

# МИКОБИОТА ТОМАТА, ВЫРАЩИВАЕМОГО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ, И ФИТОТОКСИЧНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЕЁ ФОРМИРОВАНИИ

## MYCOBIOTA OF TOMATO GROWN IN AZERBAIJAN AND PHYTOTOXIC ACTIVITY OF SOME SPECIES PARTICIPATING IN ITS FORMATION

**E. Allahverdiyev  
G. Shirinova  
L. Askerly**

*Summary.* In the present work, the mycobiota of various varieties of tomato grown in some ecologically different regions of the Republic of Azerbaijan (Absheron Peninsula, Kura-Araksi Lowland and Guba-Khachmaz Economic Region) is studied. It was found that 27 species of mushrooms and mushroom-like organisms participate in the formation of mycobiota of tomatoes grown in the studied territories in open ground conditions. It was found that most fungi involved in the formation of tomato microbiota have phytotoxic activity, and some of them are able to synthesize biologically active metabolites that increase the overall productivity of the plant.

*Keywords:* tomato, mycobiota, phytotoxic activity, biological activity, total productivity.

**Аллахвердиев Элмар Илгам оглы**

Директор, НИ Институт Овощеводства  
МСХ Азербайджана, Азербайджан, г. Баку  
elmar.1985a@mail.ru

**Ширинова Гюльнар Фаган гызы**

Н.с., Институт Микробиологии НАН Азербайджана,  
Азербайджан, г. Баку  
shirinligulnar@gmail.com

**Аскерли Ламиа Худаверди гызы**

Н.с., Институт Микробиологии НАН Азербайджана,  
Азербайджан, г. Баку  
lamiaskerli@gmail.com

*Аннотация.* В представленной работе исследована микобиота различных сортов томата, выращиваемого в некоторых экологически различных регионах Азербайджанской Республики (Апшеронский полуостров, Кура-Араксинская низменность и Губа-Хачмазский экономический район). Было обнаружено, что в формировании микобиоты томатов, выращиваемых на исследуемых территориях в условиях открытого грунта, участвуют 27 видов грибов и грибоподобных организмов. Было установлено, что большинство грибов, участвующих в формировании микобиоты томатов, обладают фитотоксической активностью, а некоторые из них способны синтезировать биологически активные метаболиты, увеличивающие общую продуктивность растения.

*Ключевые слова:* томат, микобиота, фитотоксическая активность, биологическая активность, общая продуктивность.

## Введение

Грибы, отличающиеся способностью распространяться везде, где присутствуют органические вещества, вызывают также различные патологии как вегетативных, так и генеративных органов растений. В результате снижается общая продуктивность растений, качество урожая меняется в худшую сторону, ухудшается эстетический вид растения и полученного урожая [1]. Поэтому грибы, вызывающие различные патологии у растений, в том числе у тех, которые используются в практических целях, стали предметом отдельных исследований и отличаются своей актуальностью.

С другой стороны, загадочный мир грибов и широкий спектр биологических особенностей [2, 15–16] делает их основным объектом различных исследований. Одной из таких областей является изучение их в фитопатологическом аспекте. Хотя Т. Найт ещё два столетия тому назад предложил использовать устойчивые сорта в качестве

эффективных мер для предотвращения патогенных микроорганизмов, в том числе грибов, исследования по изучению патогенных микроорганизмов и разработке мер борьбы с ними в настоящее время [19, 23] сохраняют свою актуальность в полной мере. Это можно объяснить тем, что в последнее время воздействие антропогенного фактора на окружающую среду характеризуется растущей тенденцией, в результате которой экологическая ситуация меняется не только на местном или региональном, но уже и на глобальном уровне. К сожалению, в большинстве случаев это изменение направлено в сторону ухудшения положения. В соответствии с этим изменением эволюция грибов, тесно связанная с эволюцией организма-хозяина, обуславливает появление форм [6, 19], различающихся не только морфологически, но и биологически, а также форм, устойчивых к применяемым методам (физическим, химическим) борьбы.

Как небольшая частица земного шара, природа Азербайджанской Республики находится под влиянием ме-

нящихся экологических условий глобализирующегося мира, и качественные изменения в экономике страны в результате восстановления независимости Азербайджана требуют пересмотра проводимых мер, связанных с фитопатологическими исследованиями.

Важность аграрного сектора в экономике Азербайджана и обеспечение населения страны продуктами питания растительного происхождения является требующим своего разрешения вопросом для любой страны, в том числе и для нашей. Одним из них является растение томата, которое характеризуется лекарственной ценностью и является одним из важнейших компонентов рациона человека. В проводимых время от времени исследованиях неоднократно подтверждалось то, что томаты, выращивание которых возможно в любой части Азербайджана, ввиду наличия ценных питательных веществ являются средой обитания фитопатогенных микроорганизмов [7]. Распространенность патологий, обнаруженных у растений томата, а также видовой состав их возбудителей варьирует в зависимости от экологических условий. По этой причине иногда возникает необходимость возобновления исследований фитопатологического аспекта конкретного изученного фито- или агроценоза. С другой стороны, для разработки мер борьбы против возбудителей болезней конкретного растения необходимо их комплексное исследование.

Учитывая все вышесказанное, целью представленной работы явилось исследование грибов, формирующих микобиоту растений томата, выращиваемых в Азербайджане, по их видовому составу и фитотоксической активности, а также особенности влияния их на урожайность растения.

## Материалы и методы

Образцы исследования были взяты с предположительно населенных грибами вегетативных и генеративных органов растения томата, выращиваемого в экологически различных регионах Азербайджанской Республики (Апшеронский, Аранский, Губа-Хачмазский и Ленкоранский экономические районы), а также из почв ризосферы растения. Взятие проб, их паспортизация и подготовка к лабораторным анализам проводились в соответствии с микологическими и фитопатологическими методами, применяемыми с этой целью в настоящее время [5, 8–9].

Обработка взятых образцов проводилась в НИИ Овощеводства МСХ Азербайджанской Республики и в соответствующих лабораториях Института Микробиологии НАНА.

Для выделения грибов в чистую культуру использовали пшеничный агар (ПА), рисовый агар (РА), крахмальный агар (КА) и картофельный агар (КА), агаризованные среды Чапека и Чапека-Докса. Приготовление, стерилизация и разлив сред в чашки Петри, перенос образцов в питательную среду и получение чистых культур проводились согласно методикам [9, 13].

Идентификация выделенных в чистую культуру грибов и вызываемых ими болезней проводилась на основе определителей [10, 17, 22], а они, как хорошо известны, составлены по морфо-культуральным и физиологическим признакам грибов, а также по визуальным и микроскопическим наблюдениям вызываемых патологий.

При изучении экофизиологических особенностей грибов использовалась жидкая среда Чапека, и культивирование проводилось в течение 7 дней при температуре 26–28°C [9]. Оценка роста основывалась на сухой биомассе, продуцируемой грибами, которая определялась доведением её до постоянной массы при температуре 105°C в течение конкретного времени.

Для того чтобы улучшить прорастание семян томатов использовали соответственно водный экстракт из растений и грибов и 7-дневную культуральную жидкость, а процесс проводили в следующей последовательности: 100 визуально здоровых семян замачивали в исследуемых растворах при комнатной температуре в течение 24 часов. Затем семена помещали на фильтровальную бумагу, пропитанную водой, используемой для орошения, и контролируют прорастание в течение 5 дней. В качестве контроля использовали не замоченные семена.

## Полученные результаты и их обсуждение

Результат исследований 2014–2018 гг. 250 образцов, взятых из наземных и подземных частей различных растений томата, выращенных в условиях открытого грунта в некоторых экологически различных регионах Азербайджанской Республики, показал, что в формировании микобиоты томата в общей сложности принимают участие 38 видов грибов. Было выявлено, что 5 из них (*Phytophthora capsici*, *P. drechsleri*, *P. infestans*, *P. parasitica*, *Pythium debryanum*) относятся к грибоподобным организмам (Chromista), 3 вида (*Mucor hiemalis*, *Rhizopus oryzae*, *Rh. stolonifer*) к отделу Zygomycota, 31 вид (*Alternaria alternata*, *A. solani*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus rugulosus*, *Botrytis cinerea*, *Cercospora fuligena*, *Cladosporium fulvum*, *C. tenuissimum*, *Colletotrichum coccodes*, *C. lagenarium*, *C. dematium*, *C. gloeosporioides*, *Didymella lycopersici*, *Erysiphe communis*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Glomerella cingulata*, *Leveillula taurica*, *Penicillium corylophilum*, *P. cyclophilum*,

Таблица 1. Влияние культуральной жидкости грибов, участвующих в формировании микобиоты растения томата, на всхожесть семян

| N        | Вид гриба                       | Общее число использованных семян(шт.) | Число проросших семян (шт.) | Доля проросших семян(%) |
|----------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1        | <i>Alternaria alternata</i>     | 150                                   | 102                         | 68.0                    |
| 2        | <i>A.solani</i>                 | 150                                   | 107                         | 71.3                    |
| 3        | <i>Aspergillus niger</i>        | 120                                   | 90                          | 75.0                    |
| 4        | <i>Aspergillus rugulosus</i>    | 120                                   | 95                          | 79.2                    |
| 5        | <i>Botrytis cinerea</i>         | 150                                   | 101                         | 67.3                    |
| 6        | <i>Cercospora fuligena</i>      | 120                                   | 94                          | 78.3                    |
| 7        | <i>Cladosporium fulvum</i>      | 120                                   | 88                          | 73.3                    |
| 8        | <i>C.tenuissimum</i>            | 120                                   | 93                          | 77.5                    |
| 9        | <i>Fusarium moniliforme</i>     | 150                                   | 75                          | 50.0                    |
| 10       | <i>F.oxysporum</i>              | 150                                   | 70                          | 46.7                    |
| 11       | <i>F.solani</i>                 | 150                                   | 72                          | 48.0                    |
| 12       | <i>Gliocladiumroseum</i>        | 140                                   | 127                         | 90.7                    |
| 13       | <i>Mucor hiemalis</i>           | 120                                   | 97                          | 80.8                    |
| 14       | <i>Penicillium corylophilum</i> | 130                                   | 106                         | 81.5                    |
| 15       | <i>P.cyclopium</i>              | 130                                   | 86                          | 66.2                    |
| 16       | <i>P.oxalicum</i>               | 130                                   | 92                          | 70,8                    |
| 17       | <i>Rhizopus oryzae</i>          | 140                                   | 110                         | 78.6                    |
| 18       | <i>Rh.stolonifer</i>            | 140                                   | 117                         | 83.6                    |
| 19       | <i>Trichoderma hamatum</i>      | 120                                   | 108                         | 90.0                    |
| 20       | <i>T.koningii</i>               | 120                                   | 114                         | 95.0                    |
| 21       | <i>Verticillium dahliae</i>     | 120                                   | 68                          | 56.7                    |
| Контроль |                                 | 150                                   | 130                         | 86.7                    |

*P.oxalicum*, *Phoma destructiva*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Scl. sclerotiorum*, *Septoria lycopersici*, *Stemphylium solani*, *Trichoderma hamatum*, *T. koningii*, *Verticillium dahliae*) принадлежал к отряду Ascomycota. Истинные биотрофные виды среди обнаруженных грибов, особенно в образцах вегетативных и генеративных органов, составляют меньшинство, равное 6 видам, 5 из которых относятся к грибоподобным организмам, а 1 вид (*E.communis*) — к телеоморфам сумчатых грибов. Тем не менее, подавляющее большинство обнаруженных грибов связано с определенной степенью патогенности. Так, большинство грибов не являются истинными сапротрофами или биотрофами, а органические вещества, необходимые для их жизнедеятельности, они получают как от живых организмов, так и от организмов, утративших жизнеспособность. По этой причине почти все грибы, обнаруженные на растении томата, можно охарактеризовать как потенциальные организмы, которые могут отрицательно повлиять на него.

Следует отметить, что большинство грибов, обнаруженных в вегетативных и генеративных органах растения томата, обладают также токсичностью и способны синтезировать микотоксины, которые могут вызывать опасные последствия у живых организмов, а прежде

всего, сказаться на здоровье человека [14]. Примером могут служить грибы *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *P. cyclopium*, *P. oxalicum*, *Verticilliumdahliae* и др. Добавляя это к вышесказанному, не вызывает сомнения необходимость рассмотрения данного вопроса при выращивании растений томата, и прежде всего, своевременного обнаружения грибов, формирующих его микобиоту и оценки их экофизиологических особенностей ввиду специфики местных условий.

Интересно, что некоторые метаболиты грибов, связанные с той или иной патогенностью, обладают способностью стимулировать рост растений, а также имеют антибактериальную и противогрибковую активности. Например, грибы рода *Fusarium*, *Trichoderma* и др. обладают способностью синтезировать фитогормоны, которые стимулируют рост растений [3, 18, 20], а также они имеют антагонистические взаимоотношения, что связано с наличием антифунгальной активности у метаболитов грибов рода *Trichoderma*.

Принимая во внимание тот факт, что среди грибов, участвующих в формировании микобиоты растения томата, имеются грибы с вышеупомянутыми признаками,

Таблица 2. Влияние штаммов гриба *T.koningi*, выделенного из различных территорий, на общую продуктивность растения томата

| № | Вид гриба (число штаммов) | Место выделения   | Критерии, используемые при оценке общего развития растения томата |                       |   |
|---|---------------------------|---|---|-----------------------|---|
|   |                           |   | Высота растения (начало, конец, см)                               | Начало цветения (дни) | Количество урожая одной особи растения (кг) |
| 1 | <i>T.koningi</i> (5)      | Образцы, взятые с растения томата                           | 12/92–96  | 30–34                 | 2,4±0,15                                    |
| 2 | <i>T.koningi</i> (3)      | Почва лесов, богатых растительным опадом                    | 12/88–93  | 31–34                 | 2,1±0,12                                    |
| 3 | <i>T.koningi</i> (3)      | Почвы, слабо загрязненные отходами химического производства | 12/87–92  | 32–36                 | 2,2±0,15                                    |
| 4 | Контроль                  |   | 12/86–91  | 32–35                 | 2,0±0,14                                    |

на последующем этапе исследования было бы целесообразно дать оценку фитотоксической активности грибов, выделившихся в чистую культуру. Выяснение этого вопроса основывалось на всхожести семян томатов.

Полученные результаты показали, что грибы, участвующие в формировании микобиоты томата, различаются по действию на прорастающую способность его семян (таблица 1). Как видно, под влиянием большинства исследованных грибов количество проросших семян уменьшается по сравнению с контролем, которое в большей степени проявляется у гриба *Fusarium oxysporium*. Также наблюдается значительное уменьшение числа проросших семян под влиянием таких видов грибов, как *Fusarium moniliforme*, *F. solani*, *P. cyclospium* и *Verticillium dahliae*, что также указывает на высокую фитотоксическую активность этих грибов.

При действии культуральной жидкости (КЖ) других грибов наблюдается небольшое снижение всхожести семян, что может указывать на то, что они обладают относительно низкой фитотоксической активностью. Это не относится к грибам *T.koningi*, *T. hamatum* и *G. Roseum*. Так, культуральная жидкость гриба *T.koningi*, вызывает увеличение количества проросших семян на 8,7% по сравнению с контролем. Этот показатель составляет 3,7% у гриба *T. hamatum* и 4,4% у гриба *G. roseum*. Вероятно, причина увеличения количества проросших семян связана с тем, что КЖ этих грибов содержит также биологически активные метаболиты (БАМ). Поскольку представляет интерес как это повлияет на последующий рост, развитие и, в конечном итоге, продуктивность растения, было сочтено целесообразным выяснить этот вопрос на следующем этапе исследований. Для этого семена растения, а точнее сорта «Лейла», высевают после замачивания в КЖ гриба *T. koningi* в течение 24 часов и процесс прослеживается до сбора урожая. Для оцен-

ки использовались как размер растения, начало фазы цветения, так и количество всего полученного урожая. На данном этапе исследования для сравнения использовались штаммы таких же видов грибов, выделенных лабораторией микробиологической биотехнологии Института Микробиологии НАНА в чистую культуру с территорий, не связанных с выращиванием томата (леса, богатые растительными остатками, загрязненные почвы). В результате исследований выявлено, что присутствие БАМ в культуральной жидкости оказывает влияние и на более позднюю стадию развития томата, и количественный показатель этого эффекта связан с местом выделения используемых штаммов (таб. 2). Как видно из таблицы, полученные результаты подтверждают наличие биологически активных метаболитов в КЖ исследованных грибов. Так, независимо от места выделения, использование КЖ штаммов гриба *T. koningii*, выражается в изменении, а точнее в увеличении высоты и общей продуктивности растения. Это позволит в будущем успешно использовать их в качестве источников для получения стимуляторов.

Из приведенных выше результатов (таб.2) обращает на себя внимание факт, связанный с местом выделения используемых грибных штаммов. Как видно, при использовании штаммов, выделенных с территорий выращивания томата, все показатели были сравнительно выше, чем у контрольных и других вариантов. Этот факт позволяет указать на то, что между живыми организмами одинаковой среды существует фактор экологической совместимости, и это позволяет отметить необходимость его учета при получении такого типа продуктов.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что в формировании микобиоты томата, выращиваемого в условиях Азербайджана, участвуют

34 вида грибов, 6 из которых являются истинными биотрофами, а остальные в той или иной степени склонны к патогенности. Наряду с грибами с высокой фитотоксической активностью встречаются и грибы, синтезирую-

щие биологически активные метаболиты, способные усиливать рост и общую продуктивность растений, что позволит в будущем использовать их для получения стимулирующих (рост, урожайность) препаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Agrios G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Edn., Elsevier Academic Press, Amsterdam, New York, USA., ISBN-13: 9780120445653, Pages: 922.
2. Chandrasekaran M, Chandrasekar R, Chun S, Sathiyabama M (2016) Isolation, characterization and molecular three-dimensional structural predictions of metalloprotease from a phytopathogenic fungus, *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Sor. J Biosci Bioeng 122:131–139
3. Chaturvedi, P.; Gajbhiye, S.; Roy, S.; Dudhale, R.; Chowdhary, A. Determination of kaempferol in extracts of *Fusarium chlamydosporum*, an endophytic fungi of *Tylophora indica* (Asclepeadaceae) and its anti-microbial activity. J. Pharm. Biol. Sci. 2014, 9, 51–55.
4. Doehlemann G., Ökmen B., Zhu W., Sharon A. Plant Pathogenic Fungi. Microbiol Spectr., 2017, 5(1). doi: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0023–2016.
5. Federico Martinelli, Riccardo Scalenghe, Salvatore Davino, Stefano Panno, Giuseppe Scuderi, et al. 2015. Advanced methods of plant disease detection. A review. INRA, 35 (1):1–25.
6. Gaddeyya G, Niharika PS, Bharathi P and Kumar PKR. 2012. Isolation and identification of soil mycoflora in different crop fields at Salur Mandal. AdvAppl Sci Res., 3:2020–2026.
7. Gadzhieva N. Sh., Mamedov G. M., Eyyubov B. B., Mamedova F. R. et al. Pathogenic fungi living on plants cultivated in the conditions of Azerbaijan. // Bulletin of the Moscow Region State University, a series of "Natural Sciences", 2012, № 5, p.9–12
8. Golovin P. N., Arseneva M. V., Tropova A. T., Shestiperova Z. I. (2002). Workshop on general phytopathology. SPb.: Lan publishing house, 288.
9. Handbook of Mycological Methods. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agns/pdf/coffee/Annex-F.2.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/coffee/Annex-F.2.pdf)
10. Horst K. R. (2013). Westcott's Plant Disease Handbook. Eighth Edition. New York: Springer Science, 826.
11. <http://www.agro.gov.az> (Date of the application: 2019)
12. [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/sps\\_e/spsagr\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm) (Date of the application: 2019)
13. [http://www.ascofrance.fr/uploads/forum\\_file/Humber-RA-Chapter-V-Entomofungi-identification-0001.PDF](http://www.ascofrance.fr/uploads/forum_file/Humber-RA-Chapter-V-Entomofungi-identification-0001.PDF)(Date of the application: 2019)
14. [http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova\\_1\\_0\\_3.pdf](http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_1_0_3.pdf)(Date of the application: 2019)
15. Jun Yang, Tom Hsiang, Vijai Bhaduria, Xiao-Lin Chen, Guotian Li. 2017. Plant Fungal Pathogenesis. // Biomed Res Int., 2017: 9724283. Published online 2017 Jan 17. doi: 10.1155/2017/9724283
16. Khan, A.L.; Hussain, J.; Al-Harrasi, A.; Al-Rawahi, A.; Lee, I.J. 2015. Endophytic fungi: Resource for gibberellins and crop abiotic stress resistance. Crit. Rev. Biotechnol., 35: 62–74.
17. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W. Stalpers J. A. 2008. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing. Wallingford (UK), 600.
18. Lopez-Bucio J., Pelagio-Flores R., and Herrera-Estrella A. 2015. Trichoderma as biostimulant: Exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. Sci. Hortic. (Amsterdam) 196:109–123
19. Muhammad Alam Firmansyah, Erfiani, Anuraga Jayanegara, Nurheni Wijayanto and Achmad. 2018. Identification and Pathogenicity of Fungal Dieback Disease on Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) Seedling and Rice (*Oryza sativa*). Pakistan Journal of Biological Sciences, 21: 16–23.
20. Paulina Guzman-Guzman, Maria Daniela Porras-Troncoso, Vianey Olmedo-Monfil, and Alfredo Herrera-Estrella. 2018. Trichoderma Species: Versatile Plant Symbionts. Phytopathology, 109(1). DOI: 10.1094/PHYTO-07–18–0218-RVW
21. Rosario Nicoletti and Antonio Fiorentino. 2015. Plant Bioactive Metabolites and Drugs Produced by Endophytic Fungi of Spermatophyta Agriculture, 5:918–970. doi:10.3390/agriculture5040918
22. Satton D., Fothergill A., Rinaldi M. 2001. Determinant of pathogenic and conditionally pathogenic fungi. M: World, 486.
23. Sohail A. Alsohaili and Bayan M. Bani-Hasan. 2018. Morphological and Molecular Identification of Fungi Isolated from Different Environmental Sources in the Northern Eastern Desert of Jordan. Jordan Journal of Biological Sciences, 11,3:329–337

© Аллахвердиев Элмар Илгам оглы ( elmar.1985a@mail.ru ),

Ширинова Гюлнар Фаган гызы ( shirinligulnar@gmail.com ), Аскерли Ламиа Худаверди гызы ( lamiaskerli@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»