

# ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ХИЩНЫХ ГРИБОВ-ГИФОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ АПШЕРОНА

## ASSESSMENT OF THE ACTIVITY OF PREDATORY HYPHOMYCETES FUNGI ISOLATED FROM APSHERON SOILS

**I. Babayeva  
L. Alieva  
V. Isaeva  
A. Mamedova  
A. Abushova**

**Summary.** The nematophagous activity of 15 strains of nematophagous hyphomycetes was assessed under pure culture conditions and in soil against nematodes of the genus *Meloidogyne* (*M. arenararia*, *M. incognita*). It was revealed that the strains *Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys longa* EM-2, *Arthrobotrys musiformis* SQ2 showed the greatest activity against the phytonematode *M. arenararia*, the predation indicators of which were 63, 67, 69 rings, and nematophagous efficiency — 66 %, 65 %, 68 % respectively. The strains *Arthrobotrys oligospora* EM-4 and *Arthrobotrys musiformis* SQ3 showed the maximum activity against *M. incognita*, with predation rates of 74 and 65 rings, and nematophagous efficiency of 72 % and 64 %, respectively.

**Keywords:** *M. arenararia*, *M. incognita*, nematophagous hyphomycetes, predation rate, nematophagous efficiency.

**Бабаева Ирада Халид кызы**

Доктор философии по биологии, доцент,  
зав. лабораторией Института Микробиологии  
Министерства Науки и Образования  
Азербайджана, г. Баку  
babayevairada@mail.ru

**Алиева Лала Ариф кызы**

Доктор философии по биологии, старший научный  
сотрудник Института Микробиологии Министерства  
Науки и Образования Азербайджана, г. Баку  
lalaalieva75@mail.ru

**Исаева Вусаля Камаледдин кызы**

Научный сотрудник Института Микробиологии  
Министерства Науки и Образования  
Азербайджана, г. Баку  
isayevavusale33@gmail.com

**Мамедова Асмар Эльман кызы**

Докторант, младший научный сотрудник Института  
Микробиологии Министерства Науки и Образования  
Азербайджана, г. Баку  
esmer\_tammadova90@mail.ru

**Абуцова Айтен Рахиб кызы**

Научный сотрудник Института Микробиологии  
Министерства Науки и Образования  
Азербайджана, г. Баку  
ayten-z@mail.ru

**Аннотация.** Проведена оценка нематофаговой активности 15 штаммов нематофаговых гифомицетов в условиях чистой культуры и в почве в отношении нематод рода *Meloidogyne* (*M. arenararia*, *M. incognita*). Выявлено, что наибольшую активность в отношении фитонематоды *M. arenararia* проявили штаммы *Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys longa* EM-2, *Arthrobotrys musiformis* SQ2, показатели хищности которых составили 63, 67, 69 колец, а нематофаговой эффективности — 66 %, 65 %, 68 % соответственно. Максимальную активность в отношении *M. incognita* проявили штаммы *Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys musiformis* SQ3, у которых показатели хищности составили 74 и 65 колец, а нематофаговой эффективности — 72 % и 64 % соответственно.

**Ключевые слова:** *M. arenararia*, *M. incognita*, нематофаговые гифомицеты, показатель хищности, нематофаговой эффективности.

Территория Азербайджанской Республики занимает область юга Кавказа. Её природные и географические особенности обеспечивают разнообразие почвенно-климатических условий. Все это создаёт благоприятные условия для ведения сельского хозяйства. Традиционной отраслью сельского хозяйства для нашего региона является овощеводство. Так, существующая вертикальная зональность позволяет возделывать почти все виды овощных культур: капустные, корнеплоды — в пригородной зоне, паслёновые, тыквенные

и другие на равнине. 4,7 млн территории страны приходятся на сельскохозяйственные угодья. Площадь пашен составляет около 1,8 млн га, что составляет более 20 % территории всей страны [2]. Объём производства овощных культур в стране в последние десятилетия неуклонно растёт и составляет свыше 1715 тыс. т.

В настоящее время уделяется большое внимание развитию аграрного сектора республики, в частности, вопросам интенсификации и биологизации производ-

ства, повышения урожайности и качества овощной продукции [8] в современных условиях.

В стране огромное развитие приобретает овощеводство защищенного грунта, занимающего свыше 4800 га, основная часть которой ориентирована на выращивание томата и огурцов. Поэтому, биологизация и систематизация защиты растений является одной из основных задач тепличных хозяйств.

Как и во всём мире в нашей стране остро стоит проблема обеспечения населения качественной, экологически чистой сельскохозяйственной продукцией. Немаловажное значение в этом направлении имеют способы защиты растений от различного рода вредителей. Так, одним из вредителей сельского хозяйства считаются нематоды, которые приводят к потере 10–80 % урожая во всем мире. Среди них наиболее вредными, в частности для овощей, являются фитонематоды рода *Meloidogyne*. К ним относятся виды *M.arenaria*, *M.incognita*, *M.javanica*, вызывающие мелойдогиноз растений. Особое развитие указанные фитонематоды получают в условиях защищенного грунта.

В проведенных в Азербайджанской Республике исследованиях выявлено распространение фитонематод на Апшеронском полуострове. Обнаруженные здесь виды фитонематод *M. arenaria*, *M. incognita* и нематод рода *Heterodea* приводят к потере урожая возделываемых культур: 30–70 % томатов, 45–80 % огурцов, 35–45 % — перца, 50–60% — баклажанов [6].

Большинство применяемых в отношении нематод химических пестицидов из-за высокой вирулентности запрещены во многих странах мира [17]. В связи с этим перед исследователями стоит задача поиска новых и альтернативных биологических средств, которые позволят снизить как негативное воздействие химических пестицидов, так и экологические потери.

В настоящее время использование микробных агентов для борьбы с фитонематодами является потенциальным методом. Так, рядом исследователей испытаны препараты на основе бактерий [19], грибов [4,12,13] и актиномицетов [15].

Особое место среди них занимают хищные нематофаговые грибы-гифомицеты [5,7]. Нематофаговые грибы считаются основными антагонистами нематод в природе, они также участвуют в пищевых цепях, в круговороте азота и разложении органических веществ. Для большинства хищных нематофаговых грибов пусковым механизмом их хищнического поведения является наличие нематод, что приводит к образованию у них ловчих аппаратов различного вида. Они могут представлять собой клейкие сети, кольца, головки, сжимающиеся кольца и т.п.

В результате исследований хищных нематофаговых грибов, проведенных ещё в прошлом столетии учёными нашей республики, были получены определенные результаты [4]. Однако, эти исследования не получили дальнейшего развития и требуют новых разработок с целью выделения перспективных грибных штаммов и изучения их активности и потенциала как антагонистов фитонематод.

Исследования по применению нематофаговых грибов в борьбе с галловыми нематодами, относящиеся к роду *Meloidogyne* показывают положительные результаты [12,18].

Проведенные в настоящее время в Азербайджане исследования выявили распространение нематод на Апшеронском полуострове. В связи с этим для нашего региона представляет актуальность изучение нематофаговых грибов-гифомицетов как перспективных агентов биологического контроля паразитических нематод.

Учитывая вышеуказанное, целью представленной работы явилось изучение активности хищных грибов-гифомицетов, распространённых на Апшероне в отношении фитонематод рода *Meloidogyne*.

#### Объекты и методы исследования

Выделение нематофаговых грибов гифомицетов из образцов почв проводили по методу Ф.Ф. Сопрунова [4]. При выделении и идентификации грибов в чистую культуру использовали агаризованную среду Чапека, голодный агар, сусло-агар, пептонно-кукурузный агар. Грибы культивировали при температуре 26–28°C в течение 7–14 дней.

Идентификацию выделенных в чистую культуру грибов проводили по морфо-культуральным признакам согласно определителям [3,4]. Галловые нематоды были выделены из корней зараженных овощных культур, предоставленных Апшеронской опытной станцией Научно-Исследовательского Института защиты растений и технических растений при Министерстве Сельского Хозяйства Азербайджана. Выделение нематод рода *Meloidogyne* из зараженных корней, а также их учёт при оценке нематофаговой эффективности проводили по методу Бермана. Определение нематофаговой эффективности проводили согласно формуле Эббота [9]:

$$N_3 = 1 - (K_1 \times K_k / K_0 \times K_2) \times 100$$

$N_3$  = нематофаговая эффективность

$K_0$  = число живых нематод

$K_1$  = число живых особей после роста гриба

$K_k$  = число живых особей в контроле до внесения гриба

$K_2$  = число живых особей в контроле после роста гриба

Для определения активности грибов-нематофагов по числу ловчих колец [7] использовали шкалу Ю.И. Кондаковой. По показателям этой шкалы при наименьшем увеличении объектива и окуляра микроскопа (8x15) хищническая активность считается очень слабой при наличии до 10 ловчих колец, между 10–30 — слабой, между 30–100 — средней, выше 100 — сильной.

Все эксперименты проводились в 4-х-6-ти повторностях, результаты статистически обрабатывались [1].

### Результаты и их обсуждение

Как известно хищные нематофаговые грибы являются регуляторами численности нематод в почве. Они формируют морфологические структуры, представляющие собой кольца, клейкие петли и их сплетения, головки и др. Ловчие структуры исследованных нами хищных нематофаговых гифомицетов представлены в таблице 1. В основном они представлены липкими кольцами или их сплетениями.

Таблица 1.

Ловчие структуры хищных гифомицетов

Виды грибов	Ловчий аппарат
<i>Arthrobotrys longa</i> Mecht.	округлые кольца ловушки и их сплетения
<i>Arthrobotrys apsheronica</i> Mecht.	многочисленные округлые или неправильной формы петли
<i>Arthrobotrys musiformis</i> Drechs.	подковообразные кольца
<i>Arthrobotrys oligospora</i> Fres.	округлые кольца и их сплетения
<i>Golovinia appendiculata</i> Mecht.	клубкообразный, круглые кольца, вдетые в друг друга

Изучение активности хищных нематофаговых гифомицетов проводилось в отношении видов нематод рода *Meloidogyne* (*M. arenaria*, *M. incognita*). С этой целью выделенные 15 штаммов нематофаговых хищных грибов *Arthrobotrys oligospora* EM-1, *Arthrobotrys oligospora* EM-2, *Arthrobotrys oligospora* EM-3, *Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys oligospora* EM-5, *Arthrobotrys longa* EM-1, *Arthrobotrys longa* EM-2, *Arthrobotrys musiformis* SQ2, *Arthrobotrys musiformis* SQ3, *Arthrobotrys apsheronica* EM-1, *Arthrobotrys apsheronica* EM-2, *Arthrobotrys apsheronica* EM-3, *Arthrobotrys apsheronica* EM-4, *Golovinia appendiculata* EM-1, *Golovinia appendiculata* EM-2 культивировали на агаризованной питательной среде. Для изучения активности процесса образования колец (показатель хищнической активности) у исследуемых грибов в отношении фитонематод видов *M. arenaria* и *M. incognita* их добавляли отдельно в культуру каждого грибного штамма. Как показали результаты исследований, изученные штаммы нематофаговых гифомицетов проявляли различную степень активности образования ловчих колец — от очень слабой до средней (таблица 2).

Таблица 2.

Степень активности образования ловчих колец у исследованных грибов

<i>Arthrobotrys musiformis</i> SQ3 <i>Arthrobotrys oligospora</i> EM-2 <i>Arthrobotrys oligospora</i> EM-4 <i>Arthrobotrys oligospora</i> EM-5 <i>Arthrobotrys longa</i> EM-1	средняя
<i>Arthrobotrys musiformis</i> SQ2 <i>Arthrobotrys oligospora</i> EM-1 <i>Arthrobotrys oligospora</i> EM-3 <i>Arthrobotrys longa</i> EM-2	слабая
<i>Golovinia appendiculata</i> EM-1 <i>Golovinia appendiculata</i> EM-2	очень слабая

Согласно литературным данным, полученные в чистой культуре результаты исследований не всегда достоверно отображают результаты нематофаговой активности. Поэтому дальнейшие исследования были проведены в почве, зараженной нематодами *Meloidogyne incognita* и *Meloidogyne arenaria*. Данные количественной оценки хищнической активности представлены в таблице 3. Наиболее активно процесс образования колец в отношении фитонематоды *M. arenaria* наблюдался у 5 штаммов (*Arthrobotrys musiformis* SQ2, *Arthrobotrys oligospora* EM-3, *Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys longa* EM-1, *Arthrobotrys longa* EM-2) исследованных грибов. Максимальную активность кольцеобразования проявили 3 штамма — *Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys longa* EM-2, *Arthrobotrys musiformis* SQ2.

Таблица 3.

Степень хищнической активности исследуемых грибов

Штаммы грибов	Кольцеобразование (ед.)
<i>Meloidogyne arenaria</i>	
<i>Arthrobotrys musiformis</i> SQ 2	69
<i>A. oligospora</i> EM3	59
<i>A. oligospora</i> EM4	63
<i>A. longa</i> EM1	49
<i>A. longa</i> EM2	67
<i>Meloidogyne incognita</i>	
<i>A. musiformis</i> SQ 3	74
<i>A oligospora</i> EM2	51
<i>A oligospora</i> EM4	65
<i>A oligospora</i> EM5	59
<i>A. longa</i> EM1	52

Способность образования колец у исследованных грибных штаммов свидетельствует о том, что разные виды хищных грибов проявляют в почве различный уровень активности.

Так, *Arthrobotrys musiformis* SQ3, *Arthrobotrys oligospora* EM-4 показавшие сравнительно высокие результаты среди хищных нематофагов гифомицетов в зараженной нематодой *M. incognita* почве (по числу колец), характеризуются нематофаговой эффективностью с показателями 72 % и 64 % соответственно (таблица 4).

Таблица 4.  
Степень нематофаговой эффективности исследуемых грибов

Штаммы грибов	Нематофаговая эффективность (%)
<i>Meloidogyne arenaria</i>	
<i>A. musiformis</i> SQ2	68
<i>A. oligospora</i> EM3	47
<i>A. oligospora</i> EM4	66
<i>A. longa</i> EM1	51
<i>A. longa</i> EM2	65
<i>Meloidogyne incognita</i>	
<i>A. musiformis</i> SQ3	72
<i>A. oligospora</i> EM2	49
<i>A. oligospora</i> EM4	64

Штаммы грибов	Нематофаговая эффективность (%)
<i>A. oligospora</i> EM5	57
<i>A. longa</i> EM1	47

Результаты активности штаммов (*Arthrobotrys oligospora* EM-4, *Arthrobotrys longa*, EM-2 *Arthrobotrys musiformis* SQ2) в почве, зараженной *M. arenaria*, были выше, а нематофаговая эффективность составила 66 %, 65 % и 68 % соответственно.

Таким образом, результаты исследований штаммов грибов показывают их различную степень активности в чистой культуре и в почве. Штаммы с высокой активностью в чистой культуре проявляют несколько слабую активность в почве. Это можно объяснить тем, что грибы при культивировании *in vitro* постепенно утрачивают способность образования хламидоспор, которые играют большую роль в их конкурентноспособности в условиях почвы. Поэтому, при подборе штаммов хищных нематофаговых грибов как перспективных агентов биологического контроля паразитических нематод особое внимание должно уделяться их спорообразовательной способности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гланц С. Медико-биологическая статистика. М:Практика, 1998, 459 с.
- Гусейнов Г.Г., Джафаров И.Г., Минк Вермеер, Мусаев Ф.Б. Овощеводство Азербайджана в современных условиях // Овощи России, 2020, № 4, стр. 65-68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-65-68>.
- Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л.: Наука, 1967. — 303 с.
- Мехтиева Н.А. Хищные нематофаговые грибы-гифомицеты. Изд.АН АзССР, Баку: 1979, 243с.
- Мигунова В.Д. Выбор трофическом стратегии хищным нематофаговым грибом *Arthrobotrys oligospora*. Дис. канд.биол.наук., Москва, 2002, 140 с.
- Тагиев М.М. Нематоды, повреждающие овощные культуры и разработка мер борьбы против них в условиях Апшеронского региона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора философии по аграрным наукам. Гянджа, 2015 г., 24 стр.
- Теплякова Т.В. Биоэкологические аспекты изучения и использования хищных грибов гифомицетов. — Новосибирск, 1999, 252 с.
- Электронный ресурс: <https://www.president.az>. Концепция развития «Азербайджан — 2020: взгляд в будущее».
- Ana Yuridia Ocampo-Gutiérrez et al. Morphological and molecular characterization, predatory behaviour and effect of organic extracts of four nematophagous fungi from Mexico // Fungal Ecology, 2021, V. 49, p.1–12. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2020.101004>.
- Cooke RC, Godfrey BES. A key to the nematode-destroying fungi. Trans Br Mycol. Soc., 1964, V. 47(1), 61–74. [http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536\(64\)80081-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536(64)80081-4).
- Gueye M., Duponnois R., Samb P. I., Mateille T. Study on 3 strains of *Arthrobotrysoligospora*: Biological characterization and effects on *Meloidogyne mayaguensis* parasitic on tomato in Senegal. // Tropicultura, 1997, 15(3), 109–115.
- Hussain M, Zouhar M, Rysánek P. Effects of nematophagous fungi on viability of eggs and juveniles of *Meloidogyne incognita*. J AnimPlantSci 2017; 27(1): 252-258.
- Jang JY. et al. Biological Control of *Meloidogyne incognita* by *Aspergillus niger* F22 Producing Oxalic Acid // PLOS One 2016, 11(6), p. 1-15.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156230>
- Khan FA, Sahoo A, Dixit SK. Evaluation of administering *Duddingtonia flagrans* through complete feed block for controlling *Haemonchus contortus* in sheep. // AnimNutr Feed Technol, 2015, V.15(3), p. 447-456. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-181X.2015.00045.1>
- Nimnoi P, Pongsilp N., Ruanpanun P. Monitoring the efficiency of *Streptomyces galilaeus* strain KPS-C004 against root knot disease and the promotion of plant growth in the plant-parasitic nematode infested soils //Biological Control., 2017, V. 114, p. 158–166.
- Nyczepir A. P., Thomas S. H. Current and future management strategies in intensive crop production systems //Root-knot nematodes. — Wallingford UK : CABI, 2009, p. 412–443
- Schneider S. M. et al. United States Department of Agriculture—Agricultural Research Service research on alternatives to methyl bromide: pre-plant and post-harvest // Pest management science: formerly Pesticide Science, 2003, V. 59, №. 6–7, p.814–826
- Soliman MS. Et al. Suppression of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato plants using the nematode trapping fungus *Arthrobotrys oligospora* Fresenius. // J Appl Microbiol., 2021, V131(5), p.2402–2415. <https://doi.org/10.1111/jam.15101>.
- Stirling G.R., Wong E., Bhuiyan S. Pasteuria. A bacterial parasite of plant-parasitic nematodes: its occurrence in Australian sugarcane soils and its role as a biological control agent in naturally-infested soil //Australasian Plant Pathology, 2017, V. 46, p. 563–569.

© Бабаева Ирада Халид кызы (babayevairada@mail.ru); Алиева Лала Ариф кызы (lalaalieva75@mail.ru);

Исаева Вусалы Камаледдин кызы (isayevavusale33@gmail.com); Мамедова Асмар Эльман кызы (esmer\_mammadova90@mail.ru);

Абуцова Айтэн Рахип кызы (ayten-z@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»