

СТРУКТУРА ПОЧВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ ПОД РАЗНЫМИ СОРТАМИ БОБОВ ОВОЩНЫХ



STRUCTURE OF SOIL COMPLEXES OF MICROSCOPIC FUNGI UNDER DIFFERENT VARIETIES OF BROAD BEANS

Куркина Ю.Н. – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры
биотехнологии и микробиологии

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

Kurkina Yu.N. – Ph.D. in Agriculture, Associate professor
of the Department of Biotechnology and Microbiology

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

Рассматривая бобы овощные как неотъемлемый компонент биологических севооборотов, следует изучить представленность в почвах под разными их сортами фитопатогенных, токсигенных, оппортунистических и аллергенных микроскопических грибов. На территории Ботанического сада НИУ БелГУ (г. Белгород) на естественном инфекционном фоне выращивали 16 сортов бобов овощных и с учетом показателей частоты встречаемости и обилия видов определили структуры почвенных микокомплексов под разными сортами. Анализ данных показал, большинство микромицетов в ризосфере под сортами бобов относились к отделу Ascomycota, входящим в него 4-я классами Sordariomycetes, Dothideomycetes, Eurotiomycetes и Saccharomycetes. Видовое разнообразие почвенной микобиоты парующей почвы характеризовалось 26 видами, а под изученными сортами бобов выявлено 57 видов грибов. Под сортами бобов овощных развивались виды разных рангов частоты встречаемости, которые не отмечены в парующей почве. Виды *Alternaria tenuissima* и *Stemphyllium solani* редко и случайно встречались в контрольной почве, но не выявлены под бобами. Это может объясняться тем, что различный состав экссудатов в корневой зоне почв под растениями способствует развитию разных видов микроорганизмов. В комплексе микромицетов под бобами отмечено усиление доли токсигенных видов на 2,5-29%, оппортунистических видов – на 1,3-31%, аллергенов – на 2-24% по сравнению с парующей почвой. Понижать в почве обилие оппортунистических и аллергенных видов, способных вызывать микозы и аллергию у человека, могут сорта бобов овощных Аквадул, Белые крупноплодные, Русские черные, Велена, Дачник, Лидер, Оптика, Розовый фламинго, Янкель бялы. После культивирования бобов в почве остаются фитопатогенные виды *Ascochyta fabae*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium graminearum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. oxysporum*, *F. solani* и *Ulocladium botrytis*, что необходимо учитывать при подборе следующей в севообороте культуры.

Ключевые слова: бобы овощные, бобы Русские черные, бобы Велена, микроскопические грибы, микромицеты, фитопатогены, грибы оппортунисты, токсигенные грибы, аллергенные грибы

Для цитирования: Куркина Ю.Н. СТРУКТУРА ПОЧВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ ПОД РАЗНЫМИ СОРТАМИ БОБОВ ОВОЩНЫХ. Овощи России. 2019;(1):89-93. DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-89-93

Considering of broad beans as an integral component of biological crop rotations, the presence of phytopathogenic, toxigenic, opportunistic, and allergenic microscopic fungi in soils under their different varieties should be examined. At the Botanical garden BelSU (Belgorod) on a natural infectious background were grown and studied of 16 different broad beans varieties. Were taking into account the indicators of frequency of occurrence and abundance of species, they determined the structures of soil mycocomplexes under different varieties. Analysis of the data showed that most micromycetes in the rhizosphere under bean varieties belonged to the Ascomycota division, which is part of it as 4th classes of Sordariomycetes, Dothideomycetes, Eurotiomycetes and Saccharomycetes. The species diversity of the soil mycobiota of steaming soil was characterized by 26 species, and under the studied bean varieties 57 species of fungi were identified. In the mycocomplex under varieties, species of different ranks of frequency of occurrence developed that were not noted in the paring soil: *Alternaria tenuissima* and *Stemphyllium solani* were rarely and accidentally found in the control soil, but they were not found in under the beans during budding – flowering. This can be explained by the fact that a different composition of exudates in the root zone of the soil under the plants contributes to the development of different types of microorganisms. In the complex of micromycetes under the beans, the share of toxigenic species increased by 2.5-29%, opportunistic species - by 1.3-31%, allergens - by 2-24% compared with the soaring soil. In the soil, an abundance of opportunistic and allergenic species capable of inducing mycoses and allergies in humans can be reduced by the broad bean varieties Aquadul, White large-fruited, Russian Black, Velena, Summer Resident, Leader, Optics, Pink Flamingo, Yankel Byala. After the cultivation of the beans the phytopathogenic species *Ascochyta fabae*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium graminearum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. oxysporum*, *F. solani* and *Ulocladium botrytis*, remain in the soil and this fact must be considered when selecting the next crop in crop rotation.

Keywords: broad beans, Russian black beans, Velena beans, microscopic fungi, micromycetes, phytopathogens, opportunistic fungi, toxigenic fungi, allergenic fungi

For citation: Kurkina Yu.N. STRUCTURE OF SOIL COMPLEXES OF MICROSCOPIC FUNGI UNDER DIFFERENT VARIETIES OF BROAD BEANS. Vegetable crops of Russia. 2019;(1):89-93. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-89-93

Бобы овощные (*Vicia faba* var. *major*) с учетом химического состава и биологической ценности обладают большим биоресурсным потенциалом и стремятся занять ведущее место в развитии пищевых технологий третьего поколения для более полной переработки [1-2]. Кроме того, культура является одним из лучших предшественников, так как растения активно фиксируют азот как из почвы, так и из атмосферы, оставляя после себя в почве до 50-80 кг/га азота. Следовательно, бобы могут стать неотъемлемым звеном в биологизации земледелия и растениеводства за счет снижения техногенной нагрузки на агроценоз [1-4]. В силу этого бобы овощные становятся более популярны, и внимание селекционеров к данной культуре усиливается.

При возделывании бобовых культур следует учитывать ряд факторов, в том числе и биологических, среди которых особое место занимают микроскопические грибы, которые, с одной стороны, способны вызывать до 90% всех болезней растений, а с другой, могут являться токсигенными, оппортунистическими и аллергенными, то есть представлять серьезную угрозу для людей с пониженным иммунным статусом [5-7]. Известно, что процесс прижизненной корневой экссудации бобовыми растениями изменяет численность и состав почвенных микромицетов, но сведения по этому вопросу пока крайне малочисленны, а иногда и противоречивы [8, 9].

Поэтому, целью данной работы стало определение структуры почвенных микокомплексов под разными сортами бобов овощных, а также выявление в них содержания токсигенных, оппортунистических и аллергенных для человека видов грибов.

Материал и методы исследования

Изучение 16-ти сортов овощных бобов, в том числе и селекции ФГБУ ФНЦО (ВНИИССОК) (Белорусские, Велена, Русские черные) проводили в 2014-2017 годах на территории Ботанического сада НИУ БелГУ (г. Белгород) на естественном инфекционном фоне. Растения выращивали рядовым способом (по схеме 20х45 см) на учетных делянках площадью 5 м² в 2-х кратной повторности. Опыты проводили по методике Б.А. Доспехова (1985). Почва на опытном

участке – чернозем обыкновенный (суглинок средний мелкокомковатый, pH водной вытяжки 7,6). Некоторое разнообразие погодных условий лет исследования должно было способствовать более полному исследованию сортов на естественном инфекционном поле в почвенно-климатических условиях Белгородской области. Идентификацию микромицетов проводили по совокупности культурально-морфологических признаков с помощью специальных руководств [8-10].

Характеристику структуры почвенных комплексов микромицетов (то есть совокупности популяций одного местообитания, без учета связей между микроорганизмами) в различных элементах экосистем проводили на основе показателей частоты встречаемости и обилия видов. Обилие это отношение числа изолятов конкретного вида к общему числу изолятов всех видов, выраженное в процентах [11, 12]. Пространственная частота встречаемости определялась как отношение числа образцов, в которых вид обна-

ружен к общему числу образцов, а временная частота встречаемости – как отношение числа сроков анализа, когда вид обнаружен к общему числу сроков анализа [11, 12]. Доминантными считали виды с пространственной и временной встречаемостью более 60%, частыми – более 30% и редкими – пространственная встречаемость менее 30%, а временная – более 30%. Случайные виды имели встречаемость менее 30%.

Для оценки сходства между комплексами почвенных микромицетов под сортами бобов использовали коэффициент Жаккара [11, 12]. Степень доминирования видов в комплексе оценивали с помощью индекса Симпсона [11, 12].

Результаты и их обсуждение

Анализ 4-х летних данных показал, большинство микромицетов в ризосфере под сортами бобов относились к отделу Ascomycota, входящим в него 4-я классами *Sordariomycetes*,

Таблица. Структура ризосферных микокомплексов сортов бобов овощных (2014-2017 годы)
Table. Structure of rhizosphere mycocomplexes of broad bean varieties (2014-2017)

№	Название сорта	Численность, тыс. КОЕ/г	Кол-во видов	Типичные виды	Доля типичных видов, %	Обилие типичных видов, %
1	Контроль (пар)	18,1±1,2	25	8	30,8	66,7
2	Аквадул	45,8±1,5*	17	7	41,2	80,6
3	Батром	42,2±1,6*	13	5	38,5	88,2
4	Белорусские	45,8±3,4*	13	7	53,8	89,8
5	Белые крупноплодные	38,8±2,2*	18	8	44,4	80,9
6	Бобчинские	22,1±2,4*	19	6	41,6	70,7
7	Велена	39,8±4,1*	18	7	38,9	88,0
8	Дачник	25,2±1,4*	12	5	41,7	86,6
9	Детский восторг	30,9±2,7*	12	8	66,7	91,0
10	Зеленый Джек	40,1±3,2*	15	6	40,0	85,5
11	Изысканное блюдо	34,2±2,5*	13	7	53,9	91,1
12	Лидер	23,9±2,0*	17	10	58,8	94,9
13	Оптика	20,2±1,8	9	7	77,8	94,3
14	Розовой фламинго	19,8±1,7	12	5	41,7	88,4
15	Русские черные	18,4±2,1	15	9	60,0	85,6
16	Царский урожай	19,4±2,6	17	9	52,9	81,5
17	Янкель бялы	23,4±1,9*	12	7	58,3	90,1

* – P 0,05 с контролем

Dothideomycetes, *Eurotiomycetes* и *Saccharomycetes*, 8-ю порядками и 11-ю семействами. Видовое разнообразие почвенной микобиоты парящей почвы характеризовалось 13-ю родами, включающими 26 видов, а под изученными сортами бобов выявлено 57 видов грибов. Однако видовое разнообразие под бобами по сравнению с парящей почвой снижалось на 7-17 видов.

Наиболее представленным по числу видов оказался род *Penicillium* (18 видов); меньше видов насчитывали р. *Aspergillus* и *Fusarium* (по 10 видов), *Alternaria*, *Cladosporium*, *Rhizopus* и *Trichoderma* (по 2 вида).

В микокомплексе парящей почвы в ранге доминантных видов выявлен только *A. niger*, частыми являются 2 вида: *A. ustus* и *Rh. microsporus*. В ранге редких оказались 4 вида: *Alternaria alternata*, *Aspergillus ochraceus*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizopus stolonifer*. К случайным отнесены 19 остальных видов.

Среди микокомплексов в ризосфере всех изученных образцов почв наибольшим видовым разнообразием отличались образцы, отобранные под сортом Бобчинские (19 видов). Из них общих видов с парящей почвой было 12 видов, но встречающихся в разных рангах. Под сортом Батром обнаружены 13 видов, 9 среди которых было общих с контролем. Выявлены 2 доминирующих вида (*Rh. microsporus* и *Trichoderma viride*), которые в микокомплексе парящей почвы отнесены к частым и случайным соответственно. В образцах почвы сорта Русские черные редкие виды составляли большую часть микокомплекса (78% от общего числа типичных видов). По сравнению с парящей почвой редкий вид *F. oxysporum* переходил в ранг доминантов, а вид *A. niger*, наоборот, снижал ранг до частого.

В целом, в микокомплексе под сортами развивались виды разных рангов частоты встречаемости, которые не отмечены в парящей почве. Например, *A. tenuissima* и *Stemphylium solani* редко и случайно встречались в контрольной почве, но не выявлены под бобами во время бутонизации – цветения. Это может объясняться тем, что различный состав экссудатов в корневой зоне почв под растениями способствует развитию разных видов микроорганизмов.

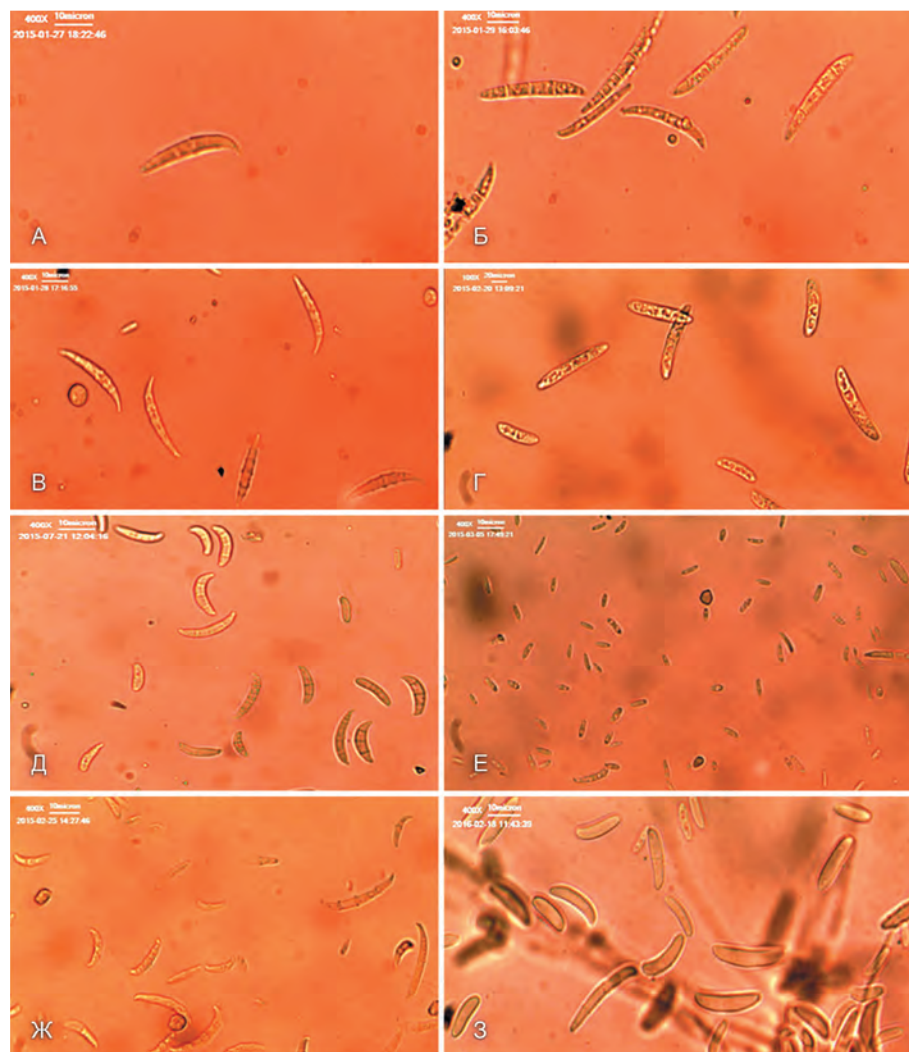


Рис. 1. Виды рода *Fusarium* Link, выделены в почвенном комплексе под овощными бобами в фазу бутонизации – начала цветения. Макроконидии *Fusarium culmorum* (А), *F. heterosporium* (Б), *F. graminearum* (В), *F. caucasicum* (Г), *F. oxysporum* (Д), *F. oxysporum* Schl. var. *orthoceras* (Е), *F. sambucinum* (Ж), *F. solani* (З), *F. avenacea* (И) при увеличении $\times 400$.

Fig. 1. Species of the genus *Fusarium* Link, isolated in the soil complex under broad beans in the budding phase – the beginning of flowering. Macroconidia *Fusarium culmorum* (A), *F. heterosporium* (B), *F. graminearum* (C), *F. caucasicum* (D), *F. oxysporum* (D), *F. oxysporum* Schl. var. *orthoceras* (E), *F. sambucinum* (Ж), *F. solani* (З), *F. avenacea* (И) with increasing $\times 400$.

Следует отметить, что под овощными бобами количество propagул микромицетов значительно выше, чем в парящей почве (табл.). Общая численность микромицетов в среднем составляла 31 тыс. КОЕ/г почвы, что выше на 13 тыс. КОЕ/г по сравнению с почвой контроля. При этом микокомплекс в почве под сортом Русские черные обладал наименьшей численностью и составил 19 тыс. КОЕ/г почвы. Начало ряда численности микромицетов под изученными сортами в порядке возрастания выглядит следующим образом: парящая почва – Русские черные – Царский урожай – Розовой фламинго – Оптима.

Из таблицы видно, что в комплексе микромицетов под сортами бобов овощных доля типичных видов увеличивалась на 7,7-47% и их обилие возросло на 4-28% по сравнению с парящей почвой.

Среди рода *Fusarium* существуют

фитопатогенные представители, являющиеся возбудителями микозов у бобов. При анализе почвенной микобиоты изучаемых бобов обнаружили 10 видов и разновидностей: *F. caucasicum* Letov, *F. culmorum* (Sm.) Sacc, *F. graminearum* Schwabe, *F. heterosporium* Hees, *F. oxysporum* Schl. var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai, *F. oxysporum* Schltdl., *F. redolens* Wr, *F. sambucinum* Fuckel, *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. sporotrichiella* Bilai var. *sporotrichiella* (Sherb.) Bilai.

Вид *F. oxysporum* встречался в ранге доминирующего и частого под 6-ю сортами, в ранге редкого обнаружен вид только под сортами Розовой фламинго и Оптима. Вид *F. solani* (Mart.) Sacc. встречался в ранге частого только под сортом Бобчинские, как редкий и случайный вид – под 5-ю и 4-мя сортами соответственно. Представители *F. oxyspo-*

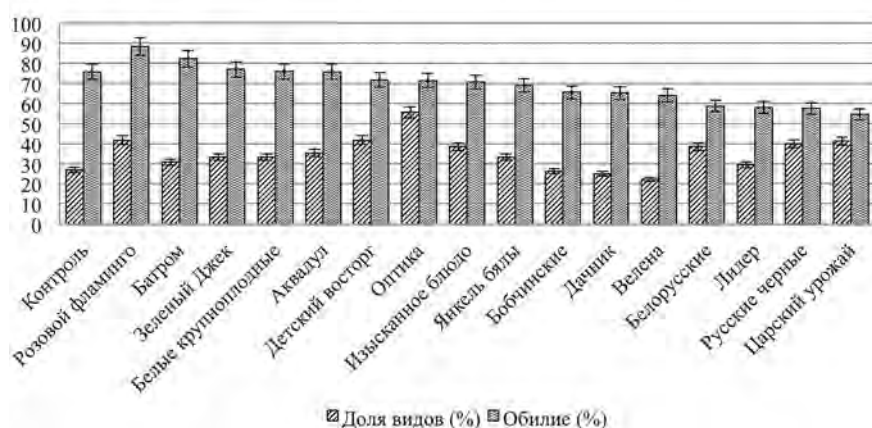


Рис. 2. Содержание токсигенных грибов в ризосферном микокомплексе под овощными бобами.
Fig. 2. The content of toxigenic fungi in the rhizosphere mycocomplex under broad beans.

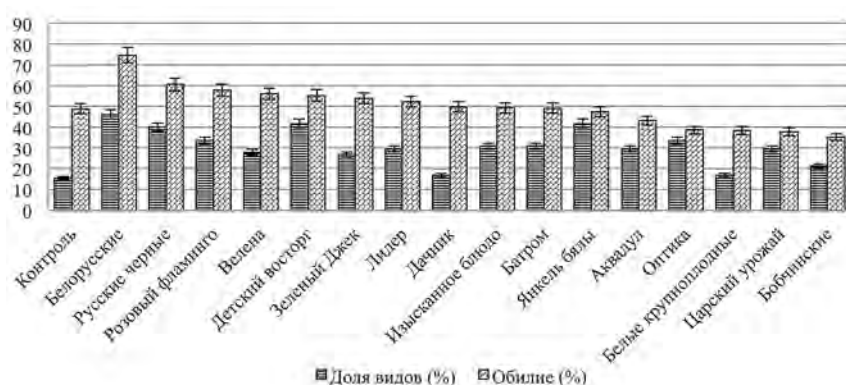


Рис. 3. Содержание оппортунистических грибов микокомплекса разных сортов бобов овощных.
Fig. 3. The content of opportunistic fungi in the mycocomplex of different varieties of broad beans.

rum Schl. var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai встречались всего под 9-ю сортами, при этом в ранге частого обнаружены под сортами Лидер и Дачник, а в ранге редкого – в ризосфере 4-х сортов и случайного вида – 3-х сортов. Грибы *F. culmorum* (Sm.) Sacc были случайным в ризосфере 4-х сортов, и в ранге редкого вида встречались под 2-мя сортами (рис. 1).

Итак, в комплексе микромицетов ризосферы бобов снижалась доля случайных видов и одновременно степень доминирования типичных видов возрастала. Отмечено усиление индекса доминирования под изученными сортами бобов (индекс Симпсона 0,09-0,24) по сравнению с контрольной почвой с индексом доминирования $D=0,07$.

Для оценки сходства микокомплексов проанализировали коэффициент Жаккара, было выявлено, что с почвой контроля комплекс микромицетов под сортами Царский урожай и Лидер имел наибольшее сходство ($C_i=48,28$). Минимальный коэффи-

циент сходства обнаружен в почвенном комплексе сорта Оптика ($C_i=20,69$). Это значит, что растения сорта Оптика оказывают сильное влияние на характеристики комплексов микромицетов.

По сравнению с парующей почвой в микокомплексах ризосферы изученных сортов бобов обнаружено

увеличение доли оппортунистических видов от 1 до 31%. Доля токсигенных видов в комплексе микромицетов под сортами Бобчинские, Дачник и Велена уменьшалась на 0,6-4,7%. Доля аллергенных грибов составляла 16-46%, обилие – 47-88%.

Среди типичных видов в почвенных образцах под бобами обнаружены токсигенные виды (рис. 2): *A. alternata*, *F. oxysporum*, *Mucor strictus*, *S. solani*, *U. botrytis* и многие представители рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichoderma*. В парующей почве доля токсигенных видов составила 27%, а их обилие – 76%. По сравнению с почвой контроля доля токсигенных видов в комплексе микромицетов под сортами Бобчинские, Дачник и Велена уменьшалась (до 5%).

На рисунке 2 видно, что доля токсигенных видов в почвенном комплексе микромицетов растений сорта Оптика была максимальной (56%). Обилие токсигенных видов было наибольшим (88%) в ризосфере сорта Розовой фламинго, превышая такой показатель в парующей почве на 13%. У большинства сортов (12) в микокомплексе наблюдалось снижение обилия токсигенных видов по сравнению с контролем (4-21%).

В почвенном микокомплексе развивались оппортунистические для человека и животных виды микромицетов: *A. alternata*, *A. niger*, *A. ustus*, *C. krusei*, *F. oxysporum*, *S. solani*, *U. botrytis* и представители родов *Penicillium* и *Trichoderma*. Минимальной величины этот показатель достигал в микокомплексе сортов Дачник и Белые крупноплодные (17%). По сравнению с парующей почвой, в которой доля оппортунистических видов составляла 15%, а их обилие 49%, в ризосферном микоком-

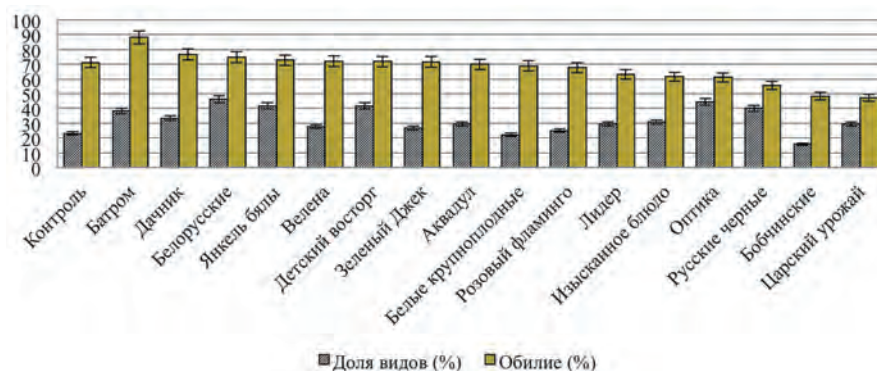


Рис. 4. Содержание аллергенных грибов в ризосферном микокомплексе под сортами бобов овощных.
Fig. 4. The content of allergenic fungi in the rhizosphere mycocomplex under varieties of broad beans.

плексе под изученными сортами обнаружено увеличение доли оппортунистических видов на 1-31% (рис. 3).

Наименьшее обилие оппортунистических видов отмечено для сорта Бобчинские – 35% (что на 14% меньше, чем в контрольной почве). Под сортами Янкель бялы, Аквадул, Оптика, Белые крупноплодные, Царский урожай обилие оппортунистов было минимальным по коллекции (меньше, чем в парующей почве на 2-11%).

Установлено также, что в микокомплексе под овощными формами бобов присутствовали и аллергенные грибы, у которых доля видов составляла 15,8-46,2%, обилие – 47,2-88,2% (рис. 4).

В почвенном комплексе контроля также выявлены аллергенные виды с долей 23% и обилием 71%. Доля аллергенных грибов у большинства изученных сортов превышала контроль на 1-23%. Выращивание сортов Белые крупноплодные, Бобчинские способствовало понижению доли аллергенов среди типичных видов в микокомплексе по сравнению с почвой контроля (на 22% и 16% соответственно). Снижение обилия аллергенных видов обнаружено в почвенных образцах сортов Аквадул (1%), Белые

крупноплодные (2%), Розовый фламинго (4%), Лидер (8%), Изысканное блюдо (10%), Оптика (10%), Русские черные (16%), Бобчинские (23%), Царский урожай (24%).

Выводы

Таким образом, в почвах под сортами *V. faba* отмечены специфические комплексы микромицетов с преобладанием видов родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*, с увеличением численности микромицетов в 2,3 раз по сравнению с парующей почвой и снижением видового разнообразия (с проявлением «концентрации доминирования»). По сравнению с парующей почвой в комплексе микромицетов под сортами овощных бобов отмечено усиление доли токсигенных видов на 2,5-29%, оппортунистических видов – на 1,3-31%, аллергенов – на 2-24%.

Сорта бобов овощных Аквадул, Белые крупноплодные, Бобчинские, Велена, Дачник, Лидер, Оптика, Розовый фламинго, Янкель бялы могут понижать в почве обилие оппортунистических и аллергенных видов, способных вызывать микозы и аллергию у человека с пониженным иммунным статусом.

Итак, знание структуры комплексов микромицетов под разными сортами

бобов дает возможность получить информацию об изменении видового состава микромицетов, накоплении фитопатогенных, антагонистических и опасных для человека микроорганизмов. Благодаря этому возможно оценить степень микробиологического нарушения микофлоры из-за специфики агротехники и принять меры по созданию оптимального баланса микофлоры.

Полученные данные о распределении почвенных микромицетов изученных сортов бобов овощных могут быть использованы для корректировки технологий их выращивания. Поскольку после культивирования бобов в почве остаются фитопатогенные виды (*A. fabae*, *C. herbarum* *F. graminearum*, *F. oxysporum* Schl. var. *orthoceras*, *F. oxysporum*, *F. solani* и *U. Botrytis*), которые могут наносить вред другим сельскохозяйственным растениям, необходимо выбирать наименее чувствительные к данной микофлоре следующие в севообороте культуры.

Благодарности. Автор выражает благодарность сотрудникам Ботанического сада НИУ БелГУ за возможность проведения ежегодных полевых экспериментов, а также аспирантке Нго Тхи Зиен Киеу за техническую помощь в закладке опыта.

Литература

1. Балашова И.Т., Пронина Е.П., Сирота С.М., Гордеев Д.К. Культура бобов овощных в нечерноземной зоне России. Овощи России, 2013;1(18):60-62.
2. Пивоваров В.Ф. Селекция и семеноводство овощных культур. Овощи России, 2007:111-114.
3. Вороничев Б.А., Коломейченко В.В. Кормовые бобы – надежный резерв увеличения производства растительного белка. Кормопроизводство, 2003;5:14-18.
4. Ившин Г.И. Селекция посевной яровой вики и кормовых бобов в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ...доктор с.-х. наук. 2004:57.
5. Марфенина О.Е. Оппортунистические грибы в приземных слоях воздуха и почвах на городских территориях разного времени застройки (на примере района Тушино, г. Москвы). Иммунопатология, Аллергология, Инфектология, 2010;1:68-69.
6. Tobias Ruth. Beans. The Oxford Encyclopedia of Food and Drink in America. Ed. Andrew F. Smith. New York:Oxford University Press, 2004:70-72.
7. Singh A.K., Bhatt B.P. Faba Bean (*Vicia faba* L.): A potential leguminous crop of India. Patna 2012:518 p.
8. Свистова И.Д., Корецкая И.И. Накопление опасных для человека почвенных микромицетов в зоне влияния автомагистрали «ДОН». Проблемы медицинской микологии, 2014;16(4):38-40.
9. Куркина Ю.Н. БОЛЕЗНИ ОВОЩНЫХ БОБОВ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИМИ ГРИБАМИ. Овощи России. 2018;(3):99-104. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-99-104>
10. Билай В.И. Фузариоз, 1977:441.
11. Tresner H.D., Bacus M.P., Curtis I.T. Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in Southern Wisconsin. Mycologia. 1954; 46(3):314.
12. Zak J.C., Willig M.R. Fungal biodiversity patterns. In: Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods. USA: Elsevier Academic Press, 2004:59-75.
13. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель. Т.3. Пикнидиальные грибы, 1978:230.
14. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур. Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2011;5:54.

References

1. Balashova I.T., Pronina E.P., Sirota S.M., Gordeev D.K. Culture of broad beans in the non-chernozem zone of Russia. Vegetables crops of Russia, 2013;1(18):60-62.
2. Pivovarov V.F. Selection and seed farming of vegetable crops. Vegetables of Russia, 2007:111-114.
3. Voronichev B.A., Kolomeichenko B.B. Forage beans – a reliable reserve for increasing the production of vegetable protein. Feed production, 2003; 5: 14-18.
4. Ivshin G.I. Selection of sowing spring vetch and fodder beans in the conditions of the Central regions of the Non-chernozem zone of Russia: the author's abstract. Dis. ... doctor of agricultural sciences. 2004:57 p.
5. Marfenina O.E. Opportunistic fungi in the surface air layers and soils in urban areas of different construction times (on the example of the Tushino district, Moscow). Immunopathology, Allergology, Infectology, 2010; 1: 68-69.
6. Tobias Ruth. Beans. The Oxford Encyclopedia of Food and Drink in America. Ed. Andrew F. Smith. New York:Oxford University Press,2004:70-72.
7. Singh A.K., Bhatt B.P. Faba Bean (*Vicia faba* L.): A potential leguminous crop of India. Patna 2012:518 p.
8. Svistova I.D., Koretskaya A.I. The accumulation of dangerous for human soil micromycetes in the zone of influence of the highway «DON». Problems of medical mycology, 2014; 16 (4):38-40.
9. Kurkina Y.N. DISEASES OF BROAD BEANS CAUSED BY MICROSCOPIC FUNGI. Vegetables crops of Russia. 2018;(3):99-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-99-104>
10. Bilai V.I. Fusaria, 1977:441.
11. Tresner H.D., Bacus M.P., Curtis I.T. Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in Southern Wisconsin. Mycologia. 1954; 46(3):314.
12. Zak J.C., Willig M.R. Fungal biodiversity patterns. In: Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods. USA: Elsevier Academic Press, 2004:59-75.
13. Pidoplichko N.M. Fungi-parasites of cultivated plants: V.3. Pycnidial fungi, 1978: 230.
14. Gagkaeva T.U., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozhilov K.V. Fusarium on cereal crops. Supplement to the journal «Protection and quarantine of plants», 2011;5:54.