

DOI 10.33952/2542-0720-2020-3-23-18-25

УДК 579.64:631.531:633.8

Баранская М. И., Чайковская Л. А., Немтинов В. И.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОАГЕНТОВ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ  
(*RHIZOBIUM RADIOBACTER* 204, *LELLIOTTIA NIMIPRESSURALIS* ССМ 32-3,  
*PAENIBACILLUS POLYМУХА* II) НА СЕМЕНА *NIGELLA DAMASCENA* L.  
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»**

**Реферат.** В последние годы в России возникает интерес к использованию и возделыванию новых лекарственных, эфиромасличных и пряно-ароматических растений. Одно из них – нигелла дамасская (*Nigella damascena* L.). Однако до настоящего времени остаются мало изученными вопросы повышения эффективности производства продукции нигеллы за счет применения микробных препаратов, поэтому исследования в этом направлении являются актуальными. Цель исследований – изучить совместимость бактерий-биоагентов микробных препаратов с семенами нигеллы дамасской (*N. damascena*) и влияние биологических препаратов на посевные качества семян чернушки. Лабораторные опыты проведены в 2018–2019 гг. в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма». Фитонцидную активность семян нигеллы по отношению к штаммам-биоагентам микробных препаратов оценивали по Данини Е. М. Изучение влияния биопрепаратов на посевные качества нигеллы проведено в серии лабораторных опытов по общепринятым методикам. Для обработки семян использовали микробные препараты: «Диазофит» (основа – бактерия *Rhizobium radiobacter* 204), препарат на основе *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3, «Биополицид» (основа – бактерия *Paenibacillus polyмуха* II) и их комплекс (смесь биопрепаратов в соотношении 1:1:1). Установлено, что экстрактивные вещества семян нигеллы не оказывают бактериостатического действия на штаммы *R. radiobacter* 204, *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 и *P. polyмуха* II. Выявлено, что применение комплекса микробных препаратов (КМП) для обработки семян способствовало достоверному возрастанию скорости, энергии прорастания и всхожести на 22,5 %, 49,0 % и 7,0 % соответственно по сравнению с контролем. Показано, что численность КОЕ эпифитных микроорганизмов семян нигеллы дамасской достигает 25 тыс. КОЕ/г семян. Наибольшая численность среди микроорганизмов, населяющих карпосферу нигеллы, отмечена для стрептомицетов, их количество достигает 21,4 тыс. КОЕ/г семян, а меньше всего – представителей спорообразующих бактерий и микромицетов: 0,5 и 0,3 тыс. КОЕ/г семян соответственно.

**Ключевые слова:** микробные препараты, нигелла дамасская (*Nigella damascena* L.), посевные качества семян, эпифитная микрофлора.

#### **Введение**

Нигелла (*Nigella* L.) или чернушка – однолетнее травянистое растение семейства лютиковые (*Ranunculaceae*). В настоящее время культура привлекает к себе внимание благодаря широкому спектру хозяйственно полезных свойств и приобретает все большее значение как эфиромасличное, лекарственное, пряно-ароматическое и декоративное растение [1, 2]. В семенах чернушки накапливается до 40 % жирного масла, 0,5–1,9 % эфирного масла, аминокислоты, витамины, белки, углеводы и минералы [3–6]. Благодаря широкому спектру содержащихся в растении полезных веществ культуру можно использовать в пищевой и косметической отраслях промышленности, а также в

медицине и сельском хозяйстве. Наибольшее распространение получили два вида нигеллы: дамасская (*N. damascena* L.) и посевная (*N. sativa* L.).

Однако до настоящего времени остаются мало изученными вопросы повышения эффективности производства продукции нигеллы, особенно взаимосвязь биологических особенностей растения с микроорганизмами. Применение препаратов на основе полезных и эффективных штаммов микроорганизмов является одним из элементов биологизации современного земледелия. Штаммы-биоагенты микробных препаратов позволяют улучшить азотное и фосфорное питание сельскохозяйственных растений, продуцируют биологически активные вещества, позволяют снизить численность патогенной микрофлоры, что в конечном итоге способствует повышению урожайности культур и обеспечивает получение экологически чистых продуктов питания [7, 8]. В отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» создана коллекция микроорганизмов (<https://niishk.ru/innovacionnye-razrabotki/kollekciya-mikroorganizmov/>), насчитывающая более 200 штаммов симбиотических, ассоциативных с растениями и свободноживущих бактерий. На основе активных бактерий разработаны микробные препараты, эффективные при выращивании зерновых, зернобобовых, овощных, технических и других культур [9–12]. Однако в литературных источниках не встречается информация об использовании биопрепаратов при выращивании нигеллы, что определяет новизну и актуальность исследования.

Учитывая то, что семена многих эфиромасличных культур, в том числе и нигеллы, содержат компоненты, оказывающие бактерицидное воздействие на микроорганизмы, представляет интерес исследовать возможность применения некоторых микробных препаратов для предпосевной обработки их семян. В связи с этим **цель исследований** – определение совместимости семян нигеллы дамасской (*Nigella damascena* L.) с бактериями-биоагентами микробных препаратов «Диазофит», «Биополицид», а также на основе штамма *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и влияния предпосевной инокуляции на посевные качества семян.

#### **Материалы и методы исследований**

Серия лабораторных опытов проведена в 2018–2019 гг. в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма». В опытах использованы семена нигеллы дамасской (*N. damascena*) сорта Ялита и микробные препараты: «Диазофит» (основа – штамм *Rhizobium radiobacter* 204, обладающий азотфиксирующей и ростстимулирующей активностью), препарат на основе штамма *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 (фосфатмобилизатор и продуцент фитогормонов) [13], «Биополицид» (основа – штамм *Paenibacillus polymyxa* П, синтезирующий хитиназу и антифунгальные компоненты), а также их комплекс (КМП) – смесь препаратов в соотношении 1:1:1.

Фитонцидную активность семян нигеллы по отношению к штаммам биоагентов микробных препаратов оценивали по Данини Е. М. [14]. Для этого чашки Петри со средой мясо-пептонный агар (МПА) засеивали 0,1 мл суточной культуры исследуемых штаммов. Бактериальную суспензию для засева чашек Петри готовили путем последовательных разведений. Посев в чашки Петри проведен: для *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 и *R. radiobacter* 204 из четвертого–восьмого разведений, для *P. polymyxa* П – из третьего–шестого разведения. В центре диска засеянной среды вырезали с помощью стерильного сверла кружок агара (диаметр 10 мм) и удаляли его. В углубление помещали 0,5 г свежеприготовленной семенной кашицы (семена нигеллы, растертые в фарфоровой ступке). В контрольных вариантах растертые семена в лунку не вносили. Повторность опытов – трехкратная. Инкубацию чашек проводили в термостате в течение суток при температуре 28 °С.

Учет количества колоний в чашках Петри проводили для штаммов *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 и *R. radiobacter* 204 на седьмом разведении, а для штамма *P. polymyxa* П – на четвертом.

Определение численности эпифитной микрофлоры семян нигеллы дамасской проведено методом посева смыва с семян на твердые питательные среды [15]. Учет количества колониеобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов проводили на следующих средах: сапрофитные бактерии – МПА, спорообразующие бактерии – смесь МПА и сусло-агара (1:1), стрептомицеты – крахмало-аммиачный агар (КАА), микромицеты – среда Чапека.

Для изучения влияния биопрепаратов на посевные качества нигеллы провели серию лабораторных опытов по общепринятым методикам [16]. Для этого семена нигеллы инокулировали водными суспензиями биологических препаратов (разведение 1:100) из расчета 2 % от массы семян, время экспозиции – один час. Контролем служили семена, замоченные в воде. Затем семена раскладывали в чашки Петри на увлажненную стерильную фильтровальную бумагу по 50 штук и выдерживали в термостате при 28 °С. Повторность опыта – девятикратная. Ежедневно отмечали число проросших семян. Для всесторонней оценки влияния биопрепаратов на процесс прорастания семян учитывали ряд принятых в растениеводстве показателей: всхожесть, энергию, дружность и скорость прорастания.

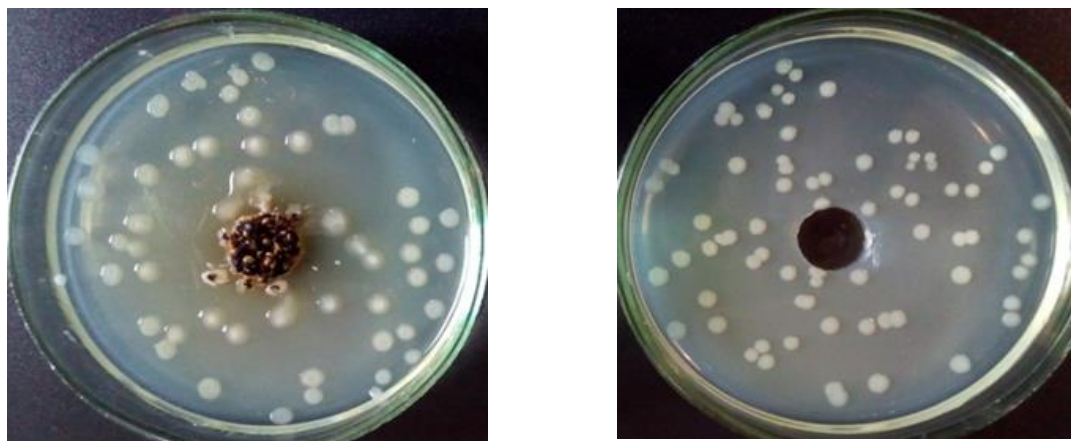
#### Результаты и их обсуждение

Микроорганизмы населяют и ведут активный образ жизни как внутри, так и на поверхности различных частей растений: зеленой части, корнях и семенах. В связи с этим нами определена численность эпифитной микрофлоры семян нигеллы. В ходе эксперимента установлено, что микробный ценоз карпосферы нигеллы дамасской достигает 25 тыс. КОЕ/г семян. Наиболее многочисленной группой микроорганизмов, населяющих поверхность семян чернушки, являются стрептомицеты, их численность составила 21,4 тыс. КОЕ/г семян. Количество сапрофитной микрофлоры составило 2 тыс. КОЕ/г семян. Установлено, что карпосфера чернушки наименее заселена спорообразующими бактериями и микромицетами: 0,5 и 0,3 тыс. КОЕ/г семян соответственно.

Как известно, в семенах нигеллы накапливается эфирное масло, содержание которого достигает 2 % [17]. Основные компоненты эфирного масла семян чернушки: тимохинон, тимол, р-цимен, цимол, карвакрол и другие [18, 19], которые могут оказывать антимикробное действие на штаммы-биоагенты микробных препаратов. Поэтому, с целью научного обоснования целесообразности применения биологических препаратов при выращивании нигеллы дамасской проведена оценка действия экстрактивных веществ её семян, диффундирующих в толщу питательной среды (МПА), на штаммы *R. radiobacter* 204, *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 и *P. polymyxa* П.

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что при действии экстрактивных веществ семян нигеллы на штамм *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 зона отсутствия роста бактерий не выявлена (рисунок).

Результаты исследований показали, что количество колоний *L. nimipressuralis* ССМ 32-3 в чашках с кашицей семян чернушки и испытывавших влияние их экстрактивных веществ составило в среднем 4,9 млрд КОЕ/мл, что на 0,8 млрд/мл КОЕ ниже, чем в контроле (таблица 1). Поскольку снижение численности клеток находилось в пределах ошибки опыта, можно предположить, что экстрактивные вещества нигеллы не оказывали угнетающего действия на *L. nimipressuralis* ССМ 32-3.



А

Б

**Рисунок – Влияние экстрактивных веществ семян нигеллы на жизнеспособность штамма *Lelliottia nimipressuralis* CCM 32-3 (лабораторные опыты)**

*Примечание.* А – с кашицей семян, Б – контроль.

**Таблица 1 – Влияние экстрактивных веществ семян нигеллы на численность КОЕ штаммов-биоагентов микробных препаратов**

Вариант опыта	Контроль	С измельченной массой семян
	КОЕ/1 мл	КОЕ/1 мл
<i>Lelliottia nimipressuralis</i> CCM 32-3	$5,7 \times 10^9 \pm 0,20$	$4,9 \times 10^9 \pm 0,09$
<i>Rhizobium radiobacter</i> 204	$8,8 \times 10^9 \pm 0,15$	$8,3 \times 10^9 \pm 0,40$
<i>Paenibacillus polymyxa</i> П	$8,0 \times 10^6 \pm 0,18$	$7,9 \times 10^6 \pm 0,15$

Изучено также влияние экстрактивных веществ семян нигеллы на жизнеспособность штамма *R. radiobacter* 204. Отмечено, что вещества, диффундирующие в толщу питательной среды, не оказывали заметного бактериостатического действия на исследуемый штамм: отсутствовала зона угнетения роста бактерии, а количество КОЕ штамма составило 8,3 млрд/мл (в контроле – 8,8 млрд/мл).

Подобные результаты получены и при изучении бактериостатического влияния фитонцидов семян нигеллы на штамм *P. polymyxa* П. Проведенные опыты показали, что кашлица семян не оказывала бактериостатического действия на жизнеспособность *P. polymyxa* П. При учете количества колоний этого штамма не выявлено существенной разницы между контрольным и опытным вариантом: 8,0 и 7,9 млн КОЕ (см. таблицу 1).

Поскольку микробные препараты используют для предпосевной инокуляции семян, важное значение имеет изучение их действия в прикорневой зоне при появлении всходов, росте проростков и корешков. Имеются сведения, что обработка семян гороха вторичными метаболитами грибов рода *Trichoderma* позволила повысить их лабораторную всхожесть [20]. Кроме того, показана возможность улучшения посевных качеств семян льна и кориандра за счет бактериализации полифункциональными препаративными формами и гомогенатами на основе смешанных культур штаммов *Nostoc linckia* 144 и *Agrobacterium radiobacter* 204 [21].

При анализе результатов наших исследований по изучению влияния микробных препаратов на посевные качества семян нигеллы получены следующие данные (таблица 2).



Таблица 2 – Влияние микробных препаратов на посевные качества семян нигеллы

Вариант	Всхожесть семян, %	Дружность прорастания, %	Энергия прорастания, %	Скорость прорастания, шт./сут.
Контроль (вода)	77,3	5,3	3,8	26,2
«Фосфоэнтерин»	77,3	55,2	46,0	29,5
«Диазофит»	80,9	57,8	41,4	29,3
«Биополицид»	79,1	56,5	40,0	38,3
КМП	82,5	58,9	50,4	32,1
НСР <sub>05</sub>	5,21	3,72	12,7	3,75

Выявлено, что микробные препараты не оказывали влияния на дружность прорастания семян нигеллы, однако отмечена тенденция к увеличению скорости прорастания семян исследуемой культуры, но достоверное возрастание данного показателя выявлено в случае применения «Биополицида» и КМП: 38 и 32 шт./сут, что превысило контроль на 46,0 и 22,5 % соответственно. Наиболее значимое влияние на энергию прорастания и всхожесть семян чернушки оказывал КМП. Так, его применение для обработки семян привело к возрастанию энергии прорастания и всхожести до 50,4 % и 82,5 %, что превышало контроль на 49,0 % и 7,0 % соответственно.

Таким образом, изучена совместимость бактерий-биоагентов микробных препаратов с семенами нигеллы дамасской, показано их влияние на посевные качества семян чернушки, а также исследован микробоценоз поверхности семян.

#### Выводы

Показано, что экстрактивные вещества семян нигеллы не оказывают бактериостатического действия на жизнеспособность штаммов *Rhizobium radiobacter* 204, *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и *Paenibacillus polymyxa* П.

Установлено, что применение КМП для обработки семян чернушки способствовало достоверному возрастанию скорости, энергии прорастания и всхожести семян на 22,5 %, 49,0 % и 7,0 % соответственно по сравнению с контролем.

#### Литература

1. Botnick I. Distribution of primary and specialized metabolites in nigella sativa seeds, a spice with vast traditional and historical uses // *Molecules*. 2012. No. 17. P. 10159–10177.
2. Исакова А. Л., Исаков А. В. Нигелла – перспективная эфиромасличная культура // *Наше сельское хозяйство*. 2016. № 11. С. 83–85.
3. Cheikh-Rouhou S., Besbes S., Hentati B., Blecker C., Deroanne C., Attia H. *Nigella sativa* L.: chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction // *Food Chemistry*. 2007. No. 101. P. 673–681. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.02.022.
4. Рудь Н. К., Сампиев А. М., Давитавян Н. А. Основные результаты фитохимического и фармакологического исследования чернушки посевной // *Научные ведомости БелГУ. Серия «Медицина, Фармация»*. 2013. № 25 (168). Вып. 24. С. 207–212.
5. 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.
6. Исакова А. Л., Прохоров В. Н. Изучение аминокислотного состава семян нигеллы (*Nigella* L.) // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 2. С. 73–75.
7. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // *Сельскохозяйственная биология*. 2011. № 3. С. 3–9.
8. Тихонович И. А., Завалин А. А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ // *Плодородие*. 2016. № 5 (92). С. 28–32.
9. Чайковская Л. А., Ключенко В. В., Баранская М. И., Овсиенко О. Л. Фосфатмобилизирующие бактерии в агроценозах Крыма: монография // Под ред. Чайковской Л. А. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 156 с.

10. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных биопрепаратов при выращивании бобовых культур в Крыму // Земледелие. 2015. № 2. С 31–33.
11. Арифова З. И. Влияние микробиологических препаратов на морфоструктуру, урожайность и качество ягод малины // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 1 (17). DOI: 10.33952/2542-0720-2019-1-17-6-12.
12. Yakubovskaya A. I., Melnichuk T. N., Kameneva I. A., Shaposhnikov A. I., Puhalsky Y. V., Sazanova A. L. *Flavobacterium sp.* strain No 72 – associative symbiont of *Oryza sativa* L. plants // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. 2019. No. 21 (3). P. 566–571.
13. Патент РФ № 2676926. «Фосфатмобилизующий штамм почвенных бактерий *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и биопрепарат на его основе для оптимизации минерального питания растений, стимуляции их роста и повышения урожайности» // Л. А. Чайковская, Т. Н. Мельничук, И. А. Каменева, М. И. Баранская, О. Л. Овсиенко. 2019. Бюлл. № 2. 12 с.
14. Данини Е. М. Элементарные методики изучения антибактериальных свойств фитонцидов высших растений // Фитонциды, их роль в природе и значение для медицины. М.: Изд-во академии медицинских наук СССР, 1952. 330 с.
15. Мишустин Е. Н., Трисвятский Л. А. Микробы и зерно. М. Изд-во Академии наук СССР, 1963. С. 239–247.
16. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств: Методические рекомендации // Под ред. Возняковской Ю. М. Л.: Изд-во ВНИСХМ, 1982. С. 31–35.
17. Kumar S., Venkatachallam T., Pattekhan H. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide // J. Food Sci. Technol. 2010. Vol. 47. No. 6. P. 598–605.
18. Исакова А. Л., Исаков А. В., Коваленко И. А., Феськова Е. В., Супиченко Г. Н., Сачивко Т. В. Биохимический состав семян *Nigella sativa* L., выращенных в условиях Беларуси // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2019. Т. 64. № 4. С. 440–447. DOI: 10.29235/029-8940-2019-64-4-440-447.
19. Феськова Е. В., Игнатовец О. С., Тычина И. Н., Савич И. М., Святияшук Д. С. Определение компонентного состава семян чернушки посевной (*Nigella sativa*) // Труды БГТУ. 2018. Серия 2. № 2. С. 167–170.
20. Павловская Н. Е., Гнеушева И. А., Солохина И. Ю., Яковлева В. В. Влияние вторичных метаболитов грибов рода *Trichoderma* на посевные качества семян гороха // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 3. С. 114–117.
21. Алексеенко О. П., Дидович С. В. Влияние бактериализации на посевные качества семян *Linum usitatissimum* (L.) и *Coriandrum sativum* (L.) // Наука вчера, сегодня, завтра. 2016. № 8-1 (30). С. 6–10.

## References

1. Botnick I. Distribution of primary and specialized metabolites in *nigella sativa* seeds, a spice with vast traditional and historical uses // Molecules. 2012. No. 17. P. 10159–10177.
2. Isakova A. L., Isakov A. V. *Nigella* – promising oil-bearing culture // Nashe selskoe khozyaystvo. 2016. No. 11. P. 83–85.
3. Cheikh-Rouhou S., Besbes S., Hentati B., Blecker C., Deroanne C., Attia H. *Nigella sativa* L.: chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction // Food Chemistry. 2007. No. 101. P. 673–681. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.02.022.
4. Rud N. K., Sampiev A. M., Davitavyan N. A. Main results of phytochemical and pharmacological research of *Nigella sativa* L. (review) // Belgorod State University Scientific Bulletin. Series “Medicine. Pharmacia”. 2013. No. 25 (168). Iss. 24. P. 207–212.
5. Isakova A. L., Isakov A. V., Prokhorov V. N. The content of vitamins and mineral substances in seeds of *nigella* of different species // Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy. 2018. No. 2. P. 85–87.
6. Isakova A. L., Prokhorov V. N. Research into amino acid composition of seeds of *Nigella* L. // Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy. 2018. No. 2. P. 73–75.
7. Tikhonovich I. A., Provorov N. A. Agricultural microbiology as the basis of ecologically sustainable agriculture: fundamental and applied aspects // Agricultural Biology. 2011. No. 3. P. 3–9.
8. Tikhonovich I. A., Zavalin A. A. Application potential of nitrogen-fixing and phytostimulating microorganisms for increasing the efficiency of the agroindustrial complex and improving the agroecological situation in Russian Federation // Plodorodie. 2016. No. 5 (92). P. 28–32.
9. Chaikovskaya L. A., Klyuchenko V. V., Baranskaya M. I., Ovsienko O. L. Phosphate-mobilizing bacteria in agrocenoses of the Crimea: monography // Ed. by Chaikovskaya L. A. Simferopol: Publishig house “ARIAL”, 2018. 156 p.

10. Turina E. L., Didovich S. V., Kulinich R. A. Multifunctional biological preparations application at legumes cultivation in the Crimea // *Zemledelie*. 2015. No. 2. P. 31–33.
11. Arifova Z. I. Influence of microbiological preparations on morphostructure, yield, and quality of raspberries // *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2019. No. 1 (17). P. 6–12. DOI 10.33952/2542-0720-2019-1-17-6-12.
12. Yakubovskaya A. I., Melnichuk T. N., Kameneva I. A., Shaposhnikov A. I., Puhalsky Y. V., Sazanova A. L. *Flavobacterium sp.* strain No 72 – associative symbiont of *Oryza sativa* L. plants // *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 2019. No. 21 (3). P. 566–571.
13. Patent RF No. 2676926 “Phosphate-mobilizing strains of soil bacteria *Lelliottia nimipressuralis* CCM 32-3 and biopreparation on its basis for the optimization of mineral nutrition of plants, stimulates their growth and increase yields application” // Chaikovskaya L. A., Melnichuk T. N., Kameneva I. A., Baranskaya M. I., Ovsienko O. L. 2019. Bul. No. 2. 12 p.
14. Danini E. M. Elementary methods for studying the antibacterial properties of higher plant phytoncides // *Phytoncides, their role in nature and significance for medicine*. Moscow: Publishing house of the Academy of Medical Sciences of the USSR, 1952. 330 p.
15. Mishustin E. N., Trisvyatskiy L. A. *Microbes and grain*. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 1963. P. 239–247.
16. Some new methods for quantifying soil microorganisms and studying their properties: Methodical recommendation // Ed. by Voznyakovskaya Yu. M. Leningrad: ARRIAM, 1982. P. 31–35.
17. Kumar S., Venkatachallam T., Pattekhani H. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide // *J. Food Sci. Technol.* 2010. Vol 47. No. 6. P. 598–605.
18. Isakova A. L., Isakov A. V., Kovalenko N. A., Feskova A., Supichenko G. N., Sachivko T. V. Biochemical composition of seeds *Nigella sativa* L., growth in the conditions of Belarus // *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*. 2019. Vol. 64. No. 4. P. 440–447. DOI: 10.29235/029-8940-2019-64-4-440-447.
19. Feskova E. V., Ignatovets O. S., Tychina I. N., Savich I. M., Svityashchuk D. S. Determination of the component composition of *Nigella sativa* seeds // *Proceedings of BSTU*. 2018. Series 2. No. 2. P. 167–170.
20. Pavlovskaya N. E., Gneusheva I. A., Solokhina I. Yu., Yakovleva I. V. Effect of secondary fungal metabolites from *Trichoderma* genus on sowing quality of pea seeds // *Agricultural Biology*. 2012. No. 3. P. 114–117.
21. Alekseenko O. P., Didovich S. V. The influence bacterization on sowing quality of seeds of *Linum usitatissimum* (L.) and *Coriandrum sativum* (L.) // *Science yesterday, today, tomorrow*. 2016. No. 8-1 (30). P. 6–10.

UDC 579.2: 631.531:633.8

Baranskaya M. I., Chaikovskaya L. A., Nemtinov V. I.

**EFFECT OF BIOLOGICAL AGENTS OF MICROBIAL PREPARATIONS  
(*RHIZOBIUM RADIOBACTER* 204, *LELLIOTTIA NIMIPRESSURALIS* CCM 32-3,  
*PAENIBACILLUS POLYMYXA* P) ON THE SEEDS OF *NIGELLA DAMASCENA* L.**

**Summary.** In recent years, increased attention in the Russian Federation has been given to the use and cultivation of new medicinal, essential oil and spicy-aromatic plants. However, up to the present time, the issues of improving the efficiency of production of *Nigella* products achieved by the application of microbial preparations remain poorly studied. Hence, research in this direction is new and relevant. The aim of our research was to study the compatibility of bacteria – bioagents of microbial preparations – with seeds of *N. damascena* and the influence of biological preparations on the sowing qualities of *nigella* seeds. Laboratory experiments were conducted in 2018–2019 in the Department of Agricultural Microbiology of the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”. Phytoncidic activity of *Nigella* seeds concerning strains – bioagents of microbial preparations was evaluated according to E. M. Danini. The study of the influence of biopreparations on the sowing qualities of *Nigella* seeds was conducted in a series of laboratory experiments using generally accepted methods. For seed inoculation, we used microbial preparation “Diazofit” (based on the bacteria *Rhizobium radiobacter* 204); preparation based on *Lelliottia nimipressuralis* CCM 32-3; microbial preparation “Biopolycide” (based on the bacteria *Paenibacillus polymyxa* P); Complex of Microbial Preparations (a mixture of

*biopreparation in the ratio 1:1:1). It was found that extractive substances of Nigella seeds did not have any bacteriostatic effect on the strains of R. radiobacter 204, L. nimipressuralis CCM 32-3 and P. polymyxa P. We also detected that the use of the Complex of Microbial Preparations (CMP) for seed treatment contributed to a significant increase in speed, germination energy and seed germination by 22.5 %, 49.0 % and 7.0 %, respectively, compared to control. It is well demonstrated that the number of CFU of epiphytic microorganisms of the seeds of Nigella damasceana is quite numerous and is up to 25 thousand CFU/g of seeds. At the same time, the least of all – representatives of spore-forming bacteria and micromycetes: 0.5 and 0.3 thousand CFU/g of seeds, respectively.*

**Keywords:** *microbial preparations, Nigella damascena, seed sowing qualities, epiphytic microflora.*

Баранская Марина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории растительно-микробного взаимодействия ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail baranskaya@rambler.ru.

Чайковская Людмила Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории растительно-микробного взаимодействия ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: ludachaika@mail.ru.

Немтинов Виктор Илларионович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции овощных и бахчевых культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: nemtin2@mail.ru.

Baranskaya Marina Ivanovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, Laboratory of plant-microbe interaction, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295000, Russia; e-mail: baranskaya@rambler.ru.

Chaikovskaya Ludmila Aleksandrovna, Dr. Sc. (Agr.), senior researcher, chief researcher, Laboratory of plant-microbe interaction, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295000, Russia; e-mail: ludachaika@mail.ru.

Nemtinov Viktor Illarionovich, Dr. Sc. (Agr.), chief researcher of the Laboratory of vegetable and melon crops plant breeding, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295000, Russia; e-mail: nemtin2@mail.ru.

*Дата поступления в редакцию – 22.04.2020.*

*Дата принятия к печати – 14.08.2020.*