

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-38-42>
УДК 635.651:631.53:631.472.8

Куркина Ю.Н.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
308007, Россия, г. Белгород,
ул. Победы, 85, корп. 14, ауд. 6-9, кафедра биотехнологии и микробиологии
E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Куркина Ю.Н. Структура семенной продуктивности антоциансодержащих овощных бобов и особенности микофлоры почвы под ними. *Овощи России*. 2020;(2):38-42. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-38-42>

Поступила в редакцию: 04.02.2020

Принята к печати: 04.03.2020

Опубликована: 25.04.2020

Yulia N. Kurkina

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod State National Research University», Department of Biotechnology and Microbiology
office 6-9, part 14, 85,
Pobeda Street, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

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

For citation: Kurkina Yu.N. Structure of seed productivity of antocians containing broad beans and features of mycoflora soil under them. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):38-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-38-42>

Received: 04.02.2020

Accepted for publication: 04.03.2020

Accepted: 25.04.2020

Структура семенной продуктивности антоциансодержащих овощных бобов и особенности микофлоры почвы под ними



РЕЗЮМЕ

Актуальность: Всестороннее изучение овощных бобов, в том числе семенной продуктивности и почвенных микокомплексов их антоциансодержащих сортов, является актуальным, учитывая необходимость повышения роста урожайности культуры и особого вклада микробиоты в фитомелиорацию почвы, что является важнейшим звеном в органическом земледелии.

Методы. В мелкоделяночных опытах в г. Белгороде изучены сортообразцы бобов с антоцианом в семенной оболочке (Бобчинские, Кармазин, Розовый фламинго, Русские черные, Царский урожай, Бел-1). Скрининг почвенных грибов проводили методом почвенных разведений Ваксмана с последующим глубоким посевом в плотные питательные среды. Для оценки сходства комплексов почвенных микробиот под сортами бобов использовали коэффициент сходства.

Результаты. Полевые испытания сортов овощных бобов *Vicia faba* L. (Бел-1, Бобчинские, Кармазин, Розовый фламинго, Русские черные, Царский урожай), содержащих антоцианы в семенных оболочках, показали, что наиболее высокая урожайность семян характерна для гибрида Бел-1 (65 г с растения) и сортов Розовый фламинго (64 г), Царский урожай (64 г). Все изученные сорта характеризовались высоким содержанием белка в семенах (25-31%). Основной вклад в продуктивность семян этих сортов бобов внесли боковые побеги ($r = +0,91$). Сорта бобов Бобчинские и Царский урожай могут быть рекомендованы как уменьшающие долю условно-патогенных, аллергенных и токсигенных микроскопических грибов в почве. Растения сортообразцов Кармазин и Бел-1 характеризовались минимальной (0-9%) потерей продуктивности от распространенных микозов – альтернариоза и фузариоза.

Ключевые слова: овощные бобы, семенная продуктивность, антоциан в семенах, содержание белка в семенах, почвенные микокомплексы, микробиоты.

Structure of seed productivity of antocians containing broad beans and features of mycoflora soil under them

ABSTRACT

Relevance. A comprehensive study of broad beans, including seed productivity and soil mycocomplexes of their anthocyanin-containing varieties, is relevant, given the need to increase the growth of crop productivity and the special contribution of micromycetes to soil phytomelioration, which is an important link in organic farming.

Methods. In small-scale experiments in the city of Belgorod, varieties of beans with anthocyanins in the seed coat were studied (Bobchinsky, Karmazin, Pink Flamingo, Russian Blacks, Tsarsky Harvest, Bel-1). The selection of soil fungi was carried out by the method of soil dilutions of Waxmann, followed by deep sowing in solid nutrient media. To assess the similarity of the complexes of soil micromycetes under varieties of beans, a similarity coefficient was used.

Results. Field trials of varieties of beans *Vicia faba* L. (Bel-1, Bobchinsky, Karmazin, Pink flamingo, Russian black, Imperial crop) containing anthocyanins in seed coatings showed that the highest yield of seeds is characteristic of the Bel-1 hybrid (65 g from a plant) and varieties Pink Flamingo (64 g), Royal Harvest (64 g). All varieties studied were characterized by a high protein content in seeds (25-31%). The main contribution to the seed productivity of these varieties of beans was made by lateral shoots ($r = +0.91$). Varieties of beans Bobchinsky and Tsarist Harvest can be recommended as reducing the proportion of opportunistic, allergenic and toxigenic microscopic fungi in the soil. The plants of the variety specimens Karmazin and Bel-1 were characterized by a minimal (0-9%) loss of productivity from common mycoses - alternariosis and fusariosis.

Keywords Broad beans, seed productivity, anthocyanin in seeds, protein content in seeds, soil mycocomplexes, micromycetes.

Введение

Бобы (*Vicia faba* L.) являются ценной продовольственной культурой с большим биоресурсным потенциалом [1, 2]. Семена бобов характеризуются высоким содержанием белка (27-35%), который по аминокислотному составу близок к животному, витаминов А, В₁, В₂, С, РР, органических кислот, калием, кальцием и магнием. В семенах нет холестерина, мало жира и много сложных углеводов, а семенная оболочка содержит антиоксиданты, которые у нас ассоциируются с шоколадом, красным вином и чаем [3, 4]. Кроме того, существуют разновидности и формы бобов, в оболочках которых содержатся антоцианы, обладающие антиоксидантными, спазмолитическими, противовоспалительными, противоаллергическими, бактерицидными, противовирусными свойствами, а также способствуют укреплению и повышению эластичности кровеносных сосудов, уменьшая ломкость капилляров. Следует напомнить, что антоцианы попадают в организм человека только с пищей [5], поэтому изучение антоцианосодержащих сортов бобов представляет особый интерес. Продуктивность любых, в том числе антоцианосодержащих сортов овощных бобов, может быть снижена болезнями, чаще всего микозами. Также известно, что процесс прижизненной корневой экссудации бобовыми растениями может изменять структуру почвенных микокомплексов, влиять на биологическую активность почвы и численность токсигенных видов грибов [6, 7].

Проблема максимального использования биологического потенциала возделываемых растений в селекции является чрезвычайно значимой и решение ее возможно лишь на основе более полной изученности хозяйственно биологических свойств и признаков. Для выхода из ситуации дефицита растительного белка в рамках органического земледелия, считаем актуальным всестороннее изучение овощных бобов, анализ почвенных микокомплексов их антоцианосодержащих сортов проводится впервые. Поэтому целью данной работы было изучение структуры семенной продуктивности антоцианосодержащих овощных бобов и особенностей микрофлоры почвы под ними.

Материал и методы исследования

На базе Ботанического сада НИУ «БелГУ» на мелкозернистом черноземе с 30-45% физической глины, с активной кислотностью 7,6, в мелкоделяночных опытах на естественном инфекционном фоне в 2013-2018 годах изучали сорта и гиб-

рид овощных бобов с антоцианом в семенной оболочке (Бобчинские, Кармазин, Розовый фламинго, Русские черные, Царский урожай, Бел-1). Белок в зерне определяли по ГОСТ (10846-91) биуретовым методом с использованием цветowych реакций. Предыдущие исследования показали, что антоциан обнаружен в оболочках семян с фиолетовым и темно-фиолетовым цветом, а в красноватых экстрактах из семян с черным и розовым цветом окраски антоцианы не были обнаружены [5].

Микологические эксперименты проводили в лаборатории кафедры биотехнологии и микробиологии по общепринятым методикам [8, 9]. Выделение в чистую культуру почвенных грибов осуществляли методом почвенных разведений Ваксмана с последующим глубоким посевом в плотные питательные среды. Для изучения микроморфологии и определения изолированных грибов использовали световой микроскоп «Микромед-2» и видеоокуляр DCM 310 SCOPE. Токсигенные, оппортунистические и аллергенные виды микромицетов определяли с учетом литературных данных. Для оценки сходства комплексов почвенных микромицетов под сортами бобов использовали коэффициент сходства [10]. В статье приведены статистически обработанные средние данные за 7 лет.

Результаты и их обсуждение

Анализ элементов семенной продуктивности изученных сортообразцов бобов (рис. 1) показал, что наиболее крупными были плоды сортов Розовый фламинго ($12,6 \pm 0,3$ см) и Кармазин ($11,7 \pm 0,3$ см), при этом продуктивность растений была наибольшая у гибрида Бел-1 ($65,2 \pm 1,8$ г), и сортов Розовый фламинго ($63,6 \pm 3,9$ г) и Царский урожай ($63,6 \pm 3,9$ г). Сорта Царский урожай и Бобчинские отличались наибольшим количеством плодов на боковых побегах ($19,6 \pm 2,5$ и $16,5 \pm 2,7$ штуки соответственно), но их семена содержали меньше белка (25%). Высокое содержание белка в семенах отмечено у гибрида Бел-1 (31%).

Семена сортов Кармазин, Розовый фламинго и образца Бел-1 крупнее ($1,4 \times 2$ см) и имеют больший вес 1000 семян (рис. 2), чем у сортов Бобчинские, Русские черные и Царский урожай ($1,2 \times 1,6$ см). У сортов Бобчинские, Кармазин и Розовый фламинго семена округлой формы, у сорта Русские черные и образца Бел-1 – валко-угловатой, а семена Царского урожая отличаются плоскими семенами. У сортов Розовый фламинго и Кармазин отмечен карминно-розовый цвет семян, а темно-фиолетовый (до черного) – у Бел-1,

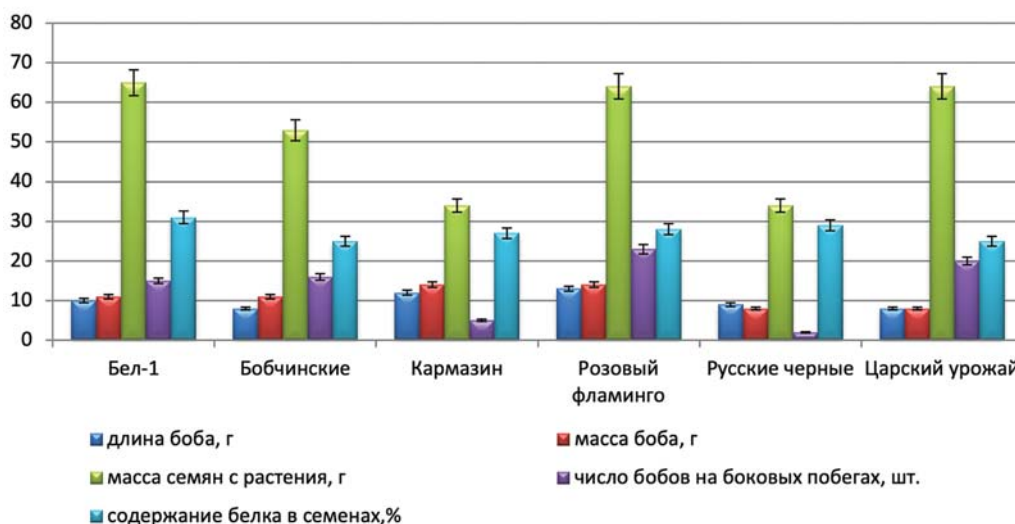


Рис. 1. Элементы семенной продуктивности с указанием планок погрешностей с использованием 5% значений
Fig. 1. Elements of seed productivity with indication of error bars using 5% values

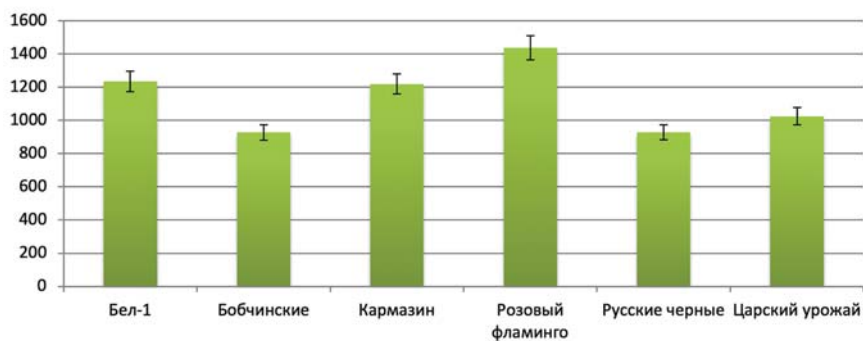


Рис. 2. Масса 1000 семян (г) по сортобразцам овощных бобов
Fig. 2. Mass of 1000 seeds (g) according to varieties of vegetable beans

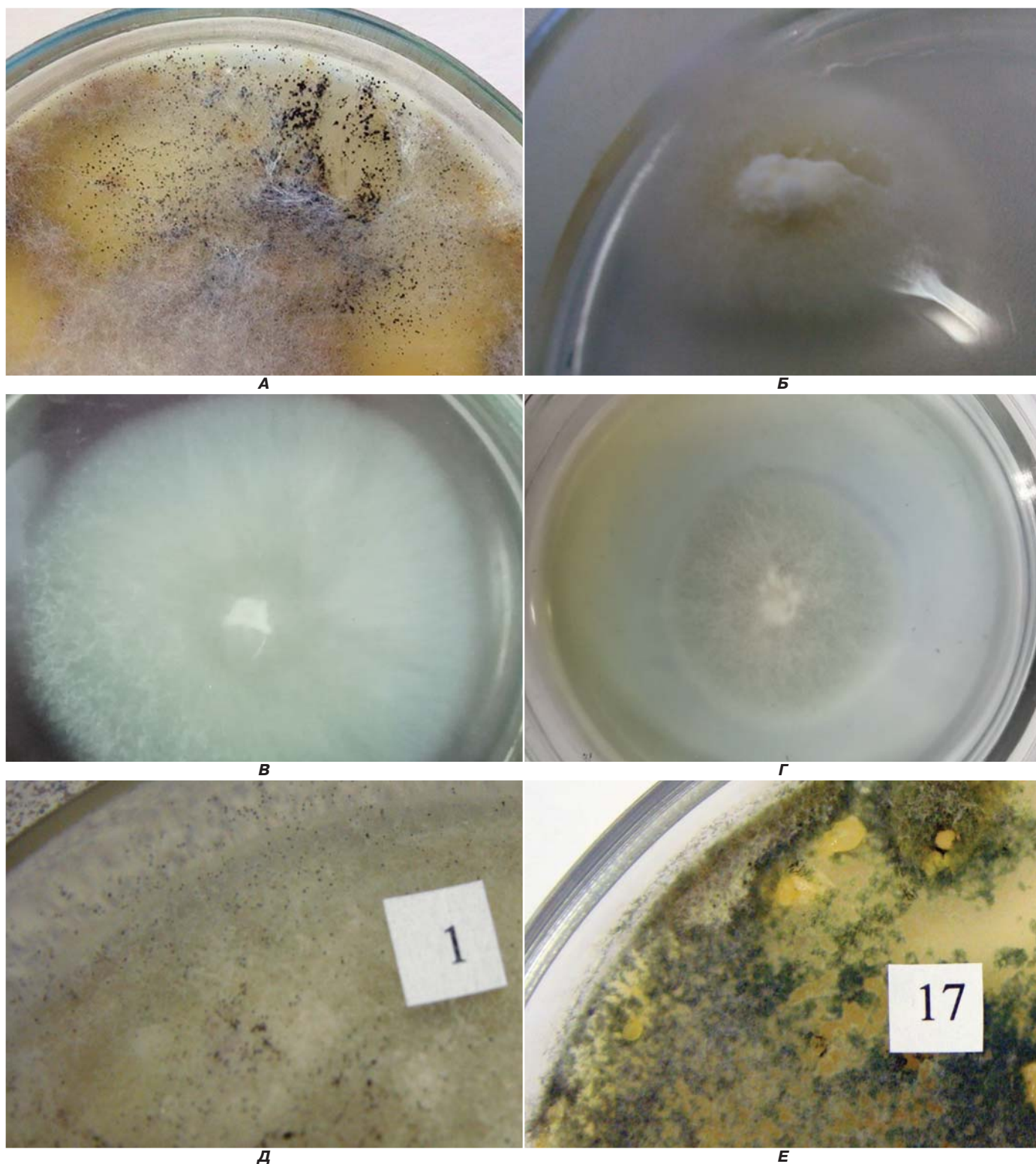
Бобчинские, Царский урожай и Русские черные. Ранее было установлено, что антоциановые комплексы семенной оболочки бобов представлены четырьмя производными трех аглюконов [5].

Анализ корреляций элементов продуктивности семян друг с другом и с морфометрическими характеристиками растений показал, что масса семян с растения положительно коррелировала с площадью листа ($r = +0,54$), а

Таблица 1. Значимость почвенных видов микромицетов в комплексах под овощными бобами
Table 1. Significance of soil micromycetes in complexes under broad beans

№ пп	Виды грибов	Значимость вида гриба в микромицетном комплексе почвы				
		Контроль	Розовый фламинго	Бобчинские	Черные русские	Царский урожай
1	<i>Acremonium strictum</i> W. Gams ²	-	-	Ч	-	Ч
2	<i>Aspergillus candidus</i> Link ^{1,2}	-	Р	-	-	-
3	<i>A. flavus</i> Link ^{2,3}	-	-	С	Р	Р
4	<i>A. fumigatus</i> Fresen. ^{1,2,3}	Ч	С	-	-	-
5	<i>A. niger</i> Tieghem ^{1,2,3}	Д	Д	Ч	Ч	Р
6	<i>A. ochraceus</i> Wilh. ¹	Ч	-	Р	-	Р
7	<i>A. terreus</i> Thom ^{1,2}	С	-	Р	-	-
8	<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom & Church ^{1,2}	Ч	Ч	Ч	Р	Р
9	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	Р	-	С	-	-
10	<i>Fusarium culmorum</i> (Sm.) Sacc	-	Р	С	-	-
11	<i>F. graminearum</i> Schwabe	-	-	С	-	Р
12	<i>F. oxysporum</i> Schl. var. <i>orthoceras</i> (App. Et Wr.) Bilal	С	-	С	-	Р
13	<i>F. oxysporum</i> Schldl. ^{1,2,3}	Ч	Р	Д	Ч	Д
14	<i>F. sambucinum</i> Fuckel	-	-	-	Р	-
15	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc. ^{2,3}	Ч	Р	Ч	Р	С
16	<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. & Schwein.) Ditmar ¹	С	-	-	Ч	Р
17	<i>Nigrospora oryzae</i> Berk. et Br.	Ч	-	Р	Ч	Ч
18	<i>Penicillium brevi-compactum</i> Dierckx ^{1,3}	-	-	-	-	Ч
19	<i>P. chrysogenum</i> Thom ^{1,3}	-	-	Р	-	-
20	<i>P. corymbiferum</i>	-	-	-	-	Р
21	<i>Rhizopus microsporus</i> Tiegh ^{1,3}	Д	Д	Ч	Р	Р
22	<i>Trichoderma viride</i> Pers. ^{1,2,3}	С	Ч	Р	Р	С

Условные обозначения: ¹ – токсигенные виды, ² – оппортунистические виды, ³ – аллергенные виды; типичные виды: Д – доминантный, Ч – частый, Р – редкий виды и С – случайный вид. В таблице не представлены виды, встречающиеся в микокомплексе только в ранге случайных



**Рис. 3. Фотографии колоний выделенных штаммов микромицетов из почв под овощными бобами: А – *Aspergillus niger*, Б – *Aspergillus ustus*, В – *Fusarium oxysporum*, Г – *Fusarium solani*, Д – *Rhizopus microspores*, Е – *Trichoderma viride*
 Fig. 3. Photographs of colonies of isolated strains of micromycetes from soils under vegetable beans: А – *Aspergillus niger*, Б – *Aspergillus ustus*, В – *Fusarium oxysporum*, Г – *Fusarium solani*, Д – *Rhizopus microspores*, Е – *Trichoderma viride***

число устьиц на верхнем эпидермисе листьев взаимосвязано с длиной ($r = +0,75$) и массой плода ($r = +0,92$), а также массой 1000 семян ($r = +0,69$). Масса боба сильно зависела от его длины ($r = +0,85$) и массы семян в нем ($r = +0,8$). Основной вклад в продуктивность семян внесли боковые побеги ($r = 0,91$). Содержание белка в семенах положительно коррелировало с площадью листьев ($r = 0,53$) и длиной плодов ($r = +0,47$).

Представляет интерес изучение почвенных микокомплексов под сортами овощных антоциасодержащих бобов, а также определение присутствия в них микроскопических

грибков, вредных для человека [11]. Список типичных видов микромицетов по сортам, с указанием их присутствия в списках токсигенных, оппортунистических и аллергенных приведен в таблице 1.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что из обнаруженных в почвенных сообществах 22 видов, под всеми сортами бобов, в разных рангах, встречались *Aspergillus niger*, *A. ustus*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Rhizopus microspores* и *Trichoderma viride* (рис. 3).

Большинство видов микокомплексов являются типичными, то есть выявлены в рангах доминантного, частого

Таблица 2. Микромикеты, вредные для человека и растений, в почвенном микокомплексе бобов
Table 2. Micromycetes harmful to humans and plants in the soil bean mycosome complex

Сорта	Число видов микромикетов	Коэффициент сходства	Обилие видов, %			Недобор продуктивности от, %	
			токсигенных	аллергенных	оппортунистических	альтернариоз	фузариоз
Бел-1	-	-	-	-	-	6	0
Бобчинские	19	36	67	48	35	6	20
Кармазин	-	-	-	-	-	9	0
Розовый фламинго	12	27	89	68	58	0	42
Русские черные	15	24	58	56	60	10	52
Царский урожай	17	48	55	48	39	12	20
Контроль	25	100	76	71	49		

или редкого. Случайными под некоторыми сортами овощных бобов оказались виды *A. fumigates* и *C. herbarum*.

В таблице 2 приведены средние данные о вредных для человека и растений микромикетах в сравнении по сортообразцам бобов.

Данные таблицы 3 показывают, что по всем изученным антоцианосодержащим сортам овощных бобов общее количество видов, а также аллергенных видов микроскопических грибов меньше по сравнению с контрольной почвой (пар). Кроме того, микокомплексы под сортами Бобчинские и Царский урожай отличались менее токсичными и условно-патогенными видами и имели наибольшее специфическое сходство с парящими почвами. Растения сорта Кармазин и гибрида Бел-1 отличались минимальными потерями урожайности от распространенных микозов – альтернариоза и фузариоза.

Об авторах:

Куркина Юлия Николаевна – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры биотехнологии и микробиологии, <https://orcid.org/0000-0001-9180-1257>, Scopus Author ID 5702176800

Выводы

Итак, изучение сортов бобов, содержащих антоциан в семенной оболочке, показало, что наиболее продуктивными в почвенно-климатических условиях Белгородской области были растения сортов Розовый фламинго, Царский урожай и местный селекционный образец Бел-1, причем все изученные сортообразцы характеризовались высоким содержанием белка в семенах (25-31%). Сорта бобов Бобчинские и Царский урожай могут быть рекомендованы как снижающие долю условно-патогенных, аллергенных и токсичных микромикетов в почве, что можно рассматривать в качестве важнейшего компонента фитомелиорации почв, как первостепенного звена в органическом земледелии.

About the authors:

Yulia N. Kurkina – Cand. Sci. (Agriculture), Associate professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, <https://orcid.org/0000-0001-9180-1257>, Scopus Author ID 5702176800

● Литература

1. Балашова И.Т., Греков И.М., Пронина Е.П. Анализ семенного материала бобов овощных *Vicia faba* L., полученного из образцов с нестандартной полевой всхожестью. *Овощи России*. 2012;2:48-53.
2. Singh A.K., Bhatt B.P. Faba Bean (*Vicia faba* L.). A potential leguminous crop of India. *Patna* 2012:518.
3. Thase M.E. The role of monoamine oxidase inhibitors in depression treatment guidelines. *The Journal of Clinical Psychiatry*. 2012;73(1):10-16.
4. Multari S., Stewart D., Russell W.R. Potential of Fava Bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2015;14:511-522.
5. Deineka V., Yaroslava U., Kurkina Yu.N. Anthocyanins of *Phaseolus vulgaris* and *Vicia faba* seed coats. *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016;8(2):14088-14096.
6. Свистова И.Д., Парамонов А.Ю. Влияние лекарственных растений на микромикеты и биологическую активность почвы. *Проблемы медицинской микологии*. 2011;13(3):50-53.
7. Куркина Ю.Н. Фенолоксидазная активность штаммов микромикетов, выделенных из ризосферы овощных бобовых культур. *Овощи России*. 2019;(6):114-117. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-3-7>.
8. Билай В.И., Аланская И.А., Кириленко Т.С. Микромикеты почв. 1982: 406.
9. Leslie J.F., Summerell B.A. The Fusarium Laboratory Manual. Ames, IA, USA: Blackwell Publishing Professional. 2006:388.
10. Lugauskas A., Repeckiene J., Levinskaite L., Mackinaite R., Kacergius A., Raudoniene V. Micromycetes as toxin producers detected on raw material of plant origin grown under various conditions in Lithuania. *Ekologija*. 2006;3:1-13.
11. Kurkina Yu.N., Nguyen H., Lazarev A.V. Micromycetes of some legume crops' rhizosphere. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015.6(6):1681-1685.

● References

1. Balashova I.T, Grekov I.M, Pronina E.P. Analysis of the seed material of vegetables *Vicia faba* L., obtained from samples with non-standard field germination. *Vegetables crops of Russia*. 2012;2:48-53. (In Russ.)
2. Singh A.K, Bhatt B.P. Faba Bean (*Vicia faba* L.). A potential leguminous crop of India. *Patna*. 2012:518.
3. Thase M.E. The role of monoamine oxidase inhibitors in depression treatment guidelines. *The Journal of Clinical Psychiatry*. 2012;73(1):10-16.
4. Multari S., Stewart D., Russell W.R. Potential of Fava Bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2015;14:511-522.
5. Deineka V., Yaroslava U., Kurkina Yu.N. Anthocyanins of *Phaseolus vulgaris* and *Vicia faba* seed coats. *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016;8(2):14088-14096.
6. Svistova I.D., Paramonov A.Yu. The effect of medicinal plants on micromycetes and biological activity of the soil. *Problems of medical mycology*. 2011;13(3):50-53. (In Russ.)
7. Kurkina Yu.N. Phenoloxidase activity of micromycetes strains isolated from the rhizosphere of vegetable leguminous crops. *Vegetables crops of Russia*. 2019;(6):114-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-3-7>.
8. Bilay V.I, Alanskaya I.A, Kirilenko T.S. Micromycetes of soil. 1984:64. (In Russ.)
9. Leslie J.F., Summerell B.A. The Fusarium Laboratory Manual. Ames, IA, USA: Blackwell Publishing Professional. 2006:388.
10. Lugauskas A., Repeckiene J., Levinskaite L., Mackinaite R., Kacergius A., Raudoniene V. Micromycetes as toxin producers detected on raw material of plant origin grown under various conditions in Lithuania. *Ekologija*. 2006;3:1-13.
11. Kurkina Yu.N., Nguyen H., Lazarev A.V. Micromycetes of some legume crops' rhizosphere. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015.6(6):1681-1685.