветвям // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 61–67. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-61-67

Original article

## Genealogical structure of the Tatarstan population of black mottle cattle by belonging to promising branches

Chulpan A. Kharisova<sup>1</sup>, Radik R. Shaidullin<sup>✉2</sup>, Takhir M. Akhmetov<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 35 Sibirskiy trakt street, Kazan, Russia, 420029

<sup>2</sup>Kazan State Agrarian University, 65 K. Marx street, Kazan, Russia, 420015

<sup>1</sup>harisova.chulpan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1170-9309>

<sup>✉2</sup>tppi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

<sup>3</sup>ahmetov-tahir@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3495-2432>

**Abstract.** A study was made of the genealogical structure of black-and-white cattle, taking into account new promising branches in the breeding herds of KrasnyVostok Agro JSC. The data of 14554 heads of breeding cows, which originated from 217 Holstein bulls, were studied. It has been established that the herd has eight promising branches from three lines, while the largest share in the population of dairy cattle is given to the branches of HANOVERHILLSTARBUCK 352790 (28.3%), ROCKALLI SON OF BOVA 1665634 (20.5%) from the line of Vis BekIdial and WALKWAY CHIEF MARK 1773417 (16.5%) from the line Reflection So-vering. A small group of cattle comes from the branch S-W-D VALIANT 1650414 (1.2%). The animals of the TO-MAR BLACKSTAR-ET branch with a milk yield of 13059 kg, the mass fraction of fat in milk – 4.21% and the mass fraction of – 3.29% are characterized by a high bull parent index of the bull and branch WALKWAY CHIEF MARK (12213 kg – 4.28% – 3.25%). Animals of the R. So-vering line with the best genetic potential for milk yield are not observed to have a sufficiently high degree of its implementation. Thus, all lines have a low realization of the genetic potential of milk yield, which is primarily associated with a large number of young cows in the herd and a low age at calving.

**Keywords:** line, branch, genealogical structure, animals, bull, genetic potential

**For citation.** Kharisova Ch.A., Shaidullin R.R., Akhmetov T.M. Genealogical structure of the Tatarstan population of black-and-white cattle by belonging to promising branches. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):61-67. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-61-67

**Введение.** Интенсивное ведение молочно-го животноводства основывается на использовании животных высокой породности и генетического потенциала продуктивности. Черно-пестрый скот – одна из наиболее распространенных пород крупного рогатого скота в Российской Федерации. Согласно «Программе повышения генетического потенциала продуктивности скота черно-пестрой породы» ее удельный вес достиг более 60%. По данным бонитировки, 35,1% черно-пестрого скота России сосредоточено в Приволжском федеральном округе.

Основным методом совершенствования черно-пестрой породы скота в Российской Федерации признан метод скрещивания ее с голштинской породой, благодаря ценным качествам голштинов – рекордной молочной продуктивности и исключительной пластичности. При совершенствовании черно-пестрого скота в РФ активно используются быки-производители голштинской породы европейской и североамериканской селекции [1, 2]. Происходят они из популяции, ведущих селекционные программы, с неравнозначным давлением отбора и, соответственно, с разной выраженностью продуктивных, экстерьерных и функциональных признаков у скота [3, 4].

Дальнейший рост генетического потенциала молочной продуктивности малоэффективен без использования в качестве отцов за-

рубежных быков-лидеров голштинской породы [5]. При этом, следует завозить племенной материал только от ценных производителей, обладающих высоким генетическим потенциалом, и использовать его на предприятиях, имеющих прочную кормовую и технологическую базу [6, 7].

Современная генеалогическая структура популяции голштинского скота на 59,5% представлена потомками выдающихся быков-лидеров – РаунОакРэг Эппл Элевейшна 1491007, Павни Фарм Арлинда Чифа 1427381, Ту-Мар Блекстара 1929410, Осборн-дейл Айвенго 1189870 и Калин М. Айвенго Бэлла 1667396 [8].

Генетическая структура породы складывается в зависимости от соответствующего вклада каждого из потомков в линии: родоначальник – 1 + сыновья – 0,5 + внуки – 0,25 + правнуки – 0,125 + праправнуки – 0,0625. Поэтому важно для повышения генетического потенциала животных в подборках использовать быков-лидеров, а также их потомки [9, 10].

**Цель исследования** – анализ генеалогической структуры черно-пестрого скота с учетом новых перспективных ветвей.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования проводили в племенных стадах черно-пестрого скота племенного репродуктора АО «Красный Восток Агро». В структуру АО «Красный Восток Агро»

входит семь животноводческих комплексов по производству молока («Мега-ферма») с поголовьем в каждой 1500-2000 голов. Исследуемое поголовье относилось к линиям Вис Бэк Айдиал 101341, Рефлекшн Соверинг 198998, Монтвик Чифтейн 95679. Для исследования были использованы данные по молочной продуктивности коров и женских предков быков. В обработку включены данные племенных коров (n=14554 голов), которые происходили от 217 быков-производителей голштинской породы. Были использованы данные зоотехнического и племенного учета сельскохозяйственных предприятий – карточки племенных коров и быков (формы: 1-МОЛ, 2-МОЛ), а также каталоги и племенные свидетельства быков-производителей. Также анализ происхождения и продуктивности коров был произведен с помощью программного пакета АРМ «СЕЛЭКС 3.3» («Плино»).

Для прогноза генетического потенциала быков-производителей вычислен родительский индекс по Н.А. Кравченко (1963):

$$РИБ = (2М + ММ + МО) / 4,$$

где:

М – продуктивность матери;

ММ – продуктивность матери матери;

МО – продуктивность матери отца.

**Результаты исследования.** Генеалогическая структура маточного стада АО «Красный Восток Агро» представлена тремя линиями голштинской породы, такими как Вис Бек Айдиала 1013415, Рефлекшн Соверинга 198998 и Монтвик Чифтейна.

На основании современного генеалогического деления разведение по линиям голштинской породы лучше вести с учетом новых перспективных ветвей, согласно современной концепции ассоциации производителей голштинской породы. В связи с этим данные ветви были учтены в генеалогической структуре дойного стада.

Линия Вис Бек Айдиала в хозяйстве представлена тремя перспективными ветвями и наибольшее количество коров относится к HANOVERHILL STARBUCK – 28,3% и ROCKALLISON OF BOVA – 20,5% и (табл. 1). Рефлекшн Соверинг имеет в стаде четыре ветви с наибольшей долей WALKWAY CHIEF MARK – 16,5 и TO-MAR BLACKSTAR-ET – 14,9%. Монтвик Чифтейн представлен одной ветвью – CARLIN-M IVANHOE BELL – 4,0%.

**Таблица 1.** Генеалогическая структура дойного стада по принадлежности к перспективным ветвям  
**Table 1.** Genealogical structure of the dairy herd by belonging to prospective branches

| Линия                        | Генеалогическая группа        | Новые перспективные ветви        | Гол   | %    |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------|------|
| Вис Бек Айдиала<br>1013415   | Р.О.Р.Э. Элевейшна<br>1491007 | HANOVERHILL STARBUCK 352790      | 4122  | 28,3 |
|                              |                               | SWEET-HAVEN TRADITION<br>1682485 | 1417  | 9,7  |
|                              |                               | ROCKALLI SON OF BOVA 1665634     | 2981  | 20,5 |
| Итого                        |                               |                                  | 8520  |      |
| Рефлекшн Соверинга<br>198998 | П.Ф. Арлинда Чифа<br>1427381  | ARLINDAROTATE 1697572            | 715   | 4,9  |
|                              |                               | TO-MAR BLACKSTAR-ET 1929410      | 2163  | 14,9 |
|                              |                               | WALKWAY CHIEF MARK 1773417       | 2391  | 16,5 |
|                              |                               | S-W-D VALIANT1650414             | 180   | 1,2  |
| Итого                        |                               |                                  | 5449  |      |
| Монтвик Чифтейна<br>95679    | Осборндэйл Айвенго<br>1189870 | CARLIN-M IVANHOE BELL 1667366    | 585   | 4,0  |
| ВСЕГО                        |                               |                                  | 14554 | 100  |

В стаде АО «Красный Восток Агро» линия Вис Бек Айдиала получена через 110 быков, при этом ветвь HANOVERHILL STARBUCK представлена 57 быками. Ветвь ROCKALLI SON OF BOVA представлена 27 быками, а ветвь SWEET-HAVEN TRADITION – 26 быками.

Линия Р. Соверинга в хозяйстве представлена потомками 93 быков – производителей. При этом ветвь ARLINDA ROTATE представлена 17 быками, ветвь TO-MAR BLACKSTAR-ET представлена 42 быками, ветвь WALKWAY CHIEF MARK – 26 быками. Ветвь VALIANT представлена 8 быками.

В хозяйстве линия М. Чифтейна, ветвь CARLIN-M IVANHOE BELL представлена дочерьми 14 быков.

Нами также рассчитан и проанализирован генетический потенциал животных разной генеалогической принадлежности. Так, генетический потенциал животных ветви HANOVERHILL STARBUCK по удою составил 11177 кг, массовой доли жира 4,09%, массовой доли белка в молоке 3,32% (табл. 2). Этот потенциал был реализован по удою на 50%, а по содержанию жира в молоке – на 100% и белка в молоке – на 98%.

**Таблица 2.** Генетический потенциал животных разных линий и ветвей  
**Table 2.** Genetic potential of animals of different lines and branches

| Линия                         | Генеалогическая группа | Новые перспективные ветви | Родословный индекс быка |        |        | Степень реализации генетического потенциала, % |        |        |
|-------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|--------|------------------------------------------------|--------|--------|
|                               |                        |                           | удой, кг                | МДЖ, % | МДБ, % | по удою                                        | по МДЖ | по МДБ |
| В.Б. Айдиала                  | Э. Элевейшна           | HANOVERHILL STARBUCK      | 11177                   | 4,09   | 3,32   | 50                                             | 100    | 98     |
|                               |                        | SWEET-HAVEN TRADITION     | 11481                   | 4,13   | 3,30   | 50                                             | 99     | 99     |
|                               |                        | ROCKALLI SON OF BOVA      | 11625                   | 4,13   | 3,31   | 49                                             | 100    | 98     |
| В целом по линии В.Б. Айдиала |                        |                           | 11412                   | 4,12   | 3,31   | 47                                             | 100    | 98     |
| Р. Соверинга                  | П.Ф.А. Чифа            | ARLINDA ROTATE            | 11703                   | 4,03   | 3,26   | 48                                             | 102    | 101    |
|                               |                        | TO-MAR BLACKSTAR-ET       | 13059                   | 4,21   | 3,29   | 44                                             | 99     | 99     |
|                               |                        | WALKWAY CHIEF MARK        | 12213                   | 4,28   | 3,25   | 47                                             | 96     | 101    |
|                               |                        | S-W-D VALIANT             | 11798                   | 4,13   | 3,28   | 47                                             | 98     | 101    |
| В целом по линии Р. Соверинга |                        |                           | 12461                   | 4,19   | 3,27   | 46                                             | 99     | 100    |
| М. Чифтейна                   | О. Айвенго             | CARLIN-M IVANHOE BELL     | 10524                   | 4,20   | 3,40   | 53                                             | 97     | 96     |
| В целом по хозяйству          |                        |                           | 11430                   | 4,13   | 3,30   | 49                                             | 100    | 98     |

Генетический потенциал животных ветви ROCKALLISON OF BOVA по удою составил 11625 кг, массовой доле жира 4,13%, массовой доле белка в молоке 3,31%. Этот потенциал был реализован по удою на 49%, а по содержанию жира в молоке – на 100% и белка в молоке – на 98%.

Генетический потенциал животных ветви SWEET-HAVEN TRADITION по удою составил 11481 кг, массовой доли жира

4,13%, массовой доли белка в молоке 3,30%. Этот потенциал был реализован по удою на 50%, а по содержанию жира в молоке – на 99% и белка в молоке – на 99%.

Генетический потенциал животных в целом по линии В.Б. Айдиала составил: удой 11412 кг с жирностью 4,12% и белковостью 3,31%. Этот потенциал был реализован по удою на 47%, а по содержанию жира в молоке – на 100 % и белка в молоке – на 98%.



В линии Р. Соверинга генетический потенциал животных ветви TO-MAR BLACKSTAR-ET был наибольшим по удою – 13059 кг и массовой доле белка в молоке – 3,29%. Этот потенциал был реализован по удою на 44%, а по содержанию жира в молоке – на 99% и белка в молоке – на 99%.

Также высокий генетический потенциал отмечен у животных ветви WALKWAY CHIEF MARK по удою составил 12213 кг, массовой доли жира 4,28%, массовой доле белка в молоке 3,25%. Этот потенциал был реализован по удою лишь на 47%, а по содержанию жира в молоке – на 96% и белка в молоке – на 101%.

Генетический потенциал в целом по линии Р. Соверинга составил: по удою – 12461 кг, жиру – 4,19% и белку – 3,27%. Этот потенциал был реализован по удою на 46%, по жиру – на 99% и белку – на 100%.

Генетический потенциал линии М. Чифтейна, ветви CARLIN-M IVANHOE BELL был наименьший среди анализируемых групп и составил по удою 10524 кг, по содержанию

жира 4,20% и по содержанию белка 3,40%. Реализация генетического потенциала составила по удою 53%, по содержанию жира на – 97% по содержанию белка на – 96%.

Следует отметить, что у животных линии Р. Соверинга при наилучшем генетическом потенциале по удою наблюдается не достаточно высокая степень реализации.

В целом, следует отметить, что у всех линий наблюдается низкая реализация генетического потенциала удоя, что связано в первую очередь с большим количеством молодых коров в стаде и низким возрастом в отелах. В этом случае животные не успевают реализовать свой потенциал. Поэтому хозяйству следует уделить большое внимание увеличению продолжительности использования коров.

**Выводы.** Таким образом, в селекционно-племенной работе АО «Красный Восток Агро» наиболее широкое распространение получили животные ветвей HANOVERHILL STARBUCK, ROCKALLI SON OF BOVA и WALKWAY CHIEF MARK.

### Список литературы

1. Кузнецов В. М. Селекция коров голштинской породы разного генеалогического происхождения // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003. № 3. С. 59–62.
2. Янчуков И. Н., Ермилов А. Н., Харитонов С. Н. и др. Генетические ресурсы ОАО «Московское» по племенной работе. Москва: ОАО «Московское» по племенной работе», 2015. С. 22–26.
3. Абдулаев А. У. Эффективность использования в высокопродуктивных стадах потомков голштинских быков европейской и североамериканской селекции // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 1. С. 7–10.
4. Тележенко Е. В., Смирнова О. В. Опыт стран Северной Европы в селекции молочного скота на повышение рентабельности производства // Тваринництво сьогодні. 2014. № 2. С. 28–33.
5. Суллер И. Л. Отбор быков для станций искусственного осеменения // Молочное и мясное скотоводство. 2002. № 5. С. 10–11.
6. Амерханов Х., Янчуков И., Ермилов А., Харитонов С. Особенности селекции крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в РФ // Молочное и мясное скотоводство. 2012. Спецвыпуск. С. 15–17.
7. Филиппов Д. И., Труфанов В. Г. Оплодотворяющая способность семени импортного и отечественного производства, полученного от быков-производителей голштинской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 8. С. 6–9.
8. Прохоренко П. Голштинская порода и ее влияние на генетический прогресс продуктивности черно-пестрого скота европейских стран и Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 2. С. 2–6.
9. Завертяев Б. П. Повышение генетического прогресса в популяциях молочного скота // Международная научная конференция «Современные проблемы селекции и племенного дела в животноводстве»: тезисы докладов конференции. СПб., 2002. С. 12–14.
10. Кузнецов В. М. Сахалинская популяция голштинской породы: монография. Чебоксары: Среда, 2020. 248 с.

### References

1. Kuznetsov V.M. Selection of Holstein cows breed of different genealogical origin. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2003;(3):59–62. (In Russ.)
2. Yanchukov I.N., Ermilov A.N., Kharitonov S.N. [et al.]. Genetic resources of Open Public Corporation «Moskovskoye» for tribal work. Moscow, 2015:22–26. (In Russ.)
3. Abdulaev A.U. Efficiency of use in highly productive herds of descendants of Holstein bulls of European and North American breeding. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2020;(1):7–10. (In Russ.)
4. Telezhenko E.V., Smirnova O.V. Experience of the Countries of Northern Europe in Dairy Cattle Breeding on Increased Profitability of Production. [Livestock Today]. 2014;(2):28–33. (In Ukrainian)
5. Suller I.L. Selection of bulls for artificial insemination stations. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2002;(5):10–11. (In Russ.)
6. Amerkhanov Kh., Yanchukov I., Ermilov A., Kharitonov S. Features of cattle breeding of the dairy direction of productivity in the Russian Federation. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2012; Special edition. Pp. 15–17. (In Russ.)
7. Filippov D.I., Trufanov V.G. Fertilizing ability of seed of imported and domestic production received from bulls-producers of the Holstein breed. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2015;(8):6–9. (In Russ.)
8. Prokhorenko P. The Holstein breed and her influence on the genetic progress of the productivity of black and motley cattle of European countries and the Russian Federation. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2013;(2):2–6. (In Russ.)
9. Zavertyaev B.P. Increasing Genetic Progress in Dairy Cattle Populations. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya "Sovremennye problem selekcii i plemennogo dela v zhivotnovodstve"* [International Scientific Conference "Modern Problems of Selection and Tribal Cause in Animal Husbandry"]: tezisy dokladov konferentsii. Saint Petersburg, 2002;12–14. (In Russ.)
10. Kuznetsov V.M. *Sahalinskaya populyatsiya golshtinskoj porody* [Sakhalin Population of Holstein Breed]: monograph. Cheboksary: Sreda. 2020. P. 248. (In Russ.)

### Сведения об авторах

**Харисова Чулпан Ахметовна** – ассистент кафедры биологической химии, физики и математики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана», SPIN-код: 6431-0249, Author ID: 1052650, Researcher ID: AAG-2318-2019

**Шайдуллин Радик Рафаилович** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Биотехнология, животноводство и химия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», SPIN-код: 9975-1117, Author ID: 476576, Scopus ID: 57220549194, Researcher ID: G-2283-2017

**Ахметов Тахир Мунавирович** – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологической химии, физики и математики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана», SPIN-код: 7271-7289, Author ID: 264892, Scopus ID: 56044482800, Researcher ID: F-5494-2019

### Information about the authors

**Chulpan A. Kharisova** – Assistant of the Department of Biological Chemistry, Physics and Mathematics, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, SPIN-code: 6431-0249, Author ID: 1052650, Researcher ID: AAG-2318-2019

**Radik R. Shaidullin** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biotechnology, Animal Husbandry and Chemistry, Kazan State Agrarian University, SPIN-code: 9975-1117, Author ID: 476576, Scopus ID: 57220549194, Researcher ID: G-2283-2017

**Takhir M. Akhmetov** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biological Chemistry, Physics and Mathematics, State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, SPIN-code: 7271-7289, Author ID: 264892, Scopus ID: 56044482800, Researcher ID: F-5494-2019

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 11.04.2022;  
одобрена после рецензирования 25.04.2022;  
принята к публикации 28.04.2022.*

*The article was submitted 11.04.2022;  
approved after reviewing 25.04.2022;  
accepted for publication 28.04.2022.*

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

---

Научная статья

УДК 631.316.44

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-68-76

**Обоснование конструктивно-технологических параметров  
рабочего органа фрезы для обработки почвы  
вокруг штамба дерева в условиях террасы**

Аслан Каральбиевич Апажев<sup>1</sup>, Артур Мухамедович Егожев<sup>✉2</sup>,  
Аскер Артурович Егожев<sup>3</sup>

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>✉2</sup>artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>

<sup>3</sup>egozhev2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-7791>

**Аннотация.** Садоводство в условиях горной и предгорной зоны с применением новых технологий, представляет собой перспективное направление сельского хозяйства. Террасирование в условиях горной и предгорной зоны способствует освоению под плодовые культуры новых площадей, которые без данного мероприятия не пригодны для садоводства, что в условиях ограниченных для землепользования площадей является приоритетным. Основным направлением совершенствования технологий ухода за почвой в садах, в условиях предгорной зоны, является внедрение средств механизации обработки приствольных полос террас, обеспечивающих эффективное использование корневой системы плодовых насаждений. Проблема, с которой сталкиваются сельхозпроизводители в данных условиях, это отсутствие современной техники по уходу за приствольными полосами плодовых насаждений. Внедрение новых машин и агрегатов для механической обработки приствольного круга за один проход агрегата, способствующих повышению плодородия почв в условиях террас, является актуальной. Предложена конструктивно-технологическая схема рабочего органа садовой фрезы, технический результат которого заключен в выполнении качественного процесса обработки в зоне приствольного круга за счет обеспечения обхода роторов вокруг штамба дерева, за один проход агрегата вдоль линии ряда, на которую получен патент на полезную модель. Получены аналитические зависимости, которые позволяют определить влияние основных конструктивных параметров, а также режимов работы новой конструкции фрезы, на качество выполнения технологического процесса.

**Ключевые слова:** фреза, приствольная полоса, горное садоводство, штамб дерева, терраса

**Для цитирования.** Апажев А. К., Егожев А. М., Егожев А. А. Обоснование конструктивно-технологических параметров рабочего органа фрезы для обработки почвы вокруг штамба дерева в условиях террасы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 68–76. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-68-76

Original article

## Substantiation of the design and technological parameters of the working body of the cutter for tillage around the tree stem in a terrace

Aslan K. Apazhev<sup>1</sup>, Artur M. Egozhev<sup>✉2</sup>, Asker A. Egozhev<sup>3</sup>

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782><sup>✉2</sup>artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107><sup>3</sup>egozhev2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-7791>

**Abstract.** Gardening in the conditions of mountainous and foothill zones with the use of new technologies is a promising direction of agriculture. Terra-sizing in mountainous and foothill zones contributes to the development of new areas for fruit crops, which are not suitable for gardening without this event, which is a priority in conditions of limited land use areas. The main direction of improving soil care technologies in gardens, in the conditions of the foothill zone, is the introduction of mechanization tools for processing the trunk strips of terraces, ensuring the effective use of the root system of fruit plantations. The problem faced by farmers in these conditions is the lack of modern equipment for the care of the trunk strips of fruit plantations. The introduction of new machines and units for the mechanical processing of the barrel circle in one pass of the unit, contributing to the increase of soil fertility in the conditions of terraces, is relevant. A constructive and technological scheme of the working body of a garden cutter is proposed, the technical result of which is to perform a high-quality processing process in the area of the trunk circle by ensuring the bypass of the rotors around the tree stem, in one pass of the unit along the row line, for which a utility model patent was obtained. Analytical dependences have been obtained that allow us to determine the influence of the main design parameters, as well as the operating modes of the new milling cutter design, on the quality of the technological process.

**Keywords:** milling cutter, trunk strip, mountain gardening, tree trunk, terrace

**For citation.** Apazhev A.K., Egozhev A.M., Egozhev A.A. Substantiation of the design and technological parameters of the working body of the cutter for tillage around the tree stem in a terrace. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):68–76. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-68-76

**Введение.** Садоводство в нашей стране является самым динамично развивающимся направлением сельскохозяйственного производства. В последние годы в Российской Федерации отмечается ежегодный рост площадей под сады, в том числе на склоновых землях, валового сбора и урожайности [1].

В условиях предгорной зоны Северного Кавказа наиболее перспективным направлением является освоение склоновых земель с благоприятными агроклиматическими условиями для садоводства [1, 2].

Конструктивные особенности террас накладывают ограничения на условия работы сельскохозяйственных машин и агрегатов, среди которых необходимо особо выделить возможность подхода к линии ряда для обра-

ботки приствольного круга только с одной стороны [3–5].

Большинство садоводческих хозяйств, ведущих деятельность в условиях террасы, располагают в основном техникой, предназначенной для работы в условиях равнинного садоводства, которой для полной обработки необходимо движение агрегата по каждую сторону линии ряда, что трудно выполнимо в условиях террас. Также не маловажно то, что температура воздуха в условиях террасы по статистике на 0,5–0,6°C выше, чем на обычных склонах, что способствует улучшению термического режима в почве [4].

Среди многообразия различных способов содержания почвы в садах, в условиях склонового садоводства, с целью минимизации

эрозионных процессов почвы, а также обеспечения растений влагой и требуемыми питательными элементами, применяется дерново-перегнойная система, предусматривающая периодическое фрезерование приствольной полосы.

Наиболее важной проблемой, с которыми сталкиваются производители плодовой продукции, это отсутствие современной сельскохозяйственной техники для ухода за междурядьями и приствольными полосами деревьев в условиях предгорного и горного садоводства [2, 6, 7].

Следовательно, внедрение новых машин и агрегатов для обработки приствольного круга (скашивание и фрезерование) за один проход агрегата, способствующих повышению плодородия почв в условиях террас, является актуальной.

**Цель исследования** – обоснование конструктивно-технологических параметров садовой фрезы для обработки почвы вокруг штамба дерева.

#### **Задачи исследования:**

1. Провести анализ состояния средств для механической обработки приствольного круга в условиях террасы.

2. Разработать конструкцию фрезы для обработки зоны приствольного круга без повреждения штамба дерева за один проход агрегата вдоль линии ряда.

3. Теоретически обосновать рациональные конструктивно-технологические параметры предлагаемой конструкции фрезы.

**Объект исследования** – процесс обхода поворотной секцией фрезы вокруг штамба дерева, опытный образец фрезы для обработки приствольных полос плодовых насаждений на террасированных склонах.

**Методы исследования.** Теоретические исследования проводились с использованием основных положений высшей математики, теоретической механики и сопротивления материалов. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и натурных условиях в соответствии с апробированными методиками.

**Результаты исследования.** Предлагается математическая модель для определения ос-

новных конструктивно-технологических параметров рабочего органа фрезы для обработки зоны приствольного круга деревьев в условиях террасы за один проход машинно-тракторного агрегата [4, 8, 9].

По данной конструкции фрезы был получен патент Российской Федерации на полезную модель [8].

Фреза для обработки приствольных полос состоит из навешиваемой на трактор несущей рамы 1, поворотного бруса 2, основного фрезерного барабана 3, дополнительного фрезерного барабана 4, а также механизма управления поворотом, выполненного в виде щупа 5, системы рычагов и пальца 6, взаимодействующего с упором корпуса поворотного бруса (рис. 1).

При движении агрегата вдоль линии ряда, поворотный брус 2, с установленным на нем дополнительным ротором 4 удерживается от вращения штоком 6 механизма управления. При подходе к штамбу дерева щуп 5 соприкасается со штамбом, отклоняется и выводит посредством системы звеньев палец 6 из взаимодействия с упором корпуса поворотного бруса 2. Далее поворотный брус 2 с установленным на нем дополнительным ротором 4, под воздействием сил реакции вращающихся ножей с почвой, поворачивается на  $360^\circ$ , вращаясь вокруг вертикальной оси, проходящей через ось вращения основного ротора 3, обходя, таким образом, штамб дерева.

После схода щупа 5 со ствола дерева шток 6 механизма управления возвращается в исходное положение, фиксируя положение поворотного бруса 2.

После соприкосновения щупа со следующим штамбом процесс повторяется.

Величина площади, обработанной вокруг штамба дерева, будет зависеть от геометрических параметров элементов выносной поворотной секции (диаметр роторов) и величины угла захвата роторами приствольного круга.

Требуемый диаметр роторов с режущими сегментами  $d_p$  будет определяться необходимостью обеспечения обработки приствольного круга диаметра  $D_k$  с учетом перекрытия рабочими органами приствольной полосы, для исключения огрехов (рис. 2).

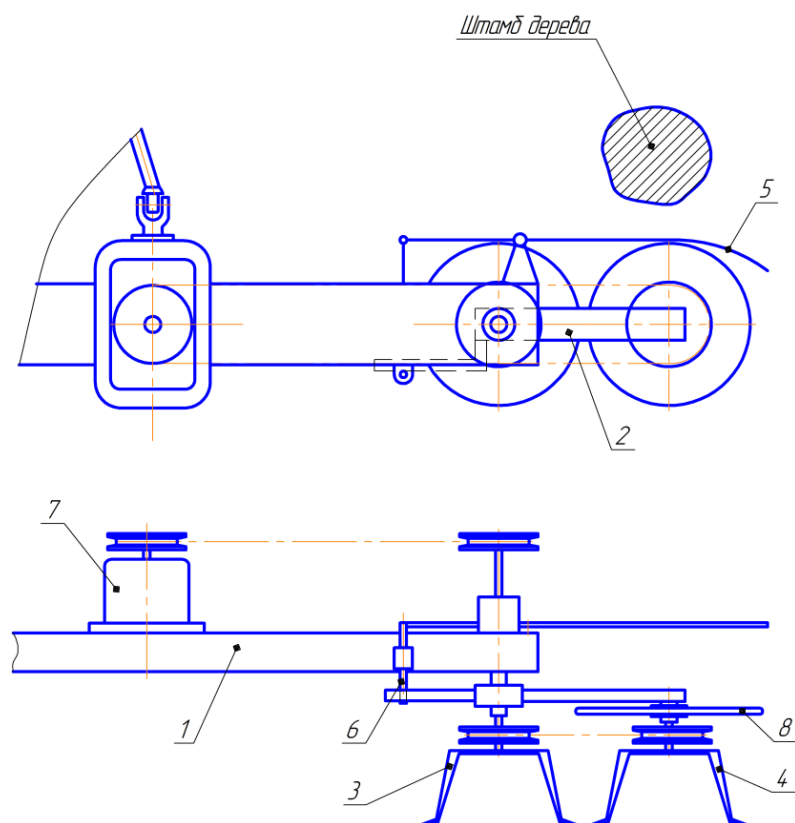


Рисунок 1. Конструктивная схема фрезы  
Figure 1. Structural diagram of the cutter

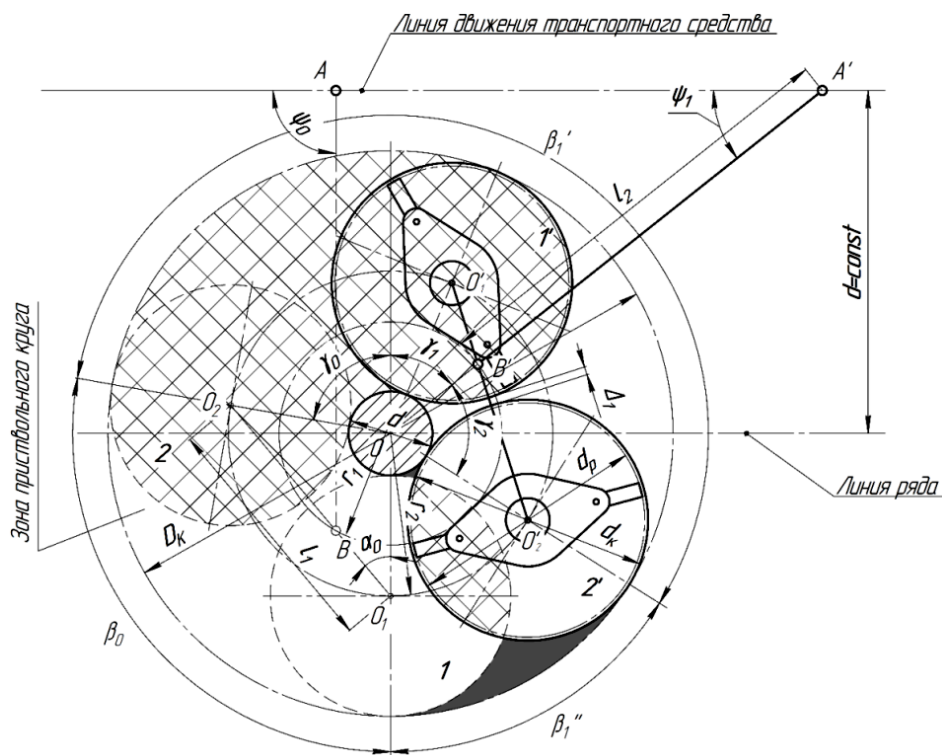


Рисунок 2. Конструктивно-кинематическая схема обхода штамба дерева рабочим органом фрезы  
Figure 2. Structural-kinematic diagram of the bypass of the tree trunk by the working bodies of the cutter

Необходимый диаметр ротора с режущими сегментами, обеспечивающий полное фрезерование пространства вокруг штамба дерева, определяется из системы уравнений [10]:

$$\left. \begin{aligned} d_k &= L + 2a \\ d_k &= d + 2d_p \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где:

$L$  – ширина полосы, м;

$a$  – перекрытие линии ряда, м;

$d$  – диаметр штамба дерева, м;

$d_p$  – диаметр ротора с режущими сегментами, м.

Одной из функций отбойных колес является предохранение штамба дерева от повреждений режущими сегментами фрезы в процессе выполнения технологического процесса. С учетом этого диаметр отбойных колес назначается большим радиуса роторов с режущими сегментами:

$$d_k = d_p + 2e, \quad (2)$$

где:

$e$  – минимально допустимое расстояние между режущим сегментом и штамбом дерева, необходимое для исключения его повреждения, м.

Угол захвата роторами зоны приствольного круга:

$$\beta = \beta_0 + \beta_1, \quad (3)$$

где:

$\beta_0$  – начальный угол, град;

$\beta_1$  – требуемый угол поворота роторов вокруг штамба дерева, град.

Из треугольника  $O_1OO_2$  (рис. 2), начальный угол установки

$$\beta_0 = 180^\circ - 2\alpha_0, \quad (4)$$

где:

$\alpha_0$  – начальный угол установки поворотной секции, град.

Необходимый угол установки поворотной секции роторов  $\alpha_0$  (линия, проходящая через геометрический центр отбойных колес рабочего органа) к перпендикулярной линии направлению движения способствует выбору условия, при котором до начала поворота выносной секции вокруг штамба дерева, должна быть обработана площадь, расположенная за стволом дерева. Данное условие соблюдается в случае, если центры ротора 1 (точка  $O_1$ ) и штамба дерева (точка  $O$ ) будут

расположены на одной линии, перпендикулярной направлению движения фрезерного агрегата.

Для определения начального угла установки поворотной планки  $\alpha_0$  к направлению движения исследуем поворотную выносную секцию в начале контакта отбойных колес со штамбом дерева. Необходимым допущением является то, что во время выполнения процесса обработки, штабб дерева будет представлять собой окружность, находящуюся между отбойными колесами 1 и 2.

Принимая условие, что при вращении поворотной секции вокруг штамба дерева  $OO_1 = OO_2 = r_2 = \text{const}$ , из треугольника  $O_1OO_2$  получим:

$$\alpha_0 = \arccos \frac{r_2^2 + l_1^2 - r_2^2}{2 \cdot l_1 \cdot r_2} = \arccos \frac{l_1^2}{2 \cdot l_1 \cdot r_2}, \quad (5)$$

где:

$l_1$  – расстояние между двумя роторами, м;

$$l_1 = 2r_k + \Delta_1 = d_k + \Delta_1, \quad (6)$$

где:

$\Delta_1$  – минимальная величина зазора между двумя отбойными колесами, определяемая из конструктивных расчетов, м;

$r_2 = 0,5 \cdot (d + d_k)$  – радиус направляющей окружности, по которой перемещаются центры роторов с режущими сегментами при фрезеровании вокруг штамба дерева, м.

Тогда выражение (5) примет вид:

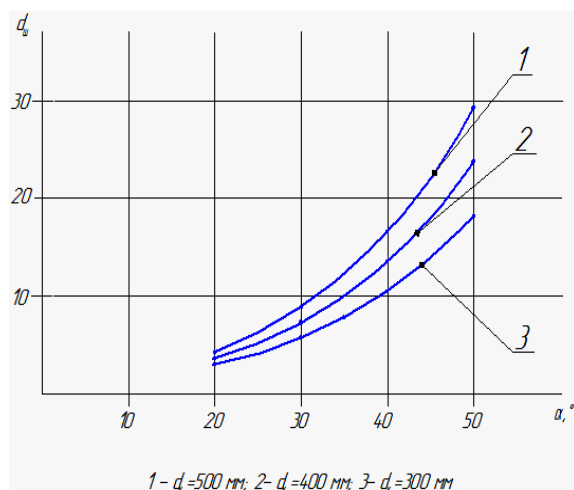
$$\alpha_0 = \arccos \frac{(d_k + \Delta_1)^2}{2 \cdot (d_k + \Delta_1) \cdot 0,5(d + d_k)}. \quad (7)$$

Предложен график зависимости начального угла установки поворотной планки к направлению движения от диаметра штамба дерева при вариации диаметров отбойных колес (рис. 3).

Из графика видно, что кривая изменения начального угла установки поворотной планки к направлению движения носит нелинейный характер, с увеличением диаметра штамба дерева, также происходит увеличение угла установки поворотной планки к направлению движения.

При выполнении технологического процесса, для полного фрезерования вокруг штамба дерева необходимо чтобы конечное положение ротора 2'' совпало с начальным положением ротора 1, т.е. должно соблюдаться требование:





**Рисунок 3.** График зависимости начального угла установки поворотной планки к направлению движения агрегата от диаметра штамба дерева  
**Figure 3.** Graph of the dependence of the initial angle of installation of the turning bar to the direction of movement of the unit on the diameter of the tree trunk

$$\beta_1 = 360^\circ - \beta_0. \quad (8)$$

Для определения конструктивных параметров поворотной секции рассмотрим рабочий орган фрезы в положении, когда угол  $\psi_1$  между линией направления движения агрегата и поворотным рычагом составляет значение:

$$\psi_1 = \arcsin \frac{r_1 + l}{d}, \quad (9)$$

где:

$l$  – длина рычага  $A'B'$ , м;

$\psi_1$  – максимальное значение угла, при достижении которого при дальнейшем перемещении агрегата (точка А) вдоль линии ряда и сохранении условия  $l_{AB} = \text{const}$  произойдет отрыв отбойных колес от штамба дерева с последующим нарушением нормального технологического процесса фрезерования вокруг штамба дерева.

При данном перемещении роторы 1 и 2 будут работать на площадке длиной  $L = 2\pi r_2 / \beta_1'$  и радиуса  $r_p$  (рис. 2). На площадках, заштрихованных крестообразно, роторы 1 и 2 с режущими сегментами будут работать по уже обработанным поверхностям (холостой ход). Заштрихованные участки не будут обработаны при условии:

$$\beta_1' = \gamma_0 + \gamma_1 + \gamma_2, \quad (10)$$

где:

$\gamma_0$  – начальный угол, составляемый  $OO_2$  с осью абсцисс, град;

$\gamma_1$  – угол, составляемый поворотным рычагом с осью абсцисс, град;

$\gamma_2$  – угол, составляемый  $OO_2'$  с осью поворотного рычага, град.

Из треугольника  $O_1OO_2$ :

$$\gamma_0 = 180^\circ - \delta_0 = 180^\circ - (180^\circ - 2\alpha_0) = 2\alpha_0, \quad (11)$$

$$\gamma_1 = \arccos \frac{d}{r_1 + l}. \quad (12)$$

Из треугольника  $OB'O_2'$ :

$$\gamma_2 = \arccos \frac{r_1^2 + r_2^2 - c_2^2}{2 \cdot r_1 \cdot r_2}, \quad (13)$$

где:

$c_2 = l - c_1$  длина соответствующего участка, м.

Тогда с учетом выражений (11), (12) и (13) выражение (10) примет вид:

$$\beta_1' = \arccos \left( \frac{(d_k + 2e)^2}{2 \left( r + \frac{d_k}{2} \right) \cdot (d_k + 2e)} + \frac{d}{\sqrt{(l-d)^2 + (e_1 \sin \alpha_0)^2} + l} + \frac{(l-d)^2 + (e_1 \sin \alpha_0)^2 + \left( \frac{d_k}{2} + r \right)^2 - e_2^2}{2\sqrt{(l-d)^2 + (e_1 \sin \alpha_0)^2} \cdot \left( \frac{d_k}{2} + r \right)} \right). \quad (14)$$

Так как  $\beta_1' \neq \beta$ , то для обеспечения полного фрезерования вокруг штамба дерева необходимо осуществить дополнительный поворот секции вокруг штамба дерева на величину  $\beta_1''$ .

Таким образом, полное значение требуемого угла поворота:

$$\beta_1 = \beta_1' + \beta_1'', \quad (15)$$

где:

$\beta_1'$  – возможный угол поворота роторов при постоянном значении геометрических параметров поворотной секции, град;

$\beta_1''$  – угол, на который необходимо повернуть поворотную секцию для обеспечения полной обработки площади приствольного круга, град.

Величина угла  $\beta_1'$  зависит от геометрических параметров элементов поворотной сек-

ции. Зависимости величин  $d_k$  и  $\alpha_0$  определяются необходимостью обеспечения требуемой обработанной площади, а также зависят от начальных условий работы фрезы. Поэтому обеспечение требуемого угла поворота возможно только за счет варьирования значений геометрических параметров  $c$  и  $l$ , входящих в выражение (13).

Для обеспечения максимально наибольшего угла поворота роторов вокруг штамба дерева при постоянной длине рычага АВ, в качестве технического решения, предложено выполнение оси вращения поворотной секции со смещением ее от геометрической оси симметрии [10]. Однако возможности смещения оси вращения имеют ограничения, связанные с возможностью травмирования штамба дерева.

Исходя из условия безопасного контакта поворотной секции фрезы со штамбом дерева, значения  $c_1$  будет:

$$c_1 = \frac{\Delta_2 + 0,5d}{\sin\alpha_0}, \quad (16)$$

где:

$\Delta_2$  – величина требуемого зазора между поворотным рычагом и штамбом дерева, м.

Для обеспечения оборота секции на величину  $\beta_2''$ , в качестве технического решения, предложено выполнение рычага АВ телескопическим.

**Выводы.** Разработанное конструктивно-технологическое решение для ухода за почвой в условиях террасы позволяет существенно снизить энергозатраты на единицу площади, по сравнению с существующими методами механической обработки в современных садах.

Полученные аналитические зависимости, позволяющие определить оптимальные конструктивные параметры поворотной секции и ротационного режущего аппарата фрезы, могут быть использованы в практике проектирования сельскохозяйственных машин и агрегатов для условий террасного садоводства.

Разработана конструктивно-технологическая схема рабочего органа фрезы для обработки приствольных полос, обеспечивающая изменения положения деталей рабочего органа относительно штамба дерева, и поворот фрезерной секции вокруг штамба дерева на угол, необходимый для полного фрезерования в зоне приствольного круга в процессе движения агрегата за один проход.

### Список литературы

1. Апажев А. К., Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А. Обоснование параметров рабочего органа фрезы для террасного садоводства // Сельский механизатор. 2021. № 8. С. 8–9.
2. Минсельхоз РФ: темпы закладки садов в КБР вдвое превышают показатели по стране [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tass.ru/v-strane/9342469>
3. Apazhev A. K., Shekikhachev Y. A., Hazhmetov L. M., Smelik V. Combined unit for preparation of soil for sowing grain crops // Engineering for Rural Development, 2019. С. 192–198.
4. Apazhev A.K. [et al.] Mathematical model for calculating the parameters of machines for processing near-trunk strips in a terrace // International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems" (ITEEA 2021), Nalchik, Russian Federation. 2021.
5. Манаенков К. А. Обоснование параметров вертикальной фрезы для обработки межствольных полос в интенсивных садах // Повышение эффективности агропромышленного производства в условиях современных форм хозяйствования: тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Воронеж, 1995. Ч. 2. С. 164–165.
6. Бухман Н. С., Манаенков К. А. О прямом математическом моделировании процесса обхода штамбов деревьев фрезерными рабочими органами с вертикальной осью вращения // Сельскохозяйственное производство и высшая школа на переломном этапе реформирования: Материалы областной научно-практической конференции, 21–22 мая 1996 г. Мичуринск, 1996. Сб. 2. Ч. 2. С. 75–76.
7. Завражнов А. И., Манаенков К. А. Обоснование параметров и режимов работы вертикальных фрез для обработки межствольных полос в садах // Сельскохозяйственное производство и высшая школа на переломном этапе реформирования: Материалы областной научно-практической конференции, 21–22 мая 1996 г., Мичуринск, 1996. Сб. 2. Ч. 2. С. 70–71.

8. Патент №206892 Российская Федерация, СПК А01В 39/16 (2021.05). Фреза для обработки приствольных полос интенсивного сада: №2021109828: заявл. 08.04.2021., опубл. 30.09.2021: авторы Егожев А. М., Апажев А. К., Полищук Е. А., Егожев А. А.
9. Патент №184892 Российская Федерация, МПК А01В 39/16 (2006.01). Фреза для приствольной полосы: №2018122520: заявл. 19.06.2018., опубл. 13.11.2018: авторы Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А.
10. Яблонский А. А., Никифорова В. М. Курс теоретической механики: учебное пособие для ВТУЗов. Москва: КНОРУС, 2010. 608 с.

### References

1. Apazhev A.K., Yegozhev A.M., Polishchuk E.A. Yegozhev A.A. Justification of the parameters of the working body of a milling cutter for terraced gardening. *Selskiy Mechanizator* [Rural mechanizer]. 2021;(8):8–9. (In Russ.)
2. Ministry of Agriculture of the Russian Federation: the pace of laying gardens in the CBD is twice as high as the country's indicators [Electronic resource] – Access mode: <https://tass.ru/v-strane/9342469>. (In Russ.)
3. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Hazhmetov L.M, Smelik V. Combined unit for preparation of soil for sowing grain crops. *In the collection: Engineering for Rural Development*. 2019:192–198. (In Russ.)
4. Apazhev A.K. [et al.] Mathematical model for calculating the parameters of machines for processing near-trunk strips in a terrace. *International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems"* (ITEEA 2021). Nalchik. Russian Federation. 2021. (In Russ.)
5. Manaenkov K.A. Substantiation of the parameters of a vertical milling cutter for working inter-trunk strips in intensive gardens. *Povyshenie effektivnosti agropromyshlennogo proizvodstva v usloviyah sovremennykh form hozyajstvovaniya* [Increasing the efficiency of agro-industrial production in the conditions of modern forms of management]: tezis dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Voronezh, 1995. Part 2. Pp. 164–165. (In Russ.)
6. Buchman N.S., Manaenkov K.A. On direct mathematical modeling of the process of circumventing tree trunks by milling working bodies with a vertical axis of rotation. *Sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo i vysshaya shkola na perelomnom etape reformirovaniya* [Agricultural production and higher school at the critical stage of reformation]: materialy oblastnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. May 21–22. 1996. Michurinsk. 1996. Sb. 2. Part 2. 75–76. (In Russ.)
7. Zavrzhnov A.I., Manaenkov K.A. Substantiation of parameters and modes of operation of vertical milling cutters for processing inter-trunk strips in gardens. *Sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo i vysshaya shkola na perelomnom etape reformirovaniya* [Agricultural production and higher school at the transition stage of reformation]: materialy oblastnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. May 21–22. 1996. Michurinsk. 1996. Sb. 2. Part 2. 70–71. (In Russ.)
8. Patent No. 206892 Russian Federation, SEC A01B 39/16 (2021.05). Milling cutter for processing of trunk strips of intensive garden: No. 20211 09828: application. 08.04.2021., publ. 30.09.2021. authors: Egozhev A.M., Apazhev A.K., Polishchuk E.A., Egozhev A.A. (In Russ.)
9. Patent No. 184892 Russian Federation, IPC A01B 39/16 (2006.01). Milling cutter for the barrel strip: No.2018122520: application. 19.06.2018., publ. 13.11.2018. authors: Egozhev A.M., Polishchuk E.A., Egozhev A.A. (In Russ.)
10. Yablonsky A.A., Nikiforova V.M. Course of theoretical mechanics: textbook for higher education institutions. Moscow: KNORUS. 2010. 608 p. (In Russ.)

### Сведения об авторах

**Апажев Аслан Каральбиевич** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1530-1950, Author ID: 261514, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Егожев Артур Мухамедович** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 31728, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

**Егожев Аскер Артурович** – аспирант 2-го года обучения кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5389-1457, Author ID: 1149193

#### Information about the authors

**Aslan K. Apazhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-код: 1530-1950, Author ID: 261514, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Artur M. Egozhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Author ID: 31728, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

**Asker A. Egozhev** – Postgraduate student of the 2nd year of study of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-код: 5389-1457, Author ID: 1149193

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 06.04.2022;  
одобрена после рецензирования 25.04.2022;  
принята к публикации 28.04.2022.*

*The article was submitted 06.04.2022;  
approved after reviewing 25.04.2022;  
accepted for publication 28.04.2022.*

Научная статья

УДК 631.331.5

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-77-82

## Исследование тягового сопротивления сеялки с модернизированными сошниками

**Алий Халисович Габаев**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030, alii\_gabaev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

**Аннотация.** В данной работе приведены результаты исследований тягового сопротивления зерновой сеялки с дисковыми сошниками с нулевым углом атаки и гидрофобными бороздоформирующими накладками. Изменение геометрических размеров рабочих органов, вследствие контакта с абразивной средой, является основной причиной кратного повышения значений тягового сопротивления, заложенных заводом-производителем. Внешними факторами, влияющими на повышение тягового сопротивления машины, являются: климатические условия, в которых эксплуатируется машина, свойства почвы, качество ремонта и технического обслуживания. Внутренними факторами, вызывающими изменение изначально заложенных заводом производителем характеристик, являются несовершенство конструкции (свойства конструкционных материалов деталей) и технология их изготовления. Как показал анализ состояния сеялочных агрегатов, в ряде хозяйств диски высевальных сошников настолько изношены, что их диаметр составляет всего 29-30 см и даже меньше, при заводском выпуске 35 см. При таком диаметре дисков сеялка по своим техническим возможностям не может выполнять агротехнические требования, предъявляемые к посеву семян зерновых культур. Длительность работы посевного агрегата с заводскими показателями зависит от свойств почвы, особенно при работе в тяжелых условиях в 1,5-3 раза возрастают нагрузки на рабочие поверхности органов сельскохозяйственных машин, а также резко возрастает количество отказов. Проведенные исследования модернизированного сошника с нулевым углом атаки показывают хорошую работоспособность при невысоком тяговом сопротивлении. Величина тягового сопротивления при глубине хода 30 мм колебалась в пределах 7-8,5 кг и 14-16,8 кг при глубине хода сошника 60 мм, что на 20-25% ниже, чем у серийных двухдисковых сошников.

**Ключевые слова:** почва, диск, сошник, тяговое сопротивление, угол атаки, борозда, глубина хода, трение, смятие, усилие

**Для цитирования.** Габаев А. Х. Исследование тягового сопротивления сеялки с модернизированными сошниками // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 77–82. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-77-82

Original article

## Investigation of the driving resistance of a seeder with upgraded coulters

**Aliy Kh. Gabaev**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030, alii\_gabaev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

**Abstract.** This paper presents the results of a study of the traction resistance of grain seeders with disc coulters with a zero angle of attack and hydrophobic furrow-forming pads. The change in the geometric dimensions of the working bodies, due to contact with the abrasive medium, is the main reason for the multiple increase in the value of traction resistance, laid down by the manufacturer. External factors affecting the increase in traction resistance of the machine are: climatic conditions in which the machine is operated, soil properties, quality of repairs and maintenance.

The internal factors that cause a change in the characteristics originally set by the manufacturer are the imperfection of the design (the properties of the structural materials of the parts) and the technology of their manufacture. As the analysis of the condition of the seeding units shows, in a number of farms the discs of the sowing coulters are so worn out that their diameter is only 29-30 cm and even less, with a factory output of 35 cm. for sowing grain crops. The duration of operation of the sowing unit with factory performance depends on the properties of the soil, especially when working in difficult conditions, the loads on the working surfaces of the organs of agricultural machines increase by 1.5-3 times, and the number of failures increases sharply. The conducted studies of the modernized coulters with zero angle of attack show good performance with low traction resistance. The value of traction resistance at a stroke depth of 30 mm varied between 7-8.5 kg and 14-16.8 kg at a coulters stroke depth of 60 mm. Which is 20-25% lower than that of serial double disc coulters.

**Keywords:** the soil, disk, coulters, traction resistance, attack angle, furrow, stroke depth, friction, collapse, an effort

**For citation.** Gabaev A.Kh. Investigation of the driving resistance of a seeder with upgraded coulters. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):77–82. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-77-82

**Введение.** Несмотря на широкое разнообразие сельскохозяйственной техники и разные условия работы, показатели тягового сопротивления формируются по общепринятым законам. Обоснование взаимодействия различных факторов и выявление доли каждого из них является основой для оценки, расчета и прогнозирования тягового сопротивления. Все стадии, начиная с момента проектирования и изготовления, когда происходит формирование и обоснование идеи создания модернизированного узла или детали и заканчивая принятием решения о списании данной машины, неразрывно связаны с величиной тягового сопротивления агрегата [1–6].

На стадии проектирования и расчета принимаются технические решения по минимизации тягового сопротивления сельскохозяйственного агрегата, которое зависит от конструкции, применяемых материалов и других конструктивных особенностей. При изготовлении обеспечивается тяговое сопротивление, которое зависит от качества изготовленных деталей, качества сборки узла и других показателей технологического процесса.

**Цель исследования** – раскрыть условия работы заделывающих органов посевных машин. Провести анализ тягового сопротивления дисковых сошников зерновых сеялок и наметить пути снижения тягового сопротивления посевного агрегата, предложить новые конструктивные решения для достижения этой цели.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Динамометрирование сошников проводилось на почвенном канале в лабораторных условиях, влажность почвы по горизонтам 0-5 см и 5-10 см составляла 23,5 и 27%, соответственно. Твердость почвы в тех же горизонтах –  $1,8 \cdot 10^5$  и  $2,5 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>.

Во время работы посевного агрегата общее тяговое сопротивление посевной машины формируется из следующих показателей:

- сопротивление перекачиванию опорных колес по рыхлой неупругой поверхности, каковым в рассматриваемом случае является подготовленное к посеву поле;
- сопротивление, создаваемое заглубленными в почву бороздообразующими устройствами;
- сопротивление на трение качения в подшипниках ступиц колес и других механизмах, участвующих в передаче крутящего момента валам семя- и туковывсевающих аппаратов;
- сопротивление на преодоление прочих непредвиденных препятствий при перемещении посевной машины по неровной поверхности поля;
- рабочее сопротивление катушек и других устройств семя- и туковывсевающих аппаратов.

Из всех вышеперечисленных разновидностей сопротивлений во время работы посевной машины более значимыми можно назвать сопротивление перекачиванию опорных колес по рыхлой неупругой поверхности и сопротивление, создаваемое заглубленными в

почву бороздообразующими устройствами. По данным полевых испытаний на их долю приходится около 92-98% от общего значения тягового сопротивления посевной машины.

Сопротивление на преодоление прочих непредвиденных препятствий при перемещении посевной машины по неровной поверхности поля и рабочее сопротивление катушек и других устройств семя- и туковысевающих аппаратов в общей картине тягового сопротивления имеют долю в пределах одного процента [7].

Касаемо трения качения в подшипниках ступиц колес и других механизмах, то его можно выразить в зависимости от совершенства конструкции сеялки и её системы смазки в пределах двух-трех процентов от общего тягового сопротивления посевной машины. Таким образом, имеет смысл более основательно рассмотреть тяговое сопротивление качения опорных колес и сопротивление качению бороздообразующих дисков в рабочем положении.

**Результаты исследования.** Сопротивление качению колеса по мягкой поверхности обусловлено главным образом работой, направленной на смятие почвы под колесом.

Работа смятия почвы под колесом зависит от параметров колеса его диаметра  $D$  и ширины  $b$  его протектора, а также от сопротивляемости почвы смятию. Этот параметр изменяется в зависимости от величины погружения площади смятия [8].

Математически эту закономерность можно выразить следующим образом:

$$q = q_0 \sqrt{h},$$

где:

$q$  – напряжение смятия  $\text{кг/см}^2$ , соответствующее глубине погружения площадки смятия  $F = 1 \text{ см}^2$ ;

$q_0$  – коэффициент пропорциональности;

$h$  – глубина колеи.

Коэффициент  $q_0$ , в свою очередь, зависит от размера площадки и может быть выражен в следующем виде:

$$q_0 = a' U + a'' F,$$

где:

$a'$  и  $a''$  – константы, характерные для данного вида почвы;

$U$  – периметр;

$F$  – площадь смятия.

Применительно к площади  $1 \text{ см}^2$  под протектором колеса можно считать, что периметр равен:

$$U = 2\delta S \text{ и } F = b\delta S = 1 \text{ см}^2,$$

где:

$\delta S$  – длина площадки, которая при ширине  $b$  равна  $1 \text{ см}^2$ .

Следовательно,

$$q_0 = (2a' + a''b)\delta S.$$

Обозначив  $2a' + a''b = q'_0$ , получим

$$q_0 = q'_0 \delta S,$$

где:

$q'_0$  – удельное сопротивление смятию почвы.

Соотношение  $\frac{a''}{2a'} \approx 0,27$ , исходя из результатов опытов, сохраняется в большинстве случаев для неупругой почвенной поверхности [9].

Таким образом,

$$q'_0 = 2a'(1 + 0,27b),$$

или, выразив  $2a' = a$ ,

$$q'_0 = a(1 + 0,27b).$$

Связь между тяговым усилием  $P$ , нагрузкой на колесо  $G$ , диаметром колеса  $D$  и  $b$  будет:

$$P = \frac{0,958}{\sqrt{q_0}} \cdot \frac{G^{\frac{3}{2}}}{D^{\frac{3}{4}}}.$$

Что касается сопротивления сошников  $R_{\text{сош}}$ , то на глубине хода 30-60 мм опорная реакция сошника прямо пропорциональна глубине его погружения, то есть:

$$R_{\text{сош}} = Kh_c,$$

где:

$K$  – коэффициент, зависящий от типа почвы и ее состояния;

$f$  – коэффициент трения.

Соответственно, тяговое сопротивление дискового сошника можно оценить соотношением [10]:

$$P'_{\text{сош}} = Kfh_c.$$

Значения коэффициентов  $K$  и  $f$ , полученные опытным путем для различных типов почв, можно представить в виде таблицы 1.

**Таблица 1.** Значения коэффициентов К и f  
для различных типов почв  
**Table 1.** Values of coefficients K and f  
for different types of soils

| Тип почвы                                | К    | f    |
|------------------------------------------|------|------|
| Легкий суглинок в рыхлом состоянии       | 0,65 | 0,43 |
| Тяжелый суглинок в рыхлом состоянии      | 0,85 | 0,33 |
| Тяжелый суглинок в слежавшемся состоянии | 1,15 | 0,17 |

Тяговое сопротивление сеялки в транспортном положении определяется по выражению:

$$P_{\text{хк}} = 2 \frac{0,958 \left(\frac{1}{2} G\right)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{q_0} D^{\frac{3}{4}}} = \frac{0,677 G^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{q_0} D^{\frac{3}{4}}}.$$

Тяговое сопротивление сеялки в рабочем положении состоит из сопротивления перекачиванию и сопротивления сошников, как было отмечено выше [11].

Давление на опорные колеса в этом случае несколько ниже, так как сошники опираются на почву:

$$G' = G - nG_{\text{сош}}.$$

У сеялки с дисковыми сошниками, в отличие от сеялок с другими типами сошников, разгрузка ходовых колес будет больше, так как дисковые сошники в рабочем положении, кроме того, что опираются о почву, находятся еще под давлением нажимных пружин. В таком случае часть массы посевной машины уравнивается опорной реакцией сошников и, следовательно, ходовые колеса разгружаются несколько больше, чем от веса сошников [12].

Если при наличии m передних и n задних сошников опорные реакции на сошники обозначим, соответственно  $mR'_{\text{нс}}$  и  $nR'_{\text{зс}}$ , то сопротивление перекачиванию колес можно выразить в следующем виде:

$$P_{\text{хк}} = \frac{0,677(G - mR'_{\text{нс}} - nR'_{\text{зс}})^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{q_0} D^{\frac{3}{4}}}.$$

При севе на слежавшейся почве для достижения требуемой глубины хода сошников необходимо повышать давление на сошники путем сжатия нажимных пружин, в результате чего возрастают опорные реакции  $R'_{\text{нс}}$  и  $R'_{\text{зс}}$ , сошников, и, соответственно, как видно из последней формулы, снижается сопротивление  $P_{\text{хк}}$  качению опорных колес [13, 14].

Так как основную долю тягового сопротивления посевной машины составляют сопротивление  $P_{\text{хк}}$  качению опорных колес под соответствующей нагрузкой и сопротивления качению дисков сошников  $(m+n)P_{\text{сош}}$  рабочее сопротивление сеялки можно выразить в следующем виде:

$$P = P_{\text{хк}} + (m + n)P'_{\text{сош}}.$$

Однако, здесь не учитывается работа на привод механизма высевających аппаратов, которая при должном техническом обслуживании посевного агрегата является величиной несущественной, ей можно пренебречь.

**Выводы.** Проведенные исследования дискового сошника с нулевым углом атаки показали хорошую работоспособность при невысоком тяговом сопротивлении. Величина тягового сопротивления при глубине хода 30 мм колебалась в пределах 7-8,5 кг и 14-16,8 кг при глубине хода сошника 60 мм, что на 20-25% ниже, чем у серийных двухдисковых сошников. На основании проведенных исследований установлено, что с повышением скорости движения сеялки с экспериментальными сошниками с 1,0 до 4,0 м/с, тяговое сопротивление повышается в пределах 12-18%, тогда как у сеялки со стандартными сошниками этот показатель находится в пределах 28-35%.

#### Список литературы

1. Шекихачев Ю. А., Мишхожев В. Х., Шекихачева Л. З., Мишхожев К. В. Обоснование параметров и режимов работы модернизированного плоскореза для повышения продуктивности горных кормовых угодий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2018. № 2(20). С. 48–53.



2. Габаев А. Х. Применение полимерных материалов в конструкции бороздообразующих рабочих органов сеялки для условий повышенной влажности почвы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 2(24). С. 95–99.
3. Габаев А. Х. Посев в условиях повышенной влажности почвы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 3(25). С. 78–82.
4. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Эксплуатационные факторы экономии топливо-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 85–92.
5. Габаев А. Х. Надежность и безотказность работы модернизированного сошника зерновой сеялки с фторопластовыми бороздообразующими накладками // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 54–58.
6. Хажметова А. Л., Карданов Р. А., Хажметов Л. М. К вопросу совершенствования машин для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 89–94.
7. Демчук Е. В., Кобяков И. Д., Евченко А. В., Гурьев С. П. Сошник для разбросного посева семян зерновых культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. №11. С. 14–16.
8. Тухтакузиев А., Ибрагимов А., Атамкулов А. Исследование равномерности глубины хода бороздореза сеялки // Техника в сельском хозяйстве. 2014. №5. С. 2–4.
9. Хахов М. А., Каскулов М. Х. Исследование процесса работы ребристых катков посевной машины // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2003. №1(9). С. 31–34.
10. Горячкин В. П., Гранвуане А. Х. Теоретическое обоснование сеялок-культиваторов. Москва: Колос, 1986. 358 с.
11. Патент RU C1 А№2511237 01С7/20. Устройство для посева семян зерновых культур / М. Х. Каскулов, А. Х. Габаев, А. К. Апажев, И. А. Атамурзаев, Ш. М. Гаев, А. Ш. Тешев, В. Х. Мишхожев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарская ГСХА». № 2012153090/13; заявл. 2012.12.07; опубл. 10. 04. 2014, Бюл. № 10.
12. Горбачев С. П., Кулаев Е. В., Руденко Н. Е. Тяговое сопротивление комбинированного дискового сошника зерновой сеялки // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2014. № 2. С. 4–5.
13. Габаев А. Х., Нам А. К. Математическая модель работы бороздообразующего рабочего органа посевной машины и определение его оптимальных конструктивных параметров методом многофакторного эксперимента // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 43. С. 317–321.
14. Каскулов М. Х., Габаев А. Х. Агротехническая оценка работы экспериментальной сеялки с фторопластовыми бороздообразующими накладками // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2015. № 1(7). С. 54–57.

## References

1. Shekikhachev Yu.A., Mishkhozhev V.Kh., Shekikhacheva L.Z., Mishkhozhev K.V. Scientific basis for parameters and operating modes of the modernized subsurface cultivator for increasing the productivity of the forage lands. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2018;2(20):48–53. (In Russ.)
2. Gabaev A.Kh. Application of polymeric materials in the construction of bore forming working bodies of cropping machines for work in the conditions of increased soil humidity. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2019;2(24):95–99. (In Russ.)
3. Gabaev A.Kh. Seeding under conditions of increased soil humidity. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2019;3(25):78–82. (In Russ.)
4. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricant savings operating factors. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;3(29):85–92. (In Russ.)
5. Gabaev A.Kh. Safety and reliability of operation of the modernized corner of the grain seeder with ptfefurround-forming lines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2019;4(26):54–58. (In Russ.)
6. Khazhmetova A.L., Kardanov R.A., Khazhmetov L.M. On the issue of improving machines for processing trunk strips of fruit plantations in terrace gardening. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2021;2(32):89–94. (In Russ.)

7. Demchuk E.V., Kobayakov I.D., Evchenko A.V., Gurev S.P. Soshnik dlya razbrosnogo poseva semyan zernovykh kul'tur. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva*. 2015;(11):14–16. (In Russ.)
8. Tuhtakuziev A., Ibragimov A., Atamkulov A. Issledovanie ravnomernosti glubiny hoda borozdoreza seyalki. *Tekhnika v sel'skom hozyajstve*. 2014;(5):2–4. (In Russ.)
9. Khahov M.A., Kaskulov M.Kh. Investigation of the operation process of the ribbed rollers of the sowing machine. News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the RAS. 2003,1(9):31–34. (In Russ.)
10. Goryachkin V.P., Granvuane A.H. Teoreticheskoe obosnovanie seyalok-kul'tivatorov. Moscow: Kolos, 1986. 358 p. (In Russ.)
11. Patent RU S1 A№2511237 01S7/20. Ustrojstvo dlya poseva semyan zernovykh kul'tur. M.Kh. Kaskulov, A.Kh. Gabaev, A.K. Apazhev, I.A. Atmurzaev, Sh.M. Gaev, A.Sh. Teshev, V.Kh. Mishkhozhev; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Kabardino-Balkarskaya GSKHA». – № 2012153090/13; zayavl. 2012.12.07; opubl. 10. 04. 2014, Byul. № 10. (In Russ.)
12. Gorbachev S.P., Kulaev E.V., Rudenko N.E. Tyagovoe soprotivlenie kombinirovannogo diskovogo soshnika zernovoj seyalki. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva*. 2014,(2):4–5. (In Russ.)
13. Gabaev A.Kh., Nam A.K. Mathematical model of work of borozdoobrazuyushchy working body of the sowing car and determination of his key design data as method of multiple-factor experiment. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(43):317–321. (In Russ.)
14. Kaskulov M.Kh., Gabaev A.Kh. Agrothechnical assessment of the experimental planter with fluoroplastfurrowforming lining. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2015;1(7):54–57. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторе

**Габаев Алий Халисович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация сельского хозяйства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1264-0376, Author ID: 835404

#### Information about the author

**Aliy Kh. Gabaev** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Agricultural Mechanization", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1264-0376, Author ID: 835404

---

*Статья поступила в редакцию 31.03.2022;  
одобрена после рецензирования 22.04.2022;  
принята к публикации 28.04.2022.*

*The article was submitted 31.03.2022;  
approved after reviewing 22.04.2022;  
accepted for publication 28.04.2022.*

Научная статья

УДК 633.853.494:664.723

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-83-90

## Инновационный способ сушки семян масличных культур на примере рапса

Алим Юрьевич Кишев<sup>✉1</sup>, Ирина Мироновна Ханиева<sup>2</sup>,  
Аслан Хажмуратович Эржибов<sup>3</sup>, Заира Муссавна Жирикова<sup>4</sup>

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>✉1</sup>a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

<sup>2</sup>imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>

<sup>3</sup>aslan-01.75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

<sup>4</sup>zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4823-4362>

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы сушки семян масличных культур, что характеризуется снижением их влажности до уровня стойкого сохранения всхожести и других биологических свойств, которые определяют потенциальную урожайность. Влажность устойчивого хранения семян – это такая влажность, при которой биологические процессы в них сведены к минимуму. Вода теряется семенем из поверхности путем испарения или диффузии (при контактной сушке). Интенсивность испарения воды из поверхности семени в значительной мере зависит от условий окружающей среды. Из внутренних частей семени к поверхности вода поступает в результате образования градиента влажности. Поэтому в соответствии с научными принципами технологии сушки способ проведения процесса и его оптимальный режим следует выбирать в зависимости от свойств семян, как объекта сушки. В работе использованы в качестве генераторов инфракрасного излучения терморadiационные лампы накаливания. Суть инфракрасного излучения при сушке заключается в пробуждении атомов и молекул, которое происходит при их тепловом движении. Исследованы способы применения инфракрасного облучения для сушки и повышения всхожести рапсовых семян при получении семенного фонда и обоснован выбор типа излучателя нагрева семян при различных режимах процесса.

**Ключевые слова:** зерновые культуры, сушка, семена, влажность, инфракрасное излучение

**Для цитирования.** Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Эржибов А. Х., Жирикова З. М. Инновационный способ сушки семян масличных культур на примере рапса // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 83–90.

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-83-90

Original article

## Innovative drying method of oilseeds on the example of rapeseed

Alim Yu. Kishiev<sup>✉1</sup>, Irina M. Khanieva<sup>2</sup>,  
Aslan Kh. Erzhibov<sup>3</sup>, Zaira M. Zhirikova<sup>4</sup>

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>✉1</sup>a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

<sup>2</sup>imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>

<sup>3</sup>aslan-01.75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

<sup>4</sup>zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4823-4362>

© Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Эржибов А. Х., Жирикова З. М., 2022

**Annotation.** This article discusses the issues of drying oilseeds, which is characterized by a decrease in their moisture content to the level of persistent germination and other biological properties that determine the potential yield. The humidity of stable storage of seeds is such a humidity at which biological processes in them are minimized. Water is lost by the seed from the surface by evaporation or diffusion (during contact drying). The intensity of water evaporation from the seed surface largely depends on environmental conditions. Water flows from the inner parts of the seed to the surface as a result of the formation of a moisture gradient. Therefore, in accordance with the scientific principles of drying technology, the method of carrying out the process and its optimal mode should be chosen depending on the properties of the seeds as the object of drying. In this work, thermoradiation incandescent lamps were used as generators of infrared radiation. The essence of infrared radiation during drying is the awakening of atoms and molecules, which occurs during their thermal movement. Methods for using infrared irradiation for drying and increasing the germination of rapeseed seeds in obtaining seed stock have been studied and the choice of the type of seed heating radiator under various process modes has been substantiated.

**Keywords:** grain crops, drying, seeds, humidity, infrared radiation

**For citation.** Kishev A.Yu., Khanieva I.M., Erzhilov A.Kh., Zhirikova Z.M. Innovative drying method oilseeds on the example of rapeseed. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):83–90. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-83-90

**Введение.** Качественная сушка зерна, зернопродуктов и других сельскохозяйственных культур является неотъемлемым этапом обработки полученной продукции. Устойчивое состояние зерна при хранении обеспечивается в первую очередь сушкой. Лишь в том случае, когда из пищевого зерна или семян удалена свободная влага, продукция может оставаться в хорошем состоянии несколько месяцев [1]. По результатам современных исследований, одним из наиболее перспективных способов является сушка инфракрасным излучением (ИК) [2–4]. Однако при инфракрасном теплоподводе на поверхности зерна создается более высокая плотность теплового потока в (20–100 раз), чем при конвективном теплоподводе. Это приводит к очень быстрому нагреву зерна до предельно допустимой температуры, тогда как влажность его за короткий промежуток времени снижается незначительно. К тому же вследствие слабой проницаемости зерна инфракрасными лучами весь поток тепла сосредотачивается на поверхности зернового слоя. В глубину слоя толщиной в одно зерно проходит около 20% всей подающей энергии, а через слой в два зерна – всего лишь 5%. Поэтому для создания промышленной сушилки требуются большие поверхности, на которых должно размещаться тонким слоем высушиваемое зерно [5]. Таким обра-

зом, сушка зернового материала при минимальном расходе энергии является актуальной задачей агропромышленного комплекса, решение которой должно включать в себя обоснование режимов ИК-обработки [4].

Чтобы обеспечить сохранность полезных свойств исходного материала при хранении и свойств материала, который и в ряде случаев улучшает эти свойства, является процесс сушки. Это касается в большей степени сушки сельскохозяйственных культур, которые обладают рядом особенно важных физиолого-биохимических явлений, обусловленных свойствами самого исходного материала. Поэтому, чтобы достичь максимальных результатов при сушке сельскохозяйственных культур, необходим метод проведения этого процесса и оптимальный режим для каждой культуры. При обосновании режимов терморadiационной сушки необходимо дополнительно учитывать оптические свойства материалов (продуктов) и специфические особенности механизма процесса [1].

При инфракрасном излучении плотность теплового потока на поверхности материала значительно больше (в 20–100 раз), чем при конвективной сушке. В зависимости же от спектральной характеристики облучаемого материала и температуры излучателя, от которой зависит длина волны, инфракрасные лучи способны проникать в толщу материала

и более глубоко воздействовать на молекулярную структуру материала, чем при конвективной сушке.

Рапс – культура больших потенциальных возможностей, хорошо приспособленная к условиям умеренного климата России. Семена рапса – важный источник получения дешевого многофункционального растительного масла и высокобелковых кормов. Они содержат 40-47% масла, 21-27% белка. Средняя урожайность семян озимого рапса в зонах его товарного производства – 25-27 ц/га, максимальная – 40-42 ц/га [2].

Уборка рапса производится, как правило, прямым комбайнированием в конце августа – в первой половине сентября. К этому времени семена достигают восковой спелости. Влажность собранных семян при сухой погоде составляет 12-15%, во влажные годы до 25-28%. Поэтому возникает проблема доведения влажности материала до уровня перед последующей переработкой или хранением, с сохранением исходных физико-химических и биологических параметров семян.

**Методы исследований.** Опыт показывает, что наибольшее распространение в качестве генераторов инфракрасного излучения получили терморadiационные лампы накаливания. Источником излучения в них является спираль из вольфрамовой проволоки, которая может быть рассчитана на любую температуру. Колбы ламп заполняют инертными газами, с целью снижения скорости испарения материала нити и оседания его на колбе.

В семеноводческих хозяйствах семена рапсовых культур сушат до влажности 8-10%, товарные семена, предназначенные для переработки на масло – до 6-8%. При больших севооборотах остро встает вопрос сохранения качественных характеристик семенного материала в процессах сушки и хранения, а так же экономии энергоресурсов при его переработке методом внедрения энергосберегающих технологий [3].

При конвективной сушке необходимо, чтобы объем теплоносителя был значительно больше объема, занимаемого высушиваемой массой, а расход энергии постоянно восполнялся, последнее условие обычно удовлетворяется созданием потока теплоносителя, пропускаемого предварительно через калорифер,

радиатор или какое-либо другое нагревающее устройство. Это приводит к очень неэффективному использованию тепловой энергии, высоким энергетическим затратам и низкому термическому коэффициенту полезного действия (КПД) установок [4, 5].

Выбранный нами инфракрасный способ сушки семян обладает рядом весомых преимуществ:

1. Воздух вокруг высушиваемого материала не является теплоносителем, поэтому при пропорциональном теплообмене потери теплоты минимальны, а КПД установки – больше.

На теплопередачу большое влияние оказывает воздух, который не является теплопередающей средой. Чем меньше перепад температур между воздухом и облучаемой поверхностью, тем меньше температурный градиент в материале и равномернее его нагрев. Большой температурный градиент внутри нагреваемого тела (семя, зерно), зачастую становится причиной разрушений: трещин, короблений и т.п. Поэтому, как правило, в установках для радиационного нагрева поддерживается минимальный перепад температур воздуха и нагреваемой массы [6, 7].

2. Если семена рапса, которые находятся на сушке, не контактируют с излучателем, это не является помехой для лучшего процесса передачи тепла.

3. Чтобы эффективно управлять способами сушки и нагрева массы, необходимо знать влияние характеристик материалов, таких как поглощение, отражение и пропускание между ними инфракрасных лучей [8].

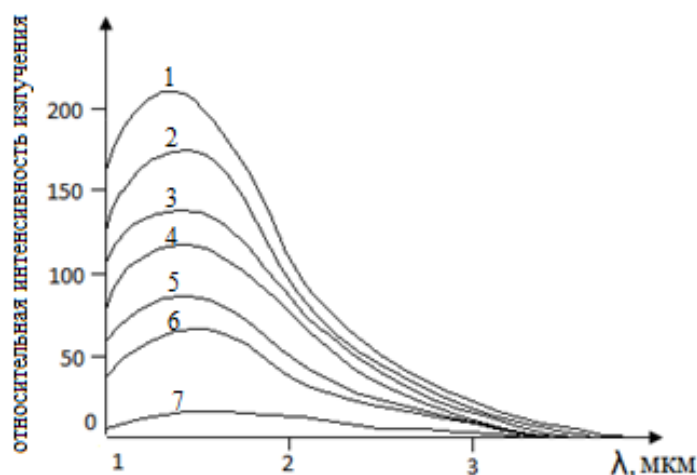
Электрические генераторы инфракрасного излучения характеризуются подводимым напряжением и мощностью, рабочей температурой, плотностью облучения, спектральным составом генерируемого излучения, конструкцией, формой, размерами и т.д.

**Результаты исследований.** В используемых инфракрасных лампах температура нити, по сравнению с обычными осветительными лампами, значительно ниже и составляет 2200-2700°C, поэтому светотдача инфракрасных ламп составляет примерно 1/3 светотдачи обычных ламп и 80-90% подводимой электроэнергии преобразовывается в них в энергию инфракрасного излучения. Общий КПД ламп с учетом всех потерь равен примерно 70-80%. Длина волны макси-

мума излучения приходится на участок  $\lambda_{\text{макс}}=1,05-1,25$  мкм, основная часть излучения приходится на участок инфракрасного спектра с длиной волн  $\lambda_{\text{макс}} = 0,8-3,5$  мкм.

Важной особенностью спектров инфракрасных ламп с вольфрамовой нитью является то, что положение максимума излучения почти не смещается при снижении напряжения до 50% от номинального. При снижении напряжения до 25% от номинального (температура нити лампы при этом со-

ставляет 1400°K) максимум излучения приходится примерно на длину волны 1,6 мкм (рис. 1). Неподчинение излучения вольфрама закону Вина приводит к тому, что спектр ламп может изменяться практически весьма незначительно, что дает возможность дополнительно задавать необходимый режим сушки, варьируя напряжение на лампе и её мощностью, не изменяя спектрального состава излучения.



**Рисунок 1.** Спектры излучения инфракрасной лампы, мощность  $P = 40$  Вт:

1 –  $U=220$  В,  $T=1973^{\circ}\text{K}$ ; 2 –  $U=200$  В,  $T=1900^{\circ}\text{K}$ ; 3 –  $U=180$  В,  $T=1850^{\circ}\text{K}$ ; 4 –  $U=160$  В,  $T=1810^{\circ}\text{K}$ ;  
5 –  $U=140$  В,  $T=1710^{\circ}\text{K}$ ; 6 –  $U=120$  В,  $T=1680^{\circ}\text{K}$ ; 7 –  $U=60$  В,  $T=1425^{\circ}\text{K}$

**Figure 1.** Radiation spectra of an infrared lamp with a power of 40 watts:

1 –  $U=220$  В,  $T=1973^{\circ}\text{K}$ ; 2 –  $U=200$  В,  $T=1900^{\circ}\text{K}$ ; 3 –  $U=180$  В,  $T=1850^{\circ}\text{K}$ ; 4 –  $U=160$  В,  $T=1810^{\circ}\text{K}$ ;  
5 –  $U=140$  В,  $T=1710^{\circ}\text{K}$ ; 6 –  $U=120$  В,  $T=1680^{\circ}\text{K}$ ; 7 –  $U=60$  В,  $T=1425^{\circ}\text{K}$

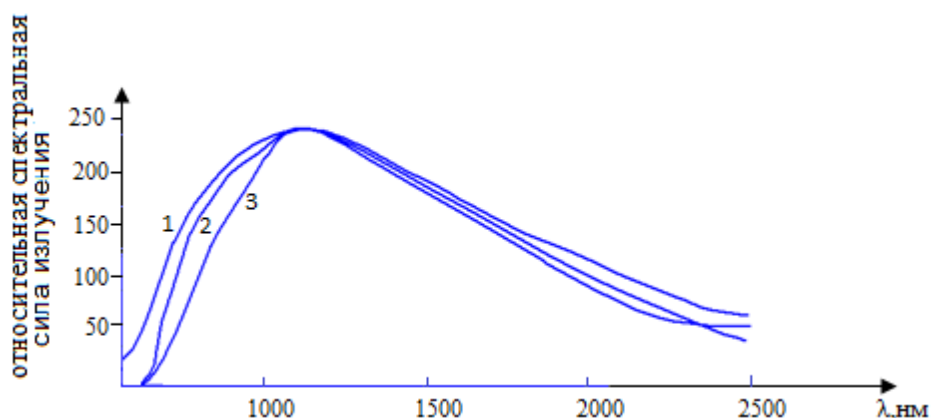
Таким образом, снижение мощности излучателя обеспечивает энергосберегающий режим работы всей установки, а следовательно, повышение его КПД. Вышеизложенное показывает, что инфракрасные лампы с вольфрамовой нитью весьма удобны с точки зрения управления интенсивностью теплового потока при радиационной сушке.

Оптические характеристики применяемых инфракрасных излучателей по своему спектральному составу, в номинальном режиме работы во многом схожи и зачастую отличаются лишь интенсивностью генерируемого излучения, величину которой лимитирует мощность излучателя.

Сравнительная характеристика оптических свойств инфракрасных излучателей

различных производителей (лампы накаливания E27), мощностью 500 Вт приведены на рис. 2. Из приведенных данных видно, что сравниваемые лампы близки по своим оптическим характеристикам.

Известно, что ряд сельскохозяйственных культур: кормовые бобы, люцерна, рапс и др. характеризуются так называемой, «твердосемянностью». Часто семена этих культур, особенно после конвективной сушки, имеют пониженную всхожесть, что многие объясняют низкой влаго- и газопроницаемостью семенной оболочки. Очевидно, причиной этого является неравномерная сушка по сечению семени, вследствие чего оболочка, а, возможно, и расположенный под ней слой имеют не достаточную пористость.



**Рисунок 2.** Сравнительная характеристика оптических свойств инфракрасных излучателей:

1 – U=220 В, T=1973°K; 2 – U=200 В, T=1900°K; 3 – U=180 В, T=1850°K

**Figure 2.** Comparative characteristics of optical properties of infrared emitters:

1 – U=220 В, T=1973°K; 2 – U=200 В, T=1900°K; 3 – U=180 В, T=1850°K

В то же время экспериментально обнаружено, что при инфракрасном облучении семян всхожесть их заметно повышается. Это явление обусловлено проникновением коротковолнового излучения внутрь семян, что способствует более равномерной термической обработке и сушке, и в связи с этим повышению проницаемости оболочки.

На сегодняшний день, наиболее перспективным способом обработки, обеспечивающим повышение всхожести семян, считается инфракрасное облучение. Изучение этого процесса проводил Д. Уоркс. Его экспериментальная установка была выполнена в виде ленточного конвейера, над которым находилась пятисотваттная кварцевая лампа инфракрасного излучения. За счет изменения

скорости ленты, продолжительность облучения можно было изменять в пределах 1-10 с; расстояние между излучателем и лентой изменялось посредством перемещения кронштейна, температура накала нити регулировалась за счет изменения напряжения питания. Опыты проводились при различном напряжении и соответствующем изменении продолжительности облучения.

Из результатов проведенной работы следует, что при кратковременной обработке инфракрасными лучами семян различных сортов рапса значительно увеличивается их всхожесть (табл. 1); при этом со снижением напряжения продолжительность обработки несколько увеличивается.

**Таблица 1.** Показатели всхожести различных сортов семян рапса, обработанных инфракрасными лучами

**Table 1.** Germination rates of various varieties of rapeseed treated with infrared rays

| Указатели                                                               | Сорт семян |          |        |      |        |       |         |                 |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|----------|--------|------|--------|-------|---------|-----------------|
|                                                                         | Амулет     | Рейнджер | Галант | Приз | Сармат | Лорис | Таврион | Викинг - ВНИИМК |
| Всхожесть необработанных семян, %                                       | 80,2       | 76,5     | 72,7   | 71,4 | 65,4   | 71,4  | 81,4    | 82,7            |
| Всхожесть семян после инфракрасного облучения при следующих режимах, %: |            |          |        |      |        |       |         |                 |
| а) напряжение 110 В продолжительность облучения 1,41 с                  | 98,4       | 97,3     | 98,6   | 93,4 | 99,9   | 100,0 | 96,1    | 98,7            |
| б) напряжение 130 В продолжительность облучения 1,01 с                  | 98,1       | 96,4     | 98,1   | 91,5 | 99,2   | 98,9  | 93,6    | 97,9            |

Из данных таблицы видно, что при кратковременной обработке инфракрасными лучами, семена различных сортов рапса положительно реагируют и значительно увеличивается их всхожесть, и максимальный результат был получен у сорта Лорис – 100,0%, а минимальный показатель был у сорта Приз – 93,6%; при этом со снижением напряжения продолжительность обработки несколько увеличивается. Результаты показывают, что все сорта дали лучшую всхожесть при кратковременной обработке инфракрасными лучами.

В целях стабилизации напряжения питания, обеспечивающего постоянную температуру нити лампы, были проведены опыты с использованием генератора постоянного тока. В этом случае продолжительность облучения может быть еще несколько сокращена (при напряжении 130 В она составляла около 0,8 с).

**Выводы.** Резюмируя изложенное, можно прийти к выводу о перспективности применения инфракрасного облучения для сушки и повышения всхожести рапсовых семян при получении семенного фонда.

1. Можно отметить, что при кратковременной обработке инфракрасными лучами семена различных сельскохозяйственных культур положительно реагируют и значительно увеличивается их всхожесть, и максимальный результат был получен у сорта Лорис – 100,0%, а минимальный показатель был у сорта Приз – 93,6%; при этом со снижением напряжения продолжительность обработки несколько увеличивается.

2. Снижение мощности излучателя обеспечивает энергосберегающий режим работы всей установки, а следовательно, повышение его КПД. Вышеизложенное показывает, что инфракрасные лампы с вольфрамовой нитью весьма удобны с точки зрения управления интенсивностью теплового потока при радиационной сушке.

3. Экспериментально обнаружено, что при инфракрасном облучении семян всхожесть их заметно повышается. Это явление обусловлено проникновением коротковолнового излучения внутрь семян, что способствует более равномерной термической обработке и сушке, и в связи с этим повышению проницаемости оболочки.

### Список литературы

1. Гинзбург А. С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. Москва: Пищевая промышленность, 1966. 407 с.
2. Григорьев И. В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур, нетрадиционных и редких растений: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02. М., 2010. 210 с.
3. Долгих П. П., Кулаков Н. В., Лоц Е. В. Исследование инфракрасного способа сушки зерна // Вестник КрасГАУ. 2016. №12. С. 85–92.
4. Зуев Н. А., Рудобашта С.П., Зуева Г. А., Зотова Е. Ю. Совмещенный процесс сушки и стимуляции семян с помощью импульсного инфракрасного излучения // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. № 3. 2013. С. 7–9.
5. Новоселов Ю. К., Дедаев Г. А. Рекомендации по уборке, сушке и очистке семян в Московской области. Москва, 1988. 12 с.
6. Рудобашта С. П. Кинетика импульсной инфракрасной сушки зерна в монослое // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. 2006. № 3. С. 53–55.
7. Ханиева И. М., Жеруков Т. Б., Кишев А. Ю. Продуктивность и качество урожая подсолнечника в зависимости от вертикальной зональности // Международные научные исследования. 2017. № 3(32). С. 185–189.
8. Бербекоев К. З., Кишев А. Ю., Мамсиров Н. И., Жеруков Т. Б. Эффективность применения регуляторов роста на посевах подсолнечника в условиях Кабардино-Балкарской республики // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2018. № 3(226). С. 113–117.

### References

1. Ginzburg A.S. Infrakrasnaya tekhnika v pishchevoj promyshlennosti. [Infrared technology in the food industry]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1966. 407 p. (In Russ.)



2. Grigor'ev I.V. Pulse infrared drying of seeds of vegetable crops, non-traditional and rare plants: *dis. ... kand. tehn. nauk* [dis. ... cand. tech. Sciences]. Moscow, 2010. 210 p. (In Russ.)
3. Dolgih P.P., Kulakov N.V., Lots E.V. The research of infra-red way of grain drying. *Bulletin of Kras-GAU*. 2016;(12):85–92. (In Russ.)
4. Zuev N.A., Rudobashta S.P., Zueva G.A., Zotova E.Y. The combined process of drying and stimulation of seeds by means of pulse infrared radiation. *Vestnik of federal state educational institution of higher professional education "Moscow state agroengineering university named after V.P. Goryachkin"*. 2013;(3):7–9. (In Russ.)
5. Novoselov Yu.K., Dedaev G.A. *Rekomendatsii po uborke, sushke i ochistke semjan v moskovskoj oblasti*. [Recommendations for cleaning, drying and cleaning seeds in the Moscow region]. Moscow, 1988. 12 p. (In Russ.)
6. Rudobashta S.P., Pronichev S.A. *Kinetika impul'snoj infrakrasnoj sushki zerna v monosloe* Kinetics of pulsed infrared drying of grain in a monolayer]. *Vestnik FGOU VPO MGAU. Agroiinzheneriya*. 2006;(3):53–55. (In Russ.)
7. Khanieva I.M., Zherukov T.B., Kishev A.Yu. Productivity and quality of sunflower harvest as a function of vertical zonality. *International scientific researches*. 2017;3(32):185–189. (In Russ.)
8. Berbekov K.Z., Kishev A.Yu., Mamsirov N.I., Zherukov T.B. Efficiency of use of growth regulators on crops of sunflower in the Kabardino-Balkarian republic. *The Bulletin of the Adyghe State University. Series 4: Natural-Mathematical and Technical Sciences*. 2018;3(226):113–117. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Кишев Алим Юрьевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2237-8388, Author ID: 343309

**Ханиева Ирина Мироновна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1431-4567, Author ID: 464814

**Эржибов Аслан Хажмуратович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Садоводство и Лесное дело», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2210-4880, Author ID: 486693

**Жирикова Заира Муссавна** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4378-8131, Author ID: 742730

#### Information about the authors

**Alim Yu. Kishev** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department "Agronomy", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2237-8388, AuthorID: 343309

**Irina M. Khanieva** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1431-4567, Author ID: 464814

**Aslan Kh. Erzhibov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department "Gardening and Forestry", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2210-4880, Author ID: 486693

**Zaira M. Zhirikova** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4378-8131, Author ID: 742730

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 25.04.2022;  
одобрена после рецензирования 11.05.2022;  
принята к публикации 16.05.2022.*

*The article was submitted 25.04.2022;  
approved after reviewing 11.05.2022;  
accepted for publication 16.05.2022.*

Научная статья

УДК 631.3.076(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100

## Режимные факторы и регулировочные параметры автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской республики

Владимир Сагидович Койчев<sup>1</sup>, Владимир Исмелович Батыров<sup>2</sup>,  
Анзор Леонидович Болотоков<sup>✉3</sup>

<sup>1</sup>Калининградский филиал Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, ул. Советская, д. 10, г. Полесск, Калининградская обл., Россия, 238630

<sup>2,3</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>1</sup>labtsm@yandex.ru

<sup>2</sup>batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

<sup>✉3</sup>anzor.n@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-4072>

**Аннотация.** В статье на основании анализа параметров автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики показано, что время работы двигателей на неустановившихся режимах в зависимости от назначения энергетической установки может составлять до 95% их рабочего времени. Установлено, что на величину момента, развиваемого двигателем при переходном режиме, основное влияние оказывают условия организации рабочего процесса, зависящие от потребителя мощности двигателя. Приведены связи между воздействующими факторами, режимами работы и выходными показателями автомобиля, рекомендуемые скоростные режимы при разгоне и относительная подача топлива в зависимости от условий движения для грузовых автомобилей и автобусов. Исследования показали, что при снижении пути ездового цикла с 3000 до 300 м практически в 2 раза возрастает расход топлива и, как следствие, ухудшается эффективность работы автомобиля. Поэтому каждая случайная остановка способствует ухудшению экономичности работы автомобиля. Результаты исследований свидетельствуют о том, что существует необходимость дифференцированного учета этих условий при проектировании, испытаниях и эксплуатации автомобилей, а также углубленного изучения скоростных и нагрузочных режимов их работы для установления качественной и количественной их связи с показателями скоростных свойств и топливной экономичности. Для автомобильного подвижного состава Кабардино-Балкарской Республики стандартные условия маршрутов эксплуатации рекомендовано дополнить горно-равнинными.

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, эксплуатация, параметры, режим, цикл, маршрут

**Для цитирования.** Койчев В. С., Батыров В. И., Болотоков А. Л. Режимные факторы и регулировочные параметры автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 91–100. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100

Original article

## Mode factors and adjusting parameters of automobile engines when operating in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic

Vladimir S. Koichev<sup>1</sup>, Vladimir I. Batyrov<sup>2</sup>, Anzor L. Bolotokov<sup>✉3</sup>

<sup>1</sup>Kaliningrad Branch of St. Petersburg State Agrarian University, 10 Sovetskaya street, Polessk, Kaliningrad region, Russia, 238630

<sup>2,3</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>1</sup>labtsm@yandex.ru

<sup>2</sup>batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

<sup>✉3</sup>anzor.n@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-4072>

**Abstract.** In the article, based on the analysis of the parameters of automobile engines during operation in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic, it is shown that the operating time of engines in unsteady modes, depending on the purpose of the power plant, can be up to 95% of their working time. It has been established that the magnitude of the torque developed by the engine in the transient mode is mainly influenced by the conditions for organizing the working process, which depend on the consumer of the engine power. The links between the influencing factors, operating modes and output indicators of the car, recommended speed modes during acceleration and relative fuel supply depending on driving conditions for trucks and buses are given. Studies have shown that with a short driving cycle path, fuel consumption increases sharply and, as a result, the efficiency of the car deteriorates. Therefore, every accidental stop contributes to the deterioration of the efficiency of the car. The research results indicate that there is a need for a differentiated consideration of these conditions in the design, testing and operation of vehicles, as well as an in-depth study of the speed and load modes of their operation in order to establish their qualitative and quantitative relationship with indicators of speed properties and fuel efficiency. For automobile rolling stock of the Kabardino-Balkarian Republic, it is recommended to supplement the standard operating route conditions with mountain-flat condition.

**Keywords:** car, engine, operation, parameters, mode, cycle, route

**For citation.** Koichev V.S., Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Regime factors and adjusting parameters of automobile engines during operation in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):91–100. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100

**Введение.** Режимы работы агрегатов и автомобиля в целом, значительно влияющие на его производительность и экономичность, зависят от множества эксплуатационных и иных факторов [1–6], так как автомобиль является частью достаточно сложной системы «водитель – автомобиль – дорога – среда». Последние два элемента системы (дорога – среда) будем рассматривать как стабильные.

Под термином «режим работы автомобиля» будем понимать его скоростные, нагрузочные и тепловые режимы работы, т. е. те режимы, которые непосредственно влияют на производительность и топливную экономичность автомобиля, т. е. на эффективность его эксплуатации. Эти режимы тесно связаны между собой и в определенной мере управляемы. Водитель поддерживает нормальный тепловой режим двигателя и по возможности агрегатов трансмиссии и ходовой части, прогревая их при пробеге автомобиля перед началом его работы.

Режим работы двигателя, при котором его крутящий момент и угловая скорость непрерывно изменяются во времени, принято называть неустойчивым.

Длительность неустойчивого режима и характер изменения параметров работы

двигателя определяется назначением энергетической установки.

Время работы двигателей на неустойчивых режимах в зависимости от назначения энергетической установки может составлять до 95% их рабочего времени.

**Цель исследования** – обоснование режимных факторов и регулировочных параметров автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики.

**Материалы, методы и объекты исследования.** База исследования – результаты функционирования автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики. В ходе исследований использованы методы обработки статистических данных. Объект исследования – автомобильные двигатели.

**Результаты исследования.** Достаточным признаком работы двигателя на неустойчивом режиме служит изменение по времени хотя бы одного из параметров:

$$\frac{dN_e}{dt} = \frac{d(M_e \omega)}{dt} = \frac{dM_e}{dt} \omega + \frac{d\omega}{dt} M_e,$$

где:

$N_e$  – мощность двигателя, кВт;

$M_e$  – эффективный крутящий момент, Н·м;

$\omega$  – угловая скорость вращения коленчатого вала,  $\text{с}^{-1}$ .

Одновременное изменение двух параметров типично для установок с независимой схемой управления двигателем и потребителем мощности. Изменение во времени только одного из параметра режима характерно для двигателей установок с совместным управлением двигателем и потребителем мощности.

Наиболее распространёнными неустановившимися режимами двигателей энергетических установок являются переходные режимы от одного установившегося режима к другому. Наименование переходного режима работы двигателя часто отождествляют с наименованием переходного режима энергетической установки. Так, например, переходный режим работы двигателя при разгоне транспортного средства называют разгоном, при возрастании нагрузки потребителя – приёмом нагрузки [7–10].

Для перехода системы двигатель – потребитель с установившегося режима работы на неустановившийся необходимо, чтобы к ней был приложен импульс момента силы, величина которого превосходила периодическую составляющую крутящего момента исходного установившегося режима. Источником такого импульса может быть двигатель при воздействии на органы его управления или потребитель при изменении отбираемой им мощности. В первом случае появление импульса момента силы связано с изменением подачи топлива за цикл. Во втором случае появление импульса вызывается изменением подачи топлива за цикл под воздействием системы автоматического регулирования или оператора. Возможно также появление импульса момента силы и у двигателя, и у потребителя мощности, в том числе равных по величине.

Среди многообразия переходных режимов работы двигателя наибольшее значение имеют режимы, от которых зависит производительность или качество технологического процесса, осуществляемого энергетической установкой [11–15]. Эти режимы называются «определяющими». Как правило, они связаны с наибольшим изменением цикловых подач топлива. К таким режимам относят работу двигателя при разгоне транспортных средств (ТС) с малой скорости движения до номинальной, работу дизель-генератора при приёме полной нагрузки, работу двигателя с по-

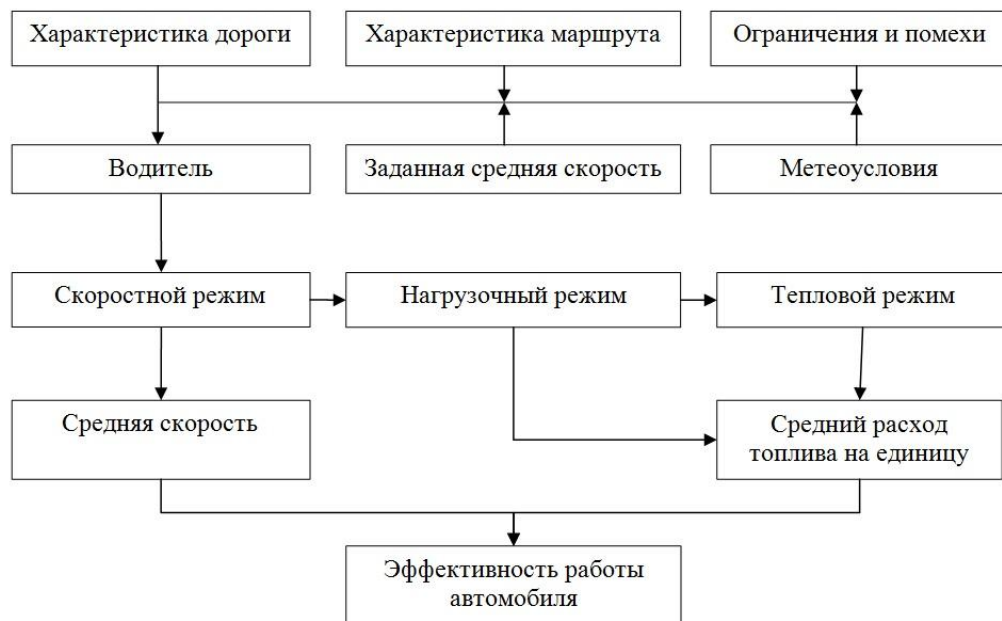
стоянной мощностью при преодолении ТС повышенного сопротивления движению, пуск двигателя.

На переходных режимах двигатель может работать при положении органа регулирования подачи топлива и при таком значении угловой скорости вращения, которые характерны для установившихся режимов работы двигателя – по характеристикам: внешней, скоростной, постоянной мощности, нагрузочной. Например, при разгоне ТС двигатель работает при положении органа регулирования подачи топлива на упоре непрерывном изменении угловой скорости вращения коленчатого вала, что наблюдается также при установившихся режимах при работе по внешней скоростной характеристике.

Характеристики установившихся режимов работы двигателя не зависят от типа потребителя и представляют собой последовательную (по частоте вращения или положению органа регулирования) совокупность статических, т. е. неизменных по времени, параметров работы двигателя. Одним из важнейших таких параметров является эффективный крутящий момент.

На величину момента, развиваемого двигателем при переходном режиме, основное влияние оказывают условия организации рабочего процесса, зависящие от потребителя мощности двигателя. Каждому потребителю мощности свойственна определённая зависимость момента потребителя  $M_n$  от угловой скорости вращения  $\omega$  вала, т. е.  $M_n = f(\omega)$ , которую можно изменять (настраивать) в зависимости от режима работы.

Связи скоростных и нагрузочных режимов с воздействующими на них факторами видны из схемы связи воздействующих факторов и режимов работы с выходными показателями автомобиля (рис. 1). В качестве входных данных информации водителя приняты характеристики дороги и маршрута, ограничения и помехи движению, метеорологические условия и заданная средняя скорость движения. Пользуясь этой информацией, водитель соответствующим образом воздействует на скоростной режим автомобиля и, как следствие, на нагрузочный и тепловой режимы. Скоростной режим определяет среднюю скорость движения на маршруте, а вместе с нагрузочным и тепловым режимами – средний расход топлива.



**Рисунок 1.** Схема связи между воздействующими факторами, режимами работы и выходными показателями автомобиля

**Figure 1.** Diagram of the relationship between influencing factors, operating modes and output indicators of the car

Эффективность работы автомобиля, принятая в качестве выходного параметра, представляет собой удельную производительность, определяемую по выражениям:

$$\omega = m_n \frac{v_{cp}}{Q_s}, \text{ т} \cdot \text{км}^2 / (\text{л} \cdot \text{ч}),$$

или

$$\omega = m_n \frac{v_{cp}}{Q_\omega}, \text{ т}^2 \cdot \text{км}^2 / (\text{л} \cdot \text{ч}),$$

где:

$m_n$  – масса полезного груза, т;

$v_{cp}$  – средняя скорость перемещения груза, км/ч;

$Q_s$  и  $Q_\omega$  – расход топлива, л/км пробега или л/(т·км), соответственно.

В зависимости от условий эксплуатации водитель должен выбирать такой режим движения, который обеспечивал бы наибольшую эффективность работы автомобиля, которая в значительной степени зависит от среднего пути ездового цикла и средней скорости движения. При этом установлена вполне определенная связь указанных факторов с подачей топлива в фазе разгона. С учетом этого водитель должен рационально задавать скоростной режим в зависимости от конкретных условий движения.

Рекомендуемые скоростные режимы при разгоне и относительная подача топлива в зависимости от условий движения для грузовых автомобилей и автобусов приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Зависимость относительной подачи топлива от условий движения

**Table 1.** Dependence of relative fuel supply on driving conditions

| Маршруты      | Средний путь ездового цикла, м | Конечная скорость разгона, км/ч | Подача топлива, % |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Городские     | до 300                         | до 40                           | 100               |
|               | 400–600                        | 40–50                           | 100               |
|               | 700–1000                       | 50–60                           | 75–100            |
| Пригородные   | 1000–2000                      | 60–80                           | 75–100            |
| Магистральные | 3000 и более                   | 80 и более                      | 50–70             |

Установлено, что при малом пути ездового цикла резко возрастает расход топлива и, как следствие, ухудшается эффективность работы автомобиля. Поэтому каждая случайная остановка способствует ухудшению экономичности работы автомобиля. Отметим, что остановка за перекрестком (светофором) всегда выгоднее, чем перед ним. При приближении к перекрестку при красном сигнале светофора можно рассчитать движение так, чтобы проехать перекресток без остановки. Это следует учитывать специалистам службы движения в городах при планировке маршрутов городского транспорта.

В каждом ездовом цикле водитель должен стремиться сократить путь на режимах разгона и установившегося движения и увеличить на режиме замедления. Чем меньше путь и выше скорость разгона, тем больше должна быть подача топлива, и наоборот. Чем выше степень использования высших передач трансмиссии, тем экономичнее транспортная работа.

При движении автомобиля по магистральной дороге самым эффективным будет режим, при котором топливно-скоростной показатель (отношение скорости  $V$  к расходу топлива  $Q_s$ ) имеет наибольшее значение. Его можно легко определить по топливной характеристике автомобиля.

Применение импульсивного движения «разгон – выбег» на горизонтальном участке дороги по сравнению с равномерным движением не дает существенных преимуществ. Но использование выбега на пологих спусках (движение под углом) заметно повышает топливную экономичность автомобиля и показатель его эффективности. Однако, пользуясь выбегом, не следует забывать о безопасности движения.

При соблюдении рекомендуемых оптимальных режимов движения и стиля езды можно добиться существенной экономии топлива и повышения эффективности работы автомобильного подвижного состава. Поэтому основные рекомендуемые эксплуатационные режимы движения, режимы работы двигателя и трансмиссии должны быть оговорены в инструкции по эксплуатации автомобиля. К таким рекомендациям можно отнести соблюдение заданной максимально допус-

каемой скорости движения, выбор режима разгона в зависимости от конечной скорости и длины пути возможного движения с этой скоростью, выбор момента перехода на режим замедления, применение плавного торможения и наиболее высоких ступеней трансмиссии при движении и т. п.

При рациональном вождении не только достигается существенная экономия топлива, но и уменьшается износ двигателя, шин, тормозных механизмов и других агрегатов, а также повышается безопасность движения и снижается утомляемость водителей.

При улучшении технического обслуживания достигается снижение расхода топлива до 5% и более, а также повышается эффективность использования автомобилей в эксплуатации.

Изменение полезной нагрузки оказывает определенное влияние на расход топлива и скорость движения автомобиля. Однако это влияние неоднозначно: при движении автомобиля по дорогам с усовершенствованным покрытием высокого качества с возрастанием полезной нагрузки средняя скорость снижается, но производительность увеличивается; расход топлива на единицу пути повышается, но на единицу массы уменьшается; увеличивается нагрузка на шины, подвеску и кузов. В таких случаях экономическая эффективность той или иной полезной нагрузки может быть определена только с учётом всех действующих факторов. При этом нельзя забывать, что даже на дорогах с усовершенствованным покрытием, но плохого качества (с выбоинами) использование предельной нагрузки может привести к чрезмерным динамическим перегрузкам, а в отдельных случаях и к поломкам деталей автомобиля.

Под эксплуатационно-техническими условиями работы автомобиля понимают те конкретные условия его содержания и обслуживания, которые имеются в эксплуатации. К ним можно отнести качество применяемых топлива и масел, условия хранения автомобиля, качество технического обслуживания, квалификацию водителя, соблюдение рекомендуемых нагрузочных и скоростных режимов работы и т. д. Все это влияет в определенной степени на производительность и экономичность работы автомобиля.

Таким образом, полезная нагрузка, дорожно-климатические, метеорологические, эксплуатационно-технические и прочие условия эксплуатации автомобилей оказывают существенное влияние на их скорость движения и расход топлива. Всё это подчёркивает необходимость дифференцированного учета этих условий при проектировании, испытаниях и эксплуатации автомобилей, а также углубленного изучения скоростных и нагрузочных режимов их работы для установления качественной и количественной их связи с показателями скоростных свойств и топливной экономичности.

Реальные маршруты движения воплощают определенные условия эксплуатации, которые непосредственно относятся к работе автомобиля на линии. Они выступают одним из важнейших факторов, определяющих производительность и экономичность работы автомобиля.

Все разнообразие условий эксплуатации не поддается математическому описанию, и поэтому характеристики маршрутов можно отнести к случайным событиям. Они зависят от расположения маршрута, наличия и состояния дорог, числа промышленных предприятий и населённости региона, плотности движения автотранспорта, пешеходов, плана и структуры землепользования сельхозтоваропроизводителей, расположения пунктов грузотправления и грузопоглощения и многих других факторов.

Что касается условий эксплуатации автотранспорта в Кабардино-Балкарии, то они являются уникальными. Значительная часть территории, следовательно, и автодорог, расположена в равнинной и предгорной зоне. Вместе с тем, больше половины территории КБР расположена в горной и высокогорной (туристско-курортной и горнолыжной) зоне. Кроме этого, КБР одна из немногих, интенсивно использующих летние отгонные пастбища, где от 4 до 5 месяцев в году скот содержится на малозатратных, высокогорных пастбищах. Здесь практически в одну рабочую смену автомобиль может сменить равнинные условия эксплуатации на предгорные или горные, а может и те и другие, и наоборот.

Дорожные и эксплуатационно-технические факторы, с одной стороны, и конструктивные – с другой, оказывают непосредственное воз-

действие на скоростные и нагрузочные режимы автомобиля. Они определяют производительность и экономичность его работы. Поэтому углубленное изучение режимов работы автомобиля в эксплуатации, их типизация позволяют с наибольшей вероятностью оценить скоростные свойства и топливную экономичность автомобилей методами физического моделирования режимов на дорогах автополигона и математического моделирования.

Далее необходимо выявить встречающиеся в условиях эксплуатации скоростные режимы движения и условно их классифицировать на основе обобщения многолетнего опыта, накопленного при испытаниях автомобилей. Согласно такой классификации все скоростные режимы движения разделены на три основных вида: равномерное (установившееся); неравномерное (неустановившееся) и циклическое.

Равномерное движение является условным из-за отсутствия строго горизонтальных дорог и движения без помех, но выделено в качестве самостоятельного ввиду его практической важности и простоты изучения. Режимы неравномерного (неустановившегося) движения включают режимы ускоренного (разгон) и замедленного (фаза замедления и торможения) движения.

Режимы неравномерного движения подразделяются на режимы равноускоренного (равнозамедленного) движения и неравноускоренного (неравнозамедленного) движения. Одним из примеров неравномерного движения может служить режим безостановочного движения, при котором скорость изменяется из-за сопротивления движению и помех в потоке транспорта.

Режим циклического движения характеризуется определенным системным сочетанием составляющих фаз движения. Типичным примером является движение карьерных автосамосвалов. Циклические режимы движения можно разделить на два основных вида: без остановок и с остановками. Все встречающееся в эксплуатации разнообразие циклов движения образует ряд составляющих режимов или фаз движения.

Различают следующие основные фазы (режимы) движения: разгон, установившееся движение, замедление и торможение. Целесообразность выделения тормозного режима



в самостоятельную фазу движения обусловлена наличием понятия «тормозное качество автомобиля», а также удобством проведения анализа циклических режимов движения. Для четкости разделения фаз замедления и торможения условно принимают, что к первой (фаза замедления) относятся все режимы замедленного движения с отрицательным ускорением меньше единицы, а ко второй (фаза торможения) – от единицы и более. Фаза замедления включает выбег (движение накатом с включенной передачей) и замедление при торможении двигателем, тормозом – замедлителем или вспомогательным тормозом.

К фазе торможения относится процесс торможения рабочим тормозом с интенсивностью, соответствующей отрицательному ускорению не менее  $1 \text{ м/с}^2$ .

Сравнительный анализ разнообразных режимов движения показывает, что, несмотря на существенные различия по амплитуде и частоте колебаний скорости, частоте режимов разгона и замедления, частоте остановок, значению скоростных диапазонов и т. д., они имеют общий характер протекания.

При определенном допущении можно принять, что скоростные режимы движения автомобилей в различных условиях эксплуатации являются сочетанием режимов разгона или замедления и режимов, близких к равномерному движению. Кроме того, можно считать, что в общем случае движения автомобиля скоростные режимы представляют собой сложные циклы движения с остановками, состоящие из различных составляющих циклов движения без остановок, случайно располо-

женных и имеющих случайное сочетание фаз. При различном качественном и количественном сочетании фаз циклы движения могут иметь самые разнообразные формы, величину пути и скорости. Причем, чем разнообразнее условия движения, тем больше различаются формы скоростных циклов движения.

В одинаковых условиях движения скоростные режимы автомобилей даже разных типов (грузовой, легковой, городской автобус) имеют общий характер изменения, например, при движении в городе – циклический с остановками. Циклы «разгон – замедление – торможение» и «разгон – установившееся движение – замедление – торможение» принимаются в качестве типовых.

**Выводы.** Наряду с общими признаками следует отметить характерное различие скоростных режимов в зависимости от условий эксплуатации (магистральные, горные, городские) и типа автомобиля. Эти различия касаются амплитуды и частоты колебаний скорости, расстояний между остановками, диапазона и уровней изменений скорости.

Для каждого типа автомобиля и различных условий эксплуатации есть свой характерный, преобладающий над другими, скоростной режим движения, который может быть принят в качестве основного или базового при исследовании тех или иных эксплуатационных качеств.

Стандартные условия маршрутов эксплуатации автомобильного подвижного состава в Кабардино-Балкарской Республике должны быть дополнены горно-равнинными.

#### Список литературы

1. Батыров В. И., Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Особенности работы дизеля в высокогорных условиях // Сельский механизатор. 2017. № 2. С. 31–32.
2. Болотоков А. Л., Губжоков Х. Л. Влияние механических примесей в дизельном топливе на работоспособность дизельной форсунки // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 104–108.
3. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З., Болотоков А. Л. Экологические требования к автотранспортным средствам // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 75–80.
4. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. [et al.] Influence of fractional composition of fuel on engine performance // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. 677. 042086. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042086.

5. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Критерии оценки качества функционирования топливной аппаратуры // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 99–103.
6. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Особенности протекания рабочего процесса дизеля в условиях высокогорья Кабардино-Балкарской республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 117–121.
7. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Карданов К. Х. Основные пути повышения стабильности параметров топливоподачи тракторных дизелей // АгроЭкоИнфо. 2018. № 2(32). С. 55.
8. Lebedev A.T., Lebedev P.A., Apazhev A.K. [et al.] Improving the economy of diesel engines with the upgraded sprayer of the injector // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 737–742.
9. Shekikhachev Y.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M. [et al.] Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines // Journal of Physics: Conference Series. 2020. 1515(4). 042029. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.
10. Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. [et al.] Prediction of service life of auto-tractor engine parts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 862(3). 032001. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032001.
11. Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Влияние оптимизации параметров топливоподачи на экономическую эффективность дизеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 110–115.
12. Болотоков А. Л., Губжоков Х. Л. Анализ влияния выходных параметров на производительность топливоподкачивающего насоса // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 94–99.
13. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. Influence of non-uniformity of fuel supply parameters on diesel engine performance // Journal of Physics: Conference Series (JPCS). 2020. 1679. 042063. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/4/042063.
14. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I. [et al.] Improving the performance of tractor diesel engines by optimizing the fuel supply characteristics // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. 677. 042084. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042084.
15. Болотоков А. Л., Губжоков Х. Л. Влияние параметров топливоподающей аппаратуры на характеристику впрыскивания топлива // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 85–88.

## References

1. Batyrov V.I., Gubzhokov H.L., Bolotokov A.L. Features of the diesel engine at high altitudes. *Sel'skij mekhanizator* [Selskiy Mechanizator]. 2017;(2):31–32. (In Russ.)
2. Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L. Influence of mechanical admixtures in diesel fuel On the performance of a diesel injector. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):104–108. (In Russ.)
3. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekihacheva L.Z., Bolotokov A.L. Environmental requirements for motor vehicles. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;4(26):75–80. (In Russ.)
4. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Bolotokov A.L., Shekikhacheva L.Z. Influence of fractional composition of fuel on engine performance. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677. 042086. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042086.
5. Batyrov V.I., Shekihachev Yu.A. Fuel equipment quality assessment criteria. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):99–103. (In Russ.)
6. Batyrov V.I., Shekihachev Yu.A. Peculiarities of diesel engine working process in high-mountain conditions of Kabardino-Balkarian republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):117–121. (In Russ.)
7. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov K.H. Use of biofuel as the alternative energy source in agriculture. *AgroEkoInfo*. 2018;2(32):55. (In Russ.)
8. Lebedev A.T., Lebedev P.A., Apazhev A.K. [et al.] Improving the economy of diesel engines with the upgraded sprayer of the injector. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018;9(6):737–742. (In Russ.)

9. Shekikhachev Y.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov H.B., Shekikhacheva L.Z. Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1515(4). 042029. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.
10. Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L. Prediction of service life of auto-tractor engine parts. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. 862(3). 032001. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032001
11. Gubzhokov H.L., Bolotokov A.L. Influence of optimization of fuel supply parameters on the economic efficiency of a diesel. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):110–115. (In Russ.)
12. Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L. Analysis of the influence of output parameters on the performance of the fuel pump. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):94–99. (In Russ.)
13. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. Influence of non-uniformity of fuel supply parameters on diesel engine performance. *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*. 2020. 1679. 042063. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/4/042063.
14. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I. [et al.] Improving the performance of tractor diesel engines by optimizing the fuel supply characteristics. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677. 042084. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042084.
15. Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L. Influence of fuel supply equipment parameters on fuel injection characteristic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):85–88. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Койчев Владимир Сагидович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации сельского хозяйства, Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 4880-7508, Author ID: 346984.

**Батыров Владимир Исмаилович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440.

**Болотоков Анзор Леонидович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7116-4270, Author ID: 751712, Scopus ID: 57214128830.

#### Information about the authors

**Vladimir S. Koichev** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kaliningrad Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Agrarian University", SPIN-code: 4880-7508, Author ID: 346984.

**Vladimir I. Batyrov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440.

**Anzor L. Bolotokov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN: 7116-4270, Author ID: 751712, Scopus ID: 57214128830.

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 18.04.2022;  
одобрена после рецензирования 06.05.2022;  
принята к публикации 11.05.2022.*

*The article was submitted 18.04.2022;  
approved after reviewing 06.05.2022;  
accepted for publication 11.05.2022.*

Научная статья

УДК 621.548

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-101-109

## К оценке ветроэнергетических ресурсов Кабардино-Балкарской республики

**Борис Биязуркаевич Темукуев<sup>✉1</sup>, Тимур Борисович Темукуев<sup>2</sup>**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030<sup>✉1</sup>b.b.temukuev@mail.ru<sup>2</sup>energoconsul@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена проблемам ветроэнергетики в Кабардино-Балкарской республике. Для проектирования ветряной электрической станции требуется значительная подготовительная работа. Площадка подбирается в гористой местности, так как показания любой метеорологической станции, находящейся в ущелье, будут справедливы только для местности, где она установлена. В регионе местные ветровые потоки на предмет использования их энергии для нужд народного хозяйства не изучены. Для оценки ветроэнергетического ресурса в одном из боковых ущелий в долине реки Баксан ООО «ЮМЭК-Коммунальный сервис» установлена сертифицированная автоматическая временная метеорологическая станция «Былым», результаты работы которой приведены в данной статье. На протяжении 18 месяцев с часовым интервалом в частности измерялись атмосферное давление, температура и относительная влажность воздуха, максимальная и средняя скорость ветра, направление ветра, а также скорость ветра в порывах. Показания приборов обработаны и представлены в виде таблиц – направление ветра по румбам и продолжительность ветра, представленная в баллах по шкале Бофорта. Наличие подъездных путей, пригодных для перевозки лопастей турбин ветроэнергетической установки, и близость высоковольтной линии уменьшат затраты на доставку и подключение к электросети. Доказана, что площадка, находящаяся на окраине сельского поселения Былым, является перспективной.

**Ключевые слова:** атмосферное давление, температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, порывы ветра, направление ветра

**Для цитирования.** Темукуев Б. Б., Темукуев Т. Б. К оценке ветроэнергетических ресурсов Кабардино-Балкарской республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 101–109. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-101-109

Original article

## To the assessment of wind power resources of the Kabardino-Balkarian Republic

**Boris B. Temukuev<sup>✉1</sup>, Timur B. Temukuev<sup>2</sup>**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030<sup>✉1</sup>b.b.temukuev@mail.ru<sup>2</sup>energoconsul@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the problems of wind energy in the Kabardino-Balkarian Republic. Significant preparatory work is required to design a wind farm. The site is selected in a mountainous area, since the readings of any metrological station located in the gorge will be valid only for the area where it is installed. In the region, local wind flows have not been studied for the use of their energy for the needs of the national economy. To assess the wind energy resource in one of the side gorges in the Baksan river valley, UMEK-Communal Service LLC installed a certified automatic temporary metrological station Bylym, the results of which are given in this article. For 18 months, at hourly intervals, in particular, atmospheric pressure, temperature and relative air humidity, maximum and average wind speed, wind direction, as well as wind speed in gusts were measured. The readings of the instruments were processed and presented in the form of tables - the direction of the wind in points and the duration of the wind, presented in points on the Beaufort scale. The presence of access roads suitable for transporting wind turbine blades and the proximity of a high-voltage line will reduce the cost of delivery and connection to the power grid. It is proved that the site, located on the outskirts of the rural settlement Bylym, is promising.

**Keywords:** atmospheric pressure, air temperature, relative humidity, wind speed, wind gusts, wind direction

**For citation.** Temukuev B.B., Temukuev T.B. On the assessment of wind energy resources of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):101–109. (In Russ.) doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-101-109

**Введение.** В России серьезное внимание развитию ветроэнергетики стали уделять с 2009 года, после утверждения Правительством «Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года»<sup>1</sup>. Позже в документ были внесены изменения<sup>2</sup>, в соответствии с которыми общая мощность генерирующих объектов, функционирующих на основе энергии ветра, к 2025 году должна быть доведена до 3383,6 МВт.

Несмотря на то, что государство выделяет значительные средства на развитие отрасли, целевые планы в срок не выполняются. По данным системного оператора Единой электроэнергетической системы России суммарная установленная электрическая мощность ветряных электростанций России на 1 января 2019 года составляла 183,9 МВт, вместо планируемых 701 МВт. По состоянию на 01.02.2022 г. установленная мощность возросла до 2035,4 МВт, что составляет 0,82% от общей мощности системы.

Правительство стимулирует использование возобновляемых источников энергии на оптовом рынке<sup>3</sup> [1–5].

Ветроэнергетические ресурсы Кабардино-Балкарской Республики (КБР) в полной мере не изучены. Для систематизации характеристик ветровой обстановки в конкретном регионе и эффективного использования энергии ветра составляется ветроэнергетический кадастр, представляющий собой совокупность аэрологических и энергетических характеристик ветра, позволяющих определить его энергетическую ценность, а также оптимальные параметры и режимы работы ветроэнергетических установок (ВЭУ).

Основными характеристиками ветроэнергетического кадастра являются:

- среднегодовая скорость ветра, годовой и суточный ход ветра;
- повторяемость скоростей, типы и параметры функций распределения скоростей;
- максимальная скорость ветра;
- распределение ветровых периодов и периодов энергетических затиший по длительности;
- удельная мощность и удельная энергия ветра;
- ветроэнергетические ресурсы региона.

Основной характеристикой ветра является его средняя скорость за определенный период времени (сутки, месяц, год). Она определяется как среднеарифметическое значение ряда замеров скорости, сделанных через равные интервалы времени в течение заданного пе-

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 года № 1-р.

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28 мая 2013 года № 861-р.

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 года № 449.

риода. Скорость ветра возрастает с увеличением высоты над поверхностью земли. Самые мощные и наиболее постоянные потоки ветра находятся на очень большой высоте. Примерно две трети всей ветровой энергии на планете скапливается в верхних слоях тропосферы, далеко за пределами досягаемости современных ветровых электростанций. Теоретические основы ветроэнергетики довольно подробно изложены в отечественной [6–9] и зарубежной [10] научной литературе.

Суточный ход средней скорости ветра представляет собой изменение скорости ветра в течение суток, усредненное по всем суткам в определенном месяце по многолетним наблюдениям. Годовой ход средней скорости ветра – это изменение в течение года многолетней среднемесячной скорости ветра.

При определении ресурсов ветровой энергии учитываются валовый, технический и экономический потенциалы. Основным источником исходных данных для разработки ветроэнергетического кадастра являются наблюдения ветровых характеристик на опорной сети метеорологических станций. Эти наблюдения, выполняемые несколько раз в сутки, проводятся по единой методике с фиксированной классификацией мест наблюдения по степени их открытости и охватывают периоды в десятки лет. В последнее время произошло качественное изменение уровня наблюдений. Увеличилась частота регулярного получения информации о скорости и направлении ветра на опорной сети метеорологических станций с 4 до 8 раз в сутки.

На территории КБР, которая делится на три зоны – горную, предгорную и равнинную, у Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) три действующие метеорологические станции: «Нальчик», «Прохладная» и «Терскол». Если две первые обычные метеорологические станции, то у третьей иное назначение. ФГБУ «Северо-Кавказская ВС», полное название «Северо-Кавказская военная служба по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы», входит в состав Росгидромета и находится в непосредственном его подчинении. Служба имеет подразделения без образования юридического лица на тер-

риториях обслуживания (КБР, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания и Республики Дагестан) и осуществляет операции по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы с целью защиты сельскохозяйственных культур от градобитий и обеспечению безопасности от снежных лавин на территории обслуживания.

На территории КБР вне состава Росгидромета также действуют метеорологические станции «Баксан», «Терек», «Тырныауз». Метеостанции «Баксан» и «Терек» действуют с 1956 года.

Данная работа посвящена определению возможности практического использования на территории КБР энергии местного ветра в боковом ущелье на правом берегу реки Баксан южнее сельского поселения Былым. Для этого на выбранной площадке необходимо было измерить и зафиксировать основные метеорологические показатели в установленном порядке, что позволило бы определить не только характеристики местного ветра, вызванного механическим действием горной системы. Требовалось на стандартной высоте 10 м в течение продолжительного времени сертифицированными приборами измерять атмосферное давление, температуру и относительную влажность воздуха, скорость, порывы и направление ветра, чтобы сделать соответствующие расчеты и дать рекомендации на использование площадки.

**Цель исследования** – установление возможности использования ветра для выработки электрической энергии в горных районах КБР с определением основных метеорологических показателей.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Для исследования была выбрана площадка размером около 10 га, имеющая подъездной путь, позволяющий перемещать крупногабаритные детали ВЭУ. Там на мачте высотой 10 метров Обществом с ограниченной ответственностью «ЮМЭК – Коммунальный сервис» из г. Пятигорска была установлена автоматическая метеорологическая станция «СОКОЛ-М1», которая в течение 18 месяцев с интервалом в один час передавала на сервер следующий пакет информации: дату (число, месяц, год, час, минута)

замера, количество осадков, атмосферное давление, температуру окружающего воздуха, направление ветра, относительную влажность, мгновенную скорость ветра, скорость ветра усредненную, уровень принимаемого сигнала GSM, порыв ветра, накопленное значение освещенности, уровень ультрафиолетового излучения, накопленное значение ультрафиолетового излучения, накопленное значение видимого излучения.

**Результаты исследования.** Направление (роза) ветров. Роза ветров характеризует про-

должительность времени, как правило, в процентном выражении, в течение которого ветер дует в данном направлении. Направление ветра характеризуется румбами. Различают 8-ми и 16-ти румбовые розы ветров, которые определяются по данным многолетних наблюдений за направлением ветра. Эти данные публикуются в справочной литературе в виде таблиц или карт повторяемости направлений ветра и штилей. Проведенные исследования розы ветров на площадке южнее с. п. Былым представлены табл. 1 и 2.

**Таблица 1.** Направление ветра по румбам в 2020 году  
**Table 1.** Wind direction by points in 2020

| Месяцы                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Румбы                      | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
| Количество замеров, единиц |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| С                          | 0     | 61    | 125   | 225   | 257   | 252   | 48    | 49    | 23    | 56    |
| СВ                         | 24    | 18    | 117   | 87    | 77    | 65    | 210   | 252   | 138   | 202   |
| В                          | 6     | 91    | 24    | 23    | 30    | 30    | 140   | 139   | 197   | 267   |
| ЮВ                         | 9     | 7     | 8     | 7     | 12    | 12    | 37    | 76    | 164   | 139   |
| Ю                          | 0     | 6     | 14    | 8     | 8     | 11    | 23    | 30    | 53    | 24    |
| ЮЗ                         | 3     | 109   | 298   | 204   | 173   | 152   | 114   | 85    | 79    | 37    |
| З                          | 3     | 42    | 135   | 116   | 125   | 194   | 118   | 109   | 60    | 15    |
| СЗ                         | 8     | 5     | 21    | 49    | 37    | 15    | 5     | 2     | 2     | 0     |
| Всего                      | 53    | 339   | 742   | 719   | 726   | 731   | 695   | 742   | 716   | 740   |
| Количество замеров, %      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| С                          | 0,00  | 17,99 | 16,85 | 31,29 | 35,40 | 34,47 | 6,91  | 6,60  | 3,21  | 7,57  |
| СВ                         | 45,28 | 5,31  | 15,77 | 12,10 | 10,61 | 8,89  | 30,22 | 33,96 | 19,27 | 27,30 |
| В                          | 11,32 | 26,84 | 3,23  | 3,20  | 4,13  | 4,10  | 20,14 | 18,73 | 27,51 | 36,08 |
| ЮВ                         | 16,98 | 2,06  | 1,08  | 0,97  | 1,65  | 1,64  | 5,32  | 10,24 | 22,91 | 18,78 |
| Ю                          | 0,00  | 1,77  | 1,89  | 1,11  | 1,10  | 1,50  | 3,31  | 4,04  | 7,40  | 3,24  |
| ЮЗ                         | 5,66  | 32,15 | 40,16 | 28,37 | 23,83 | 20,79 | 16,40 | 11,46 | 11,03 | 5,00  |
| З                          | 5,66  | 12,39 | 18,19 | 16,13 | 17,22 | 26,54 | 16,98 | 14,69 | 8,38  | 2,03  |
| СЗ                         | 15,09 | 1,47  | 2,83  | 6,82  | 5,10  | 2,05  | 0,72  | 0,27  | 0,28  | 0,00  |

Относительная влажность атмосферного воздуха существенно влияет на мощность ветрового потока, которая определяется по формуле:

$$N_n = 0,5\rho \cdot A \cdot V^3,$$

где:

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  
 $A$  – площадь сечения воздушного потока, м<sup>2</sup>;  
 $V$  – скорость ветра, м/с.

Плотность атмосферного воздуха определяется по формуле:

$$\rho = \frac{p}{RT},$$

где:

$p$  – атмосферное давление, Па;  
 $R$  – газовые постоянные атмосферного воздуха, Дж/(кг·К);  
 $T$  – температура атмосферного воздуха, К.



Таблица 2. Направление ветра по румбам в 2021 году  
Table 2. Wind direction by points in 2021

| Румбы | Месяцы                     |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | I                          | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    |
| Румбы | Количество замеров, единиц |       |       |       |       |       |       |       |       |
| С     | 231                        | 71    | 80    | 113   | 214   | 153   | 253   | 294   | 155   |
| СВ    | 105                        | 19    | 26    | 61    | 65    | 42    | 27    | 50    | 39    |
| В     | 8                          | 7     | 5     | 18    | 8     | 7     | 4     | 1     | 3     |
| ЮВ    | 5                          | 2     | 4     | 6     | 0     | 2     | 1     | 2     | 1     |
| Ю     | 19                         | 0     | 3     | 5     | 4     | 1     | 1     | 3     | 3     |
| ЮЗ    | 140                        | 110   | 232   | 246   | 205   | 232   | 192   | 173   | 287   |
| З     | 71                         | 77    | 155   | 168   | 125   | 164   | 130   | 134   | 163   |
| СЗ    | 39                         | 21    | 35    | 64    | 50    | 55    | 60    | 67    | 68    |
| Всего | 618                        | 307   | 540   | 681   | 671   | 656   | 668   | 724   | 719   |
| Румбы | Количество замеров, %      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| С     | 37,38                      | 23,13 | 14,81 | 16,59 | 31,89 | 23,32 | 37,87 | 40,61 | 21,56 |
| СВ    | 16,99                      | 6,19  | 4,81  | 8,96  | 9,69  | 6,40  | 4,04  | 6,91  | 5,42  |
| В     | 1,29                       | 2,28  | 0,93  | 2,64  | 1,19  | 1,07  | 0,60  | 0,14  | 0,42  |
| ЮВ    | 0,81                       | 0,65  | 0,74  | 0,88  | 0,00  | 0,30  | 0,15  | 0,28  | 0,14  |
| Ю     | 3,07                       | 0,00  | 0,56  | 0,73  | 0,60  | 0,15  | 0,15  | 0,41  | 0,42  |
| ЮЗ    | 22,65                      | 35,83 | 42,96 | 36,12 | 30,55 | 35,37 | 28,74 | 23,90 | 39,92 |
| З     | 11,49                      | 25,08 | 28,70 | 24,67 | 18,63 | 25,00 | 19,46 | 18,51 | 22,67 |
| СЗ    | 6,31                       | 6,84  | 6,48  | 9,40  | 7,45  | 8,38  | 8,98  | 9,25  | 9,46  |

Атмосферный воздух – это смесь сухого воздуха и водяных паров. Следовательно, газовая постоянная атмосферного воздуха будет зависеть от количества водяных паров в нем. На практике приборы измеряют относительную влажность.

Среднее значение относительной влажности воздуха за расчетный период определяется по формуле:

$$\varphi_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_i,$$

где:

$\sum_{i=1}^n \varphi_i$  – суммарное значение показаний измерений относительной влажности за расчетный период, %;

$\varphi_i$  – значение  $i$ -го измерения относительной влажности, %;

$n$  – число измерений за расчетный период.

Среднее значение относительной влажности воздуха за расчетный период, вычисленная на основании показаний временной метеорологической станции «Былым»,  $\varphi_{cp} = 63,71\%$ .

По аналогичной методике вычислялись средние значения температуры, скорости ветра и атмосферного давления воздуха за расчетный период.

Абсолютная температура всегда положительная, а нулевое значение ее соответствует состоянию полного покоя молекул. Шкала, в которой температура отсчитывается от этого состояния, называется шкалой Кельвина ( $T$  К). В технике же принята международная стоградусная шкала Цельсия ( $t^\circ\text{C}$ ), в которой отсчет ведется от состояния тающего льда при нормальном давлении ( $T = 273,15$  К). Величина градуса в обеих шкалах одинакова, поэтому пересчет с одной шкалы в другую производится по формуле:

$$T = t + 273,15 \text{ К.}$$

Среднее значение температуры воздуха за расчетный период определяется по формуле:

$$t_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i,$$

где:

$\sum_{i=1}^n t_i$  – суммарное значение измерений

температуры за расчетный период, °С;

$t_i$  – значение  $i$ -го измерения температуры, °С;

$n$  – число измерений за расчетный период.

Среднее значение температуры воздуха за расчетный период  $t_{cp} = 11,8^\circ\text{C}$ .

Среднее значение атмосферного давления за расчетный период определяется по формуле:

$$p_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i,$$

где:

$\sum_{i=1}^n p_i$  – суммарное значение показаний

измерений атмосферного давления за расчетный период, гПа;

$p_i$  – значение  $i$ -го измерения атмосферного давления, гПа;

$n$  – число измерений за расчетный период.

Среднее значение атмосферного давления за расчетный период  $p_{cp} = 889,7$  гПа.

Средняя скорость ветра за расчетный период:

$$V_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i,$$

где:

$\sum_{i=1}^n V_i$  – суммарное значение показаний

скорости ветра за расчетный период, м/с;

$V_i$  – мгновенная скорость ветра, м/с;

$n$  – число измерений за расчетный период.

Среднее значение скорости за расчетный период  $V_{cp} = 4,31$  м/с.

Временная автоматическая метеорологическая станция «Былым» скорость ветра у земной поверхности (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью) измеря-

ла в м/с. С целью классификации и словесного определения скорости ветра была использована шкала Бофорта, см. табл. 3, соответствующие данные представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 3. Шкала Бофорта  
Table 3. Beaufort Scale

| Баллы | Словесное определение | Скорость ветра, м/с |
|-------|-----------------------|---------------------|
| 0     | Штиль                 | 0–0,2               |
| 1     | Тихий                 | 0,3–1,5             |
| 2     | Легкий                | 1,6–3,3             |
| 3     | Слабый                | 3,4–5,4             |
| 4     | Умеренный             | 5,5–7,9             |
| 5     | Свежий                | 8,0–10,7            |
| 6     | Сильный               | 10,8–13,8           |
| 7     | Крепкий               | 13,9–17,1           |
| 8     | Очень крепкий         | 17,2–20,7           |
| 9     | Шторм                 | 20,8–24,4           |
| 10    | Сильный шторм         | 24,5–28,4           |
| 11    | Жесткий шторм         | 28,5–32,6           |
| 12    | Ураган                | 32,7 и более        |

Максимальная скорость ветра в порывах является важной характеристикой для оценки надежности работы ВЭУ, прочности ее конструкции. В справочной литературе по результатам многолетних наблюдений приводится максимальная скорость ветра, возможная один раз в: 1 год, 5, 10, 15 и 20 лет.

Максимальная скорость ветра в порывах, зафиксированная временной автоматической метеорологической станцией «Былым», м/с:

в 2020 году: апрель – 11,65, май – 23,96, июнь – 16,24, июль – 15,79, август – 14,24, сентябрь – 16,49, октябрь – 14,77, ноябрь – 12,49, декабрь – 11,65;

в 2021 году: январь – 16,40, февраль – 22,08, март – 19,97, апрель – 17,07, май – 18,81, июнь – 14,77, июль – 15,00, август – 25,38, сентябрь – 22,53.

За период наблюдения максимальная скорость ветра в порывах находилась в пределах от 11,65 м/с до 25,38 м/с, т. е. от шести до десяти баллов по шкале Бофорта или при словесном определении силы ветра от «сильного» до «сильного шторма».

Таблица 4. Продолжительность ветра в 2020 году, измеренная в баллах по шкале Бофорта

Table 4. Wind duration in 2020, measured in points on the Beaufort scale

| Месяцы |                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | III                        | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
| Баллы  | Количество замеров, единиц |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0      | 10                         | 116   | 51    | 6     | 63    | 12    | 45    | 75    | 160   | 268   |
| 1      | 0                          | 15    | 66    | 49    | 68    | 43    | 52    | 69    | 92    | 60    |
| 2      | 2                          | 43    | 186   | 132   | 291   | 125   | 183   | 142   | 187   | 216   |
| 3      | 0                          | 67    | 167   | 242   | 304   | 297   | 203   | 260   | 198   | 176   |
| 4      | 0                          | 63    | 128   | 150   | 0     | 155   | 82    | 129   | 51    | 19    |
| 5      | 0                          | 33    | 107   | 118   | 0     | 98    | 105   | 61    | 26    | 1     |
| 6      | 0                          | 2     | 37    | 22    | 0     | 1     | 25    | 6     | 0     | 0     |
| 7      | 0                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2     | 0     |
| Всего  | 53                         | 339   | 742   | 719   | 726   | 731   | 695   | 742   | 716   | 740   |
| Баллы  | Количество замеров, %      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0      | 18,87                      | 34,22 | 6,87  | 0,83  | 8,68  | 1,64  | 6,47  | 10,11 | 22,35 | 36,22 |
| 1      | 0,00                       | 4,42  | 8,89  | 6,82  | 9,37  | 5,88  | 7,48  | 9,30  | 12,85 | 8,11  |
| 2      | 3,77                       | 12,68 | 25,07 | 18,36 | 40,08 | 17,10 | 26,33 | 19,14 | 26,12 | 29,19 |
| 3      | 0,00                       | 19,76 | 22,51 | 33,66 | 41,87 | 40,63 | 29,21 | 35,04 | 27,65 | 23,78 |
| 4      | 0,00                       | 18,58 | 17,25 | 20,86 | 0,00  | 21,20 | 11,80 | 17,39 | 7,12  | 2,57  |
| 5      | 0,00                       | 9,73  | 14,42 | 16,41 | 0,00  | 13,41 | 15,11 | 8,22  | 3,63  | 0,14  |
| 6      | 0,00                       | 0,59  | 4,99  | 3,06  | 0,00  | 0,14  | 3,60  | 0,81  | 0,00  | 0,00  |
| 7      | 0,00                       | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,28  | 0,00  |

Таблица 5. Продолжительность ветра в 2021 году, измеренная в баллах по шкале Бофорта

Table 5. Wind duration in 2021, measured in points on the Beaufort scale

| Месяцы |                            |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | I                          | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    |
| Баллы  | Количество замеров, единиц |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0      | 75                         | 27    | 46    | 59    | 39    | 93    | 103   | 85    | 165   |
| 1      | 86                         | 37    | 50    | 64    | 44    | 55    | 30    | 27    | 50    |
| 2      | 187                        | 77    | 129   | 187   | 131   | 145   | 93    | 135   | 140   |
| 3      | 220                        | 100   | 138   | 146   | 197   | 139   | 230   | 253   | 184   |
| 4      | 44                         | 33    | 84    | 96    | 116   | 101   | 122   | 133   | 93    |
| 5      | 6                          | 26    | 66    | 97    | 111   | 106   | 86    | 89    | 78    |
| 6      | 0                          | 7     | 27    | 32    | 32    | 17    | 4     | 2     | 9     |
| 7      | 0                          | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Всего  | 618                        | 307   | 540   | 681   | 671   | 656   | 668   | 724   | 719   |
| Баллы  | Количество замеров, %      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0      | 12,14                      | 8,79  | 8,52  | 8,66  | 5,81  | 14,18 | 15,42 | 11,74 | 22,95 |
| 1      | 13,92                      | 12,05 | 9,26  | 9,40  | 6,56  | 8,38  | 4,49  | 3,73  | 6,95  |
| 2      | 30,26                      | 25,08 | 23,89 | 27,46 | 19,52 | 22,10 | 13,92 | 18,65 | 19,47 |
| 3      | 35,60                      | 32,57 | 25,56 | 21,44 | 29,36 | 21,19 | 34,43 | 34,94 | 25,59 |
| 4      | 7,12                       | 10,75 | 15,56 | 14,10 | 17,29 | 15,40 | 18,26 | 18,37 | 12,93 |
| 5      | 0,97                       | 8,47  | 12,22 | 14,24 | 16,54 | 16,16 | 12,87 | 12,29 | 10,85 |
| 6      | 0,00                       | 2,28  | 5,00  | 4,70  | 4,77  | 2,59  | 0,60  | 0,28  | 1,25  |
| 7      | 0,00                       | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,15  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |

**Выводы.** Материалы, приведенные в данной работе, позволяют в первом приближении оценить возможность практического использования энергии ветрового потока на площадке в районе сельского поселения Былым. Проведенных исследований недостаточно для однозначного вывода о целесообразности возведения ветроэнерге-

тической установки, поскольку продолжительность работы временной автоматической метеорологической станции «Былым» составила полтора года, а все показатели относятся к высоте 10 метров. Необходимо проведение дополнительных исследований, предусмотренных нормативными документами в подобных случаях.

### Список литературы

1. Кудавев З. Р., Кумахов А. А. К вопросу энерго- и ресурсосбережения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 4(34). С. 48–52.
2. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И. Экономическое обоснование внутрихозяйственного производства и применение биотоплива на основе рапсового масла // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 1(31). С. 104–107.
3. Фиашев А. Г., Хамоков М. М., Кильчукова О. Х. Проблемы энергообеспечения предприятий Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 63–68.
4. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Особенности перевода дизеля на работу на смеси дизельного и биодизельного топлива // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 4(30). С. 65–69.
5. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З. Использование биотоплива в качестве альтернативного источника энергии в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 2(24). С. 100–105.
6. Елистратов В. В., Кузнецов М. В. Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики. Ч. 1. Определение ветроэнергетических ресурсов региона: методические указания. СПб.: СПбГПУ, 2003. 49 с.
7. Харитонов, В. П. Основы ветроэнергетики. Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2010. 340 с.
8. Безруких П. П., Безруких П. П. (мл.), Грибков С. В. Ветроэнергетика: справочно-методическое издание. Москва: «ИнтехэнергоИздат», «Теплоэнергетик», 2014. 304 с.
9. Бастрон А. В. и др. Ветроэнергетика Красноярского края. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2015. 252 с.
10. Альдо Виейра да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект»; Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. 704 с.

### References

1. Kudaev Z.R., Kumahov A.A. On the issue of energy and resource conservation. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;4(34):48–52. (In Russ.)
2. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I. Economic justification of domestic production and application of biofuels based on rape seed oil. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):104–107. (In Russ.)
3. Fiapshiev A.G., Hamokov M.M., Kil'chukova O.H. Problems of energy support of the enterprises of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):63–68. (In Russ.)
4. Batyrov V.I., Shekihachev Yu.A. Regularities of transfer of a diesel to work on a mixture of diesel and biodiesel fuels. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;4(30):65–69. (In Russ.)
5. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Sekihacheva L.Z. Use of biofuel as the alternative energy source in agriculture. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;2(24):100–105. (In Russ.)
6. Elistratov V.V., Kuznecov M.V. Teoreticheskie osnovy netradicionnoj i vozobnovlyaemoj energetiki. Ch. 1. Opredelenie vetroenergeticheskikh resursov regiona. Metodicheskie ukazaniya. SPb.: SPbGPU, 2003. 49 p.

7. Haritonov V.P. Osnovy vetroenergetiki. Moscow: GNU VIESKH, 2010. 340 p. (In Russ.)
8. Bezrukih P.P., Bezrukih P.P. (ml.), Gribkov S.V. *Vetroenergetika* [Wind Energy]: Spravochno-metodicheskoe izdanie. Moscow: "IntekhenergoIzdat", "Teploenergetik", 2014. 304 p. (In Russ.)
9. Bastron A.V. [et al.] *Vetroenergetika Krasnoyarskogo kraya* [Wind power industry of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarsk: Krasnoyarskii GAU, 2015. 252 p. (In Russ.)
10. Aldo Vieira da Roza. Fundamentals of Renewable Energy Processes. Elsevier Science. 2010. 704 p. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Темукуев Борис Биязуркаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2190-4749, Author ID: 449591.

**Темукуев Тимур Борисович** – кандидат экономических наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6773-9151, Author ID: 449593

#### Information about the authors

**Boris B. Temukuyev** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2190-4749, Author ID: 449591.

**Timur B. Temukuyev** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6773-9151, Author ID: 449593

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 04.04.2022;  
одобрена после рецензирования 20.04.2022;  
принята к публикации 25.04.2022.*

*The article was submitted 04.04.2022;  
approved after reviewing 20.04.2022;  
accepted for publication 25.04.2022.*

Научная статья

УДК: 631.331

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-110-117

## Исследование параметров и режимов работы сеялки для посева мелкосеменных культур

**Ахмат Борисович Чапаев**

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030, axam00@mail.ru

**Аннотация.** Одной из основных проблем при посеве семян мелкосеменных культур является их травмирование, вследствие чего снижается урожайность. Целью научной работы является повышение эффективности производства мелкосеменных культур за счет снижения травмирования семян путем использования модернизированной сеялки. Разработана новая конструктивно-технологическая схема высевающего аппарата сеялки для посева мелкосеменных культур, принцип работы которого основан на использовании электронно-ионных технологий электростатического поля через электризацию трением. Предлагаемый высевающий аппарат разработан для совершенствования технологии и технических средств для выращивания мелкосеменных культур. Экспериментальные исследования проводились по стандартным методикам с учетом того, что для совершенствования конструкции высевающих аппаратов необходимо целостно рассматривать качество работы самого аппарата с распределением семян в почве, а результаты обработаны с использованием ПЭВМ. Установлена возможность снижения энергоемкости посева семян за счет снижения тягового сопротивления трактора. Так, применение модернизированной сеялки способствовало снижению тягового сопротивления на 13%. В результате проведенных исследований установлено, что при высеве семян модернизированной сеялкой с использованием электризации уменьшается контакт с посторонними предметами, и, следовательно, уменьшается их травмирование почти в 30 раз. Благодаря этому, урожайность высеваемых культур увеличивается в среднем на 10-11%.

**Ключевые слова:** сеялка, высевающий аппарат, семена, тяговое сопротивление, технологический процесс, посевные машины, энергия, мелкосеменные культуры

**Для цитирования.** Чапаев А. Б. Исследование параметров и режимов работы сеялки для посева мелкосеменных культур // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 110–117. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-110-117

Original article

## Investigation of parameters and operating modes of a seeder for sowing small-seeded crops

**Akhmat B. Chapaev**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,  
Russia, 360030, axam00@mail.ru

**Abstract.** One of the main problems when sowing seeds of small-seeded crops is their injury, as a result of which the yield decreases. The aim of the scientific work is to increase the efficiency of the production of small-seeded crops by reducing seed injury through the use of a modernized seeder. A new constructive-technological scheme of the sowing apparatus of a seeder for sowing small-seed crops has been developed, the principle of operation of which is based on the use of electron-ion technologies of an electrostatic field through friction electrification.

The proposed sowing machine is designed to improve the technology and technical means for growing small-seed crops. Experimental studies were carried out according to standard methods, taking into account the fact that in order to improve the design of sowing machines, it is necessary to consider holistically the quality of the device itself with the distribution of seeds in the soil, and the results were processed using a PC. The possibility of reducing the energy intensity of sowing seeds by reducing the traction resistance of the tractor has been established. Thus, the use of a modernized seeder contributed to a decrease in traction resistance by 13%. As a result of the research, it was found that when sowing seeds with a modernized seeder using electrification, contact with foreign objects is reduced, and, consequently, their injury is reduced by almost 30 times. Due to this, the yield of sown crops increases by an average of 10-11%.

**Keywords:** sewing machine, seeds, traction resistance, technological processes, seeding machines, energy, seeder, small-seeded and agricultural crops

**For citation.** Chapaev A.B. Investigation of the parameters and modes of operation of a seeder for sowing small-seed crops. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):110–117. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-110-117

**Введение.** Важной отраслью народного хозяйства России является сельское хозяйство. Повышение уровня аграрной отрасли является главным критерием новой политики. Обеспеченность населения продуктами питания – главная задача аграрной отрасли. Без внедрения новых технологий реализация данной задачи невыполнима.

К сеялкам, которые используются при посеве мелкосеменных культур, предъявляются особые требования по травмированию семян. Существующие сеялки для посева мелкосеменных культур не соответствуют предъявляемым требованиям и не обеспечивают должный уровень высева семян [1].

В связи с этим совершенствование конструкции высевающего аппарата сеялки для посева мелкосеменных культур является актуальной задачей.

Основную теорию высева семян разработали академики М.Н. Летошнев, В.А. Желиговский, А.Н. Карпенко, П.М. Василенко, М.В. Сабликов, М.Х. Пигулевский и другие. Данные работы были направлены на разработку теоретических основ для разработки посевных машин [2–4].

Существующие машины для посева семян выполняют свою работу в несколько этапов: первым этапом является высыпание через отверстие в бункер семян; далее идет распределение семян высевающим аппаратом; на третьем этапе происходит распределение семян в дозированные рядки; четвертый этап включает подачу семян от аппарата высева

до сошника; далее делают борозду; финальным этапом служит заделка семян почвой.

К сеялкам для высева сельскохозяйственных культур предъявляются особые требования по качеству выполнения работ. Качество в данном случае определяется равномерностью распределения семян с обеспеченной нормой высева на определенную площадь.

По данным анализа посевных машин отечественного и зарубежного производства, можно сделать вывод о том, что от конструктивно-технологических элементов сеялки зависит качество высева [5–8].

От четкости и надежности работы каждого элемента сеялки зависит равномерное распределение семян, заделка на требуемую глубину и обеспечение нормального высева. Для обеспечения предъявляемых требований необходимо тщательно подходить к выбору элементов высевающего аппарата для посева мелкосеменных культур [9–12].

Для совершенствования конструкции высевающих аппаратов необходимо целостно рассматривать качество работы самого аппарата с распределением семян в почве.

**Цель исследования** – повышение эффективности производства мелкосеменных культур за счет снижения травмирования семян путем использования модернизированной сеялки.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели были исследованы: семеноводческие и кормовых культур, серийная и

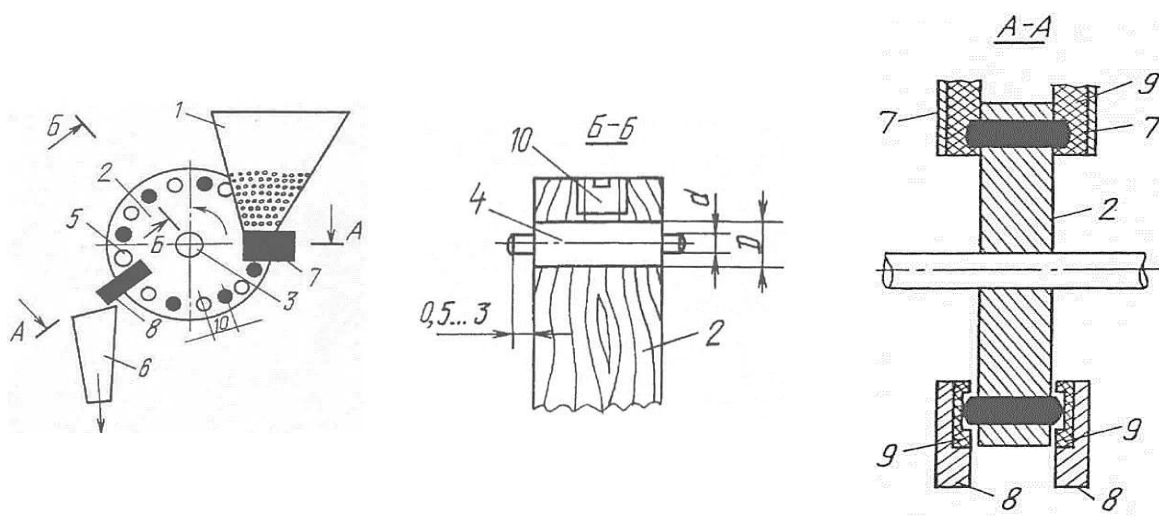
модернизированная овощные сеялки, технологический процесс высева мелкосеменных сельскохозяйственных культур. Все исследования велись в полевых условиях. Также рассматривалось влияние глубины заделки семян при трех различных режимах на скорость движения агрегата.

Теоретические исследования проводились с использованием основных законов электротехники, положений высшей математики и теоретической механики. При проведении экспериментальных исследований использованы стандартные методики. Данные экспе-

риментальных исследований нового высевающего аппарата обработаны с использованием ПЭВМ.

**Результаты и обсуждение.** Научно-практическая деятельность в области механизации сельского хозяйства невозможна без снижения затрат на энергию, улучшения качества работы, автоматизации рабочего процесса. Особое внимание уделяется и снижению техногенной нагрузки на экологию [13–15].

С учетом изложенного, нами предлагается высевающий аппарат, принципиальная схема которого показана на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Принципиальная схема разработанного высевающего аппарата сеялки для посева мелкосеменных культур:

1 – бункер для семян; 2 – высевающий диск; 3 – вал; 4 – захваты; 5 – цилиндрические отверстия; 6 – семяпровод; 7 – намагничивающий элемент; 8 – сбрасыватель; 9 – покрытие из эластичного материала, 10 – стопорные винты

**Figure 1.** Schematic diagram of the developed sowing machine for sowing small-seed crops:

1 – seed hopper; 2 – sowing disk; 3 – shaft; 4 – captures; 5 – cylindrical holes; 6 – seed tube; 7 – magnetizing element; 8 – ejector; 9 – cover made of elastic material; 10 – locking screws

Работа высевающего аппарата для посева мелкосеменных культур основана на использовании электронно-ионных технологий электростатического поля через электризацию трением.

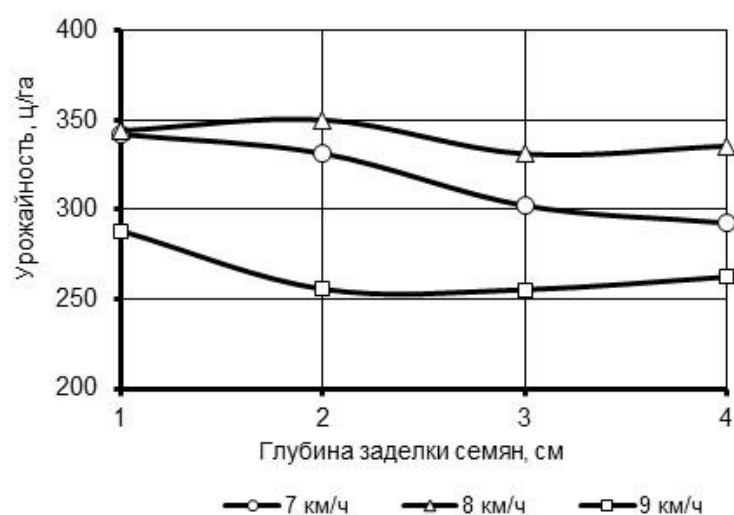
Суть технологического процесса посева семян разработанным высевающим аппаратом заключается в следующем: диск 2, перемещаясь через намагничивающий элемент 7, электризует захваты 4, которые притягивают из бункера 1 семена. Далее семена переносятся к сбрасывателю 8, с помощью которого они попадают в семяпровод 7 [16].

В процессе разработки модернизированного высевающего аппарата были проведены исследования влияния различных режимов работы агрегата на урожайность высеваемых культур.

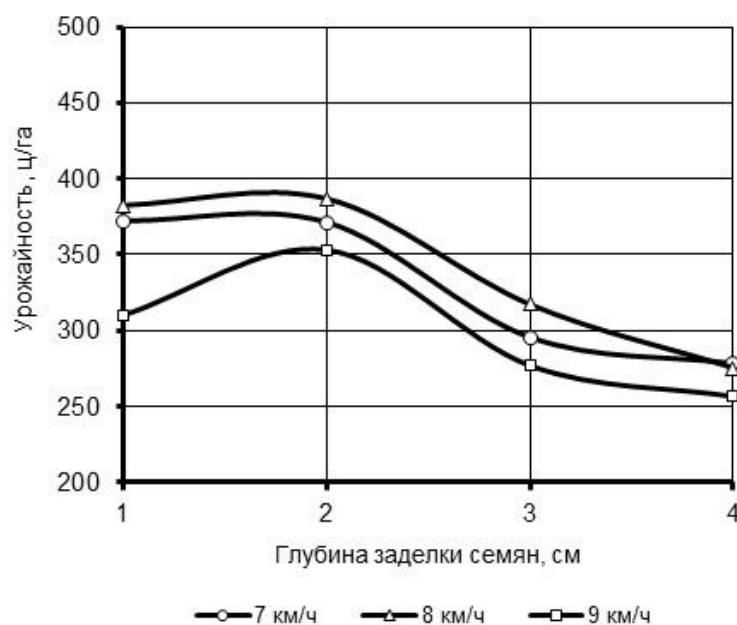
При использовании серийной сеялки для посева моркови урожайность в среднем составила 250-349 ц/га. В то же время урожайность при использовании разработанной сеялки составила 257-387 ц/га (рис. 2, 3).

Самые лучшие показатели урожайности (387 ц/га) получены при посадке семян моркови на глубину 2 см. Скорость движения составляла в среднем 8 км/ч.





**Рисунок 2.** Влияние глубины посева и скорости движения серийной сеялки на урожайность моркови  
**Figure 2.** Influence of sowing depth and speed of movement of a serial seeder on the yield of carrots



**Рисунок 3.** Влияние глубины посева и скорости движения модернизированной сеялки на урожайность моркови  
**Figure 3.** Influence of sowing depth and movement speed of the modernized seeder on the yield of carrots

Аналогично были проведены экспериментальные исследования при посеве люцерны желтой. Урожайность для данной культуры определялась в период цветения, так как масса люцерны в данный период наиболее высокая. Результаты исследования представлены на рис. 4, 5, из которых видно, что для серийной сеялки урожайность составила 58-73 ц/га, а для разработанной сеялки 63-82 ц/га.

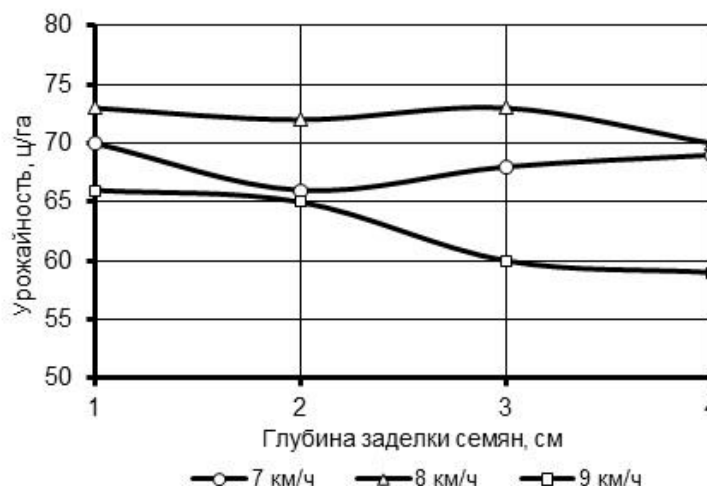
Также как для моркови, наилучшие показатели для люцерны были получены при посеве на глубину 2 см при скорости движения 8 км/ч и составили 82 ц/га.

В среднем увеличение урожайности при посеве семян разработанной сеялкой составляет 10-11%. Связано это с тем, что в процессе высева семян с использованием электризации уменьшается контакт с посторон-

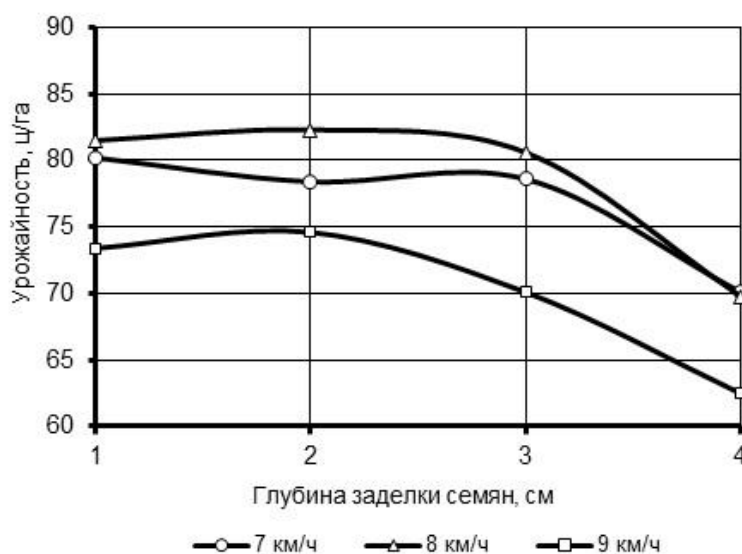
ними предметами и, следовательно, уменьшается их травмирование.

Основными требованиями при разработке и проектировании сеялки для посева семян

являются благоприятные условия для увеличения урожайности. К основным параметрам можно отнести энергоёмкость процесса высева семян [10].



**Рисунок 4.** Влияние глубины посева и скорости движения серийной сеялки на урожайность люцерны  
**Figure 4.** Influence of sowing depth and speed of movement of a serial seeder on alfalfa yield



**Рисунок 5.** Влияние глубины посева и скорости движения модернизированной сеялки на урожайность люцерны  
**Figure 5.** Influence of sowing depth and speed of the modernized seeder on the yield of alfalfa

Известно, при посеве тяговое усилие трактора используется на преодоление сопротивления различных видов. К ним можно отнести сопротивление, которое оказывается сошниками, сопротивление от самого высевающего аппарата, сопротивление от колес, нагруженных самой сеялкой и т.д.

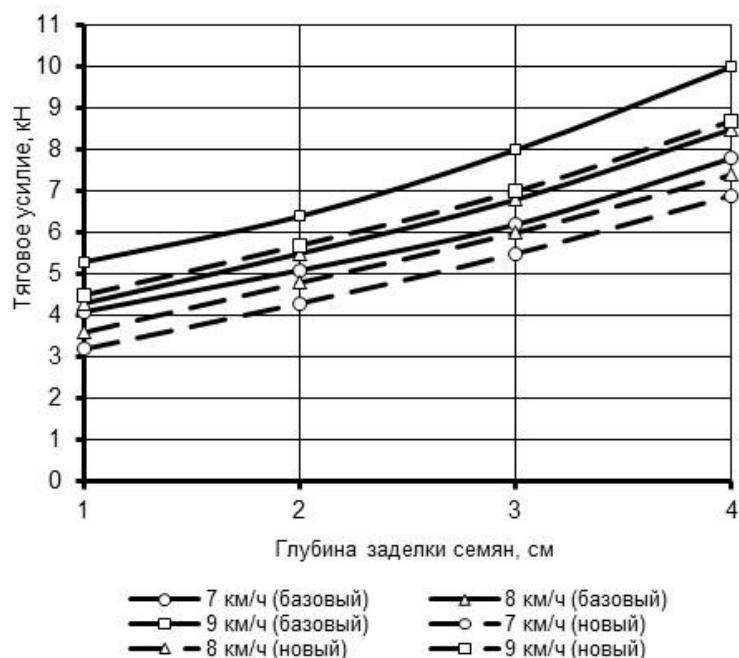
В процессе исследования работы модернизированной сеялки были проведены тяговые испытания на поле с влажностью почвы, равной 22%. Аналогичные испытания проводились и для серийного агрегата.

Влияние глубины заделки семян и скорости передвижения серийного и модернизированной

ванного агрегатов на тяговое усилие показано на рисунке 6.

При таких же скоростях, на глубине заделки 2 см тяговые усилия были равны, соответственно, 5,1; 5,5 и 8,5 кН и 4,3; 4,8 и 5,7 кН [16].

Наиболее заметная разница в тяговом сопротивлении получена при заделке семян на глубину 4 см. Для серийного агрегата на скоростях 7,8 и 9 км/ч сопротивление составило 7,8; 8,5 и 10 кН, а для модернизированной сеялки 6,9; 7,4 и 8,7 кН.



**Рисунок 6.** Влияние глубины заделки семян и скорости передвижения серийного и модернизированного агрегатов на тяговое усилие  
**Figure 6.** Influence of the seeding depth and the speed of movement of the serial and modernized units on the tractive force

**Выводы.** 1. Разработана новая конструктивно-технологическая схема высевающего аппарата сеялки для посева мелкосеменных культур, принцип работы которого основан на использовании электронно-ионных технологий электростатического поля через электризацию трением.

2. Выявлено, что при высеве семян модернизированной сеялкой, травмирование семян уменьшается почти в 30 раз.

3. Урожайность высеваемых модернизированной сеялкой культур увеличивается в среднем на 10-11% за счет снижения травмирования семян при посеве.

4. Установлено, что при использовании разработанного высевающего аппарата уменьшается тяговое сопротивление трактора в среднем на 13%.

#### Список литературы

1. Чапаев А. Б., Кушаев С. Х. Контактная зарядка семян в электростатическом поле // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 28. С. 155–156.
2. Гершкул И.П., Зайцев И.И. и др. Высевающий аппарат: авторское свидетельство СССР, кл. АО 1С 7/12, № 1496671, заявлен 06.11.87 г.
3. Любушко Н. И. Приложения теории вероятностей к выбору критерия оценки распределения семян по площади при посеве безрядковыми сеялками-культиваторами // Труды ВИСХОМ «Материалы научно-технического совета». 1970. Вып. 28. С. 29–41.

4. Чапаев А. Б. Параметры и режимы работы сеялки для посева мелкосеменных культур: дис. ... канд. техн. наук. Нальчик, 2006. 149 с.
5. Габаев А. Х. Регулирование и контроль глубины борозды при посеве семян зерновых культур // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 84–88.
6. Габаев А. Х., Мишхожев В. Х. Исследование высевающих аппаратов зерновых сеялок на равномерность высева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 100–104.
7. Габаев А. Х. Выбор материала и его свойства для рабочих органов посевных машин // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 122–124.
8. Габаев А. Х., Нам А. К. Повышение эффективности работы зерновой сеялки путем модернизаций его бороздоформирующих рабочих органов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 109–112.
9. Габаев А. Х. Применение полимерных материалов в конструкции бороздообразующих рабочих органов сеялки для условий повышенной влажности почвы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 2(24). С. 95–99.
10. Габаев А. Х. Посев в условиях повышенной влажности почвы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 3(25). С. 78–82.
11. Габаев А. Х. Надежность и безотказность работы модернизированного сошника зерновой сеялки с фторопластовыми бороздообразующими накладками // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 54–58.
12. Габаев А. Х. Теоретическое исследование процесса высева семян зерновых культур посевной секцией сеялки // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2018. № 3(21). С. 36–40.
13. Шекихачева Л. З. Научно обоснованные принципы почвозащитной системы земледелия // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 4(34). С. 86–90.
14. Шекихачева Л. З. Методические основы оценки эродированности территорий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 116–120.
15. Шекихачева Л. З. Методические основы диагностики эродированности почв // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 108–114.
16. Чапаев А. Б. Электризация семян в высевающем аппарате // Сельский механизатор. 2015. № 12. С. 10–11.

## References

1. Chapaev A.B., Kushaev S.H. Contact charging of seeds in an electrostatic field. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2011;28:155–156. (In Russ.)
2. Gershkul I.P., Zaitsev I.I. [et al.] *Vysevayushchij apparat* [Seeding apparatus]: avtor. sv. SSSR, kl. AO 1S 7/12, № 1496671, zayavlen 06.11.87 g. (In Russ.)
3. Lyubushko N.I. *Prilozheniya teorii veroyatnostej k vyboru kriteriya ocenki raspredeleniya semyan po ploschadi pri poseve bezryadkovymi seyalkami-kul'tivatorami* [Applications of Probability Theory to the Choice of a Criterion for Estimating the Distribution of Seeds by Area when Sowing with Rowless Cultivator Seeders] *Trudi VISKHOM «Materialy nauchno-tekhnicheskogo sojeta»*. 1970;28:29–41. (In Russ.)
4. Chapaev A.B. *Parametry i rezhimy raboty seyalki dlya poseva melkosemennyyh kul'tur: dis. ... kand. tekhn. nauk*. [Parameters and modes of operation of a seeder for sowing small-seeded crops]: diss. ... cand. tech. sciences. Nal'chik, 2006. 149 p. (In Russ.)
5. Gabaev A.Kh. Regulation and control of the depth of the furrow when sowing cereal seeds. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):84–88. (In Russ.)
6. Gabaev A.Kh., Mishkhozhev V.H. Study of seeding machines of grain seeders on the uniformity of seeding. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):100–104. (In Russ.)
7. Gabaev A.Kh. Choice of material and its properties for working bodies of seeding machines. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):122–124. (In Russ.)

8. Gabaev A.Kh., Nam A.K. Improving the efficiency of the grain seeder by modernizing its furrow forming working bodies. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):109–112. (In Russ.)
9. Gabaev A.Kh. Application of polymeric materials in the construction of bore forming working bodies of cropping machines for work in the conditions of increased soil humidity. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;2(24):95–99. (In Russ.)
10. Gabaev A.Kh. Seeding under conditions of increased soil humidity. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;3(25):78–82. (In Russ.)
11. Gabaev A.Kh. Safety and reliability of operation of the modernized corner of the grain seeder with ptfe furround-forming lines. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;4(26):54–58. (In Russ.)
12. Gabaev A.Kh. Theoretical study of the process of sowing seeds of grain crops by sowing section of the seeder. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2018;3(21):36–40. (In Russ.)
13. Shekikhacheva L.Z. Scientifically based principles of soil protection system of agriculture. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;4(34):86–90. (In Russ.)
14. Shekikhacheva L.Z. Methodological foundations for estimating the erodization of territories. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):116–120. (In Russ.)
15. Shekikhacheva L.Z. Scientifically based recommendations for organization and technology of laying gardens. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):108–114. (In Russ.)
16. Chapaev A.B. Investigation of contact charging of seeds in an electrostatic field. *Sel'skijmekhanizator [Selskiy Mechanizator]*. 2015;(12):10–11. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторе

**Чапаев Ахмат Борисович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1734-7569, Author ID: 772169.

#### Information about the author

**Akhmat B. Chapaev** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1734-7569, Author ID: 772169.

---

*Статья поступила в редакцию 30.03.2022;  
одобрена после рецензирования 21.04.2022;  
принята к публикации 25.04.2022.*

*The article was submitted 30.03.2022;  
approved after reviewing 21.04.2022;  
accepted for publication 25.04.2022.*

Научная статья

УДК 631.352:519.673

doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-118-127

## Математическое моделирование процесса удаления растительности при проведении мелиоративных работ

Юрий Ахметханович Шекихачев<sup>✉1</sup>, Фахретдин Магомедович Магомедов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, д. 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>2</sup>Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова, ул. М. Гаджиева, д. 180, Махачкала, Россия, 367032

<sup>✉1</sup>shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

<sup>2</sup>fahr-59@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7202-9898>

**Аннотация.** В статье на основании анализа процесса удаления растительности при проведении мелиоративных работ показано, что для их выполнения при наименьшей сумме текущих и капитальных затрат необходимо учитывать ограниченность некоторых видов ресурсов, требования к работам определенного вида и другие факторы. В ходе математического моделирования учитывалось, что количество технических средств для выполнения планируемых работ не должно превышать суммы машин, имеющихся в хозяйстве, покупаемых вновь и привлекаемых из других хозяйств с вычетом подлежащих снятию с баланса и передаваемых на прокат в этот период. При установлении количества горюче-смазочных материалов для конкретного периода при выполнении механизированных работ необходимо иметь в виду интенсивность использования машин. При планировании количества машин и их использовании необходимо учитывать сезонность выполнения работ и ограниченность резервов для пополнения штата механизаторов. Сформулированы конкретные ограничения, которые позволяют комплексно планировать использование машин и труда механизаторов. В результате проведенных исследований установлено, что разработка плана оптимального распределения парка машин позволяет установить оптимальный вариант использования машин, эффективность выполнения конкретных операций технологического процесса отдельными машинами, обеспечить выполнение имеющимися машинами работ в оптимальные сроки, что, в конечном итоге, способствует повышению рентабельности эксплуатации машин на 15-35%.

**Ключевые слова:** мелиоративные каналы, растительность, скашивание, косилки, моделирование, оптимизация

**Для цитирования.** Шекихачев Ю. А., Магомедов Ф. М. Математическое моделирование процесса удаления растительности при проведении мелиоративных работ // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 118–127.  
doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-118-127

Original article

## Mathematical modeling of the process of vegetation removal during reclaim work

Yuri A. Shekikhachev<sup>✉1</sup>, Fakhretdin M. Magomedov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, 180 M. Gadzhieva street, Makhachkala, Russia, 367032

<sup>✉1</sup>shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

<sup>2</sup>fahr-59@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7202-9898>

**Abstract.** In the article, based on the analysis of the process of removing vegetation during reclamation work, it is shown that in order to perform them at the lowest amount of current and capital costs, it is necessary to take into account the limited nature of certain types of resources, the requirements for certain types of work, and other factors. In the course of mathematical modeling, it was taken into account that the number of technical means for performing the planned work should not exceed the amount of machines available on the farm, bought again and attracted from other farms, minus those to be withdrawn from the balance sheet and leased during this period. When establishing the amount of fuels and lubricants for a specific period when performing mechanized work, it is necessary to keep in mind the intensity of use of machines. When planning the number of machines and their use, it is necessary to take into account the seasonal nature of the work and the limited reserves for replenishing the staff of machine operators. Specific restrictions are formulated that allow for a comprehensive planning of the use of machines and the labor of machine operators. As a result of the research, it was found that the development of a plan for the optimal distribution of the fleet of machines allows you to establish the best option for using machines, the efficiency of performing specific operations of the technological process by individual machines, ensuring that the existing machines perform work in the optimal time, which ultimately helps to increase the profitability of operating machines on 15-35%.

**Keywords:** meliorative channels, vegetation, mowing, mowers, modeling, optimization

**For citation.** Shekikhachev Y.A., Magomedov F.M. Mathematical modeling of the process of vegetation removal during reclamation works. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;2(36):118–127. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-118-127

**Введение.** Современное решение экономических ситуаций ставит перед мелиораторами ряд специфических проблем, связанных с поиском путей повышения устойчивости [1–4] и снижения затрат на поддержание мелиоративных каналов (и системы в целом) в исправном состоянии [5–7]. Одной из таких проблем является повышение коэффициента полезного действия (КПД) каналов с одновременным снижением стоимости выполняемых работ. Однако практика эксплуатации каналов показывает, что для поддержания их в исправном состоянии (т.е. обеспечение их высокого КПД) необходимо проводить ряд технологических операций скашивания каналов: скашивание растительности на гребне дамб каналов; скашивание растительности на откосах каналов; скашивание растительности на дне каналов; сгребание скошенной растительности погрузка и вывоз скошенной растительности.

Для исследования указанных процессов, определения и прогнозирования эффективности технических средств для их выполнения, перспективно использование математического моделирования.

Моделирование является одним из самых важных инструментов. Стремительное развитие и распространение различных моделей функционирования сельскохозяйственных

машин обуславливается теми преимуществами, которые имеет модельный подход среди всего арсенала научных подходов [8, 9]. К таким преимуществам относятся относительная дешевизна соответствующих работ, возможность корректного исследования сложных процессов, к которым можно отнести процесс удаления растительности с использованием косилочных устройств, низкая трудоемкость и удобство выполнения работ [10].

В основе моделирования как научного подхода лежит замена реального объекта или процесса упрощенным аналогом, который и называется моделью. Процесс моделирования, таким образом, заключается в создании модели объекта или процесса и дальнейшего изучения. Полученные в процессе такого изучения результаты переносятся по определенным правилам на реальный объект. Важной процедурой здесь является установление сходства модели реальному процессу (объекту) [11, 12].

Построение и использование математических моделей не регламентируется необходимостью определения критериев подобия, в результате чего особую актуальность в математическом моделировании имеет проблема адекватности модели, т.е. соответствие модели оригиналу. Можно выделить два критерия адекватности математических моделей:

1) критерий внутреннего совершенства (требование логичности и простоты основных конструкций модели и соотношений между ними);

2) критерий внешней оправданности (соответствие модели наблюдаемым фактам). Каждая модель перед использованием должна быть оценена по обоим критериям. При этом если критерий внутреннего совершенства предусматривает преимущественно качественную оценку соответствия модели оригиналу, то критерий внешнего соответствия требует проверку соответствия результатов моделирования данным наблюдений за моделируемым процессом (объектом).

С учетом изложенного, составлена математическая модель процесса скашивания растительности на каналах при известном плане производства работ, который необходимо выполнить в установленные агротехнические сроки и в определенной последовательности.

**Цель исследования** – определение способов и сроков выполнения скашивания растительности на каналах, а также количества косилок для выполнения работ.

**Материалы, методы и объекты исследования.** База исследования – результаты функционирования косилок для окашивания мелиоративных каналов. При проведении исследований использованы методы математического моделирования и обработки статистических данных, основанной на применении концепций и процедур математической статистики. Объект исследования – косилки для окашивания мелиоративных каналов.

**Результаты исследования.** При известной длине каналов, подлежащих окашиванию, перечне и технико-экономических характеристиках косилок, применяемых для этой работы, комплектование необходимыми машинами и график их использования обеспечат выполнение работы при наименьшей сумме текущих и капитальных затрат.

В зависимости от конкретных условий необходимо учитывать ограниченность некоторых видов ресурсов, требования к работам определенного вида и другие факторы.

Когда на каналах выполняется  $J$  видов работ за конкретный промежуток времени и расчетные периоды  $T$ , а также календарная

продолжительность  $\tau_t$  их известна, то для конкретного вида работ  $j=1...J$  заданы:

объем  $P_j$ , начальный  $t^0$  и конечный  $t_j$  периоды и количество возможных способов ее выполнения  $S_j$ . Тогда для всех работ необходимо

ходимо  $S = \sum_{j=1}^J S_j$  способов их выполнения.

Работы по обслуживанию машин, объемы которых зависят от интенсивности их использования, принимаются как отдельные виды.

При выполнении работ по окашиванию каналов составляются комплекты из  $S$  видов машин, обслуживаться механизаторами  $m$  видов специальностей.

Определяемые показатели рассматриваются при следующих условиях:

$$X_{jt}^s \geq 0; \quad Y_i \geq 0; \quad Y_i^t \geq 0; \quad Z_i \geq 0;$$

$$Z_i^t \geq 0; \quad Y_m \geq 0; \quad Y_m^t \geq 0; \quad Y_r \geq 0,$$

где:

$X_{jt}^s$  – количество машин (интенсивность способа)  $S$ -го вида, которые нужно использовать для выполнения  $j$ -й работы в  $t$ -й период, шт.;

$Y_i$  – количество машин  $i$ -го вида, которые можно купить для хозяйства, шт.;

$Y_i^t$  – количество машин вида  $i$ , которые нужно привлечь в период  $t$ , шт.;

$Z_i^t$  – количество машин вида  $i$ , которые целесообразно отдать напрокат в период  $t$ , шт.;

$Z_i$  – количество машин вида  $i$ , которые целесообразно снять с баланса хозяйства, шт.;

$Y_m$  – количество механизаторов специальности  $m$ , которых необходимо привлечь дополнительно в штат хозяйства, чел.;

$Y_m^t$  – количество механизаторов специальности  $m$ , которых следует привлечь на работу в период  $t$ , чел.;

$Y_r$  – количество средств технического обслуживания вида  $r$ , которые нужно при-



обрести в парк для того, чтобы обеспечить работоспособность техники, шт.

Планируемые работы в установленных объемах выполняются в соответствующие агротехнические сроки:

$$\sum_{t=t^o}^{t_j} \sum_{S=1}^{S_j} (a_{jt}^S + \Delta a_{jt}^S) K_{jt}^S = P_j \quad (1)$$

где:

$a_{jt}^S = a_j^S \sigma_{jt}^S \tau_t \kappa_{jt}^S$ ;  $\Delta a_{jt}^S$  – изменение производительности комплексов, зависящие от организации использования или обслуживания техники, от сроков службы машин и др., га;

$a_j^S$  – сменная производительность при выполнении работы  $j$ , га;

$\sigma_{jt}^S$  – показатель сменности при выполнении работы  $j$  в период  $t$  способом  $S$ , т.е. количество смен работы комплекса в течение суток;

$\tau_t$  – время выполнения работ, ч;

$K_{jt}^S$  – коэффициент использования календарного времени, учитывающий влияние метеоусловий (или других случайных факторов) при выполнении в период  $t$  работы  $j$  способом  $S$ .

Количество машин, для выполнения планируемых работ не должно превышать суммы машин, имеющихся в хозяйстве, покупаемых вновь и привлекаемых из других хозяйств с вычетом подлежащих снятию с баланса и передаваемых на прокат в этот период:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{S=1}^{S_j} \lambda_{ij}^S K_{jt}^S \leq Q_i^t + Y_i^t - Z_i^t - Z_i; \quad i = \overline{1..S}; \quad t = \overline{1..T}, \quad (2)$$

где:

$\lambda_{ij}^S$  – количество машин  $i$ -го вида, входящих в комплекс при выполнении работы  $j$ , шт.;

$Q_i^t$  – количество машин  $i$ -го вида в хозяйстве, которые могут быть использованы на работах в период  $t$ , шт.

Количество механизаторов  $m$ -й специальности, которые заняты на выполнении работ в конкретный период, должно быть меньше суммарного количества находящихся в хозяйстве и привлекаемых на постоянную и сезонную работу:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{S=1}^{S_j} \mu_{mj}^S K_{jt}^S \leq Q_m^t + Y_m^t; \quad m = \overline{1..M}; \quad t = \overline{1..T}, \quad (3)$$

где:

$\mu_{mj}^S$  – количество механизаторов  $m$ -й специальности, необходимых для обслуживания комплекса  $S$  при выполнении  $j$ -го вида работ, чел.

Количество горюче-смазочных материалов (ГСМ) для конкретного периода при выполнении механизированных работ определяется с учетом интенсивности использования машин:

$$\sum_{S=1}^{S_j} \sum_{j=1}^J \Gamma_{jt}^S K_{jt}^S = \Gamma_t; \quad \Gamma = \sum_{t=1}^T \Gamma_t \quad (4)$$

где:

$\Gamma$  – потребность ГСМ на весь объем механизированных работ, т;

$\Gamma_t$  – расход ГСМ на выполнение работ в период  $t$ , т.

Работы для рассматриваемого комплекса должны выполняться в определенной последовательности:

$$\sum_{j_1} \sum_{t_1} \sum_{S_1} A_1 a_{j_1}^{S_1} x_{j_1}^{S_1} t_1 = \sum_{j_2} \sum_{t_2} \sum_{S_2} A_2 a_{j_2}^{S_2} K_{j_2}^{S_2} t_2, \quad (5)$$

где:

$A_1, A_2$  – коэффициенты перевода объемов согласуемых работ в одинаковые единицы измерения.

При соответствующих ограничениях суммирование производится по индексам работ  $j_1$  и  $j_2$ , периодам  $t_1$  и  $t_2$  и способам выполнения работ  $S_1$  и  $S_2$ , для которых необходимо согласование работ.

Величина для приведенных условий определяются так, чтобы обеспечивался  $\min$  функционала:

$$\begin{aligned}
 f(x_1, y) = & \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \sum_{s=1}^{S_j} (C_{jt}^S + \Delta C_{jt}^S) X_{jt}^S + \\
 & + \sum_{i=1}^I d_1(Q_i + Y_i) + a \sum_{i=1}^S c_i y_i + \sum_{r=1}^R d_1(Q_r + Y_r) + \\
 & + \sum_{r,t} C_r^t Y_r^t + a \sum_{r=1}^R C_r Y_k + \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T C_m^t Y_m^t - \\
 & - \sum_{i=1}^S (d_i + \rho_i) Z_i - \sum_{i=1}^S \sum_{t=1}^T \rho_i^t Z_i^t \rightarrow \min, \quad (6)
 \end{aligned}$$

где:

$C_{jt}^S = C_j^S \sigma_{jt}^S \tau_t K_{jt}^S$ ;  $c_j^S$  – прямые эксплуатационные затраты на выполнение  $j$ -го вида работ в течение смены, руб.

С учетом конкретных условий в хозяйстве, можно принять дополнительные ограничения или же исключить некоторые из них.

Отдельно рассмотрим каждый из этих видов условий.

В формуле (1) коэффициенты  $K_{jt}^S, \sigma_{jt}^S, \tau_t$  позволяют учитывать влияние конкретных условий для величин ограничения по работе.

Используя, многолетние статистические данные гидрометеослужбы определяется  $K_{jt}^S$  как отношение необходимого числа дней, благоприятных для выполнения работ, к числу дней в периоде.

Когда  $\sigma_{jt}^S$  учитывает выполнение работ только в наиболее благоприятное для этого времени суток, то получается завышенная потребность в технике. При этом ухудшаются условия работы и его технико-экономических показателей.

В зависимости (1) учитывается суммирование по всем допустимым для выполнения работы периодам  $t = t^0, t_j, j = 1, S$  что означает, где возможна оптимизация, как за счет выбора средств, так и за счет выбора периодов выполнения работ. Например, когда требуется четкое распределение объемов работ по дням и периодам, то ограничения для таких работ задаются для каждого пе-

риода в отдельности. Равномерное распределение объемов работ по дням в периодах может привести к образованию пиков потребности в машинах.

Следует вводить ограничения по машинам, входящим в комплексы, что требует необходимости выбора только тех машин, от количества которых значительно зависит величина функционала. К ним относятся имеющие большую стоимость косилки.

Ограничения (1), (2), (3) учитывают совокупность машин, а числа  $\lambda_{ij}^S$  указывают на необходимое количество машин.

В этом случае возможен выбор плана закупки машин с учетом стоимости всех машин и выбор одновременно плана выполнения отдельных работ и плана закупки определенных машин. Когда не создаются ограничения по косилкам для скашивания сорной растительности на каналах, то влияние их стоимости на величину функционала будет уменьшено. Возможно, что в отдельные периоды (особенно в начальные дни) тракторы, входящие в комплексы для скашивания растительности, будут в большинстве не заняты на других работах и это способствует увеличению потребности в косилках для скашивания растительности.

В условиях, когда специальные машины используются в течение одного периода, то нет необходимости вводить ограничения по ним.

Ограничения по большинству каналоокашивающих машин способствует равномерному их использованию и рациональному выполнению работ по скашиванию растительности на каналах.

При планировании количества машин и их использования необходимо учитывать сезонность выполнения работ и ограниченность резервов для пополнения штата механизаторов. Ограничение (3) позволяет комплексно планировать использование машин и труда механизаторов.

Возможные случаи при планировании с ограничениями по количеству механизаторов:

- определение потребного количества механизаторов для хозяйства;
- определение дополнительного количества механизаторов для привлечения на сезонную работу;

- планирование состава и использования машин при невозможности расширения количества механизаторов.

Отдельные виды работ при окашивании каналов взаимосвязаны между собой и поэтому они должны выполняться с учетом ограничения по согласованному выполнению взаимосвязанных работ и в определенной последовательности с некоторым сдвигом одного вида относительно другого (скашивание, сгребание, удаление растительности из каналов). Следовательно, связь между работами определяется выбором способов их выполнения.

Установлено, что производительность косилок для скашивания растительности на каналах зависит как от мощности базовой косилки, так и от выбора рабочего органа для скашивания. Это отражается на способе скашивания и выборе оптимального варианта выполнения технологического процесса.

Возможные нарушения согласованности в выполнении работ устраняются введением условия (5). Объемы работ  $P_{j_1}$  и  $P_{j_2}$  в этом случае могут иметь различные единицы измерения. Соизмеримость всех членов ограничения (5) обеспечивается вводом соответствующих коэффициентов  $A_{j_1}$  и  $A_{j_2}$ .

В случае необходимости установления зависимости между двумя видами работ, коэффициенты  $A_{j_1}$  и  $A_{j_2}$  определяются как отношение объема  $P_{j_2}$  к объему  $P_{j_1}$ :

когда  $P_{j_1} = P_{j_2}$ , то  $A_{j_1} = \frac{P_{j_2}}{P_{j_1}} = 1$ ;

$$A_{j_1} = A_{j_2} = 1,$$

когда  $P_{j_1} \neq P_{j_2}$ , то  $A_{j_1} = \frac{P_{j_2}}{P_{j_1}} \neq 1$ ;

$$A_{j_2} = 1.$$

Ограничения (5) показывают, что скашивание растительности опережает сгребание (с единицами измерения  $m^2$ ).

Если сгребание производится в два следа  $P_{сгреб} = 2P_{скаш}$ .

$$\text{Тогда, } A_{скаш} = \frac{P_{сгреб}}{P_{скаш}} = 2 \neq 1, A_{сгреб} = 1,$$

$$\text{или } A_{сгреб} = \frac{P_{скаш}}{P_{сгреб}} = \frac{1}{2} \neq 1, A_{скаш} = 1.$$

Следовательно, для приведения объемов работ к одинаковым единицам измерения необходимо умножить производительность машин на соответствующие коэффициенты.

Когда устанавливается согласование между работами, выраженными в разных единицах, например, сгребание растительности с объемом  $P_{j_1}$  в  $m^2$  и удаление ее из каналов

с объемом в тоннах, отношение  $\frac{P_{j_2}}{P_{j_1}}$  показы-

вает, какой объем удаленной растительности соответствует 1  $m^2$  поверхности канала, на которой проведено сгребание скошенной растительности.

Принимая:

$$A_{j_1} = \frac{P_{j_2}}{P_{j_1}}; \quad A_{j_2} = 1, \quad (7)$$

все члены уравнения:

$$\sum_{S_{j_1}} \sum_{t_{j_1}} \frac{P_{j_2}}{P_{j_1}} a_{j_1}^{S_{j_2}} x_{j_1}^{S_{j_1}} t_{j_1} - \sum_{S_{j_2}} \sum_{t_{j_2}} a_{j_2}^{S_{j_2}} x_{j_2}^{S_{j_2}} t_{j_2} = 0 \quad (8)$$

выражаются в тоннах.

Когда имеется большое число планов, отвечающих условиям (1) и (5), то следует, что имеется необходимое количество машин для выполнения работ в соответствующей последовательности, в установленные сроки и в полном объеме. В этом случае можно установить оптимальный план, который удовлетворял бы условию (6) и обеспечивал наиболее выгодные условия для капитальных и производственных затрат.

Когда определяется оптимальность с критерием минимума затрат труда, то коэффициенты  $C_{jt}^S$  должны отражать прямые затраты труда (в часах, сменах) при использовании способа с единичной интенсивностью при выполнении работы  $j$  в период  $t$ . Тогда функция цели имеет вид:

$$f(c) = \sum_{j=1}^S \sum_{s=1}^{S_j} \sum_{t=t^0}^{t_j} C_{jt}^S x_{jt}^S \rightarrow \min. \quad (9)$$

Решение задачи с функцией цели позволит найти план, позволяющий минимизировать непосредственные затраты труда на выполнение всего комплекса работ.

В условиях ограниченности в хозяйстве средств на приобретение машин, ограничения (1)-(5) следует дополнить ограничением вида:

$$\sum_{i=1}^S c_i y_i \leq c, \quad (10)$$

где:

$C_i$  – стоимость машины  $i$ -й марки, руб.;

$C$  – сумма допустимых затрат на приобретение машин, руб.

При условии минимизации расхода горючего, получим:

$$\sum_{jt} \Gamma_{jt}^S X_{jt}^S \rightarrow \min, \quad (11)$$

где:

$\Gamma_{jt}^S$  – коэффициенты функционала.

Тогда, согласно функции цели будет обеспечен минимум расхода горючего на выполнение всего комплекса работ.

Проанализируем условие (2), по которому оптимизируется количество машин в хозяйстве для полного выполнения всего объема работ по окашиванию каналов. При определении структуры вновь комплектуемого парка машин в хозяйстве, для установления эффективной системы машин, их типов и классов, необходимый расчет производится при условии:  $Z_i = 0$ ;  $Q_i = 0$  для  $i = \overline{1..S}$ . Тогда:

$$+ \alpha \sum_{i=1}^S C_i Y_i + \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^S C_i^t Y_i^t \rightarrow \min \quad (12)$$

при ограничениях  $X_{jt}^S \geq 0$ ;  $Y_i \geq 0$ .

Это означает, что необходимо выбрать такой вариант состава парка машин и план его работы, которые бы обеспечивали минимум затрат на эксплуатацию, комплектование и содержание этого парка машин.

При окашивании каналов необходимо применять перспективные машины, которые приобретаются хозяйством, и машины, которыми оно уже располагает.

В данной ситуации следует рассмотреть случаи, когда не учтены ограничения по трудовым ресурсам, средствам обслуживания и другие, а учитываются лишь ограничения вида (1). При этом функция цели имеет вид:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{S=1}^{S_j} \sum_{t=t^0}^{t_j'} (c_{jt}^S + \Delta c_{jt}^S) x_{jt}^S - \sum_{i=1}^S (d_i + \rho_i) z_i + \sum_{i=1}^S d_i Q_i + \sum_{i=1}^S (\alpha c_i + d_i) y_i + \sum_{i=1}^S c_i^t y_i^t - \sum_{i=1}^S \rho_i^t z_i^t \rightarrow \min. \quad (13)$$

Откуда следует, что решение задачи оптимизации пополнения парка машин позволит получить минимум суммарных затрат на эксплуатацию, покупку и содержание машин.

При решении задачи распределения машин, имеющихся в парке, допускается, что  $Q_i \neq 0$ ,  $Z_i \neq 0$ . Следовательно, новые машины хозяйством не приобретаются.

Тогда:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{S=1}^{S_j} \sum_{t=1}^{t_j'} (c_{jt}^S + \Delta c_{jt}^S) x_{jt}^S - \sum_{i=1}^S (d_i + \rho_i) z_i - \sum_{i=1}^J \sum_{t=1}^T \rho_i^t z_i^t \rightarrow \min, \quad (14)$$

при условиях:  $x_{jt}^S \geq 0$ ;  $z_i \geq 0$ ;  $z_i^t \geq 0$ .

Следовательно, когда сумма затрат на эксплуатацию и содержание машин минимальны, план их использования выполняется.

**Вывод.** Разработка плана оптимального распределения парка машин позволяет установить оптимальный вариант использования машин, эффективность выполнения конкретных операций технологического процесса отдельными машинами, обеспечить выполнение имеющимися машинами работ в оптимальные сроки, что, в конечном итоге, способствует повышению рентабельности эксплуатации машин на 15-35%.

## Список литературы

1. Шекихачева Л. З., Езиев М. И. Методические подходы к проектированию комплексов противоэрозионных мероприятий в Кабардино-Балкарской республике // АгроЭкоИнфо. 2021. № 5(47), порядковый номер 12.

2. Шекихачева Л. З. Научно обоснованные принципы почвозащитной системы земледелия // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 4(34). С. 86–90.
3. Шекихачева Л. З. Методические подходы к оценке экологического состояния почв // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 1(35). С. 23–34.
4. Шекихачева Л. З. Концептуальные основы борьбы с ветровой эрозией почв // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 1(31). С. 108–112.
5. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G., Shekikhacheva L.Z. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia // Journal of Physics: Conference Series. 1889. 2021. 032033.
6. Апажев А. К., Джанкезов Дж. И., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Мишхожев В. Х. и др. Проблемы и перспективы вовлечения в хозяйственный оборот бесхозных мелиорируемых земель Кабардино-Балкарской республики. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. 184 с.
7. Апажев А. К., Джанкезов Дж. И., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Мишхожев В. и др. Рекомендации по вовлечению в хозяйственный оборот бесхозных мелиорируемых земель Кабардино-Балкарской республики. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. 168 с.
8. Мишура Е. В. Комплексный подход в оптимизации технологических операций механообработки на основе использования нейросетевых технологий // Сборник докладов Международной научной конференции. Краматорск, 2005. С. 83–87.
9. Аверченков В. И., Горленко О. А. Проектирование технологических процессов на основе системного подхода. Брянск: БИТМ, 1986. 87 с.
10. Шекихачев Ю. А., Шогенов Ю. Х. Оценка уровня механизации технологического процесса скашивания растительности при проведении мелиоративных работ // В сборнике: Роль науки и технологий в обеспечении устойчивого развития АПК. Сборник научных трудов по итогам IX Международной научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 229–233.
11. Apazhev A.K., Fiaphev A.G., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Shekikhacheva L.Z. Modeling the operation process of the unit for processing row-spacings of fruit plantings // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. 315(5). 052023
12. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Оптимизация функционирования сельскохозяйственных производственных систем // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 1 (35). С. 81–89.

## References

1. Shekikhacheva L.Z., Eziev M.I. Metodicheskie podhody k proektirovaniyu kompleksov protivooerozion-nyh meropriyatij v Kabardino-Balkarskoj respublike. *AgroEkoInfo*. 2021;5(47). P. 12. (In Russ.)
2. Shekikhacheva L.Z. Scientifically based principles of soil protection system of agriculture. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;4 (34):86–90. (In Russ.)
3. Shekikhacheva L.Z. Methodological approaches to the assessment of the ecological state of the soil. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):23–34. (In Russ.)
4. Shekikhacheva L.Z. Conceptual basis of combating wind erosion of soils. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):108–112. (In Russ.)
5. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G., Shekikhacheva L.Z. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia. *Journal of Physics: Conference Series*. 1889. 2021. 032033.
6. Apazhev A.K., Dzhankozov Dzh.I., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Mishkhozhev V.Kh. [et al.] *Problemy i perspektivy vovlecheniya v hozyajstvennyj oborot beskhozyajnyh melioriruemyyh zemel' Kabardino-Balkarskoj respubliki* [Problems and prospects of involvement in the economic turnover of

ownerless reclaimed lands of the Kabardino-Balkarian Republic]. Nal'chik: Kabardino-Balkarskiy GAU, 2021. 184 p. (In Russ.)

7. Apazhev A.K., Dzhankozov Dzh.I., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Mishkhozhev V.Kh., Balkizov A.B., Sasikov A.S., Shekikhacheva L.Z. *Rekomendacii po vovlecheniyu v hozyajstvennyy oboro beskhozyajnyh melioriruemyyh zemel' Kabardino-Balkarskoj respubliki* [Recommendations on the involvement in the economic turnover of ownerless reclaimed lands of the Kabardino-Balkarian Republic]. Nal'chik: Kabardino-Balkarskiy GAU, 2021. 168 p. (In Russ.)

8. Mishura E.V. An integrated approach to optimizing technological operations of machining based on the use of neural network technologies. *Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* [Collection of reports of the International scientific conference]. Kramatorsk, 2005:83–87. (In Russ.)

9. Averchenkov V.I., Gorlenko O.A. *Proektirovanie tekhnologicheskikh processov na osnove sistemnogo podhoda* [Design of technological processes based on a systematic approach]. Bryansk: BITM, 1986. 87 p. (In Russ.)

10. Shekikhachev Yu.A., Shogenov Yu.Kh. Assessment of the level of mechanization of the technological process of mowing vegetation during land reclamation work. *V sbornike: Rol' nauki i tekhnologii v obespechenii ustojchivogo razvitiya APK. Sbornik nauchnykh trudov po itogam IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati zaslužennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora B.Kh. Zherukova* [In the collection: The role of science and technology in ensuring the sustainable development of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers based on the results of the IX International Scientific and Practical Conference]. Nal'chik, 2021:229–233. (In Russ.)

11. Apazhev A.K., Fiaphev A.G., Shekikhachev Yu.A. [et al.] Modeling the operation process of the unit for processing row-spacings of fruit plantings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;315(5). 052023.

12. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Optimizing the functioning of agricultural production systems. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):81–89. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Шекихачев Юрий Ахметханович** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4107-1360, Author ID: 480039, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019.

**Магомедов Фахретдин Магомедович** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джембулатова», SPIN-код: 4768-7736, Author ID: 373253.

#### Information about the authors

**Yuri A. Shekikhachev** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4107-1360, Author ID: 480039, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019.

**Fakhretdin M. Magomedov** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Operation of Automobiles, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-code: 4768-7736, Author ID: 373253.

---

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

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

---

*Статья поступила в редакцию 21.04.2022;  
одобрена после рецензирования 06.05.2022;  
принята к публикации 11.05.2022.*

*The article was submitted 21.04.2022;  
approved after reviewing 06.05.2022;  
accepted for publication 11.05.2022.*



**17 апреля исполнилось 85 лет доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ, академику РАН Владимиру Александровичу Гудковскому.**

В 1975 г. под руководством В. А. Гудковского создано первое в СССР промышленное хранилище с регулируемой атмосферой, емкостью 500 тонн в опытном хозяйстве Казахского НИИ плодоводства и виноградарства.

Исследования по совершенствованию системы хранения плодов были продолжены В. А. Гудковским во ВНИИС им. И. В. Мичурина, который он возглавлял в 1988-2007 гг. За эти годы в институте создана уникальная база: построено новое экспериментальное фруктохранилище, созданы лаборатории, оснащенные современным оборудованием, подготовлены высококвалифицированные кадры.

Разработанная система хранения плодов позволяет хранить плоды зимних сортов в течение 8-10 месяцев с сохранением высоких товарных и вкусовых качеств.

Технологии хранения плодовой и ягодной продукции с высокой эффективностью осваиваются в промышленных регионах России, в т.ч. в Северо-Кавказском федеральном округе (в ООО «Сад-Гигант», ООО «Сады Баксана», ООО «Сады Эльбруса», ООО «Фрукт-Трейд» и на многих других предприятиях), а также в ряде стран ближнего зарубежья.

В настоящее время под его руководством разрабатывается промышленная технология

хранения плодов сортов южных регионов РФ в динамичной, регулируемой атмосфере на базе ООО «Сады Баксана».

Владимир Александрович внес весомый вклад в разработку технологии защиты плодов яблони от подкожной пятнистости и других физиологических заболеваний при хранении.

В. А. Гудковский является одним из основных научных руководителей по разработке и осуществлению научно-технической Программы первого в стране наукограда в агропромышленной сфере – г. Мичуринск-наукоград Российской Федерации (Указ Президента РФ №1306 от 04.11.2003).

Значительное внимание ученым уделяется изучению влияния предуборочных и послеуборочных факторов, определяющих качество плодов (калибр, окраска, биохимический, минеральный состав, вкус, сочность и др.), разрабатываются технологические приемы предупреждения предуборочного опадения плодов.

Им создана научная школа по разработке инновационных, прецизионных технологий хранения, подготовлено 4 доктора и 16 кандидатов наук. Научные идеи и разработки отражены в более 400 печатных работах. Наиболее актуальные разработки защищены 12 авторскими свидетельствами и 15 патентами на изобретения, в том числе – в Японии, Германии, Чехии.

В. А. Гудковский – член редакционного совета журналов «Хранение и переработка



сельскохозяйственного сырья», «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета»; член редакционной коллегии журнала «Достижения науки и техники АПК».

Председатель научно-технического совета Мичуринска-наукограда, академик Международной Академии информатизации (1994), Международной Академии холода (1995), член Международного общества садоводов (1997), член Общественной палаты Тамбовской области (2006-2010), был руководителем секции «Хранение сельхозпродукции» в РАСХН, многие годы являлся членом бюро отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции в РАСХН. Заслуженный деятель науки РФ, награжден орденом Почета.

Ему вручены Почетная грамота Президента РФ, Почетная грамота Президиума РАН, Почетная грамота Президиума Российской академии сельскохозяйственных наук (2001), Почетная грамота Министерства образования и науки РФ (2003), Почетная грамота Министерства сельского хозяйства РФ.

Гудковский В. А. отмечен золотой и серебряной медалью Министерства сельского

хозяйства РФ «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России», серебряной медалью им. Н. И. Вавилова, золотой медалью МСХ РФ «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России» (2017), юбилейной медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина».

Имя В. А. Гудковского занесено в Почетную книгу «Выдающиеся люди XXI века» (2001), в ежегодную общественную энциклопедию «Лучшие люди России» (2007), в рубрику «Родины Славные Сыны и Дочери».

Ему вручена награда Кембриджского международного биографического центра.

Человека и ученого отличает исключительная преданность науке, высокий профессионализм, активная жизненная позиция и полная самоотдача любимому делу, талант организатора, трудолюбие и доброжелательность.

**Уважаемый Владимир Александрович!**  
**Примите наши самые искренние пожелания здоровья, счастья и новых творческих успехов в Вашей плодотворной работе на благо развития садоводства нашей страны!**



**17 июня исполнилось 50 лет доктору технических наук, доценту, профессору кафедры «Механика», заведующему лабораторией «Роботизированные технологии и цифровая адаптация сельскохозяйственной техники», проректору по учебной работе ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ Несминову Ивану Алексеевичу.**

Несминов Иван Алексеевич родился 17 июня 1972 года в с. Березовка Еланского района Волгоградской области. После окончания школы поступил в Волгоградский сельхозинститут (сегодня Волгоградский государственный аграрный университет) и в 1994 году закончил его по специальности «Механизация сельскохозяйственного производства и гидромелиоративных работ». В том же 1994 году поступил в аспирантуру Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии. Свой трудовой путь Иван Алексеевич прошел в университете от младшего научного сотрудника и аспиранта до проректора по учебной работе. Несминов И. А. был инициатором и непосредственным исполнителем внедрения автоматизированной системы расчёта и планирования учебной нагрузки в университете, внёс большой вклад в автоматизацию учебного процесса вуза и компьютерные технологии тестирования студентов, разработал информационную систему сбора и анализа аккредитационных показателей вуза. При непосредственном активном участии И. А. Не-

сминова тогда еще Волгоградская ГСХА дважды успешно прошла государственную аккредитацию, результатом которой стало изменение статуса академии на университет.

Область научных интересов: динамика машин, подъемно-транспортные машины, сельскохозяйственная робототехника и мехатроника.

Организационную и педагогическую деятельность Несминов И. А. успешно совмещает с научно-исследовательской работой, связанной с созданием и исследованием роботизированных погрузочных сельскохозяйственных манипуляторов, являющейся актуальной задачей роботизации сельскохозяйственного производства. Регулярно выступает с докладами по тематике НИР на научных конференциях различного уровня, доклады отмечены дипломами I и II степени. Разработки Несминова И. А. и его учеников неоднократно удостоивались медалями выставок и форумов различного уровня, в т.ч. «Золотая осень».

Несминов И. А. является автором более 200 научных и учебно-методических работ, в том числе 3 монографий, автор более 50 патентов на изобретения и полезные модели. Под его руководством успешно защищены четыре кандидатские диссертации, сейчас руководит еще двумя аспирантами. Является членом диссертационного совета Д220.008.02 по техническим наукам при Волгоградском ГАУ.

Иван Алексеевич руководит научной школой «Погрузочные манипуляторы сельскохозяйственного назначения и повышение их технического уровня», в рамках которой развивается новое направление в области сельскохозяйственной робототехники и мехатроники.

Несмиянов И.А. постоянно повышает свою квалификацию в области управления учебным процессом и применения современных информационных технологий в образовательной деятельности, является членом Гильдии экспертов в сфере качества профессионального образования.

Иван Алексеевич всячески способствует развитию технического творчества среди молодежи, является на протяжении нескольких лет экспертом Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. При его непосредственном участии и инициативе в университете образован и развивается спор-

тивно-патриотический радиоклуб «Колос» им. Героя СССР Я.Ф. Павлова.

За большой вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов для агропромышленного комплекса региона И.А. Несмиянов награждён Почетной грамотой Министерства образования и науки РФ, отмечен Благодарственным письмом Министерства сельского хозяйства РФ, Почётной грамотой Волгоградской городской Думы, нагрудными знаками «За заслуги перед Волгоградской государственной сельскохозяйственной академией» II и III степеней, благодарностями Комитета образования, науки и молодежной политики Государственной Думы РФ, Комитета сельского хозяйства Волгоградской области.

**Уважаемый Иван Алексеевич! Примите наши искренние поздравления и пожелания крепкого здоровья, продуктивных идей, оптимизма, благополучия, успехов в дальнейшей научной деятельности на благо России! С юбилеем!!!**

## НОВОСТИ

## NEWS

### **Статьи из журнала «Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова» включены в международную информационную базу AGRIS**

### **Articles from the journal "Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov" are included in the international information base AGRIS**

Из Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека» пришло сообщение о включении в международную базу данных AGRIS (Agricultural Research Information System) трех статей из журнала «Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова» (2022 г. выпуск № 1):

1. Колосов Ю. А., Дегтярь А. С., Панфилова Г.И. Влияние интенсивного выращивания телок на их рост и продуктивность. С. 42–50. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=RU2022000816>

2. Приступа В. Н., Яндюк С. С. Влияние разного уровня кормления с первых дней жизни черно-пестрых бычков на их рост и развитие. С. 51–59. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=RU2022000817>

3. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Оптимизация функционирования сельскохозяйственных производственных систем. С. 81–89. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=RU2022000818>

AGRIS (Международная информационная система по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям) – глобальная база данных общественного достояния, которая создана и поддерживается ФАО – Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations) с це-

лью координации усилий по сбору, обработке и распространению информации по сельскому хозяйству и продовольственной проблеме в странах мира.

На AGRIS поисковая система дает возможность ученым, исследователям и студентам выполнять поиск, используя ключевые слова из тезауруса AGROVOC, конкретных журнальных заголовков или названий стран, учреждений и авторов.

Система является как библиографической службой, так и международной сетью. Она содержит информацию по всем вопросам сельского хозяйства и смежным с сельским хозяйством областям, таким как биотехнология, защита растений, ветеринария, сельскохозяйственное оборудование и техника, токсикология, лесное хозяйство, водное хозяйство, аквакультура и рыбное хозяйство, технология производства продуктов питания, природные ресурсы и т.д.

Национальные центры отбирают и обрабатывают опубликованные в их странах документы, что обеспечивает максимально полное представление последних мировому сообществу через AGRIS.

Редакция журнала «Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова» сотрудничает с AGRIS с начала 2022 года и надеется, что оно будет долгосрочным.

**В Кабардино-Балкарском ГАУ состоялся круглый стол на тему  
«Пути развития племенного и промышленного птицеводства»****A round table meeting on the topic "Ways for the development of breeding  
and industrial poultry farming" was held in Kabardino-Balkarian  
State Agrarian University**

21 июня 2022 г. в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете имени В. М. Кокова состоялся круглый стол «Пути развития племенного и промышленного птицеводства».

Мероприятие организовано вузом совместно с Министерством сельского хозяйства Кабардино-Балкарской Республики, Ставропольским государственным аграрным университетом, Кабардино-Балкарским научным центром РАН в рамках Программы академического лидерства «Приоритет-2030».

Обращаясь к участникам круглого стола со словами приветствия, министр просвещения науки и по делам молодёжи КБР Анзор Езаов подчеркнул, что тема встречи не случайно рассматривается в стенах агровуза, так как в университете давно и успешно функционирует отлично зарекомендовавшая себя школа зоотехнии.

«Несомненно, в рамках данного мероприятия предстоят не только обсуждения и научная дискуссия, но также будут выработаны стратегические решения, которые не-

обходимы для развития науки и для развития производства», – сказал министр.

От лица преподавательского состава, студенчества Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета ученых приветствовал ректор Аслан Апажев. Говоря об актуальности тематики обсуждения, А. Апажев рассмотрел её через призму обеспечения продовольственной безопасности страны.

«На источники белков животного происхождения приходится почти 50% всего валового производства мяса. По данным Продовольственной сельскохозяйственной организации объединённых наций, тенденция по ежегодному увеличению потребления мяса птицы и яиц увеличивается в среднем до 3%, и такая же тенденция наблюдается в Российской Федерации», – отметил руководитель вуза.

С докладом выступил видный ученый в области промышленного птицеводства и организации сельскохозяйственной науки, президент Российского птицеводческого союза,



президент Ассоциации птицеводов стран Евразийского экономического союза, президент Российского национального комитета Всемирной научной ассоциации по птицеводству, научный руководитель ФНЦ «ВНИТИП» РАН, академик Российской академии наук Владимир Фисинин.



Владимир Иванович назвал основные приоритетные вопросы развития отрасли на перспективу, среди которых: скорейшее создание отечественных селекционно-генетических центров; расширение отечественной репродукторной базы; создание на территории России заводов по производству БАВ (витамины, микроэлементы, аминокислоты, пробиотики, вакцины, диагностикумы и т.д.); создание российского государственного резерва кормового зерна; повышение уровня биобезопасности производства (птичий грипп и другие инфекции); разработка механизмов функционирования экспорта сельскохозяйственной продукции.

Академик обратил внимание на то, что ключевыми понятиями для развития птицеводства являются эффективность и биобезопасность. «Получить высокие показатели продуктивности и качества продукции можно только от здоровой птицы, поэтому в современном, крупномасштабном птицеводстве особую роль играют инновации в области ветеринарной науки», – отметил учёный.

О состоянии и перспективах развития отрасли птицеводства в Кабардино-Балкарской Республике доложил заместитель министра сельского хозяйства КБР Тимур Вадахов, назвав её самой перспективной и быстро развивающейся отраслью животноводства, на долю которой приходится почти половина произведённого мяса.



«Птицеводство республики в последние годы развивается значительными темпами. И происходит это, несмотря на высокую долю хозяйств населения в общем объёме производства мяса птицы республики, в основном, за счёт крестьянско-фермерских хозяйств, индивидуальных предпринимателей и промышленных предприятий», – отметил чиновник, добавив, что объём ввозимой в регион продукции птицеводства сокращается за счёт увеличения доли местного производства.

Информационное и методическое обеспечение производства продукции птицеводства в региональных малых формах хозяйствования (МФХ) разъяснила доктор сельскохозяйственных наук, профессор базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных Ставропольского ГАУ Елена Епимахова. По мнению профессора, успех региональных МФХ существенно зависит от того, как взаимодействуют аграрные вузы с хозяйствами, готовя высококвалифицированных специалистов и предоставляя научно-консультативные услуги товаропроизводителям. Для расширения деятельности консорциума аграрных вузов СКФО по Программе «Приоритет-2030» было предложено ученым Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета участвовать в работе «Центра создания и поддержки органического птицеводства на Юге России».



Об основных направлениях научных исследований в области птицеводства в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете и их роли в развитии отрасли рассказал проректор по научно-исследовательской работе Рустам Абдулхаликов. Он напомнил, что в разное время по направлению «Птицеводство» проводили исследования такие ученые вуза, как Обминский К.И., Коков Т.Н., Энеев С.Х., Вороков В.Х. Сегодня основными направлениями научных изысканий являются вопросы оптимизации минерального питания сельскохозяйственной птицы, повышения продуктивности и племенных качеств кур мясных линий и кроссов.

Доклад на тему: «Состояние и перспективы развития птицеводства в ООО «Велес-Агро» был представлен ветеринарным врачом предприятия Вероникой Дьяковой.

ООО «Велес-Агро» – одно из крупнейших на юге России агропромышленных предприятий, которое работает по принципу «замкнутого цикла», где объединены все важнейшие технологические этапы – от производства комбикормов, инкубации яиц, получения суточных цыплят, откорма бройлеров до выпуска готовой товарной продукции – мяса кур, колбасных изделий и мясных полуфаб-

рикатов. Это позволяет гарантировать высокое качество технологического контроля на всех стадиях производства.

Были рассмотрены проблемы птицеводства, касающиеся не только мяса и яиц кур. Состоялось обсуждение по вопросам рентабельности промышленного производства и селекции перепелов и голубей.



Участники круглого стола пришли к общему мнению, что дальнейшее тесное и плодотворное взаимодействие предприятий АПК, специализирующихся на производстве птицеводческой продукции с образовательными и научными учреждениями позволит получить дополнительный импульс развития отрасли.

**ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ  
В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ  
«ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. В. М. КОКОВА»**

1. К публикации принимаются статьи по проблемам развития сельского хозяйства, представляющие научно-практический интерес для специалистов АПК.
2. В редакцию одновременно предоставляются материалы статьи с сопроводительным письмом.
3. Статьи проходят проверку на заимствования по программе «Антиплагиат» и обязательное рецензирование.
4. Рукопись статьи предоставляется в печатной (1 экземпляр) и электронной (в редакторе Microsoft Word) версиях (для сторонних авторов – в электронной). Объем статьи – 10-12 страниц формата А4, для статей обзорного и проблемного характера – не более 25 страниц, гарнитура Times New Roman, кегль 14, поля 2 см, абзацный отступ 1,25 см, межстрочный интервал 1,5 (для аннотации и ключевых слов – кегль 12, межстрочный интервал 1,0).
5. Таблицы и формулы должны быть представлены в формате Word; рисунки, чертежи, фотографии, графики – в электронном виде формате JPG или TIF (разрешение не менее 300 dpi), а также в тексте статьи в печатном варианте. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Все графические материалы, рисунки и фотографии должны быть пронумерованы, подписаны, переведены на английский язык и иметь ссылку в тексте.
6. Порядок оформления статьи:
  - тип статьи (научная, обзорная, редакционная, краткое сообщение и т.п.) в левом верхнем углу;
  - индекс УДК в левом верхнем углу;
  - DOI (при наличии);
  - название статьи (прописными буквами) на русском и английском языках;
  - имя, отчество, фамилия автора(ов), наименование организации (учреждения) без обозначения организационно-правовой формы юридического лица и ее адрес на русском и английском языках, адрес электронной почты, ORCID (при наличии);
  - аннотация (150-250 слов) на русском и английском языках;
  - ключевые слова (5-10 слов или словосочетаний) на русском и английском языках;
  - сведения об авторе(ах): инициалы, фамилия, ученая степень, должность, подразделение, наименование организации (учреждения) на русском и английском языках;
  - текст статьи на русском языке.
7. Требования к структуре статьи:
  - введение;
  - цель исследования;
  - материалы, методы и объекты исследования;
  - результаты исследования;
  - выводы;
  - список источников литературы (на русском языке и его транслитерация латиницей – References, «Vancouver style»).
8. Литература (не менее 8 и не более 25 источников, для обзорной статьи – не более 50) оформляется по ГОСТ Р 7.0.5-2008 в соответствии с последовательностью ссылок в тексте (порядке цитирования). Ссылки на литературные источники приводятся порядковой цифрой в квадратных скобках (например, [1]). Литература дается на тех языках, на которых она издана.
9. Статья, не оформленная в соответствии с данными требованиями и ГОСТ Р 7.0.7-2021, возвращается автору на доработку. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией варианта, соответствующего требованиям журнала.

Адрес редакции: 360030, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в, e-mail: [kbgau.rio@mail.ru](mailto:kbgau.rio@mail.ru)  
Контактный телефон: +7(8662) 40-59-39



**REQUIREMENTS FOR ARTICLES AND CONDITIONS OF PUBLICATION  
IN SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL  
«IZVESTIYA OF THE KABARDINO-BALKARIAN STATE  
AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER V.M. KOKOV»**

1. Articles on the problems of agricultural development that are of scientific and practical interest to agro-industrial complex specialists are accepted for publication.
2. At the same time, the materials of the article with a cover letter are submitted to the editorial office.
3. Articles are checked for borrowings under the program «Anti-plagiarism» and mandatory peer review.
4. The manuscript of the article is provided in printed (1 copy) and electronic (in Microsoft Word) versions (for third-party authors – in electronic). The volume of the article is 10-12 pages of A4 format, for articles of a review and problematic nature – no more than 25 pages, typeface Times New Roman, size 14, margins 2 cm, indentation 1,25 cm, line spacing 1,5 (for annotations and keywords – font size 12, line spacing 1,0).
5. Tables and formulas must be submitted in Word format; drawings, drawings, photographs, graphics – in electronic form in JPG or TIF format (resolution not less than 300 dpi), as well as in the text of the article in printed form. The lines of graphs and drawings in the file must be grouped. All graphic materials, drawings and photographs must be numbered, signed, translated into English and have a link in the text.
6. The order of registration of the article:
  - type of article (scientific, review, editorial, short communication, etc.) in the upper left corner;
  - UDC index in the upper left corner;
  - DOI (if available);
  - the title of the article (in capital letters) in Russian and English;
  - name, patronymic, surname of the author(s), name of the organization (institution) without indicating the legal form of the legal entity and its address in Russian and English, e-mail address, ORCID (if any);
  - abstract (150-250 words) in Russian and English;
  - keywords (5-10 words or phrases) in Russian and English;
  - information about the author(s): initials, surname, academic degree, position, subdivision, name of organization (institution) in Russian and English;
  - text of the article in Russian.
7. Requirements for the structure of the article:
  - introduction;
  - purpose of the study;
  - materials, methods and objects of research;
  - results of the study;
  - conclusions;
  - list of literature sources (in Russian and its transliteration in Latin – References, Vancouver style).
8. Literature (at least 8 and no more than 25 sources, for a review article – no more than 50) is drawn up in accordance with GOST R 7.0.5-2008 in accordance with the sequence of references in the text (citation order). References to literary sources are given by an ordinal number in square brackets (for example, [1]). Literature is given in the languages in which it is published.
9. An article that is not designed in accordance with these requirements and GOST R 7.0.7-2021 is returned to the author for revision. The date of submission of the article is the day the editors receive the version that meets the requirements of the journal.

Editorial address: **360030, Nalchik, 1v Lenin Avenue, e-mail: kbgau.rio@mail.ru**

Contact phone: **+7(8662) 40-59-39**

Редактор – Герандокова В. З.  
Технический редактор – Казаков В. Ю.  
Перевод – Гоова Ф. И.  
Верстка – Рулёва И. В.

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В. М. КОКОВА



Подписано в печать 21.06.2022 г. Дата выхода в свет 30.06.2022 г.

Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Бумага офсетная. Усл.п.л. 15,3. Тираж 300.

Цена свободная.

---

**Адрес издателя:** 360030, Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-67-13  
E-mail: kbgsha@rambler.ru

**Адрес редакции:** 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-59-39  
E-mail: kbgau.rio@mail.ru

**Адрес типографии:** 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-95-84  
E-mail: kbgau.tipografiya@mail.ru