

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.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

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. – д-р 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:

Айсанов З. М. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Аширбеков М. Ж. – д-р с.-х. наук, доц., Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева (Петропавловск, Республика Казахстан)
Бакуев Ж. Х. – д-р с.-х. наук, доц., Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства (Нальчик, Россия)
Батукаев А. А. – д-р с.-х. наук, проф., Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Грозный, Россия)
Васюкова А. Т. – д-р техн. наук, проф., Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (Москва, Россия)
Власова О. И. – д-р с.-х. наук, доц., Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)
Гварамя 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)
Гукежев 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)
Есаулко А. Н. – д-р с.-х. наук, проф., проф. РАН, Ставропольский ГАУ (Ставрополь, 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)
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)
Сокол Н. В. – д-р техн. наук, проф., Кубанский ГАУ (Краснодар, Россия)
Тамова М. Ю. – д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный технологический университет (Краснодар, Россия)
Тарчов 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)
Ханиева И. М. – д-р с.-х. наук, проф., Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Шахмурзов М. М. – д-р биол. наук, проф., Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Шевхужев А. Ф. – д-р с.-х. наук, проф., Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства – филиал Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра (Ставрополь, 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)
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.

The journal is included in the List of the peer-reviewed scientific publications, in which the basic scientific results of dissertations for the degree of candidate of science, for the degree of doctor of science should be published

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., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

EXECUTIVE EDITOR:

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

EDITORIAL BOARD:

Aisanov Z.M. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Ashirbekov M.Zh. – Assoc. Prof., Dr. Sci., North
Kazakhstan University named after M. Kozybayev
(Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan)
Bakuev Zh.Kh. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
North Caucasian Research Institute of Mountain
and Foothill Gardening (Nalchik, Russia)
Batukaev A.A. – Prof., Dr. Sci.,
Chechen Research Institute of Agriculture
(Grozny, Russia)
Vasyukova A.T. – Prof., Dr. Sci., Russian Biotechnological
University (ROSBIOTECH) (Moscow, 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
(Sukhum, 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)
Esaulko A.N. – Prof., Dr. Sci., Prof. of RAS,
Stavropol State Agrarian University (Stavropol, 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)
Kurasov V.S. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kuban SAU (Krasnodar, Russia)

Lamerdonov Z.G. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Maksimov V.I. – Prof., Dr. Sci.,
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and
Biotechnology – MVA named after K.I. Scryabin
(Moscow, Russia)
Marchenko V.V. – Prof., Dr. Sci., Corr. Member of RAS,
All-Russian Research Institute of Pedigree Business
(Moscow region, Pushkino, Lesnye Polyany village,
Russia)
Nazranov Kh.M. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Nesmiyanov I.A. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Volgograd SAU (Volgograd, Russia)
Pshikhachev S.M. – Assoc. Prof., Ph. D.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Sokol N.V. – Prof., Dr. Sci., Kuban SAU
(Krasnodar, Russia)
Tamova M.Yu. – Prof., Dr. Sci.,
Kuban State Technological University
(Krasnodar, 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. Scryabin and
Y.R. Kovalenko Russian Academy of Sciences
(Moscow, Russia)
Khanieva I.M. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Shakhmurzov M.M. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Shevkhuzhev A.F. – Prof., Dr. Sci., All-Russian Research
Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the
North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
(Stavropol, 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)
Yuldashbaev Yu.A. – Prof., Dr. Sci., Academician of RAS,
Russian Timiryazev State Agrarian University
(Moscow, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ**АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО****Общее земледелие и растениеводство**

Батукаев А. А., Шибзухов З.-Г. С. Оптимизация технологии выращивания картофеля в условиях горной зоны КБР	7
Бозиев А. Л., Ногмов Х. Т., Кашева К. З., Аширбеков М. Ж. Повышение продуктивности и качества зерна гибрида кукурузы в зависимости от применения микроудобрений	16
Сычев В. Г., Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Кашева К. З. Разработка элементов технологии возделывания гибридов кукурузы в условиях КБР	25
Шибзухов З.-Г. С. Продуктивность сахарной кукурузы при различном фоне минерального питания с использованием микробиологических препаратов	34

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ**Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства**

Гадиев Р. Р., Гайфуллина А. Р. Продуктивные качества цыплят-бройлеров при использовании гумата натрия	41
Кожоков М. К., Кудаяев Т. Р., Гаппоева В. С., Никколова Б. С. Изучение переваримости и питательных веществ комбикорма мясной птицы при добавках фосфолипида и пробиотика	50
Овчинников А. А. Влияние кормовых добавок на защитные силы организма ремонтного молодняка и кур-несушек	59

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Варачев И. Н. Молочная продуктивность коров холмогорской породы, полученных от разных быков-производителей	68
--	-----------

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса**

Апажев А. К., Егожев А. М., Алиев Н. А., Апхудов Х. А. Устройство для обработки зоны приствольного круга интенсивного сада на склоновых землях	75
Байбулатов Т. С., Абдулнатилов М. Г., Юсупов Ю. Г., Байбулатов Т. Т. Обоснование траектории движения частицы почвы при технологии внутрпочвенного внесения жидких органических удобрений	82
Мишхожев В. Х., Бекаров А. Д., Габаев А. Х. Обоснование конструктивно-технологической схемы комбинированного посевного агрегата для горного кормопроизводства	91
Хажметов Л. М., Апхудов Т. М., Заммиев А. У., Макуашев И. О. Математическое моделирование процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений	98

Пищевые системы

Васюкова А. Т., Москаленко А. С., Эдварс А. Р., Хлебникова О. А. Кулинарные изделия функционального назначения на основе рыбного сырья	110
Тамахина А. Я. Определение качества пищевых куриных яиц в процессе хранения по изменению состояния овальбумина	118
Тамова М. Ю., Франченко Е. С., Джум Т. А., Журавлев Р. А. Разработка технологии диетических мучных изделий	127
Триандофилиди Ю. С., Сокол Н. В. Оценка хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90	137

CONTENTS

AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

General Farming and Crop Production

Batukaev A.A., Shibzukhov Z.-G.S. Optimization of technology for growing potatoes in the mountainous zone of the KBR	7
Boziev A.L., Nogmov Kh.T., Kasheva K.Z., Ashirbekov M.Zh. Increasing the productivity and grain quality of hybrid corn depending on the use of microfertilizers	16
Sychev V.G., Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Kasheva K.Z. Development of elements of technology for cultivation of corn hybrids in KBR conditions	25
Shibzukhov Z.-G.S. Productivity of sweet corn under different backgrounds of mineral nutrition using plant growth stimulants	34

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Private Zootechnics, Feeding, Feed Preparation Technologies
and Livestock Production

Gadiev R.R., Gayfullina A.R. Productive qualities of broiler chickens using sodium humate	41
Kozhokov M.K., Kudaev T.R., Gappoeva V.S., Nikkolova B.S. Study of the digestibility and nutrients of poultry feed with the addition of phospholipid and probiotic	50
Ovchinnikov A.A. The influence of feed additives on the body's defenses of replacement young animals and laying hens	59

Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

Varachev I.N. Milk productivity of cows of the Kholmogorskaya breed, daughters of the different breeding bulls	68
--	----

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Apazhev A.K., Egozhev A.M., Aliev N.A., Apkhudov K.A. A device for processing the zone of the trunk circle of an intensive garden on sloping lands	75
Baybulatov T.S., Abdulnatipov M.G., Yusupov Yu.G., Baybulatov T.T. Justification of a soil particle trajectory in the technology of subsoil application of liquid organic fertilizers	88
Mishkhozhev V.Kh., Bekarov A.D., Gabaev A.Kh. Justification of the design and technological scheme of a combined sowing unit for mountain feed production	91
Khazhmetov L.M., Apkhudov T. M. Zammoev A.U., Makuashev I.O. Mathematical modeling of the process of operation of a picker-chopper of cut branches of fruit trees	98

Food Systems

Vasyukova A.T., Moskalenko A.S., Edvars A.R., Khlebnikova O.A. Culinary products for functional purposes based on fish raw materials	110
--	-----

Tamakhina A.Ya. Determination of the quality of edible chicken eggs during storage by changes in the state of ovalbumin ...	118
Tamova M.Yu., Franchenko E.S., Dzhum T.A., Zhuravlev R.A. Development of technology for dietary flour products	127
Triandofilidy Y.S., Sokol N.V. Evaluation of baking properties of triticale grain of the Valentin-90 variety	137

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT**Общее земледелие и растениеводство****General Farming and Crop Production**

Научная статья

УДК 635.21:631.5(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-7-15

**Оптимизация технологии выращивания картофеля
в условиях горной зоны КБР****Абдулмалик Абдулхамидович Батукаев¹, Залим-Гери Султанович Шибзухов^{✉2}**¹Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, улица А. Шерипова, 32, Грозный, Россия, 364024²Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹batukaevmalik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2353-9423>^{✉2}konf07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

Аннотация. Данная статья посвящена оптимизации технологии выращивания картофеля в почвенно-климатических условиях высокогорной зоны Кабардино-Балкарии. Для получения качественного продукта необходима продуманная агротехника, высокий уровень биозащиты и пространственная изоляция. В условиях горной зоны располагается фитосанитарная зона, свободная от вредных насекомых и болезней. В таких условиях можно выращивать картофель без применения химических средств защиты. Остается решить вопрос повышения плодородия почвы для получения стабильно высоких урожаев. Для этого предложено выращивать картофель в правильно построенном севообороте. Дальнейшим шагом повышения урожайности стал подбор высокоэффективных сортов картофеля. На получение относительно высокой урожайности клубней картофеля повлияло применение правильного севооборота в технологии выращивания. Также внесение компоста перед началом опыта повлияло на улучшение почвенных характеристик и получение стабильно высоких урожаев. Заделка в почву остатков от гороха и фасоли тоже не прошло незамеченным. После этих агротехнических мероприятий структура почвы улучшалась и обогащалась органикой. Самая высокая рентабельность среди изученных сортов у сорта Гала (485,3%). Это связано с тем, что этот сорт показал наибольшую урожайность и при одинаковых затратах и стоимости клубней наибольший чистый доход получен при выращивании данного сорта. Рыночная реализационная стоимость клубней выращиваемых культур была немного выше, чем у конкурентов, применяющих традиционные способы выращивания. Реализационная цена выращенной продукции была выше всего лишь на 15% среднерыночной. Даже при таком незначительном повышении в опытах чистый доход с 1 га составлял от 360 до 485 тыс. руб. По результатам проведенных исследований доказано, что в условиях горной зоны целесообразно и экономически выгодно выращивание картофеля разных сортов.

Ключевые слова: картофель, урожайность, севооборот, биохимический состав, себестоимость, рентабельность

Для цитирования. Батукаев А. А., Шибзухов З.-Г. С. Оптимизация технологии выращивания картофеля в условиях горной зоны КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова 2024. № 2(44). С. 7–15. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-7-15

Original article

Optimization of technology for growing potato in the mountainous zone of the KBR

Abdulmalik A. Batukaev¹, Zalim-Geri S. Shibzukhov^{✉2}

¹Agrotechnological Institute of the Chechen State University named after A.A. Kadyrov, 32 A. Sheripov Street, Grozny, Russia, 364024

²Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹batukaevmalik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2353-9423>

^{✉2}konf07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

Abstract. This article is devoted to optimizing the technology for growing potatoes in the soil and climatic conditions of the high mountain zone of Kabardino-Balkaria. To obtain a high-quality product, thoughtful agricultural technology, a high level of biosecurity and spatial isolation are required. In the mountainous zone there is a phytosanitary zone, free from harmful insects and diseases. In such conditions, potatoes can be grown without the use of chemical protection products. It remains to solve the issue of increasing soil fertility to obtain consistently high yields. To do this, we proposed to grow potatoes in a properly structured crop rotation. The next step in increasing productivity was the selection of highly efficient potato varieties. Obtaining a relatively high yield of potato tubers was influenced by the use of correct crop rotation in growing technology. Also, adding compost before the start of the experiment improved soil characteristics and produced consistently high yields. The incorporation of pea and bean residues into the soil also did not go unnoticed. After these agrotechnical measures, the soil structure improved and was enriched with organic matter. Gala has the highest profitability among the studied varieties (485.3%); this is due to the fact that this variety showed the highest yield and, with the same costs and cost of tubers, the highest net income was obtained from growing this variety. The market sales value of the tubers of the cultivated crops was slightly higher than that of competitors using traditional growing methods. The selling price of grown products was only 15% higher than the market average. Even with such a slight increase in the experiments, the net income per 1 hectare ranged from 360 to 485 thousand rubles. Based on the results of the research, it has been proved that in the conditions of a mountainous zone it is advisable and economically profitable to grow potatoes of different varieties.

Keywords: potatoes, yield, crop rotation, biochemical composition, cost, profitability

For citation. Batukaev A.A., Shibzukhov Z.-G.S. Optimization of technology for growing potatoes in the mountainous zone of the KBR. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):7–15. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-7-15

Введение. В современном мире использование интенсивных технологий при выращивании сельскохозяйственных культур предполагает использование повышенных доз минеральных удобрений, что гарантированно повышает продуктивность и товарный вид продукции. Ежегодно повышаются нормы использования фунгицидов для защиты растений, что приводит к накоплению вредных веществ как в почве, так и в получаемой продукции [1–3].

В последнее время все больше внимания уделяется экологически чистым продуктам

питания. Употребляя такую еду человек, можно сказать, принимает «таблетку здоровья», организм очищается от вредных веществ, обмен веществ восстанавливается [4, 5].

Во всем мире экологи призывают фермеров к переходу или частичному переходу на экологическое земледелие. Особенно это актуально при выращивании овощей, фруктов и производстве молочной продукции [6–8].

Экологически чистые продукты питания, в первую очередь, должны быть свободными от вредных примесей, содержать в необходимом количестве ценные витамины, обла-

дать натуральными вкусовыми качествами. Учеными доказано, что при регулярном питании экологически чистыми овощами организм вылечивается от многих болезней и повышается иммунитет [9–11].

Целью исследования является оптимизация технологии выращивания картофеля применительно к условиям горной зоны Кабардино-Балкарии.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести испытания сортов картофеля в горном районе КБР;
- применить научно обоснованную систему севооборотов для повышения плодородия почвы;
- рассчитать экономическую эффективность разработанной технологии выращивания картофеля в условиях горной зоны.

В условиях горной изоляции с применением продуманной агротехники можно получить свободный от болезней экологически чистый продукт. Для успешного освоения горных территорий необходимо продумать ведение севооборота [4].

При разработке севооборота акцент делали на повышение почвенного плодородия и комфортного произрастания картофеля для получения наибольшей продуктивности клубней. Известно, что чем выше территория выращивания над уровнем моря, тем существенно ниже (или отсутствует) активность насекомых-вредителей, что благотворно влияет на фитосанитарный фон. Учитывая этот фактор, в исследованиях полностью исключили применение химических средств защиты.

Важным моментом в разработке технологии выращивания являлось применение элитного материала, полностью свободного от фитопатогенов.

Сложившаяся политика производства продукции сельского хозяйства ориентирована на ведение экологического земледелия. В большей степени это применимо при производстве овощей, фруктов и молочной продукции. Выращенные таким образом продукты должны содержать наибольшее количество витаминов, обладать натуральным вкусом и ароматом, а плоды не должны содержать вредных веществ в виде накопленных нитратов и т.д. [3].

В последние годы различные государственные программы стимулируют фермеров

производить все больше экологически безопасной продукции путем выдачи грантов и субсидии на эти цели [5, 12–14].

Самым перспективным методом получения такой продукции является интенсификация производства, где предусмотрено использование более эффективных сортов, биопрепаратов и средств биозащиты [6].

Методика и условия проведения исследования. Исследования проводили с 2019 по 2023 гг. на пахотных землях с. Залукоде, в Зольском районе Кабардино-Балкарии.

В специально разработанном севообороте присутствуют:

- 1) чистый пар;
- 2) озимый овес;
- 3) горох;
- 4) фасоль;
- 5) картофель.

Для проведения опытов применяли рекомендуемые и апробированные сорта картофеля. Картофель высаживали в пророщенном виде на глубине 10 см на расстоянии 25–30 см при температуре почвенного покрова около +8°C.

Агротехника выращивания, принятая в хозяйстве. За год до применения севооборота вносили компост в объеме 15 т/га с заделкой в почву. Остатки от гороха и фасоли заделывали в почву после получения урожая. Основной упор по уходу за картофелем был направлен на уничтожение сорняков.

Результаты исследований. Одним из самых главных показателей успешного применения технологии выращивания является полученная урожайность. После обработки полученных данных по урожайности пришли к выводу, что условия горной зоны и применяемый севооборот благотворно влияют на продуктивность клубней картофеля. В условиях горной зоны КБР изучаемые сорта картофеля имели урожайность от 18,1 до 24,7 т/га (табл. 1).

На получение относительно высокой урожайности клубней картофеля повлияло применение правильного севооборота в технологии выращивания. Также внесение компоста перед началом опыта повлияло на улучшение почвенных характеристик и получение стабильно высоких урожаев. Заделка в почву остатков от гороха и фасоли не прошла незамеченной. После этих агротехнических мероприятий структура почвы улучшалась и обогащалась органикой.

Таблица 1. Урожайность различных сортов картофеля в условиях горной зоны КБР, т/га
Table 1. Productivity of various potato varieties in the mountain zone of the KBR, t/ha

№	Сорта	Годы					Среднее значение
		2019	2020	2021	2022	2023	
Ранние сорта							
1	Беллароза	18,3	19,8	18,1	19,3	18,8	18,8
2	Алена	21,4	22,6	20,1	21,8	22,9	21,7
3	Лазурит	20,7	20,1	19,7	21,2	20,2	20,4
Среднеспелые сорта							
4	Скарлетт	22,2	23,7	21,4	22,1	23,5	22,5
5	Марфона	23,4	22,8	23,8	22,5	23,1	23,1
6	Гала	24,2	24,6	23,3	23,8	24,7	24,1
НСР0,95, т/га		1,1	0,8	1,1	0,9	1,1	1,1

Как видно из опыта, с 1 га получили, в зависимости от сорта, в среднем около 20 тонн. Данный показатель не является рекордным, но в условиях органического возделывания достаточно неплохой. Наибольшая продуктивность клубней была у среднеспелого сорта Гала и достигала 24 т/га.

Главная цель при выращивании экологически продукции – это получение урожая, отвечающего требованиям биологического земледелия. Такая продукция, в основном, используется для приготовления детского питания, а так же питания людей, страдающих аллергией, и тех, кто восприимчив к качеству продуктов питания [7].

Следующим этапом наших исследований было определение качественных характеристик клубней картофеля (табл. 2).

По проведенным исследованиям удалось выявить, что изучаемые сорта имеют различный биохимический состав и различаются по вкусовым качествам.

При определении качественных показателей клубней картофеля особое внимание уделяют содержанию крахмала. Исследования показали, что выращенные клубни различных сортов обладают высоким содержанием крахмала, сухих веществ и протеина.

Результаты исследования отражены в таблице 2.

Таблица 2. Качественные характеристики сортов картофеля
Table 2. Qualitative characteristics of potato varieties

Сорт	Влажность, %	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Протеин, %	Сахар, %	Витамин С, мг %	Вкус, балл
Ранние сорта							
Беллароза	81,8	18,5	12,8	2,87	0,44	15,1	4,5
Алена	81,3	18,7	13,1	2,90	0,49	14,7	4,8
Лазурит	82,3	18,1	13,6	3,08	0,42	14,8	4,4
Среднеспелые сорта							
Скарлетт	82,5	18,8	14,2	3,11	0,42	13,9	4,0
Марфона	83,1	18,8	14,2	3,11	0,44	13,8	4,4
Гала	82,8	17,9	14,1	3,08	0,46	14,0	4,6

Необходимо отметить, что при оценивании органолептических показателей сортов картофеля, полученных в условиях горной зоны, в сравнении с выращенными в пред-

горной зоне, (те же сорта) дегустаторы отметили заметное превосходство картофеля, выращенного в горной зоне.

Высокие вкусовые показатели отмечены у сортов Алена (4,8) и Гала (4,6). Аутсайдером по вкусу был Скарлетт.

Природа горной зоны КБР вполне отвечает требованиям биологического земледелия и пригодна для выращивания большинства сельскохозяйственных культур.

В биологическом земледелии важное значение имеет подбор высококачественного семенного материала. В наших опытах мы подобрали элитные семена перспективных сортов, зарекомендовавших себя в условиях интенсивного земледелия. Посевной материал должен быть чистым от патогенов, с отличными посевными качествами и высокой всхожестью. Обработка биопрепаратами приветствуется [11].

Производство органической продукции с соблюдением условий органического земледелия связано с жесткими требованиями отказа от химических средств и минеральных удобрений, что обуславливает получение невысоких урожаев. Экономическая привлекательность состоит в компенсации цены на продукцию, которая в зарубежных странах составляет 100-300% [13, 14].

Комплексно оценить технологию выращивания картофеля невозможно без расчета экономической эффективности производства. Следующей задачей было проведение экономической оценки производства сортов картофеля.

Себестоимость производства в органическом земледелии в 2-3 раза превышает себестоимость интенсивного производства, поэтому в цену продукции заложены повышенные затраты и добавочная стоимость за экологичность продукции.

Чистый доход от любого производства формируется от полученной суммы за реализацию продукции и затрат на производство данной продукции. В наших опытах затраты на производство были одинаковыми, и стоимость семенного материала по сортам мало отличалась. Цену за 1 кг продукции также выдержали на одном уровне, так как по качественным характеристикам сорта сильно не отличались, а также по срокам получения урожая клубней среднеранние сорта отставали от ранних всего на 5-7 дней.

Из данных таблицы 3 видно, что все сорта показали высокую рентабельность производства на уровне не ниже 345%.

Таблица 3. Экономическая эффективность производства различных сортов картофеля в горной зоне КБР, 2023 г.

Table 3. Economic efficiency of production of various potato varieties in the mountainous zone of the KBR, 2023

№	Показатели	Сорта					
		Беллароза	Алена	Лазурит	Скарлетт	Марфона	Гала
1	Урожайность, т/га	18,8	22,9	20,2	23,5	23,1	24,7
2	Затраты на 1 га, тыс. руб.	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5
3	Цена за 1 т, тыс. руб.	25	25	25	25	25	25
4	Валовая стоимость с 1 га, тыс. руб.	470,0	572,5	505,0	587,5	577,5	617,5
5	Чистый доход с 1 га, тыс. руб.	364,5	467,0	399,5	482,0	472,0	512,0
6	Уровень рентабельности, %	345,9	442,6	378,6	456,8	447,4	485,3

Самая высокая рентабельность среди изученных сортов у сорта Гала (485,3%). Это связано с тем, что этот сорт показал наибольшую урожайность и при одинаковых затратах и стоимости клубней наибольший чистый доход получен при выращивании данного сорта. Рыночная реализационная

стоимость клубней выращиваемых культур была немного выше, чем у конкурентов, применяющих традиционные способы выращивания. На самом деле цена на органическую продукцию должна составлять не менее 100% от цены продукции, выращенной традиционным способом. Реализацион-

ная цена выращенной продукции была выше всего лишь на 15% от среднерыночной. Даже при таком незначительном повышении в опытах чистый доход с 1 га составлял от 360 до 485 тыс. руб. По результатам исследования экономической эффективности выращивания органической продукции клубней картофеля в условиях горной зоны можно сделать вывод о целесообразном и экономически выгодном выращивании картофеля разных сортов.

Выводы:

1. Для выращивания в производственных масштабах качественного органического картофеля почвенно-климатические условия горной зоны Кабардино-Балкарии благоприятно подходят по всем показателям.

2. Ведение органического земледелия в условиях горной зоны КБР с использованием сортов раннего и среднеспелого картофеля и применением специально разработанного севооборота позволяет получить урожай клуб-

ней картофеля на уровне 25 т/га, тогда как по интенсивной технологии получают до 33 т/га.

3. По результатам экономического расчета данных проведенных исследований можно утверждать, что выращивание ранних и среднеспелых сортов картофеля без применения химических средств и минеральных удобрений в условиях горной зоны КБР является высококорентабельным производством.

4. Расчет экономической привлекательности производства сотов картофеля показал, что с учетом надбавки стоимости на экологически чистую продукцию в 15% прибыль с 1 га составляет от 364 до 512 тыс. рублей при затратах на 1 га 105,5 тыс. рублей, при этом рентабельность составляет от 345 до 485%.

5. Почвенно-климатические условия горной зоны КБР вполне соответствуют требованиям ведения органического земледелия и выращивания всех испытуемых ранних и среднеспелых сортов картофеля.

Список литературы

1. Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Жеруков Т. Б., Шибзухов З. С. Эффективность микроэлементов в земледелии // Аграрная Россия. 2019. № 1. С. 19–23. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-1-19-23. EDN: YUVRZB
2. Шогенов Ю. М., Шибзухов З. С., Эльмесов С. С. Б., Виндугов Т. С. Продолжительность межфазных периодов и ростовые процессы в зависимости от приемов возделывания в условиях Кабардино-Балкарии // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. Соленое Займище, 2017. С. 344–346. EDN: ZTKHWL
3. Влияние жидких органоминеральных удобрений на урожайность и качественные показатели сортов картофеля / А. Х. Абазов, И. М. Ханиева, А. Л. Бозиев, Г. Х. Абидова, А. Х. Абидов // Агрохимический вестник. 2023. № 3. С. 54–59. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-3-012. EDN: DCBOAB
4. Эльмесов А. М., Шибзухов З. С. Регулирование сорного компонента агрофитоценоза в земледелии // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. II Международная научно-практическая интернет-конференция. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». Соленое Займище, 2017. С. 822–825. EDN: ZANODT
5. Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Мамсиров Н. И., Бербеков К. З. Влияние технологии возделывания на свойства почвы и продуктивность клубней картофеля в условиях горной зоны КБР // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования Майкопского государственного технологического университета. Майкоп, 2018. С. 61–63. EDN: POWICN
6. Мамаев К. Б., Ханиева И. М., Карданова М. М. Приемы повышения почвенного плодородия // Перспективные инновационные проекты молодых ученых: материалы VII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Нальчик, 2017. С. 115–116. EDN: YLHTDM
7. Бекузарова С. А., Ханиева И. М. Улучшение плодородия почв // Инновационные технологии производства зерновых, зернобобовых, технических и кормовых культур: юбилейный сборник научных трудов. 2016. С. 285–290. EDN: YIQNRL

8. Пат. 2599556 Российская Федерацияб МПК А01G 7/00, А01G 1/00, А01Н 4/00. Способ стимуляции роста меристемных растений картофеля *in vitro* / С. С. Басиев, С. А. Бекузарова, И. М. Ханиева, И. Г. Плиев, Г. Т. Газзаев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Горский государственный аграрный университет». № 2015123457/13; заявл. 15.06.2015; опубл. 10.10.2016. Бюл. № 28.
9. Назранов Х. М., Орзалиева М. Н., Перфильева Н. И., Назранов Б. Х. Получение молодого экологически чистого картофеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 2(24). С. 15–20. EDN: GRWTTL
10. Влияние применения биопрепаратов на продуктивность и качество картофеля в условиях горной зоны КБР / И. М. Ханиева, К. Г. Магомедов, А. Л. Бозиев, Р. Р. Бугов, Г. Х. Абидова // Плодородие. 2022. № 6(129). С. 112–116. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.29. EDN: JDMFQE
11. Совершенствование элементов технологии возделывания картофеля в биологическом земледелии / И. М. Ханиева, А. Л. Бозиев, Г. Х. Абидова, А. Х. Абидов, И. Р. Бейтуганов // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65. № 6. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_6_16. EDN: UUBLDE
12. Organic vegetable production in java – Challenge for the chili growers. Arsanti I.W., Böhme M.H. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. 215(1), 012035
13. Biological peculiarities in the responsiveness of vegetable crop rotation to precision fertilization. A.I. Ivanov, V.V. Lapa, A.A. Konashenkov, Zh.A. Ivanova. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2017;52(3):454–463.
14. Vegetables cultivated in biological system and their quality Neața G., Câmpeanu G.H., Madjar R., Mitrea M. Romanian Biotechnological Letters. 2009;14(2):4326–4332.

References

1. Kishiev A.Yu., Khanieva I.M., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.S. Efficiency of microelements in agriculture. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia]. 2019;(1):19–23. (In Russ.). DOI: 10.30906/1999-5636-2019-1-19-23. EDN: YUVRZB
2. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S., Elmesov S.S.B., Vindugov T.S. Duration of interphase periods and growth processes depending on cultivation methods in the conditions of Kabardino-Balkaria. *Nauchno-prakticheskiye puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsial'no-ekonomicheskoy obespecheniye sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy godu ekologii v Rossii*. [Scientific and practical ways to improve environmental sustainability and socio-economic support of agricultural production: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the year of ecology in Russia]. Solenoye Zaimishche, 2017. Pp. 344–346. (In Russ.). EDN: ZTKHWL
3. Abazov A.Kh. [et al.]. Influence of liquid organic-mineral fertilizers on yield and qualitative parameters of potato varieties. *Agrochem herald*. 2023;(3): 54–59. (In Russ.). DOI: 10.24412/1029-2551-2023-3-012. EDN: DCBOAB
4. Elmesov A.M., Shibzukhov Z.S. Regulation of the weed component of agrophytocenosis in agriculture. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya. II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya. FGBNU «Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya»* [Current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational environmental management. II International Scientific and Practical Internet Conference. Federal State Budgetary Institution "Caspian Research Institute of Arid Agriculture"]. Solenoye Zaimishche, 2017. Pp. 822–825. (In Russ.). EDN: ZANODT
5. Kishiev A.Yu., Khanieva I.M., Mamsirov N.I., Berbekov K.Z. The influence of cultivation technology on the properties of soil and the productivity of potato tubers in the mountain zone of the KBR. *Nauka, obrazovaniye i innovatsii dlya APK: sostoyaniye, problemy i perspektivy: materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 25-letiyu obrazovaniya Maikopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Science, education and innovations for the agro-industrial complex: state, problems and prospects: materials of the V International scientific and practical conference dedicated to the 25th anniversary of the formation of Maikop State Technological University]. Maykop, 2018. Pp. 61–63. (In Russ.). EDN: POWICN

6. Mamaev K.B., Khanieva I.M., Kardanova M.M. Techniques for increasing soil fertility. *Perspektivnyye innovatsionnyye proyekty molodykh uchenykh: materialy VII Vserossiyskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Prospective innovative projects of young scientists: materials of the VII All-Russian conference of students, graduate students and young scientists]. Nalchik, 2017. Pp. 115–116. (In Russ.). EDN: YLHTDM
7. Bekuzarova S.A., Khanieva I.M. Improving soil fertility. *Innovatsionnyye tekhnologii proizvodstva zernovykh, zernobobovykh, tekhnicheskikh i kormovykh kul'tur: yubileynyy sbornik nauchnykh trudov* [Innovative technologies for the production of grain, leguminous, industrial and fodder crops: anniversary collection of scientific works], 2016. Pp. 285–290. (In Russ.). EDN: YIQNRL
8. Pat. 2599556 Russian Federation Int. Cl. A01G 7/00, A01G 1/00, A01H 4/00. Method for stimulating the growth of meristem potato plants in vitro. S.S. Basiev, S.A. Bekuzarova, I.M. Khanieva, I.G. Pliev, G.T. Gazzaev; applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Gorsky State Agrarian University". No. 2015123457/13; appl. 15.06.2015; publ. 10.10.2016 Bulletin. No. 28. (In Russ.)
9. Nazranov Kh.M., Orzaliyeva M.N., Perfilieva N.I., Nazranov B.Kh. Receiving young environmentally clean potatoes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;2(24):15–20. (In Russ.). EDN: GRWTTL
10. Khanieva I.M. [et al.]. The influence of the use of biological products on the productivity and quality of potatoes in the mountain zone of the KBR. *Plodorodie*. 2022;6(129):112–116. (In Russ.). DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.29. EDN: JDMFQE
11. Khanieva I.M. [et al.]. Improving the elements of potato cultivation technology in biological farming. *International Agricultural Journal*. 2022;65(6). (In Russ.). DOI: 10.55186/25876740_2022_6_6_16. EDN: UUBLDE
12. Organic vegetable production in java – Challenge for the chili growers. Arsanti I.W., Böhme M.H. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. 215(1), 012035
13. Ivanov A.I. [et al.]. Biological peculiarities in the responsiveness of vegetable crop rotation to precision fertilization. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2017;52(3):454–463.
14. Neața G. [et al.]. Vegetables cultivated in biological system and their quality. *Romanian Biotechnological Letters*. 2009;14(2):4326–4332.

Сведения об авторах

Батукаев Абдулмалик Абдулхамидович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор агротехнологического института, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова», SPIN-код: 5760-5646, Scopus ID 56073415200

Шибзухов Залим-Гери Султанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2455-5191

Information about the authors

Abdulmalik A. Batukaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Agrotechnological Institute, Chechen State University named after A.A. Kadyrov, SPIN code: 5760-5646, Scopus ID 56073415200

Zalim-Geri S. Shibzukhov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2455-5191

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 17.05.2024;
одобрена после рецензирования 04.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 17.05.2024;
approved after reviewing 04.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

Научная статья

УДК 633.15:631.81.095.337(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-16-24

Повышение продуктивности и качества зерна гибрида кукурузы в зависимости от применения микроудобрений

Алий Леонидович Бозиев^{✉1}, Хасан Талович Ногмов², Карина Зауровна Кашева³,
Мухтар Жолдыбаевич Аширбеков⁴

^{1,2,3}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

⁴Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, ул. Пушкина, 86, Петропавловск,
Республика Казахстан, 150000

^{✉1}boziev_alim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7615-292X>

²nogmov.khasan@mail.ru

³kasheva0103@icloud.com

⁴mukhtar_agro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8843-6516>

Аннотация. В статье рассматривается влияние сроков внесения микроудобрений на продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии. Целью исследования было определение воздействия микроудобрений МикроСтим-Цинк, МикроСтим-Медь и МикроСтим-Бор на продуктивность среднераннего гибрида кукурузы Золотой початок 232 МВ в богарных условиях на выщелоченном черноземе. Установлено, что в условиях Кабардино-Балкарии в предгорной зоне при внесении под кукурузу дозы $N_{90}P_{90}K_{45}$ с совместной некорневой обработкой кукурузных растений фазе 6-8 листьев гибрида кукурузы Золотой початок 232 МВ препаратами МикроСтим Бор и МикроСтим Медь в дозе 0,1 кг/га д.в. повышает прибавку урожая зеленой массы до 43,5-44,3 ц/га и зерна 28,1-29,0 ц/га. В ходе проведения полевого опыта и экономического анализа установлена высокая рентабельность применения $N_{90}P_{90}K_{45}$ совместно с фолиарной обработкой МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь – 233,4-238,4%, где чистый доход – 23,6-24,5 тыс. руб/га при выращивании зерна, а при выращивании на зеленый корм – 158,0-158,2% и чистый доход 5,3-5,4 тыс. руб/га. Варианты Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор и МикроСтим-Цинк, Медь проявили себя экономически менее рентабельными, где общие затраты неоправданно высокие.

Ключевые слова: гибрид кукурузы, Золотой початок 232 МВ, урожайность, микроэлементы, МикроСтим-Цинк, МикроСтим-Медь и МикроСтим-Бор, общие затраты, условно чистый доход, рентабельность

Для цитирования. Бозиев А. Л., Ногмов Х. Т., Кашева К. З., Аширбеков М. Ж. Повышение продуктивности и качества зерна гибрида кукурузы в зависимости от применения микроудобрений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 16–24. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-16-24

Original article

Increasing productivity and grain quality of hybrid corn grain depending on the application of microfertilizers

Aliy L. Boziev^{✉1}, Khasan T. Nogmov², Karina Z. Kasheva³, Mukhtar Zh. Ashirbekov⁴

^{1,2,3}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030

⁴North Kazakhstan University named after M. Kozybayev, 86 Pushkin Street, Petropavlovsk,
Republic of Kazakhstan, 150000

✉¹boziev_alim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7615-292X>

²nogmov.khasan@mail.ru

³kasheva0103@icloud.com

⁴mukhtar_agro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8843-6516>

Abstract. The article examines the influence of the timing of microfertilizer application on the productivity of early ripening corn hybrids in the foothill zone of Kabardino-Balkaria. The purpose of the study was to determine the impact of MicroStim-Zinc, MicroStim-Copper and MicroStim-Boron microfertilizers on the productivity of the mid-early corn hybrid Golden Cob 232 MV in rainfed conditions on leached chernozem. It has been established that in the conditions of Kabardino-Balkaria in the foothill zone, when applying a dose of $N_{90}P_{90}K_{45}$ to corn with joint foliar treatment of corn plants in the phase of 6-8 leaves of the hybrid corn Golden Cob 232 MV with MicroStim Boron and MicroStim Copper at a dose of 0.1 kg/ha. a.s. leads the increase in green mass yield to 43.5-44.3 c/ha and grain to 28.1-29.0 c/ha. During field experience and economic analysis, the high profitability of using $N_{90}P_{90}K_{45}$ together with foliar treatment MicroStim-Boron and MicroStim-Copper was established – 233.4-238.4%, where net income is 23.6-24.5 thousand rubles/hectares when growing grain, and when growing for green fodder – 158.0-158.2% and net income 5.3-5.4 thousand rubles/ha. Options Background 2 + MicroStim-Zinc, Boron and MicroStim-Zinc, Copper have proved to be economically less profitable, where the total costs are unreasonably high.

Keywords: corn hybrid, Golden Ear 232 MV, yield, microelements, MicroStim-Zinc, MicroStim-Copper and MicroStim-Boron, total costs, conditionally net income, profitability

For citation. Boziev A.L., Nogmov Kh.T., Kasheva K.Z., Ashirbekov M.Zh. Increasing the productivity and grain quality of hybrid corn depending on the use of microfertilizers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):16–24. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-16-24

Введение. Чрезвычайно важную роль в жизненных процессах растений занимают микроэлементы, которые участвуют в метаболизме углеводов, белков, фосфатов. Поэтому у сельскохозяйственных культур наблюдается селективная способность к отдельным микроэлементам. Для полноценного роста и развития кукурузных растений наблюдается высокая потребность в цинке, меди, а также бора и поэтому не допустим дефицит в этих микроэлементах, поскольку они особенно чувствительны к их недостатку [1, 2].

Хелатная и органоминеральная форма микроудобрений являются наиболее доступными для растений. Высокая биологическая активность позволяет им быстрее участвовать в биохимических реакциях и в физиологических процессах. Эти микроудобрения хорошо сочетаются с пестицидами благодаря высокой растворимости в воде [3, 4].

Молдавскими учеными установлено преимущество хелатированной формы микроэлементов перед солевыми растворами при возделывании зерновых, масличных и корнеплодов [5, 6].

В полевом эксперименте применение микроудобрений увеличило урожайность зеленой массы кукурузы за три года до 75-79 ц/га [6, 7].

Применение микроэлементов на посевах кукурузы обогатило химический состав кукурузных растений. Так, зеленая масса кукурузы обогатилась на 67% цинком и на 65% медью [8].

В современном сельском хозяйстве из-за постоянного выноса с урожаем элементов питания, снижения кислотности почвы и недостатка подвижных форм растет значение микроэлементов. Особенно это ощущается на старопахотных землях, где высокая культура земледелия, высокие значения фосфора и калия в почве с оптимальным показателем рН. В условиях интенсивного высокотехнологичного земледелия со сбалансированным минеральным питанием растет потребность в микроэлементах для получения высоких урожаев. Так, снабжение растений азотом зависит от содержания меди и бора, калий и магний не смогут проникать через мембрану клеток без цинка, а из-за отсутствия цинка накапливается неорганический фосфор [9, 10].

Вот поэтому необходимо вести мониторинг за содержанием микроэлементов в почве и своевременно включать их в систему удобрений кукурузы, что весьма актуально на сегодняшний день и имеет важное практическое значение.

Цель исследования – установить влияние применения жидких микроудобрений МикроСтим для фолиарных обработок посевов на показатели продуктивности посевов, качество семян и экономическую эффективность возделывания кукурузы в богарных условиях на выщелоченных черноземах предгорной зоны КБР.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевые эксперименты велись в 2021-2023 гг. в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Коква. Опыты закладывались на черноземе выщелоченном.

Опытный участок характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг; эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%.

По эколого-токсикологическим нормативам чернозем выщелоченный был экологически чистым по содержанию доступных форм марганца (0,5 ПДК), меди (0,06 ПДК), цинка (0,05 ПДК), кобальта (0,07 ПДК), свинца (0,15-0,40 ПДК) и кадмия (0,4-0,6 ПДК). С позиции агрохимических критериев в пахотном слое сложился избыток подвижного марганца, дефицит меди и цинка, высокий уровень содержания кадмия и свинца. Метеорологические условия в годы проведения исследований были благоприятными, количества осадков было достаточно для хорошего прохождения вегетации кукурузных растений, температура не превышала среднесуточных данных.

Площадь делянок в полевом опыте – 100 м². Повторность четырехкратная, расположение рендомизированное.

В полевом эксперименте в качестве объекта изучения использовался среднеранний простой модифицированный гибрид Золотой початок 232 МВ.

Универсальный гибрид с отличными качественными показателями силоса и высокой урожайностью зерна. Среднеранний (ФАО 230). Универсальный зерно/силос. Тип гибрида – трехлинейный. Початок слабоконический, тип зерна зубовидный. Ускоренная влагоотдача зерна при созревании. Хорошая облиственность растений. Холодостойкость хорошая. Засухоустойчивость отличная. Масса 1000 зёрен, г: 240-260. Период вегетации, дн: 105. Высота растений, см: 250-280. Рядов зёрен в початке: 16-18. Выход зерна: 80%.

В полевом эксперименте в схему включались варианты по исследованию воздействия совместной некорневой обработкой кукурузных растений фазе 6-8 листьев гибрида кукурузы Золотой початок 232 МВ препаратами МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь в дозе 0,1 кг/га д.в. на продуктивность кукурузы.

Схема эксперимента включала в себя следующие варианты:

- 1) Контроль (без удобрений);
- 2) N₉₀ – Фон 1;
- 3) Фон 1 + МикроСтим-Цинк;
- 4) Фон 1 + МикроСтим-Бор;
- 5) Фон 1 + МикроСтим-Медь;
- 6) Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Бор;
- 7) Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Медь;
- 8) N₉₀P₉₀K₄₅ – Фон 2;
- 9) Фон 2 + МикроСтим-Цинк;
- 10) Фон 2 + МикроСтим-Бор;
- 11) Фон 2 + МикроСтим-Медь;
- 12) Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор;
- 13) Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Медь.

Все предусмотренные программой наблюдения и анализы выполнены по соответствующим ГОСТам и методикам, принятым в научных учреждениях.

Результаты исследования. Нашим исследованием (табл. 1) установлено, что среднеранний гибрид кукурузы на контрольном варианте за три года в среднем дал зеленой массы в среднем 268,5 ц/га, при внесении азотных удобрений в дозе N₉₀ (Фон 1) при-

бавка составила 145,5 ц/га или 54,2%. На Фоне 1 применение Микростима-Цинк позволила поднять зеленую массу до 446,3 ц/га, где разница с фоном 1 составила 32,3 ц/га или 7,8%. Обработка посевов МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь дали прибавку соответственно 27,8 ц/га или 6,7% и 31,5 ц/га или 7,6%.

Таблица 1. Урожайность зеленой массы гибрида кукурузы Золотой початок 232 МВ в зависимости от некорневых подкормок микроудобрениями

Table 1. Productivity of green mass of the corn hybrid Golden Cob 232 MV depending on foliar feeding with microfertilizers

Варианты	Зеленая масса, ц/га				Разница с контролем, ц/га	Разница с Фоном 1	Разница с Фоном 2
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее			
Контроль (без удобрений)	277,9	257,8	269,8	268,5	0,0	0	0
N ₉₀ – Фон 1	428,5	397,4	416,1	414,0	145,5	0	0
Фон 1 + МикроСтим-Цинк	461,9	428,4	448,5	446,3	177,8	32,3	22,5
Фон 1 + МикроСтим-Бор	457,2	424,1	444,0	441,8	173,3	27,8	18,0
Фон 1 + МикроСтим-Медь	461,1	427,7	447,7	445,5	177,0	31,5	21,7
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Бор	465,0	431,3	451,5	449,3	180,8	35,3	25,5
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Медь	464,2	430,6	450,7	448,5	180,0	34,5	24,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₅ – Фон 2	438,6	406,8	425,9	423,8	155,3	9,8	0,0
Фон 2 + МикроСтим-Цинк	476,6	442,1	462,8	460,5	192,0	46,5	36,7
Фон 2 + МикроСтим-Бор	474,3	439,9	460,5	458,3	189,8	44,3	34,5
Фон 2 + МикроСтим-Медь	473,5	439,2	459,8	457,5	189,0	43,5	33,7
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор	478,2	443,5	464,3	462,0	193,5	48,0	38,2
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Медь	480,5	445,7	466,6	464,3	195,8	50,3	40,5
НСР ₀₅	17,6	23,4	22,0				

Применение микроудобрений в сочетании МикроСтим-Цинк, Бор дало прирост зеленой массы 35,3 ц/га или 8,5% по сравнению с Фоном 1. Сочетание МикроСтим-Цинк, Медь имело незначительное уменьшение до – 34,5 ц/га или 8,3%.

На вариантах с применением дозы N₉₀P₉₀K₄₅ (Фон 2) отмечается рост зеленой массы от 155,3 до 195,8 ц/га по сравнению с Фоном 1 от 145,5 до 180,8 ц/га, что свидетельствует о положительном влиянии фосфорно-калийных удобрений. Надо отметить, что применение полного состава азотно-фосфорно-калийных

удобрений позволило полностью раскрыть возможности микроудобрений. Так, применение МикроСтим-Цинк на Фоне 2 подняло урожайность зеленой массы до 423,8 ц/га, где прибавка составляла по сравнению с контролем 155,3 ц/га или 57,8% и в сравнении с Фоном 19,8 ц/га или 2,4%.

На вариантах МикроСтим-Цинк, МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь соответственно, отмечена высокая урожайность зеленой массы 457,5-460,5 ц/га или отклонение от контроля (без удобрений) составляло 70,4-71,5 ц/га или 43,5-46,5%. Совместное

применение МикроСтим-Цинк, Бор и МикроСтим-Цинк, Медь позволило повысить урожай зеленой массы до – 462,0-464,3 ц/га, где разница с контролем – 193,5-195,8 ц/га или 72,1-72,9%.

Подводя предварительный итог по урожайности зеленой массы кукурузы, надо сказать, что применение минеральных удобрений без микроэлементов приводит к потерям на Фоне азотных удобрений до 27,8-35,3 ц/га и на фоне азотно-фосфорно-калийных удобрений от 43,5 до 50,3 ц/га.

Таким образом, добиваясь максимальных урожаев, сельхозпроизводителям необходи-

мо соблюдать главный закон в агрономии – закон возврата. Необходимо восполнять вынос питательных веществ, не только азота, фосфора и калия, но и микроэлементов, которых сравнительно очень мало в почве.

Совместное применение минеральных удобрений с жидкими микроудобрениями позволило повысить урожайность средне-раннего гибрида Золотой початок 232 МВ с 17,5 до 30,91 ц/га, тогда как на контроле без удобрений, урожай зерна составил всего 46,8 г (табл. 2).

Таблица 2. Урожай зерна гибрида кукурузы Золотой початок 232 МВ в зависимости от некорневых подкормок микроудобрениями
Table 2. Grain yield of the corn hybrid Golden Cob 232 MV depending on foliar feeding with microfertilizers

Варианты	Урожай зерна, ц/га				Разница с контролем, ц/га	Разница с Фоном 1	Разница с Фоном 2
	48,5	45,0	47,1	46,8			
Вариант без удобрений	48,5	45,0	47,1	46,8	0,0	0	0
N ₉₀ – Фон 1	66,5	61,7	64,6	64,3	17,5	0	0
Фон 1 + МикроСтим-Цинк	72,1	66,8	70,0	69,6	22,8	5,3	0,1
Фон 1 + МикроСтим-Бор	72,3	67,1	70,2	69,9	23,1	5,6	0,4
Фон 1 + МикроСтим-Медь	71,0	65,9	68,9	68,6	21,8	4,3	-0,9
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Бор	72,4	67,2	70,3	70,0	23,2	5,7	0,5
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Медь	72,3	67,1	70,2	69,9	23,1	5,6	0,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₅ – Фон 2	72,0	66,7	69,9	69,5	22,7	5,2	0,0
Фон 2 + МикроСтим-Цинк	77,9	72,3	75,7	75,3	28,5	11,0	5,8
Фон 2 + МикроСтим-Бор	78,5	72,8	76,2	75,8	29,0	11,5	6,3
Фон 2 + МикроСтим-Медь	77,5	71,9	75,3	74,9	28,1	10,6	5,4
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор	79,9	74,1	77,6	77,2	30,4	12,9	7,7
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Медь	80,4	74,6	78,1	77,7	30,9	13,4	8,2
НСР ₀₅	4,8	4,0	4,2				

Внесение азотных удобрений N₉₀ (Фон 1) повысило урожайность на 64,3 ц/га, где прибавка составила 17,5 ц/га. Тогда как полное внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений дало прибавку на 22,7 ц/га, где урожайность достигала отметки 69,5 ц/га.

На Фоне 1 наиболее активно работал препарат МикроСтим-Бор – 70,0 ц/га, далее по возрастанию МикроСтим-Цинк, Медь – 69,5 ц/га и МикроСтим-Цинк, Медь – 69,9 ц/га.

На Фоне 2 (N₉₀P₉₀K₄₅) урожайность средне-раннего гибрида Золотой початок 232 МВ

достигала, как было отмечено, 69,5 ц/га, где разница с неудобренным вариантом составила 24,7 ц/га, а с Фоном 1 – 5,6 ц/га. Применение МикроСтим-Бор повысило максимально до отметки 75,8 ц/га, по сравнению с другими препаратами МикроСтим-Цинк и МикроСтим-Медь, где урожай зерна достигал соответственно 75,3 и 74,9 ц/га. Совместная обработка МикроСтим-Цинк, Бор и МикроСтим-Цинк, Медь повысила урожайность до 77,2-77,7 ц/га.

Таким образом, обработка микроудобрениями посева кукурузы позволяет дополнительно с каждого гектара собрать до 17,5-30,9 ц/га.

Экономический расчет показал, что применение микроудобрений эффективно лишь в том случае, когда применяются все макроудобрения азотно-фосфорно-калийные (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая оценка выращивания кукурузы на зеленую массу с применением микроудобрений на фоне минеральных удобрений
Table 3. Economic assessment of growing corn for green mass using microfertilizers against the background of mineral fertilizers

Варианты	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб/га	Общие затраты, тыс. руб.	Условно-чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
Фон 1 + МикроСтим-Цинк	32,3	6,5	3,57	2,9	80,7
Фон 1 + МикроСтим-Бор	27,8	5,6	2,86	2,7	94,1
Фон 1 + МикроСтим-Медь	31,5	6,3	3,19	3,1	97,5
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Бор	35,3	7,1	4,01	3,0	75,8
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Медь	34,5	6,9	3,91	3,0	76,5
Фон 2 + МикроСтим-Цинк	46,5	9,3	4,0	5,4	135,4
Фон 2 + МикроСтим-Бор	44,3	8,9	3,4	5,4	158,0
Фон 2 + МикроСтим-Медь	43,5	8,7	3,4	5,3	158,2
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор	48,0	9,6	4,3	5,3	125,4
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Медь	50,3	10,1	4,4	5,6	127,9

Так, рентабельность на Фоне 1 (N₉₀) находилась в пределах от 75,8%, на варианте Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Медь до 97,5%, на МикроСтим-Медь, хотя отмечаются довольно высокие прибавки от 31,5 до 35,3 ц/га. На Фоне 2 (N₉₀P₉₀K₄₅) уровень рентабельности достигает максимальной отметки 158,0-158,1%, на вариантах Фон 2 + МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь, где прибавка урожая зеленой массы 43,5-44,3 ц/га, условно чистый доход достигал – 5,3-5,4 тыс. руб.

Как показали расчеты, наиболее экономически оправдано внесение Фон 1 + МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь с прибавками урожая зерна 23,1 и 21,8 ц/га, где рентабель-

ность достигала отметок – 249,5 и 196,1%, при условно чистом доходе 21,4 и 18,8 тыс. руб/га (табл. 4).

Внесение N₉₀P₉₀K₄₅ (фон 2) совместно с обработкой микроудобрениями позволило поднять прибавку урожая до 30,4-30,9 ц/га. На вариантах Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор и Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Медь заметно росли общие затраты до 12,8-13,2 тыс. руб/га. Таким образом, они уступали по рентабельности вариантам Фон 2 + МикроСтим-Бор у МикроСтим-Медь, соответственно достигали наивысший уровень – 238,4 и 233,4%, а условно-чистый доход достигал 24,5 и 23,6 тыс. руб/га.

Таблица 4. Экономическая оценка выращивания кукурузы на зерно с применением микроудобрений на фоне минеральных удобрений
Table 4. Economic assessment of growing corn for grain using microfertilizers against the background of mineral fertilizers

Варианты	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб/га	Общие затраты, тыс. руб.	Условно чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
Фон 1 + МикроСтим-Цинк	22,8	27,4	10,7	16,7	155,6
Фон 1 + МикроСтим-Бор	23,1	30,0	8,6	21,4	249,5
Фон 1 + МикроСтим-Медь	21,8	28,3	9,6	18,8	196,1
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Бор	23,2	30,1	12,0	18,1	150,2
Фон 1 + МикроСтим-Цинк, Медь	23,1	30,0	11,7	18,3	155,7
Фон 2 + МикроСтим-Цинк	28,5	34,2	11,9	22,4	188,7
Фон 2 + МикроСтим-Бор	29,0	34,8	10,3	24,5	238,4
Фон 2 + МикроСтим-Медь	28,1	33,7	10,1	23,6	233,4
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Бор	30,4	36,5	12,8	23,7	185,3
Фон 2 + МикроСтим-Цинк, Медь	30,9	37,1	13,2	23,8	180,2

Выводы. 1. В условиях Кабардино-Балкарии в предгорной зоне при совместном применении под кукурузу дозы минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{45}$ и жидких микроудобрений МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь в дозе 0,1 кг/га д.в. в фазе 6-8 листьев для проведения фолиарных обработок посевов гибрида кукурузы Золотой початок 232 МВ, обеспечивается получение прибавки урожая зеленой массы до – 43,5-44,3 ц/га и зерна – 28,1-29,0 ц/га.

2. В ходе проведения полевого опыта и анализа экономической эффективности полученных результатов установлена высокая эффективность совместного применения минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{45}$ и жидких микроудобрений МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь в качестве препаратов для фолиарной обработки посевов, на этих вариантах опыта уровень рентабельности составил – 233,4-238,4%, условно-чистый доход – 23,6-24,5 тыс. руб/га при выращивании зерна, а при выращивании на зеленый корм – 158,0-158,2%.

Список литературы

1. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. Москва: Наука, 1974. 324 с.
2. Дятлова Н. М., Темкина В. Я., Попов К. И. Комплексоны и комплексонаты металлов. Москва: Химия, 1988. 543 с.
3. Душкин А. Н., Беспалова Н. С. Комплексоны микроэлементов и регуляторы роста в интенсивных технологиях // Химизация сельского хозяйства. 1991. № 6. С. 68–71.
4. Сургучева М. П., Киреева А. Ю., Благовещенская З. К. Комплексоны и комплексонаты микроэлементов и их применение в земледелии. Москва: ВНИИТЭИ агропром, 1993. 46 с.
5. Вильдфлуш И. Р., Мастерова Е. М. Влияние микроудобрений на урожайность и экономическую эффективность возделывания озимой тритикале и кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. 2014. № 1(52). С. 284–292.
6. Кутовая А. Н. Содержание микроэлементов в сельскохозяйственных культурах в зависимости от применения макро- и микроэлементов // Почвоведение и агрохимия. 2012. № 2(49). С. 171–176.

7. Шибзухов З. С., Езаов А. К. Продуктивность сахарной кукурузы в зависимости от использования биопрепаратов // Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Майкоп, 2019. С. 248–253. EDN: YXJZYS
8. Интенсификация производственного процесса растений. Приемы управления / В. Г. Сычев [и др.]. Москва: ВНИИА, 2009. 520 с. EDN: QLAPLV
9. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2010. 24 с.
10. Шогенов Ю. М., Шибзухов З. Г. С., Темиржанов А. М. Возделывание кукурузы с использованием жидких хелатных микроудобрений МикроСтим в условиях КБР // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК: материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б. Х. Жерукова. Нальчик, 2020. С. 102–107. EDN: LJUWRU

References

1. Shkolnik M.Ya. *Mikroelementy v zhizni rasteniy* [Microelements in the life of plants]. Moscow: Nauka, 1974. 324 p. (In Russ.)
2. Dyatlova N.M., Temkina V.Ya., Popov K.I. *Kompleksony i kompleksonaty metallov* [Complexons and complexonates of metals]. Moscow: Khimiya, 1988. 543 p. (In Russ.)
3. Dushkin A.N., Bepalova N.S. Complexonates of microelements and growth regulators in intensive technologies. *Khimizatsiya sel'skogo khozyaystva*. 1991;(6):68–71. (In Russ.)
4. Surgucheva M.P., Kireeva A.Yu., *Kompleksony i kompleksonaty mikroelementov i ikh primeneniye v zemledelii* [Blagoveshchenskaya Z.K. Complexons and complexonates of microelements and their application in agriculture]. Moscow: VNIITEI agroprom, 1993. 46 p. (In Russ.)
5. Vildflush I.R., Masterova E.M. Influence microfertilizers on productivity and economic efficiency cultivation winter triticale and corn. *Soil Science and Agrochemistry*. 2014;(1):284–292. (In Russ.)
6. Kutovaya A.N. Contents of microelements in crops depending on the application macro- and microelements. *Soil Science and Agrochemistry*. 2012;(2):171–176. (In Russ.)
7. Shibuskhov Z.S., Ezaov A.K. Productivity of sweet corn depending on the use of biological products. *Aktual'nyye problemy i perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaystva Yuga Rossii: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Current problems and prospects for the development of agriculture in the South of Russia: materials of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation). Maykop, 2019. Pp. 248–253. (In Russ.). EDN: YXJZYS
8. Sychev V.G. [et al.]. *Intensifikatsiya produktsionnogo protsessa rasteniy. Priyemy upravleniya* [Intensification of the production process of plants. Management techniques]. Moscow: VNIIA, 2009. 520 p. (In Russ.). EDN: QLAPLV
9. Bogdevich I.M. [et al.]. *Metodika opredeleniya agronomicheskoy i ekonomicheskoy effektivnosti udobreniy i prognozirovaniya urozhaya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* Methodology for determining the agronomic and economic efficiency of fertilizers and forecasting the yield of agricultural crops. Minsk: Institute of Soil Science and Agrochemistry, 2010. 24 p. (In Russ.)
10. Shogenov Yu.M., Shibuskhov Z.G.S., Temirzhanov A.M. Cultivation of corn using liquid chelated microfertilizers MicroStim in CBD conditions. *Dostizheniya i perspektivy realizatsii natsional'nykh projektov razvitiya APK: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati zasluzhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora B. KH. Zherukova* [Achievements and prospects for the implementation of national projects for the development of the agro-industrial complex: materials of the VIII International Scientific and Practical Conference, dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation and Kabardino-Balkaria, Professor B.Kh. Zherukov]. Nalchik, 2020. Pp. 102–107. (In Russ.). EDN: LJUWRU

Сведения об авторах

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

Ногмов Хасан Талович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова

Кашева Карина Зауровна – аспирант кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова

Аширбеков Мухтар Жолдыбаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономия и лесоводство», Некоммерческое акционерное общество «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»

Information about the authors

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

Khasan T. Nogmov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Karina Z. Kasheva – Postgraduate student of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Mukhtar Zh. Ashirbekov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy and Forestry, North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 13.05.2024;
одобрена после рецензирования 31.05.2024;
принята к публикации 10.06.2024.*

*The article was submitted 13.05.2024;
approved after reviewing 31.05.2024;
accepted for publication 10.06.2024.*

Научная статья

УДК 633.15(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-25-33

Разработка элементов технологии возделывания гибридов кукурузы в условиях КБР

Виктор Гаврилович Сычев¹, Ирина Мироновна Ханиева^{✉2},
Юрий Мухамедович Шогенов³, Карина Зауровна Кашева⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова,
ул. Прянишникова, 31а, Москва, Россия, 127434

^{2,3,4}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹sychev55@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2146-5646>

^{✉2}imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>

³yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

⁴kasheva0103@icloud.com

Аннотация. Данная статья посвящена изучению влияния стимулятора роста растений и комплексного водорастворимого удобрения на хозяйственно-ценные признаки и зерновую продуктивность гибридов кукурузы. Полевые эксперименты проводились в 2021-2023 гг. в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В.М. Кокова. Опыты закладывались на черноземе выщелоченном. Опытный участок характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг-эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%. Целью исследований было определение влияния стимулятора роста растений и комплексного водорастворимого удобрения на хозяйственно-ценные признаки и зерновую продуктивность среднераннего гибрида кукурузы Родник 292 МВ и среднеспелого гибрида кукурузы Диана МВ. Установлено, что применение стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Плантафол увеличили высоту растения на 3,7%, длину початка на 10,6-13,5%, количество зёрен в початке на 24,2-26,3%, массу зерна с одного початка на 15,8-35,9% и массу 1000 зёрен на 7,5-9,4%, а также максимально увеличило урожайность у гибрида Родник 292 МВ до 8,16-8,96 т/га и гибрида Диана МВ до 10,0-10,32 т/га, где сбор кормовых единиц достигал 12,6-13,8 т/га для гибрида кукурузы Родник 292 МВ и у гибрида Диана МВ – 15,7-16,1 т/га. При этом содержание белка выросло у гибридов кукурузы Родник 292 МВ до 13,2-18,4% и Диана МВ до 11,8-29,4%.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, Родник 292 МВ, Диана МВ, высота растений, длина початка, количество зерен в початке, масса зерна с 1 початка, масса 1000 зерен, урожайность зерна, кормовые единицы, переваримый протеин, крахмал, белок

Для цитирования. Сычев В. Г., Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Кашева К. З. Разработка элементов технологии возделывания гибридов кукурузы в условиях КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 25–33.
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-25-33

Original article

Development of elements of technology for cultivation of corn hybrids in KBR conditions

Viktor G. Sychev¹, Irina M. Khanieva^{✉2}, Yuri M. Shogenov³, Karina Z. Kasheva⁴

¹All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, 31a Pryanishnikov Street, Moscow, Russia, 127434

^{2,3,4} Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹sychev55@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2146-5646>

^{✉2}imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>

³yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

⁴kasheva0103@icloud.com

Abstract. This article is devoted to the study of the influence of a plant growth stimulator and complex water-soluble fertilizer on economically valuable traits and grain productivity of corn hybrids. Field experiments were conducted in 2021–2023. in the educational and production complex of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. The experiments were carried out on leached chernozem. The experimental plot is characterized by the following agrochemical indicators: humus content in the arable horizon – 3.3%, total nitrogen – 0.28%, absorption capacity – 34.4 mg-equivalent per 100 grams of soil, the reaction of the soil solution is neutral (pH – 7). The content of mobile phosphorus is 15.0 mg per 100 g of soil, that is, the average supply (according to Chirikov), the supply of exchangeable potassium is increased – 15-18 mg per 100 g of soil (according to Chirikov). The mechanical composition of this soil is heavy loamy. The content of physical clay in it is 57%. The purpose of the research was to determine the effect of a plant growth stimulator and a complex water-soluble fertilizer on economically valuable traits and grain productivity of the mid-early corn hybrid Rodnik 292 MV and the mid-season corn hybrid Diana MV. It was established that the use of the plant growth stimulator Regoplant and the complex water-soluble fertilizer Plantafof increased the plant height by – 3.7%, the length of the cob – 10.6-13.5%, the number of grains in the cob by – 24.2-26.3%, grain weight per cob by - 15.8-35.9% and weight of 1000 grains – 7.5-9.4%, and also maximized the yield of the Rodnik 292 MV hybrid to 8.16-8.96 t/ha and hybrid Diana MV up to 10.0-10.32 t/ha, where the collection of feed units reached 12.6-13.8 t/ha for the corn hybrid Rodnik 292 MV and for the hybrid Diana MV - 15.7-16, 1 t/ha. At the same time, the protein content increased in corn hybrids Rodnik 292 MB to 13.2-18.4% and Diana MB to 11.8-29.4%.

Keywords: corn hybrid, Spring 292MV, Diana MV, plant height, cob length, number of grains in the cob, grain weight from 1 cob, weight of 1000 grains, grain yield, feed units, digestible protein, starch, protein

For citation. Sychev V.G., Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Kasheva K.Z. Development of elements of technology for cultivation of corn hybrids in KBR conditions. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):25–33. (In Russ.).

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-25-33

Введение. В системе совершенствования технологии производства растительной продукции в современных условиях наряду с удобрениями и пестицидами важную роль занимают биостимуляторы роста растений. В нашей стране широко используют свыше 80 регуляторов роста растения, из которых более 75% биостимулирующие препараты и 25% из них применяются на посевах злако-

вых культур. К сожалению, очень низкая изученность действия этих препаратов в полевых и производственных условиях вызывают настороженность у фермеров, чтобы увеличить популярность биологически активных препаратов у нас в Кабардино-Балкарской республике среди фермеров нами была поставлена цель – изучить в условиях предгорной зоны КБР на выщелочен-

ном черноземе в богарных условиях продуктивность гибридов кукурузы с применением стимулятора роста растений и комплексного водорастворимого удобрения.

Средняя урожайность кукурузы у сельскохозяйственных фермеров за последние годы колеблется в пределах 6-8 т/га, хотя потенциальная продуктивность этой культуры реализуется ещё не полностью. Уже при применении современных технологий выращивания продуктивных гибридов урожай зерна может достигать 10-12 т/га, что может сделать эту культуру ведущей по рентабельности.

Рядом учёных подтверждается то, что наряду с удобрениями и пестицидами биостимуляторы и регуляторы роста растения могут занять важное место в системах усовершенствования технологии производства растительной продукции.

Группа ученых Кабардино-Балкарского ГАУ проводила исследования по оптимизации технологии выращивания сахарной кукурузы с применением биопрепаратов и изучению влияния биопрепаратов на продуктивность сахарной кукурузы. Объектом исследования выбрали высокоурожайный гибрид сахарной кукурузы Мегатон. Для изучения выбрали рекомендуемые фермерами биопрепараты, эффективные в производственных условиях, имеющие большой спектр действия.

Концентрации рабочих растворов составляли: Энерген Аква – 0,025%, Гетереауксин – 0,02%, Циркон – (0,005%). Прибавка урожая от использования биопрепаратов следовала той же закономерности – с уменьшением уровня соответствия количества получаемой влаги потребностям растений величина получаемой прибавки урожая снижалась [1].

Ученые приводят результаты исследований по оптимизации технологии выращивания сахарной кукурузы с применением биопрепаратов и изучения влияния биопрепаратов на продуктивность сахарной кукурузы. Объектом исследования выбрали гибрид сахарной кукурузы Спирит. Для изучения выбрали рекомендуемые фермерами биопрепараты, эффективные в производственных условиях, имеющие большой спектр действия. Концентрации рабочих растворов составляли: Гамаир – 0,025%, Споробактерин – 0,02%, Алирин-Б – (0,005%) [2].

Большое количество авторов уделяет внимание изучению влияния различных доз минеральных удобрений на такие процессы, как рост и развитие кукурузы в условиях Кабардино-Балкарии. Анализ показал, что для достижения высокого, стабильного урожая высококачественного зерна кукурузы необходимо применение минеральных удобрений. В экспериментах также определяли процентное содержание белков, сахара и крахмала. По мере увеличения фона минерального питания показатели качества зерна увеличивались [3–11].

Поэтому изучение влияния совместного применения стимуляторов роста растений и минеральных удобрений на продуктивность посевов сельскохозяйственных культур и в частности кукурузы является актуальным.

Цель исследования – установить влияние стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Плантафол на продуктивность посевов и качественные показатели семян при возделывании гибридов кукурузы на выщелоченных черноземах в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевые эксперименты велись в 2021-2023 гг. в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В.М. Кокова. Опыты закладывались на черноземе выщелоченном.

Опытный участок характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг-эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57% [5].

Метеорологические условия в годы проведения исследований были благоприятными, количество осадков было достаточно для хорошего прохождения вегетации кукурузных растений, температура не превышала среднемноголетние данные.

Площадь делянок в полевом опыте – 100 м². Повторность четырехкратная, расположение рендомизированное.

В полевом эксперименте в качестве объекта изучения использовался среднеранний гибрид кукурузы Родник 292 МВ и средне-спелый гибрид кукурузы Диана МВ.

Высевали гибриды кукурузы на фоне минерального питания N₉₀ в виде аммиачной селитры с внесением их под предпосевную культивацию, что являлось контрольным вариантом. Из стимуляторов роста растений использовали Регоплант (норма обработки по вегетации – 50 мл/га) в фазу 3-5 листьев и 8-10 листьев. А также комплексное водорастворимое удобрение Пантафол 30:10:10 (2 кг/га) в фазу 3-5 листьев и Пантафол 10:54:10 (2 кг/га) в фазу 8-10 листьев.

Все предусмотренные программой наблюдения и анализы выполнены по соответствующим ГОСТам и методикам, принятым в научных учреждениях [11].

Результаты исследования. В ходе проведенных исследований установлено, что применяемые в опыте стимулятор роста растений Регоплант и комплексное водорастворимое удобрение Пантафол оказали достоверное влияние на хозяйственно-ценные признаки (табл. 1). Так, среднеранний гибрид Родник 292 МВ имел высоту при применении стимулятора роста растений Регоплант 245,8 см, что выше контроля на 7,1 см или 3,0%. При применении комплексного водорастворимого удобрения Пантафол разница с контролем составила 4,0 см или 1,7%.

Таблица 1. Хозяйственно-ценные признаки гибридов кукурузы в зависимости от минерального питания (среднее за 2021-2023 гг.)

Table 1. Economically valuable traits of corn hybrids depending on mineral nutrition (average for 2021-2023)

Варианты опыта	Высота растений, см	Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт.	Масса зерна с 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г
<i>Родник 292 МВ</i>					
Фон – N ₉₀	238,7	19,0	615,0	197,3	320,8
Фон + Регоплант	245,8	21,0	776,8	267,9	344,9
Разница с контролем	7,1	2,0	161,8	70,6	24,1
%	3,0	10,6	26,3	35,8	7,5
Фон + Пантафол	242,8	20,4	702,0	241,3	343,8
Разница с контролем	4,0	1,4	87,0	44,0	23,0
%	1,7	7,4	14,1	22,3	7,2
Фон + Регоплант + Пантафол	240,0	19,7	675,7	226,3	334,9
Разница с контролем	1,3	0,7	60,7	29,0	14,1
%	0,5	3,7	9,9	14,7	4,4
<i>Диана МВ</i>					
Фон – N ₉₀	261,4	21,6	708,5	242,7	342,6
Фон + Регоплант	271,1	24,5	880,2	330,0	374,9
Разница с контролем	9,7	2,9	171,7	87,3	32,3
%	3,7	13,5	24,2	35,9	9,4
Фон + Пантафол	268,9	23,9	805,7	298,5	370,5
Разница с контр.	7,6	2,3	97,2	55,8	28,0
%	2,9	10,5	13,7	23,0	8,2
Фон + Регоплант + Пантафол	263,5	22,4	727,9	268,3	368,6
Разница с контролем	2,2	0,8	19,4	25,6	26,0
%	0,8	3,5	2,7	10,6	7,6

При совместном применении Регопланта и Пантафола разница была практически незначительной – 1,3 см или 0,5%.

У среднеспелого гибрида Диана МВ высота растений также имела тенденцию к росту показателей. Так, на варианте Фон + Регоплант высота растений в среднем составляла 271,1 см, где разница была на уровне 9,7 см или 3,7%. При применении комплексного водорастворимого удобрения Пантафол разница с контролем составила 7,6 см или 2,9%. Совместное применение стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Пантафол дало прибавку незначительную – всего 2,2 см или 0,8%.

Длина початка также существенно росла при применении стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Пантафол. Среднеранний гибрид кукурузы Родник 292 МР имел длину початка на контроле 19 см, а среднеспелый гибрид Диана МВ – 21,6 см. При применении стимулятора роста растений Регоплант оба гибрида положительно отреагировали и дали прибавку в длине початка 2,0 и 2,9 см. Использование комплексного водорастворимого удобрения Пантафол так же увеличила длину початков у гибридов на 1,4 и 2,3 см, где прирост составил 7,4 и 10,5%. Совместное применение увеличило початки на 0,7-0,8 см или 3,5-3,7%.

Количество зёрен в початке также выросло соответственно по гибридам на 161,8 шт. и 171,7 шт. с применением Регопланта, отклонение от контроля составило 26,3 и 24,2%.

Обработка Пантафолом на посевах гибридов кукурузы дала увеличение количества зёрен на 87,0 и 97,2 шт. или 14,1 и 13,7%.

Масса зерна с одного початка у гибридов Родник 292 МВ и Диана МВ при обработке Регоплантом составляла 267,9 и 330,0 г, что выше контроля на 35,8-35,9%.

Применение Пантафола дала прирост массы зерна с одного початка на 22, 3-23,0% у обоих гибридов кукурузы.

Совместное применение стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Пантафол у обоих гибридов увеличила массу зерна на – 29,0 г и 25,6 г или 14,7 и 10,6%.

Наиболее важным хозяйственно-ценным признаком является масса 1000 зерен, по которому легко определить наиболее эффективный вариант. Применение Регопланта увеличила массу 1000 зерен у гибридов кукурузы соответственно на – 24,1 и 32,3 г или 7,5 и 9,4%. Вторым препаратом Пантафол дал прибавку по гибридам 23,0 и 28,0 г или 7,2 и 8,2%. При совместном применении изучаемых препаратов на гибридах увеличилась масса 1000 зёрен на 14,1 и 26,0 г или – 4,4 и 7,6%. Подводя предварительный итог, можно сказать, что у обоих гибридов кукурузы высота растения увеличилась на 0,5-3,7%, длина початка на 3,5-13,5%, количество зерен в початке на 2,7-26,3%, масса зерна с одного початка на 10,6-35,9%, масса 1000 зёрен на 4,4-9,4%.

В таблице 2 представлена зерновая продуктивность гибридов кукурузы Родник 292 МВ и Диана МВ, у обоих гибридов урожайность составила соответственно 6,80 и 7,84 т/га. С применением Регопланта прибавка у первого гибрида составила 2,2 т/га или 31,8%, у второго 2,5 т/га или 31,6%. При применении препарата Пантафол рост урожая составил у гибрида Родник 292 МВ 1,4 т/га или 20,0% и Диана МВ – 2,2 т/га или 27,6%. Совместное применение препаратов дало разницу с контролем для гибрида Родник 292 МВ 0,6 т/га или 8,2%, для гибрида Диана МВ – 10 т/га или 13,3%.

При кормлении сельскохозяйственных животных особенно важно знать, какое содержание кормовых единиц было собрано с одного гектара. В нашем опыте на контроле у обоих гибридов кукурузы собрано 10,4 т/га 12,1 т/га кормовых единиц, при выходе перерабатываемого протеина соответственно – 0,3 т/га.

Применение стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Пантафол на посевах гибрида Родник 292 МВ повысило урожай соответственно на 3,4 т/га к.е. или 33,1% и 0,9 т/га к.е. или 8,5%.

У гибрида Диана МВ выход кормовых единиц с применением препаратов составил для Регоплант 4,0 т/га к.е. 33,1% и для препарата Пантафол – 3,6 т/га или 29,8%.

Таблица 2. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от изучаемых факторов (среднее за 2021-2023 гг.)
Table 2. Grain productivity of corn hybrids depending on the factors studied (average for 2021-2023)

Минеральное питание (В)	Урожайность зерна, т/га	Выход к.ед., т/га	Выход п.п., т/га	Содержание крахмала, %	Содержание белка, %
<i>Родник 292 МВ</i>					
Фон – N ₉₀	6,80	10,4	0,3	75,5	7,5
Фон + Регоплант	8,96	13,8	0,5	78,2	8,9
Разница с контролем	2,2	3,4	0,2	2,8	1,4
%	31,8	33,1	63,2	3,7	18,4
Фон + Плантафол	8,16	12,6	0,4	77,6	8,5
Разница с контролем	1,4	2,2	0,1	2,2	1,0
%	20,0	21,5	36,8	2,9	13,2
Фон + Регоплант + Плантафол	7,36	11,3	0,3	75,9	8,0
Разница с контролем	0,6	0,9	0,0	0,4	0,5
%	8,2	8,5	13,2	0,5	6,6
НСР ₀₅ (т/га)	0,18				
<i>Диана МВ</i>					
Фон – N ₉₀	7,84	12,1	0,3	76,9	6,7
Фон + Регоплант	10,32	16,1	0,6	78,9	8,7
Разница с контролем	2,5	4,0	0,2	2,0	2,0
%	31,6	33,1	70,7	2,6	29,4
Фон + Плантафол	10,00	15,7	0,5	78,3	7,5
Разница с контролем	2,2	3,6	0,1	1,4	0,8
%	27,6	29,8	39,0	1,9	11,8
Фон + Регоплант + Плантафол	8,88	13,9	0,4	77,3	7,0
Разница с контролем	1,0	1,8	0,1	0,4	0,3
%	13,3	15,2	17,1	0,6	4,4
НСР ₀₅ (т/га)	0,21				

Увеличился выход переваримого протеина у гибрида Родник 292 МВ на 0,2 т/га или 63,2%, для гибрида Диана МВ 0,19 т/га или 70,7% при применении стимулятора роста растений Регоплант. С применением комплексного водорастворимого удобрения Плантафол разница с контролем у гибрида Родник 292 МВ была на отметке – 0,1 т/га или 36,8%, у гибрида Диана МВ – 0,13 т/га или 39,0%. При совместном применении стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Плантафол показатели были ниже и составили для Родника 292 МВ 0,04 т/га или 13,2% и для Диана МВ – 0,06 т/га или 17,1%.

Содержание крахмала на контроле у среднераннего гибрида Родник 292 МВ составило 75,5%, у гибрида Диана МВ – 76,9%.

Содержание белка на контроле у обоих гибридов достигало соответственно 7,5 и 6,7%. Применение стимулятора роста растений Регоплант увеличивало белковость у гибрида Родник 292 МВ на 1,4%, у гибрида Диана МВ на 2,0%.

На варианте опыта с применением комплексного водорастворимого удобрения Плантафол разница с контролем у гибрида Родник 292 МВ составила 1,0%, у гибрида Диана МВ 0,8%.

Выводы. 1. Применение стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Плантафол увеличивало высоту растения на 3,7%, длину початка на 10,6-13,5%, количество зёрен в початке на 24,2-26,3%, массу зерна с одного початка на 15,8-35,9% и массу 1000 зёрен на 7,5-9,4%.

2. Использование стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Плантафол позволяет максимально увеличивать урожайность, которая составила у гибрида Родник 292 МВ

8,16-8,96 т/га, а у гибрида Диана МВ 10,0-10,32 т/га, где сбор кормовых единиц достигал 12,6-13,8 т/га для гибрида Родник 292 МВ и 15,7-16,1 т/га для гибрида Диана МВ.

3. Применение стимулятора роста растений Регоплант и комплексного водорастворимого удобрения Плантафол на посевах гибридов кукурузы Родник 292 МВ и Диана МВ повысила белковость. Содержание белка выросло у кукурузы гибрида Родник 292 МВ до 13,2-18,4%, у гибрида Диана МВ до 11,8-29,4%.

Список литературы

1. Гуляжинов И. Х., Шибзухов З. Г. С. Влияние биопрепаратов на посеvy сахарной кукурузы в условиях КБР // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. Сборник статей. Москва, 2023. С. 212–216. EDN: ТВІРХО
2. Влияние биопрепаратов на выживаемость и продуктивность сахарной кукурузы в условиях предгорной зоны КБР / З. С. Шибзухов, А. Ю. Кишев, З. С. Шибзухова, И. Х. Гуляжинов, Е. Г. Якушенко // Научно-технический и социально-экономический потенциал развития АПК РФ: материалы Всероссийской научно-практической конференции имени Заслуженного деятеля науки КБР, Заслуженного агронома РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора М. Х. Ханиева. Часть 1. Нальчик, 2022. С. 334–337. EDN: MIPLJN
3. Василенко Р. Н. Продуктивность кукурузы на зерно в зависимости от использования биологически активных препаратов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 4(20). С. 115–118.
4. Разработка элементов технологии возделывания кукурузы в условиях КБР / И. М. Ханиева, Ю. М. Шогенов, З. С. Шибзухов, Т. С. Виндугов, А. Б. Забаков // Перспективные инновационные проекты молодых ученых: материалы X Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2023. С. 180–186.
5. Совершенствование элементов технологии возделывания сахарной кукурузы в Кабардино-Балкарской республике / И. М. Ханиева, З. Г. С. Шибзухов, Р. А. Тиев, А. Р. Саболиров, И. Р. Тхамокова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий: сб. науч. тр. по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 105-летию Горского ГАУ. Владикавказ, 2023. С. 218–221. EDN: AOEZXG
6. Величина и качество урожая кукурузы в зависимости от обеспеченности элементами минерального питания / А. Ю. Кишев, З. С. Шибзухов, М. И. Езиев, К. З. Бербеков // Современный взгляд на развитие АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. науч. тр. по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2023. С. 80–84. EDN: MTDZMC
7. Агрехимическое обеспечение посевов кукурузы в условиях КБР / А. Ю. Кишев, З. С. Шибзухов, М. И. Езиев, А. Х. Эржибов // Современный взгляд на развитие АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2023. С. 85–90. EDN: IXSCEW
8. Эффективность применения баковых смесей для защиты сахарной кукурузы от вредителей / Ханиева И. М., Шибзухов З. Г. С., Кашуков М. В., Магомедов К. Г., Бозиев А. Л. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 3. С. 24–27. DOI: 10.31857/2500-2082/2023/3/24-27. EDN: QNGJNJ
9. Продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы на зерно в зависимости от минеральных удобрений и микроэлементов в условиях КБР / И. М. Ханиева, Ю. М. Шогенов, З. Г. С., Шибзухов, Х. Т. Ногмов, Т. А. Коков // International Agricultural Journal. 2023. Т. 66. № 3. DOI: 10.55186/25876740_2023_7_3_8. EDN: JCEYXL
10. Адиньяев Э. Д., Абаев А. А., Адаев Н. Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Грозный: Издательство ЧГУ, 2012. 345 с. EDN: YRJABD

11. Ханиева И. М., Бекузарова С. А., Апажев А. К. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур и расчет экономической эффективности внесения удобрений. Нальчик, 2019. 251 с. EDN: JIJHBX

References

1. Gulyazhinov I.Kh., Shibzukhov Z.G.S. The influence of biological products on sweet corn crops in the KBR. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya molodykh uchonykh i spetsialistov, posvyashchonnaya 180-letiyu so dnya rozhdeniya K.A. Timiryazeva. Sbornik statey*. [International scientific conference of young scientists and specialists, dedicated to the 180th anniversary of the birth of K.A. Timiryazev. Digest of articles]. Moscow, 2023. Pp. 212–216. (In Russ.). EDN: TBIPXO

2. Shibzukhov Z.S. [et al.]. The influence of biological products on the survival and productivity of sweet corn in the foothill zone of the KBR. *Nauchno-tehnicheskii i sotsial'no-ekonomicheskii potentsial razvitiya APK RF: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii imeni Zasluzhennogo deyatelya nauki KBR, Zasluzhennogo agronoma RF, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora M.Kh. Khanieva. Chast' 1*. [Scientific and Technical and socio-economic potential for the development of the agro-industrial complex of the Russian Federation: materials of the All-Russian scientific and practical conference named after the Honored Scientist of the Kabardino-Balkarian Republic, Honored Agronomist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor M.Kh. Khaniev. Part 1]. Nalchik, 2022. Pp. 334–337. (In Russ.). EDN: MIPLJN

3. Vasilenko R.N. Productivity of corn for grain depending on the use of biologically active preparations. *Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives*. 2018;4(20):115–118. (In Russ.)

4. Khanieva I.M. *Perspektivnyye innovatsionnyye proyekty molodykh uchonykh: materialy X Vserossiyskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchonykh* [Development of elements of technology for cultivating corn in the KBR. Perspective innovative projects of young scientists: materials X All-Russian conference of students, graduate students and young scientists]. 2023. Pp. 180–186. (In Russ.)

5. Khanieva I.M. [et al.]. Improving the elements of technology for cultivating sweet corn in the Kabardino-Balkarian Republic. *Nauchnoye obespecheniye ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa gornykh i predgornykh territoriy: sb. nauch. tr. po materiam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennaya 105-letiyu Gorskogo GAU*. [Scientific support sustainable development of the agro-industrial complex of mountain and foothill territories: a collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 105th anniversary of Gorsky State Agrarian University]. Vladikavkaz, 2023. Pp. 218–221. (In Russ.). EDN: AOEZYG

6. Kishev A.Yu. [et al.]. The size and quality of corn harvest depending on the supply of mineral nutrition elements. *Sovremennyy vzglyad na razvitiye APK: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sb. nauch. tr. po materialam Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Modern view on the development of the agro-industrial complex: current issues, achievements and innovation: a collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik, 2023. Pp. 80–84. (In Russ.). EDN: MTDZMC

7. Kishev A.Yu. [et al.]. Agrochemical support for corn crops in the KBR. *Sovremennyy vzglyad na razvitiye APK: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii. Sbornik nauchnykh trudov po materialam Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern view on the development of the agro-industrial complex: current issues, achievements and innovations. Collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik, 2023. Pp. 85–90. (In Russ.). EDN: IXSCEW

8. Khanieva I.M. [et al.]. Efficiency of using tank mixtures to protect sweet corn from pests. *Vestnik of the Russian science*. 2023;(3):24–27. (In Russ.). DOI: 10.31857/2500-2082/2023/3/24-27. EDN: QNGJNJ

9. Khanieva I.M. [et al.]. Productivity of early-maturing corn hybrids for grain depending on mineral fertilizers and microelements in the conditions of the KBR. *International Agricultural Journal*. 2023;66(3). (In Russ.). DOI: 10.55186/25876740_2023_7_3_8. EDN: JCEYXL

10. Adinyaev E.D., Abaev A.A., Adaev N.L. *Uchebno-metodicheskoye rukovodstvo po provedeniyu issledovaniy v agronomii*. [Educational and methodological guidelines for conducting research in agronomy]. Grozny: Izdatel'stvo CHGU, 2012. 345 p. (In Russ.). EDN: YRJABD

11. Khanieva I.M., Bekuzarova S.A., Apazhev A.K. *Bioenergeticheskaya otsenka tekhnologiy vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i raschet ekonomicheskoy effektivnosti vneseniya udobreniy* [Bioenergy assessment of technologies for cultivating agricultural crops and calculation of the economic efficiency of fertilizing]. Nalchik. 2019. 251 p. EDN: JIJHBX

Сведения об авторах

Сычев Виктор Григорьевич – доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заведующий лабораторией географической сети опытов, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», SPIN-код: 9390-4628

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

Шогенов Юрий Мухамедович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710

Кашева Карина Зауровна – аспирант кафедры «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова».

Information about the authors

Viktor G. Sychev – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Geographic Network of Experiments, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov, SPIN-code: 9390-4628

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

Yuri M. Shogenov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5840-7710

Karina Z. Kasheva – postgraduate student of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 08.05.2024;
одобрена после рецензирования 27.05.2024;
принята к публикации 07.06.2024.*

*The article was submitted 08.05.2024;
approved after reviewing 27.05.2024;
accepted for publication 07.06.2024.*

Научная статья
УДК 635.152:631.82
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-34-40

Продуктивность сахарной кукурузы при различном фоне минерального питания с использованием стимуляторов роста растений

Залим-Гери Султанович Шибзухов

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030
konf07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

Аннотация. В условиях Кабардино-Балкарской республики сахарная кукуруза считается относительно новой культурой. Тем не менее, до сих пор нет единой оптимизированной технологии ее возделывания. В связи с этим нами поставлена цель: оптимизировать технологию выращивания сахарной кукурузы и повысить ее продуктивность с помощью универсальных стимуляторов, зарекомендовавших себя при производстве зерновых и овощных культур. В ходе полевого эксперимента было установлено воздействие стимуляторов на фоне внесения минеральных удобрений. При каждом варианте рекомендуемых доз минерального питания использовали стимуляторы и изучали их действие на показатели продуктивности сахарной кукурузы. При недостаточной интенсификации продуктивность сахарной кукурузы может снизиться на 60 и более процентов. В наших опытах продуктивность кукурузы различалась и зависела от фона минерального питания и применения стимуляторов. Действие стимуляторов на продуктивность растений показывала положительную динамику. Масса одного початка на контрольном варианте (вода) была наименьшей, но от действия стимуляторов наблюдался существенный прирост показателей продуктивности. Применение удобрений и стимуляторов позволили существенно увеличить рост продуктивности сахарной кукурузы. Также нами были проведены опыты по определению выхода зерна с початка. Этот показатель один из важных при формировании урожайности продукции. Максимальные значения также достигали при повышенном фоне минерального питания с применением Альфастим 88,7%. Изучаемые препараты прекрасно себя зарекомендовали при разных фонах минерального питания. Наиболее эффективным препаратом в опытах был Альфастим. Использование этого препарата лучше всех на растениях сахарной кукурузы повышает продуктивность и выход зерна на любом фоне минерального питания.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, микробиологические препараты, продуктивность, диаметр початка, выход зерна

Для цитирования. Шибзухов З.-Г.С. Продуктивность сахарной кукурузы при различном фоне минерального питания с использованием стимуляторов роста растений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова 2024. № 2(44). С. 34–40.
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-34-40

Original article

Productivity of sweet corn under different backgrounds of mineral nutrition using plant growth stimulants

Zalim-Geri S. Shibzukhov

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030
konf07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

Abstract. In the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic, sweet corn is considered a relatively new crop. However, there is still no single optimized technology for its cultivation. In this regard, we have set a goal: to optimize the technology for growing sweet corn and increase its productivity with the help of universal stimulants that have proven themselves in the production of grain and vegetable crops. During a field experiment, the effect of stimulants was established against the background of the application of mineral fertilizers. For each variant of the recommended doses of mineral nutrition, stimulants were used and their effect on the productivity of sweet corn was studied. With insufficient intensification, sweet corn productivity can drop by 60 percent or more. In our experiments, the productivity of corn varied and depended on the background of mineral nutrition and the use of stimulants. The effect of stimulants on plant productivity showed positive dynamics. The weight of one cob in the control variant (water) was the smallest, but a significant increase in productivity indicators was observed from the action of stimulants. The use of fertilizers and stimulants has significantly increased the productivity of sweet corn. We also conducted experiments to determine the yield of grain from the cob. This indicator is one of the important ones in determining product yield. The maximum values were also reached with an increased background of mineral nutrition with the use of Alfastim 88.7%. The studied drugs have proven themselves to be excellent under different backgrounds of mineral nutrition. The most effective drug in the experiments was Alfastim. The best use of this drug on sweet corn plants increases productivity and grain yield on any background of mineral nutrition.

Keywords: sweet corn, microbiological preparations, productivity, cob diameter, grain yield

For citation. Shibzukhov Z.-G.S. Productivity of sweet corn under different backgrounds of mineral nutrition using plant growth stimulants. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):34–40. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-34-40

Введение. Одним из ценных овощных культур, признанной во всем мире является сахарная кукуруза.

Технология производства сахарной кукурузы отличается от кормовой или зубовидной кукурузы. Сахарную кукурузу не следует выращивать в зонах, где не предусмотрено орошение и низкая влагообеспеченность почвы [1–3]. В Кабардино-Балкарии наиболее подходящие условия для ее возделывания в предгорной зоне. В республике сахарная кукуруза считается новой культурой, хотя ее возделывают уже больше 10 лет. Тем не менее, до сих пор нет единой оптимизированной технологии ее возделывания [4–6]. В связи с этим нами поставлена цель: оптимизировать технологию выращивания сахарной кукурузы и повысить ее продуктивность с помощью стимуляторов, зарекомендовавших себя при производстве зерновых и овощных культур. В связи с этим поставлены следующие задачи:

1) изучить изменения структуры початка сахарной кукурузы в зависимости от применения минеральных удобрений, а так же стимуляторов;

2) установить продуктивность гибрида сахарной кукурузы Алина при совместном

применении минеральных удобрений и стимуляторов.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевые опыты проведены в 2022–2023 гг. в хозяйстве «Юг-Агро». Агрохимические показатели опытного участка были следующими: гумуса в пахотном слое – 3,3%, общий азот – 0,28%, реакция почвенного раствора нейтральная (рН 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы (по Чирикову), обеспеченность обменным калием 15–17 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу почва относится к тяжелосуглинистым. Содержание в ней физической глины составляет 55%. Площадь делянок в полевом опыте – 100 м². Повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Объектом исследования выбрали районированный гибрид сахарной кукурузы Алина. Минеральные удобрения брали из расчета рекомендуемых производителями доз: N₁₆₀P₆₀K₃₅, N₁₈₀P₈₀K₄₅. Использовали стимуляторы: Альфастим – 50 мл/10 л., Новосил – 30 мл/10 л., ими обрабатывали семена сахарной кукурузы перед посевом.

В ходе полевого эксперимента было установлено воздействие стимуляторов на фоне

внесения минеральных удобрений. При каждом варианте минерального питания использовали стимуляторы и изучали их действие на показатели продуктивности сахарной кукурузы.

Полевые исследования проводили по методике Доспехова Б.А.

Результаты исследования. Зубовидная кукуруза довольно пластичная и не прихотливая культура, чего не скажешь про сахарную кукурузу [7]. При недостаточной интенсификации продуктивность сахарной кукурузы может упасть на 60 и более процентов [8–10]. В наших опытах продуктивность кукурузы различалась и зависела от фона минерального питания и применения стимуляторов.

Данные, приведенные в таблице 1, по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность сахарной кукурузы показывают, что при применении минеральных

удобрений количество початков на растениях заметно увеличивается (на 1,5-2 шт./10 растений). Количество початков, как и ожидалось, было ниже на контрольном варианте без удобрений. При дозе удобрения $N_{180}P_{80}K_{45}$ формировалось початков больше, чем при фоне $N_{160}P_{60}K_{35}$. Удобрения вносились дробно, часть под зяблевую вспашку (70% от общего количества) и в качестве подкормки того же состава удобрения в фазе 3-4 листьев (оставшиеся 30%).

Масса одного початка в наших опытах (в среднем 199 г.) зависела от количества початков на одном растении, где, чем початков меньше, масса была больше, а выход зерна, естественно, от массы початка. При этом надо отметить, что сахарная кукуруза на всех фонах минерального питания, при применении стимулятора Альфастим показывала наибольшую продуктивность (табл. 1).

Таблица 1. Продуктивность сахарной кукурузы Алина в зависимости от фона минерального питания и стимуляторов, среднее за 2022-2023 гг.

Table 1. Productivity of Alina sweet corn depending on the background of mineral nutrition and stimulants average for 2022-2023

Питание		Количество початков на 10 растений, шт.	Масса, г		Выход зерна, %
минеральные удобрения	стимуляторы		початка	зерна 1 початка	
Контроль	Вода	11,2	190	148	76,6
	Новосил	12,0	195	156	81,0
	Альфастим	12,9	199	157	83,7
$N_{160}P_{60}K_{35}$	Вода	11,5	190	156	82,1
	Новосил	11,9	194	157	84,3
	Альфастим	12,6	199	159	86,7
$N_{180}P_{80}K_{45}$	Вода	12,0	197	163	83,1
	Новосил	13,0	201	168	87,5
	Альфастим	13,8	208	170	88,7
НСР ₀₅		2,4	–	–	–

Действие стимуляторов на продуктивность растений показывала положительную динамику. Масса одного початка на контрольном варианте (вода) была наименьшей, но от применения стимуляторов наблюдался существенный прирост показателей продуктивности. Применение удобрений и стимуляторов позволили существенно увеличить

рост продуктивности сахарной кукурузы. Также нами были проведены опыты по определению выхода зерна с початка. Этот показатель один из важных при формировании урожайности продукции. Максимальные значения также достигали при повышенном фоне минерального питания с применением Альфастим 88,7%.

Следующим этапом наших исследований было изучение структуры початков сахарной кукурузы на фоне минерального питания и стимуляторов.

Результаты опыта показывают, что минеральные удобрения способствовали увеличению количества зерен в початке, а также увеличился диаметр початка и ее длина. Применение препаратов на контрольном варианте без удобрений способствовало увеличению длины початка на 1,5 см и диаметра початка на 0,16 см. При использовании стимуляторов совместно с минеральными удобрениями эффект был еще выше. Количество зерен в початке на первом варианте без удобрений и на воде показало результат 692 шт. На фоне $N_{160}P_{80}K_{45}$ без препаратов 716 шт., при $N_{180}P_{80}K_{45}$ количество достигло

722 шт. Таким образом, увеличение содержания элементов питания способствует увеличению зерен в початке.

Влияние стимуляторов было благотворным и ощутимым в исследованиях. Также препараты показали наибольшую эффективность при совместном их применении с минеральными удобрениями. Установлено, что показатели структуры початка достигали наибольших результатов в опыте в вариантах с Альфастим. Так, при максимальном фоне минерального питания масса 1000 зерен без препаратов была на уровне 228 г. Использование Новосил увеличило массу до 235 г., а максимальное значение в исследованиях получили при Альфастим и составило 267 г. (табл. 2).

Таблица 2. Влияние структуры початков сахарной кукурузы от минерального питания и стимуляторов, среднее за 2022-2023 гг.

Table 2. Effect of sweet corn cob structure from mineral nutrition and stimulants, average for 2022-2023

Питание		Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г
минеральные удобрения	стимуляторы				
Контроль	Вода	17,8	4,51	692	201
	Новосил	18,9	4,65	722	215
	Альфастим	19,3	4,67	727	224
$N_{160}P_{60}K_{35}$	Вода	19,0	4,62	716	214
	Новосил	20,5	4,78	721	234
	Альфастим	22,9	4,84	734	251
$N_{180}P_{80}K_{45}$	Вода	20,5	4,69	722	228
	Новосил	22,4	4,81	741	235
	Альфастим	23,6	4,86	756	267

Снижение выхода зерна с одного початка при применении удобрений или препаратов не наблюдалось. На продуктивность зерна благотворно влияли все изучаемые препараты и минеральные удобрения. Чем выше концентрация минерального питания в опытах, тем выше показатели продуктивности сахарной кукурузы. Внесение больших доз минерального питания при возделывании пищевой кукурузы не рекомендуется, так как растения могут накапливать нитраты, поэто-

му стимуляторы призваны помочь в увеличении урожайности зерна с минимальным внесением или полным отсутствием минерального питания.

Во всех вариантах опыта Альфастим показал себя как наиболее эффективный препарат, после применения которого достигается наибольшее значение в структуре урожая сахарной кукурузы.

Выводы. Применение минеральных удобрений остается основой для получения

стабильно высоких урожаев зерна сахарной кукурузы. Высокие дозы минерального питания способствуют увеличению показателей структуры урожая, но нужно соблюдать осторожность и не допускать накопления нитратов. Использование стимуляторов дало хорошие результаты в наших опытах, но при совместном применении с минеральными удобрениями эффект заметно повышается. Изучаемые препараты прекрасно себя зарекомендовали при разных фонах минерального питания. Наиболее эффективным препа-

ратом в опытах был Альфастим. Использование этого препарата лучше всех на растениях сахарной кукурузы повышает продуктивность и выход зерна на любом фоне минерального питания.

Таким образом, использование стимуляторов роста растений в технологии выращивания сахарной кукурузы полностью себя оправдывает и рекомендуется для применения совместно с минеральными удобрениями в условиях предгорной зоны КБР.

Список литературы

1. Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г.С. Урожайность гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии в зависимости от сортовых особенностей и сроков посева // Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития: материалы Международной научно-практической конференции НИЦ «Поволжская научная корпорация». Самара, 2017. С. 162–164. EDN: YNBMZP
2. Шогенов Ю. М., Шибзухов З. С., Эльмесов С. Б., Виндугов Т. С. Продолжительность межфазных периодов и ростовые процессы в зависимости от приемов возделывания в условиях Кабардино-Балкарии // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой году экологии в России. Солёное Займище, 2017. С. 344–346. EDN: ZTKHWL
3. Саболиров А. Р., Кашева К. З., Джуртубаев А. Н., Коков Т. А., Ханиева И. М. Эффективность возделывания гибридов кукурузы в зависимости от применения регуляторов роста // Абдулбасировские чтения: материалы II Республиканской научно-практической конференции. Махачкала, 2023. С. 146–152. EDN: SNHLXY
4. Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Балкарова Т.А. Продуктивность и качество зерна гибридов кукурузы в зависимости от препаратов роста в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессора Б. Х. Фиапшеву. Нальчик, 2023. С. 50–54. EDN: OZMLLX
5. Забаков А. Б., Джуртубаев А. Н., Бейтуганов И. Р., Бекалдиева Н. М., Коков Т. А. Разработка и внедрение инновационных технологий выращивания гибридов кукурузы в КБР // Молодые исследователи - современной России: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, 2022. С. 129–136. EDN: IENHJM
6. Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Забаков А. Б., Джуртубаев А. Н., Коков Т. А. Эффективность применения комплексных удобрений при возделывании кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VII Международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2022. С. 221–225. EDN: QGCWEN
7. Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г.С. Зависимость структуры урожая гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии от сортовых особенностей и обработки стимуляторами // Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития: материалы Международной научно-практической конференции НИЦ «Поволжская научная корпорация». Самара, 2017. С. 159–162. EDN: YNBMYX
8. Бекалдиева Н. М., Тутов А. А., Забаков А. Б., Бейтуганов И. Р., Джуртубаев А. Н. Особенности применения регуляторов роста на посевах кукурузы в КБР // Мой выбор – наука: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, 2022. С. 237–242. EDN: UPPKBQ
9. Шогенов Ю. М., Ханиева И. М., Бозиев А. Л., Джуртубаев А. Н., Таумурзаева Ф. Д. Действие комплексных удобрений на посевах кукурузы в предгорной зоне КБР // Наука, образование и иннова-

ции для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VII Международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2022. С. 251–254. EDN: GGFAOA

10. Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Бербеков К. З. Увеличение урожайности и качество зерна кукурузы при применении биопрепаратов в КБР // Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых: материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения Альбенского А. В. Волгоград, 2019. С. 438–439.

References

1. Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.-G.S. Productivity of corn hybrids in Kabardino-Balkaria depending on varietal characteristics and sowing dates. *Tekhnologii, instrumenty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii NITS «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya»* [Technologies, tools and mechanisms of innovative development: materials of the International scientific and practical conference of the Volga Scientific Corporation Research Center]. Samara, 2017. Pp. 162–164. (In Russ). EDN: YNBMZP

2. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S., Elmesov S.B., Vindugov T.S. Duration of interphase periods and growth processes depending on cultivation methods in the conditions of Kabardino-Balkaria. *Nauchno-prakticheskiye puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsial'no-ekonomicheskoye obespecheniye sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchonnoy godu ekologii v Rossii* [Scientific and practical ways to increase environmental sustainability and social -economic support of agricultural production: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the year of ecology in Russia]. Solenoye Zaimishche, 2017. Pp. 344–346. (In Russ). EDN: ZTKHWL

3. Sabolirov A.R., Kasheva K.Z., Dzhurtubaev A.N., Kokov T.A., Khanieva I.M. Efficiency of cultivation of corn hybrids depending on the use of growth regulators. *Abdulbasirovskiy chteniye: materialy II Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Abdulbasirov readings: materials of the II Republican scientific and practical conferences]. Makhachkala, 2023. Pp. 146–152. (In Russ). EDN: SNHLXY

4. Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Balkarova T.A. Productivity and quality of grain of corn hybrids depending on growth preparations in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Sel'skokhozyaystvennoye zemlepol'zovaniye i prodovol'stvennaya bezopasnost': materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya professora B. KH. Fiapshevu* [Agricultural land use and food security: materials of the IX International scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the Russian Federation, Kabardino-Balkarian Republic, the Republic of Adygea, Professor B.Kh. Fiapshev. Nalchik, 2023. Pp. 50–54. (In Russ). EDN: OZMLLX

5. Zabakov A.B., Dzhurtubaev A.N., Beytuganov I.R., Bekaldieva N.M., Kokov T.A. Development and implementation of innovative technologies for growing corn hybrids in the KBR. *Molodyye issledovateli – sovremennoy Rossii: sbornik statey Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa* [Young researchers – modern Russia: collection of articles of the International research competition]. Petrozavodsk, 2022. pp. 129–136. (In Russ). EDN: IEHHJM

6. Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Zabakov A.B., Dzhurtubaev A.N., Kokov T.A. Efficiency of using complex fertilizers when cultivating corn in the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Nauka, obrazovaniye i innovatsii dlya APK: sostoyaniye, problemy i perspektivy: materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy onlayn-konferentsii*. [Science, Education and Innovation for the agro-industrial complex: state, problems and prospects: materials of the VII International scientific and practical online conference]. Maykop, 2022. Pp. 221–225. (In Russ). EDN: QGCWEN

7. Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.-G.S. Dependence of the yield structure of corn hybrids in Kabardino-Balkaria on varietal characteristics and treatment with stimulants. *Tekhnologii, instrumenty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii NITS «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya»* [Technologies, tools and mechanisms of innovative development: materials of the International Scientific and Practical Conference of the Volga Scientific Corporation Research Center]. Samara, 2017. Pp. 159–162. (In Russ). EDN: YNBMXY

8. Bekaldieva N.M., Tutov A.A., Zabakov A.B., Beytuganov I.R., Dzhurtubaev A.N. Features of the use of growth regulators on corn crops in the KBR. *Moy vybor – nauka: sbornik statey Mezhdunarodnogo*

nauchno-issledovatel'skogo konkursa [My choice is science: a collection of articles of the International Scientific – research competition]. Petrozavodsk, 2022. Pp. 237–242. (In Russ). EDN: UPPKBQ

9. Shogenov Yu.M., Khanieva I.M., Boziev A.L., Dzhurtubaev A.N., Taumurzaeva F.D. Effect of complex fertilizers on corn crops in the foothill zone of the KBR. *Nauka, obrazovaniye i innovatsii dlya APK: sostoyaniye, problemy i perspektivy: materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy onlayn-konferentsii*. [Science, education and innovations for the agro-industrial complex: state of the art, problems and prospects: materials of the VII International Scientific and Practical Online Conference]. Maykop, 2022. Pp. 251–254. (In Russ). EDN: GGFAOA

10. Kisev A.Yu., Khanieva I.M., Berbekov K.Z. Increasing the yield and quality of corn grain when using biological products in the KBR. *Ekologiya i melioratsiya agrolandshaftov: perspektivy i dostizheniya molodykh uchenykh: materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 120-letiyu so dnya rozhdeniya Al'benskogo A.V.* [Ecology and reclamation of agricultural landscapes: prospects and achievements of young scientists: materials of the VII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, dedicated to the 120th anniversary of the birth of A.V. Albensky. Volgograd, 2019. Pp. 438–439. (In Russ)

Сведения об авторе

Шибзухов Залим-Гери Султанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2455-5191

Information about the author

Zalim-Geri S. Shibzukhov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2455-5191

*Статья поступила в редакцию 16.05.2024;
одобрена после рецензирования 31.05.2024;
принята к публикации 10.06.2024.*

*The article was submitted 16.05.2024;
approved after reviewing 31.05.2024;
accepted for publication 10.06.2024.*

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства

Private Animal Husbandry, Feeding, Feed Preparation
and Livestock Production Technologies

Научная статья

УДК 636.082.474:636.085

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-41-49

Продуктивные качества цыплят-бройлеров
при использовании гумата натрия

Ринат Равилович Гадиев^{✉1}, Альфия Равильевна Гайфуллина²

Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, Россия, 450001

^{✉1}rgadiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0727-312X>

²alfiya.gayfullina.1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4770-8527>

Аннотация. Исследование проводилось на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308», которое направлено на конкретное изучение таких процессов как рост, а также развитие исследуемой птицы при включении в рацион соответствующих дозировок гумата натрия. В результате проведенных научных экспериментальных опытов установлено, что наиболее оптимальная дозировка данного включения составляет 200-250 мг на 1 кг комбикорма, которая дает наиболее существенные прогрессивные значения основных параметров учета птицы. Введение гумата натрия положительно повлияло на критерии роста, в частности, на живую массу и связанные с этим показатели прироста цыплят. Используемая кормовая добавка в рационе сельскохозяйственной птицы предоставляет возможность снизить уровень падежа поголовья цыплят-бройлеров, вследствие чего происходит повышение рентабельных значений производства мяса птицы на птицеводческом предприятии. Изученные данные позволяют с уверенностью сказать, что подобранные биологически активные соединения повышают уровень протеина в мышечной ткани, что в целом положительно влияет на белковый обмен в организме цыплят-бройлеров. По результатам проведенных исследований установлено, что кормовая добавка гумат натрия в долевом значении 250 мг на 1 кг основного корма улучшило сохранность поголовья, живую массу и эффективность производства мяса цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кросс «Росс-308», живая масса, сохранность поголовья, гумат натрия, рентабельность

Для цитирования. Гадиев Р. Р., Гайфуллина А. З. Продуктивные качества цыплят-бройлеров при использовании гумата натрия // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 41–49. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-41-49

Original article

Productive qualities of broiler chickens using sodium humate

Rinat R. Gadiev^{✉1}, Alfiya R. Gayfullina²

Bashkir State Agrarian University, 34, 50th anniversary of October Street, Ufa, Russia, 450001

^{✉1}rgadiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0727-312X>

²alfiya.gayfullina.1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4770-8527>

Abstract. The experimental part of our research was carried out on broiler chickens of the "Ross-308" cross. These studies are aimed at specifically studying processes such as growth and development of the studied poultry when sodium humate is included in the diet in appropriate dosages. As a result of scientific experimental experiments, we were able to establish the following that the most optimal dosage of this inclusion is 200-250 mg per 1 kg of feed, which gives the most significant progressive values of the main parameters of poultry accounting. The introduction of sodium humate had a positive effect on growth criteria, in particular on live weight and related growth indicators of chickens. The feed additive used in the diet of poultry provides an opportunity to reduce the mortality rate of broiler chickens and thereby increases the cost-effective production of poultry meat at a poultry enterprise. The studied data allow us to say with confidence that the selected biologically active compounds increase the level of protein in muscle tissue, which generally has a positive effect on protein metabolism in the body of broiler chickens. Based on the results of the studies, it was established that the feed additive sodium humate in a fractional value of 250 mg per 1 kg of main feed improved the safety of livestock, live weight and the efficiency of meat production of broiler chickens.

Keywords: broiler chickens, "Ross-308" cross, live weight, livestock safety, sodium humate, profitability

For citation. Gadiev R.R., Gayfullina A.R. Productive qualities of broiler chickens using sodium humate. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):41–49. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-41-49

Введение. Применение кроссов и гибридов птицы с большим потенциалом роста и развития, а также энергоёмкие методы выращивания цыплят-бройлеров позволяют осуществлять совершенствование мясного птицеводства [1].

Способы разведения цыплят, которые отличаются высокой производительностью, позволяют добиваться максимальных уровней значений основных критериев [2].

Учитывая тот факт, что всё современное птицеводство имеет высокий промышленный уровень, появляется возможность использования автоматизированных систем содержания и ухода за сельскохозяйственной птицей [3].

Современное российское производство мяса птицы имеет ряд направленностей, которые обеспечивают продовольственную безопасность нашей Родины, в частности происходит обеспечение населения мясными изделиями на высоком уровне [4].

Ученые-исследователи определили, что продуктивные качества птицы зависят не

только от баланса основных питательных компонентов кормового рациона, таких как ЭЖЕ и переваримый протеин, но и в целом от совокупности биологически активных веществ, а также от включенных в рацион дополнительных добавок [5, 6].

На нынешнем этапе производства мяса птицы особое место отводится натуральным стимулирующим веществам рациона, усиливающим процессы выделения основных секретов живого организма. В таком случае происходит более быстрый метаболизм, способствующий избавлению от вредных веществ и токсинов [7].

После отмирания растений и последующего образования гумия образуются так называемые гуминовые соединения – это кладезь органических и биологических компонентов. В составе торфа и угля данные соединения содержатся в большом количестве [8]. Изучаемая нами кормовая добавка гумат натрия – также добыта из бурого угля. По своему составу она состоит на 86,5% из ор-

ганического вещества и на 13,5% из золы. Последняя, в свою очередь, включает в себя 0,4% Fe, 0,53% Ca, 0,20% Mg, 96,11% Na, 0,05% K и 0,28% S. Используемая в рационе добавка активизирует процессы белкового синтеза, что определило добавление данного препарата в рацион цыплят-бройлеров для проведения исследовательской части опыта. В связи с этим данные эксперименты являются практическими и актуальными, что и определило использование нетрадиционных, но вместе с тем натуральных добавок, включенных в основной рацион птицы [9, 10].

Цель нашего исследования – дать оценку продуктивных качеств цыплят-бройлеров при включении в состав комбикормов различных доз гумата натрия.

Для осуществления указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить продуктивные качества цыплят-бройлеров при использовании различ-

ных доз гумата натрия в составе комбикормов.

2. Выявить оптимальные дозы включения гумата натрия в состав комбикормов при выращивании цыплят-бройлеров.

3. Рассчитать экономическую эффективность использования гумата натрия при выращивании цыплят-бройлеров.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследовательская часть опыта поставлена на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308».

Для этого были сформированы 5 групп, одна из которых контрольная, остальные опытные по 120 голов в возрасте суток в каждой. Цыплята-бройлеры содержались по идентичным условиям в соответствии с рекомендациями ВНИТИП и кросса.

На рисунке 1 представлена общая схема проведенного эксперимента.

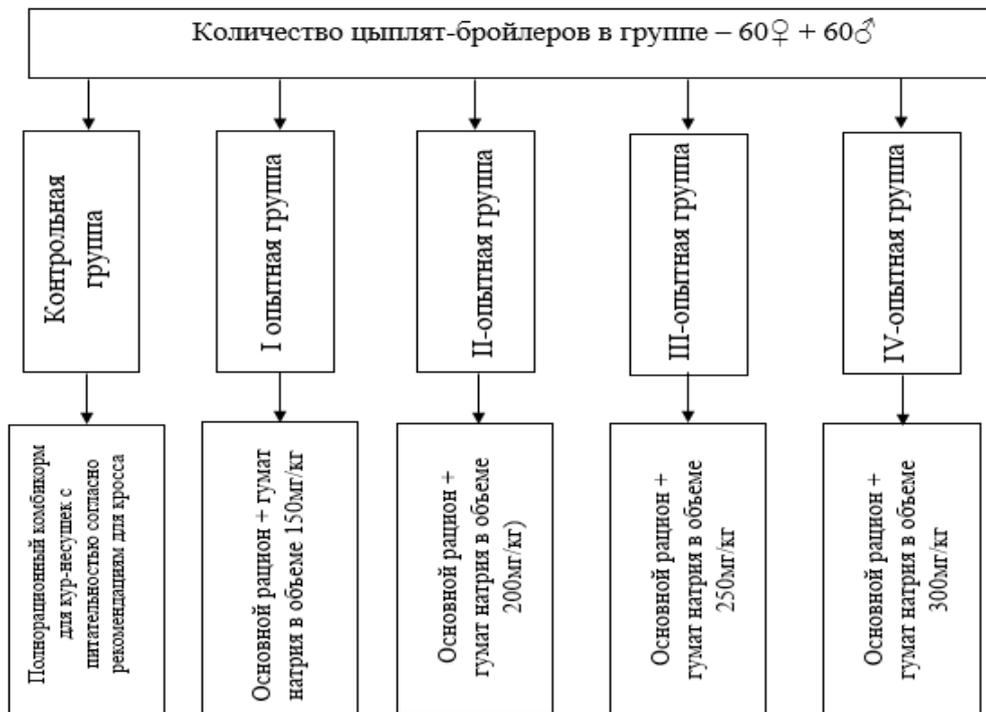


Рисунок 1. Общая схема исследования
Figure 1. General design of the study

В возрасте 10 дней птице начали включать данную добавку, которая производится из бурого угля – гумат натрия. Длительность эксперимента составила 41 день.

Нами были исследованы критерии сохранности поголовья, то есть учитывали падеж птицы ежедневно, а также изучали вес

птицы в соответствии с требованиями в возрасте суток и в дальнейшем через недельный промежуток времени на протяжении всего периода опыта. Также рассматривали расход корма за время исследования из расчета на 1 кг прироста, что определяли ежедневно по величине съеденных кормов.

Результаты исследования. Введение гумата натрия в основной рацион цыплят-бройлеров способствовало повышению продуктивных качеств (табл. 1).

Исходя из данных таблицы видно, что наилучшие результаты были получены при добавлении гумата натрия в рацион птицы с дозировкой 200 и 250 мг на 1 кг основного корма, при более подробном рассмотрении данных значений изученного пара-

метра очевидно, что цыплята из III группы превосходили контроль в возрасте 4 недель на 6,5%. В конце выращивания цыплят сохранилось то же превосходство и разница составила 89,9 г, что на 3,2 % больше. Что касается максимального введения данной добавки в рацион птицы, следует отметить, что существенных изменений на живую массу цыплят не наблюдалось.

Таблица 1. Живая масса цыплят-бройлеров, г
Table 1. Live weight of broiler chickens, g

Возраст, дней	Группа				
	контрольная	I-опытная	II-опытная	III-опытная	IV-опытная
1	43,4±0,1	43,8±0,1	43,9±0,1	44,3±0,1	43,5±0,1
7	183,9±0,4	184,1±0,5	185,6±0,4	185,7±0,4	184,5±0,5
14	533,8±5,8	534,6±6,3	537,4±6,3	537,9±6,1	536,4±6,2
21	885,7±11,2	897,3±12,3	902,7±12,6	903,6±12,4	901,3±12,5
28	1407,1±17,8	1449,8±18,9	1474,4±18,9	1480,1±18,6	1460,2±19,4
35	2451,7±19,8	2516,3±20,4	2527,8±19,3	2536,5±18,6	2504,8±18,9
41	2760,3±25,5	2821,7±27,3	2840,3±26,4	2850,2±22,9	2818,3±28,1

На рисунках 2-4 представлены данные по показателям прироста живой массы исследуемой птицы.

Наиболее значительный прирост у цыплят наблюдался при добавлении к основному корму гумата натрия в количестве 200-250 мг, по сравнению с контролем. В целом, за весь период выращивания наибольший среднесуточный прирост наблюдался в III-опытной группе и составил 68,2 г, что на 1,9 г больше, чем в контроле. Если рассматривать данные относительного прироста, то по общей картине значения соответствуют значениям других вариантов прироста. Но, в частности, наиболее высокий рассматриваемый показатель значился в опытных группах и находился в пределах 187,39-190,71%, но следует также отметить, что наиболее высокий уровень прироста наблюдался в III-опытной группе – 190,71%. Таким образом, изменения, касающиеся живой массы исследуемой птицы, были наиболее высокими в группах с дозировкой изучаемой добавки 200-250 мг.

Следовательно, по рассматриваемым выше показателям следует подчеркнуть, что введение гумата натрия положительно повлияло на критерии роста, в частности, на живую массу

и связанные с этим показатели прироста, в особенности в опытных группах II и III.

При рассмотрении сохранности птицы в таблице 2 был произведен учет поголовья с возраста, начиная с 1 до 41 дня.

На сохранность поголовья в малой доле повлияло и включение в состав кормления данной добавки. В группе с дозировкой гумата натрия 250 мг были выявлены наиболее высокие значения – 97,5%, что на 2,5% превосходило контрольные данные по изучаемому критерию. Но в целом, сохранность была достаточно высокая во всех рассматриваемых группах и входила в нормативные пределы для кросса Росс-308.

По методике ВНИТИП произвели дегустиацию мяса изучаемой птицы, оценивали по 5-балльной шкале и данные отразили в таблице 3.

На вкусовые качества мяса цыплят изучаемая добавка не оказала существенного воздействия, но следует отметить, что сочность и нежность мяса наблюдалась в опытных группах, где дозировка препарата соответствовала 200-250 мг. Также нельзя не заметить, что значение грудных мышц было наибольшим, в сравнении с ножными.

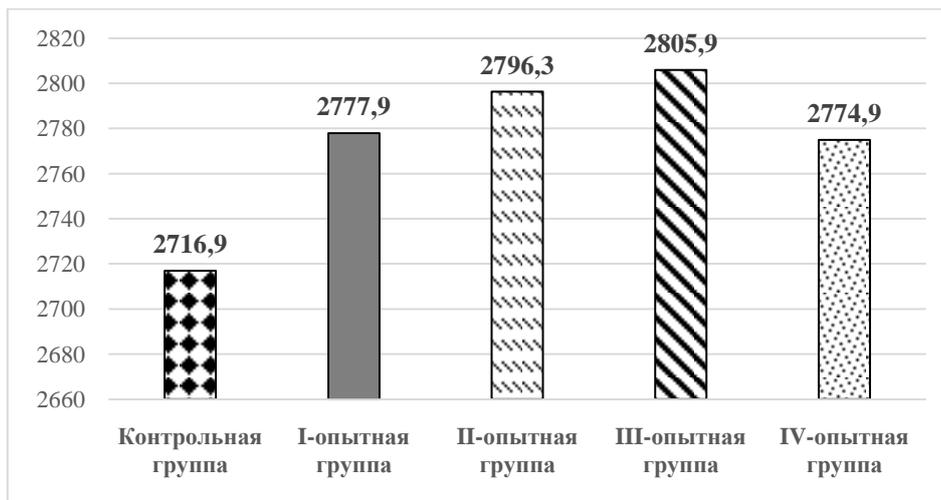


Рисунок 2. Абсолютный прирост живой массы бройлеров в возрасте от 1 до 41 дня, г
Figure 2. Absolute increase in live weight of broilers aged 1 to 41 days, g

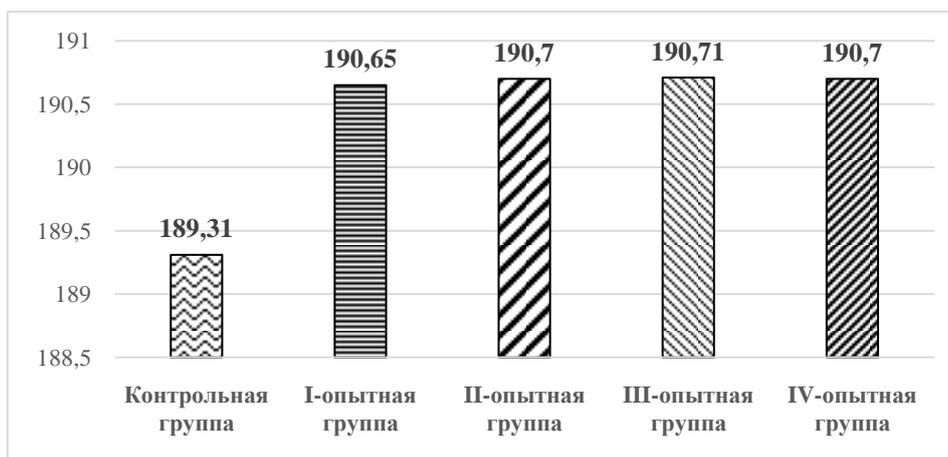


Рисунок 3. Абсолютный прирост живой массы бройлеров в возрасте от 1 до 41 дня, г
Figure 3. Absolute increase in live weight of broilers aged 1 to 41 days, g

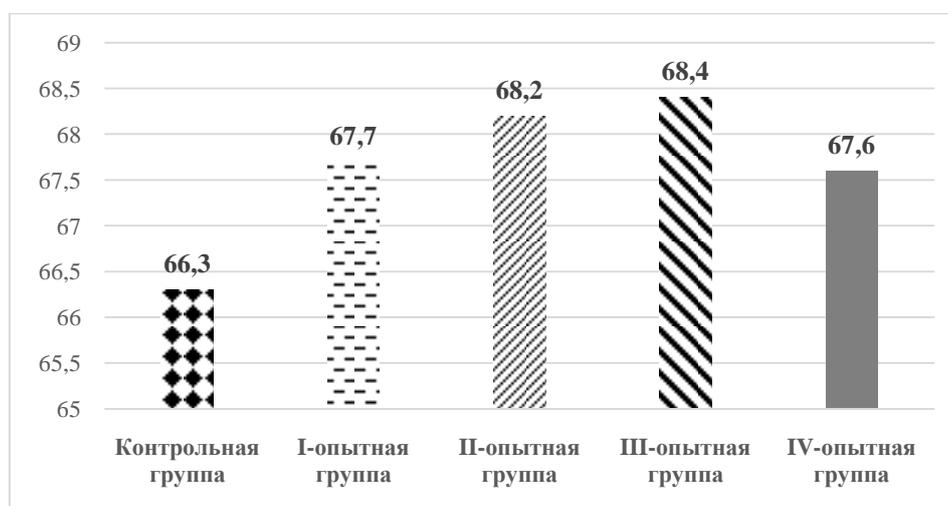


Рисунок 4. Среднесуточный прирост живой массы бройлеров в возрасте от 1 до 41 дня, г
Figure 4. Average daily increase in live weight of broilers aged 1 to 41 days, g

Таблица 2. Сохранность цыплят-бройлеров, %
Table 2. Safety of broiler chickens, %

Возраст, дней	Группа				
	контрольная	I-опытная	II-опытная	III-опытная	IV-опытная
1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
7	99,1	99,1	99,1	99,1	99,1
14	98,3	99,1	98,3	99,1	99,1
21	97,5	97,3	97,5	97,5	97,3
28	96,7	97,3	97,2	97,5	96,5
35	95,9	96,5	96,1	96,5	96,0
41	95,0	95,8	96,6	97,5	95,8

Таблица 3. Органолептическая оценка мяса бройлеров, баллов
Table 3. Organoleptic assessment of broiler meat, points

Показатель	Группа				
	контрольная	I-опытная	II-опытная	III-опытная	IV-опытная
Мясо жареное					
Грудные мышцы	4,53±0,14	4,59±0,11	4,69±0,15	4,71±0,09	4,66±0,10
Ножные мышцы	4,33±0,15	4,41±0,13	4,48±0,17	4,53±0,07	4,52±0,09
Мясо вареное					
Грудные мышцы	4,42±0,15	4,56±0,11	4,63±0,12	4,65±0,05	4,60±0,10
Ножные мышцы	4,31±0,11	4,42±0,13	4,49±0,15	4,51±0,07	4,48±0,08
Бульон	4,25±0,15	4,29±0,13	4,38±0,12	4,39±0,10	4,31±0,09
Общая оценка	4,37	4,45	4,53	4,56	4,51

Таким образом, использование гумата натрия не оказывало отрицательного действия на органолептические показатели мяса цыплят-бройлеров.

Анализируя таблицу 4, следует отметить, что максимальный выход потрошенных тушек значился в III-опытной группе. При увеличении добавки в других опытных группах изучаемые факторы незначительно изменялись по сравнению со стандартными значениями. Следует отметить, что высокий выход мяса I сорта был выявлен во 2 и 3 опытных группах и составил 70,51 и 70,68%, что на 1,5 и 1,8%, соответственно, выше, по сравнению с контрольной группой.

С увеличением дозы гумата натрия до 300 мг в кормах увеличивается и выход мяса нестандартного качества.

Следует сделать вывод, что включение изучаемой добавки в рацион цыплят с расчетом 200-250 мг на 1 кг основного корма увеличивает качество и вместе с тем сортность мяса.

В таблице 5 представлены данные по значениям рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров при использовании добавки гумата натрия.

При рассмотрении данных значений видно, что группы, характеризующиеся высоким значением сохранности птицы, а также показателями роста и развития цыплят-бройлеров и характеристиками мяса, отличались и высокими затратами производства на их содержание. Так, себестоимость мяса цыплят из контроля выше на 1,1 рубль, чем в III-опытной группе, но прибыль у данной группы больше на 62,95 рубля, чем у контрольных значений.

Таблица 4. Выход мяса и товарные качества тушек цыплят
Table 4. Meat yield and commercial qualities of chicken carcasses

Группа	Масса потрошенной тушки		Сорт мяса, %		
	г	%	1	2	Н/с
Контрольная	2042,5±11,2	74,0	69,44	27,77	2,79
I-опытная	2113,0±11,7	74,82	70,18	26,32	3,50
II-опытная	2124,4±12,1	74,90	70,51	26,93	2,56
III-опытная	2139,6±10,6	75,09	70,68	26,84	2,48
4-опытная	2086,3±11,9	74,03	70,07	26,98	2,95

Таблица 5. Эффективность применения гумата натрия при выращивании цыплят-бройлеров
Table 5. Efficiency of using sodium humate, when raising broiler chickens

Показатель	Группа				
	контрольная	I-опытная	II-опытная	III-опытная	IV-опытная
Поголовье всего, гол.	120	120	120	120	120
Сохранность, %	95,0	95,8	96,6	97,5	95,8
Сдано на убой, гол.	114	115	116	117	115
Средняя живая масса, г	2760,1	2821,5	2840,1	2849,9	2818,2
Масса потрошенной тушки, г	2042,5	2113,0	2124,4	2139,6	2086,3
Выход потрошенной тушки, кг	232,8	242,9	246,4	250,3	239,9
Всего затрат на выращивание, тыс. руб.	26,819	27,884	28,142	28,559	27,492
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	115,2	114,8	114,4	114,1	114,6
Цена реализации 1 кг мяса, руб.	135	135	135	135	135
Выручка от реализации мяса, тыс. руб.	31,428	32,792	33,264	33,791	32,386
Прибыль, тыс. руб.	4,609	4,907	5,122	5,23	4,89
Уровень рентабельности, %	17,18	17,60	18,20	18,31	17,61

Выводы. Таким образом, включение в кормление гумата натрия в расчете 250 мг на 1 кг основного корма улучшило сохранность поголовья, живую массу и эффективность производства мяса цыплят-бройлеров.

Список литературы

1. Гадиев Р. Р., Герасимова Л. В. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы: учебное пособие. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2006. С. 24. EDN: SANULR
2. Гадиев Р. Р., Чарыев А. Б. Эффективность использования сорго в рационах цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 134–136. EDN: RSFNIX

3. Андреева А. Е. Использование цеолитов – залог повышения эффективности птицеводства // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2013», Уфа, 12–15 марта 2013 года. Том Часть I. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2013. С. 140–142. EDN RSNPRT.
4. Хазиев Д. Д., Гадиев Р. Р. Эффективность применения гуминовых веществ при выращивании гусят на мясо // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 141–144. EDN: RSFNKB
5. Адуллина Г. Ф., Андреева А. Е., Ишмуратов Х. Г. Динамика живой массы утят при скармливании им витаминноаминокислотного препарата Чиктоник // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 1(29). С. 41–45. EDN SBNDDB
6. Фаррахов А., Гадиев Р., Гарифуллин Р. Продуктивность гусей различных пород и помесей // Птицеводство. 2006. № 8. С. 2. EDN: NZVIMZ
7. Ишмуратов Х. Г., Андреева А. Е. Химический состав и питательность зеленой массы кормовых культур, выращенных в смешанных посевах // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2010. № 8. С. 44–48. EDN: RMWWJH
8. Chemical composition and functional-technological properties of mulard meat / R.R. Gadiev, I.Yu. Dolmatova, A.R. Farrakhov, Ch.R. Galina, N.N. Akhmetgareeva, M.A. Kazanina, A.F. Sharipova // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Т. 13. № S8. С. 6413–6418. DOI: 10.3923/jeasci.2018.6413.6418. EDN: XZWFGH
9. Effect of normosil probiotic supplementation on the growth performance and blood parameters of broiler chickens / A. Khabirov, F. Khaziakhmetov, H. Tagirov [et al.] // Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research. 2020. Vol. 54, No. 4. Pp. 1046–1055. DOI: 10.5530/ijper.54.4.199. EDN: OKVXLG
10. The use of chlorella in goose breeding / R.R. Gadiev, D.D. Khaziev, Ch.R. Galina, A.R. Farrakhov, K.D. Farhutdinov, I.Y. Dolmatova, M.A. Kazanina, G.F. Latypova // AIMS Agriculture and Food. 2019. Т. 4. № 2. С. 349–361. doi: 10.3934/agrfood.2019.2.349

References

1. Gadiev R.R., Gerasimova L.V. *Biologicheskii kontrol' pri inkubatsii yaits sel'skokhozyaystvennoy ptitsy: uchebnoye posobiye*. [Biological control during incubation of farm poultry eggs: a textbook]. Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2006.]. Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2006. P. 24. (In Russ.). EDN: SANULR
2. Gadiev R.R., Charyev A.B. Efficiency of using sorghum in the diets of broiler chickens. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2013;6(44):134–136. (In Russ.). EDN: RSFNIX
3. Андреева А.Е. The use of zeolites is the key to increasing the efficiency of poultry farming. *Integratsiya nauki i praktiki kak mekhanizm effektivnogo razvitiya APK: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh XXIII Mezhdunarodnoy spetsializirovannoy vystavki «AgroKompleks-2013»* [Integration of science and practice as a mechanism for the effective development of the agro-industrial complex: materials of the International Scientific and Practical Conference within the framework of the XXIII International Specialized Exhibition "AgroComplex-2013"]. Ufa, March 12–15, 2013. Volume Part I. Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2013. 140–142. (In Russ.). EDN RSNPRT
4. Khaziev D.D., Gadiev R.R. Efficiency of using humic substances when raising goslings for meat. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2013;6(44):141–144. (In Russ.). EDN: RSFNKB
5. Adullina G.F., Андреева А.Е., Ишмуратов Х.Г. Use of complex vitamin and amino acid preparation chiktonik in feeding diet of meat ducklings. *Vestnik Bashkir state agrarian university*. 2014; 1(29):41–45. (In Russ.). EDN: SBNDDB
6. Farrakhov A., Gadiev R., Garifullin R. Productivity of geese of various breeds and crossbreeds. *Ptitsevodstvo*. 2006;(8) 2. (In Russ.). EDN: NZVIMZ
7. Ishmuratov Kh. G., Андреева А.Е. Chemical composition and nutritional value of green mass of forage crops grown in mixed crops. *Feeding of agricultural animals and feed production*. 2010;(8):44–48. (In Russ.). EDN: RMWWJH
8. Gadiev R.R., Dolmatova I.Yu., Farrakhov A.R. [et al.]. Chemical composition and functional-technological properties of mulard meat. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018;13(S8):6413–6418. DOI: 10.3923/jeasci.2018.6413.6418. EDN: XZWFGH

9. Khabirov A., Khaziakhmetov F., Tagirov H. [et al.]. Effect of normosil probiotic supplementation on the growth performance and blood parameters of broiler chickens. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. 2020;54(4):1046–1055. DOI 10.5530/ijper.54.4.199. EDN: OKVXLG

10. Gadiev R.R., Khaziev D.D., Galina Ch.R. [et al.]. The use of chlorella in goose breeding. *AIMS Agriculture and Food*. 2019;4(2):349–361. doi: 10.3934/agrfood.2019.2.349

Сведения об авторах

Гадиев Ринат Равилович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», SPIN-код: 1092-9259

Гайфуллина Альфия Равильевна – ассистент кафедры физиологии, биохимии и кормления животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», SPIN-код: 8920-8385

Information about the authors

Rinat R. Gadiev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Beekeeping, Private Animal Science and Animal Breeding Bashkir State Agrarian University, SPIN-code: 1092-9259

Alfiya R. Gayfullina – Assistant at the Department of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition, Bashkir State Agrarian University, SPIN-code: 8920-8385

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 19.03.2024;
одобрена после рецензирования 10.04.2024;
принята к публикации 19.04.2024.*

*The article was submitted 19.03.2024;
approved after reviewing 10.04.2024;
accepted for publication 19.04.2024.*

Научная статья

УДК 636.5:636.085.552

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-50-58

Изучение переваримости и питательных веществ комбикорма мясной птицы при добавках фосфолипида и пробиотика

Мухамед Кадирович Кожоков^{✉1}, Таулан Русланович Кудаев²,
Валентина Созрыкоевна Гаппоева³, Белла Сергеевна Никколова⁴

^{1,2}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

^{3,4}Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, улица Ватутина, 46, Владикавказ, Россия, 362021

^{✉1}muchkog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0499-9654>

²taukud95@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6629-5410>

³valentina.gappoeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

⁴nikkolova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8540-8956>

Аннотация. В практике кормления мясной птицы за последние годы для эффективной элиминации нитратов и нитритов из организма успешно применяют пробиотики и фосфолипиды. Цель исследования – изучить переваримость и усвояемость питательных веществ комбикорма мясных перепелов с субтоксическим уровнем содержания нитратов при введении в его состав пробиотика (Провитол) и фосфолипида (Лецитин) для денитрификации в желудочно-кишечном тракте птицы. В ходе физиологического опыта при совместных добавках пробиотика Провитол в дозировке 1250 г/т и Лецитина в дозировке 1000 г/т корма у мясной птицы в сравнительном аспекте наблюдалось превосходство по коэффициентам переваримости сухого вещества на 4,05% ($P>0,95$), органического вещества – на 3,85% ($P>0,95$), сырого протеина – на 4,02% ($P>0,95$) и безазотистых экстрактивных веществ – на 4,05% ($P>0,95$). При этом у птицы за сутки откладывалось в теле больше азота на 12,29% ($P>0,95$). Показано, что из-за синергизма денитрифицирующего действия обоих препаратов наблюдалось повышение активности протеиназ в пищеварительном тракте птицы, откладывалось в организме больше кальция и фосфора, что привело к лучшей усвояемости азота комбикормов от потребленного за сутки количества на 6,33% ($P>0,95$). Таким образом, научно обоснована эффективность синергизма денитрифицирующего действия на организм пробиотика (Провитол) и фосфолипида (Лецитин), при котором наблюдается повышение активности протеиназ в пищеварительном тракте птицы, что, в целом, приводит к активизации процессов пищеварения и оказанию благоприятного воздействия на формирование костной ткани мясных птиц.

Ключевые слова: мясные перепела, нитраты и нитриты, пробиотик, фосфолипид, переваримость, питательные вещества, денитрификация

Для цитирования. Кожоков М. К., Кудаев Т. Р., Гаппоева В. С., Никколова Б. С. Изучение переваримости и питательных веществ комбикорма мясной птицы при добавках фосфолипида и пробиотика // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 50–58. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-50-58

Original article

Study of the digestibility and nutrients of poultry feed with the addition of phospholipid and probiotic

Mukhamed K. Kozhokov^{✉1}, Taulan R. Kudaev²,
Valentina S. Gappoeva³, Bella S. Nikkolova⁴

^{1,2}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

^{3,4}North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, 46 Vatutin Street, Vladikavkaz, Russia, 362021

^{✉1}muchkog@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0499-9654>

²taukud95@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6629-5410>

³valentina.gappoeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

⁴nikkolova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8540-8956>

Abstract. In recent years in the practice of feeding meat poultry probiotics and phospholipids have been successfully used to effectively eliminate nitrates and nitrites from the body. The purpose of the study is to study the digestibility and digestibility of nutrients in meat quail feed with a subtoxic level of nitrates when a probiotic (Provitol) and a phospholipid (Lecithin) are introduced into its composition for denitrification in the gastrointestinal tract of the bird. During a physiological experiment with the joint addition of the probiotic Provitol at a dosage of 1250 g/t and Lecithin at a dosage of 1000 g/t of feed in meat poultry, in a comparative aspect, superiority in the digestibility coefficients of dry matter was observed by 4.05% ($P>0.95$), organic matter – by 3.85% ($P>0.95$), crude protein – by 4.02% ($P>0.95$) and nitrogen-free extractive substances – by 4.05% ($P>0.95$). At the same time, the bird deposited 12.29% more nitrogen in its body per day ($P>0.95$). It was shown that due to the synergism of the denitrifying effect of both drugs, there was an increase in the activity of proteinases in the digestive tract of poultry, more calcium and phosphorus were deposited in the body, which led to better digestibility of nitrogen in mixed feed from the amount consumed per day by 6.33% ($P>0.95$). Thus, the effectiveness of the synergism of the denitrifying effect on the body of a probiotic (Provitol) and a phospholipid (Lecithin) has been scientifically substantiated, in which an increase in the activity of proteinases in the digestive tract of poultry is observed, which, in general, leads to the activation of digestive processes and a beneficial effect on the formation of bone tissue meat birds.

Keywords: meat quail, nitrates and nitrites, probiotic, phospholipid, digestibility, nutrients, denitrification

For citation. Kozhokov M.K., Kudaev T.R., Gappoeva V.S., Nikkolova B.S. Study of the digestibility and nutrients of poultry feed with the addition of phospholipid and probiotic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):50–58. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-50-58

Введение. В последние годы в южных регионах нашей страны, наряду с другими отраслями мясного птицеводства, активно развивается производство перепелиного мяса. Данная отрасль птицеводства может сыграть крайне важную роль для успешного удовлетворения спроса отечественного потребителя в недорогом диетическом продукте, так как выращивание на мясо этой птицы не требует больших затрат труда и денежных средств. При этом перепелиное мясо обладает самыми высокими диетическими характери-

стиками в сравнении с мясом других видов сельскохозяйственной птицы, что обусловлено его низкой калорийностью и незначительным содержанием холестерина. При этом одним из главных факторов устойчивого роста этой отрасли мясного птицеводства служит кормление полнорационными комбикормами. Также чаще стараются применять местные кормовые ресурсы в качестве их зерновых и протеиновых ингредиентов. Это существенно позволяет снизить себестоимость мясной продукции. Однако орга-

низм перепелов крайне чувствителен к качеству комбикормов, особенно к их экологической безопасности [1, 2].

С учетом сказанного, бесконтрольное использование при индустриальных технологиях возделывания зерновых кормовых культур минеральных удобрений (прежде всего, азотных) в условиях южных регионов нашей страны зачастую становится причиной загрязнения почвы и получаемых кормовых средств токсикантами, в первую очередь, нитратами и нитритами. При кормлении комбикормами, в составе которых присутствуют зерновые и протеиновые ингредиенты местного производства с избыточным уровнем указанных соединений, возникает реальная угроза организму мясной птицы, посредством их мясной продукции и здоровью человека. Это происходит из-за чрезмерного накопления нитрат- и нитрит-ионов в составе птичьего мяса, что существенно ухудшает экологическую безопасность мясных продуктов питания, производимых предприятиями мясного птицеводства [3–5].

Известно, что у мясной птицы, прежде всего перепелов, в организме реакции восстановления нитратов в нитриты (которые в десятки раз токсичнее нитратов) не происходят, поскольку в тканях и органах не вырабатываются нитрат- и нитритредуктазы. Нитраты, являющиеся типичными токсикантами, вовлекаются микрофлорой желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в пищеварительный обмен (при этом превращаются сначала в нитриты, далее – в нитрозоамины), угнетая при этом процессы гидролиза питательных веществ, потребляемых в составе комбикормов. Причем следует учитывать, что наибольший вред процессам пищеварительного обмена в организме наносят не нитраты, а их производные – нитриты [6–8].

В конечном итоге, при поступлении с потребленным комбикормом нитраты и нитриты в организме мясной птицы содействуют преобразованию значительной доли гемоглобина в метгемоглобин. Последний в дальнейшем уже плохо связывает кислород. Из-за этого в мышечной ткани происходит накопление молочной кислоты и холестерина. Следствием этого становится снижение биологической полноценности мяса перепелов [9, 10].

В практике кормления мясной птицы за последние годы для эффективной элимина-

ции нитратов и нитритов из организма успешно применяют пробиотики (в их составе есть живые полезные микроорганизмы). Они быстро приживаются в ЖКТ мясной птицы. Ферменты, выделяемые ими в просвет кишечника, активно участвуют в реакциях денитрификации. Кроме того, пробиотические препараты имеют широкий спектр синергизма действия с фосфолипидами, которые существенно повышают антиоксидантную защиту организма птицы при оптимизации процессов денитрификации. Все это существенно повышает активность пищеварительного обмена для рационов с повышенным уровнем нитратного азота [11, 12].

Цель исследования – изучить активность пищеварительного обмена у мясных перепелов при скормлении в составе птичьих комбикормов пробиотика (Провитол) и фосфолипида (Лецитин), в которых имеется субтоксическая доза нитратов при введении для денитрификации в желудочно-кишечном тракте птицы.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объектов исследования были приняты перепелята мясной породы «Фараон». В ходе эксперимента (в условиях ООО МИП «ЭкоДом» г. Владикавказ) из 200 голов молодняка суточного возраста по принципу групп-аналогов нами были сформированы 4 группы. В состав каждого из этих групп входило по 50 голов.

Постановка данного опыта (продолжительностью 42 дня) на подопытной птице была осуществлена при организации ее кормления в соответствии со схемой, которая приведена в таблице 1.

Установили, что составы комбикормов подопытной птицы были благополучными по содержанию нитрат-ионов. Поэтому для чистоты проведения эксперимента в рецептуру применяемых комбикормов дополнительно в качестве источника анализируемых токсинов включали препарат нитрат натрия в количестве 40 г/т, что позволило обеспечить субтоксическое содержание нитратов в рационах перепелов всех групп – 200 мг/кг корма¹.

¹ ГОСТ 13496.19-2015. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов. Feeds, mixed feeds and raw material. Methods for determination of nitrates and nitrites МКС 65.120.

Таблица 1. Схема кормления в ходе опыта мясных перепелов
Table 1. Feeding scheme during the meat quail experiment

Группа	Птичий комбикорм (ПК+)	Число голов	Нормы ввода препаратов		
			нитрат натрия, г/т	провитол, кг/т	лецитин, кг/т
Контрольная	(ПК+)	50	40,0	–	–
1 опытная	(ПК+)	50	40,0	1,25	–
2 опытная	(ПК+)	50	40,0	–	1,00
3 опытная	(ПК+)	50	40,0	1,25	1,00

Для изучения влияния пробиотика и фосфолипидов, включаемых в состав комбикормов с субтоксическим содержанием нитратов, на активность процессов пищеварения на фоне научно-производственного эксперимента провели обменный опыт по общепринятой методике [13]. При этом из каждой подопытной группы мясной птицы отбирали по 5 голов при достижении ею возраста 35 дней.

Полученный цифровой материал был статистически обработан с применением ПО

«Microsoft Excel». При этом рассчитывали критерий Стьюдента на ПК.

Результаты исследования. Учитывая то, что анализируемые токсичные соединения оказывают угнетающее воздействие на активность пищеварительных энзимов, обуславливающих расщепление сложных органических полимеров рациона, мы рассчитали коэффициенты их переваримости. Результаты данных исследований отражены ниже (рис. 1).

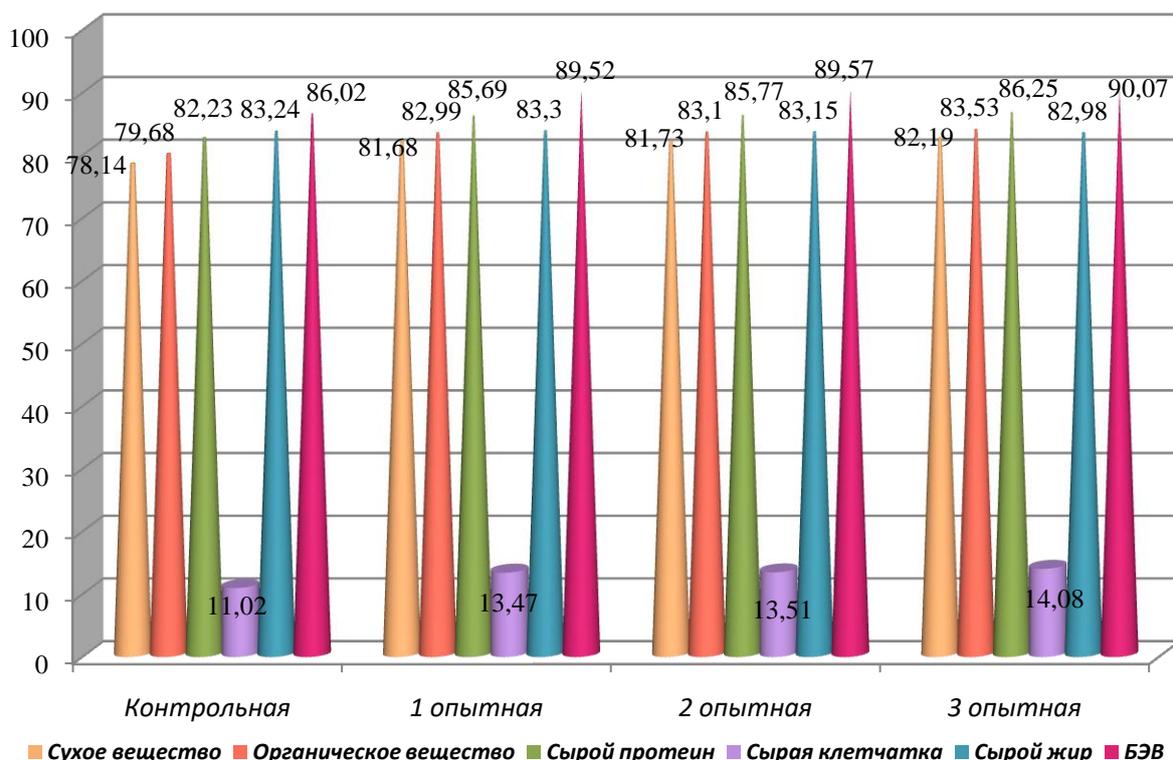


Рисунок 1. Уровень переваримости питательных веществ мясной птицы, %

Figure 1. Level of nutrient digestibility of meat poultry, %

Как показано на рисунке 1, при совместных добавках пробиотика Провитол в дозировке 1250 г/т и Лецитина в дозировке 1,00

кг/т корма у птицы 3-й опытной группы была обеспечена интенсификация гидролиза в ЖКТ органических соединений рациона.

Благодаря этому перепела этой группы превзошли своих контрольных сверстников по величине переваримости сухого вещества на 4,05% ($P>0,95$) и органического вещества – на 3,85% ($P>0,95$).

Этому содействовало увеличение переваримости в ЖКТ птицы опытной группы сырого протеина на 4,02% ($P>0,95$) и БЭВ – на 4,05% ($P>0,95$). Это объясняется тем, что живые микроорганизмы пробиотика в сочетании с антиоксидантными особенностями фосфолипида препятствовали при денитри-

фикации ингибированию гидролиза питательных веществ рациона под действием пищеварительных энзимов.

Для интенсивно растущего молодняка мясной птицы среднесуточные приросты массы тела напрямую зависят от уровня усвояемости сырого протеина ПК+ с избыточным нитратным фоном. Поэтому было установлено влияние у подопытной птицы апробируемых препаратов на усвояемость кормового азота (рис. 2).

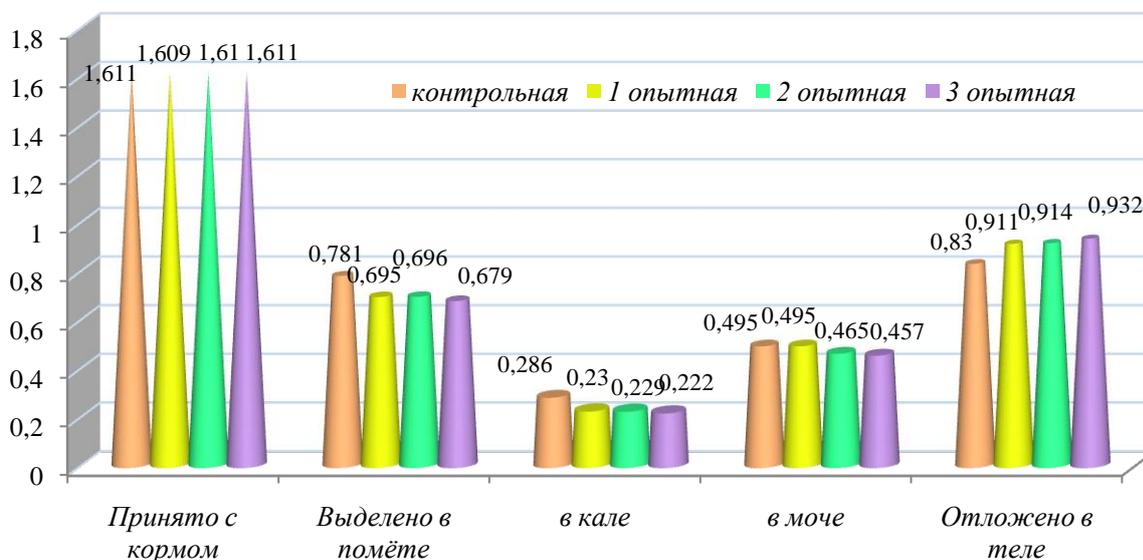


Рисунок 2. Усвояемость сырого протеина (баланс азота) рациона у перепелов, г
Figure 2. Digestibility of crude protein (nitrogen balance) of the quail diet, g

Результаты физиологического (балансового) эксперимента показали, что за счет скармливания совместно апробируемых препаратов БАД у перепелов 3-й опытной группы была самая высокая ретенция рациона сырого протеина. Исходя из вышеизложенного, птица этой группы по сравнению с контролем за сутки откладывала в теле больше азота на 12,29% ($P>0,95$). Считаем, что из-за синергизма денитрифицирующего действия обоих препаратов наблюдалось повышение активности протеиназ в ЖКТ мясной птицы 3-й опытной группы, что позволило против контроля лучше усваивать азот птичьего комбикорма от потребленного за сутки количества на 6,33% ($P>0,95$).

Макроэлемент кальций служит одним из важнейших строительных элементов при формировании у мясных перепелов костной ткани. С учетом сказанного, в ходе учетного

периода физиологического опыта изучили уровень ретенции этого элемента рациона в организме подопытной птицы (рис. 3).

Установили, что против контроля аналоги 3 опытной группы за сутки откладывали в организме больше кальция на 10,07% ($P>0,95$), а также лучше усваивали этот макроэлемент от потребленного с кормами количества – на 3,13% ($P>0,95$). Это говорит о благоприятном воздействии совместного скармливания обоих препаратов БАД на формирование костной ткани мясных перепелов.

Для выяснения денитрифицирующего действия испытуемых кормовых добавок на обмен фосфора в организме подопытной птицы в ходе физиологического эксперимента рассчитали суточный баланс этого макроэлемента. Полученные результаты приведены на рисунке 4.

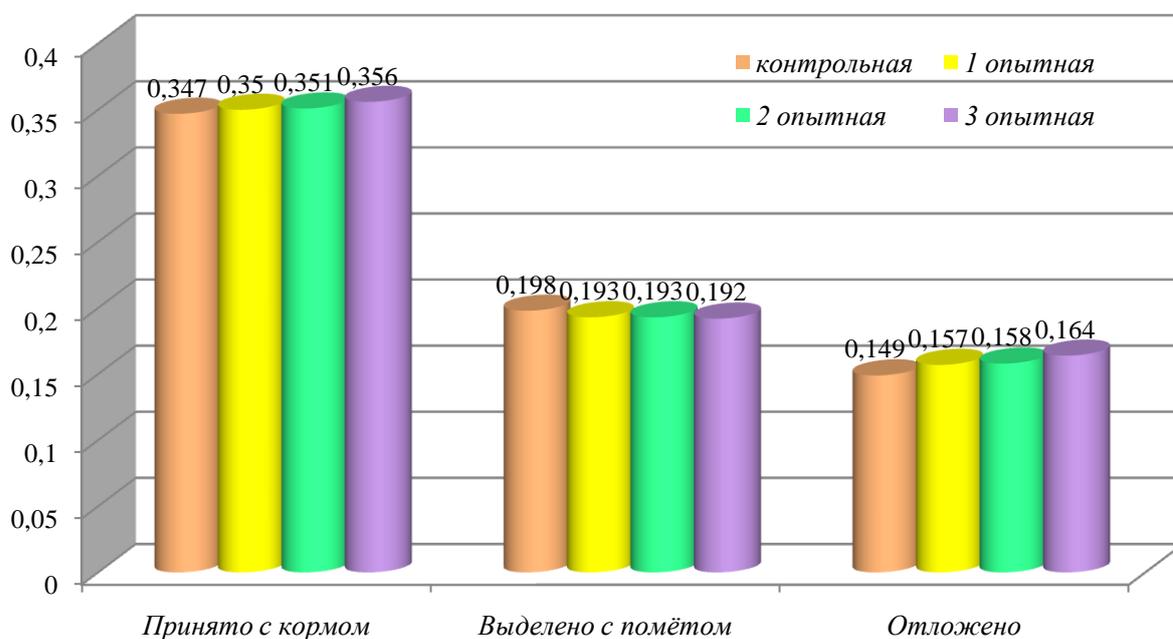


Рисунок 3. Баланс кальция в организме подопытных перепелов, г
Figure 3. Calcium balance in the body of experimental quails, g

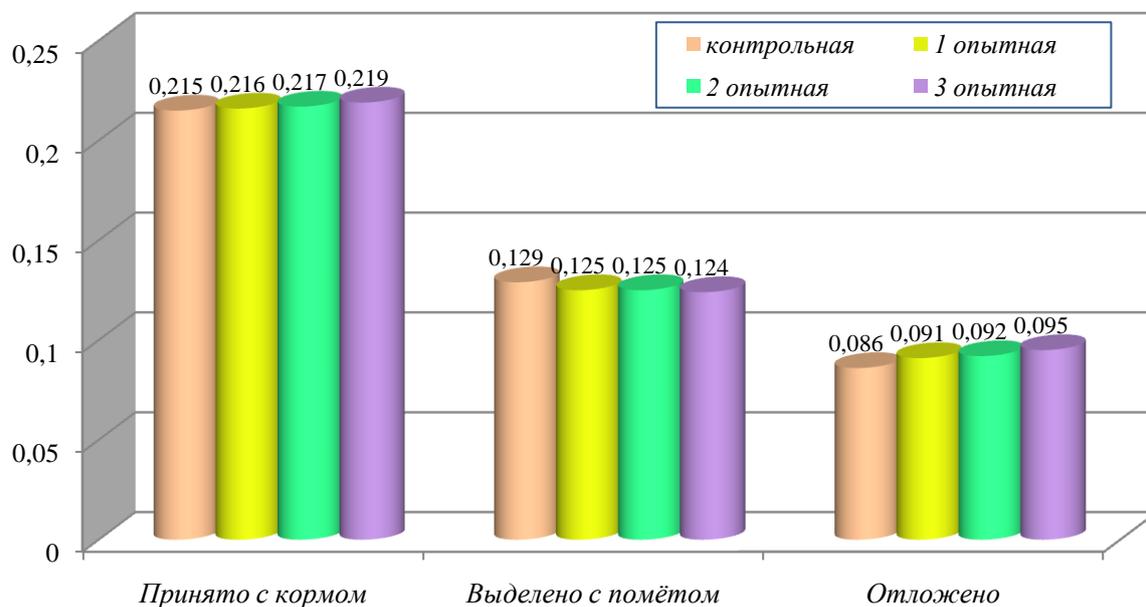


Рисунок 4. Баланс фосфора в организме подопытных перепелов, г
Figure 4. Phosphorus balance in the body of experimental quails, g

По итогам физиологического эксперимента против контроля за счет совместного включения апробируемых препаратов в составе комбикормов перепела из 3-й опытной группы за сутки откладывали в организме достоверно ($P>0,95$) больше фосфора на 10,46%, а также лучше усваивали этот мак-

роэлемент от потребленного с кормами количества – на 3,38% ($P>0,95$). Это говорит о благоприятном воздействии совместного скармливания обоих препаратов БАД на обмен фосфора в организме мясных перепелов при денитрификации.

Выводы. В результате выполненного на мясных перепелах физиологического обменного опыта получены новые данные, которые позволили научно обосновать эффективность совместного введения в состав комбикормов при субтоксических нитратных нагрузках на организм пробиотика Провитол в дозировке 1,25 кг/т и Лецитин (доза – 1,0 кг/т.).

Таким образом, из-за синергизма денитрифицирующего действия вышеназванных препаратов наблюдается повышение активности протеиназ в пищеварительном тракте птицы, что, в целом, приводит к активизации процессов пищеварения и оказывает благоприятное воздействие на формирование костной ткани мясных птиц.

Список литературы

1. Кцоева И. И., Витюк Л. А., Бугленко Г. А. Прием повышения продуктивности цыплят-бройлеров // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов СКНИИЖ по материалам 9-ой международной научно-практической конференции. Краснодар, 2016. Часть 5. С. 76–80. EDN: VWLQJF
2. Титаренко Е. С., Темираев Р.Б. Биолого-продуктивный потенциал и пищеварительный обмен у перепелов при денитрификации за счет скармливания адсорбента и антиоксиданта // Научная жизнь. 2018. № 5. С. 45–49. EDN: USUZSG
3. Бугленко Г. А., Кцоева И. И. Скармливание пробиотика бройлерам при денитрификации // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Пос. Персиановский, 2016. С. 385–386. EDN: WPGZON
4. Способ повышения пищевых свойств молока и продуктов его переработки / Р. Б. Темираев, М. Г. Кокаева, И. А. Аришина, Р. В. Осикина // Устойчивое развитие горных территорий. Владикавказ. 2011. № 4(10). С. 75–78.
5. Продуктивность, особенности пищеварительного метаболизма перепелов при добавках в рационы адсорбента и антиоксиданта для денитрификации / В. Х. Вороков, Е. С. Титаренко, Р. Б. Темираев, С. Ф. Ламартон // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 76. С. 168–172. DOI: 10.21515/1999-1703-76-168-172. EDN: YKLNXX
6. Сенцова Д. О., Темираев Р. Б. Влияние пробиотика и витамина С на пищеварительный обмен перепелов // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. № 4 (22). С. 106–109. EDN: VOGHCJ
7. Прием улучшения мясной продуктивности цыплят-бройлеров за счет скармливания пробиотика / Р. Б. Темираев, А. А. Баева, Р. В. Осикина, Л. А. Витюк, И. И. Кцоева, Г. А. Бугленко // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 4. С. 145–149. EDN: XDYYHX
8. Переваримость и усвояемость питательных веществ при включении в рационы мясной птицы биологически активных препаратов для детоксикации Т-2 токсина / А. В. Каиров, Р. Б. Темираев, М. Н. Мамукаев, И. И. Кцоева, М. К. Кожоков, С. Ф. Ламартон, Л. А. Витюк, Э. В. Бесланев // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. №4. С. 108–113. EDN: HTAWAK
9. Морфологический и биохимический состав крови перепелов при применении в питании пробиотика и витамина С / Д. О. Сенцова, Р. Б. Темираев, С. Г. Козырев, А. А. Баева, З. Т. Баева, З. А. Кубатиева (Гутиева), М. Н. Мамукаев // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 115–120. EDN: YRLMST
10. Результаты физиологического обменного опыта на перепелах при скармливании пробиотика и фосфолипида / Р. Б. Темираев, С. Г. Козырев, М. Н. Мамукаев, В. С. Гаппоева, Ч. Р. Гайтов, М. С. Газзаева // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 4. С. 69–75. EDN: MANTVG
11. Морфологический и биохимический состав крови мясной птицы при применении в рационах биологически активных препаратов / Р. Б. Темираев, А. В. Каиров, Ф. Н. Цогоева, М. К. Кожоков, С. Ф. Ламартон, Е. А. Курбанова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. №1. С. 91–97. EDN: VXHQTS
12. Темираев Р. Б., Баева А. А., Кокаева М. Г. Повышение качества мяса кур-бройлеров // Мясная индустрия. 2009. № 6. С. 25–27. EDN: MSOAMN
13. Фомин А. И., Аврутина А. Я. Методика определения переваримости кормов и скорости прохождения пищи по пищеварительному тракту с помощью окиси хрома // Методики научных исследований по кормлению с.-х. птицы. Москва. 1967. С. 21–25.

References

1. Ktsoeva I.I., Vityuk L.A., Buglenko G.A. The method for increasing of the productivity in broiler chickens. *Nauchnyye osnovy povysheniya produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh: sbornik nauchnykh trudov SKNIIZH po materialam 9-oy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Scientific principles for increasing the productivity of farm animals: collection of scientific papers of NCSRIAH based on the materials of the 9th international scientific and practical conference]. Krasnodar, 2016. Part 5. Pp. 76–80. (In Russ.). EDN: VWLQJF
2. Titarenko E.S., Temiraev R.B. Biological productive capacity and digestive metabolism in quail during denitrification due to feeding of adsorbent and antioxidant. *Scientific life*. 2018;(5):45–49. (In Russ.). EDN: USUZSG
3. Buglenko G.A., Ktsoeva I.I. Feeding probiotics to broilers during denitrification. *Ispol'zovaniye sovremennykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve i pishchevoy promyshlennosti: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Use of modern technologies in agriculture and food industry: materials of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists]. Vil. Persianovsky, 2016. Pp. 385–386. (In Russ.). EDN: WPGZOH
4. Temiraev R.B. [et al.]. A method for increasing the nutritional properties of milk and its processed products. *Sustainable development of mountain territories*. 2011;4(10):75–78. (In Russ.)
5. Vorokov V.Kh. Productivity, especially the digestive metabolism of quails under supplementation in the diets of the adsorbent and antioxidant for denitrification. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2019;(76):168–172. DOI: 10.21515/1999-1703-76-168-172. (In Russ.). EDN: YKLNXX
6. Sentsova D.O., Temiraev R.B. The influence of probiotics and vitamin C on the digestive metabolism of quails. *Innovations and food security*. 2018;4(22):106–109. (In Russ.). EDN: VOGHCJ
7. Temiraev R.B. [et al.]. Improvement of broiler chickens' meat productivity due to probiotic feeding. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016;53(4):145–149. (In Russ.). EDN: XDYYHX
8. Kairov A.V. [et al.]. Digestibility and assimilation of nutrients when biologically active preparations for detoxification of T-2 toxin are included in meat poultry diets. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(4):108–113. (In Russ.). EDN: HTAWAK
9. Sentsova D.O. [et al.]. Morphology and biochemistry of quails blood when using probiotic and vitamin c in their feeding. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018;55(4): 115–120. (In Russ.). EDN: YRLMST
10. Temiraev R.B. [et al.]. Results of physiological metabolic experiment on quails when fed with a probiotic and phospholipid. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020;57(4): 69–75. (In Russ.). EDN: MANTVG
11. Temiraev R.B. [et al.]. Blood morphology and biochemistry of meat poultry when using biologically active preparations in their diets. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2019;56(1):91–97. (In Russ.). EDN: VXHQTS
12. Temiraev R.B., Baeva A.A., Kokaeva M.G. Improving the quality of broiler chicken meat. *Meat industry journal*. 2009;(6):25–27. (In Russ.). EDN: MSOAMN
13. Fomin A.I., Avrutina A.Ya. *Metodika opredeleniya perevarimosti kormov i skorosti prokhozheniya pishchi po pishchevaritel'nomu traktu s pomoshch'yu okisi khroma. Metodiki nauchnykh issledovaniy po kormleniyu s-kh ptitsy* [Methodology for determining the digestibility of feed and the speed of passage of food through the digestive tract using chromium oxide. Methods of scientific research on feeding agricultural birds.]. Moscow. 1967. Pp. 21–25. (In Russ.)

Сведения об авторах

Кожоков Мухамед Кадирович – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Ветеринарная медицина», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Кудаев Таулан Русланович – аспирант кафедры «Ветеринарная медицина» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Гаппоева Валентина Созрыкоевна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой анатомии, физиологии и ботаники Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова», SPIN-код: 9988-0228

Никколова Белла Сергеевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры анатомии, физиологии и ботаники Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова», SPIN-код: 9828-4441

Information about authors

Mukhamed K. Kozhokov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Taulan R. Kudaev – Post graduate student of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Valentina S. Gappoeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Anatomy, Physiology and Botany North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, SPIN-code: 9988-0228

Bella S. Nikkolova – Candidate of biological sciences, Associate Professor, Head of the Department of Anatomy, Physiology and Botany North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, SPIN-code: 9828-4441

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 17.05.2024;
одобрена после рецензирования 04.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 17.05.2024;
approved after reviewing 04.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

Научная статья

УДК 636.52/.58:636.085/.087.

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-59-67

Влияние кормовых добавок на защитные силы организма ремонтного молодняка и кур-несушек

Александр Александрович Овчинников

Южно-Уральский государственный аграрный университет, улица Гагарина, 13, Троицк, Россия, 457100

ovchin@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>

Аннотация. Не все используемые в рационах сельскохозяйственных животных и птицы биологически активные добавки могут проявлять выраженный иммуностимулирующий эффект. В сравнительном эксперименте проведено изучение двух сорбционно-пробиотических добавок при выращивании ремонтного молодняка и кур-несушек родительского стада кросса «Росс-308» в количестве 0,50 кг/т корма. Анализ титра антител у птицы в период выращивания показал, что цыплята рождаются уже с колостральным иммунитетом к основным инфекционным заболеваниям птицы. В постнатальный период в результате плановых вакцинаций иммунный ответ в организме повышается к 107 суткам, а у кур-несушек – к 154 суткам и, впоследствии, снижается к 379 суткам. Кормовая добавка Сорбитокс в сравнении с контрольной группой снизила выбраковку ремонтного молодняка на 5 гол., с Пробитоксом – на 7 гол., у кур-несушек – на 7 и 15 гол. соответственно. При этом, если в контрольной группе с заболеваниями инфекционной этиологии было выбраковано 8 гол., то в группе с Сорбитоксом число птицы с данной патологией снизилось до 1 головы в группе, с добавкой Пробитокса их не было, санитарный брак в группах с изучаемыми кормовыми добавками уменьшился на 14 и 21 голову. Сохранность ремонтного молодняка с добавкой Сорбитокс увеличилась на 1,5%, кур-несушек – на 1,4%, в группе с Пробитоксом – на 2,1 и 6,9% соответственно, а затраты корма сократились на 4,4-12,8%.

Ключевые слова: ремонтный молодняк, куры-несушки, кормовая добавка, титр антител, сохранность, затраты корма

Для цитирования. Овчинников А. А. Влияние кормовых добавок на защитные силы организма ремонтного молодняка и кур-несушек // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 59–67. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-59-67

Original article

The influence of feed additives on the body's defenses in replacement young animals and laying hens

Alexander A. Ovchinnikov

South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin Street, Troitsk, Russia, 457100

ovchin@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>

Abstract. Not all biologically active additives used in the diets of farm animals and poultry can exhibit a pronounced immunostimulating effect. In a comparative experiment, two sorption-probiotic additives were studied when growing replacement young animals and laying hens of the parent stock of the Ross-308 cross in an amount of 0.50 kg/t of feed. Analysis of the antibody titer in poultry during the growing period showed that chickens are born with colostrum immunity to the main infectious diseases of poultry. In the postnatal period, as a result of routine vaccinations, the immune response in the body increases by 107 days, and in laying hens – by 154 days and subsequently decreases by 379 days. The feed additive Sorbitox, in comparison with the control group,

reduced the culling of replacement young animals by 5 heads, with Probitox – by 7 heads, in laying hens – by 7 and 15 heads, respectively. At the same time, if in the control group with diseases of infectious etiology 8 birds were culled, then in the group with Sorbitox the number of birds with this pathology decreased to 1 head; with the addition of Probitox there were no birds; sanitary defects in the groups with the studied feed additives decreased by 14 and 21 head. The safety of replacement young animals with the addition of Sorbitox increased by 1.5%, laying hens – by 1.4%, in the group with Probitox – by 2.1 and 6.9%, respectively, and feed costs decreased by 4.4-12.8%.

Keywords: replacement young animals, laying hens, feed additive, antibody titer, safety, feed costs

For citation. Ovchinnikov A.A. The influence of feed additives on the body's defenses of replacement young animals and laying hens. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):59–67. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-59-67

Введение. Рентабельная работа сельскохозяйственного предприятия базируется не только на результатах повышения продуктивности скота и птицы, но и таком важном показателе, как сохранность поголовья. При этом повышение защитных сил организма при конкретных условиях содержания и кормления сельскохозяйственных животных и птицы является актуальным вопросом современного животноводства [1–6].

Повышение поствакцинального иммунитета во многом зависит от соблюдения установленных научно-обоснованных норм кормления каждой половозрастной группы и кросса сельскохозяйственной птицы.

При составлении рецептуры полнорационных комбикормов в настоящее время используют различные биологически активные добавки сорбционного, пробиотического и пребиотического действия, направленные на повышение переваримости и усвояемости питательных веществ корма, нормализующих кишечное пищеварение, благоприятно влияющих на микробиом, как в количественном, так и в качественном составе [7–9].

Рыночные отношения, сложившиеся за последние несколько десятков лет, позволяют выбрать наиболее оптимальную кормовую добавку направленного действия и показавшую в производственных условиях наилучший результат. К группе таких добавок относятся импортный продукт Сорбитокс (компания Лаллеманд, Великобритания) и отечественный аналог Пробитокс (ООО Апекс Плюс, Россия). Обладая сорбционно-пробиотическим эффектом, они обе широко используются в птицеводстве, но

сравнительной оценки их иммунопротекторного действия в условиях промышленного производства не проводилось.

Цель исследования – дать оценку влияния Сорбитокса и Пробитокса на сохранность поголовья ремонтного молодняка и кур-несушек родительского стада кросса «Росс-308». В задачи исследований входило сравнить иммунный статус организма к различным, наиболее широко распространенным инфекциям, и проанализировать причину выбраковки птицы за полный производственный цикл.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились на базе ООО «Равис-птицефабрика Сосновская», репродукторе второго порядка (п. Песчаное, Троицкого района Челябинской области) на ремонтном молодняке, а впоследствии на курах-несушках родительского стада кросса «Росс-308». В эксперименте находилось три секции молодняка, по 320 голов в каждой, выращиваемых при одинаковых условиях кормления и содержания. Основным полнорационным комбикормом для ремонтного молодняка был рецепт ПК-3, 4, для кур-несушек – ПК-1. Их норма скармливания соответствовала программе кормления для данного кросса. В рацион II опытной группы дополнительно была введена кормовая добавка Сорбитокс, III опытной группы – Пробитокс в количестве 0,50 кг/т корма. Условия содержания птицы находились в пределах рекомендуемых параметров температурно-влажностного режима и продолжительности освещения в зависимости от возраста птицы.

В период выращивания ремонтного молодняка и содержания кур-несушек вакцинация всего поголовья контрольной и опытных групп проводилась в соответствии с планом, в один день и одними вакцинами.

Для контроля иммунного ответа организма на поствакцинальный иммунитет от каждой группы брали кровь (15 голов) с последующим определением титра антител в областной ветеринарной лаборатории. Учет яичной продуктивности проводили по фактическому сбору яйца. Материал обрабатывали биометрически, достоверной разницей считали $P \leq 0,05$.

Результаты исследования. Постнатальное развитие ремонтного молодняка и устойчивость организма к патогену во многом зависит от иммунизации организма кур-несушек родительского стада. Многими ис-

следованиями подтверждается, что у суточного молодняка уже содержатся в организме антитела, которые передаются через яйцо и циркулируют в развивающемся эмбрионе.

Наиболее напряженный период для адаптации новорожденного организма к окружающей среде происходит в первые 5-7 недель постнатального развития цыпленка. В этот период возможны различные причины выбраковки птицы от заболеваний заразной и незаразной этиологии.

Проведенный анализ динамики титра антител к наиболее широко распространенным заболеваниям современного птицеводства показал (рис. 1-4), что у цыплят в первые дни развития уже присутствует колостраль-ный иммунитет и титр антител составляет 3113 ед., с возрастом снижается и повышается, начиная с 58 до 104 суток.

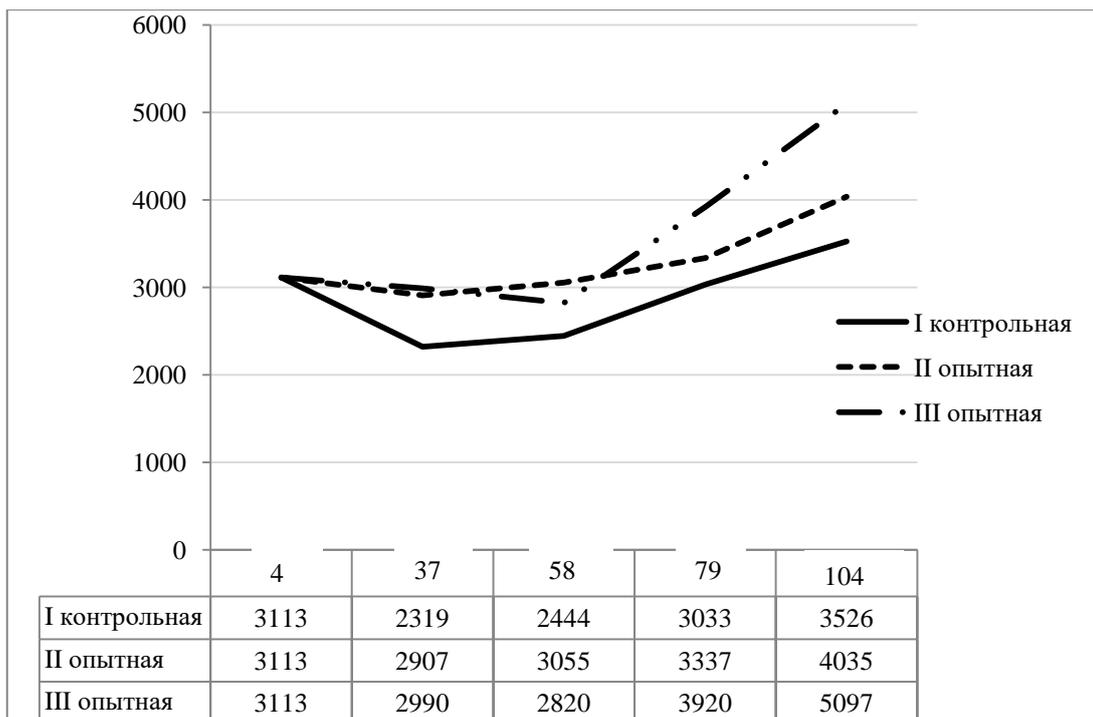


Рисунок 1. Титр антител у ремонтного молодняка к инфекционному бронхиту кур
Figure 1. Antibody titer in replacement young animals to infectious bronchitis of chickens

При этом изучаемые кормовые добавки стимулируют иммунный ответ с 18,3-19,0% до 12,3-13,2% ($P \leq 0,05$).

Последующий анализ титра антител у кур-несушек (рис. 2) показал, что к возрасту птицы 154 сут. наблюдается самый высокий титр антител с тенденцией снижения к возрасту 379 сут. При этом различие в титрах

между I контрольной и II опытной группой в соответствии с возрастом снижалось с 26,5% (154 сут.) до 9,5% (324 сут.), у III опытной группы – от 46,6% в возрасте 174 сут., до 32,5% – 324 суток.

Реовирусная инфекция кур вызывает заболевание конечностей у ремонтного молодняка, что проявляется хромотой и высокой

выбраковкой. Исследование крови к данному заболеванию (рис. 3) показали, что у ремонтного молодняка он снижается к 37-суточному возрасту и повышается к 79 суткам. При этом различие II опытной с

I контрольной составило 22,6%, III опытной – 30,6% ($P \geq 0,05$), а на завершающем периоде выращивания в 107 суток разница соответственно была 22,5 и 52,3% ($P \leq 0,05$).

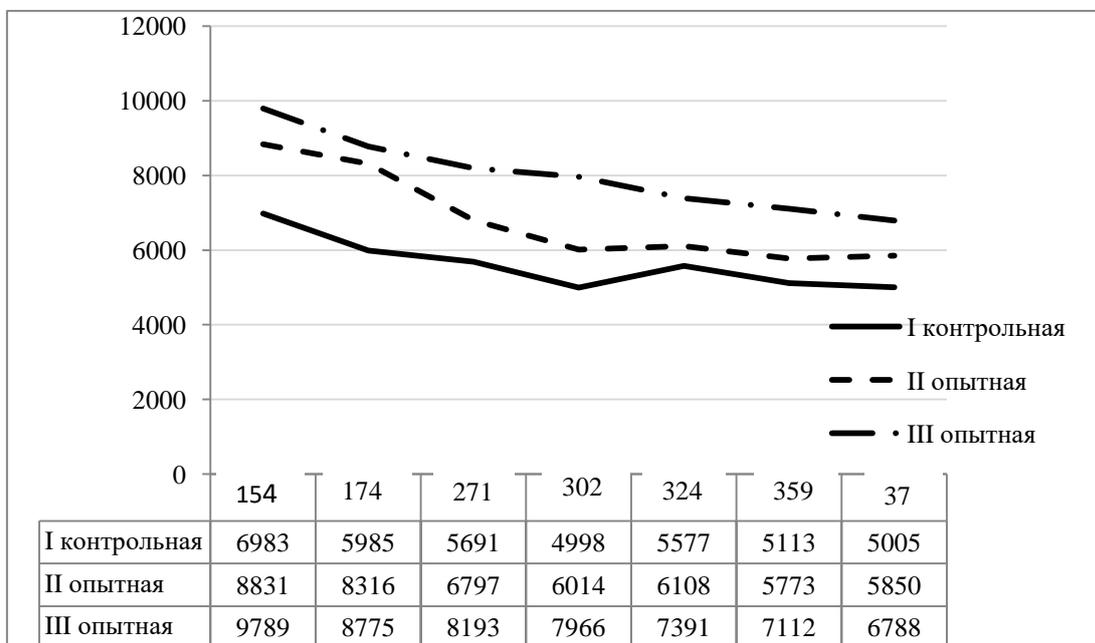


Рисунок 2. Титр антител у кур-несушек к инфекционному бронхиту кур
Figure 2. Antibody titer in laying hens to infectious bronchitis of chickens

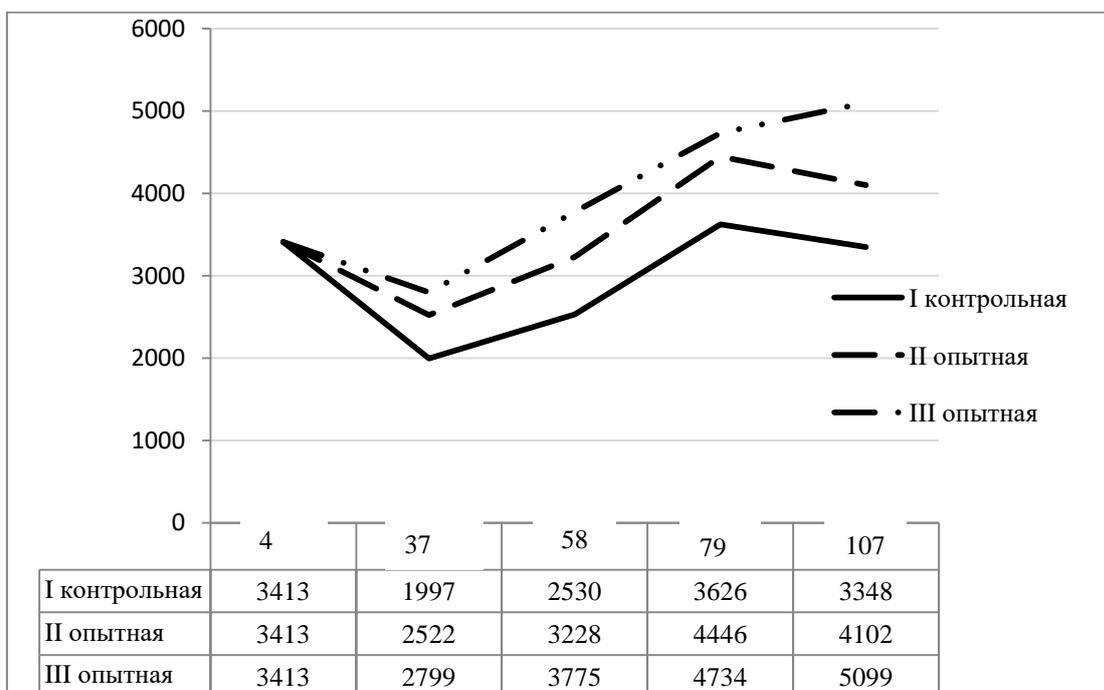


Рисунок 3. Титр антител у ремонтного молодняка к реовирусной инфекции
Figure 3. Antibody titer in replacement young animals to reovirus infection

С возрастом птицы защита организма от данного заболевания имеет тенденцию к снижению (рис. 4).

Однако на фоне I контрольной группы титр у птицы II опытной группы был выше на 21,4 – 32,8%, у III группы – на 41,7-63,4%.

Возбудитель голезни Гамборо у сельскохозяйственной птицы поражает фабрициеву бурсу, вызывает геморрагии, почечную недостаточность и диарею, что в итоге приводит к массовой выбраковке. Предупрежде-

ние данного заболевания возможно только проведением вакцинации и постоянным систематическим контролем степени защиты организма.

У ремонтного молодняка (табл. 1) титр антител к данному заболеванию, как и при других вирусных инфекциях, увеличивался к 107 суткам. При этом разница у II опытной группы в сравнении с контрольной была от 11,3 до 34,7%, в III опытной – от 13,3 до 38,7%.

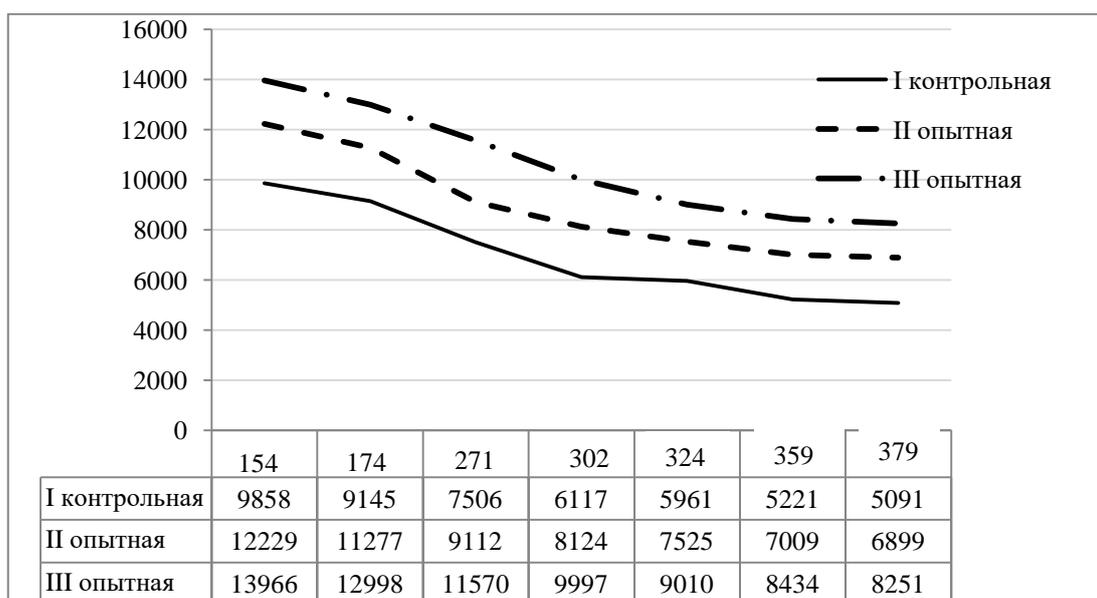


Рисунок 4. Титр антител у кур-несушек к реовирусной инфекции
Figure 4. Antibody titer in laying hens to reovirus infection

Таблица 1. Титр антител у ремонтного молодняка к болезни Гамборо
($X \pm m_x$, n=15)

Table 1. Antibody titer in replacement young animals to Gumboro disease
($X \pm m_x$, n=15)

Возраст птицы, сут.	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
4	5493±431,8	5493±431,8	5493±431,8
Cv, %	37,7	20,5	20,5
37	4295±386,6	5083±509,6	5111±398,7
Cv, %	36,0	41,0	31,2
58	5048±548,7	6798±603,8	7002±641,8
Cv, %	42,1	34,4	35,5
79	6355±678,4	7108±661,0	7266±659,4
Cv, %	42,7	47,2	36,3
107	6570±809,2	7377±739,0	7444±743,8
Cv, %	47,7	38,8	38,7

Используемые кормовые добавки в рационе птицы опытных групп проявили иммуностимулирующий эффект и в продуктивный период кур-несушек (табл. 2).

В продуктивный период ответная реакция организма кур-несушек на данное заболевание с возрастом птицы снижается. Так, у пти-

цы II опытной группы в сравнении с I контрольной в возрасте 154 сут. он был выше на 34,5%, то в 271-302 сут. – на 11,0-11,7%, в 324-359 сут. – на 31,0-31,2%, в III опытной группе соответственно на 43,1-63,2% ($P \leq 0,05$).

Таблица 2. Титр антител к болезни Гамборо у кур-несушек ($X \pm m_x, n=15$)

Table 2. Antibody titer to Gumboro disease in laying hens ($X \pm m_x, n=15$)

Возраст, сут.	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
154	10281±1317	13823±1174	14709±1211*
174	9731±1317	12775±1283	13997±1088*
271	7366±806	8227±877	12021±959*
302	7018±877	7790±838	10646±857*
324	5393±879	7073±732	8619±765*
359	5101±722	6681±687	8099±746*
379	5082±737	6007±639	7833±746*

* $P \leq 0,05$.

От иммунного состояния организма птицы во многом зависит ее выбраковка. Проведенный анализ в целом за продуктивный период показал, что у ремонтного молодняка выбраковка снизилась с 11 голов в контрольной группе до 6 и 4 голов – в опытных

(рис. 5), в период яйцекладки с 22 голов до 15 и 7 голов. Санитарный брак, как одна из технологических операций, так же сократился с 35 голов в I контрольной до 22 голов – во II и 14 голов – в III опытной группе.

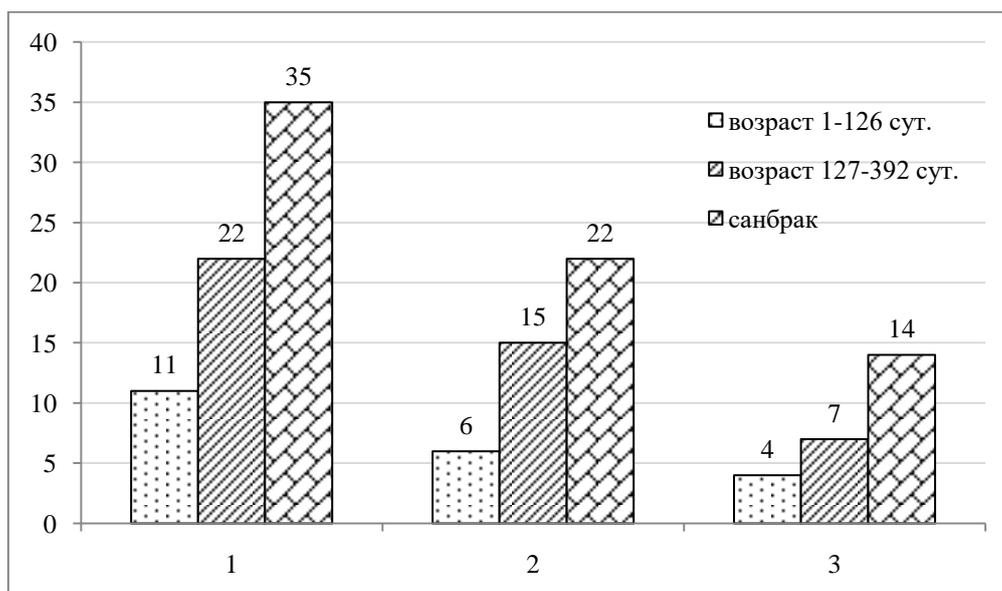


Рисунок 5. Выбраковка птицы за производственный цикл, гол.
Figure 5. Poultry culling per production cycle, heads.

В результате общее поголовье выбывшей птицы в I контрольной группе составило 68 гол., во II опытной – 43 гол., в III опытной группе – 25 гол. При этом без санитарного брака сохранность поголовья подопытной птицы составила 89,7% в I контрольной,

93,1% – во II опытной и 96,6% – в III опытной группе.

Однако количественные показатели выбраковки птицы не отражают причину выбраковки, данные которой представлены на рисунке 6.

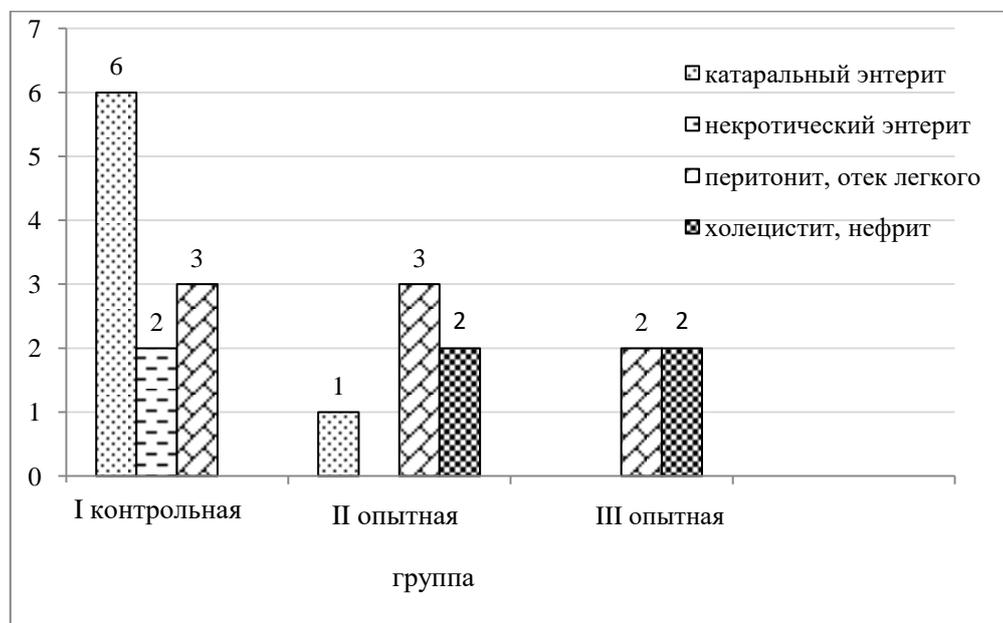


Рисунок 6. Причина выбраковки ремонтного молодняка, гол.

Figure 6. Reason for culling replacement young stock, heads.

Ремонтный молодняк I контрольной группы имел самое высокое число выбракованной птицы по причине катарального и некротического энтерита, перитонита, что также наблюдалось впоследствии у кур-несушек (13 гол.), в опытных группах с данной патологией было всего 4 и 2 головы. По другим причинам не заразной этиологии выбраковка составила 9 гол. в I группе, 11 – во II и 5 гол. – в III опытной группе, по санитарному браку – 35 гол., 21 и 14 гол. соответственно.

Сохранность поголовья ремонтного молодняка опытных групп с добавками Сорбитокс и Пробитокс в сравнении с контрольной группой повысилась на 1,5 и 2,1%, составив

соответственно 98,1 и 98,7%, у кур-несушек – 91,1 и 96,6% против 89,7% в контрольной группе. Данное различие позволило сократить затраты корма на выращивание одной головы ремонтного молодняка на 6,9 и 12,8%, на получение десятка яиц от кур-несушек – на 4,4 и 10,0%.

Выводы. Таким образом, кормовые добавки сорбционно-пробиотического действия повышают в организме птицы иммунный ответ, сохранность поголовья, что положительно отражается на затратах корма, как при выращивании ремонтного молодняка, так и в продуктивный период у кур родительского стада.

Список литературы

1. Фисинин В. И., Сурай П. Кишечный иммунитет у птиц: факты и размышления (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2013. №4. С. 3–23. DOI: 10.15389/agrobiology.2013.4.3rus
2. Камалиева М. Г., Асрутдинова Р. А., Гарипов С. М. Влияние условий содержания ремонтного молодняка кур на формирование иммунитета и качество мяса // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (128). С. 35–38. EDN: ZDBAJL

3. Белявцева Е. А., Гуренко И. А. Серологический мониторинг напряженности иммунитета при вирусных респираторных заболеваниях птиц // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 29(92). С. 221–231.
4. Хотмирова О. В. Профилактика инфекционного бронхита у кур // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6(74). С. 177–179.
5. Овчинников А. А., Овчинникова Л. Ю., Лакомый А. А. Иммунобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при использовании биологически активных добавок в рационе // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016. № 1. С. 39–44. EDN: VHDTAJ
6. Иммуностимулирующий эффект «Распол» при вакцинации цыплят против инфекционного бронхита / Р. А. Асрутдинова, С. М. Гарипов, В. Г. Софронов, И. Г. Кириллов, Г. А. Файзрахманова, Г. Д. Тушина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 236. № 4. С. 19–24. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-236-4-19-24. EDN: VNRNKA
7. Овчинников А. А., Матросова Ю. В., Коновалов Д. А. Продуктивность ремонтного молодняка кур при использовании в рационе пробиотических кормовых добавок // Пермский аграрный вестник. 2018. № 4(24). С. 132–137. EDN: EVUEKW
8. Гадиев Р. Р., Абдрахманова В. Р. Влияние кормовой добавки ЛаурБак на продуктивные и воспроизводительные качества гусей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 32–40. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-32-40. EDN: TNBHJN
9. Габараева З. И., Цогоева Ф. Н., Темираев Р. Б., Гаппоева В. С. Влияние разных доз антиоксиданта на переваримость и усвояемость питательных веществ рациона с толерантным уровнем Охратоксина А // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 35–43. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-35-43. EDN: IOCVBT

References

1. Fisinin V.I. Suraj P. Ut immunity in birds: facts and reflections (review). *Agricultural Biology*. 2013;(4):3–23. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2013.4.3rus
2. Kamaliev M.G., Asrutdinova P.A., Garipov S.M. The influence conditions of detention replacement chickens on the immunity formation and the quality of meat. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2017;5(128):35–38. (In Russ.). EDN: ZDBAJL
3. Belyavtseva E.A., Gurenko I.A. Serological monitoring of immunity in viral respiratory diseases of birds. *Transactions of Taurida agricultural science*. 2022; 29(92):221–231. (In Russ.)
4. Khotmirova O.V. Prevention of infectious bronchitis in chickens. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;6(74):177–179. (In Russ.)
5. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L.Yu., Lakomiy A.A. Immune biochemical blood parameters of broiler chickens when using biologically active additives in the diet. *Feeding of agricultural animals and feed production*. 2016;(1):39–44. (In Russ.). EDN: VHDTAJ
6. Asrutdinova R.A., Garipov S.M., Sofronov V.G., Kirillov I.G., Faizrakhmanova G.A., Tushina G.D. Immunostimulating effect of "Raspol" when vaccinating chickens against infectious bronchitis. *Scientific notes Kazan Bauman state Academy of veterinary medicine*. 2018;236(4):19–24. (In Russ.). DOI: 10.31588/2413-4201-1883-236-4-19-24. EDN: VNRNKA
7. Ovchinnikov A.A., Matrosova Yu.V., Konovalov D.A. Efficiency of replacement chickens when applying probiotic feed supplements in the ration. *Perm Agrarian journal [Permskii agrarnyi vestnik]*. 2018;4(24):132–137. (In Russ.). EDN: EVUEKW
8. Gadiev R.R., Abdrakhmanova V.R. Influence of feed additive LaurBak on productive and reproductive qualities of geese. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):32–40. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-32-40. EDN: TNBHJN
9. Gabaraeva Z.I., Tsogoeva F.N., Temiraev R.B., Gappoeva V.S. The effect of different doses of antioxidant on the digestibility and assimilation of nutrients in a diet with a tolerant level of ochratoxin A. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;4(42):35–43. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-35-43. EDN: IOCVBT

Сведения об авторе

Овчинников Александр Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5382-8651

Information about author

Alexander A. Ovchinnikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, South Ural State Agrarian University, SPIN-code: 5382-8651

*Статья поступила в редакцию 27.03.2024;
одобрена после рецензирования 17.04.2024;
принята к публикации 26.04.2024.*

*The article was submitted 27.03.2024;
approved after reviewing 17.04.2024;
accepted for publication 26.04.2024.*

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

Научная статья
УДК 636.271.034.082.233
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-68-74

**Молочная продуктивность коров холмогорской породы,
полученных от разных быков-производителей**

Илья Николаевич Варачев

Удмуртский государственный аграрный университет, Студенческая улица, 11, Ижевск, Россия, 426069, varachevin@vostoc.ru

Аннотация. Реализация племенных и продуктивных качеств во многом зависит от наследственных качеств животных. При этом генетический прогресс в молочном скотоводстве обусловлен племенной ценностью быков-производителей. В работе показаны результаты исследований по сравнительной оценке молочной продуктивности коров холмогорской породы – дочерей разных быков-производителей линии Вис Бэк Айдиал 1013415 и Рефлекшн Соверинг198998. Исследования проводились на базе сельскохозяйственного предприятия АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. Исследования выполнены на базе современного молочного комплекса с поголовьем коров более 1200 голов и средним удоем на одну корову 8360 кг молока. Результаты исследований характеризуют племенную ценность быков-производителей, которые подтверждаются высокой молочной продуктивностью их дочерей. За две завершённые лактации удой коров линии Вис Бэк Айдиал 1013415 в среднем 7934 кг молока, массовая доля жира в молоке варьировала от 3,79% до 3,94%, а массовая доля белка от 3,13% до 3,18%. Максимальную продуктивность в 1 (7809 кг; МДЖ 3,94%; МДБ 3,14%) и во 2 (8482 кг; МДЖ 3,93%; МДБ 3,15%) лактацию имели дочери быка-производителя Даннер-Пи. В группе коров линии Рефлекшн Соверинг198998 удой составил в среднем 7729 кг молока, массовая доля жира в молоке варьировала от 3,81% до 4,0%, а массовая доля белка от 3,14% до 3,19%. Максимальную продуктивность в 1 (7635 кг; МДЖ 3,82%; МДБ 3,16%) и во 2 (8152 кг; МДЖ 3,84%; МДБ 3,17%) лактацию имели дочери быка-производителя Проспероус.

Ключевые слова: молочная продуктивность, линия, холмогорская порода, быки-производители, коровы

Для цитирования. Варачев И. Н. Молочная продуктивность коров холмогорской породы, полученных от разных быков-производителей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 68–74. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-68-74

Original article

**Milk productivity of cows of the Kholmogorskaya breed, daughters
of the different breeding bulls**

Ilya N. Varachev

Udmurt State Agrarian University, 11 Studencheskaya Street, Izhevsk, Russia, 426069
varachevin@vostoc.ru

Abstract. The realization of breeding and productive qualities largely depends on the hereditary qualities of animals. At the same time, genetic progress in dairy cattle breeding is determined by the breeding value of sires. The paper shows the results of studies on the comparative assessment of the milk productivity of cows of the Kholmogorskaya breed – daughters of different sires of the Vis Back Ideal 1013415 and Reflection Sovering 198998 lines. The research was carried out on the basis of the agricultural enterprise JSC "Ilyich's Path" in the Zavyalovsky district of the Udmurt Republic. The research was carried out on the basis of a modern dairy complex with a cow population of more than 1200 heads, and an average milk yield per cow of 8360 kg of milk. The research results characterize the breeding value of stud bulls, which is confirmed by the high milk productivity of their daughters. For two completed lactations, the milk yield of cows of the line Vis Back Idial 1013415 averaged 7934 kg of milk, the mass fraction of fat in milk varied from 3.79% to 3.94%, and the mass fraction of protein from 3.13% to 3.18%. The maximum productivity in lactation 1 (7809 kg; MJ 3.94%; MDB 3.14%) and lactation 2 (8482 kg; MJ 3.93%; MDB 3.15%) was the daughters of the Danner Pi sire. In the group of Reflection Sovering198998 cows, milk yield averaged 7729 kg of milk, the mass fraction of fat in milk varied from 3.81% to 4.0%, and the mass fraction of protein from 3.14% to 3.19%. The daughters of the Prosperous sire had the maximum productivity in lactation 1 (7635 kg; MJ 3.82%; MDB 3.16%) and in lactation 2 (8152 kg; MJ 3.84%; MDB 3.17%).

Keywords: milk productivity, line, breed, Kholmogorskaya, bulls-producers, cows

For citation. Varachev I.N. Milk productivity of cows of the Kholmogorskaya breed, daughters of the different breeding bulls. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):68–74. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-68-74

Введение. В научных исследованиях ряда ученых отмечено: «На сегодняшний день в России одной из значимых отраслей сельского хозяйства является молочное скотоводство, которое выполняет основные функции современного агропромышленного комплекса страны» [1, 2]. На конец 2023 года с уверенностью можно сказать, «...что данная отрасль несет стратегическую задачу по производству сырья: молока, говядины с целью обеспечения страны продуктами питания, а также способствует развитию сельских территорий» [3, 4]. Конечно, как и в других отраслях животноводства, использование интенсивных технологий получения молока и говядины требует от специалистов не только обновления оборудования, совершенствования технологий содержания и кормления молочного скота, введения IT-систем, но и непрерывной работы с генетикой, которая на сегодняшний день, бесспорно, является одной из крайне востребованных нерешенных задач. Таким образом, как отмечает ряд авторов, «...методы и способы обеспечения продовольственной безопасности специалистами определены, но постоянное движение в сторону увеличения объемов производства молока, модернизации и другие составляющие не позволяют зоотехни-

кам-селекционерам и ученым «поставить точку» в решении этих задач» [5–7].

Любимов А. И., (2019) [8], Мартынова Е. Н., (2004) [9], Батанов С. Д. (2021) [10] и ряд авторов отмечают, что «Разнообразие, как отечественных, так и зарубежных генетических ресурсов даёт широкую степень их использования, однако, результат может быть положителен лишь на одно десятилетие, а далее, мы можем «откатиться» далеко назад, осознав, что допустили ошибку, вмешавшись в чистокровность породы, изменив линию, «пустив ветвь родства» в сторону снижения продуктивности, долголетия и другое» [11, 12]. В молочных хозяйствах России, а также в Удмуртской Республике широко используется голштинская порода крупного рогатого скота, что обусловлено импортом скота, а также использованием поглотительного скрещивания животных этой породы с черно-пестрой и холмогорской породой. Мещеров Р. К. и другие (2022) отмечают, что «Оценка племенных качеств, её точность прогнозирует развитие будущих поколений» [1]. Одной из ценных программ улучшения молочной продуктивности популяции молочного скота отводится быкам-производителям [13, 14].

Цель исследования – анализ и оценка молочной продуктивности коров холмогорской породы в зависимости от происхождения.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось на коровах холмогорской породы в условиях сельскохозяйственного предприятия (племенной завод по разведению крупного рогатого скота) АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. Был проведен анализ молочной продуктивности коров 1 и 2 законченной лактации. Для этого были отобраны коровы разного линейного происхождения: линии Рефлекшн Соверинг и Вис Бэк Айдиал. Внутри каждой линии были сформированы группы коров-дочерей разного происхождения по быкам-производителям. Объем выборочной совокупности животных составил 72 коровы первой лактации и 57 коров второй лактации.

Оценка молочной продуктивности животных проводилась по материалам зоотехнического и племенного учета базы, а также электронной информационно-аналитической базы «СЕЛЭКС». В период проведения исследований подопытные животные находились в оптимальных условиях кормления и содержания и соответствовали основным зоотехническим и зооигиеническим требованиям. В хозяйстве применяются инновационные технологии в кормопроизводстве и ежегодно отмечается высокая обеспеченность кормами. Используется беспривязно-боксовая и привязная технология производства молока с круглогодичным однотипным кормлением коров. Рационы обогащены БВМД, что позволяет сбалансировать уровень кормления крупного рогатого скота в соответствии с продуктивностью животных и физиологическими потребностями организма.

Обработка экспериментальных данных проводилась по методике вариационной статистики с помощью программы Excel.

Результаты исследования. Племязавод АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики занимается разведением крупного рогатого скота холмогорской породы. На 01.01.2023 г поголовье составило 2863 головы, в том числе коров 1230 голов. В 2022 году удой в среднем на одну корову по результатам производственного учета составил 8360 кг с содержанием жира

3,86% и белка 3,15% в молоке. Удой за 305 дней лактации по результатам племенного учета составил 7927 кг молока с массовой долей жира и белка в молоке 3,89% и 3,17%, соответственно. Коровы в анализируемом стаде представлены двумя генеалогическими линиями: Вис Бэк Айдиал и Рефлекшн Соверинг. Молочная продуктивность коров линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Рефлекшн Соверинг 198998 представлены в таблицах 1 и 2.

Изучение молочной продуктивности по 1 и 2 лактации коров-дочерей быков-производителей линии Вис Бэк Айдиал 1013415 показало закономерное увеличение величины удоя за 305 дней лактации и живой массы коров, обусловленное возрастом. Наряду с этим наблюдалось незначительное изменение показателей массовой доли жира и белка в молоке. Наиболее интенсивный рост молочной продуктивности с возрастом отмечен у коров (отец Даннер-Пи) – их удой увеличился на 673 кг, в то время как удой у коров-дочерей быков Америнд и Техно увеличился на 491 и 594 кг соответственно. При этом коэффициент раздоя составил 8,7%, 3,1% и 7,9% соответственно. Коэффициент молочности также объективно подтверждает лучшую молочную продуктивность в группе быка-производителя Даннер-Пи и в среднем составил – 1500, что выше на 7,1%, чем у дочерей быка Америнд и на 6,9% – дочерей быка Техно. Средний удой коров за 305 дней первой лактации варьировал от 7540 кг (отец Техно) до 7809 кг (отец Даннер-Пи). При этом разница между группами была недостоверной и составила 3,1% и 3,6%, соответственно. По 2 лактации при недостоверной разнице (5,1% и 4,3%), удой варьировал от 8068 кг (отец Америнд) до 8482 кг (отец Даннер-Пи). Разница по показателям содержания жира в молоке варьировала от 3,79% до 3,94%, наиболее высокое содержание жира отмечается в молоке дочерей быка-производителя Америнд – 3,94% (2 лактация) при достоверной разнице (0,13%) ($P < 0,05$) по сравнению с группой дочерей быка Техно. Массовая доля белка в молоке коров варьировала от 3,14% до 3,18%. При этом достоверной разницы не выявлено. Наивысший показатель отмечен у дочерей быка-производителя Америнд – 3,18% (2 лактация).

Таблица 1. Молочная продуктивность дочерей быков-производителей линии Вис Бэк Айдиал 1013415
Table 1. Milk productivity of daughters of sires of the line Vis Back Idial 1013415

Линия	Вис Бэк Айдиал 1013415											
	Америнд				Даннер-Пи				Техно			
	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %										
Номер лактации	I		II		I		II		I		II	
Количество дочерей (n)	15		13		15		11		12		10	
Удой за 305 дней лактации, кг	7574±153	10,5	8068±161	12,4	7809±165	12,8	8482±172*	13,7	7540±170	12,9	8134±185	14,1
Средний суточный удой, кг	26,9±0,7	8,3	27,8±0,9	9,1	28,3±0,8	9,2	29,2±1,1	10,3	25,8±1,0	10,1	27,5±1,2	11,5
МДЖ, %	3,93±0,02	9,4	3,94±0,03	10,5	3,94±0,01	6,9	3,93±0,03	9,8	3,79±0,04*	11,7	3,81±0,02*	8,7
кг	297,7±6,2	8,7	317,9±4,1	9,4	307,7±5,9*	7,1	333,4±5,2**	8,3	285,8±6,4	9,5	309,9±3,9	8,7
МДБ, %	3,15±0,01	6,1	3,18±0,01*	6,4	3,14±0,02	7,5	3,15±0,01	5,8	3,14±0,02	8,1	3,16±0,03	9,5
кг	238,6±5,7	6,4	257,1±3,1	5,8	245,2±4,2	6,1	267,2±3,9	4,8	236,8±4,5	6,3	257,1±3,5	5,2
Живая масса, кг	539±16,4	10,3	584±18,1	11,5	543±15,9	9,6	587±20,1	11,8	536±19,2	12,4	587±21,3	11,7
Коэффициент молочности	1405±8,5	9,1	1382±10,3	11,4	1438±7,4*	8,6	1562±12,6*	10,3	1407±11,8	10,9	1386±14,5	15,7

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

Таблица 2. Молочная продуктивность дочерей быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг 198998
Table 2. Milk productivity of daughters of sires of the Reflection Sovering 198998 line

Линия	Рефлекшн Соверинг 198998											
	Бойз				Проспероус				Эмфасис			
	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %	$\bar{x} \pm \Delta x$	Cv, %
Номер лактации	I		II		I		II		I		II	
Количество дочерей (n)	10		8		10		8		10		7	
Удой за 305 дней лактации, кг	7481±185	11,6	7902±202	14,8	7635±161	9,7	8152±217	16,2	7352±221	15,7	7850±164	10,1
Средний суточный удой за лактацию, кг	28,6±0,8	9,5	27,7±1,1	10,3	27,9±1,3	11,8	29,1±0,6	5,2	25,8±0,7	6,4	28,4±1,0	9,8
МДЖ, %	3,81±0,02	10,5	3,83±0,03	12,7	3,82±0,02	9,8	3,84±0,04	13,2	3,89±0,03*	11,7	4,05±0,06*	13,9
кг	285,1±5,9	9,7	302,6±6,3	11,5	291,7±4,8	9,5	313,1±7,8	14,7	286,1±4,9	12,3	317,9±5,3	11,9
МДБ, %	3,14±0,01	5,4	3,16±0,02	7,5	3,16±0,02	7,8	3,17±0,01	6,1	3,16±0,01	5,9	3,19±0,03	8,4
кг	234,9±5,2	7,4	249,7±5,7	10,6	241,3±6,1	8,2	258,4±4,5	9,4	232,3±4,3	10,1	250,4±5,9	8,9
Живая масса, кг	528±23,5	12,6	577±18,4	10,7	531±20,3	11,4	579±17,7	9,1	534±21,5	10,9	567±19,8	10,1
Коэффициент молочности	1417±11,2	10,5	1387±9,4	11,6	1438±10,8	10,3	1408±7,5	12,2	1377±10,1*	11,4	1384±9,4*	9,4

Определенный интерес представляет анализ величины показателей количества молочного жира и белка у коров разного происхождения. Дочери быка-производителя Доннер-Пи превосходят своих сверстниц дочерей быков Америкинд и Техно по количеству молочного жира в 1 лактацию на 3,4% и 7,7% ($P < 0,05$), во 2 лактацию 4,9% ($P < 0,05$) и 7,6% ($P < 0,01$), а по количеству молочного белка в 1 лактацию 6,5% и 7,3%, во 2 лактацию 3,9% и 3,8%, соответственно при недостоверной разнице.

Независимо от происхождения по отцу у дочерей быков-производителей линии Рефлекшн Соверинг 198998 установлено увеличение удоя за 305 дней лактации и живой массы с возрастом. Удой дочерей быка-производителя – Проспероуса во вторую лактацию по сравнению с первой был выше на 517 кг, в то время как у коров-дочерей быков-производителей Бойз и Эмфасис он увеличился на 421 и 498 кг, а коэффициент раздоя при этом составил 6,8%, 5,6% и 6,8% соответственно. Средняя величина коэффициента молочности также объективно подтверждает наиболее высокую молочную продуктивность дочерей быка-производителя Проспероус, что в среднем за две лактации составляет – 1423 кг, что превосходит дочерей быка Бойза на 1,5% и 3,1% дочерей Эмфасиса. Средний удой коров за 305 дней 1 лактации варьировал от 7352 кг (отец Эмфасис) до 7635 кг (отец Проспероус). При этом разница между группами была недостоверной и составила 2,1% и 3,8%.

По 2 лактации при недостоверной разнице (3,2% и 3,8%) удой варьировал от 7850 кг (отец Эмфасис) до 8152 кг (отец Проспероус). Разница по показателю содержания жира в молоке коров независимо от возраста в

лактациях варьировала от 3,81% до 4,05%. Наиболее высокое содержание жира выявлено в молоке коров-дочерей быка-производителя Эмфасис, что составило 3,89% в 1 лактацию и 4,05% во 2 лактацию, это достоверно выше ($P < 0,05$) на 0,08 п.п. и 0,07 п.п., чем у дочерей быка-производителя Бойз и Проспероус в 1 лактацию, во 2 лактацию на 0,22 п.п. ($P < 0,01$) и 0,21 п.п. ($P < 0,05$) соответственно. Массовая доля белка в молоке коров варьировала от 3,14% до 3,19% при недостоверной разнице. По содержанию белка в молоке коров в зависимости от происхождения коров по отцу в 1 лактацию составила 0,01 п.п. и 0,03 п.п., а во 2 лактацию 0,02 п.п. 0,03 п.п. соответственно. Анализ величины показателей количества молочного жира и белка у коров разного происхождения выявил, что в 1 лактацию дочери быка-производителя Проспероус превосходят по данным параметрам своих сверстниц дочерей быков Бойз и Эмфасис на 2,3% и 2,1% ($P < 0,05$), а по количеству молочного белка на 2,7% и 3,9%, соответственно при недостоверной разнице. Во 2 лактацию более высокая величина количества молочного жира отмечена у дочерей быка-производителя Эмфасис, что выше чем у сверстниц на 5,1% и 1,5%, а по количеству молочного белка превосходство было у дочерей быка Проспероус на 3,5% и 3,2% при недостоверной разнице.

Заключение. Дочери разных быков-производителей линии Вис Бэк Айдиал и Рефлекшн Соверинг характеризовались высокими показателями удоя за 305 дней лактации, массовой доли жира и белка в молоке. При этом более существенное влияние на уровень молочной продуктивности оказывает не фактор «линия», а фактор «отец».

Список литературы

1. Влияние показателя оценки быков-производителей методом BLUP на период продуктивного использования коров черно-пестрой породы / Р. К. Мещеров, А. А. Грашин, В. А. Грашин, Ш. Р. Мещеров // Зоотехния. 2022. № 11. С. 5–8. DOI: 10.25708/ZT.2022.18.11.002. EDN: WRHDQF
2. Кузнецов В. М. Разведение по линиям и голштинизация: методы оценки, состояние и перспективы // Проблемы биологии продуктивных животных. 2013. № 3. С. 25–79. EDN: RCP1BV
3. Особенности организации производства молока в агропромышленных формированиях / Терновы. К. С. Данькова Л. В., Золотарева Н. А., Пименов Ю. А. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 3. С. 148–158. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.3.148. EDN: YOINFR

4. Тимошенко В., Музыка А. Инновационные технологии производства молока // Животноводство России. 2022. № 1. С. 43–46. DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.005. EDN: BUCYSP
5. Китаев Ю. А. Современное состояние молочного скотоводства в России // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 2. С. 101–104. EDN: ZJCQEB
6. Нежданов А., Сергеева Л. Интенсивность воспроизводства и молочная продуктивность коров // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 5. С. 2. EDN: JTCZYF
7. Инновационный метод прогнозирования продуктивности молочных коров / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина, Р. М. Кертиев // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2(66). С. 4–11. DOI: 10.48012/1817-5457_2021_2_4. EDN: UZLBNO
8. Любимов А. И., Мартынова Е. Н., Ачкасова Е. В. Оценка реализации генетического потенциала быков-производителей // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2019. № 4(52). С. 86–90. DOI: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-86-90. EDN: LTQNOT
9. Мартынова Е. Н., Батанов С. Д. Химический состав молока в зависимости от генотипа животного // Аграрная наука. 2004. № 9. С. 24. EDN: PKRZLB
10. Молочная продуктивность коров разных экстерьерно-конституциональных типов / С. Д. Батанов, И. А. Амерханов, И. А. Баранова и [др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 102–113. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-2-102-113. EDN: QDWYWT
11. Оценка быков-производителей в системе разведения племенного стада / Н. А. Попов, Г. А. Симонов, Г. И. Шичкин, З. Н. Хализова // Эффективное животноводство. 2021. № 5(171). С. 87–90. DOI: 10.24412/cl-33489-2021-5-87-90
12. Реализация генетического потенциала крупного рогатого скота / С. Д. Батанов, С. А. Хохряков, С. Н. Ластавченко, Р. Р. Закирова // Аграрная наука. 2007. № 1. С. 22–23. EDN: WGodTF
13. Реализация генетического потенциала коров в зависимости от методов подбора и способов содержания / Е. Н. Мартынова, Ю. В. Исупова, В. Ю. Якимова, О. М. Нагорная // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3(75). С. 34–40. DOI: 10.48012/1817-5457_2023_3_34-40
14. Результаты оценки быков-производителей по качеству потомства / О. В. Горелик, С. Ю. Харлап, Ю. В. Келин, Е. А. Обожина // Вестник Вятской ГСХА. 2020. № 3(5). С. 6–10. EDN: EPZZOJ

References

1. Meshcherov R.K. [et al.]. Influence of the BLUP sire evaluation indicator on the period of productive use of black-and-white breed cows. *Zootekhnika*. 2022;(11):5–8. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2022.18.11.002. EDN: WRHDQF
2. Kuznetsov V.M. Line breeding and Holsteinization: assessment methods, status and prospects. *Problems of productive animal biology* [Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh]. 2013;(3):25–79. (In Russ.). EDN: RCPIBB
3. Ternovykh K.S. [et al.]. Organizational factors of milk production in the integrated agro-industrial formations. Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies. 2018;(3):148–158. (In Russ.). DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.3.148. EDN: YOINFR
4. Timoshenko V., Muzyka A. Innovative technologies of milk production. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2022;(1):43–46. (In Russ.). DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.005. EDN: BUCYSP
5. Kitaev Y.A. Current state of Russian dairy cattle breeding. *Machinery and technologies in livestock*. 2020;(2):101–103. (In Russ.). EDN: ZJCQEB
6. Nezhdanov A., Sergeeva L. Reproduction intensity and milk productivity of cows. *Dairy and meat cattle breeding*. 2018;(5):2. (In Russ.). EDN: JTCZYF
7. Batanov S.D. [et al.]. An Innovative method for predicting the productivity of dairy cows. *The Bulletin of Izhevsk state agricultural academy*. 2021;2 (66): 4–11. (In Russ.). DOI: 10.48012/1817-5457_2021_2_4. EDN: UZLBNO
8. Lyubimov A.I., Martynova E.N., Achkasova E.V. Evaluation of the genetic potential in stud bulls. *Vestnik Bashkir state agrarian university*. 2019;4 (52):86–90. (In Russ.). DOI: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-86-90. EDN: LTQNOT
9. Martynova E.N., Batanov S.D. Dependence of a chemical composition of milk on animal's genotype. *Agrarian Science*. 2004;(9):24. (In Russ.). EDN: PKRZLB

10. Batanov S.D. [et al.]. Milk productivity of cows of different exterior-constitutional types. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2021;(2):102–113. (In Russ.). DOI: 10.26897/0021-342X-2021-2-102-113. EDN: QDWYWT
 11. Popov N.A. [et al.]. Evaluation of bulls-producers in the breeding system of pedigree herd. *Effektivnoe zhitovnovodstvo*. 2021;5(171):87–90. (In Russ.). DOI: 10.24412/cl-33489-2021-5-87-90
 12. Batanov S.D. [et al.]. Realization of genetic potential bulls producers. *Agrarian Science*. 2007;(1):22–23. (In Russ.). EDN: WGodTF
 13. Martynova E.N. [et al.]. Realization of the genetic potential of cows depending on selection methods and methods of keeping. *The Bulletin of Izhevsk state agricultural academy*. 2023;3(75):34–40. (In Russ.). DOI: 10.48012/1817-5457_2023_3_34-40
 14. Gorelik O.V. [et al.]. The results of sires evaluation on offsprings quality. *Vestnik Vâtskoj GSHA*. 2020;3(5):6–10. (In Russ.). EDN: EPZZOJ
-

Сведения об авторе

Варачев Илья Николаевич – аспирант кафедры технологии переработки продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет»

Information about the author

Илья Н. Варачев – postgraduate student of the Department of Livestock Products Processing Technology, Udmurt State Agrarian University

*Статья поступила в редакцию 17.05.2024;
одобрена после рецензирования 04.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 17.05.2024;
approved after reviewing 04.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Научная статья

УДК 631.352

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-75-81

**Устройство для обработки зоны приствольного круга
интенсивного сада на склоновых землях****Аслан Каральбиевич Апажев¹, Артур Мухамедович Егожев^{✉2},
Низам Алейдарович Алиев³, Хасан Асланович Апхудов⁴**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>^{✉2}artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>³07nizam1997@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2943-4462>⁴aphudov07@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

Аннотация. Существующие конструкции машин для обработки приствольных зон не позволяют полностью обрабатывать приствольную полосу плодовых насаждений при однократном проходе агрегата вдоль линии ряда, что отрицательно сказывается на эффективности их применения на террасированных склонах, где подход к линии ряда возможен только с одной стороны. В основном, производители плодово-ягодной продукции, осуществляющие свою деятельность в условиях предгорного склонового садоводства, не имеют специальных машин и механизмов для поверхностной обработки приштамбовой зоны в один проход агрегата. Следовательно, разработка технических средств для обхода штамба дерева в условиях склонового террасного садоводства и реализация на его основе механизма конструкции косилки является актуальной проблемой. Для повышения качественных показателей работы и снижения энергетических затрат работы устройства при проворачивании поворотной секции с установленными на ней роторными рабочими органами с ножами вокруг штамба дерева предлагается конструктивно-технологическая схема двухроторной косилки для обработки зоны приствольного круга деревьев в условиях террасы за один проход машинотракторного агрегата. Полученные результаты лабораторных исследований технических и технологических параметров, а также производственных испытаний механизма двухроторной косилки подтвердили высокое качество выполнения технологического процесса.

Ключевые слова: двухроторная косилка, штамп дерева, приствольная зона, склоновое земледелие

Для цитирования: Апажев А. К., Егожев А. М., Алиев Н. А., Апхудов Х. А. Устройство для обработки зоны приствольного круга интенсивного сада на склоновых землях // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 75–81.

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-75-81

Original article

A device for processing the zone of the trunk circle of an intensive garden on sloping lands

Aslan K. Apazhev¹, Artur M. Egozhev^{✉2}, Nizam A. Aliev³, Khasan A. Apkhudov⁴

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

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

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

³07nizam1997@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2943-4462>

⁴aphudov07@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

Abstract. The existing designs of machines for processing trunk zones do not allow to process fully the trunk strip of fruit plantations with a single pass of the unit along the row line, which negatively affects the effectiveness of their use on terraced slopes, where the approach to the row line is possible only from one side. Basically, producers of fruit and berry products operating in the conditions of foothill slope gardening do not have special machines and mechanisms for surface treatment of the tamping zone in one pass of the unit. Therefore, the development of technical means for bypassing the stem of a tree in the conditions of slope terraced gardening and the implementation of a mower design mechanism based on it is an urgent problem. To improve the quality and reduce the energy performance of the mower when turning the rotary section, with rotary working bodies with knives mounted on it, around the tree stem, a design and technological scheme of a two-rotor mower is proposed for processing the area of the trunk circle of trees in a terrace in one pass of a machine-tractor unit. The obtained results of laboratory studies of technical and technological parameters, as well as production tests of the two-rotor mower mechanism, confirmed the high quality of the technological process.

Keywords: two-rotor mower, tree trunk, trunk area, slope farming

For citation. Apazhev A.K., Egozhev A.M., Aliev N.A., Apkhudov K.A. A device for processing the zone of the trunk circle of an intensive garden on sloping lands. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):75–81. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-75-81

Введение. Существующие конструкции машин для обработки приствольных зон не позволяют полностью обрабатывать приствольную полосу плодовых насаждений при однократном проходе агрегата вдоль линии ряда, что отрицательно сказывается на эффективности их применения на террасированных склонах, где подход к линии ряда возможен только с одной стороны [1–4]. Разработка технических средств для обхода штамба дерева в условиях склонового террасного садоводства и реализация на его основе механизма конструкции косилки является актуальной проблемой.

Цель исследования – Разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров двухроторной косилки.

Задачи исследования:

1. Разработать новую конструкцию двухроторной косилки, обеспечивающую полную

обработку приствольной зоны за один проход агрегата вдоль линии ряда.

2. Обосновать теоретически конструктивно-технологические параметры предлагаемой конструкции косилки.

Объект исследования – основные параметры устройства при полном обходе штамба дерева.

Методы исследования. Теоретические исследования проводились с использованием основных положений теоретической механики и деталей машин. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и натуральных условиях.

Результаты исследования. Зона приствольной полосы ряда всегда является менее доступным для всех видов обработок, по этой причине устройства и механизмы для ее осуществления существенно усложняются [4–6].

Устройства и механизмы для максимально полной обработки приствольных зон интенсивного сада по основным принципам функционирования делятся на две группы [7, 8]:

1. Без выведения рабочей части из приствольной зоны при обработке;

2. С принудительным выведением и последующим введением рабочей части из приствольной зоны.

В устройствах первой группы при обходе штамба имеет место отклонения роторов при касании штамба дерева.

Достоинством данной схемы является высокая надежность по причине отсутствия рабочего механизма принудительного ввода, а недостатком – высокая вероятность травмирования штамба, что особенно актуально для молодых деревьев.

В устройствах второй группы всегда имеет место обход штамба с принудительным перемещением всей конструкции устройства при минимально допустимом значении расстояния, определяемом параметрами инерционных сил самой конструкции.

Узлы деталей машины для принудительного ввода, а также вывода преимущественно состоят из гидроследящего механизма с сигнальным щупом, связанным с плунжерным гидрораспределителем, а также механизмом для перемещения исполнительного рабочего органа. Принудительное введение, а также выведение конструкции устройства происходит при срабатывании сигнального щупа. Данная схема работы механизма исключает также возможность травмирования штамба.

Основным недостатком этой схемы является оставление необработанной зоны приствольного круга за штаблом дерева, а также сложность конструкции и высокая стоимость.

Существующие конструкции устройств и механизмов для обработки зон приствольной полосы не полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к машинам по производительности и качеству обработки при однократном прохождении агрегата по линии ряда, что существенно снижает эффективность их использования на склоновых землях.

Следовательно, разработка и внедрение устройств для обхода штамба дерева в условиях склонового террасного садоводства и реали-

зация на его основе конструкции двухроторной косилки является актуальной проблемой.

Для повышения качественных показателей и снижения энергетических затрат работы устройства при проворачивании поворотной секции вокруг штамба дерева нами разработана и испытана в полевых условиях конструкция двухроторной косилки для поверхностной обработки приствольной зоны деревьев в один проход агрегата (рис. 1).

По предлагаемой конструкции косилки получен патент Российской Федерации на полезную модель (Пат. РФ № 221758) [9].

Поворотная секция косилки представляет собой жесткую балку 1, которая установлена под углом α к линии ряда, с расположенными на ее концах роторными рабочими органами с ножами 2 различного диаметра и предохранительными колесами 3, которые свободно вращаются на осях и обеспечивают перемещение роторов по окружности вокруг штамба, предохраняя их от повреждения ножами [10].

При приближении устройства к дереву предохранительные колеса 3 соприкасаются со штаблом 4, далее эти колеса, перекатываясь по поверхности штамба, проворачивают полностью поворотную секцию с размещенными на ней роторными рабочими органами 2 различного диаметра и обеспечивают полное скашивание растительности вокруг штамба дерева при однократном проходе.

Установка роторов устройства под углом α к линии ряда позволяет меньшему по диаметру ротору обеспечить на начало проворачивания вокруг штамба полную обработку зоны приствольного круга, расположенной за штаблом.

Конструктивное исполнение роторов различного диаметра позволяет при проворачивании вокруг штамба дерева ротору, движущемуся первым с наибольшим диаметром, увеличить обрабатываемую им часть зоны приствольного круга, а также снизить энергоемкость процесса скашивания, так как при выполнении технологического процесса полезную работу совершает перемещающийся первым по направляющей окружности больший по размеру ротор, меньший же по размеру ротор в тот момент совершает холостую работу, перемещаясь по уже обработанной поверхности.

Размер площадки при обработке зоны приствольного круга определяется геометрией деталей поворотной секции и углом поворота устройства.

При испытании устройства в полевых условиях была достигнута высокая эффективность применения данной конструкции (рис. 2).

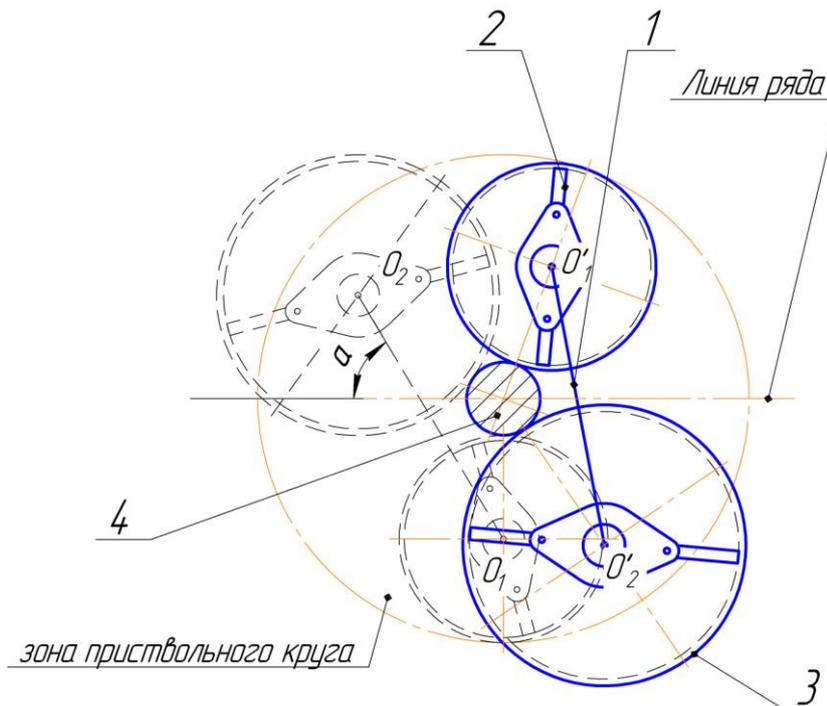


Рисунок 1. Конструктивная и технологическая схемы поворотного механизма косилки (Пат. РФ № 221758)
Figure 1. The design and technological scheme of the rotary mechanism of the mower (Pat. R.F. № 221758)



Рисунок 2. Двухроторная косилка в рабочем положении
Figure 2. Two-rotor mower in working position

Выводы. Предлагаемая нами конструкция косилки имеет высокую эффективность и полностью будет удовлетворять существующие требования производителей по снижению стоимости поверхностной обработки.

Внедрение в производство предлагаемого нами конструктивно-технологического ре-

шения обеспечит полное удаление сорной растительности в приствольной полосе и зоне приствольного круга, а также снизит энергоемкость его обработки при однократном проходе агрегата по линии ряда до 35% по сравнению с существующими методами обработки в современных садах.

Список литературы

1. Комплекс технологий и технических средств возделывания сельскохозяйственных культур в системе органического земледелия с использованием инновационных биологических средств защиты, методов мелиорации и экологизации / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, Е. А. Полищук [и др.]. Нальчик, 2020. 216 с. EDN: CRADJB
2. Минсельхоз РФ: темпы закладки садов в КБР вдвое превышают показатели по стране [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/v-strane/9342469>
3. 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: матер. обл. науч.-практ. конф. 21-22 мая 1996 г. Мичуринск, 1996. Сб. 2. Ч. 2. С. 75–76.
4. Математическое моделирование процесса скашивания растительности с приствольных полос плодовых деревьев в садах / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Х. К. Каздохов, Е. А. Полищук // Агро-ЭкоИнфо. 2020. № 3. С. 20. EDN: MLIIGP
5. Двухроторная фреза для террасного садоводства / А. К. Апажев, А. М. Егожев, Е. А. Полищук, А. А. Егожев // Сельский механизатор. 2022. № 4. С. 10-11 EDN: RQRCKA
6. Apazhev A.K., Polishchuk E.A. Mathematical model of the operating process of a mower for mowing vegetation in the near-trunk strip To cite this article. 2020 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1679.
7. Бакуев Ж. Х. Освоение склонов Северного Кавказа под интенсивные сады // Генезис, география, классификация почв и оценка почвенных ресурсов: матер. Всеросс. науч. конф. Архангельск, 2010. С. 247–250.
8. Косилка для террасного садоводства / А. М. Егожев, М. Х. Мисиров, Е. А. Полищук, А. А. Егожев // Сельский механизатор. 2018. № 9. С. 10–13. EDN: YOCLFB
9. Пат. 221758 Российская Федерация, МПК А01D 34/84. Косилка для обработки зоны приствольного круга / А. М. Егожев, А. К. Апажев, Е. А. Полищук, М. Х. Мисиров, А. А. Егожев, Н. А. Алиев; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарский ГАУ. №2023115356; заявл. 09.06.2023; опубл. 22.11.2023. Бюл. № 33. 3 с.
10. Яблонский А. А., Никифорова В. М. Курс теоретической механики: учебное пособие для ВТУЗов. Москва: КНОРУС, 2010. 608 с.

References

1. Apazhev A.K. [et al.]. *Kompleks tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv vozdeliyaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v sisteme organicheskogo zemledeliya s ispol'zovaniyem innovatsionnykh biologicheskikh sredstv zashchity, metodov melioratsii i ekologizatsii* [Complex of technologies and technical means for cultivating agricultural crops in the organic farming system using innovative biological means of protection, methods of reclamation and ecologization]. Nalchik, 2020. 216 p. (In Russ.). EDN: CRADJB
2. Ministry of Agriculture of the Russian Federation: the pace of laying gardens in the KBR is twice as high as the country's indicators [Electronic resource]. Access mode: <https://tass.ru/v-strane/9342469> (date of application 01.10.2020). (In Russ.)
3. Bukhman N.S., Manaenkov K.A. On direct mathematical modeling of the process of bypassing tree trunks with milling working bodies with a vertical axis of rotation. *Sel'skokhozyaystvennoye proizvodstvo i vysshaya shkola na perelomnom etape reformirovaniya: mater. obl. nauch.-prakt. konf. 21-22 maya 1996 g.* [Agricultural production and higher school at the turning point of reform: material. region scientific-practical conf. May 21-22, 1996]. Michurinsk, 1996. Sat. 2. Part 2. Pp. 75–76. (In Russ.)

4. Apazhev A.K. [et al.]. Mathematical modeling of the process of mowing vegetation from near-trunk strips of fruit trees in orchards / A.K. Apazhev, Yu.A. Shekikhachev, H.K. Kazdokhov, E.A. Polishchuk. *AgroEcoInfo*. 2020;(3). (In Russ.). EDN: MLIIGP
5. Apazhev, A.K. [et al.]. Two-rotor milling cutter for terraced gardening. *Selskiy Mechanizator*. 2022;(4):10-11. (In Russ.). EDN: RQRCKA
6. Apazhev A.K., Polishchuk E.A. Mathematical model of the operating process of a mower for mowing vegetation in the near-trunk strip To cite this article. 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1679
7. Bakuev Zh.Kh. Development of the slopes of the North Caucasus for intensive gardens. *Genesis, geografiya, klassifikatsiya pochv i otsenka pochvennykh resursov: mater. Vseross. nauch. konf.* [Genesis, geography, classification of soils and assessment of soil resources: material. All-Russian scientific conf.]. Arkhangelsk, 2010. Pp. 247–250. (In Russ.)
8. Yegorzhev A.M. [et al.]. Mower for terraced gardening. *Selskiy Mechanizator*. 2018;(9):10–13. (In Russ.). EDN: YOCLFB
9. Pat. 221758 Russian Federation, IPC A01D 34/84. Mower for processing the tree trunk area. A.M. Egozhev, A.K. Apazhev, E.A. Polishchuk, M.Kh. Misirov, A.A. Egozhev, N.A. Aliev; applicant and patent holder Kabardino-Balkarian State Agrarian University. No. 2023115356; appl. 09.06.2023; publ. 22.11.2023. Bull. No. 33. 3 p. (In Russ.).
10. Yablonsky A.A., Nikiforova V.M. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki: uchebnoye posobiye dlya VTUZov* [Course in theoretical mechanics: a textbook for technical colleges. 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, 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, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Алиев Низам Алейдарович – 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»

Апхудов Хасан Асланович – аспирант 1-го года обучения кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

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-code: 1530-1950, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

Artyr 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, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Nizam A. Aliev – Postgraduate student of the Faculty of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Khasan A. Arkhudov – Post graduate student of the Faculty of Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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 20.05.2024;
одобрена после рецензирования 07.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 20.05.2024;
approved after reviewing 07.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

Научная статья

УДК 631.334

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-82-90

Обоснование траектории движения частицы почвы при технологии внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений

Таслим Султанбекович Байбулатов^{✉1}, Муслим Гайирбекович Абдулнатипов²,
Юсуп Гишиевич Юсупов³, Тимур Таслимович Байбулатов⁴

^{1,2,4} Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова,
ул. М. Гаджиева, 180, Махачкала, Россия, 367032

³ Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (Махачка-
линский филиал), проспект А. Акушинского, 13, Махачкала, Россия, 367026

^{✉1} baitaslim@yandex.ru

² abdulnatipovm@mail.ru

³ yusup022777@mail.ru

⁴ baibulatov001@mail.ru

Аннотация. В статье показана эффективность применения технологии внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений (ЖОУ), которая является перспективной и способствует лучшему размещению их в почве, расширению зоны и периода их действия и сохранению окружающей среды. Для реализации данной технологии предлагается использовать культиваторные лапы, под крыльями которых установлены распыливающие наконечники. Технологический процесс заключается в следующем: при движении культиваторной лапы слой почвы подрезается и временно поднимается, куда в этот момент впрыскивается раствор ЖОУ, после чего поднятый слой почвы опускается, насыщаясь распыленным раствором удобрений и закрывая его собой сверху. Теоретически обоснована траектория движения почвенной частицы, сходящей с крыла лапы, с учетом сопротивления воздуха и дополнительно установленной направляющей пластины при внутрипочвенном внесении жидких органических удобрений. Определены уравнения движения или математическая модель движения траектории движения частицы почвы, сошедшей с направляющей пластины, с учетом сопротивления воздуха. Полученные уравнения характеризуют величину зоны воздействия ЖОУ на почву при их подаче под поднятый слой почвы, по которым можем определить необходимые значения и параметры внесения жидких удобрений, которые обеспечат качественное и равномерное их распределение во временно незаполненной почвой зоне.

Ключевые слова: внутрипочвенное внесение, траектория, частица почвы, культиваторная лапа, жидкие органические удобрения, уравнение движения

Для цитирования. Байбулатов Т. С., Абдулнатипов М. Г., Юсупов Ю. Г., Байбулатов Т. Т. Обоснование траектории движения частицы почвы при технологии внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2 (44). С. 82–90. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-82-90

Original article

Justification of a soil particle trajectory in the technology of subsoil application of liquid organic fertilizers

Taslim S. Baybulatov^{✉1}, Muslim G. Abdulnatipov², Yusup G. Yusupov³,
Timur T. Baybulatov⁴

^{1,2,4}Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova, 180 M. Gadzhieva Street,
Makhachkala, Russia, 367032

³Moscow Automobile and Highway State Technical University (Makhachkala branch), 13
A. Akushinsky Avenue, Makhachkala, Russia, 367026

^{✉1}baitaslim@yandex.ru

²abdulnatipovm@mail.ru

³yusup022777@mail.ru

⁴baibulatov001@mail.ru

Abstract. The article shows the effectiveness of using the technology of subsoil application of liquid organic fertilizers (LOU), which is promising and contributes to their better distribution in the soil, expanding the zone and period of their action and preserving the environment. To implement this technology, it is proposed to use cultivator blades under which the pulverizers are installed. The technological process is as follows: when the cultivator blade moves, the soil layer is cut and temporarily raised, where at this moment the LOC solution is spread, after which the raised soil layer is lowered, saturated with the sprayed fertilizer solution and covering it from above. The trajectory of movement of a soil particle falling from the cultivator blade is theoretically justified, taking into account air resistance and an additionally installed guide plate, during subsoil application of liquid organic fertilizers. The equations of motion or a mathematical model of the motion of the trajectory of a soil particle falling from the guide plate are determined, taking into account air resistance. The resulting equations characterize the size of the zone of influence of liquid fertilizers on the soil when they are applied under a raised layer of soil, from which we can determine the necessary values and parameters for applying liquid fertilizers, which will ensure their high-quality and uniform distribution in a zone temporarily unfilled with soil.

Keywords: subsoil application, trajectory, soil particle, cultivator blade, liquid organic fertilizers, equation of motion.

For citation. Baybulatov T.S., Abdulnatipov M.G., Yusupov Yu.G., Baybulatov T.T. Justification of a soil particle trajectory in the technology of subsoil application of liquid organic fertilizers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):82–90. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-82-90

Введение. Прикорневое внесение удобрений способствует обогащению почвы элементами питания, необходимыми для роста и развития картофеля, а также повышают выносливость и устойчивость растения к различным заболеваниям.

Для прикорневого внесения применяются органические и минеральные удобрения, а внесение проводится поверхностным и внутрипочвенным способами. Первое проводится разбрасыванием удобрений по поверхности почвы и применяется чаще всего для культур

сплошного сева (зерновых). Внутрипочвенное внесение осуществляется путем распределения удобрений в корнедоступный почвенный слой [1–5]

Поэтому внутрипочвенное внесение жидких удобрений, особенно в корнедоступный слой почвы, имеет огромное значение для получения высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур, в частности, и для картофеля [6–8].

Как показывают результаты исследований многих ученых, совмещение агротехниче-

ских операций показывает высокую энергетическую и экономическую эффективность [3, 4, 9–14].

С учетом вышеизложенного, мы предлагаем совмещать внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений с посадкой картофеля.

Цель исследования – обоснование траектории движения частицы почвы после схода с крыла культиваторной лапы с целью определения временно не заполненной почвой зоны для внесения жидких удобрений.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования базируются на методах физического и математического моделирования, сравнения. В качестве объекта исследования использована культиваторная лапа. При интегрировании дифференциальных уравнений использован метод Эйлера. Результаты расчета параметров траектории движения частицы почвы обработаны с помощью пакета прикладных программ «Statistica-5.0».

Результаты исследования. Технология прикорневого внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений (ЖОУ) является перспективным направлением, которое способствует лучшему размещению их в

почве, расширению зоны и периода действия ЖОУ, сохранению окружающей среды и, как следствие, повышению эффективности их применения.

Для реализации данной технологии мы предлагаем использовать культиваторные лапы, под крыльями которых установлены распыливающие наконечники. Технологический процесс заключается в следующем: при движении культиваторной лапы слой почвы подрезается и временно поднимается, куда в этот момент впрыскивается раствор ЖОУ, после чего поднятый слой почвы опускается, насыщаясь распыленным раствором ЖОУ и закрывая его собой сверху.

При движении культиваторной лапы на глубине H со скоростью v_A частица почвы, сходящая с крыла, совершает траекторию, образуя между основанием почвы и траекторией полета временно незаполненную зону, в которую необходимо подавать раствор ЖОУ (рис. 1). С целью увеличения зоны воздействия ЖОУ на почву, на тыльных обрезах лап нами приварены направляющие пластины с шириной l , под углом к горизонту $\alpha = \varphi$, где φ – угол трения почвы по стали ($\varphi = 20 - 42^\circ$) [15].

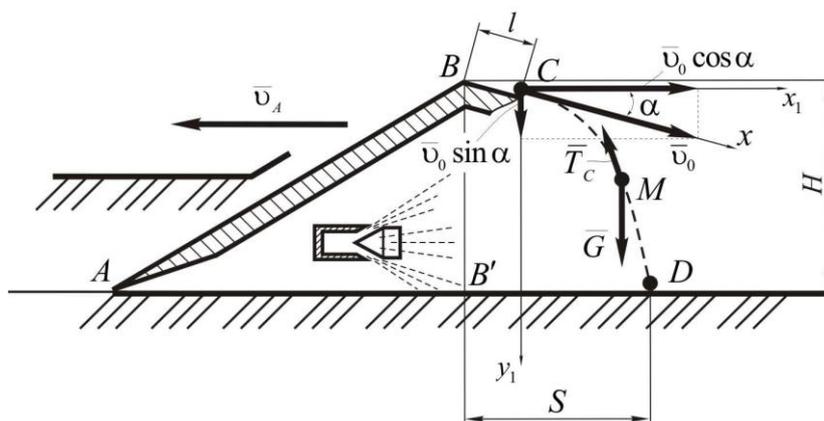


Рисунок 1. Схема определения траектория полета частицы почвы, сходящей с культиваторной лапы с направляющей пластиной
Figure 1. Scheme for determining the flight path of a soil particle falling from the cultivator blade with a guide plate

Длина зоны воздействия $B'D$ ЖОУ на почву определяется построением траектории движения частицы почвы, находящейся в свободном падении при сходе с наклонной направляющей пластины.

Пусть вектор скорости частицы почвы, сходящей по направляющей пластины, – \bar{v}_x и отклонен на угол $\alpha = \varphi$ от горизонтали. Конечное значение скорости $v_x = g(\sin \alpha - f \cos \alpha)t$ принимаем как на-

чальную скорость частицы почвы при свободном падении v_0 : при $t=0$; $v_0 = v_x$.

Для определения свободного падения частицы почвы принимаем систему координат x_1Cy_1 (рис. 1).

Проекция начальной скорости частицы v_0 будут:

$$v_{0x_1} = v_0 \cos \alpha \text{ и } v_{0y_1} = v_0 \sin \alpha.$$

Представим частицу почвы M во время её свободного движения, в промежуточном положении, условно изобразив её на траектории движения.

К частице M приложим силу тяжести \bar{G} и силу сопротивления воздуха \bar{T}_C , направив её по касательной к траектории в сторону, противоположную движению. В рассматриваемом случае скорость лапы сравнительно незначительна (до 10 м/с), поэтому принимаем линейный закон сопротивления воздуха:

$$T_C = -k_{\Pi} m v,$$

где:

k_{Π} – постоянный коэффициент с размерностью c^{-1} ;

m – масса частицы, кг;

v – скорость частицы, м/с.

Составим дифференциальное векторное уравнение движения частицы почвы после схода с крыла лапы:

$$m\bar{a} = \bar{G} + \bar{T}_C$$

Проецируем на оси x_1 и y_1 :

$$m\ddot{x}_1 = -mk_{\Pi}v_{x_1} \quad (1)$$

$$m\ddot{y}_1 = mg - mk_{\Pi}v_{y_1} \quad (2)$$

Решаем уравнение (1), освободившись от m :

$$\ddot{x}_1 = -k_{\Pi}v_{x_1} \quad (3)$$

Заменяем \ddot{x}_1 через $\frac{dv_{x_1}}{dt}$, тогда уравнение

(3) примет вид:

$$\frac{dv_{x_1}}{dt} = -k_{\Pi}v_{x_1} \text{ или } dv_{x_1} = -k_{\Pi}v_{x_1} dt.$$

Перегруппировав переменные, интегрируем:

$$\int \frac{dv_{x_1}}{v_{x_1}} = -\int k_{\Pi} \cdot dt,$$

$$\ln v_{x_1} = -k_{\Pi}t + C_1 \quad (4)$$

Определяем постоянную интегрирования C_1 , приняв начальные условия: при $t=0$, $v_{0x_1} = v_0 \cos \alpha$. Тогда $C_1 = \ln v_0 \cos \alpha$ и уравнение (4) примет вид:

$$\ln v_{x_1} = -k_{\Pi}t + \ln v_0 \cos \alpha \text{ т.е.}$$

$$\ln v_{x_1} - \ln v_0 \cos \alpha = -k_{\Pi}t$$

или

$$\ln \frac{v_{x_1}}{v_0 \cos \alpha} = -k_{\Pi}t \quad (5)$$

Потенцируя выражение (5) получаем:

$$e^{-k_{\Pi}t} = \frac{v_{x_1}}{v_0 \cos \alpha} \text{ или}$$

$$v_{x_1} = v_0 \cos \alpha \cdot e^{-k_{\Pi}t}. \quad (6)$$

Преобразуя выражение (6) и вторично интегрируя, получим:

$$\begin{aligned} x_1 &= -\frac{v_0 \cos \alpha}{k_{\Pi}} e^{-k_{\Pi}t} + \frac{v_0 \cos \alpha}{k_{\Pi}} = \\ &= \frac{v_0 \cos \alpha}{k_{\Pi}} (1 - e^{-k_{\Pi}t}) \end{aligned} \quad (7)$$

В уравнении (2), сокращаем на массу m и заменяем \ddot{y}_1 выражением $\frac{dv_{y_1}}{dt}$, тогда получим:

$$\frac{dv_{y_1}}{dt} = g - k_{\Pi}v_{y_1}$$

Разделим переменные и перегруппируем:

$$\frac{dv_{y_1}}{v_{y_1} - \frac{g}{k_{\Pi}}} = -k_{\Pi} dt \quad (8)$$

Проинтегрировав и преобразовав выражение (8), получим:

$$\begin{aligned} v_{y_1} - \frac{g}{k_{\pi}} &= \left(v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}} \right) e^{-k_{\pi} t} \text{ или} \\ v_{y_1} &= \frac{g}{k_{\pi}} + \left(v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}} \right) e^{-k_{\pi} t}. \end{aligned} \quad (9)$$

Заменяем v_{y_1} на $\frac{dy_1}{dt}$:

$$\frac{dy_1}{dt} = \frac{g}{k_{\pi}} + \left(v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}} \right) e^{-k_{\pi} t}. \quad (10)$$

Преобразуем уравнение (10) и, интегрируя, получим:

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{g}{k_{\pi}} t - \left(v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}} \right) \frac{1}{k_{\pi}} e^{-k_{\pi} t} + \\ &+ \left(v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}} \right) \frac{1}{k_{\pi}} \end{aligned} \quad (11)$$

или

$$y_1 = \frac{g}{k_{\pi}} t + \frac{v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}}}{k_{\pi}} \left(1 - e^{-k_{\pi} t} \right). \quad (12)$$

Извлечем из уравнения (7) обозначим $(1 - e^{-k_{\pi} t}) = \frac{x_1 k_{\pi}}{v_0 \cos \alpha}$ и подставим в уравнение (12). В итоге получим:

$$y_1 = \frac{g}{k_{\pi}} t + \frac{v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}}}{k_{\pi}} \frac{k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha} \quad (13)$$

Определим время полета t из уравнения (7), для чего выполним его перегруппировку:

$$\begin{aligned} e^{-k_{\pi} t} &= 1 - \frac{k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0 \cos \alpha - k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha} = \\ &= \ln \frac{v_0 \cos \alpha - k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha}, \end{aligned}$$

отсюда:

$$t = -\frac{1}{k_{\pi}} \ln \frac{v_0 \cos \alpha - k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha}. \quad (14)$$

Подставив t из (14) в (13) получим:

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{g}{k_{\pi}} \left(-\frac{1}{k_{\pi}} \ln \frac{v_0 \cos \alpha - k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha} \right) + \\ &+ \frac{v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}}}{k_{\pi}} \frac{k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha} \end{aligned} \quad (15)$$

или

$$\begin{aligned} y_1 &= -\frac{g}{k_{\pi}^2} \ln \frac{v_0 \cos \alpha - k_{\pi} x_1}{v_0 \cos \alpha} + \\ &+ \frac{v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}}}{v_0 \cos \alpha}. \end{aligned} \quad (16)$$

Зависимость (16) представляет собой математическую модель траектории движения частицы почвы, сошедшей с направляющей пластины с учетом сопротивления воздуха.

Для определения уравнения, описывающего зону воздействия ЖОУ на почву по оси x_1 при условии свободного падения частицы почвы с направляющей пластины, извлекаем из уравнений (7) и (12) скобку $(1 - e^{-k_{\pi} t})$ и приравняем правые части:

$$\frac{x_1 k_{\pi}}{v_0 \cos \alpha} = \frac{\left(y_1 - \frac{g}{k_{\pi}} t \right) k_{\pi}}{v_0 \sin \alpha - \frac{g}{k_{\pi}}},$$

получим:

$$x_1 = \frac{v_0 \cos \alpha (k_{\pi} y_1 - gt)}{k_{\pi} v_0 \sin \alpha - g}.$$

При полном падении частицы почвы $y_1 = h$, где $h = H - l \sin \alpha$.

Получим общую длину зоны воздействия:

$$x_{1\max} = S_1 = \frac{v_0 \cos \alpha [k_{\pi} (H - l \sin \alpha) - gt]}{k_{\pi} v_0 \sin \alpha - g}.$$

Если учесть отклонение крыла лапы от осевой линии (направления движения) и ширину направляющей пластины l , то общая длина зоны воздействия будет:

$$S = S_1 \sin \gamma + l \cos \alpha$$

или

$$S = \frac{\nu_0 \cos \alpha [k_n (H - l \sin \alpha) - gt]}{k_n \nu_0 \sin \alpha - g \sin \gamma + l \cos \alpha} \quad (17)$$

где:

γ – угол отклонения крыла лапы сошника от осевой линии, град.

Заключение. Полученные в результате проведенных исследований выражения (16) и (17) характеризуют величину зоны воздействия ЖОУ на почву при их подаче под поднятый слой почвы. По этим выражениям можем определить необходимые значения и параметры подачи ЖОУ, которые обеспечат качественное и равномерное их распределение во временно незаполненной почвой зоне.

Список литературы

1. Технология внутрпочвенного внесения жидких органических удобрений / М. Д. Абдулаев, М. Г. Исламов, Б. Г. Магарамов, Т. С. Байбулатов // Научное обозрение. 2015. № 24. С. 119–122. EDN: VOGMQP
2. Обоснование и результаты исследований технологии внутрпочвенного внесения жидких органических удобрений / Т. С. Байбулатов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 1(33). С. 109–113. EDN: YTHUNDU
3. Результаты исследований прикорневого внесения жидких органических удобрений совместно междурядной обработкой картофеля / Т. С. Байбулатов, Б. И. Хамхоев, А. Х. Цечоева, З. Х. Хамхоева // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 1(49). С. 15–22. DOI: 10.52671/20790996_2022_1_15. EDN: YRIAFG
4. Совершенствование технологии внесения жидких органических удобрений. / Ш. Р. Гаджиев, А. М. Убайсов, М. Г. Исламов, Т. С. Байбулатов // Актуальные проблемы развития овощеводства и картофелеводства: сб. науч. тр. по материалам Региональной научно-практической конференции. Махачкала, 2017. С. 88–90. EDN: ZTFZZF
5. Хамхоев Б. И., Байбулатов Т. Т. Обоснование значения корневой подкормки при возделывании картофеля. // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – Махачкала, 2021. С. 115–117. EDN: FAAHFL
6. Результаты внутрпочвенного внесения удобрений совместно с культивацией картофеля / Т. С. Байбулатов, Б. И. Хамхоев, М. Т. Цуров, Р. М. Байбулатова // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. №1 (17). С. 16–22. DOI: 10.52671/26867591_2023_1_16. EDN: HLAWZD
7. Магомедов Н. Р., Сердеров В. К., Абдулаев М. Д. Эффективность применения минеральных удобрений под картофель в высокогорной провинции Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2016. № 3(27). С. 55–57. EDN: WXIQHD
8. Обоснование способов и качества внесения органических удобрений / А. М. Убайсов, М. Д. Абдулаев, М. Г. Абдулнатипов, Т. С. Байбулатов // Сборник материалов научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Махачкала, 2018. С. 226–230. EDN: YNTQAX
9. Baibulatov T.S. [et al.]. Justification of an effective method of potatoes harvesting. International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research. E3S Web of Conferences 285, 07031 (2021) July 06, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128507031>
10. Гаджиев Ш. Р., Байбулатов Т. С. Результаты влияния внутрпочвенного внесения жидких органических удобрений на морфологические показатели развития растений картофеля. // Основные направления развития науки и образования в АПК: сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции. Махачкала, 2018. С. 155–159. EDN: XRSHVR
11. Мусаев М.Р., Исаева А.Р. Влияние способов и доз внесения органических удобрений на биоресурсный потенциал картофеля в условиях предгорного Дагестана // Актуальные проблемы развития регионального АПК: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Джабаева Б. Р. Махачкала, 2014. С. 92–95.
12. Сердеров В.К., Ханбабаев Т.Г., Атамов Б.К., Алибулатов А.М. Инновационная технология возделывания картофеля в горной Провинции Дагестана // Инновационные технологии в АПК: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Махачкала, 2017. С. 115–120. EDN: ZDKVZZ

13. Убайсов А.М., Исламов М.Г., Байбулатов Т.С. Обоснование факторов, влияющих на ресурсосбережение при внесении жидких органических удобрений // Пути повышения эффективности аграрной науки в условиях импортозамещения: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Дагестанского государственного аграрного университета имени М. М. Джамбулатова. Махачкала, 2017. С. 289–293. EDN: ZQZEZT

14. Хамхоев Б. И., Байбулатов Т. Т. Результаты исследований влияния давления на равномерность распределения жидких органических удобрений по ширине распыла // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: материалы международной научно-практической конференции. Махачкала, 2021. С. 205–208. EDN: GAIGSC

15. Синеоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. Москва: Машиностроение, 1977. 328 с.

References

1. Abdulaev M.D. [et al.]. Technology of subsurface application of liquid organic fertilizers. *Scientific review*. 2015;24:119–122. (In Russ.). EDN: VOGMQP

2. Baibulatov T.S. [et al.]. Justification and results of research into the technology of subsurface application of liquid organic fertilizers. *Problemy razvitiya APK regiona*. – 2018;1(33):109–113. (In Russ.). EDN: YTUH DU

3. Baibulatov T.S. [et al.]. Results of studies of root application of liquid organic fertilizers together with inter-row processing of potatoes. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2022;1(49):15–22. (In Russ.). DOI: 10.52671/20790996_2022_1_15. EDN: YRIAFG

4. Gadzhiev Sh.R., [et al.]. Improving the technology of applying liquid organic fertilizers. *Aktual'nyye problemy razvitiya ovoshchevodstva i kartofelevodstva: sbornik nauchnykh trudov po materialam Regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Current problems in the development of vegetable and potato growing: a collection of scientific papers based on the materials of the Regional Scientific and Practical Conference]. Makhachkala, 2017. Pp. 88–90. (In Russ.). EDN: ZTFZZF

5. Khamkhoev B.I., Baybulatov T.T. Rationale for root feeding in potato cultivation. *Innovatsionnoye razvitiye APK: problemy i perspektivy kadrovogo obespecheniya otrasli i vnedreniya dostizheniy agrarnoy nauki: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Innovative development of the agro-industrial complex: problems and prospects for staffing the industry and the introduction of achievements of agricultural science: a collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference]. Makhachkala, 2021. Pp. 115–117. (In Russ.). EDN: FAAHFL

6. Baibulatov T.S. [et al.]. Results of intersoil fertilization together with potato cultivation. *Dagestan GAU Proceedings*. 2023;1(17):16–22. (In Russ.). DOI: 10.52671/26867591_2023_1_16. EDN: HLAWZD

7. Magomedov N.R., Serderov V.K., Abdulaev M.D. Efficiency of using mineral fertilizers for potatoes in the high-mountainous province of Dagestan. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2016;3(27):55–57. (In Russ.). EDN: WXIQHD

8. Ubaisov A.M. [et al.]. Justification of methods and quality of applying organic fertilizers. *Sbornik materialov nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Collection of materials of scientific papers of the All-Russian Scientific-Practical Conference.]. Makhachkala, 2018. Pp. 226–230. (In Russ.). EDN: YNTQAX

9. Baibulatov T.S. [et al.]. Justification of an effective method of potatoes harvesting. *International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research*. E3S Web of Conferences 285, 07031 (2021) July 06, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128507031>

10. Gadzhiev Sh.R., Baybulatov T.S. Results of the influence of intrasoil application of liquid organic fertilizers on the morphological indicators of potato plant development. *Osnovnyye napravleniya razvitiya nauki i obrazovaniya v APK: sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Main directions of development of science and education in the agro-industrial complex: collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference]. Makhachkala, 2018. Pp. 155–159. (In Russ.). EDN: XRSHVR

11. Musaev M.R., Isaeva A.R. The influence of methods and doses of organic fertilizers on the bioresource potential of potatoes in the conditions of foothills of Dagestan. *Aktual'nyye problemy razvitiya regional'nogo APK: sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati professora Dzhabayeva B.R.* [Current problems of development of the regional agro-industrial

complex: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor Dzhabaev B.R.]. Makhachkala, 2014. Pp. 92–95. (In Russ.)

12. Serderov V.K., Khanbabaev T.G., Atamov B.K., Alibulatov A.M. *Innovatsionnyye tekhnologii v APK: sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Innovative technology for cultivating potatoes in the mountainous Province of Dagestan] // Innovative technologies in the agro-industrial complex: collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Makhachkala, 2017. Pp. 115–120. (In Russ.). EDN: ZDKVZZ

13. Ubaisov A.M., Islamov M.G., Baybulatov T.S. Justification of factors influencing resource saving when applying liquid organic fertilizers. *Puti povysheniya effektivnosti agrarnoy nauki v usloviyakh importozameshcheniya: sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu Dagestanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni M. M. Dzhambulatova* [Ways to increase the efficiency of agricultural science in conditions of import substitution: collection of scientific papers of the International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov]. Makhachkala, 2017. Pp. 289–293. (In Russ.). EDN: ZQZEZT

14. Khamkhoev B.I., Baibulatov T.T. Results of studies of pressure effects on uniformity of distribution of liquid organic fertilizers over spray width. *Innovatsionnoye razvitiye APK: problemy i perspektivy kadrovogo obespecheniya otrasli i vnedreniya dostizheniy agrarnoy nauki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative development of the agro-industrial complex: problems and prospects for staffing the industry and the introduction of achievements of agricultural science: materials of the international scientific and practical conference]. Makhachkala, 2021. Pp. 205–208. (In Russ.). EDN: GAIGSC

15. Sineokov G.N., Panov I.M. *Teoriya i raschet pochvoobrabatyvayushchikh mashin* [Theory and calculation of soil-cultivating machines]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1977. 328 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Байбулатов Таслим Султанбекович – доктор технических наук, профессор кафедры технических систем и цифрового сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», SPIN-код: 5745-5120

Абдулнатипов Муслим Гайирбекович – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин и технологии конструкционных материалов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», SPIN-код: 7139-2512

Юсупов Юсуп Гишиевич – аспирант, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (Махачкалинский филиал), SPIN-код: 5327-1539

Байбулатов Тимур Таслимович – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин и технологии конструкционных материалов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова»

Information about the authors

Taslim S. Baybulatov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Systems and Digital Service, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-code: 5745-5120

Muslim G. Abdulnatipov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Machines and Technology of Structural Materials, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-code: 7139-2512

Yusup G. Yusupov – Post graduate, Senior Lecturer at the Department of Automotive Transport and Road Facilities, Moscow Automobile and Highway State Technical University (Makhachkala branch), SPIN-code: 5327-1539

Timur T. Baybulatov – Post graduate student of the Department of Agricultural Machines and Technology of Structural Materials, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 19.04.2024;
одобрена после рецензирования 06.05.2024;
принята к публикации 16.05.2024.*

*The article was submitted 19.04.2024;
approved after reviewing 06.05.2024;
accepted for publication 16.05.2024.*

Научная статья

УДК. 631.354.2.02

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-91-97

Обоснование конструктивно-технологической схемы комбинированного посевого агрегата для горного кормопроизводства

Владислав Хасенович Мишхожев¹, Аламахад Дошаевич Бекаров²,
Алий Халисович Габаев^{✉3}

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

¹mvkxxx@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1157-3771>

²alamahad@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2484-1747>

³alii_gabaev@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

Аннотация. Горные кормовые угодья Кабардино-Балкарии играют важную роль в животноводстве республики и используются достаточно интенсивно в качестве места летнего выпаса скота и для заготовки сена. Столь интенсивное использование постепенно приводит к снижению продуктивности этих земель. Для восстановления и повышения продуктивности кормовых угодий необходимо периодически проводить подсев семян трав, обладающих высокой кормовой ценностью, а также внесение удобрений. Оба этих процесса можно совместить, если использовать для механизации процесса предлагаемую комбинированную сеялку, имеющую дисковый разбросной механизм. Ввиду того, что территория, на которой располагаются горные кормовые угодья, имеет сложный рельеф и склоны различной крутизны, предлагаемая комбинированная сеялка оснащена специальной гидромеханической системой. Данная система обеспечивает разбрасывание семян и удобрений в зависимости от крутизны склона, на котором в данный момент работает агрегат. Этим обеспечивается расчетная ширина захвата агрегата и равномерность распределения семян и удобрений по обрабатываемой площади. Гидравлические элементы комбинированной сеялки (гидромоторы, гидроцилиндры) работают от общей гидросистемы трактора, с которым она агрегируется.

Ключевые слова: угодья, корма, продуктивность, подсев, семена, сеялка, диск, гидравлика, удобрения, склоны

Для цитирования. Мишхожев В. Х., Бекаров А. Д., Габаев А. Х. Обоснование конструктивно-технологической схемы комбинированного посевого агрегата для горного кормопроизводства // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 91–97. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-91-97

Original article

Justification of the design and technological scheme of a combined sowing unit for mountain feed production

Vladislav Kh. Mishkhozhev^{✉1}, Alamakhad D. Bekarov², Aliy Kh. Gabaev³

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

¹mvkxxx@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1157-3771>

²alamahad@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2484-1747>

³alii_gabaev@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

Abstract. Mountain forage lands of Kabardino-Balkaria play an important role in the republic's livestock farming and are used quite intensively as a place for summer grazing and for hay production. Such intensive use gradually leads to a decrease in the productivity of these lands. To restore and increase the productivity of forage lands, it is necessary to sow periodically grass seeds with high feed value, as well as apply fertilizers. Both of these processes can be combined if the proposed combined seeder with a disk spreading mechanism is used to mechanize the process. Due to the fact that the territory in which the mountain forage lands are located has complex terrain and slopes of varying steepness, the proposed combined seeder is equipped with a special hydromechanical system. This system ensures the spreading of seeds and fertilizers depending on the steepness of the slope on which the unit is currently operating. This ensures the design working width of the unit and the uniform distribution of seeds and fertilizers over the cultivated area. The hydraulic elements of the combined seeder (hydraulic motors, hydraulic cylinders) operate from the common hydraulic system of the tractor with which it is coupled.

Keywords: land, feed, productivity, overseeding, seeds, seeder, disk, hydraulics, fertilizers, slopes

For citation. Mishkhozhev V.Kh., Bekarov A.D., Gabaev A.Kh. Justification of the design and technological scheme of a combined sowing unit for mountain feed production. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):91–97. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-91-97

Введение. Кормопроизводство – это отрасль аграрного производства, основанная на научно-обоснованной системе организационно-хозяйственных, биологических, технологических и экономических мер производства, заготовки и хранения кормов с естественных кормовых угодий, полевых земель, побочной продукции растениеводства и других источников.

Одним из важнейших факторов укрепления кормовой базы и увеличения производства животноводческой продукции являются пастбища. В условиях орошения они обеспечивают выход из одного гектара 80-100 ц/га, а без орошения 45-50 ц/га кормовых единиц, сбалансированных по протеину, минеральным веществам и витаминам. Пастбища позволяют в течение 160 и более дней обеспечивать коров самым дешевым зеленым кормом с минимальными затратами концентратов и ежедневно получать от коровы 12-15 кг и более молока [1–3].

Пастбищный корм отличается высокой питательностью и переваримостью. Так, питательность 100 кг сухой массы пастбищной травы составляет 80-90 корм. ед., а сена только 50-60 корм. ед., усвояемость органического вещества ее животными составляет 70 %, в т.ч. протеина 80%, что на 15-20% больше, чем в сене.

Выпас коров на пастбищах способствует их оздоровлению, организм животных ста-

новится более устойчивым к заболеваниям, создаются благоприятные условия для получения полноценного помета и развития молодняка и обуславливается увеличение его прироста на 25-30%. Пастбища способствуют снижению затрат труда, энергии и материально-технических средств на 20-30% по сравнению со стойловым содержанием животных. Они имеют большое агрономическое значение: их создание на склонах прекращает водную и ветровую эрозию и способствует восстановлению структуры почвы и повышению ее плодородия [4–7].

Значительное внимание, особенно в последние годы, уделяется экологизации кормопроизводства. Это выращивание кормовых растений без применения химических препаратов. Особое место при этом отводится травосеянию. Чем больше трав на полях, лугах, тем меньше эрозия почвы, тем чище окружающая среда, выше плодородие почвы.

Нынешнее состояние кормопроизводства характеризуется уменьшением его потенциала, происходит на фоне общего снижения технико-технологического обеспечения сельского хозяйства. В то же время развитие животноводства возможно только при условии создания стабильной кормовой базы.

Таким образом, задача кормопроизводства – обеспечивать животноводство достаточным количеством качественных, сбалансированных по содержанию питательных ве-

ществ кормов. Решению этой задачи будет способствовать:

- соблюдение технологической дисциплины;
- применение интенсивных технологий, совершенствование организации и методов повышения продуктивности кормовых севооборотов;
- совершенствование способов улучшения и использования природных кормовых угодий и создание на них высокопроизводительных культурных пастбищ и сенокосов;
- сведение к минимуму количества механических обработок почвы;
- внесение оптимальных доз удобрений;
- использование комбинированных агрегатов для обработки почвы, посева и внесения удобрений.

Горные кормовые угодья Кабардино-Балкарии оказывают существенную позитивную роль в развитии животноводства республики [8]. Использование их в весенне-летний период позволяет поднять надой дойного скота и значительно увеличить привесы скота на откорме. Типичным таким угодьем является урочище Хаймаши, представляющее собой межхребетные понижения и склоны. Рельеф территории данного урочища характеризуется разнообразием, как по диспозиции, так и по крутизне склонов, что отражено в таблице 1.

Таблица 1. Экспликация земель урочища Хаймаши по крутизне
Table 1. Explication of the lands of the Khaimashi tract by steepness

Градация крутизны, градуса	Доля площадей в % от всей территории урочища
0-2 – ровные	4,2
2-6 – пологие	21,3
6-12 – слабопокатые	28,7
12-18 – покатые	19,6
18-25 – сильнопокатые	16,2
25-35 – крутые	6,6
35-45 – очень крутые	2,8
более 45 – отвесные	0,6

Анализ этой таблицы позволяет заключить, что часть территории урочища труд-

нодоступна или вообще недоступна, но на почти 90% можно использовать средства механизации при заготовке кормов и прочих работах, выполнять которые, так или иначе, необходимо.

Травостой животные частично поедают, а частично вытаптывают. При умеренной нагрузке на пастбище выпас сопровождается разрушением почвенной корки и некоторым рыхлением поверхностного слоя почвы, что положительно сказывается на водно-воздушном режиме почвы. Чрезмерная нагрузка на пастбища приводит к усилению вытаптывания травостоя, способствует образованию на пастбище троп, кочек, а в случаях ранневесеннего выпаса при переувлажненной почве может сопровождаться даже разрушением дернины, что негативно сказывается на производительности пастбища в последующие годы.

Таким образом, активный выпас скота и заготовка сена на горных пастбищах способствуют постепенному снижению кормовой продуктивности территории урочища. Поэтому для поддержания этого показателя на приемлемом уровне, а в перспективе – для его повышения необходимо как минимум ежегодно производить подсев семян высокоурожайных и ценных по кормовым качествам трав с одновременным внесением удобрений.

Проведение таких работ весной и в начале лета не целесообразно в связи с таянием снегов, а также обилием осадков, что создает высокую влагонасыщенность почв. А это при использовании средств механизации приводит к формированию глубокой колеи и способствует активизации эрозионных процессов. Поэтому желательны работы проводить в конце лета.

Цель исследования – обосновать конструктивно-технологическую схему комбинированного посевного агрегата для горного кормопроизводства.

Материалы, методы и объекты исследования. Материалом исследований послужили результаты наблюдений за травостоем кормовых угодий урочища Хаймаши Кабардино-Балкарской республики. Исследования базируются на методах физического моделирования. Объекты исследований – кормовые угодья урочища Хаймаши, комбинированный посевной агрегат для горного кормопроизводства.

Результаты исследования. Почвы горных пастбищ Кабардино-Балкарии, в том числе и урочища Хаймаши, характеризуются большой толщиной слоя (более 40-50 см). Следовательно, такие условия позволяют использовать средства механизации производимых там работ, в том числе посевного комбинированного агрегата, который, на наш взгляд, вполне может быть применен в условиях урочища Хаймаши.

В условиях ровного рельефа, разумеется, могла быть использована практически любая разбросная сеялка. Однако, в условиях, характерных для горных пастбищ Кабардино-Балкарии, в большинстве случаев использовать их не предоставляется возможным ввиду неровного рельефа. Причем параметры, характеризующие эту «неровность» рельефа, переменчивы даже в пределах отдельно взятого участка. А обычная разбросная сеялка в таких условиях разбрасывает семена и удобрения крайне бессистемно. Не равномерно.

Для обеспечения более равномерного распределения по обрабатываемой территории семян и удобрений предлагается комбинированный посевной агрегат [9–11], обеспечивающий требуемую равномерность распределения материала.

Агрегат, как и большинство разбросных сеялок, имеет горизонтально – дисковое разбросное устройство. Однако в отличие от известных конструкций предлагаемый посевной агрегат способен гидромеханическим копирующим устройством, обеспечивающим расположение плоскости разбросного диска параллельно поверхности обрабатываемого участка. Во время работы агрегата семена и удобрения, поступающие через дозировочное устройство 4, (кстати, позволяющие регулировать и устанавливать норму высева (внесения) материала), на вращающийся диск 5, сбрасываются с него на участок под действием возникающих при его вращении центробежных сил. Причем на начальной стадии полета семена и удобрения перемещаются параллельно поверхности даже на участке, имеющем любой реально возможный угол уклона. В дальнейшем же каждая частица встречает сопротивление воздуха и на неё действует сила собственной тяжести и т. п. Поэтому траектории полета частиц различны сообразно их аэродинамическим и

физическим свойствам. Принципиальная схема упомянутой системы представлена на рисунке 1.

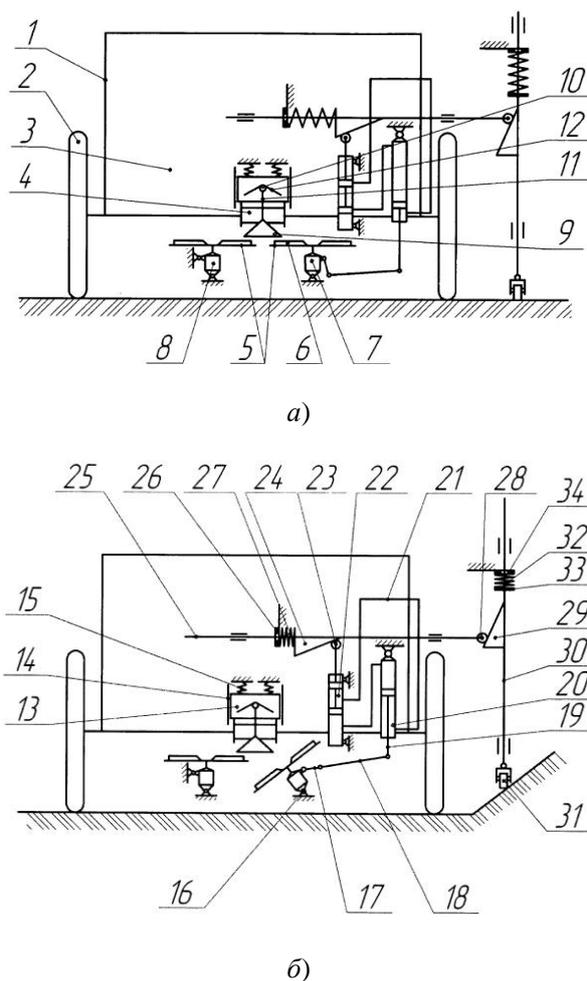


Рисунок 1. Принципиальная схема комбинированного посевного агрегата
Figure 1. Schematic diagram of a combined sowing unit

Всем процессом изменения расположения разбрасывающих дисков управляет копирующее колесо 31, перекатывающееся по обрабатываемой поверхности участка. При изменении уклона участка оно соответственно приподнимается со штангой 30, преодолевая сопротивление пружины 32. Закрепленный на штанге 30 косоугольный кулачок заставляет при этом переместиться упертый в него под действием пружины 20 ползун 25. Тогда ролик 24, закрепленный на штоке золотника гидрораспределителя 22, заставит переместиться этот шток, в результате чего масло из гидросистемы будет нагнетаться в соответствующую полость гидроцилиндра 22.

Под действием давления масло шток гидроцилиндра изменит свое положение вместе с закрепленным на нем рычагом 18. Рычаг 18 связан с гидромотором 16, приводящим во вращение разбросной диск 5. Гидромотор с разбрасывающим диском закреплен на машине шарнирно. Поэтому изменение положения рычага 18 приводит к соответствующему изменению положения гидромотора 16 с разбрасывающим диском 5, который займет положение, параллельное обрабатываемому участку, чем и обеспечивается равномерность разбрасывания материала.

Гидромеханическая система агрегата соединена с гидросистемой базового трактора.

Выводы. 1. Горные кормовые угодья по мере их хозяйственного использования имеют тенденцию к постепенному снижению их продуктивности.

2. Для восполнения продуктивности на горных кормовых угодьях необходимо периодически производить подсев ценных в кормовом отношении видов трав и внесение удобрений.

3. Обоснована конструктивно-технологическая схема комбинированного посевного агрегата, обеспечивающего возможность осуществлять одновременно подсев трав и внесение удобрений при практически любом реально возможном угле склона участка.

Список литературы

1. Гукежев В. М., Габаев М. С., Батырова О. А., Жашуев Ж. Х. Социально-экономические аспекты развития животноводства // Известия КБНЦ РАН. 2018. № 4(78). С. 48–53.
2. Вашковец В. И. Приемы улучшения кормовых угодий Дальнего Кавказа // Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны. Москва: ВНИИКормов, 1998. С. 259–265.
3. Ерижев К. А. Малозатратные безопасные приемы использования горных пастбищ и сенокосов // Устойчивое развитие горных территорий: тезисы докладов участников III Международной конференции. Владикавказ, 1998. С. 363–365.
4. Солдатов Э. Д. и др. Экологически безопасные методы улучшения кормовых угодий Северного Кавказа // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Владикавказ, 1998. С. 218–219.
5. Тебердиев Д. М. Система рационального использования пастбищ // Горные и склоновые земли России: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Владикавказ, 1998. С. 219–221. EDN: YHFLFWZ
6. Бербекова Н. В. Перспективы рационального использования кормового потенциала горных пастбищ КБР // Устойчивое развитие: проблемы, концепции, модели: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Нальчик, 2017. С. 278–280. EDN: ZFEYDD
7. Габаев М. С., Жашуев Ж. Х. Эффективность использования естественных горных лугов молочным скотом // Эффективное животноводство. 2015. № 7(116). С. 40–42. EDN: TMIWOG
8. Гукежев В. М., Бербекова Н. В., Габаев М. С., Батырова О. А. Горные пастбища КБР – реальный источник производства органической мясной продукции // Северный Кавказ в новом технологическом укладе: материалы междунар. форума. 2017. Ч. 1(8). С. 37–41. EDN: YNZYUD
9. Жигунов Р. Х., Шекихачев Ю. А., Мишхожев В. Х., Мишхожев Кан. В., Мишхожев Каз. В. Разработка и исследование устройства для высева семян разбросным способом // АгроЭкоИнфо. 2019. № 1(35). С. 30.
10. Пат. 2549781 Российская Федерация, МПК А01С 15/00, А01С 17/00. Машина для подсева трав и внесения удобрений на горных склонах / В. Х. Мишхожев, А. К. Апажев, А. А. Мишхожев, С. В. Голубничий, Х. Г. русмамбетов, А. Ш. Тешев; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова. № 2013111168/13; заявл. 12.03.2013; опубл. 27.04.2015. Бюл. № 12. 6 с.
11. Апажев А. К., Шогенов Ю. Х., Шекихачев Ю. А. Исследование процесса работы устройства для высева семян разбросным способом // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 76–83. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-76-83

References

1. Gukezhev V.M., Gabaev M.S., Batyrova O.A., Zhashuev Zh.Kh. Socio-economic aspects of livestock development. *News of Kabardino-Balkarian scientific center of RAS*. 2018;4 (78):48–53. (In Russ.)

2. Vashkovets V.I. *Priyemy uluchsheniya kormovykh ugodiy Dal'nego Kavkaza. Effektivnyye priyemy povysheniya produktivnosti prirodnikh kormovykh ugodiy po zonam strany* [Techniques for improving forage lands of the Far Caucasus. Effective methods for increasing the productivity of natural forage lands in the zones of the country]. Moscow: VNIKormov, 1998. Pp. 259–265. (In Russ.)
3. Erizhev K.A. Low-cost safe methods of using mountain pastures and hayfields. *Ustoychivoye razvitiye gornykh territoriy: tezisy dokladov uchastnikov III Mezhdunarodnoy konferentsii*. [Sustainable development of mountain territories: abstracts of reports of participants of the III International Conference]. Vladikavkaz, 1998. Pp. 363–365. (In Russ.)
4. Soldatov E.D. [et al.]. Environmentally friendly methods for improving forage lands of the North Caucasus. *Materialy Vserossiyskoy nauchn.-prakt. konf.* [Materials of the All-Russian scientific and practical. conf.]. Vladikavkaz, 1998. Pp. 218–219. (In Russ.)
5. Teberdiev D.M. System of rational use of pastures. *Gornyye i sklonovyye zemli Rossii: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Mountain and slope lands of Russia: materials of the All-Russian scientific and practical conference]. Vladikavkaz, 1998. Pp. 219–221. (In Russ.). EDN: YHLFWZ
6. Berbekova N.V. Prospects for the rational use of the forage potential of mountain pastures of the KBR. *Ustoychivoye razvitiye: problemy, kontseptsii, modeli: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem* [Sustainable development: problems, concepts, models: materials of the All-Russian Federation. scientific-practical conf. with international participation]. Nalchik, 2017. Pp. 278–280. (In Russ.). EDN: ZFEYDD
7. Gabaev M.S., Zhashuev Zh.Kh. Efficiency of use of natural mountain meadows by dairy cattle. *Effektivnoye zhitovnovodstvo*. 2015;7(116):40–42. (In Russ.). EDN: TMIWOG
8. Gukezhev V.M., Berbekova N.V., Gabaev M.S., Batyrova O.A. Mountain pastures of the KBR – a real source of production of organic meat products. *Severnyy Kavkaz v novom tekhnologicheskom uklade: materialy mezhdunar. foruma* [North Caucasus in the new technological structure: materials of the international. Forum]. 2017. Part 1(8). Pp. 37–41. (In Russ.). EDN: YNZYUD
9. Zhigunov R.Kh., Shekikhachev Yu.A., Mishkhozhev V.Kh., Mishkhozhev Kan.V., Mishkhozhev Kaz.V. Development and research of a device for sowing seeds using the broadcast method. *AgroEcoInfo*. 2019. No. 1(35). P. 30. (In Russ.)
10. Pat. No. 2549781 Russian Federation, Int. Cl. A01C 15/00, A01C 17/00. Machine for oversowing grasses and fertiliser application on mountain slopes. V.Kh. Mishkhozhev, A.K. Apazhev, A.A. Mishkhozhev, S.V. Golubnichy, Kh.G. Urusmambetov, A.Sh. Teshev; applicant and patent holder Kabardino-Balkarian State Agrarian University. No. 2013111168/13; application 12.03.2013; publ. 27.04.2015. Bull. No. 12. 6 p. (In Russ.)
11. Apazhev A.K., Shogenov Yu.Kh., Shekikhachev Yu.A. Study of the operating process of a device for sowing seeds in a scattered way. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):76–83. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-76-83.

Сведения об авторах

Мишхожев Владислав Хасенович – кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9119-3664

Бекаров Аламахад Дошаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9046-0656

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

Information about the authors

Vladislav Kh. Mishkhozhev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of agricultural engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9119-3664

Alamakhad D. Bekarov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of agricultural engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9046-0656

Alii H. Gabaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of agricultural engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1264-0376

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

Authors contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article reviewed 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 24.05.2024;
одобрена после рецензирования 07.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 24.05.2024;
approved after reviewing 07.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

Научная статья

УДК 634:631.353.73

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109

Математическое моделирование процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений

Луан Мухажевич Хажметов^{✉1}, Тимур Муаедович Апхудов², Аслан Узенирович Заммоев³,
Инал Олегович Макуашев⁴

^{1,2,4}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

³Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства,
ул. Шарданова, 23, Нальчик, Россия, 360004

^{✉1}hajmetov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

²aphudov75@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

³zammoev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7966-3557>

⁴07energokbr@mail.ru

Аннотация. Регулярно проводимая обрезка плодовых деревьев является существенной предпосылкой повышения урожайности и качества плодов. Уборка и утилизация срезаемых ветвей плодовых насаждений в садах являются обязательными операциями технологического процесса производства плодов. В то же время они сопряжены с большими материальными и трудовыми затратами, вызванными низким уровнем механизации и малой эффективностью используемых технологий. Наиболее перспективной является использование срезанных ветвей в измельченном виде для мульчирования почвы. Это способствует накоплению и сохранению влаги в почве, обогащению ее органическим веществом, элементами минерального питания, улучшению агрофизических свойств и в конечном итоге вовлечению отчуждаемой древесины в круговорот веществ без ущерба для экологии. Для реализации указанной технологии утилизации древесных отходов была предложена конструкция подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений, оснащенная двумя ступенями роторных двухвалковых измельчителей. Отсутствие достаточных данных о процессах взаимодействия рабочих органов измельчителей со срезанными ветвями плодовых насаждений препятствует совершенствованию машины и ее широкому внедрению в сельскохозяйственное производство. Цель исследования – разработка математической модели процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений. Предмет исследования – процесс измельчения срезанных ветвей плодовых насаждений двухвалковым роторным измельчителем в древесную мульчу. Исследования проведены с использованием методов классической механики, физического и математического моделирования. Объект исследования – роторный двухвалковый измельчитель. Математическое моделирование процесса работы подборщика-измельчителя позволило установить кинематические параметры движения рабочего органа измельчителя и рациональные параметры переднего $\delta_n = -5^\circ \dots -15^\circ$ и заднего углов заточки ножа $\delta_s = 60^\circ - 70^\circ$, радиуса R режущей кромки ножа 75-125 мм, окружной скорости режущей кромки ножа $v_0 = 8-12$ м/с, скорости резания ветвей 10-12 м/с, скорости подачи ветвей $v_n = 1,4-2,1$ м/с, зазора между режущей кромкой ножа и валом противоположенного ротора $s = 0,003$ м.

Ключевые слова: садоводство, плодовые деревья, обрезка, подбор, измельчение, двухвалковый роторный измельчитель, моделирование, кинематические параметры, режимы работы

Для цитирования. Хажметов Л. М., Апхудов Т. М., Заммоев А. У., Макуашев И. О. Математическое моделирование процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова, 2024. № 2(44). С. 98–109. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109

Original article

Mathematical modeling of the process of operation of a picker-chopper of cut branches of fruit trees

Luan M. Khazhmetov^{✉1}, Timur M. Apkhudov², Aslan U. Zammoev³, Inal O. Makuashev⁴

^{1,2,4}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1 v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

³North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture, 23 Shardanov Street, Nalchik, Russia, 360004

^{✉1}hajmetov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

²aphudov75@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

³zammoev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7966-3557>

⁴07energokbr@mail.ru

Abstract. Regular pruning of fruit trees is an essential prerequisite for increasing the yield and quality of the fruit. Cleaning and disposal of cut branches of fruit plants in orchards are mandatory operations in the technological process of fruit production. At the same time, they are associated with high material and labor costs caused by the low level of mechanization and low efficiency of the technologies used. The most promising is the use of cut branches in crushed form for mulching the soil. This contributes to the accumulation and preservation of moisture in the soil, enriching it with organic matter, mineral nutrition elements, improving agrophysical properties and ultimately involving alienated wood in the cycle of substances without harming the environment. To implement this technology for recycling wood waste, a design was proposed for a pick-up chopper of cut branches of fruit trees, equipped with two stages of rotary twin-roll choppers. The lack of sufficient data on the processes of interaction between the working parts of shredders and cut branches of fruit trees hinders the improvement of the machine and its widespread introduction into agricultural production. The purpose of the study is to develop a mathematical model of the operation process of a picker-chopper of cut branches of fruit trees. The subject of the study is the process of crushing cut branches of fruit trees using a two-roll rotary chopper into wood mulch. The research was carried out using methods of classical mechanics, physical and mathematical modeling. The object of study is a rotary two-roll grinder. Mathematical modeling of the operation process of the pick-up chopper made it possible to establish the kinematic parameters of the movement of the chopper working body and the rational parameters of the front $\delta_n = -5^\circ \dots -15^\circ$ and rear sharpening angles of the knife $\delta_s = 60^\circ - 70^\circ$, the radius R of the cutting edge of the knife 75-125 mm, the peripheral speed of the cutting edge of the knife $v_0 = 8-12$ m/s, the cutting speed of branches 10-12 m/s, feed speed of branches $v_n = 1,4-2,1$ m/s, gap between the cutting edge of the knife and the shaft of the opposite rotor $s = 0,003$ m.

Keywords: gardening, fruit trees, pruning, selection, grinding, twin-roll rotary grinder, modeling, kinematic parameters, operating modes

For citation. Khazhmetov L.M., Apkhudov T. M. Zammoev A.U., Makuashev I.O. Mathematical modeling of the process of operation of a picker-chopper of cut branches of fruit trees. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):98–109. (in Russ.).

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109

Введение. Сады отличаются рядом положительных хозяйственных и технологических качеств, и их выращивание представляет собой важную народно-хозяйственную задачу. Садоводство выполняет не только продовольственные и лечебно-профилактические функции, но и социально-экономические.

Регулярно проводимая обрезка плодовых деревьев является существенной предпосылкой повышения урожайности и качества плодов. В то же время отходы фитомассы при обрезке плодовых деревьев, в зависимости от возраста и биологических особенностей сорта, могут составлять от 3 до 20 и более тонн

на гектар. Уборка и утилизация срезанного древесного материала в садах являются обязательными операциями технологического процесса производства плодов. В то же время они сопряжены с большими материальными и трудовыми затратами, вызванными низким уровнем механизации и малой эффективностью используемых технологий [1].

Наиболее простым, рациональным и перспективным является использование срезанных ветвей в измельченном виде для мульчирования почвы. Это способствует накоплению и сохранению влаги в почве, обогащению ее органическим веществом, элементами минерального питания, улучшению агрофизических свойств и в конечном итоге вовлечению отчуждаемой древесины в круговорот веществ без ущерба для экологии [2–7].

Для реализации указанной технологии утилизации древесных отходов была предложена конструкция подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых деревьев, оснащенная двумя ступенями роторных двухвалковых измельчителей [8]. Отсутствие достаточных данных о процессах взаимодействия рабочих органов измельчителей со срезанными ветвями плодовых насаждений препятствует совершенствованию машины и ее широкому внедрению в сельскохозяйственное производство. Поэтому моделирование процесса измельчения срезанных ветвей плодовых насаждений является актуальной.

Цель исследования – разработка математической модели процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений.

Материалы, методы и объекты исследования. Предмет исследования – процесс измельчения срезанных ветвей плодовых насаждений двухвалковым роторным измельчителем в древесную мульчу. Исследования проведены с использованием методов классической механики, физического и математического моделирования. Объект исследования – роторный двухвалковый измельчитель.

Результаты исследования. Исследованию процесса измельчения срезанных ветвей плодовых насаждений измельчительными машинами посвящены работы Шомахова Л. А., Долгова И. А., Кротова А. М., Медов-

ника А. Н., Токарева В. Г., Завражнова А. И., Манаенкова К. А., Ланцева В. Ю. и др. [5, 9–12].

Технологический процесс, выполняемый подборщиком-измельчителем срезанных ветвей плодовых насаждений, состоит из следующих стадий (рис. 1) [13, 14]:

1. Подбор и подача подборщиком из междурядья сада срезанных ветвей плодовых деревьев к подающим вальцам;

2. подача срезанных ветвей подающими вальцами на первую ступень измельчительного устройства;

3. Измельчение срезанных ветвей первой ступенью измельчителя;

4. Доизмельчение срезанных ветвей второй ступенью измельчителя;

5. Свободное падение измельченной массы на поверхность почвы.

Измельчение ветвей в данной машине происходит несколькими этапами, на каждом из которых одновременно протекают сложные процессы механической обработки древесины ветвей (фрикционное перемещение, резание, деформация, разрушение). Изучение этих процессов является необходимым этапом перед проектированием. При этом необходимо знать величины действующих сил и параметры перерабатываемого материала на каждом этапе технологического процесса.

При работе двухвалкового роторного измельчителя зубчатые ножи, установленные на ножевых дисках роторов, совершают вращательное движение навстречу друг другу при поступательном движении подаваемого слоя древесины срезанных ветвей плодовых деревьев в пространство между роторами. Это обуславливает криволинейность траектории лезвий ножей в слое древесины (рис. 2).

Траекторией движения точки ножа относительно слоя древесины является удлиненная циклоида (трохоида).

Конструкция двухвалкового роторного измельчителя не позволяет осуществлять полное разрезание ветви на отдельные части из-за наличия конструктивного зазора s между кромкой ножа и валом противоположенного ротора (рис. 3).

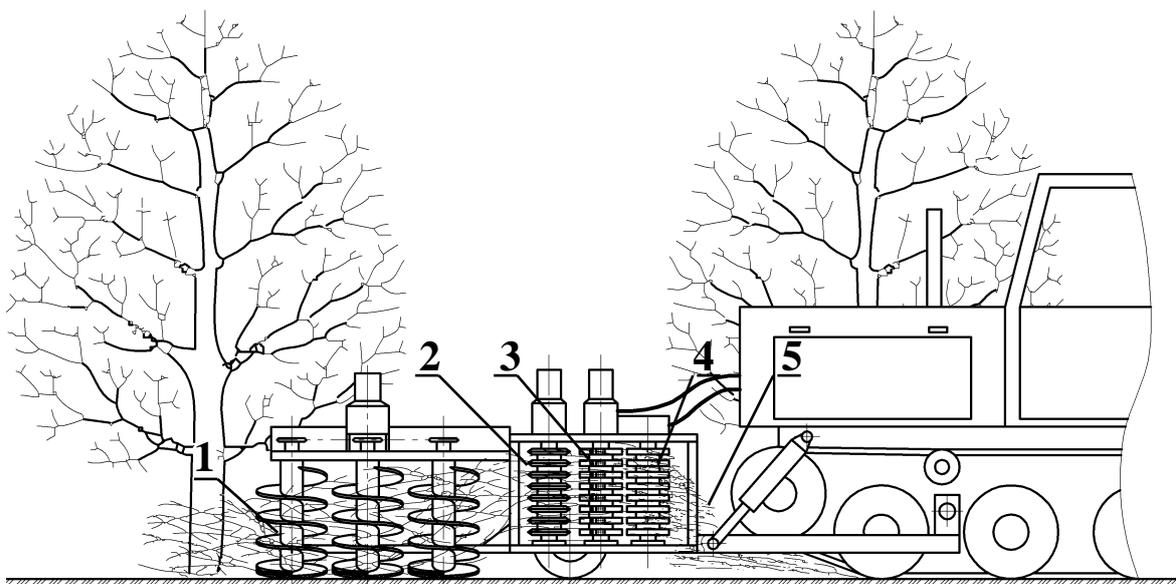


Рисунок 1. Технологическая схема работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых деревьев

Figure 1. Technological scheme of the picker-chopper of cut branches of fruit trees

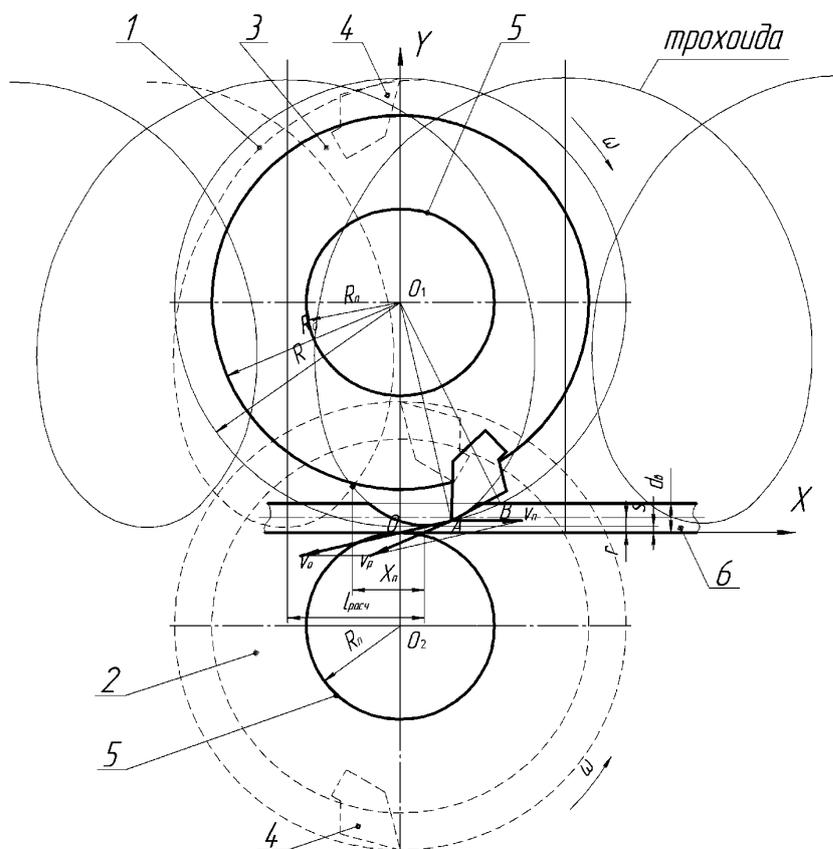


Рисунок 2. Схема к кинематическому анализу траектории движения ножа измельчителя:
1, 2 – верхний и нижний роторы; 3 – ножевой диск; 4 – нож; 5 – вал ротора; 6 – измельчаемая ветка

Figure 2. The scheme for the kinematic analysis of the trajectory of the chopper knife:

1, 2 – upper and lower rotors; 3 – knife disk; 4 – knife; 5 – rotor shaft; 6 – chopped branch

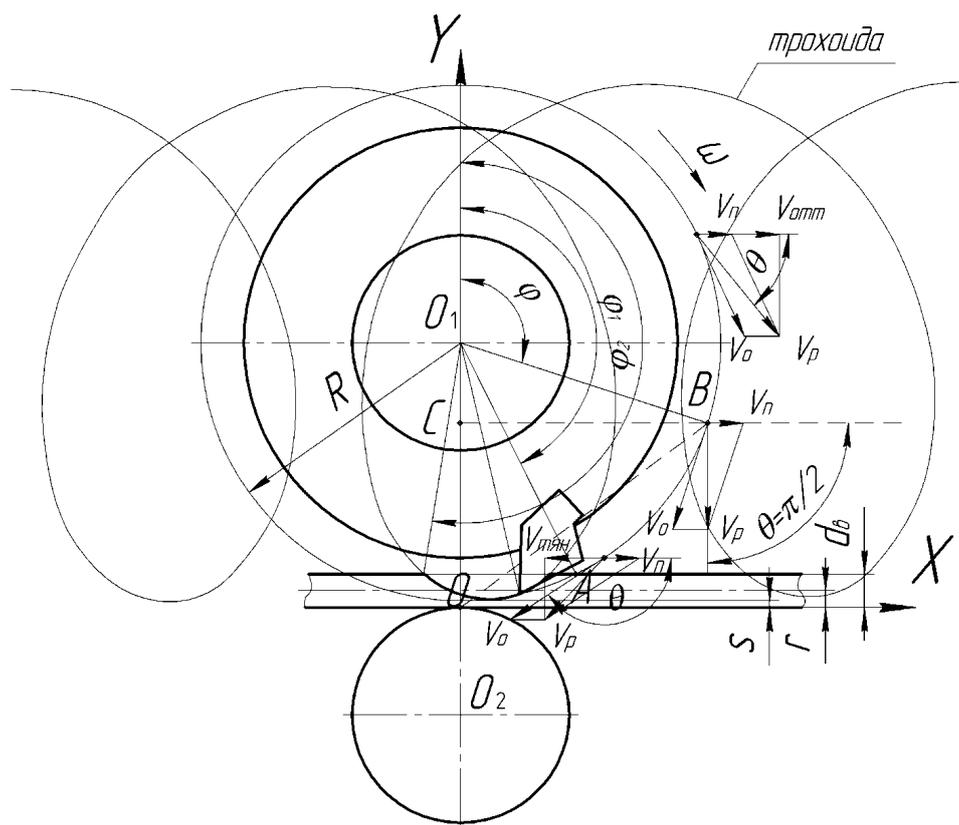


Рисунок 3. Схема к определению максимальной толщины слоя древесины
Figure 3. The scheme for determining the maximum thickness of the wood layer

Главным является не разделение ветви на части, а разрушение поверхности ветви и клеточной структуры древесины. Это обстоятельство дает право использовать конструкцию двухвалкового роторного измельчителя для получения из срезанных ветвей плодовых деревьев древесной мульчи. Отделение отрезанной части от ветви возможно при обеспечении минимальной величины зазора s между кромкой ножа и валом противоположенного ротора. При этом величина силы, необходимой для отрыва срезанной частицы минимальна. Необходимо отметить и то, что разделение на части продолжается и после первой ступени измельчения, а именно в пространстве между первой и второй ступенью измельчения и во второй ступени измельчения.

Абсолютная скорость любой точки ножа представляет собой геометрическую сумму окружной v_0 и поступательной v_n скоростей (рис. 2).

Проекции скорости на оси координат могут быть выражены параметрическими уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_n + v_0 \cos \varphi; \\ \frac{dy}{dt} = -v_0 \sin \varphi, \end{cases} \quad (1)$$

где:

v_n – поступательная скорость (подача) ножевого диска измельчителя относительно ветки, м/с;

v_0 – окружная скорость, м/с;

φ – угол поворота ножевого диска, град.

Окружная скорость определяется по формуле:

$$v_0 = \omega R, \quad (2)$$

где:

ω – угловая скорость вращения ножевого диска, c^{-1} ;

t – текущее время, с;

R – радиус окружности, описываемой режущей кромкой, м.

После интегрирования выражения (1) получаем уравнение траектории точки ножа. Постоянные интегрирования C и C_1 определяются с учетом начальных условий: $t = 0; x = 0; y = 0$. При этом получим $C = 0$ и $C_1 = s + R$, а уравнения примут вид:

$$\begin{cases} x = v_n t + R \sin \omega t; \\ y = s + R \cdot (1 + \cos \omega t), \end{cases} \quad (2)$$

где:

s – зазор, представляющий собой расстояние между режущей кромкой ножа и валом противоположенного ротора, м.

Установлено, что результирующая скорость лезвия ножа V_p в зависимости от его положения меняет свое направление относительно движения ветви. Проекция результирующей скорости лезвия на направление движения слоя характеризует воздействие лезвия на слой материала (рис. 3). В точке A проекция скорости V_p представляет собой скорость, с которой лезвие воздействует на слой, затягивая его и способствуя поступлению ветви в пространство между роторами измельчителя и ее резанию.

$$v_{мян} = v_p \sin \theta, \quad (3)$$

Исходя из этого, подача должна осуществляться в том месте ножевого диска, где нет отталкивающего действия ножа, т.е. $v_{мян} \geq 0$. Согласно выражению (4) $v_{мян} = 0$, тогда $\theta = \frac{\pi}{2}$, т. е. результирующая v_p направлена перпендикулярно направлению движения ветви и соответственно поперек волокнам древесины, как это имеет место в точке B (рис. 3).

Направление и величина скорости V_p являются функциями угла φ поворота ножевого диска. Из параллелограмма скоростей для положения лезвия в любой точке можно написать

$$v_p^2 = v_n^2 + v_o^2 - 2v_n v_o \sin \varphi, \quad (4)$$

В точке B , для которой соблюдено условие $v_{мян} = 0$,

$$v_p^2 = v_o^2 - v_n^2, \quad (5)$$

Приравнявая эти выражения, устанавливается значение угла φ , при котором $v_{мян} = 0$, т. е. определяется точка, где отсутствует отталкивающее действие лезвия и появляется явление затягивания ветви.

$$\sin \varphi = \frac{v_n}{v_o}. \quad (6)$$

Данное условие получается из зависимости угла θ от φ по рис. 3.

$$\sin \varphi = \frac{AA_1}{v_o} = \frac{v_{мян} + v_n}{v_o} = \frac{v_p \cos \theta + v_n}{v_o}, \quad (7)$$

откуда при $\theta = \frac{\pi}{2}$

$$\sin \varphi = \frac{v_n}{v_o}.$$

Максимально возможную толщину h слоя древесины, перерезаемого ножевым диском, определяется из треугольника BOC на схеме (рис. 3):

$$h = |OC|; R + s - h = R \sin \varphi, \quad (8)$$

откуда с учетом уравнения (9)

$$R + s - h = R \frac{v_n}{v_o}. \quad (9)$$

Тогда выражение для расчета максимальной толщины слоя примет вид

$$h_{\max} = s + R \left(1 - \frac{v_n}{v_o} \right). \quad (10)$$

Уравнение цилиндрической поверхности ветви относительно осей ZOY (рис. 4) при прямом лезвии ножа представляется выражением:

$$(y + r)^2 + z^2 = r^2, \quad (11)$$

где:

$r = d_g/2$ – радиус измельчаемой ветви диаметром d_g , м.

Уравнением линии, ограничивающей поверхность резания, является решение системы

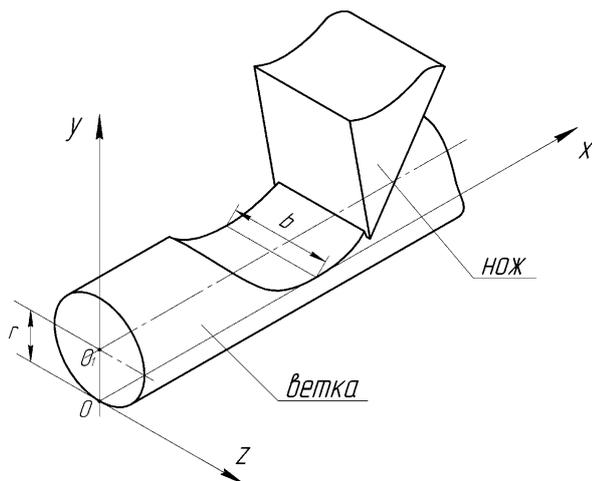


Рисунок 4. Схема к определению ширины резания
Figure 4. The scheme for determining the cutting width

$$\begin{cases} x = v_n t + R \sin \omega t ; \\ y = s + R \cdot (1 + \cos \omega t) ; \\ (y + r)^2 + z^2 = r^2 . \end{cases} \quad (12)$$

Ширина резания $b(t)$ определяется координатами X двух точек, являющихся точками пересечения линии лезвия ножа с линией, задаваемой системой (13):

$$b = z_2 - z_1. \quad (13)$$

Решая систему уравнений (13), получим:

$$b = 2\sqrt{y \cdot (d_e - y)} = 2\sqrt{(s + R \cdot (1 + \cos \omega t)) \cdot (d_e - s - R \cdot (1 + \cos \omega t))}. \quad (14)$$

Максимальная ширина резания:

$$b_{\max} = d_e. \quad (15)$$

Одной из важных характеристик траектории движения режущей кромки ножа является расстояние между любыми однородными точками смежных отрезков трохоиды, равные между собой (рис. 2). Его величину можно найти, если значение абсциссы x вычесть из значения абсциссы x_b , для обоих последующих положений, т. е.

$$l_{\text{расч}} = x_b - x. \quad (16)$$

Центральный угол между ножами равен:

$$\beta = \frac{2\pi}{z}, \quad (17)$$

где:

z – число ножей на ножевом диске.

Следовательно,

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2}. \quad (18)$$

Тогда, подставляя значение $\sin \omega t$ в уравнение (3), получим:

$$x = v_n t + R \sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2}. \quad (19)$$

Нож достигнет в слое положения a с опозданием на время Δt , необходимое для поворота ножевого диска на угол β , т. е.

$$\Delta t = \frac{\beta}{\omega}. \quad (20)$$

Следовательно, абсцисса для нового положения ножа

$$x_b = v_n (t + \Delta t) + R \sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2}. \quad (21)$$

Подставив значение Δt и учитывая, что $y_b = y$, получим

$$l_{\text{расч}} = x_b - x = v_n (t + \Delta t) - R \sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2} - v_n t + R \sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2},$$

$$l_{\text{расч}} = v_n \frac{\beta}{\omega},$$

или

$$l_{\text{расч}} = \frac{v_n}{nz}. \quad (22)$$

Длительность процесса резания одной ветви ΔT определяется как

$$T = t_2 - t_1, \quad (23)$$

где:

t_1 и t_2 – начало и конец реза, с.

$$t_1 = \frac{\varphi_1}{\omega}; t_2 = \frac{\varphi_2}{\omega}, \quad (24)$$

где:

φ_1 и φ_2 – углы поворота ротора в моменты начала и конца реза, рад.

Угол поворота в момент начала резания определяется по схеме на рисунке 3 при $y = d_6$:

$$\varphi_1 = \arccos \left[\frac{d_6 - s}{R} - 1 \right]. \quad (25)$$

Конец процесса резания ветви соответствует моменту времени, когда происходит скол образованной частицы от ветви. Условием скола является превышение сил давления ножа на частицу максимального напряжения сдвига древесины. Если условие скола не выполняется, то резание продолжается до тех пор, пока режущая кромка не выйдет из тела ветви. На схеме этому могут соответствовать два момента времени.

В первом случае траектория режущей кромки пересекает горизонтальную линию, ограничивающую ветвь. Угол поворота определяется с учетом симметрии траектории трохойды одного оборота режущей кромки относительно вертикальной оси (рис. 3).

$$\varphi_2 = 2\pi - \varphi_1. \quad (26)$$

Во втором случае траектория режущей кромки пересекает траекторию режущей кромки предыдущего реза в пределах тела ветви. Здесь угол поворота определяется как:

$$x = x_n; \quad \varphi \in \left(\pi; \frac{3\pi}{2} \right), \quad (27)$$

где:

x_n – координата точки пересечения траекторий, которая определяется как

$$x_n = x(\pi) - \frac{l_{расч}}{2}, \quad (28)$$

где:

$x(\pi)$ – координата траектории режущей кромки в нижнем положении при $\varphi = \pi$, тогда после преобразований с учетом формул (3), (23) и (25) получим

$$x_n = v_n \frac{\pi}{\omega} + R \sin \pi - \frac{v_n}{2nz} = \frac{v_n}{2n} \cdot \left(1 - \frac{1}{z} \right);$$

$$v_n \frac{\varphi_2}{2\pi n} + R \sin \varphi_2 = \frac{v_n}{2n} \cdot \left(1 - \frac{1}{z} \right). \quad (29)$$

Решая последнее уравнение, можно определить угол поворота режущей кромки ножа в момент окончания процесса резания.

Построены диаграммы зависимости удельной и полной сил резания в зависимости от угла поворота режущей кромки φ (рис. 5).

На силу резания влияние оказывают следующие показатели: передний δ_n и задний δ_3 углы заточки ножей, радиус R и окружная скорость v_0 режущей кромки ножа, скорость подачи ветвей v_n , зазор между кромкой ножа и валом противоположного ротора s [15].

Установлены следующие значения переднего $\delta_n = -5^\circ \dots -15^\circ$ и заднего углов заточки ножа $\delta_3 = 60^\circ - 70^\circ$, радиуса R режущей кромки ножа 75-125 мм, окружной скорости режущей кромки ножа $v_0 = 8-12$ м/с, скорости резания ветвей 10-12 м/с, зазора между режущей кромкой ножа и валом противоположенного ротора $s = 0,003$ м. С учетом этих значений скорость подачи ветвей принимается в пределах м/с.

Выводы. В результате проведенного математического моделирования процесса работы подборщика-измельчителя определены кинематические параметры движения рабочего органа и установлены его рациональные параметры: переднего $\delta_n = -5^\circ \dots -15^\circ$ и заднего углов заточки ножа $\delta_3 = 60^\circ - 70^\circ$, радиуса R режущей кромки ножа 75-125 мм, окружной скорости режущей кромки ножа $v_0 = 8-12$ м/с, скорости резания ветвей 10-12 м/с, скорость подачи ветвей $v_n = 1,4-2,1$ м/с, зазора между режущей кромкой ножа и валом противоположенного ротора $s = 0,003$ м.

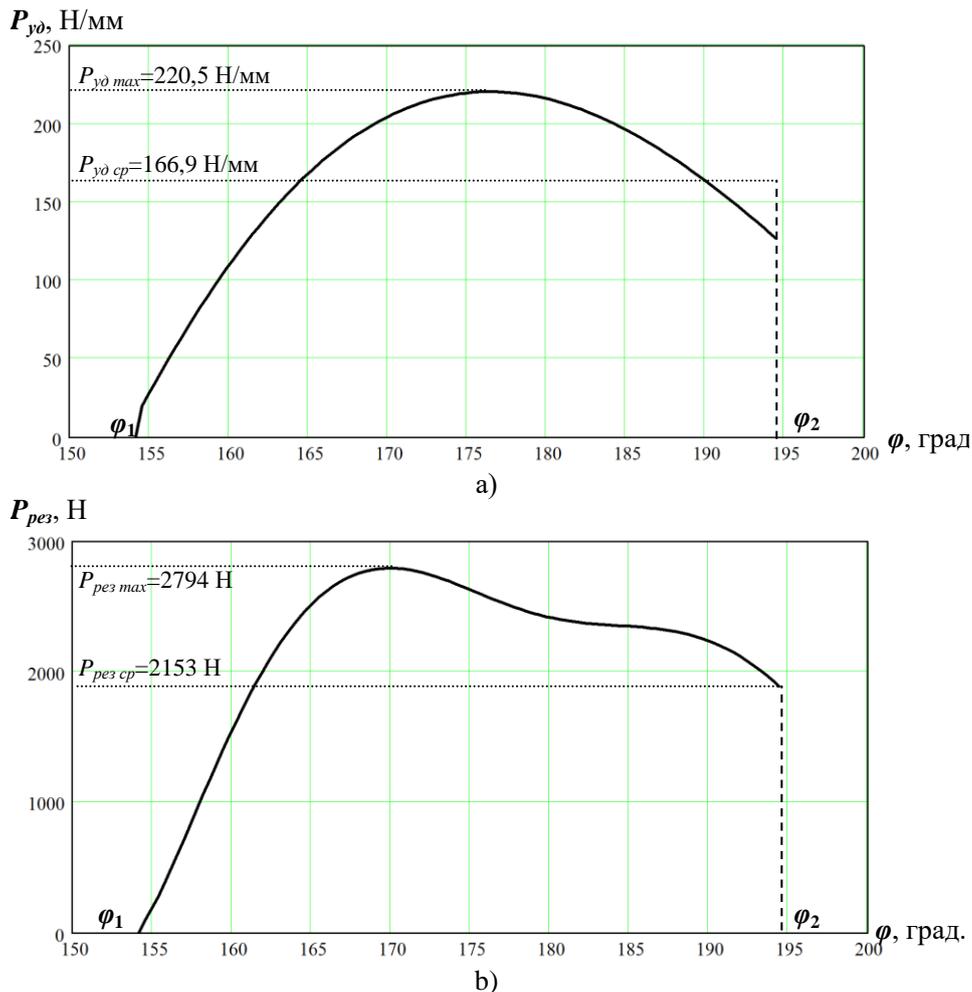


Рисунок 5. Диаграммы зависимости удельной и полной сил резания в зависимости от угла поворота режущей кромки φ :

а) удельной силы резания $P_{y\partial}$; б) полной силы резания $P_{рез}$

Figure 5. Diagrams of the dependence of the specific and total cutting forces depending on the angle of rotation of the cutting edge φ :

а) specific cutting force $P_{y\partial}$; б) full cutting force $P_{рез}$

Список литературы

1. Свирский Г. Г., Черненко Н. Г. Геометрические и весовые параметры валка сучьев в садах в связи с механизацией их измельчения // Сб. науч. тр. ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина. 1984. Вып. 42. С. 98–102.
2. Преображенский К. Н. Биологическая утилизация древесины на мелиорируемых землях. Москва: Росагропромиздат, 1988. 186 с.
3. Лучков П. Г., Шомахов Л. А., Медовник А. Н., Шомахов А. Р. Использование древесины срезанных ветвей яблони для мульчирования почвы в садах. Краснодар: Типография агрофирмы «Центральная», 2001. 113 с.
4. Шекихачев Ю. А., Шомахов Л. А. Эффективный способ борьбы с эрозией почв в условиях горного садоводства // Почвозащитные адаптивные технологии горного и предгорного садоводства: материалы Международной науч. конф. в рамках СНГ. Нальчик: Изд. центр «Эль-Фа», 1997. С. 32–36.

5. Балкаров Р.А., Заммоев А.У. Утилизация древесины срезанных ветвей плодовых деревьев в горном и предгорном садоводстве. // Экология южного региона: матер. Регион. научн. конф. молодых ученых Горского государственного агроуниверситета. Владикавказ: Горский ГАУ, 2002. С. 105–107.
6. Шомахов Л. А., Заммоев А. У. Мульчирование террас измельченной древесиной срезанных ветвей плодовых деревьев // Проблемы экологизации современного садоводства и пути их решения: материалы Международной науч. конф. Краснодар: КубГАУ, 2004. С. 14–18.
7. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М. [и др.] Высокопродуктивные экологически чистые технологии и технические средства по уходу за плодовыми насаждениями в интенсивном горном садоводстве Кабардино-Балкарской республики. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. 193 с. EDN: BVIEYK
8. Долгов И. А., Овчаров А. А. Теоретический анализ сил, действующих на нож измельчающего барабана кустореза-измельчителя. // Проектирование рабочих органов почвообрабатывающих, уборочных с.-х. машин и агрегатов для кормопроизводства: материалы межвуз. сб. тр. Ростов-на-Дону: РИСХМ, 1984. С. 3–10.
9. Кротов А. М. Технологии и технические средства для обрезки и утилизации виноградной лозы и ветвей плодовых деревьев // Садоводство и виноградарство. 1992. Т. 11-12. С. 7–9.
10. Медовник А. Н. Совершенствование машиной технологии утилизации обрезков кроны плодовых деревьев для улучшения качественных и технико-экономических показателей: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар, 1999. 25 с.
11. Токарев В. Т. Обоснование параметров вальцового измельчителя садовых обрезков: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар, 1989. 25 с.
12. Завражнов А. И., Манаенков К. А., Ланцев В. Ю. К вопросу утилизации отходов обрезки в садах // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 145-летию со дня рождения И. В. Мичурина и 90-летию профессора В. И. Будаговского «Интенсивное садоводство». Мичуринск, 2000. Ч. II. С. 67–70.
13. Балкаров Р. А., Шомахов Л. А. Механизация трудоемких процессов в садоводстве // Основные направления научного обеспечения агропромышленного комплекса Кабардино-Балкарской Республики: матер. межвуз. научн.-практич. конф. Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии. Нальчик: КБГСХА, 2000. С. 145–148.
14. Макуашев И. О., Хажметова Б. Л., Хажметов Л. М. Технология измельчения отходов садоводства при движении по междурядью // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. С. 122–124. EDN: YVBKCP
15. Хажметов Л. М., Дзуганов В. Б., Апхудов Т. М. и др. Энергоемкость процесса измельчения срезанных ветвей двухвалковым роторным измельчителем // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 114–121. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-114-121. EDN: NOQIZA

References

1. Svirsky G.G., Chernenko N.G. Geometric and weight parameters of felling branches in gardens in connection with the mechanization of their grinding. *Sb. nauch. tr. VNIi sadovodstva im. I. V. Michurina* [Collection of Scientific research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin], 1984. Iss. 42. Pp. 98–102. (In Russ.)
2. Preobrazhensky K.N. *Biologicheskaya utilizatsiya drevesiny na melioriruyemykh zemlyakh* [Biological utilization of wood on reclaimed lands]. Moscow: Rosagropromizdat, 1988. 186 p. (In Russ.)
3. Luchkov P.G., Shomakhov L.A., Medovnik A.N., Shomakhov A.R. *Ispol'zovaniye drevesiny srezannykh vetvey yabloni dlya mul'chirovaniya pochvy v sadakh* [The use of wood from cut branches of apple trees for mulching soil in gardens]. Krasnodar: Tipografiya agrofirmy "Tsentral'naya", 2001. 113 p. (In Russ.)
4. Shekikhachev Yu.A., Shomakhov L.A. An effective way to combat soil erosion in conditions of mountain gardening. *Pochvozashchitnyye adaptivnyye tekhnologii gornogo i predgornogo sadovodstva: materialy Mezhdunarodn. nauch. konf. v ramkakh SNG* [Soil-protective adaptive technologies of mountain and foothill gardening: materials of the international scientific conference within the CIS]. Nalchik: Izd. tsentr "El'-Fa", 1997. Pp. 32–36. (In Russ.)

5. Balkarov R.A., Zammoev A.U. Recycling of wood from cut branches of fruit trees in mountain and foothill gardening. *Ekologiya yuzhnogo regiona: mater. Region. nauchn. konf. molodykh uchenykh Gorskogo gosudarstvennogo agrouniversiteta* [Ecology of the southern region: material. Region. scientific conf. young scientists of Gorsky State Agrarian University]. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2002. Pp. 105–107. (In Russ.)
6. Shomakhov L.A., Zammoev A.U. Mulching of terraces with crushed wood from cut branches of fruit trees. *Problemy ekologizatsii sovremennogo sadovodstva i puti ikh resheniya: materialy Mezhdunarodnoy nauch. konf* [Problems of ecologization of modern horticulture and ways to solve them: materials of the international scientific conference]. Krasnodar: KubGAU, 2004. Pp. 14–18. (In Russ.)
7. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. [et al.]. *Vysokoproduktivnyye ekologicheski chistyye tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva po ukhodu za plodovymi nasazhdeniyami v intensivnom gornom sadovodstve Kabardino-Balkarskoy respubliki* [Highly productive environmentally friendly technologies and technical means for caring for fruit plants in intensive mountain gardening of the Kabardino-Balkarian Republic. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University, 2022. 193 p. (In Russ.). EDN: BVIEYK
8. Dolgov I.A., Ovcharov A.A. Theoretical analysis of the forces acting on the blade of the chopping drum of a brushcutter-shredder. *Proyektirovaniye rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh, uborochnykh s.-kh. mashin i agregatov dlya kormoproizvodstva: materialy mezhvuzovskiy sbornik trudov* [Design of working bodies for soil cultivation and agricultural harvesting. machines and units for feed production: materials from the interuniversity collection of works]. Rostov-on-Don: RISHM, 1984. Pp. 3–10. (In Russ.)
9. Krotov A.M. Technologies and technical means for pruning and recycling of vines and branches of fruit trees. *Horticulture and viticulture*. 1992;11-12:7–9. (In Russ.)
10. Medovnik A.N. *Sovershenstvovaniye mashinoy tekhnologii utilizatsii obrezkov krony plodovykh derev'yev dlya uluchsheniya kachestvennykh i tekhniko-ekonomicheskikh pokazateley: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improving the technology of utilization of fruit tree crown trimmings by machine to improve quality and technical and economic indicators: abstract of thesis. diss. ...cand. tech. Sci.]. Krasnodar, 1999. 25 p. (In Russ.)
11. Tokarev V.T. *Obosnovaniye parametrov val'tsovogo izmel'chitelya sadovykh obrezkov: avtoref. diss. ... kand. tekhn. Nauk* [Justification of the parameters of a roller shredder of garden trimmings: abstract. diss. ... cand. tech. Sci.]. Krasnodar, 1989. 25 p. (In Russ.)
12. Zavrazhnov A.I., Manaenkov K.A., Lantsev V.Yu. On the issue of waste disposal of pruning in gardens. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 145-letiyu so dnya rozhdeniya I.V. Michurina i 90-letiyu professora V.I. Budagovskogo "Intensivnoye sadovodstvo"* [Materials of the international scientific and practical conference of young scientists dedicated to the 145th anniversary of the birth of I.V. Michurin and the 90th anniversary of Professor V.I. Budagovsky "Intensive gardening". Michurinsk, 2000. Part II. Pp. 67–70. (In Russ.)
13. Balkarov R.A., Shomakhov L.A. Mechanization of labor-intensive processes in gardening. *Osnovnyye napravleniya nauchnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa Kabardino-Balkarskoy Respubliki: mater. mezhvuz. nauchn.-praktich. konf. Kabardino-Balkarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Main directions of scientific support of the agro-industrial complex of the Kabardino-Balkarian Republic: materials of the interuniversity scientific and practical conference of the Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy]. Nalchik: KBGSHA, 2000. Pp. 145–148. (In Russ.)
14. Makuashev I.O., Khazhmetova B.L., Khazhmetov L.M. Technology of shredding gardening waste when moving along the aisle. *Aktual'nyye problemy agrarnoy nauki: prikladnyye i issledovatel'skiye aspekty. Materialy III Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Current problems of agricultural science: applied and research aspects. Materials of the III All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University, 2023. Pp. 122–124. (In Russ.). EDN: YVBKCP
15. Khazhmetov L.M., Dzuganov V.B., Uphudov T.M. [et al.]. Energy consumption of the process of crushing cut branches with a two-roll rotary shredder. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):114–121. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-114-121. EDN: NOQIZA

Сведения об авторах

Хажметов Луан Мухажевич – 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: 6145-0808, Scopus ID: 57205436522, Researcher ID: AAU-4007-2019

Апхудов Тимур Муаедович – 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: 7421-4358, Scopus ID: 57219057974

Заммоев Аслан Узеирович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом механизации трудоемких процессов в садоводстве, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», SPIN-код: 6317-3115

Макушев Инал Олегович – аспирант кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Luan M. Khazhmetov – 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: 6145-0808, Scopus ID: 57205436522, Researcher ID: AAU-4007-2019

Timur M. Aphudov – 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-code: 7421-4358, Scopus ID: 57219057974

Aslan U. Zammoev – Candidate of Technical Sciences, Leading researcher, Head of the Department of mechanization of labor-intensive processes in Horticulture, North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Gardening, SPIN-code: 6317-3115

Inal O. Makuashev – Post graduate student of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 15.05.2024;
одобрена после рецензирования 31.05.2024;
принята к публикации 10.06.2024.*

*The article was submitted 15.05.2024;
approved after reviewing 31.05.2024;
accepted for publication 10.06.2024.*

Пищевые системы
Food Systems

Научная статья
УДК 641.5:664.95
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-110-117

**Кулинарные изделия функционального назначения
на основе рыбного сырья**

**Анна Тимофеевна Васюкова^{✉1}, Александра Сергеевна Москаленко²,
Анатолий Ростиславович Эдварс³, Ольга Апполоновна Хлебникова⁴**

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва,
Россия, 125080

^{✉1}vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

²sasha19121978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5681-2217>

³aedvars@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8778-717X>

⁴khlebnikova.olga.2013@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0367-745X>

Аннотация. При производстве полуфабрикатов и готовых изделий из рыбных фаршей особую значимость приобретает совершенствование рецептур и технологий, направленных на повышение пищевой и биологической ценности, а также безопасности продуктов. Одним из способов повышения функциональных свойств является использование биоактивных пептидов в совокупности с фенольными соединениями и другими растительными БАД, что приводит к совершенствованию органолептических показателей. К важнейшим свойствам продукции многие ученые относят доступность для различных социальных групп потребителей – продуктов функциональной направленности. Для исследований выбраны наиболее доступные объекты морского промысла, рекомендуемые для изготовления фаршей и блюд на их основе – хек, минтай и треска, которые относятся к семейству тресковых. Данные рыбы имеют обводненную (0,82%) белую мышечную ткань, уникальны по калорийности (69-86 ккал), тощие (0,6-0,9%) с высокой концентрацией белка (16,0-19,0%). В качестве функциональных ингредиентов использованы ячменная и рисовая мука, а также в рецептуры введены овощи и специи. Контролем была рецептура №541. Котлеты или биточки рыбные. На основании экспериментальных исследований установлены концентрации растительных функциональных добавок – 5-15%, что позволило увеличить предельное напряжение сдвига (ПНС) на 10,7%, 8,7% и 12,2% соответственно, а влагоудерживающая способность (ВУС) образцов коррелирует с нежностью и ПНС. Потери массы при тепловой обработке составляют 20-21%, в зависимости от концентрации вводимой функциональной добавки в концентрации 5-10%. Разработанная технология обеспечивает расширение ассортимента функциональных рыбных полуфабрикатов, что является важным для питания социально незащищенных слоев населения.

Ключевые слова: функциональные рецептуры, влагоудерживающая способность, растительное сырье, концентрации

Для цитирования. Васюкова А. Т., Москаленко А. С., Эдварс А. Р., Хлебникова О. А. Кулинарные изделия функционального назначения на основе рыбного сырья // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 110–117.
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-110-117

Original article

Culinary products for functional purposes based On fish raw materials

Anna T. Vasyukova^{✉1}, Alexandra S. Moskalenko², Anatoly R. Edvars³,
Olga A. Khlebnikova⁴

Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), 11 Volokolamskoe Highway, Moscow, Russia, 125080

^{✉1}vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

²sasha19121978@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5681-2217>

³aedvars@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8778-717X>

⁴khlebnikova.olga.2013@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0367-745X>

Abstract. In the production of semi-finished and finished products from minced fish, the improvement of recipes and technologies aimed at increasing the nutritional and biological value, as well as product safety, is of particular importance. One of the ways to increase functional properties is the use of bioactive peptides in combination with phenolic compounds and other plant dietary supplements, which leads to improved organoleptic characteristics. Many scientists consider accessibility for various social groups of consumers – functional products – to be the most important properties of products. For research, the most accessible marine fishery objects were selected, recommended for the production of minced meat and dishes based on them – hake, pollock and cod, which belong to the cod family. These fish have water-rich (0.82%) white muscle tissue, are unique in calorie content (69-86 kcal), lean (0.6-0.9%) with a high protein concentration (16.0-19.0%). Barley and rice flour were used as functional ingredients, and vegetables and spices were also introduced into the recipes. The control was recipe No. 541. Fish cutlets or balls. Based on experimental studies, the concentrations of plant functional additives were established at 5-15%, which made it possible to increase the ultimate shear stress (USS) by 10.7%, 8.7% and 12.2%, respectively, and the moisture-holding capacity (MHC) of the samples correlates with tenderness and USS. Weight loss during heat treatment is 20-21%, depending on the concentration of the introduced functional additive at a concentration of 5-10%. The developed technology ensures an expansion of the range of functional fish semi-finished products, which is important for the nutrition of socially vulnerable segments of the population.

Keywords: functional formulations, moisture-holding capacity, plant materials, concentrations

For citation. Vasyukova A.T., Moskalenko A.S., Edvars A.R., Khlebnikova O.A. Culinary products for functional purposes based on fish raw materials. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):110–117. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-110-117

Введение. На сегодняшний день исследования морских продуктов сосредоточены в трех направлениях:

1) источники сырья животного и растительного происхождения, такие как рыба, креветки, моллюски и водные растения;

2) функциональные активные ингредиенты, такие как биоактивные пептиды, ненасыщенные жирные кислоты, полисахариды, витамины и минералы, которые можно экстрагировать из сырья или его побочных продуктов;

3) подготовка и разработка функциональных ингредиентов, таких как эмульсии рыбь-

его жира, биоактивные пептидные порошки, полисахаридные капсулы, таблетки из морских водорослей и напитки из моллюсков.

Однако дальнейшие исследования, связанные с сенсорной (например, вкусовой) оценкой, а также молекулярными механизмами и путями воздействия различных типов морских продуктов, важны для дальнейшего открытия новых функциональных ингредиентов, применения этих продуктов в рациональном и диетическом питании. Кроме того, учитывая растущую озабоченность загрязнением океана и риском, который оно представляет для морских источников, ас-

пекты безопасности морских продуктов (например, токсичность) также требуют дальнейшего изучения [1].

Многие биоактивные пептиды получены из морских источников, а большая часть морской биомассы до сих пор не исследована и не используется в продуктах. Пептиды, полученные из объектов морского промысла, могут быть преобразованы в различные продукты, и существует значительный интерес к использованию данных биоактивных пептидов для нутрицевтиков или функциональных продуктов питания. Имеющиеся сведения о получении данных пептидов из морских гидробионтов встречаются во многих отчетах. Но, для того чтобы сделать их доступными для потребителей, необходимы достоверные сведения о свойствах инновационных продуктов. Также важно обосновать биологическую активность, связанную с данными пептидами и коммерческими возможностями реализации на потребительском рынке. Возникают проблемы с возможностями пищевого использования, экологичности и безвредности выделенных пептидов и идентификации их активности, позволяющие безопасное их применение в пищевых технологиях. Кроме того, предлагаемые продукты должны быть рыночными и приемлемыми для целевых потребителей. Чтобы увеличить коммерческий потенциал и обеспечить устойчивость выявленных биоактивных пептидов и функциональных продуктов, необходима нормативная база, производственные возможности и переход к более экологичным технологиям [2].

Так как функциональные продукты питания на сегодняшний день представляют собой одно из наиболее перспективных, интересных и инновационных направлений пищевой промышленности, то необходимо инициировать исследования и получать доказательную базу.

Несмотря на огромное количество научных исследований и патентов по этой теме и их естественное присутствие в продуктах питания, а именно растительного происхождения (фенольные соединения, танины, дубильные вещества, алкалоиды и др.), на рынке до сих пор мало продуктов, обогащенных этими соединениями. Коммерциализация данного типа функциональных продуктов

должна пройти через различные правила, установленные каноны, доказывающие, что они безопасны и приносят заявленную пользу для здоровья, завоевывая целевую аудиторию. В ряде публикаций [1–3] подчеркивается растущий интерес промышленности и склонность потребителей к функциональным продуктам питания и нутрицевтикам, уделяя особое внимание биоактивным пептидам в совокупности с фенольными соединениями и другими растительными БАД. Хотя установлено множество биоактивных свойств этих соединений, обеспечивающих их использование в качестве биологически активных ингредиентов в пищевых продуктах, они имеют сложности в стабильности структуры, ряда реологических характеристик, которые необходимо решить. В настоящее время продолжают значительные исследования, направленные на решение этой проблемы, что делает жизнеспособной разработку новых продуктов, которые будут выпущены на рынок [3–5].

В этой связи актуальным является разработка и исследование рецептур кулинарной продукции функционального назначения из рыбного сырья.

Цель исследования – обоснование возможности использования рыбного сырья и растительных добавок для создания кулинарных изделий функционального назначения.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектами исследования были выбраны океанические рыбы – хек, минтай, треска мороженые (ГОСТ 32366-2013)¹. Данные рыбы относятся к тощим (содержание жира 0,6-0,9%), но имеют высокую концентрацию полноценных белков (16,0-19,0%). Мышечная ткань обводнена (82,0%). Для создания необходимой структуры и ряда реологических показателей в качестве связующих компонентов использовали ячменную и рисовую муку, а для сочности и вкусовых характеристик – лук репчатый свежий. Контролем была рецептура 541. Котлеты или биточки рыбные [6]. При разработке промышленной технологии рыбный фарш с остальными компонентами перемешивали в фаршемешалке с различной степенью интен-

¹ ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия.

сивности (360, 540 и 720 об/мин.). Определяли массу полуфабрикатов и готовой продукции, влажность, влагоудерживающую способность, нежность, предельное напряжение сдвига и пластическую вязкость по общепринятым стандартным методикам. Для более объективной оценки новых образцов котлет использовали коэффициент весомости. Полученные органолептические показатели качества сравнивали с ГОСТ Р 55505-2013¹.

Результаты исследования. Использование рисовой и ячменной муки в рецептуре рыбного фарша оказывало влияние на реоло-

гические показатели, которые имели существенное значение при промышленных технологиях. Установлена оптимальная концентрация ячменной муки от 5 до 10% от массы рыбного сырья (таблицы 1-3), а рисовой муки от 7 до 15%. В качестве рыбного сырья использовался фарш трески, минтая и хека. Изделия хорошо порционировались, формовались и панировались.

Потери массы при тепловой обработке составляют 20-21% в зависимости от концентрации вводимой функциональной добавки в концентрации 5-10%.

Таблица 1. Рецептуры рыбных котлет с заменой рыбного филе ячменной мукой, нетто, г на 100 г готовой продукции

Table 1. Recipes for fish cutlets with replacement of fish fillets with barley flour, net, g per 100 g of finished product

Наименование сырья	Замена 5% ячменной муки	Замена 10% ячменной муки
Рыбное филе	92,0	86,9
Хлеб пшеничный 72%	20,0	20,3
Рыбный бульон или вода	8,0	8,4
Жир	1,0	1,4
Лук репчатый свежий очищенный	4,0	4,0
Соль поваренная	1,36	1,4
Перец черный молотый	0,003	0,003
Перец душистый молотый	0,003	0,003
Ячменная мука	4,83	9,7
Выход полуфабриката	132,0	132,1
Выход готовой продукции (-21%)	104,0	104,3

Таблица 2. Потери массы комбинированных рыбных полуфабрикатов при тепловой обработке в зависимости от концентрации добавки

Table 2. Weight loss of combined fish semi-finished products during heat treatment depending on the concentration of the additive

Наименование показателя	Норма	5%		10%		20%		30%	
		ПД 1	ПД 2	ПД 1	ПД 2	ПД 1	ПД 2	ПД 1	ПД 2
Масса полуфабриката	82	91	89	94	91	80	82	81	80
Масса готового изделия	70	81	78	90	84	72	78	79	75
Потери, г	12	10	11	4	7	8	4	2	5
Потери, %	14,63	10,99	12,36	4,26	7,69	10,00	4,88	2,47	6,25

Пищевые добавки: ПД 1 – ячменная мука; ПД 2 – рисовая мука.

¹ ГОСТ Р 55505-2013 Фарш рыбный пищевой мороженый.

Таблица 3. Потери массы комбинированных рыбных полуфабрикатов при тепловой обработке в зависимости от агрегатного состояния добавки

Table 3. Weight loss of combined fish semi-finished products during heat treatment depending on the aggregate state of the additive

Наименование показателя	Норма	5% + 5 г воды		10% + 5 г воды		20% + 5 г воды		30% + 5 г воды	
		ПД 1	ПД 2	ПД 1	ПД 2	ПД 1	ПД 2	ПД 1	ПД 2
Масса полуфабриката	82	91	95	0	95	0	81	81	81
Масса готового изделия	70	81	88	0	85	0	75	77	75
Потери, г	12	10	7	0	10	0	6	4	6
Потери, %	14,63	10,99	7,37	0	10,53	0	7,41	4,94	7,41

Пищевые добавки: ПД 1 – ячменная мука; ПД 2 – рисовая мука.

Имеющиеся в литературе сведения о влиянии тепловой обработки на пищевую ценность рыбных фаршевых изделий немногочисленны и касаются, в первую очередь, рыбных кулинарных изделий, изготавливаемых предприятиями рыбной промышленности [7]. Практически отсутствуют сведения о влиянии различных стабилизирующих добавок на пищевую ценность кулинарных изделий из рыбного фарша.

В результате исследований установлено, что потери массы готовых изделий зависят

от вида функциональной добавки и агрегатного состояния пищевой системы [8, 9].

Немаловажным фактором является скорость перемешивания составных компонентов фарша, позволяющая равномерно распределить компоненты животного и растительного происхождения, их взаимное влияние, а также перераспределение жидкости и связывание ее белками. Влияние интенсивного перемешивания на реологические показатели фарша показаны в таблице 4.

Таблица 4. Влияние скорости интенсивного перемешивания на структурно-механические свойства котлетной массы

Table 4. Influence of intensive mixing speed on the structural and mechanical properties of the cutlet mass

Показатели	Котлетная масса из хека				Котлетная масса из минтая				Котлетная масса из трески			
	кон- троль	скорость, об/мин.			кон- троль	скорость, об/мин.			кон- троль	скорость, об/мин.		
		360	540	720		540	540	720		360	540	720
Влажность	71,3	71,5	71,8	70,2	72,2	72,4	71,6	71,9	71,6	71,8	71,6	71,4
Влагоудерживающая способность, %	44,8	45,6	48,1	49,6	42,6	43,1	45,4	46,3	43,5	45,9	47,1	48,8
Нежность, см ² /г	437	453	479	486	376	385	405	420	464	475	484	489
Предельное напряжение сдвига, Па	247	256	272	275	238	246	259	263	240	248	256	261
Пластическая вязкость, Па.с	16,5	16,8	17,8	18,2	15,8	16,1	16,8	17,3	15,5	16,1	16,7	17,3

Анализ полученных реологических показателей позволяют утверждать, что функциональные добавки влияют на пластич-

ность, нежность, предельное напряжение сдвига и ВУС всех образцов. Так как хек, минтай и треска относятся к семейству трес-

ковых, то полученные реологические характеристики незначительно отличаются в зависимости от вида рыбы. Но отмечено, что все котлетные массы отличаются от контрольных образцов и реологические характеристики (предельное напряжение сдвига, пла-

стичность, нежность, ВУС) увеличиваются с увеличением интенсивности перемешивания.

Влияние интенсивного перемешивания на сенсорные характеристики показаны в таблице 5.

Таблица 5. Органолептическая оценка качества готовых рыбных котлет, приготовленных при различных скоростях интенсивного перемешивания
Table 5. Organoleptic assessment of the quality of finished fish cutlets prepared at different speeds of intensive mixing

Показатели	Коэффициент важности (весомости)	Контроль	Скорость, об/мин.		
			360	540	720
		Сумма баллов	Сумма баллов	Сумма баллов	Сумма баллов
Внешний вид	0,2	0,6	0,8	0,8	0,8
Цвет	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5
Запах	0,15	0,75	0,6	0,75	0,75
Вкус	0,3	1,5	1,5	1,5	1,5
Консистенция	0,25	1,0	1,0	4,0	1,04
Средний балл		4,35	4,4	4,5	4,5

Интенсивность перемешивания не оказывает существенного влияния на органолептические показатели рыбного фарша. Незначительные изменения консистенции отмечено при 720 об/мин.

Полученные данные совпадают с проведенными предварительными исследованиями, а также сведениями, имеющимися в литературных источниках отечественных и зарубежных авторов [7–11]. Повышение ВУС способствует упрочению структуры, о чём свидетельствует увеличение ПНС на 10,7%; 8,7% и 12,2% соответственно и коррелирует с нежностью и предельным напряжением сдвига (табл. 4). Вместе с тем, предельное напряжение сдвига контрольного образца имеет минимальные значения в отличие от всех об-

разцов, так как в рецептуру введен в качестве структурного компонента хлеб (рецептура 541), а в опытных образцах – ячменная или рисовая мука от 5 до 15% (табл. 1-3).

Выводы. Полученные рецептуры рыбных фаршевых изделий по органолептическим и реологическим характеристикам превосходят контрольный образец – рыбные котлеты, приготовленные по традиционной рецептуре (№ 541 Котлеты или биточки рыбные).

Установлена оптимальная концентрация функциональной растительной добавки (ячменная или рисовая) – 5-15%, при которой наблюдаются выраженные реологические показатели рыбного фарша, позволяющие порционировать, формовать и панировать котлеты на поточно-механизированных линиях.

Список литературы

1. Zhong J., Barrajon-Catalan E., Lorenzo J. M., Lu J., and Tiwari B. K. Development of functional foods from marine sources. *Frontiers in Nutrition*, 8:812497, 2021. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.812497>
2. Whitaker R.D., Altinzoğlu T., Lian K., Fernandez E.N. Marine bioactive peptides in supplements and functional foods – a commercial perspective. *Frontiers in Nutrition*. 2021;27(11):1353–1364, <https://doi.org/10.2174/1381612824999201105164000>
3. Caleja C., Ribeiro A., Barreiro M. F., Ferreira I. CFR. Phenolic compounds as nutraceuticals or functional food ingredients. *Frontiers in Nutrition*. 2017;23(19):2787–2806, <https://doi.org/10.2174/1381612822666161227153906>

4. Dimou S., Karantonis H.K., Skalkos D., Koutelidakis A.E. Transforming fruit by-products into non-traditional sources of additives, oils, biomolecules and innovative functional foods. *Frontiers in Nutrition*. 2019;20(10):776–786. <https://doi.org/10.2174/1389201020666190405181537>
5. Perez-Gregorio R., Simal-Gandara H. A critical review of bioactive food components, their functional mechanisms, biological effects and health implications. *Frontiers in Nutrition*. 2017;23(19):2731–2741. <https://doi.org/10.2174/1381612823666170317122913>
6. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Москва: Экономика, 1982. 720 с.
7. Abraha B., Admassu H., Mahmood A., Ziege N., Shui S.V., Fang Y. The Effect of Processing Methods on the Nutritional and Physical-Chemistry of Fish: A Review. *MOJ Food Processing & Technology*. 2018;6(4):376–382. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.0019>
8. Васюкова А. Т., Алымов С. И., Ноженко А. И. Рыбные фарши с растительными наполнителями: монография. Киев: Инкос, 2015. 177 с.
9. Васюкова А. Т., Кусова И. У., Кривошонок К. В., Эдварс Р. А. и др. Влияние БАД на потребительские свойства функционального фарша // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 3. С. 174–179. DOI: 10.33920/igt-01-2203-03. EDN: RTRWEI
10. Васюкова А. Т., Кривошонок К. В., Веденяпина М. Д., Кузнецов В. В. Моделирование системы оценки «индекса несъедемости» в школьной столовой на примере рыбных блюд // Рыбное хозяйство. 2022. № 2. С. 88–100. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-2-88-100. EDN: PPQVVR
11. Васюкова А. Т., Кривошонок К. В., Сидоренко Ю. И. Биогенные амины в рыбных полуфабрикатах и кулинарных изделиях // Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 95–102. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-1-95-102. EDN: FYHCTL

References

1. Zhong J., Barrajon-Catalan E., Lorenzo J. M., Lu J., and Tiwari B. K. Development of functional foods from marine sources. *Frontiers in Nutrition*, 8:812497, 2021. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.812497>
2. Whitaker R. D., Altinzoglou T., Lian K., Fernandez E. N. Marine bioactive peptides in supplements and functional foods – a commercial perspective. *Frontiers in Nutrition*. 2021;27(11):1353–1364. <https://doi.org/10.2174/1381612824999201105164000>
3. Caleja C., Ribeiro A., Barreiro M. F., Ferreira I. CFR. Phenolic compounds as nutraceuticals or functional food ingredients. *Frontiers in Nutrition*. 2017;23(19):2787–2806. <https://doi.org/10.2174/1381612822666161227153906>
4. Dimou S., Karantonis H.K., Skalkos D., Koutelidakis A.E. Transforming fruit by-products into non-traditional sources of additives, oils, biomolecules and innovative functional foods. *Frontiers in Nutrition*. 2019;20(10):776–786. <https://doi.org/10.2174/1389201020666190405181537>
5. Perez-Gregorio R., Simal-Gandara H. A critical review of bioactive food components, their functional mechanisms, biological effects and health implications. *Frontiers in Nutrition*. 2017;23(19):2731–2741. <https://doi.org/10.2174/1381612823666170317122913>
6. *Sbornik reitseptur blyud i kulinarykh izdeliy dlya predpriyatiy obshchestvennogo pitaniya* [Collection of recipes for dishes and culinary products for catering establishments]. Moscow: Ekonomika, 1982. 720 p. (In Russ.)
7. Abraha B., Admassu H., Mahmood A., Ziege N., Shui S.V., Fang Y. The Effect of Processing Methods on the Nutritional and Physical-Chemistry of Fish: A Review. *MOJ Food Processing & Technology*. 2018;6(4):376–382. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.0019>
8. Vasyukova A.T., Alymov S.I., Nozhenko A.I. *Rybnyye farshi s rastitel'nymi napolnitelyami: monografiya* [Minced fish with vegetable fillers: monograph]. Kyiv: Inkos, 2015. 177 p. (In Russ.)
9. Vasyukova A.T., Kusova I.U., Krivoshonok K.V., Edvars R.A. [et al.]. The influence of dietary supplements on the consumer properties of functional minced fish// *Food Products Commodity Expert*. 2022;(3):174–179. (In Russ.). DOI: 10.33920/igt-01-2203-03. EDN: RTRWEI
10. Vasyukova A.T., Krivoshonok K.V., Vedenyapina M.D., Kuznetsov V.V. Modeling of the evaluation system of the "inedibility index" in the school cafeteria on the example of fish dishes. *Fisheries* [Rybnoe khoziaystvo]. 2022;(2):88–100. (In Russ.). DOI: 10.37663/0131-6184-2022-2-88-100. EDN: PPQVVR
11. Vasyukova A.T., Krivoshonok K.V., Sidorenko Yu.I. Biogenic amines in fish semi-finished products and culinary products. *Fisheries* [Rybnoe khoziaystvo]. 2022;(1):95–102. (In Russ.). DOI: 10.37663/0131-6184-2022-1-95-102. EDN: FYHCTL

Сведения об авторах

Васюкова Анна Тимофеевна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», SPIN-код: 2889-1457, Scopus ID: 57215827520, Researcher ID: A-7879-2016

Москаленко Александра Сергеевна – аспирант кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»

Эдварс Анатолий Ростиславович – аспирант кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»

Хлебникова Ольга Апполоновна – соискатель кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»

Information about the authors

Anna T. Vasyukova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University, SPIN-code: 2889-1457, Scopus ID: 57215827520, Researcher ID: A-7879-2016

Alexandra S. Moskalenko – Post graduate student of the Department of Food Industry, Hospitality and Service, Russian Biotechnological University

Anatoly R. Edvars – Post graduate student of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University

Olga A. Khlebnikova – Applicant for the Department of Food Industry, Hotel business and service, Russian Biotechnological University

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 20.05.2024;
одобрена после рецензирования 06.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 20.05.2024;
approved after reviewing 06.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

Научная статья
УДК 637.4.04/.07
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-118-126

Определение качества пищевых куриных яиц в процессе хранения по изменению состояния овальбумина

Аида Яковлевна Тамахина

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030
aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

Аннотация. Изучение взаимосвязи между изменениями белка и качеством яиц в процессе хранения имеет огромное значение в товарной экспертизе (оценка свежести яиц) и пищевых технологиях (повышение стабильности белковых продуктов при их обработке). Цель исследования – прогнозирование эквивалентного возраста пищевых куриных яиц по содержанию s-овальбумина белка. Объектом исследования стали яйца кур кросса «Хайсекс Браун». Яйца хранились в лабораторных условиях при температуре воздуха $22 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60–65% в течение 1, 5, 10, 15, 20 и 30 сут. Свежесть яиц оценивали по индексу желтка, pH белка и в единицах Хау. Содержание s-овальбумина определяли колориметрическим методом с биуретовым реактивом на спектрофотометре при длине волны 540 нм. В зависимости от весовой категории яиц выявлены широкие вариации по индексу желтка ($CV_{\text{ср.}}=5,24\%$), pH белка ($CV_{\text{ср.}}=1,04\%$) и единицам Хау ($CV_{\text{ср.}}=1,55\%$). Изменчивость содержания s-овальбумина 0,28%. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о весьма высокой взаимосвязи ($r>0,9$) между сроком хранения и содержанием s-овальбумина, индексом желтка и единицами Хау, высокой корреляции ($r>0,8$) между сроком хранения и pH белка. Содержание s-овальбумина имело весьма высокую отрицательную корреляцию с единицами Хау и положительную – с pH белка. Взаимосвязь между изученными показателями и массой яиц разных весовых категорий умеренная положительная для s-овальбумина и pH белка и отрицательная для индекса желтка и единиц Хау. Полученные данные легли в основу модели прогнозирования эквивалентного возраста яиц, хранившихся при температуре 22°C , на основе использования концентрации s-овальбумина в качестве независимой переменной. Модель характеризуется высокой надежностью ($R^2=0,963$). Результаты исследования свидетельствуют о возможности прогнозирования конформационных изменений белка и изучения влияния деградации белка на процессы пенообразования и порчи яиц при хранении.

Ключевые слова: пищевое куриное яйцо, индексы свежести, s-овальбумин, эквивалентный возраст яиц, модель

Для цитирования. Тамахина А. Я. Определение качества пищевых куриных яиц в процессе хранения по изменению состояния овальбумина // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 118–126. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-118-126

Original article

Determination of the quality of edible chicken eggs during storage by changes in the state of ovalbumin

Aida Ya. Tamakhina

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030
aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

Abstract. The study of the relationship between changes in protein and the quality of eggs during storage is of great importance in commodity examination (assessing the freshness of eggs) and food technology (increasing the stability of protein products during their processing). The purpose of the study is to predict the equivalent age of edible chicken eggs by s-ovalbumin protein content. The object of the study was the eggs of the “Hisex Brown” cross hens. The eggs were stored in laboratory conditions at an air temperature of $22 \pm 1^\circ\text{C}$ and a relative humidity of 60-65% for 1, 5, 10, 15, 20 and 30 days. The freshness of eggs was assessed by the yolk index, white pH and Haugh units. The content of s-ovalbumin was determined by the colorimetric method with biuret reagent on a spectrophotometer at a wavelength of 540 nm. Depending on the weight category of eggs, wide variations were revealed in the yolk index ($CV_{avg}=5.24\%$), protein pH ($CV_{avg}=1.04\%$) and Haugh units ($CV_{avg}=1.55\%$). The variability of s-ovalbumin content is 0.28%. The results of the correlation analysis indicate a very high correlation ($r>0.9$) between shelf life and s-ovalbumin content, yolk index and Haugh units, and a high correlation ($r>0.8$) between shelf life and protein pH. The s-ovalbumin content had a very high negative correlation with Haugh units and a positive correlation with protein pH. The relationship between the studied indicators and the weight of eggs of different weight categories is moderately positive for s-ovalbumin and protein pH and negative for the yolk index and Haugh units. The data obtained formed the basis of a model for predicting the equivalent age of eggs stored at a temperature of 22°C , using the concentration of s-ovalbumin as an independent variable. The model is characterized by high reliability ($R^2=0.963$). The results of the study indicate the possibility of predicting protein conformational changes and studying the effect of protein degradation on the processes of foaming and spoilage of eggs during storage.

Keywords: edible chicken egg, freshness indices, s-ovalbumin, equivalent age of eggs, model

For citation. Tamakhina A.Ya. Determination of the quality of edible chicken eggs during storage by changes in the state of ovalbumin. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):118–126. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-118-126

Введение. Широкое использование яиц в пищевой промышленности обусловлено их высокой пищевой ценностью и важными реологическими свойствами (вязкостью, пенообразующей, эмульгирующей, стабилизирующей, гелеобразующей способностью). Поэтому комплексное изучение качества яиц является важным фактором повышения эффективности пищевых производств, использующих в качестве сырья яйца и яйцепродукты.

Качество и безопасность яиц обусловлены их свежестью. При старении отмечается ухудшение технологических показателей яиц, обусловленных потерей массы, снижением пенообразующей способности белка и эмульгирующей способности желтка, изменением вязкости белка и желтка.

В национальном стандарте на куриные яйца определяющими показателями для оценки их свежести являются состояние и высота воздушной камеры, качественное состояние белка (плотность и цвет) и желтка (прочность, степень подвижности). Способ определения свежести яиц по высоте воздушной камеры имеет ряд недостатков, в частности, высокая изменчивость данного

показателя, особенно в первые две недели хранения, плохая различимость воздушной камеры у куриных яиц с сильно пигментированной или крапчатой (мраморной) скорлупой, влияние на размеры воздушной камеры массы яйца. Недостатком оценки свежести яиц по плотности является зависимость данного показателя от толщины скорлупы [1].

В связи с тем, что технологические качества куриных яиц во многом связаны с состоянием белка, предложен ряд показателей, отражающих взаимосвязь между изменениями белка и временем хранения: снижение вязкости белка [2], содержания овомуцина [3, 4] общей антиоксидантной способности [5], изменение структуры овальбумина [6, 7].

Овальбумин составляет около 55% от общего количества белка в свежеснесенном яйце. При хранении яиц овальбумин постепенно преобразуется в термостабильный s-овальбумин (конформационный изомер нативного овальбумина). Исходное среднее значение содержания s-овальбумина в курином белке составляет 14,42% [8]. В процессе хранения яиц содержание s-овальбумина возрастает, что сопровождается снижением

стабильности пены [6, 8, 9]. В отличие от традиционных показателей оценки качества яиц содержание s-овальбумина не зависит от породы, возраста и пищевого рациона птицы. На скорость его образования влияют только рН и температура хранения. Поэтому данный параметр является многообещающим индикатором свежести яиц [8].

В связи с тем, что изучение взаимосвязи между изменениями белка и качеством яиц в процессе хранения имеет огромное значение в товарной экспертизе (оценка свежести яиц) и пищевых технологиях (необходимость повышения стабильности белковых продуктов при их обработке), **целью исследования** стало изучение возможности прогнозирования эквивалентного возраста пищевых куриных яиц по содержанию s-овальбумина белка.

Материалы и методы и объекты исследования. Объектом исследования стали яйца куриные пищевые, закупленные в КФК «Наша ферма» (г. Нарткала, Кабардино-Балкарская Республика). Образцы яиц кур кросса «Хайсекс Браун» в количестве 150 штук были отобраны случайным образом в течение двух часов после снесения. Яйца хранились в лабораторных условиях при температуре воздуха $22 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности 60-65% в течение 5, 10, 15, 20 и 30 сут. Контролем выступили свежие яйца (первые сутки хранения). Каждое яйцо взвешивалось на электронных весах «Масса-К ВК-600». Высоту плотного белка, высоту и диаметр желтка в каждом яйце измеряли с помощью цифрового штангенциркуля ШЦЦ-1-125 0,01 ЧИЗ. Свежесть яиц оценивали по следующим показателям: 1) единица Хау (рассчитывалась по формуле Хау); 2) индекс желтка (отношение высоты желтка к его диаметру); 3) рН белка (измерение проводилось с помощью стеклянного комбинированного электрода с конической мембраной ЭСК-10611). Аналитическая повторность двукратная (по 75 яиц в двух параллельных экспериментах). Содержание s-овальбумина (% от общего содержания овальбумина) определяли колориметрическим методом с биуретовым реактивом на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ при длине волны 540 нм [6].

Для статистической обработки применялся вариационный, корреляционный анализ, дисперсионный, регрессионный и кластерный анализ (программы STATISTICA, Microsoft Excel).

Результаты исследования. Яйца в зависимости от массы были разделены на три группы: мелкие ($57,64 \pm 1,02$ г, $n=52$), средние ($60,31 \pm 1,39$ г, $n=56$) и крупные ($63,36 \pm 0,94$ г, $n=42$). В зависимости от весовой категории яиц выявлены широкие вариации по индексу желтка, рН белка и единицам Хау. В порядке снижения значения коэффициентов вариации показатели свежести яиц расположены в ряду: индекс желтка ($CV_{\text{ср.}}=5,24\%$), единицы Хау ($CV_{\text{ср.}}=1,55\%$), рН белка ($CV_{\text{ср.}}=1,04\%$), содержание s-овальбумина ($CV_{\text{ср.}}=0,28$) (табл. 1). Данный факт свидетельствует о том, что возраст яиц, выраженный в днях с кладки, недостаточен для идентификации истинной свежести яиц.

В ходе эксперимента установлены существенные различия между содержанием s-овальбумина при разных сроках хранения на уровне значимости $p=0,01$. Для остальных показателей существенные различия в ходе старения яиц отмечены на уровне значимости $p=0,05$.

Взаимосвязь между изученными показателями и массой яиц всех весовых категорий умеренная положительная (для s-овальбумина и рН белка) и отрицательная (для индекса желтка и единиц Хау). Для мелких и средних яиц корреляция снижается до слабой (для индекса желтка, рН белка, единиц Хау), а для средних и крупных повышается до заметной (для рН белка) (рис. 1, табл. 2).

Масса яйца положительно коррелирует с большинством морфологических показателей. При этом началу репродуктивного периода характерна наименьшая масса яйца и наивысшее значение индексов формы, белка, желтка и единицы Хау. К концу репродуктивного периода количество достоверных корреляций снижается. В ходе яйцекладки независимо от срока репродуктивного периода отмечена высокая взаимосвязь массы яйца с массой белка и желтка, индексом формы и белка [10].

Таблица 1. Динамика содержания S-овальбумина, индекса желтка, pH белка и единиц Хау при хранении куриных яиц разных весовых категорий

Table 1. Dynamics of the content of S-ovalbumin, yolk index, protein pH and Haugh units during storage of chicken eggs of different weight categories

Показатель	Группа	Срок хранения, сут.						НСР ₀₁	НСР ₀₅
		1	5	10	15	20	30		
Содержание s-овальбумина, %	мелкие	14,5	43,3	52,6	75,4	82,4	89,8	0,97	0,42
	средние	14,4	43,6	52,4	75,5	82,3	89,6		
	крупные	14,3	43,4	52,7	75,3	82,5	89,7		
CV, %		0,69	0,35	0,29	0,13	0,12	0,11		
Индекс желтка	мелкие	0,45	0,44	0,42	0,37	0,35	0,23	0,15	0,06
	средние	0,44	0,43	0,40	0,35	0,32	0,22		
	крупные	0,43	0,40	0,39	0,33	0,30	0,20		
CV, %		2,27	4,96	3,72	5,71	7,74	7,02		
pH белка	мелкие	7,78	8,18	9,14	9,25	9,32	9,38	0,70	0,30
	средние	7,73	8,15	9,12	9,22	9,27	9,34		
	крупные	7,92	8,32	9,26	9,34	9,46	9,50		
CV, %		1,26	1,11	0,83	0,67	1,05	0,88		
Единицы Хау	мелкие	82,7	76,5	72,6	67,4	65,8	58,3	9,12	3,95
	средние	81,5	78,3	73,8	66,3	64,3	58,4		
	крупные	79,8	75,2	72,4	65,7	63,5	57,3		
CV, %		1,79	2,03	1,04	1,30	1,81	1,05		

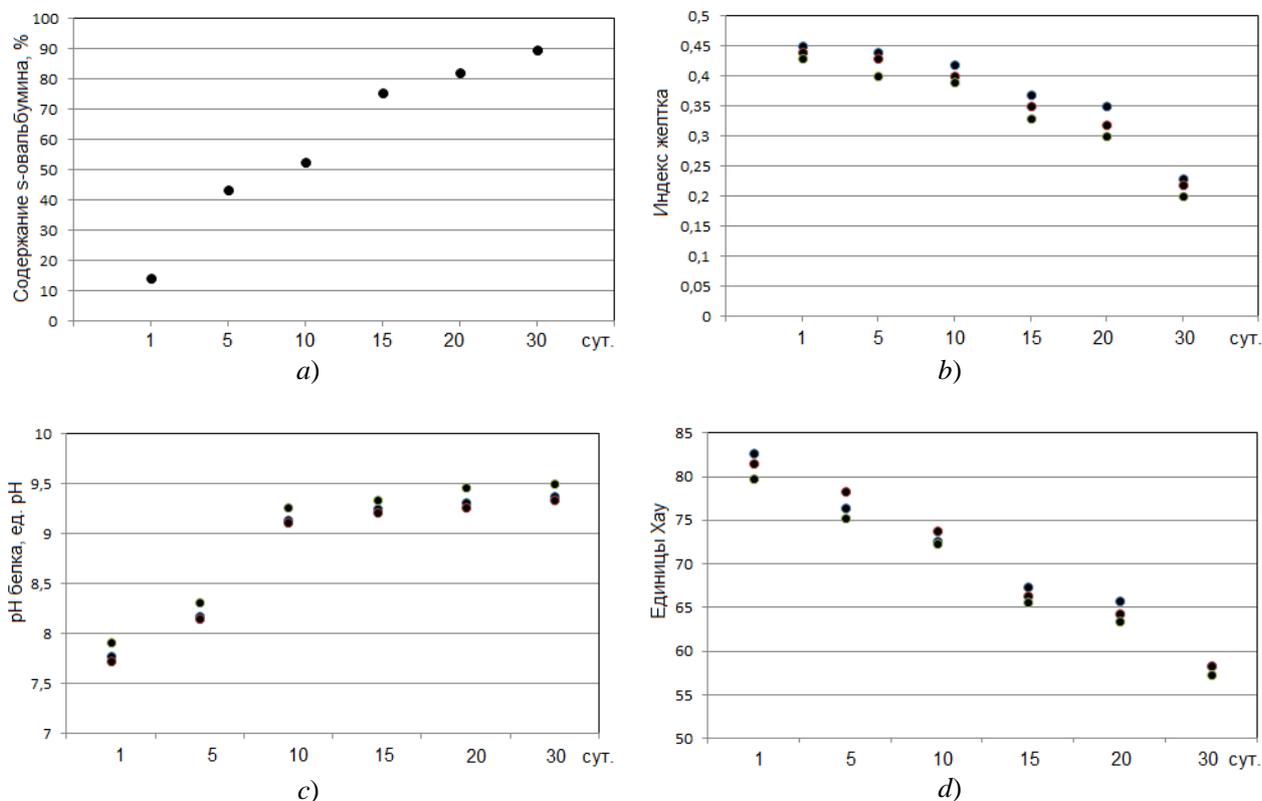


Рисунок 1. Содержание s-овальбумина (a), индекс желтка (b), pH белка (c) и единицы Хау (d) в течение срока хранения яиц

Figure 1. Content of s-ovalbumin (a), yolk index (b), protein pH (c) and Haugh units (d) during the storage period of eggs

Таблица 2. Корреляции между показателями свежести яиц, их массой и временем хранения
(в числителе – r , в знаменателе – R^2)

Table 2. Correlations between indicators of egg freshness, their weight and storage time
(in the numerator – r , in the denominator – R^2)

Показатели	S-овальбумин	Индекс желтка	pH белка	Единицы Хау
Срок хранения	0,951	-0,966	0,837	-0,981
	0,904	0,933	0,701	0,962
Масса яйца (мелкие, средние, крупные)	0,409	-0,456	0,493	-0,438
	0,167	0,208	0,243	0,192
Масса яйца (мелкие, средние)	0,332	-0,210	0,182	-0,234
	0,110	0,044	0,033	0,055
Масса яйца (средние, крупные)	0,211	-0,382	0,521	-0,350
	0,044	0,146	0,271	0,122
S-овальбумин	–	-0,856	0,922	-0,964
	–	0,733	0,850	0,929
Индекс желтка	–	–	-0,746	0,952
	–	–	0,556	0,906
pH	–	–	–	-0,877
	–	–	–	0,769

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о весьма высокой взаимосвязи ($r > 0,9$) между сроком хранения и содержанием s-овальбумина, индексом желтка и единицами Хау, высокой корреляции ($r > 0,8$) между сроком хранения и pH белка. Остальные параметры свежести (индекс желтка, единицы Хау, pH белка) менее сильно коррелируют друг с другом.

Содержание s-овальбумина имело весьма высокую отрицательную корреляцию с единицами Хау и положительную – с pH белка. Коэффициент детерминации ($R^2 > 0,8$) свидетельствует о надежности этих связей и воз-

можности оценки содержания S-овальбумина по pH белка и единицам Хау, как основным факторам, влияющим на изменение концентрации s-овальбумина во время хранения в заданных параметрах.

По результатам кластерного анализа содержание s-овальбумина объединено в кластер с pH белка, а индекс желтка – с единицей Хау (рис. 2).

Связь между содержанием s-овальбумина (z), pH белка (x) и единицами Хау (y) описываются уравнениями линейной (рис. 3) и множественной (рис. 4) регрессии.

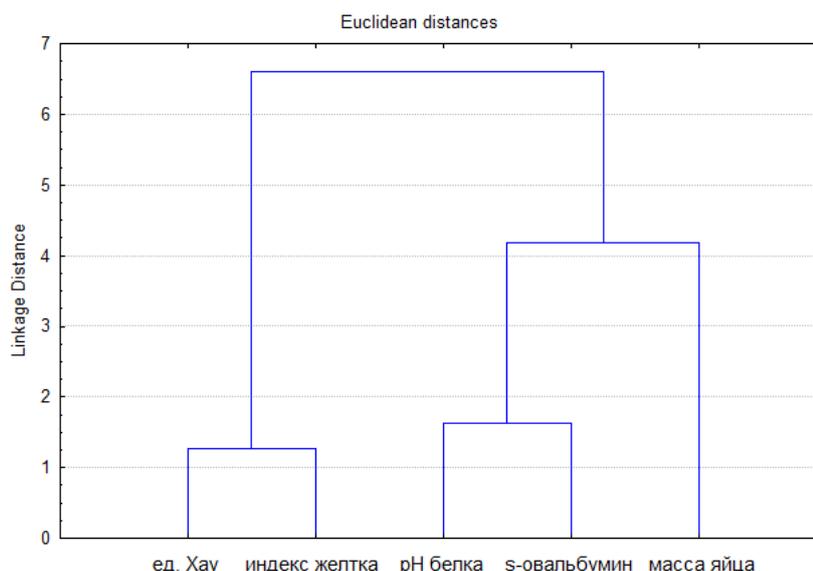


Рисунок 2. Дендрограмма показателей качества куриного яйца (величины стандартизированы)
Figure 2. Dendrogram of chicken egg quality indicators (values are standardized)

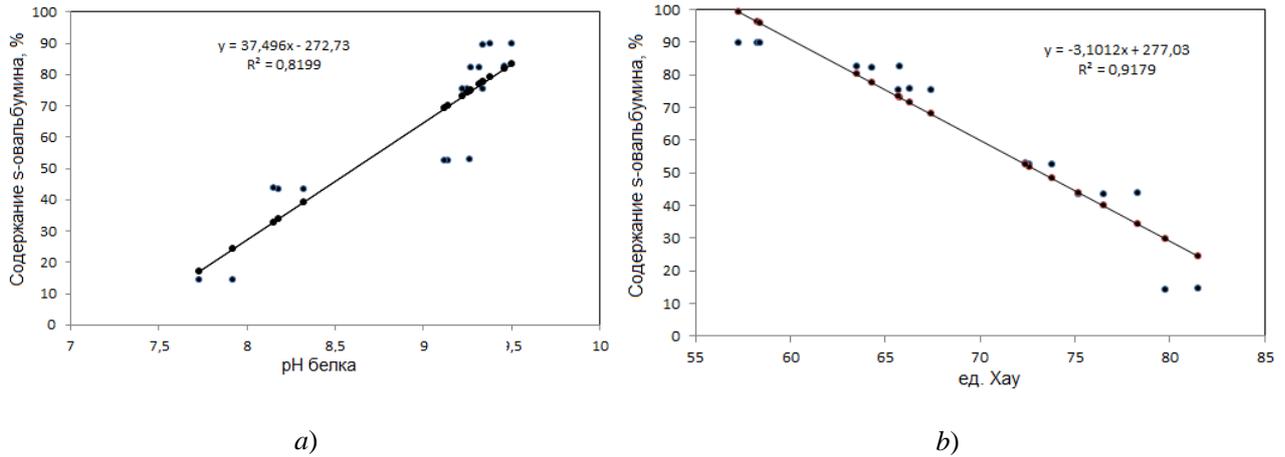


Рисунок 3. Линейная зависимость между содержанием s-овальбумина, рН белка (а) и ед. Хау (b)
Figure 3. Linear relationship between the content of s-ovalbumin, protein pH (a) and Haugh units (b)

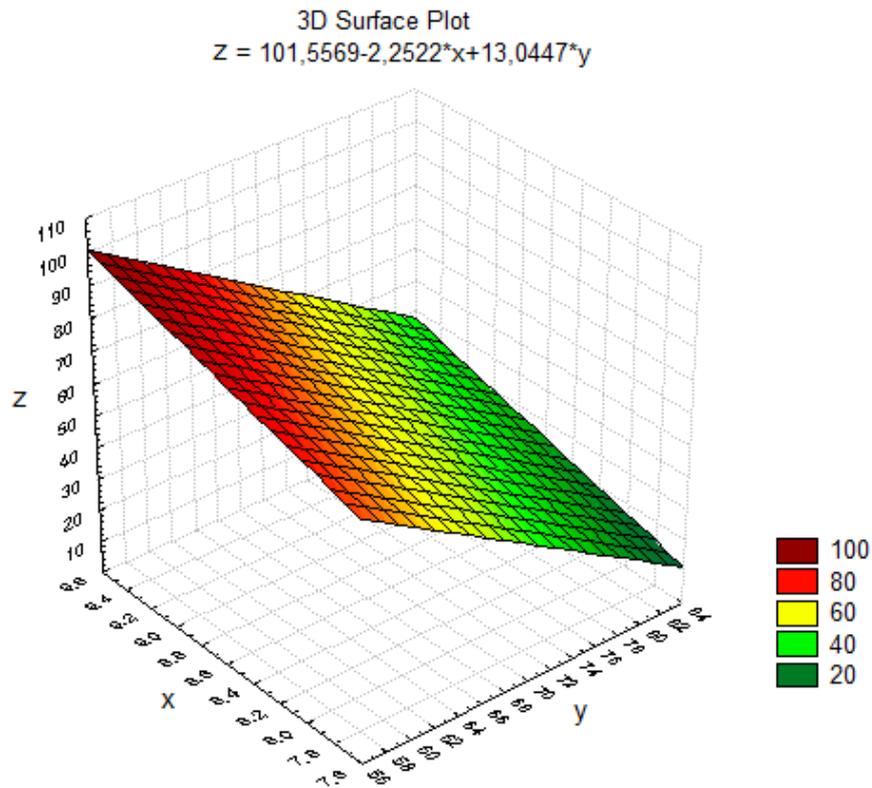


Рисунок 4. Модель множественной регрессии для оценки связей между содержанием s-овальбумина (z) и переменными (x – рН белка; y – ед. Хау)
Figure 4. Multiple regression model to evaluate relationships between s-ovalbumin content (z) and variables (x – protein pH; y – Haugh units)

Учитывая весьма значимую корреляцию между содержанием s-овальбумина и временем хранения яиц при 22°C, данные эксперимента были использованы для прогнозирования эквивалентного возраста и оценки свежести хранящихся яиц в течение срока годности

(рис. 4). Эквивалентный возраст яиц (ЭВ, дней) оценивали с помощью экспоненциальной линии тренда содержания s-овальбумина (x, %) при хранении (величина достоверности аппроксимации $R^2=0,963$, $p=0,01$):

$$\text{ЭВ} = 0,7684 \cdot e^{0,0411 x}$$

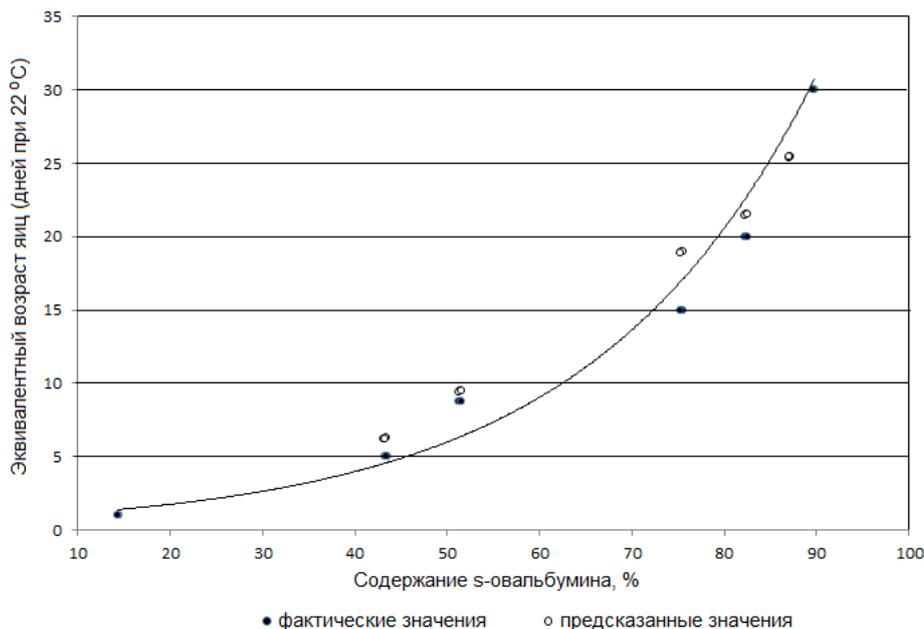


Рисунок 4. Модель прогнозирования эквивалентного возраста яиц при 22°C в течение срока годности
Figure 4. Model for predicting the equivalent age of eggs at 22°C within the expiration date

Способность белков к образованию стабильных межмолекулярных структур лежит в основе формирования вязкоэластичных поверхностных пленок, обеспечивающих стабильность пены [11]. Поведение белков на границе раздела воздух-жидкость влияет на образование и устойчивость пены [12]. По мере увеличения рН часть яичного овальбумина превращается в менее гидрофобный s-овальбумин, вызывая разжижение белка и снижение устойчивости пены. рН водной фазы определяет величину и природу зарядов белка и, следовательно, влияет на стабильность пены. Наименьшая скорость превращения овальбумина в s-овальбумин отмечается при рН 8,5. При повышении рН яичного белка до 9,4 в течение периода хранения, содержание s-овальбумина возросло с 24,7 до 81,5 %, а устойчивость пены снизилась более, чем в 4 раза [6]. Важным фактором сохранения пенообразующих свойств яиц является биополимерное защитное покрытие скорлупы, как эффективный барьер против потерь CO_2 , вызывающих повышение рН яичного белка [13].

Заключение. Взаимосвязь между изменениями белка и качеством яиц во время хранения является важной областью исследова-

ний в области товарной экспертизы и пищевых производств. Показатели свежести яиц (индекс желтка, рН белка, единицы Хау) и концентрация s-овальбумина изменяются в зависимости от времени хранения. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о весьма высокой взаимосвязи ($r > 0,9$) между сроком хранения и содержанием s-овальбумина, индексом желтка и единицами Хау, высокой корреляции ($r > 0,8$) между сроком хранения и рН белка. Содержание s-овальбумина имело весьма высокую отрицательную корреляцию с единицами Хау и положительную - с рН белка. Коэффициент детерминации ($R^2 > 0,8$) свидетельствует о надежности этих связей и возможности оценки содержания s-овальбумина по рН белка и единицам Хау, как основным факторам, влияющим на изменение концентрации s-овальбумина во время хранения в заданных параметрах. Взаимосвязь между изученными показателями и массой яиц разных весовых категорий умеренная положительная (для s-овальбумина и рН белка) и отрицательная (для индекса желтка и единиц Хау). Для мелких и средних яиц корреляция снижается до слабой (для индекса желтка, рН белка, единиц Хау), а для средних и крупных ста-

новится заметной (для рН белка). Полученные данные легли в основу модели прогнозирования эквивалентного возраста яиц (хранение при температуре 22°C) на основе использования концентрации α -овальбумина в качестве независимой переменной. Коэффициент детерминации составил 0,963,

что указывает на высокую надежность модели. Результаты исследования показывают возможность прогнозирования конформационных изменений белка и изучения влияния деградации белка на процессы пенообразования и порчи яиц при хранении.

Список литературы

1. Царенко П. П., Кулешова Л. А. Методы определения и динамика старения куриных и перепелиных яиц // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2015. № 40. С. 112–117. EDN: UXWNPV
2. Wang Y., Wang Z., Shan Y. Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage // Poultry Science. 2018. Vol. 98. Pp. 473–479. DOI: 10.3382/ps/pey349.
3. Shan Y., Tang D., Wang R. [et al.] Rheological and structural properties of ovomucin from chicken eggs with different interior quality // Food Hydrocolloids. 2020. Vol. 100. P. 105393. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.1053
4. Yajun J., Dandan F., Ming M. Egg Freshness Indexes Correlations with Ovomucin Concentration during Storage // Hindawi Journal of Food Quality. 2022. Vol. 2022. Pp. 1–8. DOI: 10.1155/2022/9562886.
5. Nimalaratne C., Schieber A., Wu J. Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs // Food Chemistry. 2015. Vol. 194. Pp. 111–116. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.07.116
6. Alleoni A.C.C., Antunes A.J. Albumen Foam Stability and S-Ovalbumin Contents in Eggs Coated with Whey Protein Concentrate // Brazilian Journal of Poultry Science. 2004. Vol. 6. Pp. 105–110. DOI: 10.1590/S1516-635X2004000200006
7. Sheng L., Huang M., Wang J. et al. A study of storage impact on ovalbumin structure of chicken egg // Journal of Food Engineering. 2017. Vol. 219. P. 1–7. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.08.028
8. Huang Q.Y., Qiu N., Ma M. [et al.] Estimation of egg freshness using S-ovalbumin as an indicator // Poultry science. 2012. Vol. 91, no. 3. P. 739-743. DOI: 10.3382/ps.2011-01639
9. Fu D.D., Wang Q.H., Ma M.H. [et al.] Prediction and visualisation of S-ovalbumin content in egg whites using hyperspectral images // International Journal of Food Properties. 2019. Vol. 22. P. 1077–1086. DOI: 10.1080/10942912.2019.1628775
10. Горелик О. В., Горелик Л. Ш., Харлап С. Ю. Динамика морфологических показателей качества яиц и их взаимосвязь в ходе репродуктивного периода // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. №2 (55). С. 91–96. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-12091. EDN: VMGPYH
11. Stefanova I.L., Klimenkova A.Yu., Shakhnazarova L.V., Mazo V.K. Chicken egg white – characteristics of its properties and the prospects for functional foods development // Theory and practice of meat processing. 2021. Vol. 6, no. 2. Pp. 163–173. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-2-163-173
12. Du L., Prokop A., Tanner R. D. Effect of denaturation by preheating on the foam fractionation behavior of ovalbumin // Journal of Colloid and Interface Science. 2002. Vol. 248, no. 2. P. 487-492. DOI: 10.1006/jcis.2001.8163
13. Shurmasti D.K., Kermani P.R., Sarvarian M., Awuchi C.G. Egg shelf-life can be extended using varied proportions of polyvinyl alcohol/chitosan composite coatings // Food Science & Nutrition. 2023. Vol. 11, No. 9. Pp. 5041–5049. DOI: 10.1002/fsn3.3394

References

1. Tsarenko P.P., Kuleshova L.A. Methods for determining and dynamics of aging of chicken and quail eggs. *Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university*. 2015;(40):112–117. (In Russ.). EDN: UXWNPV
2. Wang Y., Wang Z., Shan Y. Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage. *Poultry Science*. 2018;(98):473–479. DOI: 10.3382/ps/pey349
3. Shan Y., Tang D., Wang R. [et al.] Rheological and structural properties of ovomucin from chicken eggs with different interior quality. *Food Hydrocolloids*. 2020;(100):105393. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.1053

4. Yajun J., Dandan F., Ming M. Egg Freshness Indexes Correlations with Ovomucin Concentration during Storage. *Hindawi Journal of Food Quality*. 2022;(2022):1–8. DOI: 10.1155/2022/9562886
5. Nimalaratne C., Schieber A., Wu J. Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs. *Food Chemistry*. 2015;(194):111–116. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.07.116
6. Alleoni A.C.C., Antunes A.J. Albumen Foam Stability and S-Ovalbumin Contents in Eggs Coated with Whey Protein Concentrate. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2004;(6):105–110. DOI: 10.1590/S1516-635X2004000200006
7. Sheng L., Huang M., Wang J. [et al.] A study of storage impact on ovalbumin structure of chicken egg. *Journal of Food Engineering*. 2017;(219):1–7. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2017.08.028
8. Huang Q.Y., Qiu N., Ma M., Jin Y.G., Yang H., Geng F., Sun S.G. Estimation of egg freshness using S-ovalbumin as an indicator. *Poultry science*. 2012;91(3):739–743. DOI: 10.3382/ps.2011-01639
9. Fu D.D., Wang Q.H., Ma M.H., [et al.]. Prediction and visualisation of S-ovalbumin content in egg whites using hyperspectral images. *International Journal of Food Properties*. 2019;(22):1077–1086. DOI: 10.1080/10942912.2019.1628775
10. Gorelik O.V., Gorelik L.Sh., Kharlap S.Yu. Dynamics of morphological indicators of egg quality and their relationship during the reproductive period. *Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university*. 2019;2(55):91–96. (In Russ.). DOI: 10.24411/2078-1318-2019-12091. EDN: VMGPYH
11. Stefanova I.L., Klimenkova A.Yu., Shakhnazarova L.V., Mazo V.K. Chicken egg white – characteristics of its properties and the prospects for functional foods development. *Theory and practice of meat processing*. 2021;6(2):163–173. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-2-163-173
12. Du L., Prokop A., Tanner R. D. Effect of denaturation by preheating on the foam fractionation behavior of ovalbumin. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2002;248(2):487–492. DOI: 10.1006/jcis.2001.8163.
13. Shurmasti D.K., Kermani P.R., Sarvarian M., Awuchi C.G. Egg shelf-life can be extended using varied proportions of polyvinyl alcohol/chitosan composite coatings. *Food Science & Nutrition*. 2023;11(9):5041–5049. DOI: 10.1002/fsn3.3394

Сведения об авторе

Тамахина Аида Яковлевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры товароведения, туризма и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4714-5835

Information about the author

Aida Ya. Tamakhina – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Commodity research, tourism and law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4714-5835

Статья поступила в редакцию 15.05.2024;
одобрена после рецензирования 31.05.2024;
принята к публикации 10.06.2024.

The article was submitted 15.05.2024;
approved after reviewing 31.05.2024;
accepted for publication 10.06.2024.

Научная статья

УДК 664.665

doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-127-136

Разработка технологии диетических мучных изделий

Майя Юрьевна Тамова^{✉1}, Евгений Сергеевич Франченко²,
Татьяна Александровна Джум³, Ростислав Андреевич Журавлев⁴

Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, Россия, 350072

¹tamova_maya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>

²zamdekfood2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4400-6394>

³tatalex7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>

⁴irostx@gmail.com, <https://orcid.org/0000-2701-734X>

Аннотация. С учетом расширения ассортимента диетических мучных изделий, проведены исследования с целью разработки рецептур и технологий теста для блинчиков без содержания глютена, с хитозаном. В процессе исследования решались вопросы, связанные с определением рецептурных компонентов теста для блинчиков из различных видов безглютеновой муки. В результате анализа химического состава и органолептической оценки теста для блинчиков, для дальнейших исследований была выбрана рисовая и кукурузная мука. При изучении вискограмм выявлено, что тесто для блинчиков, разработанное из рисовой и кукурузной муки, имеет пониженную, относительно классической рецептуры, вязкость. Для стабилизации вязкости теста для блинчиков из безглютеновых видов муки был выбран компонент хитозан водорастворимый, выработанный по ТУ 9289-067-00472124-03 на ООО «Биопрогресс». В результате исследования определено, что внесение хитозана в тесто из кукурузной муки меняет вязкость незначительно, что исключает данные образцы из дальнейших исследований, в то же время при внесении хитозана в рецептуру блинчиков из муки рисовой вязкость теста возрастает и при количестве 1,0% от массы муки, приближается к вязкости контрольного образца. Уделялось внимание исследованию микробиологических показателей разработанных мучных кулинарных изделий, которое доказало антибактериальные свойства хитозана, что удлиняет срок хранения разработанных изделий.

Ключевые слова: пшеничная, кукурузная, рисовая мука, глютен, вязкость, хитозан, блинчики, органолептика, микробиологические исследования, пищевая ценность

Для цитирования: Тамова М. Ю., Франченко Е. С., Джум Т. А., Журавлев Р. А. Разработка технологии диетических мучных изделий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44) С. 127–136. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-127-136

Original article

Development of technology for dietary flour products

Maya Yu. Tamova^{✉1}, Evgeniy S. Franchenko²,
Tatiana A. Dzhum³, Rostislav A. Zhuravlev⁴

Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya Street, Krasnodar, Russia, 350072

¹tamova_maya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>

²zamdekfood2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4400-6394>

³tatalex7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>

⁴irostx@gmail.com, <https://orcid.org/0000-2701-734X>

Abstract. Taking into account the expansion of the range of dietary flour products, research has been conducted to develop recipes and technologies for gluten-free pancakes with chitosan. In the course of the study, issues related to the determination of the prescription components of the dough for pancakes from various types of gluten-free flour were solved. As a result of the analysis of the chemical composition and organoleptic evaluation of the pancake dough, rice and corn flour were selected for further research. When studying the viscograms, it was revealed that the dough for pancakes, developed from rice and corn flour, has a reduced viscosity relative to the classical formulation. To stabilize the viscosity of the dough for pancakes made from gluten-free flour, a water-soluble chitosan component was selected, developed according to TU 9289-067-00472124-03 at BIOPROGRESS LLC. As a result of the research, it was determined that the introduction of chitosan into corn flour dough changes the viscosity slightly, which excludes these samples from further studies, at the same time, when chitosan is added to the recipe of rice flour pancakes, the viscosity of the dough increases and at an amount of 1.0% of the flour weight, it approaches the viscosity of the control sample. Attention was paid to the study of microbiological parameters of the developed flour culinary products, which proved the antibacterial properties of chitosan, which extends the shelf life of the developed products.

Keywords: wheat, corn, rice flour, gluten, viscosity, chitosan, pancakes, organoleptics, microbiological studies, nutritional value

For citation. Tamova M.Yu., Franchenko E.S., Dzhum T.A., Zhuravlev R.A. Development of technology for dietary flour products. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):127–136. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-127-136

Введение. Актуальность данного исследования определяется решением вопросов рационального питания, нацеленного на повышение культурного уровня населения и связанного с ведением здорового образа жизни для предотвращения болезней, преждевременной старости и сокращения жизни. Этому способствует обеспечение населения полноценной по химическому составу продукцией с необходимым количеством незаменимых компонентов. Большое внимание уделяется правилам технологической обработки сырья, разработке рецептур производства качественно новых пищевых продуктов, включая продукцию массового потребления, лечебно-профилактического назначения, её обогащение пищевыми и биологически активными добавками отечественного производства, витаминами, минеральными веществами для ликвидации существующего их дефицита. Используются вторичные сырьевые ресурсы при приготовлении полноценных блюд, что отвечает принципам малоотходной и безотходной технологии, ресурсосбережения [1].

Цель исследования. Обогащение мучных изделий различными полезными веществами для придания им лечебных и профилактических свойств направлено на увеличение вы-

пуска диетических мучных изделий, что можно рассматривать как резерв повышения здоровья нации. Так, введение необходимых дополнительных компонентов в рецептуру мучных изделий, позволяющих эффективно решать проблему профилактики различных заболеваний, связанных с дефицитом полезных веществ, или исключение из нее нежелательных ингредиентов обеспечивают лечебный эффект от употребления готовой продукции. Целью данного исследования является разработка рецептур и технологии блинчиков без содержания глютена, с водорастворимым хитозаном. Для достижения данной цели решался ряд задач:

1. Обоснование выбора сырья для производства мучных кулинарных изделий на основе продукции из безглютеновой муки и хитозана, что связано с изучением химического состава безглютеновой муки разного вида, исследованием реологических свойств теста для блинчиков из различных видов муки и исследованием реологических свойств теста для блинчиков с хитозаном;

2. Разработка рецептур и технологии теста для блинчиков из рисовой и кукурузной муки с хитозаном;

3. Оценка потребительских свойств разработанной продукции, затрагивающая изу-

чение органолептических показателей, анализ содержания физиологически ценных пищевых ингредиентов, исследование микробиологических показателей блинчиков с хитозаном;

4. Разработка технической документации на новые виды мучных кулинарных изделий.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектом исследования являлось тесто для блинчиков из муки разного вида с хитозаном. Среди критериев выбора вида безглютеновой муки можно отметить невысокую стоимость, распространенность, пищевую ценность. Основой для разработки проектируемой продукции является возможность сохранения высокой пищевой ценности при замене пшеничной муки на безглютеновую. В результате исследования внимание уделялось биохимическим (белки, липиды, полисахариды) и структурно-механическим свойствам безглютеновых пищевых систем (вязкость, текучесть, пластичность, упругость, прочность) для различных рецептур теста. Структурно-механические характеристики играют ключевую роль при осуществлении технологического процесса по производству продукта с заданными свойствами. Проведенные микробиологические исследования являлись базой для обоснования сроков хранения разработанной продукции. Контрольный и обогащённый образцы исследовались на КМА-ФАНМ, БГКП, патогенные микроорганизмы и плесени, сразу после приготовления и при хранении в течение суток и трех [2].

В работе применялись общепринятые инструментальные методы исследований оценки качества и безопасности сырья и готовой продукции.

Экспериментальные исследования проводили в лабораторных условиях на кафедре общественного питания и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар.

Результаты исследования. Русская кухня отличается широким ассортиментом мучных блюд (блины, оладьи, лапша), кулинарных изделий из муки (пироги, пирожки), который характеризуется повышенной калорийностью из-за избытка жиров (изделия из сдобного теста) и углеводов (крахмала и сахаров), что может привести либо к ожире-

нию, либо к избыточной массе тела, а это, в свою очередь, является фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета. Белки муки неполноценны, особенно дефицитны по лизину, утилизируются на 56%. В связи с этим для повышения этого показателя в тесто добавляют молоко и яйца, а также фаршируют кулинарные изделия мясным и рыбным фаршами. Усвояемость белков муки также недостаточная (75-89%), поэтому для ее повышения изделиям придают рыхлость, пористость. Для обогащения минерального состава, особенно соотношения соединений кальция и фосфора, при производстве мучных изделий используют творог, капустные и фруктовые фарши [3].

Белок отдельных злаковых культур – глютен – способствует развитию атрофии слизистой оболочки кишечника, не дающего ему хорошо переваривать и всасывать питательные вещества, что является причиной заболевания целиакии. Мучные блюда и изделия, особенно на основе пшеничной муки, являются источником данного белка. При этом на их долю в рационе питания большинства населения приходится около 40% [4].

Соблюдение безглютеновой диеты является единственным способом лечения целиакии. При этом проблема данного лечения до конца не решена из-за ограниченного ассортимента продуктов, не содержащих глютен, в связи с недостаточно налаженным выпуском отечественной безглютеновой продукции и узкого ассортимента импортируемой продукции по высоким ценам.

Для выработки диетических мучных изделий в виде блинчиков было исследовано четыре вида безглютеновой муки – рисовая, овсяная, кукурузная и нутовая, которые характеризуются доступностью по стоимости, распространенностью и высокой пищевой ценностью. Так, рисовая мука является источником полноценного по аминокислотному составу белка, овсяная мука содержит незаменимые аминокислоты, ферменты, витамины группы В, богата крахмалом, легко усваивается организмом. Высокая биологическая ценность нутовой муки связана с её аминокислотным составом [5]. Химический состав этих видов муки представлен в таблице 1 [6].

Таблица 1. Сравнение пищевой ценности и минерального состава муки разного вида
Table 1. Comparison of nutritional value and mineral composition of flour of different types

Компоненты химического состава	Виды муки				
	Пшеничная	Рисовая	Овсяная	Кукурузная	Нутовая
Белки, г	10,8	7,4	13,0	7,2	22,39
Жиры, г	1,3	0,6	6,0	1,5	6,69
Углеводы, г	69,9	80,2	64,9	72,1	57,82
Пищевые волокна, г	3,5	–	4,5	–	10,8
Энергетическая ценность, ккал	334,0	356,0	369,0	331,0	387,0
Na, мг	3,0	22,0	21,0	7,0	64,0
K, мг	122,0	50,0	280,0	147,0	846,0
Ca, мг	18,0	20,0	56,0	20,0	45,0
Mg, мг	16,0	30,0	110,0	30,0	166,0
P, мг	86,0	119,0	350,0	109,0	318,0
Fe, мг	1,2	1,3	3,6	2,7	4,9

Анализируя представленные в таблице 1 данные, можно сделать вывод, что по пищевой ценности и минеральному составу к пшеничной муке наиболее близки образцы рисовой и кукурузной муки. Также проведен органолептический анализ данных видов муки, который показал, что образец овсяной муки имеет нехарактерный для готового изделия цвет (серовато-белый, не однотонный за счет частиц оболочек), что отрицательно влияет на внешний вид готового изделия.

Образец из нутовой муки имеет не характерный для готового изделия ореховый вкус [5]. Поэтому для дальнейшего исследования выбрана рисовая и кукурузная мука, которые и по химическому составу, и по органолептике наиболее приемлемы для приготовления теста блинчиков. При разработке рецептур из рисовой и кукурузной муки за контроль взята рецептура теста блинчиков из пшеничной муки. Данные рецептуры представлены в таблице 2 [7].

Таблица 2. Рецептуры теста блинчиков из разных видов теста
Table 2. Recipes for pancake dough from different types of dough

Наименование сырья	Тесто из пшеничной муки		Тесто из рисовой муки		Тесто из кукурузной муки	
	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Мука пшеничная	41,6	41,6	–	–	–	–
Мука рисовая	–	–	41,6	41,6	–	–
Мука кукурузная	–	–	–	–	41,6	41,6
Яйца куриные	1/5	8,3	1/5	8,3	1/5	8,3
Вода	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
Сахар-песок	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Соль поваренная	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Масса теста	–	157,2	–	157,2	–	157,2
Масло растительное	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Выход, г	–	100	–	100	–	100

При проработке рецептур теста блинчиков из муки рисовой и кукурузной отмечено отклонение в вязкости по сравнению с тес-

том из пшеничной муки. Для сравнения вязкостных свойств теста исследование осуществлялось с помощью вискографа. При этом

температурный и временной режимы выбраны с учетом физических свойств рецептурных компонентов. Так, при повышении температуры выше 60 °С происходит клейстеризация крахмала и коагуляция яичного белка, что негативно отражается на результатах исследований. Вискограммы видов теста из рисовой и кукурузной муки подтвердили пониженную вязкость по сравнению с тестом из пшеничной муки.

Многие научные исследования посвящены производству обогащенных белоксодержащими добавками растительного происхождения мучных блюд, кулинарных и хлебобулочных изделий, при этом желательны низкокалорийных. В этом аспекте интерес представляет продукция, включающая такой ингредиент как хитозан (производное хитина, получаемого из панцирей ракообразных, путем воздействия температуры и щелочи, целенаправленно применяемый в производстве продуктов последние 20 лет). Вносится в продукт в виде порошка как пищевая добавка, позволяющая поддерживать здоровый вес, снижать уровень холестерина, связывать пищевые липиды, уменьшая активность всасывания жиров в кишечнике. Молекулярная структура хитозана отличается способностью выводить из организма большое количество жира, превышающего собственный молекулярный вес в 8-10 раз, благодаря свойству липофильности при связывании жирных кислот, образуются соли, обладающие способностью к агрегированию триглицеридов, холестерина за счет гидрофобного взаимодействия. В отношении тяжелых металлов преобладает хелатное комплексобразование, обусловленное высокой электронодонорной способностью атомов азота и кислорода. Лучшими реологическими и органолептическими показателями отмечается продукция, в которую хитозан добавляется в виде растворов, характеризующихся по вязкости и полидисперсности. Но при этом необходимо решить задачи, связанные с выбором вида и концентрации растворителя, концентрации в растворе самого хитозана, сроков его хранения до переработки. Полученные растворы используются в качестве структурообразователя, загустителя, эмульгатора и стабилизатора [8]. Присутствие белков и полисахарида агар-агара увеличивает эмульгирующую способность хитозана, ко-

торая особенно проявляется при условиях, связанных с температурой и pH среды, способами соединения компонентов, концентрации структурообразователя. Повышение биологической ценности пищи связано с проведением ряда исследований, направленных на получение модифицированных форм хитозана, характеризующихся заданными свойствами, связанными с их способностью к растворимости, сорбции, бактерицидности, а также антиокислительным действием [9].

Для стабилизации вязкости теста блинчиков выбран компонент водорастворимый хитозан, выработанный по ТУ 9289-067-00472124-03 на ООО «БИОПРОГРЕСС», физико-химические показатели которого представлены в таблице 3 [8, 9].

Таблица 3. Физико-химические показатели хитозана пищевого водорастворимого
Table 3. Phisico-chemical parameters of food-grade-water-soluble chitosan

Наименование показателей	Значение
Влага, не более	4,31
Минеральные вещества, не более	0,62
pH 1% р-ра хитозана в уксусной кислоте, не более	4,78
Массовая доля нераств. в-в, % не более	0,15
Динамическая вязкость, не менее	103,7
Сорбционная активность по ионам меди, не менее	58,9
Основное вещество, не менее	89,1

Согласно проработке проб наиболее подходящей концентрацией раствора хитозана является 5 и 10%. При исследовании применяли растворы с концентрацией 10%, так как при данном соотношении воды и полимера частицы хитозана хорошо поглощают растворитель, образуя однородную массу, без разделения жидкости и коагулятов. Исследовали образцы блинчиков с разным количеством муки и хитозана.

Оптимальной концентрацией хитозана в тесте на базе изучения научно-технической и патентно-информационной литературы является диапазон от 0,5% до 2,5% от массы муки. С учетом этого исследованы пять образцов блинчиков с количеством муки и хитозана, соотношение которых представлено в таблице 4.

Таблица 4. Соотношение муки и хитозана
в образцах теста для блинчиков
Table 4. The ratio of flour and chitosan
in the pancake dough samples

Наименование образца	Количество муки, г	Количество хитозана, г	Массовая доля хитозана, %
Образец № 1	41,392	0,208	0,5
Образец № 2	41,184	0,416	1,0
Образец № 3	40,976	0,624	1,5
Образец № 4	40,768	0,832	2,0
Образец № 5	40,560	1,040	2,5

Органолептическая оценка данных образцов показала наилучшие результаты по образцам 1 и 2, а образцы 3, 4, 5 с содержанием хитозана от 1,5 до 2,5 % исключены из дальнейших исследований в связи с выявлением ярко выраженного горького привкуса.

В ходе исследований разработаны четыре рецептуры теста для блинчиков из муки рисовой и кукурузной с добавлением хитозана в количестве 0,5 и 1% от массы муки, что представлено в таблице 5.

В результате исследования вязкостных свойств данных видов теста для блинчиков на базе вискографа установлено, что добавление хитозана в тесто из кукурузной муки меняет вязкость теста незначительно. Поэтому образцы теста из кукурузной муки исключены из дальнейшего исследования. При добавлении в тесто из рисовой муки хитозана в количестве 1% от массы муки его вязкость приближается к вязкости контрольного образца. Технология его приготовления предусматривает подготовку сырья в соответствии с рекомендациями сборника технологических нормативов для предприятий общественного питания. Яйца, соль, сахар размешиваются. Добавляются холодная вода (50% нормы) и мука. Затем вводится раствор хитозана. Все компоненты взбиваются до получения однородной массы, постепенно вводится оставшаяся вода. Готовое жидкое тесто (влажность 66%) процеживается. Блинчики жарятся на смазанных жиром и разогретых сковородах диаметром 24-26 см.

Органолептические показатели блинчиков из муки рисовой с добавлением 1% хитозана от количества муки представлены в таблице 6.

Таблица 5. Рецептуры различных видов теста для блинчиков
Table 5. Recipes for various types of pancake dough

Наименование сырья	Виды теста для блинчиков							
	из муки рисовой				из муки кукурузной			
	с 0,5% хитозана от массы муки		с 1% хитозана от массы муки		с 0,5% хитозана от массы муки		с 1% хитозана от массы муки	
	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Мука рисовая	41,392	41,392	41,184	41,184	–	–	–	–
Мука кукурузная	–	–	–	–	41,392	41,392	41,184	41,184
Вода	102,128	102,128	100,256	100,256	102,128	102,128	100,256	100,256
Раствор хитозана 10%	2,08	2,08	4,16	4,16	2,08	2,08	4,16	4,16
Яйца	1/5	8,3	1/5	8,3	1/5	8,3	1/5	8,3
Сахар	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Соль	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Масло растительное	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Выход	–	100	–	100	–	100	–	100

Таблица 6. Органолептические показатели блинчиков без глютена с хитозаном
Table 6. Organoleptic characteristics of gluten-free pancakes with chitosan

Наименование показателя	Характеристика
Форма	Плоская
Поверхность	Гладкая, с мелкой равномерной пористостью, без трещин, сквозных отверстий и подрывов
Цвет	Равномерный белый или белый с сероватым оттенком
Консистенция оболочки охлажденных блинчиков	Однородная, мягкая, эластичная, не липкая и не подсыхающая, свойственная данному виду теста
Вкус	Свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса
Запах	Свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха
Посторонние включения	Не допускаются

Пищевая ценность и минеральный состав разработанного мучного кулинарного изделия с лечебными и профилактическими свойствами представлена в таблице 7 [10].

Таблица 7. Пищевая ценность и минеральный состав блинчиков без глютена с хитозаном
Table 7. Nutritional value and mineral composition of gluten-free pancakes with chitosan

Наименование нутриента	Суточная потребность	Количество в 1 порции блинчиков (100 гр.)	Удовлетворение суточной потребности, %
Белки, г	88,00	4,13	4,69
Жиры, г	65,00	2,80	4,31
Углеводы, г	255,00	35,92	14,09
Пищевые волокна, г	20,00	1,79	8,95
в т. ч. хитозан	1,00	0,42	41,60
Энергетическая ценность, ккал	1963,00	185,49	9,45
Na, мг	1300,00	9,15	0,70
K, мг	2500,00	20,80	0,83
Ca, мг	1000,00	8,32	0,83
Mg, мг	400,00	12,48	3,12
P, мг	800,00	49,50	6,19
Fe, мг	18,00	0,54	3,00

Разработанное диетическое мучное изделие исследовано на пять микробиологических показателей, нормируемых ТР ТС 021/2021, количество аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерии группы кишечной палочки (БГКП), золотистый стафилококк (*S.aureus*), патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и плесени.

Исследовали два образца блинчиков – контрольный (из пшеничной муки) и разработанный (из рисовой муки с хитозаном). Нормируемые показатели измерялись три раза – непосредственно после выработки, после 24 часов хранения и после 72 часов хранения. Результаты микробиологического исследования представлены в таблице 8 [2, 10].

Выявлено, что при хранении образец с содержанием хитозана меньше подвергается образованию микроорганизмов. Так, показатель КМАФАнМ образца блинчиков с хитозаном после 72 часов хранения приближен к показателю контрольного образца после 24 часов хранения, при этом КМАФАнМ контрольного образца на третьи сутки хранения превышает норматив в 2 раза.

На основе разработанной рецептуры составлена технико-технологическая карта блинчиков из муки рисовой с хитозаном.

Таблица 8. Изменение микробиологических показателей образцов блинчиков при хранении
Table 8. Changes in microbiological parameters of pancake samples during storage

Наименование показателя	Требования ТРТС 021/2011	Блинчики из пшеничной муки			Блинчики из рисовой муки с хитозаном		
		Время хранения, ч			Время хранения, ч		
		0	24	72	0	24	72
КМАФАнМ	КОЕ/г, не более $1 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^1$	$75 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^1$	$21 \cdot 10^1$	$70 \cdot 10^1$
БГКП	масса продукта (г.), в которой не допускаются, 1,0	–	–	–	–	–	–
S. aureus	масса продукта (г.), в которой не допускаются, 1,0	–	–	–	–	–	–
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	масса продукта (г.), в которой не допускаются, 25	–	–	–	–	–	–
Плесени	КОЕ/г, не более 50	–	–	–	–	–	–

Заключение. Исключение непереносимых пищевых веществ из рациона питания способствует нормализации обмена веществ и функций органов пищеварения, но и в то же время существенно обедняет рацион, что снижает качество жизни. Поэтому в ходе экспериментальных исследований определена рецептура теста блинчиков из рисовой муки, относящейся к безглютеновой, а для стабилизации вязкости теста добавляется водный раствор хитозана в количестве 1% от массы муки, который также увеличивает и срок хранения готовой продукции благодаря его способности к бактерицидности и антиокислительным действиям. Хитозан незаменимым в производстве низкокалорийных продуктов питания, так как практически не усваивается в желудочно-кишечном тракте, является источником D-глюкозамина. Систематическое употребление обогащенной кулинарной продукции комплексом биологически активных добавок терапевтического действия способствует повышению устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды и лик-

видации его дефицитных состояний. Обогащение необходимыми компонентами при производстве кулинарной продукции востребовано при разработке ассортиментной политики инновационно-ориентированными предприятиями общественного питания. Уменьшение кислотности теста с добавлением хитозана свидетельствует о возможности использования его для выработки изделий профилактического назначения. Сорбционная активность мучных изделий с хитозансодержащими добавками позволяет рекомендовать их для рациона питания населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях. Данная ниша пока недостаточно изучена, что определяет возможность её расширения.

Исследования проводились с использованием оборудования ЦКП «Исследовательский центр пищевых и химических технологий КубГТУ» (СКР_3111), развитие которого осуществляется при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-679).

Список литературы

1. Джум Т. А., Тамова М. Ю. Инновации в индустрии питания: учеб. пособие. Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2023.
2. Позняковский В. М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник. Москва: Изд-во «Инфра-М», 2018. 271 с.

3. Герберт Шелтон. Правильное сочетание продуктов. Изд-во «Попурри», 2015. 100 с.
4. Бородина М. В., Болдина А. А., Сокол Н. В. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе рисовой муки // Молодой ученый. 2016. №1. С. 128–131. EDN: VIITRV
5. Обоснование использования нутовой муки в технологии безглютеновых продуктов / О. А. Корнева, С. С. Баклагова, О. С. Лысенко, И. Ю. Сертакова, А. А. Корнева // Научные труды КубГТУ. 2016. № 14. С. 833–841. EDN: ZHJSLJ
6. Варламова Е. Н. Технология муки и крупы: учеб. пособие. Пенза: РИО ПГАУ, 2021. 178 с.
7. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию общественного питания / Сост. М. П. Могильный. Москва: ДеЛи плюс, 2011. 1008 с.
8. Быканова О. Н., Максимова С. Н., Тарасенко Г. А. Перспективы использования хитозана в качестве БАД к пище // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: Седьмая международная конференция / КГУ. Казань, 2006. С.275–276.
9. Антимикробная активность разномолекулярного хитозана в пищевых средах / С. Н. Максимова, Е. В. Ситникова, И. Н. Ким и др. // Международная конференция. Казань, 2006. С. 296–298.
10. Могильный М. П., Шленская Т. В., Лежина Е. А. Контроль качества продукции общественного питания: учебник. Москва: ДеЛи плюс, 2016. 412 с.

References

1. Dzhum T.A., Tamova M.Yu. *Innovatsii v industrii pitaniya: ucheb. posobiye* [Innovations in the food industry: a textbook]. Krasnodar: FGBOU VO «KubGTU», 2023. (In Russ)
2. Poznyakovskiy V.M. *Bezopasnost' prodovol'stvennykh tovarov (s osnovami nutritsiologii): uchebnik* [Safety of food products (with the basics of nutrition): textbook]. Moscow: Izd-vo «Infra-M», 2018. 271. (In Russ.)
3. Herbert Shelton. *Pravil'noye sochetaniye produktov* [The right combination of products]. Izd.-vo «Popurri», 2015. 100. (In Russ.)
4. Borodina M.V., Boldina A.A., Sokol N.V. Development of the formulation and technology of gluten-free biscuits based on rice flour. *Young Scientist*. 2016;(1):128–131. (In Russ.). EDN: VIITRV
5. Korneva O.A., Baklagova S.S., Lysenko O.S., Sertakova I.Y., Korneva A.A. The rationale for the use of chickpea flour in the technology of gluten-free products. *Naučnye trudy KubGTU*. 2016;(14):833–841. (In Russ.). EDN: ZHJSLJ
6. Varlamova E. N. *Tekhnologiya muki i krupy: uchebnoye posobiye* [Technology of flour and cereals: textbook]. Penza: RIO PGAU, 2021. 178. (In Russ.)
7. *Sbornik tekhnicheskikh normativov. Sbornik retseptur na produktsiyu obshchestvennogo pitaniya. Sostavitel' M.P. Mogil'nyy* [Collection of technical standards. Collection of recipes for public catering products. Compiled by M. P. Mogilny]. Moscow: DeLi plus, 2011. 1008. (In Russ.).
8. Bykanova O.N., Maksimova S.N., Tarasenko G.A. Prospects for the use of chitosan as a dietary supplement. *Sovremennyye perspektivy v issledovanii khitina i khitozana: Sed'maya mezhdunarodnaya konferentsiya* [Modern prospects in the study of chitin and chitosan: The Seventh International Conference]. Kazan, 2006. 275–276. (In Russ.)
9. Maksimova S.N., Sitnikova E.V., Kim I.N. [et al.] Antimicrobial activity of multi-molecular chitosan in food media. *Mezhdunarodnaya konferentsiya* [International conference]. Kazan, 2006. 296–298. (In Russ.).
10. Mogilny M.P., Shlenskaya T.V., Lezhina E.A. *Kontrol' kachestva produktsii obshchestvennogo pitaniya: uchebnik* [Quality control of public catering products: textbook]. Moscow: DeLi plus, 2016. 412. (In Russ.)

Сведения об авторах

Тамова Майя Юрьевна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры общественного питания и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», SPIN-код: 2293-6867

Франченко Евгений Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры общественного питания и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», SPIN-код: 6463-5661

Джум Татьяна Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры общественного питания и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», SPIN-код: 6885-0298

Журавлев Ростислав Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры общественного питания и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», SPIN-код: 1858-2770

Information about the authors

Maya Yu. Tamova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University, SPIN-code: 2293-6867

Evgeny S. Franchenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University, SPIN-code: 6463-5661

Tatiana A. Dzhum – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University, SPIN-code: 6885-0298

Rostislav A. Zhuravlev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Public Catering and Service, SPIN-code: 1858-2770

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 19.04.2024;
одобрена после рецензирования 13.05.2024;
принята к публикации 23.05.2024.*

*The article was submitted 19.04.2024;
approved after reviewing 13.05.2024;
accepted for publication 23.05.2024.*

Научная статья
УДК 664.64.016
doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-137-144

Оценка хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90

Юрий Сергеевич Триандофилиди¹, Наталья Викторовна Сокол^{✉2}

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, улица Калинина,
13, Краснодар, Россия, 350044

¹2237215@mail.ru

^{✉2}sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

Аннотация. Современное развитие технологий предусматривает наращивание производства продуктов, обогащенных функциональными ингредиентами, что продиктовано расширенным интересом потребителей к продуктам здорового питания. Поэтому в технологии производства продуктов питания наметилась тенденция использования натуральных источников функциональных нутриентов. В связи с чем необходим поиск новых видов зернового сырья, пригодного для хлебопечения, с более сбалансированным нутриентным составом. В такой ситуации особый интерес представляет зерно тритикале, которое имеет полноценный состав белка, богато витаминами и минеральными веществами, устойчиво к грибковым заболеваниям. Улучшение пищевого статуса хлеба за счет муки тритикале позволит восполнить потребности организма в жизненно необходимых аминокислотах, витаминах и минеральных веществах. Селекционерами ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» созданы сорта зерна тритикале, для продвижения которого на продовольственный рынок нужны дополнительные исследования по изучению его хлебопекарных свойств. Объектами изучения стали зерно тритикале Валентин-90 и озимой мягкой пшеницы сорта Баграт, из которых была получена мука и проведена оценка качества на приборе Инфраскан 3150. Получены данные массовой доли белка в муке тритикале сорта Валентин-90 – 14,9%, в муке пшеничной сорта Баграт – 13,7%. Содержание сырой клейковины в муке тритикале Валентин-90 было 23,6%, второй группы качества, в пшеничной муке сорта Баграт 28,6%, первой группы качества. Показатель ЧП (число падения) у тритикала был 205 с, у муки пшеничной сорта Баграт 545 с. Данные реологии теста на приборе фаринограф показали, что в чистом виде мука тритикале не пригодна для выработки хлеба. Подсортировка муки пшеницы сорта Баграт в дозировках 70, 50, 30%, улучшила показатели качества. Валориметрическая оценка фаринограммы муки пшеничной сорта Баграт и смеси из пшеничной и тритикалевой муки в соотношении 70:30% практически не отличалась от контроля. Хлеб из такой смеси не уступал контрольному образцу по объему, показателю пористости и был лучше сбалансирован по нутриентному составу.

Ключевые слова: зерно, пшеница, тритикале, качество, мука, хлебопекарные свойства

Для цитирования. Триандофилиди Ю. С., Сокол Н. В. Оценка хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90 // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 137–144. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-137-144

Original article

Evaluation of baking properties of triticale grain of the Valentin-90 variety

Yuriy S. Triandofilidy¹, Natalia V. Sokol^{✉2}

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinin Street, Krasnodar, Russia,
350044

¹2237215@mail.ru

^{✉2}sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

Abstract. Modern technology development provides for increasing the production of products enriched with functional ingredients, which is dictated by the increased interest of consumers in healthy food products. Therefore, there is a tendency to use natural sources of functional nutrients in food production technology. Therefore, it is necessary to search for new types of grain raw materials suitable for baking, with a more balanced nutrient composition. In such a situation, triticale grain is of particular interest, which has a full-fledged protein composition, is rich in vitamins and minerals, and is resistant to fungal diseases. Improving the nutritional status of bread due to triticale flour will make it possible to fill the body's needs for vital amino acids, vitamins and minerals. Breeders of the National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko have created varieties of triticale grain for promotion, which requires additional research on the food market to study its baking properties. The objects of study were triticale Valentin-90 grain and Bagrat winter soft wheat, from which flour was obtained and a quality assessment was carried out on the Infraskan 3150 device. Data on the mass fraction of protein in triticale flour of the Valentin-90 variety – 14.9%, in wheat flour of the Bagrat variety – 13.7% were obtained. The crude gluten content in triticale Valentin-90 flour was 23.6%, of the second quality group, in Bagrat wheat flour 28.6%, of the first quality group. The PE indicator (the number of drops) for triticale was 205 c, for Bagrat wheat flour 545 C. The rheology data of the test on the farinograph device showed that in its pure form, triticale flour is not suitable for bread production. The grading of Bagrat wheat flour in doses of 70, 50, 30% improved quality indicators. The valorimetric evaluation of the farinograms of Bagrat wheat flour and a mixture of wheat and triticale flour in the ratio of 70 : 30% practically did not differ from the control. Bread from such a mixture was not inferior to the control sample in terms of volume, porosity and was better balanced in terms of nutrient composition.

Keywords: grain, wheat, triticale, quality, flour, baking properties

For citation: Triandofilidy Y.S., Sokol N.V. Evaluation of baking properties of triticale grain of the Valentin-90 variety. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;2(44):137–144. doi: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-137-144

Введение. Приоритетным направлением пищевой индустрии РФ является – формирование системы здорового питания населения, так как потребляемые нами продукты не удовлетворяют физиологические потребности организма, что в свою очередь приводит к развитию заболеваний алиментарного характера. Решение существующей проблемы возможно созданием оптимизированной структуры питания населения за счет добавления в рацион питания продуктов функционального назначения [1, 2].

Хлеб является наиболее доступным продуктом питания для всех категорий населения и поэтому в первую очередь следует обратить внимание на повышение биологической и пищевой ценности этого продукта. Достичь повышенной биологической и пищевой ценности хлеба можно за счет использования новых видов зернового сырья, которое лучше сбалансировано по нутриентному составу по сравнению с зерном пшеницы. К такому сырью относится зерно культуры тритикале, имеющее достаточное количество витаминов, минеральных веществ,

богатое белком и имеющее на генетическом уровне высокую устойчивость к различным вредным микроорганизмам [3, 4].

В последние годы в Краснодарском крае наблюдается устойчивый рост производства зерна тритикале, что объясняется широким применением культуры в кормопроизводстве для нужд птицеводства и животноводства [5].

В Европейских странах тритикале считается хлебной культурой и находит применение в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий благодаря своей пищевой ценности [6].

В Российской Федерации зерно тритикале и продукты его переработки очень трудно продвигаются на продовольственный рынок. Причиной данной ситуации является недостаточность информации по изучению мукомольных и хлебопекарных свойств сортов зерна тритикале [7].

Применение продуктов переработки зерна тритикале в производстве продуктов питания повышенной пищевой ценности, учитывая ценовую доступность сырья, является весьма актуальным.

Поэтому целью проводимого исследования было проведение хлебопекарной оценки качества зерна тритикале сорта Валентин-90 в условиях Краснодарского края и выявление возможностей использования в технологии хлебопечения.

Методы и объекты исследования. В качестве объектов исследований были выбраны: зерно тритикале сорта Валентин-90, пшеницы сорта Багра́т селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, полуфабрикаты хлебопекарного производства; опытные образцы хлеба из муки тритикале и пшеницы и их смесей. Зерно, используемое в исследованиях, было выращено в хозяйстве ООО «КХ Участие» Новокубанского района Краснодарского края.

Опытные образцы зерна размалывали на лабораторной автоматической мельнице МЛУ-2 Бюлера. Мельница предназначена для получения односортной муки 68-70% выхода. Оценку качества муки из зерна исследуемых образцов проводили на инфракрасном экспресс анализаторе Инфраскан-3150 фирмы «ЭКАН» (рис. 1).



Рисунок 1. Инфракрасный анализатор Инфраскан-3150

Figure 1. Infrared analyzer Infraskan-3150

Показатель число падения (ЧП) в муке определяли на приборе ПЧП-7 по ГОСТ 27267-88. Определение физических свойств теста осуществляли на фаринографе Бранднера¹.

¹ ГОСТ ISO 5530-1-2013 Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа.

Оценку хлебопекарных свойств зерна изучаемых сортов тритикале Валентин-90, пшеницы Багра́т и их мучных смесей проводили методом пробной лабораторной выпечки [8].

Исследования проводились в лабораториях кафедры «Технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» Кубанского ГАУ.

Результаты исследования. При использовании муки для нужд оценки хлебопечения важно знать показатели, характеризующие ее качество. Данные оценки качества исследуемых образцов муки тритикале Валентин-90 и пшеничной муки сорта Багра́т представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества муки опытных образцов

Table 1. The quality indicators of the flour of the prototypes

Наименование показателя	Мука	
	тритикале Валентин-90	пшеничная Багра́т
Влажность, %	14,5±0,2	13,2±0,2
Массовая доля белка а. с. в., %	14,9±0,5	13,7± 0,7
Количество сырой клейковины, %	23,6±1,5	28,2±2,0
Качество сырой клейковины, ед. приб. ИДК-3М	92,3±2,0	65,9±1,5
Число падения (ЧП), с	205±5,0	545±5,0

Из данных таблицы 1 видно, что мука тритикале содержит больше белка по сравнению с пшеничной мукой на 1,2% за счет присутствия геномов ржи и пшеницы, а по содержанию сырой клейковины и качеству уступает пшеничной муке. Значение показателя ЧП в муке тритикале 205 с, что значительно ниже в сравнении с пшеничной мукой, где ЧП было 545 с. Полученные данные подтверждают уже имеющиеся данные о повышенной активности фермента α-амилаза у муки тритикале, полученные другими исследователями [9].

Предварительная оценка качества муки тритикале показала, что по комплексу характеристик ее можно использовать в хлебопе-

чении. Однако полученные данные по содержанию клейковины в муке и ее качеству, показателю ЧП дают основание сделать заключение о необходимости использования муки тритикале в смеси с пшеничной мукой для выпечки качественного хлеба. Для проверки выдвинутой гипотезы, формировались смеси из муки тритикале и пшеницы в соотношениях 30:70, 50:50 и 70:30% соответственно, для

установления оптимального соотношения, позволяющего сделать выработку хлеба, удовлетворяющего требованиям качества.

Реологические характеристики теста из муки исследуемых образцов были получены инструментальным методом на приборе фаринограф фирмы «Brabender» [10]. Результаты, полученные в ходе испытаний, приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты испытаний на фаринографе Brabender
Table2. Test results on the Brabender farinograph

Образцы муки	Показатели фаринографа				
	ВПС, %	время образования теста, мин	время устойчивости теста, мин	разжижение теста, е.ф.	общая валориметрическая оценка, е.в.
Тритикале Валентин-90	60,4	2,0	2,5	210	28
Тритикале 30%/Баграт 70%	64,4	3,0	5,5	125	44
Тритикале 50%/Баграт 50%	63,7	2,5	3,5	130	40
Тритикале 70%/Баграт 30%	60,8	2,5	3,0	145	36
Пшеничная Баграт (контроль)	66,9	3,0	5,5	100	46

В муке тритикале отмечено время образования теста – 2 минуты, время устойчивости теста 2,5 минуты, разжижение – 210 е.ф., данные свидетельствуют о плохой пластичности теста. Такие результаты объяснимы высокой активностью α -амилазы, которая досталась зерну тритикале от зерна ржи. Под действием фермента в муке тритикале идет быстрое расщепление крахмала на сахара, при этом высвобождается дополнительная несвязанная вода, что приводит к резкому разжижению теста. В образцах композитных смесей эти показатели имеют лучшие данные. Наиболее приближен к контрольному образцу (мука пшеничная из сорта Баграт) по показателям фаринографа вариант смеси с соотношением 30% мука тритикале и 70% мука пшеничная, где общая валориметрическая оценка отличалась от контроля всего на 2 единицы валориметра.

Для изучения поведения теста непосредственно при замесе, разделке и расстойке тестовых заготовок и оценки качества готового продукта использовали метод пробной лабораторной выпечки. Согласно методике

хлеб готовили безопасным способом. Хлеб выпекался в пяти вариантах: вариант 1 мука тритикале сорт Валентин-90 – 100%; вариант 2 мука пшеничная сорта Баграт – 100%; вариант 3 смесь муки тритикале и пшеничной в соотношении 30:70%, вариант 4 смесь муки тритикале и пшеничной 50:50%; вариант 5 смесь муки тритикале и пшеничной 70:30%. Выпеченные образцы хлеба представлены на рисунке 2.

Выпеченные образцы хлеба оценивались по органолептическим и физико-химическим характеристикам. При органолептической оценке качества использовалась пятибалльная шкала. Результаты оценки представлены в таблице 3.

По результатам оценки органолептических показателей было установлено, что образцы хлеба из муки пшеничной сорта «Баграт» и смеси «30% Валентин-90 + 70% Баграт» имели одинаковое значение 4,9 балла общей хлебопекарной оценки. Образец с соотношением муки тритикале и пшеничной 50:50, имел общую хлебопекарную оценку 4,8 балла. У этого образца была отмечена

неравномерная пористость. Это связано с более активным брожением теста, за счет гидролиза крахмала под действием α -амилазы. При использовании опарного способа приготовления теста, вероятно, можно избежать этого недостатка за счет частичной инактива-

ции фермента α -амилазы органическими кислотами, что является предметом наших дальнейших исследований.

Физико-химические показатели, характеризующие качество хлеба, полученные при проведении анализов, приведены в таблице 4.

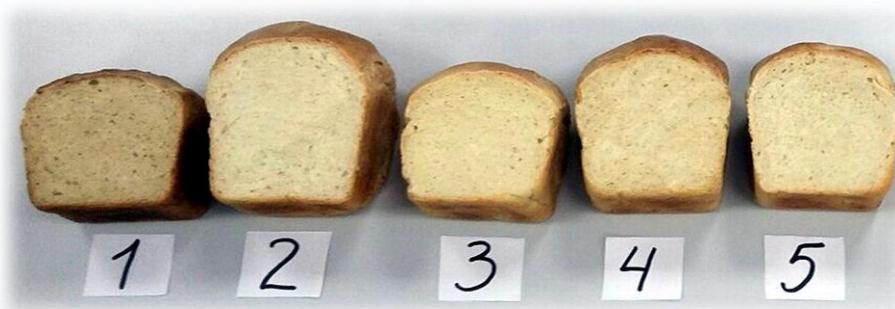


Рисунок 2. Опытные образцы хлеба
Figure 2. Bread prototypes

Таблица 3. Результаты анализа органолептических показателей хлеба, балл
Table 3. The results of the analysis of the organoleptic parameters of bread, score

Вариант опыта	Поверхность	Форма	Цвет корки	Пористость	Эластичность	Цвет мякиша	Общая оценка
Мука тритикале Валентин-90	3,5	3,5	5,0	3,5	3,5	4,0	3,9
Мука пшеница Баграт	5,0	5,0	5,0	5,0	4,7	5,0	4,9
Смесь муки (30% Валентин-90 + 70% Баграт)	5,0	4,7	5,0	5,0	4,7	5,0	4,9
Смесь муки 50% Валентин-90 + 50% Баграт	4,7	4,7	5,0	4,7	4,5	5,0	4,8
Смесь муки 70% Валентин-90 + 30% Баграт	4,0	4,3	5,0	4,3	4,0	4,5	4,3

Таблица 4. Физико-химические показатели качества опытных образцов хлеба
Table 4. Physico-chemical quality indicators of bread prototypes

Образец хлеба	Удельный объем, см ³ /г	Пористость, %	Кислотность, Н ⁰
Тритикале Валентин-90	2,0	66,5	2,5
Пшеница Баграт (контроль)	2,9	72,7	1,8
30% Валентин-90 + 70% Баграт	2,9	71,9	2,0
50% Валентин-90 + 50% Баграт	2,8	70,0	2,2
70% Валентин-90 + 30% Баграт	2,6	68,2	2,5

Данные физико-химических показателей качества хлеба показали, что удельный объем хлеба из смеси муки тритикале: пшеница в соотношении 30:70 был на уровне контрольного образца 2,9 см³/г. В опыте варианта из смеси муки тритикале: пшеница 50:50 удельный объем составил 2,8 см³/г. У этих образцов отмечен более высокий показатель пористости хлеба, чем у хлеба из чистой муки тритикале, и был практически на уровне пористости пшеничного хлеба. Кислотность хлеба из смесей тритикалевой и пшеничной муки была выше в сравнении с кислотностью хлеба из пшеничной муки, что обусловлено присутствием муки тритикале, имеющей повышенную сахаробразующую способность.

Выводы. Исследования, проведенные по оценке хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90, показали, что оно пригодно для использования в хлебопечении с подсортировкой пшеничной муки. Наиболее приемлемыми смесями с точки зрения качественных характеристик хлеба являются смеси в соотношении мука тритикалевая: пшеничная 30:50% и 50:50%. Если рассматривать применение муки тритикале с точки зрения повышения пищевой ценности, то рекомендуется смесь с соотношением тритикале – пшеничной муки 50:50%. Следует отметить более насыщенный и приятным вкус хлеба из смеси муки тритикале и пшеницы по сравнению с пшеничным хлебом.

Список литературы

1. Рождественская Л. Н., Рогова О. В. О необходимости обеспечения физической и экономической доступности здорового питания населения // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т. 8. № 1. С. 94–104. DOI: 10.14529/food200111. EDN: DQHPPV
2. Борисова А. В., Шаярова М. В., Шишкина Н. Ю. Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем // Новые технологии. 2021. № 17(1). С. 21–32. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32. EDN: KMZWIA
3. Пономарев С. Н., Пономарева М. Л., Маннапова Н. С., Илалова Л. В. Урожайность и содержание белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале // Аграрная наука Евро-Север-Востока. 2021. Т. 22(4). С.495–506. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.495-506. EDN: GNZNQA
4. Кандроков Р. Х., Катин С. А., Герасимова Э. О. Физические, физико-химические и биохимические показатели качества зерна тритикале различных сортов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2023. № 3. С. 145–154. DOI: 10.24412/2311-6447-2023-3-145-154
5. Байбеков Р. Ф., Суханбердина Л. Х., Филиппова А. В., Денизбаев С. Е., Белопухов С. Л. Кормовая ценность и технологические свойства селекционных образцов озимого тритикале // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 43–56. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-04. EDN: AGUXGO
6. Медведев А. М. Особенности формирования признаков продуктивности и качества зерна озимых тритикале республики Беларусь // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 2(46). С. 125–133. DOI:10.24412/2309-348X-2023-2-125-133. EDN: ОВРЕНТ
7. Бадамшина Е. В., Лещенко Н. И., Калужина О. Ю., Леонова С. А. Влияние сортовых особенностей на технологию переработки зерна тритикале селекции республики Башкортостан // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 86–94. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-86-94. EDN: JYERZN
8. Василенко И. И. Оценка качества зерна: справочник. Москва: Агропромиздат, 1987. 208 с.
9. Витол И. С., Герасина А. Ю., Мелешкина Е. П. Амилолитические ферменты в комплексной оценке качества зерна тритикале сорта Тимирязевская 150 и их активация увлажнением и подсушиванием // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 4(174). С. 27–33. EDN: NDKSND
10. Antanas S., Alexa E., Negrea M., Guran E., Lazureanu A. Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. (2013). Vol. 17(1):345–349.

References

1. Rozhdestvenskaya L.N., Rogova O.V. Provision of physical and economic availability of healthy foods to the population. *Bulletin of the South Ural state university. Series: Food and biotechnology* [Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Pishchevye i biotekhnologii"]. 2020;8(1):94–104. (In Russ.). DOI: 10.14529/food200111. EDN: DQHPPV
2. Borisova A.V., Shayarova M.V., Shishkina N.Yu. Functional food products: the relationship between the theory, the production and a consumer. *New technologies*. 2021;17(1):21–32. (In Russ.). DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32. EDN: KMZWIA
3. Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Mannapova N.S., Ilalova L.V. Yield and protein content in grain of winter triticale collection samples. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science of Euro-North-East]. 2021;22(4):495–506. (In Russ.). DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.495-506. EDN: GNZNQA
4. Kandrokov R. X., Katin S.A., Gerasimova E.O. Physical, physico-chemical and biochemical indicators of the quality of triticale grain of various varieties. *Technologies of the food and processing industry of AIC - healthy food*. 2023;(3):145–154. (In Russ.). DOI:10.24412/2311-6447-2023-3-145-154
5. Baibekov R.F., Sukhanberdina L.Kh., Filippova A.V., Denizbayev S.E., Belopukhov S.L. Feed value and technological properties of selection samples of winter triticale. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2020;1(57):43–56. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-04. EDN: AGUXGO
6. Medvedev A.M. Features of formation of sings of productivity and quality of winter triticale grain of the republic Belarus. *Zernobobovye i krupânye kul'tury* [Legumes and groat crops]. 2023;2(46):125–133. (In Russ.). DOI:10.24412/2309-348X-2023-2-125-133. EDN: OBPEHT
7. Badamshina E.V., Leshhenko N.I., Kaluzhina O.Yu., Leonova S.A. Variety characteristics influence on the triticale grain processing technology of the republic of Bashkortostan selection. *Vestnik KrasGAU*. 2022;(7):86–94. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-86-94. EDN: JYERZN
8. Vasilenko I.I. *Otsenka kachestva zerna: spravochnik* [Grain quality assessment: a reference book]. Moscow: Agropromizdat, 1987. 208 p. (In Russ.)
9. Vitol I.S., Gerasina A.Yu., Meleshkina E.P. Amylolytic enzymes in the complex grain quality evaluation of triticale variety Timiryazevskaya 150 and their activation by moistening and drying. *Bulletin of Altai state agricultural university*. 2019;4(174):27–33. (In Russ.). EDN: NDKSND
10. Antanas S., Alexa E., Negrea M., Guran E., Lazureanu A. Studies regarding rheological properties of triticale, wheat and rye flours. *Journal of Horticulture, Forestry and Bio-technology*. 2013;17(1):345–349.

Сведения об авторах

Триандофилиди Юрий Сергеевич – аспирант научной специальности 4.3.3 «Пищевые системы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Сокол Наталья Викторовна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», SPIN-код: 1488-4080, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

Information about the authors

Yuriy S. Triandofilidy – Postgraduate student of scientific specialty 4.3.3 "Food Systems", Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Natalia V. Sokol – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, SPIN-код: 1488-4080, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 20.05.2024;
одобрена после рецензирования 07.06.2024;
принята к публикации 14.06.2024.*

*The article was submitted 20.05.2024;
approved after reviewing 07.06.2024;
accepted for publication 14.06.2024.*

**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 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, проспект Ленина, 1в, e-mail: 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 used literature (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 – *Ордокова Ф. М.*
Технический редактор – *Казаков В. Ю.*
Перевод – *Гоова Ф. И.*
Вёрстка – *Рулёва И. В.*

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В. М. КОКОВА



Подписано в печать 21.06.2024 г. Дата выхода в свет 28.06.2024 г.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 17,0. 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@gambler.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