

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ ХИЩНЫХ ГРИБОВ РОДА ARTHROBOTRYS, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА

INFLUENCE OF NUTRITION SOURCES AND TEMPERATURE ON THE GROWTH OF PREDATORY FUNGI OF THE GENUS ARTHROBOTRYS ISOLATED FROM SOILS OF AZERBAIJAN

**I. Babayeva
L. Alieva
V. Isayeva
A. Mammedova**

Summary. Effect of temperature, carbon and nitrogen sources on the radial growth of fungal strains *Arthrobotrymusiforms* SQ1 and *Arthrobotrysoligospora* SQ1 have been studied. It was found that the optimal temperature for the radial growth of both strains is 250C. Among the tested carbon sources, the maximum radial growth of both strains was observed on sorbitol. Nitrate nitrogen was recorded as the best nitrogen source for the radial growth of the studied strains.

Keywords: *Arthrobotrys musiforms* SQ1, *Arthrobotrys oligospora* SQ1, radial growth, temperature, carbon and nitrogen sources.

Бабаева Ирада Халид кызы

Доктор философии по биологии, доцент
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана, Баку
babayevairada@mail.ru

Алиева Лала Ариф кызы

Доктор философии по биологии
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана, Баку
lalaalieva75@mail.ru

Исаева Вусаля Камаледдин кызы

Научный сотрудник
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана
Баку

isayevavusale33@gmail.com

Мамедова Асмар Эльман кызы

Докторант
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана, Баку

19esmerka90@mail.ru

Аннотация. В проведенном исследовании изучено влияние температуры, источников углерода и азота на радиальный рост штаммов грибов *Arthrobotrys musiforms* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1. Выявлено, что оптимальной температурой для радиального роста обоих штаммов является температура 250C. Среди испытанных источников углерода максимальный радиальный рост обоих штаммов наблюдается на сорбите. Наиболее благоприятным источником азота для радиального роста исследуемых штаммов является нитратный азот.

Ключевые слова: *Arthrobotrys musiforms* SQ1, *Arthrobotrys oligospora* SQ1, радиальный рост, температура, источники углерода и азота.

Введение

В последнее время вопросам пищевой безопасности, в частности, повышению качества пищевых продуктов уделяется особое внимание. Поскольку большая часть пищевых продуктов имеет растительное происхождение, одним из важных вопросов является мониторинг и улучшение фитосанитарного состояния почв. Почва является резервуаром различных живых организмов, среди которых немало наносящих вред растениям. Так, одним из вредителей сельскохозяйственных и овощных культур являются нематоды. Согласно

данным некоторых авторов [6, 9, 12] нематоды являясь наиболее часто встречающимися организмами, воздействуют на все экосистемы. Среди них есть облигатные паразиты растений, представляющих серьезную угрозу для управляемых и неуправляемых экосистем. В сельском хозяйстве к нематодам, наносящих экономический ущерб, относятся цистообразующие нематоды родов *Heterodera* и *Globodera*, а также галловые нематоды рода *Meloidogyne*. Фитонематоды растений могут заражать корни, листья, стебли, бутоны цветов. Они, воздействуют на сайты питания в корнях растений, тем самым создавая внутри них долгосрочные инфекции [12].

Исследования, проведенные в Азербайджанской Республике, выявили распространение нематод, особенно, на Апшеронском полуострове, где в благоприятных почвенно-климатических условиях выращивают овощные и кормовые культуры. Обнаруженные здесь нематоды относятся к галловым нематодам видов *Meloidogonearenaria*, *Meloidogoneincognita* и рода *Heterodera*, которые ведут к потере урожая помидоров на 30–70%, огурцов 45–80%, перцев 35–45% и баклажанов на 50–60% [8].

Мероприятия, направленные на защиту растений от такого рода заражений, заключаются в основном в применении химических препаратов. Однако, приобретающие масштабный характер применяемые в сельском хозяйстве химические способы защиты растений представляют угрозу здоровью людей и приводят к ухудшению состояния окружающей среды. Поэтому, возникает необходимость в разработке экологически безопасных и действующих способов борьбы с фитонематодами. Одним из альтернативных способов защиты растений от паразитических нематод является биологический метод, основанный на использовании культур микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Применение биологических агентов представляет особую важность в условиях защищенного грунта, где нежелательно использование химических препаратов.

В этом направлении, проводились широкие исследования как в зарубежных странах, в том числе и в нашей республике, где в качестве биологических методов использовались хищные нематофаговые грибы-гифомицеты [4,5,6,9].

Грибы-нематофаги преимущественно присутствуют в почве в виде сапрофитов, но действуют как паразиты в присутствии нематод, чтобы удовлетворить потребности в дополнительном источнике питательных веществ. При этом грибы переходят из сапрофитной в паразитарную форму жизни и меняют свою морфологическую структуру на ловушки или зрелые споры [1, 9, 10]. Нематоды, выделяя нематоподобные химические вещества, побуждают грибы формировать устройства-ловушки. Эти грибы включают более 200 видов, встречающихся во всех основных таксономических группах. Большинство из них относится к дейтеромицетам, которые обладают общей способностью атаковать живых нематод и использовать их в качестве питательных веществ [15]. Способность улавливать нематод у этих грибов связана с развитием структур на грибном мицелии. Грибы-нематофаги сформировали гифальные структуры, такие как клейкие гифальные сети, выступы, ответвления и сжимающиеся или несжимающиеся кольца, которыми нематоды захватываются адгезией или механическим

путем. Многие дейтеромицеты, улавливающие нематод, также являются сапрофитами и эволюционировали среди целлюлозолитических или лигнолитических грибов. Они могут использовать целлюлозу и другие полисахариды в качестве источников углерода. Содержание азота меньше в растительных остатках, поэтому у нематофаговых грибов развилось паразитическое поведение, позволяющее удовлетворить пищевые потребности в азоте [13]. В почвенной среде нематоды могут служить важным источником азота. На хищническую активность грибов-нематофагов влияют многие экологические факторы, среди которых немаловажное значение имеет температура, углерод- и азотсодержащие соединения [11]. Поэтому представляет актуальность изучение влияния различных источников углерода и азота, а также температуры на рост и развитие нематофагов.

В связи с этим, целью данного исследования было изучение влияния температуры и источников азота и углерода на радиальный рост двух штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys musiformis* SQ2.

Материалы и методы

Выделение нематофаговых грибов гифомицетов проводили из образцов почвы, отобранных из различных районов Азербайджана, по методу, описанному Сопруновым Ф.Ф [7].

Влияние температуры на радиальный рост двух штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 определяли на кукурузной агаровой среде (КА). С периферии семидневной культуры с помощью стерильного бура вырезали 5-миллиметровые агаровые диски обоих грибов, которые инокулировали в чашки Петри с КА и инкубировали при температуре 15, 20, 25, 30 и 35 °С.

Влияние различных источников углерода на радиальный рост исследуемых штаммов изучали на среде дрожжевого экстракта с растворимым пептоном и крахмалом. Источник углерода (крахмал) был заменен четырьмя другими источниками углерода, а именно декстрозой, сахарозой, сорбитом и маннитом. Среда с растворимым крахмалом служила контролем.

Влияние различных источников азота на радиальный рост исследуемых штаммов изучали на среде Чапека. Источник азота этой среды NaNO_3 (нитрат натрия) был заменен другими источниками азота, а именно на NH_4NO_3 (нитрат аммония), $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (гидрофосфат аммония), KNO_3 (нитрат калия) и на $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (сульфат аммония). Контролем служила среда с нитратом натрия.

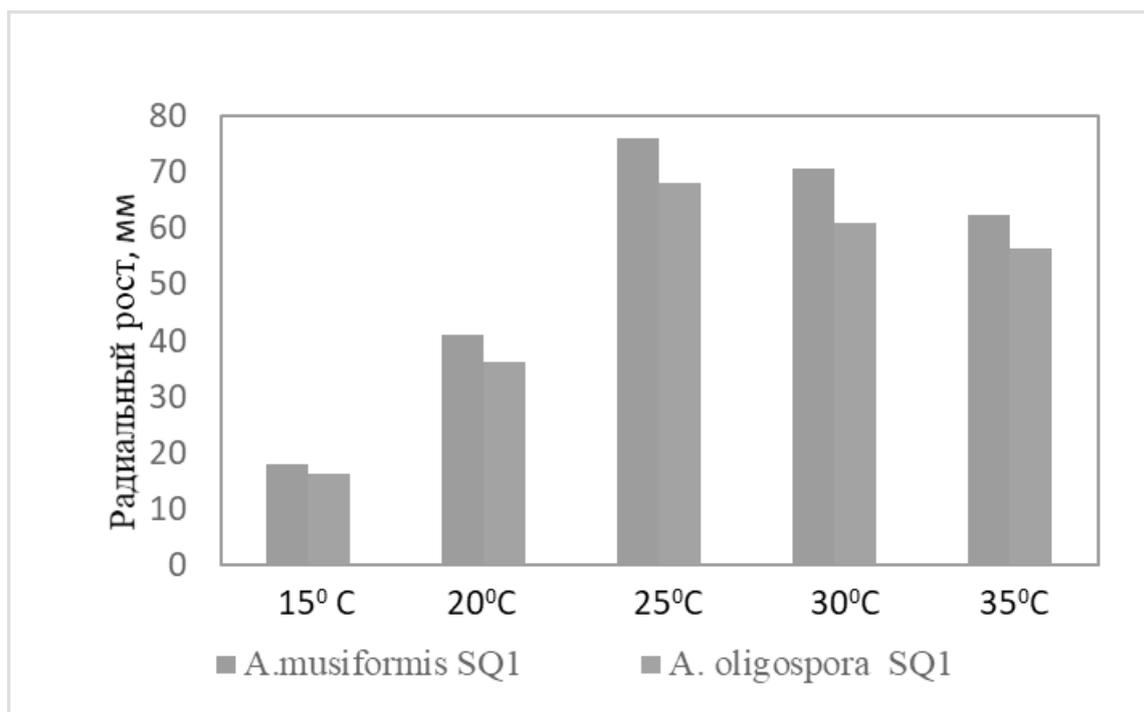


Рис. 1. Зависимость радиального роста штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 от температуры

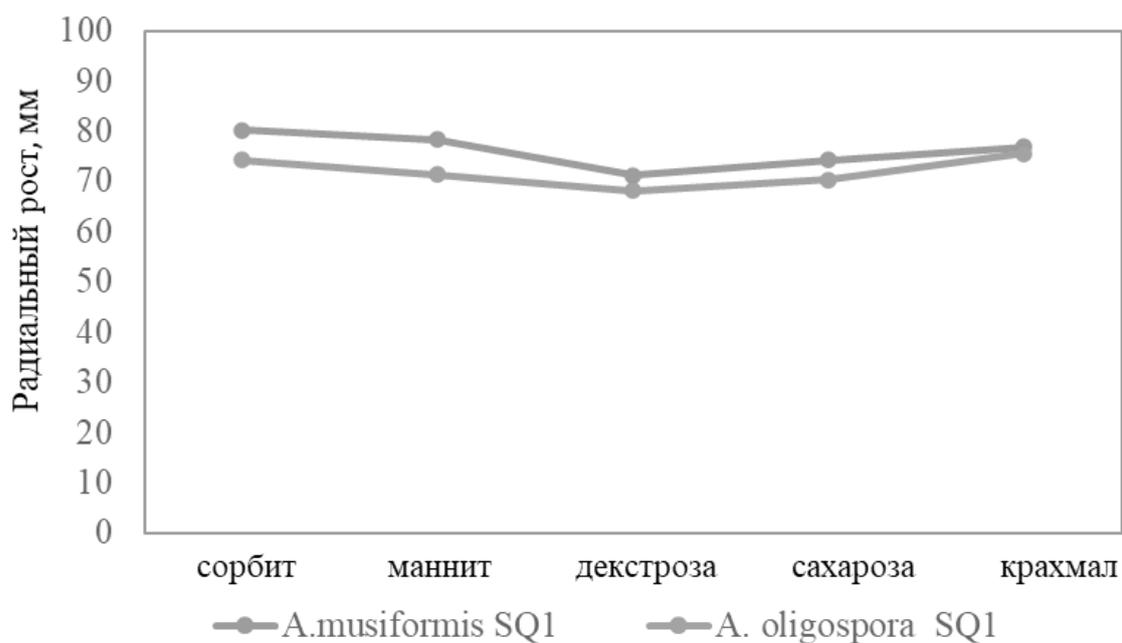


Рис. 2. Влияние источников углерода на радиальный рост штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1

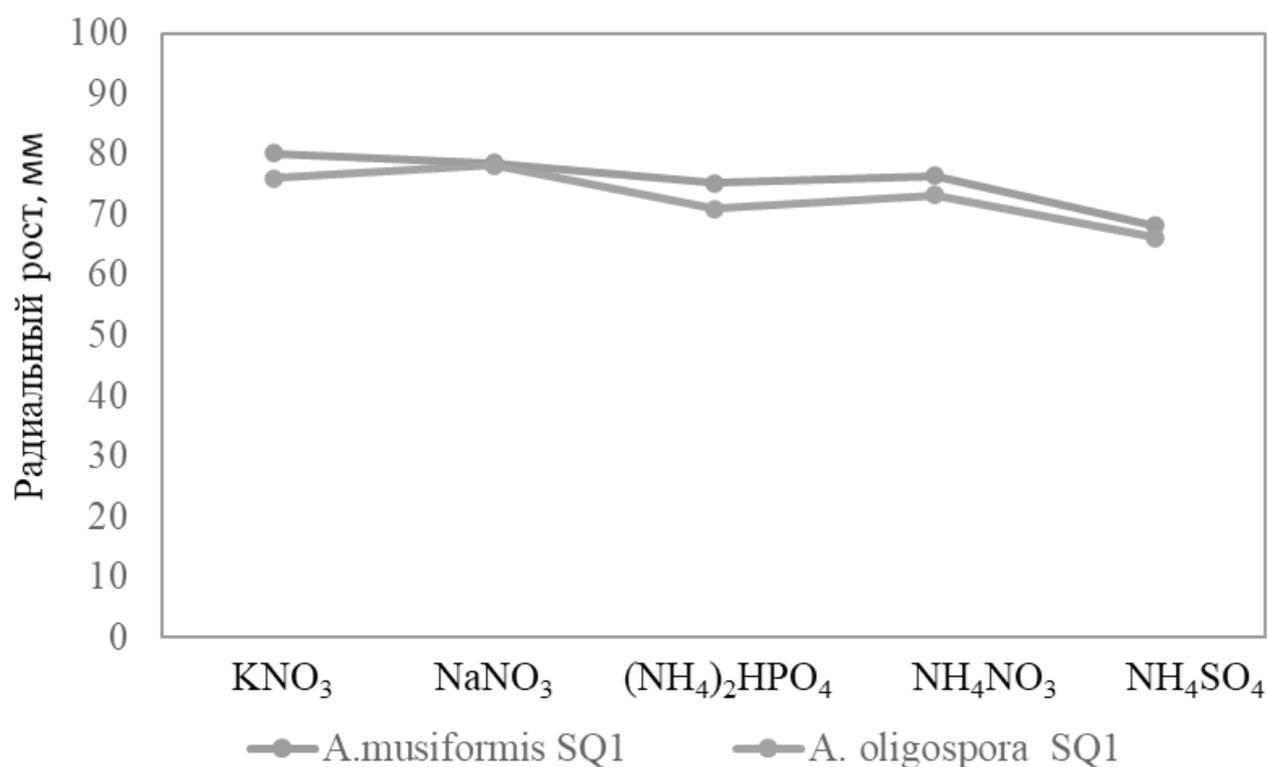


Рис. 3. Влияние источников азота на радиальный рост штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1

Инокуляция грибов проводилась по описанному выше методу в чашки Петри. Температура инкубации составляла $26 \pm 1^{\circ} \text{C}$. Радиальный рост учитывали на 7-й день после инокуляции [2].

Все эксперименты проводили в 4–6-ти повторностях, результаты были статистически обработаны [3].

Полученные результаты и их обсуждение

Изучение влияния температуры на радиальный рост проводилось на двух штаммах нематофаговых грибов, выделенных нами в проведенных ранее исследованиях из почвенных образцов Ленкоранского района Азербайджана и идентифицированных как *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1. Полученные данные по влиянию температуры на радиальный рост исследуемых грибов представлены ниже (рис. 1). Как видно из рисунка, на радиальный рост испытуемых грибов температура оказывала значительное влияние.

Так, оптимальной температурой радиального роста обоих штаммов явилась температура 25°C . Согласно

полученным данным, при оптимальной температуре штамм *Arthrobotrys musiformis* SQ1 растёт быстрее, чем *Arthrobotrys oligospora* SQ1.

В целом, радиальный рост обоих грибов снижался при повышении или понижении температуры выше оптимальной температуры. При 30°C рост был заметным, а выше 30°C скорость роста значительно снижалась. При температуре ниже 20°C рост обоих грибов также замедлялся. Схожие данные по влиянию температуры на рост некоторых нематофаговых грибов были получены ранее другими исследователями [12, 14,].

Данные, полученные при исследовании влияния различных источников углерода на радиальный рост исследуемых грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1, представлены на рисунке 2. Как видно из рисунка, среди испытанных источников углерода максимальный радиальный рост штамма *Arthrobotrys musiformis* SQ1 наблюдается на сорбите, ниже показатели роста на манните (рис. 2). Однако, минимальный рост по сравнению с другими источниками углерода отмечался на декстрозе. Крахмал и сахароза способствовали умеренному росту этого грибного штамма.

Максимальный рост гриба *Arthrobotrys oligospora* SQ1 наблюдался на крахмале, немного ниже были показатели на сорбите. Минимальные показатели роста гриба были отмечены на декстрозе и сахарозе.

Данные, полученные относительно влияния различных источников азота на радиальный рост исследуемых штаммов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 представлены на рисунке 3. Как видно из рисунка, у *Arthrobotrys musiformis* SQ1 из тестированных источников азота максимальный радиальный рост наблюдается на нитрате калия, менее активный рост по убыванию фиксировался на нитрате натрия, нитрате аммония и гидрофосфате аммония. Менее благоприятным источником азота являлся сульфат аммония.

Среди тестируемых источников азота нитрат натрия оказался лучшим для радиального роста *A. oligospora*, далее по убыванию следуют нитрат калия, нитрат аммония, гидрофосфат аммония, а наименьшие показатели роста наблюдались на сульфате аммония.

Анализ образования спор исследуемыми штаммами грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 на тестируемых источниках углерода и азота показал следующие результаты.

Так, оба штамма грибов обладают способностью спорообразования на всех источниках углерода. На источниках азота также наблюдается активное спорообразование, за исключением сульфата и гидрофосфата аммония, где отмечалось слабое спорообразование. Однако, более активное спорообразование отмечалось у штамма *Arthrobotrys musiformis* SQ1.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее благоприятным источником углерода для исследуемых штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 оказались соответственно сорбит и крахмал, тогда как среди источников азота лучше усваивался нитратный азот. Это указывает на наличие синтеза у этих грибов соответствующих ферментов, участвующих в метаболизме данных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананько Г.Г., Теплякова Т.В. Факторы, определяющие переход от сапротрофного к зоотрофному типу питания у хищного гриба. // Микробиология, 2011, т. 80, № 2, с. 200–206.
2. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. К.: Наук. Думка, 1982, 550 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М: Практика, 1998, 459 с.
4. Кокколова Л.М., Степанова С.М., Гаврильева Л.Ю. Методика получения биологически активного средства с биомицелиальной массой штаммов нематофагового гриба *Arthrobotrysoligospora* 3–1 и 13–2, 2018, 16 с.
5. Мехтиева Н.А. Хищные нематофаговые грибы-гифомицеты. Изд. АН АзССР, Баку: 1979, 243с.
6. Мигунова В.Д. Выбор трофической стратегии хищным нематофаговым грибом *Arthrobotrysoligospora*. Дис. канд. биол. наук., Москва, 2002, 140 с.
7. Сопрунов Ф.Ф., Шагалин С.Ф. Препарат хищных грибов и его применение в борьбе с круглыми паразитическими червями. Туркмения: Изд. АН ТССР, 1963, 165с.
8. Тагиев М.М. Нематоды, повреждающие овощные культуры и разработка мер борьбы против них в условиях Апшеронского региона. Автореферат на соиск. канд. биол. наук. Гянджа, 2015, 24 стр.
9. Теплякова Т.В. Биоэкологические аспекты изучения и использования хищных грибов гифомицетов. — Новосибирск, 1999, 252 с.
10. Яхья-Заде Р.М. Онтогенез нематофаговых гифомицетов при сапротрофном и витально-биотрофном питании // Изв. АН Азерб ССР, 1987, № 3, с. 129–134.
11. Akhtar M., Malik A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes. // A Review. Bioresour. Technol., 2000, 74, 35–47.
12. Anamika. Study on Nutritional Requirements of Nematophagous Fungi in Terms of Carbon and Nitrogen Sources. // Journal of Agricultural Science, vol. 7, No. 6, 2015, p.227–232.
13. Barron, G.L. Predatory fungi, wood decay, and the carbon cycle // Biodiversity, 2003, 4, 3–9.
14. Gueye M., Duponnois R., Samb P.I., Mateille T. Study on 3 strains of *Arthrobotrysoligospora*: Biological characterization and effects on *Meloidogynemayaguensis* parasitic on tomato in Senegal. // Tropicultura, 1997, 15(3), 109–115.
15. Nordbring-Hertz B., Jansson H.B., Tunlid A. Nematophagous fungi. // Encyclopedia of Life Science, 2002, 12, 681–690.