

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-111-123>
УДК 635.74

В.Н. Прохоров

Институт экспериментальной ботаники им.
В.Ф. Купревича НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

Конфликт интересов: Автор заявляет
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Прохоров В.Н. Нигелла –
ценная хозяйственно-полезная культура
(обзор литературы). *Овощи России*.
2021;(4):111-123.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-111-123>

Поступила в редакцию: 14.06.2021

Принята к печати: 25.07.2021

Опубликована: 25.08.2021

Valery N. Prokhorov

Federal State Scientific Institution “V.F.
Kuprevich Institute of experimental botany
National academy of Science of Belarus”
Minsk, Belarus

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

For citations: Prokhorov V.N. Nigella is a valuable
economically useful crop (literature review).
Vegetable crops of Russia. 2021;(4):111-123. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-111-123>

Received: 14.06.2021

Accepted for publication: 25.07.2021

Accepted: 25.08.2021

Нигелла – ценная хозяйственно- полезная культура (обзор литературы)



Резюме

Важнейшей задачей устойчивого развития современного сельского хозяйства является увеличение биологического разнообразия возделываемых культур. В последние годы в связи с глобальным изменением климата расширились возможности использования более теплолюбивых культур в новых агроэкологических зонах. Проблема увеличения биологического разнообразия овощной продукции во многом зависит от интродукции нетрадиционных видов растений, с одновременной оценкой исходного материала для его использования в хозяйственно-полезных целях и создания адаптированных к местным условиям сортов и гибридов. В этом плане большой интерес среди малораспространенных видов растений представляет нигелла (*Nigella* L.). Это одна из самых известных пряно-ароматических культур в странах Средиземноморья и Средней Азии, обладающей широким спектром биологически активных соединений и уникальными лекарственными свойствами. В обзорной статье приведены сведения о происхождении, биологических особенностях и селекции культуры. Дан краткий обзор пищевых, лекарственных и других хозяйственно-полезных свойств, а также рассмотрены основные элементы технологии выращивания нигеллы. Показано, что возделывание этой культуры предоставит возможность расширить ассортимент нетрадиционных растений и быть перспективным возобновляемым источником ценного растительного сырья, который найдет применение в различных областях: в сельском хозяйстве, в пищевой, фармацевтической, парфюмерной и косметологической промышленности, а также в декоративном садоводстве.

Ключевые слова: нигелла посевная, нигелла дамасская, химический состав, фармакологические свойства, биология развития, возделывание, селекция

Nigella is a valuable economically useful crop (literature review)

Abstract

The most important task for the sustainable development of modern agriculture is to increase the biological diversity of cultivated crops. In recent years, due to global climate change, the possibilities of using more thermophilic crops in new agro-ecological zones have expanded. The problem of increasing the biological diversity of vegetable products largely depends on the introduction of non-traditional plant species, with a simultaneous assessment of the initial material for its use in economically useful purposes and the creation of varieties and hybrids adapted to local conditions. In this regard, *Nigella* L. is of great interest among rare plant species. It is one of the most famous spicy-aromatic crops in the Mediterranean and Central Asia, possessing a wide range of biologically active compounds and unique medicinal properties. The review article provides information on the origin, biological characteristics and breeding of the culture. A brief review of food, medicinal and other economically useful properties is given, as well as the main elements of the technology for growing *nigella* are considered. It is shown that the cultivation of this culture will provide an opportunity to expand the range of non-traditional plants and be a promising renewable source of valuable plant raw materials, which will find application in various fields: in agriculture, in the food, pharmaceutical, perfumery and cosmetic industries, as well as in ornamental gardening.

Keywords: *Nigella damascena* L., *Nigella sativa* L., chemical composition, pharmacological properties, developmental biology, cultivation, selection

Введение

Важнейшей задачей устойчивого развития современного сельского хозяйства является увеличение биологического разнообразия возделываемых культур. На проведенной в 2019 году в Риме семнадцатой очередной сессии комиссии ФАО по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства генеральный директор ФАО Жозе Грациану да Силва особо подчеркнул «Биоразнообразие имеет решающее значение для обеспечения глобальной продовольственной безопасности, поддержания здорового и полноценного питания, улучшения условий жизни в сельских районах и повышения устойчивости людей и сообществ. Нам необходимо использовать биоразнообразие устойчивым образом, чтобы мы могли лучше реагировать на растущие проблемы изменения климата и производить продукты питания таким образом, чтобы не наносить вред окружающей среде». В настоящее время из примерно 6000 видов растений, выращиваемых в пищу, менее 200 вносят существенный вклад в производство продовольствия в мире, и только на девять (сахарный тростник, кукуруза, рис, пшеница, картофель, соевые бобы, плоды масличных пальм, сахарная свекла и маниока) приходится 66 процентов от общего производства сельскохозяйственных культур, из которых 3 вида (пшеница, рис и кукуруза) обеспечивают 48% среднесуточных потребляемых калорий [1].

В последнее время значительно ускорилось глобальное изменение климата, что открыло перед человечеством возможность увеличения биологического разнообразия возделываемых сельскохозяйственных культур, путем интродукции теплолюбивых культур в более северных широтах. Среди большого спектра перспективных новых и малораспространенных культур важное место занимает нигелла (чернушка, черный тмин), родиной которой является Средиземноморье. Это широко известное в южных странах с библейских времен лекарственное пряно-ароматическое растение, которое характеризуется не только высоким содержанием биологически активных соединений, но и способностью выводить из организма человека радионуклиды и соли тяжелых металлов [2]. В настоящее время ее уникальные полезные для человека свойства широко изучаются во всем мире [3].

Распространение и история применения

Род Чернушка (*Nigella*) принадлежит к семейству лютиковых (*Ranunculaceae*), в который входит около 25 видов, распространенных в Западной Европе, Северной Африке и Западной Азии. 10-11 видов встречаются на территории России и сопредельных стран. На Украине произрастает около 10 видов в степях, на сорных местах, в посевах. В Беларуси как заносное, изредка встречается нигелла полевая (*Nigella arvensis* L.) [4].

В мировой практике находят использование в основном растения четырех видов: *Nigella damascena* L. (чернушка дамасская) – растет в Европейской части и на Кавказе и возделывается в небольших количествах (рис. 1А), *N. sativa* L. (ч. посевная) – в настоящее время наиболее распространена благодаря широкому культивированию в разных странах (рис. 1Б), *N. indica* (чернушка индийская) – произрастают в Индии, Афганистане, Пакистане и *N. grandulifera* (чернушка железистая) – встречается в Туркменистане и в западных районах Китая. Наибольшее практическое применение получили чернушка посевная и чернушка дамасская, которым посвящена эта обзорная статья.

Одна из самых известных и популярных восточных пряностей чернушка имеет много других названий, среди которых – «калинджи», «калонги», «индийский тмин», «кумин», «римский кориандр», «джира», «кмин», «седана», «шабрей», «кецах», «девица в зелени», «волосы Венеры», «простоволосая невеста», «дьявол в кустах», «луковое семя», «мускатный цветок», «черный сезам» [5]. Название черный тмин нигелле дали португальские и турецкие купцы, а изначально эту культуру называли зира [6-9]. В мусульманских странах ее также чаще называют черным тмином или черными семенами. В России растения нигеллы называют чернушкой. Во многих англоязычных странах различные виды чернушек называют Love-in-mist, что в буквальном переводе означает «любовь в тумане». В англоязычных научных источниках ее называют **Black Seed**.

История применения масла черного тмина в народной медицине стран Азии, Африки, Средиземноморья и Ближнего Востока насчитывает более 3000 лет. Небольшие сосуды с маслом чернушки посевной были обнаружены в гробнице египетского фараона



Рис. 1. Цветки нигеллы дамасской (А) и нигеллы посевной (Б)
Fig. 1. Flowers of *Nigella damascena* (A) and *Nigella sativa* (B)

Тутанхамона. Входила в ассортимент лекарственных трав в монастырских садах средневековой Европы. Так по приказу короля франков, первого императора Священной Римской империи Карла Великого (768-814 годы), а позднее короля Франции Людовика IX Святого (1226-1270 годы) монахи в монастырских садах и крестьяне в Европе должны были на своих участках выращивать "черный тмин" как ценное лекарственное и пряное растение. Рескрипт (812 год) Карла Великого содержал список около шестидесяти названий лекарственных и декоративных растений. Этот список переписывался и рассылался затем по монастырям всей Европы, что способствовало ее распространению. В исламе упоминается в Коране, а семена нигеллы рассматриваются как одна из величайших форм лечения лекарствами. В мусульманской религии нигелла считается растением Пророка Мухаммеда, который назвал её «средством от всех болезней» – и сказал: «Использовать черный тмин без сомнения, это лекарство от всех болезней кроме смерти» [10-11]. Упоминается в медицинских трактатах Гиппократ, Диоскорида, Авиценны и других знаменитых ученых древних веков. Очень распространенное растение среди всех древних лекарственных систем, таких как аравийская, китайская, унани, аюрведа, сидха и тибб. Древние травники считали его «травой с небес» [12]. О использовании чернушки в кухне и медицине писал средневековый персидский ученый Аль-Бируни. Знаменитый персидский ученый и врач Авиценна (Ибн-Сина) в своем трактате «Канон врачебной науки» писал, что «Чернушка стимулирует энергию силы и помогает сохранять здоровье» [13].

Нигелла посевная широко возделывается в основном в южном полушарии. Основные районы возделывания: Индия, Китай, Саудовская Аравия, Турция, Иран, Ирак, Пакистан, Египет, Тунис, Нигер, Марокко, Судан, Эфиопия, Средняя Азия, Кавказ и Закавказье, Испания, США [14] (табл. 1). В России в большом количестве возделывается в южных районах (Дагестане и Ставропольском крае). Основная часть продукции в виде семян черного тмина и масла поступает из Индии и Египта.

Таблица 1. Основные страны возделывания нигеллы посевной по континентам

Table 1. Main countries of cultivation of *Nigella sativa* by continents

Континенты, части света	Страны
Европа	Германия, Испания, Молдова, Польша, Россия, Украина, Франция
Азия	Азербайджан, Армения, Афганистан, Бангладеш, Индия*, Ирак, Иран, Иордания, Казахстан, Китай, Ливан, Малайзия, Непал, Пакистан, Саудовская Аравия, Сирия, Таджикистан, Турция, Узбекистан, Шри-Ланка
Африка	Египет*, Ливия, Судан, Тунис, Эфиопия,
Северная Америка	США

* - основные экспортеры семян нигеллы посевной мире

Основной экспортер семян нигеллы на мировом рынке - Индия, где выращивается на площади около 9000 га, при производстве 7000-8000 тонн [15]. В странах Средиземноморья нигелла рассматривается как высокорентабельная культура в органическом земледелии [16]. В США завезена колонистами в 1600-х годах. Культивируют, главным образом, для получения семян, которые впоследствии используются для получения растительного масла. Находит применение в качестве эфиромасличного, пряно-ароматического и лекарственного растительного сырья в пищевой (хлебобулочной, кондитерской, мясной, рыбной), парфюмерно-косметической и фармацевтической промышленности, а также в сельском хозяйстве (в виде кормовых добавок в животноводстве, птицеводстве и рыбноводстве, а также в ветеринарии) и декоративном садоводстве [17-18]. Медонос [19].

Применение в кулинарии

Кулинарное применение семян довольно разнообразно, особенно это характерно для индийской кухни. Используется для приготовления традиционного индийского соуса чатни. Придает пикантность и остроту мясным или рыбным блюдам, улучшает вкус чечевицы и овощных. Семена добавляют в хлеб и выпечку, ароматизируют желе, муссы и мороженое. В Индии семена для улучшения аромата и вкуса часто обжаривают в горчичном масле. В арабской кухне семена широко используются для консервирования, а также в блюдах из мяса, рыбы, птицы. На Среднем Востоке (особенно в Турции) применяют при выпечке хлеба и лепешек, посыпая их семенами, как маковым семенем. В Киргизии чернушкой ароматизируют лепешки и чай, в Узбекистане – холодный суп с молотком. В европейской кухне семена нигеллы используются, прежде всего, в хлебобулочных и кондитерских изделиях, а также в компотах, киселях, желе [13, 20]. В США масло нигеллы посевной добавляют к американской шоколадной выпечке – брауни [21]. В Индии добавляют вместе с пажитником в чатни (хлеб из пшеничной муки) для снижения избыточного веса [22]. В Сардинии (Италия) считают, что это растение придает особый вкус сардине – рыбе, от которой пошло название их родного острова. В России ее семена как заменитель черного перца использовали при квашении капусты, солении огурцов и арбузов, а также добавляли в выпечку для ароматизации сдобных булочек, хлебцев, кренделей и др. Листья в течение всего вегетационного периода можно употреблять в пищу, добавлять в различные салаты с базиликом, петрушкой, кориандром, укропом. Жирное масло из семян нигеллы является наиболее ценным продуктом комплексной переработки и представляет наибольший интерес для использования в масложировой пищевой промышленности [23]. Жмых из семян нигеллы посевной получают путем холодного отжима масла из семян без использования растворителей, благодаря чему в нем остается много масла (до 10-15%) [10]. В гранулированном шроте содержится 21,3% сырого жира с коэффициентом перевариваемости 88, БЭВ – 30,9, переваримого протеина – 135,7 г/кг [24].

Учеными из Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И.Вавилова была разрабо-

тана технология производства халяльного паштета из печени индейки методом обогащения маслом нигеллы. Продукт может быть рекомендован для употребления в пищу подросткам, беременным женщинам, людям, страдающим заболеваниями сердечно-сосудистой системы и пожилого возраста [25]. Известная швейцарская компания *Nestlé* оформила патент на использование чернушки в экологически чистых продуктах бренда детского питания *NaturNes* для улучшения усвояемости и снижения частоты аллергических пищевых реакций [26]. Выпускаются микрокапсулы, содержащие экстракт нигеллы посевной, которые используются в качестве профилактического антиоксиданта [27].

Семена чернушки посевной обладают сильным пряно-перечным ароматом. Чернушка дамасская отличается сильным ароматом земляники, но в пищевой промышленности ее семена не используют из-за горечи [28-29]. Семена растирают только перед употреблением, в противном случае очень быстро пропадает их аромат. Масло чёрного тмина (*Black seed oil*) представляет собой маслянистую жидкость светло-жёлтого цвета с острым пряным запахом, с кислотным числом 1,5, числом омыления 151, эфирным числом 150, йодным числом 84 [30].

Применение в медицине и химический состав

Химический состав

Химический состав семян чернушки в зависимости от места произрастания и условий возделывания изменяется в широких пределах и наиболее полно изучался в странах арабского мира (по результатам исследований в более 50 научно-исследовательских центрах опубликовано свыше 200 научных публикаций). На территории СНГ такие исследования наиболее развиты в Дагестане, Ставрополье, Крыму и Беларуси. Установлено, многочисленные фармакологические эффекты нигеллы находятся в тесной корреляции с большим разнообразием в семенах нигеллы биологически активных соединений (более 100 соединений) [31-32]. В состав семян нигеллы посевной входят жиры (до 53%), белки (16-28,3%), углеводы (24,9-33,9%), эфирные масла (до 1,4-1,9%) [13, 33] и другие классы соединений.

Жирное масло, получаемое методом холодного прессования, состоит преимущественно из ненасыщенных жирных кислот (до 85% и более): в основном линолевой *омега-6* (50-60%), олеиновой *омега-9* (до 24%), эйкозадиеновой *омега-6* (3%), арахидоновой *омега-6* [13, 18, 34]. На долю линолевой и олеиновой кислот приходится 77,0-80,0% от суммарного содержания жирных кислот у нигеллы дамасской и 80-81,2 у нигеллы посевной [17]. Насыщенные жирные кислоты (пальмитиновая (14,7%), стеариновая, миристиновая кислоты) составляют менее 30% [35]. Содержание в образцах из Саудовской Аравии и Эфиопии пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот в *N. sativa* составляло от 11,4% (Саудовская Аравия) до 13,0% (Эфиопия), от 22,4% (Эфиопия) до 23,3% (Саудовская Аравия) и от 56,2% (Эфиопия) до 56,8% (Турция) соответственно [36].

Содержащиеся в масле черного тмина незаменимые *Омега-6* и *Омега-9* жирные кислоты способствуют улуч-

шению работы сердечно-сосудистой, нервной и пищеварительной систем, восстановлению нормального гормонального баланса и нормализации липидного обмена, препятствуют развитию воспалительных процессов, а также благотворно воздействуют на кожу, играют важную роль в укреплении иммунитета и очищении организма человека от всевозможных вредных веществ

Эфирное масло содержит: р-цимен (7-41,8%), тимохинон (10,3-57%), тимогидрохинон, дитимохинон, этиллинолеат (9,4%), а-пинен (9,3%), а-туйен 5,6-13,9%), этиллолеат (2,7%), β-пинен (2,2-2,96%), лимонен (1,6-2,11%), карвакрол (2,85-12%), камфен (0,06%), лонгифолен (1-8%), 4-терпинеол (2-7%), t-анетол (0,25-4%), сабинен (1,18-1,50%), 4,5-эпокси-1-изопропил-4-метил-1-циклогексен (1,80%), 4-терпинеол (1,22%) и др. [13, 37].

У нигеллы посевной, выращенной в условиях Могилевской области Республики Беларусь идентифицировано около 30 летучих компонентов основными компонентами были: -туйен, о-цимен, β-оцимен, -пинен, -терпинен, терпинолен, оцимен. Установлено преобладание летучих соединений – о-цимена и -туйена в семенах нигеллы посевной, которые создают смолисто-камфорный и древесный аромат семян. Основными компонентами летучих соединений нигеллы дамасской, которые придают ей земляничный аромат являются ароматические углеводороды, сесквитерпены, дитерпены. Среди них: 1Н-циклопроп[е]азулен, 8-изопропенил-1,5-диметил-циклодека-1,5-диен, изолонгифолен-5-ол, о-цимен, 1,3,6,10-циклотетрадекатетраен, ди-эпи-α цедрен (1), каур-15-ен, фенантрен. В изученных образцах нигеллы дамасской, выращенной в условиях Беларуси преобладает 1Н-циклопроп[е]азулена [17].

В семенах содержатся (мг/кг) рутин – 218-292, хлорогеновая кислота – 16-82, кофейная кислота – 168-196, галловая кислота – 10-37, протокатеховая – 34-49. Сумма фенольных соединений составляет 488-605 мг/кг. Также содержатся органические кислоты мг/кг: яблочная – 0,389-0,778, янтарная – 0,039-0,058, лимонная – 0,078-0,098, молочная – 0,114-0,161, аскорбиновая – 51,0-55,0, оротовая – 6,8-11,1. Сумма органических кислот составляет 61,82-63,78 мг/кг [18, 38]. В образцах семян чернушки посевной выращенных в России больше кофейной и галловой кислот, а в образцах из Индии и Сирии рутин, хлорогеновой и протокатеховой кислот [18].

Содержание свободных аминокислот (г/кг): аргинин – 0,8-6,4, лизин – 0,7-0,8, тирозин – 0,002-0,87, гистидин – 0,03-0,4, лейцин – 1,7, метионин – 5,9-6,8, валин – 14,32-19,42, пролин – 22,4-29,1, треонин – 7,4-12,0, серин – 10,1-17,1, а-аланин – 9,0-14,1, глицин – 15,89-30,89, триптофан – 0-0,245. Сумма свободных аминокислот – 100,2-145,1 г/кг. Содержание гидролизруемых аминокислот (г/кг): аспарагиновая – 5,5-13,8, глутаминовая – 7,0-12,6, цистеин – 0,015-0,198. Сумма гидролизруемых аминокислот – 17,8-20,9 г/кг [38].

По данным ученых Кубанского государственного медицинского университета Минздрава России, в состав семян чернушки посевной из различных регионов мира (Краснодарский край и Республика Адыгея Российской Федерации, Индия, Сирия) входят макро-

элементы (натрий, калий, магний и кальций) и микроэлементы (медь, цинк, железо и марганец). Содержание макро- и микроэлементов (мг/кг): К – 2736-4621, Na – 284-467, Mg – 303-948, Ca – 876-1714, Cu – 30-94, Zn – 180-776, Fe – 11-150, Mn – 10-17. В образцах семян, выращенных в России, значительно больше магния, кальция и марганца, а в образцах из Индии и Сирии – калия, натрия, меди, цинка и железа [18].

В семенах обнаружены витамины (витамин А, тиамин, рибофлавин, пиридоксин, ниацин, фолиевая и аскорбиновая кислоты).

Семена содержат два разных типа алкалоидов; т.е. изохинолиновые алкалоиды, например, нигеллицимин и нигеллицимин-N-оксид и пиразоловые алкалоиды или индазолные кольцевые алкалоиды, которые включают нигеллидин и нигеллицин. Кроме того, семена нигеллы посевной также содержат альфа-гедерин, водорастворимый пентациклический тритерпен и сапонин [39-40].

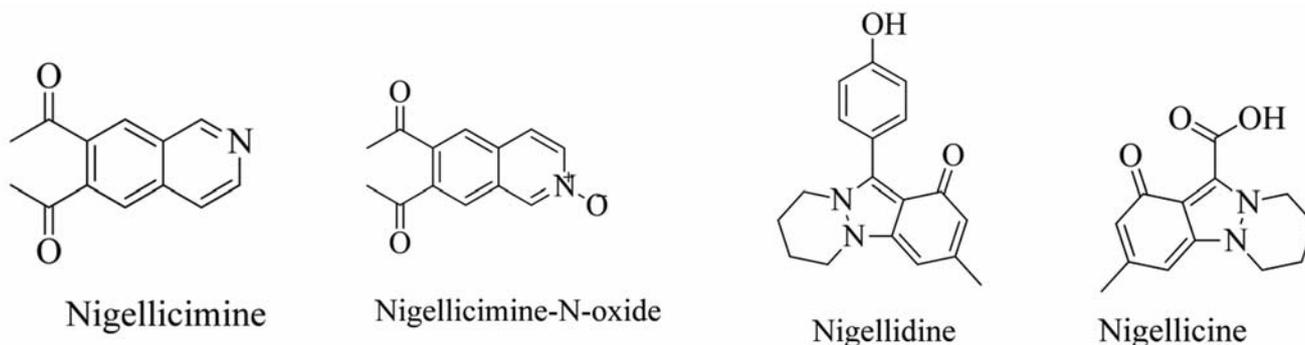


Рис.2. Структурные формулы изохинолиновых и пиразоловых алкалоидов
Fig. 2. Structural formulas of isoquinoline and pyrazole alkaloids

Корни и побеги содержат ванильную кислоту [39]. В листьях нигеллы посевной находится до 0,43% аскорбиновой кислоты [41].

Установлено, что **большинство терапевтических свойств** растения обусловлены наличием **timoquinone** [42].

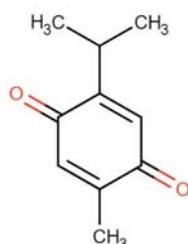


Рис.3. Структурная формула тимохинона
Fig. 3. Structural formula of timoquinone

Применение в медицине

Основные фармакологические исследования проведены в известных научно-исследовательских центрах Египта, Турции, Саудовской Аравии, Ирана, Пакистана, Индии, Израиля, США, которые подтвердили уникальные целебные свойства нигеллы. Установлено, что семена и получаемое из них масло обладают многочисленными фармакологическими свойствами, среди которых: анальгетическое, антиатеросклеротическое, антигиперлипидемическое, антигрибковое, антидепрессантное, антидиабетическое, антиоксидантное, болеутоляющее, бронхолити-

ческое, гастропротекторное, гепатопротекторное, гипотензивное, глистогонное, желчегонное, иммуномодулирующее, кровоостанавливающее, легочно-защитное, мочегонное, нейропротекторное, нефропротективное, обезболивающее, противоаллергическое, противоастматическое, противовоспалительное, противогельминтное, противоопухолевое, репаративное, слабительное, снотворное, спазмолитическое, тонизирующее [45, 43-45].

Масло черного тмина является источником эфирных масел и полиненасыщенных жирных кислот, которые в организме оказывают следующее действие: защищают клетки от повреждений, улучшают метаболизм клеток мозга, оказывает стимулирующее воздействие на костный мозг, нормализуют вязкость крови и другие ее показатели.

Препараты нигеллы эффективны при лечении опиоидной и никотиновой зависимости [45].

Превосходит по эффективности другие растительные средства при лечении аутоиммунных заболеваний, установлен мощный положительный эффект порошка *Nigella sativa* в улучшение состояния щитовидной железы, стимулирует выработку природного интерферона [46].

Выводит из организма человека радионуклиды, соли тяжелых металлов и различные токсины [2], стимулирует тимус и укрепляет иммунитет. Стимулирует лактацию у кормящих матерей.

Нигелла посевная эффективна для профилактики и лечения почечных заболеваний, включая почечнокаменную болезнь и повреждения почек (масло защищает ткань почек от влияния свободных радикалов кислорода, предотвращая нарушения функции почек и их морфологические отклонения) [47]. Положительно влияет на деятельность печеночных ферментов. Эффективна при лечении гепатита С.

Имеет мощный антигистаминный эффект, эффективен при лечении аллергии на пыльцу и пыль и различных аллергических заболеваний (бронхиальная астма, нейродермит), а также пищевых аллергических реакций. Расширяет просвет бронхов;

Снижает риск атеросклероза путем уменьшения уровня липопротеидов низкой плотности и повышения липопротеидов высокой плотности. Эффективно при гипертонии.

Оказывает лечебное и защитное действие при сахарном диабете, уменьшая морфологические изменения и сохранения целостности поджелудочной железы, [45, 48]. Нормализует уровень сахара в крови паци-

ентов преклонного возраста [49-50]. В Индонезии) для лечения диабетических язв используют гель *Nigella sativa* oil (NSO) [51].

Обладает защитными эффектами против нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера, Паркинсона, рассеянный склероз, а также при черепно-мозговых травмах [52-53]. Антikonвульсант, антидепрессант, анксиолитик, антиишемик, анальгетик, антипсихотик и усилитель памяти.

Эффективна при раке крови, молочной железы, толстой кишки, поджелудочной железы, печени, почек, легких, кожи, простаты, шейки матки, фибросаркоме. Содержание жизненно важных Т-лимфоцитов, Т-киллеров и клеток, отвечающих за усиление и укрепление защитных сил организма, при употреблении семян и масла нигеллы увеличивается в несколько раз [54-55]. Предотвращает побочные действия химических препаратов при лечении онкологических заболеваний. Ученые Раково-Иммунной Биологической лаборатории Южной Калифорнии (США) официально подтвердили, что масло нигеллы является эффективным средством лечения и предотвращения развития раковых опухолей [56].

Оказывает эффективное действие при акантамбном кератите, разрушительной болезненной инфекции роговицы глаз, которая может привести к потере зрения. Болезнь особенно часто встречается при ношении контактных линз [57].

Наружное применение масла проявляет антибактериальное, микосептическое, антивирусное, противовоспалительное, тонизирующее действие на кожу. Жирное масло *Nigella damascena* стимулирует репаративную регенерацию кожи при ее термическом повреждении и по эффективности действия превосходит облепиховое масло [58]. Улучшает питание волос, предотвращая появление преждевременной седины и выпадение волос.

Эффективно действует против устойчивых к действию препаратов микроорганизмов. По силе антибактериального действия превосходит ампициллин, гентамицин, тетрациклин, котримоксазол, налидиксовая кислота [38] и, следовательно, может использоваться в качестве антибиотика. Исследования, проведенные в Малайзии, показали, что масло чернушки посевной является мощным ингибитором метициллин-резистентного золотистого стафилококка (MRSA) который является сильным патогеном, вызывающим заболевания во всем мире [59]. Семена чернушки могут быть многообещающим ингибитором с повышенной активностью против бактерии из рода *Serratia marcescens*, опасных возбудителей диарейных заболеваний, инфекций мочевыводящих путей, менингита, артрита, сепсиса [60]. Эфирное масло нигеллы дамасской эффективно против палочки Коха (*Mycobacterium tuberculosis*) [61]. Экстракты из растений нигеллы посевной могут быть использованы в качестве антималярийного средства [62]. Особый интерес вызывают последние исследования ряда ученых [63-64], показывающих большую перспективность нигеллы посевной в профилактике и лечении COVID-19, что еще раз подтверждает уникальность этого растения.

По результатам исследований E.Balikci, значительный положительный антидерматофитный и антиокси-

дантный эффект наблюдался при использовании масла нигеллы посевной в ветеринарии при лечении дерматофитоза (*Trichophyton verrucosum*) у крупного рогатого скота [65]. Экстракты нигеллы посевной улучшают продуктивность и уменьшают колонизацию энтеропатогенов у домашней птицы, мелких жвачных животных и свиней [66]. Препарат «иммулант» на основе эхинацеи и *Nigella sativa* усиливает в течение шести недель иммунный ответ и снижает патогенность птичьего вируса AIV-H9N2 у подвергшихся стрессу цыплят [67].

Семена чернушки имеют огромное значение при производстве различных лекарственных препаратов [68]. Препараты на основе чернушки и масло малотоксичны, и в малых дозах побочных свойств не наблюдается [45]. В настоящее время семена чернушки посевной используются в странах Ближнего Востока, а также во Франции, Германии, Италии, Великобритании, США в качестве сырья для получения лекарственных препаратов. Из семян чернушки дамасской получают ферментный препарат нигедазу, используемый при лечении болезней органов пищеварения (панкреатит, холецистопанкреатит, хронический гастрит, энтероколит и др.).

Применение в других областях

Отходы, образующиеся после переработки семян нигеллы посевной - экологически чистый и недорогой сорбент для сорбции свинца, кобальта, меди и никеля из сточных вод [69-70]. Отмечается большая перспективность использования экстрактов из чернушки в нанобиотехнологии [71-72]. В настоящее время разработаны технологии очистки воды с использованием наногибридного композита Fe₂O₃-SnO₂ /BC, полученного путем включения бинарного оксида железа и олова в целлюлозный каркас порошка из семян нигеллы посевной [73]. Благодаря своим уникальным физико-химическим характеристикам, антибактериальные свойства композитов на основе биопленки из нигеллы посевной являются перспективным экологичным и высококачественным материалом для очистки воды [74]. Обезжиренные отходы жмыха, полученные из семян нигеллы посевной перспективны для получения биоразлагаемой пленки для упаковки пищевых продуктов и листов для мульчирования [75]. Семена и масло чернушки снижают токсичное действие алюминия на организм человека [76].

Добавление семян нигеллы посевной как пищевой добавки в корм кур-несушек (10-15 г/сутки) снижает содержание холестерина в куриных яйцах [77-78].

Семена и масло нигеллы в качестве иммуномодулятора растительного происхождения применяются в рыбоводстве Турции и Бангладеш для повышения выживаемости и жизнестойкости обыкновенного карпа (*Cyprinus carpio*), радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и других видов рыб [79]. В Индии добавление в корм радужной форели черного тмина способствует сохранению качества рыбной продукции при хранении [80].

Семена нигеллы обладают инсектицидными свойствами, а содержащиеся в них линолевая и олеиновая кислоты имеют отпугивающий насекомых запах, что позволяет рассматривать этот вид как перспективный в создании экологически чистых репеллентов нового

поколения. Масло и экстракт в Иране используются в качестве альтернативных экологически безопасных заменителей сильнодействующих фунгицидов при хранении яблок, снижая поражение гнилями в течение 6 месяцев [81].

Чернушку дамасскую применяют в декоративном садоводстве при создании мавританских газонов, на переднем плане миксбордеров, бордюрах, рабатках, вазонах. Цветы после срезки долго сохраняют свежий вид в вазах с водой. В культуре с 1542 г., выращивают в основном махровые сорта [82]. Существует большое количество сортов, с разнообразной цветовой гаммой: белого, малинового, синего, голубого цветов.

Ботаническое описание, биологические особенности, селекция

Нигелла относится к семейству лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) – это однолетнее травянистое растение светло-зеленого цвета с прямым ветвистым стеблем, высотой 20-80 см. Корневая система стержневая. Листья очередные, у нигеллы посевной длиной 2-3 см, у нигеллы дамасской 6-10 см, дважды-трижды перисторассечённые на короткие, линейные, расходящиеся доли. Цветки правильные, одиночные, у нигеллы посевной белого цвета, выделяются зеленоватым или голубоватым рисунком на концах чашелистиков. Лепестки-нектарники короче чашелистиков. У нигеллы дамасской верхние листья собраны под цветком, образуя покрывало, в 2-3 раза превышающее цветок. Цветки крупные, диаметром до 4 см, синего, голубого, розового или белого цвета. Гинецей гемисинкарпный, состоящий от трёх до восьми плодолистиков, сросшихся почти на всю длину вздутых завязей, с длинными стилодиями. Формула цветка нигеллы: $*C_5C_0_{5-8}A_{\infty}G_{2-10}$ [14, 83-85].

Характерными типами опыления для нигеллы являются в равной степени, как ксеногамия, так и автогамия [86]. Способами опыления нигеллы являются энтомофилия (опыление насекомыми) и автофилия (спонтанное опыление) [87-89]. Проведенный Л.А. Амировой и З.М. Асадулаевым анализ семенной продуктивности растений *N. sativa* L. показал, что самоопыление является дополнительным способом, поддерживающим общую семенную продуктивность на определенном уровне, доля которого уменьшается в благоприятных условиях. В критических условиях (в горах на высоте 1950 м) единственным способом, обеспечивающим образование семян, остается перекрестное опыление, где низкая самофертильность особей обусловлена высокой чувствительностью генеративных органов в условиях высокогорья на интенсивное освещение и низкие ночные температуры [90].

Цветение наступает через 50-60 дней после посева и начинается с верхнего терминального цветка главного стебля и характеризуется растянутостью периода, так на одной особи могут быть цветки, находящиеся на разных стадиях: бутонизации, цветения, образования плодов. Один цветок цветет в среднем 9-10 дней, растение 20-25 дней [82]. Плоды созревают в августе – октябре, в зависимости от зоны возделывания [84]. Продолжительность плодоношения 45-50 дней. Всхожесть семян в течение первого года 98-99%, но уже после двух лет хранения она снижается до 17% и остается на этом уровне 5-7 лет [87].

Факторы, влияющие на реализацию семязачатков в семена, разнообразны. Это могут быть морфологические особенности – положение семязачатков в завязи; генетические; физиологические – недостаток ресурсов для развития всех заложившихся семязачатков, блокирование транспорта веществ в семязачатки; антропогенные – низкое качество пыльцы, ее недостаток, конкурентное развитие пыльцевых трубок, отсутствие опылителей, низкий уровень соотношения числа пыльцевых зерен и семязачатков; неблагоприятные метеорологические и эдафические условия произрастания [89].

Потенциальная семенная продуктивность растения складывается из нескольких элементов. В первую очередь она зависит от числа цветков на растении, которая у чернушки посевной колеблется от 15 до 40, и составляют в среднем 22-23 цветка на растение. Среднее число плодолистиков – 5, семязачатков от 9,5 до 9,8 штук. Среднее число семязачатков на растении 1053-1092. Реальная семенная продуктивность одного растения составляет 1,87-1,96 г [88]. Максимальная продуктивность в опытах, проведенных А.Л.Исаковой составила 6,2 г с одного растения [17]. Хорошо развитое растение образует до 200 и более семян [84]. Масса 1000 семян в среднем – 2,6-2,8 г (максимальная – 3,6 г и более) [91-92].

Исследования, проведенные в БГСХА А.Л. Исаковой, показали, что процент плодообразования у двух видов нигеллы (посевной и дамасской) в среднем равен 99,6 %. Коэффициент семенной продуктивности (уровень реализации семязачатков в семена) в среднем составил 83,3 % у образцов нигеллы дамасской и 82,9 % у образцов нигеллы посевной. Наибольшая потенциальная и фактическая продуктивность одного растения составила у образцов нигеллы дамасской – 2037,9 и 1715,6 шт. семян соответственно, а из образцов нигеллы посевной 3056,6 и 2613,0 шт. семян [17]. Размножается семенами.

Плод нигеллы – многолистовка, состоящая из трёх-семи листовок, каждая из которых содержит многочисленные семена. Семена чернушки посевной и дамасской яйцевидной формы, сплюснутые, трех-, реже четырехгранные, заостренные с одной стороны. Поверхность семян голая, слегка поперечно-морщинистая, между гранями зернистая, матовая. Семенной рубчик слабозаметен. Кожура семени твердая, плотно прилегающая к зародышу, эндосперм плохо развит, зародыш состоит из двух семядолей и занимает почти все семя [92].

Биологической характерной особенностью чернушки посевной, отличающей ее от других видов чернушек, являются плоды – листовки, которые при созревании самостоятельно не растрескиваются, а только при механическом воздействии. При выращивании в промышленных масштабах это очень ценное качество, значительно сокращающее потери урожая семян. Диагностическими признаками семян чернушки посевной и дамасской являются трехслойное строение семенной кожуры, строение эпидермиса, пигментный слой, а также клетки эндосперма с жирным, эфирным маслом и алейроновыми зернами [92]. Это представляет практический интерес, поскольку позволяет судить о подлинности сырья.



Рис.4. Семена нигеллы посевной
Fig. 4. *Nigella sativa* seeds

В Российской Федерации наиболее активно изучение различных видов и их интродукционный анализ нигеллы проводится в Горном ботаническом саду Дагестана [82, 93], в Республике Беларусь в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии [17] и Центральном ботаническом саду НАН Беларуси [14].

В БГСХА создан ряд сортов нигеллы посевной и дамасской. Это такие сорта как Знахарка, Беларускі думяны нигеллы посевной, которые отличаются

ранним цветением и сроком созревания семян, высокой семенной продуктивностью [94-95]. В БГСХА также созданы сорта нигеллы дамасской Радасць, Сунічны Водар, Искра [96]. Показано, что при создании сортов нигеллы и подтверждения их отличимости могут быть использованы следующие качественные морфологические признаки: окраска чашелистиков цветка, тип цветка, форма плода, форма роста (габитус) и способ ветвления растения [97-101]. Для эффективного ведения селекционной работы по созданию сортов нигеллы различного целевого назначения разработана «Методика проведения искусственной гибридизации нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.)» [85]. Показано, что оптимальные фазы развития цветка нигеллы для проведения гибридизации: 3-я фаза – изолирование бутона цветка, 5-я фаза – проведение кастрации цветка (рыльца пестика сухие), 6-я фаза – проведение опыления (происходит массовое опыление цветка насекомыми), 7-я фаза – происходит самоопыление цветка. Опыление цветков, находящихся в 6-й фазе развития, пыльцой разных сроков хранения было эффективнее в сравнении с опылением цветков, находящихся в 5-й и 7-й фазах развития [85].

Нигелла относится к тепло- и светолюбивым, засухоустойчивым растениям с продолжительным периодом вегетации. Снижение освещенности до 50% не влияет на рост растений и не снижает урожайность семян. Однако затенение до 75% продлевает вегетационный период, уменьшает толщину листьев и сухую массу растений. Чем выше уровень затенения, тем больше высота растения, площадь листа, количество листьев и количество цветов, но не количество ветвей. Оптимальная температура развития растений состав-

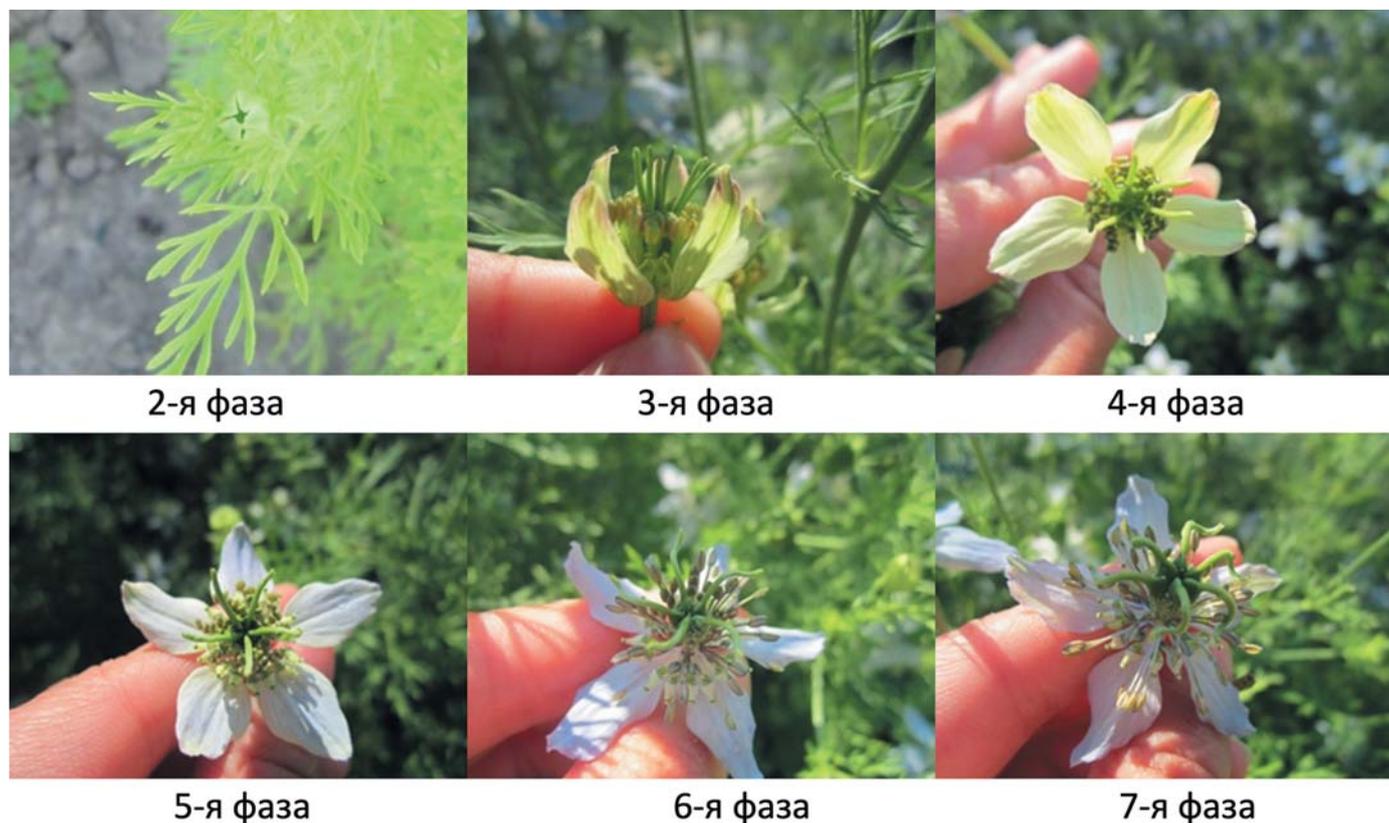


Рис.5. Онтогенез цветка нигеллы посевной [84]
Fig. 5. Ontogenesis of the flower of *Nigella* spp. [84]

ляет 240С [102-103]. К условиям произрастания растение не требовательно, но отзывчиво на удобрения. Лучшие почвы – рыхлые, умеренно увлажнённые, чистые от сорняков, с кислотностью близкой к нейтральной. Не пригодны заболоченные, кислые и засоленные. Азотные удобрения в дозе 60 кг/га увеличивают количество цветущих цветов и количество коробочек [104].

Элементы агротехники

Обработка почвы – основная (зяблевая) и предпосевная. При основной обработке, после уборки предшественников (картофель, тыквенные культуры, томаты, морковь, свекла, зеленные культуры) проводят дискование на глубину 6-8 см, а через 2-3 недели – вспашку на глубину 28-30 см. Осенью, под вспашку вносят 2-3 кг/м² перегноя, 20-30 г суперфосфата, 15 г калийной селитры и проводят чизелевание почвы. Предпосевная подготовка включает ранневесеннее боронование и культивацию [105]. Посев производится ранней весной. Способ посева в основном широкорядный (45 см) или ленточный (20+50 см). Норма высева – 10-15 кг/га при глубине заделки семян 2-3 см. Семена начинают прорастать при температуре 5-6°С. При такой температуре всходы появляются на 14-15 день [84], а при 7-10°С – на 6-8 день [105]. Всходы легко переносят весенние заморозки.

Посев нигеллы возможен также и рассадным способом. Для этого семена высевают в конце марта – начале апреля в ящики. Заделывают семена в землю на глубину 2-3 см, первые всходы появляются через 15-20 дней. Пикировку производят в специальные стаканы с грунтом, которые в дальнейшем пересаживают на постоянное место. Схема посадки рассады: 20-25х40-45 см.

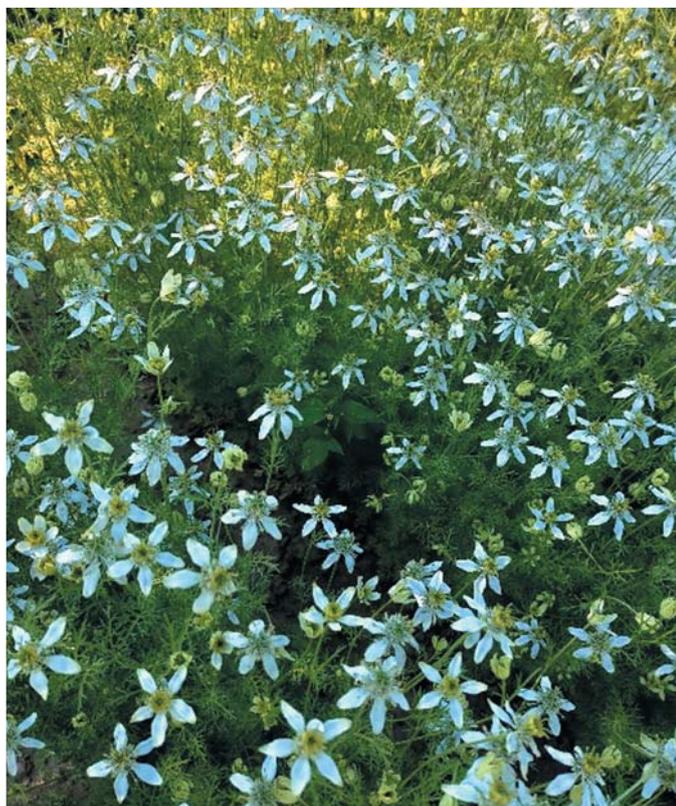


Рис.6. Посев нигеллы посевной
Fig. 6. Sowing *Nigella sativa*

За сезон проводят 1-2 подкормки комплексным минеральным удобрением из расчета 15-20 г на 1 м². Полив осуществляют в засушливые периоды из расчета 5-7 л на 1 м².

Уход за растениями состоит в рыхлении междурядий и борьбе с сорняками и вредителями. Первая ручная прополка сорняков в рядах и рыхление почвы между лентами проводится сразу же после появления всходов [84]. Вторая – когда растения достигнут 12-15 см [105-110]. A.Saha, A.K. Datta предлагают проводить ручную прополку в междурядьях 3-5 раз с интервалом 20-25 дней по мере появления сорняков или образования почвенной корки, вплоть до смыкания рядков растений [6, 84]. На посевах нигеллы посевной для уничтожения сорной растительности возможно и применение гербицидов. Исследования, проведенные в БГСХА А.Л. Исаковой и сотрудниками, показали, что обработка довсходовыми гербицидами не оказывает отрицательного влияния на всхожесть культуры. Среди изученных гербицидов лучшими были Султан (КС, метазахлор, 500 г/л) и Бутизан ДУО (метазахлор, 200 г/л + диметенамид-П, 200 г/л) при обработке в дозе 2 л/га, рост сорной растительности не наблюдался в течение 3 недель с момента обработки. За данный период времени растения успевали вступить в фазу вегетативного роста [111].

Сроки уборки по данным различных авторов отличаются. В.И. Жаринов и А.И. Остапенко рекомендуют убирать семена нигеллы после пожелтения листьев и стеблей при побурении плодов раздельным способом [105]. Согласно данным, полученными Н.М. Макрушиным и В.Е. Астафьевой, срок уборки нигеллы посевной при выращивании на посевные цели определяют по влажности семян. Авторы считают, что ее необходимо убирать прямым комбайнированием при влажности семян верхнего яруса 37,7-40,1%. Однако, семена нигеллы посевной лучшего качества, по результатам исследований, были получены при однофазной уборке в фазе твердой спелости при влажности ниже 24% [91].

Максимальный урожай семян (0,71 т/га) и выход эфирного масла (8,66%) нигеллы посевной в Иране получен при обработке растений в фазах удлинения стебля и начале цветения наноконпозициями, содержащими Fe + Zn + Mn [112]. Максимальные урожаи семян (1,41 т/га) и масла в Турции наблюдаются на орошаемых землях [113]. На южных мицеллярно-карбонатных черноземах в предгорной зоне Крыма урожайность чернушки дамасской, высеянной широкорядным способом с междурядьями 70 см, варьировала в по годам в зависимости от сроков посева от 0,15 до 0,66 т/га [114].

Таким образом, обзор литературных данных показывает большую перспективность возделывания нигеллы в условиях умеренной зоны как пряно-ароматической с большим спектром уникальных лекарственных свойств. Она найдет широкое применение в различных областях: в сельском хозяйстве, в пищевой, фармацевтической, парфюмерной и косметологической промышленности, в декоративном садоводстве.

Об авторе:

Валерий Николаевич Прохоров – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, <https://orcid.org/0000-0002-9562-0135>, prohoroff1960@mail.ru

About the author:

Valery N. Prokhorov – Dr. Sci. (Biology), chief scientific officer of the Laboratory of growth and development of plant, Federal State Scientific Institution “V.F. Kuprevich Institute of experimental botany National academy of Science of Belarus”, <https://orcid.org/0000-0002-9562-0135>, prohoroff1960@mail.ru

• Литература

1. FAO. 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. 572 p. (<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>).
2. Скорина, В.В., Прохоров, В.Н. *Пряно-ароматические и эфирномасличные культуры: учебное пособие*. Минск: ИВЦ Минфина, 2018. 215 с.
3. Majeed A., Muhammad Z., Ahmad H., Rehmanullah H., Sayed S.S., Inayat N., Siyyar S. *Nigella sativa* L.: Uses in traditional and contemporary medicines – An overview. *Acta Ecologica Sinica*. 2019; DOI: 10.1016/j.chnaes.2020.02.001.
4. Определитель высших растений Беларуси. Минск.: Дизайн ПРО, 1999. С.47.
5. Datta A.K., Saha A. Cytomorphological Studies and Seed Protein Characterization of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. *The Japan Mendel Society. Cytologia*. 2003;68(1):51-60.
6. Datta A.K., Bhattacharya D., Saha A. Black cumin (*Nigella sativa* L.) – a review. *Journal of plant development sciences*. 2012;(4):1-43.
7. Paarakh P.M. *Nigella sativa* Linn. – A comprehensive review. *Indian J. Nat. Prod*. 2010;(1):409-429.
8. Zohary M. The genus *Nigella* (Ranunculaceae) - a taxonomic revision. *Plant Systematics and Evolution*. 1983;(142):71-107. DOI:10.1007/bf00989605.
9. Зацепина Е.Е., Ивашев М.Н., Задорожная Е.Э. Адаптирующий эффект экстракта масла чернушки дамасской. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013;(7):133-134.
10. Ал-Карнаки И.М. Черный тмин. Профилактика, лечение заболеваний. *Издание Диля*, 2013. 96 с.
11. Ijaz H., Tulain U.R., Qureshi J., Danish Z., Musayab S., Akhtar M.F., Saleem A., Khan K.K., Zaman M., Waheed I., Khan I., Abdel-Daim M. Review: *Nigella sativa* (Prophetic Medicine): A Review. *Pak J Pharm*. 2017;30(1):229-234. PMID: 28603137
12. Aftab A., Zubaida Y., Arshad J., Ashiq R., Shakeel A., Farah K. *Nigella sativa* L. from traditional to contemporary medicine: a review. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2018.15(2):237-254.
13. Abdalla M. Czarnuszka jako surowiec piekarski. *Przegl.piekarski cukiern*. 2002;50(3):6-8.
14. Шиш С.Н., Шутова А.Г., Спиридович Е.В. и др. Физиолого-биохимические особенности *Nigella sativa* L. при культивировании в Беларуси. Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию Центр. ботан. сада НАН Беларуси, Минск, 6–8 июня 2017 г. Минск: Медисонт, 2017;(2):152-156.
15. Malhotra S.K. *Nigella*. Handbook of Herbs and Spices. 2004;(2):206-214.
16. Stefanopoulou E., Roussis I., Tsimopoulos K., Karidogianni S., Kakabouki I., Folina A., Bilalis D. A comparative techno-economic analysis of organic and conventional *Nigella sativa* L. crop production in Greece. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. Cluj-Napoca: University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*. 2020;77(1):150-153. DOI:10.15835/buasvmcn-hort:2019.0018.
17. Исакова А.Л. Оценка исходного материала нигеллы (*Nigella* L.) и его использование в селекции. Автореф. канд. с.-х. наук. Горки, 2020. 21 с.
18. Сампиев А.М., Рудь Н.К., Давитаян Н.А. Фитохимическое изучение семян чернушки посевной. *Фундаментальные исследования. Фармацевтические науки*. 2014;(5):С.114-117.
19. Кухарева Л.В., Пашина Г.В. Полезные травянистые растения природной флоры: справочник по итогам интродукции в Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1986: 215 с.
20. AL-Ansi W., Mahdi A.A.; Al-Maqtari Q.Ali., Fan M., Wang L., Li Y., Qian H., Zhang H. Evaluating the role of microwave-baking and fennel (*Foeniculum vulgare* L.) *nigella* (*Nigella sativa* L.) on acrylamide growth and antioxidants potential in biscuits. *Journal of Food Measurement & Characterization*. 2019;13 (3):2426-2437.
21. Ligarnasari I.P., Anam C, Sanjaya A.P.. Physical, chemical and sensory properties of brownies substituted with sweet potato flour (*Ipomoea batatas* L.) with addition of black cumin oil (*Nigella sativa* L.). *IOP Conference Series: Earth & Environmental Science*. 2018;102(1):p1-1. DOI:10.1088/1755-1315/102/1/012084
22. Rao A.S., Hegde S., Pacioretty L.M., DeBenedetto J.B., John G. *Nigella sativa* and *Trigonella foenum-graecum* Supplemented Chapatis Safely Improve HbA1c, Body Weight, Waist Circumference, Blood Lipids, and Fatty Liver in Overweight and Diabetic Subjects: A Twelve-Week Safety and Efficacy Study. *Journal of Medicinal Food*. 2020;23(9):905-919. DOI: 10.1089/jmf.2020.0075
23. Алиева А.К., Казиахмедов Дж.С. Совершенствование рецептуры спредов и жировых компонентов с учетом запросов потребителей. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2014;27(1):85-88.
24. Кораблева О.А., Рахметов Д.Б. Интродукция и использование видов рода *Nigella* 2011-05 ВІ03 БД ВИНІТИ.
25. Курако У.М. Разработка технологии халяльного паштета из печени индейки методом обогащения маслом черного тмина. *Аграрн. науч. журн*. 2016;(3):52-56.
26. Food giant Nestlé claims to have invented stomach soothing use of habbat albarakah (*Nigella sativa*) Nagoya Protocol ICNP-2 2 - 6 July 2012, New Delhi. 4 p
27. Siregar M.H., Sinaga H. Characterization of microcapsule containing black cumin seed (*Nigella sativa*) extract as preventive antioxidant. *Ridwansyah. IOP Conference Series: Earth & Environmental Science*. 2020;454(1):p1-1.
28. Лавров Ю.А. Магия пряностей и соусов. Киев: Таврида, 1995. 416 с.
29. Немтинов В.И. Нигелла посевная в Крыму. *Картофель и овощи*. 2016;(10):22-23.
30. Гукетлова О.М., Лукашук С.П. Определение основных показателей масла черного тмина. *Успехи современного естествознания*. 2014;(8):17-18.
31. Pop R.M. Future Perspectives on *Nigella Sativa*: Characterization and Pharmacological Properties. Series: Herbs and Herbalism. New York: Nova Biomedical. 2018. 280 p. ISBN: 978-1-53613-429-2
32. Ramadan M.F. Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): an overview. *International Journal of Food Science & Technology*. 2007; 42 (10):1208-1218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01417.x>
33. Орловская Т.В. Фармакогностическое исследование некоторых культивируемых растений с целью расширения их использования в фармации. *Автореферат доктора фармацевтических наук*. Пятигорск, 2011. 49 с.
34. Beyzi E., Karer Ş. Effects of Sowing Times and Boron Applications on Agronomic and Quality Properties of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of the Institute of Science & Technology* 2020;10(3):2227-2234. DOI:10.21597/jist.718441.
35. Маширова С.Ю. Фармакогностическое изучение семян чернушки дамасской (*Nigella damascena* L.), выращенной в условиях Ставропольского края. *Автореф. дисс. кандидата фармацевтических наук*. Пятигорск, 2013. 25 с.
36. Al Juhaimi F., Matthauss B., El Babikera E. F., Ozcan M. M. Fatty acids, tocopherols, minerals contents of *Nigella sativa* and *Trigonella foenum-graecum* seed and seed oils. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. 2016;93(3):165-171.
37. Kabir Y., Akasaka-Hashimoto Y., Kubota K., Komai M. Volatile compounds of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds cultivated in Bangladesh and India. *Heliyon*. 2020;6(10). DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e05343
38. Рудь Н.К., Сампиев А.М., Давитаян Н.А. Основные результаты фитохимического и фармакологического исследования чернушки посевной (обзор). *Науч. вест. Белгородского гос. ун-та*. 2013;(25):207-212.
39. Al-Jassir M.S. Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia. *Food Chem*. 1992;(45):239-242.
40. Atta-Ur-Rahman. *Nigellidine* – a new indazole alkaloid from the seed of *Nigella sativa*. *Tetrahedron Lett*. 1995; 6(12):1993-1994.
41. Botnick I. Distribution of Primary and Specialized Metabolites in *Nigella sativa*

- Seeds, a Spice with Vast Traditional and Historical Uses. *Molecules*. 2012;(17):10159–10177. DOI:10.3390 / molecules170910159.
42. Gholamnezhad Z., Havakhah S., Boskabady M.H. Preclinical and clinical effects of *Nigella sativa* and its constituent, thymoquinone: A review. *J Ethnopharmacol*. 2016;(190):372–86. DOI: 10.1016/j.jep.2016.06.061.
43. Нурмагомедова П.М., Омариева М.Г. Обзор статей. Свойства чернушки посевной (*Nigella sativa* L.). *Медицина и здравоохранение: Материалы II Международной научной конференции*. Уфа, 2014. 62–65.
44. Namazi N., Bagher L., Mohammad A.H., Mohammad A. Review: The effects of *Nigella sativa* L. on obesity: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Ethnopharmacology*. 2018;(219):173–181. DOI:10.1016/j.jep.2018.03.001.
45. Караматов И.Д., Абдулхаков И.У. Чернушка посевная как лечебное средство в древней, современной народной и научной медицине (обзор литературы). *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2013;(4):406–413
46. Abbasalizad F., Mahdieh D., Parvin T., Siroos A., Mehran M. The effects of *Nigella sativa* on thyroid function, serum Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) – 1, Nesfatin-1 and anthropometric features in patients with Hashimoto's thyroiditis: a randomized controlled trial. *BMC Complementary & Alternative Medicine*. 2016;(16):1–9. DOI: 10.1186/ s12906-016-1432-2.
47. Parichehr H., Rad A.K., Rajaei Z., Hadjzadeh M. AL-Reza. Renal injury, nephrolithiasis and *Nigella sativa*: A mini review. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2016;6(1):1–8. PMID: PMC4884213.
48. Parveen A., Farooq M.A., Kyunn W.W. A New Oleanane Type Saponin from the Aerial Parts of *Nigella sativa* with Anti-Oxidant and Anti-Diabetic Potential. *Molecules*. 2020;25(9):2171. DOI:10.3390/modules25092171.
49. Abbasali A., Niazmand, S., Mahmoudabady, M., Rezaee, S.A., Soukhtanloo, M., Mosallanejad, R., Hayatdavoudi, P. *Nigella sativa* L. seed regulated eNOS, VCAM-1 and LOX-1 genes expression and improved vasoreactivity in aorta of diabetic rat. *Journal of Ethnopharmacology*. 2019;(228):142–147. DOI:10.1016/j.jep.2018.09.021.
50. Abdel-Moneim A., Essawy A., Hamed S., Abou-Gabal A., Alzergy A. Protective effect of *Nigella sativa* seeds against spermatocyte chromosomal aberrations and genotoxicity induced by carbon tetrachloride in mice. *Environmental Science & Pollution Research*. 2017;24(12):11677–11682. DOI:10.1007/s11356-017-8806-y.
51. Sari Y., Purnawan I., Kurniawan D.W., Sutrisna E. A Comparative Study of the Effects of *Nigella sativa* Oil Gel and Aloe Vera Gel on Wound Healing in Diabetic Rats. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*. 2018;23(1):p1-1. DOI:10.1177/2515690X18772804.
52. Javidi S., Razavi B.M., Hosseinzadeh H. A review of Neuropharmacology Effects of *Nigella sativa* and Its Main Component, Thymoquinone. *Phytother Res*. 2016;30(8):1219–1229. DOI: 10.1002/ptr.5634.
53. Samarghandian S, Farkhondeh T, Samini F. A Review on Possible Therapeutic Effect of *Nigella sativa* and Thymoquinone in Neurodegenerative Diseases. *CNS Neurol Disord Drug Targets*. 2018;17(6):412–420. doi: 10.2174/1871527317666180702101455.
54. Randhawa M.A., Alghamdi M.S. Anticancer Activity of *Nigella sativa* (Black Seed) — A Review. *The American Journal of Chinese Medicine*. 2011;39(6):1075–1091. doi: 10.1142/S0192415X1100941X.
55. Imran M., Rauf A., Khan I.A., Shahbaz M., Qaisrani T.B., Fatmawati S., Abu-Izneid T., Imran A, Rahman K.U., Gondal T.A. Thymoquinone: A novel strategy to combat cancer: A review. *Biomed Pharmacother*. 2018;(106):390–402. DOI:10.1016/j.biopha.2018.06.159.
56. Исакова А.Л., Мишина М.Ю., Фудзии Ё., Прохоров В.Н. Компонентный состав летучих соединений, выделяемых семенами нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.) / Земледелие и селекция в Беларуси: Сборник научных трудов Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Минск: ИВЦ Минфина, 2018; 54: 239–243.
57. Elkadery A.A.S., Elsherif E.A., Eldin H.M.E., Fahmy I.A.F., Mohammad O.S. Efficient therapeutic effect of *Nigella sativa* aqueous extract and chitosan nanoparticles against experimentally induced *Acanthamoeba keratitis*. *Parasitology Research*. 2019;118(8):2443–2454.
58. Маширова С.Ю., Орловская Т.В. Исследование пептидов семян чернушки посевной и чернушки дамасской. Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: *Сборник научных трудов Пятигорской ГФА*. Пятигорск. 2012;(67):83–86.
59. Bahumaish O., Ramzi K., Chee H., Mohammed A.S., Cheah Y.K., Tan C.W., New C.Y., Thung T.Y., San C.W., Loo Y.Y., Nakaguchi Y., Nishibuchi M., Radu S. Occurrence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in raw shellfish at retail markets in Malaysia and antibacterial efficacies of black seed (*Nigella sativa*) oil against MRSA. *Food Control*. 2018;(90):324–331. DOI: 10.1016/j.foodcont.2018.02.045.
60. Shkhaier S.L., Majid M.A., Allawi W.M., Al-Fatah J.A., Abed H.H. Al-Mustansiriyah Investigating the Efficiency of Simple Aqueous Extract of *Nigella sativa* Activity Against *Serratia Marcescens* Bactria. *Journal of Science*. 2020;31(3):39–45.
61. Sieniawska E., Sawicki R., Golus J., Swatko-Ossor M., Ginalska G., Skalicka-Wozniak K. *Nigella damascena* L. Essential Oil-A Valuable Source of-Element for Antimicrobial Testing. *Molecules*. 2018;23(2):1–11. DOI: 10.3390/molecules23020256.
62. Udu R., Oyweri J., Gathirwa J. Antimalarial Activity of *Nigella sativa* L. Seed Extracts and Selection of Resistance in *Plasmodium berghei* ANKA in a Mouse Model. *Journal of pathogens [J Pathog]*. 2021; Article ID 6165950. DOI:10.1155/2021/6165950.
63. Mohammad R.K., Shoukhou G., Mahmood S. Possible therapeutic effects of *Nigella sativa* and its thymoquinone on COVID-19. *Pharm Biol*. 2021;59(1):696–703. doi:10.1080/13880209.2021.1931353
64. Xu, H., Liu, B., Xiao, Z. *et al.* Computational and Experimental Studies Reveal That Thymoquinone Blocks the Entry of Coronaviruses Into *In Vitro* Cells. *Infect Dis Ther* 2021;(10):483–494. https://doi.org/10.1007/s40121-021-00400-2
65. Balicki E. Antidermatophyte and antioxidant activities of *Nigella sativa* alone and in combination with enilconazole intreatment of dermatophytosis in cattle. *Veterinari Medicina*. 2016;61(10):539–545.
66. Petrujkic B.T., Beier R.C., He H., Genovese K.J., Swaggerty C.L., Hume M.E., Crippen T.L., Harvey R.B., Anderson R.C., Nisbet D.J. *Nigella sativa* L. as an alternative antibiotic feed supplement and effect on growth performance in weanling pigs. *Journal of the Science of Food & Agriculture*. 2018;98(8):3175–3181. DOI:10.1002/jsfa.8823.
67. Eladl A.H., Arafat N., El-Shafei R.A., Farag V. M., Saleh R.M., Awadin W.F. Comparative immune response and pathogenicity of the H₉N₂ avian influenza virus after administration of Immulant®, based on *Echinacea* and *Nigella sativa*, in stressed chickens. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 2019;(65):165–175.
68. Bhishnurkar P.G., Deo S.S., Inam F.S. Gas chromatography - mass spectrometry analysis of the essential oil from *Nigella sativa* Linn. seeds. *Journal of Advanced Scientific Research*. 2020;(11):326–330.
69. Abdelhamid A., Belattar N., Elektorowicz M. *Nigella sativa* L. Seeds Biomass as a Potential Sorbent in Sorption of Lead from Aqueous Solutions and Wastewaters. *Oriental Journal of Chemistry*. 2018;34(2):638–647. DOI:10.13005/ojc/340205.
70. Shooto N.D., Thabede P.M., Naidoo E.B. Simultaneous adsorptive study of toxic metal ions in quaternary system from aqueous solution using low cost black cumin seeds (*Nigella sativa*) adsorbents. *South African Journal of Chemical Engineering*. 2019;(30):15–27. DOI:10.1016/j.sajce. 2019.07.002.
71. A., Shahab K., Mohammad R.B., Masoud G., Mansour G. Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles Using *Nigella sativa* L. Extract: The Effect on the Height and Number of Branches. *Journal of Nanostructures*. 2018;8(1):82–88. DOI:10.22052/JNS.2018.01.010.
72. Arif S., Saqib H., Mubashir M., Malik S.I., Mukhtar A., Saqib S., Ullah S., Show P.L. Comparison of *Nigella sativa* and *Trachyspermum ammi* via experimental investigation and biotechnological potential. *Chemical Engineering & Processing*. 2021;(161):pN.PAG-N.PAG.1p. DOI:10.1016/j.cep.2021.108313.
73. Siddiqui S.I., Zohra F., Chaudhry S.A. *Nigella sativa* seed based nanohybrid composite-Fe₂O₃-SnO₂/BC: A novel material for enhanced adsorptive removal of methylene blue from water. *Environmental Research*. 2019. 178 p. DOI:10.1016/j.envres.2019.108667.
74. Rathi G., Siddiqui S.I., Pham Q., Nam V.T. *Nigella sativa* seeds based antibacterial composites: A sustainable technology for water cleansing - A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2020; 18. DOI:10.1016/j.scp.2020.100332.
75. Sabbah M., Altamimi M., Di Piero P., Schiraldi C., Cammarota M., Porta R. Black Edible Films from Protein-Containing Defatted Cake of *Nigella sativa* Seeds. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020;21(3):832. DOI:10.3390 / ijms21030832.
76. Celik H., Bagci C., Kocyigit A., Koyuncu I., Karakilcik A.Z. Anti-genotoxic and anti-cytotoxic potential of black cumin seed (*Nigella sativa*) extract on aluminum-exposed human lymphocyte cells. *Journal of Harran University Medical Faculty*. 2018;15 (3):103–110.

77. Al-Beitawi N., El-Ghousein S.A. Effect of Feeding Different Levels of *Nigella sativa* Seeds (Black Cumin) on Performance, Blood Constituents and Carcass Characteristics of Broiler Chicks. *International J. of Poultry Science*. 2008;(7):715-721. DOI:10.3923/ijps.2008.715.721.
78. Yalcin S., Erol H. Effects of dietary black cumin seeds (*Nigella sativa* L.) on performance, egg traits, egg cholesterol content and egg yolk fatty acid composition in laying hens. *J Sci Food Agric*. 2009;(89):1737-1742. DOI:10.1002/jfsa.3649.
79. Khondoker S., Hasan-Uj-Jaman Md., Zaman M. Farid U. Effect of *Nigella sativa* (Black Cumin Seed) to Enhance the Immunity of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Against *Pseudomonas fluorescens*. *American J. of Life Sciences*. 2016;4(3):87-92.
80. Oz M. Effects of black cumin (*Nigella sativa*) oil on ammonia and biogenic amine production in rainbow trout. *Indian Journal of Animal Research*. 2018;52(2):265-269. DOI:10.18805/ijar.v0i0f.8474.
81. Einafshar S. Comparison of antifungal effects of *Nigella sativa* oil and extract with Imazalil on two apple cultivars in cold storage. *Iranian Food Science & Technology Research Journal*. 2019;15(4):507-516.
82. Амирова Л.А. Интродукционный анализ некоторых видов рода *Nigella* L. в условиях Дагестана. Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений: Сборник материалов X.I международной научно-методической конференции, 9-13 июня 2014 г. Махачкала, 2014: 10-12.
83. Барыкина Р.П. Биолого-морфологические особенности и стратегии структурной адаптации однолетников семейства лютиковых. *Бюл. Моск. общества испыт. природы. Отд-ние биологии*. 1992;97(1):68-80.
84. Куудинов М.П., Кухарева Л.В., Пашина Г.В., Иванова Е.В. Пряно-ароматические растения. Минск: Урожай, 1986. 159 с.
85. Исакова А.Л., Исаков А.В., Прохоров В.Н. Методика проведения искусственной гибридизации нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.): рекомендации. 2018. 20 с.
86. Чуниховская В. Н. Продуктивность чернушки дамасской при разной густоте стояния растений. *Наукові праці. Сер. с.-г. науки*. 2009;(125):104-108.
87. Шлаш М., Найда Н.М. Некоторые биологические особенности семян чернушки посевной. *Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов*. 2003;(7):177-181.
88. Шлаш М.С. Онтогенез и перспективы рационального использования чернушки посевной (*Nigella sativa* L.) в условиях Сирии: автореф. ... дис. канд. биол. наук. 2004. 18 с.
89. Найда Н.М., Шлаш М.С. Сравнительная оценка биологических и морфометрических характеристик *Nigella sativa* в условиях Сирии и Ленинградской области. *Изв. С.-Петерб. гос. аграр. ун-та*. 2019;2(55):11-15.
90. Амирова Л.А., Асадулаев З.М. Изменчивость признаков плодов и семян *Nigella sativa* L. При различных способах опыления. *Фундаментальные исследования. Biological Sciences*. 2014;(9):2446-2451.
91. Макрушин Н.М., Астафьева В. Э., Майорова Т.Ю. Динамика урожайности семян чернушки посевной и подорожника блошного. *Науч. труды ЮФ «КАТУ» НАУ: с.-х. науки. Симферополь*, 2007;(104):195-199.
92. Орловская Т.В., Маширова С.Ю. Морфолого-анатомическое изучение семян чернушки посевной (*Nigella sativa* L.) и чернушки дамасской (*Nigella damascena* L.). *Традиционная медицина*. 2012;(3):54-57.
93. Хабибов А.Д., Кумаева У.Х., Шахбанова С.Ш. Интродукционный анализ *Nigella sativa* L. во внутреннегорном Дагестане. Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Русское ботаническое общество. *Экологическая физиология и биохимия растений*. 2008;(6):363-365.
94. Исакова А.Л., Исаков А.В., Прохоров В.Н., Коваленко Н.А., Феськова Е.В. Характеристика сорта Знахарка нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.). *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;(1):79-81.
95. Исакова А.Л., Исаков А.В., Прохоров В.Н., Коваленко Н.А., Феськова Е.В. Сорт Беларускі духмяны нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.). *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;(3):108-111.
96. Прохоров В.Н., Исакова А.Л., Исаков А.В. Сравнительная характеристика сортов Радасць и Сунічны нигеллы дамасской (*Nigella damascena* L.). *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;(3):99-102.
97. Исакова А.Л., Прохоров В.Н. Морфометрические различия образцов нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.) в условиях Беларуси. *Земледелие и селекция в Беларуси: Сборник научных трудов Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию*. Минск: ИВЦ Минфина, 2017;(53):336-342.
98. Исакова А.Л., Бейня В.А., Базылева Н.А. Характерные и отличительные признаки, используемые для оценки ООС по методике проведения испытаний на нигелле (*Nigella* L.). *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;(2):110-113.
99. Исакова А. Л., Прохоров В. Н. Морфометрическая характеристика семян и реальная семенная продуктивность нигеллы. *Регуляция роста, развития и продуктивности растений: тезисы VIII Международной научной конференции*, Минск, 28-30 октября 2015 г. Минск: Колорград, 2015. 45 р.
100. Исакова А.Л., Бейня В.А., Базылева Н.А., Прохоров В.Н. Основные признаки группирования сортов нигеллы (*Nigella* L.) по методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. *Регуляция роста, развития и продуктивности растений: тезисы IX Международной научной конференции*, Минск, 24-26 октября 2018 г. Минск: Колорград, 2018. 51 р.
101. Исакова А.Л., Прохоров В.Н., Исаков А.В. Семенная продуктивность и биохимический состав семян нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.), полученных в условиях северо-востока Республики Беларусь. *Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур: материалы Международной научно-практической конференции*, Рязань, 3-4 марта 2016 г. Рязань: РГАУ, 2016. 327 р.
102. Ghamarnia H. Yield and water use efficiency of (*Nigella sativa* L.) under different irrigation treatments in a semi arid region in the West of Iran. *J. Med. Plants Res*. 2010;4(16):1612-1616. DOI: 10.5897/JMPR09.376
103. Margout D., Kelly M.T., Meunier S. Morphological, microscopic and chemical comparison between *Nigella sativa* L. (black cumin) and *Nigella damascena* L. *J. of Food, Agriculture & Environment*. 2013;11(1):165-171.
104. Evi S., Ani K., Winarso D.W., dan Didah N.F. Pertumbuhan Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.) pada Tingkat Naungan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 2018;46(2):202-207. DOI:10.24831/jai.v46i2.16722
105. Жаринов В.И., Остапенко А.И. Вирощування лікарських, ефіро-олійних, пряно-макових рослин. Київ: Вища школа, 1994. 234 с.
106. Лудилов В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры: биология, выращивание, семеноводство. М.: Росинформагротех, 2009. 196 с.
107. Пивоваров В.Ф., Лебедева А.Т. Выращивание семян на приусадебном участке. М.: Колос, 1996. 349 с.
108. Toncer O., Kizil S. Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L. *Int. J. Agri. Bio*. 2004;6(3):529-532.
109. Tulukcu E. The Effects of Varying Nitrogen Doses Some Yield Components of *Nigella sativa* L. *J Agr Food Sci*. 2015; 29 (2): 67-70.
110. Tuncur M., Ekin Z., Turkozu D. Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to different seed rates growth, yield components and essential oil contents. *J. Agron*. 2005;4(3):216-219. DOI:10.3923/ja.2005.216.219.
111. Исакова А.Л., Исаков А.В., Кажарский В.Р., Прохоров В.Н. Оценка применения различных гербицидов на посевах нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.). *Регуляция роста, развития и продуктивности растений: тезисы IX Международной научной конференции*, Минск, 24-26 октября 2018 г. Минск: Колорград, 2018. 52 р.
112. Esmaeil R.-C., Sajjad R., Amir R., Hashem H., Hassan M. Response of Seed Yield and Essential oil of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Affected as Foliar Spraying of Nano-fertilizers. *Journal of Medicinal Plants and By-products*. 2018;7(1):33-40. DOI 10.22092/JMPB.2018.116726.
113. Ozer H., Coban F., Sahin, U., Ors S. Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to deficit irrigation in a semi-arid region: growth, yield, quality, and water productivity. *Industrial Crops and Products*. 2020. DOI:10.1016/j.indcrop.2019.112048.
114. Кузнецов С.А. Влияние срока сева на продуктивность чернушки дамасской в предгорной зоне Крыма. *Известия ОГАУ*. 2015;54(4):56-58.

• References (In Russ.)

2. Skorina, V.V., Prokhorov, V.N. Spicy-aromatic and essential oil cultures: a tutorial. Minsk: Information and Computing Center of the Ministry of Finance, 2018. 215 p. (In Russ.)
4. Keys to higher plants of Belarus. Minsk. PRO design, 1999. P.47. (In Russ.)
9. Zatsepina E.E., Ivashev M.N., Zadorozhnaya E.E. The adaptive effect of chernushka damask oil extract. *International Journal of Applied and Basic Research*. 2013;(7):133-134. (In Russ.)

10. Al-Karnaki I.M. Black cumin. Prevention, treatment of diseases. Dilya Publishing House, 2013. 96 p. (In Russ.)
14. Shish S.N., Shutova A.G., Spiridovich E.V. et al. Physiological and biochemical features of *Nigella sativa* L. during cultivation in Belarus. The role of botanical gardens and arboretums in the conservation, study and sustainable use of the diversity of the plant world: materials of the Intern. scientific. conf., dedicated. To the 85th anniversary of the Center. Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, June 6–8, 2017 Minsk: Medison, 2017;(2):152-156. (In Russ.)
17. Isakova A.L. Evaluation of the starting material of *Nigella* L. and its use in breeding. Abstract of the Candidate of Science in Agricultural Sciences. Gorki, 2020. 21 p. (In Russ.)
18. Sampiev A.M., Rud N.K., Davitavyan N.A. Phytochemical study of the seeds of the sowing nigella. *Basic research. Pharmaceutical Sciences*. 2014;(5):114-117. (In Russ.)
19. Kukhareva L.V., Pashina G.V. Useful herbaceous plants of natural flora: a guide to the results of the introduction in Belarus. Minsk: Science and technology, 1986. 215 p. (In Russ.)
23. Alieva A.K., Kaziakhmedov J.S. Improving the formulation of spreads and fat components, taking into account the needs of consumers. *Technical and technological problems of the service*. 2014;27(1):85-88. (In Russ.)
24. Korableva O.A., Rakhmetov D.B. Introduction and use of species of the genus *Nigella*. 2011-05 B103 DB VINITI. (In Russ.)
25. Kurako U.M. Development of technology for halal turkey liver pate by enrichment with black cumin oil. *Agrarian. scientific. jurn*. 2016;(3):52-56. (In Russ.)
28. Lavrov Yu.A. The magic of spices and sauces. Kiev: Tavrida, 1995. 416 p. (In Russ.)
29. Neminov V.I. *Nigella* sowing in the Crimea. *Potatoes and vegetables*. 2016;(10):22-23.
30. Guketlova O.M., Lukashuk S.P. Determination of the main indicators of black cumin oil. *The successes of modern natural science*. 2014;(8):17-18. (In Russ.)
33. Orlovskaya T.V. Pharmacognostic study of some cultivated plants with the aim of expanding their use in pharmacy. Abstract of Doctor of Pharmaceutical Sciences. Pyatigorsk, 2011. 49 p. (In Russ.)
35. Mashirova S.Yu. Pharmacognostic study of seeds of damask (*Nigella damascena* L.) grown in the conditions of the Stavropol Territory. Abstract of the thesis for a candidate of pharmaceutical sciences. Pyatigorsk, 2013. 25 p. (In Russ.)
38. Rud N.K., Sampiev A.M., Davityan N.A. The main results of a phytochemical and pharmacological study of sowing nigella (review). *Sci. led. Belgorod state. university*. 2013;(25):207-212. (In Russ.)
43. Nurmagedmedova P.M., Omarieva M.G. Review of articles. The properties of the blackberry sowing (*Nigella sativa* L.). *Medicine and health care: Proceedings of the II International Scientific Conference*. Ufa, 2014. 62-65. (In Russ.)
45. Karamatov I.D., Abdulkhakov I.U. Chernushka sowing as a remedy in ancient, modern folk and scientific medicine (literature review). *Actual problems of the humanities and natural sciences*. 2013;(4):406-413. (In Russ.)
56. Isakova A.L., Mishina M.Yu., Fujii Y., Prokhorov V.N. Component composition of volatile compounds emitted by seeds of *Nigella sativa* L. *Agriculture and breeding in Belarus: Collection of scientific papers of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agriculture*. Minsk: Information and Computing Center of the Ministry of Finance. 2018;(54):239-243. (In Russ.)
58. Mashirova S.Yu., Orlovskaya T.V. Investigation of peptides of seeds of chernushka sowing and chernushka damascus. *Development, research and marketing of new pharmaceutical products: Collection of scientific papers of the Pyatigorsk State Medical Academy*. Pyatigorsk. 2012;(67):83-86. (In Russ.)
82. Amirova L.A. Introduction analysis of some species of the genus *Nigella* L. in the conditions of Dagestan. *Introduction, conservation and use of biological diversity of cultivated plants: Collection of materials of the XI international scientific and methodological conference*, June 9-13, 2014 Makhachkala, 2014. 10-12 p. (In Russ.)
83. Barykina R.P. Biological and morphological features and strategies of structural adaptation of annuals of the buttercup family. *Bul. Moscow Islands is tested. nature. Branch of biology*. 1992;97(1):68-80. (In Russ.)
84. Kudinov M.P., Kukhareva L.V., Pashina G.V., Ivanova E.V. Spicy aromatic plants. Minsk: Harvest, 1986. 159 p. (In Russ.)
85. Isakova A.L., Isakov A.V., Prokhorov V.N. Method of artificial hybridization of seed nigella (*Nigella sativa* L.): recommendations. 2018. 20 p. (In Russ.)
86. Chunikhovskaya VN Productivity of Damascus chernushka at different plant density. *Naukovi pratsi. Ser. agric. science*. 2009;(125):104-108. (In Russ.)
87. Shlash M., Naida N.M. Some biological features of seeds. *Actual problems of innovation with non-traditional plant resources and the creation of functional products*. 2003;(7):177-181.
88. Shlash M.S. Ontogeny and prospects for the rational use of black cottages (*Nigella sativa* L.) in Syria: author. ... Dis. Cand. biol. 2004. 18 p. (In Russ.)
89. Naida N.M., Shlash M.S. Comparative assessment of biological and morphometric characteristics of *Nigella sativa* in the conditions of Syria and the Leningrad region. *Izv. St. Petersburg. state agrarian. univers. St. Petersburg*. 2019;2(55):11-15. (In Russ.)
90. Amirova L.A., Asadulaev Z.M. Variation of traits of fruits and seeds of *Nigella sativa* L. With different methods of pollination. *Basic research. Biological Sciences*. 2014;(9):2446-2451. (In Russ.)
91. Makrushin N.M., Astafieva V.E., Mayorova T.Yu. Dynamics of the yield of seeds of chernushka sowing and plantain flea. *Scientific. works of the Law Firm "KATU" NAU: agric. science. Simferopol*, 2007;(104):195-199. (In Russ.)
92. Orlovskaya T.V., Mashirova S.Yu. Morphological and anatomical study of the seeds of the black beetle (*Nigella sativa* L.) and the nigella damascus (*Nigella damascena* L.). *Traditional medicine*. 2012;(3):54-57. (In Russ.)
93. Khabibov A.D., Kumaeva U.Kh., Shakhbanova S.Sh. An introduction analysis of *Nigella sativa* L. in the inner mountainous Dagestan. Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the XXI century. *Russian Botanical Society. Ecological physiology and biochemistry of plants*. 2008;(6):363-365. (In Russ.)
94. Isakova A.L., Isakov A.V., Prokhorov V.N., Kovalenko N.A., Feskova E.V. Characteristics of the variety Znaharka nigella sowing (*Nigella sativa* L.). *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2019;(1):79-81. (In Russ.)
95. Isakova A.L., Isakov A.V., Prokhorov V.N., Kovalenko N.A., Feskova E.V. Variety Belaruski dukhmyany *Nigella* sowing (*Nigella sativa* L.). *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2020;(3):108-111. (In Russ.)
96. Prokhorov V.N., Isakova A.L., Isakov A.V. Comparative characteristics of the varieties Radasts and Sunichny nigella damaska (*Nigella damascena* L.). *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2020;(3):99-102. (In Russ.)
97. Isakova A.L., Prokhorov V.N. Morphometric differences in samples of *Nigella sativa* L. in the conditions of Belarus. *Agriculture and breeding in Belarus: Collection of scientific papers of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agriculture*. Minsk: ITC of the Ministry of Finance, 2017;(53):336-342. (In Russ.)
98. Isakova A.L. Beinya V.A., Bazyleva N.A. Characteristic and distinctive signs used for the assessment of DUS according to the test methodology for *Nigella* (*Nigella* L.). *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2019;(2):110-113. (In Russ.)
99. Isakova A.L., Prokhorov V.N. Morphometric characteristics of seeds and real seed productivity of *Nigella*. *Regulation of growth, development and productivity of plants: abstracts of the VIII International Scientific Conference*, Minsk, October 28-30, 2015 Minsk: Kolorgrad, 2015. 45 p. (In Russ.)
100. Isakova A.L., Beinya V.A., Bazyleva N.A., Prokhorov V.N. The main signs of grouping varieties of *Nigella* (*Nigella* L.) according to the method of testing for distinctness, uniformity and stability. Regulation of growth, development and productivity of plants: abstracts of the IX International Scientific Conference, Minsk, October 24-26, 2018 Minsk: Kolorgrad, 2018. 51 p. (In Russ.)
101. Isakova A.L., Prokhorov V.N., Isakov A.V. Seed productivity and biochemical composition of seeds of sowing nigella (*Nigella sativa* L.) obtained in the north-east of the Republic of Belarus. *Scientific and practical aspects of technologies for the cultivation and processing of oilseeds and essential oil crops: materials of the International Scientific and Practical Conference*, Ryazan, March 3-4 2016 Ryazan: RGATU, 2016. 327 p. (In Russ.)
106. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Rare and less common vegetable crops: biology, cultivation, seed production. Moscow: Rosinformagroteh, 2009. 196 p. (In Russ.)
107. Pivovarov V.F., Lebedeva A.T. Growing seeds in a personal plot. Moscow: Kolos, 1996. 349 p. (In Russ.)
111. Isakova A.L., Isakov A.V., Kazharsky V.R., Prokhorov V.N. Assessment of the use of various herbicides on crops of *Nigella sativa* L. *Regulation of plant growth, development and productivity: abstracts of the IX International Scientific Conference*, Minsk, October 24-26, 2018 Minsk: Kolorgrad, 2018. 52 p. (In Russ.)
114. Kuznetsov S.A. Influence of the sowing time on the productivity of Damascus nigella in the foothill zone of the Crimea. *Izvestiya OGAU*. 2015;54(4):56-58. (In Russ.)