

ПОЧВЕННЫЕ АКТИНОМИЦЕТЫ – АНТАГОНИСТЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ ПОЧВ МОНГОЛИИ

Ж. Норовсүрэн¹ (Монголия), И.В. Бойкова², И.Н. Гаспарян³, д.с.-х.н., Д. Доржготов⁴ (Монголия),

¹Институт биологии АНМ, 13330, Улан-Батор, Монголия, e-mail: norovsurenj@mas.ac.mn

²Всероссийский НИИ защиты растений, 196608, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д.3, e-mail: irina_boikova@mail.ru

³ФГБНУ «ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова», 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31 а, e-mail: irina150170@yandex.ru

⁴Лаборатория почвоведения Института Географии и Геоэкологии АНМ, 15170, Улан-Батор, Монголия, e-mail: dorjgotov@mas.ac.mn

Работа выполнена при поддержке проекта координационного департамента по разработке и реализации научно-технической политики, и развитию инноваций Монголии 2022/174 (ШУТБИХХЗ -2022/174)

Актиномицеты широко распространены в почве, особенно в ризосфере растений, оказывая существенное влияние на их рост и развитие. Большинство актиномицетов способны продуцировать вторичные метаболиты с разнообразной биологической активностью: антибиотической, инсектицидной, нематодицидной, противовирусной, фиторегуляторной. Цель исследований – выявление перспективных продуцентов для создания на их основе биопрепаратов для защиты растений от болезней. Исследовали образцы почв Южногобийского аймака и Гачуурта Монголии (бурюу плуустыннуу солончаковуу и горнуу темноцветнуу). В исследовании использовали стандартные методы. Выделяли за счет поверхностного посева культуры на питательные среды, анализировали и проводили дифференциацию с помощью микроскопирования исследуемых колоний. Выделены штаммы *Streptomyces* sp. M7 и *Streptomyces* sp. M22, подавляющие рост фитопатогенных грибов родов *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*, *Sphaeropsis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*. Получены результаты исследований по молекулярно-биологическим характеристикам этих стрептомицетов. По результатам филогенетического анализа с использованием нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК штамм M7 отнесен к роду *Nocardioopsis* (наиболее близкий к виду *Nocardioopsis umidischolae*), штамм M22 наиболее близок к виду *Streptomyces sparsus*. Установлено, что штамм *Nocardioopsis* sp. M7 (MN524159) проявляет антагонизм по отношению к фитопатогенному грибу *Alternaria* sp., который был выделен из листьев огурца. Штамм сохраняется в коллекции лаборатории микробиологии Биологического института АНМ. Исследованные культуры актиномицетов могут рассматриваться как перспективные продуценты для создания на их основе биопрепаратов для защиты растений от болезней.

Ключевые слова: актиномицеты, стрептомицет, БАВ, гиперпаразитизм, фитопатогенные грибы.

Для цитирования: Норовсүрэн Ж., Бойкова И.В., Гаспарян И.Н., Доржготов Д. Почвенные актиномицеты – антагонисты фитопатогенных грибов, выделенные из почв Монголии // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 114-118. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.28.

Актиномицеты – богатейший источник биологически активных веществ (БАВ). На их основе созданы современные биологические средства защиты растений от различных вредных объектов. При оптимизации агроэкосистем применение биологических препаратов является одним из составных частей технологий возделывания. Поэтому поиск в различных местах обитания новых микроорганизмов, которые являются источником биологически активных веществ с антагонистической активностью против болезнетворных грибов и бактерий, актуален.

Актиномицеты широко распространены в почве, особенно в ризосфере растений, оказывая существенное влияние на их рост и развитие. Большинство актиномицетов способны продуцировать вторичные метаболиты с разнообразной биологической активностью: антибиотической, инсектицидной, нематодицидной, противовирусной, фиторегуляторной. Особое внимание исследователей привлекают актиномицеты рода *Streptomyces*, среди которых обнаружено наибольшее количество продуцентов БАВ. Поэтому поиск и

выделение микроорганизмов этой группы перспективны для создания на их основе новых средств защиты растений [1].

Микробиологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней основана преимущественно на биоценологических принципах и представляет собой важнейшую часть биологической защиты в целом. Технологии микробиологической защиты базируются на использовании биологического разнообразия микроорганизмов-антагонистов и гиперпаразитов возбудителей болезней растений с полифункциональным типом действия и фитопатогенных микроорганизмов.

Необходимы корректный отбор штамма-продуцента и создание на его основе действенного биологического препарата. При этом обязательными являются учет особенностей культуры, а также поддержание биологической активности при изменяющихся условиях окружающей среды. В черноземных, серых лесных почвах, а также солончаках в преобладающем большинстве представлены рр. *Bacillus* и *Streptomyces*. За счет доминирующего присутствия грибов этих видов обеспечивается устойчивость микробиоценоза [2]. Например, в

оптимальной среде обитания бациллы демонстрируют параметры роста, характерные для *r*-стратегов. Для перенесения неблагоприятных условий среды они образуют эндогенные споры, как *L*-стратеги. В насыщенных сообществах ризо- и филопланты бациллы могут показывать *K*-стратегию. Аналогичные утверждения возможно допустить и в отношении актиномицетов, демонстрирующих примеры смешанных *K*- и *L*- стратегий.

Бациллы и актиномицеты некоторых родов относятся к пластичным видам и в наибольшей степени отвечают требованиям, предъявляемым к штаммам-продуцентам биопрепаратов для интродукции в агробиоценоз с целью регуляции плотности популяций фитопатогенов в течение длительного времени.

Расширение ареала актиномицетов в природной среде зависит от устойчивости к высушиванию, временному отсутствию питательных веществ и эффективности расселения их спор. Эти же свойства определяют и их высокую технологичность. Среди огромного биологического разнообразия одна из наиболее многочисленных групп актиномицетов – представители рода *Streptomyces*. В формировании супрессивности почвы к грибам, поражающим растения, также могут внести существенный вклад макролидные, полиеновые и пептидные антибиотики стрептомицетов.

Идентификация микробов-антагонистов за счет скрининга позволяет выделить в модельных системах *in vitro* и *in vivo* и выбрать технологичные и безопасные для теплокровных животных и человека штаммы с высокой комплексной биологической активностью по ряду признаков (фунгицидная, бактерицидная, антивирусная, фиторегуляторная активность), перспективные в качестве штаммов-продуцентов многопрофильных биопрепаратов [3].

В целом в ассортименте средств защиты растений России около 40 биопрепаратов. С учетом других стран микробиологическая защита сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков обеспечивается 300 биопрепаратами, что, безусловно, составляет значительный ресурс для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем и достигается достаточный уровень экологической безопасности в растениеводстве. Защитные биопрепараты хорошо интегрируются в зональные системы комплексной защиты зерновых, картофеля и овощных культур в различных регионах РФ [4].

Во Всероссийском институте защиты растений за последние 5 лет зарегистрировано 11 новых биологических препаратов против вредных объектов растений, а также разработаны и готовы для регистрации несколько полифункциональных препаратов с антагонистической, инсектицидной и фиторегуляторной активностью [5-7].

В институте Биологии АНМ в течение ряда лет проводили исследования актиномицетов, которые синтезируют биологически активные вещества. Изучена антагонистическая активность выделенных штаммов в отношении экономически значимых фитопатогенных грибов – возбудителей опасных заболеваний растений, проведена их идентификация и определены перспективы создания на их основе новых препаратов для защиты растений от болезней. Результаты исследований приведены в данной работе.

Цель исследований – выявить перспективные продуценты для создания на их основе биопрепаратов для защиты растений от болезней.

Методика. Анализировались почвы Южногобийского аймака и Гачуурта Монголии (бурая полупустынная солончаковая и горная темноцветная). Образцы брали из верхнего горизонта почвы.

Для выделения актиномицетов применяли традиционный метод поверхностного посева на казеин-глицериновом агаре и среде с пропионатом натрия [8]. Для ограничения роста немичелиальных бактерий в питательную среду вносили нистатин (50 мг/мл) и налидиксовую кислоту (5 мг/мл). В зависимости от питательной среды инкубация проходила в течение 7-28 сут при температуре 28°C.

Для выделения актиномицетов в чистую культуру и дальнейшего культивирования использовали среду Гаузе 1, ISP 2 и ISP 3 [9].

Идентификацию выделенных штаммов проводили согласно определителю Берджи [10]. Отмечали хемотаксономические признаки актиномицетов: присутствие в гидролизатах целых клеток или мезо-ДАПК и диагностических сахаров [11].

Геномные ДНК для анализа последовательности гена 16S рРНК экстрагировали, как описано [12]. Ген 16S рРНК амплифицировали с помощью ПЦР с двумя универсальными праймерами 27F (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3') и 1492R (5'-GGTTACCTTGTACGACTT-3') в соответствии с методом [13]. Продукты ПЦР очищали и затем секвенировали в компании Sangon Biotech Co. Ltd. (Шанхай, Китай). Амплификация ДНК включала следующие стадии: начальная денатурация при 95° С в течение 5 мин, следующие 35 циклов: 94°С в течение 1 мин, 55°С в течение 1 мин и 72° С в течение 2 мин и завершающая стадия удлинения цепи 10 мин при 72°С. Принадлежность штаммов на уровне рода была подтверждена с помощью службы идентификации EzBioCloud (<https://www.ezbiocloud.net/identify>) [14] и инструмента BLAST в базе данных GenBankNCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). Соответствующие последовательности близкородственных типовых видов получены из базы данных GenBank.

Множественные выравнивания выполнены с использованием инструмента Clustal_X в MEGA версии 7.0 [15]. При объединении соседей было создано филогенетическое дерево [15] в соответствии с двухпараметрической моделью Кимуры [16] с 1000 повторениями начальной загрузки. Для оценки устойчивости топологии полученных деревьев использовали метод бутстрапа (1000 альтернативных деревьев) [17].

Набор тест-культур включал 12 фитопатогенных грибов из «Государственной коллекции микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей» Центра коллективного пользования научным оборудованием «Инновационные технологии защиты растений» ФГБНУ ВИЗР. В состав тест-культур входили фитопатогенные грибы *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.), *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum lagenarium* (Pass.), *F.graminearum* Schwabe, *F.culmorum* Sacc., *F.solani*, *F.oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium lecanii*, *V.nigrescens*, *V.longisporum* и *Alternaria solani* Sorauer, а также *Alternaria sp.* из коллекции лаборатории микробиологии Биологического института АНМ.

Антагонистическую активность образцов определяли стандартным микробиологическим методом наложения петли по диаметру зоны лизиса тест-культур фитопатогенных микроорганизмов.

Метод наложения петли. Для оценки активности антагонизмов использовали тест-объекты с фитопатогенными грибами, имеющими концентрацию 10^5 КОЕ/мл; фитопатогенные грибы были в водной суспензии.

Антагонистическую активность актиномицетов определяли методом лунок по диаметру зоны лизиса тест-культур фитопатогенных грибов. Воздушный мицелий растущей культуры актиномицета и питательный агар, на котором предварительно были засеяны фитопатогенные грибы, касались микробиологической петли. В дальнейшем чашки Петри были помещены в термостат и инкубировали при температуре 28°C. Зоны лизиса измеряли через 3-5 сут после посева [18].

Результаты и их обсуждение. Из бурой полупустынной солончаковой почвы выделен штамм *Streptomyces* sp. M 22 (MN524162) с высокой антагонистической активностью в отношении грибов, поражающих растения: *Alternaria solani* (15,0 x 15,0 мм), *Botrytis cinerea* (4,0 x 4,0 мм), *Colletotrichum lagenarium* (ГП), *Fusarium culmorum* (9,0 x 9,0 мм), *Fusarium graminearum* (9,5 x 10,0 мм), *Fusarium solani* (9,5 x 7,5 мм ГП), *Rhizoctonia solani* (12,0 x

8,5 мм), *Verticillium nigrescens* (12,5 x 10,0 мм) и *Verticillium longisporum* (12,5 x 11,0 мм).

Из горной темноцветной почвы Гачуурта выделен штамм *Nocardioopsis* sp. M 7 (MN524159), с высокой антагонистической активностью в отношении фитопатогенных грибов *Fusarium culmorum* (8,5 x 7,0 мм), *Fusarium graminearum* (9,5 x 7,0 мм), *Fusarium solani* (9,0 x 4,5 мм ГП), *Rhizoctonia solani* (10,5 x 10,0 мм) и *Verticillium longisporum* (10,5 x 9,0 мм).

Streptomyces sp. штамм M22 характеризуется выраженным бактерицидным действием в отношении микробактерий и ряда фитопатогенных грибов, вместе с тем он оказался устойчив к действию многих антибактериальных антибиотиков, активных в отношении грамположительных бактерий [19-20].

На основании фенотипических признаков и последовательностей генов 16S рРНК штамм M22 (MN524162) идентифицирован как *Streptomyces* spp., имеет наибольшее сходство последовательности гена 16S рРНК (99,27%) с *Streptomyces sparsus* YIM 90018^T (присоединение GenBank AJ849545) (рис. 1).

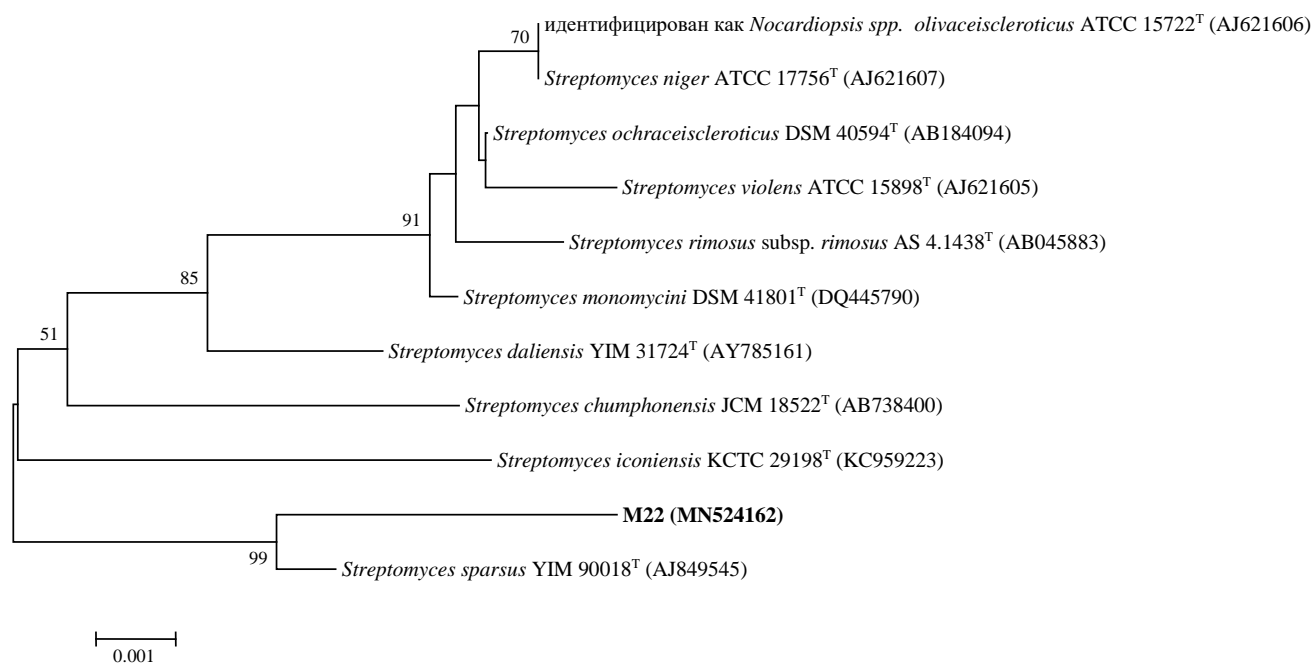


Рис 1. Филогенетические деревья, построенные с использованием алгоритма «neighbor-joining» (NJ) в программе MEGA7.0. (Масштаб соответствует 1 замене на 1000 нуклеотидов)

На основании фенотипических признаков и последовательностей генов 16S рРНК штамм M7 (MN524159) идентифицирован как *Nocardioopsis* spp., наиболее близкого к виду *Nocardioopsis umidischolae* (рис. 2).

Важно отметить, что штаммы M7 и M22 проявили свойства гиперпаразитизма, даже если они не задерживали рост *Colletotrichum lagenarium*, воздушный мицелий актиномицетов рос поверх мицелия гриба, постепенно заполняя поверхность чашки.

Выводы. Выделенные штаммы *Streptomyces* sp. M7 и *Streptomyces* sp. M22 подавляют рост фитопатогенных грибов родов *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*, *Sphaeropsis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*. Получены результаты исследований по молекулярно-биологическим характеристикам этих стрептомицетов. Установлено, что штамм *Nocardioopsis* sp. M 7 (MN524159) проявляет высокую антагонистическую активность в отношении фитопатогенного гриба *Alternaria* sp., выделенного из листьев растения

огурца. Штамм хранится в коллекции лаборатории микробиологии Биологического института АНМ.

Исследованные культуры актиномицетов могут рассматриваться как перспективные продуценты для создания на их основе биопрепаратов для защиты растений от болезней.

Выводы. Выделенные штаммы *Streptomyces* sp. M7 и *Streptomyces* sp. M22 подавляют рост фитопатогенных грибов родов *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*, *Sphaeropsis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*. Получены результаты исследований по молекулярно-биологическим характеристикам этих стрептомицетов. Установлено, что штамм *Nocardioopsis* sp. M 7 (MN524159) проявляет высокую антагонистическую активность в отношении фитопатогенного гриба *Alternaria* sp., выделенного из листьев растения

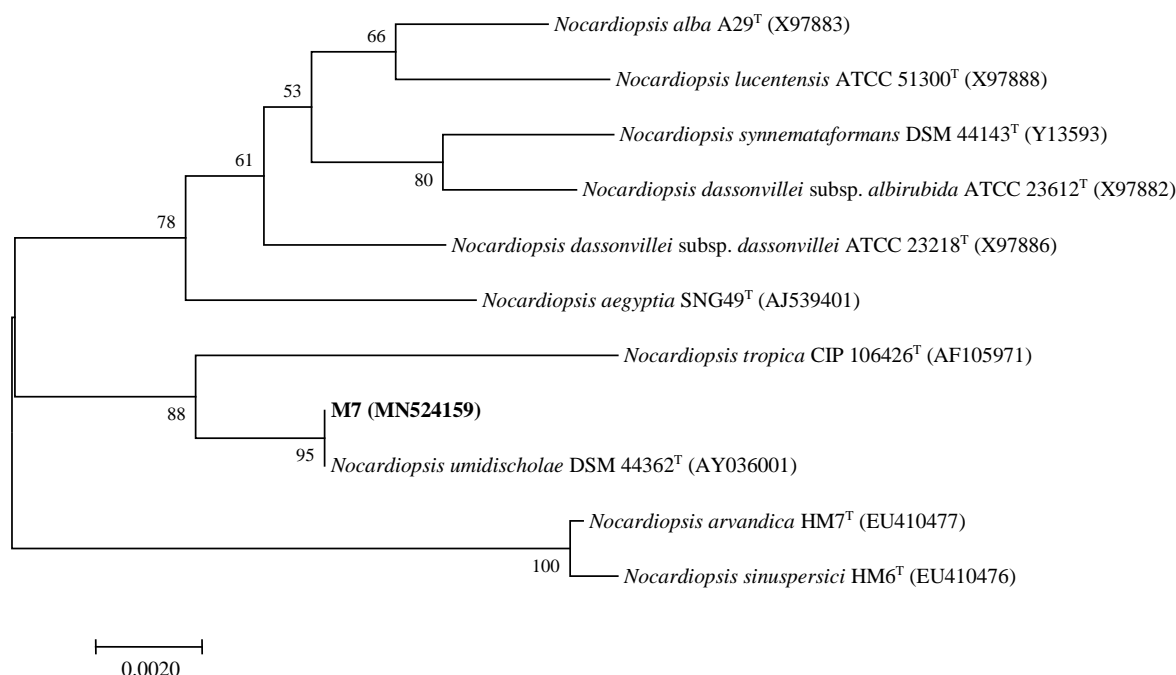


Рис. 2. Филогенетические деревья, построенные с использованием алгоритма «neighbor-joining» (NJ) в программе MEGA7.0. (Масштаб соответствует 2 заменам на 1000 нуклеотидов)

Исследованные культуры актиномицетов могут рассматриваться как перспективные продуценты для создания на их основе биопрепаратов для защиты растений от болезней.

Литература

- Behal V. Bioactive products from Streptomyces. Adv Appl Microbiol 2000. – 47:113–157.
- Семионова Н.А., Лысак Л.В., Горленко М.В., Звягинцев Д.Г. Структурно-функциональное разнообразие бактериальных комплексов различных типов почв // Почвоведение. – 2002. – № 4. – С. 453–464.
- Бойкова И.В., Колодяжная В.А., Белахов В.В. Изучение фунгицидной активности фосфатных производных β-D-рибофуранозидов с целью поиска новых высокоэффективных экологически безопасных фунгицидов для защиты растений // Успехи медицинской микологии. – 2021. – Т. 22. – С. 19–25.
- Павлюшин В.А., Белякова Н.А. Концепция развития биологической защиты растений. Матер. III Всеросс. съезда по защите растений, Т. 2. – С-Пб, 2013. – С. 7–10.
- Колодяжная В.А., Бойкова И.В., Топкова О.В., Короткова О.И. Антибиотик немедицинского значения Имбрицин – экологически безопасный пестицид для защиты растений // В кн. Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы международного конгресса. – М., 2021. – С. 361–363.
- Терлецкий В.П., Лазарев А.М., Новикова И.И., Бойкова И.В., Зейрук В.Н. О дрим-генотипировании возбудителей бактериозов картофеля, их антагонистов и бактерий-деструкторов для решения задач защиты растений и экологии. Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 5. – С. 910–923. doi: 10.15389/agrobiology.2021.5.910rus Scopus.
- Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Перспективы и возможность защиты растений для повышения уровня экологической безопасности в агроценозах (обзор) // Защита и карантин растений. – 2022. – № 4 – С. 10–18. DOI: 10.47528/1026-8634_2022_4_10.
- Зенова Г.М. Почвенные актиномицеты редких родов. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 81 с.
- Гаузе Г.Ф., Преображенская Т.П., Свешишкова М.А., Терехова Л.П., Максимов Т.С. Определитель актиномицетов. – М.: Наука, 1983. – 245 с.

- Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / Под ред. Дж. Хоула и др. – М., 1997. – 800 с.
- Hasegawa T., Takizawa M., Takida S. A rapid analysis for chemical grouping of aerobic actinomycetes. // J. Gen. Appl. Microbiol. 1983. V. 29. pp. 319–322.
- Li W. J., Xu P., Schumann P., Zhang Y. Q., Pukall R., Xu L. H., Stackebrandt E., Jiang Ch. L. Georgeniaruanii sp. nov., anovelactinobacterium isolated from forest soil in Yunnan (China) and emended description of the genus Georgenia. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2007;57(7):1424–1428. DOI: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.64749-0>.
- Liu Q. Q., Wang Y., Li J., Du Z. J., Chen G. J. Saccharicriniscarchari sp. nov., isolated from a shark, and emended descriptions of the genus Saccharicrinis and Saccharicrinisfermentans. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2014;64(7):2204–2209. DOI: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.061986-0>.
- Yoon SH, Ha SM, Kwon S, Lim J, Kim Y et al. Introducing EzBioCloud: a taxonomically united database of 16S rRNA gene sequences and whole-genome assemblies. Int J Syst Evol Microbiol 2017;67:1613–1617.
- Saitou N, Nei M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol Biol Evol 1987 4: 406–425.
- Kimura M. A Simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal of Molecular Evolution. 1980;16:111–120. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01731581>.
- Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap // Evolution. 1985. V. 39. P. 783–791.
- Большой практикум по микробиологии : [учебное пособие для государственных университетов СССР] / Т. В. Аристовская, М. Е. Владимирская, М. М. Голлербах [и др.] / Под ред. Г. Л. Селибера. – М.: Высшая школа, 1962. – 490 с.
- Норовсүрэн Ж., Филиппова С.Н. Антибиотические свойства и антибиотикорезистентность стрептомицета, выделенного из полупустынных почв Монголии // Труды Биологического инст. – 2020. – № 36. – С. 168–173.
- Iwasa T, Suetomi K, Kusuka T (1978) Taxonomic study and fermentation of producing organism and antimicrobial activity of mildiomycin. J Antibiot 31:511–518.

J. Norovsuren¹ (Mongolia), I.V. Boykova², I.N. Gasparyan³, Doctor of Agricultural Sciences, D. Dorzhgotov (Mongolia),

¹Institute of Biology ASM, 13330, Ulaanbaatar, Mongolia, e-mail: norovsurenj@mas.ac.mn

*²All-Russian Research Institute of Plant Protection, 196608, St. Petersburg, Pushkin, sh. Podbelskogo, 3,
e-mail: irina_boikova@mail.ru*

*³Federal State Budgetary Institution "VNI of Agrochemistry named after. D.N. Pryanishnikova",
127434, Moscow, st. Pryanishnikova, 31 a,
e-mail: irina150170@yandex.ru*

*⁴Laboratory of Soil Science, Institute of Geography and Geoecology of the ASM,
15170, Ulaanbaatar, Mongolia, e-mail: dorjgotov@mas.ac.mn*

Actinomycetes are widespread in the soil, especially in the rhizosphere of plants, having a significant impact on their growth and development. Most actinomycetes are capable of producing secondary metabolites with various biological activities: antibiotic, insecticidal, nematocidal, antiviral, phyto regulatory. The purpose of the research is to identify promising producers to create biological products based on them to protect plants from diseases. Soil samples of the Yuzhnobe aimag and Gachuurt of Mongolia (brown sub-desert solonchak and mountain dark-colored) were studied. The study used standard methods. The cultures were isolated by surface inoculation on nutrient media, analyzed and differentiated using microscopy of the colonies under study. Isolated strains of *Streptomyces* sp. M7 and *Streptomyces* sp. M22, suppressing the growth of phytopathogenic fungi of the genera *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*, *Sphaeropsis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*. The results of studies on the molecular biological characteristics of these streptomycetes were obtained. According to the results of phylogenetic analysis using the nucleotide sequence of the 16S rRNA gene, strain M7 is assigned to the genus *Nocardiopsis* (closest to the species *Nocardiopsis umidischolae*), strain M22 is closest to the species *Streptomyces sparsus*. It was established that the strain *Nocardiopsis* sp. M 7 (MN524159) exhibits antagonism towards the phytopathogenic fungus *Alternaria* sp., which was isolated from cucumber leaves. The strain is preserved in the collection of the microbiology laboratory of the Biological Institute of the ASM. The studied actinomycete cultures can be considered as promising producers for the creation of biological products based on them to protect plants from diseases.

Key words: actinomycetes, streptomycetes, biologically active substances, hyperparasitism, phytopathogenic fungi.

УДК 633.11:631.811.98

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.29

СОРТОСПЕЦИФИЧНОСТЬ ОТКЛИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ

С.С. Ладан¹, к.б.н., З.И. Калугина²,

¹ФГБНУ «ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова»

*²ВНИИТеК - филиал ФГБНУ "Федеральный научный центр
пищевых систем им. В.М. Горбатова"*

s.ladan@bk.ru

Реакция проростков пшеницы на применение пестицидов - регуляторов роста исследовалась с целью установления величины влияния сорта на морфометрические показатели. Выращивание растений пшеницы до 10-14-дневного возраста в гидропонных установках для получения биопродукции, используемой в свежем виде, получило широкое распространение, однако элементы технологии недостаточно разработаны. Цель исследования – оценить применение янтарной кислоты и дегидрооквертицина в концентрациях 0,02 и 0,002% соответственно как метода повышения объема и качества продукции на примере 8 сортов пшеницы яровой. Установлено, что применение янтарной кислоты для обработки семян повышает на 6-11% прирост зеленой и корневой массы. При применении дегидрооквертицина наблюдается увеличение длины проростков и темпов роста на 4-7%, а при совместном применении двух регуляторов - дополнительный синергетический эффект, выражавшийся в увеличении зеленой массы проростков на 12-17%. Совместное применение регуляторов повысило питательную ценность за счет увеличения количества глюкозы в продукции: сорт Ладья – на 37%, сорт Эстер – на 28%. Выявлен сортозависимый эффект проявления и затухания откликов растений на применение регуляторов. Наибольшее начальное содержание фруктозы и глюкозы отмечено у сортов Каменка и Ладья, которые были менее разбалансированными по дисперсии показателей накопления зеленой массы. Они же оказались и с минимальным темпом прироста среднесуточной массы. Сорта Злата, Радмира и Эстер можно охарактеризовать как пластичные и восприимчивые к регуляторам роста. Сорта Агата, АгроСП 33 2018 и Белянка продемонстрировали широкий разброс реакций, что, вероятно, может говорить о стрессе или о повышенной чувствительности физиологического статуса этих сортов.

Ключевые слова: сортоспецифичность, морфометрические показатели, гидропоника, витграсс, янтарная кислота, дегидрооквертицин.

Для цитирования: Ладан С.С., Калугина З.И. Сортоспецифичность отклика морфометрических показателей проростков пшеницы на воздействие пестицидов // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 118-123. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.29.