

Научная статья

УДК 633.853.494:664.723

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

## Инновационный способ сушки семян масличных культур на примере рапса

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

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

<sup>1</sup>a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

<sup>2</sup>imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>

<sup>3</sup>aslan-01.75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

<sup>4</sup>zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4823-4362>

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы сушки семян масличных культур, что характеризуется снижением их влажности до уровня стойкого сохранения всхожести и других биологических свойств, которые определяют потенциальную урожайность. Влажность устойчивого хранения семян – это такая влажность, при которой биологические процессы в них сведены к минимуму. Вода теряется семенем из поверхности путем испарения или диффузии (при контактной сушке). Интенсивность испарения воды из поверхности семени в значительной мере зависит от условий окружающей среды. Из внутренних частей семени к поверхности вода поступает в результате образования градиента влажности. Поэтому в соответствии с научными принципами технологии сушки способ проведения процесса и его оптимальный режим следует выбирать в зависимости от свойств семян, как объекта сушки. В работе использованы в качестве генераторов инфракрасного излучения терморadiационные лампы накаливания. Суть инфракрасного излучения при сушке заключается в пробуждении атомов и молекул, которое происходит при их тепловом движении. Исследованы способы применения инфракрасного облучения для сушки и повышения всхожести рапсовых семян при получении семенного фонда и обоснован выбор типа излучателя нагрева семян при различных режимах процесса.

**Ключевые слова:** зерновые культуры, сушка, семена, влажность, инфракрасное излучение

**Для цитирования.** Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Эржибов А. Х., Жирикова З. М. Инновационный способ сушки семян масличных культур на примере рапса // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 83–90.

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

Original article

## Innovative drying method of oilseeds on the example of rapeseed

Alim Yu. Kishiev<sup>✉1</sup>, Irina M. Khanieva<sup>2</sup>,  
Aslan Kh. Erzhibov<sup>3</sup>, Zaira M. Zhirikova<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup>a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

<sup>2</sup>imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>

<sup>3</sup>aslan-01.75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

<sup>4</sup>zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4823-4362>

**Annotation.** This article discusses the issues of drying oilseeds, which is characterized by a decrease in their moisture content to the level of persistent germination and other biological properties that determine the potential yield. The humidity of stable storage of seeds is such a humidity at which biological processes in them are minimized. Water is lost by the seed from the surface by evaporation or diffusion (during contact drying). The intensity of water evaporation from the seed surface largely depends on environmental conditions. Water flows from the inner parts of the seed to the surface as a result of the formation of a moisture gradient. Therefore, in accordance with the scientific principles of drying technology, the method of carrying out the process and its optimal mode should be chosen depending on the properties of the seeds as the object of drying. In this work, thermoradiation incandescent lamps were used as generators of infrared radiation. The essence of infrared radiation during drying is the awakening of atoms and molecules, which occurs during their thermal movement. Methods for using infrared irradiation for drying and increasing the germination of rapeseed seeds in obtaining seed stock have been studied and the choice of the type of seed heating radiator under various process modes has been substantiated.

**Keywords:** grain crops, drying, seeds, humidity, infrared radiation

**For citation.** Kishev A.Yu., Khanieva I.M., Erzhilov A.Kh., Zhirikova Z.M. Innovative drying method oilseeds on the example of rapeseed. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):83–90. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-83-90

**Введение.** Качественная сушка зерна, зернопродуктов и других сельскохозяйственных культур является неотъемлемым этапом обработки полученной продукции. Устойчивое состояние зерна при хранении обеспечивается в первую очередь сушкой. Лишь в том случае, когда из пищевого зерна или семян удалена свободная влага, продукция может оставаться в хорошем состоянии несколько месяцев [1]. По результатам современных исследований, одним из наиболее перспективных способов является сушка инфракрасным излучением (ИК) [2–4]. Однако при инфракрасном теплоподводе на поверхности зерна создается более высокая плотность теплового потока в (20-100 раз), чем при конвективном теплоподводе. Это приводит к очень быстрому нагреву зерна до предельно допустимой температуры, тогда как влажность его за короткий промежуток времени снижается незначительно. К тому же вследствие слабой проницаемости зерна инфракрасными лучами весь поток тепла сосредотачивается на поверхности зернового слоя. В глубину слоя толщиной в одно зерно проходит около 20% всей подающей энергии, а через слой в два зерна – всего лишь 5%. Поэтому для создания промышленной сушилки требуются большие поверхности, на которых должно размещаться тонким слоем высушиваемое зерно [5]. Таким обра-

зом, сушка зернового материала при минимальном расходе энергии является актуальной задачей агропромышленного комплекса, решение которой должно включать в себя обоснование режимов ИК-обработки [4].

Чтобы обеспечить сохранность полезных свойств исходного материала при хранении и свойств материала, который и в ряде случаев улучшает эти свойства, является процесс сушки. Это касается в большей степени сушки сельскохозяйственных культур, которые обладают рядом особенно важных физиолого-биохимических явлений, обусловленных свойствами самого исходного материала. Поэтому, чтобы достичь максимальных результатов при сушке сельскохозяйственных культур, необходим метод проведения этого процесса и оптимальный режим для каждой культуры. При обосновании режимов терморadiационной сушки необходимо дополнительно учитывать оптические свойства материалов (продуктов) и специфические особенности механизма процесса [1].

При инфракрасном излучении плотность теплового потока на поверхности материала значительно больше (в 20-100 раз), чем при конвективной сушке. В зависимости же от спектральной характеристики облучаемого материала и температуры излучателя, от которой зависит длина волны, инфракрасные лучи способны проникать в толщу материала

и более глубоко воздействовать на молекулярную структуру материала, чем при конвективной сушке.

Рапс – культура больших потенциальных возможностей, хорошо приспособленная к условиям умеренного климата России. Семена рапса – важный источник получения дешевого многофункционального растительного масла и высокобелковых кормов. Они содержат 40-47% масла, 21-27% белка. Средняя урожайность семян озимого рапса в зонах его товарного производства – 25-27 ц/га, максимальная – 40-42 ц/га [2].

Уборка рапса производится, как правило, прямым комбайнированием в конце августа – в первой половине сентября. К этому времени семена достигают восковой спелости. Влажность собранных семян при сухой погоде составляет 12-15%, во влажные годы до 25-28%. Поэтому возникает проблема доведения влажности материала до уровня перед последующей переработкой или хранением, с сохранением исходных физико-химических и биологических параметров семян.

**Методы исследований.** Опыт показывает, что наибольшее распространение в качестве генераторов инфракрасного излучения получили терморadiационные лампы накаливания. Источником излучения в них является спираль из вольфрамовой проволоки, которая может быть рассчитана на любую температуру. Колбы ламп заполняют инертными газами, с целью снижения скорости испарения материала нити и оседания его на колбе.

В семеноводческих хозяйствах семена рапсовых культур сушат до влажности 8-10%, товарные семена, предназначенные для переработки на масло – до 6-8%. При больших севооборотах остро встает вопрос сохранения качественных характеристик семенного материала в процессах сушки и хранения, а так же экономии энергоресурсов при его переработке методом внедрения энергосберегающих технологий [3].

При конвективной сушке необходимо, чтобы объем теплоносителя был значительно больше объема, занимаемого высушиваемой массой, а расход энергии постоянно восполнялся, последнее условие обычно удовлетворяется созданием потока теплоносителя, пропускаемого предварительно через калорифер,

радиатор или какое-либо другое нагревающее устройство. Это приводит к очень неэффективному использованию тепловой энергии, высоким энергетическим затратам и низкому термическому коэффициенту полезного действия (КПД) установок [4, 5].

Выбранный нами инфракрасный способ сушки семян обладает рядом весомых преимуществ:

1. Воздух вокруг высушиваемого материала не является теплоносителем, поэтому при пропорциональном теплообмене потери теплоты минимальны, а КПД установки – больше.

На теплопередачу большое влияние оказывает воздух, который не является теплопередающей средой. Чем меньше перепад температур между воздухом и облучаемой поверхностью, тем меньше температурный градиент в материале и равномернее его нагрев. Большой температурный градиент внутри нагреваемого тела (семя, зерно), зачастую становится причиной разрушений: трещин, короблений и т.п. Поэтому, как правило, в установках для радиационного нагрева поддерживается минимальный перепад температур воздуха и нагреваемой массы [6, 7].

2. Если семена рапса, которые находятся на сушке, не контактируют с излучателем, это не является помехой для лучшего процесса передачи тепла.

3. Чтобы эффективно управлять способами сушки и нагрева массы, необходимо знать влияние характеристик материалов, таких как поглощение, отражение и пропускание между ними инфракрасных лучей [8].

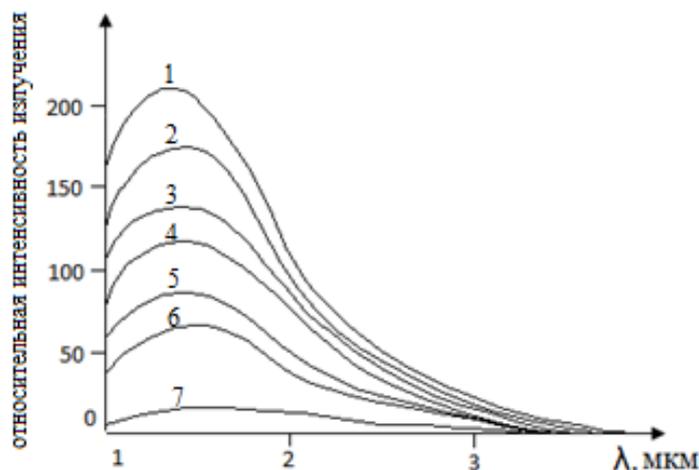
Электрические генераторы инфракрасного излучения характеризуются подводимым напряжением и мощностью, рабочей температурой, плотностью облучения, спектральным составом генерируемого излучения, конструкцией, формой, размерами и т.д.

**Результаты исследований.** В используемых инфракрасных лампах температура нити, по сравнению с обычными осветительными лампами, значительно ниже и составляет 2200-2700°C, поэтому светоотдача инфракрасных ламп составляет примерно 1/3 светоотдачи обычных ламп и 80-90% подводимой электроэнергии преобразовывается в них в энергию инфракрасного излучения. Общий КПД ламп с учетом всех потерь равен примерно 70-80%. Длина волны макси-

мула излучения приходится на участок  $\lambda_{\text{макс}}=1,05-1,25$  мкм, основная часть излучения приходится на участок инфракрасного спектра с длиной волн  $\lambda_{\text{макс}} = 0,8-3,5$  мкм.

Важной особенностью спектров инфракрасных ламп с вольфрамовой нитью является то, что положение максимума излучения почти не смещается при снижении напряжения до 50% от номинального. При снижении напряжения до 25% от номинального (температура нити лампы при этом со-

ставляет  $1400^{\circ}\text{K}$ ) максимум излучения приходится примерно на длину волны 1,6 мкм (рис. 1). Неподчинение излучения вольфрама закону Вина приводит к тому, что спектр ламп может изменяться практически весьма незначительно, что дает возможность дополнительно задавать необходимый режим сушки, варьируя напряжение на лампе и её мощностью, не изменяя спектрального состава излучения.



**Рисунок 1.** Спектры излучения инфракрасной лампы, мощность  $P = 40$  Вт:  
1 –  $U=220$  В,  $T=1973^{\circ}\text{K}$ ; 2 –  $U=200$  В,  $T=1900^{\circ}\text{K}$ ; 3 –  $U=180$  В,  $T=1850^{\circ}\text{K}$ ; 4 –  $U=160$  В,  $T=1810^{\circ}\text{K}$ ;  
5 –  $U=140$  В,  $T=1710^{\circ}\text{K}$ ; 6 –  $U=120$  В,  $T=1680^{\circ}\text{K}$ ; 7 –  $U=60$  В,  $T=1425^{\circ}\text{K}$   
**Figure 1.** Radiation spectra of an infrared lamp with a power of 40 watts:  
1 –  $U=220$  В,  $T=1973^{\circ}\text{K}$ ; 2 –  $U=200$  В,  $T=1900^{\circ}\text{K}$ ; 3 –  $U=180$  В,  $T=1850^{\circ}\text{K}$ ; 4 –  $U=160$  В,  $T=1810^{\circ}\text{K}$ ;  
5 –  $U=140$  В,  $T=1710^{\circ}\text{K}$ ; 6 –  $U=120$  В,  $T=1680^{\circ}\text{K}$ ; 7 –  $U=60$  В,  $T=1425^{\circ}\text{K}$

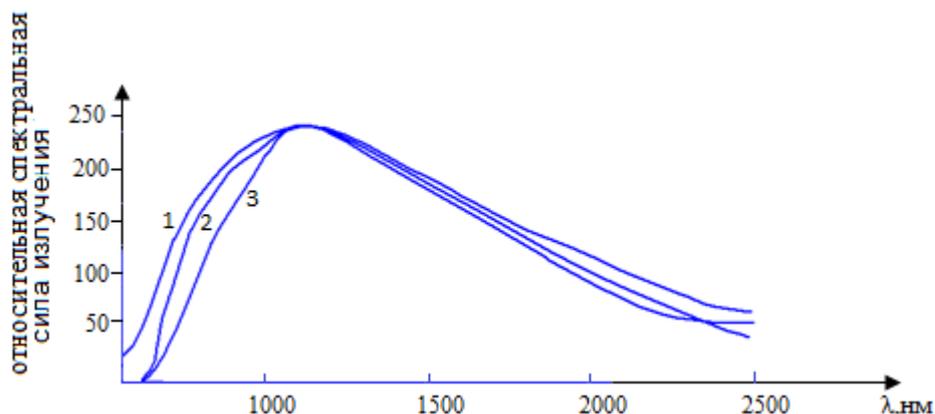
Таким образом, снижение мощности излучателя обеспечивает энергосберегающий режим работы всей установки, а следовательно, повышение его КПД. Вышеизложенное показывает, что инфракрасные лампы с вольфрамовой нитью весьма удобны с точки зрения управления интенсивностью теплового потока при радиационной сушке.

Оптические характеристики применяемых инфракрасных излучателей по своему спектральному составу, в номинальном режиме работы во многом схожи и зачастую отличаются лишь интенсивностью генерируемого излучения, величину которой лимитирует мощность излучателя.

Сравнительная характеристика оптических свойств инфракрасных излучателей

различных производителей (лампы накаливания E27), мощностью 500 Вт приведены на рис. 2. Из приведенных данных видно, что сравниваемые лампы близки по своим оптическим характеристикам.

Известно, что ряд сельскохозяйственных культур: кормовые бобы, люцерна, рапс и др. характеризуются так называемой, «твердосемянностью». Часто семена этих культур, особенно после конвективной сушки, имеют пониженную всхожесть, что многие объясняют низкой влаго- и газопроницаемостью семенной оболочки. Очевидно, причиной этого является неравномерная сушка по сечению семени, вследствие чего оболочка, а, возможно, и расположенный под ней слой имеют не достаточную пористость.



**Рисунок 2.** Сравнительная характеристика оптических свойств инфракрасных излучателей:

1 – U=220 В, T=1973°K; 2 – U=200 В, T=1900°K; 3 – U=180 В, T=1850°K

**Figure 2.** Comparative characteristics of optical properties of infrared emitters:

1 – U=220 В, T=1973°K; 2 – U=200 В, T=1900°K; 3 – U=180 В, T=1850°K

В то же время экспериментально обнаружено, что при инфракрасном облучении семян всхожесть их заметно повышается. Это явление обусловлено проникновением коротковолнового излучения внутрь семян, что способствует более равномерной термической обработке и сушке, и в связи с этим повышению проницаемости оболочки.

На сегодняшний день, наиболее перспективным способом обработки, обеспечивающим повышение всхожести семян, считается инфракрасное облучение. Изучение этого процесса проводил Д. Уоркс. Его экспериментальная установка была выполнена в виде ленточного конвейера, над которым находилась пятисотваттная кварцевая лампа инфракрасного излучения. За счет изменения

скорости ленты, продолжительность облучения можно было изменять в пределах 1-10 с; расстояние между излучателем и лентой изменялось посредством перемещения кронштейна, температура накала нити регулировалась за счет изменения напряжения питания. Опыты проводились при различном напряжении и соответствующем изменении продолжительности облучения.

Из результатов проведенной работы следует, что при кратковременной обработке инфракрасными лучами семян различных сортов рапса значительно увеличивается их всхожесть (табл. 1); при этом со снижением напряжения продолжительность обработки несколько увеличивается.

**Таблица 1.** Показатели всхожести различных сортов семян рапса, обработанных инфракрасными лучами

**Table 1.** Germination rates of various varieties of rapeseed treated with infrared rays

Указатели	Сорт семян							
	Амулет	Рейнджер	Галанг	Приз	Сармат	Лорис	Таврион	Викинг - ВНИИМК
Всхожесть необработанных семян, %	80,2	76,5	72,7	71,4	65,4	71,4	81,4	82,7
Всхожесть семян после инфракрасного облучения при следующих режимах, %:								
а) напряжение 110 В продолжительность облучения 1,41 с	98,4	97,3	98,6	93,4	99,9	100,0	96,1	98,7
б) напряжение 130 В продолжительность облучения 1,01 с	98,1	96,4	98,1	91,5	99,2	98,9	93,6	97,9

Из данных таблицы видно, что при кратковременной обработке инфракрасными лучами, семена различных сортов рапса положительно реагируют и значительно увеличивается их всхожесть, и максимальный результат был получен у сорта Лорис – 100,0%, а минимальный показатель был у сорта Приз – 93,6%; при этом со снижением напряжения продолжительность обработки несколько увеличивается. Результаты показывают, что все сорта дали лучшую всхожесть при кратковременной обработке инфракрасными лучами.

В целях стабилизации напряжения питания, обеспечивающего постоянную температуру нити лампы, были проведены опыты с использованием генератора постоянного тока. В этом случае продолжительность облучения может быть еще несколько сокращена (при напряжении 130 В она составляла около 0,8 с).

**Выводы.** Резюмируя изложенное, можно прийти к выводу о перспективности применения инфракрасного облучения для сушки и повышения всхожести рапсовых семян при получении семенного фонда.

1. Можно отметить, что при кратковременной обработке инфракрасными лучами семена различных сельскохозяйственных культур положительно реагируют и значительно увеличивается их всхожесть, и максимальный результат был получен у сорта Лорис – 100,0%, а минимальный показатель был у сорта Приз – 93,6%; при этом со снижением напряжения продолжительность обработки несколько увеличивается.

2. Снижение мощности излучателя обеспечивает энергосберегающий режим работы всей установки, а следовательно, повышение его КПД. Вышеизложенное показывает, что инфракрасные лампы с вольфрамовой нитью весьма удобны с точки зрения управления интенсивностью теплового потока при радиационной сушке.

3. Экспериментально обнаружено, что при инфракрасном облучении семян всхожесть их заметно повышается. Это явление обусловлено проникновением коротковолнового излучения внутрь семян, что способствует более равномерной термической обработке и сушке, и в связи с этим повышению проницаемости оболочки.

### Список литературы

1. Гинзбург А. С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. Москва: Пищевая промышленность, 1966. 407 с.
2. Григорьев И. В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур, нетрадиционных и редких растений: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02. М., 2010. 210 с.
3. Долгих П. П., Кулаков Н. В., Лоц Е. В. Исследование инфракрасного способа сушки зерна // Вестник КрасГАУ. 2016. №12. С. 85–92.
4. Зуев Н. А., Рудобашта С.П., Зуева Г. А., Зотова Е. Ю. Совмещенный процесс сушки и стимуляции семян с помощью импульсного инфракрасного излучения // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. № 3. 2013. С. 7–9.
5. Новоселов Ю. К., Дедаев Г. А. Рекомендации по уборке, сушке и очистке семян в Московской области. Москва, 1988. 12 с.
6. Рудобашта С. П. Проничев С.А. Кинетика импульсной инфракрасной сушки зерна в монослое // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. 2006. № 3. С. 53–55.
7. Ханиева И. М., Жеруков Т. Б., Кишев А. Ю. Продуктивность и качество урожая подсолнечника в зависимости от вертикальной зональности // Международные научные исследования. 2017. № 3(32). С. 185–189.
8. Бербеков К. З., Кишев А. Ю., Мамсиров Н. И., Жеруков Т. Б. Эффективность применения регуляторов роста на посевах подсолнечника в условиях Кабардино-Балкарской республики // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2018. № 3(226). С. 113–117.

### References

1. Ginzburg A.S. Infrakrasnaya tekhnika v pishchevoj promyshlennosti. [Infrared technology in the food industry]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1966. 407 p. (In Russ.)

2. Grigor'ev I.V. Pulse infrared drying of seeds of vegetable crops, non-traditional and rare plants: *dis. ... kand. tehn. nauk* [dis. ... cand. tech. Sciences]. Moscow, 2010. 210 p. (In Russ.)
3. Dolgih P.P., Kulakov N.V., Lots E.V. The research of infra-red way of grain drying. *Bulletin of Kras-GAU*. 2016;(12):85–92. (In Russ.)
4. Zuev N.A., Rudobashta S.P., Zueva G.A., Zotova E.Y. The combined process of drying and stimulation of seeds by means of pulse infrared radiation. *Vestnik of federal state educational institution of higher professional education "Moscow state agroengineering university named after V.P. Goryachkin"*. 2013;(3):7–9. (In Russ.)
5. Novoselov Yu.K., Dedaev G.A. *Rekomendatsii po uborke, sushke i ochistke semjan v moskovskoj oblasti*. [Recommendations for cleaning, drying and cleaning seeds in the Moscow region]. Moscow, 1988. 12 p. (In Russ.)
6. Rudobashta S.P., Pronichev S.A. *Kinetika impul'snoj infrakrasnoj sushki zerna v monosloe* Kinetics of pulsed infrared drying of grain in a monolayer]. *Vestnik FGOU VPO MGAU. Agroinzhenerija*. 2006;(3):53–55. (In Russ.)
7. Khanieva I.M., Zherukov T.B., Kisev A.Yu. Productivity and quality of sunflower harvest as a function of vertical zonality. *International scientific researches*. 2017;3(32):185–189. (In Russ.)
8. Berbekov K.Z., Kisev A.Yu., Mamsirov N.I., Zherukov T.B. Efficiency of use of growth regulators on crops of sunflower in the Kabardino-Balkarian republic. *The Bulletin of the Adyghe State University. Series 4: Natural-Mathematical and Technical Sciences*. 2018;3(226):113–117. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

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

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

**Эржибов Аслан Хажмуратович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Садоводство и Лесное дело», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2210-4880, Author ID: 486693

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

#### Information about the authors

**Alim Yu. Kisev** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department "Agronomy", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2237-8388, AuthorID: 343309

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

**Aslan Kh. Erzhibov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department "Gardening and Forestry", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2210-4880, Author ID: 486693

**Zaira M. Zhirikova** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4378-8131, Author ID: 742730

---

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

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

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

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

---

*Статья поступила в редакцию 25.04.2022;  
одобрена после рецензирования 11.05.2022;  
принята к публикации 16.05.2022.*

*The article was submitted 25.04.2022;  
approved after reviewing 11.05.2022;  
accepted for publication 16.05.2022.*