

«»

УДК:632.4.01/.08:631.466.1

ИЗМЕНЕНИЯ В КОМПЛЕКСЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ (ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ) В СВЕКЛОВИЧНОМ АГРОЦЕНОЗЕ

А.А. Шамин*, О.И. Стогниенко

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы имени А.Л. Мазлумова, Московская область, Россия

*Эл. почта: proet@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.0.2022; принята к печати 02.12.2022

Узкая специализация растениеводства и внедрение малозатратных технологий влияют на структуру почвенного комплекса микроскопических грибов. В ней растет доля фитопатогенных видов, способствуя развитию болезней корневой системы, фитотоксикозов и почвоутомлению. Выявление видового состава, распространения, вредоносности и экологических особенностей формирования и изменений структуры почвенной микобиоты агроценозов остается актуальной задачей исследований. В работе использованы общепринятые материалы и методы. Отбор проб проводился методом квадратов в мае, июле и октябре в 4-х кратной повторности. Определены видовой состав, частота встречаемости и обилие видов почвенных грибов. Численность грибов определяли методом почвенного разведения с высевом 4-го разведения на среде Чапека и на кукурузный и почвенный агар. Приведены результаты многолетних исследований в свекловичном агроценозе. Выявлены группы

типичных и случайных видов грибов. Установлены особенности изменения пространственной и временной частоты встречаемости, относительного обилия вида и численности почвенных грибов, в том числе *Fusarium* sp., наиболее вредоносных на черноземе выщелоченном. Полученные данные могут быть использованы при формировании интегрированных приемов защиты растений и всей системы земледелия.
Ключевые слова: фитопатогенные почвенные грибы (микобиота), частота встречаемости вида, обилие вида, сахарная свекла, болезни корневой системы сахарной свеклы.

CHANGES IN THE STRUCTURE OF THE COMPLEX OF SOIL MICROSCOPIC FUNGI OF SUGAR BEET AGROCENOSIS ON LEACHED CHERNOZEM

A.A. Shamin*, O.I. Stognienko

A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet, Moscow Region, Russia

*E-mail: proet@mail.ru

The narrow specialization of crop production and the introduction of low-cost technologies affect the structure of the soil complex of microscopic fungi. The proportion of phytopathogenic species increases contributing to the development of root system diseases, phytotoxicosis and soil fatigue. Identification of the species composition, distribution, harmfulness and ecological features and of changes in the structure of soil mycobiota in agrocenoses is an urgent task. In the present work, conventional materials and methods were used. Sampling of the rhizosphere was carried out by the method of squares in May, July and October in 4-fold repetitions. Species composition, frequency of occurrence and the abundance of soil fungi types were determined using soil samples culturing, after their fourth dilution, on Chapek medium and on corn and soil agar. Groups of typical and random species of fungi have been identified. The characteristics of changes in the spatial and temporal frequency of occurrence and relative abundance of species and in the abundance of soil fungi, including the most harmful ones, *Fusarium* spp., on leached chernozem were determined. The data may be useful for the development of integrated plant protection techniques and for the entire farming system.

Keywords: Phytopathogenic soil fungi (mycobiota, frequency of occurrence of the species, abundance of the species, sugar beet, diseases of the root system of sugar beet.

Введение

Выявление видового состава, распространения, вредоносности и экологических особенностей развития сообществ микромицетов продолжает оставаться актуальной задачей исследований в фитопатологии, защите растений, земледелии и др. Основу большинства почвенных комплексов микроорганизмов составляют микроскопические грибы (микобиота) [7]. Наиболее заметные изменения в ней происходят в зонах активной хозяйственной деятельности. Разнообразие и структура сообществ почвенных грибов выступает важной характеристикой антропогенного влияния на экосистемы [6].

Узкая специализация растениеводства и внедрение малозатратных технологий, привели к изменению структуре почвенного комплекса микроскопических грибов. Усилилось накопление фитопатогенов в верхнем пахотном горизонте, способствуя развитию болезней корневой системы, фитотоксикозов и почвоутомлению [8, 3].

Целью исследований стало всестороннее изучение комплекса видов почвенных микроскопических грибов, населяющих окультуренные почвы чернозема выщелоченного в свекловичных агроценозах ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова.

Материал и методы исследования

Использованы общепринятые материалы и методы исследований. Пробы ризосферы были отобраны методом квадратов в мае, июле и октябре в 4-х кратной повторности [1]. Определяли видовой состав, частоту встречаемости и обилие вида почвенных грибов [2]. Определяли численность ризосферных грибов модифицированным методом почвенного разведения [4] с высевом 4-го разведения на среду Чапека и на кукурузный и почвенный агар.

Были рассчитаны показатели относительного обилия вида (ООВ, ОВ), частоты встречаемости (ЧВ) и численности КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы. На основе установленной временной частоты встречаемости удалось выделить типичные и случайные виды патогенов для нашей зоны.

Результаты и обсуждение

Главными представителями почвенной микобиоты являются факультативные паразиты, ведущие сапротрофный образ жизни, но при определенных условиях способные поражать ослабленные растения или их части. Подавляющее число выделенных видов – анаморфные грибы (Anamorphic fungi). Это грибы с вегетативным телом в виде септированного мицелия или отдельных клеток, размножающиеся бесполом путем, делением или почкованием. Объединение в эту группу основано на поверхностном сходстве (мицелий, конидии, конидиеносцы). Несколько установленных видов относятся к классу Zygomycetes., это в основном *Rhizopus* spp., *Mucor* spp. и *Mortierella* spp.

За последние 10 лет произошло существенное сокращение видового разнообразия (табл. 1). С 2010 по 2013 год выделено около 40 видов различных грибов, а с 2016 по 2021 год не более 30. Видовое разнообразие сократилось практически в 1,3 раза. Нами проведено разделение почвенного комплекса по среднему за 10 лет обилию вида на 3 условных группы: 1 – ОВ ≥ 5% (5 видов) 2 – ОВ = 1 – 5 % (20 видов) 3 – ОВ < 1 % (более 22 видов). Эти группы предложены в качестве дополнительного параметра к показателю ЧВ, по которому можно сформировать представление о наиболее типичных видах.

Грибов из группы Zygomycetes за весь период исследований выделено 5 видов, а из группы Anamorphic fungi более 42 видов, то есть около 90 % всех выделенных видов.

Для мукоровых показатель обилия вида в первые 4 года исследований составлял 0,2 – 4,3 %. После 2013 года обилие сократилось практически вдвое и не превышало 1,9 %. В среднем за 10 лет обилие Мукоров составило 1,6 %. Грибы *Mortierella* sp. – типичные почвенные сапротрофы и поэтому они встречались в структуре почвенной микобиоты на протяжении всех лет исследований. Их обилие изменялось в пределах 1,4 – 7,8 %, составляя в среднем 3,5 % общего числа микромицетов.

Патогенный вид *Rhizopus stolonifer* выделялся при анализе почв на протяжении всего периода исследований. Несмотря на то, что его ООВ довольно резко изменялось от 1,8 до 9,1%, *Rhizopus* один из пяти видов который относился к 1 группе обилия (ср. ОВ ≥ 5%) Это указывает, что он зачастую может выступать в качестве самостоятельного возбудителя болезней корневой системы сахарной свеклы.

Среди несовершенных видов почвенных грибов следует выделить виды *Alternaria alternata* и *Cladosporium herbarum*. Они присутствовали в почвенном комплексе на протяжении всего периода исследований. По показателю среднего ОВ эти виды относились к группе 2 обилия (1 – 5 %). ОВ *A. alternata*, а исключением 2010 и 2019 годов, составляло 3 – 6,7 %.

В структуре фитопатогенов из представителей рода *Aspergillus* выделено более 3 видов. Основными были *A. flavus*, *A. candidus*, *A. niger*. Суммарное ОВ представителей рода *Aspergillus* в 2021 году составило 17,5% и было наибольшим за 10 лет. По показателю среднего ОВ каждый вид *Aspergillus* относился к группе 2.

Экологические характеристики видов почвенных микроскопических грибов (ВНИИСС, 2010–2021 гг.).

Год	Видовой состав, и относительное обилие										Частота встречаемости									
	2010	2011	2012	2013	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2010	2011	2012	2013	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Zygomycetes																				
<i>Absidia</i> sp.	0,7	0,1	0,1	0,3			0,6				11,1	3,7	7,4	14,8			16,7			
<i>Mucor hiemalis</i>	0,8	2,7	2,0	4,3							11,1	66,6	70,3	96,3						
<i>Mucor</i> sp.	3,9	0,2	0,4	1,5		0,9	1,9	0,5		0,6	40,7	7,4	22,2	44,4		8,3	43,8	12,5		8,3
<i>Rhizopus stolonifer</i>	7,1	7,3	1,8	3,8	5,9	4,9	2,3	9,1	5,4	2,2	85,2	100,0	62,9	96,3	26,6	81,3	52,1	83,3	50,0	
<i>Mortierella</i> sp.	2,4	3,1	3,8	4,6	7,8	1,4	2,6	3,5	3,6	2,3	25,9	74,0	92,6	85,2	32,8	22,9	45,8	37,5	25,0	16,6
Anamorpha fungi																				
<i>Acremonium</i>	1,0	1,4	0,9	1,2	0,8	0,4	1,5	3,0	1,4	1,9	14,8	37,0	44,4	51,8	7,0	6,3	27,1	25,0	8,3	8,3
<i>Alternaria alternata</i>	0,6	4,1	3,4	6,0	6,6	3,1	5,0	1,7	6,7	5,6	7,4	70,3	88,9	100,0	32,8	31,3	89,6	33,3	41,7	8,3
<i>Aspergillus</i> ssp.	0,3	1,8	1,3	1,3		4,9	4,0	1,5		5,1	3,7	25,9	44,4	40,7		39,6	70,8	25,0		16,5
<i>Asp. flavus</i>	0,9	2,3	2,2	3,2		2,7	2,1	2,6		8,6	7,4	51,8	77,8	81,5	35,9	12,5	27,1		16,7	8,3
<i>Aspergillus candidum</i>	0,5	5,3	1,7	3,3	6,0	0,9	1,3		1,6	3,8	7,4	70,3	62,9	70,3		20,8	33,3	37,5		24,9
<i>Aspergillus niger</i>	2,4	3,2	2,0	2,3		1,7		0,3			14,8	55,5	70,3	70,3		22,9		8,3		
<i>Botrytis cinerea</i>	0,9										14,8									
<i>Cl. herbarum</i>	3,0	2,7	3,7	3,5	4,7	2,0	1,4	1,1	3,2	1,0	33,3	62,9	96,3	92,6	32,8	16,7	29,2	12,5	33,4	8,3
<i>Fusarium</i> ssp.		1,6	1,5			0,4	0,3	6,8		0,4		22,2	44,4			4,2	8,3	91,7		
<i>Fusarium oxysporum</i>	8,1	7,3	5,2	5,4	8,6	8,4	7,7	8,5	4,8	7,3	77,7	96,3	100,0	96,3	59,4	79,2	89,6	83,3	41,7	16,6
<i>Fusarium solani</i>	2,3	4,4	4,9	4,1	4,8	7,5	6,4	4,5	5,8	6,0	29,6	85,2	100,0	96,3	25,0	79,2	87,5	54,2	41,7	24,9
<i>Fusarium gibbosum</i>	2,0	1,0	1,1	1,3		0,6	1,4	0,9		2,8	25,9	33,3	59,2	59,2		10,4	31,3	16,7		16,6
<i>F. oxy.v.ortoceras</i>	2,4	1,5	0,4	4,3							25,9	40,7	14,8	92,6						
<i>Fusarium sambucinum</i>		0,1	2,5	0,2								3,7	74,1	22,2						
<i>Fusarium semitectum</i>			0,5	0,3									29,6	14,8						
<i>F. oxy. v.acuminatum</i>	0,7										7,4									
<i>Fusarium solani</i> зеленый	1,1										7,4									
<i>Gliocladium</i> sp.	1,5	1,5	5,4	6,8	7,2	2,2	2,9		1,9	4,7	22,2	22,2	100,0	100,0	18,8	10,4	58,3		16,7	16,6
<i>Penicillium</i> sp.	15,0	13,3	10,2	4,7	10,0	10,2	5,9	8,9	19,0	9,1	92,6	92,6	100,0	74,1	62,5	68,8	87,5	54,2	75,0	50,0
<i>P. auranto-candidum</i>		0,6	1,1									11,1	18,5							
<i>P. brevicompactum</i>		1,8	13,0	2,5		0,1	0,3	1,6	1,2	0,6		11,1	81,5	22,2		2,1	4,2	20,8	8,3	8,3
<i>Penicillium digitatum</i>		1,5	1,8	4,6		2,6	4,1	0,8		3,1		37,0	62,9	88,9		27,1	70,8	16,7		16,6
<i>Penicillium cyclopium</i>	0,8	2,2	3,3	5,6	7,2	3,7	6,0	4,9	13,1	4,0	7,4	40,7	88,9	100,0	42,2	35,4	77,1	62,5	50,0	8,3
<i>P. chrysogenum</i>		3,7	4,1	5,9	0,4	4,9	5,8	4,6	5,2	7,4		33,3	77,7	100,0	3,1	41,7	77,1	50,0	33,4	16,6
<i>Penicillium expansum</i>	1,9	2,9	7,6	8,1	5,4	6,7	6,4	2,1	4,2	4,2	11,1	40,7	85,2	88,9	21,9	37,5	89,6	33,3	25,0	24,9
<i>Penicillium notatum</i>	4,1	2,1	0,4	0,3							18,5	33,3	22,2	11,1						
<i>Penicillium soliteum</i>	0,5	0,6	0,2	1,4							3,7	11,1	11,1	33,3						
<i>Penicillium luteum</i>			0,8	0,3									22,2	14,8						
<i>Penicillium liloceum</i>			0,3	0,2									14,8	14,8						
<i>P. purpurogenum</i>	1,1	0,6	2,5	1,3	2,1	2,8	3,0	0,7		3,2	14,8	7,4	70,3	51,8	7,8	29,2	50,0	16,7		24,8
<i>Penicillium polonicum</i>		0,4	1,0	1,3		0,2	1,8	0,2				7,4	37,0	44,4		4,2	35,4	4,2		
<i>Penicillium friqucans</i>		0,6										11,1								
<i>Penicillium roeqforti</i>	0,3	1,6				0,2					3,7	33,3				2,1				
<i>Penicillium viridicatum</i>	1,1										7,4									
<i>Penicillium cummine</i>		0,5	1,2	0,6		12,2	2,5	9,7	0,5	4,7		7,4	44,4	18,5		29,2	43,8	45,8	8,3	16,6
<i>Penicillium glabrum</i>	5,5	2,2	0,4	0,1		0,3					51,8	33,3	11,1	3,7		4,2				
<i>P. griseofolium</i>		3,5	1,5	0,4		1,1						51,8	37,0	11,1		2,1				
<i>Penicillium citrinum</i>		3,3	1,0	1,9								33,3	33,3	59,2						
<i>Penicillium candidum</i>						2,0	7,3	7,5	16,7	4,3						20,8	87,5	66,7	58,4	8,3
<i>Penicillium rubrum</i>					0,4										1,6					
<i>Phoma betae</i>	0,5		0,2	0,2							3,7		7,4	7,4						
<i>Trichoderma viride</i>	7,7	2,5	2,1	2,7	7,5	3,3	5,6	10,2	3,9	3,5	77,7	62,9	66,6	74,0	43,8	54,2	89,6	100,0	50,0	16,6
Прочие грибы	19,0	4,4	2,2	0,3	14,7	7,8	9,8	4,7	1,8	3,6	81,5	59,2	48,1	14,8	19,1	39,6	85,4	37,5	8,3	8,3

Постоянное присутствие аспергиллов в структуре почвенного комплекса связано с их хорошей устойчивостью к неблагоприятным условиям. Представители этой группы считаются ксерофильными грибами, а в зоне ЦЧР (в т.ч. на полях ВНИИСС) недостаток влаги один из главных неблагоприятных факторов.

Вид *Trichoderma viride* выделялся на протяжении всего периода исследований. Его обилие вида в 2019 году достигало 10,2%. По величине среднего ОБ гриб отнесен к группе 2, но на самом деле он был пограничным видом (среднее ОБ = 4,9 %).

Грибы рода *Penicillium* являются типичными почвенными грибами и характеризуется экологической пластичностью и большой устойчивостью к воздействию неблагоприятных условий среды. Поэтому это группа на протяжении всего периода исследований была представлена наибольшим видовым разнообразием в структуре почвенного комплекса микобиоты. Наиболее типичные виды: *P. digitatum*, *P. brevicompactum*, *P. expansum*, *P. chrysogenum*, *P. cyclopium*, *P. purpurogenum*, *P. commune*, *P. candidum*. Суммарное обилие видов рода *Penicillium* изменялось в пределах 26 – 60 %. В среднем их доля составляла почти половину (47 %) от общего количества выделенных видов в структуре почвенного комплекса. Два вида *P. expansum* и *P. cyclopium* относились к группе 1 обилия ($OB \geq 5$ %). Примечательно, что эти же виды зачастую выступали возбудителями болезни корневой системы сахарной свеклы.

Особый интерес представляет группа почвенных микроскопических грибов рода *Fusarium*. Это связано с тем, что в зоне ЦЧР наиболее распространены болезни корневой системы сахарной свеклы фузариозной этиологии [5]. Их доля в структуре почвенных грибов составляла 11–21% от общего числа выделенных колоний. Общее число видов, которые были выделено в течение 10 лет, составило 9 наименований. Наибольших значений ОБ среди всех видов и родов грибов за время исследований достигали виды *F. oxysporum* (до 8,6 %) и *F. solani* (до 7,5 %). Эти же виды отнесены к группе 1 обилия и составляли большую часть в ризосферном и патогенном комплексах грибов.

Важным показателем, по которому можно оценить многообразие, выделить типичные и случайные виды любого комплекса тех или иных организмов, является частота встречаемости. Встречаемость (частота встречаемости, коэффициент встречаемости, ЧВ) – это относительное число выборок (образцов), в которых встречается вид. Благодаря ЧВ, удалось сформировать среднесезонную структуру видов – возбудителей корнееда (табл. 1).

Установленные для некоторых фитопатогенов (*Absidia* sp., *Botrytis cinerea*, *Phoma betae* и др) показатели ЧВ выявили случайный характер их присутствия в структуре почвенного комплекса микобиоты. Некоторые виды (*F. oxysporum* v. *acuminatum*, *P. viridicatum*, *P. rubrum* и др. выделялись в период исследований только единожды, и их временная ЧВ была менее 10 %.

Наибольшая средняя частота встречаемости была у рода *Mucor* (96%). В среднем за 10 лет временная частота встречаемости мукоровых составила 24%. Это означает, что мукоровые в структуре патогенов корнеедов является типичными и входят в категорию редких видов (ЧВ) = 10–30%). Интересно отметить, *Mucor hiemalis* доминировал (ЧВ >60%) в комплексе почвенной микобиоты, но после 2013 г. полностью перестал встречаться. Грибы *Mortierella* sp. также являются типичными и в общем частыми видами (средняя ЧВ за 10 лет – 46 %) в структуре почвенных микроорганизмов. В 2012 году частота встречаемости грибов рода *Mortierella* составляла 92,6% и достигала наибольшего значения за период исследований. Значение временной частоты встречаемости *Rhizopus stolonifer* изменялось в пределах 26–100%, и только в 2021 году впервые не был выделен ни в одной из проб. По показателю среднесезонной ЧВ он является не только типичным видом в структуре патогенов, но и относится к группе доминирующих (ЧВ = 64%).

Такие виды как *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum* *A. flavus*, *A. candidus*, также являлись типичными и частыми представителями почвенной микобиоты исследованных полей (Временная ЧВ за 10 лет до 50%). До 2016 года вышеназванные виды были доминирующими в почвенном комплексе (ЧВ до 75–100%).

Trichoderma viride наблюдался в структуре почвенного комплекса на протяжении всего периода исследований как доминирующий (ЧВ = 43,8–100 %), и только в 2021 году этот показатель снизился до 16,6%.

Отдельные виды рода *Penicillium* оказались не просто типичными, а частыми и доминирующими видами. Средняя за десять лет исследований временная частота встречаемости рода составила 100%. Наиболее часто встречались *P. digitatum* (среднесезонная ЧВ 32%), *P. chrysogenum* (51%), *P. cyclopium* (43%), *P. expansum* (46%).

Fusarium sp. – единственная группа грибов, представители которой по среднесезонной ЧВ доминировали в структуре популяции почвенных микромицетов (*F. oxysporum* (74%) и *F. solani* (62%).

Частота встречаемости *F. oxysporum* изменялась в пределах 42–100% (исключение 2021 год – 16,6%). Вторым по показателю средней за десять лет частоты встречаемости был *F. solani* (24–100 %). Эти виды присутствовали во всех пробах почвы, исследованных за 10 лет.

Результаты подсчета среднесезонной общей численности почвенных видов грибов показали, что в среднем она изменяется от 170 до 450 тыс. КОЕ / 1 г абсолютно сух. почвы (далее – тыс. КОЕ/1 г) (рис. 1). Конечно, в отдельные годы (например, 2012–2013 гг.) в наиболее жаркие периоды вегетации (например, в июле при достаточном количестве влаги) на отдельных полях (с научно-обоснованными лучшими дозами минеральных и органических удобрений) численность выделенных грибов превышала и 700 тыс. КОЕ/1 г.

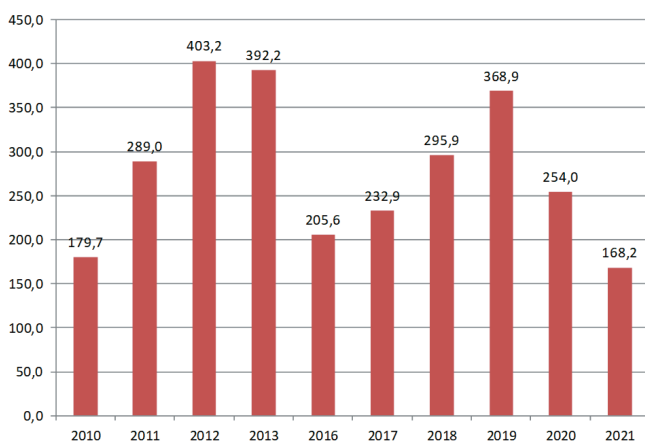


Рис. 1. Общая численность почвенных видов грибов (ВНИИСС, 2010–2021 гг.), тыс. КОЕ / 1 г.

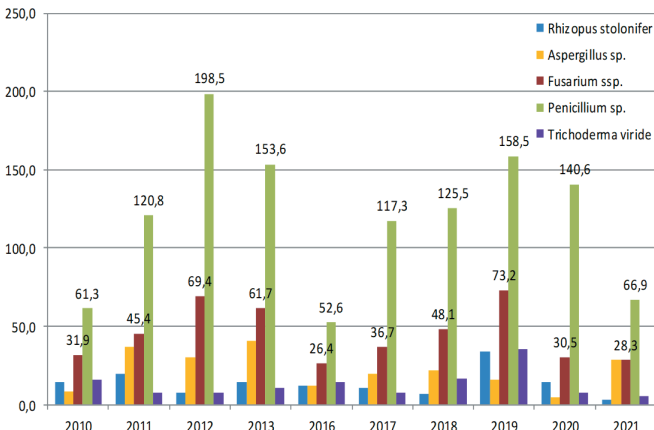


Рис. 2. Изменения численности наиболее типичных почвенных групп грибов (ВНИИСС, 2010–2021 гг.), тыс. КОЕ / 1 г.

Важно отметить, что изменение численности происходит как бы «волнами», что связано с неблагоприятными условиями погоды в период вегетации года исследований. При неблагоприятных гидротермических условиях года численность резко сокращается, а затем даже при достаточно благоприятных условиях восстанавливается постепенно.

Анализ изменений численности отдельных групп почвенных грибов показал, что первым по численности был род *Penicillium* sp. (52,6 – 198,5 тыс. КОЕ/1 г) (рис. 2). Общая численность *Penicillium* sp. превышала численность любой другой группы патогенов минимум в 2,5 раза. Так, в отдельные годы численность *Trichoderma* (тоже доминирующей и распространенной типичной группы почвенных грибов) была ниже в 25 раз.

Вторым по численности в структуре почвенных видов в течение всего исследования был род *Fusarium*. Его средняя численность изменялась от 26 до 73 тыс. КОЕ/1 г (в 2,5 раза меньше *Penicillium* sp.). Доля фузариума составляла от среднегодовой численности 12–20 % (а вместе с *Penicillium* sp. – до 67 % от общей численности). Третьей по численности группой были *Aspergillus* sp. (4,7–40,8 тыс. КОЕ/1 г).

По итогам анализа многолетних данных по частоте встречаемости почвенных видов грибов была сформирована структура комплекса (табл. 4).

Табл. 4.

Изменения в комплексе микобиоты почвы (ВНИИСС, 2010–2021 гг.).

Год	Типичные виды			Случайные
	Доминирующие	Частые	Редкие	
	Частота встречаемости, %			
	>60	30-60	10-30	
2010	<i>R. stolonifer</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Penicillium</i> ssp., <i>T. viride</i>	<i>Mucor</i> sp., <i>C. herbarum</i> , <i>F. solani</i> , <i>P. glabrum</i>	<i>Absidia</i> ssp., <i>Mucor hiemalis</i> , <i>Acremonium</i> ssp., <i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>F. oxysporum</i> v. <i>ortoceras</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>Mortierella</i> sp., <i>Gliocladium</i> sp., <i>P. expansum</i> , <i>P. purpurogenum</i>	<i>Aspergillus</i> ssp., <i>A. candidus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Fusarium oxysporum</i> v. <i>acuminatum</i> , <i>Penicillium cyclopium</i> , <i>P. soliteum</i> , <i>P. roequeforti</i> , <i>P. viridicatum</i> , <i>Phoma betae</i>
2011	<i>Mucor hiemalis</i> , <i>R. stolonifer</i> , <i>A. alternata</i> , <i>A. candidus</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Mortierella</i> sp., <i>Penicillium</i> ssp., <i>T. viride</i>	<i>Acremonium</i> ssp., <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>F. oxysporum</i> v. <i>ortoceras</i> , <i>Penicillium digitatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. roequeforti</i> , <i>P. glabrum</i> , <i>P. griseofolium</i>	<i>Aspergillus</i> ssp., <i>Gliocladium</i> sp., <i>P. aurantio-candidum</i> , <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. soliteum</i> , <i>P. friquctans</i> , и др.	<i>Absidia</i> ssp., <i>Mucor</i> sp., <i>Fusarium sambucinum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. polonicum</i> , <i>P. commune</i> и др.
2012	<i>Mucor hiemalis</i> , <i>R. stolonifer</i> , <i>A. alternata</i> , <i>A. candidus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. sambucinum</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Mortierella</i> sp., <i>Penicillium</i> ssp., <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>T. viride</i>	<i>Acremonium</i> ssp., <i>Aspergillus</i> ssp., <i>F. gibbosum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>P. polonicum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. griseofolium</i>	<i>Mucor</i> sp., <i>F. oxysporum</i> v. <i>ortoceras</i> , <i>P. aurantio-candidum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. soliteum</i> , <i>P. luteum</i> , <i>P. lilaceum</i> , <i>P. glabrum</i> и др.	<i>Absidia</i> ssp., <i>Phoma betae</i> и др.
2013	<i>Mucor hiemalis</i> , <i>R. stolonifer</i> , <i>A. alternata</i> , <i>A. candidus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. oxysporum</i> v. <i>ortoceras</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Mortierella</i> sp., <i>Penicillium</i> ssp., <i>P. digitatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>T. viride</i>	<i>Mucor</i> sp., <i>Acremonium</i> ssp., <i>Aspergillus</i> ssp., <i>F. gibbosum</i> , <i>P. soliteum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. polonicum</i>	<i>Absidia</i> ssp., <i>F. sambucinum</i> , <i>F. emitectum</i> , <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. luteum</i> , <i>P. lilaceum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. griseofolium</i> и др.	<i>P. glabrum</i> , <i>Phoma betae</i> и др.
2016	<i>Penicillium</i> ssp.	<i>A. alternata</i> , <i>A. flavus</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Mortierella</i> sp., <i>P. cyclopium</i>	<i>R. stolonifer</i> , <i>F. solani</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>P. expansum</i> , и др.	<i>Acremonium</i> ssp., <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. rubrum</i> и др.
2017	<i>R. stolonifer</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Penicillium</i> ssp.	<i>A. alternata</i> , <i>Aspergillus</i> ssp., <i>P. cyclopium</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>T. viride</i>	<i>A. candidus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Mortierella</i> sp., <i>P. digitatum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. commune</i> и др.	<i>Mucor</i> sp., <i>Acremonium</i> ssp., <i>P. polonicum</i> , <i>P. roequeforti</i> , <i>P. glabrum</i> , <i>P. griseofolium</i> и др.
2018	<i>A. alternata</i> , <i>Aspergillus</i> ssp., <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Penicillium</i> ssp., <i>P. digitatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>T. viride</i>	<i>Mucor</i> sp., <i>R. stolonifer</i> , <i>A. candidus</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Mortierella</i> sp., <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. polonicum</i> , <i>P. commune</i>	<i>Acremonium</i> ssp., <i>A. flavus</i> , <i>C. herbarum</i>	<i>Absidia</i> ssp., <i>Fusarium</i> ssp., и др.
2019	<i>R. stolonifer</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>T. viride</i>	<i>A. alternata</i> , <i>A. candidus</i> , <i>F. solani</i> , <i>Mortierella</i> sp., <i>Penicillium</i> ssp., <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. commune</i>	<i>Mucor</i> sp., <i>Acremonium</i> ssp., <i>Aspergillus</i> ssp., <i>C. herbarum</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , и др.	<i>A. niger</i> , <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. polonicum</i> и др.
2020	<i>Penicillium</i> ssp.	<i>R. stolonifer</i> , <i>A. alternata</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>T. viride</i> и др.	<i>A. flavus</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Mortierella</i> sp., <i>P. expansum</i>	<i>Acremonium</i> ssp., <i>P. commune</i> и др.
2021		<i>Penicillium</i> ssp.	<i>Aspergillus</i> ssp., <i>A. candidus</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>Gliocladium</i> sp., <i>Mortierella</i> sp., <i>P. digitatum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. commune</i> , <i>T. viride</i> и др.	<i>Mucor</i> sp., <i>Acremonium</i> ssp., <i>A. alternata</i> , <i>A. flavus</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. cyclopium</i> , и др.

Выводы

Установлено, что в структуру видов почвенного комплекса микобиоты входят более 47 видов микроскопических грибов. 89 % видов являются представителями группы Anamorphic fungi. Типичными представителями почвенного комплекса является более 30 видов грибов. Среди них доминирующие виды (ЧВ > 60%): *F. oxysporum*, *F. solani*, *R. stolonifer*, *Trichoderma viride*. Частые виды (ЧВ 30 – 60 %): *P. digitatum*, *P. chrysogenum*, *P. cyclopium*, *P. expansum*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus flavus*, *A. candidus*. Редкие виды (10 – 30 %): *Mucor* sp., *Acremonium* sp., *A. niger* и др. Случайные виды (< 10 %): *Absidia* sp., *Botrytis cinerea*, *Phoma betae*, *Fusarium oxysporum* v. *acuminatum*, *Penicillium viridicatum*, *Penicillium rubrum* и др. За последние годы видовое разнообразие почвенных микромицетов сократилось (в 1,3 раза). Наиболее вредоносными и распространенными являются виды *F. oxysporum* и *F. solani*.

Финансирование: *Материалы подготовлены в рамках регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (соглашение № 22-16-20007 от 25.03.2022 г).*

Литература

1. Билай ВИ. Микробиоты – компоненты почвенных биогеоценозов (фрагменты к экологии почвенных микробиот). В кн.: Микробиоты почв. Киев: Наукова думка; 1984. С. 5-33.
2. Билай ВИ. Основы общей микологии. Киев: Вища школа; 1980.
3. Куркина ЮН, Хыонг НТЛ. Анализ структуры почвенного микокомплекса под бобовыми травами. Защита и карантин растений. 2014;(5):43-4.
4. Мирчинк ТГ, Бабьева ВП. Почвенная микология. М.: Изд-во МГУ; 1988.
5. Стогниенко ОИ, Селиванова ГА. Болезни сахарной свеклы, их возбудители. Воронеж: ООО «Антарес»; 2008.
6. Сумина ОИ, Власов ДЮ, Долгова ЛЛ, Сафронова ЕВ. Особенности формирования сообществ микробиот в зарастающих песчаных карьерах севера Западной Сибири. Вестник Санкт-Петербургского университета Сер. 3. 2010;(2):84-90.
7. Терехова ВА. Микробиоты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука; 2007.
8. Шамин АА, Стогниенко ОИ, Боронтов ОК. Влияние элементов агротехники на формирование фитопатогенного комплекса возбудителей и развитие микозов корневой системы сахарной свеклы. Земледелие. 2013;(4):35-8.

References

1. Bilay VI. [Micromycetes – components of soil biogeocenoses (fragments to the ecology of soil micromycetes)]. In: Mikromitsety Pochv. Kiev: Naukova Dumka; 1984. P. 5-33.
2. Bilay VI. Osnovy Obschey Mikologii. Kiev: Vischa Shkola; 1980.
3. Kurkina YuN, Hyong NTL. [Analysis of the structure of the soil mycocomplex under leguminous grasses]. Zashchita i Karantin Rasteniy 2014. 2014;(5):43-4.
4. Mirchink TG, Babyeva VP. Pochvennaya Mikologiya. Moscow: MGU; 1988.
5. Stogniyenko OI, Selivanova GA. Bolezni Sakharnot Sviokly, Ikh Vozbuditeli. Voronezh: Antares; 2008..
6. Sumina OI, Vlasov DYu, Dolgova LL, Safronova YeV. [Features of the formation of micromycete communities in overgrown sand pits in the north of Western Siberia. Vdstnik Sankt Peterburgskogo Universiteta Ser 3. 2010;(2):84-90.
7. Terekhova VA. Mikromitsety v Ekologicheskoy Otsenke Vodnykh i Nazemnykh Ekosistem. Moscow: Nauka, 2007.
8. Shamin AA, Stogniyenko OI, Borontov OK. [The influence of agrotechnical elements on the formation of a phytopathogenic complex of pathogens and the development of mycoses of the root system of sugar beet]. Zemkdeliye. 2013;(4):35-8.

<>>