DOI 10.66073/ReFocus-Conf/3010080

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕТОКСИКАЦИЯ МИКОТОКСИНОВ В КОРМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Шонахунов Тулкин Эркинович, Тураева Бахора Исмоиловна, Кутлиева Гузал Жуманиязовна

Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Исследована антифунгальная активность молочнокислых бактерий в отношении микотоксигенного гриба *Aspergillus flavus*, выделенного из местных кормов. Штаммы *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium* и *Weissella cibaria* проявили выраженную активность, формируя зоны подавления роста 43–47 мм. При совместном культивировании в течение 30 суток жизнеспособные клетки гриба не обнаруживались. Результаты свидетельствуют о перспективности исследованных бактерий для разработки биологических методов защиты кормов от микотоксигенных микромицетов.

Ключевые слова: микотоксины, корма, биологическая детоксикация, молочнокислые бактерии, *Aspergillus flavus*, афлатоксин B1, антифунгальная активность.

Annotatsiya: Mahalliy yemlardan ajratib olingan mikotoksin hosil qiluvchi *Aspergillus flavus* zamburug‘iga nisbatan sut kislotasi bakteriyalarining antifungal faolligi o‘rganildi. *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium* va *Weissella cibaria* shtammlari yuqori faollik ko‘rsatib, zamburug‘ o‘sishini 43–47 mm zonada bostirdi. Bakteriyalar bilan 30 kun davomida birgalikda kultivatsiya qilinganda zamburug‘ning yashovchan hujayralari aniqlanmadi. Natijalar o‘rganilgan bakteriyalardan yemlarni mikotoksin hosil qiluvchi mikromitsetlardan biologik himoya qilish usullarini ishlab chiqishda foydalanish istiqbollarini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: mikotoksinlar, yem, biologik detoksikatsiya, sut kislotasi bakteriyalari, *Aspergillus flavus*, aflatoksin B1, antifungal faollik.

Abstract: The antifungal activity of lactic acid bacteria against the mycotoxigenic fungus *Aspergillus flavus*, isolated from local feed samples, was investigated. The strains *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium*, and *Weissella cibaria* demonstrated strong antifungal activity, producing growth inhibition zones of 43–47 mm. No viable fungal cells were detected after 30 days of co-cultivation. These findings indicate the potential of the investigated bacteria for developing biological approaches to protect feed against mycotoxigenic fungi.

Keywords: mycotoxins, feed, biological detoxification, lactic acid bacteria, *Aspergillus flavus*, aflatoxin B1, antifungal activity.

Введение

Загрязнение кормов и продовольствия микотоксинами, продуцируемыми микромицетами, представляет угрозу здоровью людей и животных [1, 2]. В связи с ограничениями физических и химических методов детоксикации перспективно применение молочнокислых бактерий, способных связывать микотоксины, трансформировать их и подавлять развитие токсигенных грибов [3, 4]. Цель работы — оценить потенциал молочнокислых бактерий в биодеструкции микотоксинов и подавлении роста Aspergillus flavus, выделенного из местных кормов.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ
Шонахунов Т.Э., Тураева Б.И., Кутлиева Г.Ж. Биологическая детоксикация микотоксинов в кормах с использованием молочнокислых бактерий // Состояние и перспективы развития фундаментальной и прикладной микробиологии: точка зрения молодых учёных: материалы Республиканской научно-практической конференции. – Ташкент, 2026. – С. 278–280.
DOI: https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/3010080

Материалы и методы

Микромицеты выделяли из образцов местных кормов классическими микробиологическими методами; идентификацию проводили по морфологическим признакам и молекулярно-генетически (секвенирование региона ITS, анализ в NCBI BLASTn, филогенетическое дерево методом Neighbor-Joining в MEGA 11, бутстреп-анализ – 1000 повторов). Микотоксигенность подтверждена наличием генов биосинтеза афлатоксинов (aflO, aflP, aflD, aflQ), качественно – методом ИФА, а образование афлатоксина B1 – методом ВЭЖХ-МС/МС (Waters XEVO TQ-S). Антагонистическую активность штаммов Lactiplantibacillus plantarum M1, Pediococcus pentosaceus A1, Enterococcus faecium A2 и Weissella cibaria определяли методом агаровых штрихов. Способность к биодеструкции изучали при совместном культивировании бактерий (в том числе Bacillus megaterium и B. subtilis) с *A. flavus* в жидкой питательной среде в течение 30 суток с ежедневным определением числа КОЕ.

Результаты

Изолят с тёмно-зелёными колониями и шаровидными вздутиями конидиеносцев идентифицирован как Aspergillus flavus Uz-Z3 (GenBank PV528914). По данным ИФА, при 30 °C на 14-е сутки содержание афлатоксина B1 составляло 12,08 мкг/л, а охратоксина — около 370 мкг/л. При 35 °C концентрация афлатоксина B1 достигала 18,4 мкг/л на 14-е сутки и 17,9 мкг/л на 30-е сутки. Наличие афлатоксина B1 подтверждено методом ВЭЖХ-МС/МС. Все исследованные штаммы молочнокислых бактерий проявили антифунгальную активность. Зоны подавления роста A. flavus составляли 45–47 мм для Lactiplantibacillus plantarum, 47 мм для Pediococcus pentosaceus и 43 мм для Enterococcus faecium. Weissella cibaria также проявила ингибирующее действие. При совместном культивировании в течение 30 суток титр молочнокислых бактерий сохранялся на уровне 10^7–10^8 КОЕ/мл, а Bacillus megaterium и B. subtilis — 10^6 КОЕ/мл. Жизнеспособные клетки A. flavus во всех вариантах опыта не обнаруживались.

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают микотоксигенный потенциал A. flavus Uz-Z3 и зависимость концентрации афлатоксина B1 от условий культивирования. Более высокая концентрация токсина при 35 °C по сравнению с 30 °C указывает на влияние температуры на его накопление. Выраженная антифунгальная активность молочнокислых бактерий, особенно L. plantarum и P. pentosaceus, свидетельствует об их потенциале для биологического контроля микотоксигенных грибов. Отсутствие жизнеспособных клеток A. flavus после совместного культивирования указывает на полное подавление его роста в исследованных условиях. Однако этот результат сам по себе не доказывает разрушение уже образовавшихся микотоксинов. Для подтверждения детоксикации необходимо определить остаточные концентрации афлатоксина B1 и охратоксина после обработки бактериями, а также оценить токсичность возможных продуктов трансформации.

Выводы

Штаммы *L. plantarum M1, P. pentosaceus A1, E. faecium A2 и W. cibaria* обладают выраженной антифунгальной активностью в отношении микотоксигенного A. flavus и полностью подавляют его развитие при совместном культивировании, вытесняя токсигенный микромицет в процессе ферментации. Это позволяет рассматривать их как безопасных кандидатов для биологической детоксикации кормов и продовольствия, загрязнённых микотоксинами.

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010080

Список литературы

1. S. Ndiaye, M. Zhang, M. Fall, N. M. Ayessou, Q. Zhang, P. Li. Current Review of Mycotoxin Biodegradation and Bioadsorption: Microorganisms, Mechanisms, and Main Important Applications // Toxins (Basel). -2022. -p. 1-22. https://doi.org/10.3390/toxins14110729
2. H. Ossa D.E., Hincapié D.A., Peñuela G.A. Determination of aflatoxin M1 in ice cream samples using immunoaffinity columns and ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry // Food Control. - 2015. -№.56. -P. 34–40.
3. Majer-Baranyi K., Zalán Z., Mörtl M., Juracsek J., Szendrő I., Székács A., Adányi N. Optical waveguide lightmode spectroscopy technique-based immunosensor development for aflatoxin B1 determination in spice paprika samples //Food Chem. -2016. -211.-p.972–977. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.089
4. Mwakinyali S.E., Ding X., Ming Z., Tong W., Zhang Q., Li P. Recent development of aflatoxin contamination biocontrol in agricultural products // Biol. Control.- 2019. -№. 128. -p. 31–39. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.09.012

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010080