

DOI 10.37882/2223–2966.2023.04–2.02

# ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ ГРИБОВ И ИХ ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

## SPECIES DIVERSITY OF FUNGI COMMON IN AZERBAIJAN AND THEIR PHYTOTOXIC ACTIVITY

**Bakhshaliyeva Konul Farukh**  
**Huseynova Gulnar Nazim**  
**Gudratova Fidan Rahim**  
**Mohommadi Sumaya Mohamad Davud**  
**Efendi Ulviya Arif**

*Summary.* In the studies carried out, from soil and plant samples taken from various biotopes of Azerbaijan, the presence of 50 species of fungi was determined, 8 of which belong to the genus *Alternaria*, 14 to the genus *Aspergillus*, 11 to the genus *Fusarium* and 17 to the genus *Penicillium*. It was found that among the toxically active species belonging to the genus *Fusarium*, both the specific gravity and the activity of individual species have a higher indicator, and the germination of seeds of various plants under their influence can decrease by 24–59%. The same indicator is 20–46%, 18–45% and 16–45% for the genera *Alternaria*, *Aspergillus* and *Penicillium*, respectively.

*Keywords:* soil, plant, fungus, species composition, phytotoxic activity.

Грибы, нуждающиеся в готовом органическом веществе, получают его из растительных и животных организмов, что реализуется путем их паразитирования, установления симбиотических отношений или расселения [9]. Последний вариант сопровождается загрязнением как растительных и животных остатков в почве, так и других запасов продукции и промышленного сырья. По этой причине почва считается одним

**Бахшалиева Конуль Фаррух**  
 Д.б.н., доц., заведующая лабораторией  
 «Микробиологическая биотехнология» Институт  
 Микробиологии Министерства Науки и Образования  
 Азербайджанской Республики  
 konul.baxsh@mail.ru

**Гусейнова Гульнар Назим**  
 Докторант, Институт Земледелия Министерства  
 Сельского Хозяйства Азербайджанской Республики  
 gulnarefeyzullayeva0707@gmail.com

**Гудратова Фидан Рагим**  
 Магистр, Институт Микробиологии  
 Министерства Науки и Образования Азербайджанской  
 Республики  
 fqudretova@gmail.com

**Мохоммади Сумая Давут Мохаммад**  
 Магистр, Институт микробиологии  
 Министерства Науки и Образования Азербайджанской  
 Республики  
 sumimohammadi0104@gmail.com

**Эфенди Ульвия Ариф**  
 Научный сотрудник лаборатории  
 «Микробиологическая биотехнология», Институт  
 Микробиологии Министерства Науки и Образования  
 Азербайджанской Республики  
 azmbi@mail.ru

*Аннотация.* В проведенных исследованиях в образцах почв и растений различных биотопов Азербайджана обнаружено 50 видов грибов, 8 из которых относятся к роду *Alternaria*, 14 — к роду *Aspergillus*, 11 — к роду *Fusarium* и 17 — к роду *Penicillium*. Выявлено, что среди видов рода *Fusarium* есть токсически активные, у которых больше удельный вес и показатель активности отдельных видов, а всхожесть семян различных растений под их влиянием может снижаться на 24–59%. Аналогичный показатель для родов *Alternaria*, *Aspergillus* и *Penicillium* составляет 20–46%, 18–45% и 16–45% соответственно.

*Ключевые слова:* почва, растение, гриб, видовой состав, фитотоксическая активность.

из основных мест обитания микроорганизмов, в том числе грибов [3, 16], что в свою очередь можно отнести и к токсическим видам грибов.

Несмотря на то, что токсигенные виды грибов известны людям с древних времен, всестороннее изучение грибов с такими особенностями относится к 60-м годам прошлого века [13]. Это связано с тем, что основ-

ной фактор патогенности таких грибов связан с синтезируемыми ими токсинами [6, 8], а их идентификация представляет собой непростую задачу и возможна только при определенном уровне развития науки и техники. В целом следует отметить, что грибы-токсигены представляют собой большую и неоднородную группу микроскопических грибов, отличающихся друг от друга по таксономическому строению, морфологическим признакам, способностям к питанию и размножению, местам обитания, циклу развития, а также по патологическому воздействию на живые организмы [15, 20].

Богатая природа Азербайджана обусловила широкое распространение здесь грибов, и по этой причине они длительное время являются предметом исследований различного аспекта [1, 12, 19]. В результате был определен видовой состав тысячи грибов, найдены новые для науки виды, изучены некоторые аспекты законов их распространения и в определенном смысле выявлены и некоторые другие вопросы. Хотя эти исследования являются недостаточными для полной характеристики микобиоты природы Азербайджана, но в тоже время их можно рассматривать как микологические исследования систематического характера. Вышесказанное нельзя отнести к токсигенным грибам. Так, в проведенных исследованиях среди обнаруженных грибов выявлено наличие токсигенных видов и имеются исследования их фито- и зоотоксической активности, и все это было выявлено в результате наших исследовательских работ. Тем не менее, результаты, полученные в экспериментальных исследованиях, нельзя считать достаточными для характеристики типичных для микобиоты Азербайджана токсигенных видов.

Кроме того, в последнее время резко возросло антропогенное воздействие на окружающую среду, и одним из его проявлений являются изменения характера биологических процессов в различных экосистемах, не обошедшие стороной и те, в которых участвуют и грибы. Выяснение характера этих изменений актуально на сегодняшний день в плане предупреждения ситуаций, возникающих вследствие антропогенных воздействий и имеющих преимущественно нежелательные последствия. Несмотря на проводимые в этом направлении исследования, полученные до сих пор результаты недостаточны с точки зрения полного понимания сути вопроса в данной области, и существует серьезная потребность в продолжении данных исследований.

Следует отметить, что в настоящее время насчитывается более 100 видов токсигенных грибов и количество синтезируемых ими микотоксинов составляет около 400. К таким токсигенным грибам относятся виды

родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и др. [15], но токсическое действие этих видов грибов на уровне отдельных родов всесторонне не изучено.

Поэтому, целью представленной работы явилось изучение видового состава и токсической активности грибов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium*, распространенных в условиях Азербайджана.

## Материалы и методы

Образцы для исследований были взяты из почв и растений Большого Кавказа, Кура-Аразской равнины Азербайджанской Республики. Отбор проб проводили известными методами, основанными на выборе маршрута и стационарных участков, широко применяемых в микологических и микробиологических исследованиях [10]. Для выделения и получения чистых культур грибов из отобранных образцов были использованы сусло-агар, рисовый и картофельный агары, среда Чапека [5, 7]. Эти питательные среды использовались и для поддержания рабочих культур. При изучении фитотоксической активности грибов использовали жидкую среду Чапека.

При идентификации грибов, выделенных из взятых образцов всех ценозов в чистую культуру, были использованы определители, основанные на культурально-морфологических и физиологических признаках [17, 22]. Систематизацию и номенклатуру грибов проводили по данным официального сайта МАГ [14].

Фитотоксическая активность зарегистрированных в ходе исследований грибов проверялась в процессе проращивания пшеницы, фасоли и гороха, при котором использовали конкретное количество семян - 200 семян каждого растения. Грибы после культивирования на жидкой среде Чапека в течение 5 дней фильтровали и полученный раствор использовался для определения активности. Семена замачивались на 24 часа в этой КЖ, а в качестве контроля использовали стерильную среду Чапека. После этого семена помещались на увлажненную фильтровальную бумагу и проращивались при комнатной температуре (20–22°C) в течение 7 дней.

Фитотоксическая активность (в%) грибов определялась также по формуле  $P = (n/N) \times 100$ , где  $P$  — фитотоксическая активность,  $n$  — количество не проросших семян,  $N$  — общее количество взятых семян.

При получении количественных данных эксперименты проводили не менее чем в 4-х повторностях, а полученные результаты статистически обрабатывались [4] и учитывались только те из них, достоверность которых не вызывала сомнений.

Таблица 1. Видовой состав зарегистрированных грибов

№	Название рода	Виды родов
1	<i>Alternaria</i> ,	<i>A.alternata</i> , <i>A.calendula</i> , <i>A.chrysanthemi</i> , <i>A.fici</i> , <i>A.radicina</i> , <i>A.solani</i> , <i>A.tenuissima</i> , <i>A.violae</i>
2	<i>Aspergillus</i> ,	<i>A.awamori</i> , <i>A.candidus</i> , <i>A.flavus</i> , <i>A.fumigatus</i> , <i>A.glaucus</i> , <i>A.mollis</i> , <i>A.nidulans</i> , <i>A.niger</i> , <i>A.ochraceus</i> , <i>A.paraziticus</i> , <i>A.repens</i> , <i>A.terreus</i> , <i>A.ustus</i> , <i>A.versicolor</i>
3	<i>Fusarium</i>	<i>F.avenaceum</i> , <i>F.dimerum</i> , <i>F.gibbosum</i> , <i>F.moniliforme</i> , <i>F.oxysporum</i> , <i>F.sambucinum</i> , <i>F.semitectum</i> , <i>F.solani</i> , <i>F.sporotrichiella</i> , <i>F.sporotrichioides</i> , <i>F.tabacinum</i>
4	<i>Penicillium</i>	<i>P.chrysogenum</i> , <i>P.citrinum</i> , <i>P.citreoviride</i> , <i>P.cyclopium</i> , <i>P.desumbens</i> , <i>P.expansum</i> , <i>P.funiculosum</i> , <i>P.janthinellum</i> , <i>P.lanosum</i> , <i>P.martensii</i> , <i>P.notatum</i> , <i>P.odoratum</i> , <i>P.purpurogenum</i> , <i>P.rubrum</i> , <i>P.simplicissimum</i> , <i>P.variabile</i> , <i>P.variotii</i>

Таблица 2. Фитотоксическая активность видов грибов рода *Alternaria*

№	Название вида	Фитотоксическая активность (по числу непроросших семян%)		
		Пшеница	Фасоль	Горох
1	<i>A.alternata</i>	46	42	43
2	<i>A.calendula</i>	27	29	30
3	<i>A.chrysanthemi</i>	21	23	20
4	<i>A.fici</i>	32	36	34
5	<i>A.radicina</i>	38	35	39
6	<i>A.solani</i>	41	43	45
7	<i>A.tenuissima</i>	39	34	37
8	<i>A.violae</i>	29	26	25

Таблица 3. Фитотоксическая активность видов грибов рода *Aspergillus*

№	Название вида	Фитотоксическая активность (по числу непроросших семян%)		
		Пшеница	Фасоль	Горох
1	<i>A.awamori</i>	32	30	33
2	<i>A.candidus</i>	37	35	39
3	<i>A.flavus</i>	45	42	43
4	<i>A.fumigatus</i>	38	36	37
5	<i>A.glaucus</i>	35	37	36
6	<i>A.mollis</i>	30	29	28
7	<i>A.nidulans</i>	34	32	35
8	<i>A.niger</i>	31	28	30
9	<i>A.ochraceus</i>	24	26	28
10	<i>A.paraziticus</i>	40	41	41
11	<i>A.repens</i>	34	32	35
12	<i>A.terreus</i>	19	20	18
13	<i>A.ustus</i>	19	18	18
14	<i>A.versicolor</i>	21	19	19

Таблица 4. Фитотоксическая активность видов грибов рода *Fusarium*

№	Название вида	Фитотоксическая активность (по числу непроросших семян%)		
		Пшеница	Фасоль	Горох
1	<i>F.avenaceum</i>	49	47	46
2	<i>F.dimerum</i>	27	24	25
3	<i>F.gibbosum</i>	52	50	54
4	<i>F.moniliforme</i>	58	59	57
5	<i>F.oxysporum</i>	57	56	58
6	<i>F.sambucinum</i>	43	42	44
7	<i>F.semitectum</i>	41	40	39
8	<i>F.solani</i>	53	50	49
9	<i>F.sporotrichiella</i>	35	31	33
10	<i>F.sporotrichoides</i>	31	35	30
11	<i>F.tabacinum</i>	36	33	34

Таблица 5. Фитотоксическая активность видов грибов рода *Penicillium*

№	Название вида	Фитотоксическая активность (по числу непроросших семян%)		
		Пшеница	Фасоль	Горох
1	<i>P.chrysogenum</i>	43	45	42
2	<i>P.citrinum</i>	38	39	37
3	<i>P.citreoviride</i>	31	32	33
4	<i>P.cyclopium</i>	43	41	45
5	<i>P.desumbens</i>	18	17	16
6	<i>P.expansum</i>	39	37	36
7	<i>P.funiculosum</i>	35	31	38
8	<i>P.janthinellum</i>	38	36	39
9	<i>P.lanosum</i>	30	33	35
10	<i>P.martensii</i>	31	35	32
11	<i>P.notatum</i>	29	32	35
12	<i>P.odoratum</i>	17	18	19
13	<i>P.purpurogenum</i>	21	23	26
14	<i>P.rubrum</i>	18	17	16
15	<i>P.simplicissimum</i>	30	32	34
16	<i>P.variabile</i>	23	25	26
17	<i>P.variotii</i>	27	29	26

### Полученные результаты и их обсуждение

Грибы являются неотъемлемым компонентом гетеротрофного блока любого биотопа с органическим веществом, а поскольку каждый биотоп представляет собой динамическую систему, время от времени необходимо уточнять количественные и качественные

показатели присутствующих там живых организмов, в том числе и грибов. По этой причине считалось целесообразным предварительно оценить видовой состав выбранных в качестве объектов исследования грибных родов. В результате анализа взятых образцов было получено 74 чистых культур настоящих грибов (*Mycota*). При определении таксономической принадлежности культур было выявлено, что все они относятся к 50

видам (таб. 1). Как видно, 8 из зарегистрированных видов относятся к роду *Alternaria*, 14 — *Aspergillus*, 11 — *Fusarium* и 17 — *Penicillium*, и все они относятся к анаморфам аскомицетных грибов. Кроме того, среди зарегистрированных видов грибов нет ни истинных сапротрофов, ни истинных биотрофов, так как все они получают органическое вещество как из мертвых, так и сохраняющих в той или иной степени жизнеспособность организмов.

Следует отметить, что грибы находятся в различных пищевых отношениях в средах обитания, которые обычно называют экотрофными отношениями, и, как уже упоминалось, все грибы характеризуются в этом аспекте как факультативные или как политрофные виды. Кроме того, в последнее время экотрофические отношения грибов характеризуются по формам проявления экотрофической специализации, и с этой точки зрения грибы делятся на токсигенные, аллергенные и оппортунистические. Среди них токсигены находятся в центре особого внимания и их исследованию уделяется большое внимание. Принимая это во внимание, было сочтено целесообразным изучить зарегистрированные в исследованиях грибы именно в данном аспекте, а точнее на предмет их фитотоксической активности. Результаты проведенных исследований показали, что все зарегистрированные грибы в той или иной степени обладают фитотоксической активностью, но отличаются друг от друга по уровню активности.

Как видно, виды грибов, принадлежащие ко всем отмеченным родам, обладают фитотоксической активностью, причем ее уровень характеризуется как сильная (снижение всхожести семян более 40%), умеренная (снижение всхожести семян более 20%, менее 40%) и слабая (менее 20% восстановления) (таб. 2; 3; 4 и 5). Как видно, относительно этого признака грибы видов *A. flavus*, *F. moniliforme* и др. обладают сильной, *A. repens*, *F. sporotrichiella* и др. — средней, а *A. ustus*, *P. rubrum* и др. — слабой фитотоксической активностью. Что касается распределения по отдельным родам, то, согласно вычислениям, удельный вес видов с выраженной фитотоксической активностью выше у грибов рода *Fusarium*. Так, 58,3% грибов с выраженной фитотоксической активностью (*A. alternata*, *A. flavus*, *A. parasiticus*, *F. avenaceum*, *F. gibbosum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *P. chrysogenum* и *P. cyclopium*) относятся к этому роду, а остальные относятся к 3 другим родам (*Alternaria*, *Aspergillus* и *Penicillium*).

При характеристике грибов с сильной фитотоксической активностью по отдельным родам, обнаруживается, что соответствующий таким характеристикам удельный вес принадлежит грибам именно рода *Fusarium*.

Так, 63,6% зарегистрированных в исследованиях грибов рода *Fusarium* обладают сильной и 36,4% средней активностью, а грибы со слабой фитотоксической активностью не были обнаружены. Среди грибов, относящихся к роду *Alternaria*, отсутствуют грибы со слабой фитотоксической активностью, но удельный вес грибов с сильной фитотоксической активностью составляет 25%. Среди грибов, относящихся к роду *Aspergillus*, удельный вес грибов с сильной фитотоксической активностью составляет 14,3%, со средней — 71,4%, со слабой — 14,3%. Хотя в роду *Penicillium* встречаются грибы, относящиеся ко всем трем категориям, удельный вес видов с сильной фитотоксической активностью составляет всего 11,8%, со средней — 70,6%, со слабой — 17,6%.

Что касается количественного показателя фитотоксической активности, характерного для отдельных грибов, то и в данном случае грибы рода *Fusarium* отличаются от других. Так, при уровне фитотоксической активности грибов рода *Fusarium* в пределах 42–58%, аналогичный показатель для родов *Alternaria*, *Aspergillus* и *Penicillium* составляет 41–46%, 40–45% и 41–45% соответственно.

Следует отметить, что влияние естественных почвенно-климатических условий, растительного и животного мира местности на формирование количественных показателей того или иного признака у распространенных здесь грибов подтверждено в ряде исследований [2].

Полученные результаты являются подтверждением этого заключения, но здесь уместным будет отметить то, что в зависимости от вышесказанного характеристика того или иного гриба в целом остается неизменной. Так, в исследованиях, проведенных в различных научных центрах, синтезируемые грибами рода *Fusarium* фитотоксины характеризуются как высоким количеством, так и эффектом воздействия [11, 18, 21]. Поскольку это положение подтвердилось в наших исследованиях, можно отметить, что влияние абиотических и биотических факторов среды на качественное изменение характеристики того или иного гриба по сравнению с количественными показателями довольно слабое.

Таким образом, у выделенных из образцов почв и растений различных биотопов Азербайджана 50 видов грибов, а именно 8 видов *Alternaria*, 14 видов *Aspergillus*, 11 видов *Fusarium* и 17 видов *Penicillium*, оценена фитотоксическая активность и установлено, что у токсических видов, принадлежащих к роду *Fusarium*, выше как удельный вес, так и присущий отдельным видам показатель активности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бахшалиева, К.Ф. Исмаилова, Г.Э., Сафарова А.Ш. и др. Влияние материалов, полученных из некоторых эфиромасличных растений на рост токсигенных грибов//Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, 2020, № 02, с. 19–23
2. Буданцев, А.Л., Лесиовская, Е.Е. Розмариновая кислота; источники и биологическая активность// Растительные ресурсы, 2012, т. 48, в. 3, с. 453–468.
3. Звягинцев, Д.Г., Бабьева, И.П., Зенова, Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 2005, 447 с.
4. Методы статистической обработки медицинских данных: Методические рекомендации для ординаторов и аспирантов медицинских учебных заведений, научных работников /А.Г. Кочетов, О.В. Лянг, В.П. Масенко, и др. — М.: РКНПК, —2012. —42 с.
5. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
6. Монастырский, О.А. Микотоксины-глобальная проблема безопасности продуктов питания и кормов// Агрехимия, 2016, № 6, с.67–71.
7. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. — М.: Издательский центр «Академия», 2005, 608с.
8. Папуниди, К.Х. Тремасов, М.Я., Фисинин В.И. Микотоксины (в пищевой цепочке) .— Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», 2017, 158 с.
9. Переведенцева И. Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы. СПб.: Издательство “Лань”, 2012, 272с.
10. Томашевич, М.А. Формирование патоккомплексов растений при интродукции в Сибири: диссертации д. б.н./-Новосибирск, 2015, с.462
11. Awuchi, C.G., Ondari, E.N., Nwozo, S. et al. Mycotoxins' Toxicological Mechanisms Involving Humans, Livestock and Their Associated Health Concerns: A Review.// Toxins, 2022, 14 (3):167. <https://doi.org/10.3390/toxins14030167>
12. Bakshaliyeva, K.F., Namazov, N.R., Jabrailzade, S.M. et al. Ecophysiological Features of Toxicogenic Fungi Prevalent in Different Biotopes of Azerbaijan // Biointerface Research in Applied Chemistry (Romania), 2020, v.10, is. 6, p. 6773–6782.
13. Bennett J.W., Klich M. Mycotoxins.//Clin Microbiol Rev., 200, v.16 (3), p.497–516
14. Basic searching on MycoBank <http://www.mycobank.org/MycoTaxo.aspx>
15. Janik, E, Niemcewicz, M, Ceremuga, M. et al. Molecular Aspects of Mycotoxins — A Serious Problem for Human Health. International Journal of Molecular Sciences. 2020; 21 (21):8187. <https://doi.org/10.3390/ijms21218187>
16. Janowski, D., Leski, T. Factors in the Distribution of Mycorrhizal and Soil Fungi.// Diversity, 2022, 14, 1122. <https://doi.org/10.3390/d14121122>
17. Kirk, P.M. et al. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing. Wallingford (UK), 2008, 600 p.
18. Munkvold, G.P. Fusarium Species and Their Associated Mycotoxins.//Methods Mol Biol. 2017, v.1542, p.51–106.
19. Namazov N.R., Safarova, A. Sh., Bakshaliyeva, K.F., Muradov, P.Z. Dependence Bactericidal and Fungicidal Activities from Component Composition of Essential Oils Obtained from some Essential Oil Plants // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci., 2018, № 7 (12), p. 2406–2410.
20. Naranjo-Ortiz, M.A., Gabaldón, T. Fungal evolution: diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi//Biological reviews, 2019. v.94, iss.6, p.2101–2137
21. Sandulachi, E., Ghendov-Mosan, A., Cojocari, D. and Sturza, R. (2021) The Risk of Fusarium and Their Mycotoxins in the Food Chain.//Advances in Microbiology, 2021, v.11, p.541–553.
22. Seifert, K.A. The genera of Hyphomycetes. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2011. —997 p.

© Бахшалиева Конуль Фаррух ( konul.baxsh@mail.ru ), Гусейнова Гульнар Назим ( gulnarefeyzullayeva0707@gmail.com ),  
Гудратова Фидан Рагим ( fqudretova@gmail.com ), Мохоммади Сумая Давут Мохамад ( sumimohammadi0104@gmail.com ),  
Эфенди Ульвия Ариф ( azmbi@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»