

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ НИГЕЛЛЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ*

Т.Я. Прахова, доктор сельскохозяйственных наук

Федеральный научный центр лубяных культур,
442731, Пензенская обл., р.п. Лунино
E-mail:prakhova.tanya@yandex.ru

В статье представлена комплексная оценка сортов нигеллы посевной и нигеллы дамасской в агроклиматических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Экспериментальную работу проводили в 2019–2021 гг. в Пензенской области. Климатические условия в годы изучения нигеллы характеризовались как засушливые. Гидротермический коэффициент варьировал от 0,67 в 2019 г. до 0,92 в 2021 г. Продолжительность вегетационного периода нигеллы составляла в среднем 98...113 дней. Наибольшее влияние на формирование урожая семян нигеллы оказало число коробочек на одном растении и масса семян с одного растения – соответственно 27,6 и 29,2 %. Продуктивность одного растения находилась в пределах 1,36...2,32 г, вариабельность этого признака составила 33,4 %. Наиболее высокая масса семян с одного растения 2,23 и 2,32 г отмечена соответственно у сортов Искра и Черный Бархат. Масса 1000 семян варьировала от 2,58 г (Дива) до 3,53 г (Искра). Наиболее высокая урожайность в условиях Пензенской области отмечена у сортов Витольдина, Ялита и Знахарка, урожайность которых составила 1,22...1,25 т/га. Среднее содержание масла в семенах нигеллы составило 38,89 %. По содержанию жира выделились сорта Ялита и Витольдина, маслянистость которых находилась на уровне 41,82 и 40,95 %. Наибольшей стабильностью по годам характеризовались сорта Ялита, Знахарка и Крымчанка, величина показателя ПУСС у которых была равна 1,41...1,45. В составе масла наибольшая доля приходится на линолеовую и олеиновую кислоты, содержание которых достигает 47,98...64,27 % и 16,91...29,52 % соответственно. В жирнокислотном составе маслосемян нигеллы присутствуют еще две насыщенные жирные кислоты – лауриновая и каприновая: 0,18...0,46 % и 0,04...2,30 % соответственно.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE PRODUCTIVITY OF NIGELLA VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Prakhova T.Ya.

Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
442731, Penzenskaya obl., r.p. Lunino
E-mail:prakhova.tanya@yandex.ru

*The article presents a comprehensive assessment of the varieties of *Nigella sativa* and *Nigella damascena* in the agro-climatic conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The experimental work was carried out in 2019–2021 on the experimental field of FSBRI the Penza Research Institute of Agriculture. Climatic conditions during the years of study of *Nigella* were characterized as dry. The hydrothermal coefficient ranged from 0.67 in 2019 to 0.92 units in 2021. The duration of the growing season of *nigella* averaged 98–113 days. The number of bolls on one plant and the weight of seeds per plant had the greatest influence on the formation of the seed yield of *nigella*, the share of influence of which was 27.6 and 29.2%. The productivity indicators of one plant were in the range of 1.36–2.32 g, the variability of this trait was 33.4%. The highest weight of seeds from one plant 2.23 and 2.32 g was noted in the *Iskra* and *Chernyy Barkhat* varieties. The weight of 1000 seeds varied from 2.58 g (*Diva*) to 3.53 g (*Iskra*). The highest yield in the conditions of the Penza region was noted in the varieties *Vitoldina*, *Yalita* and *Znaharka*, the yield of which was 1.22–1.25 t/ha. The average oil content in *Nigella* seeds is 38.89%. According to the fat content, the varieties *Yalita* and *Vitoldina* stood out, the oil content of which was 41.82 and 40.95%. The varieties *Yalita*, *Znaharka* and *Krymchanka* were characterized by the greatest stability over the years, the value of the PUSS indicator for them was 1.41–1.45. In the composition of the oil, the largest share falls on linoleic and oleic acids, the content of which reaches 47.98–64.27% and 16.91–29.52%. In addition, the fatty acid composition of *nigella* contains two more saturated fatty acids – lauric and capric. Their content is 0.18–0.46% and 0.04–2.30%, respectively.*

Ключевые слова: нигелла, сорта, урожайность, вегетационный период, структура урожая, маслянистость, жирные кислоты

Key words: *nigella*, varieties, yield, growing season, crop structure, oil content, fatty acids

Расширение спектра биологического разнообразия растениеводческой отрасли каждого региона с учетом его биоклиматического потенциала возможно путем интродукции и возделывания такого набора культур и сортов, которые наиболее приспособлены к различным условиям внешней среды [1]. В свою очередь, распространение устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды сортов – наиболее доступный и дешевый способ увеличения производства сельскохозяйственной продукции [2].

На сегодняшний день развитие различных отраслей промышленности, создание новых направлений использования продуктов растениеводства обуславливает потребность в широком ассортименте масличных и

эфиромасличных культур, который может быть расширен путем использования нигеллы [3]. Нигелла, или тмин черный в культуре представлен в основном двумя видами семейства лютиковые: нигелла посевная (*Nigella sativa* L.) и нигелла дамасская (*Nigella damascena* L.), обладающими высокими масличными, эфирномасличными, медоносными и лекарственными свойствами [4, 5].

Направления использования нигеллы чрезвычайно разнообразны, в первую очередь в качестве масличного сырья, так как ее семена содержат до 40 % масла и до 1,5 % эфирного масла [5, 6]. Масло нигеллы богато ненасыщенными жирными кислотами (около 80 %), а также относительно редко встречающимися

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ FGSS-2022-0008).

Табл. 1. Варьирование гидротермических условий периода вегетации нигеллы (2019–2021 гг.)

Показатель	Посев–всходы	Всходы– цветение	Цветение–спелость	Всходы–спелость
Сумма температур ≥ 10 °С	137,0...213,0	815,0...1251,0	884,0...996,0	1811,0...2191,0
Среднесуточная температура, °С	10,9...19,4	18,3...20,9	17,0...21,9	17,6...21,4
Сумма осадков, мм	1,4...22,9	50,0...103,9	50,4...100,7	133,5...202,4
ГТК	0,07...1,54	0,75...0,83	0,57...1,05	0,67...0,92

насыщенными лауриновой и каприновой жирными кислотами [7, 8].

Кроме того, масло черного тмина содержит большое количество разных биологически активных веществ, что открывает возможности для использования нигеллы в медицине для лечения и профилактики различных заболеваний [9, 10]. На сегодняшний день существует большое количество работ, посвящённых изучению фармакологической активности растительного сырья этой культуры [11, 12]. Например, австралийские ученые выяснили, что в семенах нигеллы содержится активный ингредиент тимохинон, который благодаря своим нейтрализующим свойствам препятствует развитию легочной пневмонии, что может быть использовано против коронавирусной инфекции [13]. Тем не менее нигелла относится к растениям, лекарственный потенциал которых до конца не раскрыт.

Биологические особенности этой культуры позволяют выращивать ее в широком диапазоне почвенно-климатических условий [4, 6, 14]. Но наибольшей популярностью черный тмин пользуется в странах Африки, Индии, Пакистане и Афганистане [10, 15]. Для лесостепи Среднего Поволжья, в частности Пензенской области, нигелла нетрадиционная культура, поэтому актуально изучение особенностей ее роста и развития в местных условиях с последующей интродукцией.

Цель исследований – комплексная оценка сортов нигеллы посевной и дамасской по продуктивности в агроклиматических условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Методика. Экспериментальную работу проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле обособленного подразделения Федерального научного центра лубяных культур «Пензенский НИИСХ». Объект исследований – сорта нигеллы посевной и нигеллы дамасской: Знахарка, Искра, Радасць (Республика Беларусь); Черный Бархат, Витольдина (Саратовская область); Крымчанка, Ялита

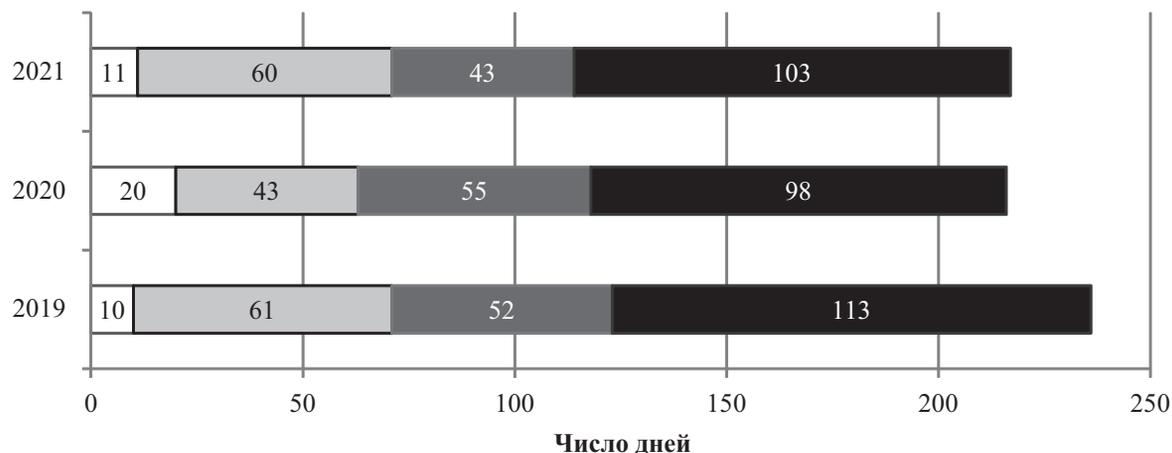
(Республика Крым); Дива (Краснодарский край); Голубая, Шахеризада (Московская область).

Климат лесостепи Среднего Поволжья, куда входит Пензенская область, умеренно-континентальный, отличительной чертой которого служит выраженная контрастность, характеризующаяся изменчивостью и неустойчивостью ресурсов тепла и влаги. Сумма эффективных температур за период вегетации культур варьирует от 1750 до 2450 °С, количество годовых осадков – от 350 до 750 мм, при этом засуха типичное явление для региона, в котором три из пяти лет бывают в разной степени засушливыми. Почва опытного участка – выщелоченный чернозем с содержанием гумуса 6,2 %. Реакция почвенного раствора слабокислая – pH = 5,4, содержание легкогидролизуемого азота – 82,4 мг/кг (по Тюрину и Кононовой, ГОСТ 26951-86), подвижного фосфора и калия – соответственно 157,3 мг/кг и 132,5 мг/кг (по Чирикову, ГОСТ 26204-91).

Закладку полевых опытов, все наблюдения, учеты и анализы проводили согласно общепринятым методическим рекомендациям [16]. Идентификацию и определение содержания жирных кислот выполняли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000».

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) рассчитывали по методике, описанной Э. Д. Неттевичем (2001). Статистическую обработку данных, коэффициент вариации (V %) показателей структуры урожая и долю их влияния определяли по методике Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение. Климатические условия вегетационных периодов нигеллы в годы исследований характеризовались как в той или иной степени засушливые, гидротермический коэффициент варьировал от 0,67 до 0,92 единиц. Наиболее благоприятные условия для вегетации культуры складывались в 2021 г.,



Продолжительность фенологических фаз развития нигеллы: □ – посев-всходы; □ – всходы-цветение; ■ – цветение-спелость; ■ – всходы-спелость.

Табл. 2. Показатели структуры урожайности сортов нигеллы (2019–2021 гг.)

Сорт	Высота растений, см	Число коробочек, шт.	Количество семян в коробочке, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Знахарка	43,4	16,5	76,3	1,64	2,87
Черный Бархат	56,9	12,2	66,7	2,32	2,98
Крымчанка	54,8	14,8	98,3	1,74	2,74
Дива	42,1	14,1	64,7	1,67	2,58
Голубая	45,1	12,8	75,7	1,36	3,19
Искра	46,7	11,1	71,1	2,23	3,53
Витольдина	49,4	12,3	69,7	1,75	3,52
Ялита	44,4	12,0	94,3	1,74	3,44
Шахеризада	50,1	16,3	77,0	1,52	3,19
Радасць	42,6	9,2	89,3	1,38	3,46
Коэффициент вариации, %	11,3	29,8	20,4	33,4	9,3
Доля влияния, %	5,3	27,6	20,3	29,2	17,6
НСР ₀₅	0,94	1,25	4,89	0,13	0,31

ГТК был равен 0,92 при среднесуточной температуре 21,3 °С и сумме осадков 202,4 мм (табл. 1).

В течение периода вегетации 2021 г. метеословия менялись от сильно-засушливых до умеренно-увлажненных. К примеру, от посева нигеллы до полного появления ее всходов выпало всего 1,4 мм осадков при среднесуточной температуре 19,4 °С, гидротермический коэффициент был равен 0,07. Продолжительность фазы «посев-всходы» составила 11 дней (см. рисунок).

Далее, период от всходов до цветения характеризовался как умеренно-засушливый (ГТК – 0,83) и длился 60 дней. Период от цветения до спелости протекал в умеренно-увлажненных условиях, всего выпало 98,5 мм осадков при достаточно высоких среднесуточных температурах 21,9 °С, ГТК находился на уровне 1,05 единиц. В целом, продолжительность периода вегетации нигеллы в 2021 г. составила 103 дня.

Весна 2020 г. выдалась дождливой и холодной. Осадки разной интенсивности выпадали каждый день, при достаточно низких среднесуточных температурах (10,9 °С). Развитие нигеллы от посева до всходов протекало на фоне обильного выпадения осадков (22,9 мм), ГТК был равен 1,54. Семена долгое время находились в холодной и влажной почве, продолжительность фазы «посев-всходы» составила 20 дней. Периоды «всходы-цветение» и «цветение-спелость» протекали соответственно в засушливых (ГТК – 0,61) и умеренно-увлажненных (ГТК – 1,01) условиях, а их продолжительность составила соответственно 43 и 55 дней. В целом, период вегетации характеризовался как умеренно-засушливый, гидротермический коэффициент был равен 0,83, а его продолжительность составила 98 дней.

Период «посев-всходы» в 2019 г. протекал в сухих условиях (ГТК – 0,31) и далее они практически не менялись. От всходов до цветения ГТК был равен 0,75,

продолжительность этого периода составила 61 день. От цветения до спелости растений (52 дня) метеословия были сильно-засушливыми (ГТК – 0,57). В целом длительность вегетации нигеллы составила 113 дней и протекала она в засушливых условиях (ГТК – 0,67). Следует отметить, что за три года изучения, это был самый продолжительный период вегетации культуры, вероятно, из-за низкого количества осадков (133,5 мм) и средних температурах (17,6 °С).

Важный фактор при анализе продуктивности растений – оценка изменчивости структурных компонентов урожайности. Наибольшее влияние на формирование урожая семян нигеллы оказало число коробочек на одном растении и масса семян с одного растения – 27,6 и 29,2 % соответственно (табл. 2).

Число коробочек по сортам варьировало от 9,2 до 16,5 шт./раст., причем этот признак характеризовался достаточно высокой изменчивостью, коэффициент вариации составил 29,8 %. Наибольшее число коробочек (16,3 и 16,5 шт.) сформировалось на растениях сортов Шахеризада и Знахарка, при этом количество семян в 1 коробочке у них составило 77,0 и 76,3 шт. соответственно. Наибольшее количество семян в одной коробочке отмечено у сортов Ялита, Крымчанка и Радасць – 94,3, 98,3 и 89,3 шт. соответственно. Однако следует отметить, что доля влияния этого фактора на формирование урожайности была не высокой – 20,3 %.

Продуктивность одного растения находилась на уровне 1,36...2,32 г, варибельность этого признака составила 33,4 %. Наибольшая масса семян с одного растения отмечена у сортов Искра (2,23 г) и Черный Бархат (2,32 г), самая низкая – у сортов Голубая (1,36 г) и Радасць (1,38 г).

Масса 1000 семян варьировала от 2,58 г (Дива) до 3,53 г (Искра), коэффициент вариации был низким и составлял всего 9,3 %, вероятно, изменчивость этого структурного элемента в большинстве случаев определяет генотип и в меньшей степени условия выращивания [17]. Доля вклада признака массы 1000 семян в формирование общего урожая составила 17,6 %.

Урожайность сортов нигеллы в условиях Пензенской области была достаточно высокой и варьировала от 1,06 т/га до 1,25 т/га при среднесортном показателе 1,17 т/га (табл. 3). Наиболее высокой она была у сортов Витольдина (1,22 т/га), Ялита (1,23 т/га) и Знахарка

Табл. 3. Продуктивность сортов нигеллы (2019–2021 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Масличность, %	ПУСС
Знахарка	1,25	34,78	1,42
Черный Бархат	1,11	39,83	1,23
Крымчанка	1,18	40,20	1,45
Дива	1,06	38,72	1,30
Голубая	1,14	40,19	1,25
Искра	1,19	37,18	1,32
Витольдина	1,22	40,95	1,38
Ялита	1,23	41,82	1,41
Шахеризада	1,09	35,20	1,29
Радасць	1,18	40,08	1,35
Среднее по сортам	1,17	38,89	1,34
НСР ₀₅	0,04	1,25	–

Табл. 4. Содержание жирных кислот в маслосеменах нигеллы (2019–2021 гг.), % от общего количества

Сорт	Лаурино- вая	Каприно- вая	Пальмити- новая	Стеарино- вая	Олеино- вая	Линоле- вая	Линолено- вая	Эйкозоди- новая
Знахарка	0,18	0,29	11,50	2,36	20,35	60,47	0,61	3,02
Черный Бархат	–	0,18	11,11	2,15	16,91	64,27	0,44	3,56
Крымчанка	–	0,32	12,02	2,69	20,92	59,47	0,33	2,84
Дива	–	0,04	11,57	2,85	23,39	57,39	0,77	2,22
Голубая	0,38	1,37	10,02	2,53	27,28	51,98	1,02	4,01
Искра	0,26	1,53	10,56	2,44	26,93	50,40	1,02	4,74
Витольдина	0,31	1,58	10,12	2,74	28,06	52,24	0,37	3,55
Ялита	0,31	1,86	10,08	3,10	28,29	50,50	0,28	4,01
Шахеризада	0,18	0,94	10,90	1,98	26,06	53,21	0,34	4,88
Радасць	0,46	2,30	9,85	2,92	29,52	47,98	0,70	3,79

(1,25 т/га), прибавка к среднесортной величина этого показателя составила 0,05...0,08 т/га. Наименьшая урожайность в среднем за 3 года отмечена у сортов Дива и Шахеризада, она составила 1,06 и 1,09 т/га и была ниже среднесортного показателя на 0,08...0,11 т/га.

Среднее содержание масла в семенах нигеллы составило 38,89 %. Различия между сортами по величине этого показателю варьировали от 0,9 до 7,0 %. Наибольшее содержания жира отмечено у сортов Ялита (41,82 %), Витольдина (40,95 %), Радасць (40,08 %), Голубая (40,19 %) и Крымчанка (40,20 %), что на 1,19...2,93 % выше среднего значения по всем сортам. Низкая масличность (34,78 и 35,20 %) отмечена у сортов Знахарка и Шахеризада, что меньше среднего показателя по сортам на 3,69...4,11 %.

Анализ результатов изучения сортов нигеллы позволил выделить наиболее экологически стабильные генотипы с высокими величинами ПУСС. К числу таких сортов можно отнести Ялиту, Знахарку и Крымчанку, у которых ПУСС был равен 1,41, 1,42 и 1,45 соответственно, что характеризует комплекс биологических свойств генотипов и их адаптивные возможности в различных климатических условиях выращивания.

В жирнокислотном составе масла нигеллы преобладала линолевая кислота, содержание которой варьировал от 47,98 до 64,27 % в зависимости от сорта. Доля линоленовой кислоты была наименьшей: от 0,28 % у сорта Ялита до 1,02 % у сортов Искра и Голубая (табл. 4). Самое низкое содержание олеиновой кислоты (16,91 %) отмечено у сорта Черный Бархат. У остальных генотипов величина этого показателя превышала 20 % и составляла 20,35...29,52 %.

Доля насыщенных пальмитиновой и стеариновой кислот составляла 9,85...12,02 % и 1,98...3,10 % от общего количества соответственно. Причем максимальное в опыте содержание пальмитиновой кислоты отмечено у сорта Крымчанка (12,502 %), стеариновой – у сорта Ялита (3,10 %). Кроме того, в жирнокислотном составе нигеллы присутствуют еще две насыщенные жирные кислоты: лауриновая и каприновая, на долю которых приходится 0,18...0,46 % и 0,04...2,30 % соответственно.

Таким образом, в условиях Пензенского региона нигелла может стать перспективной культурой масличного назначения, в том числе в качестве источника незаменимых омега-6 и омега-9 жирных кислот, а также ценной лауриновой кислоты. Оценка сортов нигеллы показала их высокую адаптивность к контрастным условиям лесостепи Среднего Поволжья и способность формировать

урожайность семян до 1,06...1,25 т/га с масличностью 34,78...41,82 %. Наиболее высокой продуктивностью характеризовались сорта Витольдина, Ялита и Знахарка, урожайность которых в среднем составила 1,22...1,25 т/га. Наибольшей стабильностью по годам характеризовались сорта Ялита, Знахарка и Крымчанка, величина ПУСС у которых находилась на уровне 1,41...1,45.

По содержанию жира выделились сорта Ялита и Витольдина с масличностью соответственно 41,82 и 40,95 %. В структуре жирных кислот нигеллы наибольшая доля приходится на линолевую и олеиновую, содержание которых достигает 47,98...64,27 % и 16,91...29,52 %.

Литература

1. *Biological diversity of non-traditional oil crops / A.N. Kshnikatkina, S.A. Kshnikatkin, P.G. Alenin, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production» 2021. С. 012091 URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012091> (дата обращения: 10.02.2022).*
2. *Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от сроков посева в Нечерноземной зоне России / Д.В. Виноградов, Ю.А. Мажайский, А.В. Новикова и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 17–20.*
3. *Сорт Беларускі Духмяны нигеллы посевной (NIGELLA SATIVAL.) / А.Л. Исакова, А.В. Исаков, В.Н. Прохоров и др. // Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 108–111.*
4. *Амирова Л.А., Гаджиев М.И., Хабибов А.Д. Интродукционный анализ *Nigella sativa* L. в условиях Дагестана // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2014. № 63. С. 126–129.*
5. *Прохоров В.Н. Нигелла – ценная хозяйственно-полезная культура (обзор литературы) // Овощи России. 2021. № 4. С. 111–123.*
6. *Тарасов В.Е., Калиманова М.А. Исследования семян *Nigella damascena* L. и *Nigella sativa* L. крымских сортов // Наука и образование. 2021. № 2. Т.4. С. 256–262.*
7. *Прахова Т.Я., Прахов В.А., Данилов М.В. Изучение нигеллы посевной в условиях Пензенской области // Труды конференции «Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона». Калуга: ФГБНУ «Калужский НИИСХ», 2019. С. 113–117.*

8. Жи́рно-кислотный профиль и антиоксидантная активность жирного масла чернушки посевной / А.Р. Мубинов, Е.В. Авдеева, В.А. Куркин и др. // *Химико-фармацевтический журнал*. 2021. № 8. Т. 55. С. 45–49.
9. Исакова А.Л., Исаков А.В., Прохоров В.Н. Содержание витаминов и минеральных веществ в семенах разных видов нигеллы // *Вестник Белорусской Государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 2. С. 85–87.
10. *Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (Nigella sativa)* / W. Kooti, Z. Hasanzadeh-Noohi, N. Sharafi-Ahvazi, et al. // *Chinese Journal of Natural Medicines*. 2016. Vol. 14. No 10. P. 732–745.
11. *Investigation of the effect of black cumin oil on pain in osteoarthritis geriatric individuals* / H.I. Tuna, B. Babadag, A. Ozkaraman, et al. // *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2018. Vol. 31. P. 290–294.
12. *Standardized Nigella sativa seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, doubleblind and placebo-controlled clinical trial* / A. Khonche, H.F. Huseini, M. Gholamian, et al. // *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. Vol. 234. P. 106–111.
13. Shad K.F., Soubra W., Cordato D.J. *The role of thymoquinone, a major constituent of Nigella sativa, in the treatment of inflammatory and infectious diseases* // *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2021. № 48 (12). P.1–9. URL: <https://www.researchgate.net/publication/353420970> (дата обращения: 10.02.2022).
14. Хомина В.Я. Технологические аспекты возделывания чернушки посевной (*Nigella sativa*) в условиях лесостепи Украины // *Black sea Scientific Journal of Academic Research*. 2014. № 7. Т. 14. С. 4–8.
15. *Chemical investigation of Nigella sativa L. seed oil produced in Morocco* / S. Gharby, H. Harhar, D. Guillaume, et al. // *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 14. No 2. P. 172–177.
16. *Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами*. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.
17. Прахова Т.Я., Смирнов А.А., Гущина В.А., Прахов В.А., Смирнов А.Д. Экологическое сортоиспытание крамбе абиссинской в условиях Средневолжского региона // *Нива Поволжья*. 2017. № 3 (44). С. 68–73.

Поступила в редакцию 14.02.2022

После доработки 04.03.2022

Принята к публикации 22.03.2022