

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЫ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№1 (54)

Алматы
«Қазақ университеті»
2018

Бразникова Е.В.¹, Мукашева Т.Д.², Игнатова Л.В.³

¹PhD студент, e-mail: PolB_4@mail.ru

²д.б.н., проф., кафедра биотехнологии, e-mail: Togzhan.Mukasheva@kaznu.kz

³к.б.н., доцент, и.о. профессора кафедры биотехнологии, e-mail: Lyudmila.Ignatova@kaznu.kz
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МИКРОМИЦЕТНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЧВ ПОД ПОСЕВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В статье представлены данные о таксономическом составе микромицетов в почвах агроценозов 7 кормовых и зерновых культур (соя, ячмень, люцерна, рапс, сафлор, донник и эспарцет), а также дана характеристика структуры микромицетных сообществ.

Идентификацию микромицетов выполняли классическими микробиологическими методами по совокупности морфологических признаков и культурально-физиологических свойств. Структуру микромицетных сообществ оценивали по относительному обилию и пространственной частоте встречаемости представителей различных родов.

Основные результаты. Мицелиальные грибы, изолированные из исследованных почв, относятся к 8 родам: *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Metarhizium* и *Beauveria*. Дрожжевые организмы представлены родами *Aureobasidium*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Lipomyces*, *Candida*, *Saccharomyces* и *Cryptococcus*. Почвы под посевами агрокультур по сравнению с целинными характеризовались меньшим родовым разнообразием. Основными компонентами сообществ грибов являлись различные виды родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*. На долю каждого из данных родов приходилось от 13,2 до 28,8%, частота встречаемости составила от 67 до 100%. Среди дрожжей как по относительному обилию, так и по частоте встречаемости преобладали представители родов *Aureobasidium*, *Rhodotorula* и *Metschnikowia*.

Ключевые слова: почвенные микромицеты, таксоны, структура сообществ, агроценоз.

Brazhnikova Y.V.¹, Mukasheva T.D.², Ignatova L.V.³

¹PhD student, e-mail: PolB_4@mail.ru

²Doctor of Biological Sciences, Prof., Department of Biotechnology, e-mail: Togzhan.Mukasheva@kaznu.kz

³Candidate of Biological Sciences, associate professor, Department of Biotechnology, e-mail: Lyudmila.Ignatova@kaznu.kz
al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

The taxonomical structure of micromycetes communities of soils planted with agricultural crops

The paper presents data on the taxonomic composition of micromycetes in soils of agroecosystems of 7 fodder and grain crops (soybean, barley, lucerne, rape, safflower, sweet clover and sainfoin). The structure of micromycete communities is given.

The identification of micromycetes was performed by classical microbiological methods based on morphological features and cultural and physiological properties. The structure of micromycete communities was estimated by the relative frequency and spatial frequency of occurrence of representatives of different genera.

Main results. The filamentous fungi isolated from the investigated soils belong to the eight genera: *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria*. Yeast organisms are represented by the genera *Aureobasidium*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Lipomyces*, *Candida*, *Saccharomyces*, and *Cryptococcus*. Soils under agricultural crops were characterized by a smaller generic variety compared to virgin. The main components of the fungal communities were various species of genera *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*. The share of each of these genera accounted for from

13.2 to 28.8%, the frequency of occurrence was from 67 to 100%. Representatives of the genera *Aureobasidium*, *Rhodotorula* and *Metschnikowia* prevailed among the yeasts in both relative frequency and frequency of occurrence.

Key words: soil micromycetes, taxa, structure of communities, agroecosystem.

Бражникова Е.В.¹, Мукашева Т.Д.², Игнатова Л.В.³

¹PhD студенті, e-mail: Pol.B_4@mail.ru

²б.ғ.д., биотехнология кафедрасының профессоры, e-mail: Togzhan.Mukashova@kznu.kz

³б.ғ.к., доцент, биотехнология кафедрасының профессоры м.а., e-mail: Lyudmila.Ignatova@kznu.kz

ақ-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Ауыл шаруашылығы дақылдары өсірілетін топырақтың микромикеттік қауымдастығы таксономикалық құрылымы

Мақалада 7 астық және жем-шөп дақылдар (соя, арпа, люцерна, рапс, сафлор, тәтті жөңшiк және сангвин) агроэкосистемнің топырақтарында микромикеттердің таксономикалық құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Микромикетикалық қауымдастықтардың құрылымы сипаттамасы берілген.

Микромикеттері сәйкестендіру морфологиялық ерекшеліктерге және құрылымдық-физиологиялық қасиеттерге негізделген классикалық микробиологиялық әдістермен орындалды. Микромикеттік қауымдастықтардың құрылымы туыстардың өкілдерінің салыстырмалы молшылығы мен көпшіліктік жиілігі арқылы бағаланды.

Негізгі нәтижелер. Зерттелген топырақтан оқшауланған жiп тәрізді саңырауқұлақтар 8 туыстарына жатқызылды: *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria*. Ашытқы шектеуін *Aureobasidium*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Lipomyces*, *Candida*, *Saccharomyces*, *Cryptococcus* туыстарына жатқызылды. Ауыл шаруашылық дақылдарының өсірілгеніндегі тыңайтқыштар топыраққа қарағанда кішігірім генерацияланды. Саңырауқұлақтардың негізгі құрамдас бөліктері *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* туыстар болды. Осы туыстардың әрқайсысының үлесі 13,2%-дан 28,8%-ға дейін, көпшіліктік жиілігі 67%-дан 100%-ға дейін жетті. Ашытқылар арасында салыстырмалы молшылығы мен көпшіліктік жиілігінде *Aureobasidium*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia* туыстар басым болды.

Түйін сөздер: топырақ микромикеттер, таксондар, қауымдастық құрылымы, агроценоз.

Введение

Одной из главных структурных и функциональных составляющих наземных и водных экосистем являются сообщества микромикетов. По количеству описанных видов грибы занимают второе место в ряду других групп организмов, уступая лишь беспозвоночным животным. Микромикеты представляют собой неотъемлемый компонент для функционирования и саморегулирования естественных и искусственных экосистем. Образую особый экогоризонт, микромикеты контролируют широкий спектр экосистемных функций – первичную и вторичную продуктивность, регенерацию биофильных элементов путем разложения растительных и животных остатков и перевода их из геологического круговорота в биологический. В качестве редуцентов грибы выполняют роль посредников между живым и косным веществом биосферы (Терехова, 2007:10; Марфенина, 2005: 7; Bridge, 2001: 147-149; Carlile, 2001; Taylor, 2015: 94-95; Willis, 2013: 2).

Несмотря на повсеместность распространения, полифункциональность и значимость

почвенных микромикетов, их сообщества – относительно малоизученные компоненты экосистем, всестороннее исследование которых имеет важное научное и практическое значение.

Сведения об экологии почвенных микромикетов, их таксономическом разнообразии и относительном обилии в почвах Казахстана, и в особенности в почвах агроценозов, весьма ограничены. Мало изученными остаются и вопросы, касающиеся качественного состава и структуры различных микробных сообществ в зависимости от физических и химических свойств почвы, при действии различных экологических факторов, таких как тип растительности, степень окультуренности почвы и т.д.

В связи с этим исследования таксономического состава и особенностей распространения грибов, характеристика структуры микромикетных сообществ являются актуальными и необходимыми.

Целью данной работы явилось изучение таксономической структуры микромикетных сообществ в почвах агроценозов. Основные направления исследования: определение родовой принадлежности мицелиальных грибов и

дрожжей, изолированных из образцов некультивируемой почвы и почвы агроценозов зерновых и кормовых культур, характеристика структуры микромицетных сообществ по относительному обилию и пространственной частоте встречаемости представителей различных родов

Материалы и методы исследования

Материалам исследования служили почвенные образцы целинной темно-каштановой почвы, а также темно-каштановая почва агроценозов 7 зерновых и кормовых культур: соя, ячмень, люцерны, рапса, сафлора, донника и эспарцета. Место отбора проб: Алмадинская область, частная агропромышленная фирма «Турген».

Выделение микромицетов из почвенных образцов проводили методом посева разведений почвенной суспензии на элективные питательные среды. Посевы инкубировали при температуре 25 °C в течение 2-3 недель. Для выделения мицелиальных грибов и дрожжей использовали питательные среды Сабуро, Чапека и Эшби (Alef, 1995; Кураков, 2001: 12-26; Звягинцев, 1991: 169-174).

Определение таксономического состава сообществ микромицетов. Выросшие колонии мицелиальных грибов и дрожжей разделяли на макроморфологические типы, затем подсчитывали число колоний каждого типа на чашке. Колонии группировали по культуральным признакам, выявляли критерии, достаточные для определения родовой принадлежности. Идентификацию микромицетов осуществляли классическими микробиологическими методами после выделения микроорганизмов в чистую культуру по совокупности морфологических признаков и культурально-физиологических свойств, используя современные определители для соответствующих групп и родов микромицетов (Kurtzman, 2011; Ellis, 1988; Barnett, 1998; Watanabe, 2010).

Структуру сообществ микромицетов оценивали по относительному обилию и пространственной частоте встречаемости представителей различных родов (Мирчиник, 1988: 119; Bills, 2004; Zak, 2004: 60-62).

Относительное обилие рода определяли как отношение колоний данного рода к общему количеству колоний в данном варианте, выраженное в процентах (1):

$$OO = A/B \times 100, \quad (1)$$

где OO – относительное обилие таксона, %

A – количество изолятов микромицетов данного рода, шт

B – общее количество изолятов микромицетов в данном варианте, шт.

Пространственная частота встречаемости определялась как доля образцов, в которых обнаружен данный род, от общего числа проанализированных образцов (2).

$$ЧВ = A/B \times 100, \quad (2)$$

где $ЧВ$ – пространственная частота встречаемости, %

A – количество образцов, в которых обнаружен данный род, шт

B – общее количество образцов, шт.

По частоте встречаемости в образцах роды микромицетов были ранжированы по трем группам: 1 – доминирующие (частота встречаемости составляет более 60%); 2 – частые (от 30% до 60%); 3 – редкие (менее 30%).

Обзор литературы

Таксономический состав микромицетов того или иного биоценоза зависит от типа питающего субстрата, температуры, влажности, света и других факторов. Вместе с тем, помимо этих основных факторов, обуславливающих как функциональное, так и пространственное распространение микромицетов, родовой и видовой состав микромицетных сообществ зависит от степени флористической насыщенности биоценозов, их пространственного положения, амплитуды вертикального и горизонтального распространения, характера свойственных отдельным видам жизненных форм, биохимической структуры доминирующих видов. Для каждого типа почвы и растительной ассоциации характерен специфический состав мицелиальных грибов, дрожжей и дрожжеподобных грибов (Anderson, 2004: 1-2; Мирчиник, 1988: 106-121; Марфенина, 2005: 27; Kivlin, 2011; Yang, 2010: 436; Erland, 2002: 165-167).

Результаты исследований многих авторов в области микробной экологии и географии свидетельствуют о том, что микроорганизмы, в том числе и микромицеты, имеют определенные ареалы распространения, подобные ареалам крупных организмов (Марфенина, 2005; Foissner, 2006: 112-113; Martiny, 2006; Fontaneto, 2012: 87). Многочисленные данные об особеннос-

тах распространения дрожжей (Buzzini, 2017; Barriga 2011: 56-58; Bab'eva, 1995; Botha, 2011; Yurkov, 2012: 24-25), а также представителей таких крупных родов мицелиальных грибов, как *Penicillium* (Visagie, 2014: 343-344; Christensen et al., 2000), *Aspergillus* (Klich, 2002), *Trichoderma* (Jiang, 2016; Samuels, 1996; Druzhinina 2005: 100), *Fusarium* (Summerell et al., 2010: 8-11), *Cladosporium* (Bensch, 2010: 1-2), подтверждают тот факт, что многие виды приурочены к определенным типам почв, растительности и широтным поясам. Вместе с тем, имеются и космополитные виды, встречающиеся повсеместно.

Результаты исследования и их обсуждение

В проведенных исследованиях был выявлен ряд сходных черт и общих закономерностей в распределении микробиоты в почвенных образцах исследуемых агроценозов. Вместе с тем приуроченность почв к определенному типу растительности, особенности морфологического строения почв, различия в степени окультуренности, обусловили определенные различия в структуре комплексов микромикетов (рисунок 1).

Мицелиальные грибы, изолированные из исследованных почв, по ряду морфологических и культуральных признаков были отнесены к 2 отделам: *Zygomycota* (представлен единственным родом – *Mucor*) и *Ascomycota* (выявлено 7 родов – *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Metarhizium* и *Beauveria*). Структура сообществ дрожжей и дрожжеподобных грибов была представлена следующими родами: *Aureobasidium*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Lipomyces*, *Candida*, *Saccharomyces* и *Cryptococcus*. Среди них только роды *Rhodotorula* и *Cryptococcus* принадлежат к базидиомицетовому аффинитету, а все остальные являются аскомицетовыми дрожжами.

Комплексы микромикетов в почвенных образцах оценивали по относительному обилию представителей различных родов и пространственной частоте встречаемости.

На рисунке 1 представлены данные об относительном обилии родов в структуре микромикетных сообществ под посевами различных агрокультур и в целинной почве.

В составе комплекса микромикетов некультивируемой почвы были выявлены представители 7 родов мицелиальных грибов и 6 родов дрожжевых организмов (рисунок 1). Состав микромикетов в целинной почве характеризовался высоким содержанием таких родов мицелиаль-

ных грибов, как: *Penicillium* (21,1%), *Aspergillus* (19,2%) и *Fusarium* (14,3%). Среди дрожжей наибольшую долю занимали представители родов *Aureobasidium* (10,1%) и *Rhodotorula* (8,6%). Это эвритопные роды микромикетов, имеющие широкий ареал распространения.

Анализ проведенных исследований свидетельствовал о том, что почвы под посевами агрокультур по сравнению с целинными почвами характеризовались меньшим родовым разнообразием. Следует отметить, что родовое разнообразие микромикетов заметно убывало по мере приближения к поверхности корня, вследствие чего родовой состав в ризосфере был значительно более однообразным, чем в почве вне ризосферы. Основными компонентами сообществ микроскопических грибов в почвах агроценозов являлись различные виды родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*. На долю каждого из данных родов в структуре микромикетных сообществ приходилось от 13,2 до 28,8%. В небольшом количестве встречались мицелиальные грибы родов *Mucor*, *Trichoderma*, *Metarhizium* и *Beauveria* (рисунок 1).

Окультурирование почвы сопровождалось снижением разнообразия микромикетных сообществ. Наибольшую долю в структуре комплексов микромикетов почв агроценозов занимали различные виды рода *Penicillium* (21,1–28,8%). Наиболее обильно данные грибы были представлены в почвах под посевами рапса (рисунок 1). Известно, что мицелиальные грибы рода *Penicillium* благодаря богатому ферментному аппарату способны существовать в самых разнообразных условиях (Visagie, 2014: 343-344; Christensen et al., 2000).

Существенным компонентом микромикетных сообществ являлись грибы рода *Aspergillus*, содержание которых составляло от 15,4 до 20,1% (рисунок 1). Возможно, такое высокое содержание и встречаемость во всех исследуемых почвах связано с природно-климатическими условиями. Представители рода *Aspergillus* многими исследователями описаны как ксерофильные и термофильные грибы (Klich, 2002).

Отмечено обилие грибов рода *Fusarium* (13,2–23,8%) во всех анализируемых почвенных образцах. В почве грибы рода *Fusarium* имеют широкое распространение, способны существовать в активной форме и быстро размножаться. Тесная связь грибов рода *Fusarium* с травянистой растительностью отмечена рядом авторов. Данные грибы в значительном количестве выявляются в почвах, покрытых травянистой расти-

тельностью, и весьма бедно представлены в лесных почвах (Shimberell et al., 2010: 8-11).

Довольно неравномерно были распределены в исследуемых почвах грибы рода *Trichoderma*, на долю которых приходилось от 4,1 до 10,4%. Представители данного рода были изолированы из почвенных образцов целинных земель, а также агроценозов сон,

люцерны и донника (рисунок 1). Некоторые исследователи объясняют способность грибов рода *Trichoderma* существовать в самых разнообразных почвах тем, что они обладают высокой антагонистической и антибиотической активностью, а также способностью к микопаразитированию (Jiang, 2016; Samuels, 1996; Druzhinina 2005: 100).

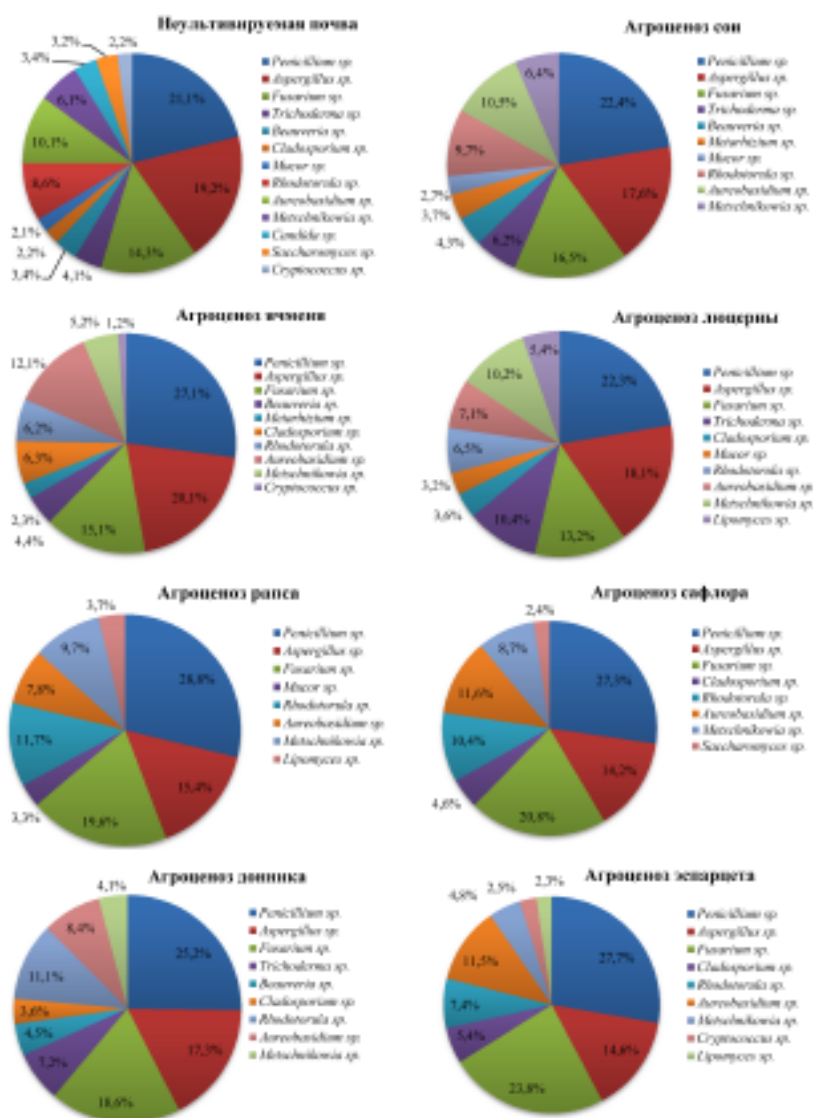


Рисунок 1 – Относительное обилие (%) представителей родов микромикетов в исследуемых почвенных образцах

Во всех исследуемых некультивируемых и культивируемых почвах за исключением агроценозов сои и рапса были обнаружены грибы с темноцветным мицелием – *Cladosporium*. Относительное обилие грибов данного рода варьировало в диапазоне от 2,2 до 7,3% в зависимости от исследуемого почвенного образца (рисунок 1). Темноокрашенные грибы содержат в мицелии и спорах черный пигмент сложной полимерной структуры, наличие которого определяет защитные свойства грибов рода *Cladosporium* против облучения, и дает им возможность существовать в условиях повышенной электромагнитной радиации, в том числе УФ-излучения, каковые имеют место в горных и пустынных почвах (Bensch, 2010).

Среди дрожжей в культивируемых почвах преобладали представители родов *Aureobasidium* (7,1-12,1%), *Rhodotorula* (6,2-11,7%) и *Metschnikowia* (4,1-10,2%). Доля дрожжей родов *Lipomyces*, *Candida*, *Saccharomyces* и *Cryptococcus* была значительно меньше и составила от 1,2 до 5,4% (рисунок 1). По-видимому, существование этих дрожжей в почве связано с их способностью выдерживать лимитирующие условия, в первую очередь периодическое иссушение и высокую солнечную инсоляцию.

Характерной особенностью являлось выявление представителей родов *Metarhizium* и *Lipomyces* в почвенных образцах агроценозов, в то время как в целинной почве данные роды не были обнаружены.

В проведенных исследованиях дрожжи рода *Lipomyces* были обнаружены в почвах агроценозов люцерны, рапса и эспарцета, где их количество не превышало 3,7% (рисунок 1). Данные дрожжи наиболее приспособлены к обитанию на твердых поверхностях почвенных частиц. Они обладают слизистыми капсулами, которые создают межклеточную среду, сохраняющую благоприятный режим влагообмена и питания в условиях временного иссушения почвы. *Lipomyces* являются автохтонными почвенными дрожжами, адаптированными к существованию в минеральной части почв и не встречающимися в других субстратах (Bab'eva, 1995; Botha, 2011).

Распределение видов и родов микромикетов в комплексе с учетом их встречаемости характеризует структуру комплекса. Анализ пространственной частоты встречаемости позволил выявить доминирующие, частые и редкие роды в микромикетных сообществах почв агроценозов кормовых и зерновых культур.

Таблица 1 – Пространственная частота встречаемости (%) микромикетов в исследуемых почвенных образцах

Род	Агроценоз	Некультивируемая почва	Соя	Ячмень	Люцерна	Рапс	Сафлор	Донник	Эспарлет
<i>Penicillium</i>		100	87	93	80	93	87	93	93
<i>Aspergillus</i>		93	80	93	87	73	73	67	87
<i>Fusarium</i>		100	93	73	93	87	87	67	80
<i>Trichoderma</i>		47	40	-	53	-	-	47	-
<i>Beauveria</i>		27	24	20	-	-	-	20	-
<i>Metarhizium</i>		-	20	13	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium</i>		20	-	13	6	-	13	13	6
<i>Mucor</i>		27	24	-	24	20	-	-	-
<i>Rhodotorula</i>		93	93	87	93	80	73	73	87
<i>Aureobasidium</i>		80	87	80	73	80	80	87	93
<i>Metschnikowia</i>		80	73	73	67	80	87	60	53
<i>Cryptococcus</i>		27	-	-	-	-	-	-	20
<i>Candida</i>		13	-	13	-	-	-	-	-
<i>Saccharomyces</i>		20	-	13	-	-	20	-	-
<i>Lipomyces</i>		-	-	47	47	40	-	-	33

Из данных таблицы 1 видно, что в структуре грибных сообществ всех исследуемых почв с высокими значениями пространственной частоты встречаемости (от 67 до 100%) доминировали грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*. В достаточной мере почвы богаты грибами рода *Trichoderma*, частота встречаемости которого составляла от 40 до 53%, данный род отнесен к частым. Представители родов *Beauveria*, *Metarhizium*, *Cladosporium* и *Mucor* являлись редкими, частота встречаемости не превышала 27%.

Доминирующее положение среди дрожжей в целинной почве и почвах агроценозов занимали различные виды родов *Rhodotorula* и *Aureobasidium*, частота встречаемости которых составляла от 60 до 93% в зависимости от исследуемого образца. Аскомицетовые дрожжи рода *Metschnikowia* так же являлись доминантными в некультивируемой почве и во всех почвах агроценозов, за исключением почвы под посевами эспарцета, где частота встречаемости данного рода была 53%, соответственно данный род является частым для данного агроценоза. Частые роды представлены Дрожжи рода *Lipomyces*, частота встречаемости которых варьировала в диапазоне от 33 до 47%, отнесены к частым родам. Редкие роды дрожжевых организмов

представлены различными видами *Cryptococcus*, *Candida* и *Saccharomyces* (таблица 1).

Выводы

В результате проведенных исследований изучена таксономическая структура микромикробных сообществ некультивируемой почвы и почв агроценозов 7 зерновых и кормовых культур. Мицелиальные грибы, изолированные из исследованных почвенных образцов, отнесены к 8 родам: *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Metarhizium* и *Beauveria*. Дрожжевые организмы представлены родами *Aureobasidium*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Lipomyces*, *Candida*, *Saccharomyces* и *Cryptococcus*. Почвы под посевами агрокультур по сравнению с целинными характеризовались меньшим родовым разнообразием. Основными компонентами сообществ грибов являлись различные виды родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Fusarium*. На долю каждого из данных родов приходилось от 13,2 до 28,8%, частота встречаемости составила от 67 до 100%. Среди дрожжей как по относительному обилию, так и по частоте встречаемости преобладали представители родов *Aureobasidium*, *Rhodotorula* и *Metschnikowia*.

Литература

1. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
2. Курков А.В. Методы выделения и характеристики комплексов микроскопических грибов наземных экосистем. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 92 с.
3. Марфеева О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. – М.: Медицина для всех, 2005. – 196 с.
4. Мироник Г. Т. Почвенная микология. – М.: МГУ, 1988. – 224 с.
5. Терехова В.А. Микромикробы в экологической оценке водных и наземных экосистем. – М.: Наука, 2007. – 215 с.
6. Alef, K. and P. Nannipieri, eds., Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. London: Academic Press, 1995.
7. Anderson, C., Beare, M., Buckley, H.L., Lear, G. "Bacterial and fungal communities respond differently to varying tillage depth in agricultural soils." *PeerJ*. (2017): e3930. doi: 10.7717/peerj.3930
8. Bab'eva, I.P., Chernov, I.Yu. "Geographical aspects of yeast ecology." *Physiology and General Biology Reviews* 9 (1995):1–54.
9. Barnett, H.L., Hunter, B.B. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Amer Phytopathological Society, 1998
10. Barriga, E.J.C., Libkind, D., Briones, A.I., Ubedalmanzo, J., et al. "Yeasts Biodiversity and Its Significance: Case Studies in Natural and Human-Related Environments, Ex Situ Preservation, Applications and Challenges." In *Changing Diversity in Changing Environment*, edited by O. Grillo and G. Venora, 55–86. InTech, 2011
11. Bensch, K., Groenewald, J.Z., Dijksterhuis, J., et al. "Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiales)." *Stud Mycol* 67 (2010): 1–94. doi: 10.3114/sim.2010.67.01
12. Bills, G.F., Christensen, M., Powell, M.J., Thorn, G. "Saprobic soil fungi." In *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*, edited by G. M. Mueller, G. F. Bills, and M. S. Foster, 271 – 302. Elsevier Academic Press Burlington, 2004
13. Botha, A. "The importance and ecology of yeasts in soil." *Soil Biology & Biochemistry* 43(2011):1–8.
14. Bridge, P., Spooner, B. "Soil fungi: diversity and detection." *Plant and Soil* 232 (2001): 147–54. doi: 10.1023/A:1010346305799.
15. Buzzini, P., Lachance, M.-A., Yurkov, A., eds. *Yeasts in Natural Ecosystems: Ecology*. Springer International Publishing, 2017.
16. Carlile, M.J., Watkinson, S.C. *The Fungi*. London: Academic press, 2001.
17. Christensen, M., Frisvad, J.C., Tuthill, D.E. "Penicillium species diversity in soil and some taxonomic and ecological notes." In: *Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification* edited by R.A. Samson, J.I. Pitt, 309–321. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 2000

- 18 Druzhinina, I., Kubicek, C.P. "Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters?" *Journal of Zhejiang University Science* 6B (2005): 100–112. <http://doi.org/10.1631/jzus.2005.B0100>
- 19 Ellis, M.B. *Dematiaceae Hyphomycetes*. International Mycological Institute, 1988.
- 20 Erland, Susanne, and A.F.S. Taylor. "Diversity of ecto-mycorrhizal fungal communities in relation to the abiotic environment." In *Mycorrhizal ecology. Ecological studies*, edited by M.G.A. van der Heijden, and I. Sanders, 163–200. Berlin: Springer, Heidelberg, 2002.
- 21 Foissner, W. "Biogeography and Dispersal of Microorganisms: A Review Emphasizing Protists." *Acta Protozoologica* 45 (2006): 111–136.
- 22 Fontaneto, D. and Joaquín Hortal. "Microbial Biogeography: Is Everything Small Everywhere?" In *Microbial Ecological Theory*, edited by L.A. Ogilvie and P.R. Hirsch, 87–98. Horizon Scientific Press, 2012.
- 23 Jiang, Y., Wang, J.-L., Chen, J., Mao, L.-J., Feng, X.-X., Zhang, C.-L., et al. "Trichoderma Biodiversity of Agricultural Fields in East China Reveals a Gradient Distribution of Species." *PLoS ONE* 11 (2016): e0160613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160613>
- 24 Kivlin, S.N., Hawkes, C.V., and Treseder, K.K. "Global diversity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi." *Soil Biol. Biochem* 43 (2011): 2294–303. <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.07.012>
- 25 Klich, M.A. "Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter." *Mycologia* 94 (2002): 21–7.
- 26 Kurtzman, C. P., Fell, J. W., Boekhout, T. *The yeasts: a taxonomic study*. Burlington: Elsevier Science, 2011.
- 27 Martiny, J.B., Bohannan, B.J., Brown, J.H., Colwell, R.K., et al. "Microbial biogeography: putting microorganisms on the map." *Nat Rev Microbiol* 4 (2006): 102–12. [doi:10.1038/nrmicro1341](http://doi.org/10.1038/nrmicro1341)
- 28 Samuels, G.J. "Trichoderma: a review of biology and systematics of the genus." *Mycol Res* 100 (1996): 923–935. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(96\)80043-8](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(96)80043-8)
- 29 Summerell, B.A., Laurence, M.H., Liew, E.C.Y., Leslie, J.F. "Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: A review." *Fungal Divers* 44 (2010): 3–13.
- 30 Taylor, L.D., Sinsabaugh, R. L. "The Soil Fungi: Occurrence, Phylogeny, and Ecology." In *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*, edited by Eldor A. Paul, 77–109. Academic Press, 2015.
- 31 Visagie, C.M., Houben, J., Frisvad, J.C., Hong, S.-B., Klaassen, C.H.W., et al. "Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*." *Studies in Mycology* 78 (2014): 343–371. <http://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- 32 Watanabe, T. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. New-York: CRC Press, 2010.
- 33 Willis, A., Rodrigues, B., Harris, P. "The ecology of arbuscular mycorrhizal fungi." *Crit. Rev. Plant Sci.* 32 (2013): 1–20. [doi:10.1080/07352689.2012.683375](http://doi.org/10.1080/07352689.2012.683375)
- 34 Yang, F.Y., Li, G.Z., Zhang, D.E., Christie, P., Li, X.L., Gai, J.P. "Geographical and plant genotype effects on the formation of arbuscular mycorrhiza in *Avena sativa* and *Avenastrada* at different soil depths." *Biol Fertil Soils* 46 (2010): 435–443. [doi:10.1007/s00374-010-0450-3](http://doi.org/10.1007/s00374-010-0450-3)
- 35 Yurkov, A.M., Kemler, M., Begerow, D. "Assessment of yeast diversity in soils under different management regimes." *Fungal Ecology* 5 (2012): 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2011.07.004>
- 36 Zak, J.C., Willig, M.R. "Fungal biodiversity patterns." In: *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*, edited by G. M. Mueller, G. F. Bills, and M. S. Foster. Elsevier Academic Press Burlington, 2004.

References

- 1 Alef, K. and P. Nannipieri, eds. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. London: Academic Press, 1995.
- 2 Anderson, C., Beare, M., Buckley, H.L., Lear, G. "Bacterial and fungal communities respond differently to varying tillage depth in agricultural soils." *PeerJ* (2017): e3930. [doi:10.7717/peerj.3930](http://doi.org/10.7717/peerj.3930)
- 3 Bab'eva, I.P., Chemov, I.Yu. "Geographical aspects of yeast ecology." *Physiology and General Biology Reviews* 9 (1995): 1–54.
- 4 Barnett, H.L., Hunter, B.B. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Amer Phytopathological Society, 1998.
- 5 Baeriswiler, E.J.C., Libkind, D., Briones, A.I., Ubedalranzo, J., et al. "Yeasts Biodiversity and Its Significance: Case Studies in Natural and Human-Related Environments, Ex Situ Preservation, Applications and Challenges." In *Changing Diversity in Changing Environment*, edited by O. Grillo and G. Venora, 55–86. InTech, 2011.
- 6 Bensch, K., Groenewald, J.Z., Dijksterhuis, J., et al. "Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiaceae)." *Stud Mycol* 67 (2010): 1–94. [doi:10.3114/sim.2010.67.01](http://doi.org/10.3114/sim.2010.67.01)
- 7 Bills, G.F., Christensen, M., Powell, M.J., Thorn, G. "Saprobic soil fungi." In *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*, edited by G. M. Mueller, G. F. Bills, and M. S. Foster, 271 – 302. Elsevier Academic Press Burlington, 2004.
- 8 Botha, A. "The importance and ecology of yeasts in soil." *Soil Biology & Biochemistry* 43(2011): 1–8.
- 9 Bridge, P., Spooner, B. "Soil fungi: diversity and detection." *Plant and Soil* 232 (2001): 147–54. [doi:10.1023/A:1010346305799](http://doi.org/10.1023/A:1010346305799)
- 10 Buzzini, P., Lachance, M.-A., Yurkov, A., eds. *Yeasts in Natural Ecosystems: Ecology*. Springer International Publishing, 2017.
- 11 Carlile, M.J., Watkinson, S.C. *The Fungi*. London: Academic press, 2001.
- 12 Christensen, M., Frisvad, J.C., Tuthill, D.E. "Penicillium species diversity in soil and some taxonomic and ecological notes." In: *Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification* edited by R.A. Samson, J.I. Pitt, 309–321. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 2000.

- 13 Druzhinina, I., Kubicek, C.P. "Species concepts and biodiversity in Trichoderma and Hypocrea: from aggregate species to species clusters?" *Journal of Zhejiang University Science B* (2005): 100–112. <http://doi.org/10.1631/jzus.2005.B0100>
- 14 Ellis, M.B. *Dematiaceae Hyphomycetes*. International Mycological Institute, 1988
- 15 Erland, Susanne, and A.F.S. Taylor. "Diversity of ecto-mycorrhizal fungal communities in relation to the abiotic environment." In *Mycorrhizal ecology. Ecological studies*, edited by M.G.A. van der Heijden, and I. Sanders, 163–200. Berlin: Springer, Heidelberg, 2002.
- 16 Foissner, W. "Biogeography and Dispersal of Microorganisms: A Review Emphasizing Protists." *Acta Protozoologica* 45 (2006): 111–136.
- 17 Fontaneto, D. and Joaquin Hortal. "Microbial Biogeography: Is Everything Small Everywhere?" In *Microbial Ecological Theory*, edited by L.A. Ogilvie and P.R. Hirsch, 87–98. Horizon Scientific Press, 2012.
- 18 Jiang, Y., Wang, J.-L., Chen, J., Mao, L.-J., Feng, X.-X., Zhang, C.-L., et al. "Trichoderma Biodiversity of Agricultural Fields in East China Reveals a Gradient Distribution of Species." *PLoS ONE* 11 (2016): e0160613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160613>
- 19 Kivlin, S.N., Hawkes, C.V., and Treseder, K.K. "Global diversity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi." *Soil Biol. Biochem.* 43 (2011): 2294–303. doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.07.012.
- 20 Klich, M.A. "Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter." *Mycologia* 94(2002):21–7.
- 21 Kurakov A.V. (2001) *Metody vyideleniya i harakteristiki kompleksov mikroskopicheskikh gribov nazemnykh ekosistem* [Methods of isolation and characteristics of complexes of microscopic fungi of terrestrial ecosystems]. – Moscow: MAKSS Press. – 92 p.
- 22 Kurtzman, C. P., Fell, J. W., Boekhout, T. *The yeasts: a taxonomic study*. Burlington: Elsevier Science, 2011.
- 23 Marfina O.E. (2005) *Antropogennaya ekologiya pochvennykh gribov* [Anthropogenic ecology of soil fungi]. – Moscow: Meditsina dlya vseh. – 196 p.
- 24 Martiny, J.B., Bohannan, B.J., Brown, J.H., Colwell, R.K., et al. "Microbial biogeography: putting microorganisms on the map." *Nat Rev Microbiol.* 4 (2006): 102–12. doi.org/10.1038/nrmicro1341
- 25 Mirchink G.T. (1998) *Pochvennaya mikologiya* [Soil mycology]. – Moscow: MSU. – 224 p.
- 26 Samuels, G.J. "Trichoderma: a review of biology and systematics of the genus." *Mycol Res* 100 (1996): 923–935. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(96\)80043-8](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(96)80043-8)
- 27 Summerell, B.A., Laurence, M.H., Liew, E.C.Y., Leslie, J.F. "Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: A review." *Fungal Divers* 44 (2010): 3–13.
- 28 Taylor, L.D., Sinsabaugh, R. L. "The Soil Fungi: Occurrence, Phylogeny, and Ecology." In *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*, edited by Elder A. Paul, 77–109. Academic Press, 2015.
- 29 Terehova V.A. (2007) *Mikromitsety v ekologicheskoy otsenke vodnykh i nazemnykh ekosistem* [The mikromitsets in ecology's mates of water and land ecosystems]. – Moscow: Nauka. – 215 p.
- 30 Visagie, C.M., Houbraken, J., Frisvad, J.C., Hong, S.-B., Klaassen, C.H.W., et al. "Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*." *Studies in Mycology* 78 (2014): 343–371. <http://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- 31 Watanabe, T. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. New-York: CRC Press, 2010.
- 32 Willis, A., Rodrigues, B., Harris, P. "The ecology of arbuscular mycorrhizal fungi." *Crit. Rev. Plant Sci.* 32 (2013): 1–20. doi.org/10.1080/07352689.2012.683375.
- 33 Yang, F.Y., Li, G.Z., Zhang, D.E., Christie, P., Li, X.L., Gai, J.P. "Geographical and plant genotype effects on the formation of arbuscular mycorrhiza in *Avena sativa* and *Avenanuda* at different soil depths." *Biol Fertil Soils* 46 (2010): 435–443. doi.org/10.1007/s00374-010-0450-3.
- 34 Yurkov, A.M., Kemler, M., Begerow, D. "Assessment of yeast diversity in soils under different management regimes." *Fungal Ecology* 5 (2012): 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2011.07.004>
- 35 Zak, J.C., Willig, M.R. "Fungal biodiversity patterns." In: *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*, edited by G. M. Mueller, G. F. Bills, and M. S. Foster. Elsevier Academic Press Burlington, 2004.
- 36 Zvyagintsev D.G. (1991) *Metody pochvennoy mikrobiologii i biohimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. – Moscow: MSU. – 304 p.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

Шолу мақалалары

Обзорные статьи

<i>Aytasheva Z.G., Zhumabayeva B.A., Dzhangalina E.D., Rakhimberdi Q., Shamshadin D.</i> Challenges of Ongoing Cucurbits Research and Farm Gating	4
--	---

1-бөлім Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері

Раздел 1 Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды

<i>Baktybayeva L.K., Tamassarova M.K., Berlin Kenneth Darrell, Yu V.K., Zazybin A.G., Malmakova A.E.</i> Myelostimulating activity of piperidine compounds BIV-68, BIV-69, BIV-70, BIV-71	24
--	----

<i>Pavlichenko L.M., Rysmagambetova A.A., Rodrigo Parri J.</i> The applicability assessment of technical solutions for a feasibility study on the purification of groundwater in the Ilek river valley from boron for the modern hydro geochemical situation	35
---	----

<i>Текетаева Ж.Б., Абжаханов А.Б.</i> Роль водорослей-эпифитов в оценке загрязнения водоемов Северного Казахстана	49
--	----

2-бөлім Қоршаған орта астаушыларының биотаға және тұрғындар деңсаулығына әсерін бағалау

Раздел 2 Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения

<i>Бұрашев Е.Д., Султанқұлова К.Т., Қожабергенов Н.С., Садықалиева С.О., Оралбаев М.Б., Сандыбаев Н.Т., Зайцев В.Л.</i> Морфометрия и некоторые физические характеристики вируса гриппа лошадей, выделенных на территории Республики Казахстан	62
--	----

<i>Kolymbayeva S.Zh., Lovinskaya A.V., Abilev S.K., Voronova N.</i> The Experimental Study Of The Mutagenic Action Of N-Nitrosodimethylamine In Mice	71
---	----

<i>Мукашева Т.Д., Бержанова Р.Ж., Дюсенов О., Омирбекова А., Жандос Н., Алибекова А., Капан А.</i> Оценка эффективности биоремедиации препаратом «Микс-Ойл» загрязненного грунта и нефтяными (в полевых условиях)	80
---	----

3-бөлім Биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың азекті мәселелері

Раздел 3 Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия

<i>Бражникова Е.В., Мукашева Т.Д., Игнатова Л.В.</i> Таксономическая структура микромитотных сообществ почвы под посевами сельскохозяйственных культур	92
--	----

<i>Дүйсенбаева У., Терещина Н., Курманбаева М.</i> Влияние солевого стресса на ростовые реакции проростков нута (<i>Cicer arictinum L.</i>)	101
--	-----

<i>Картбаева Г.Т., Абуkenova B.C.</i> Экомониторинговое исследование <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> на заповедных территориях в 2017 г.	110
---	-----

<i>Сайлаубаева М., Аманбаева Ш.А., Ниязова Р.Е.</i> Гены и miRNA, ответственные за репродуктивность сельскохозяйственных животных	121
--	-----

<i>Саркисимова А., Курманбаева М., Базаргалиева А.</i> <i>Alnus glutinosa (L.)</i> дағын сирек түр өсімдіктер клаудыстықтарының геоботаникалық сипаттамасы	134
---	-----