

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РОСТА ГРИБА *METARHIZIUM ANISOPLIAE* НА ПЕПТОННОЙ, САБУРО И КОМБИНИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Хўжамшукуров Нортожи Абдихоликович¹,
Худойбердиева Маржона Кодир кизи²,
Разикова Маликахон Фаррухжон кизи³

¹ Ташкентский химико-технологический институт, профессор кафедры «Биотехнология», Китайско-Узбекская совместная лаборатория «SoilEcobiotechnology», Ташкент, Узбекистан.

² Ташкентский химико-технологический институт, кафедра «Биотехнология», магистр 2 курса.

³ Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, кафедра «Биотехнология».

E-mail: malikaxon.razikova2211@gmail.com

Tel: +998 90 315 22 11

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21056791>

Аннотация: В работе изучены особенности роста и развития энтомопатогенного гриба *Metarhizium anisopliae* на пептонной, среде Сабуро и комбинированной пептон-Сабуро питательных средах. Сравнительная оценка проводилась по визуальным морфологическим признакам колоний: скорости разрастания, плотности мицелия, характеру окраски и выраженности спороношения на 3-и, 5-е и 7-е сутки культивирования. Установлено, что состав питательной среды оказывает заметное влияние на физиологическую активность культуры. На пептонной среде преобладал умеренный мицелиальный рост, на среде Сабуро более активно проявлялось спороношение, тогда как комбинированная пептон-Сабуро среда обеспечивала наиболее равномерное и интенсивное развитие колоний. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения комбинированной среды при лабораторном культивировании *Metarhizium anisopliae* и могут быть использованы для дальнейшей оптимизации технологий получения биомассы энтомопатогенных грибов.

Ключевые слова: *Metarhizium anisopliae*, энтомопатогенный гриб, пептон, среда Сабуро, комбинированная питательная среда, культивирование, мицелий, спороношение, биологическая защита

Annotatsiya: Mazkur maqolada entomopatogen zamburug‘ *Metarhizium anisopliae* ning peptonli, Saburo hamda pepton-Saburo kombinatsiyalangan oziqa muhitlarida o‘sish va rivojlanish xususiyatlari o‘rganildi. Taqqoslash koloniyalarning 3-, 5- va 7-kunlardagi morfologik belgilariga, jumladan, mitseliy rivojlanishi, koloniyaning kengayishi, rangi va sporalanish faolligiga asoslangan holda amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari oziqa muhitining tarkibi zamburug‘ning fiziologik faolligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Eng yaxshi natijalar pepton va Saburo komponentlari birgalikda qo‘llangan muhitda kuzatildi. Bu muhit *M. anisopliae* ni laboratoriya sharoitida yetishtirish va kelgusida biologik himoya vositalari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish uchun istiqbolli hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: *Metarhizium anisopliae*, entomopatogen zamburug‘, pepton, Saburo oziqa muhiti, kombinatsiyalangan muhit, kultivatsiya, mitseliy, sporalanish, biologik himoya

Abstract: The study evaluated the growth characteristics of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* on peptone, Sabouraud and combined peptone-Sabouraud nutrient media. The comparison was based on visual morphological characteristics of colonies, including colony expansion, mycelial density, pigmentation and sporulation intensity on the 3rd, 5th and 7th days of cultivation. The results showed that the nutrient composition markedly affected the physiological activity of the fungus. Moderate mycelial development was observed on peptone medium, sporulation was more pronounced on Sabouraud medium, whereas the combined

peptone-Sabouraud medium provided the most uniform and intensive colony development. These findings indicate that the combined medium is promising for laboratory cultivation of *M. anisopliae* and for further improvement of technologies aimed at producing fungal biomass and biological control agents.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*, entomopathogenic fungus, peptone, Sabouraud medium, combined nutrient medium, cultivation, mycelium, sporulation, biological control

Введение. В современном сельском хозяйстве возрастает потребность в экологически безопасных и биологически обоснованных методах защиты растений [1]. Длительное и интенсивное применение химических пестицидов может приводить к снижению численности полезной микробиоты, нарушению почвенного равновесия и формированию устойчивости у вредных организмов. В связи с этим особое значение приобретают биологические агенты, способные снижать численность вредителей без избыточной химической нагрузки на агроэкосистемы [2].

Энтомопатогенные грибы являются одной из наиболее перспективных групп микроорганизмов для биологического контроля насекомых-вредителей. Представители рода *Metarhizium* способны инфицировать насекомых через покровные ткани: конидии прикрепляются к кутикуле, прорастают, выделяют ферменты, разрушающие поверхностные структуры, и затем развиваются во внутренней среде организма хозяина [3]. Благодаря такому механизму действия *Metarhizium anisopliae* рассматривается как важный объект для создания микробиологических препаратов.

Эффективность лабораторного культивирования *Metarhizium anisopliae* во многом определяется составом питательной среды. Для роста мицелия и образования конидий необходимы источники углерода, азота, минеральные компоненты и оптимальное соотношение питательных веществ. Пептон служит доступным источником органического азота и аминокислот, а среда Сабуро традиционно применяется для выделения и поддержания грибных культур за счёт благоприятного углеводного состава [4].

Вместе с тем использование только одного типа питательной основы не всегда обеспечивает одновременное усиление вегетативного роста и спороношения. Поэтому сравнительное изучение пептонной, Сабуро и комбинированной пептон-Сабуро сред имеет практическое значение для выбора оптимальных условий культивирования энтомопатогенных грибов.

Целью исследования являлось сравнительное изучение роста и морфологического развития гриба *Metarhizium anisopliae* на трёх питательных средах: пептонной, Сабуро и комбинированной пептон-Сабуро, а также определение наиболее перспективной среды для лабораторного культивирования культуры.

Исследования проводились в лабораторных условиях с использованием чистой культуры энтомопатогенного гриба *Metarhizium anisopliae*. Для оценки влияния состава питательной среды были подготовлены три варианта: пептонная питательная среда, среда Сабуро и комбинированная пептон-Сабуро среда.

Питательные среды готовили с соблюдением правил микробиологической техники. После приготовления среды стерилизовали, разливали в чашки Петри и оставляли до полного застывания. Посев культуры проводили в асептических условиях одинаковым количеством инокулюма для каждого варианта среды.

Инкубацию осуществляли в термостате при температуре, принятой для культивирования энтомопатогенных грибов. Наблюдения проводили на 3-и, 5-е и 7-е сутки. Оценивали визуальные морфологические признаки: интенсивность мицелиального роста, равномерность разрастания колонии, окраску, плотность воздушного мицелия и выраженность спороношения.

Поскольку в рамках данного опыта количественные значения диаметра колоний и массы биомассы не приводились, результаты представлены как сравнительная визуальная оценка. Такой подход позволяет определить общую тенденцию роста культуры и выбрать перспективную среду для последующего количественного эксперимента.

Полученные наблюдения показали, что развитие *Metarhizium anisopliae* на разных питательных средах протекало неравномерно. В первые сутки после посева культура проходила стадию адаптации к питательной основе, однако к 3-м суткам различия между вариантами стали визуально заметными.

Внешний вид колоний *Metarhizium anisopliae* на 3-и, 5-е и 7-е сутки культивирования




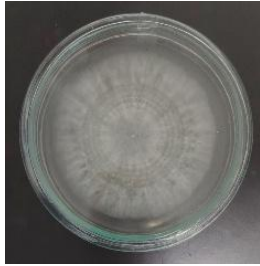





	Пептонная среда	Среда Сабуро	Пептон-Сабуро
3-и сутки			
5-е сутки			
7-е сутки			

Рисунок 1 - Динамика визуального роста культуры на различных питательных средах

На пептонной среде рост культуры протекал сравнительно умеренно. К 3-м суткам наблюдалось формирование начальной колонии с беловатым мицелием. К 5-м и 7-м суткам площадь разрастания увеличивалась, однако плотность мицелия и выраженность спороношения оставались ниже, чем в комбинированном варианте. Это указывает на то, что пептон как источник органического азота поддерживает жизнеспособность культуры, но не обеспечивает максимальную скорость развития [6].

На среде Сабуро развитие колоний происходило активнее, чем на пептонной среде. Наличие углеводного компонента способствовало усилению метаболической активности и формированию более выраженного мицелиального слоя. Вместе с тем к 7-м суткам рост колоний выглядел менее равномерным по сравнению с комбинированной средой, что может быть связано с особенностями распределения питательных веществ и спороношения [7].

Наиболее благоприятная картина роста была отмечена на комбинированной пептон-Сабуро среде. Уже на 3-и сутки колония имела более заметное разрастание, а к 5-м и 7-м суткам наблюдались плотный мицелиальный слой, равномерное заполнение поверхности среды и более выраженное спороношение. Вероятно, сочетание азотистых веществ пептона и углеводных компонентов среды Сабуро создавало более сбалансированные условия для роста гриба [8].

Таким образом, сравнительный анализ показал, что комбинированная среда обеспечивает одновременное усиление вегетативного роста и спороношения *Metarhizium anisopliae* [9]. Для биотехнологического получения энтомопатогенной культуры это имеет

практическое значение, поскольку качество биопрепарата зависит не только от скорости накопления мицелия, но и от интенсивности образования жизнеспособных конидий [10].

Таблица 1 - Сравнительная визуальная оценка развития *Metarhizium anisopliae* на разных средах

Питательная среда	Мицелиальный рост	Равномерность колонии	Спороношение	Итоговая оценка
Пептонная	++	++	+	Умеренная
Сабуро	++	++	++	Хорошая
Пептон-Сабуро	+++	+++	+++	Наиболее высокая

Примечание: «+» - слабое проявление признака; «++» - среднее; «+++» - выраженное проявление признака. Оценка основана на визуальном сравнении колоний в чашках Петри.

Заключение

В результате проведённого исследования установлено, что рост и развитие *Metarhizium anisopliae* зависят от состава питательной среды. На пептонной среде культура сохраняла способность к мицелиальному росту, однако развитие протекало сравнительно медленно. На среде Сабуро наблюдалось более активное формирование колоний и усиление спороношения.

Наиболее эффективной по совокупности визуальных признаков оказалась комбинированная пептон-Сабуро среда. В данном варианте отмечались более интенсивное разрастание колоний, высокая плотность мицелия и выраженное спороношение на 5-е и 7-е сутки культивирования. Это свидетельствует о положительном влиянии сбалансированного сочетания источников азота и углеводов на физиологическую активность гриба.

Полученные данные могут быть использованы при подборе питательных сред для лабораторного размножения энтомопатогенных грибов и при разработке технологических подходов к получению биопрепаратов. Для повышения доказательности дальнейших исследований рекомендуется дополнить визуальную оценку измерением диаметра колоний, сухой массы биомассы, концентрации конидий и статистической обработкой результатов.

Использованная литература:

1. Lacey L.A. (ed.) Manual of Techniques in Insect Pathology. San Diego: Academic Press, 1997.
2. Stanbury P.F., Whitaker A., Hall S.J. Principles of Fermentation Technology. 3rd ed. Oxford: Elsevier, 2017.
3. Samson R.A., Houbraeken J., Thrane U., Frisvad J.C., Andersen B. Introduction to Food- and Airborne Fungi. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010.
4. Watkinson S.C., Boddy L., Money N.P. The Fungi. 3rd ed. London: Academic Press, 2015.
5. Lacey L.A. (ed.) Microbial Control of Insect and Mite Pests: From Theory to Practice. London: Academic Press, 2017.
6. Deacon J.W. Fungal Biology. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.
7. Smith G. Industrial Mycology: An Introduction. London: Edward Arnold Publishers, 1996.
8. Zimmermann G. Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. Biocontrol Science and Technology. 2007. Vol. 17, No. 9. P. 879-920.
9. Shah F.A., Wang C., Butt T.M. Nutrition influences growth and virulence of entomopathogenic fungi. FEMS Microbiology Letters. 2005. Vol. 251. P. 259-266.
10. Humber R.A. Identification of entomopathogenic fungi. In: Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. 2nd ed. Academic Press, 2012. P. 151-187.