

Известия

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

Научно-практический журнал

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Izvestiya

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

Scientific and practical journal

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

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

EDITOR-IN-CHIEF:

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

ASSISTANTS CHIEF EDITOR:

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

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

EXECUTIVE EDITOR:

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Maksimov V.I. – Prof., Dr. Sci.,
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and
Biotechnology – MVA by K.I. Scryabin (Moscow, Russia)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Егорова Е. М., Таумурзаева Ф. Д., Степанян Е. И., Абрегов А. А. Применение биологически активных веществ для повышения эффективности культивирования ремонтантной земляники в условиях гидропоники.....	7
Князев Б. М., Князева Д. Б. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от влажности почвы в степной зоне.....	15
Назранов Х. М., Назранов Б. Х., Теммиев А. М. Влияние стимуляторов роста на продуктивность сливы.....	21
Расулов А. Р., Бесланев Б. Б., Калмыков М. М. Сравнительная оценка показателей роста и продуктивности плодовых культур на склоновых землях предгорной зоны Северного Кавказа.....	28
Хоконова М. Б., Иванова З. А., Тхазеплова Ф. Х. Влияние сроков поступления яблок на продолжительность хранения и сохраняемость продукции...	36
Шогенов Ю. М., Кишев А. Ю. Влияние индюшиного компоста на продуктивность и качество зерна кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии.....	42

ЗООТЕХНИКА И ВЕТЕРИНАРИЯ

Айсанов З. М., Тарчоков Т. Т., Абдулхаликов Р. З., Тлейнишева М. Г. Влияние инбридинга на скороспелость ремонтного молодняка голштинской породы.....	49
Тарчоков Т. Т., Приступа В. Н., Торосян Д. С., Савенков К. С., Рудометкина О. А. Современные технологии производства говядины.....	57
Умаров К. К. Сравнительная характеристика яиц при напольном и клеточном содержании кур-несушек.....	65

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Алоев В. З., Жирикова З. М. Применение концепции каучуковой высокоэластичности для описания термоусадки полимеризационно наполненных композитов.....	71
Апажев А. К., Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А. Изыскание способа обхода штамба дерева при обработке приствольных полос многолетних плодовых насаждений.....	79
Батыров В. И., Апхулов Т. М. Обоснование основных конструктивных и технологических параметров двухвалкового роторного измельчителя.....	87
Бекаров А. Д., Тешев А. Ш., Мишхожев В. Х., Бекаров Г. А., Габаев А. Х. Определение кинематических параметров вибратора конвейерной очистки комбайна	98
Джабоева А. С., Скрипин П. В., Баева А. А., Витюк Л. А. Применение витаминного премикса в производстве сметаны.....	105
Думанишева З. С., Кодзокова О. Т., Скрипин П. В. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии сахарного печенья.....	114
Созаева Д. Р. Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами.....	122

Сохроков А. М. Исследование динамических процессов тепло- и массопереноса сушки активным вентилированием	130
Хажметов Л. М., Хажметова А. Л., Мишхожев К. В. Акустическое распыливание жидкости: особенности конструкции распылителей и установок для обработки сельскохозяйственных культур	136
Хоконова М. Б. Разработка технологии пива с использованием пшеничных зернопродуктов	146
ЮБИЛЯРЫ	
Максимову Владимиру Ильичу – 75 лет	151

CONTENTS

AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

Egorova E.M., Taumurzaeva F.D., Stepanyan E.I., Abregov A.A. The use of biologically active substances to increase the efficiency of cultivation of repair strawberries in hydroponics conditions.....	7
Knyazev B.M., Knyazeva D.B. Symbiotic and photosynthetic activities of soybean plants depending on soil moisture in the steppe zone...	15
Nazranov Kh.M., Nazranov B.Kh., Temmoev A.M. Influence of growth stimulants on plum productivity.....	21
Rasulov A.R., Beslaneev B.B., Kalmykov M.M. Comparative assessment of the growth and productivity of fruit crops on the sloping lands of the foothill zone of the North Caucasus.....	28
Khokonova M.B., Ivanova Z.A., Tkhazeplova F.Kh. Influence of apple delivery time on storage life and storage products.....	36
Shogenov Yu.M., Kishiev A.Yu. Influence of turkey compost on the productivity and quality of corn grain in the foothill zone of the Kabardino-Balkaria.....	42

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Aisanov Z.M., Tarchokov T.T., Abdulkhalikov R.Z., Tleynsheva M.G. Influence of inbreeding on the early maturity of replacement young Holstein breed.....	49
Tarchokov T.T., Pristupa V.N., Torosyan D.S., Savenkov K.S., Rudometkina O.A. Modern beef production technologies.....	57
Umarov K.K. Comparative characteristics of eggs with floor and cellular content of laying hens.....	65

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Aloev V.Z., Zhirikova Z.M. Application of concept of rubber high elasticity for description of heat shrinkage of polymerisationally filled composites.....	71
Apazhev A.K., Egozhev A.M., Polischuk E.A., Egozhev A.A. Searching for a method of bypassing a tree stone when processing ground strips of permanent fruit plants	79
Batyrov V.I., Apkhudov T.M. Justification of the main structural and technological parameters of the twin-roll rotary grinder.....	87
Bekarov A.D., Teshev A.Sh., Mishkhozhev V.Kh., Bekarov G.A., Gabaev A.Kh. Determination of the parameters of the kinematics of the vibrator of the conveyor cleaning of the combine	98
Dzhaboeva A.S., Skripin P.V., Baeva A.A., Vityuk L.A. The use of vitamin premix in the production of sour cream.....	105
Dumanisheva Z.S., Kodzokova O.T., Skripin P.V. Use of products of plant raw processing in sugar biscuit technology.....	114

Sozaeva D.R. Development of technology for the production of biscuits enriched with dietary fiber.....	122
Sokhrokov A.M. Study of the dynamic processes of heat and mass transfer of drying by active ventilation.....	130
Khazhmetov L.M., Khazhmetova A.L., Mishkhozhev K.V. Acoustic liquid spraying: design features of sprayers and plants for processing agricultural crops.....	136
Khokonova M.B. Development of beer technology using wheat grain products.....	146

ANNIVERSARIES

Maksimov Vladimir Il'ich is 75 years old.....	151
---	------------

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

Научная статья

УДК 634.75:631.81.589.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-7-14

**Применение биологически активных веществ для повышения
эффективности культивирования ремонтантной земляники
в условиях гидропоники**

Елена Михайловна Егорова^{✉1}, Фарида Даутовна Таумурзаева²,

Елена Иналовна Степанян³, Адам Арсенович Абрегов⁴

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

³Институт экологии горных территорий имени А. К. Темботова РАН, ул. И. Арманд, 37а,
Нальчик, Россия, 360051

⁴ООО «Клубничная Поляна Плюс», ул. Лермонтова, 15, Нарткала, Россия, 361332

^{✉1}conf200606@inbox.ru

Аннотация. Данная работа посвящена изучению действия биологически активных веществ (Витазим, Этамон, Циркон, Максифол Рутфарм, Корневин) на основные показатели роста и развития земляники ремонтантной в условиях гидропоники. Основная проблема гидропонного выращивания – переувлажнение субстрата, которое приводит к неблагоприятным последствиям, в частности к нарушению аэробного дыхания корней, их загниванию и отмиранию, а также к дефициту энергии для обеспечения процессов жизнедеятельности. Применение биологически активных веществ улучшает развитие корней, повышает стрессоустойчивость и увеличивает урожайность растений. Цель исследований – изучение эффективности применения биологически активных препаратов, которые, по заявлению производителей, стимулируют корнеобразование, увеличивают урожай, повышают устойчивость к стрессовым условиям, возникающим при выращивании земляники на кокосовой копке методом гидропоники. Использование препаратов, а особенно Витазима и Максифола Рутфарма, привело к лучшему развитию корневой системы, формированию оптимального индекса листовой поверхности, повышению урожайности и выхода стандартной продукции по сравнению с контрольными и другими вариантами опыта. Наихудшие, но, тем не менее, достоверные по сравнению с контрольным вариантом результаты, дало применение препаратов Корневин и Циркон.

Ключевые слова: земляника, гидропоника, биологически активные вещества, Витазим, Максифол Рутфарм, Корневин, Циркон, Этамон

Для цитирования. Егорова Е. М., Таумурзаева Ф. Д., Степанян Е. Н., Абрегов А. А. Применение биологически активных веществ для повышения эффективности культивирования ремонтантной земляники в условиях гидропоники // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 7–14. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-7-14

Original article

The use of biologically active substances to increase the efficiency of cultivation of repair strawberries in hydroponics conditions

Elena M. Egorova^{✉1}, Farida D. Taumurzaeva², Elena I. Stepanyan³, Adam A. Abregov⁴

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

³Institute of Ecology of Mountain Territories, A.K. Tembotov RAS, Nalchik, 37a I. Armand street, Nalchik, Russia, 360051

⁴LLC "Strawberry Polyana Plus", 15 Lermontova street, Nartkala, Russia, 361332

^{✉1}conf200606@inbox.ru

Abstract. This work is devoted to the study of the effect of biologically active substances (Vitazim, Etamon, Zircon, Maxifol Rutfarm, Kornevin) on the main indicators of growth and development of remontant strawberries in hydroponics. The main problem of hydroponic cultivation is waterlogging of the substrate, which leads to adverse consequences, in particular to disruption of aerobic respiration of the roots, their rotting and dying, as well as to a shortage of energy to ensure life processes. The use of biologically active substances improves root development, increases stress resistance and increases plant yield. The purpose of the research is to study the efficiency of the use of biologically active drugs, which, according to manufacturers, stimulate root formation, increase yield, increase resistance to stressful conditions that arise when growing strawberries on coconut copra by hydroponics. The use of drugs, and especially Vitazim and Maxifol Rutpharm, led to better development of the root system, formation of optimal, increased yield and yield of standard products compared with control and other variants of the experiment. The worst, but nevertheless reliable results compared to the control variant, were given by the use of drugs Kornevin and Zircon.

Keywords: strawberries, hydroponics, biologically active substances, Vitazim, Maxifol Rutpharm, Kornevin, Zircon, Etamon

For citation. Egorova E.M., Taumurzaeva F.D., Stepanyan E.N., Abregov A.A. The use of biologically active substances to increase the efficiency of cultivation of remontant strawberries in hydroponics. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):7–14. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-7-14

Введение. Выращивание земляники садовой в защищенном грунте в промышленных масштабах – новая отрасль на территории РФ. В нашей стране низкое потребление земляники, хотя каждому человеку необходимо ежегодно съедать не менее 2-3 кг этих ягод. Ценно и то, что земляника созревает сравнительно рано, когда в нашей зоне выбор свежей ягодной продукции в открытом грунте весьма ограничен [1]. Поскольку площадь теплиц с малообъемной гидропоникой из года в год увеличивается, важно уделять особое внимание внедрению дополнительных элементов, улучшающих жизнедеятельность растений, рост, развитие, повышающих их урожайность и качество.

В условиях малообъемной гидроponики корневые системы выращиваемых культур, ограниченные в пространстве, часто оказываются в ус-

ловиях переувлажнения субстрата, что приводит к угнетению аэробного и усилению анаэробного дыхания корней и существенно угнетает растения. Проблема активизации процесса аэробного дыхания в условиях избыточной влажности явилась основанием для подбора биологически активных веществ, действие которых направлено на повышение стрессоустойчивости растений, улучшение состояния их корней [2].

Одним из важнейших резервов в повышении урожайности земляники является научно обоснованное применение регуляторов роста растений [3]. В работах Егоровой Е. М. подтверждается высокая эффективность витаминов и других биологически активных веществ при выращивании огурца на минеральной вате в условиях малообъемной гидроponики [4].

Основные типы природных стимуляторов роста растений – это ауксины, гиббереллины и цитокинины. В настоящее время отечественными и зарубежными производителями выпускается ряд синтетических веществ аналогичного действия. Согласно регламенту применения, некоторые из них оказывают не только стимулирующее действие на растения, в том числе на корневую систему, но и повышают их стрессоустойчивость [5]. Опыт культивирования клеток и тканей в «*in vitro*» выявил благотворное влияние на формирование и функционирование корневой системы ряда витаминов [6], которые наряду с регуляторами роста растений включены в состав препаратов.

Цель исследования – изучение влияния биологически активных веществ (БАВ) на рост и развитие земляники ремонтантной, ее урожайность и качество ягод.

Методы проведения работ. Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись согласно методике, принятой в агрономии. Задачи наших исследований состояли в изучении влияния БАВ на вегетативное, генеративное развитие, развитие корневых систем, урожайность и качество ягод.

Опыт закладывался по следующей схеме:

1. Этамон 0,004%.
2. Циркон 0,02%.
3. Витазим 0,2%.
4. Максифол Рутфарм 0,2%.

5. Корневин 0,1%.

6. Контроль (пролив стандартным питательным раствором).

Экспериментальная база. Исследования проводились в течение двух лет в условиях КФХ «Клубничная Поляна Плюс» (г. Нарткала, КБР). Первый год – от посадки на маты (июль 2020 года) до окончания эксплуатации земляники (июнь 2021 года) с перерывом на зимний период. И, аналогично, во второй год – с июля 2021 по июнь 2022 года. Полученные данные обрабатывались статистически [7, 8]. В работе приведены средние данные для двух циклов культивирования земляники ремонтантной «Ирма».

Исследуемые биологически активные вещества мы добавляли к стандартным питательным растворам макро- и микроэлементов минерального питания для земляники по этапам развития. Во всех вариантах опыта проводилось по 5 внесений изучаемых препаратов с июля до середины сентября 2020 и 2021 годов и по 6 внесений с начала марта по май 2021 и 2022 годов включительно с периодичностью 1 раз в 2 недели. Итого – по 11 внесений за период выращивания культуры.

Результаты исследования. Начальные учеты действия изучаемых препаратов выполнялись через 2 недели после их первого применения (июль 2020 и 2021 гг.). Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние вариантов опыта на вегетативный рост растений
(в начале вегетации)

Table 1. Influence of experience variants on vegetative plant growth
(at the beginning of the growing season)

Показатели Варианты опыта	Высота растений, см	Количество листьев, шт/растение	Средний диаметр листа, см	Средняя площадь одного листа, см ²	Средняя площадь листьев на 1 растение, дм ²	Индекс листовой поверхности
Корневин	22,3	5	18	126	6,3	0,54
Максифол Рутфарм	26,7	6	21	176,5	10,6	0,9
Витазим	28	6	20,7	172,5	10,4	0,88
Циркон	22	5	18,2	131	6,6	0,56
Этамон	24,7	6	20	148,5	8,9	0,76
Контроль	20	5	15,3	90,5	4,5	0,38
НСР ₀₅	1,8	1	2,3	14,5	0,9	0,12

Как видно из данной таблицы, наиболее эффективно применение Витазима и Максифола Рутфарма. Хорошие результаты показал Этамон, а препараты Корневин и Циркон оказались менее эффективны. Индекс листовой поверхности на фоне применения Витазима и Максифола Рутфарма близок к 1. Таким образом, уже в начале вегетации состояние ассимиляционного аппарата приблизилось к оптимальному для растений земляники (1,0-1,3). В контроле этот показатель примерно вдвое меньше (0,38).

Гидропонная технология предполагает эффективное использование всего доступного объема субстрата. Актуальным становится лучшее развитие корневой системы, следовательно, ее наибольшая работоспособность. Результаты наблюдений за формированием корневой системы по вариантам опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2. Формирование корневой системы по вариантам опыта

Table 2. Formation of the root system according to the experience options

Показатели Варианты опыта	Количество корешков, шт/дм ² боковой поверхности мата	Состояние корней, в баллах
Корневин	78	2
Максифол Рутфарм	98	4
Витазим	112	4
Циркон	68	2
Этамон	82	3
Контроль	54	1
НСР ₀₅	11	

Примечание: 1 балл – корешки очень тонкие, без визуально различимых корневых волосков, коричневатые, рано отмирающие;
2 балла – корешки тонкие, желтоватые, но жизнеспособные, без визуально различимых корневых волосков или с редкими корневыми волосками;
3 балла – корешки более прочные, в средней степени с визуально различимыми корневыми волосками, белые или немного желтоватые, кончики корней рано прекращают рост и могут темнеть;
4 балла – корешки прочные, белые, с густыми белыми корневыми волосками.

Анализ результатов показал, что наибольшая эффективность применения БАВ была достигнута на фоне Витазима и Максифола Рутфарма. Хороший результат на фоне применения Этамона. Эффективность Циркона и Корневина, по сравнению с другими БАВ, наименьшая, но позитивная разница является достоверной.

Ускоренное формирование мощного листового аппарата и хорошее развитие корневой системы улучшают водный режим растений, минеральное питание, что помогает им лучше проявить себя и в генеративном развитии. Данные учета генеративного развития приведены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние вариантов опыта на генеративное развитие растений
Table 3. Influence of experience variants on generative development of plants

Показатели Варианты опыта	Количество завязей на 1 цветоносе, шт	Количество цветоносов, шт/мат	Количество завязей, шт/мат
Корневин	6	20	120
Максифол Рутфарм	8	22	176
Витазим	8	23	184
Циркон	6	20	120
Этамон	7	21	147
Контроль	5	18	90
НСР ₀₅	1,2	1,7	13,5

Наилучшее влияние на формирование генеративных органов оказали препараты Максифол Рутфарм и Витазим. Это связано с тем, что именно на фоне этих БАВ были лучше сформированы вегетативные органы земляники. Корневин и Циркон оказали наименьшее влияние, но, тем не менее, положительное и существенно отличающееся от контроля.

Данные учета урожая и качества ягод приведены в таблицах 4 и 5.

Урожай земляники учитывался в период с конца августа 2020 года до начала июня 2021 года и с конца августа 2021 года до начала июня 2022 года. Весь урожай по вариантам опыта собирался в отдельные ящики, сортировался на «стандарт» и «не стандарт», взвешивался по сортам. Определялись средние показатели за два года исследований.

Таблица 4. Влияние изучаемых препаратов
на продуктивность растений
земляники ремонтантной**Table 4.** The effect of the studied drugs
on the productivity of strawberry plants

Показатели Варианты опыта	Масса урожая по сортам		Общая масса урожае, кг/м ²
	первый сорт, кг/м ²	второй сорт, кг/м ²	
Корневин	3,5	2,1	5,6
Максифол Рутфарм	5,2	1,1	6,3
Витазим	5,7	0,7	6,4
Циркон	3,6	1,9	5,5
Этамон	4,1	1,7	5,8
Контроль	3	2,1	5,1
НСР ₀₅			0,32

Таблица 5. Влияние изучаемых препаратов
на качество продукции**Table 5.** The influence of the studied drugs
on the quality of products

Показатели Варианты опыта	Общая масса урожае, кг/м ²	Распределение продукции по сортам качества, в %	
		первый сорт	второй сорт
Корневин	5,6	63	37
Максифол Рутфарм	6,3	83	17
Витазим	6,4	89	11
Циркон	5,5	65	35
Этамон	5,8	71	29
Контроль	5,1	60	40
НСР ₀₅	0,32		

Наилучшая прибавка по продуктивности наблюдалась на фоне Витазима (25% по сравнению с контролем). Препарат способствовал большему выходу стандартной продукции 1 сорта. Максифол Рутфарм дал 24%-ю прибавку урожая. Средний результат получен на фоне Этамона, прибавка в урожае на 13% выше по сравнению с контролем. Хуже проявили себя Циркон и Корневин, увеличение продуктивности составило 8,4% и 8,5% соответственно.

Оценка органолептических свойств ягод по вариантам опыта была проведена путем дегустации по 5-балльной шкале.

Применение БАВ способствовало существенному повышению содержания сахара в ягодах по сравнению с контролем. Далее приведена таблица по содержанию сахара и органолептической характеристике продукции (табл. 6).

Таблица 6. Влияние вариантов опыта
на содержание сахара в ягодах
и органолептические свойства ягод**Table 6.** The influence of experimental variants
on the sugar content in berries and the organoleptic
properties of berries

Показатели Варианты опыта	содер- жание сахара, %	Органолептические свойства, балл
Корневин	9,5	3
Максифол Рутфарм	10,8	5
Витазим	10,9	5
Циркон	9,6	3
Этамон	10,2	4
Контроль	8,7	3
НСР ₀₅	0,52	

Примечание: 1 балл – ягоды кислые, плотные, со слабым ароматом, неравномерно окрашенные;
2 балла – ягоды кислые, со слабым ароматом, консистенция неравномерная;
3 балла – ягоды кисло-сладкие, плотные, аромат слабый;
4 балла – ягоды сладкие, умеренно плотные, ароматные, равномерно окрашенные;
5 баллов – ягоды очень сладкие, умеренно плотные, с ярким ароматом, равномерно окрашенные.

Варианты опыта с использованием Витазима и Максифола Рутфарма по накоплению сахара в ягодах показали наилучшие результаты по сравнению с контролем, 10,9% и 10,8% соответственно, что на 2,2% и 2,1% больше контроля. Ягоды очень ароматные, в меру плотные, внутри нет твердого стержня, прожилок. При этом отмечено некоторое различие в эффекте применения этих препаратов. У ягод на фоне применения Витазима более яркий вкус земляники по сравнению с ягодами в варианте с применением Максифола Рутфарма, но у последних сильнее аромат.

В варианте с применением Этамона ягоды слаще контроля. Отмечено повышение содержания сахара на 1,5% по сравнению с контролем, что больше НСР₀₅.

На фоне применения Корневина и Циркона наблюдалось повышение содержания сахара на 0,8% и 0,9% соответственно, что также больше НСР₀₅.

Таким образом, систематическое применение Витазима и Максифола Рутфарма при выращивании земляники на гидропонике повышает ее продуктивность, улучшает вкус ягод, обеспечивает больший выход стандартной продукции. В меньшей степени улучшение показателей происходит на фоне Этамона. Еще меньший, но достоверно положительный результат показали Циркон и Корневин.

Выводы. Проведенные нами исследования по изучению влияния БАВ на показатели роста и развития, а также урожайности земляники ремонтантной позволили сделать следующие выводы:

1. На вегетативное развитие растений земляники наибольшее влияние оказали Витазим

и Максифол Рутфарм. Однако Максифол Рутфарм проявил больший эффект на рост листьев, а Витазим – на развитие корней. Наименьшее влияние, по сравнению с другими вариантами опыта, но существенно улучшающее контроль, оказали препараты Циркон и Корневин.

2. Наибольшее положительное влияние на рост и развитие оказали препараты Максифол Рутфарм и Витазим, так как на фоне их применения наблюдалось хорошее формирование корневой системы и листового аппарата. Препараты Корневин и Циркон оказали наименьшее влияние.

3. Наилучшее влияние на урожайность и качество ягод оказали препараты Максифол Рутфарм и Витазим, а наименьшее – Корневин и Циркон.

4. Применение препаратов Максифол Рутфарм и Витазим улучшает качество ягод земляники. В меньшей степени улучшение наблюдалось на фоне применения Этамона. Еще меньший, но существенный эффект оказывают Циркон и Корневин.

Список литературы

1. Понамарева Я. В. Влияние регуляторов роста растений на всхожесть семян и развитие земляники садовой в технологии гидропонике // Роль и значение науки и техники для развития современного общества: сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 15 октября 2017 г. 2017. С. 39–42.
2. Галиулина А. А. Влияние регуляторов роста растений на рост и развитие земляники // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 87. С. 11–13.
3. Ступина А. Ю. Особенности регуляции продукционного процесса земляники садовой // Современное садоводство. 2018. № 4. С. 54–60.
4. Егорова Е. М. Эффективность применения витаминов в питании огурца в закрытом грунте // Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки: материалы V Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2009.
5. Егорова Е. М. Эффективность биологически активных веществ при выращивании огурцов // Аграрная наука. 2013. № 11. С. 20–21.
6. Бутенко Р. Г. Биология культивируемых клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе. Москва: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
7. Лебедько Е. Я. Биометрия в MS Excel: учебное пособие. Москва: Лань, 2018. 593 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Книга по требованию, 2012. 352 с.

References

1. Ponamareva Ya.V. The influence of plant growth regulators on seed germination and the development of garden strawberries in hydroponics technology. *Rol' i znachenie nauki i tekhniki dlya razvitiya*

sovremennogo obshchestva [The role and importance of science and technology for the development of modern society]: *sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ufa. 2017. Pp. 39–42. (In Russ.)

2. Galiulina A.A. The influence of plant growth regulators on the growth and development of strawberries. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008;(87):11–13. (In Russ.)

3. Stupina A.Yu. Features of regulation of the production process of strawberry. *Contemporary horticulture*. 2018;(4):54–60. (In Russ.)

4. Egorova E.M. The effectiveness of the use of vitamins in the nutrition of cucumbers in closed ground. *Aktual'nye i novye napravleniya selsko-hozyaystvennoy nauki* [Actual and new directions of agricultural production sciences]: *Materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoi konferencii, Vladikavkaz*, 2009. (In Russ.)

5. Egorova E.M. Efficiency of biological active substances at cucumber growing efficiency of biological active substances at cucumber growing. *Agrarian Science*. 2013;(11):20–21. (In Russ.)

6. Butenko R.G. *Biologiya kul'tiviruyemykh kletok vysshikh rasteniy invitro i biotekhnologii na ikh osnove* [Biology of cultured cells of higher plants invitro and biotechnology based on them]. Moscow: FBK-Press, 1999. 160 p. (In Russ.)

7. Lebedko E.Ya. *Biometriya v MSeXel*. [Biometrics in MS Excel]: *uchebnoe posobie*. Moscow: Lan', 2018. 593 p. (In Russ.)

8. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: *Kniga po trebovaniyu*, 2012. 352 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Егорова Елена Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 806839

Степанян Елена Иналовна – инженер-исследователь лаборатории геоботанических исследований, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, SPIN-код: 9426-4222, Author ID: 1093186

Таумурзаева Фарида Даутовна – студент, направление подготовки «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Абрегов Адам Арсенович – агроном ООО «Клубничная Поляна Плюс»

Information about the authors

Elena M. Egorova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 806839

Elena I. Stepanyan – Research Engineer of the Laboratory of Geobotanical Research Institute of Ecology of Mountain Territories named after A.K. Tembotov Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 9426-4222, Author ID: 1093186

Farida D. Taumurzaeva – Student of the direction of preparation "Agronomy", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Adam A. Abregov – Agronomist LLC "Strawberry Polyana Plus"

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 14.11.2022;
одобрена после рецензирования 02.12.2022;
принята к публикации 07.12.2022.*

*The article was submitted 14.11.2022;
approved after reviewing 02.12.2022;
accepted for publication 07.12.2022.*

Научная статья

УДК 633.853.52:631.432.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20

**Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои
в зависимости от влажности почвы в степной зоне****Борис Музакирович Князев^{✉1}, Хусен Мухамедович Назранов²,****Диана Борисовна Князева**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}konf07@mail.ru²nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Аннотация. В работе изучено влияние уровня обеспеченности влагой растений сои в период формирования элементов продуктивности. Исследования проводились в степной зоне Кабардино-Балкарии в 2020-2022 гг. Урожайность сои зависит от количества продуктивных растений на единицу площади перед уборкой и массой семян одного растения. Независимо от способа посева, когда оптимальная густота стояния растений позволяет формировать на каждом растении не менее 8-10 г семян, это обеспечивает получение урожая в пределах 2,4-2,6 т/га с хорошими технологическими свойствами. Чем больше бобов формируется на растениях, тем больше семян, характеризующих величину будущего урожая. Когда почва обеспечена достаточным количеством влаги, начиная с момента посева, заканчивая формированием бобов и семян, следует ожидать получения высокого урожая. Особенно это проявляется в зонах с недостаточным увлажнением, когда в период цветения – формирования семян наблюдается недостаток влаги, высокая атмосферная температура, то есть засуха может существенно снизить урожайность. В благоприятном 2021 году, когда количество осадков обеспечивало потребность растений сои во влаге, основные показатели элементов продуктивности повышались. При этом величина урожайности составила не менее 2,2 т/га.

Ключевые слова: соя, элементы продуктивности, климат, урожайность, качество семян

Для цитирования. Князев Б. М., Назранов Х. М., Князева Д. Б. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от влажности почвы в степной зоне // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 15–20.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20

Original article

**Symbiotic and photosynthetic activities of soybean plants depending
on soil moisture in the steppe zone****Boris M. Knyazev^{✉1}, Nazranov Kh.M.², Diana B. Knyazeva**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030^{✉1}konf07@mail.ru²nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Abstract. In the work the influence of the level of moisture supply of soybean plants during the formation of productivity elements was studied. The studies were carried out in the steppe zone of Kabardino-Balkaria in 2020-2022. The yield of soybean depends on the number of productive plants per unit area before harvesting and the weight of seeds per plant. Regardless of the sowing method, when the optimal plant density allows the formation of at least 8-10 g of seeds on each plant, this ensures a yield of 2.4-2.6 t/ha with good technological properties.

The more beans are formed on plants, the more seeds characterize the size of the future harvest. When the soil is provided with sufficient moisture, from the moment of sowing, ending with the formation of beans and seeds, high yields should be expected. This is especially evident in areas with insufficient moisture, when during the period of flowering – seed formation there is a lack of moisture, the atmospheric temperature is high, that is, drought can significantly reduce yields. In 2021, when the amount of precipitation provided the moisture needs of soybean plants, the main indicators of productivity elements increased. At the same time, the yield value was 2.2 t/ha at least.

Keywords: soybean, productivity elements, climate, productivity, seed quality

For citation. Knyazev B.M., Nazranov Kh.M., Knyazeva D.B. Symbiotic and photosynthetic activities of soybean plants depending on soil moisture in the steppe zone. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):15–20. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20

Введение. Для получения высоких урожаев семян сои необходимо соблюдать выполнение всех приёмов технологии с учётом биологических особенностей этой культуры. Независимо от сортовых особенностей создание оптимальных условий на весь период вегетации растений обеспечит формирование элементов продуктивности с высокими показателями.

Так как величина урожая сои зависит от количества бобов на каждом растении, с учётом климатических условий региона следует определить оптимальную густоту стояния растений на гектаре. Зона недостаточного увлажнения характеризуется высокой атмосферной температурой в вегетационный период и недостатком влаги в почве, что негативно сказывается на продуктивности растений.

Вегетационный период сои составляет 110-130 дней. Отмечают фазы всходов, ветвления, бутонизации, цветения и созревания. Обеспеченность растений при прохождении этих фаз питательными элементами и влагой является определяющим фактором получения высоких урожаев семян [1, 2].

Период от посева семян до появления всходов очень важен для формирования будущего урожая. Хорошо подготовленная почва, наличие в почве влаги для набухания и прорастания семян способствуют появлению дружных всходов планируемой густоты стояния растений. В течение цветения и образования плодов продолжает интенсивно нарастать листовая поверхность. Одновременно снизу вверх поярусно происходят цветение и завязывание плодов. Фотосинтетическая и симбиотическая деятельность в

это время характеризуются наибольшей интенсивностью.

Все показатели элементов продуктивности растений зависят как от минерального питания, так и от климатических условий. Влажность почвы и температура атмосферы существенно влияют на величину будущего урожая, так как недостаток влаги в почве негативно влияет на весь процесс формирования корневой системы, на образование клубеньковых бактерий, от которых зависит количество фиксируемого азота воздуха в симбиозе с растениями. Снижаются показатели фотосинтетической деятельности: площадь листовой поверхности, чистая продуктивность фотосинтеза, накопление сухой массы. Всё это в комплексе определяет будущий урожай, его количество и качество [1, 3, 4].

Исходя из вышеизложенного, перед нами была поставлена цель изучить зависимость показателей элементов продуктивности и величины урожая сои от климатических условий (влажность почвы, температура) разных годов исследований в зоне недостаточного увлажнения.

Цель исследования – изучить влияние климатических условий на рост, развитие и формирование элементов продуктивности сои в степной зоне Кабардино-Балкарии.

В задачи исследований входило:

1. Определить состояние всходов в разные годы, отличающиеся климатическими условиями.
2. Сравнить элементы продуктивности растений сои в зависимости от обеспеченности влагой в период вегетации.

3. Изучить особенности формирования и деятельность фотосинтетического и симбиотического аппаратов в разные годы исследований.

4. Сравнить величину урожая семян сои, выращенной в разных климатических условиях.

5. Дать экономическую оценку выращивания сои в зоне недостаточного увлажнения.

Материалы и методика. Сорта сои с ограниченным вегетативным ростом, а это чаще наблюдается в зоне недостаточного увлажнения, формируют меньшее число узлов на растении. Однако они могут быть урожайными, если цветки и плоды не попадут в условия недостаточного количества влаги, плохого развития клубеньков или других лимитирующих факторов. Следовательно, период цветения и образования плодов является критическим в формировании урожая семян сои. Технологические приёмы должны в это время поддерживать фотосинтетическую деятельность растений на высоком уровне.

Рост бобов у сои продолжается 15-18 дней. Интенсивно растут створки бобов, масса которых становится максимальной к концу периода. Семена к этому времени по сухой массе составляют около 50%, прироста вегетативных органов не отмечается, все продукты фотосинтеза оттекают в плоды. Однако следует учесть, что при дефиците влаги в почве все показатели по формированию бобов и семян будут значительно ниже [5, 6].

Налив семян продолжается в среднем 15-20 дней. Из всех органов растений только семена увеличиваются в размерах, особенно при оптимальной влажности почвы, что является проблемой для зоны недостаточного увлажнения.

Для изучения влияния климатических условий на формирование элементов продуктивности и урожая семян сои нами были определены следующие варианты опыта:

1-й вариант – сравнение физиологических процессов прорастания семян в разные годы исследований.

2-й вариант – зависимость показателей фотосинтетической и симбиотической деятельности растений от климатических условий года.

3-й вариант – влияние климатических условий на формирование элементов продуктивности и величину урожая сои.

Климатические условия в 2020 и 2021 годах исследований:

- количество осадков 340-356 мм в период вегетации;

- сумма активных температур – 2215-2254°C;

2022 год:

- количество осадков в период вегетации – 263 мм;

- сумма активных температур – 3437°C.

Исследования проводились в фирме ООО «Отбор» Прохладненского района в 2020-2022 годах. Почва опытного участка обыкновенный чернозём, содержание фосфора низкое, калия – высокое, pH около 7. Посев проводили из расчёта 350 тыс. семян на гектар, способ посева широкорядный, срок посева конец апреля. Объектом исследований был сорт Вилана.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и анализы. Определяли состояние всходов, формирование элементов продуктивности, фотосинтетическую деятельность, фиксированный атмосферный азот, высоту прикрепления нижнего боба, число бобов и семян одного растения, урожайность и качество семян.

Фотосинтетическую деятельность растений определяли по методу А. А. Ничипорovichа, симбиотическую – Г. С. Посыпанова. Полученные данные подвергли математической обработке по Б. Доспехову [7, 8].

Результаты и обсуждение. В период формирования и созревания семян определяющую роль играет, кроме обеспеченности растений элементами питания и соблюдения приёмов технологий, обеспеченность растений влагой, когда периодически наблюдаются засухи и суховеи. Соя, хотя относительно засухоустойчивая культура, в период цветения и налива семян нуждается в наличии в почве влаги, притом достаточного количества. Кроме всего влага непосредственно является одним из основных факторов, определяющих формирование симбиотического аппарата.

К воздушной засухе, под влиянием которой цветки и плоды опадают, растения сои очень чувствительны. Для получения высоких урожаев семян особое внимание следует уделить созданию и регулированию требуемого теплового, водного, воздушного и пищевого режимов по периодам вегетации. Начиная с момента прохождения межфазного

периода налив семян – созревание, растения не очень нуждаются в обильном обеспечении влагой и элементами питания, хотя без этих факторов невозможно получить полноценные семена с высокими показателями физических и химических свойств [1, 6, 9].

В период проведения исследований (2020-2022 гг.) климатические условия в степной зоне Кабардино-Балкарии были разными. 2020 и 2021 годы были более благоприятными и оптимальными, чем 2022 год, когда пе-

риодически наблюдались засухи, количество осадков было ниже среднегодовых. Естественно, что в таких условиях растения сои были более угнетённые, показатели элементов продуктивности ниже, чем в 2020 и 2021 годы.

Отсутствие осадков в период цветения-формирования бобов и семян негативно повлияло на общую продуктивность сои. В таблице 1 приводятся данные, полученные в результате наших наблюдений и анализов.

Таблица 1. Формирование элементов продуктивности сои в зависимости от климатических условий года
Table 1. Formation of soybean productivity elements depending on the climatic conditions

Показатели	Полевая всхожесть, %	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Количество фиксированного азота воздуха, кг/га	Масса активных клубеньков, кг/га	Число семян, шт/раст.	Масса семян, г/раст.	Урожайность, т/га
2020 год – климатические условия близки к многолетним	87,2	30,74	3,0	42,3	40,5	50,4	7,6	2,0
2021 год – климатические условия лучше многолетних	90,3	31,9	3,3	45,6	44,8	53,8	8,2	2,2
2022 год – климатические условия ниже среднегодовых	78,6	28,4	2,6	36,7	35,9	42,7	5,6	1,6
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	-	-	0,19

При проведении анализов было обнаружено, что растения, выращенные в разных климатических условиях, характеризовались разным уровнем продуктивности.

Величина полевой всхожести семян показывает, насколько почва соответствует набуханию и прорастанию семян. С учётом климатических условий в 2020 и 2021 годах, когда полевая всхожесть была в пределах 90%, влажность почвы способствовала появлению дружных всходов, а в 2022 году период появления всходов был на 2 дня дольше, и полевая всхожесть составила всего 78,6%.

Влияние количества осадков на фотосинтетическую и симбиотическую деятельность растений сои, в зависимости от климатических

условий года, чётко показывает, что наиболее благоприятными годами были 2020 и 2021. Площадь листьев и чистая продуктивность фотосинтеза в эти годы находились в пределах, соответственно, 31-32 тыс. м²/га и 3,0-3,3 г/м² в сутки. Что касается более засушливого 2022 года, то эти показатели составили 28,4 тыс. м²/га и 2,6 г/м² в сутки [3, 4].

Аналогичные данные получены по симбиотической деятельности растений. В более благоприятные годы (2020 и 2021 гг.) количество фиксированного азота составило 42,3-45,6 кг/га, масса активных клубеньков – 40,5 и 44,8 кг/га. В 2022 году при недостатке влаги в почве фиксированной азот воздуха составил 36,7 кг/га, а активных клубеньков – 35,9 кг/га.

Климатические условия в разные годы исследований повлияли и на формирование структуры урожая. Число и масса семян одного растения в 2020 и 2021 годах составили, соответственно, 50,4-50,8 штук и 7,6-8,2 г на растение. В 2022 году эти показатели были равны 42,7 штук и 5,6 г на растение. Соответственно и величина урожая семян в 2020 и 2021 годы была больше на 0,4-0,6 т/га.

Следует также отметить, что высота прикреплённого нижнего боба по всем вариантам находилась в пределах 11-14 см, что очень важно при уборке, чтобы на поле не оставались после среза растений нижние бобы, так как это потери части урожая [1, 3].

Таким образом, результаты исследований показали, что для получения урожая семян сои не менее 2,0-2,5 т/га необходимо обеспечить растения достаточным количеством влаги, чтобы появились дружные всходы, нарастали надземные массы и формировали

высокий урожай. Особенно это необходимо в межфазный период цветения – формирование и налив семян. Кроме того, хорошая увлажнённость почвы способствует образованию симбиотического аппарата для фиксации азота атмосферы, чтобы растения перешли на симбиотрофный тип питания азотом, сэкономив минеральный азот. Соблюдение приемов технологии возделывания сои и проведение их своевременно и качественно даёт экономический эффект в пределах 25-30 тыс. руб. с гектара.

Выводы. Благоприятные климатические условия в период вегетации растений обеспечивают формирование высоких урожаев сои без дополнительных затрат. В условиях степной зоны (зона недостаточного увлажнения) желательно проводить посев семян из расчёта 350 тыс. штук на гектар, чтобы избежать недостатка влаги растениями при неблагоприятных климатических условиях.

Список литературы

1. Калмыков А. В., Князев Б. М. Совершенствование технологии возделывания сои для повышения продуктивности и качества семян // *Зерновое хозяйство*. 2008. № 3. С. 17–18.
2. Назарова А. А., Князев Б. М. Физиологические процессы прорастания семян зернобобовых культур и их влияние на продуктивность растений // *Труды Кубанского ГАУ*. 2018. № 75. С. 81–85.
3. Князева Д. Б., Князев Б. М. Эффективность применения регуляторов роста растений на посевах сои в зоне недостаточного увлажнения // *Труды Кубанского ГАУ*. 2020. № 86. С. 59–63.
4. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений. Москва: АН СССР, 1983. С. 50–90.
5. Князева Д. Б., Князев Б. М. Симбиотическая активность и продуктивность сои в зависимости от применения фосфорных удобрений // *Труды Кубанского ГАУ*. 2021. № 93. С. 127–130.
6. Князева Д. Б., Шхагапсоева З. З., Князев Б. М. Формирование урожая семян сои в зависимости от густоты стояния растений // *Труды Кубанского ГАУ*. 2021. № 88. С. 79–83.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 350 с.
8. Посыпанов Г. С. Биологический азот // *Сборник научных статей*. Москва: Высшая школа, 2006. С. 168–239.
9. Князева Д. Б., Князев Б. М. Источники азота в период формирования бобов и семян // *Труды Кубанского ГАУ*, 2021. № 90. С. 59–63.

References

1. Kalmykov A.V., Knyazev B.M. Improving the technology of soybean cultivation to improve the productivity and quality of seeds. *Zernovoye khozyaystvo* [Grain farming]. 2008;(3):17–18. (In Russ.)
2. Nazarova A.A., Knyazev B.M. Physiological processes of seeds germination of grain leguminous crops and their influence on the productivity of plants. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2018;(75):86–89. (In Russ.)
3. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Efficiency of using plant growth regulators on soybean crops in the zone of insufficient humidification of Kabardino-Balkaria. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2020;(86):63–67. (In Russ.)
4. Nichiporovich A.A. *O putyakh povysheniya produktivnosti fotosinteza rastenij* [On ways to increase the productivity of plant photosynthesis]. Moscow: ANSSSR, 1983. Pp. 50–90. (In Russ.)

5. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Symbiotic activity and productivity of soybeans depending on the use of phosphorus fertilizers. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(92):69–72. (In Russ.)
6. Knyazeva D.B., Shkhagapsoeva Z.Z., Knyazev B.M. Soybean seed yield formation depending on the plant standing density. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(88):79–83. (In Russ.)
7. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opy'ta* [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1985. 350 p.
8. Posypanov G.S. *Biologicheski jazot* [Biological nitrogen]: *sbornik nauchnykh statey*. Moscow: Vysshaya shkola, 2006. Pp. 168–239. (In Russ.)
9. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Sources of nitrogen during the formation of soybeans and seeds. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(90):59–63. (In Russ.)

Сведения об авторах

Князев Борис Музакирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 759117

Назранов Хусен Мухамедович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 392409

Князева Диана Борисовна – аспирант агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Boris M. Knyazev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 759117

Khusein M. Nazranov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 392409

Diana B. Knyazeva – Master's student of the Faculty 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 15.11.2022;
одобрена после рецензирования 05.12.2022;
принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 15.11.2022;
approved after reviewing 05.12.2022;
accepted for publication 12.12.2022.

Научная статья

УДК 634.222:631.52

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-21-27

Влияние стимуляторов роста на продуктивность сливы**Хусен Мухамедович Назранов[✉], Беслан Хусенович Назранов,****Алим Музафарович Теммиев**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030[✉]nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Аннотация. В работе дается анализ результатов исследований по оптимизации отдельных элементов минерального питания в агротехнике сливы сорта Кабардинская ранняя с учетом особенностей условий возделывания и сорта. Исследования проводились с 2020 по 2022 гг. в рамках договора на выполнение научно-исследовательской работы с ООО «ЛИГНОГУМАТ» – производителем гуминовых препаратов. В опытах в ходе вегетации сливы проводили четырехкратную листовую обработку препаратами Лигногуматом АМ, Гуматом+7 и Арголаном Аква с контролем обработкой водой. В ходе исследований было установлено, что первое опрыскивание в фазе цветения сразу дает эффект в виде значительного снижения сброса плодов. Это позволило в среднем повысить количество плодов с одного дерева на 12,1-15,4%. Под влиянием применения стимуляторов роста масса, а, следовательно, и размер плодов сливы увеличивались. В вариантах с использованием Арголана Аква масса плодов сливы увеличивалась на 13,4%. Обработка гуматами деревьев сливы значительно повлияла на качественные показатели продукции. Выход плодов высшего и первого сортов на лучшем варианте на 7,6% больше контрольного варианта. Лучший результат по эффективности биологических стимуляторов был получен на варианте с использованием Арголана Аква. Прирост продуктивности составляет в среднем 6,0 т/га по сравнению с контролем и на 11,7 и 16,4% выше вариантов с использованием Лигногумата АМ и Гумата+7. Повышение продуктивности от применения стимуляторов роста достигнуто за счет увеличения количества и массы слив с одного дерева. По итогам исследований рекомендуется использовать на сливах гуминовый препарат Арголан Аква для увеличения продуктивности и качественных показателей в условиях Центральной части Северо-Кавказского региона.

Ключевые слова: слива, гуминовый препарат, стимулятор роста, урожайность

Для цитирования. Назранов Х. М., Назранов Б. Х., Теммиев А. М. Влияние стимуляторов роста на продуктивность сливы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 21–27. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-21-27

Original article

Influence of growth stimulants on plum productivity**Khusein M. Nazranov[✉], Beslan Kh. Nazranov, Alim M. Temmiev**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030[✉]nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Abstract. The work provides an analysis of the results of studies on the optimization of individual elements of mineral nutrition in plum agricultural technology, taking into account the peculiarities of cultivation conditions and varieties. The studies were carried out from 2020 to 2022 as part of an agreement for the implementation of research work with LIGNOGUMAT LLC, a manufacturer of humic preparations.

In experiments in the course of plum vegetation, four-fold leaf treatment was carried out with Lignogumat AM, Gumat+7 and Argolan Aqua with control by water treatment. In the course of studies, it was found that the first spraying in the flowering phase immediately gives an effect in the form of a significant decrease in the discharge of fruits. This allowed an average increase in the number of fruits from one tree by 12.1-15.4%. Under the influence of the use of growth stimulants, the mass, and therefore the size of the plum fruits, increased. In versions using Argolan Aqua, the mass of plum fruits of the Kabardian early variety increased by 13.4%. Treatment of plum trees with humates significantly influenced the quality indicators of the products. The yield of the fruits of the highest and first varieties at the best version is 7.6% more than the control version. The best effective result of biological stimulants was obtained in the Argolan Aqua variant. The productivity increase is on average 6.0 t/ha compared to the control and 11.7 and 16.4% higher than the variants using Lignogumat AM and Gumat+7. The increase in productivity from the use of growth stimulants is achieved by increasing the number and weight of drains from one tree. Based on the results of the studies, it is recommended to use the humic preparation Argolan Aqua on plums to increase productivity and qualitative indicators in the Central part of the North Caucasus region.

Keywords: plum, humic preparation, growth stimulator, yield

For citation. Nazranov Kh.M., Nazranov B.Kh., Temmoev A.M. Influence of growth stimulants on plum productivity. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):21–27. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-21-27

Введение. Наиболее крупным географическим районом промышленного культивирования сливы в России является Северо-Кавказский регион (республики Северного Кавказа: Кабардино-Балкария, Дагестан, Ингушетия, Чечня и Ставропольский край) и Ростовская область, Краснодарский край. В этих районах процент, отводимый под сливу, превышает 8-13% от общей площади садов. В центральной части Северного Кавказа слива является ведущей высокоурожайной культурой из числа косточковых пород. В структуре доля площади под сливой превышает 8-13% от общей площади садов, но, тем не менее, спрос на плоды удовлетворяется не в полной мере [1].

В условиях предгорной зоны нашей республики на террасированных склонах и галечниковых почвах успешно возделывается слива. При выборе интенсивной технологии возделывания на орошении с оптимальной системой удобрений, плодовые деревья на галечниковых почвах хорошо растут и развиваются, при этом урожайность высокая и плоды отличного качества [2].

В связи с этим, актуальность исследований обусловлена необходимостью оптимизации технологии выращивания различных сортов сливы с элементами инноваций для повышения продуктивности культуры, осо-

бенно минерального питания, как наиболее важного агротехнического приема выращивания плодов.

Слива менее энергозатратная культура, по сравнению с семечковыми, требует меньшего ухода в плане химических обработок, обрезки и т. д., что актуально и с экологической точки зрения. При этом слива очень отзывчива на улучшение условий культивирования.

В связи с большим разнообразием условий технология возделывания нуждается в совершенствовании. Необходимо разрабатывать сортовую технологию, где обязательным условием является оптимизация системы минерального питания с учетом особенностей горных условий возделывания и сортовых характеристик сливы.

Среди плодовых культур слива в почвенно-климатических условиях умеренных широт по сбору плодов в мире занимает четвертое место после груши, яблока и персика.

Разработка регламента применения гуминовых стимуляторов роста в системе удобрений возделывания сельскохозяйственных культур весьма актуальна [3–8].

Цель исследования – изучение влияния гуминовых препаратов на продуктивность сливы.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились в рам-

ках договора на выполнение научно-исследовательской работы с ООО «ЛИГНО-ГУМАТ» – производителем гуминовых препаратов. Исследования по определению эффективности применения стимуляторов роста в технологии выращивания сливы сорта Кабардинская ранняя проведены в КФХ «Озов» Кабардино-Балкарской Республики, расположенном в лесогорной плодовой зоне.

Основные учеты и наблюдения в опытах проводились в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»¹.

Урожай плодов учитывали весовым методом, среднюю массу плода – путем взвешивания 100 шт. плодов, отобранных подряд в 3-кратной повторности, товарные качества плодов оценивали по ГОСТ 21920-76.

Оценку экономической эффективности производства плодов проводили, учитывая все виды затрат, а также выручку денежных средств от реализации плодовой продукции. Математическая обработка результатов исследований проведена дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [2, 9].

Получены результаты сравнения эффективности применения фитостимуляторов (гуминовых веществ) различных производителей в технологии выращивания сливы. Исследования включали четырехкратную листовую

обработку в ходе вегетации сливы препаратами Лигногуматом АМ, Гуматом+7 и Арголаном Аква с контролем обработкой водой.

Варианты опыта включали обработку в фазе – конец цветения, образование черешковой ямки, рост плодов и послеуборочная обработка. Лигногумат АМ в дозе 0,5 кг/га, Гумат+7 – 0,2 л/га и Арголан Аква – 2,5 л/га соответственно. В целом почвенно-климатические условия предгорной зоны соответствуют требованиям биологии косточковых культур.

Результаты исследования. Все агротехнические операции, применяемые в плодоводстве, сосредоточены на увеличении продуктивности деревьев и качественных показателей плодов. Усовершенствование питательного режима садов на склонах серой лесной почвы, с низким плодородием, оптимизация системы удобрений, особенно азотного питания является залогом решения вопроса повышения продуктивности сливы.

Из таблицы 1 видно, что все разновидности гуминовых препаратов дали положительный результат по увеличению урожайности сливы сорта Кабардинская ранняя. При этом отмечается, что в первое опрыскивание в фазе цветения сразу дает эффект в виде значительного снижения сброса плодов. Это позволило в среднем повысить количество плодов с одного плодового дерева на 12,2-15,1%.

Таблица 1. Урожайность сливы Кабардинская ранняя в зависимости от применения стимуляторов роста (среднее за 2020-2022 гг.)

Table 1. Productivity of Kabardinskaya rannyaya plum, depending on the use of growth stimulants (average for 2020-2022)

№ п/п	Варианты опыта	Средняя масса плода, г	Продуктивность сливы		
			кг с 1 дерева	т/га	прибавка к контролю, %
1	Контроль (обработка водой)	36,7	39,8	18,9	-
2	Лигногумат АМ	39,4	46,8	22,3	18,0
3	Гумат+7	40,1	44,9	21,4	13,3
4	Арголан Аква	41,6	52,4	24,9	31,8
	НСР ₀₅	3,4	4,7	1,55	

¹ Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова. Орел, 1999. 606 с.

Анализ полученных данных показывает, что повышение продуктивности при улучшении минерального питания под воздействием использования гуминовых стимуляторов роста зависит как от повышения количества со-

хранившихся завязей, так и других факторов (размеров плодов, средней массы плода и др.).

Под воздействием использования стимуляторов роста масса плодов сливы увеличилась в среднем на 2-4 г. В вариантах с использованием Арголана Аква масса плодов

сливы у сорта Кабардинская ранняя увеличилась на 13,4%.

Продуктивность одного дерева в четвертом варианте опыта повысилась в сравнении с контролем на 12,6 кг (рис. 1), что увеличало валовой сбор на 31,8%.

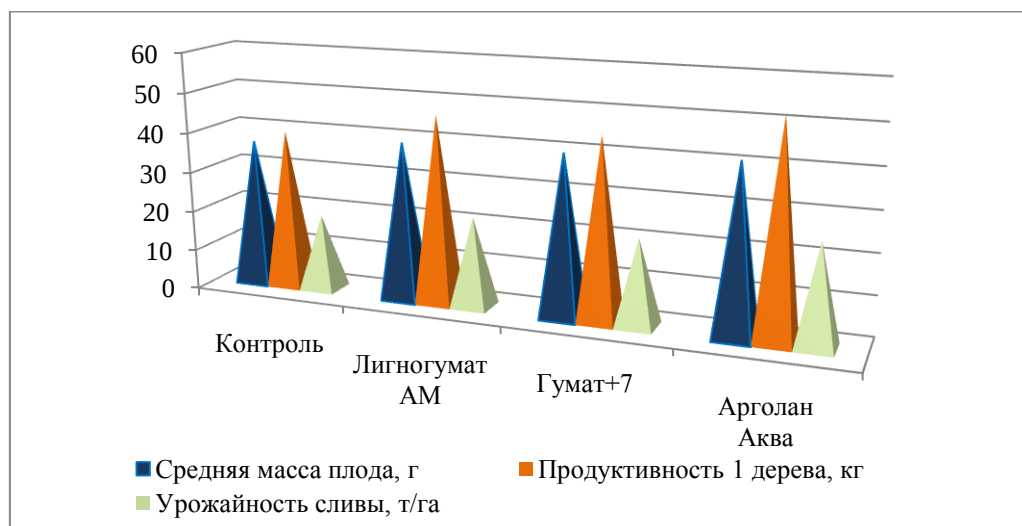


Рисунок 1. Показатели продуктивности сливы сорта Кабардинская ранняя (среднее за 2020-2022 гг.)

Figure 1. Plum productivity indicators of Kabardinskaya rannaya variety (average for 2020-2022)

Обработка гуматами деревьев сливы значительно повлияла на качественные показатели продукции. Выход плодов высшего и первого сорта в среднем составил 98%, что больше контрольного варианта на 6% (табл. 2). Наличие нежелательных плодов второго товарного сорта, непригодных для дальнейшего эффективного использования в опыте с регуляторами роста было значительно меньше.

На первоначальном этапе закладки садов, как мы знаем, уходят самые крупные первоначальные вложения финансовых ресурсов, это денежные средства на покупку посадочного материала, подготовку почвы, посадку сада и по уходу до вступления в плодоношение. В связи с чем главной задачей становится решение вопроса раннего вступления сада в плодоношение и быстрее возвращение вложенных финансовых средств. Такого результата возможно достигнуть только на основе инновационных технологий возделывания, которые предусматривают: создание оптимальных почвенно-экологических усло-

Таблица 2. Влияние обработок стимуляторами роста на товарные качества плодов сливы сорта Кабардинская ранняя (среднее за 2020-2022 гг.)

Table 2. The effect of treatments with growth stimulants on the commercial qualities of fruits of the Kabardinskaya rannaya plum variety (average for 2020-2022)

№ варианта	Варианты опыта	Товарный сорт, %		
		высший	первый	второй
1	Контроль (обработка водой)	78	14	8
2	Лигногумат АМ	85	12	3
3	Гумат +7	88	11	1
4	Арголан Аква	86	12	2

вий для плодовых растений, проведение технологических операций по уходу за насаждениями в оптимальном режиме с наибольшим эффектом. Решение вопроса заключает-

ся в оптимизации минерального питания с помощью использования гуминовых препаратов для увеличения темпов быстрого возврата затраченных средств на закладку и уход за плодовыми насаждениями.

Для увеличения рентабельности производства главными факторами являются: высокая продуктивность, качественные показатели продукции, цена реализации, себестоимость единицы продукции, а в конечном итоге чистого дохода (прибыли) и производственных затрат. Эти финансовые показатели тесно

связаны между собой и взаимообусловлены, снижение одного из них приведет к ухудшению всех экономических показателей производства сельскохозяйственной продукции.

Как показали наши исследования (табл. 3), определение эффективности стимуляторов роста разных производителей для повышения урожайности деревьев в предлагаемых нами вариантах, в сравнении с контролем, позволило добиться более высоких экономических показателей.

Таблица 3. Влияние использования стимуляторов роста на экономические показатели производства плодов сливы сорта Кабардинская ранняя (среднее за 2020-2022 гг.)

Table 3. Influence of the use of growth stimulants on the economic indicators of the production of plum fruits plum variety Kabardinskaya rannaya (average for 2020-2022)

Показатели	Товарный сорт	Контроль (обработка водой)	Лигногумат АМ	Гумат+7	Арголан Аква
Урожайность, т/га	-	18,9	22,3	21,4	24,9
Реализационная цена 1 т плодов, тыс. руб.	высший + первый	30	30	30	30
	второй	10	10	10	10
Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	высший + первый	521,6	648,9	635,6	732,1
	второй	15,1	6,7	2	5
	всего	536,7	655,6	637,6	737,1
Затраты на 1 га, тыс. руб.	-	161	173	170	192
Себестоимость 1т плодов, тыс. руб.	-	8,5	7,8	7,9	7,7
Чистый доход с 1 га, тыс. руб.	-	375,7	482,6	467,6	545,1
Уровень рентабельности, %	-	233,4	279,0	275,1	283,9

При обработке Лигногуматом АМ и Гуматом+7 чистый доход у сливы сорта Кабардинская ранняя увеличивается на 107 тыс. руб./га и 92 тыс. руб/га, а на варианте с использованием Арголана Аква по сравнению с контрольным вариантом – на 169,4 тыс. руб/га.

Таким образом, достигнуты высокие экономические показатели при производстве сливы с использованием в технологии возделывания стимуляторов роста, способствующих оптимизации почвенного питания и сба-

лансированности роста и плодоношения в сочетании с применением полного удобрения.

Выводы. 1. На серых лесных почвах с невысоким естественным плодородием при возделывании садов сливы для получения высоких урожаев необходим высокий фон минеральных удобрений.

2. При внесении в почву минеральных удобрений в дозе $N_{180}P_{90}K_{90}$ действующего вещества в условиях длительного задержания и четырехкратная обработка стимуляторами

роста в период вегетации позволит значительно увеличить продуктивность культуры.

3. Лучший результат по эффективности биологических стимуляторов был получен на варианте с использованием Арголана Ак-ва. Прирост продуктивности составляет в среднем 6,0 т/га по сравнению с контролем, что на 11,7 и 16,4% выше вариантов с использованием Лигногумата АМ и Гумата+7.

4. Повышение продуктивности от применения стимуляторов роста достигнуто за счет увеличения количества и массы слив с одного дерева.

5. Использование стимуляторов роста в технологии производства сливы сорта Кабардинская ранняя дает высокий экономический эффект, снижается себестоимость единицы продукции, а рентабельность достигает 283,9%, что на 50,5% выше контрольного варианта.

Использование испытываемых препаратов предполагает обязательную корректировку регламента использования для каждого сорта культуры с учетом плодородия почвы, системы удобрений и т. д.

Список литературы

1. Витковский В. Л. Плодовые растения мира. Москва: Лань, 2011. 592 с.
2. Кумахов В. И. Почвы Центрального Кавказа. Нальчик, 2007. 125 с.
3. Назранов Х. М., Шибзухов З. Х., Орзалиева М. Н. Технология выращивания экологически чистых овощных культур в условиях высокогорья КБР // Новые технологии. 2019. № 2. С. 228–235. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10222
4. Заремук Р. Ш. Формирование сортимента для создания высокопродуктивных насаждений сливы на юге России. Краснодар: Просвещение-Юг, 2006. 256 с.
5. Еремин Г. В. Биологический потенциал косточковых плодовых культур и пути его реализации // Биологический потенциал садовых растений и пути его реализации: сборник научных работ / ВСТИСП. Москва, 2000. С. 108–115.
6. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование: учебник. Москва: Наука, 1980. 221 с.
7. Ветрова О. А., Роева Т. А. Влияние минеральных удобрений на биохимический состав и качество плодов // Современное садоводство. 2019. № 3. С. 48–69.
8. Упадышева Г. Ю., Минаев Н. А. Продуктивность деревьев сливы на клоновых подвоях // Садоводство и виноградарство. 2008. № 4. С. 4–7.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Vitkovskij V.L. *Plodovye rasteniya mira* [Fruit plants of the world]. Moscow: Lan', 2011. 592 p. (In Russ.)
2. Kumakhov V.I. *Pochvy Tsentral'nogo Kavkaza* [Soils of the Central Caucasus]. Nal'chik, 2007. 125 p. (In Russ.)
3. Nazranov Kh.M., Shibzukhov Z.S., Orzalieva M. N. Technology of ecologically safe vegetable crops cultivation in the highlands of Kabardino-Balkarian Republic. *Novyye tekhnologii*. 2019;2(48):228–235. (In Russ.)
4. Zaremuk R.Sh. *Formirovaniye sortimenta dlya sozdaniy avysokoproduktivnykh nasazhdeniy slivy na yuge Rossii* [Formation of an assortment for the creation of highly productive plum plantations in the south of Russia]. Krasnodar: Prosveshcheniye-Yug, 2006. 256 p. (In Russ.)
5. Yeremin G.V. Biological potential of stone fruit crops and ways of its realization. *Biologicheskii potentsial sadovykh rasteniy i putiy ego realizatsii* [Biological potential of garden plants and ways of its realization:]: *sbornik nauchnykh rabot / VSTISP*. Moscow, 2000. P. 108–115. (In Russ.)
6. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. *Gumus i pochvoobrazovaniye* [Humus and soil formation]: *uchebnik*. Moscow: Nauka, 1980. 221 p. (In Russ.)
7. Vetrova O.A., Roeva T.A. Some ways to diagnose the optimal time of harvesting apples for juice production. *Contemporary horticulture*. 2019;(3):48–69. (In Russ.)

8. Upadysheva G.Yu., Minaev N.A. Productivity of plum trees on clonal rootstocks. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2008;4:4–7. (In Russ.)
9. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Назранов Хусен Мухамедович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 392409

Назранов Беслан Хусенович – магистрант агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Теммиев Алим Музафарович – магистрант агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Khusein M. Nazranov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 392409

Beslan Kh. Nazranov – Undergraduate of the Faculty of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Alim M. Temmoev – Undergraduate of the Faculty of Agronomy, 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 09.11.2022;
одобрена после рецензирования 29.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.*

*The article was submitted 09.11.2022;
approved after reviewing 29.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.*

Научная статья

УДК 634.1:631.524.84(470.62/.67)

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-28-35

Сравнительная оценка показателей роста и продуктивности плодовых культур на склоновых землях предгорной зоны Северного Кавказа

Абдулабек Расулович Расулов¹, Беслан Борисович Бесланев^{✉2},
Муказир Мухабович Калмыков³

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

¹Abdulabek.R@mail.ru

^{✉2}Beslaneev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8974-4388>

³Muchazir.Kalmykov@mail.ru

Аннотация. В предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики закладка садов ведется не только на равнинах, но и на склонах. В интенсивных насаждениях используются современные высокоурожайные сорта на слаборослых подвоях, обеспечивается регулярная обрезка деревьев, высокий агрофон минерального питания и комплекс мер по защите от вредителей и болезней. В исследованиях, проведенных на склонах в 2018-2021 гг., были применены современные технологии возделывания садов. Результаты показали, что урожайность яблони и сливы в таких условиях составляет до 25 т/га и выше. Наиболее благоприятные условия для плодовых насаждений, особенно сливового сада, складываются на склонах северной экспозиции, где количество осадков отмечается на 20-30% больше среднемноголетней нормы. Средняя урожайность яблони на склоне южного направления уступает средней урожайности на северном на 3,5 т/га, сливы – 2,6 т/га. Это связано с уменьшением среднего размера плодов на южном склоне, что приводит к снижению товарных показателей плодов и снижению экономической эффективности сада по сравнению с садом на северном склоне. Количество плодов высших категорий в саду на южном склоне было меньше у яблони на 9,2%, у сливы – на 15,5%.

Ключевые слова: яблоня, слива, садоводство на склонах, урожайность, качество плодов

Для цитирования. Расулов А. Р., Бесланев Б. Б., Калмыков М. М. Сравнительная оценка показателей роста и продуктивности плодовых культур на склоновых землях предгорной зоны Северного Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 28–35. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-28-35

Original article

Comparative assessment of the growth and productivity of fruit crops on the sloping lands of the foothill zone of the North Caucasus

Abdulabek R. Rasulov¹, Beslan B. Beslaneev^{✉2}, Mukazir M. Kalmykov³

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

¹Abdulabek.R@mail.ru,

^{✉2}Beslaneev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8974-4388>

³Muchazir.Kalmykov@mail.ru

Abstract. In the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic, orchards are laid not only on the plains, but also on the slopes. In intensive plantings, modern high-yielding varieties on low-growing rootstocks are used, regular pruning of trees, a high agrobbackground of mineral nutrition and a set of measures to protect against pests and diseases are provided. In the studies carried out on the slopes in 2018-2021, modern elements of gardening technology were applied. The results showed that the yield of apple and plum under such conditions is up to 25 t/ha and more. The most favorable conditions for fruit plantations, especially a plum orchard, are formed on the slopes of the northern exposure, where the amount of precipitation is 20-30% more than the average annual norm. The average yield of an apple tree on the slope of the southern direction is inferior to the average yield on the northern one by 3.5 t/ha, plum – 2.6 t/ha. This is due to a decrease in the average size of fruits on the southern slope, which leads to a decrease in the commercial indicators of fruits and a decrease in the economic efficiency of the orchard compared to the orchard on the northern slope. The number of fruits of the highest categories in the orchard on the southern slope was 9.2% less for the apple tree and 15.5% less for the plum tree.

Keywords: apple tree, plum, gardening on the slopes, yield, fruit quality

For citation. Rasulov A.R., Beslaneev B.B., Kalmykov M.M. Comparative assessment of the growth and productivity of fruit crops on the sloping lands of the foothill zone of the North Caucasus. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):28–35. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-28-35

Введение. В 70-80 гг. прошлого столетия значительные площади садов семечковых и косточковых пород в Кабардино-Балкарской Республике размещались на склонах. К настоящему времени они уже исчерпали свой ресурс либо уже раскорчеваны. Замену старых и закладку новых садов на этих землях проводят на основе современных достижений науки и практики с учетом особенностей экологических условий склонов. Почвы на склонах в той или иной степени смыты, причем, чем круче склон – тем больше. Поэтому на сильно смытых участках, особенно в верхних частях склонов, следует размещать менее требовательные к качеству почвы породы – алыча, слива, летние сорта яблони. При этом преимущество отмечается у деревьев, привитых на более сильнорослый подвой. Необходимо учитывать также экспозицию склона. Наиболее благоприятные условия влагообеспеченности складываются на северном склоне, что отражается на росте и продуктивности деревьев. По данным П. Г. Лучкова [1, 2], здесь продуктивной влаги в метровом слое почвы на 33 мм (или на 20%) больше, чем на склоне южной ориентации. В засушливые годы была отмечена разница 51 мм (30%).

Для сравнительной оценки роста и продуктивности плодовых культур в разных природных условиях нами был предложен

коэффициент потенциала роста – ПР, заключающийся в оценке суммарного воздействия на растения наиболее значимых факторов жизни, обеспечивающих рост и продуктивность растений [3]. Эти факторы – сумма активных температур $\sum t \geq 10^\circ\text{C}$ и годовая сумма осадков в данной местности $\sum O_c$.

$$\text{ПР} = \sum t \cdot \sum O_c / 10^6.$$

Так, для условий г. Нальчик, где сумма активных температур составляет $3100-3200^\circ\text{C}$, а сумма осадков – 630 мм в год, значение $\text{ПР} = 3150 \times 630 / 10^6 = 1,98$. Для условий Подмоскovie $\text{ПР} = 2400 \times 600 / 10^6 = 1,44$, т. е. разница составляет 27%.

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод, что обеспеченность основными факторами жизни плодовых культур в предгорьях Северного Кавказа почти на одну треть выше, чем в Подмоскovie. Следовательно, можно ожидать соответствующей разницы в продуктивности многолетних растений, без учета других факторов (зимних условий и т. д.).

Простое применение данного коэффициента для оценки склонов противоположной ориентации (северной и южной) в южных регионах несколько осложняется тем, что оптимальная сумма активных температур для плодовых культур составляет $3100-3300^\circ\text{C}$,

в то же время на склонах южной ориентации эта величина может быть превышена на 15-20%, чем на северных склонах. Последнее негативно сказывается на величине плодов на южных склонах в засушливые годы – с высокими летними температурами и повышенной испаряемостью. Одновременно на северной стороне склона выпадает больше осадков при меньшей испаряемости, что отражается на режиме увлажнения почвы.

Современные интенсивные сады яблони и груши на полукарликовых подвоях следует размещать на пологих склонах, где смыв почвы, как правило, незначителен и плодородие почвы более высокое. На склонах предпочтительно использовать сорта яблони, устойчивые к болезням, поэтому перспективными к использованию на склонах считаются иммунные к парше сорта Флорина, Модя, Либерти, Редфри, а также ряд других. Они более адаптированы к стрессовым условиям, возникающим нередко в последние годы [4, 5].

Для получения устойчивых высоких урожаев в интенсивных садах необходимо обеспечить растения полноценным минеральным питанием, наряду с оптимизацией других факторов среды.

При внесении удобрений ранней весной (на поверхность почвы) и повторно через месяц в борозды, прорезаемые вдоль рядов деревьев, целесообразно использовать хорошо растворимые удобрения. Например, нитроаммофоска – содержание NPK по 16%, мочевины – 46% азота, аммиачная селитра – 34% азота, хлористый калий – 46% калия [6].

Для обеспечения защиты от эрозии междурядья садов на склонах содержатся в состоянии постоянного задернения, поэтому в период активного роста травостоя азотные соединения (нитраты) в корнеобитаемом слое оказываются в дефиците.

По данным ряда исследователей [7], в предгорьях КБР в мае и июне отмечается низкое содержание в почве нитратов, особенно на склонах северной и прилегающих экспозиций на фоне интенсивного роста травы в междурядьях сада, а также выпадающих обильных дождей.

Подвижных форм фосфора мало в верхних горизонтах, но их концентрация повышается до среднего уровня на глубине 50 – 60 см. Содержание калия относительно рав-

номерно по слоям при средней обеспеченности почвы этим макроэлементом [8].

В плодоносящих садах при составлении сроков и норм внесения удобрений учитывают также фазы развития растений. При этом принимается во внимание, что в первой половине вегетации растениям требуется больше азота, а в период роста плодов – больше калия и меньше азота.

При наличии хорошей завязи и ожидании высокого урожая необходимо проводить листовые подкормки высокорастворимыми удобрениями, содержащими также и микроэлементы. Такие распространенные на нашем рынке удобрения как Фитоферт (Сербия), Нутривант (Израиль), Агромастер (Россия) содержат различное процентное соотношение азота, фосфора и калия и предназначены для применения в различные фазы развития растений. Применять их можно также в качестве внекорневой подкормки, сочетая их с химобработками против вредителей и болезней. Отдельное внесение удобрений при этом не требуется. Число листовых подкормок может быть от 3-4 раз и более за вегетацию [9].

При составлении норм внесения удобрений учитывают также вынос питательных веществ из почвы с урожаем. По нашим данным, при урожайности сада 20-25 т/га вынос минеральных элементов из почвы составляет порядка 100 кг азота, 35 кг фосфора и 120 кг калия.

Применение гербицидов в современных садах является общепринятой нормой и стало неотъемлемым элементом интенсивной технологии, в том числе и в садах на склонах. Как правило, гербицидами обрабатывается с обеих сторон рядов деревьев приствольная полоса шириной 0,7-1,0 м, которую постепенно расширяют по мере увеличения размеров крон деревьев с возрастом насаждений. Первую обработку гербицидами проводят уже в середине апреля (до начала цветения сада) при высоте травянистых растений 12-15 см. Широко применяют гербицид Ураган Форте с нормой 5 л/га. Сообщается, что смесь гербицида в половинной дозе (2,5 л/га) с 10 кг/га аммиачной селитры ещё более эффективна. Также применение Ураган Форте осенью после уборки плодов с нормой расхода 5 л/га задерживает отрастание сорной растительности на 1-1,5 месяца [10].

Цель исследования – провести оценку и сравнительный анализ ростовых процессов и урожайности в насаждениях яблони и сливы, выращиваемых на склонах предгорий Северного Кавказа с применением современных технологий.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились в ООО «Племенной совхоз «Кенже», расположенном на высоте 550-600 м над уровнем моря¹.

Объектами исследований были:

1. Насаждения яблони 2004 г., посадки сортов Айдаред и Флорина, подвой – ММ106 на склонах крутизной 8-10°.

2. Насаждения сливы посадки 2006 г., посадки сортов Кабардинская ранняя, Стенлей, схема 5×3,0 м, подвой – сеянцы алычи, склон террасированный, 15-16°.

Минеральные удобрения в дозе 2 ц/га нитроаммофоски вносили ранней весной поверхностно по всему саду. В период цветения деревьев на опытном участке сада (се-

верного склона) дополнительно вносили 2 ц/га нитроаммофоски в бороздки на глубину 20 см, прорезаемые окучником культиватора с двух сторон ряда деревьев на расстоянии 1,5 м от ствола деревьев.

Для решения поставленных вопросов использовались общепринятые методы наблюдений и учетов [11].

Результаты исследования. Как отмечалось выше, для возделывания современных интенсивных садов рекомендуется использовать пологие склоны предгорий, где почвенные условия по плодородию незначительно отличаются от равнинных участков. Однако из-за нехватки площадей с благоприятными почвенно-экологическими условиями зачастую приходится осваивать и более крутые склоны с менее плодородными почвами [12, 13].

В условиях предгорий КБР ростовые процессы деревьев протекают достаточно активно (табл. 1).

Таблица 1. Рост и урожайность яблони и сливы на склонах
Table 1. Growth and yield of apple and plum trees on slopes

Экспозиция склона	Сорт	Длина окружности штамба, см	Высота дерева, м	Урожайность средняя за 2018-2021 гг., т/га	Плоды высших категорий, %
Яблоня посадки 2004 г., схема 5×2,4 м, подвой ММ106, склон 8-10°					
Северная	Айдаред	44,0	3,6	26,0	82,0
	Флорина	48,6	4,0	29,2	78,4
Южная	Айдаред	40,2	3,4	23,3	73,6
	Флорина	44,8	3,8	25,0	68,0
НСР ₀₅		4,2	4,0	3,8	6,6
Слива посадки 2006 г., схема 5×3,0 м, подвой сеянцы алычи, склон террасированный 15-16°					
Северная	Кабардинская ранняя	35,2	4,2	30,0	86,0
	Стенлей	37,4	4,4	32,2	82,2
Южная	Кабардинская ранняя	34,0	4,0	27,6	70,0
	Стенлей	36,4	4,2	29,4	67,2
НСР ₀₅		3,5	4,0	4,4	7,5

В предгорной зоне Северного Кавказа отмечается сочетание благоприятных факторов внешней среды – достаточная сумма осадков

в первой половине вегетации (более 200 мм за май-июнь) при оптимальных температурных условиях. Вторая половина лета (июль-август) достаточно засушливая и жаркая, что способствует замедлению роста побегов и активации закладки плодовых почек молодых деревьев. В то же время у плодоносящих

¹ Кенже – родина террасного садоводства в СССР. 15 мая, 2021 // <https://kbpravda.ru/node/7360>.

деревьев, особенно при чрезмерной нагрузке деревья плодами, происходит измельчение плодов, преимущественно на южном склоне.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, урожайность сада на склоне южного направления уступает урожайности на северном у яблони в среднем по двум сортам на 3,5 т/га, сливы – на 2,6 т/га. Это связано в основном с уменьшением размера плодов на южном склоне, что в итоге приводит к снижению товарных показателей плодов и к снижению экономической эффективности. Количество плодов высших категорий в саду, расположенном на южном склоне, у яблони уступало на 9,2%, у сливы эта разница составила 15,5%, что является весьма существенным.

В опыте по применению удобрений в период цветения деревьев, на фоне ранневесеннего внесения, принятого в хозяйстве, отмечено повышение урожайности сада на 3,5-4,5 т/га как у яблони, так и у сливы (табл. 2). Это обеспечивалось за счет увеличения размера плодов, а также наблюдавшегося усиления цветения деревьев в последующем году. Также повышались товарные качества плодов. Данные положительные изменения объясняются и применением в опыте способа внесения удобрений – в бороздки, что ускорило контакт химических элементов с корневой системой плодовых деревьев, в сравнении с поверхностным внесением. Это имело особое значение в период нарастания листового аппарата, роста побегов и плодов.

Таблица 2. Урожайность и качество плодов яблони и сливы в зависимости от способа внесения удобрений на склоне северной экспозиции за годы проведения исследований (2018-2021 гг.)

Table 2. Yield and quality of apple and plum fruits depending on the method of fertilization on the slope of the northern exposure over the years of research (2018-2021)

Сорт	Вариант опыта	Средняя урожайность, т/га	Средняя масса плода, г	Плоды высших категорий, %
Яблоня посадки 2004 г.				
Айдаред	1. NPK по 30 кг д.в. поверхностно ранней весной (фон) – контроль	26,2	176,0	82,4
	2. Фон + NPK по 30 кг д.в. в бороздки через месяц	30,0	180,5	85,0
Флорина	1. NPK по 30 кг д.в. поверхностно ранней весной (фон) – контроль	29,0	170,0	78,0
	2. Фон + NPK по 30 кг д.в. в бороздки через месяц	33,4	176,6	84,4
НСР ₀₅		4,0	4,1	5,0
Слива посадки 2006 г.				
Кабардинская ранняя	1. NPK по 30 кг д.в. поверхностно ранней весной (фон) – контроль	30,3	42,4	86,0
	2. Фон + NPK по 30 кг д.в. в бороздки через месяц	34,5	45,5	88,4
Стенлей	1. NPK по 30 кг д.в. поверхностно ранней весной (фон) – контроль	32,0	42,6	82,0
	2. Фон + NPK по 30 кг д.в. в бороздки через месяц	35,6	46,4	85,5
НСР ₀₅		3,0	3,4	4,2

Выводы. При современном уровне ведения садоводства на склонах с применением передовых технологий в условиях предгорий Северного Кавказа урожайность яблони и сливы может составлять до 25 т/га и выше.

Более благоприятные условия для продуктивности сада складываются на склонах северной ориентации, в сравнении с условиями на склонах южной ориентации. В наибольшей

степени это отмечается для сливы, особенно в годы, когда количество осадков за период вегетации бывает на 20-30% меньше средне-многолетней нормы.

Рекомендуется внесение комплексных удобрений в плодоносящих садах яблони и сливы на склонах не менее 2-х раз за сезон – ранней весной и в период цветения деревьев с внесением их в бороздки на глубину 20 см.

Список литературы

1. Лучков П. Г. Садоводство на склонах. Москва: Россельхозиздат, 1985. 151 с.
2. Лучков П. Г. Агротехника садов на склонах Северного Кавказа. Нальчик: Эльбрус, 1981. 94 с.
3. Лучков П. Г., Кудаев Р. Х., Расулов А. Р., Пономарева Г. А. Особенности роста и развития яблони в условиях вертикальной зональности // Вестник РАСХН. 2002. № 2. С.47–50.
4. Расулов А. Р., Лучков П. Г. Повышение адаптационного потенциала яблони и учет агроэкологических условий // Мобилизация адаптационного потенциала садовых растений в динамичных условиях внешней среды: материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 2004. С. 152–155.
5. Расулов А. Р. Болезнеустойчивые сорта яблони – важное звено адаптивного садоводства // Новации и эффективность производственных процессов в плодоводстве: материалы Международной научно-практической конференции. Т. 1. Краснодар, 2005. С. 171–176.
6. Кондаков А. К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. Мичуринск, 2007. 326 с.
7. Лучков П. Г., Кудаев Р. Х., Расулов А. Р., Бакуев Ж. Х., Калмыков М. М. Плодоводство на мелиорируемых землях (учебное пособие). Нальчик: КБГСХА, 2004. 184 с.
8. Кереев К. Н., Фиашев Б. Х. Почвенные районы Кабардино-Балкарии и их сельскохозяйственные особенности. Нальчик: Эльбрус, 1968. 143 с.
9. Расулов А. Р., Езаов А. К., Пшихачев Т. Х., Шахмурзов З. М. Возделывание интенсивных садов яблони в Кабардино-Балкарии (рекомендации). Нальчик: КБГАУ, 2012. 51 с.
10. Атабиев К. М., Расулов А. Р., Ульяновская Е. В., Бакуев Ж. Х. Безопорные интенсивные сады яблони на подвое ММ106 в Республике РСО-Алания // Плодоводство и ягодоводство России. Москва: ВСТИСП, 2014. Т. 40. № 1. С. 33–37.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова. Орел, 1999. 606 с.
12. Расулов А. Р., Калмыков М. М., Бесланев Б. Б. Агроэкологические аспекты развития интенсивного садоводства в Кабардино-Балкарии // Аграрная Россия. 2021. № 5. С. 27–30.
13. Расулов А. Р., Калмыков М. М., Бесланев Б. Б. Эффективность разных типов насаждения яблони в Кабардино-Балкарии // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2020. С. 80–83.

References

1. Luchkov P.G. Sadovodstvo na sklonakh [Gardening on the slopes]. Moscow: Rosselkhozizdat, 1985. 151 p. (In Russ.)
2. Luchkov P.G. Agrotekhnika sadov na sklonakh Severnogo Kavkaza [Agricultural technology of gardens on the slopes of the North Caucasus]. Nalchik: El'brus, 1981. 94 p. (In Russ.)
3. Luchkov P.G., Kudaev R.H., Rasulov A.R., Ponomareva G.A. *Osobennosti rosta i razvitiya yabloni v usloviyah vertikal'noj zonal'nosti* [Features of the growth and development of apple trees in vertical zonality]. *Vestnik of the Russian agricultural sciences*. 2002;(2):47–50. (In Russ.)
4. Rasulov A.R. Luchkov P.G. Increasing the adaptive potential of the apple tree and taking into account agroecological conditions. *Mobilizatsiya adaptatsionnogo potentsiala sadovykh rasteniy v dinamichnykh*

usloviyakh vneshney sredy [Mobilization of the adaptive potential of garden plants in dynamic environmental conditions]: *materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Moscow, 2004. Pp. 152–155. (In Russ.)

5. Rasulov A.R. Disease-resistant varieties of apple trees are an important link in adaptive horticulture. *Novatsii i effektivnost' proizvodstvennykh protsessov v plodovodstve* [Innovations and efficiency of production processes in fruit growing]: *materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Vol. 1. Krasnodar, 2005. Pp. 171–176. (In Russ.)

6. Kondakov A.K. *Udobreniye plodovykh derev'yev, yagodnikov, pitomnikov i tsvetochnykh kul'tur* [Fertilization of fruit trees, berries, nurseries and flower crops]. Michurinsk, 2007. 326 p. (In Russ.)

7. Luchkov P.G., Kudaev R.Kh., Rasulov A.R., Bakuev Zh.Kh., Kalmykov M.M. *Plodovodstvo na melioriruyemykh zemlyakh* [Fruit growing on reclaimed lands]: *uchebnoe posobie*. Nalchik: KBGSHA, 2004. 184 p. (In Russ.)

8. Kerefov K.N., Fiapshev B.Kh. *Pochvennyye rayony Kabardino-Balkarii i ikh sel'skokhozyystvennyye osobennosti* [Soil regions of Kabardino-Balkaria and their agricultural features]. Nalchik: El'brus, 1968. 143 p. (In Russ.)

9. Rasulov A. R., Ezaov A. K., Pshikhachev T. Kh., Shakhmurzov Z. M. *Vozdelyvaniye intensivnykh sadov yabloni v Kabardino-Balkarii (rekomentatsii)* [Cultivation of intensive apple orchards in Kabardino-Balkaria (recommendations)]. Nalchik: KBGU, 2012. 51 p. (In Russ.)

10. Atabiev K.M., Rasulov A.R., Ulyanovskaya E.V., Bakuev Zh.Kh. freestanding intensive gardens on apple mm106 winding in republic of North Ossetia-Alania. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. Moscow: VSTISP, 2014;40(1):33–37. (In Russ.)

11. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops]. Ed. E.N. Sedov. Orel, 1999. 606 p. (In Russ.)

12. Rasulov A.R., Kalmykov M.M., Beslaneev B.B. Agrotechnological aspects of development of intense gardening in Kabardino-Balkaria. *Agrarian Russia*. 2021;(5):27–30. (In Russ.)

13. Rasulov A.R., Kalmykov M.M., Beslaneev B.B. Efficiency of different types of apple plantations in Kabardino-Balkaria. *Dostizheniya i perspektivy realizatsii natsional'nykh proyektov razvitiya APK* [Achievements and prospects for the implementation of national projects for the development of the agro-industrial complex]: *materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Nalchik: KBSAU, 2020. Pp. 80–83. (In Russ.)

Сведения об авторах

Расулов Абдулабек Расулович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5766-2345, Author ID: 419078

Бесланев Беслан Борисович – 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», Author ID: 1057456

Калмыков Муказир Мухабович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 744369

Information about the authors

Abdulabek R. Rasulov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Horticulture and forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5766-2345, Author ID: 419078

Beslan B. Beslaneev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture and forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 1057456

Mukazir M. Kalmykov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 744369

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 07.11.2022;
одобрена после рецензирования 29.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.*

*The article was submitted 07.11.2022;
approved after reviewing 29.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.*

Научная статья

УДК 664.8.03:634.11

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-36-41

Влияние сроков поступления яблок на продолжительность хранения и сохраняемость продукции

Мадина Борисовна Хоконова^{✉1}, Зарема Амурхановна Иванова²,
Фатима Хатабиевна Тхазеплова³

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

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

²zarema1518@mail.ru

³fnagudova@mail.ru

Аннотация. Выращивание, реализация и хранение плодоовощной продукции неразрывно связаны между собой, что отражается в свою очередь на отрасли плодоводства и хранения продукции растениеводства. Данные отрасли высокодоходные, при условии производства продукции высокого качества. Основными критериями соблюдения условий производства и хранения при этом является состояние и лежкоспособность продукции, идущей на длительное хранение. Целью исследований являлось определение влияния сроков поступления на изменение качества, продолжительность хранения и сохраняемость яблок в зависимости от исходного состояния. Изучали зимние сорта яблок, такие как Ренет Симиренко, Джонатан и Флорина, допущенные к использованию в Северо-Кавказском регионе. Температура хранения в камере составляла у всех сортов в пределах от 1 до 3°C. Сорта Джонатан и Флорина убирали при съемной зрелости, а сорт Ренет Симиренко при полной зрелости. Больше количество стандартных плодов отмечено у яблок при хранении в контейнерах, по сравнению с хранением в ящиках. При хранении плодов в ящиках количество нестандартных и отходов велико и такие плоды целесообразнее снимать раньше с хранения. Более высокой лежкостью отличались плоды яблок, которые собирались с сада и отгружались сразу в места хранения в контейнерах. Определено, что лежкоспособность увеличивается при хранении плодоовощной продукции в местах производства. Большая рентабельность определена до хранения продукции, т. е. до товарной обработки и транспортировки. Снижение потерь наблюдается при последовательности: выращивание, процесс хранения, стадии товарной обработки и транспортировки плодоовощной продукции. При тарном хранении больше количество стандартных плодов отмечено у яблок в контейнерах, по сравнению с хранением в ящиках.

Ключевые слова: яблоки, продолжительность хранения, лежкоспособность, сохраняемость, изменение качества

Для цитирования. Хоконова М. Б., Иванова З. А., Тхазеплова Ф. Х. Влияние сроков поступления яблок на продолжительность хранения и сохраняемость продукции // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 36–41.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-36-41

Original article

Influence of apple delivery time on storage life and storage products

Madina B. Khokonova^{✉1}, Zarema A. Ivanova², Fatima Kh. Tkhazeplova³

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

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

²zarema1518@mail.ru

³fnagudova@mail.ru

Abstract. Cultivation, sale and storage of fruits and vegetables are inextricably linked, which in turn affects the fruit growing and storage of crop products. These industries are highly profitable, subject to the production of high quality products. The main criteria for compliance with the conditions of production and storage in this case is the condition and keeping quality of products going for long-term storage. The purpose of the research was to determine the effect of the timing of receipt on the change in quality, storage time and shelf life of apples, depending on the initial state. We studied winter varieties of apples, such as Renet Simirenko, Jonathan and Florina, approved for use in the North Caucasus region. The storage temperature in the chamber ranged from 1 to 30C for all varieties. Varieties Jonathan and Florina were harvested at harvest maturity, and cultivar Renet Simirenko at full maturity. A greater number of standard fruits was noted in apples when stored in containers, compared with storage in boxes. When storing fruits in boxes, the amount of non-standard and waste is large and it is more expedient to remove such fruits from storage earlier. Fruits of apples, which were harvested from the orchard and shipped immediately to storage places in containers, had a higher keeping quality. It has been determined that the keeping quality increases during the storage of fruit and vegetable products in the places of production. Greater profitability is determined before storage of products, i.e. to commodity processing and transportation. A decrease in losses is observed during the sequence of cultivation, storage process, stages of commodity processing and transportation of fruits and vegetables. When stored in containers, a greater number of standard fruits were noted for apples in containers, compared with storage in boxes.

Keywords: apples, shelf life, keeping quality, change in quality

For citation. Khokonova M.B., Ivanova Z.A., Tkhaspova F.Kh. Influence of apple delivery time on storage life and storage products. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):36–41. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-36-41

Введение. Выращивание, реализация и хранение плодовоовощной продукции неразрывно связаны между собой, что отражается в свою очередь на отрасли плодоводства и хранения продукции растениеводства. Данные отрасли высокодоходные, при условии производства продукции высокого качества. Основными критериями соблюдения условий производства и хранения при этом являются состояние и лежкоспособность продукции, идущей на длительное хранение [1, 2].

Способность плодов храниться в течение длительного времени зависит от сортовой принадлежности, лежкоспособности при выращивании в различных условиях. При выращивании плодов на эти факторы оказывается много воздействий. К ним можно отнести, в первую очередь, почвенно-климатические условия, погодные, затем следуют агротехнические мероприятия, особенности уборки, мероприятия по товарной обработке плодов, условия и сроки хранения продукции [3, 4].

До закладки продукции на хранение необходимо определить оптимальный срок уборки плодов и в зависимости от степени зрелости направлять на хранение или переработку. Для удлинения сроков хранения желательно убирать плоды в съемной зрелости,

что снизит потери в виде убыли в массе. Кроме этого, при воздействии температурного фактора, регулировании условий хранения плоды могут дозреть, что сохранит качественные показатели до съема с хранения [5].

На сроки хранения или лежкоспособность оказывают влияние и условия транспортирования, т. е. его сроки и продолжительность. Известно, что в случае с задержкой при транспортировке наблюдаются потери в большем объеме [6–8].

На основании вышеизложенного **целью исследований** являлось определение влияния сроков поступления на изменение качества, продолжительность хранения и сохранность яблок в зависимости от исходного состояния.

Материалы, методы и объекты исследования. Изучали зимние сорта яблок, такие как Ренет Симиренко, Джонатан и Флорина, допущенные к использованию в Северо-Кавказском регионе.

Температура хранения в камере составляла у всех сортов в пределах от 1 до 3°C.

Сорта Джонатан и Флорина убирали при съемной зрелости, а сорт Ренет Симиренко – при полной.

Результаты исследования. Полученные данные по сортам яблок с учетом длительности хранения и их сохранности приведены в таблице 1.

Из приведенных данных видно, что при 2-м и 3-м сроках поступления продукции снижается количество стандартных плодов, соот-

ветственно снижается и срок хранения. С увеличением срока хранения напрямую наблюдается возрастание потерь плодов при хранении [9, 10]. Результаты приведенных нами исследований охарактеризовали зависимость сроков хранения от качества плодов, закладываемых на хранение (табл. 2).

Таблица 1. Влияние сроков поступления яблок на продолжительность хранения и сохраняемость продукции, %

Table 1. Influence of the timing of the receipt of apples on the duration of storage and shelf life of products, %

Сорт	Дата сбора плодов	Процент стандартных плодов	Дата отправки на хранение	Процент стандартных плодов
Ренет Симиренко	середина октября	96,4	середина июня	81,1
	начало ноября	85,8	начало июня	72,3
	начало декабря	82,3	середина мая	65,5
Джонатан	середина октября	94,5	начало июня	82,9
	середина ноября	86,4	середина мая	74,2
	начало декабря	77,1	начало мая	60,6
Флорина	середина октября	91,2	середина июня	79,4
	середина ноября	84,9	начало мая	71,1
	начало декабря	76,0	середина мая	52,8

Таблица 2. Сохраняемость яблок в зависимости от исходного состояния, %

Table 2. Preservation of apples depending on the initial state, %

Сорт	Срок или продолжительность хранения, сут.	Процент качественного анализа плодов			
		при отправке на хранение		при отпуске с хранения	
		стандартные	нестандартные	стандартные	нестандартные
Флорина	210	93,5	6,0	78,4	11,4
	193	86,9	11,6	71,2	18,3
	176	71,0	26,7	54,7	28,9
Джонатан	185	93,0	6,5	76,4	17,2
	160	91,5	7,0	73,3	14,0
	146	85,0	14,3	64,7	25,1

Данные таблицы 2 свидетельствуют о наличии ежегодного брака, технического и абсолютного с содержанием 20-25% нестандартной продукции. При определении этого показателя в местах выращивания и хранения он составлял не более 7-8%.

Сложившийся процесс выращивания с последующей товарной обработкой, транспортированием, хранением, затем реализацией приводит к снижению срока хранения и леж-

костоспособности, причиной чему служит разрушение воскового налета, образуются повреждения на плодах, что является неотъемлемой частью при данных процессах.

Снижение потерь наблюдается при последовательности выращивания, процесс хранения, стадии товарной обработки и транспортировки.

В таблице 3 отражены способы тарного хранения плодов и их влияние на сохранность, выход и количество отходов.

Таблица 3. Изменение качества яблок сорта Джонатан при хранении в контейнерах и ящиках
Table 3. Change in the quality of Jonathan apples when stored in containers and boxes

Время проверки	Тара	Плоды, %			
		стандартные	нестандартные	загнившие, брак	гнилые, отходы
Ноябрь	Контейнеры	90,7	8,1	0,9	-
	Ящики	89,1	9,7	0,6	0,2
Февраль	Контейнеры	88,9	6,4	3,9	0,4
	Ящики	66,4	21,5	7,9	3,8
Конец апреля	Контейнеры	62,9	19,7	11,9	5,1
	Ящики	37,3	27,7	21,1	13,9

Данные таблицы 3 показывают, что большее количество стандартных плодов отмечено у яблок при хранении в контейнерах, по сравнению с хранением в ящиках. При хранении плодов в ящиках количество нестандартных плодов и отходов велико, и их целесообразнее снимать раньше с хранения, в нашем случае, в феврале. Более высокой лежкостью отличаются плоды яблок, которые собирались с сада и отгружались сразу в места хранения в контейнерах. Контейнеры позволяют также экономно и эффективно расходовать площадь хранилища, его вместимость, что сокращает число перемещений трудоемких процессов.

Выводы. На основании проведенных исследований определено, что лежкоспособность увеличивается при хранении плодово-овощной продукции в местах производства. Большая рентабельность определена до хранения продукции, т. е. до товарной обработки и транспортировки. Снижение потерь наблюдается при последовательности выращивания, процесс хранения, стадии товарной обработки и транспортировки плодово-овощной продукции. При тарном хранении большее количество стандартных плодов отмечено у яблок в контейнерах, по сравнению с хранением в ящиках.

Список литературы

1. Белокурова Е. С. Биотехнология продуктов брожения: учеб. пособие. Санкт-Петербург: СПб ГТЭУ, 2015. 64 с.
2. Хоконова М. Б., Абдулхаликов Р. З. Современные способы хранения плодово-овощной продукции: учеб. пособие. Нальчик: Принт Центр, 2016. 204 с.
3. Хоконова М. Б., Дзахмишева И. Ш., Хоконов А. Б. Влияние качества сырья на состав и условия брожения яблочного сока // Пищевая промышленность. 2021. № 11. С. 92–95.
4. Хоконова М. Б., Терентьев С. Е. Изменение состава соков при их спиртовании и хранении // Пиво и напитки. 2016. № 5. С. 32–34.
5. Хоконова М. Б., Машуков А. О. Определение интенсивности дыхания плодов и овощей // Биология в сельском хозяйстве. 2018. № 3(20). С. 16–19.
6. Гусев М. В., Минеева Л. А. Биохимия растительного сырья: учеб. пособие. 4-е изд., стер. Москва: Академия, 2003. 464 с.
7. Елисеева Л. Г., Иванова Т. Н., Евдокимова О. В. Товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей: учеб. пособие. Москва: Дашков и Ко, 2009. 367 с.
8. Неверова О. А., Гореликова Г. А., Позняковский В. М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Новосибирск: Сибир. унив. изд-во, 2007. 416 с.
9. Романова Е. В., Введенский В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие. Москва: Российский университет дружбы народов, 2012. 188 с.

10. Неменуцкая Л. А., Степанисцева Н. М. Современные технологии хранения и переработки плодовоовощной продукции: научное издание. Москва: Росинформагротех, 2009. 172 с.

References

1. Belokurova E.S. *Biotehnologiya produktov brozheniya* [Biotechnology of fermentation products]: *uchebnoe posobie*. Sankt-Peterburg: SPb GTEU, 2015. 64 p. (In Russ.)
2. Khokonova M.B., Abdulkhalikov R.Z. *Sovremennye sposoby hraneniya plodoovoshhnoy produktsii* [Modern ways of storing fruits and vegetables]: *uchebnoe posobie*. Nalchik: Print Centr, 2016. 204 p. (In Russ.)
3. Khokonova M.B., Dzahmisheva I.Sh., Khokonov A.B. Influence of the quality of raw materials on the composition and fermentation conditions of apple juice. *Food processing industry* 2021;(11):92–95. (In Russ.)
4. Khokonova M.B., Terent'ev S.E. Changes in the composition of juices during their alcoholization and storage. *Beer and Drinks*. 2016;(5):32–34. (In Russ.)
5. Khokonova M.B., Mashukov A.O. Determination of intensity of breathing of fruits and vegetables. *Biologiya v sel'skom hozjajstve* [Biology in agriculture]. 2018;3(20):16–19. (In Russ.)
6. Gusev M.V., Mineeva L.A. *Biohimiya rastitel'nogo syr'ya* [Biochemistry of plant raw materials]: *uchebnoe posobie*. Moscow: Akademiya, 2003. 464 p. (In Russ.)
7. Eliseeva L. G., Ivanova T.N., Evdokimova O.V. *Tovarovedenie i ekspertiza produktov pererabotki plodov i ovoshchey* [Commodity research and expertise of fruits and vegetables processing products]: *uchebnoe posobie*. Moscow: Dashkov i Ko, 2009. 367 p. (In Russ.)
8. Neverova O.A., Gorelikova G.A., Poznyakovskiy V.M. *Pishchevaya biotehnologiya produktov iz syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya* [Food biotechnology of products from raw materials of plant origin.]. Novosibirsk: Sibir. univ. izd-vo, 2007. 416 p. (In Russ.)
9. Romanova E.V., Vvedenskiy V.V. *Tekhnologiya hraneniya i pererabotki produktsii rastenievodstva* [Technology of storage and processing of crop production]: *uchebnoe posobie*. Moscow: Rossijskiy universitet druzhby narodov, 2012. 188 p. (In Russ.)
10. Nemenushaya L.A., Stepanischeva N.M. *Sovremennye tekhnologii hraneniya i pererabotki plodoovoshhnoy produktsii* [Modern technologies for storage and processing of fruit and vegetable products]: *nauchnoe izdanie*. Moscow: Rosinformagrotekh, 2009. 172 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

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

Иванова Зарема Амурхановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 329651

Тхазеплова Фатима Хатабиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 391831

Information about the authors

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

Zarema A. Ivanova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 329651

Fatima K. Tkhazeplova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 391831

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 16.11.2022;
одобрена после рецензирования 06.12.2022;
принята к публикации 12.12.2022.*

*The article was submitted 16.11.2022;
approved after reviewing 06.12.2022;
accepted for publication 12.12.2022.*

Научная статья

УДК 633.15:631.879.41(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-42-48

Влияние индюшиного компоста на продуктивность и качество зерна кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии

Юрий Мухамедович Шогенов^{✉1}, Алим Юрьевич Кишев²

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

^{✉1}yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

²a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

Аннотация. Полевой эксперимент проводился в 2019-2021 гг. в учебно-производственном комплексе ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, механический состав – тяжелосуглинистый. Содержание в ней физической глины составляет 57,2%, содержание гумуса – 3,4%, общего азота – 0,28%, подвижного фосфора – 16,3-18,8 мг на 100 г почвы, обменного калия – 16-18 мг на 100 г почвы (по Ф. В. Чирикову). Впервые в предгорной зоне КБР установлены особенности роста и развития растений, урожайности и качественных показателей зерна районированного гибрида кукурузы Машук 175 МВ в зависимости от применения индюшиного компоста. В ходе исследований установлена наибольшая прибавка от внесения минеральных удобрений дозы $N_{90}P_{90}K_{40}$, где 6,12 т/га, разница с контролем составила 1,83 т/га, или 42,7%. Применение индюшиного компоста в дозах 10-25 т/га увеличивало урожайность по сравнению с контролем на 1,34-2,63 т/га. Дальнейшее увеличение дозы помета было неэффективно и приводило к снижению урожайности.

Ключевые слова: гибрид кукурузы, Машук 175 МВ, аммиачная селитра, простой суперфосфат, калийная соль, индюшиный помет

Для цитирования. Шогенов Ю. М., Кишев А. Ю. Влияние индюшиного помета на продуктивность и качество зерна кукурузы в предгорной зоне КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 42–48. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-42-48

Original article

Influence of turkey compost on the productivity and quality of corn grain in the foothill zone of the Kabardino-Balkaria

Yuri M. Shogenov^{✉1}, Alim Yu. Kishiev²

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

^{✉1}yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

²a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

Abstract. The field experiment was carried out in 2019-2021. in the training and production complex of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. The soil of the experimental plot is leached chernozem, the mechanical composition is heavy loamy. The content of physical clay in it is 57.2%, the content of humus is 3.4%, total nitrogen is 0.28%, mobile phosphorus is 16.3-18.8 mg per 100 g of soil, exchangeable potassium is 16-18 mg per 100 g of soil (according to F.V. Chirikov). For the first time in the foothill zone of the KBR, the features of the growth and development of corn plants, the yield and quality indicators of corn grain of the zoned corn hybrid Mashuk 175 MV, depending on the use of turkey compost, were established.

In the course of the research, it was established that the largest increase from the application of mineral fertilizers was the dose of $N_{90}P_{90}K_{40}$, where 6.12 t/ha, where the difference with the control was 1.83 t/ha, or 42.7%. The use of turkey compost at doses of 10-25 t/ha increased the yield by 1.34-2.63 t/ha compared to the control. A further increase in the dose of manure was ineffective and led to a decrease in yield.

Keywords: corn hybrid, Mashuk 175 MV, ammonium nitrate, simple superphosphate, potassium salt, turkey manure

For citation. Shogenov Yu.M., Kishev A.Yu. Influence of turkey compost on the productivity and quality of corn grain in the foothill zone of the KBR. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):42–48. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-42-48

Введение. Кукуруза является одной из главных зерновых культур. Большинство учёных придерживаются утверждения о происхождении кукурузы на территории Центральной Южной Америки, где коренные жители её возделывали более 5000 лет. Эта культура широко распространена во многих странах Африки и Азии.

Первооткрыватель Америки Христофор Колумб завёз кукурузу на Европейский континент, где она постепенно распространилась в южных странах Европы.

Кукуруза имеет большое значение при производстве зерна, в создании надёжной кормовой базы для сельскохозяйственных животных и в создании изобилия продуктов для человека.

Кукуруза является сырьём для технических продуктов, а также продовольственных более 150 наименований. Из неё получают спирт, крупы, кукурузные хлопья, муку, крахмал, патоку, а из зародышей зерна получают великолепное пищевое масло.

Культура даёт кроме этого фурфурол, лигнин, ксилозу и так далее. Стебли используют для получения целлюлозы и бумаги. Она хорошо силосуется для кормовых целей. Из зерна получают комбикорма.

Кукуруза как одна из главных зерновых культур имеет следующее соотношение в использовании: на продовольственные цели 20-25%, на фураж – 55-65% и технические 15-22%. По посевным площадям уступает только лишь пшенице и занимает более 110 млн гектар. Тогда как по урожайности и валовому сбору зерна превосходит пшеницу [1].

Она превосходит все кормовые зерновые культуры по своей универсальности. Известно, что 2/3 части зерна кукурузы идёт на

корм сельскохозяйственных животных, а остальная часть используется в пищевой промышленности для производства муки, крупы, различных спиртов, крахмала, патоки, ацетона, пищевых плёнок, органических кислот, масла и множества других полезных для человека продуктов.

Если рассматривать кормовую ценность кукурузы, то можно сказать, что в 1 кг зерна содержится 1,34 кормовых единиц, у ячменя – 1,2 кормовых единиц, овса – 1,0 кормовая единица. Силос из кукурузных стеблей, листьев и початков содержит 0,25-0,32 кормовых единиц в зависимости от фазы спелости и доли зерна в силосной массе. Качественная силосная масса должна содержать не менее 25-30% сухих веществ, для этого она должна быть убрана в фазу молочно-восковой спелости. На современном этапе с ростом численности населения Земли перед сельским хозяйством стоит наиглавнейшая задача в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур и сохранении плодородия почвы, а также наращивании объёмов кормов и технического сырья. С такой постановкой задачи может справиться лишь кукуруза. В Кабардино-Балкарской Республике она занимает более 100.000 гектар и эта площадь с каждым годом увеличивается, хотя урожайность её составляет четыре-пять тонн на гектар, что является низким показателем этой культуры. Урожайность необходимо значительно поднять до уровня 10-11 тонн на гектар. Такого уровня урожая можно и нужно добиться производителям при соблюдении рекомендаций наших российских учёных, которые достигли определенных успехов в области кукурузоводства [1–11].

Одним из оптимальных способов решения этих проблем считается применение птичьего помета. Экскременты домашних птиц улучшают биологическую активность грунта, а также способствуют повышению урожайности. Помет является экологически безопасным и эффективным удобрением, оказывающим самое положительное влияние на структуру почвы. Он в несколько раз улучшает условия для развития растений, а также ускоряет укоренение ростков. Еще один плюс помета заключается в отсутствии неприятного запаха, в этом он выгодно отличается от навоза.

Отходы жизнедеятельности птиц являются отличным источником органических и питательных веществ и оказывают самое благотворное воздействие на химические, биологические и физические свойства почвы. Естественно, в такой обогащенной почве растения дают прекрасный урожай.

Проблема заключается в том, в хозяйствах сейчас остается все меньше крупного рогатого скота, поэтому навоз, который ранее использовался в качестве удобрения, стал большим дефицитом. Дачники, которые отдают предпочтение натуральным удобрениям, стали искать альтернативу навозу. Этой альтернативой стал птичий помет, который до недавнего времени совершенно не рассматривался садоводами-огородниками в качестве органического удобрения. Помет домашних птиц попросту выбрасывался, но сейчас все чаще его используют в качестве эффективного удобрения. В помете домашних птиц содержатся в больших количествах различные питательные вещества, например, калий, фосфор, азот, сера, магний, кальций; а также ценнейшие микроэлементы, такие как цинк, марганец, молибден, медь, бор. Следует отметить, что азота в свежем птичьем помете содержится намного больше, чем в экскрементах крупного рогатого скота. Как показывает практика, помет птиц является прекрасным дополнением к осенним удобрениям и компосту на дачном участке, так как он отлично раскисляет почву [1–11].

Цель исследования – определение эффективности птичьего помета на продуктивность и качество зерна кукурузы в сравнении с минеральными удобрениями в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевой эксперимент проводился в 2019–2021 гг. в учебно-производственном комплексе ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, механический состав – тяжелосуглинистый. Содержание в ней физической глины составляет 57,2%, содержание гумуса 3,4%, общего азота – 0,28%, подвижного фосфора – 16,3–18,8 мг на 100 г почвы, обменного калия – 16–18 мг на 100 г почвы (по Ф. В. Чирикову).

Метеорологические условия в годы проведения исследования были благоприятными, количество осадков было достаточно для хорошего прохождения вегетации кукурузных растений, а также температура не превышала средние многолетние данные. Участок учетной делянки в эксперименте составлял 100 м². Повторность четырехкратная, расположение рендомизированное. В опыте использовали минеральные удобрения: аммиачную селитру (34% азота), гранулированный суперфосфат (20% P₂O₅) и калийная соль (40% K₂O).

Удобрения вносили осенью вразброс перед вспашкой. Сеяли семена гибрида кукурузы Машук 175 МВ (ФАО 170). Раннеспелый, трехлинейный гибрид, универсального направления использования. Создан для производства зерна, зерно-стержневой массы и силоса с содержанием зерна восковой спелости в регионах с ограниченным периодом вегетации. Рекомендуются для посева на зерно на юге, а также в повторных и пожнивных посевах. Холодостойкий гибрид с хорошим начальным развитием. Засухоустойчив, в засушливых условиях эффективно расходует влагу.

В полевом эксперименте в схему включались варианты по исследованию воздействия индюшиного компоста на формирование продуктивности кукурузы. Схема эксперимента включала восемь вариантов:

1. Контроль (без удобрений)
2. 10 т
3. 15 т
4. 20 т
5. 25 т
6. N₆₀P₆₀K₄₀
7. N₉₀P₉₀K₄₀
8. N₁₂₀P₁₂₀K₄₀

Все предусмотренные программой наблюдения, учеты и анализы выполнены по методикам, в соответствии с ГОСТом:

- содержание питательных веществ в почве определяли перед посевом (фоновая), в фазе выметывания и в период уборки кукурузы. Глубина взятия почвенной пробы 0-150 см с интервалом в 10 см. Скважины размещали в типичных местах делянок при трехкратной повторности;

- влажность зерна определяли в электро-сушильном шкафу СЭШ-3М. Зерно для проб отбирали со средней части нескольких початков (3-5 шт.);

- учет элементов структуры урожая (длина початка, число зерен и их масса с одного початка, масса 1000 зерен) проводили по 10 початкам, взятым из проб, которые отбирались при уборке урожая, в трехкратной повторности по всем вариантам опытов;

- уборку урожая проводили поделочно. Для пересчета на воздушно-сухие початки, а также определения урожая зерна (при 14%-ной влажности) с каждой делянки отбирали пробы по 20 шт. початков (2-3 кг);

- содержание азота, фосфора и калия в растениях определяли по В. Г. Куркаеву; содержание белка в зерне – по Кьельдалю, жира – методом обезжиренного остатка – по Сокслету, крахмала – по Эверсу, фотосинте-

тический потенциал – по методу А. А. Ничипоровича (1961);

- статистическую обработку экспериментальных данных урожая и других показателей проводили по методу многофакторного дисперсионного анализа на персональном компьютере кафедры агрономии КБГАУ.

Результаты исследования. Как было выше отмечено, полевой опыт проводился в условиях учебно-производственного комплекса ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ на выщелоченном чернозёме, где предшественником кукурузы на зерно была озимая пшеница. Внесение перепревшего индюшиного помёта дало увеличение продуктивности кукурузы. На контрольном варианте урожайность составила 4,29 т/га, при внесении помёта с 10 до 20 т/га урожайность возросла до 5,63-6,92 т/га, тогда как внесение минеральных удобрений дало урожайность в пределах 6,02-6,12 т/га. Очевидно, что внесение перепревшего индюшиного помёта улучшило агрофизические свойства почвы и создало более благоприятные условия для роста и развития кукурузного растения, чем минеральные удобрения. Как видно из рисунка 1, наиболее эффективным был вариант с внесением перепревшего индюшиного помёта в дозе 20 т/га 6,92 т/га, тогда как на варианте с внесением 25 т/га заметно снижение до 6,68 т/га зерна.

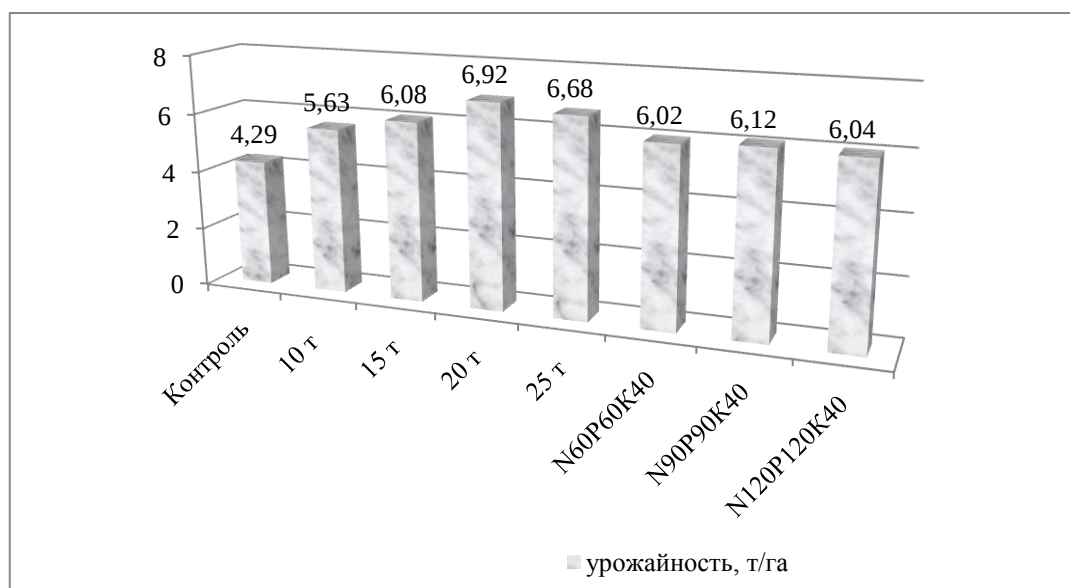


Рисунок 1. Урожайность гибрида кукурузы Машук 175 МВ в зависимости от доз внесения индюшиного помёта и минеральных удобрений, т/га

Figure 1. Grain corn yield depending on the application of turkey manure and doses of mineral fertilizers, t/ha

Качество зерна кукурузы оценивается несколькими показателями, такими как крахмал, белок и жир. В нашем опыте изучался сбор белка (рис. 2) как одного из наиболее яркого примера улучшения показателей зерна. На контрольном варианте сбор белка со-

ставлял 465 кг/га, тогда как внесение перепревшего индюшиного помёта повысило сбор до 613-716 кг/га, на варианте с минеральными удобрениями – 600-675 кг/га. Наилучшим также был вариант с внесением перепревшего индюшиного помёта в дозе 20 т/га – 716 кг/га.

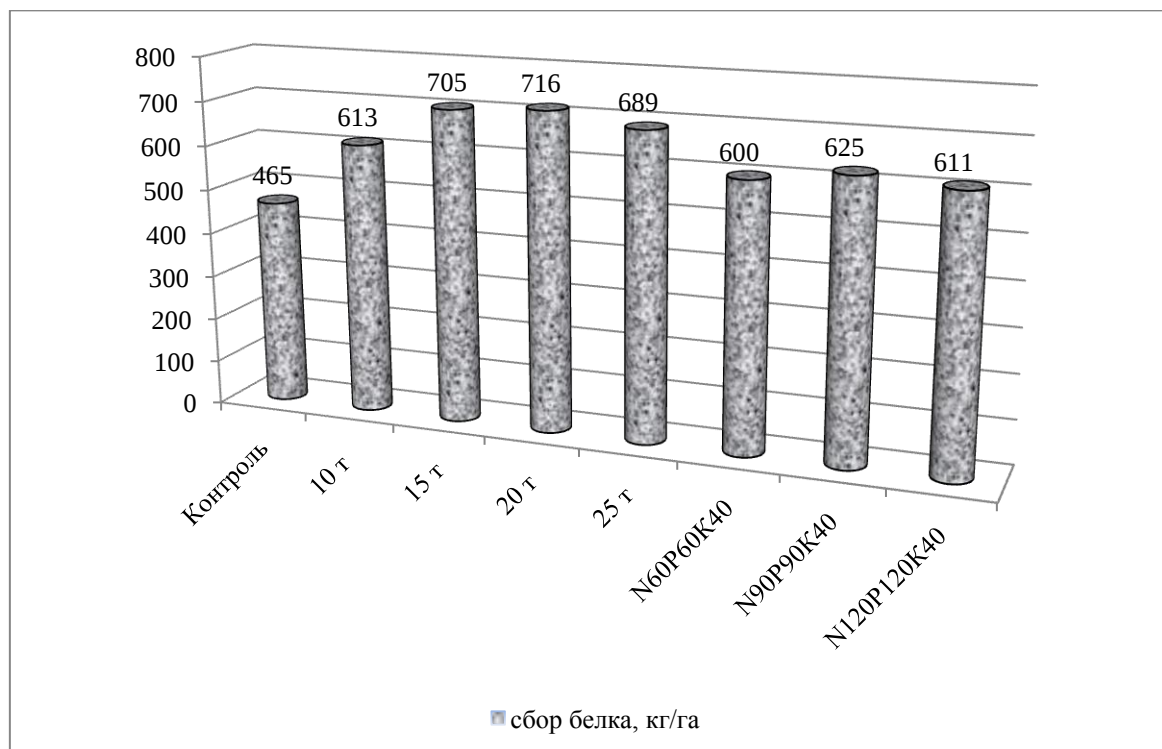


Рисунок 2. Сбор белка в урожае зерна кукурузы в зависимости от доз внесения индюшиного компоста и минеральных удобрений, кг/га

Figure 2. Collection of protein in the yield of corn grain depending on the application of turkey compost and doses of mineral fertilizers, kg/ha

Выводы.

1. Внесение перепревшего индюшиного помёта в дозе 20 т/га позволило получить до 6,92 т/га зерна кукурузы.

2. Качество зерна улучшилось при внесении перепревшего индюшиного помёта. Сбор

белка вырос до 716 кг на гектар, а на контроле получено 465 кг/га.

3. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{40}$ сопоставимо по уровню урожайности кукурузы с внесением перепревшего индюшиного помёта в дозе 10 т/га.

Список литературы

1. Иванова З. А., Шогенов Ю. М., Нагудова Ф. Х. Технологические свойства зерна и посевные качества семян кукурузы в зависимости от способов сушки // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 750.
2. Топалова З. Х., Шогенов Ю. М., Шибзухов З. С. Урожайность початков сахарной кукурузы в зависимости от уровня минерального питания в Кабардино-Балкарской Республике // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 2(34). С. 97–102.
3. Топалова З. Х., Шогенов Ю. М., Шибзухов З. С. Продуктивность сахарной кукурузы в зависимости от сроков внесения ЖКУ в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3(35). С. 82–86.

4. Топалова З. Х., Шогенов Ю. М., Шибзухов З. С. Урожайность початков сахарной кукурузы в зависимости от доз агропитательных и флавобактерина в Кабардино-Балкарской Республике // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 1(37). С. 121–125.
5. Ханиева И. М., Шибзухов З. С., Шогенов Ю. М. Влияние сортовых особенностей и сроков посева на урожайность сахарной кукурузы в Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 2(34). С. 102–108.
6. Шибзухов З.-Г. С., Шогенов Ю. М., Гадиева А. А. Влияние уровня влагообеспеченности почв на урожайность сахарной кукурузы // Новые технологии. 2019. № 4. С. 199–208.
7. Шибзухов З. С., Шогенов Ю. М. Урожайность гибридов разных групп спелости кукурузы в зависимости от сортовых особенностей, сроков посева, густоты стояния и биопрепаратов в Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 4(36). С. 116–121.
8. Шогенов Ю. М., Ханиев М. Х. Фотосинтетическая деятельность новых гибридов кукурузы в предгорной зоне КБР // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2005. № 4. С. 2.
9. Чекаев Н. П., Новикова С. В. Азотный режим чернозема выщелоченного и продуктивность подсолнечника при ежегодном внесении индюшиного помета // Сурский вестник. 2021. № 4(16). С. 22–27. DOI: 10.36461/2619-1202_2021_04_004
10. Чекаев Н. П., Куликова Е. Г., Леснов А. В. Действие птичьего помета и известкового мелиоранта на кислотно-основные свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур // Нива Поволжья. 2020. № 3(56). С. 65–72.
11. Chekaev N. Application of anhydrous ammonia as nitrogen fertilizer, its influence on soil properties and yield of agricultural crops // *Scientific Papers-Series A-Agronomy*. 2020. Vol. 63. No. 1. Pp. 56–61.

References

1. Ivanova Z.A., Shogenov Yu.M., Nagudova F.Kh. Technological properties of grain and sowing qualities of corn seeds depending on drying methods. *Modern problems of science and education*. 2014;(5):750. (In Russ.)
2. Topalova Z.Kh., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. Sugar corn yield depending on the level of mineral food in Kabardino-Balkarian republic. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2018;2(34):97–102. (In Russ.)
3. Topalova Z.Kh., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. The productivity of sweet corn depending on the timing of the introduction of HCS in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2018;3(35):82–86. (In Russ.)
4. Topalova Z.Kh., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. Yield of sugar corn ear depending on doses of agrovitcor and flavobacterin in the Kabardino-Balkarian republic. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2019;1(37):121–125. (In Russ.)
5. Khanieva I.M., Shibzukhov Z.S., Shogenov Yu.M. Influence of varietal characteristics and sowing dates on the yield of sweet corn in Kabardino-Balkaria. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2018;2(34):102–108. (In Russ.)
6. Shibzukhov Z.-G.S., Shogenov Yu.M., Gadieva A.A. The effect of soil water availability level on sugar corn yield. *New technologies*. 2019;(4):199–208. (In Russ.)
7. Shibzukhov Z.S., Shogenov Yu.M. Productivity of hybrids of different groups of corn maturity depending on varietal characteristics, sowing dates, planting density and biological products in Kabardino-Balkaria. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2018;4(36):116–121. (In Russ.)
8. Shogenov Yu.M., Khaniev M.Kh. Photosynthetic activity of new maize hybrids in the foothill zone of the KBR. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2005;(4):2. (In Russ.)
9. Chekaev N.P., Novichkov S.V. Nitrogen regime of leached chernozem and sunflower productivity at annual industrial litter. *Surskiy Vestnik [Sura Messenger]*. 2021;4(16):22–27. DOI: 10.36461/2619-1202_2021_04_004. (In Russ.)
10. Chekaev N.P., Kulikova E.G., Lesnov A.V. The effect of poultry manure and lime ameliorant on acid-basic properties of leached black soil (chernozem) and the yield of crops. *Niva Povolzhya*. 2020;3(56):65–72. (In Russ.)
11. Chekaev N. Application of anhydrous ammonia as nitrogen fertilizer, its influence on soil properties and yield of agricultural crops. *Scientific Papers-Series A-Agronomy*. 2020;63(1):56–61.

Сведения об авторах

Шогенов Юрий Мухамедович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710, Author ID: 483281

Кишев Алим Юрьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2237-8388, Author ID: 343309

Information about authors

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, Author ID: 483281

Alim Yu. Kishev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2237-8388, Author ID: 343309

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 09.11.2022;
одобрена после рецензирования 30.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.*

*The article was submitted 09.11.2022;
approved after reviewing 30.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.*

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Научная статья

УДК 636.234.1.082.252

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-49-56

**Влияние инбридинга на скороспелость ремонтного молодняка
голштинской породы****Заурбек Магометович Айсанов^{✉1}, Тимур Тазретович Тарчоков²,
Рустам Заурбиевич Абдулхаликов³, Мадина Гамовна Тлейншева⁴**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>²ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>³rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>⁴tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

Аннотация. В работе рассмотрены особенности роста и развития ремонтных телок, полученных в результате применения разных степеней инбридинга. Сравнение интенсивности роста инбредных телок с их аутбредными сверстницами показало превосходство инбредного молодняка над аутбредным по живой массе в возрасте 0, 3, 6, 9, 12, 15 и 18 месяцев на 3,7-7,0% ($P>0,95$, 0,999). В возрастные периоды 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18 и 0-18 месяцев у инбредных телок среднесуточный прирост живой массы был выше, чем у аутбредных телок, на 6,1-8,9% ($P<0,99$; 0,999). В то же время различия по относительному приросту живой массы между опытными группами животных почти всегда были не существенными и статистически недостоверными ($P>0,95$), за исключением периода 9-12 месяцев, когда относительный прирост живой массы у инбредных телок был выше, чем у аутбредных телок, на 22,7% ($P>0,999$). Чтобы определить, насколько эффективным будет отбор по селекционному признаку, проведенный среди молодых животных, следует рассчитать коэффициент повторяемости, величина которого по такому признаку, как живая масса, у инбредных телок была выше, чем у аутбредных животных. Рассчитав коэффициенты наследуемости живой массы и среднесуточного прироста живой массы, установили, что у инбредных телок во все возрастные периоды они были выше, чем у аутбредных сверстниц. Возраст достижения оптимальной для первого осеменения живой массы у инбредных телок составил 513,5 дня, что на 38,7 дня ($P>0,99$) меньше, чем у аутбредных сверстниц, откуда следует наличие у инбредных животных лучшей скороспелости, чем у аутбредных животных.

Ключевые слова: инбридинг, телка, живая масса, интенсивность роста, возраст при первом осеменении

Для цитирования. Айсанов З. М., Тарчоков Т. Т., Абдулхаликов Р. З., Тлейншева М. Г. Влияние инбридинга на скороспелость ремонтного молодняка голштинской породы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 49–56.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-49-56

Original article

Influence of inbreeding on the early maturity of replacement young Holstein breed

Zaurbek M. Aisanov^{✉1}, Timur T. Tarchokov²,
Rustam Z. Abdulkhalikov³, Madina G. Tleynsheva⁴

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

^{✉1}Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>

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

³rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

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

Abstract. The paper considers the features of growth and development of repair heifers obtained as a result of the use of different degrees of inbreeding. Comparison of the intensity of growth of inbred heifers with their outbred peers showed the superiority of inbred young over outbred in live weight at the age of 0, 3, 6, 9, 12, 15 and 18 months by 3.7-7.0% ($P>0.95$; 0.999). In age periods 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18 and 0-18 months in inbred heifers, the average daily gain in live weight was higher than that of outbred heifers, by 6.1-8.9% ($P>0.99$; 0.999). At the same time, the differences in relative live weight gain between the experimental groups of animals were almost always insignificant and statistically insignificant ($P<0.95$), except for the period of 9-12 months, when the relative live weight gain in inbred heifers was higher, than in outbred heifers, by 22.7% ($P>0.999$). To determine how effective the selection for a breeding trait, carried out among young animals, will be, it is necessary to calculate the repeatability coefficient, the value of which for such a trait as live weight in inbred heifers was higher than in outbred animals. Having calculated the coefficients of heritability of live weight and the average daily increase in live weight, it was found that in inbred heifers in all age periods they were higher than in outbred peers. The age of reaching the optimal live weight for the first insemination in inbred heifers was 513.5 days, which is 38.7 days ($P>0.99$) less than in outbred peers, which implies that inbred animals have better early maturity than outbred heifers, here.

Keywords: inbreeding, heifer, live weight, growth intensity, age at first insemination

For citation. Aisanov Z.M., Tarchokov T.T., Abdulkhalikov R.Z., Tleynsheva M.G. Influence of inbreeding on the early maturity of replacement young Holstein breed. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):49–56. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-49-56

Введение. Организация правильного выращивания ремонтного молодняка специализированных молочных пород является актуальным мероприятием, позволяющим получить в перспективе высокопродуктивных животных, которые, после проведенной в стаде плановой выбраковки по разным причинам дойных коров, придут им на смену и окажут влияние на позитивные изменения молочной продуктивности данного стада.

Интенсивность роста ремонтного молодняка крупного рогатого скота обуславливается взаимодействием генетических и паратипических факторов. Набор генетических факторов может быть весьма разнообразным, начиная от линейной сочетаемости при кроссе

линий и заканчивая типами подбора родительских пар, к разновидности которых относится родственное спаривание – инбридинг.

В ходе изучения влияния инбридинга на развитие хозяйственно-полезных признаков голштинского и голштинизированного скота могут быть получены как позитивные, так и негативные результаты [1–13].

Цель исследования – изучение динамики роста и возраста достижения ремонтными телками оптимальной для первого осеменения живой массы.

Материал, методы и объекты исследования. В качестве объекта исследований были отобраны инбредные (близкий и умеренный инбридинг) телки и их аутбредные сверстни-

цы, являвшиеся дочерями трех голштинских быков-производителей, использованных в молочном стаде ООО «Агро-Союз» Чегемского района Кабардино-Балкарской Республики.

Опытные группы телок формировались по следующей схеме, отраженной в таблице 1.

Таблица 1. Схема формирования опытных групп телок
Table 1. The scheme of formation of experimental groups of heifers

Группа	Кол-во животных в опытной группе, гол.	Количество быков-производителей, от которых получены подопытные животные, гол.
Инбредные тёлки	99	3
Аутбредные тёлки	207	3

Изучаемые показатели:

1. Живая масса телок в возрасте 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 месяцев.
2. Среднесуточный прирост живой массы телок в периоды 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18, 0-18 месяцев.

3. Относительный прирост живой массы телок в периоды 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18, 0-18 месяцев.

4. Простой коэффициент роста телок в возрасте 3, 6, 9, 12, 15, 18 месяцев.

5. Возраст достижения телками оптимальной для первого осеменения живой массы.

6. Коэффициент повторяемости живой массы телок в разном возрасте.

7. Коэффициенты наследуемости живой массы и среднесуточного прироста телок в разные возрастные периоды.

Обработку первичного материала проводили методом вариационной статистики [14].

Результаты исследования. Показатели живой массы подопытного молодняка в период от рождения до 18-месячного возраста приводятся в таблице 2.

Из таблицы видно, что инбредные телки во все возрастные периоды превосходили по живой массе своих аутбредных сверстниц на 3,7-7,0% ($P>0,95-0,999$). При этом с возрастом различия между сравниваемыми группами животных по живой массе постепенно увеличивались, достигнув максимального значения в возрасте 18 месяцев.

Таблица 2. Возрастная динамика живой массы инбредных и аутбредных телок
Table 2. Age dynamics of live weight of inbred and outbred heifers

Возраст, мес.	Инбредные животные n = 99	Аутбредные животные n = 207	Разница		
			кг	%	P
0	44,7±0,4	43,1±0,5	1,6	3,7	$P>0,95$
3	111,4±1,0	105,6±0,9	5,8	5,5	$P>0,999$
6	181,1±1,8	171,3±1,4	9,8	5,7	$P>0,999$
9	247,8±2,7	233,9±2,1	13,9	5,9	$P>0,999$
12	321,5±3,9	302,2±3,0	19,3	6,4	$P>0,999$
15	398,2±4,6	373,5±3,3	24,7	6,6	$P>0,999$
18	471,6±4,2	440,9±4,3	30,7	7,0	$P>0,999$

Изменения среднесуточного прироста живой массы с возрастом у ремонтного молодняка разных групп отражены в таблице 3.

Анализ возрастных изменений среднесуточного прироста живой массы голштинских телок показал превосходство инбредных животных по этому показателю на 6,1-8,9% ($P>0,99-0,999$). Наименьшие различия между

сравниваемыми группами животных имели место в период 3-6 месяцев, наибольшие – в период 15-18 месяцев.

Возрастные изменения энергии роста подопытного молодняка голштинской породы можно проанализировать на основе данных таблицы 4.

Таблица 3. Возрастная динамика среднесуточного прироста живой массы инбредных и аутбредных телок

Table 3. Age dynamics of the average daily gain in live weight of inbred and outbred heifers

Возрастные периоды, мес.	Инбредные животные n = 99	Аутбредные животные n = 207	Разница		
			г	%	P
0-3	741,1±11,2	694,4±6,3	46,7	6,7	P>0,999
3-6	774,4±9,3	730,0±7,6	44,4	6,1	P>0,999
6-9	741,1±12,0	695,6±8,4	45,5	6,5	P>0,99
9-12	818,9±13,9	758,9±9,1	60,0	7,9	P>0,999
12-15	852,2±15,4	792,2±7,8	60,0	7,6	P>0,999
15-18	815,6±12,7	748,9±8,1	66,7	8,9	P>0,999
0-18	790,6±11,8	736,7±8,7	53,9	7,3	P>0,999

Таблица 4. Возрастная динамика относительного прироста живой массы инбредных и аутбредных телок

Table 4. Age dynamics of the relative increase in live weight of inbred and outbred heifers

Возрастные периоды, мес.	Инбредные животные n = 99	Аутбредные животные n = 207	Разница		
			абс. %	%	P
0-3	85,5±0,8	84,1±0,7	1,4	1,7	<0,95
3-6	47,7±0,4	47,5±0,5	0,2	0,4	<0,95
6-9	31,1±0,3	30,9±0,2	0,2	0,6	<0,95
9-12	25,9±0,2	21,1±0,3	4,8	22,7	>0,999
12-15	21,3±0,2	21,1±0,2	0,2	0,9	<0,95
15-18	16,9±0,2	16,6±0,1	0,3	1,8	<0,95
0-18	165,4±1,9	164,4±1,7	1,0	0,6	<0,95

Как видно из таблицы 4, различия по относительному приросту живой массы между группами инбредных и аутбредных животных не существенные и статистически не достоверные (P<0,95). Исключение составляет период 9-12 месяцев, когда относительный прирост живой массы у инбредных телок был выше, чем у аутбредных на 22,7% (P>0,999).

Кратность увеличения живой массы молодняка крупного рогатого скота в постэмбриональный период, в сравнении с первоначальной живой массой при рождении, изучают на основе простого коэффициента роста (табл. 5).

Приведенные в таблице 5 данные показывают, что инбредные телки в сравнении с аутбредными характеризовались более высокой энергией роста во все изучаемые возрастные периоды.

Таблица 5. Простой коэффициент роста инбредных и аутбредных телок

Table 5. Simple coefficient of growth of inbred and outbred heifers

Возраст, мес.	Инбредные животные n = 99	Аутбредные животные n = 207
0	1,00	1,00
3	2,49	2,45
6	4,05	3,97
9	5,54	5,43
12	7,19	7,01
15	8,91	8,67
18	10,55	10,23

Чтобы определить, насколько эффективным будет отбор по селекционному признаку, проведенный среди молодых животных,

необходимо рассчитать коэффициент повторяемости признака. В таблице 6 отражены коэффициенты повторяемости живой массы телок разных групп.

Таблица 6. Коэффициенты повторяемости (r_w) живой массы инбредных и аутбредных телок
Table 6. Repeatability coefficients (r_w) of live weight of inbred and outbred heifers

Коррелируемые месяцы	Инбредные телки n = 99	Аутбредные телки n = 207
0-3	0,612	0,601
0-6	0,581	0,565
0-9	0,568	0,517
0-12	0,548	0,531
0-15	0,556	0,529
0-18	0,563	0,526
3-6	0,608	0,582
3-9	0,569	0,587
3-12	0,604	0,572
3-15	0,572	0,554
3-18	0,564	0,537
6-9	0,623	0,603
6-12	0,592	0,561
6-15	0,616	0,591
6-18	0,576	0,548
9-12	0,632	0,616
9-15	0,588	0,562
9-18	0,605	0,581
12-15	0,628	0,598
12-18	0,584	0,551
15-18	0,624	0,592

Из таблицы 6 видно, что у инбредных телок во всех вариантах сопоставления живой массы коэффициент повторяемости этого признака был выше, чем у аутбредных. В целом же, как у инбредных, так и у аутбредных животных величина коэффициента повторяемости живой массы соответствовала среднему значению, что указывает на достаточную эффективность проведения отбора по этому признаку в более раннем возрасте.

Для закрепления селекционного достижения в следующем поколении обязательным условием должна быть высокая наследуемость признака, по которому ведется отбор. Исходя из этого, методом однофакторного

дисперсионного анализа были рассчитаны коэффициенты наследуемости живой массы и среднесуточного прироста живой массы инбредных и аутбредных животных (табл. 7).

Таблица 7. Коэффициенты наследуемости (h^2) живой массы и среднесуточного прироста инбредных и аутбредных телок
Table 7. Coefficients of heritability (h^2) of live weight and average daily gain of inbred and outbred heifers

Признак	Возраст, мес.	Инбредные телки n = 99	Аутбредные телки n = 207
Живая масса	0	0,313	0,281
	6	0,342	0,307
	3	0,329	0,312
	9	0,357	0,304
	12	0,386	0,293
	15	0,371	0,285
	18	0,399	0,326
Средне- суточный прирост живой массы	0-3	0,277	0,262
	3-6	0,225	0,213
	6-9	0,252	0,229
	9-12	0,354	0,341
	12-15	0,330	0,309
	15-18	0,381	0,322
	0-18	0,301	0,204

Анализ данных таблицы 7 указывает на более высокие коэффициенты наследуемости как живой массы, так и среднесуточного прироста у инбредных телок. В свою очередь, коэффициенты наследуемости живой массы несколько выше, чем коэффициенты наследуемости среднесуточного прироста живой массы.

Скороспелость ремонтного молодняка является важным элементом селекции скота. Скороспелые животные раньше, чем позднеспелые, начинают продуцировать молоко и, следовательно, раньше начинают компенсировать затраты по их выращиванию в период от рождения до начала первой лактации.

В молочном скотоводстве в первый раз телок осеменяют при достижении ими живой массы не менее 70% от живой массы половозрелых коров стада. В племенном репродукторе голштинской черно-пестрой породы ООО «Агро-Союз» Кабардино-Балкарской Республики, с учетом этого, в первый раз телок осеменяют, когда они набирают массу 450 кг и более.

Приведенные нами расчеты показали, что инбредные телки достигли живой массы 450 кг в возрасте 513,5 дней, что на 38,7 дней ($P>0,99$) меньше, чем у аутбредных сверстниц. Таким образом, инбредные животные отличаются лучшей скороспелостью в сравнении с аутбредными.

Выводы. В результате изучения влияния инбридинга на интенсивность роста ремонт-

ных телок установили, что во все возрастные периоды инбредные животные ($n=99$) превосходили аутбредных ($n=207$) по живой массе на 3,7-7,0% ($P>0,95-0,999$), по среднесуточному приросту – на 6,1-8,9% ($P>0,99-0,999$). Возраст достижения оптимальной для первого осеменения живой массы, равной 450 кг, у инбредных телок был на 38,7 дней ($P>0,99$) меньше, чем у аутбредных.

Список литературы

1. Кулешов П. Н. Теоретические работы по племенному животноводству. Москва: Сельхозгиз, 1947. 223 с.
2. Щепкин М. М. Из наблюдений и дум заводчика. Москва: Сельхозгиз, 1947. 62 с.
3. Дунин И. М., Труфанов В. Г., Новиков Д. В. Использование инбридинга в молочном скотоводстве // Зоотехния. 2012. № 9. С. 2–3.
4. Климова С. П., Шендаков А. И., Шендакова Т. А. Влияние степеней инбридинга на молочную продуктивность черно-пестрого голштинизированного скота // Вестник Орловского ГАУ. 2012. № 4. С. 86–89.
5. Донник И. М. Влияние инбридинга на живую массу коров, экономическая эффективность инбридинга и рекомендации производству // Аграрный вестник Урала. 2013. № 6(112). С. 6–8.
6. Любимов А. И., Юдин В. М. Влияние инбридинга на пожизненную продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 3. С. 14–16.
7. Никитин К. П., Любимов А. И., Юдин В. М. Влияние различных типов инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества черно-пестрой породы // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5(147). С. 56–60.
8. Вельматов А. А., Вельматов А. П., Костин О. В. и др. Влияние различных вариантов подбора на хозяйственно-полезные признаки красно-пестрого скота // Аграрный научный журнал. 2019. № 9. С. 38–42.
9. Смарагдов М. Г. Оценка инбридинга у голштинизированного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 3. С. 3–7.
10. Кузякина Л. И. Влияние инбридинга на хозяйственные признаки в молочном скотоводстве // Вестник Вятской ГСХА. 2021. № 2(8). Ст. 6.
11. Руденко О. В. Влияние различных степеней инбридинга на интенсивность роста ремонтных телок // Вестник Ульяновской ГСХА. 2022. № 1(57). С. 51–56.
12. Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Айсанов З. М., Тлейншева М. Г., Хасанова З. С. Продуктивные особенности голштинских коров при внутрилинейном подборе и реципрокном кроссе линий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 45–57. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-45-57
13. Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Айсанов З. М., Тлейншева М. Г. Молочная продуктивность коров с разными формами наследования удоя и жирномолочности // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 38–47. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-38-47
14. Петухов В. Л., Короткевич О. С., Стамбеков С. Ж. Генетика. Новосибирск: Наука, 2007. 628 с.

References

1. Kuleshov P.N. *Teoreticheskiye raboty po plemennomu zhivotnovodstvu* [Theoretical work on livestock breeding]. Moscow: Sel'khozgiz, 1947. 223 p. (In Russ.)
2. Shchepkin M.M. *Iz nablyudeniy i dum zavodchika* [From the observations and thoughts of the breeder]. Moscow: Sel'khozgiz, 1947. 62 p. (In Russ.)

3. Dunin I.M., Trufanov V.G., Novikov D.V. The use of inbreeding in dairy cattle. *Zootekhnika*. 2012;(9):2–3. (In Russ.)
4. Klimova S.P., Shendakov A.I., Shendakova T.A. Influence of the degree of inbreeding on the milk productivity of black-and-white Holstein cattle. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orel State Agrarian University]. 2012;(4):86–89. (In Russ.)
5. Donnik I.M. The influence of inbreeding on a live weight of cows, the cost effectiveness of inbreeding and production recommendations. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013;6(112):6–8. (In Russ.)
6. Lyubimov A.I., Yudin V.M. Influence of inbreeding on lifelong productivity and duration of economic use of Black-and-White cows. *Dairy and meat cattle breeding*. 2014;(3):14–16. (In Russ.)
7. Nikitin K.P., Lyubimov A.I., Yudin V.M. Influence of various types of inbreeding on milk productivity and reproductive qualities of the black-and-white breed. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016;5(147):56–60. (In Russ.)
8. Velmatov A.A., Velmatov A.P., Kostin O.V. [et al.]. Influence of different selection options on economically useful traits of red-and-white cattle. *Agrarian scientific journal*. 2019;(9):38–42. (In Russ.)
9. Smaragdov M.G. Evaluation of inbreeding in Holsteinized cattle. *Dairy and meat cattle breeding*. 2020;(3):3–7. (In Russ.)
10. Kuzyakina L.I. Inbreeding influence on economic characteristics in dairy cattle breeding. *Vestnik Vyatskoj GSKhA* [Bulletin of the Vyatka State Agricultural Academy]. 2021;2(8). Art. 6. (In Russ.)
11. Rudenko O.V. Influence of various degrees of inbreeding on the intensity of growth of replacement heifers. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;1(57):51–56. (In Russ.)
12. Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Aisanov Z.M., Tleynsheva M.G., Khasanova Z.S. Productive features of Holstein cows with intra-linear selection and reciprocal cross of lines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;3(37):45–57. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-45-57. (In Russ.)
13. Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Aisanov Z.M., Tleynsheva M.G. Dairy productivity of cows with different forms of inheritance of milk yield and fat content. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;2(36):38–47. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-38-47. (In Russ.)
14. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Stambekov S.Zh. *Genetika* [Genetics]. Novosibirsk: Nauka, 2007. 628 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

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

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

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

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

Information about the authors

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

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

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

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

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 11.11.2022;
одобрена после рецензирования 29.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.*

*The article was submitted 11.11.2022;
approved after reviewing 29.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.*

Научная статья

УДК 636.22/28.082

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-57-64

Современные технологии производства говядины**Тимур Тазретович Тарчоков^{✉1}, Василий Николаевич Приступа²,
Диана Сергеевна Торосян³, Константин Станиславович Савенков⁴,
Оксана Александровна Рудометкина⁵**¹Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{2,5}Донской государственный аграрный университет, поселок Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24, Октябрьский район, Ростовская область, Россия, 346493³Общество с ограниченной ответственностью «Агропарк-Развильное», ул. Колхозная, 2а, село Развильное, Песчанокопский район, Ростовская область, Россия, 347560⁴Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Петербургское шоссе, 2, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия, 196601^{✉1}ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>²prs40@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9998-5062>³di.torosian@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7038-6637>⁴vetkos@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0917-6163>

Аннотация. Изучено влияние породных особенностей на энергию роста и формирование мясной продуктивности бычков мясных (калмыцкая, герефордская, казахская белоголовая, абердин-ангусская, русская комолая) и молочных (черно-пестрая) пород при их выращивании в условиях стойлово-пастбищной технологии, а также при интенсивном доращивании с 8 до 18-месячного возраста с кормлением вволю из автокормушек для грубых и концентрированных кормов в промышленном комплексе ООО «Агропарк-Развильное» Ростовской области. В условиях стойлово-пастбищной технологии низкие значения живой массы при рождении отмечены у животных калмыцкой породы, которые и в последующем по энергии роста и живой массе отставали от сверстников других мясных пород на 3-7%. Среднесуточный прирост бычков колебался в пределах 782-859 г. Более высокая живая масса и энергия роста отмечена у молодняка герефордской и русской комолой пород. При постановке на доращивание различие по живой массе между бычками разных пород составило 2-8 кг, а суточные приросты от рождения до 8-месячного возраста колебались в пределах 680-705 г. В 18 месяцев разница в живой массе между бычками колебалась на уровне 5-47 кг, энергия роста за 10 месяцев доращивания составила 1285-1414 г в сутки. Максимальная предубойная живая (605,4 кг), масса туши (359 кг), убойный выход (62%) и наиболее благоприятное сочетание тканей отмечено у бычков абердин-ангусской породы, которые превосходили сверстников других мясных пород по приведенным признакам на 1,2-5,3%, а черно-пестрой – на 6,1-20,5%. Более высокий выход костей, хрящей и сухожилий отмечен у черно-пестрой, герефордской и казахской белоголовой, а самый высокий коэффициент мясности был у сверстников абердин-ангусской и русской комолой пород. При этом самая высокая себестоимость выращивания, наименьшая окупаемость затрат и рентабельность отмечена у сверстников черно-пестрой, калмыцкой и казахской белоголовой пород.

Ключевые слова: бычки, породы мясного и молочного направления продуктивности, интенсивное доращивание, кормление вволю из автокормушек, предубойная масса, морфология туши, рентабельность

Для цитирования. Тарчоков Т. Т., Приступа В. Н., Торосян Д. С., Савенков К. С., Рудометкина О. А. Современные технологии производства говядины // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. №4(38). С. 57–64. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-57-64

Original article

Modern beef production technologies

Timur T. Tarchokov^{✉1}, Vasily N. Pristupa², Diana S. Torosyan³,
Konstantin S. Savenkov⁴, Oksana A. Rudometkina⁵

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

^{2,5}Don State Agrarian University, Persiyanovsky village, Oktyabrsky district, Rostov region, Russia, 346493

³Limited Liability Company "Agropark-Razvilnoye", 2a Kolkhoznaya street, p. Razvilnoye, Peschanokopsky district, Rostov region, Russia, 347560

⁴Saint Petersburg State Agrarian University, 2 Petersburg Highway, Pushkin, Saint Petersburg, Russia, 196601

^{✉1}ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

²prs40@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9998-5062>

³di.torosian@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7038-6637>

⁴vetkos@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0917-6163>

Abstract. The influence of breed characteristics on the energy of growth and the formation of meat productivity of bull-calves of meat (Kalmyk, Hereford, Kazakh white-headed, Aberdeen-Angus, Russian polled) and dairy (black-and-white) breeds was studied when they were grown under conditions of stall-pasture technology, as well as under intensive rearing from 8 to 18 months of age with ad libitum feeding from automatic feeders for rough and concentrated feed in the industrial complex LLC "Agropark-Razvilnoye" of the Rostov region. In the conditions of stall-pasture technology, low values of live weight at birth were noted in animals of the Kalmyk breed, which subsequently lagged behind their peers of other meat breeds by 3-7% in terms of growth energy and live weight. The average daily growth of bulls fluctuated within 782-859. Higher live weight and growth energy were noted in young stock of the Hereford and Russian polled breeds. When placed for rearing, the difference in live weight between bulls of different breeds was 2-8 kg, and daily gains from birth to 8 months of age ranged from 680-705 g. At 18 months, the difference in live weight between bulls fluctuated at the level of 5-47 kg, growth energy for 10 months of rearing was 1285-1414 g per day. The maximum pre-slaughter live weight (605.4 kg), carcass weight (359 kg), slaughter yield (62%) and the most favorable combination of tissues were noted in Aberdeen-Angus bulls, which were 1.2-5.3%, and black-and-white – by 6.1-20.5%. A higher output of bones, cartilage and tendons was noted in the Black-and-White, Hereford and Kazakh white-headed breeds, and the highest coefficient of meatiness was in the peers of the Aberdeen-Angus and Russian polled breeds. At the same time, the highest cost of cultivation, the lowest cost recovery and profitability were noted among peers of the Black-and-White, Kalmyk and Kazakh white-headed breeds.

Keywords: intensive rearing, bulls, breeds of meat and dairy productivity, ad libitum feeding from automatic feeders, pre-slaughter weight, carcass morphology, profitability

For citation. Tarchokov T.T., Pristupa V.N., Torosyan D.S., Savenkov K.S., Rudometkina O.A. Modern beef production technologies. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):57–64. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-57-64

Введение. Уровень потребления продуктов животноводства в России в течение последних лет несколько увеличился, но пока рекомендуемые нормы питания, утвержденные приказом Минздрава и Доктриной продовольственной безопасности Российской

Федерации, удовлетворяются на 71-85%. Поэтому интенсивное развитие животноводства не только повысит уровень производства и потребления его продуктов на душу населения, но будет способствовать повышению экономического состояния и обеспечит по-

следовательное формирование в обществе нового отношения к сельскому хозяйству как к многофункциональному сектору экономики страны^{1,2,3,4}.

Известно, что для восстановления тканей и «ремонта» организма человеку нужно в среднем около 100 г белка в день, в том числе 50-70% белка животного происхождения, дающего живому организму необходимое количество незаменимых аминокислот, которые у человека не синтезируются, но обязательно входят в состав клеток его тканей и тела животного. Наибольшее содержание таких белков почти со стопроцентной переваримостью находится в говядине, производство которой на душу населения составляет пока чуть более 50% от рекомендуемых норм⁵ [1, 2]. Производством говядины в Ростовской области, как и других регионах России, занимаются маточные хозяйства-репродукторы молодняка с применением стойлово-пастбищной системы и крупные промышленные комплексы по интенсивному доращиванию и откорму животных. Каждая из этих систем функционирует самостоятельно и дополняет друг друга, но применяют разные технологии. В маточных хозяйствах коровы мясных пород и их молодняк практически круглый год используют пастбище и только в ненастную погоду содержатся в помещениях легкого типа, с кормлением грубыми и концентратами из расчета 1,8-2,4 кг сухого вещества на 100 кг живой массы и 75-104 г переваримого протеина.

Энергия роста молодняка в этих условиях редко превышает 800 г в сутки, а живая масса в 18-месячном возрасте – 450 кг [3–6].

Цель исследования – изучение влияния породного и технологического факторов на формирование мясной продуктивности и окупаемость затрат при выращивании животных различных пород в условиях стойлово-пастбищной и промышленной технологий.

Материалы, методы и объекты исследования. Для исследований использовался молодняк мясных пород, полученный в маточных хозяйствах при ранних весенних отелах. Часть свехремонтного молодняка выращивалась в этих же хозяйствах при стойлово-пастбищной технологии, а часть в 7-8-месячном возрасте реализована на доращивание в условиях промышленного комплекса ООО «Агропарк-Развильное» Ростовской области. Животные содержатся в типовом корпусе со свободным выходом на выгульно-кормовой двор, на котором под навесом по периметру с одной стороны установлены самокормушки с грубыми кормами (ячменная и гороховая солома, разнотравное и люцерновое сено), а с другой – самокормушки с постоянным содержанием смеси концентратов (ячмень и кукуруза по 40%, пшеница 19,7% и смесь микро-макроэлементов 0,3%). Эти корма животные поедают вволю, потребляя, в зависимости от живой массы и суточного прироста, 9-14 кг сухого вещества и 910-1320 г переваримого протеина на голову в сутки.

Результаты исследования. Для научно-хозяйственных опытов в условиях стойлово-пастбищной системы было отобрано по 55-60 коров анализируемых пород и в процессе анализа результатов не выявлено существенного влияния породного фактора на развитие животных (табл. 1). Некоторое превосходство в живой массе и энергии роста отмечено у молодняка герефордской и русской комолой пород. У потомков калмыцкой породы была самая низкая живая масса телят при рождении, и в последующем бычки по энергии роста и живой массе отставали от сверстников других анализируемых мясных пород на 3-7%. При этом среднесуточный прирост бычков этих пород колебался на уровне 782-859 г.

¹ Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2019 год). Москва: Издательство ФГБНУ ВНИИплем. 2019. С. 3–16.

² Приказ Минздрава России от 02.08.2010 N 593н. «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания».

³ Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock> (дата обращения: 14.02.2021).

⁴ Сельское хозяйство в России. 2019: Стат. сб./Росстат. Москва, 2019. 91 с.
URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/sh_2019.pdf (дата обращения: 14.02.2020).

⁵ Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Москва, 2017. 45 с.

Таблица 1. Продуктивные качества животных разных пород
при стойлово-пастбищной системе содержания
Table 1. Productive qualities of animals of different breeds
at stall-pasture system

Порода	Выход телят на 100 коров	Живая масса, кг				Суточный прирост от рожде- ния до 18-мес., г	Убойный выход, %
		при рожде- нии	в 7 месяцев	бычков			
				в 15 месяцев	в 18 месяцев		
Калмыцкая	89-95	20-27	175-221	375-405	430-455	786-832	57-60
Герефордская	86-92	26-34	208-232	400-430	437-470	797-858	59-63
Казахская белоголовая	85-94	25-30	190-230	388-415	430-465	785-850	56-60
Абердин-ангусская	90-94	22-28	181-228	385-410	433-470	794-859	59-65
Русская комолая	91-95	23-27	182-226	389-412	434-468	792-857	58-63
Черно-пестрая	75-84	32-43	179-230	387-413	428-453	782-828	55-57

Поэтому предубойная живая масса 18-месячных бычков после голодной выдержки не превышала 450 кг, что соответствует требованиям ГОСТа (2017) категории экстра. Для достижения категории супер с живой массой не ниже 550 кг в этих условиях потребуются еще дополнительное время и затраты, окупаемость которых не всегда высоко положительная. Поэтому свёрхремонтные бычки вышеотмеченных пород в 7-8-месячном возрасте реализованы из маточных хозяйств для интенсивного доращивания в условиях промышленного комплекса ООО «Агропарк-Развильное».

После адаптации к условиям комплекса бычки, сформированные в группы по 65-70 голов, содержались беспривязно в помеще-

нии легкого типа со свободным выходом на выгульно-кормовые дворы, где имели свободный доступ к брикетной соли, автопоилкам и самокормушкам с грубыми и концентрированными кормами. Несмотря на равные условия доращивания, изменение живой массы бычков имело существенные различия. При постановке на доращивание разница в живой массе между бычками этих пород была 2-8 кг, в 12 месяцев она увеличилась уже от 2 до 20 кг, а в 18 месяцев она колебалась на уровне 5-47 кг (табл. 2). При этом от рождения до 8-месячного возраста энергия роста была на уровне 680-705 г в сутки, а за 10 месяцев доращивания она колебалась на уровне 1285-1414 г (табл. 3).

Таблица 2. Изменение живой массы подопытных бычков
Table 2. Change in live weight of experimental bulls

Порода	Количество, голов	Возраст, мес. и живая масса, кг			
		8	12	15	18
Калмыцкая	35	191,2±4,8	377,9±5,6	495,5±6,7	610,8±5,3
Герефордская	36	193,8±6,9	381,9±7,9	503,3±5,6	617,5±6,6
Казахская белоголовая	34	191,8±8,5	378,8±5,4	496,8±7,5	612,2±6,3
Абердин-ангусская	37	193,7±4,9	382,4±6,5	506,3±6,1	622,2±6,9
Русская комолая	33	191,2±4,5	380,2±5,7	501,2±6,4	614,2±5,8
Черно-пестрая	35	185,2±5,3	361,7±6,6	472,3±5,4	574,7±6,8

Поэтому все бычки изучаемых пород в 18-месячном возрасте по живой массе на 4-13% превосходили требования в действующем ГОСТе категорию супер, с существен-

ным превосходством в пользу абердин-ангусских и герефордских сверстников. У них и бычков русской комолы породы абсолютный прирост живой массы за этот

период был на уровне 420-429 кг, а их среднесуточный прирост превышал 1400 г. У бычков черно-пестрой породы энергия

роста в различные возрастные периоды в течение 10-месячного интенсивного доращивания была ниже на 100-130 г в сутки.

Таблица 3. Абсолютный и среднесуточный прирост бычков за 15 мес.

Table 3. Absolute and average daily growth of bulls for 15 months

Порода	Абсолютный, кг				Среднесуточный, г			
	8-12	13-15	16-18	8-18	8-12	13-15	16-18	8-18
Калмыцкая	186,7	117,6	115,3	419,6	1543	1292	1267	1385
Герефордская	188,1	121,3	114,2	423,7	1554	1333	1255	1398
Казахская белоголовая	187,0	118,0	115,4	420,4	1545	1297	1268	1387
Абердин-ангусская	188,7	123,9	115,9	428,5	1559	1361	1274	1414
Русская комолая	189,0	121,0	113,0	423,0	1562	1330	1242	1396
Черно-пестрая	176,5	110,6	102,4	389,5	1458	1215	1125	1285

Между бычками изучаемых мясных пород разница в суточном приросте за этот период была на уровне 12-70 г. В связи с этим максимальная предубойная живая (605,4 кг), масса туши (359 кг) и убойный выход (62%) в 18-месячном возрасте отмечены у бычков абердин-ангусской породы (табл. 4). Сверстники других мясных пород уступали по этим

признакам на 1,2-5,3%, а черно-пестрой – на 6,1-20,5% и у последних самые низкие показатели выхода парной туши, внутреннего сала, убойной массы и убойного выхода. Анализ морфологического состава туши бычков в 18 месяцев показал, что наиболее благоприятное сочетание тканей также у бычков абердин-ангусской породы (табл. 5).

Таблица 4. Показатели убоя бычков в возрасте 18 мес.

Table 4. Indicators of slaughter of bulls at the age of 18 months

Порода	Масса, кг				Выход, %		
	предубойная	туши	внутреннего сала	убойная	туши	внутреннего сала	убойный
Калмыцкая	595,4	322,1	16,4	338,5	54,1	2,73	56,85
Герефордская	599,3	329,0	16,1	345,6	54,9	2,68	57,67
Казахская белоголовая	596,7	322,8	15,8	338,6	54,1	2,65	56,74
Абердин-ангусская	605,4	359,0	16,6	375,6	59,3	2,75	62,04
Русская комолая	598,8	338,9	16,3	355,2	56,6	2,73	59,32
Черно-пестрая	558,9	298,5	13,8	312,3	53,4	2,47	55,88

Таблица 5. Морфологический состав туши бычков в 18 мес.

Table 5. Morphological composition of the carcass of bulls at 18 months

Порода	Масса, кг				Выход, %		
	охлажденной туши	мышечной ткани	жировой ткани	костей, хрящей, сухожилий	мышечной ткани	жировой ткани	костей, хрящей, сухожилий
Калмыцкая	317,3	240,2	18,1	59,0	75,7	5,7	18,6
Герефордская	324,1	245,7	15,9	62,5	75,8	4,9	19,3
Казахская белоголовая	317,4	239,3	16,8	61,3	75,4	5,3	19,3
Абердин-ангусская	353,6	270,8	19,8	63,0	76,6	5,6	17,8
Русская комолая	333,8	253,3	19,7	60,8	75,9	5,9	18,2
Черно-пестрая	294,0	219,0	16,8	58,2	74,5	5,7	19,8

Первое место по выходу жировой ткани заняли бычки русской комолой, а последнее – герефордской. Более высокий выход костей, хрящей и сухожилий отмечен у черно-пестрой, герефордской и казахской белоголовой пород.

При этом у них отмечен самый низкий выход мякоти на 1 кг костей (коэффициент мясности), а наиболее высокий – у сверстников абердин-ангусской и русской комолой. Однако он у анализируемых пород несколько выше минимальной нормы для молодняка крупного рогатого скота.

Обращает на себя внимание, что при одинаковой реализационной стоимости живой массы наибольшая прибыль получена от каждого бычка абердин-ангусской, русской комолой и герефордской пород (табл. 6). От бычка черно-пестрой породы получено прибыли на 24-45% (1892-3565 руб.) меньше, чем в среднем от одного бычка мясных пород. Наиболее высокая себестоимость выращивания отмечена у сверстников черно-пестрой, калмыцкой и казахской белоголовой пород.

Таблица 6. Экономические показатели (в среднем на одного бычка)
Table 6. Economic indicators (average per bull)

Порода	Живая масса в 18 месяцев, кг	Себестоимость 1 кг живой массы, руб.	Общие затраты, руб.	Реализационная цена 1 кг жив. массы, руб.	Выручка от реализации, руб.	Прибыль, руб.	Рентабельность, %
Калмыцкая	610,8	139,2	85023,4	155	94674,0	9650,6	11,3
Герефордская	617,5	137,4	84844,2	155	95712,5	10868,0	12,8
Казахская белоголовая	612,2	137,9	84422,4	155	94891,0	10468,6	12,4
Абердин-ангусская	622,2	136,8	85116,9	155	96441,0	11324,1	13,3
Русская комолая	614,2	137,3	84329,6	155	95201,0	10871,4	12,9
Черно-пестрая	574,7	141,5	81320,1	155	89078,5	7758,5	9,5

В связи с этим у них наименьшая окупаемость затрат, а рентабельность колеблется от 9,5 до 12,4%. Это подтверждает наличие положительной зависимости энергии роста бычков, их живой массы, реализационной стоимости и окупаемости затрат при производстве говядины.

Выводы. Организация и внедрение 10-месячного интенсивного доразведения

бычков мясных и молочных пород при одинаковых условиях содержания и кормления вволю дает возможность получать энергию роста на уровне 1200-1550 г в сутки, увеличить предубойную живую массу в 18-месячном возрасте до 559-605 кг и производить качественную рентабельную говядину.

Список литературы

1. Абдулхаликов Р. З., Шахмурзов М. М., Тарчоков Т. Т., Шевхужев А. Ф. Экономическая эффективность использования высокой энергии роста бычков // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 58–65.
2. Шевхужев А. Ф., Улимбашева Р. А. Качество мяса, полученного при разных технологиях выращивания бычков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3(125). С. 140–143.
3. Приступа В. Н., Колосов Ю. А., Контарева В. Ю. [и др.]. История и приоритеты животноводства Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6(74). С. 188–191.
4. Макарец Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга: Ноосфера, 2017. 639 с.

5. Суровцев В. Н., Никулина Ю. Н. Реализация региональных и местных преимуществ для устойчивого развития молочного скотоводства // Молочное и мясное скотоводство. 2018. №2. С. 12–16.
6. Дюльдина А. В., Тяпугин Е. Е., Тяпугин С. Е., Боголюбова Л. П. Характеристика племенной базы абердин-ангусской и калмыцкой пород скота в Российской Федерации // Зоотехния. 2020. № 2. С. 19–22.

References

1. Abdulkhalikov R.Z., Shakhmurzov M.M., Tarchokov T.T., Shevkhuzhev A.F. Economic efficiency of using high energy of bulls' growth. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;3(37):58–65. (In Russ.)
 2. Shevkhuzhev A.F., Ulimbasheva R.A. Quality of beef produced by different steer raising technologies. *Bulletin of Altai State Agriculural University*. 2015;3(125):140–143. (In Russ.)
 3. Pristupa V.N., Kolosov Yu.A., Kontareva V.Yu. [et al.]. History and priorities of animal breeding in Rostov region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;6(74):188–191. (In Russ.)
 4. Makartsev N.G. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh* [Feeding farm animals]. Kaluga: Noosfera, 2017. 639 p. (In Russ.)
 5. Surovtsev V.N., Nikulina Yu.N. Realization of regional and local advantages for sustainable development of dairy cattle. *Dairy and meat cattle breeding*. 2018;(2):12–16. (In Russ.)
 6. Dyuldina A.V., Tyapugin E.E., Tyapugin S.E., Bogolyubova L.P. Aberdeen-angus and kalmyk cattle are leaders in beef cattle breeding in the Russian Federation. *Zootekhnika*. 2020;(2):19–22. (In Russ.)
-

Сведения об авторах

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

Приступа Василий Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 3390-2778, Author ID: 414911

Торосян Диана Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, Общество с ограниченной ответственностью «Агропарк-Развильное», главный зоотехник, SPIN-код: 6523-7091

Савенков Константин Станиславович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры крупного животноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 7107-6824, Author ID: 426262

Рудометкина Оксана Александровна – магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Information about the authors

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

Vasily N. Pristupa – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Farm Animal Breeding, Private Animal Science and Animal Hygiene, Don State Agrarian University, SPIN-code: 3390-2778, Author ID: 414911

Diana S. Torosyan – Candidate of Agricultural Sciences, Limited Liability Company "Agropark-Razvilnoye", Chief Livestock Specialist, SPIN-code: 6523-7091

Konstantin S. Savenkov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Large Animal Husbandry, St. Petersburg State Agrarian University, SPIN-code: 7107-6824, Author ID: 426262

Oksana A. Rudometkina – Master student, Don State Agrarian University

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 29.09.2022;
одобрена после рецензирования 28.10.2022;
принята к публикации 03.11.2022.*

*The article was submitted 29.09.2022;
approved after reviewing 28.10.2022;
accepted for publication 03.11.2022.*

Научная статья

УДК 636.52/.58:637.4

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-65-70

Сравнительная характеристика яиц при напольном и клеточном содержании кур-несушек

Казбек Капитанович УмаровКабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, kazbek1102@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6149-5014>

Аннотация. Яйца птиц являются одним из видов животноводческой продукции, получаемой в птицеводческих хозяйствах и используемой в пищевой промышленности. Исследование проведено с целью изучения ветеринарно-санитарного качества яиц при разных способах содержания кур-несушек. Изучены физико-химические показатели на основе органолептических, физических и химических методов исследования. Определены показатели качества яиц, полученных с учётом различных способов содержания. Установлены их физико-химические показатели и пищевые достоинства яиц. По характеристикам яиц, полученных от кур-несушек при напольном и клеточно-ярусном содержании, можно заключить, что органолептические показатели сравниваемых образцов особых отличительных признаков не имеют, за исключением загрязнённости. При клеточном содержании увеличивается массовая доля белка яиц, следовательно, уменьшается доля других составных частей. Наряду с этим большее количество повреждений скорлупы яиц отмечалось у полученных от кур-несушек, содержащихся в клетках-ярусах, также отмечались единичные случаи 3 степени загрязнённости яиц в этой же группе, тогда как яйца, полученные при напольном содержании кур-несушек, характеризовались в единичных случаях как яйца 2 степени загрязнённости.

Ключевые слова: яйца, жирные кислоты, оценка качества, ветеринарно-санитарная экспертиза

Для цитирования. Умаров К. К. Сравнительная характеристика яиц при напольном и клеточном содержании кур-несушек // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 65–70. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-65-70

Original article

Comparative characteristics of eggs with floor and cellular content of laying hens

Kazbek K. UmarovKabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030, kazbek1102@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6149-5014>

Abstract. Bird eggs are one of the types of livestock products obtained in poultry farms and used in the food industry. The study was carried out in order to investigate the veterinary and sanitary quality of eggs in different ways of keeping. The physicochemical parameters were studied on the basis of organoleptic, physical and chemical research methods. The indicators of the quality of eggs obtained taking into account various methods of keeping are determined. Their physico-chemical parameters and nutritional values of eggs have been established. Due to characteristics of eggs obtained from laying hens with floor and cage-tier content, it can be concluded that the organoleptic characteristics of the compared samples do not have any special distinguishing features, with the exception of contamination. With cage content - the mass fraction of egg protein increases, therefore, the proportion of other components decreases. Besides a greater number of damage to the shell of eggs was observed in eggs obtained from laying hens contained in cages-tiers, as well as single cases of 3rd degree of contamination of eggs in the same group were noted. While eggs obtained from floor keeping of laying hens were characterized in single cases as eggs of the 2nd degree of contamination.

Keywords: eggs, fatty acids, quality assessment, veterinary and sanitary examination

For citation. Umarov K.K. Comparative characteristics of eggs with floor and cellular content of laying hens. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):65–70. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-65-70

Введение. Из употребляемых человеком продуктов животного происхождения объем куриных яиц, являющихся высокоценным продуктом, составляет около 25%. В яйцах, в оптимальных соотношениях и легко усваиваемой форме содержатся все необходимые витамины, минеральные вещества, макро- и микроэлементы¹ [1, 2].

В куриных яйцах содержится полноценный по своему составу белок, который по содержанию аминокислот наиболее близок потребности человеческого организма. Липиды, содержащиеся в яйцах, включают в себя ненасыщенные жирные кислоты и фосфолипиды (в основном лецитин), ускоряющие процесс метаболизма жиров и способствующие лучшей их усвояемости организмом. Яйца кур также применяются в процессе кормления молодняка птиц, в частности, в начальном периоде их роста.

Куриные яйца представляют собой трехкомпонентную яйцеклетку с содержанием белка в пределах 58-60%, желтка около 30-32% и скорлупы – 11-12% и наличием необходимых для зародыша питательных веществ. Условия, в которых осуществляются содержание и кормление кур-несушек, а также порода и возраст влияют на такие показатели, как масса яйца, качество и их количество [3-8].

Цель исследования – проведение ветеринарно-санитарной оценки качества яиц при разных способах содержания кур-несушек (напольное и клеточно-ярусное).

Для достижения поставленной цели необходимо было:

- осуществить оценку качества яиц с использованием специальных методов исследова-

ования (органолептические, физические и химические);

- дать характеристику состава яиц при разных способах содержания кур-несушек.

Материал, методы и объекты исследования. Материалом для исследования были яйца кур-несушек, полученные при напольном и клеточном содержании на птицефабрике крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) арендатора Борииева Х. М. в Терском районе Кабардино-Балкарской Республики. Исследования по оценке качества яиц проводили на кафедре «Зоотехния и Ветеринарно-санитарная экспертиза» факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Кабардино-Балкарского ГАУ и в лаборатории птицефабрики. На данной птицефабрике куры-несушки в зависимости от содержания размещены в отдельных цехах. В 1 цехе содержание птиц напольное и во 2 цехе – клеточно-ярусное.

Органолептический метод используется при оценке качества пищевых яиц, он включает в себя исследование загрязненности, количество повреждений, степень пигментации и мраморности скорлупы, количество включений (пятен) в яйцах, нахождение воздушной камеры; показатели вкуса, запаха, прозрачности и слоистости белка, состояние пигментации желтка при вскрытом яйце.

При физическом методе осуществляется исследование индекса формы, массы и плотности яиц, прочности и упругой деформации скорлупы, состояния консистенции (плотности) фракций белка, площади воздушной камеры. На яйце во вскрытом состоянии (с использованием единицы Хау) определяются также индекс и соотношение массы желтка и белка, толщина и относительная масса скорлупы, ее пористость, а также коэффициент рефракции желтка и белка [5, 7, 9].

При оценке показателей, определяющих питательную ценность и безвредность яиц, а также наличие витаминов, макро- и микро-

¹ ГОСТ ISO 9000-2011. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (приказ Росстандарта от 22.12.2011 N 1574-ст).

элементов, следов использованных препаратов, содержания липидов и протеина, количества влаги и золы применялся химический метод.

При определении количества яиц с поврежденной скорлупой использовался метод подсчета поврежденных яиц (при сортировке) с учетом боя, выделенных в отдельную тару [9, 10].

Степень загрязненности и показатель мраморности определяли по общепринятым методикам.

Применяя 5-балльную шкалу оценки основных пищевых качеств яиц в жареном и вареном виде, дегустация проводилась комиссией в составе 5-ти человек.

Пищевая и товарная ценность яиц зависит от массы, определяемой взвешиванием на весах с точностью до 0,1 г, являющейся показателем продуктивности птицы.

Показатели плотности, индекса формы яйца, прочности и упругая деформация скорлупы определялись согласно существующим стандартам.

С помощью плотного картона с полукруглым вырезом, миллиметровой шкалы и штангенциркуля измеряли размер (диаметр и высоту) воздушной камеры при просвечивании яйца и наложением на его тупой полюс шаблона (в области пуги)¹ [2, 10, 11, 12].

Показателем уровня минерально-витаминного питания кур-несушек является толщина скорлупы – один из параметров товарных качеств яиц, измеряемый с помощью микрометра с закругленным измерительным стержнем и индикатора часового типа.

Одним из косвенных показателей массы скорлупы являются ее толщина и прочность, которые определяются взвешиванием скорлупы без подскорлупной пленки и вычислением соотношения в процентах² [10, 11].

Результаты исследования. По результатам проведенных органолептических исследований, согласно ГОСТ 31654-2012. «Яйца куриные пищевые. Технические условия» [13], установлено, что произведённое

при разных способах содержания кур-несушек яйцо соответствует требованиям нормативной документации.

Выявлено, что исследуемые образцы яиц имеют плотный, светлый, прозрачный белок, прочный, едва заметный желток, занимающий центральное положение, неподвижную воздушную камеру, неповреждённую чистую скорлупу; яйцо без посторонних запахов.

Наибольшие показатели толщины скорлупы имели яйца сорта столовые «Омега-3» (0,38 мкм) и «Умница» (0,37-0,38 мкм). Это говорит о том, что качество яиц зависело от кормления кур.

В результате исследований, согласно заявленным категориям, установлено, что показатель массы яиц находится в пределах нормы.

По результатам исследований установлено, что наибольшую массу имеют яйца куриные «Омега-3» (68,85 г в среднем).

Оценка микробиологических показателей исследуемых образцов выявила, что микроорганизмы группы патогенной кишечной палочки (колиформы) и сальмонеллы в анализируемый период обнаружены не были (соответствует требованиям). Показатель количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) имел достаточно низкие значения, также в пределах нормы (табл. 1). В ходе проведённых исследований физико-химических показателей качества куриных яиц «Умница» и пищевых столовых С1 выявлено, что значения рассматриваемых показателей практически мало чем отличаются у данных наименований продукции и соответствуют нормативным. Энергетическая ценность яиц куриных «Умница» оказалась выше на 12,8%, чем у яиц куриных пищевых столовых. При органолептическом исследовании яиц нами установлены некоторые особенности показателей качества, полученных при различных способах содержания кур-несушек.

При оценке пигментации желтка отмечена различной степени интенсивность окрашивания. Материал, взятый из яиц кур-несушек, содержащихся при напольном методе, был более интенсивно окрашен в желтый цвет, чем образцы из группы птиц, содержащихся в клетках-ярусах, что свидетельствует о

¹ ГОСТ Р 52121-2003. Яйца куриные пищевые. Технические условия.

² ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя.

более высокой обеспеченности первой группы птиц каротином, высокой степени усвоения витаминов и повышенных показателей обмена веществ.

Повреждение скорлупы яиц отмечалось в партии, полученной от кур-несушек, содержащихся в клетках-ярусах, также в этой группе регистрировали три степени загряз-

ненности, но в единичных случаях, тогда как при исследовании яиц, полученных при напольном содержании кур-несушек, отмечены две степени загрязненности яиц, также в единичных случаях. Из 200 исследуемых яиц в 1 группе с клеточным содержанием повреждение скорлупы встречалось в 8-10% случаев, при напольном – в 3-5% случаев.

Таблица 1. Химический состав яиц птиц при различных способах содержания
Table 1. Chemical composition of bird eggs in various ways of keeping

№ группы	Способ содержания птицы	Содержание воды, %	Белки, %	Жиры, %	Минеральные вещества, %
1	Напольное	70,0	13,0	10,2	0,9
2	Клеточно-ярусное	59,7	12,9	12,3	0,9

При исследовании скорлупы в обеих группах птиц случаи мраморности отсутствовали. На поверхности скорлупы были отмечены отдельные точки, небольшие полоски, в количестве не более пяти экз. из 20 исследуемых яиц.

При дегустации яиц не выявлено резких отличий между исследуемыми образцами в двух группах птиц.

У кур-несушек, содержащихся в клетках-ярусах, в сравнении с курами при напольном содержании, яйца оказались с меньшим содержанием витаминов, скорлупа имела меньшую прочность, дефектных яиц было больше. У кур-несушек при напольном содержании яйца имели более толстую скорлупу, а наличие в желтке и белке сухих веществ оказалось выше.

Загрязненность яиц зависит от степени чистоты оборудования и пола, с которым соприкасается яйцо. Основным источником загрязнения – помет.

Для уменьшения содержания загрязненности яиц при напольном содержании кур приучают к гнездам за две недели до начала кладки яиц.

При взвешивании яиц при разных условиях содержания масса яиц у кур-несушек первой группы превышала на 1,5-2,0 г массу яиц птиц второй группы, что обусловлено более прочной скорлупой, а также плотностью яйца.

Химический состав яиц птиц при различных способах содержания представлен в таблице 1.

Соотношение составных частей яиц исследуемых образцов отображено в таблице 2.

Таблица 2. Соотношение составных частей куриных яиц
Table 2. The ratio of the components of chicken eggs

№ группы	Способ содержания кур-несушек	Общая масса яйца, г	Масса белка		Масса желтка		Масса скорлупы	
			г	%	г	%	г	%
1	Напольное	70,0	39,2	56,0	22,4	32,0	8,4	12,0
2	Клеточно-ярусное	68,0	41,8	61,5	19,2	28,2	7,0	10,3

Из таблицы 2 видно, что масса желтка и скорлупы яиц первой группы как в абсолютном, так и в относительном выражении выше по показателям, чем во второй группе, тогда как массовая доля белка во второй

группе выше. Показатель массовой доли скорлупы указывает на интенсивность минерализации поверхности куриных яиц при формировании, и в первой группе это выше, чем во второй.

Инвазионные болезни у исследуемых птиц регистрировали в разных возрастных группах птиц. Взрослая птица играла роль паразитоносителя, но максимальная степень зараженности была отмечена у птиц в возрасте 2-3 мес. и составила 11,2%. При копрологических исследованиях помета были выявлены единичные яйца аскаридий с интенсивностью инвазии 3-5 экз. яиц в поле зрения микроскопа и ооцисты эймерий. Зараженность эктопаразитами была отмечена в низкой степени инвазии. Интенсивность инвазии при поражении блохами составляла 0,8% случаев от всех исследуемых кур-несушек.

Выводы. Обобщая результаты сравнительной ветеринарно-санитарной характеристики яиц, полученных от кур-несушек

при напольном и клеточно-ярусном содержании, можно заключить, что органолептические показатели сравниваемых образцов особых отличительных признаков не имеют, за исключением загрязненности, а также при клеточном содержании увеличивается массовая доля белка яиц, следовательно, уменьшается доля других составных частей.

Наряду с этим большее количество повреждений скорлупы яиц отмечалось у полученных от кур-несушек, содержащихся в клетках-ярусах, также отмечались единичные случаи 3 степени загрязненности яиц в этой же группе, тогда как яйца, полученные при напольном содержании кур-несушек, характеризовались в единичных случаях как яйца 2 степени загрязненности.

Список литературы

1. Балобин Б. В. Практикум по птицеводству и технологии производства яиц и мяса птицы: учебное пособие. Минск: Ураджай, 1998. 226 с.
2. Макаров И. П. Показатели качества яиц. Организация контроля за качеством. Москва, 1985. 32 с.
3. Боровков М. Ф. и др. Термины и определения, применяемые при проведении ветеринарной и фитосанитарной экспертизы пищевой продукции и кормов: учебное пособие. Москва: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2010. 98 с.
4. Милых Д. С., Савостина Т. В. Потребительские предпочтения и сравнительная оценка качества яиц пищевых куриных разных производителей, реализуемых в торговой сети города Троицка // В сборнике «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки»: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Южно-Уральский государственный аграрный университет. 2016. С. 134–140.
5. Могильда Н. П. Категория яиц от кур-несушек кросса «Хайсекс Браун» при содержании в клетках разного типа // Эффективное животноводство. 2016. № 6(127). С. 20–21.
6. Нечаев А. П. Пищевая химия. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. 592 с.
7. Семенченко С. В., Дегтярь А. С. Совершенствование методов оценки качества куриных яиц и продуктов их переработки // В сборнике «Инновационное развитие аграрной науки и образования»: Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 234–244.
8. Смирнов А. В. Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе: учебное пособие. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. 320 с. ISBN 978-5-98879-180-5.
9. Ваниев Т., Кайтазов Г. О качестве яиц // Птицеводство. 1975. №9. С. 45–46.
10. Киселева М. Ю., Насырова Ю. Г. Экспертиза качества и конкурентоспособность яиц куриных пищевых // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник научных трудов. Кинель, 2016. С. 590–593.
11. Ермолаева А. Л. Изменения качества пищевых яиц при различных способах содержания // Труды ВАСХНИЛ «Повышение качества пищевых яиц». 1976.
12. Бессарабов Б. Ф., Мишуков Н. П., Усов Н. П. [и др.]. Методы оценки качества яиц // Эффективное птицеводство. 2005. №2(2). С. 17–23.
13. Боровков М. В., Фролов В. П., Серко С. А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства. Санкт-Петербург: Лань, 2010. 480 с.

References

1. Balobin B. V. *Praktikum po ptitsevodstvu i tekhnologii proizvodstva yaits i myasa ptitsy* [Workshop on poultry farming and technology for the production of eggs and poultry meat]: *uchebnoe posobie*. Minsk: Uradzhay, 1998. 226 p. (In Russ.)

2. Makarov I.P. Pokazateli kachestva yaits. *Organizatsiya kontrolya za kachestvom* [Indicators of egg quality. Organization of quality control]. Moscow, 1985. 32 p. (In Russ.)
3. Borovkov M.F. [et al.]. *Terminy i opredeleniya, primenyayemye pri provedenii veterinarnoy i fitosanitarной ekspertizy pishchevoy produktsii i kormov* [Terms and definitions used in the conduct of veterinary and phytosanitary examination of food products and feed]: *uchebnoe posobie*. Moscow: FGOU VPO MGAVMiB, 2010. 98 p. (In Russ.)
4. Milykh D.S., Savostina T.V. Consumer preferences and comparative assessment of quality of egg food chicken different producers, sold in the trading network troitsk. *V sbornike: Molodyye uchenyye v reshenii aktual'nykh problem nauki*. [In the collection: Young scientists in solving urgent problems of science]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov*. Yuzhno-Ural'skiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2016. Pp. 134–140. (In Russ.)
5. Mogilda N.P. Category of eggs from laying hens of the Highsex Brown cross when kept in cages of different types. *Effektivnoye zhivotnovodstvo* [Efficient animal husbandry]. 2016;6(127):20–21. (In Russ.)
6. Nechayev A.P. *Pishchevaya khimiya* [Food chemistry]. Sankt-Petersburg: GIOR, 2001. 592 p. (In Russ.)
7. Semenchenko S.V., Degtyar A.S. Improvement of methods for assessing the quality of chicken eggs and products of their processing. *V sbornike: innovatsionnoye razvitiye agrarnoy nauki i obrazovaniya. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [In the collection: innovative development of agrarian science and education, International scientific and practical conference]. 2016. Pp. 234–244. (In Russ.)
8. Smirnov A.V. *Praktikum po veterinarno-sanitarной ekspertize* [Workshop on veterinary and sanitary examination]: *uchebnoe posobie*. Sankt-Peterburg: GIOR, 2015. 320 p. ISBN 978-5-98879-180-5. (In Russ.)
9. Vaniyev T., Kaytazov G. *O kachestve yaits* [On the quality of eggs]. *Ptitsevodstvo*. 1975;(9):45–46. (In Russ.)
10. Kiseleva M.Yu., Nasyrova Yu.G. Examination of the quality and competitiveness of food chicken eggs. *Aktual'nyye problemy agrarnoy nauki i puti ikh resheniya: sbornik nauchnykh trudov* [Actual problems of agrarian science and ways to solve them: a collection of scientific papers]. Kinel', 2016. Pp. 590–593. (In Russ.)
11. Ermolaeva A.L. Changes in the quality of food eggs under various methods of keeping. *Trudy VASKHNIL. Povysheniye kachestva pishchevykh yaits* [Proceedings of the All-Russian Academy of Agricultural Sciences. Improving the quality of food eggs.]. 1976. (In Russ.)
12. Bessarabov B.F., Mishurov N.P., Usov N.P. [et al.]. *Metody otsenki kachestva yaits* [Methods for assessing the quality of eggs]. *Yefektivne ptakhivnitsvo*. 2005;2(2):17–23. (In Russ.)
13. Borovkov M.V., Frolov V.P., Serko S.A. *Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza s osnovami tekhnologii i standartizatsii produktov zhivotnovodstva* [Veterinary and sanitary expertise with the basics of technology and standardization of livestock products]. Sankt-Petersburg: Lan', 2010. 480 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Умаров Казбек Капитанович – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 457469

Information about the author

Kazbek K. Umarov – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 457469

*Статья поступила в редакцию 15.11.2022;
одобрена после рецензирования 02.12.2022;
принята к публикации 08.12.2022.*

*The article was submitted 15.11.2022;
approved after reviewing 02.12.2022;
accepted for publication 08.12.2022.*

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 678.742.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-71-78

**Применение концепции каучуковой высокоэластичности
для описания термоусадки полимеризационно
наполненных композитов****Владимир Закиевич Алоев¹, Заира Муссавна Жирикова^{✉2}**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹aloev56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-4133>^{✉2}zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-5545>

Аннотация. Целью настоящей работы является количественное описание и выяснение структурной основы термической усадки полимеризационно наполненных композитов. Эта цель реализуется в данной работе на примере сверхвысокомолекулярного полиэтилена, наполненного дисперсными частицами алюминия и боксита. Показано, что информацию о типе и характеристиках макромолекулярного каркаса, вовлекаемого в процессы ориентации, можно получить из результатов измерений термической усадки. В качестве характеристики молекулярной ориентации использована степень молекулярной вытяжки, скорректированная на наличие наполнителя в ориентированных материалах. В рамках теории каучуковой высокоэластичности использованы модели Куна-Грина, Раха-Бодена и кластерная модель аморфного состояния полимеров. Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей термической усадки наполненных композитов показывает, что процесс термоусадки полимеризационно наполненных композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена может быть описан в рамках теории каучуковой высокоэластичности как «замороженная» деформация макромолекулярного каркаса. Теоретические расчеты позволяют уточнить тип этого каркаса, т. е. его узлами не могут быть макромолекулярные «захлесты» (их плотность постоянна) или кристаллиты (степень кристалличности растет по мере увеличения степени вытяжки). Показано, что этим каркасом может быть только кластерная сетка макромолекулярных зацеплений, чья плотность снижается по мере увеличения степени молекулярной вытяжки.

Ключевые слова: твердофазная экструзия, сверхвысокомолекулярный полиэтилен, наполнитель, степень вытяжки, термоусадка, кластеры, молекулярная ориентация

Для цитирования. Алоев В. З., Жирикова З. М. Применение концепции каучуковой высокоэластичности для описания термоусадки полимеризационно наполненных композитов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 71–78.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-71-78

Original article

Application of concept of rubber high elasticity for description of heat shrinkage of polymerisationally filled composites

Vladimir Z. Aloev¹, Zaira M. Zhirikova^{✉2}

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

¹aloev56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-4133>

^{✉2}zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-5545>

Abstract. The aim of the work is to describe quantitatively and elucidate the structural basis of thermal shrinkage of polymerization filled composites. This purpose is realized in this article with the example of ultra-high molecular weight polyethylene filled with dispersed particles of aluminum and bauxite. It has been shown that information on the type and characteristics of the macromolecular framework involved in orientation processes can be obtained from the results of thermal shrinkage measurements. As a characteristic of molecular orientation, the degree of molecular stretch corrected for the presence of filler in oriented materials is used. Within the framework of the theory of rubber high elasticity, Kuhn-Green, Rach-Bowden models and a cluster model of the amorphous state of polymers were used. A comparison of experimental and theoretical dependencies of the thermal shrinkage of filled composites shows that the heat shrinkage process of ultra-high molecular weight polyethylene based polymerization filled composites can be described within the framework of the theory of rubber high elasticity as a "frozen" deformation of a macromolecular framework. Theoretical calculations allow us to specify the type of this framework, i.e. its nodes cannot be macromolecular "overlaps" (their density is constant) or crystallites (the degree of crystallinity increases with increasing degree of extraction). It is shown that this framework can only be a cluster grid of macromolecular meshes, whose density decreases as the degree of molecular extraction increases.

Keywords: solid-phase extrusion, ultra-high molecular weight polyethylene, filler, draw ratio, heat shrinkage, clusters, molecular orientation

For citation. Aloev V.Z., Zhirikova Z.M. Application of concept of rubber high elasticity for description of heat shrinkage of polymerisationally filled composites. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;4(38):71–78. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-71-78

Введение. Ранее рядом авторов был предложен новый способ переработки полимеризационно наполненных композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) – плунжерная экструзия порошковой заготовки [1], позволяющая получать прутковые изделия с высокими деформационно-прочностными характеристиками. Известно, что повышение жесткости и прочности при этом достигается за счет ориентации макромолекул [2]. Информацию о процессах формирования структуры экструдатов можно получить из результатов измерений термической усадки, рассматривая этот процесс в рамках тех или иных моделей [3, 4].

В отличие от большинства предыдущих работ [2–4], где в качестве характеристики

молекулярной ориентации использовано двулучепреломление, в настоящей работе для этой цели будет использована степень молекулярной вытяжки $\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}$, скорректированная на наличие в ориентированных материалах наполнителя [5, 6]. Как показано в работе [7], $\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}$ дает гораздо более точную информацию о процессах молекулярной ориентации по сравнению с экструдированной степенью вытяжки λ и является прямой характеристикой этих процессов.

Цель исследования – количественное описание и выяснение структурной основы термической усадки полимеризационно наполненных композитов в рамках теории каучуковой высокоэластичности.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследовали полимеризационно наполненные композиты на основе СВМПЭ с молекулярной массой порядка $1,5 \cdot 10^6$ СВМПЭ-Al и СВМПЭ-боксит. Размер частиц наполнителей составлял 10 мкм. Содержание соответствовало 70 и 45 мас. %.

Образцы для испытаний готовили методом твердофазной экструзии по той же схеме, что и в работе [1], при температуре 393 К. Экструзионную степень вытяжки λ изменяли за счет использования фильер различного диаметра и определяли по формуле $\lambda = d_z^2 / d_\phi^2$, где d_z , d_ϕ – соответственно диаметр заготовки и калибрующего пояска фильеры.

Термическую усадку измеряли на образцах цилиндрической формы диаметром 5 ÷ 12 мм и длиной 15 мм после нагревания их в глицерине с выдержкой при каждой температуре испытаний в течение 15 мин. Величину усадки ψ рассчитывали по формуле $\psi = (d_2^2 - d_1^2) / d_2^2$, где d_1 , d_2 – соответственно диаметр экструдата до и после выдержки при заданной температуре. Методика расчета молекулярной степени вытяжки $\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}$, скорректированной на наличие наполнителя, приведена в работе [6].

Результаты исследования. Развитие молекулярной ориентации с деформацией может быть описано в рамках модели Куна-Грина каркаса гибких цепей, состоящих из статистических сегментов [3]. В этом случае величина термоусадки ψ по аналогии с двулучепреломлением может быть записана так:

$$\psi = c \nu_{\text{карк}} (\lambda^2 - \lambda^{-1}), \quad (1)$$

где:

c – константа;

$\nu_{\text{карк}}$ – плотность каркаса, контролирующего процесс термоусадки.

В рамках теорий каучуковой высокоэластичности при $\nu_{\text{карк}} = \text{const}$ зависимость ψ от $(\lambda^2 - \lambda^{-1})$ должна быть линейной. На рис. 1 и 2 приведены такие зависимости $\psi(\lambda^2 - \lambda^{-1})$ для композитов СВМПЭ-Al и СВМПЭ-боксит, где в качестве λ использо-

ваны как экструзионная степень вытяжки λ (рис. 1), так и молекулярная степень вытяжки $\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}$ (рис. 2).

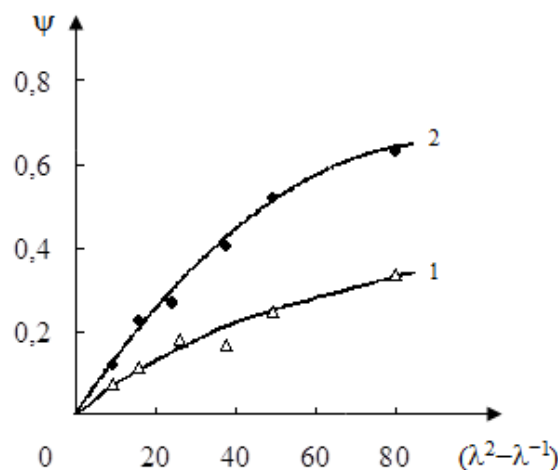


Рисунок 1. Зависимости термической усадки ψ от параметра $(\lambda^2 - \lambda^{-1})$ для композитов СВМПЭ-Al (1) и СВМПЭ-боксит (2)

Figure 1. Dependence of thermal shrinkage of ψ on parameter $(\lambda^2 - \lambda^{-1})$ for composites SVMPE-Al (1) and SVMPE-bauxite (2)

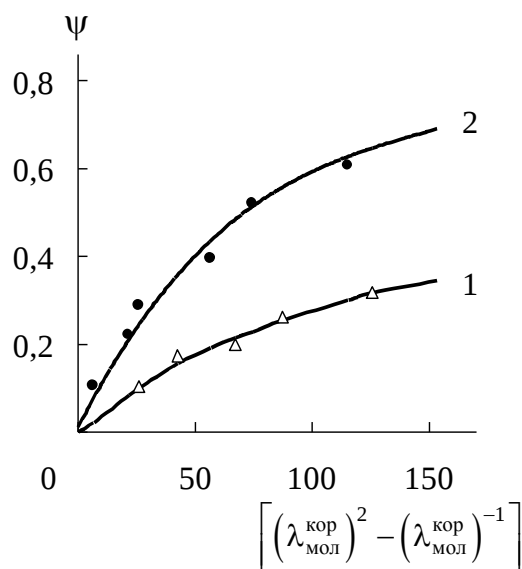


Рисунок 2. Зависимости термической усадки ψ от параметра $[(\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}})^2 - (\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}})^{-1}]$ для композитов СВМПЭ-Al (1) и СВМПЭ-боксит (2)

Figure 2. Dependence of thermal shrinkage of ψ on parameter $[(\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}})^2 - (\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}})^{-1}]$ for composites SVMPE-Al (1) and SVMPE-bauxite (2)

Как можно видеть из приведенных на рис. 1 и 2 графиках, получить линейные зависимости в обоих случаях не удастся – указанные зависимости имеют явную кривизну. По существу, это означает некорректность условия $v_{\text{карк}} = \text{const}$.

Раха и Боуден предложили модель, где учитывается частичное разрушение каркаса в процессе ориентации, выражаемое снижением $v_{\text{карк}}$ [3].

Для одноосной деформации вновь по аналогии с двулучепреломлением можно записать:

$$\psi = c v_{\text{карк}} (\lambda^2 - \lambda^{-1}) \exp(-k\lambda), \quad (2)$$

где:

k – эмпирическая константа.

Теория Раха-Боудена предполагает наличие в аморфных полимерах макромолекулярных каркасов двух типов – один из них имеет постоянную плотность, а плотность другого изменяется с вариацией температуры испытаний. Однако эти авторы не дали физического обоснования каркаса с переменной плотностью и независимых способов ее определения. По существу, аналогичная схема двух молекулярных каркасов, предложена в рамках кластерной модели структуры аморфного состояния полимеров [8, 9], в которой постулированы каркас традиционных макромолекулярных «захлестов», чья плотность не зависит от температуры, и каркас, в котором узлами служат области локального порядка (кластеры), являющиеся аморфным аналогом кристаллитов с выпрямленными цепями. Кластеры имеют термофлуктуационное происхождение, и поэтому плотность кластерной сетки $v_{\text{кл}}$ снижается с ростом температуры [8]. В настоящее время существует ряд методик независимого определения величины $v_{\text{кл}}$ [8, 10].

На рис. 3 приведены зависимости $\ln[\psi/(\lambda^2 - \lambda^{-1})]$ от λ для СВМПЭ-А1 и СВМПЭ-боксит, из которых следует, что изменение термоусадки соответствует уравнению (2). Если предположить, что криволинейность приведенных на рис. 1 и 2 графиков обусловлена уменьшением плотности кластерной сетки по мере роста λ , то константу k в уравнении (2) можно определить

из логарифмического графика относительной доли кластеров $\varphi_{\text{кл}}$ (пропорциональной $v_{\text{кл}}$ [10]) в функции λ . Отметим, что в работе [11] действительно было обнаружено снижение $\varphi_{\text{кл}}$ (и следовательно, $v_{\text{кл}}$) по мере роста λ для исследуемых композитов. Величины $\varphi_{\text{кл}}$ как функция λ для построения зависимости $\ln \varphi_{\text{кл}}(\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}})$, показанной на рис. 4, приняты по данным работы [11]. Вместо λ далее будут использованы значения $\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}$, которые гораздо точнее характеризуют состояние ориентированной структуры полимерной матрицы [5-7]. Как следует из графика рис. 4, наблюдается линейная и общая для обоих композитов зависимость $\ln \varphi_{\text{кл}}(\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}})$, из наклона которой была оценена величина k , равная примерно – 0,11. Следовательно, в такой трактовке постоянная k не служит эмпирическим подгоночным коэффициентом, а является структурным параметром, характеризующим стабильность кластерной сетки [12] и градиент снижения $\varphi_{\text{кл}}$ (или $v_{\text{кл}}$) с λ . Кроме того, из рис. 4 следует, что k всегда будет отрицательной величиной ($\varphi_{\text{кл}} < 1$).

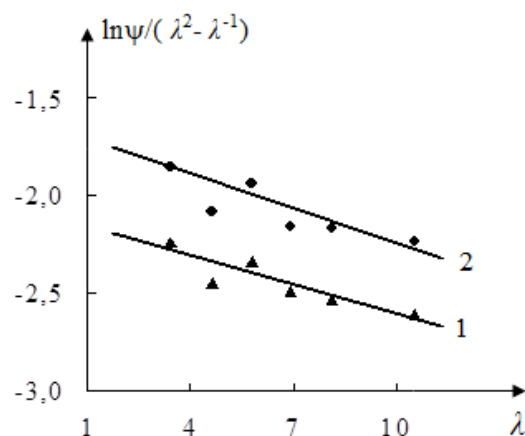


Рисунок 3. Логарифмические зависимости параметра $\psi/(\lambda^2 - \lambda^{-1})$ от молекулярной степени вытяжки λ для композитов СВМПЭ-А1 (1) и СВМПЭ-боксит (2)

Figure 3. Logarithmic dependence of $\psi/(\lambda^2 - \lambda^{-1})$ parameter on molecular draw ratio of λ for composites SVMPE-Al (1) and SVMPE-Bauxite (2)

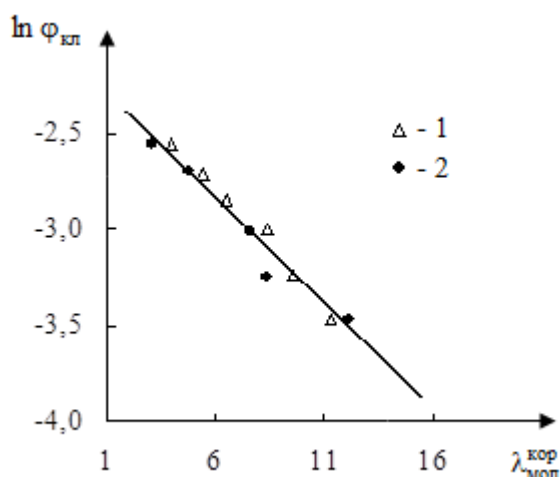


Рисунок 4. Логарифмическая зависимость относительной доли кластеров $\varphi_{кл}$

от молекулярной степени вытяжки $\lambda_{мол}^{кор}$ для композитов СВМПЭ-А1 (1) и СВМПЭ-боксит (2)

Figure 4. Logarithmic dependence of the relative fraction of $\varphi_{кл}$ clusters on the molecular degree of extraction $\lambda_{мол}^{кор}$ for SVMPE -Al (1) and SVMPE -bauxite (2) composites

Для ассоциации зависящего от температуры каркаса в модели Раха-Боудена и кластерной сетки существует еще одна причина. Энергия образования узлов такого каркаса примерно равна энергии когезии и составляет $5 \div 9$ ккал/моль [3]. Энергия образования кластерной сетки имеет такой же порядок величины и для большого числа полимеров варьируется в пределах $5, \div 15,9$ ккал/моль [9, 13]. Следовательно, в рамках кластерной модели можно предложить два альтернативных варианта уравнения (2):

$$\psi = c_1 \varphi_{кл}^0 \left(\left(\lambda_{мол}^{кор} \right)^2 - \left(\lambda_{мол}^{кор} \right)^{-1} \right) \exp(-k\lambda); \quad (3)$$

$$\psi = c_2 \varphi_{кл} \left(\left(\lambda_{мол}^{кор} \right)^2 - \left(\lambda_{мол}^{кор} \right)^{-1} \right), \quad (4)$$

где:

c_1 и c_2 – константы;

$\varphi_{кл}^0$ – относительная доля кластеров для неориентированного исходного полимера.

На рисунках 5 и 6 приведено сравнение экспериментальных и рассчитанных согласно уравнениям (3) и (4), соответственно, зависимостей $\psi(\lambda)$ (для СВМПЭ-А1 и СВМПЭ-боксит).

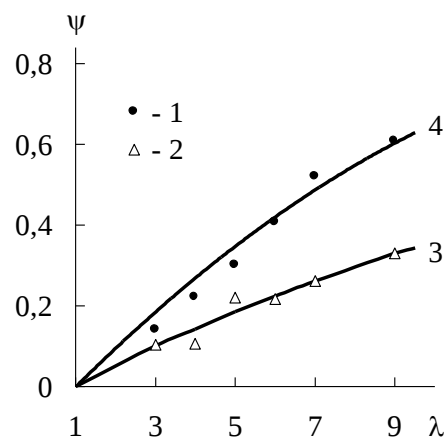


Рисунок 5. Сравнение экспериментальных (1, 2) и рассчитанных по уравнению (3) (3, 4) зависимостей термоусадки ψ от экструзионной степени вытяжки λ для композитов СВМПЭ-А1 (1, 3) и СВМПЭ-боксит (2, 4)

Figure 5. Comparison of experimental (1, 2) and heat shrinkage dependences calculated by equation (3) (3, 4) ψ from the extrusion degree of extraction λ for SVMPE -Al (1, 3) and SVMPE -bauxite (2, 4) composites

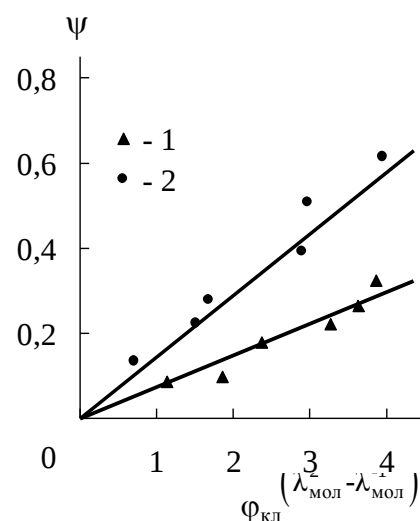


Рисунок 6. Сравнение экспериментальных (1, 2) и рассчитанных по уравнению (4) (3, 4) зависимостей термоусадки ψ от молекулярной

степени вытяжки $\lambda_{мол}^{кор}$ для композитов СВМПЭ-А1 (1, 3) и СВМПЭ-боксит (2, 4)

Figure 6. Comparison of experimental (1, 2) and calculated by equation (4) (3, 4) dependences of shrinkage ψ on the molecular degree of extraction $\lambda_{мол}^{кор}$ for SVMPE -Al (1, 3) and SVMPE -bauxite (2, 4) composites

Как можно видеть, в обоих случаях получено хорошее соответствие теории и эксперимента. Недостатком этой трактовки являются различные абсолютные величины констант c_1 и c_2 для композитов СВМПЭ-Al и СВМПЭ-боксит. В то же время совместное рассмотрение данных рис. 4 и уравнений (3), (4) позволяет получить общий закон изменения $\varphi_{\text{кл}}$, который является параметром порядка аморфной фазы полиэтиленов [14], с вариацией $\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}$ [15]:

$$\varphi_{\text{кл}} = \varphi_{\text{кл}}^0 \exp(-k\lambda_{\text{мол}}^{\text{кор}}). \quad (5)$$

Уменьшение плотности кластерной сетки, характеризуемой величинами $\varphi_{\text{кл}}$ или $V_{\text{кл}}$, сильно влияет на абсолютные значения ψ . Так, при $\lambda = 9$ при условии $\varphi_{\text{кл}} = \varphi_{\text{кл}}^0$, т. е., в отсутствие снижения $\varphi_{\text{кл}}$, величина ψ для СВМПЭ-боксит была бы равна 4,6, а не 0,62, согласно экспериментальным данным. Другими словами, это означало бы почти полный возврат длины экструдированного образца к длине исходной заготовки, если величина ψ была бы в 7,4 раз больше. Оче-

видно, что для восстановления кластерной сетки в ходе термоусадки требуется предварительное плавление дефектных кристаллитов, сформированных в процессе ориентационной кристаллизации. Это также подтверждено экспериментально [5, 6]. Чтобы использовать уравнения (3) или (4) для практических приложений (прогнозирования ψ), необходимо установить физический смысл констант $c_1(c_2)$ и k и разработать методику их прогнозирования.

Выводы. Таким образом, изложенные выше результаты позволяют сделать следующие выводы. Процесс термоусадки может быть описан для полимеризационно наполненных композитов на основе СВМПЭ в рамках теории каучуковой высокоэластичности как «замороженная» деформация макромолекулярного каркаса. Выполненные расчеты позволяют уточнить тип этого каркаса: его узлами не могут быть макромолекулярные «захлесты» (их плотность постоянна) или кристаллиты (степень кристалличности растет по мере увеличения степени вытяжки). Этим каркасом может быть только кластерная сетка макромолекулярных зацеплений.

Список литературы

1. Белошенко В. А., Гринев В. Г., Кузнецов Э. Н., Новокшенова Л. А., Слободина В. Г., Кудинова О. И., Рудаков В. М., Тарасова Г. М. Твердофазная экструзия композиций на основе полиэтилена // Физика и техника высоких давлений. 1994. Т. 4. № 1. С. 91–95.
2. Капаччио Дж., Гибсон А. Г., Уорд И. М. Вытяжки и гидростатическая экструзия сверхвысокомолекулярных полимеров. В кн.: Сверхвысокомолекулярные полимеры. Ред. Чиферри А., Уорд И. Ленинград, Химия: Ленинградское отделение, 1983. 272 с.
3. Kahar N., Duckett R.A. Ward I.M. Stress optical studies of oriented poly (methyl methacrylate) // Polymer. 1978. Vol. 19. No. 2. Pp. 136–144.
4. Botto P.A., Duckett R.A. Ward I.M. The yield and thermoelastic properties of oriented poly (methyl methacrylate) // Polymer. 1987. Vol. 28. No. 2. Pp. 257–262.
5. Белошенко В. А., Козлов Г. В., Слободина В. Г., Прут Э. В., Гринев В. Г. Термоусадка экструдатов сверхвысокомолекулярного полиэтилена и полимеризационно наполненных композиций на его основе // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. 1995. Т. 37. № 6. С. 1089–1092.
6. Козлов Г. В., Белошенко В. А., Слободина В. Г., Прут Э. В. Изменение структуры сверхвысокомолекулярного полиэтилена при твердофазной экструзии // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. 1996. Т. 38. № 6. С. 1056–1060.
7. Watts M.P.C., Zachariades A.E., Porter R.S. Shrinkage as a measure of the deformation efficiency of ultraoriented high density polyethylene // J. Mater. Sci. 1980. Vol. 15. No. 2. Pp. 426–430.
8. Белоусов В. Н., Козлов Г. В., Микитаев А. К., Липатов Ю. С. Зацепления в стеклообразном состоянии линейных аморфных полимеров // Доклады АН СССР. 1990. Т. 313. № 3. С. 630–633.
9. Козлов Г. В., Сандитов Д. С. Анггармонические эффекты и физико-механические свойства полимеров. Новосибирск: Наука. 1994. 261 с.

10. Kozlov G.V., Beloshenko V.A., Varyukhin V.N., Lipatov Yu.S. Application of cluster model for the description of epoxy polymer structure and properties // *Polymer*, 1999. Vol. 40. No. 6. Pp. 1045–1051.
11. Козлов Г. В., Белошенко В. А., Варюхин В. Н., Новиков В. У. Порядок и фрактальность аморфно-кристаллических полимеров // *Журнал физических исследований*. 1997. Т. 1. № 2. С. 204–207.
12. Козлов Г. В., Белоусов В. Н., Сердюк В. Д., Микитаев А. К., Машуков Н. И. Условие стабильности кластерной сетки макромолекулярных зацеплений // *Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук*. 1997. Т. 2. № 2. С. 88–93.
13. Сандитов Д. С., Козлов Г. В., Белоусов В. Н., Липатов Ю. С. Кластерная модель и модель флуктуационного свободного объема полимерных стекол // *Физика и химия стекла*. 1994. Т. 20. № 1. С. 3–13.
14. Козлов Г. В., Газаев М. А., Новиков В. У., Микитаев А. К. Моделирование структуры аморфных полимеров как перколяционного кластера // *Письма в ЖТФ*. 1996. Т. 22. № 16. С. 31–38.
15. Алоев В. З., Козлов Г. В. *Физика ориентационных явлений в полимерных материалах*. Нальчик: Полиграфсервис и Т. 2002. 288 с.

References

1. Beloshenko V.A., Grinev V.G., Kuznetsov E.N., Novokshonova L.A., Slobodina V.G., Kudinova O.I., Rudakov V.M., Tarasova G.M. Solid state extrusion of compositions based on polyethylene. *Physics and high pressure technology*. 1994;4(1):91–95. (In Russ.)
2. Kapachchio Dzh., Gibson A.G., Uord I.M. Drawings and hydrostatic extrusion of superhigh-modulus polymers. V kn.: *Sverkhvysokomodul'nyye polimery*. Red. Chifferri A., Uord I. Leningrad, Khimiya: Leningradskoe otделение, 1983. P. 12–62. (In Russ.)
3. Kahar N., Duckett R.A., Ward I.M. Stress optical studies of oriented poly (methyl methacrylate). *Polymer*. 1978;19(2):136–144.
4. Botto P.A., Duckett R.A., Ward I.M. The yied and thermoelastic properties of oriented poly (methyl methacrylate). *Polymer*. 1987;28(2):257–262.
5. Beloshenko V.A., Kozlov G.V., Slobodina V.G., Prut E`V., Grinev V.G. Heat shrinkage of ultrahigh molecular weight polyethylene extrudates and polymerization-filled compositions based on it. *Vysokomolekulyarnye soedineniya. Seriya B*. 1995;37(6):1089–1092. (In Russ.)
6. Kozlov G.V., Beloshenko V.A., Slobodina V.G., Prut E`V. Structural changes in ultra-high-molecular-mass polyethylene during solid-phase extrusion. *Vysokomolekulyarnye soedineniya. Seriya B*. 1996;38(6):1056–1060. (In Russ.)
7. Watts M.P.C., Zachariades A.E., Porter R.S. Shrinkage as a measure of the deformation efficiency of ultraoriented high density polyethelene. *J. Mater. Sci*. 1980;15(2):426–430.
8. Belousov V.N., Kozlov G.V., Mikitaev A.K., Lipatov Yu.S. Links in the glassy state of linear amorphous polymers. *Doklady AN SSSR*. 1990;313(3):630–633. (In Russ.)
9. Kozlov G.V., Sanditov D.S. *Angarmonicheskie efekty i fiziko-mekhanicheskie svojstva polimerov* [Anharmonic effects and physical and mechanical properties of polymers.]. Novosibirsk: Nauka. 1994. 261 p. (In Russ.)
10. Kozlov G.V., Beloshenko V.A., Varyukhin V.N., Lipatov Yu.S. Application of cluster model for the description of epoxy polymer structure and properties. *Polymer*. 1999;40(6):1045–1051.
11. Kozlov G.V., Beloshenko V.A., Varyuxin V.N., Novikov V.U. Order and fractality of amorphous-crystalline polymers. *Zhurnal fizicheskikh issledovaniy* [Journal of Physical Research]. 1997;1(2):204–207. (In Russ.)
12. Kozlov G.V., Belousov V.N., Serdyuk V.D., Mikitaev A.K., Mashukov N.I. Stability condition for a cluster network of macromolecular links. *Doklady of Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences*. 1997;2(2):88–93. (In Russ.)
13. Sanditov D.S., Kozlov G.V., Belousov V.N., Lipatov Yu.S. Cluster model and fluctuation free volume model of polymer glasses. *Fizika i himia stekla*. 1994;20(1):3–13. (In Russ.)
14. Kozlov G.V., Gazaev M.A., Novikov V.U., Mikitaev A.K. Modeling the structure of amorphous polymers as a percolation cluster. *Technical Physics Letters*. 1996;22(16):31–38. (In Russ.)
15. Alov V.Z., Kozlov G.V. *Fizika orientacionnyh yavlenij v polimernyh materialah* [Physics of Orientation Phenomena in Polymer Materials.]. Nalchik: Poligrafservis i T, 2002. 288 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Алоев Владимир Закиевич – доктор химических наук, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4533-8035, Author ID: 258589, Scopus ID: 6505993830

Жирикова Заира Муссавна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4378-8131, Author ID: 742730, Scopus ID: 55558043600

Information about the authors

Vladimir Z. Alov – Doctor of Chemical Sciences, professor in the chair of Technical mechanics and physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4533-8035, Author ID: 258589, Scopus ID: 6505993830

Zaira M. Zhirikova – Candidate of physic-mathematical sciences associate professor at the department of technical mechanics and physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4378-8131, Author ID: 742730, Scopus ID: 55558043600

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 14.11.2022;
одобрена после рецензирования 01.12.2022;
принята к публикации 07.12.2022.*

*The article was submitted 14.11.2022;
approved after reviewing 01.12.2022;
accepted for publication 07.12.2022.*

Научная статья

УДК 631.316.44

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-79-86

**Изыскание способа обхода штамба дерева при обработке приствольных
полос многолетних плодовых насаждений****Аслан Каральбиевич Апажев¹, Артур Мухамедович Егожев²,
Евгений Александрович Полищук^{✉3}, Аскер Артурович Егожев⁴**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>²artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>^{✉3}polishuk.kbr@mail.ru⁴egozhev2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-7791>

Аннотация. В силу различных ограничений и требований в садах на террасированных склонах рекомендуется дерново-перегнойная система содержания почвы, предусматривающая периодическое скашивание произрастающей в междурядьях и приствольных полосах плодовых насаждений сорной растительности, с одновременным ее измельчением и распределением на поверхности почвы в качестве мульчи. Приствольная полоса является наиболее труднообрабатываемой частью сада, поскольку при расположении рабочего органа в приствольной полосе и его периодическом контакте со штамбами плодовых деревьев необходимо обеспечить качественное выполнение технологического процесса, обеспечив обход рабочим органом штамба дерева, исключив при этом вероятность взаимного повреждения орудия и объекта обработки. Для скашивания травяной растительности в приствольных полосах применяются косилки, имеющие различные конструктивно-технологические отличия. Однако существующие конструкции косилок не позволяют полностью удалять растительность в приствольной полосе 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 связи с вышеизложенным разработка нового способа обхода штамба дерева в условиях террасного садоводства и реализованной на его основе конструкции косилки является актуальной. Разработан способ обхода штамба дерева, позволяющий не выводить поворотную секцию из линии ряда при обработке приствольных полос. Определены оптимальные конструктивно-режимные параметры косилки, обеспечивающие обработку зоны приствольного круга без травмирования штамба дерева.

Ключевые слова: косилка, приствольная полоса, приствольный круг, штамп дерева

Для цитирования. Апажев А. К., Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А. Изыскание способа обхода штамба дерева при обработке приствольных полос многолетних плодовых насаждений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 79–86. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-79-86

Original article

**Searching for a method of bypassing a tree stone when processing ground
strips of permanent fruit plants****Aslan K. Apazhev¹, Artur M. Egozhev², Evgeny A. Polischuk^{✉3}, Asker A. Egozhev⁴**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030¹kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>²artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>^{✉3}polishuk.kbr@mail.ru⁴egozhev2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-7791>

Abstract. Due to various restrictions and requirements in orchards on terraced slopes, a soddy-humus soil maintenance system is recommended, which provides for periodic mowing of weeds growing in the aisles and tree trunks of fruit plantations, with its simultaneous crushing and distribution on the soil surface as mulch. The near-trunk strip is the most difficult part of the garden, since when the working body is located in the near-trunk strip and it periodically contacts with the boles of fruit trees, it is necessary to ensure the high-quality implementation of the technological process, ensuring that the working organ bypasses the tree trunk, while eliminating the likelihood of mutual damage of the tool and the processing object. For mowing grass vegetation in the near-stem strips, mowers are used that have various design and technological differences. However, the existing designs of mowers do not allow to remove completely vegetation in the near-trunk lane of fruit plantations with a single pass of the unit along the row line, which negatively affects the efficiency of their use on terraced slopes, where the row line can only be approached from one side. In connection with the foregoing, the development of a new method for bypassing a tree stem in terraced gardening and a mower design based on it is relevant. A method of bypassing the tree trunk has been developed, which allows not to remove the rotary section from the row line when processing the trunk strips. The optimal design and operating parameters of the mower have been determined, ensuring the processing of the zone of the trunk circle without injuring the tree trunk.

Keywords: mower, trunk strip, trunk circle, tree trunk

For citation. Apazhev A.K., Egozhev A.M., Polischuk E.A., Egozhev A.A. Finding a way to bypass the trunk of a tree when processing near-trunk strips of perennial fruit plantations. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):79–86. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-79-86

Введение. В садах на террасированных склонах рекомендуется дерново-перегнойная система содержания почвы, предусматривающая периодическое скашивание произрастающей в междурядьях и приствольных полосах плодовых насаждений сорной растительности, с одновременным ее измельчением и распределением на поверхности почвы в качестве мульчи.

Наиболее труднообрабатываемым участком сада является приствольная полоса ввиду размещения в ней штамбов деревьев, что существенно усложняет работу конструкции и применяемых для ее обработки технических средств [1–8]. Используемые в современном промышленном садоводстве технические средства для обработки приствольных полос по принципу обеспечения обхода штамба дерева можно разделить на две основные группы:

- без вывода рабочего органа из приствольной полосы при обработке зоны приствольного круга;
- с принудительным вводом-выводом рабочего органа из зоны приствольного круга при подходе к штамбу дерева.

В устройствах первой группы обход штамба дерева осуществляется путем отклонения рабочего органа за счет реакции растения на рабочий орган либо на специальный защитный элемент.

К достоинству данной схемы следует отнести повышенную надежность выполненных по данной схеме машин, вследствие отсутствия дополнительного механизма для ввода-вывода рабочих органов из ряда.

Недостатком является возможность травмирования штамба дерева при контакте с подвижной секцией в случае возникновения больших усилий со стороны рабочего органа.

В устройствах второй группы обход штамба дерева осуществляется перемещением при подходе к последнему рабочего органа из приствольной полосы.

Механизм принудительного ввода-вывода обычно состоит из гидроследящего устройства, включающего шуп, золотниковый плунжерный гидрораспределитель, и механизма перемещения рабочего органа с гидроцилиндром, кинематическая связь между которыми осуществляется посредством тяг и рычагов. Принудительный ввод-вывод рабочих органов может осуществляться при контакте сиг-

нального щупа со штамбом дерева посредством различных кинематических схем.

Достоинством является отсутствие контакта рабочего органа со штамбом дерева, что исключает возможность его травмирования.

К недостаткам схемы с принудительным выводом рабочего органа из зоны приствольного круга следует отнести: наличие необработанной (защитной) зоны приствольного круга, сложность конструкции агрегата и низкую эксплуатационную надежность агрегата.

Цель исследования. Разработка способа обхода штамба дерева при обработке приствольной полосы, позволяющего обеспечить полное удаление травяной растительности, в том числе в зоне приствольного круга без повреждения штамбов.

Задачи исследования:

1. На основании проведенного анализа применяемых способов обхода штамбов деревьев в приствольной полосе разработать способ, позволяющий полностью обрабатывать зону приствольного круга без повреждения штамба дерева.

2. Теоретически исследовать влияние конструктивно-режимных параметров косил-

ки для обработки приствольных полос на возможность травмирования штамба дерева.

Материалы, методы и объекты исследования. Теоретические исследования проводились с использованием основных положений высшей математики и теоретической механики. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных и натурных условиях в соответствии с апробированными методиками. Объект исследования – процесс обхода поворотной секцией косилки штамба дерева, опытный образец косилки.

Результаты исследования. Авторами предлагается способ обхода штамба дерева, суть которого состоит в том, что конструктивные параметры агрегата (косилки) после начала ее контакта со штамбом дерева обеспечивают перекачивание по его поверхности находящихся в зацеплении со штамбом дерева предохранительных колес I и II (рис. 1), что в свою очередь, позволяет выполнить поворот секции с ротационными рабочими органами вокруг штамба дерева на угол, достаточный для полной обработки приствольного круга [9]. Данный способ позволяет не выводить поворотную секцию из линии ряда, что существенно упрощает конструкцию косилки.

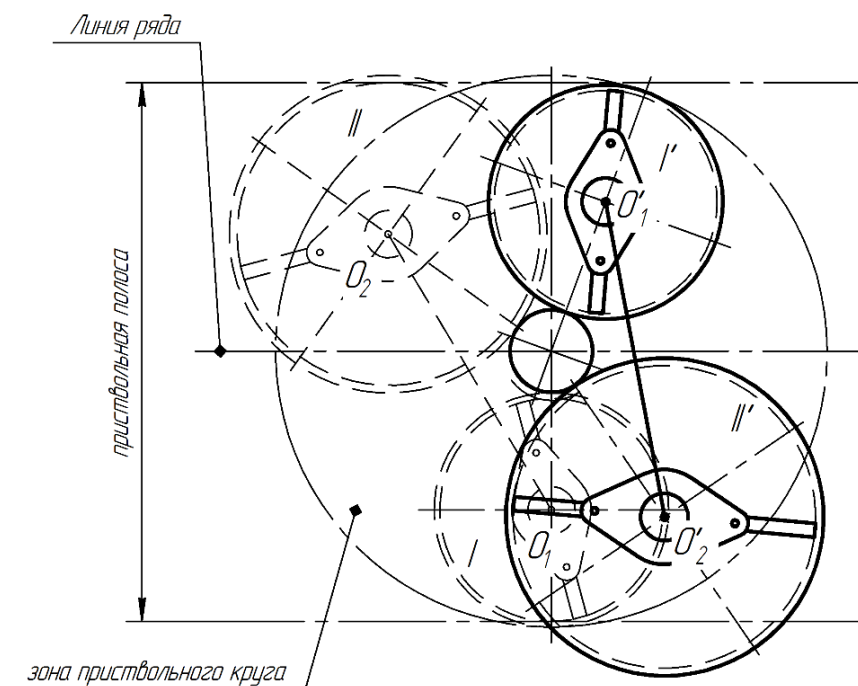


Рисунок 1. Положение поворотной секции на начальном и конечном этапах обработки зоны приствольного круга

Figure 1. The position of the rotary section at the initial and final stages of processing the zone of the barrel circle

На рисунке 1 показано положение элементов поворотной секции на начальном и конечном этапах скашивания растительности вокруг штамба дерева в соответствии с разработанным способом обхода.

Для исследования влияния параметров косилки на вероятную возможность травмирования штамба дерева при контакте с подвижной секцией (величина давления, пере-

даваемого на штамп дерева) рассмотрим систему «поворотная секция-штамп дерева» (рис. 2). Приложенные силы и моменты: N_1 , N_2 – нормальные силы; $F_{c\mu_1}$, $F_{c\mu_2}$ – силы сцепления; M_{c_1} и M_{c_2} – моменты сопротивления вращению предохранительных колес; M_1 и M_2 – моменты, создаваемые силами F_1 и F_2 упругих элементов 1 и 2, входящих в конструкцию косилки.

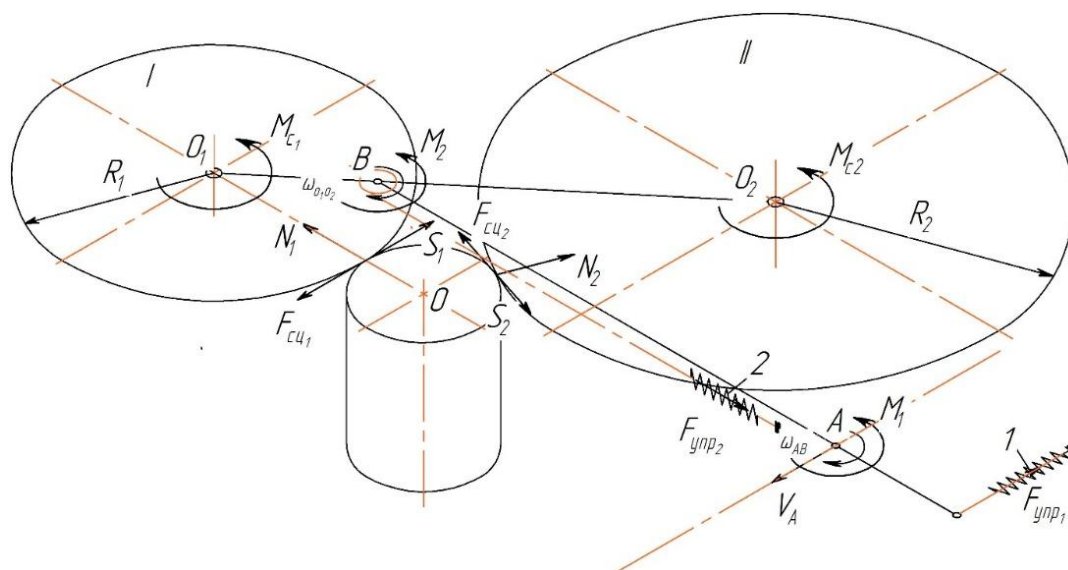


Рисунок 2. Силы, действующие на систему «поворотная секция-штамп дерева»
Figure 2. Forces acting on the system "rotary section-tree trunk"

Значение нормальной реакции (величина силы давления), приложенной в точках контакта, должно лежать в пределах:

$$N_{min} \leq N_i \leq N_{max}, \quad (1)$$

где:

N_{min} – минимальное значение нормальной реакции штамба дерева, необходимое для обеспечения перекачивания отбойных колес по штамбу дерева, Н;

N_{max} – максимальное значение нормальной реакции штамба дерева, не приводящее к повреждению коры штамба дерева, Н.

Перекачивание предохранительных колес по штамбу дерева станет возможным, если между ними возникает сила сцепления $F_{c\mu_i}$, достаточная для преодоления окружной силы S_i , равной по величине моменту сопротивления вращению на каждом из предохранительных колес M_{c_i} , деленному на радиус R_i колеса.

Как известно, модуль сил сцепления, обеспечивающих качение каждого из колес без скольжения, подчинен следующему ограничению:

$$|F_{c\mu_i}| \leq N_i f_{c\mu}, \quad (2)$$

где:

$f_{c\mu}$ – коэффициент сцепления.

Следовательно, каждое из предохранительных колес I и II необходимо прижимать к штамбу дерева с некоторой силой N_i . Если $F_{c\mu_i} > S_i$, то проскальзывания не происходит.

Величина момента M_1 , создаваемого упругим элементом 1, будет определяться из выражения:

$$M_1 = F_{упр_1} \cdot l_2 \sin \gamma_1, \quad (3)$$

где:

$F_{упр_1}$ – сила упругости пружины 1, Н/м;

l_2 – длина звена AE, отрезка, ограниченного

шарниром крепления поворотного рычага на раме и точкой приложения силы F_{ynp1} , м;

γ_1 – угол между осями поворотного рычага и пружины, град.

Действие вращающего момента M_1 может быть также выражено приложенной на консоли поворотной секции силой P_1 , которая будет определяться из уравнения равновесия моментов сил относительно точки A :

$$P_1 = \frac{F_{ynp1} \cdot l_2 \sin \gamma_1}{l_1}, \quad (4)$$

где:

l_1 – длина звена AB , отрезка, ограниченного шарниром крепления поворотного рычага на раме и точкой приложения силы P_1 , м.

Величина момента M_2 , создаваемого упругим элементом 2:

$$M_2 = F_{ynp2} \cdot R_3, \quad (5)$$

где:

R_3 – радиус возвратного барабана, м.

Рассматривая поворотную секцию как балку, закрепленную на двух опорах, для любого ее положения относительно штамба дерева нормальные силы N_1 и N_2 могут быть определены из уравнений моментов сил относительно центров каждого из роторов в соответствии с расчетной схемой (рис. 3).

Для данной схемы, при ее вращении вокруг центра O , характерно изменение направления линии действия силы P_1 и следовательно, ее положения относительно оси поворотной секции (угол ϑ).

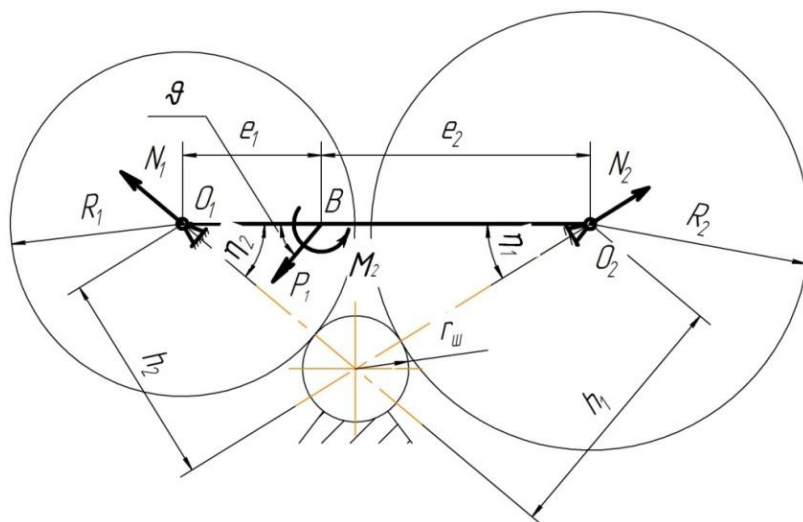


Рисунок 3. Расчетная схема для определения нормальных сил N_1 и N_2
Figure 3. Calculation scheme for determining the normal forces N_1 and N_2

Составив уравнения моментов сил:

$$\sum M_{i_{o1}} = 0; \quad (6)$$

$$-P_1 \sin \vartheta \cdot e_1 + M_2 + N_2 \cdot h_2 = 0,$$

$$\sum M_{i_{o2}} = 0; \quad (7)$$

$$P_1 \sin \vartheta \cdot e_2 + M_2 - N_1 \cdot h_1 = 0.$$

И подставив все значения, найдем, что:

$$N_1 = \frac{c_1 \cdot \Delta l_3 \cdot l_2 \sin \gamma_1 \sin \vartheta \cdot e_2}{h_1} + \frac{c_2 \cdot \frac{\pi \cdot R_3^2}{180^\circ} \cdot (\gamma_{2i} - \gamma_{20})}{h_1}, \quad (8)$$

$$N_2 = \frac{c_1 \cdot \Delta l_3 \cdot l_2 \sin \gamma_1 \sin \vartheta \cdot e_1}{h_2} - \frac{c_2 \cdot \frac{\pi \cdot R_3^2}{180^\circ} \cdot (\gamma_{2i} - \gamma_{20})}{h_2}. \quad (9)$$

Уравнения (8) и (9) показывают, что величина сил давления каждого из предохранительных колес на штамп дерева зависит от коэффициентов жесткости упругих элементов, входящих в конструкцию косилки, конструктивных параметров косилки, а также от положения поворотной секции относительно штамба дерева.

В соответствии с существующими нормативами допустимое давление на кору плодового дерева составляет 0,45 МПа, при этом величина давления, передаваемого каждым из предохранительных колес 1 и 2, будет зависеть от величин действующих сил (N_1 , N_2) и площади контактирующей поверхности ($S = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$).

На рисунке 4 представлен график влияния положения поворотной секции относительно штамба дерева и коэффициентов жесткости упругого элемента поворотного рычага на величину давления, передаваемого со стороны предохранительного колеса 1 (как наиболее нагруженного) на штамп дерева.

Из графика видно, что при обходе поворотной секцией вокруг штамба дерева, т. е. с увеличением угла поворота относительно первоначального положения и увеличения значения коэффициента жесткости упругого элемента поворотного рычага, величина давления возрастает.

Пунктирная линия на рисунке 4 делит поверхность значений P на две части: в заштрихованной области значения P удовлетворяют требованию $N_{\min} \leq N_i \leq N_{\max}$, в незаштрихованной области значения N_1 превосходят допустимые.

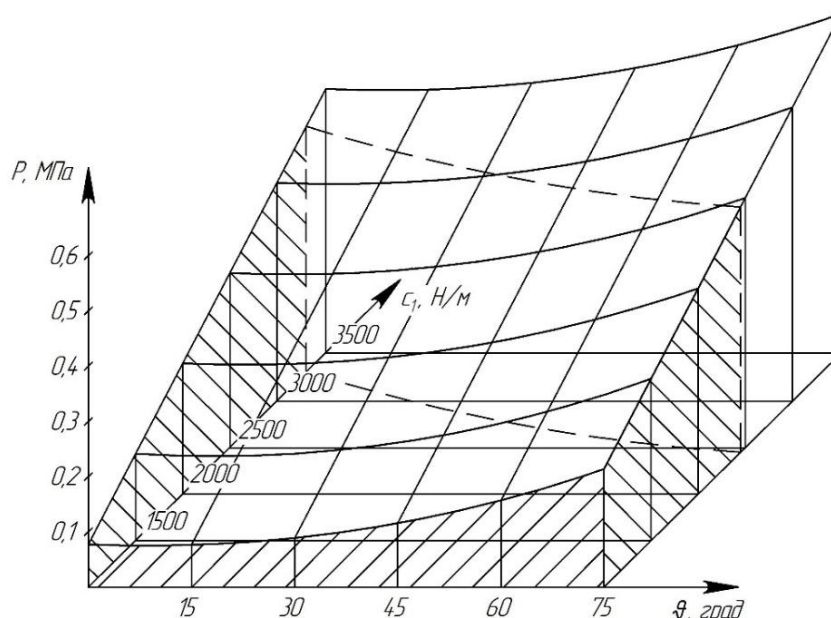


Рисунок 4. Зависимость величины давления, передаваемого на штамп дерева, от угла поворота θ и коэффициента жесткости пружины c_1

Figure 4. The dependence of the pressure transmitted to the tree stem on the angle of rotation θ and the spring stiffness coefficient c_1

В результате расчетов с использованием выражения (7) получены следующие допустимые значения коэффициента жесткости: $c_1 \leq 2480 \text{ Н/м}$.

Выводы:

1. Разработан способ обхода штамба дерева, позволяющий полностью обработать

зону приствольного круга без повреждений штамба в условиях террасного садоводства.

2. Выявлены конструктивно-режимные параметры косилки, влияющие на возможность травмирования штамба дерева, и определены их оптимальные параметры.

Список литературы

1. Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А. Обоснование параметров поворотной секции косилки для террасного садоводства // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 126–130.

2. Apazhev A.K., Fiaphev A.G., Shekikhachev Yu.A., Hazhmetov L.M., Shekikhacheva L.Z. Modeling the operation process of the unit for processing row-spacings of fruit plantings // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. 315(5). Art. 052023. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052023.
3. Егожев А. М., Полищук Е. А., Егожев А. А. Обоснование динамических параметров окашивающей косилки // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Коков*. 2020. № 3(29). С. 113–118.
4. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Расчет потребности в опрыскивателях // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2020. № 3(29). С. 80–84.
5. Шекихачева Л. З. К вопросу совершенствования конструкции промышленных садов // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2020. № 3(29). С. 119–123.
6. Шекихачев Ю. А., Шекихачева Л. З. Анализ показателей работы плодуборочных машин // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2020. № 2(28). С. 131–136.
7. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Исследование режимов работы плодуборочных машин // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2020. № 1(27). С. 75–79.
8. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Оптимизация функционирования сельскохозяйственных производственных систем // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2022. № 1(35). С. 81–89. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97.
9. Пат. № 170119 Российская Федерация МПК А01D34/84. Косилка окашивающая / Шوماхов Л. А., Полищук Е. А., Апажев А. К., Егожев А. М., Шекихачев Ю. А., Егожев А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова»; заявл. 17.01.2017; опубл. 14.04.2017. Бюлл. № 11.

References

1. Egozhev A.M., Polischuk E.A., Egozhev A.A. Justification of the parameters of the rotary section of the mower for terraced gardening. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):126–130. (In Russ.)
2. Apazhev A.K., Fiaphev A.G., Shekikhachev Yu.A., Hazhmetov L.M., Shekikhacheva L.Z. Modeling the operation process of the unit for processing row-spacings of fruit plantings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. 315(5). Art. 052023. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052023.
3. Egozhev A.M., Polischuk E.A., Egozhev A.A. Justification of dynamic parameters mowing machine. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):113–118. (In Russ.)
4. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Calculation of the need for sprayers. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):80–84. (In Russ.)
5. Shekikhacheva L.Z. To the question of improvement of the design of industrial gardens. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):119–123. (In Russ.)
6. Shekikhachev Yu.A., Shekikhacheva L.Z. Analysis of performance indicators of fruit harvesting machines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):131–136. (In Russ.)
7. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Study of operation modes of fruit harvesting machines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):75–79. (In Russ.)
8. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Optimizing the functioning of agricultural production systems. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):81–89. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97. (In Russ.)
9. Pat. № 170119 Rossijskaya Federaciya МРКА01D34/84. Kosilka okashivayushchaya / Shomahov L.A., Polischuk E.A., Apazhev A.K., Egozhev A.M., Shekikhachev Yu.A., Egozhev A.A.; zayavitel' ipatentoobladatel' Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. V.M. Kokova [Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov]; zayavl. 17.01.2017; publ. 14.04.2017. Bull. № 11.

Сведения об авторах

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

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

Полищук Евгений Александрович – старший преподаватель кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 754556

Егожев Аскер Артурович – аспирант 2-го года обучения кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 31728, Scopus ID: 6505576211

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, Author ID: 261514, Scopus ID: 57195587959

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

Evgeny A. Polischuk – Senior Lecturer of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 754556

Asker A. Egozhev – Master's student of the 2nd year of study of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Author ID: 31728, Scopus ID: 6505576211

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 31.10.2022;
одобрена после рецензирования 23.11.2022;
принята к публикации 30.11.2022.*

*The article was submitted 31.10.2022;
approved after reviewing 23.11.2022;
accepted for publication 30.11.2022.*

Научная статья

УДК 634.1-13

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-87-97

**Обоснование основных конструктивных и технологических параметров
двухвалкового роторного измельчителя****Владимир Исмелович Батыров¹, Тимур Муаедович Апхудов^{✉2}**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>^{✉2}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

Аннотация. 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. Отчуждаемая древесина при обрезке плодовых деревьев свлаживается за пределы сада, сжигается или сбрасывается в овраги. Уборка и утилизация срезаемого 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. Особую сложность представляет утилизация древесных отходов на склоновых землях при террасном садоводстве. Поэтому проблема утилизации и рационального использования отчуждаемой плодовой древесины является актуальной. 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. В статье на основании сравнительного многокритериального (затраты труда, расход топлива, приведенные эксплуатационные расходы и влияние на окружающую среду) анализа существующих технологий утилизации ветвей доказана целесообразность применения технологического процесса измельчения ветвей с последующим разбрасыванием измельченной древесной массы по поверхности почвы. Установлены основные конструктивно-технологические параметры и режимы работы двухвалкового роторного измельчителя: углы заточки передней ($-5-15^\circ$) и задней ($60-70^\circ$) граней ножа; радиус вращения режущей кромки ножа: 0,125 м; скорость подачи ветвей (1,4-2,1 м/с); окружная скорость режущей кромки ножа (8-12 м/с).

Ключевые слова: древесная мульча, двухвалковый роторный измельчитель, скорость резания, результат, теоретические и экспериментальные исследования

Для цитирования. Батыров В. И., Апхудов Т. М. Обоснование основных конструктивных и технологических параметров двухвалкового роторного измельчителя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 87–97.

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-87-97

Original article

**Justification of the main structural and technological parameters
of the twin-roll rotary grinder****Vladimir I. Batyrov¹, Timur M. Apkhudov^{✉2}**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030¹batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>^{✉2}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

Abstract. Regular pruning of fruit trees is an essential prerequisite for increasing the yield and quality of fruits. At the same time, phytomass waste during pruning of fruit trees, depending on the age and biological characteristics of the variety, can range from 3 to 20 or more tons per hectare. Alienated wood when pruning fruit trees is dragged outside the garden, burned or dumped into ravines. Harvesting and disposal of cut woody material 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 due to the low level of mechanization and the low efficiency of the technologies used. Of particular difficulty is the utilization of wood waste on sloping lands in terraced gardening. Therefore, the problem of utilization and rational use of alienated fruit wood is relevant. The most simple, rational and promising is the use of cut branches in crushed form for soil mulching. This contributes to the accumulation and conservation of moisture in the soil, its enrichment with organic matter, mineral nutrition elements, improvement of agrophysical properties and, ultimately, the involvement of alienated wood in the cycle of substances without harming the environment. In the article, based on a comparative multi-criteria (labor costs, fuel consumption, given operating costs and environmental impact) of the analysis of existing technologies for the utilization of branches, the feasibility of using the technological process of chopping branches with subsequent spreading of chopped wood pulp over the soil surface has been proved. The main design and technological parameters and operating modes of a two-roll rotary grinder are established: sharpening angles of the front ($-5-15^\circ$) and rear ($60-70^\circ$) edges of the knife; radius of rotation of the cutting edge of the knife: 0.125 m; branches feed rate (1.4-2.1 m/s); circumferential speed of the cutting edge of the knife (8-12 m/s).

Keywords: wood mulch, two-roll rotary grinder, cutting speed, result, theoretical and experimental investigations

For citation. Batyrov V.I., Apkhudov T.M. Justification of the main design and technological parameters of a two-roll rotary grinder. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):87–97. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-87-97

Введение. Плодоводство – отрасль сельскохозяйственного производства. Основным объектом исследования в этой области являются культуры, выращиваемые для производства плодов, ягод и орехов многолетних деревьев и кустарников. Плодоводство как отдельная наука изучает закономерности получения богатого качественного продукта, выявляя способы выращивания, развития, воспроизводства, производства и агротехнического ухода за плодовыми культурами [1].

О важности фруктов, их пользе, особенно пищевых, лечебных и диетических свойствах человек знал давно. Искусственные или обработанные фрукты веками использовались в пищевой и народной медицине.

Это не только продукты питания с важнейшими лечебными свойствами, но и незаменимое сырье в пищевой промышленности, одна из санитарно-гигиенических мер по защите окружающей среды. Их культивируют не только фермерские хозяйства, но и частные лица. Сады и коттеджи защищают город и деревню от ветра и пыли, их листья поглощают углекислый газ, дают тень населению и не сушат землю, улучшая тем самым экологию.

Сады украшают поселения и влияют на эстетическое восприятие людей. Посадка и уход за садом также лелеют и лечат людей, приближая их к природе. Его значение в последние годы растет. В настоящее время многократно увеличилось рост гражданской энергетики, транспортных, агрономических, гидротехнических сооружений, темпы роста человека, их влияние на окружающую среду, компенсация вредных явлений, вызванных природой. Также окружающая среда загрязнена вредными отходами, канцерогенами.

Загрязнение радиоактивными веществами отрицательно сказывается на здоровье человека. Следовательно, в процессе общественного производства земля, воздух, вода и т. д. плодовые культуры играют важную роль в поддержании экологического баланса окружающей среды и правильной организации питания человека. Фактически наши предки – первые люди в своей повседневной жизни, собирающие фрукты. Плоды и ягоды помимо полезных веществ содержат витамины А, В₂, В₆, С, РР и др., вещества с высокой индивидуальной биологической активностью, их сочетание с пектинами предотвращает или

ускоряет проникновение вредных частиц в организм человека.

Подавляющее большинство сахаров во фруктах и ягодах – это глюкоза и фруктоза. Фруктовый сахар участвует в ускорении энергетических процессов в организме человека, то есть предотвращает атеросклероз и повышенное артериальное давление (гипертонию). То есть людям полезно употреблять большое количество фруктов. Плоды также содержат различные макро- и микроэлементы (железо, фосфор, магний, калий, йод, марганец, селен и др.). Железо часто влияет на оптимальный баланс натрия и калия. Например, это одна из мер профилактики этих заболеваний. Железо, содержащееся во фруктах, стабилизирует кровообращение в организме. Фрукты и орехи широко используются при переработке кулинарных изделий, в пищевой, консервной, кондитерской и витаминной промышленности.

Некоторые семена плодовых культур (подсолнечника, грецкого ореха и цитрусовых) хранятся искусственно длительное время, причем зимой и ранней весной, когда в организме человека не хватает витаминов, биологически активных веществ, необходимых витаминов и т. д. восполняют полезные вещества.

Ресурсосбережение и, в частности, уменьшение трудоемкости производства продукции является одним из приоритетных факторов повышения эффективности плодородческой отрасли. Низкий уровень механизации (25-35%) приводит к затягиванию сроков выполнения технологических операций и, как следствие, к значительному недобору товарной продукции, снижению качества и увеличению ее себестоимости [2].

Проблема экологической безопасности наряду с безотходными технологиями с каждым годом становится более актуальной. К таким, в частности, и относится проблема утилизации ветвей плодовых деревьев, срезанных в садах интенсивного типа с уплотненной схемой посадки. При уходе за кроной плодовых деревьев с каждого гектара уплотненных садов ежегодно срезается в среднем от 2,5 до 6,5 тонны древесины в зависимости от возраста деревьев, вида подвоя, сорта, породы, схемы посадки, типа обрезки. Трудоемкость операций по обрезке, сбору и утилизации ветвей по литературным данным со-

ставляет 15-26% общих трудозатрат на выращивание плодов. Расходы труда на обрезку веток в саду и последующую их утилизацию достигают 220 чел.-ч/га в год.

Особенностью современного развития мирового садоводства является внедрение в производство интенсивных садов уплотненного типа, где, по сравнению с традиционными садами, уменьшены габариты деревьев, что привело к увеличению их количества на единицы площади в 5-8 раз и уменьшению диаметра ветвей, которые срезаются при уходе за кроной деревьев [1, 3]. Это создает более удобные условия и уменьшает энергозатраты при измельчении древесины при утилизации. В связи с этим актуальны исследования, направленные на обоснование технологической схемы и параметров рабочих органов устройства для измельчения ветвей.

Цель исследования – оптимизация конструктивно-технологических параметров измельчителя.

Материалы, методы и объекты исследования. Предмет исследования – процесс измельчения срезанных ветвей плодовых деревьев двухвалковым роторным измельчителем (ДРИ) в древесную мульчу. Исследования проведены с использованием аналитических и статистических методов, методов математического моделирования и теории математического планирования эксперимента. Объекты исследования – срезанные ветви плодовых деревьев, полученная из них измельченная масса – древесная мульча, ДРИ.

Результаты исследования. Обрезка плодового дерева – это регулирование всех или части всех его элементов (побегов, ветвей, веток, мест формирования плодов). Основная цель обрезки заключается в формировании головок деревьев, регулировании роста побегов и плодоношения. Поэтому очевидно, что их правильное управление является одной из важнейших агротехнических мер, но не может заменить другие методы ухода за деревьями (полив, внесение удобрений и т. д.) [4]. Неправильно проведенная обрезка будет неэффективной, а иногда может быть даже вредной. Правильная обрезка деревьев учитывает биологические особенности различных сортов, закономерности роста, структуру, плодоношение плодовых растений и влияние обрезки на деревья [5].

Сравнительный многокритериальный анализ существующих технологий утилизации ветвей с помощью четырех критериев: затраты труда, расход топлива, приведенные эксплуатационные расходы и влияние на окружающую среду свидетельствует о целесообразности применения технологического процесса измельчения ветвей с разбрасыванием по поверхности почвы.

Как свидетельствует проведенный анализ, результаты этих исследований не могут быть непосредственно использованы для расчета рациональных параметров двухвалковых измельчителей, предназначенных для утилизации плодовых деревьев. Это обусловлено отличием физико-механических свойств материалов и конструктивно-технологическими особенностями соответствующих измельчителей.

Обзор известных технологий утилизации срезанных ветвей, анализ существующих исследований по измельчению ветвей плодовых деревьев, лозы винограда и других стеблевых материалов позволяет сделать вывод о недостаточности в информационных источниках данных [6].

В связи с этим возникает необходимость в проведении исследования процесса измельчения ветвей плодовых деревьев с разработкой рабочих органов соответствующего устройства, обосновании рациональных параметров и режимов работы двухвалкового измельчителя [5, 7]. Проведенная многофакторная комплексная технико-экономическая оценка существующих технических средств для измельчения ветвей плодовых деревьев в садах интенсивного типа позволила установить целесообразность применения двухроторных измельчителей.

В результате проведенного [8] кинематического и силового анализа процесса работы ДРИ установлены параметры, которые влияют на усилие резания древесины ветвей: геометрические размеры роторов, количество ножей на ножевом диске, углы заточки ножей, скорость вращения роторов, скорость подачи ветвей и зазор между ножом и валом противоположенного ротора.

Учитывая, что максимальный диаметр измельчаемых ветвей составляет 35-40 мм и

что необходимо обеспечить требуемую жесткость полого вала ротора, диаметр ножевого диска рекомендуется принимать в пределах 150-250 мм [3].

Угловую скорость вращения ножевого диска (рад/с) можно рассчитать по выражению:

$$\omega = 2\pi n, \quad (1)$$

где:

n – частота вращения ножевого диска, с^{-1} .

С учетом выражения (1) скорость измельчения будет равна:

$$v_{изм} = 2\pi R n. \quad (2)$$

При известном значении длины резания ветви можно установить средний диаметр ветви при резании по выражению:

$$d_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N d(l_i)}{N}, \quad (3)$$

где:

$d(l_i)$ – диаметр ветви в i -м сечении ветви, м;

$l_i = l_{расч} i$ – расстояние i -го сечения резания от вершины ветви, м;

$N = l_e / l_{расч}$ – количество резов ветви длиной l_e .

Рекомендуемая длина резания ветви по агротехническим соображениям $l_{расч} = 0,07$ м. Тогда по выражению (3) можно вычислить средний диаметр ветви при резании. Его величина в зависимости от сорта для яблони составляет 10-15 мм. Примем для расчетов средний диаметр измельчаемой ветви $d_{cp} = 15$ мм.

Производительность двухвалкового роторного измельчителя плодовой древесины определяется числом ножей z на диске, размерами перерабатываемого слоя ветвей и длиной измельченных частиц $l_{изм}$. Для ее определения рекомендована формула, в $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$Q = F_p v_n \cdot 3600 = F_p \frac{n \cdot z \cdot l_{изм}}{60} \cdot 3600 = 60 F_p \cdot n \cdot z \cdot l_{изм}, \quad (4)$$

где:

F_p – расчетная площадь перерабатываемого слоя ветвей, м^2 .

Площадь резания рассчитывается по зависимости:

$$F_p = B \cdot H_{\epsilon} \cdot k_{\partial p}, \quad (5)$$

где:

B – длина ротора измельчителя, м;

H_{ϵ} – толщина перерабатываемого слоя ветвей в сжатом состоянии, м;

$k_{\partial p}$ – коэффициент полнодревесности измельчаемого слоя ветвей.

По конструктивным и эксплуатационным соображениям оптимальным является количество ножей, равное 2; передний угол заточки ножа δ_n рекомендуется в пределах $-5-15^\circ$; частота вращения ротора варьируется в пределах $10-15 \text{ с}^{-1}$; скорость подачи ветвей может принимать значения $v_n = 1,4-2,1 \text{ м/с}$; скорость движения агрегата $v_a = 0,8-1,5 \text{ м/с}$, или $2,88-5,4 \text{ км/ч}$; пределы варьирования окружной скорости режущей кромки ножа $v_o = 8-12 \text{ м/с}$.

Мощность привода измельчительного устройства можно рассчитать по выражению:

$$N = \frac{N_{\text{нод}} + N_1 + N_2}{\eta_m}, \quad (6)$$

где:

$N_{\text{нод}}$ – мощность, затрачиваемая на подачу подобранного вала срезанных ветвей к первой ступени измельчителя, кВт;

N_1 – мощность, затрачиваемая на перерезание ветвей на первой ступени измельчителя – двухвалковом роторном измельчителе, кВт;

N_2 – мощность, затрачиваемая на перетирающее доизмельчение на второй ступени измельчителя, кВт;

η_m – суммарный К.П.Д. механизмов привода.

Мощность, затрачиваемая на подачу вала срезанных ветвей, определяется по формуле:

$$N_{\text{нод}} = k_{y\partial} B_{n.s} v_n, \quad (7)$$

где:

$k_{y\partial}$ – коэффициент удельной силы сопротивления подающих вальцов, Н/мм;

$B_{n.s}$ – ширина подающего вальца, мм.

Мощность, затрачиваемая на перерезание ветвей, определяется по формуле:

$$N_1 = P_{cp1} v_{o1}, \quad (8)$$

где:

P_{cp1} – среднее окружное усилие, Н;

v_{o1} – окружная скорость резания, м/с.

Среднее окружное усилие P_{cp1} рассчитывается по формуле:

$$P_{cp1} = \frac{A_{pez} z n_o}{2\pi R}, \quad (9)$$

где:

A_{pez} – работа сил резания за время одного оборота ножевого диска, Дж;

$2\pi R$ – длина траектории одного оборота ножевого диска, м;

n_o – количество ножевых дисков измельчителя, шт.

Мощность, затрачиваемая на доизмельчение массы:

$$N_2 = P_{cp2} v_{o2}, \quad (10)$$

где:

P_{cp2} – среднее окружное усилие доизмельчающих вальцов, Н;

v_{o2} – окружная скорость доизмельчающих вальцов, м/с.

В результате экспериментов установлено, что суммарная величина составляющих мощностей $N_{\text{нод}}$ и N_2 составляет 15-20% общей затрачиваемой мощности привода.

Полезный удельный расход энергии определяем по формуле:

$$E = \frac{N}{Q}. \quad (11)$$

На рис. 1 показаны диаграммы удельной и полной силы резания. Для численной характеристики диаграмм выбраны два параметра: среднее значение – это $P_{y\partial cp}$ и $P_{pez cp}$, и максимальное значение – $P_{y\partial max}$ и $P_{pez max}$.

Влияние на силу резания углов заточки ножей по передней δ_n и задней δ_z граням определялось в диапазоне от минимальной величины угла, принятой из условия запаса прочности лезвия на изгиб:

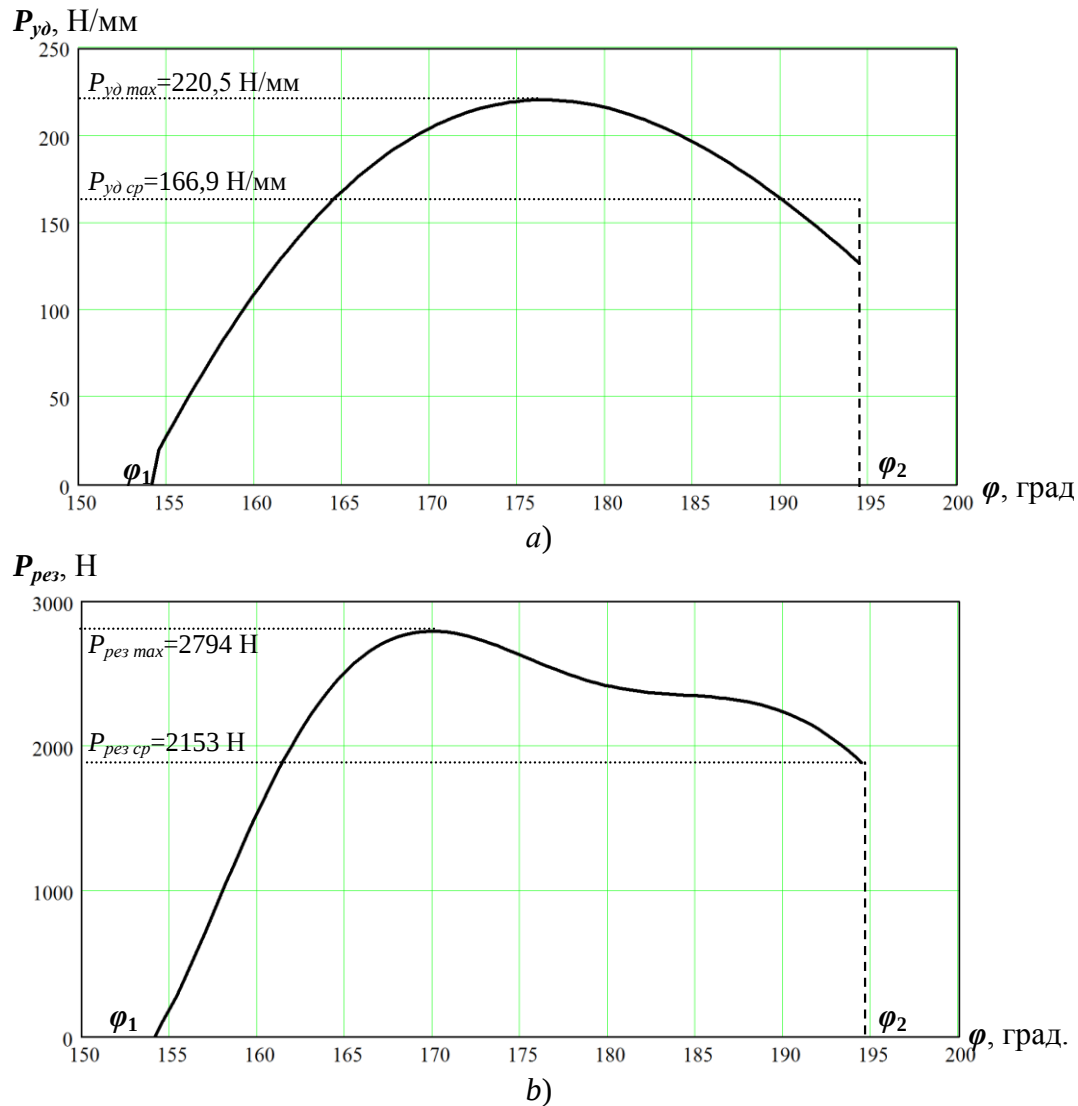


Рисунок 1. Диаграммы зависимости удельной и полной сил резания в зависимости от угла поворота режущей кромки φ :

a) удельной силы резания P_{yd} ; b) полной силы резания $P_{рез}$

Figure 1. Diagrams of the dependence of the specific and total cutting forces depending on the angle of rotation of the cutting edge φ :

a) specific cutting force P_{yd} ; b) total cutting force $P_{рез}$

$$\gamma = \delta_n + \delta_s. \quad (12)$$

Анализ показывает, что целесообразно угол γ делать минимальным, вплоть до нулевого значения.

Функция коэффициента изнашивания ножа в зависимости от угла заточки имеет вид:

$$k_t(\gamma) = \frac{1 - \sin \frac{\gamma}{2}}{3 \sin \frac{\gamma}{2}} - \sqrt{3} \operatorname{ctg}^2 \frac{\gamma}{2} \sqrt{\frac{1 + \sin \frac{\gamma}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}}}. \quad (13)$$

Из рисунка 2 следует, что оптимальный угол заточки ножа желательно принимать в диапазоне $50-60^\circ$. Тогда если принять величину переднего угла -10° , то ему будет соответствовать величина заднего угла заточки $60-70^\circ$ (табл. 1).

Результаты численных расчетов силы резания ветви в зависимости от радиуса вращения режущей кромки ножа R представлены в таблице 2. Анализ показал, что можно принять $R = 0,125$ м.

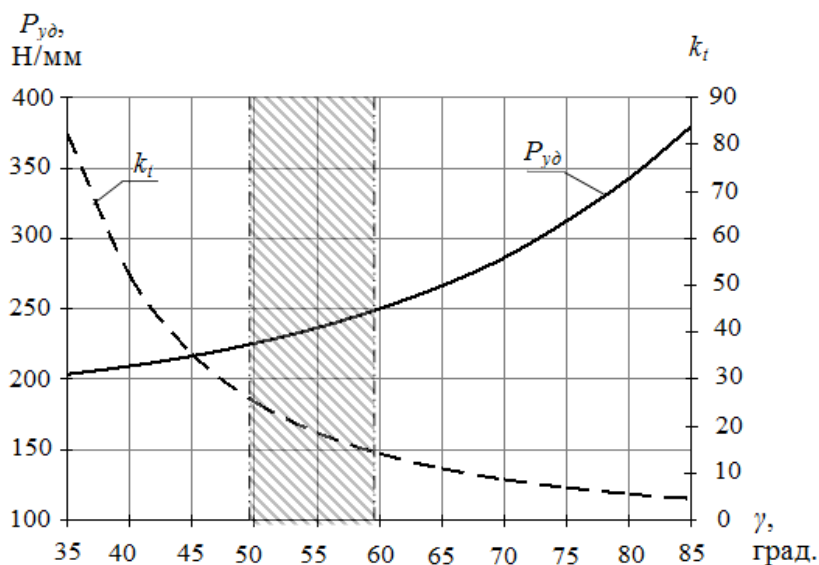


Рисунок 2. Зависимость удельной силы резания $P_{y\delta}$ и коэффициента изнашивания ножа k_t от угла заточки γ

Figure 2. Dependence of the specific cutting force $P_{y\delta}$ and the knife wear coefficient k_t on the sharpening angle γ

Таблица 1. Результаты численных расчетов удельной силы резания $P_{y\delta}$ (Н/мм) в зависимости от углов заточки передней δ_n и задней δ_s граней ножа

Table 1. Results of numerical calculations of the specific cutting force $P_{y\delta}$ (N/mm) depending on the sharpening angles of the front δ_n and back δ_s edges of the knife

Задний угол δ_s , град	Передний угол δ_n , град					
	-5	-10	-15	-20	-25	-30
35	154,6	152,1	149,0	145,4	141,2	136,3
40	163,2	160,7	157,5	153,9	149,6	144,8
45	173,9	171,3	168,2	164,4	160,2	155,3
50	187,1	184,5	181,3	177,6	173,3	168,5
55	203,4	200,8	197,6	193,8	189,5	184,7
60	223,2	220,5	217,3	213,6	209,3	204,4
65	247,1	244,5	241,3	237,5	233,2	228,4
70	256,4	253,8	250,6	246,9	242,6	237,8
75	304,8	302,3	299,2	295,5	291,3	286,4
80	356,1	346,8	340,8	337,3	333,1	328,3
85	411,3	411,1	410,9	410,6	410,4	410,1

Примечание. При расчетах приняты постоянными следующие значения остальных параметров математической модели: $d_g = 0,015$ м; $R = 0,125$ м; $v_n = 1,4$ м/с; $v_o = 10$ м/с.

Таблица 2. Результаты численных расчетов силы резания ветви среднего диаметра в зависимости от радиуса вращения режущей кромки
Table 2. Results of numerical calculations of the cutting force of a branch of average diameter depending on the radius of rotation of the cutting edge

Значение радиуса вращения режущей кромки ножа, м	Среднее значение расчетной силы резания ветви, Н	Максимальное значение расчетной силы резания, Н
0,105	2123	2816
0,115	2143	2806
0,125	2156	2798
0,135	2164	2790
0,145	2169	2783
0,155	2172	2776

Примечание. При расчетах приняты постоянными следующие значения остальных параметров математической модели: $d_g = 0,015$ м; $s = 0,0025$ м; $v_n = 1,4$ м/с; $v_o = 10$ м/с; $\delta_n = -10^\circ$; $\delta_s = 60^\circ$.

Согласно анализу статистических данных, минимальный диаметр ветки составляет 4-5 мм. Тогда $s_{\min} = 0,001$ м.

Результаты численных расчетов силы резания ветви в зависимости от величины зазора между кромкой ножа и валом противополо-

жного ротора представлены в таблице 3 и на рисунке 3.

При максимальном значении скорости подачи ветвей и минимальной окружной скорости режущей кромки ножа имеет место минимальная энергоёмкость резания.

Таблица 3. Результаты численных расчетов силы резания ветви в зависимости от величины зазора между кромкой ножа и валом противоположного ротора
Table 3. Results of numerical calculations of the cutting force of the branch depending on the size of the gap between the edge of the knife and the shaft of the opposite rotor

Зазор между кромкой ножа и валом противоположного ротора s , м	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
Среднее значение расчетной удельной силы резания ветви, Н/мм	185,7	173,5	161,4	149,2	137,1
Максимальное значение расчетной удельной силы резания, Н/мм	244,3	228,4	212,6	196,9	181,2
Среднее значение расчетной силы резания ветви, Н	2036,8	2148	2152	2085,8	1969
Максимальное значение расчетной силы резания, Н	2858,3	2818	2766	2696,3	2593

Примечание. При расчетах приняты постоянными следующие значения остальных параметров математической модели: $d_g = 0,015$ м; $s = 0,0025$ м; $v_n = 1,4$ м/с; $v_o = 10$ м/с; $\delta_n = -10^\circ$; $\delta_s = 60^\circ$.

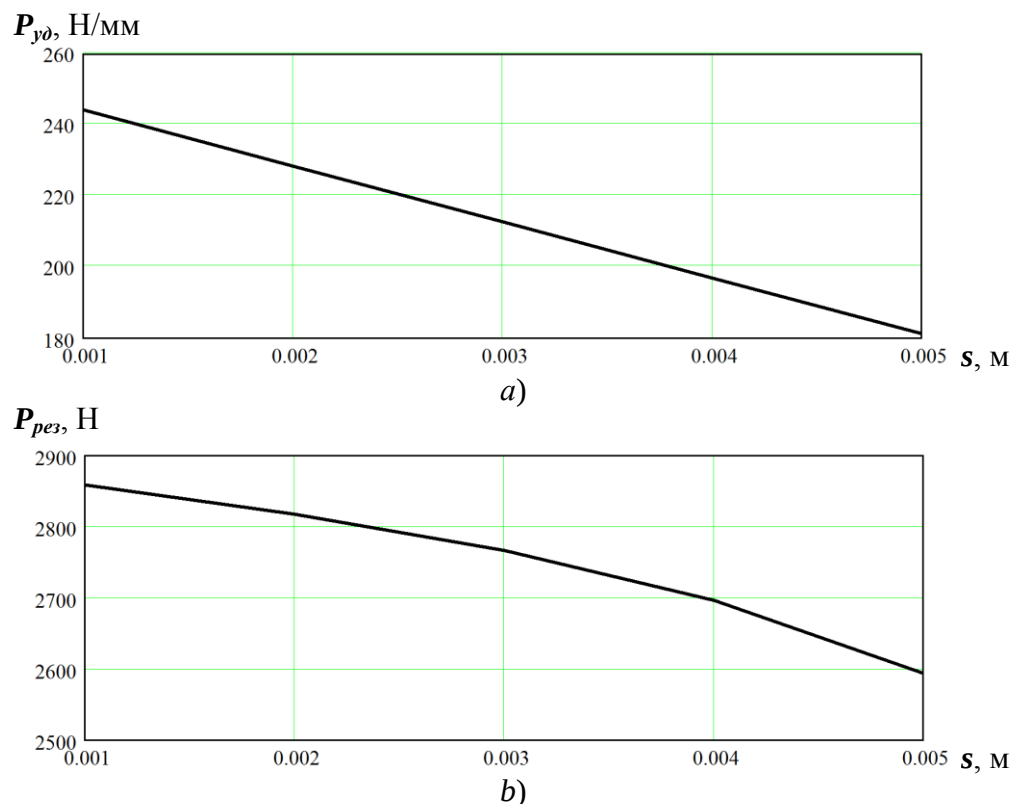


Рисунок 3. Графики зависимости сил резания от величины зазора между кромкой ножа и валом противоположного ротора:

a) максимальной удельной силы резания P_{yd} ; b) максимальной полной силы резания $P_{рез}$

Figure 3. Graphs of dependence of cutting forces on the size of the gap between the edge of the knife and the shaft of the opposite rotor:

a) maximum specific cutting force P_{yd} ; b) maximum total cutting force $P_{рез}$

Выводы. Сравнительный многокритериальный анализ существующих технологий утилизации ветвей с помощью четырех критериев (затраты труда, расход топлива, приведенные эксплуатационные расходы и влияние на окружающую среду) свидетельствует о целесообразности применения технологического процесса измельчения ветвей с разбрасыванием по поверхности почвы.

Определены основные конструктивно-технологические параметры двухвалкового роторного измельчителя, устанавливающие зависимость показателей его работы. Проведены численные расчеты на ЭВМ, в результате чего рекомендованы следующие значения основных параметров и режимов работы ДРИ: $\delta_n = -5-15^\circ$, $\delta_z = 60-70^\circ$; $R = 0,125$ м; $v_n = 1,4-2,1$ м/с, $v_o = 8-12$ м/с.

Список литературы

1. Шекихачев Ю. А. Научно обоснованные рекомендации по организации и технологии закладки садов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 95–101.
2. Балкаров Р. А., Заммоев А. У. Утилизация древесины срезанных ветвей плодовых деревьев в горном и предгорном садоводстве // Материалы региональной научной конференции молодых ученых Горского государственного аграрного университета «Экология южного региона». Владикавказ: ГГАУ, 2002. С. 105–107.

3. Апхудов Т. М., Шекихачев Ю. А., Шекихачева Л. З., Джолабов Ю. Ш. Сравнительная характеристика способов резания древесины // Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции «Новые вопросы в современной науке». 2017. С. 20–23.
4. Апхудов Т. М. Механизированная обрезка ветвей плодовых деревьев диаметром до 100 мм с применением садовой электропилы ЭПС-2 // Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса России». 2018. С. 22–26.
5. Апхудов Т. М., Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Обоснование основных конструктивных и технологических параметров измельчителя ветвей плодовых деревьев // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 15–19.
6. Апхудов Т. М., Шекихачев Ю. А. Разработка и исследование садовой пилы с электрическим приводом // АгроЭкоИнфо. 2020. № 1(39). Ст. 15.
7. Шомахов Л. А., Балкаров Р. А., Бекалдиев З. С., Заммоев А. У. Ресурсосберегающие машинные технологии возделывания плодовых культур для получения высококачественных плодов в условиях почвозащитного адаптивно-ландшафтного горного и предгорного садоводства: рекомендации. Нальчик: КБГСХА, 2004. 76 с.
8. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Балкаров А. Р. Результаты исследований накопления срезанной плодовой древесины в интенсивных садах КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 4(30). С. 59–64.

References

1. Shekikhachev Yu.A. Scientifically based recommendations for organization and technology of laying gardens. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):95–101. (In Russ.)
2. Balkarov R.A., Zammoev A.U. Utilization of wood of cut branches of fruit trees in mountain and foothill gardening. *Materialy regionalnoy nauchnoy konferencii molodykh uchnykh Gorskogo gosudarstvennogo agrouniversiteta «Ekologiya yuzhnogo regiona»* [Material Regional Scientific conference young of the Gorsky State Agro University "Ecology of the southern region"]. Vladikavkaz: GGAU, 2002. P. 105–107. (In Russ.)
3. Apkhudov T.M., Shekikhachev Yu.A., Shekikhacheva L.Z., Dzholabov Yu.Sh. Comparative characteristics of wood cutting methods. *Materialy Mezhdunarodnoy (zaочноy) nauchno-prakticheskoy konferentsii «Novyyevoprosy v sovremennoynauke»* [Materials of the International (on-line) scientific-practical conference "New questions in modern science"]. 2017. Pp. 20–23. (In Russ.)
4. Apkhudov T.M. Mechanized pruning of branches of fruit trees with a diameter of up to 100 mm using a garden electric saw EPS-2. *Sbornik nauchnykh trudov VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Inzhenernoye obespecheniye innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii»* [Engineering support for the innovative development of the agro-industrial complex of Russia]. *Collection of scientific papers of the VII All-Russian scientific and practical conference*. 2018. Pp. 22–26. (In Russ.)
5. Apkhudov T.M., Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Justification of the key design and process parameters of the grinder of branches of fruit-trees. *International Technical and Economic Journal*. 2019;(4):15–19. (In Russ.)
6. Apkhudov T.M., Shekikhachev Yu.A. Development and research of an electrically driven garden saw. *AgroEkoInfo*. 2020;1(39):15. (In Russ.)
7. Shomakhov L.A., Balkarov R.A., Bekaldiev Z.S., Zammoev A.U. *Resursosberegayushchiye mashinnyye tekhnologii vozdeleyvaniya plodovykh kul'tur dlya polucheniya vysokokachestvennykh plodov v usloviyakh pochvozashchitnogo adaptivno-landshaftnogo gornogo i predgornogo sadovodstva* [Resource-saving machine technologies for the cultivation of fruit crops to obtain high-quality fruits in soil-protective adaptive-landscape mountain and foothill gardening]: rekomendatsii. Nal'chik: KBGSKHA, 2004. 76 p.
8. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Balkarov A.R. Results of studies on accumulation of cut fruit wood in intensive gardens of KBR. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020. № 4(30):59–64. (In Russ.)

Сведения об авторах

Батыров Владимир Исмелович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Апхузов 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, Author ID: 261675, Scopus ID: 57219057974

Information about the authors

Vladimir I. Batyrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Timur M. Apkhudov – 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, Author ID: 261675, Scopus ID: 57219057974

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 28.10.2022;
одобрена после рецензирования 17.11.2022;
принята к публикации 23.11.2022.*

*The article was submitted 28.10.2022;
approved after reviewing 17.11.2022;
accepted for publication 23.11.2022.*

Научная статья

УДК 631.354.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-98-104

Определение кинематических параметров вибратора конвейерной очистки комбайна

Аламахад Дошаевич Бекаров¹, Анатолий Шахбанович Тешев²,
Владислав Хасенович Мишхожев³, Гумар Аламахадович Бекаров⁴,
Алий Халисович Габаев^{✉5}

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

¹alamakhad@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2484-1747>

³mvkklk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1157-3771>

^{✉5}alii_gabaev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

Аннотация. Конвейерная очистка является возможной альтернативой ветро-решётной, используемой в качестве рабочего органа в современных зерноуборочных комбайнах как отечественного, так и зарубежного производства. Одним из элементов конвейерной очистки является вибратор (встряхиватель), обеспечивающий малоамплитудные колебания (вибрации) различных участков верхней (сепарирующей) ветви конвейерного решета этой очистки, что способствует интенсификации процесса сепарации на решете. В статье выведено аналитическое выражение, позволяющее определить величину ударного импульса силы, под действием которого происходит каждая вибрация (встряхивание). Полученное выражение позволило установить, что на формирование величины упомянутого импульса силы влияют три параметра: масса участка конвейерного решета, скорость этого решета и угол, образованный направлением движения сепарирующей ветви решета и нормалью к касательной, проведенной к окружностям пары роликов (цепи решета и вибратора) в момент их контакта в точке этого контакта. В статье рассмотрено влияние каждого из этих параметров на формирование величины ударного импульса силы. Установлено, что наибольшее влияние на величину импульса силы оказывает масса участка решета с находящимся на нем ворохом, непосредственно прилегающим к ролику несущей цепи решета в момент его контакта с роликом вибратора.

Ключевые слова: комбайн, очистка, ворох, вибратор, ролик, цепь, сепарация интенсификация, скорость, масса, угол, импульс, сила, вектор

Для цитирования. Бекаров А. Д., Тешев А. Ш., Мишхожев В. Х., Бекаров Г. А., Габаев А. Х. Определение кинематических параметров вибратора конвейерной очистки комбайна // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 98–104. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-98-104

Original article

Determination of the parameters of the kinematics of the vibrator of the conveyor cleaning of the combine

Alamakhad D. Bekarov¹, Anatoly Sh. Teshev², Vladislav Kh. Mishkhozhev³,
Gumar A. Bekarov⁴, Aliy Kh. Gabaev⁵

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

¹alamakhad@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2484-1747>

³mvkklk@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1157-3771>

⁵alii_gabaev@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

Abstract. Conveyor cleaning is a possible alternative to wind screen cleaning, which is used as a working body in modern combine harvesters, both in domestic and foreign ones. One of the elements of conveyor cleaning is a vibrator (shaker), which provides low-amplitude oscillations (vibrations) of various sections of the upper (separating) branch of the conveyor sieve of this cleaning, which contributes to the intensification of the separation process on this sieve. The article derives an analytical expression that allows you to determine the magnitude of the impact force impulse, under the influence of which each vibration (shaking) occurs. The resulting expression made it possible to establish that three parameters influence the formation of the magnitude of the mentioned force impulse: the mass of the conveyor sieve section, the speed of this sieve and the angle formed by the direction of movement of the separating branch of the sieve and the normal to the tangent drawn to the circles of a pair of rollers (sieve chain and vibrator) at the moment of their contact at the point of this contact. The article considers the influence of each of these parameters on the formation of the magnitude of the impact force impulse. It has been established that the greatest influence on the magnitude of the force impulse is exerted by the mass of the sieve section with the heap located on it, directly adjacent to the roller of the sieve carrier chain at the moment of its contact with the vibrator roller.

Keywords: harvester, cleaning, heap, vibrator, roller, chain, separation, intensification, speed, mass, angle, momentum, force, vector

For citation. Bekarov A.D., Teshev A.Sh., Mishkhozhev V.Kh., Bekarov G.A., Gabaev A.Kh. Determination of the parameters of the kinematics of the vibrator of the conveyor cleaning of the combine. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):98–104. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-98-104

Введение. Под очисткой комбайна в данном случае имеем в виду рабочий орган зерноуборочной машины, предназначенный для отделения из зернового вороха половы и прочих примесей. Современные комбайны оснащены, как известно, ветро-решетными очистками, представляющими собой довольно массивное устройство, которое для перемещения вороха и активации его сепарации совершает возвратно-поступательные колебательные движения. Значительная масса очистки в сочетании с колебательным движением приводит к раскачиванию остова комбайна, негативно влияя на работу других рабочих органов машины и долговечность ее службы. Кроме того ветро-решетная очистка имеет недостаточную производительность, особенно при обработке зернового вороха повышенной засоренности.

Перспективная, на наш взгляд, конвейерная очистка обладает более высокой производительностью, не имеет больших колеблющихся масс, допускает мизерные потери – на порядок меньше, чем серийная.

Конвейерная очистка в собранном виде представляет собой решетчатый конвейер, образованный отдельными решетчатыми секциями, прикрепленными винтами к лапкам двух контуров специальной стандартной

транспортной втулочно-роликовой цепи шагом 19,05 мм. Для активизации сепарации вороха в конструкцию очистки входит вибратор [1–4], осуществляющий местные малоамплитудные колебания (вибрации) верхней, сепарирующей ветви решетчатого конвейера. Имеется и вентилятор, воздушный поток от которого направлен под конвейерное решето.

Вибратор представляет собой два уголка, прикрепленных к боковым панелям комбайна. К каждому уголку с определенным шагом приварены оси, на которые надеты ролики бочкообразной формы. Эта конструкция крепится к панелям комбайна под несущей цепью верхней сепарирующей ветви конвейерного решета. При движении цепи ее ролики контактируют с роликами вибратора, в результате чего возникают местные вибрации различных участков верхней ветви конвейерного решета.

Цель исследования – определить действующие при срабатывании вибратора кинематические параметры, влияющие на величину и направление импульса силы удара и скорость.

Объект исследования – очистка зерноуборочного комбайна.

Результаты исследования. Анализируя возможные варианты взаимодействия роликов цепи и решета, можно заключить, что при малой скорости решета более вероятно простое перекатывание ролика цепи по ролику вибратора. В этом случае никакого существенного влияния на ворох оказываться не будет, и свое назначение как фактор интенсификации вибратор выполнять не будет.

Однако при скорости решета 0,3 м/с и более каждый контакт ролика несущей цепи решета с роликом вибратора будет приводить к удару. А при ударе ролик цепи, а вместе с ним ближайший к нему участок решета с находящимся на нем ворохом, будет подсакивать. Но сама ветвь решета сразу же опустится, так как на нее будет действовать изначальное натяжение от привода. А вот ворох, находившийся на этом участке решета, оторвется от поверхности решета и совершит кратковременный, но свободный полет. В этом полете траектории и скорости легких частиц (половы) и более тяжелых (зерна) будут различны, что приведет к разрыхлению и интенсификации процесса сепарации вороха. Амплитуда участка решета при этом мала, а самих таких «подскоков» даже при малой скорости решета 0,3 м/с будет 15с^{-1} . А с увеличением скорости решета, разумеется, и число вибрации будет расти. Поэтому и получаются малоамплитудные колебания, то есть вибрации.

При скоростях решета, необходимых для нормальной (эффективной) сепарации вороха, взаимодействие роликов несущей цепи решета и вибратора мы определили выше как удар. В механике под ударом понимается «случай движения материального объекта, когда векторы скорости его точек резко изменяются за весьма малый промежуток времени», что математически можно представить выражением [5]:

$$S = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \left[\int_t^{t+\Delta t} F \cdot dt \right],$$

где:

S – ударный импульс силы, который определяется выражением

$$S = mV'' - mV'.$$

Здесь mV' и mV'' – количество движения тела соответственно до удара и после него.

Наше изначальное определение взаимодействия роликов несущей цепи конвейерного решета и роликов вибратора термином «удар» полностью совпадает с определением явления удара, принятом в механике. В связи с этим нам необходимо определить параметры этого удара: величины импульса силы удара (в нашем случае действующий на участок решета прилегающий к участвующему в ударе ролику несущей цепи решета), скорость и их направление.

На основании того, что ролик вибратора по наружному диаметру скруглен (т. е. имеет бочкообразную форму), считаем, что удар происходит в точке, а ролик цепи решета рассматриваем как точку, имеющую некую массу m и скорость V_d . Оба контактирующих ролика стальные, и, стало быть, тела упругие, а потому и удар считаем упругим. Ролик несущей цепи движется, а ролик вибратора неподвижен.

В рассматриваемом случае удар не прямой. Перед ударом направление скорости ролика цепи V_d образует некий угол α с нормалью nA , проведенной к касательной к окружностям роликов в точке их контакта A , где и происходит удар. Произведем обозначения: скорость ролика цепи в конце удара V_0 , а проекции скоростей V_0 и V_d на касательную τA и нормаль nA – соответственно $V_{0\tau}$, V_{0n} , $V_{d\tau}$ и V_{dn} .

Направление реакции ролика вибратора – по нормали nA .

Поэтому проекция этой силы на касательную τA равна нулю.

На основании теоремы о проекции количеств движения можно записать:

$$mV_{0\tau} - mV_{d\tau} = 0 \text{ или } V_{0\tau} = V_{d\tau}.$$

При определении проекции скорости на нормаль nA используем способ определения аналогичной проекции при прямом ударе:

$$/V_{0n}/ = k/V_{dn}/ \text{ или } V_{0n} = -k/V_{dn}/,$$

где:

k – коэффициент восстановления, который определен опытным путем и равен для стали $k = 5/9$.

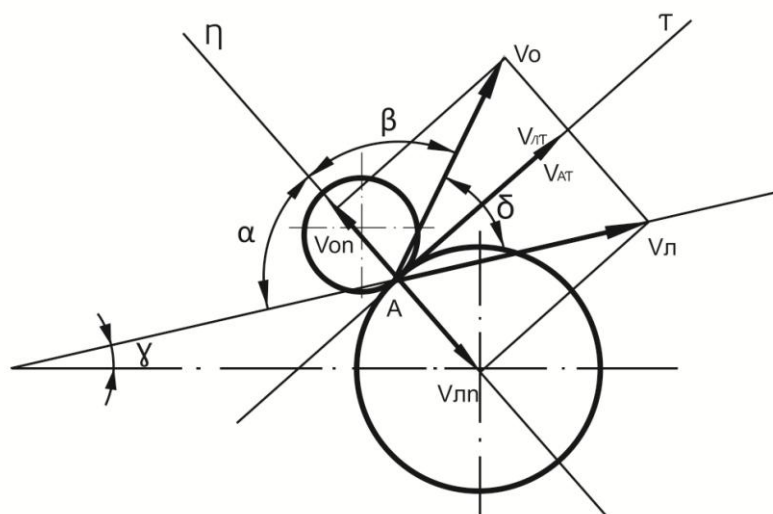


Рисунок 1. Схема скоростей, возникающих при соударении роликов решета и вибратора
Figure 1. Scheme of velocities arising from the collision of the sieve and vibrator rollers

Обозначив угол между вектором скорости V_0 и нормалью nA равен β , запишем:

$$V_{0n} = V_0 \cos \beta \text{ и } V_{0t} = V_0 \sin \beta.$$

Аналогично:

$$V_{Ln} = V_L \cos \alpha \text{ и } V_{Lt} = V_L \sin \alpha,$$

где:

α – угол между скоростью V_L и нормалью nA .

Введем полученные значения в предыдущие равенства и имеем:

$$V_0 \sin \beta = V_L \sin \alpha \text{ и } V_0 \cos \beta = k V_L \cos \alpha. \quad (1)$$

Возведем оба выражения (1) в квадрат и почленно сложим:

$$V_0^2 (\sin^2 \beta + \cos^2 \beta) = V_L^2 (\sin^2 \alpha + k^2 \cos^2 \alpha).$$

Поскольку сомножитель в левой части уравнения согласно основным тригонометрическим тождествам равен единице, можем записать:

$$V_0^2 = V_L^2 (\sin^2 \alpha + k^2 \cos^2 \alpha).$$

Тогда очевидно:

$$V_0 = V_L \sqrt{\sin^2 \alpha + k^2 \cos^2 \alpha}. \quad (2)$$

А если уравнения (1) почленно разделить, то имеем:

$$\frac{V_0 \sin \beta}{V_0 \cos \beta} = \frac{V_L \sin \alpha}{k V_L \cos \alpha}, \quad (3)$$

что приводит к виду $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{k} \operatorname{tg} \alpha$.

Полученные выражения (2) и (3) позволяют определить как модуль, так и направление скорости V_0 , а следовательно, и ударного импульса силы, величина которого будет:

$$S = m V_0.$$

Введя в это выражение значение V_0 из формулы (2), получим:

$$S = m V_L \sqrt{\sin^2 \alpha + k^2 \cos^2 \alpha}. \quad (4)$$

Выражение (4) может быть несколько упрощено следующим образом:

$$\begin{aligned} S &= m V_L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha + k^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= m V_L \sqrt{1 - \cos^2 \alpha (1 - k^2)}. \end{aligned}$$

Подставив $k=5/9=0,556$, имеем:

$$S = m V_L \sqrt{1 - 0,69 \cos^2 \alpha} \quad (5)$$

Следовательно, величина ударного импульса зависит, кроме массы и линейной скорости конвейерного решета, также от угла α .

Характер и степень этого влияния иллюстрируется графиками (см. рис. 1-3).

Как видно из уравнения (5) и графиков (рис. 1-3), влияние на величину ударного импульса S скорости решета V_L и массы m – линейное, а угла α – криволинейное. Нетрудно догадаться, что кривая на графике (рис. 3) представляет собой фрагмент косинусоиды, так как в уравнении (5) угол α связан с функцией косинус.

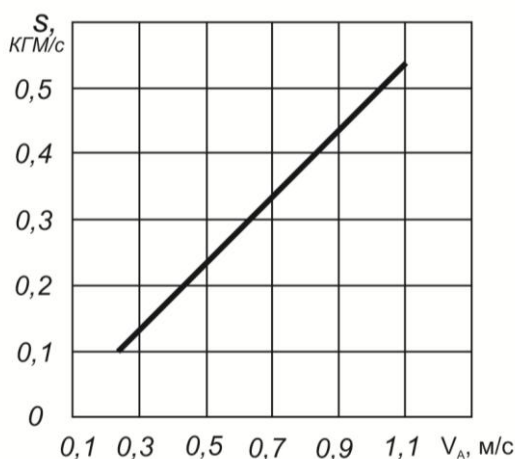


Рисунок 2. Величина ударного импульса в зависимости от скорости решета (V_s) (при $m = 0.5$, $\alpha = 19^\circ$)

Figure 2. The magnitude of the shock impulse depending on the speed of the sieve (V_s) (at $m = 0.5$, $\alpha = 19^\circ$)

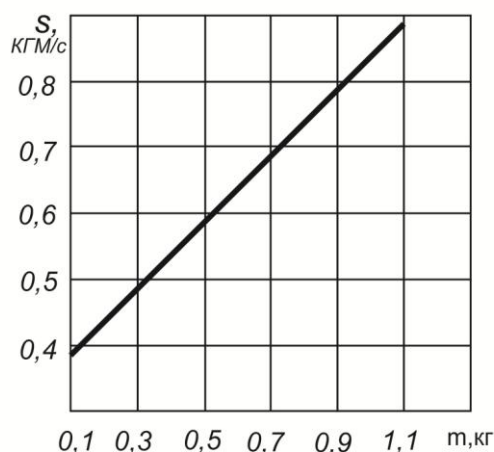


Рисунок 3. Величина ударного импульса в зависимости от массы участка решета (m) (при $\alpha = 19^\circ$, $V_s = 0.1 \text{ m/s}$)

Figure 3. The magnitude of the shock impulse depending on the mass of the sieve section (m) (at $\alpha = 19^\circ$, $V_s = 0.1 \text{ m/s}$)

Наибольшее влияние на величину ударного импульса, если рассматривать в рамках реально возможных значений параметров V_s , m и α , оказывает масса участка решета, сосредоточенная теоретически в точке ролика решета, в которой он контактирует с роликом вибратора в момент удара. Масса эта складывается из массы нескольких звеньев несущей цепи, массы прикрепленных к ним секции решета и массы слоя вороха сравни-

тельно равномерно распределенного по поверхности решета [6, 7]. Если массы звеньев цепи и секции решета для данной конструкции очистки величины постоянные, то масса вороха, распределившегося на решете, – величина переменная, зависящая от ряда факторов (подача в молотилку и соответственно на очистку, вид убираемой культуры, ее урожайность, влажность зерна и других компонентов, засоряющих ворох, и т. д.). Однако надо иметь в виду, что масса распределенного по решету слоя вороха существенно меньше, чем суммарная масса нескольких секции решета и звеньев цепи, участвующих в единичном ударе. Поэтому изменение массы слоя вороха на решете в пределах реально возможных в данных конкретных условиях уборки урожая значений вряд ли окажет существенное влияние на формирование величины ударного импульса.

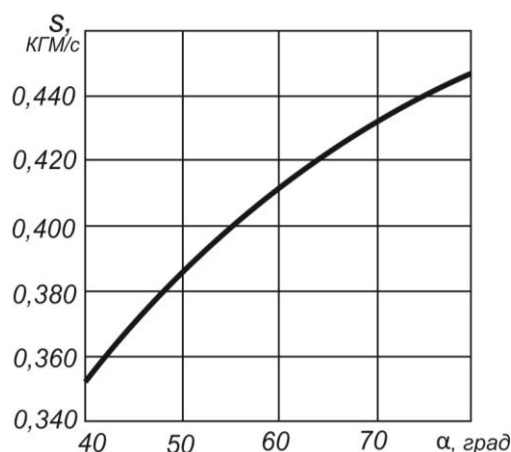


Рисунок 4. Величина ударного импульса в зависимости от угла α (при $m = 0.5$, и $V_s = 0.9 \text{ m/s}$)

Figure 4. The magnitude of the shock impulse depending on the angle α (at $m = 0.5$, and $V_s = 0.9 \text{ m/s}$)

Выводы. 1. Вибратор в конструкции конвейерной очистки необходим для обеспечения отрыва слоя обрабатываемого вороха от поверхности решета и интенсификации этим процесса его сепарации.

2. Параметры траектории (высота, дальность, скорость) частиц вороха зависят от величины ударного импульса силы, возникающего в момент контакта роликов несущей цепи решета и вибратора, а также от направления этого импульса силы.

3. Величина ударного импульса силы зависит от трех параметров (массы участка решета с распределенным на нем ворохом, скорости решета и угла α , образованного направлением движения сепарирующей ветви решета и нормалью к касательной, проведенной к окружности пары роликов (цепи

решета и вибратора), что видно из формулы (6), которая представлена выше.

4. Установлено, что в пределах реально возможных значений параметров $V_{\text{л}}$, m и α , наибольшее влияние на формирование величины ударного импульса силы оказывает параметр m – масса участка решета с находящимся на нем в момент удара ворохом.

Список литературы

1. Бекаров А. Д. Комбайновые сепараторы зернового вороха. Нальчик, 2003. 113 с.
2. Бекаров А. Д., Мишхожев В. Х., Габаев А. Х. Оптимальные значения линейной скорости конвейерного решета очистки зерноуборочного комбайна // Вестник КрасГАУ. 2018. № 5(140). С. 150–154.
3. Бекаров А. Д., Озрокова Т. Г. Параметры пассивного встряхивателя (вибратора) решета конвейерной очистки зерноуборочного комбайна // АгроЭкоИнфо. 2018. № 4(34). Ст. 59.
4. Четыркин Б. Н., Косилов Н. И., Стеничев М. Г., Романов В. В. Результаты испытаний комбайна с пневмоинерционной очисткой // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1985. № 6. С. 39–40.
5. Денисов Ю. В., Клиньских Н. А. Теоретическая механика: учебник. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 474 с.
6. Кленин Н. И., Ломакин С. Г., Бердышев В. Е. Исследование транспортерно-колебательной очистки к зерноуборочному комбайну // Тракторы и сельхозмашины. 1980, № 12. С. 13–15.
7. Валиев Х. Х. Исследование рабочего процесса очистки зернового вороха конвейерно-роторным решетом // Труды НИПТИМЭСХ С.-З. № 20. Ленинград, 1976. С. 109–113.

References

1. Bekarov A.D. *Kombaynovyye separatory zernovogo vorokha* [Combine separators of grain heap]. Nal'chik, 2003. 113 p. (In Russ.)
2. Bekarov A.D., Mishkhozhev V.Kh., Gabaev A.Kh. Optimal values of linear speed of the conveyor sieve for grain combine harvester cleaning. *The Bulletin of KrasGAU*. 2018;5(140):150–154. (In Russ.)
3. Bekarov A.D., Ozroкова T.G. Parameters of the passive shaker (vibrator) of the conveyor cleaning sieve of the combine harvester. *AgroEcoInfo*. 2018;4(34). Art. 59. (In Russ.)
4. Chetyrkin B.N., Kosilov N.I., Stenichev M.G., Romanov V.V. Results of testing a combine with pneumatic inertial cleaning. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaystva* [Mechanization and electrification of socialist agriculture]. 1985;(6):39-40.(In Russ.)
5. Denisov Yu.V., Klinskikh N.A. *Teoreticheskaya mekhanika* [Theoretical mechanics]: *uchebnik*. Yekaterinburg: UrFU, 2013. 474 p. (In Russ.)
6. Klenin N.I., Lomakin S.G., Berdyshchev V.Ye. Research of conveyor-oscillatory cleaning for a grain harvester. *Traktory i sel'khoz mashiny* [Tractors and agricultural machines]. 1980;(12):13–15. (In Russ.)
7. Valiev Kh.Kh. Study of the working process of cleaning a grain heap with a conveyor-rotary sieve. *Trudy NIPTIMESKH S.-Z*. Vol. 20. Leningrad. 1976;(20):109–113. (In Russ.)

Сведения об авторах

Бекаров Аламахад Дошаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры механизации сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9046-0656, Author ID: 799840

Тешев Анатолий Шаханович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры механизации сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8373-7021, Author ID: 751799

Мишхожев Владислав Хасенович – кандидат технических наук, зав. кафедрой механизации сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9119-3664, Author ID: 386453

Бекаров Гумар Аламахадович – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 271651

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

Information about the authors

Alamakhad D. Bekarov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9046-0656, Author ID: 799840

Anatoliy Sh. Teshev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8373-7021, AuthorID: 751799

Vladislav Kh. Mishkhozhev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9119-3664, Author ID: 386453

Gumar A. Bekarov – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 271651

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

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 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 09.11.2022;
одобрена после рецензирования 29.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.*

*The article was submitted 09.11.2022;
approved after reviewing 29.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.*

Научная статья

УДК 637.146.32/.131.8

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-105-113

Применение витаминного премикса в производстве сметаны

Амина Сергеевна Джабоева^{✉1}, Петр Викторович Скрипин²,

Анжелика Асхарбековна Баева³, Лада Александровна Витюк⁴

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

²Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова, 24, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, Россия, 346493

^{3,4}Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), ул. Николаева, 44, Владикавказ, Россия, 362021

^{✉1}tpop_kbr@mail.ru

²skripin.peter@yandex.ru

³ttng@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

⁴lada_vityuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5346-7128>

Аннотация. Недостаточная обеспеченность организма человека витаминами объясняется существенным уменьшением поступления их с продуктами питания, систематически потребляемыми всеми возрастными группами населения РФ. В питании детского и взрослого населения наиболее широко используются кисломолочные продукты, поэтому обогащение их витаминами можно рассматривать в качестве надежного способа ликвидации дефицита этих нутриентов в организме человека. Одним из традиционных кисломолочных продуктов, наиболее часто потребляемых населением, является сметана. Результаты исследования химического состава сметаны домашней показали, что она характеризуется низкой витаминной ценностью, в связи с чем возникает необходимость ее витаминизации. Для повышения витаминной ценности сметаны целесообразно применение витаминного обогатителя – премикса 730/4 производства компании «F.Hoffmann-LaRocheLtd» (Швейцария). Установлено, что при потреблении 100 г сметаны, обогащенной водо- и жирорастворимыми витаминами, входящими в состав премикса 730/4, суточная физиологическая потребность организма человека в них покрывается более чем на 15%. Таким образом, введение витаминного препарата в сметану способствует переходу традиционного продукта массового потребления в группу функциональных пищевых продуктов. Полученные экспериментальные данные о содержании в обогащенной витаминами сметане санитарно-показательных, условно-патогенных, патогенных микроорганизмов и микроорганизмов порчи свидетельствуют о ее безопасности для потребителей. На производство сметаны домашней, обогащенной витаминами, разработан пакет технической документации.

Ключевые слова: сметана, химический состав, витаминный премикс, обогащение, физиологическая потребность, эпидемиологическая безопасность

Для цитирования. Джабоева А. С., Скрипин П. В., Баева А. А., Витюк Л. А. Применение витаминного премикса в производстве сметаны // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 105–113. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-105-113

Original article

The use of vitamin premix in the production of sour cream

Amina S. Dzhaboeva^{✉1}, Petr V. Skripin², Anzhelika A. Baeva³, Lada A. Vityuk⁴

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

²Don State Agrarian University, 24 Krivoshlykova street, Rostov region, Oktyabrsky district, village Persiyanovsky, Russia, 346493

³⁻⁴North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 44 Nikolaev st., Vladikavkaz, Russia, 362021

^{✉1}tpop_kbr@mail.ru

²skripin.peter@yandex.ru

³ttng@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7628-0884>

⁴lada_vityuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5346-7128>

Abstract. Insufficient provision of the human body with vitamins is explained by a significant decrease in their intake with food, systematically consumed by all age groups of the population of the Russian Federation. In the nutrition of children and adults, fermented milk products are most widely used, so enriching them with vitamins can be considered as a reliable way to eliminate the deficiency of these nutrients in the human body. One of the traditional fermented milk products most often consumed by the population is sour cream. The results of the study of the chemical composition of homemade sour cream showed that it is characterized by a low vitamin value, and therefore there is a need for its fortification. To increase the vitamin value of sour cream, it is advisable to use a vitamin enricher – premix 730/4 manufactured by "F. Hoffmann-La Roche Ltd" (Switzerland). It has been established that when consuming 100 g of sour cream enriched with water – and fat-soluble vitamins, which are part of the 730/4 premix, the daily physiological need of the human body for them is covered by more than 15%. Thus, the introduction of a vitamin preparation into sour cream contributes to the transition of a traditional mass consumption product to the group of functional foods. The obtained experimental data on the content of sanitary-indicative, conditionally pathogenic, pathogenic microorganisms and spoilage microorganisms in vitamin-enriched sour cream testify to its safety for consumers. A package of technical documentation has been developed for the production of homemade sour cream enriched with vitamins.

Keywords: sour cream, chemical composition, vitamin premix, enrichment, physiological need, epidemiological safety

For citation. Dzhaboeva A.S., Skripin P.V., Baeva A.A., Vityuk L.A. The use of vitamin premix in the production of sour cream. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):105–113. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-105-113

Введение. Одной из основных задач государственной политики РФ в области здорового питания населения является разработка и внедрение в производство новых научно обоснованных технологий пищевых продуктов, включая молочную продукцию [1].

В настоящее время расширение ассортимента молочной продукции ведется по нескольким направлениям [2]:

- снижение энергетической ценности за счет увеличения массовой доли белковых веществ и уменьшения содержания жира;

- безотходная переработка молока;
- повышение качества и пищевой ценности традиционных продуктов;
- производство свежих кисломолочных продуктов и напитков;
- выработка обогащенных продуктов за счет введения одного или более пищевых и (или) биологически активных веществ и (или) пробиотических микроорганизмов, не присутствующих в них изначально, либо присутствующих в недостаточном количестве или утерянных в процессе производства;

- создание функциональных продуктов с повышенным содержанием биологически и физиологически активных веществ, предназначенных для систематического употребления всеми возрастными группами здорового населения, способных снижать риск развития алиментарно зависимых заболеваний, предотвращать имеющийся в организме человека дефицит пищевых веществ, сохранять и улучшать здоровье вследствие наличия в их составе функциональных пищевых ингредиентов (живых микроорганизмов, веществ или комплекса веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичных натуральным, входящих в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15% от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта; обладающих способностью оказывать подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта);

- разработка специализированных продуктов, для которых установлены требования к содержанию и (или) соотношению отдельных веществ или всех веществ и компонентов и (или) изменено содержание и (или) соотношение отдельных веществ относительно естественного их содержания в такой продукции и (или) в состав включены не присутствующие изначально вещества или компоненты (кроме пищевых добавок и ароматизаторов), предназначенных для безопасного употребления отдельными категориями людей;

- создание продуктов, в том числе комбинированных с различными пищевыми добавками (загустителями, гелеобразователями, эмульгаторами, пенообразователями, стабилизаторами, наполнителями и др.);

- расширение линейки продуктов с длительным сроком хранения;

- применение инноваций в области расфасовки и упаковки продукции [3].

При разработке инновационной молочной продукции следует учитывать тот факт, что потребление молока и продуктов на его основе может вызвать проявление симптомов лактозной непереносимости, обусловленной мутацией гена MCM6, содержащего регулятор-

ный элемент, способный контролировать изменение экспрессии гена LCT, которым кодируется лактаза. Дефицит лактазы приводит к тому, что лактоза без ферментативного расщепления проходит в толстый кишечник, в котором бактерии способны ее метаболизировать с выделением газов, что вызывает различные кишечные расстройства [4].

По сравнению с молоком кисломолочные продукты усваиваются намного лучше, благодаря высокому содержанию бифидо- и лактобактерий, которые расщепляют молочный белок. Они обладают способностью стимулировать иммунную систему, моторную функцию кишечника, угнетать болезнетворные микроорганизмы, улучшать желудочную секрецию, окислительно-восстановительные процессы в организме человека и др.

Одним из традиционных кисломолочных продуктов, используемых в качестве самостоятельного продукта, либо при приготовлении блюд, является сметана. Сметана – богатый источник кальция, содержание которого в одном килограмме составляет 1200 мг, что соответствует оптимальному уровню его потребления взрослым населением [5]. В ней присутствуют водо- и жирорастворимые витамины, однако содержание их нестабильно, и во многом зависит от сезона, рациона питания животных, места и условий их содержания и других факторов [6, 7].

Существенные потери витаминов происходят при нормализации, пастеризации, гомогенизации сливок, хранении и тепловой обработки сметаны при приготовлении кулинарной продукции [8]. Все это свидетельствует о целесообразности обогащения сметаны жизненно важными витаминами до уровня от 15% до 50% от физиологической потребности организма человека в них при потреблении 100 г продукта.

Цель исследования – изучение влияния витаминного премикса 730/4 на пищевую ценность сметаны домашней.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объекта исследования была выбрана сметана домашняя 15,0% жирности белого цвета с кремовым оттенком, без постороннего вкуса и запаха, недостаточно густая с незначительной крупитчатостью.

Экспериментальная работа выполнялась с 2019 по 2021 годы на базе научно-

исследовательской и технологической лабораторий кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова».

Отбор проб для анализа проводили согласно ГОСТ 26809.1-2014 «Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу».

Массовую долю жира в сметане определяли по ГОСТ 5867-90¹, белков – по ГОСТ 25179-2014², углеводов – по ГОСТ Р 54667-2011³, витаминов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе с электрохимическим детектором «Хромос ЖХ-301». Кислотность устанавливали титриметрическим методом по ГОСТ 3624-92⁴, наличие ферментов фосфатазы и пероксидазы – по ГОСТ 3623-2015⁵.

Результаты исследования. Для установления пищевой и энергетической ценности сметаны домашней определяли ее химический состав. Результаты исследования показали, что массовая доля белковых веществ в 100 г сметаны составляет $4,1 \pm 0,1$ г, жира – $15 \pm 0,3$ г, углеводов – $4,9 \pm 0,1$ г; энергетическая ценность – 171 ккал.

По физико-химическим показателям сметана соответствовала нормам, указанным в ГОСТ 31452-2012 (массовая доля белка – не менее 2,6%, кислотность – $85 \pm 0,2^\circ\text{T}$, фосфатаза и пероксидаза – отсутствуют).

Фактическое содержание витаминов, обнаруженных в сметане домашней, показано на рисунке 1.

Полученные данные свидетельствуют о низкой витаминной ценности сметаны, в связи с чем возникает необходимость ее витаминизации.

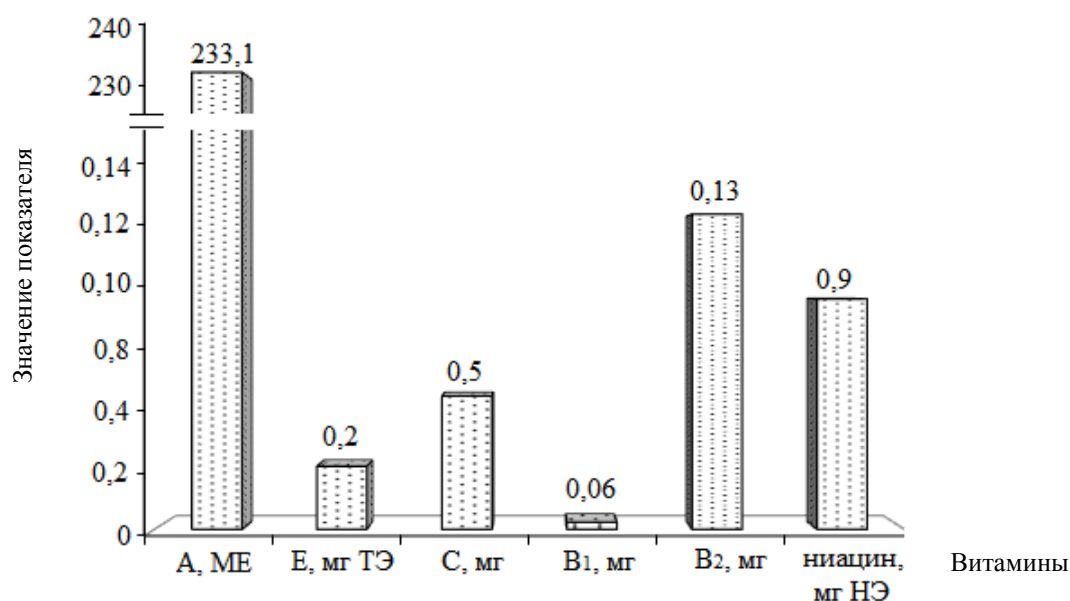


Рисунок 1. Содержание витаминов в 100 г сметаны домашней

Figure 1. The content of vitamins in 100 g of homemade sour cream

¹ ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. Введ. 01.07.1991. Москва: Стандартинформ, 2009. 59 с.

² ГОСТ 25179-2014 Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка. Введ. 01.07.2015. Москва: Стандартинформ, 2019. 9 с.

³ ГОСТ Р 54667-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров. Введ. 13.12.2011. Москва: Стандартинформ, 2012. 24 с.

⁴ ГОСТ 3624-922011 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Введ. 01.01.1994. Москва: Стандартинформ, 2009. 8 с.

⁵ ГОСТ 3623-2015 Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации. Введ. 01.07.2016. Москва: Стандартинформ, 2019. 12 с.

Для обогащения витаминами молочных продуктов Федеральным исследовательским центром питания, биотехнологии и безопасности пищи совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом молочной промышленности рекомендовано использование поливитаминного премикса 730/4 производства компании «F. Hoffmann-LaRocheLtd» (Швейцария) [9]. Согласно рекомендациям ученых поливитаминный пре-

микс вводили в нормализованные сливки из расчета 7,5 г на 10 кг продукта, после чего осуществляли пастеризацию при температуре 95°C без выдержки. Перед использованием премикс растворяли в сливках с температурой 20-22°C при гидромодуле 1:10 [10].

На рисунках 2 и 3 приведены экспериментальные данные о содержании витаминов в сметане, выработанной с использованием премикса 730/4.

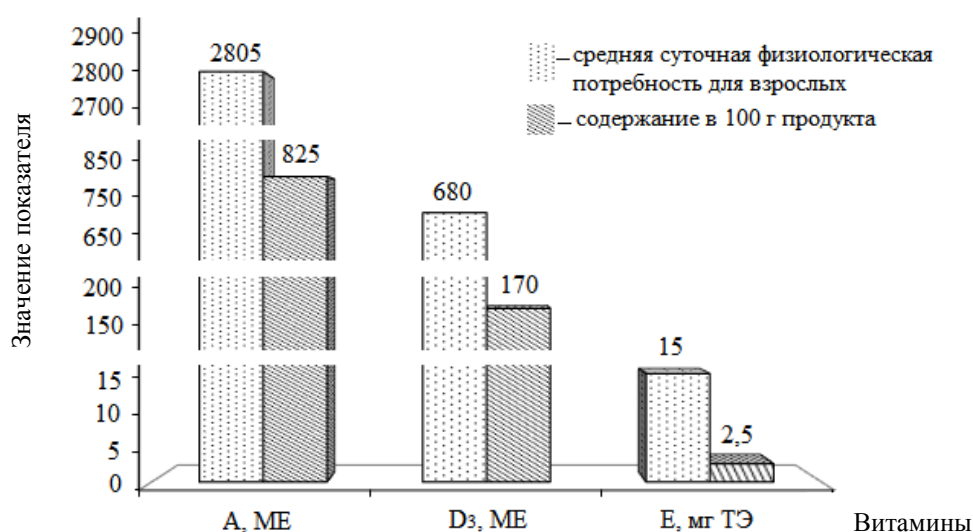


Рисунок 2. Содержание жирорастворимых витаминов в 100 г сметаны домашней, выработанной с использованием премикса 730/4

Figure 2. The content of fat-soluble vitamins in 100 g of homemade sour cream, produced using premix 730/4

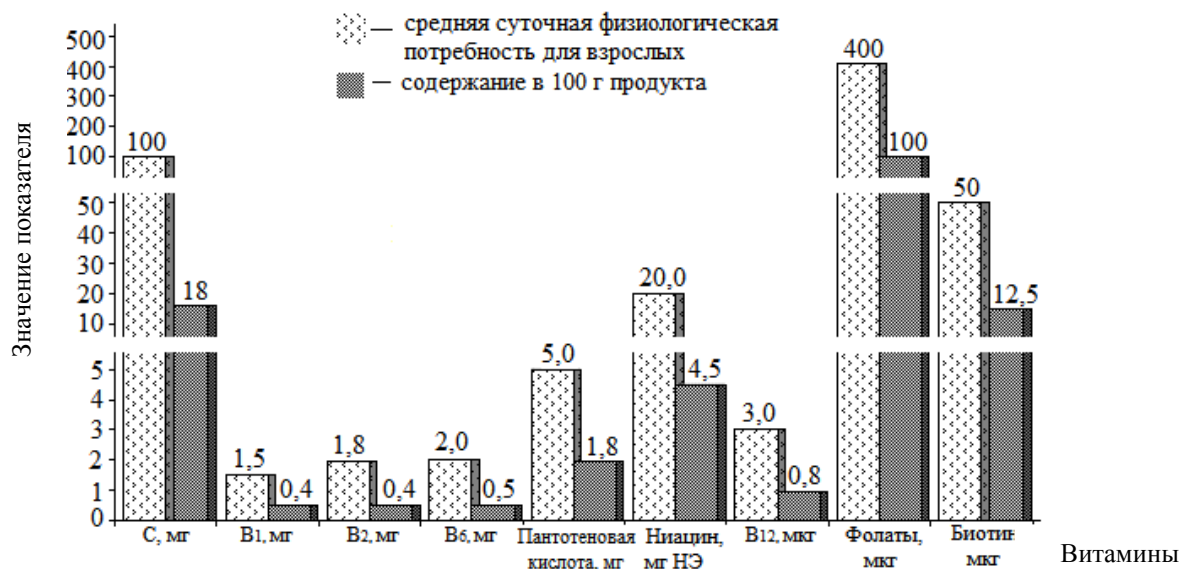


Рисунок 3. Содержание водорастворимых витаминов в 100 г сметаны домашней, выработанной с использованием премикса 730/4

Figure 3. The content of water-soluble vitamins in 100 g of homemade sour cream, produced using premix 730/4

Из приведенных на рисунках 2 и 3 данных видно, что введение в сметану поливитаминного препарата существенно расширяет набор витаминов в продукте и повышает его витаминную ценность.

Согласно принципам здорового питания, количество эссенциальных нутриентов, дополнительно вносимых в пищевые продукты, должно быть рассчитано так, чтобы

удовлетворять 15% и более суточной физиологической потребности организма человека в них при потреблении порции продукции.

О степени покрытия суточной физиологической потребности организма человека в витаминах при потреблении 100 г сметаны домашней, обогащенной премиксом 730/4 можно судить по данным, представленным на рисунке 4.

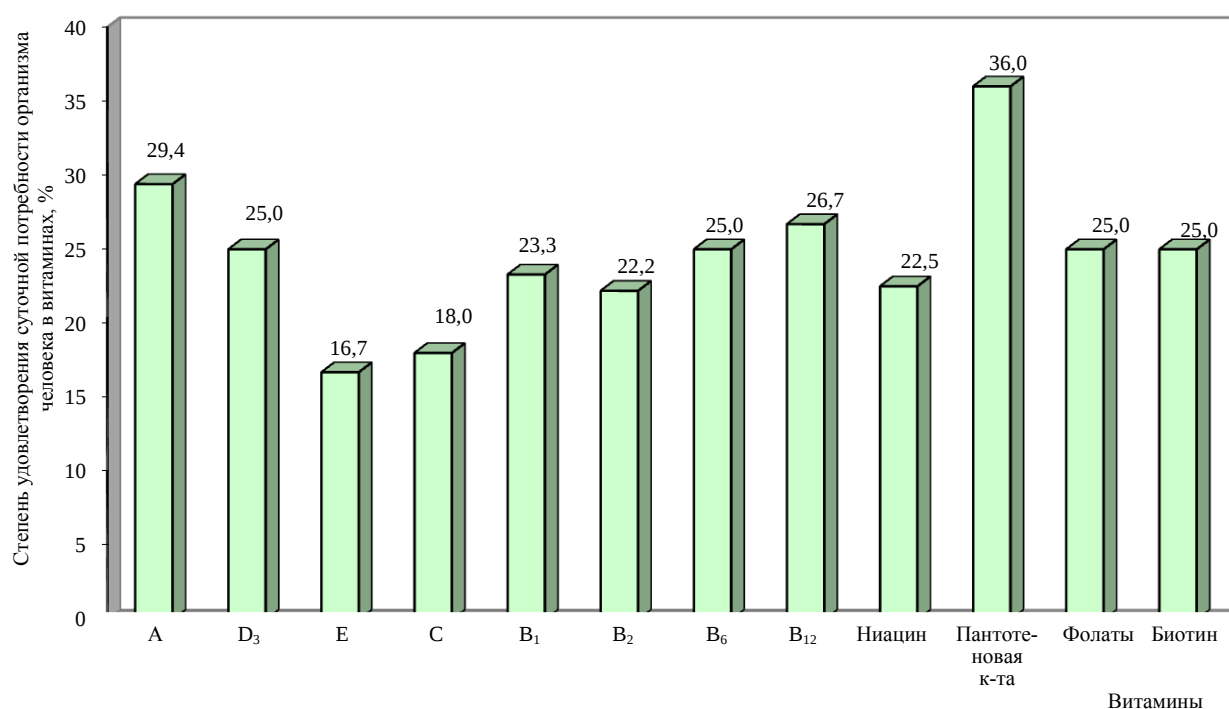


Рисунок 4. Степень удовлетворения суточной физиологической потребности организма человека в витаминах при потреблении 100 г сметаны домашней, выработанной с использованием премикса 730/4

Figure 4. The degree of satisfaction of the daily physiological need of the human body for vitamins with the consumption of 100 g of homemade sour cream, produced using premix 730/4

Результаты исследования позволяют констатировать, что содержание всех витаминов, вносимых в сметану домашнюю достаточно для удовлетворения 16,7-36,0% суточной физиологической потребности в них организма человека.

Эпидемиологическую безопасность сметаны, обогащенной витаминами, определяли по микробиологическим показателям качества. Согласно гигиеническим нормативам, сметану хранили при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 14 дней. Микробиологические показатели качества сметаны приведены в таблице 1.

Анализ представленных данных свидетельствует, что безопасность новой продукции гарантируется соблюдением регламентированного уровня содержания санитарно-показательных, условно-патогенных, патогенных микроорганизмов и микроорганизмов порчи.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана техническая документация (ТУ и ТИ) на производство сметаны домашней, обогащенной витаминами.

Таблица 1. Микробиологические показатели качества сметаны, обогащенной витаминами
Table 1. Microbiological indicators of the quality of sour cream enriched with vitamins

Показатель	Единица измерения	Допустимые уровни Содержания микроорганизмов	Результат испытания	Нормативные документы, определяющие методы испытаний
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более 1×10^7	$5,0 \times 10^5$	ГОСТ 32901-2014 ¹
БГКП (колиформы)	в 0,001 г	не допускается	не обнаружено	ГОСТ 32901-2014 ¹
Дрожжи	КОЕ/г	не более 50	не обнаружено	ГОСТ 33566-2015 ²
Плесневые грибы	КОЕ/г	не более 50	не обнаружено	ГОСТ 33566-2015 ²
Staphylococcus aureus	в 1,0 г	не допускается	не обнаружено	ГОСТ 30347-2016 ³
Бактерии рода Salmonella	в 25 г	не допускается	не обнаружено	ГОСТ ISO 6785-2015 ⁴
Молочнокислые микроорганизмы	КОЕ/г	не менее 1×10^7	1×10^{10}	ГОСТ 33951-16 ⁵

Выводы: 1. Научно обоснована целесообразность использования в производстве сметаны поливитаминного премикса 730/4 компании «F. Hoffmann-LaRocheLtd» (Швейцария), позволяющего получать продукт с фиксированным содержанием витаминов.

2. Установлено, что при потреблении 100 г сметаны домашней, обогащенной витаминным препаратом, суточная физиологиче-

ская потребность организма человека в жирорастворимых витаминах покрывается на 16,7-29,4%, в водорастворимых – на 18,0-36,0%.

3. Доказано, что введение витаминного премикса 730/4 не оказывает влияния на гигиенические показатели продукта.

4. Разработан комплект технической документации на производство сметаны домашней, обогащенной витаминами.

Список литературы

1. Созаева Д. Р., Золоева Д. З. Разработка технологии инновационных продуктов для больных сахарным диабетом // Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли». Нальчик. 2021. С. 76–80.
2. Кремьянская Е. В. Перспективные направления развития инновационных процессов в молочной промышленности // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 9-3. С. 361–366.
3. Румянцева Л. А., Ветрова О. В., Истомин А. В. К вопросу о качестве и гигиенической безопасности кисломолочных продуктов // Здоровье населения и среда обитания. ЗНиСО. 2021. Т. 29. № 8. С. 39–47.

¹ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа. Введ. 01.01.2016. М.: Стандартинформ, 2015. 24 с.

²ГОСТ 33566-2015 Молоко и молочные продукты. Определение дрожжей и плесневых грибов. Введ. 01.07.2016. М.: Стандартинформ, 2019. 13 с.

³ГОСТ 30347-2016 Молочная продукция. Методы определения Staphylococcus aureus. Введ. 01.09.2017. М.: Стандартинформ, 2017. 11 с.

⁴ГОСТ ISO 6785-2015 Молоко и молочная продукция. Обнаружение Salmonella spp. Введ. 01.07.2017. М.: Стандартинформ, 2016. 19 с.

⁵ГОСТ 33951-16 Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов. Введ. 01.09.2017. М.: Стандартинформ, 2016. 9 с.

4. Коденцова В. М., Рисник Д. В. Обогащенные молочные продукты как перспективный носитель дефицитных нутриентов в рационе россиян // Молочная промышленность. 2021. № 8. С. 10–13.
5. Ширитова Л. Ж., Жилова Р. М. Особенности и традиции кабардинской и балкарской кухни // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. №2 (32). С. 160–166.
6. Коденцова В. М., Рисник Д. В., Никитюк Д. Б. Обогащение продуктов витаминами: медико-социальный и экономический аспекты // Пищевая промышленность. 2017. № 9. С. 18–21.
7. Думанишева З. С., Пшеноков М. З., Кибишева А. Р. Разработка технологии кулинарной продукции из творога для школьного питания // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 1(31). С. 56–61.
8. Жилинская Н. В. Обогащенная молочная продукция – основной тренд коррекции дефицита микронутриентов: научные исследования. Промышленное внедрение // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 32–34.
9. Шатнюк Л. Н., Михеева Г. А., Коденцова В. М. Витаминно-минеральные премиксы в технологиях продуктов здорового питания // Пищевая промышленность. 2014. № 6. С. 42–47.
10. Шатнюк Л. Н., Коденцова В. М., Вржесинская О. А. Использование инновационных ингредиентов в молочной индустрии: научное обоснование и практический опыт // Пищевая индустрия. 2012. № 2. С. 22–25.

References

1. Sozaeva D.R., Zoloeva D.Z. Development of technology of innovative products for patients with diabetes mellitus. *Vserossiyskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Aktual'nyye problem tekhnologii produktov pitaniya, turizma i trgovli"* [Actual problems of food technology, tourism and trade]. Nal'chik. 2021. P. 76–80. (In Russ.)
2. Kremyanskaya Ye.V. Promising directions for innovative processes development in the dairy industry. *Journal of Altai academy of economics and law*. 2022;9(3):361–366. (In Russ.)
3. Rumyantseva L.A., Vetrova O.V., Istomin A.V. On issues of quality, hygiene and safety of fermented milk products: a review. *Public health and life environment*. 2021;29(8):39–47. (In Russ.)
4. Kodentsova V.M., Risnik D.V. Fortified dairy products as a promising carrier of deficient micronutrients in the diet of Russians. *Dairy industry*. 2021;(8):10–13. (In Russ.)
5. Shirityova L.Zh., Zhilova R.M. Features and traditions of kabardian and balkar Cuisine. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):160–166. (In Russ.)
6. Kodentsova V.M., Risnik D.V., Nikityuk D.B. Enrichment of foods with vitamins: medico-social and economic aspects. *Food processing industry*. 2017;(9):18–21. (In Russ.)
7. Dumanisheva Z.S., Pshenokov M.Z., Kibisheva A.R. Development of technology of culinary products from curd for school food. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):56–61. (In Russ.)
8. Zhilinskaya N.V. Enriched dairy products are the main trend in the correction of micronutrient deficiencies: research and industrial implementation. *Dairy industry*. 2020;(6):32–34. (In Russ.)
9. Shatnyuk L.N., Mikheeva G.A., Kodentsova V.M. Vitamin and mineral premixes in healthy food technologies. *Pishchevaya promyshlennost* [Food industry]. 2014;(6):42–47. (In Russ.)
10. Shatnyuk L.N., Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A. The use innovative ingredients in the dairy industry: scientific justification and practical experience. *Food industry*. 2012;(2):22–25. (In Russ.)

Сведения об авторах

Джабоева Амина Сергеевна – доктор технических наук, заведующая кафедрой технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7958-3942, Author ID: 659705

Скрипин Петр Викторович – кандидат технических наук, доцент, декан биотехнологического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 4961-3230, Author ID: 659235

Баева Анжелика Асхарбековна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии продуктов общественного питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский металлургический институт (государственный технологический университет)», SPIN-код: 7791-0299, Author ID: 204389

Витюк Лада Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский металлургический институт (государственный технологический университет)», SPIN-код: 3464-4369, Author ID: 645545

Information about authors

Amina S. Dzhaboeva – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7958-3942, Author ID: 659705

Petr V. Skripin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology, Don State Agrarian University, SPIN-code: 4961-3230, Author ID: 659235

Anzhelika A. Baeva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Food Technology, North Caucasian Metallurgical Institute (State Technological University), SPIN-code: 7791-0299, Author ID: 204389

Lada A. Vityuk – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology, North Caucasus Metallurgical Institute (State Technological University), SPIN-code: 3464-4369, Author ID: 645545

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 14.11.2022;
одобрена после рецензирования 02.12.2022;
принята к публикации 09.12.2022.*

*The article was submitted 14.11.2022;
approved after reviewing 02.12.2022;
accepted for publication 09.12.2022.*

Научная статья

УДК 664.681.15:635.621/.657

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-114-121

Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии сахарного печенья

Залина Сафраиловна Думанишева^{✉1}, Оксана Тимуровна Кодзокова²,
Петр Викторович Скрипин³

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

³Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова, 24, Ростовская область,
Октябрьский район, поселок Персиановский, Россия, 346493

^{✉1}d.zalina.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-1331>

²kodzokova.oksana@yandex.ru

³skripin.peter@yandex.ru

Аннотация. Питание является одним из факторов социального благополучия человека, способствующих сохранению и улучшению его здоровья. Анализ структуры питания населения России показал, что широким спросом у населения пользуются мучные кондитерские изделия, в том числе сахарное печенье. В связи с высоким содержанием в рецептуре мучных кондитерских изделий сахара и жира их относят к высококалорийным пищевым продуктам. Существенным недостатком этой продукции является отсутствие в них таких нутриентов, как витамины, минеральные вещества, пищевые волокна. В качестве обогащающего компонента в рецептуре печенья можно рекомендовать продукты переработки нута и тиквы – порошок и пасту. Продукты переработки растительного сырья являются богатым источником растительного белка, клетчатки, витаминов (аскорбиновая кислота, токоферолы, β-каротин, группы В), минеральных веществ (калий, цинк, селен, натрий, кальций, магний, фосфор, железо), пектиновых веществ и клетчатки. Они снижают уровень холестерина, улучшают состояние сосудов, способствуют нормализации работы желудочно-кишечного тракта и печени. В статье представлены данные о влиянии продуктов переработки растительного сырья на структурно-механические, физико-химические и органолептические показатели качества сахарного печенья. Разработаны рецептура и технология сахарного печенья с использованием порошка из нута и пасты из тиквы. Установлено, что использование продуктов переработки растительного сырья в рецептуре сахарного печенья способствует повышению потребительских свойств готовых изделий.

Ключевые слова: порошок из нута, паста из тиквы, сахарное печенье, технология, пищевая ценность

Для цитирования. Думанишева З. С., Кодзокова О. Т., Скрипин П. В. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии сахарного печенья // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 114–121.

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-114-121

Original article

Use of products of plant raw processing in sugar biscuit technology

Zalina S. Dumanisheva^{✉1}, Oksana T. Kodzokova², Petr V. Skripin³

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

³Don State Agrarian University, 24 Krivoshlykova st., Rostov region, Oktyabrsky district, village Persyanovsky, Russia, 346493

^{✉1}d.zalina.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-1331>

²kodzokova.oksana@yandex.ru

³skripin.peter@yandex.ru

Abstract. Nutrition is one of the factors of social well-being of a person, contributing to the preservation and improvement of his health. An analysis of the nutrition structure of the Russian population showed that flour confectionery products, including sugar cookies, are in great demand among the population. Due to the high content of sugar and fat in the recipe of flour confectionery products, they are classified as high-calorie food products. A significant disadvantage of these products is the lack of such nutrients as vitamins, minerals, dietary fiber. As an enriching component in the biscuit recipe, we can recommend chickpea and pumpkin processed products – powder and paste. Vegetable raw materials processing products are rich sources of vegetable protein, fiber, vitamins (ascorbic acid, tocopherols, β -carotene, group B), minerals (potassium, zinc, selenium, sodium, calcium, magnesium, phosphorus, iron), pectin and fiber. They lower cholesterol levels, improve the condition of blood vessels, contribute to the normalization of the gastrointestinal and liver. The article presents data on the influence of vegetable raw materials processing products on the structural-mechanical, physico-chemical and organoleptic indicators of the quality of sugar cookies. A recipe and technology for sugar cookies using chickpea powder and pumpkin paste have been developed. It has been established that the use of vegetable raw materials processing products in the recipe of sugar cookies improves the consumer properties of finished products.

Keywords: chickpea powder, pumpkin paste, sugar cookies, technology, nutritional value

For citation. Dumanisheva Z.S., Kodzokova O.T., Skripin P.V. The use of vegetable raw materials processing products in the technology of sugar cookies. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):114–121. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-114-121

Введение. Питание является одним из факторов социального благополучия населения России. Профилактика различных заболеваний путем потребления пищевых продуктов, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами, способствует сохранению и улучшению здоровья [1, 2].

Анализ структуры ассортимента, объемов производства и уровня потребления продуктов питания позволяет рассматривать в качестве объекта обогащения мучные кондитерские изделия. В связи с высоким содержанием в рецептуре мучных кондитерских изделий сахара и жира их относят к высококалорийным пищевым продуктам. Несмотря на это, данная группа продуктов пользуется большим спросом у населения, особенно детей и подростков. Значительную долю среди них занимает сахарное печенье. Существенным недостатком этой продукции является отсутствие в них таких нутриентов, как витамины, минеральные вещества, пищевые волокна [3, 4]. В качестве обогащающего компонента в рецептуре печенья можно рекомендовать продукты переработки нута и тыквы – порошок и пасту.

Нут является богатым источником растительного белка, клетчатки, витаминов (А, Е, С, β -каротин, группы В), минеральных веществ (калий, цинк, селен, натрий, кальций,

магний, фосфор, железо). Он снижает уровень холестерина, способствует нормализации артериального давления, улучшает работу печени и состояние сосудов. Занимает ведущее место среди всех зернобобовых культур по содержанию селена, который усиливает сопротивляемость организма онкологическим заболеваниям [5, 6].

В состав мякоти тыквы входят белки, сахара, клетчатка, пектин и каротиноиды. Она содержит витамины группы В, токоферолы, аскорбиновую кислоту, ниацин, а также медь, железо, калий, магний, кальций, кобальт и фосфор [7–9].

Тыкву широко применяют в диетическом питании при сердечно-сосудистых заболеваниях, болезнях печени и почек, нарушении обмена веществ, работы желудочно-кишечного тракта, атеросклерозе, задержке жидкости в организме, нервных расстройствах [10].

В процессе переработки количество биологически активных веществ снижается, но незначительно. В связи с вышеизложенным, порошок из нута и пасту из тыквы рекомендуется использовать для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий.

Цель исследования. Разработка рецептуры и технологии сахарного печенья повышенной пищевой ценности с использованием продуктов переработки нута и тыквы.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводили в научно-исследовательской и технологической лабораториях кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова» и в санитарно-гигиенической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в КБР».

При проведении экспериментальных исследований в качестве контрольного образца было выбрано печенье «Привет» из Сборника рецептов мучных кондитерских изделий. Образцы сахарного печенья готовили с заменой 50% пшеничной муки на порошок из нута и сахарной пудры на тыквенную пасту в количествах 20, 40, 60% от массы сахара.

В ходе исследований были использованы общепринятые и специальные измерительные методы количественного анализа, органолептические методы оценки готовой продукции, статистические методы обработки информации.

Органолептическую оценку печенья проводили по ГОСТ 5897-90; влажность определяли по ГОСТ 5900-2014; массовую долю общего сахара по ГОСТ 5903-2012; жира –

по ГОСТ 5899-85; щелочности – по ГОСТ 5898-87; намокаемости – по ГОСТ 10114-80.

Структурно-механические свойства печенья определяли на приборе Строганова.

Для установления биологической ценности белков использовали метод аминокислотных шкал, основанный на использовании аминокислотного сора.

Обработку результатов исследования осуществляли с помощью программы Statistika 6.0. Достоверность полученных экспериментальных данных устанавливали по показателям доверительного коэффициента Стьюдента–Фишера (Р) с учетом степеней свободы. Достоверными считали величины при $P < 0,05$.

Результаты исследования. Качество сахарного печенья во многом определяется потребительскими и структурно-механическими характеристиками. Равномерная пористость, хрупкость и определенная прочность относятся к показателям качества сахарного печенья, которые необходимо контролировать при их производстве.

Наиболее объективным видом деформации печенья, определяемым при изучении структурно-механических свойств, является изгиб. Результаты исследований представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Структурно-механические характеристики сахарного печенья при изгибе
Figure 1. Structural and mechanical characteristics of sugar cookies in bending

Приведенные на рисунке 1 данные свидетельствуют о том, что замена части сахара на пасту из тыквы в количестве 20-60% от об-

щей массы по рецептуре способствует увеличению предельной относительной деформации в 3,2 раза и уменьшению предельного

напряжения изгиба в 1,2 раза в опытных пробах по сравнению с контрольным образцом.

О целесообразности применения порошка из нута и пасты из тыквы в производстве сахарного печенья судили по результатам пробных лабораторных выпечек. Известно,

что сахарное печенье обладает хорошей пористостью, хрупкостью и набухаемостью. Нами были определены физико-химические показатели качества выпеченных изделий. Результаты представлены на рисунке 2.

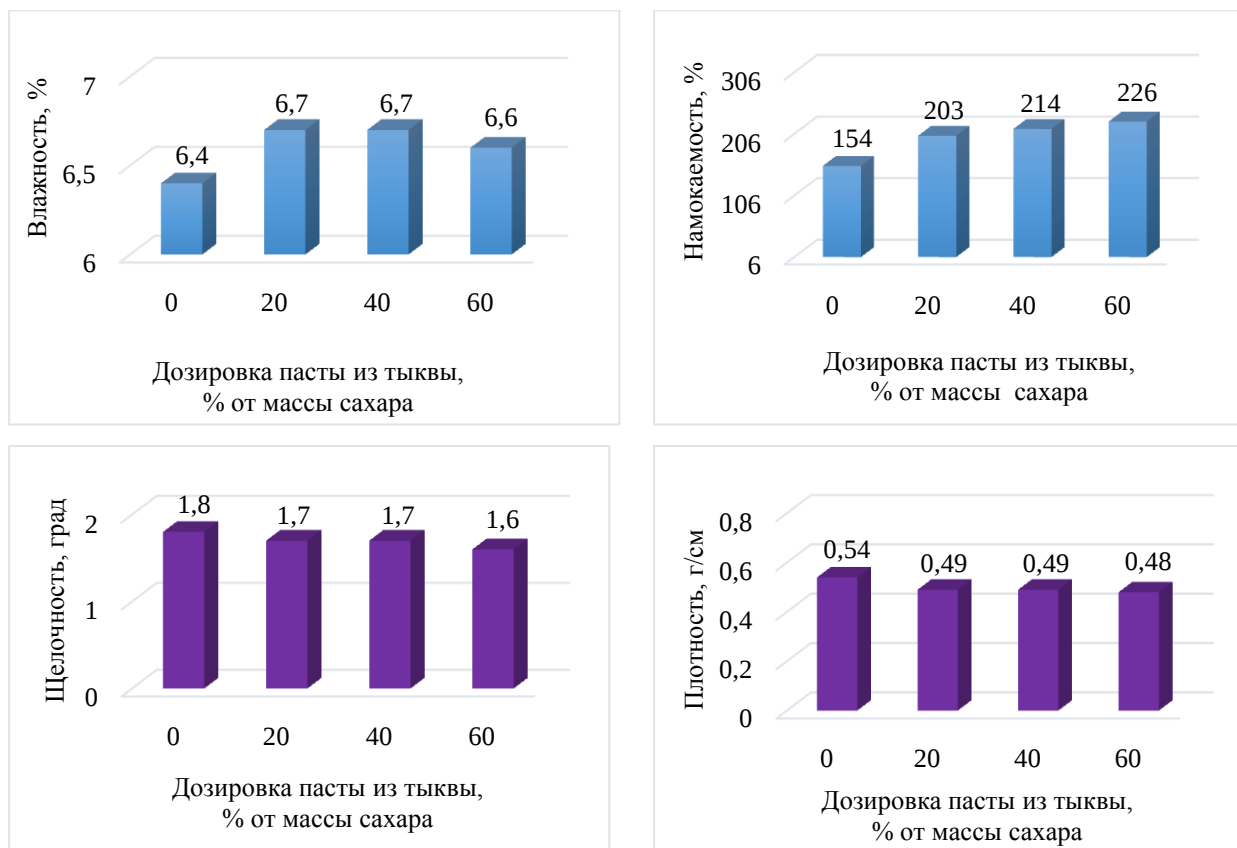


Рисунок 2. Показатели качества печенья с порошком из нута и тыквенной пастой
Figure 2. Quality indicators of biscuit with chickpea powder and pumpkin paste

Представленные на рисунке 2 данные показывают, что при внесении порошка из нута и пасты из тыквы в рецептуру печенья происходит повышение намокаемости и снижение плотности готовых изделий. Показатели влажности и щелочности печенья с порошком из нута и пастой из тыквы изменяются, но незначительно в сравнении с контролем.

Введение пасты из тыквы в рецептуру печенья способствует снижению массовой доли сахара, а замена пшеничной муки на порошок из нута приводит к повышению массовой доли жира в готовых изделиях.

При добавлении овощных компонентов изделие приобретает желтый цвет с золотистым оттенком, приятный вкус и привкус жареных орехов, что обусловлено свойствами

ми новых рецептурных компонентов. Паста из тыквы обладает выраженным желто-оранжевым цветом, порошок из нута придает изделию привкус жареных орехов.

Таким образом, установлено, что использование порошка из нута и пасты из тыквы в производстве сахарного печенья повысит потребительские свойства готовой продукции.

На основании результатов исследований, полученных при определении влияния порошка из нута и пасты из тыквы на показатели качества готового изделия, разработаны рецептура и технология сахарного печенья, получившего название «Солнышко». Рецептура сахарного печенья «Солнышко» приведена в таблице 2.

Таблица 2. Рецепт сахара печенья
«Солнышко»

Table 2. Recipe for sugar cookies «Sun»

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	87,80	325,63	285,90
Порошок из нута	88,40	325,63	287,85
Паста из тыквы	11,60	118,02	13,69
Сахарная пудра	99,85	200,25	199,95
Маргарин	84,00	135,04	113,43
Инвертный сироп	72,00	29,67	21,36
Меланж	27,00	39,33	10,62
Пудра ванильная	99,85	3,30	3,30
Соль	96,50	4,89	4,72
Сода пищевая	50,00	4,96	2,48
Углеаммонийная соль	-	2,54	-
Ароматизатор	-	0,99	-
Итого		1180,75	954,48
Выход		1000,0	950,0

Для приготовления сахарного печенья в деже тестомесильной машины закладывают все жидкие компоненты, сахарную пудру и тыквенную пасту, перемешивают 5-10 минут. Затем вводят маргарин, ароматизатор, разрыхлители и тщательно перемешивают в течение 7-10 мин. К полученной массе добавляют смесь муки пшеничной и порошка из нута. Замес теста осуществляют до получения однородной консистенции. Готовое тесто формуют и выпекают при различных температурных режимах: 1 зона – 248°C, 2 зона – 298°C, 3 зона – 150°C в течение 3 мин. Готовое изделие охлаждают.

Полученное сахарное печенье имеет гладкую поверхность, без вмятин и пустот, с равномерным желтым цветом. Вкус и запах, свойственные продуктам, входящим в состав изделия, без постороннего привкуса и запаха.

Содержание пищевых веществ в разработанном изделии представлено в таблице 3.

Таблица 3. Пищевая ценность разработанной продукции

Table 3. Nutritional value of the developed products

Пищевые вещества	Содержание в 100 г сахарного печенья	
	контроль	«Солнышко»
Белки, г	6,76	15,63
Жиры, г	10,86	11,86
Углеводы, г	74,08	62,21
Пищевые волокна, г	2,3	7,6
Минеральные вещества, мг:		
калий	91,81	95,82
кальций	19,42	113,41
магний	11,34	50,0
фосфор	48,55	226,80
железо	1,04	3,82
Витамины, мг:		
β-каротин	0,002	0,142
V ₁	0,170	0,178
V ₂	0,23	0,33
V ₆	0,11	0,22
PP	1,45	2,0

Как видно из таблицы, в разработанном изделии количество белков, жиров, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов больше, чем в контрольном образце.

Учитывая то, что в сахарном печенье «Солнышко» высокое содержание белков, нами определена их биологическая ценность. Количественное и качественное содержание незаменимых аминокислот в изделиях представлены на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что доля лизина и треонина, лимитирующих для группы мучных кондитерских изделий аминокислот, увеличилось в 2,5 и 1,3 раза соответственно. В целом, биологическая ценность разработанного изделия выше контрольного образца в 1,3 раза.

Кроме того, определена степень покрытия суточной потребности в пищевых веществах. Доказано, что разработанное изделие повышает степень удовлетворения суточной потребности в белках в 2,3 раза, липидах – 1,1, пищевых волокнах – 3,3, β-каротине – 71, рибофлавине – 1,4, пиридоксине – 2,0, никотиномиде – 1,4, кальции – 5,8, магнии – 4,4, фосфоре – 4,7, железе – 3,7.

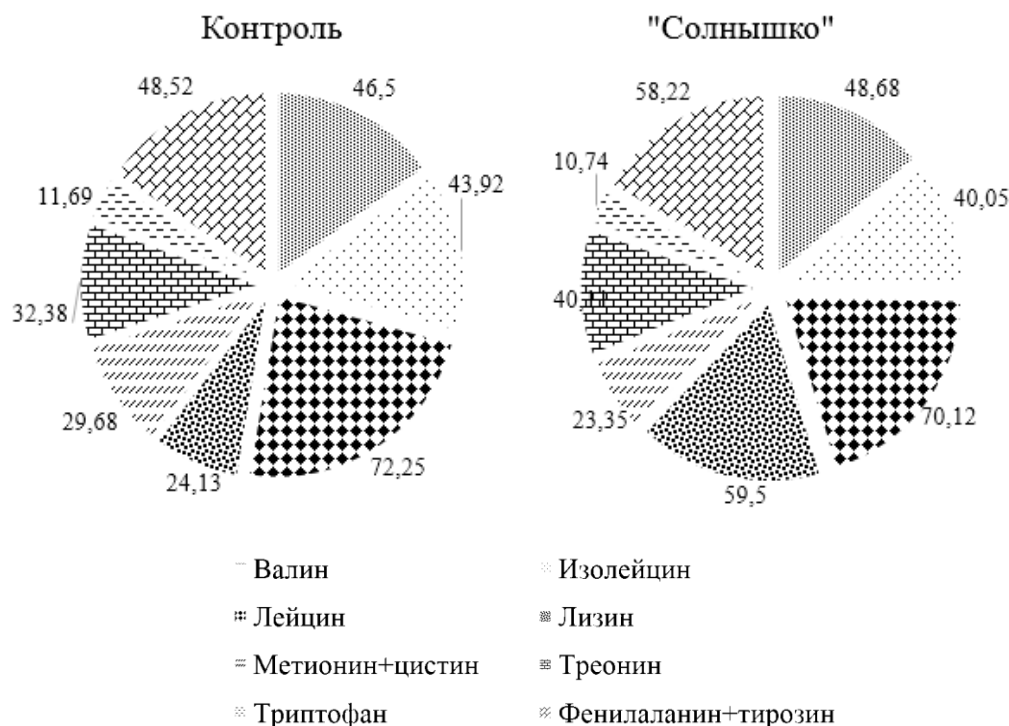


Рисунок 2. Биологическая ценность готовых изделий
Figure 2. Biological value of finished products

Выводы. На основании проведенных структурно-механических, органолептических и физико-химических исследований установлено, что использование порошка из

нута и пасты из тыквы в рецептуре сахарного печенья является целесообразным и позволяет получить продукт с повышенной пищевой ценностью.

Список литературы

1. Джабоева А. С., Зукаева Т. Б., Баева А. А., Витюк Л. А. Рациональное питание как основной фактор здоровой жизни пожилых людей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 4(34). С. 27–35.
2. Думанишева З. С., Шаова Л. Г., Джабоева А. С., Мокряк А. И. Технология напитков лечебного и профилактического назначения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2018. № 1(23). С. 26–30.
3. Петрова С. Н., Наумова Ю. А. Сравнительная оценка пищевой ценности мучных кондитерских изделий // Инновационная наука. 2022. №6-1. С. 21–23.
4. Черкасова Е. В., Присухина Н. В. Кексы пониженной калорийности // Вестник КрасГАУ. 2021. №3 (168). С. 157–162.
5. Корзан Л. С. Пищевая и лекарственная ценность семян нута // Современные научные исследования: сборник научных трудов по материалам XIX Международной научно-практической конференции. Анапа. 2020. С. 35–38.
6. Тертычная Т. Н., Мажулина И. В., Горбунова Е. А., Синельникова О. В. Натуральные биологически активные добавки в производстве сдобного печенья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. №1. С. 127–137.
7. Рущиц А. А. Использование тыквенной муки в производстве бисквитного полуфабриката // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. №4. С. 23–29.
8. Погорелова Н. А., Жигульская И. А., Белкина С. Е. Разработка технологии овсяного печенья с функциональными ингредиентами // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 3(27). С. 164–171.

9. Школьников М. Н., Аббазова В. Н. Исследование химического состава мякоти тыквы как основы для безалкогольных напитков // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2021. №4. С. 441–449.
10. Кузнецова Е. А. Актуальные направления переработки плодоовощной продукции в диетические продукты питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. № 4(82). С. 147–152.

References

1. Dzhaboeva A.S., Zukaeva T.B., Baeva A.A., Vityuk L.A. Rational eating as a basic factor of a healthy life of older people. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;4(34):27–35. (In Russ.)
2. Dumanisheva Z.S., Shaova L.G., Dzhaboeva A.S., Mokryak A.I. Technology drinks therapeutic and prophylactic purposes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2018;1(23):26–30. (In Russ.)
3. Petrova S.N., Naumova Yu.A. Comparative evaluation of the nutritional value of flour confectionery products. *Innovation science*. 2022;6(1):21–23. (In Russ.)
4. Cherkasova Ye.V., Priskhina N.V. Low-calorie cupcakes. *The Bulletin of KSAU*. 2021;3(168):157–162. (In Russ.)
5. Korzan L.S. Nutritional and medicinal value of chickpea seeds. *Pishchevaya i lekarstvennaya tsennost' semyan nuta. Sovremennyye nauchnyye issledovaniya* [Modern scientific research]: *sbornik nauchnykh trudov po materialam XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii*. Anapa, 2020. P. 35–38. (In Russ.)
6. Tertychnaya T.N., Mazhulina I.V., Gorbunova Ye.A., Sinel'nikova O.V. Natural dietary supplements in production of butter biscuits. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2019;(1):127–137. (In Russ.)
7. Rushchits A.A. The use of pumpkin flour in the production of biscuit half-finished products. *Bulletin of the South Ural state university. Series: Food and biotechnology*. 2015;(4):23–29. (In Russ.)
8. Pogorelova N.A., Zhigul'skaya I.A., Belkina S.Ye. Development of technology of oatmeal cookies with functional properties. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017;3(27):164–171. (In Russ.)
9. Shkol'nikova M. N., Abbazova V. N. Investigation of the chemical composition of pumpkin pulp as a basis for soft drinks. *Vestnik MSTU. Scientific journal of Murmansk state technical university*. 2021;(4):441–449. (In Russ.)
10. Kuznetsova Ye.A. Actual directions of processing fruits and vegetables into dietary foods. *Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies*. 2019;4(82):147–152. (In Russ.)

Сведения об авторах

Думанишева Залина Сафраиловна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6709-7020, Author ID: 804880

Кодзокова Оксана Тимуровна – магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Скрипин Петр Викторович – кандидат технических наук, доцент, декан биотехнологического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 4961-3230, Author ID: 659235

Information about authors

Zalina S. Dumanisheva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Public Catering and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6709-7020, Author ID: 804880

Oksana T. Kodzokova – Master's student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Petr V. Skripin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology, Don State Agrarian University, SPIN-code: 4961-3230, Author ID: 659235

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 11.11.2022;
одобрена после рецензирования 02.12.2022;
принята к публикации 09.12.2022.*

*The article was submitted 11.11.2022;
approved after reviewing 02.12.2022;
accepted for publication 09.12.2022.*

Научная статья

УДК 664.681.1

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-122-129

Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами

Джамилля Расуловна Созаева

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, djamilia-84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6896-424X>

Аннотация. В статье представлена возможность использования створок зеленого горошка для производства пищевых волокон с высоким содержанием клетчатки, гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ, введение которых позволит создать продукцию профилактического назначения. Определено влияние пищевых волокон на автолитическую активность пшеничной муки. Показано, что добавление пищевых волокон в количестве 1,1 и 2,2% к массе пшеничной муки приводит к повышению ее автолитической активности. На основании полученных данных разработаны рецептуры и технология производства галет с пищевыми волокнами из створок зеленого горошка. Исследовано влияние пищевых волокон на физико-химические свойства теста для галет. Установлено, что внесение пищевых волокон в рецептуру галет приводит к повышению влажности теста и готовых изделий, кислотности теста; к снижению показателей щелочности и намокаемости галет. При проведении органолептической оценки качества галет установлено, что внесение добавки не оказывает влияния на органолептические показатели качества опытных изделий. Рассчитана степень покрытия суточной потребности организма человека в пищевых волокнах при употреблении галет, обогащенных пищевыми волокнами. Показано, что употребление 100 г галет, обогащенных пищевыми волокнами в количестве 1,1 и 2,2% к массе муки, приводит к повышению степени покрытия суточной потребности организма человека в пищевых волокнах по сравнению с контролем на 4,7 и 9,7%.

Ключевые слова: створки зеленого горошка, пищевые волокна, галеты, рецептура, технология, качество

Для цитирования. Созаева Д. Р. Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 122–129 doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-122-129

Original article

Development of technology for the production of biscuits enriched with dietary fiber

Dzhamilya R. Sozaeva

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030, djamilia-84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6896-424X>

Abstract. The article presents the possibility of using green pea flaps for the production of dietary fiber with a high content of fiber, hemicelluloses, lignin and pectin substances, the introduction of which will create products for preventive purposes. The influence of dietary fibers on the autolytic activity of wheat flour has been determined. It is shown that the addition of dietary fiber in the amount of 1.1 and 2.2% to the weight of wheat flour leads to an increase in its autolytic activity. Based on the data obtained, recipes and technology of biscuits with dietary fibers from the leaves of green peas have been developed. The influence of dietary fibers on the physico-chemical properties of the biscuit dough is investigated. It has been established that the introduction of dietary fibers into the recipe of biscuits leads to an increase in the moisture content of the dough and finished products, the acidity of the dough; to a decrease in the alkalinity and wetness of biscuits. When conducting an organoleptic assessment of the quality of biscuits, it was found that the addition of an additive does not affect the organoleptic quality indicators of experimental products. The degree of coverage of the daily needs of the human body in dietary fibers when eating biscuits enriched with dietary fibers is calculated.

It is shown that the consumption of 100 g of biscuits enriched with dietary fiber in an amount of 1.1 and 2.2% by weight of flour leads to an increase in the degree of coverage of the daily needs of the human body in dietary fiber compared with the control by 4.7 and 9.7%.

Keywords: green pea leaves, dietary fiber, biscuits, recipe, technology, quality

For citation. Sozaeva Dzh.R. Development of technology for the production of biscuits enriched with dietary fiber. *Izvestiya Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):122–129. (In Russ.) doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-122-129

Введение. В настоящее время в связи с возрастанием числа стрессовых ситуаций, которые ведут к снижению иммунитета организма, в ежедневный рацион питания людей должны быть включены пищевые волокна (ПВ). Они являются физиологически важными компонентами пищи, способствующими предотвращению многих заболеваний организма человека [1–3].

ПВ способствуют выведению из организма холестерина, тяжелых металлов, радионуклидов и токсических веществ; регулируют уровень глюкозы и инсулина в крови; улучшают перистальтику кишечника и др. Продукты ферментации ПВ – летучие жирные кислоты – всасываются в кишечнике и служат источником энергии, обеспечивая около 4% общего энергетического баланса организма. Образующаяся в результате анаэробной ферментации волокнистых структур энергия используется микрофлорой толстой кишки, способствуя поддержанию биоценоза кишечника. При недостаточном поступлении ПВ в кишечнике нарастает число анаэробов (бактероидов), спороносных бактерий, развивается дисбиоз [4].

Введение в рецептуру продуктов питания, в том числе мучных кондитерских изделий, ПВ, придающих им профилактические и лечебные свойства, позволит решить проблему дефицита необходимых организму пищевых веществ, а также придать готовой продукции заданный позитивный характер [5–7].

Учитывая значимость ПВ и потребность в них населения РФ, – примерно 1,5 млн тонн в год, – необходимо создание промышленных технологий их получения и широкое использование в производстве продуктов питания [8].

Цель исследования. Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами, полученными из створок зеленого горошка.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектами исследования явились нерастворимые пищевые волокна, полученные из створок зеленого горошка сорта «Амбассадор» (Pea Ambassador); пробы теста, приготовленного безопасным способом (контроль); пробы теста, приготовленного безопасным способом, с добавками ПВ; выпеченные галеты без ПВ (контроль) и с добавкой ПВ (опытные).

При проведении исследований применялись современные методы анализа сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

В объектах исследования определяли массовую долю влаги и сухих веществ – методом высушивания навески до постоянной массы по ГОСТ 9404-88¹ и экспресс-методом на приборе ПИВИ-1 по ГОСТ 21094-95²; клетчатку, гемицеллюлозу, лигнина по ГОСТ Р 54014-2010³; автолитическую активность пшеничной муки высшего сорта – по ГОСТ 27676-88⁴; кислотность и щелочность – титриметрическим методом по ГОСТ 5897-90⁵; намокаемость изделий – по ГОСТ 10114-80⁶.

¹ ГОСТ 9404-88 Мука и отруби. Метод определения влажности. Введ. 01.01.1990. Москва: Стандартинформ, 2007. 4 с.

² ГОСТ 21094-95 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. Введ. 01.07.1976. Москва: Стандартинформ, 2006. 3 с.

³ ГОСТ Р 54014-2010 Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом. Введ. 01.01.2012. Москва: Стандартинформ, 2019. 6 с.

⁴ ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. Введ. 01.07.1990. Москва: Стандартинформ, 2009. 4 с.

⁵ ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. Введ. 01.01.1989. Москва: Стандартинформ, 2012. С. 18-26.

⁶ ГОСТ 10114-80 Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости. Введ. 01.07.1981. Москва: Стандартинформ, 2012. С. 115-116.

Результаты исследования. В последнее время большое внимание уделяется поиску растительного сырья, в том числе вторичных сырьевых ресурсов, содержащих физиологически активные ингредиенты, для использования в производстве продуктов питания с целью обогащения их жизненно необходимыми нутриентами, в том числе ПВ.

С этой целью проведено исследование возможности использования створок зеленого горошка (СЗГ) для производства ПВ, введение которых в рецептуры изделий позволит создать продукцию профилактического назначения.

При исследовании химического состава СЗГ в них обнаружено высокое содержание ПВ: клетчатки, гемицеллюлозы, лигнина, пектиновых веществ (рис. 1).

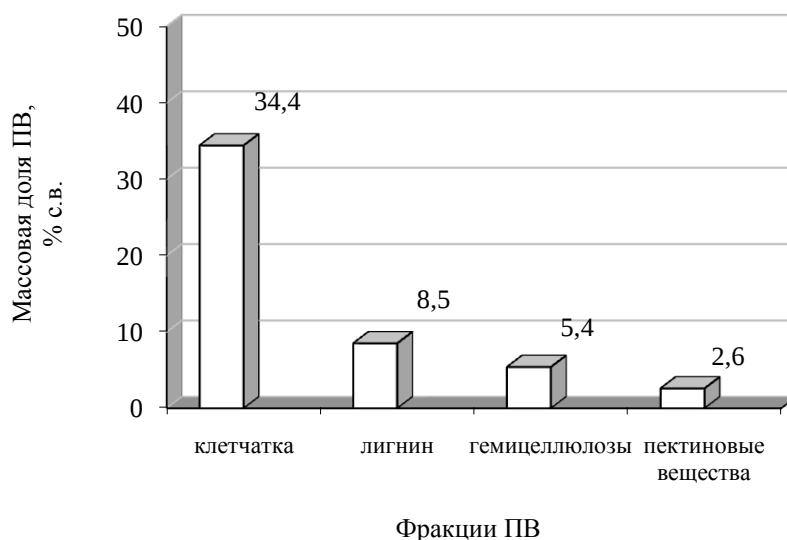


Рисунок 1. Содержание пищевых волокон в створках зеленого горошка сорта «Амбассадор»
Figure 1. The content of dietary fiber in the leaves of green peas of the "Ambassador" variety

Полученные результаты исследования содержания ПВ в СЗГ позволяют отнести их к промышленно значимым источникам ПВ.

Для применения полученных ПВ в производстве мучных кондитерских изделий ис-

следовали влияние их на автолитическую активность муки (содержание водорастворимых веществ), судили по изменению числа падения, определяемому на приборе Амило-тест АТ-97 (рис. 2).

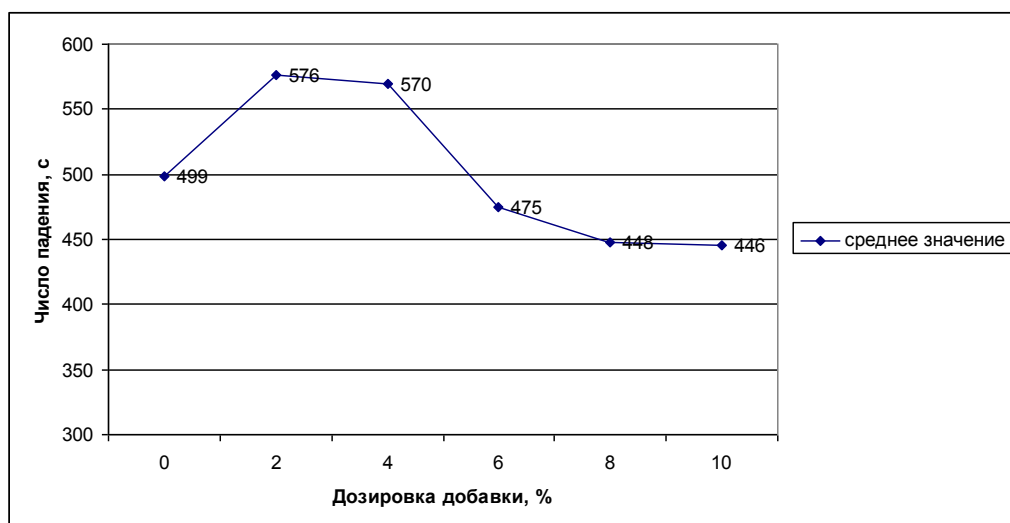


Рисунок 2. Влияние пищевых волокон на автолитическую активность пшеничной муки
Figure 2. The effect of dietary fiber on the autolytic activity of wheat flour

Результаты, приведенные на рисунке, показывают, что добавление ПВ в дозировке 2 и 4% к массе пшеничной муки приводит к повышению числа падения (ЧП) на 77 и 71 сек соответственно, т. е. к снижению автолитической активности муки. Затем по мере увеличения количества вносимых ПВ до 6-10% ЧП снижается на 95-124 с по сравнению с 4%-ой добавкой (автолитическая активность повышается).

Проведенные ранее исследования позволили использовать полученные ПВ для разработки рецептуры и технологии галет, обогащенных пищевыми волокнами.

Рецептуры теста для галет с ПВ приведены в таблице 1.

Технологическая схема производства галет с использованием ПВ представлена на рисунке 3. Тесто готовили безопасным способом.

Таблица 1. Рецептуры галет с использованием пищевых волокон
Table 1. Recipes of biscuits using dietary fiber

Сырье	Расход сырья, г на 1 кг галет		
	контроль	опытные изделия	
		дозировка ПВ, % к массе муки	
		1,1	2,2
Мука пшеничная высшего сорта	752	752	752
Пищевые волокна	–	10,0	20,0
Сахар – песок	117	117	117
Масло сливочное	188	188	188
Молоко	147	147	147
Соль	5	5	5
Сода	2,3	2,3	2,3
Дрожжи прессованные	18,8	18,8	18,8
Меланж	28,2	28,2	28,2
Вода (по расчету), см ³	73,4	80,2	87,6



Рисунок 3. Технологическая схема производства галет с использованием пищевых волокон
Figure 3. Technological scheme for the production of biscuits using dietary fiber

Технология приготовления галет включала в себя следующие операции: замес теста; брожение теста; прокатка и формование теста; выпечка и охлаждение галет; расфасовка и хранение галет.

Результаты, полученные при исследовании влияния ПВ на физико-химические свойства теста для галет, приведены на рисунке 4.

Приведенные на рисунке данные показывают, что добавление ПВ в дозировке 1,1 и

2,2% к массе муки приводит к незначительному повышению влажности и кислотности теста для галет: по сравнению с контролем на 0,4-0,8% и 0,1-0,2% соответственно.

В выпеченных галетах с внесением ПВ в количестве 1,1-2,2% к массе муки влажность изделий повышается по сравнению с контролем на 0,3-0,7%, а щелочность и намокаемость снижаются на 0,2-0,4 град. и 4-7% (рис. 5).

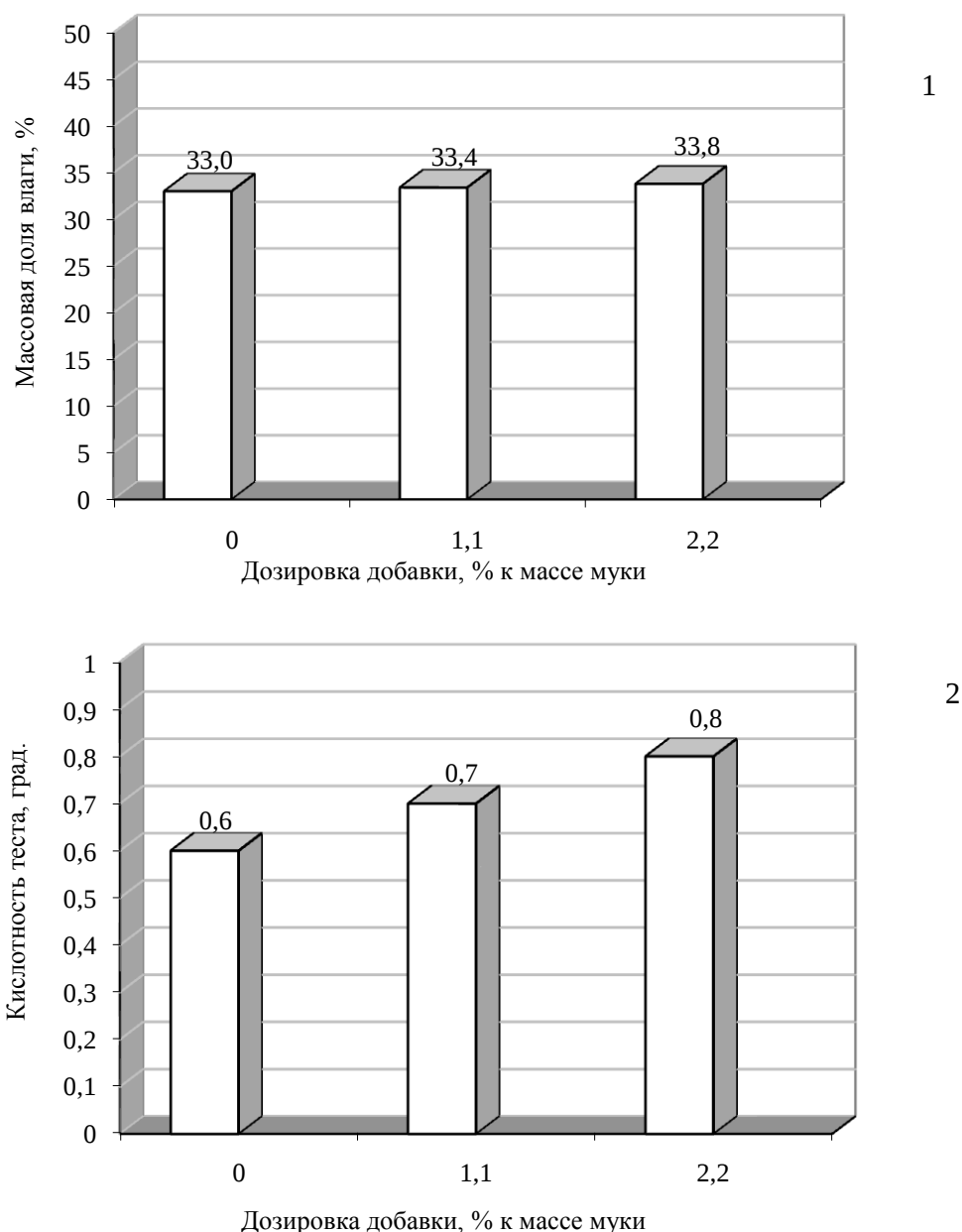


Рисунок 4. Влияние пищевых волокон из створок зеленого горошка на влажность (1) и кислотность теста (2) для галет

Figure 4. The effect of dietary fiber from green pea flaps on humidity (1) and acidity of the dough (2) for biscuits

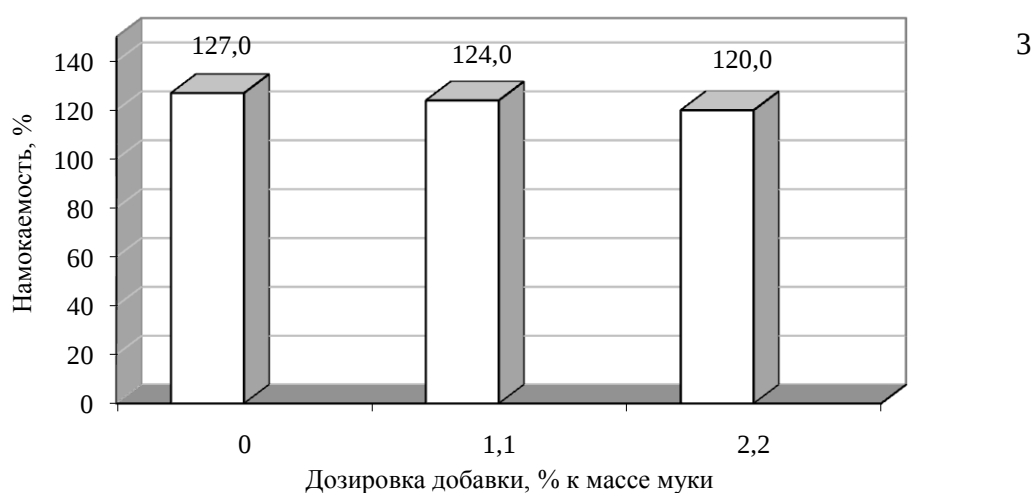
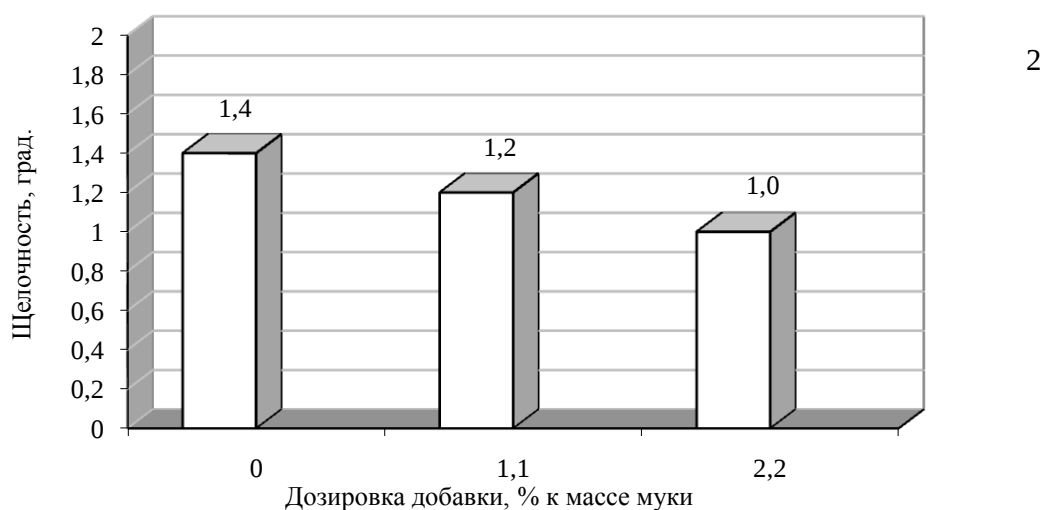
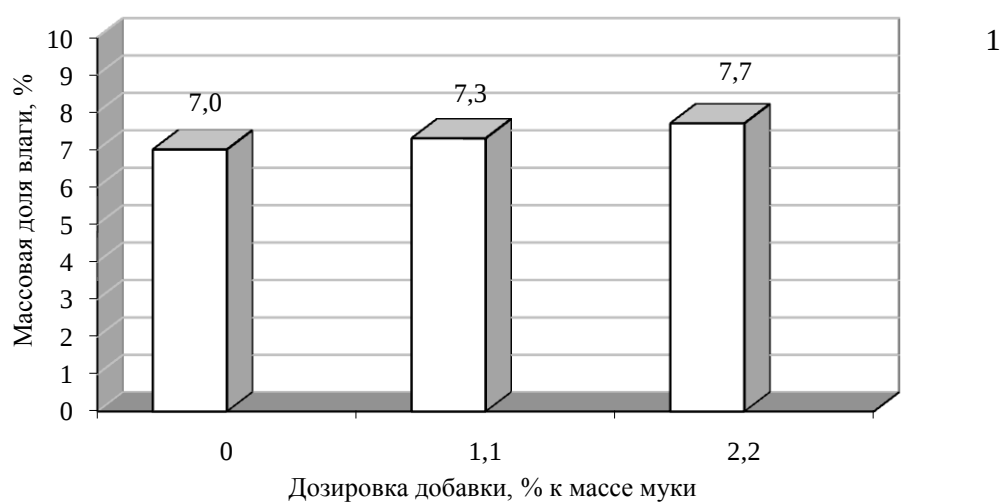


Рисунок 5. Влияние пищевых волокон из створок зеленого горошка на массовую долю влаги (1), щелочность (2) и намокаемость (3) галет

Figure 5. The effect of dietary fiber from green pea flaps on the mass fraction of moisture (1), alkalinity (2) and wetness (3) of biscuits

При проведении органолептической оценки качества галет установили, что внесение добавки не оказывает влияния на органолептические показатели качества опытных изделий.

Степень покрытия суточной потребности организма человека в ПВ при употреблении 100 г галет с ПВ выше, чем в контроле (рис. 6).

Из приведенных на рисунке данных видно, что степень покрытия суточной потребности организма человека в ПВ при употреблении 100 г галет с дозировкой добавки 1,1 и 2,2% к массе муки по сравнению с контролем выше на 4,7 и 9,7% соответственно.

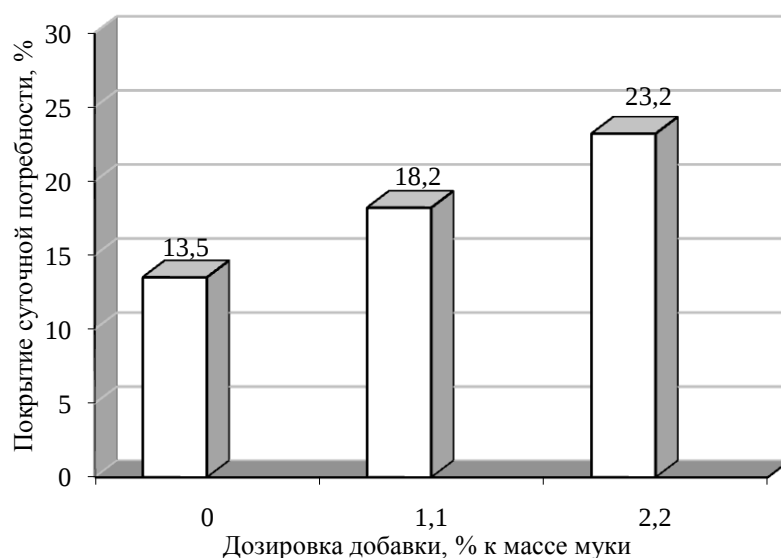


Рисунок 6. Влияние дозировки добавки на степень покрытия суточной потребности организма человека в пищевых волокнах при употреблении 100 г галет

Figure 6. The effect of the dosage of the additive on the degree of coverage of the daily needs of the human body in dietary fiber when using 100 g of biscuits

Выводы. Таким образом, установлено, что СЗГ отличаются высоким содержанием ПВ: клетчатки (34,4%), лигнина (8,5%), гемицеллюлоз (5,4%) и пектиновых веществ (2,6%) (в пересчете на сухое вещество). Показано, что добавление ПВ в количестве 1,1 и 2,2% к массе пшеничной муки приводит к повышению ее автолитической активности.

Внесение ПВ в рецептуру галет приводит к повышению влажности теста и готовых

изделий, кислотности теста; к снижению показателей щелочности и намокаемости галет.

Галеты с добавкой ПВ в дозировке 1,1 и 2,2% к массе муки характеризуются по органолептическим показателям хорошим уровнем качества.

Показано, что употребление 100 г галет с добавкой ПВ в количестве 1,1 и 2,2% к массе муки приводит к повышению степени покрытия суточной потребности организма человека в ПВ по сравнению с контролем на 4,7 и 9,7%.

Список источников

1. Маар Т. В. Перспективы использования пищевых волокон в пищевой промышленности // Новая наука: Проблемы и перспективы. 2016. № 10-2. С. 184–187.
2. Пинекер А., Левин П. Пищевые волокна и их производные в пищевой промышленности // Мясные технологии. 2016. № 9(165). С. 12-13.
3. Байгарин Е. К., Ведищева Ю. В., Бессонов В. В., Селифанов А. В. Содержание пищевых волокон в различных пищевых продуктах растительного происхождения // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № S5. Ст. 15.
4. Пальчикова С. С., Дерканосова Н. М. Пищевые волокна: свойства, перспективы применения в пищевых технологиях // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 73-й национальной

научно-практической конференции студентов и магистрантов. Воронежский государственный аграрный университет. 2022. С. 473–477.

5. Джабоева А. С., Созаева Д. Р., Думанишева З. С. Разработка технологии хлеба «Кавказский» функционального назначения // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 4(40). С. 209–215.

6. Джабоева А. С., Созаева Д. Р., Шаова Л. Г., Кабалоева А. С., Думанишева З. С. Получение нерастворимых пищевых волокон из створок зеленого гороха // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2013. № 4(334). С. 118–119.

7. Язев С. Г., Голубева Ю. И., Левочкина Л. В. Использование пищевых волокон гречневой шелухи в пищевой промышленности // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 45–46.

8. Джабоева А. С., Созаева Д. Р., Думанишева З. С. Влияние пектина из створок зеленого горошка на качество хлеба // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 4(40). С. 203–209.

References

1. Maar T.V. Prospects for the use of food fibers in the food industry. *Novaya nauka: Problemy i perspektivy*. 2016;10(2):184–187. (In Russ.)

2. Pineker A., Levin P. Food fibers and their derivatives in the food industry. *Myasnye tekhnologii*. 2016;9(165):12–13. (In Russ.)

3. Bajgarin E.K., Vedishheva Yu.V., Bessonov V.V., Selifanov A.V. The content of dietary fiber in various food products of plant origin. *Problems of nutrition*. 2015;84(S5):15. (In Russ.)

4. Palchikova S.S., Derkanosova N.M. Dietary fibers: properties, prospects for application in food technologies. *Molodezhnyj vektor razvitiya agrarnoj nauki* [Youth vector of development of agrarian science]: *materialy 73-j nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i magistrantov*. Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2022. Pp. 473–477. (In Russ.)

5. Dzhaboeva A.S., Sozaeva D.R., Dumanisheva Z.S. Development of the technology of bread "Caucasian" functional purpose. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2019;4(40):209–215. (In Russ.)

6. Dzhaboeva A.S., Sozaeva D.R., Shaova L.G., Kabaloeva A.S., Dumanisheva Z.S. Obtaining insoluble dietary fiber from green pea leaves. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2013;4(334):118–119. (In Russ.)

7. Yazev S.G., Golubeva Yu.I., Levochkina L.V. The use of food fibers of buckwheat husks in the food industry. *Innovacionnye texnologii v pishhevoj promyshlennosti* [Innovative technologies in the food industry]: *materialy III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* 2016. Pp. 45–46. (In Russ.)

8. Dzhaboeva A.S., Sozaeva D.R., Dumanisheva Z.S. Influence of pectin from green pea cases on the quality of bread. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2019;4(40):203–209. (In Russ.)

Сведения об авторе

Созаева Джамия Расуловна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1401-5203, Author ID: 754064

Information about the author

Djamilya R. Sozaeva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Public Catering Products and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1401-5203, Author ID: 754064

Статья поступила в редакцию 07.11.2022;
одобрена после рецензирования 29.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.

The article was submitted 07.11.2022;
approved after reviewing 29.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.

Научная статья

УДК 631.243.3

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-130-135

Исследование динамических процессов тепло- и массопереноса сушки активным вентилированием

Артур Мухамедович Сохроков

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, ya.kantik-2013@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-0873-7715>

Аннотация. Широко используемые в сельскохозяйственном производстве установки активного вентилирования применяются для временной консервации семян, прошедших первичную очистку, путем охлаждения наружным воздухом (при перегрузке сушилок), подсушки семян (особенно культур, требующих мягких режимов сушки), вентилировании семян при длительном хранении, предпосевного обогрева. Автоматизацию бункеров активного вентилирования рассчитывают на ведение процесса сушки при автоматизированном управлении. Атмосферный воздух, используемый в качестве сушильного агента, подогретый электрокалорифером и нагнетаемый вентилятором, подается в центральную трубу и продувает семена в радиальном направлении. Схема управления в режиме сушки обеспечивает регулирование относительной влажности входящего воздуха при влажности зерна 15-22%. Влажность наружного воздуха не должна превышать 65%. Если влажность воздуха более 65%, автоматически включается электрокалорифер. Когда относительная влажность воздуха становится ниже 65%, электрокалорифер отключается. При работе в режиме сушки зерна контролируется и управляется процессом регулирования сушильного агента (теплоносителя), температуры и влажности зерновой массы. В статье рассматривается оригинальное обоснование одной из методик представления дифференциальных уравнений, характеризующих динамику процессов тепло- и массопереноса при сушке в бункерах активного вентилирования, в виде передаточных функций.

Ключевые слова: активное вентилирование, сушка, теплопередача, массоперенос, зерновой слой, влажность, температура, передаточная функция, автоматизация

Для цитирования. Сохроков А. М. Исследование динамических процессов тепло- и массопереноса сушки активным вентилированием // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 130–135. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-130-135

Original article

Study of the dynamic processes of heat and mass transfer of drying by active ventilation

Artur M. Sokhrokov

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030, ya.kantik-2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0873-7715>

Abstract. Active ventilation units, widely used in agricultural production, are used for temporary preservation of seeds that have undergone primary cleaning by cooling with outside air (when dryers are overloaded), drying seeds (especially crops that require mild drying modes), ventilating seeds during long-term storage, and pre-sowing heating. Automation of active ventilation bunkers is designed to conduct the drying process with automated control.

Atmospheric air used as a drying agent, heated by an electric heater and forced by a fan, is fed into the central pipe and blows the seeds in the radial direction. The control circuit in the drying mode provides regulation of the relative humidity of the incoming air at a grain moisture content of 15-22%. Humidity of the outside air should not exceed 65%. If the air humidity is more than 65%, the electric heater automatically turns on. When the relative humidity drops below 65%, the electric heater switches off. When operating in the grain drying mode, the process is controlled and managed by the regulation of the drying agent (heat carrier) and the regulation of the temperature and humidity of the grain mass. The article considers a technique for representing differential equations that characterize the dynamics of heat and mass transfer processes during drying in active ventilation bunkers in the form of transfer functions.

Keywords: active ventilation, drying, heat transfer, mass transfer, grain layer, humidity, temperature, transfer function, automation

For citation. Sokhrokov A.M. Study of the dynamic processes of heat and mass transfer of drying by active ventilation. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):130–135. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-130-135

Введение. Зерновая масса, располагаемая в бункере активного вентилирования при сушке, представляет собой плотный слой. Для исследования динамики процессов тепло- и массопереноса в таком слое составляется математическая модель, имитирующая процесс сушки при активном вентилировании [1]. В этой связи можно использовать характеристические дифференциальные уравнения модели элементарного слоя зерна. Эти уравнения математически описывают изменение основных параметров для систем управления работой установки.

Цель исследования. Определение закономерностей изменения параметров тепло- и массопереноса сушки активным вентилированием и разработка методики представления их в передаточных функциях для возможности дальнейшего усовершенствования автоматического регулирования скоростным и температурным режимами установки.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования по определению дифференциальных уравнений, характеризующих динамику теплопередачи в зерновых слоях и изменения влагопоглощающей способности сушильного агента, в процессе сушки активным вентилированием, проводились составлением имитационного математического моделирования и лабораторной установки. Для представления полученных характеристических уравнений в виде передаточных функций использовался метод преобразования Лапласа.

Результаты исследования. Представим уравнения, характеризующие динамику процесса теплопередачи в элементарном слое передаточными функциями для плотной зерновой массы.

Приведем уравнение, отражающее тепло- и влагообмен в зерновой массе, продуваемой подогретым атмосферным воздухом [2, 3]:

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = -K(W - W_p),$$

где:

K – коэффициент, характеризующий процесс теплопередачи, $1/\text{ч}$;

W – влажность обрабатываемого зерна, %;

W_p – равновесная влажность зерна, %;

τ – время, ч.

Заменим в этом выражении дифференциал $\frac{\partial}{\partial \tau}$ на оператор p , и запишем в представленной форме:

$$W(p) = W_p \frac{K}{p + K}. \quad (1)$$

На рисунке 1 представлена модель единичной зерновки, находящейся в плотном слое. Температуру подаваемого подогретого атмосферного воздуха обозначим T_0 , а значение влагосодержания – D_0 . Используя рисунки, зададимся начальными и допустимыми граничными условиями и представим выражения в системе с частными производными.

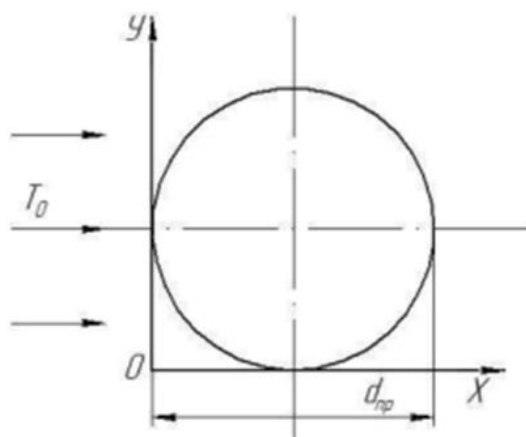


Рисунок 1. Модель единичной зерновки
Figure 1. Single grain model

Вентилируемый плотный слой зерновой массы равный, как известно, $l = 1,2$ м, условно можно представить состоящим из 222 элементарных слоёв [2]. Укажем, что объединение этих слоёв в группы не повлияет на выполнение расчётов с точным приближением.

Начальными величинами, входящими в выражения моделируемого плотного слоя при обработке в вентилируемых бункерах, являются параметры поступающих в них воздуха (температура T_H , относительная влажность F_H) и зерновой массы (начальная влажность W_H , температура θ_H) [1, 4].

Выходными параметрами, характеризующими тепло- и влагообмен в конце сушки, являются температура $T_{ВЫХ}$ и влажность $F_{ВЫХ}$ воздуха на выходе из зерновой массы.

Из приведенного следует, что выходным параметрам $T_{ВЫХ}$, $F_{ВЫХ}$, W , θ_3 соответствуют по пять влияющих на них канала – T_H , F_H , W_H , θ_H , $V_{ВХ}$ – скорость воздуха на входе в слой зерновой массы. T_0 , F_0 , W_0 , θ_0 , V_0 – параметры воздуха и зерновой массы, для которых находим передаточные функции.

Преобразовав дифференциальные уравнения тепло- и массопереноса, получим параметры влажности W и температуры θ_3 элементарного слоя зерновой массы, которые в дальнейших расчетах будут учитываться как входные.

Скорость поступающего подогретого воздуха $V_{ВХ}$ на входе может быть различной на отдельных слоях зерновой массы, поэтому параметры $T_{ВЫХ}$ и $F_{ВЫХ}$ будут входными также для последующих расчётов элементарных слоёв, располагающихся по направлению поступления воздуха [5, 6].

Принятая модель точно описывает процесс тепло- и массопереноса в плотном слое зерновой массы по последовательной методике определения передаточных функций:

$$\frac{V\tau}{l} = 50 \cdot 10^{-5} \left(\frac{r'(W_H - W_K)}{c_3(T_H - \theta_H)} \right)^{0,95} \times \\ \times \left(\frac{T_a - T_m}{273 + T_H} \right)^{-1,9} \left(\frac{Vd_{гр}}{g} \right)^{0,31} \left(\frac{d_{гр}}{l} \right)^{-0,07}, \quad (2)$$

где:

l – толщина слоя зерновой массы;

r' – значение скрытой теплоты парообразования;

W_H – влажность зерна на входе;

W_K – влажность зерна на выходе;

c_3 – удельная теплоемкость зерна;

T_a – температура поступающего воздуха;

T_m – значение температуры воздуха, полученной в результате измерения по мокрому термометру;

$d_{гр}$ – диаметр элементарной зерновки;

g – значение вязкости воздуха (кинематическая).

Однако в связи с нестационарностью значений передаточных коэффициентов и необходимостью определения передаточных функций по всем каналам воздействия, становится сложной практическая реализация выражения (2). Так, из представленного выражения для определения коэффициентов передаточной функции видно, что в него входят изменяющиеся в процессе обработки переменные по времени τ значения температур мокрых и сухих термометров (T_m и T_H соответственно).

В следующих представленных выражениях, отражающих законы:

- сохранения энергии при сушке

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} + 3600 \frac{\partial T}{\partial x} = -\frac{\gamma_3 c_3}{\gamma_6 c_6 \varepsilon} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial \tau} - \frac{\gamma_3 r'}{\gamma_6 c_6 \varepsilon \cdot 100} \cdot \frac{\partial W}{\partial \tau}; \quad (3)$$

- тепло- и массопереноса в зерновом слое, продуваемом подогретым воздухом

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} + 3600 \frac{\partial T}{\partial x} = -\frac{\alpha_q s_v}{\gamma_6 c_6 \varepsilon} \cdot (T - \theta), \quad (4)$$

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = -K(W - W_p); \quad (5)$$

- сохранения вещества

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = -\frac{\varepsilon \gamma_6}{10^3 \gamma_3} \cdot \left(\frac{\partial D}{\partial \tau} + 3600V \cdot \frac{\partial D}{\partial x} \right), \quad (6)$$

содержатся частные производные.

Используем метод Лапласа [7] при решении рассмотренных выражений (3), (4), (5) и (6). Преобразование осуществляется в соответствии с правилом: если $T = T(x, \tau)$ и выполняется по переменной τ ($\tau \geq 0$), то используя следующее обозначение $L[T(x, \tau)] = T(x, \tau) \int_0^\infty e^{-p\tau} T(x, \tau) d\tau$, установив следующие равенства для интегрирования рассматриваемых уравнений по частям:

$$L\left[\frac{\partial T}{\partial \tau}\right] = pT(x, p) - T(x, 0),$$

$$L\left[\frac{\partial T}{\partial x}\right] = \frac{\partial T}{\partial x}(x, p),$$

где:

$T(x, 0)$ – значение температуры в начале сушки.

При преобразовании выражения (3) по переменной τ должна быть получена зависимость температуры подогретого воздуха на выходе из элементарного слоя зерновой массы от начальной температуры на входе, изменения влажности и температуры слоя зерновой массы [8].

С учётом того, что уравнение рассматривается относительно температуры T , то за исходное значение принимается температура на входе в зерновой слой T_0 . Рассмотрим уравнение в операторной форме:

$$pT(x, p) - T(x, 0) + 3600V \frac{\partial T}{\partial x} = -A_1 p\theta(x, p) - A_2 pW(x, p), \quad (7)$$

где:

$$A_1 = \frac{\gamma_3 c_3}{\gamma_6 c_6 \varepsilon}; \quad A_2 = \frac{\gamma_3 r'}{100 \cdot \gamma_6 c_6 \varepsilon}.$$

Заменим в выражении (7) координату x на элементарный диаметр зерновки d_{np} :

$$3600V \frac{\partial T}{\partial d_{np}} = -A_1 p\theta(d_{np}, p) - A_2 pW(d_{np}, p) - pT(d_{np}, p) + T(d_{np}, 0). \quad (8)$$

Тогда запишем функцию с одной переменной T :

$$3600V \frac{dT}{dd_{np}} = pT(d_{np}, p) + T(d_{np}, 0). \quad (9)$$

Обозначим граничные условия $T(0, 0) = T_0$, и решим выражение относительно d_{np} :

$$T(p) = \frac{T_0(p) - e^{-p\tau_1} T_0(p) + pT_0(p)e^{-p\tau_1}}{p}, \quad (10)$$

где:

$$\tau_1 = \frac{d_{np}}{3600V} \quad - \text{ время запаздывания су-$$

шильного агента со скоростью V в элементарном слое зерновой массы.

Проставим в выражение (10) значения температуры и влажности и преобразуем его в операторную форму, отражающую относительное изменение температуры сушильного агента по всем влияющим каналам:

$$T(p) = T_0(p) \frac{1}{p} (1 + pe^{-p\tau_1} - e^{-p\tau_1}) - A_1 \theta(p)p - A_2 W(p)p. \quad (11)$$

Для получения уравнения зависимости в форме $T = f(\theta, W, T_0)$ производим обратное преобразование по Лапласу выражения (11) [6]. Упрощая эту процедуру, изобразим выражение (11) в виде схемы передаточных функций, представленной на рисунке 2, согласно [9].

На функциональной схеме (рис. 2) представлены следующие передаточные функции: $\frac{1}{p}$ – интегрирующее звено; P – дифференцирующее звено; $e^{-p\tau_1}$ – звено запаздывания; A_1, A_2 – усилительные звенья. Из схемы следует, что от скорости изменения температуры и влажности элементарных зерновок зависит температура сушильного агента на выходе из рассматриваемого слоя.

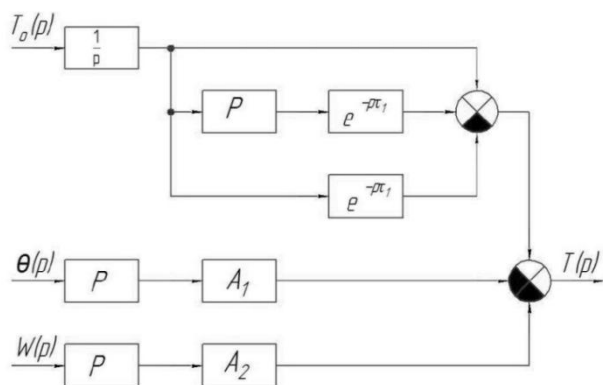


Рисунок 2. Функциональная схема, отражающая уравнение (3) в виде передаточных функций
Figure 2. Functional diagram reflecting equation (3) in the form of transfer functions

Аналогично произведем перестановки для оставшихся выражений (4) и (6). Получим систему уравнений и передаточных функций для расчёта тепло- и массопереноса в плотном слое зерновой массы:

$$T(p) = T_0(p) \frac{1 + pe^{-p\tau_1} - e^{-p\tau_1}}{p} - A_1\theta(p)p - A_2W(p)p;$$

$$\theta(p) = T(p) \frac{1}{A_4} -$$

$$-T_0(p) \frac{(1 - A_4) \cdot (1 - e^{-p\tau_1}) + pe^{-p\tau_1}}{pA_4};$$

$$D(p) = D_0(p) \frac{1 + pe^{-p\tau_1} - e^{-p\tau_1}}{p} - \frac{1}{A_3}W(p)p,$$

$$W(p) = W_p \frac{K}{p + K},$$

$$W_p = \left[\frac{\ln(1 - F)}{5,47 \cdot 10^{-6} (T + 273)} \right]^{0,435},$$

$$K = 7,1 \cdot 10^{-2} e^{0,05T},$$

$$F = \frac{745D}{(622 + D)e^{(0,622 + \frac{7,5T}{238 + T})}}.$$

Выводы. Результаты исследования процесса сушки зерна на установке активного вентилирования при изменяющихся параметрах скорости и температуры сушильного агента показывают, что для эффективного его управления требуется совершенствование математических моделей тепло- и массопереноса в зерновых слоях. Применение преобразования Лапласа позволяет упростить решение уравнений тепло- и массопереноса, представив их в форме передаточных функций и разработать модель автоматизированной технологической линии с оптимальными параметрами сушки.

Список литературы

1. Васильев А. Н., Северинов О. В. Математическая модель тепло- и влагообмена в элементарном слое при сушке зерна активным вентилированием // АгроЭкоИнфо. 2014. № 3(16). Ст. 3. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2014/3/st_13.doc
2. Васильев А. Н., Будников Д. А., Грачева Н. Н., Северинов О. В. Совершенствование технологии сушки зерна в плотном слое с использованием электротехнологий, АСУ и моделирования процесса. Москва: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2016. 176 с.
3. Муханов Н. В., Марченко С. А., Барабанов Д. В., Рябинин В. В., Абалихин А. М. Уравнение движения зернового слоя в активной зоне рециркуляционной зерносушилки бункерного типа // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 4(21). С. 88–96.

4. Бодров В. И., Бодров М. В. Тепломассообмен в биологически активных системах (теория сушки и хранения): учебное пособие. Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. 145 с.
5. Пилыева О. В. Повышение эффективности воздухораспределительных систем бункеров активного вентилирования зерна: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Красноярск, 2009. 126 с.
6. Грачева Н. Н., Васильев А. Н., Будников Д. А. Критериальное уравнение сушки зерна активным вентилированием электроактивированным воздухом // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 73. С. 168–186. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/35.pdf>.
7. Александров И. А. Операционное исчисление и его применения: учебное пособие. Томск: Издательство Томского университета, 2013. 144 с.
8. Кечкин И. А. Активное вентилирование зерна в металлических силосах. В.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. 65 с.
9. Гуляев Г. А. Автоматизация процессов послеуборочной обработки и хранения зерна. Москва: Агропромиздат, 1990. 240 с.

References

1. Vasil'ev A.N., Severinov O.V. Mathematical model of heat and moisture exchange in the elementary layer during grain drying by active ventilation. *AgroEkoInfo*. 2014;3(16):3. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2014/3/st_13.doc. (In Russ.)
2. Vasil'yev A.N., Budnikov D.A., Gracheva N.N., Severinov O.V. *Sovershenstvovaniye tekhnologii sushki zerna v plotnom sloye s ispol'zovaniyem elektrotekhnologiy, avtomatizirovannyye sistemy upravleniya i modelirovaniya protsessa* [Improving the technology of grain drying in a dense layer using electrical technologies, automated control systems and process modeling]. Moscow: FGBNU FNATS VIM, 2016. 176 p. (In Russ.)
3. Mukhanov N.V., Marchenko S.A., Barabanov D.V., Ryabinin V.V., Abalikhin A.M. The equation of grain layer motion in the active zone of recirculating hopper type dryer. *Agrarian journal of Upper Volga region*. 2017;4(21):88–96. (In Russ.)
4. Bodrov V.I., Bodrov M.V. *Teplomassoobmen v biologicheski aktivnykh sistemakh (teoriya sushki i khraneniya)* [Heat and mass transfer in biologically active systems (theory of drying and storage)]: *uchebnoe posobie*. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2013. 145 p. (In Russ.)
5. Pilyayeva O.V. *Povysheniye effektivnosti vozdukhoraspredelitel'nykh sistem bunkerov aktivnogo ventilirovaniya zerna* [Improving the efficiency of air distribution systems of bunkers for active ventilation of grain]: *diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01*. Krasnoyarsk, 2009. 126 p. (In Russ.)
6. Grachyova N.N., Vasil'yev A.N., Budnikov D.A. The criterion equation of grain drying by the active aeration with electro activation air. *Polithematic online scientific journal of Kuban state agrarian university*. 2011;73:168–186. <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/35.pdf>. (In Russ.)
7. Aleksandrov I.A. *Operatsionnoye ischisleniye i yego primeneniya* [Operational calculus and its applications]: *uchebnoe posobie*. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 2013. 144 p. (In Russ.)
8. Kechkin I.A. *Aktivnoye ventilirovaniye zerna v metallicheskih silosakh* [Active ventilation of grain in metal silos]. V.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. 65 p. (In Russ.)
9. Gulyaev G.A. *Avtomatizatsiya protsessov posleuborochnoy obrabotki i khraneniya zerna* [Automation of post-harvest processing and storage of grain]. Moscow: Agropromizdat, 1990. 240 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Сохроков Артур Мухамедович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8252-5332, Author ID: 441609

Information about the author

Artur M. Sokhrokov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8252-5332, Author ID: 441609

Статья поступила в редакцию 11.11.2022;
одобрена после рецензирования 29.11.2022;
принята к публикации 05.12.2022.

The article was submitted 11.11.2022;
approved after reviewing 29.11.2022;
accepted for publication 05.12.2022.

Научная статья

УДК 631.348

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-136-145

Акустическое распыливание жидкости: особенности конструкции распылителей и установок для обработки сельскохозяйственных культур

Луан Мухажевич Хажметов^{✉1}, Алина Лиуановна Хажметова²,
Кантемир Владиславович Мишхожев³

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

^{✉1}hajmetov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

²alinahazhmetova@yandex.ru

³mvkkkk@mail.ru

Аннотация. Акустическое распыливание жидкости является одним из новых способов, который находит применение в сельскохозяйственном производстве для химической защиты сельскохозяйственных культур. При этом способе обеспечивается малый расход рабочей жидкости с высокой степенью дробления и в целом приводит к снижению энергозатрат при её дроблении. Наибольшее распространение в сельскохозяйственном производстве получили распылители с излучателем Гартмана, в которых используются генераторы с соплами и резонирующими полостями различных форм и в различных сочетаниях: кольцевые сопла и цилиндрические резонирующие полости; сопло свободное от стержня и т. п. Наиболее перспективным является подвод жидкости в зону акустических колебаний в виде пленки. Этот способ позволяет при малых давлениях подачи жидкости создать достаточно тонкую пленку, разрушающуюся при незначительных затратах мощности. С учетом данного способа разработаны образцы новой техники, в которых исполнительным органом является пневмоакустический распылитель жидкости, а также были разработаны: установка автоматического поддержания влажности, опрыскиватель для насаждений земляники и индивидуальный туманообразователь. Конструктивные особенности технических средств с пневмоакустическими распылителями не позволяют использовать их для химической защиты низкорослых плодовых насаждений. В связи с этим разработка новой конструктивно-технологической схемы пневмоакустического распылителя, позволяющего обрабатывать кроны низкорослых плодовых насаждений, является актуальной. В статье рассматривается конструктивно-технологическая схема и опытный образец пневмоакустического распылителя: устройство и принцип его работы. Для изучения качественных показателей работы пневмоакустического распылителя была оборудована лабораторно-стендовая установка. Изучалось влияние частоты вращения резонатора (0; 500 и 1000 об/мин), давления воздуха (0,08; 0,01; 0,20 и 0,25 МПа), расстояния между соплом и резонатором (6; 10 и 14 мм) на дисперсность распада капель дождя. Приводятся результаты исследований качественных показателей работы пневмоакустического распылителя: построены интегральные кривые распределения капель рабочей жидкости и определена техническая характеристика предлагаемого пневмоакустического распылителя. Материал статьи представляет научный и практический интерес для аграриев России, так как использование предлагаемого пневмоакустического распылителя при обработке сельскохозяйственных культур позволит сэкономить дорогостоящие препараты.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, обработка, акустическое распыливание, пневмоакустический распылитель, опрыскиватель, рабочая жидкость, дисперсность распада, диаметр капли

Для цитирования. Хажметов Л. М., Хажметова А. Л., Мишхожев К. В. Акустическое распыливание жидкости: особенности конструкции распылителей и установок для обработки сельскохозяйственных культур // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 136–145. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-136-145

Original article

Acoustic liquid spraying: design features of sprayers and plants for processing agricultural crops

Luan M. Khazhmetov^{✉1}, Alina L. Khazhmetova², Kantemir V. Mishozhev³

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

^{✉1}hajmetov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

²alinahazhmetova@yandex.ru

³mvkkkk@mail.ru

Abstract. Acoustic liquid spraying is one of the new methods that finds application in agricultural production for the chemical protection of crops. This method provides a low consumption of the working fluid with a high degree of crushing and generally leads to a reduction of energy consumption when crushing the working fluid. The most widespread in agricultural production are atomizers with a Hartmann emitter, which use generators with nozzles and resonating cavities of various shapes and in various combinations: annular nozzles and cylindrical resonating cavities; nozzle free from stem, etc. The most promising is the supply of liquid to the zone of acoustic vibrations in the form of a film. This method makes it possible, at low liquid supply pressures, to create a sufficiently thin film that breaks down at low power consumption. Taking into account this method, samples of new equipment were developed, in which the executive body is a pneumoacoustic liquid sprayer, and the following were also developed: an automatic humidity maintenance unit, a sprayer for strawberry plantations and an individual fogger. The design features of technical means with pneumoacoustic sprayers do not allow them to be used for chemical protection of low-growing fruit plantations. In this regard, the development of a new constructive-technological scheme of a pneumoacoustic sprayer, which makes it possible to process the crowns of undersized fruit plantations, is relevant. The article discusses the design and technological scheme and a prototype of a pneumoacoustic sprayer: the device and the principle of its operation. To study the quality indicators of the pneumoacoustic sprayer, a laboratory-bench installation was equipped. The influence of the resonator rotation frequency (0; 500 and 1000 rpm), air pressure (0.08; 0.01; 0.20 and 0.25 MPa), distance between the nozzle and the resonator (6; 10 and 14 mm) was studied. on the dispersity of the decay of raindrops. The results of studies of the qualitative indicators of the operation of a pneumoacoustic atomizer are presented: integral curves for the distribution of drops of the working fluid are constructed and the technical characteristics of the proposed pneumoacoustic atomizer are determined. The material of the article is of scientific and practical interest to Russian farmers, since the use of the proposed pneumoacoustic sprayer in the processing of crops will save expensive drugs.

Keywords: agricultural crops, processing, acoustic spraying, pneumoacoustic sprayer, sprayer, working fluid, dispersion of decay, drop diameter

For citation. Khazhmetov L.M., Khazhmetova A.L., Mishozhev K.V. Acoustic spraying of liquid: design features of sprayers and plants for processing agricultural crops. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):136–145. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-136-145

Введение. Акустическое распыливание жидкости является одним из новых способов, который находит применение в сельскохозяйственном производстве для химической защиты сельскохозяйственных культур. Пневмоакустические распылители жидкости (ПАРЖ), используемые при этом способе, обеспечивают малый расход рабочей жидкости (0,3-0,8 л/мин) с высокой степенью дроб-

ления (10-100 мкм) и в целом приводят к снижению энергозатрат при её дроблении.

Во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства (г. Москва) разработаны и апробированы в производственных условиях установки и опрыскиватели с ПАРЖ.

Однако конструктивные особенности этих технических средств не позволяют использо-

вать их для химической защиты плодовых насаждений интенсивного типа. В связи с этим возникает необходимость разработки новой конструктивно-технологической схемы ПАРЖ, позволяющей обрабатывать кроны низкорослых плодовых насаждений.

Цель исследования. Научное обоснование конструктивно-технологической схемы ПАРЖ для обработки низкорослых плодовых насаждений.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования базируются на разработках Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства (ВСТИСП), объектом исследования является ПАРЖ. Для изучения качественных показателей работы ПАРЖ была оборудована лабораторно-стендовая установка.

Изучалось влияние частоты вращения резонатора (0; 500 и 1000 об/мин), давления воздуха (0,08; 0,01; 0,20 и 0,25 МПа), расстояния между соплом и резонатором (6; 10 и 14 мм) на дисперсность распада капель дождя [1].

При этом были определены дисперсность распада капель жидкости и густота покрытия кроны плодового дерева каплями рабочей жидкости. Густоту покрытия определяли с помощью карточек размером 50x70 мм, развешенных на кроне плодового дерева по стандартной схеме^{1,2}.

Отбор капель жидкости проводили с помощью поточной ловушки. Для подсчета количества и замера капель использовали микроскоп с наклонным тубусом с одновременным микрофотографированием капель жидкости. Обработка результатов экспериментов выполнена с использованием программных продуктов Microsoft Excel 2010, Mathcad Prime 3.0.

Результаты исследования. Значительный вклад в разработку технических решений акустического способа распыливания жидкости внесли Л. Д. Розенберг, Б. С. Пашковский, Ю. Я. Борисов, О. К. Эксподиосянц,

А. М. Гапоненко, Т. Я. Рудаков, В. М. Фридман, Ю. Ф. Дитякин, Д. Г. Пажи и др. [2–6].

Однако до настоящего времени нет четких представлений о механизме воздействия колебаний газовой среды на распад жидкой пленки или струи, вытекающей из акустического распылителя.

Одни исследователи объясняют распыливание возникновением на поверхности жидкости капиллярных волн, вершины которых при достижении определенной амплитуды отделяются от поверхности жидкости в виде капель. По мнению других авторов, распыливание обусловлено возникновением кавитации с периодическим образованием во время полуволны разрежения в пленке небольших полостей, заполненных парами жидкости. Разрушение этих полостей во время полуволны сжатия вызывает сильные ударные волны, разрушающие поверхность жидкости и приводящие к распыливанию [2–5].

Независимо от причин возникновения звуковых колебаний газового потока, его акустическая энергия и интенсивность воздействия в значительной мере определяется конструкцией распылителя.

Все акустические распылители отличаются между собой типом генератора акустических колебаний и делятся на пять основных групп: форсунки без стержней; со струйным излучателем Гартмана; со статическим или динамическим генератором; с вихревым генератором [5, 6].

Акустические распылители представляют собой конструктивное соединение источника акустических колебаний (генератора – излучателя) и устройства для подвода жидкости.

Наибольшее распространение в сельскохозяйственном производстве получили распылители с излучателем Гартмана, в которых используются генераторы с соплами и резонирующими полостями различных форм и в различных сочетаниях: кольцевые сопла и цилиндрические резонирующие полости; сопло свободное от стержня и т. п.

Наиболее перспективным является подвод жидкости в зону акустических колебаний в виде пленки. Этот способ позволяет при малых давлениях подачи жидкости создать достаточно тонкую пленку, разрушающуюся при незначительных затратах мощности. С учетом данного способа разработаны об-

¹ ГОСТ 70.6.1-81 Опрыскиватели и опыливатели. Программа и методы испытаний. Краснодар: КубНИИТиМ, 1981. 27 с.

² ГОСТ 106.1-2000 Опрыскиватели и машины для приготовления рабочей жидкости. Методы оценки функциональных показателей. М.: МСХиП РФ, 2000. 52 с.

разцы новой техники, в которых исполнительным органом является ПАРЖ, а также были разработаны: установка автоматического поддержания влажности (УАПВ), опрыскиватель для насаждений земляники (ОНЗ-1/2000) и индивидуальный туманообразователь (ИТО-1) (Ю. А. Утков, А. А. Цымбал, В. В. Бычков, Г. И. Кадыкало, Р. П. Яцков и др.) [7–10].

Установка автоматического поддержания влажности (УАПВ) предназначена для образования в заданном объеме помещения устойчивого облака тумана из распыленной жидкости при укоренении и выращивании посадочного материала плодовых и ягодных культур.

Опрыскиватель для насаждений земляники (ОНЗ-1/2000) обеспечивает равномерное распределение рабочей жидкости на элементы растений, сокращая ее расход и повышая биологическую эффективность обработки (рис. 1) [7, 8].

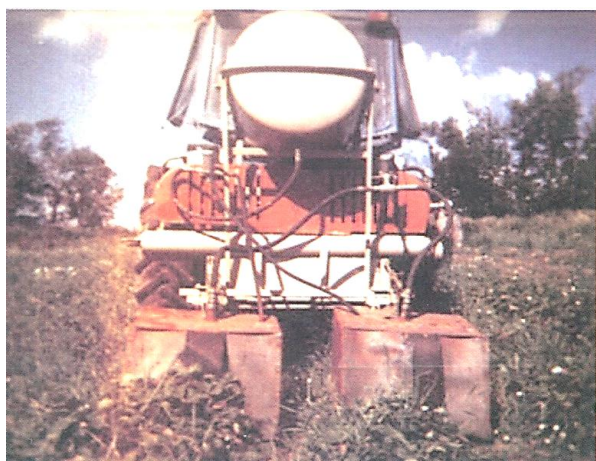


Рисунок 1. Опрыскиватель для насаждений земляники

Figure 1. Sprayer for strawberry plantations

В опрыскивателе дробление жидкости на мельчайшие частицы осуществляют ПАРЖ, расположенные в защитном фартуке, обеспечивая ультрамалообъемное опрыскивание с высокой равномерностью и проникаемостью рабочей жидкости в крону куста земляники. Применение ПАРЖ позволяет не только эффективно и экономично проводить борьбу с болезнями и вредителями земляники, но и упрощает конструкцию самого опрыскивателя, что и определяет перспективность нового технического средства.

Индивидуальный туманообразователь (ИТО-1) предназначен для обработки растворами ядохимикатов плодово-ягодных плантаций с бессистемной посадкой растений, создания устойчивого тумана в теплицах, побелки штамбов и покраски растений (рис. 2) [8].



Рисунок 2. Индивидуальный туманообразователь в работе

Figure 2. Individual fogger in operation

В УАПВ, ИТО-1 и ОНЗ-1/2000 дробление жидкости на мельчайшие частицы обеспечивает ПАРЖ, конструктивная схема которого приведена на рисунке 3.

Принцип работы ПАРЖ заключается в следующем: воздух через штуцер 1 и распределитель 2 под давлением поступает через коническое сопло в полость резонатора 3, где создается уплотненное воздушное ядро, которое периодически разрушается и вновь образуется, создавая акустические колебания. Рабочая жидкость, поступающая самотеком через штуцер 5, образует на выходе из конического сопла 4 тонкую пленку, которая под воздействием акустических колебаний распыляется в виде высокодисперсного аэрозоля. Облако аэрозоля, обтекая резонатор 3, направляется на объект обработки [9, 10].

Основным недостатком ПАРЖ конструкции ВСТИСП является высокая дисперсность распада рабочей жидкости и зависимость от воздушного потока окружающей среды, что делает невозможным его применение для обработки низкорослых плодовых насаждений. Для эффективной обработки низкорослых плодовых насаждений ПАРЖ должен обеспечивать средний диаметр капель рабочей жидкости в диапазоне 130–150 мкм.

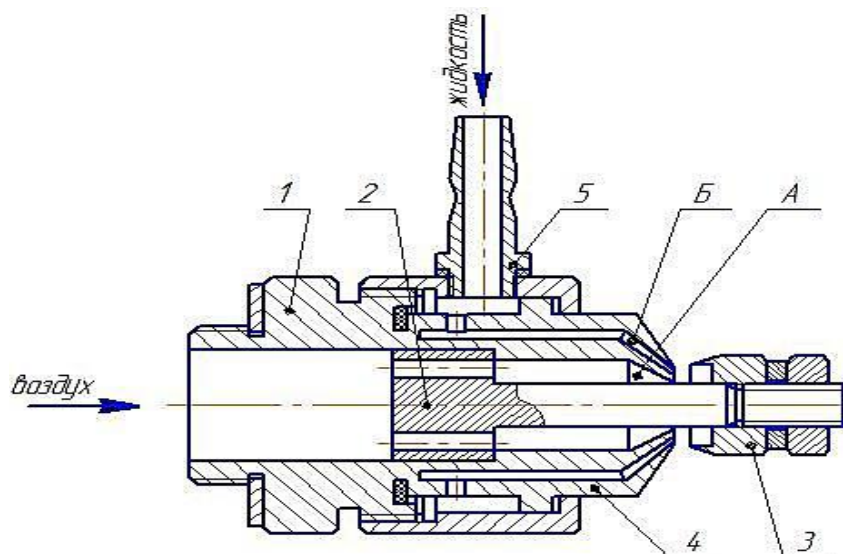


Рисунок 3. Конструктивная схема ПАРЖ:

1 – штуцер для подачи воздуха; 2 – распределитель воздуха; 3 – резонатор; 4 – полость; 5 – штуцер для подачи жидкости

Figure 3. Structural diagram of a pneumoacoustic fluid sprayer:

1 – fitting for air supply; 2 – air distributor; 3 – resonator; 4 – cavity; 5 – fitting for fluid supply

Для решения данной проблемы предложена новая конструктивно-технологическая схема ПАРЖ с вращающимся резонатором, позволяющим увеличить проникающую способность аэрозоля вглубь объемной кроны, обеспечивая адресное попадание капель на

элементы плодового дерева, сводя потери частиц жидкости к минимуму с более равномерным распределением капель на кроне плодового дерева, повышая тем самым эффективность обработки (рис. 4) [11–15].

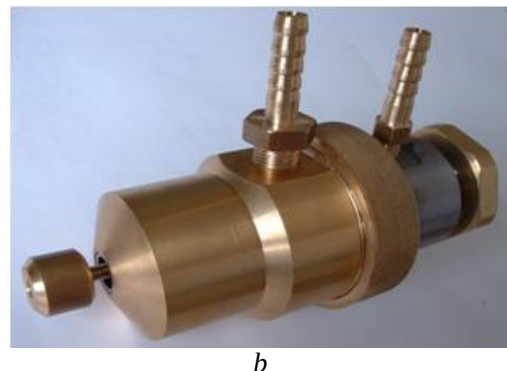
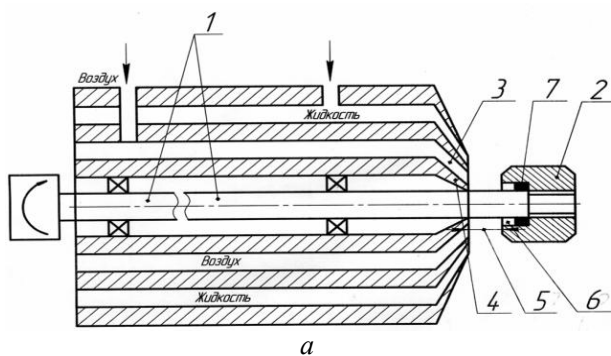


Рисунок 4. Конструктивно-технологическая схема (а) и опытный образец (b) ПАРЖ конструкции Кабардино-Балкарского ГАУ:

1 – вращающийся стержневой излучатель с автономным приводом; 2 – резонатор; 3 – выходное отверстие; 4 – торец сопла; 5 – объем между резонатором и соплом; 6 – резонирующая полость; 7 – упругий элемент

Figure 4. Structural and technological scheme (a) and a prototype (b)

of a pneumoacoustic fluid sprayer by the Kabardino-Balkarian State Agrarian University:

1 – a rotating rod emitter with an autonomous drive; 2 – resonator; 3 – outlet; 4 – nozzle end; 5 – volume between the resonator and the nozzle; 6 – resonating cavity; 7 – elastic element

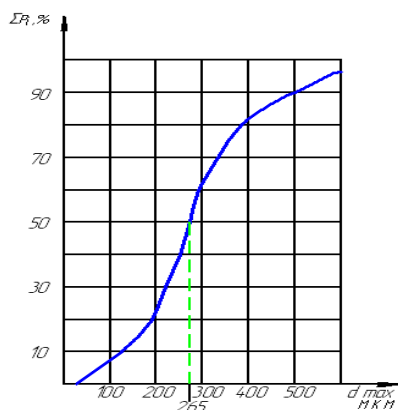
ПАРЖ работает следующим образом. Сжатый воздух по воздушному концентрическому каналу вытекает из выходного отверстия 3 газоструйного излучателя, создавая разрежение

в объеме 5 между резонатором и торцом 4 сопла. Под действием этого разрежения поступающая жидкость заполняет резонирующую полость 6, в которой подаваемый под постоян-

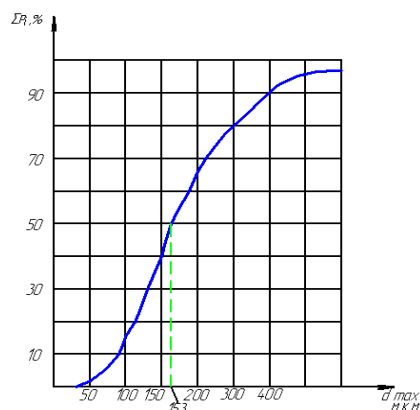
ным давлением воздух создает переменные звуковые колебания, дробит и распыливает жидкость на мелкие капли, образуя высокодисперсный аэрозоль. Упругий элемент 7 увеличивает акустический эффект. Распыленное облако мелких капель жидкости в воздушном

потоке, обтекая вращающийся резонатор, попадает на обрабатываемый объект.

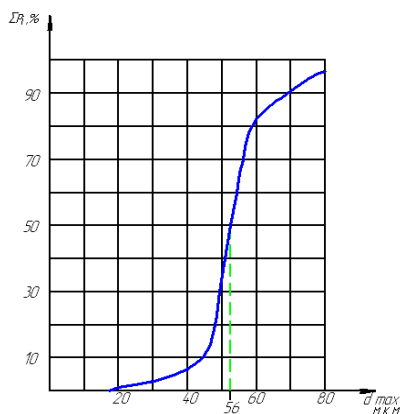
После обработки результатов микропирования построены интегральные кривые распределения капель рабочей жидкости (рис. 5) [13–15].



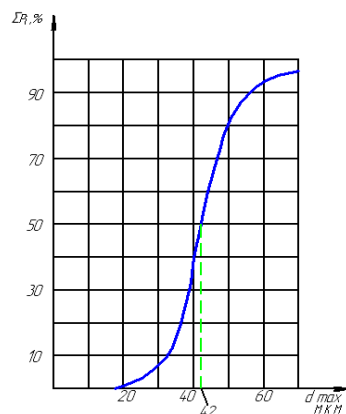
Давление воздуха $P_{в}=0,08$ МПа



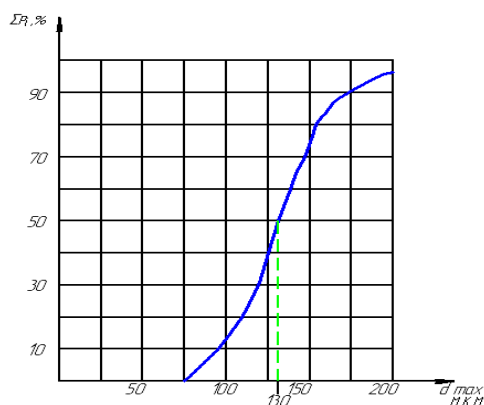
Давление воздуха $P_{в}=0,1$ МПа



Давление воздуха $P_{в}=0,2$ МПа



Давление воздуха $P_{в}=0,25$ МПа



Давление воздуха $P_{в}=0,1$ МПа, частота вращения резонатора $n=613$ об/мин, расстояние между соплом и резонатором $L=9$ мм

Рисунок 5. Интегральные кривые распределения капель рабочей жидкости
Figure 5. Integral curves for the distribution of drops of the working fluid

Геометрические размеры ПАРЖ оказывают существенное влияние на характер распыливания жидкости (дисперсность распада капель, факел распыла), а частота звуковых волн определяется размерами резонатора: глубиной паза, диаметром резонатора, расстоянием между соплом и резонатором [13–15].

Установлено, что средний медианный диаметр капли изменяется в зависимости от давления воздуха и расстояния между резонатором и соплом распылителя. При расходе жидкости равном 0,8 л/мин и расстоянии между соплом и резонатором равным 9 мм медианные диаметры капель изменяются с увеличением давления воздуха. При изменении давления воздуха от 0,1 до 0,25 МПа средние медианные диаметры капли жидкости изменяются от 263 до 42 мкм.

Исследования показали, что угол распыливания жидкости можно регулировать в пределах $25-160^{\circ}$, изменяя расстояние между соплом и резонатором. При этом следует учитывать, что близко расположенный резонатор большего диаметра по сравнению с диаметром сопла изменяет направление струи, заставляя ее обтекать сопло. Поэтому отношение диаметра сопла к диаметру резонатора следует принимать равным 1.

Качественные показатели работы ПАРЖ (табл. 1).

Таблица 1. Качественные показатели работы пневмоакустического распылителя
Table 1. Qualitative indicators of the pneumoacoustic sprayer

Показатели качества	Значение показателей
Медианно-массовый показатель, мкм	130
Среднеарифметический диаметр, мкм	115
Ширина захвата распылителя, м	1,6
Количество капель размером 100-150 мкм, %	70
Степень покрытия поверхности, %	87,0
Плотность покрытия, шт/см ²	30-120
Неравномерность покрытия, %	13,0

Наиболее важным показателем, характеризующим качество обработки внутреннего

объема кроны, является густота покрытия капель листовой поверхности. Этот показатель при закручивании факела распыла составляет 42 шт/см², а без закручивания – 15 шт/см². При обработке плодового дерева с двух сторон предлагаемым пневмоакустическим распылителем одновременно этот показатель удваивается (рис. 6) [16-18].



Рисунок 6. Пневмоакустический распылитель в работе

Figure 6. Pneumoacoustic sprayer in operation

Техническая характеристика ПАРЖ приведена в таблице 2.

Таблица 2. Техническая характеристика пневмоакустического распылителя
Table 2. Technical characteristics of the pneumoacoustic sprayer

Наименование параметра	Значение
Расход рабочей жидкости, л/мин	0,3-0,8
Расход воздуха, м ³ /ч	4,8
Давление в воздухопроводной сети, МПа	0,1-0,15
Рабочее давление в нагнетательной системе, МПа	0,03-0,08
Число оборотов резонатора, об/мин	500-1000
Привод резонатора	электрический
Масса, кг	0,5

Выводы. На основании анализа полученных данных можно заключить, что все качественные показатели работы предлагаемого ПАРЖ соответствуют агротехническим требованиям.

Применение разработанного ПАРЖ в технологическом процессе защиты низкорослых плодовых насаждений позволяет снизить расход рабочей жидкости в 10 раз;

повысить производительность опрыскивателя в 2 раза; получить чистый дисконтированный доход, равный 16415 руб./га.

Список литературы

1. Хажметов Л. М., Шекихачев Ю. А., Губжоков Х. Л. Анализ факторов, влияющих на параметры пневмоакустического распылителя // В сб.: Научные открытия в эпоху глобализации. Международная научно-практическая конференция. Казань: АЭТЕРНА. 2015. С. 51–53.
2. Фридман В. М. Ультразвуковая химическая аппаратура. Москва: Машиностроение. 1967. 212 с.
3. Бородин В. А., Дитякин Ю. Ф., Клячко Л. А., Ягодкин В. И. Распыливание жидкостей. Москва: Машиностроение, 1967. 263 с.
4. Дунский В. Ф., Никитин Н. В. Механическое распыливание жидкости // В кн.: Аэрозоли в защите растений. Москва, 1982. С. 122–144.
5. Пажи Д. Г., Галустов В. С. Распылители жидкостей. Москва: Химия. 1979. 213 с.
6. Пажи Д. Г., Галустов В. С. Основы техники распыливания жидкостей. Москва: Химия. 1984. 256 с.
7. Машины для механизации работ в садоводстве: каталог техники / Под ред. И. М. Куликова. Москва: ВСТИСП. 2005. С. 55–56.
8. Бычков В. В., Кадыкало Г. И., Успенский И. А. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства // Садоводство и виноградарство. 2009. №6. С. 38–42.
9. Цымбал А. А., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Губжоков Х. Л. Совершенствование опрыскивателей для горного садоводства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. №1. С. 3–5.
10. Цымбал А. А., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Губжоков Х. Л. Оптимизация параметров пневмоакустического распылителя жидкости // Тракторы и сельскохозяйственные машины. Москва, 2007. №11. С. 29–32.
11. Пат. 2263549 Российская Федерация, МПК⁷ B05B17/94. Пневмоакустический распылитель жидкости / Л. М. Хажметов, Р. П. Яцков, А. А. Цымбал, Ж. А. Яцкова, Ю. А. Шекихачев [и др.]; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия. № 2003135811/12; заявл. 09.12.03; опубл. 10.11.05, Бюл. № 31.
12. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М. [и др.]. Инновационные технологические и технические решения повышения плодородия почв в условиях склоновых эродированных черноземных почв Юга России. Нальчик, 2021. 264 с.
13. Smilik V.A., Apazhev A.K., Hazhmetov L.M. Acoustic nebulizer the processing of undersized fruit plantations: parameters and operating modes // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic edition. Vladivostok, 2018. Art. 042078.
14. Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Губжоков Х. Л. Новые распылители для ультрамалообъемного опрыскивания плодовых культур // В сб. «Совершенствование технологий и технических средств в АПК»: LXIX научно-практическая конференция. Ставрополь: Агрус, 2005. С. 260–262.
15. Хажметов Л. М., Шекихачев Ю. А., Хажметова А. Л., Мишхожев К. В. и др. Пневмоакустический распылитель для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений // АгроЭко-Инфо. 2022. №2. Ст. 8.
16. Пат. 77133 Российская Федерация, МПК⁷ A01M7/00. Туннельный ультрамалообъемный опрыскиватель / Б. Х. Жеруков, Л. М. Хажметов, Ю. А. Шекихачев, А. А. Цымбал [и др.]; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская госуд. сельскохозяйственная академия. №2008116745/17; заявл. 28.04.08; опубл. 20.09.08, Бюл. № 29.
17. Хажметов Л. М., Шекихачев Ю. А., Губжоков Х. Л. Ультрамалообъемный опрыскиватель с пневмоакустическими распылителями // В сб. «Научные открытия в эпоху глобализации»: Международная научно-практическая конференция. Казань: АЭТЕРНА. 2015. С. 53–55.
18. Шекихачев Ю. А., Бербеков В. Н., Хажметов Л. М., Губжоков Х. Л. Опрыскиватель для ухода за кронами плодовых деревьев // В сб. «Совершенствование технологий и технических средств в АПК»: LXIX научно-практическая конференция. Ставрополь: Агрус, 2005. С. 258–260.

References

1. Khazhmetov L.M., Shekikhachev Yu.A., Gubzhokov Kh.L. Analysis of factors influencing the parameters of a pneumoacoustic atomizer]. *V sb.: Nauchnyye otkrytiya v epokhu globalizatsii. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [In: Scientific discoveries in the era of globalization. International scientific and practical conference]. Kazan: AETERNA. 2015. P. 51–53. (In Russ.)
2. Fridman V.M. *Ul'trazvukovaya khimicheskaya apparatura* [Ultrasonic chemical equipment]. Moscow: Mashinostroyeniye. 1967. 212 p. (In Russ.)
3. Borodin V.A., Dityakin Yu.F., Klyachko L.A., Yagodkin V.I. *Raspylivaniye zhidkostey* [Spraying of liquids]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1967. 263 p. (In Russ.)
4. Dunskey V.F., Nikitin N.V. *Mekhanicheskoye raspylivaniye zhidkosti* [Mechanical spraying of liquids]. *V kn.: Aerozoli v zashchite rasteniy*. Moscow, 1982. Pp. 122–144.
5. Pages D.G., Galustov V.S. *Raspyliteli zhidkosti* [Liquid sprayers]. Moscow: Khimiya. 1979. 213 p. (In Russ.)
6. Pages D.G., Galustov V.S. *Osnovy tekhniki raspylivaniya zhidkostey* [Fundamentals of the technique of spraying liquids]. Moscow: Khimiya. 1984. 256 p. (In Russ.)
7. *Mashiny dlya mekhanizatsii rabot v sadovodstve* [Machines for mechanization of gardening work]: *catalog tekhniki* Red. I.M. Kulikova. Moscow: VSTISP. 2005. Pp. 55–56. (In Russ.)
8. Bychkov V.V., Kadykalo G.I., Uspenskiy I.A. Resource-saving technologies and technical means for the mechanization of horticulture. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2009;(6):38–42. (In Russ.)
9. Tsymbal A.A., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Gubzhokov H.L. Improvement of sprayers for mountain gardening. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2006;(1):3–5. (In Russ.)
10. Tsymbal A.A., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Gubzhokov H.L. Optimization of parameters of pneumoacoustic liquid sprayer. *Tractors and agricultural machinery*. Moscow, 2007;(11):29–32. (In Russ.)
11. Pat. 2263549 Russian Federation, IPC7 B05B17/94. Pneumoacoustic liquid sprayer / L.M. Khazhmetov, R.P. Yatskov, A.A. Tsymbal, Zh.A. Yatskova, Yu.A. Shekikhachev [et al.]; applicant and patent holder Kabardino-Balkarian state. agricultural academy. No. 2003135811/12; application 09.12.03; publ. 10.11.05, Bul. No. 31. (In Russ.)
12. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. [et al.]. *Innovatsionnyye tekhnologicheskiye i tekhnicheskkiye resheniya povysheniya plodorodiya pochv v usloviyakh sklonovykh erodirovannykh chernozemnykh pochv Yuga Rossii* [Innovative technological and technical solutions to increase soil fertility in the conditions of slope eroded chernozem soils of the South of Russia]. Nal'chik, 2021. 264 p. (In Russ.)
13. Smilik V.A., Apazhev A.K., Hazhmetov L.M. Acoustic nebulizer the processing of undersized fruit plantations: parameters and operating modes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Electronic edition. Vladivostok, 2018. Art. 042078.
14. Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Gubzhokov H.L. New sprayers for ultra-low volume spraying of fruit crops. *V sb.: Sovershenstvovaniye tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv v APK. LXIX nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [In the collection: Improvement of technologies and technical means in the agro-industrial complex. LXIX scientific and practical conference]. Stavropol: Agrus, 2005. Pp. 260–262. (In Russ.)
15. Khazhmetov L.M., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetova A.L., Mishkhodev K.V. [et al.]. Pneumoacoustic sprayer for introducing herbicide into the trunk strips of fruit plantations. *Electronic scientific and production journal. AgroEcoInfo*. 2022;(2). Art. 8. (In Russ.)
16. Pat.77133 Russian Federation, MPK7 A01M7/00. Tunnel ultra-low-volume sprayer / B.H. Zherukov, L.M. Khazhmetov, Yu.A. Shekikhachev, A.A. Tsymbal [et al.]; applicant and patent holder Kabardino-Balkarian state. agricultural academy. No. 2008116745/17; application No. 28.04.08; publ. 20.09.08, Bul. No. 29. 2 p. (In Russ.)
17. Khazhmetov L.M., Shekikhachev Yu.A., Gubzhokov H.L. Ultra-low volume sprayer with pneumoacoustic sprayers. *V sb.: Nauchnyye otkrytiya v epokhu globalizatsii. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [In the collection: Scientific discoveries in the era of globalization. International Scientific and Practical Conference]. Kazan: AETERNA. 2015. Pp. 53–55. (In Russ.)
18. Shekikhachev Yu.A., Berbekov V.N., Khazhmetov L.M., Gubzhokov H.L. Sprayer for caring for the crowns of fruit trees. *V sb.: Sovershenstvovaniye tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv v APK. LXIX nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [In the collection: Improvement of technologies and technical means in the agro-industrial complex. LXIX scientific and practical conference]. Stavropol: Agrus, 2005. Pp. 258–260. (In Russ.)

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, Author ID: 728417, Scopus ID: 57205436522

Хажметова Алина Лиуановна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры механизации сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8402-3461

Мишхожев Кантемир Владиславович – аспирант 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

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, Author ID: 728417, Scopus ID: 57205436522

Alina L. Khazhmetova – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agricultural Mechanization, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8402-3461

Kantemir V. Mishkhozhev – Master's student of the 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 данных исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 21.10.2022;
одобрена после рецензирования 18.11.2022;
принята к публикации 25.11.2022.*

*The article was submitted 21.10.2022;
approved after reviewing 18.11.2022;
accepted for publication 25.11.2022.*

Научная статья

УДК 663.422

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-146-150

Разработка технологии пива с использованием пшеничных зернопродуктов

Мадина Борисовна Хоконова

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

Аннотация. Особенности внедрения энергосберегающих технологических процессов пивоварения и в целом продукции бродительных производств – главная задача для многих отраслей пивобезалкогольной промышленности, суть которой заключается в уменьшении энергетических затрат и улучшении качества готовых напитков. При этом основой является используемое сырье, так как влияет в первую очередь на органолептические характеристики, такие как вкус и аромат. В качестве основного сырья для данной группы напитков применяется солод, питьевая подготовленная вода, хмель, дрожжи, могут быть использованы и несоложенные материалы в виде муки, сиропов и т. д. Целью исследований являлась разработка технологии пива из солода и несоложенной пшеницы с применением ферментных препаратов. При затирании использовали ферментные препараты – Цитороземин Пх, Амилосубтилин, Амилосубтилин Г10х. Указанные нормы расхода ферментных препаратов даны с учетом их активностей в соответствии с утвержденными стандартами. При использовании других ферментных препаратов нормы их расхода определяли путем пересчета с учетом их активностей и нормы расхода указанных препаратов. При переработке ячменного солода 1 класса использовали настойный режим затирания при начальной температуре 37-40°C. При переработке ячменного пивоваренного солода 2 класса применяли раздельный одноотварочный способ затирания при начальной температуре затирания также 37-40°C, использовали для первой отварки максимальную часть дозы пшеничного солода и 10-15% от общей массы затираемых зернопродуктов ячменного пивоваренного солода. Определено, что анализируемое готовое пиво из несоложенной пшеницы и пшеничного солода соответствуют нормативной документации. При использовании несоложенной пшеницы рекомендуем проводить затирание настойным способом как менее длительным и трудоемким.

Ключевые слова: пиво, пшеничное сырье, рецептура, ферментные препараты, способ затирания

Для цитирования. Хоконова М. Б. Разработка технологии пива с использованием пшеничных зернопродуктов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 146–150. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-146-150

Original article

Development of beer technology using wheat grain products

Madina B. Khokonova

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

Abstract. Features of the introduction of energy-saving technological processes of brewing and fermentation products in general is the main task for many branches of the beer and non-alcoholic industry. The essence of which is to reduce energy costs and improve the quality of finished drinks. In this case, used raw material is the basis, since it primarily affects organoleptic characteristics, such as taste and aroma. As the main raw material for this group of drinks, malt, prepared drinking water, hops, yeast are used; unmalted materials in the form of flour, syrups, etc. can also be used.

The aim of the research was to develop a technology for beer from malt and unmalted wheat using enzyme preparations. When mashing, enzyme preparations – Cytrosemin Px, Amylosubtilin, Amylosubtilin G10x were used. The indicated consumption rates of enzyme preparations are given taking into account their activities in accordance with approved standards. When using other enzyme preparations, their consumption rates were determined by recalculation, taking into account their activities and the consumption rate of these preparations. When processing barley malt of the 1st class, the infusion mode of mashing was used at an initial temperature of 37-40°C. When processing class 2 barley brewing malt, a separate single-decoction mashing method was used at an initial mashing temperature also of 37-40°C, the maximum portion of the dose of wheat malt and 10-15% of the total weight of the mashed barley brewing malt grain products were used for the first decoction. It was determined that the analyzed finished beer from unmalted wheat and wheat malt complies with the regulatory documentation. When using unmalted wheat, we recommend infusion mashing as less time-consuming and labor-intensive.

Keywords: beer, wheat raw materials, recipe, enzyme preparations, mashing method

For citation. Khokonova M.B. Development of beer technology using wheat grain products. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):146–150. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-146-150

Введение. Особенности внедрения энергосберегающих технологических процессов пивоварения и в целом продукции бродительных производств – главнейшая задача для многих отраслей пивобезалкогольной промышленности, суть которой заключается в уменьшении энергетических затрат и улучшении качества готовых напитков [1].

При этом основой является используемое сырье, так как влияет в первую очередь на органолептические характеристики, такие как вкус и аромат. В качестве основного сырья для данной группы напитков применяется солод, питьевая подготовленная вода, хмель, дрожжи, могут быть использованы и несоложенные материалы в виде муки, сиропов и т. д. [2, 3].

Целью исследований являлась разработка технологии пива из солода и несоложенной пшеницы с применением ферментных препаратов.

Материалы, методы и объекты исследования. При приготовлении сусла к затираемому количеству сырья добавляли молочную кислоту в количестве 0,15-0,20%.

Сусло затирали двухотварочным способом, в первую очередь обрабатывали пшеницу, а затем солод в количестве 10%. Хмель вносили в два приема из расчета 20 г на 1 декалитр (дал). Продолжительность кипячения сусла с хмелем составляла 2 часа.

Главное брожение длилось 6 суток; дображивание и выдержка – 25 суток.

Затирание проводили при начальной температуре 37-40°C, использовали для первой отварки всю массу пшеницы, 10-15% от общей массы затираемых зернопродуктов ячменного солода и ферментные препараты [4].

Цитороземин Пх в количестве 0,15-0,29% от общей массы затираемых зернопродуктов применяли в начале затирания вместе с пшеницей.

Амилосубтилил Г10х в количестве 0,005-0,008% и Амилосубтилил в количестве 0,003-0,010% от общей массы затираемых зернопродуктов вносили на второй стадии, при затирании оставшейся массы ячменного солода при температуре 43-45°C.

Массовая доля сухих веществ охмеленного сусла составляла 11%.

Результаты исследования. Производство пива с использованием пшеничных зернопродуктов осуществляли по рецептурам, указанным в таблице 1.

Полученные данные показывают, что для производства пива исследуемых видов используют пивоваренный солод, несоложеную пшеницу или пшеничный солод, хмель прессованный и ферментные препараты для ускорения разжижения крахмала и увеличения выхода готового продукта.

Целесообразно ферментные препараты, разрешенные к применению, использовать в зависимости от качества ячменного солода, как указано в таблице 2.

Таблица 1. Рецептуры сортов пива с использованием пшеничных зернопродуктов

Table 1. Beer recipes using wheat grain products

Сырье и материалы	Единица измерения	Пиво с использованием пшеницы	
		мягкой 4-го класса	несоложенной
Солод пивоваренный: ячменный	% к общей массе затираемых зернопродуктов	75-80	60-70
Пшеничный	то же	–	30-40
Несоложеное сырье (пшеница)	то же	20-25	–
Хмель прессованный	г/дал горячего сусла	0,6-0,7	0,5-0,6
Ферментные препараты: Цитороземин Пх	г/дал охлажденного сусла или молодого пива	0,15-0,29	–
Амилосубтилин Г10х	то же	0,005-0,008	–
Амилосубтилин	то же	0,003-0,010	0,003-0,010

Таблица 2. Применение ферментных препаратов в зависимости от качества ячменного солода

Table 2. The use of enzyme preparations depending on barley malt quality

Ферментный препарат	Единицы измерения	Качество ячменного солода; режим затираания	
		солод 1 класса; настойный	солод 2 класса; одноотварочный
Цитороземин П10х	% к общей массе затираемых зернопродуктов	0,15-0,25	0,17-0,29
Амилосубтилин Г10х	то же	0,002-0,008	0,005-0,008
Амилосубтилин	то же	0,002-0,008	0,002-0,004

Указанные нормы расхода ферментных препаратов даны с учетом их активностей в соответствии с утвержденными стандартами. При использовании других ферментных препаратов нормы их расхода определяли путем пересчета с учетом их активностей и нормы расхода указанных препаратов.

Способы подкисления затора и затираания, вид и норму расхода применяемых ферментных препаратов выбирали в зависимости от качества сырья, прежде всего, ячменного пивоваренного солода и нормы расхода пшеницы [5–7].

При переработке ячменного солода высокого качества и 1 класса целесообразно использовать настойный режим затираания при начальной температуре затираания 37-40°C.

При переработке ячменного пивоваренного солода 2 класса целесообразно применять раздельный одноотварочный способ затираания при начальной температуре затираания также 37-40°C, использовать для первой отварки максимальную часть дозы пшеничного солода и 10-15% от общей массы затираемых зернопродуктов ячменного пивоваренного солода.

Оставшуюся массу ячменного солода затирали при температуре 43-45°C, после чего ее нагревали со скоростью 1°C/1 мин до температуры 52°C и соединяли с прокипяченной первой отваркой, при этом температура общей массы затора должна быть 62-63°C. После выдержки затора при указанной температуре его обычным образом нагревали до 70°C и дальнейший процесс вели

по установленному действующей технологической инструкцией режиму.

При переработке ячменного солода 2 класса применяли отдельный одноотварочный способ затиария при начальной температуре затиария также 37-40°C; использовали для первой отварки всю массу пшеницы, 10-15% ячменного солода и ферментные препараты.

Сокращение продолжительности процесса дображивания возможно из-за использования пшеницы, способствующей лучшему насыщению сусла аминным азотом, а также

благодаря применению сильнображивающих штаммов дрожжей [8, 9].

Фильтровали и разливали исследуемое пиво в соответствии с требованиями действующей технологической инструкции по производству солода и пива.

Выводы. Таким образом, анализируемое готовое пиво из несоложенной пшеницы и пшеничного солода соответствует нормативной документации. При использовании несоложенной пшеницы рекомендуем проводить затиариевание настольным способом как менее длительным и трудоемким.

Список литературы

1. Khokonova M.B., Kashukoev M.V., Tsagoeva O.K. The impact of the activity of a mould fungus culture on the depth of hydrolysis of raw material carbohydrates in alcohol production // *Bioscience biotechnology research communications*. 2021. Vol. 14(3). Pp. 1260–1264.
2. Хоконова М. Б., Хоконов А. Б. Влияние длительности термической обработки несоложенного ячменя на качественные показатели пивного сусла // *От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства. Ресурсосберегающие технологии, технические средства и цифровая платформа АПК. Сборник материалов международной научно-практической конференции*. 2020. С. 97–98.
3. Хоконова М. Б., Цагоева О. К. Качественные показатели продуктов брожения в спиртовом производстве // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. 2019. № 1(23). С. 52–55.
4. Качмазов Г. С. Дрожжи броидильных производств: практическое руководство. СПб.: Лань, 2012. 224 с.
5. Мукайлов М. Д., Ханмагомедов С. Г., Алиева О. Ю. Особенности и индикаторы повышения конкурентоспособности региональной аграрной экономики // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2017. № 3(77). С. 4–10.
6. Хоконова М. Б., Терентьев С. Е. Рациональные способы дозирования хмеля в пивоваренном производстве // *Пиво и напитки*. 2017. № 2. С. 22–24.
7. Серб Е. М., Абрамова И. М., Римарева Л. В., Оверченко М. Б., Игнатова Н. И., Грунин Е. А. Влияние ферментных препаратов на технологические показатели зернового сусла и качество пива // *Пиво и напитки*. 2018. № 1. С. 50–54.
8. Хоконова М. Б., Цагоева О. К. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры солода // *Актуальная биотехнология*. 2019. № 3(30). С. 244–248.
9. Ашхотов Э.Ю., Бегов Р.К., Гладкова Е.В. Экономические и экологические проблемы выбора технологии переработки (утилизации) отходов производства биоэтанола: научное издание. Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых, 2009. 172 с.

References

1. Khokonova M.B., Kashukoev M.V., Tsagoeva O.K. The impact of the activity of a mold fungus culture on the depth of hydrolysis of raw material carbohydrates in alcohol production. *Bioscience biotechnology research communications*. 2021;14(3):1260–1264.
2. Khokonova M.B., Khokonov A.B. The influence of the duration of heat treatment of unmalted barley on the quality indicators of beer wort. *Ot inercii k razvitiyu: nauchno-innovacionnoe obespechenie proizvodstva i pererabotki produktsii rastenievodstva. Resursosberegayushchie tekhnologii, tekhnicheskie sredstva i cifrovaya platforma APK* [From inertia to development: scientific and innovative support for the production and processing of crop products. Resource-saving technologies, technical means and digital platform of the agro-industrial complex]: *sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. 2020. Pp. 97–98. (In Russ.)

3. Khokonova M.B., Tsagoeva O.K. Qualitative indicators of fermentation products in alcohol production. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;1(23):52–55. (In Russ.)
4. Kachmazov G.S. *Drozhzhi brodil'nyh proizvodstv* [Yeast fermentation industries]: *prakticheskoe rukovodstvo*. 2012. 224 p. (In Russ.)
5. Mukailov M.D., Khanmagomedov S.G., Alieva O.Yu. Peculiarities and indicators of improvement of the competitive ability of the regional agrarian economics. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*. 2017;3(77):4–10. (In Russ.)
6. Khokonova M.B., Terent'ev S.E. Rational ways of dosing hop in brewing industry. *Pivo i napitki*. 2017;(2):22–24. (In Russ.)
7. Serba E.M., Abramova I.M., Rimareva L.V., Overchenko M.B., Ignatova N.I., Grunin E.A. Influence of enzyme preparations on the technological parameters of grain wort and the quality of beer. *Beer and drinks*. 2018;1:50–54. (In Russ.)
8. Khokonova M.B., Tsagoeva O.K. Qualitative indicators of grain mash, saccharified by enzymes of the deep culture of malt. *Aktual'naja biotekhnologiya* [Actual biotechnology]. 2019;3(30):244–248. (In Russ.)
9. Ashkhotov E.Yu., Bevov R.K., Gladkova E.V. *Ekonomicheskiye i ekologicheskiye problemy vybora tekhnologii pererabotki (utilizatsii) otkhodov proizvodstva bioetanola* [Economic and environmental problems of choosing a technology for processing (utilization) of bioethanol production waste]: *nauchnoye izdaniye*. Nal'chik: Izdatel'stvo M. i V. Kotlyarovykh, 2009. 172 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

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

Information about the author

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

*Статья поступила в редакцию 16.11.2022;
одобрена после рецензирования 05.12.2022;
принята к публикации 12.12.2022.*

*The article was submitted 16.11.2022;
approved after reviewing 05.12.2022;
accepted for publication 12.12.2022.*



15 ноября 2022 года исполнилось 75 лет одному из ведущих ученых и педагогов России в области физиологии человека и животных, этологии животных, доктору биологических наук, профессору Владимиру Ильичу Максиму. В этот же день он отметил 52-летие научной, педагогической и общественной деятельности.

Владимир Ильич Максимов – профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина» (МГАВМиБ). Он обладает высоким профессионализмом, педагогическим мастерством, творческим, новаторским подходом к совершенствованию методики преподавания физиологии человека и животных, этологии животных. Является автором многих учебников и практикумов, учебных и учебно-методических пособий, научных статей и монографий.

Владимир Ильич родился в семье рабочего и учительницы, и с детства привык много времени уделять труду, что не удивительно для сельского жителя, поступившего по окончании школы в ветеринарный институт по специальности «Ветеринария».

С 1965 по 1970 гг. учился и окончил с отличием старейший в России и один из известнейших в мире Казанский ветеринарный институт имени Н. Э. Баумана, стал ветери-

нарным врачом. В период учебы много времени уделял научным исследованиям (публиковался в Ученых записках института), увлекался спортом. После окончания вуза был рекомендован в очную аспирантуру института, где с 1970 по 1973 гг. на кафедре физиологии сельскохозяйственных животных под руководством заслуженного деятеля науки РФ, доктора биологических наук, профессора В. Ф. Лысова подготовил и защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук по теме «О функциональной активности симпатно-адреналовой системы у телят и ягнят в различные фазы раннего постнатального периода» (1973 г.), а впоследствии и диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук по теме «Гормональный статус органов животных в постнатальном онтогенезе» (1999 г.).

После окончания аспирантуры и защиты диссертации с 1973 по 2000 гг. работал в Казанском ветеринарном институте, вначале ассистентом, а затем доцентом кафедры физиологии сельскохозяйственных животных. В 2000 году был приглашен для работы в МГАВМиБ, где работает по настоящее время на кафедре физиологии животных (ныне – кафедра физиологии, фармакологии и токсикологии) в должности профессора. В 2003-2008 гг. совмещал с работой главного ученого секретаря Ученого совета академии, а в 2008-2016 гг. – проректора Учебно-

методического объединения вузов России по образованию в области ветеринарии и зоотехнии.

В 1978-1982 гг. по рекомендации Союза-гранпоставки работал экспертом-преподавателем в ветеринарном институте в городе Дебре-Зейт, Эфиопия.

Владимир Ильич подготовил в качестве научного руководителя 23 дипломников и 10 кандидатов наук. Являлся научным консультантом 10 докторских диссертаций. В настоящее время осуществляет руководство 4 аспирантами, консультирует выполнение 4 докторских диссертаций.

Владимир Ильич благодаря своей научной и учебно-методической деятельности имеет около 700 публикаций, из них 17 монографий, 10 учебников и 2 практикума, более 40 учебных пособий с грифами МСХ РФ по физиологии и этологии животных для вузов, 3 словаря, 1 авторское свидетельство и 29 патентов на изобретения. Неоднократно выступал с итогами своих научных исследований на съездах отечественных физиологов, международных конгрессах, конференциях и симпозиумах (Украина, Казахстан, Белоруссия, Молдавия, Абхазия, Грузия, Эфиопия, Словакия и др.).

В. И. Максимов – соавтор федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования нового поколения по специальности «Ветеринария» и направлению подготовки «Зоотехния».

Научная деятельность Владимира Ильича посвящена возрастной физиологии человека и животных и этологии животных. В настоящее время направлением научных исследований, сформированной В. И. Максимовым научной школы, является выяснение специфики гормонального статуса тканей всех органов, эндокринных функций и некоторых свойств тканей, иммунного статуса, а также активности тромбоцитарного гемостаза и тонких механизмов его реализации у крупного рогатого скота, лошадей, свиней, овец, птиц и пушных зверей в различные фазы раннего постнатального онтогенеза.

В. И. Максимовым впервые на основе изучения содержания гормонов сформулирована общепризнанная концепция своеобразного морфо-физиологического становле-

ния организма в различные фазы раннего постнатального онтогенеза в зависимости от преобладания влияния соответствующей физиологической доминанты; дан полный анализ содержания гормонов в тканях органов у разных видов сельскохозяйственных животных в зависимости от возраста и влияния различных факторов внешней среды; установлены видовые особенности гормонального статуса тканей органов и определены закономерности его постнатального становления у животных; установлена зависимость концентрации различных гормонов в тканях от степени их структурной зрелости и функциональной активности; показаны возможности гормональной реакции органов, связанные с постнатальным совершенствованием гормональной регуляции; выявлена зависимость гормонального статуса органов животных от функциональной активности симпатической иннервации.

Длительное время В. И. Максимов работал в Экспертном совете ВАК по зоотехническим и ветеринарным наукам, член Физиологического общества имени И. П. Павлова, в настоящее время член диссертационного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук в МГАВМиБ по специальности 1.5.5. Физиология человека и животных и 1.5.4. Биохимия, член редакционных коллегий научных журналов: «Ветеринария, зоотехния и биотехнология», «Российский ветеринарный журнал», «Ветеринария Кубани», «Ученые записки Казанского ветеринарного института», «Труды в МГАВМиБ», «Физиология» НАН Республики Казахстан; был членом Ученого совета ФГУ «Федеральный институт развития образования»; Почетный профессор Казанской государственной академии ветеринарной медицины и Донского государственного аграрного университета, академик Международной академии аграрного образования и др.

Владимир Ильич Максимов за учебно-педагогическую и научную деятельность неоднократно был отмечен наградами: Благодарностью Президента Российской Федерации, званием «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», серебряной и золотой медалями МСХ Российской Федерации «За вклад в

развитие агропромышленного комплекса России», Грамотой Министерства высшего и среднего специального образования СССР; Дипломом Лауреата за III место в конкурсе Гособразования СССР 1990 г. «Новые технологии обучения»; медалью «В память 1000-летия Казани» и многими другими. Он чемпион II (2010 г.) и III (2011 г.) Всероссийской Спартакиады «Здоровье» среди профессорско-преподавательского состава вузов Минсельхоза России по волейболу.

Уважаемый Владимир Ильич!

Примите искренние поздравления с Вашим юбилеем. Вы долгие годы посвящаете себя научной, педагогической и общественной деятельности. Своим профессионализмом и трудолюбием Вы подаете пример молодому поколению.

Желаем Вам крепкого здоровья, благополучия, долгой и счастливой жизни в кругу близких людей и успехов в дальнейшей работе.

**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, пр. 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 – *Батырова И. В.*
Технический редактор – *Казаков В. Ю.*
Перевод – *Гоова Ф. И.*
Верстка – *Рулёва И. В.*

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В. М. КОКОВА



Подписано в печать 20.12.2022 г. Дата выхода в свет 29.12.2022 г.

Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₈.

Бумага офсетная. Усл.п.л. 18,1. Тираж 300.

Цена свободная.

Адрес издателя: 360030, Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-67-13
E-mail: kbgsha@rambler.ru

Адрес редакции: 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-59-39
E-mail: kbgau.rio@mail.ru

Адрес типографии: 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-95-84
E-mail: kbgau.tipografiya@mail.ru