

УДК 632.4/937; 632.911.2; 581.2

UDC 632.4/937; 632.911.2; 581.2

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

4.1.3. Agrochemistry, agro-soil science, plant protection and quarantine (biological sciences, agricultural sciences)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТА ПОЧЕК ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО ПРОТИВ АЛЬТЕРНАРИОЗНОЙ ГНИЛИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BLACK POPLAR BUDS EXTRACT AGAINST ALTERNARIA ROT OF POTATO TUBERS

Зеитар Елсайед Мохаммед
Аспирант, Кафедра биотехнологии, биоэкологии, почвоведения и управления земельными ресурсами, Агробиологический факультет
Scopus ID: 57221497255
ORCID ID: 0000-0003-2106-556X

Zeitar Elsayed Mohammed
Postgraduate student, Department of Biotechnology, Bioecology, Soil Science and Land Management, Agrobiology Faculty,
e-mail: elsayedzeitar@gmail.com
Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan, 414056, Russia.
Assistant Lecturer, Department of Plant pathology, Faculty of Agriculture, Damanhour University, Damanhour, 22516, Egypt.

e-mail: elsayedzeitar@gmail.com
Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, 414056, Россия

Scopus ID: 57221497255
ORCID ID: 0000-0003-2106-556X

Ассистент Кафедры фитопатологии
Агрономический факультет, Даманхурский Университет, Даманхур, 22516, Египет.

Сухенко Людмила Тимофеевна
доктор биологических наук, профессор, доцент кафедры микробиологии
ORCID ID: 0000-0001-5841-655X
ResearcherID: GWN-0323-2022
e-mail: sukhenko@list.ru
Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, Астрахань, 414056, Россия

Sukhenko Liudmila Timofeevna
Doctor of Biological Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Microbiology
ORCID ID: 0000-0001-5841-655X
ResearcherID: GWN-0323-2022
e-mail: sukhenko@list.ru
Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan, 414056, Russia

Альтернариозная гниль считается разрушительным грибковым заболеванием клубней картофеля после сбора урожая. Основным методом борьбы с альтернариозной гнилью является применение химических фунгицидов. Опасения по поводу токсического воздействия синтезированных пестицидов и повышенной устойчивости патогенов к этим соединениям усилили потребность в выявлении новых альтернативных природных антифунгальных веществ. Изучали экстракт почек тополя черного *Populus nigra* против альтернариозной гнили клубней картофеля методом искусственного заражения. Для оценки биологической эффективности применялись методы фитопатологии и методы, рекомендованные для испытаний фунгицидов в защите картофеля от болезни. Результаты *in vitro* показали, что экстракт тополя черного обладает высокой антифунгальной активностью в отношении возбудителя (100% ингибирование рост мицелия при 30 г/л). Результаты *in vivo* показано, что применение экстракта тополя черного в норме

Alternaria rot is considered a destructive fungal disease of potato tubers after harvest. The main method of controlling Alternaria rot is the use of chemical fungicides. Concerns about the toxic effects of synthesized pesticides and increased pathogen resistance to these compounds have increased the need to identify new alternative natural antifungal agents. The extract of black poplar *Populus nigra* buds against Alternaria rot of potato tubers was studied by artificial infection. Phytopathology methods and methods recommended for testing fungicides in protecting potatoes from disease were used to assess the biological effectiveness. *In vitro* results showed that black poplar extract has high antifungal activity against the pathogen (100% inhibition of mycelium growth at 30 g/l). *In vivo* results showed that the using of black poplar extract at a rate of 300 g/t for 21 days at a temperature 21 ± 2 °C decreased the degree of disease development (disease severity) on tubers by 3.1 times compared with the control (treated with water), biological efficacy reached 67.9%. Therefore, *Populus nigra* buds extract can be considered as a

300 г/т в течение 21 дня при температуре 21 ± 2 °C снизило степени развития болезни на клубнях 3,1 раза по сравнению с контролем (водой), биологическая эффективность достигла 67,9%. Таким образом, экстракт почек *Populus nigra* можно рассматривать как потенциальное природное средство для борьбы с гнилью картофеля при хранении

potential natural agent to control potato rot during storage

Ключевые слова: *POPULUS NIGRA*, ПОЧКИ, АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ, КАРТОФЕЛЬ, РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ, ФЛАВОНОИДЫ, *ALTERNARIA*

Keywords: *POPULUS NIGRA*, BUDS, ANTIFUNGAL ACTIVITY, POTATOES, PLANT EXTRACTS, FLAVONOIDS, *ALTERNARIA*

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-195-003>

Введение. Многие виды растений содержат метаболитические вещества, которые обладают антимикробными свойствами против возбудителей растений. В настоящее время существует большая заинтересованность в поиске антимикробных агентов растительного происхождения, а также в выделении и выявлении антимикробных соединений с потенциальным применением в интегрированной защите растений [1].

Черный тополь (*Populus nigra* L.), один из представителей семейства Salicaceae, является одним из самых распространенных деревьев в лиственных лесах. Многие остатки и части дерева могут быть использованы в качестве биоресурсов для различных экстрактов в качестве активных ингредиентов в фармацевтических препаратах, а также для различных других медицинских применений [2]. Тополь является известным источником различных народных средств, эффективность которых иногда документируется. Со временем такие средства вышли из употребления и в основном были заменены прополисом. Тем не менее, производные тополя все еще можно использовать в качестве пищевых добавок. Поскольку прополис известен нестабильностью как своего состава, так и биологической активности, обычно без четкой причинно-следственной связи между ними, экстракты *Populus* могут быть

<http://ej.kubagro.ru/2024/01/pdf/03.pdf>

подходящей заменой. Такое решение может быть даже экономически жизнеспособным, учитывая низкую стоимость размножения и быстрый рост деревьев [3]. Почка *P. nigra* были описаны как содержащие преимущественно фенольные соединения и терпеноиды [4]. Большое количество флавоноидов и фенольных соединений в *P. nigra* почки ответственны за большую часть биологической деятельности. Экстракт листьев *P. nigra* улучшал параметры роста и качество плодов *Capsicum annuum*, зараженных вирусом легкой крапчатости перца [5].

Альтернативная гниль клубней картофеля относится к разрушительным грибным болезням послеуборочного урожая, вызывается несколькими видами *Alternaria* sp. [6]. Борьба с болезнями обычно осуществляется с использованием химических продуктов. Однако из-за вредного воздействия фунгицидов на окружающую среду и здоровье человека применение агрохимикатов было сокращено. Кроме того, применение химических веществ может вызвать развитие устойчивости патогенов к активным ингредиентам, поэтому необходимо разработать альтернативные стратегии борьбы [7].

Цель исследований. Целью данного исследования является оценка биологической эффективности применения экстракта почек тополя черного *Populus nigra* в отношении фитопатогенного гриба *Alternaria alternata* на клубнях картофеля искусственном заражении.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследования использовали клубни картофеля сорта Ривьера (код в реестре РФ. 8953649), выращенного на поле КФХ Джафаров Нажмудин Вагидович (Лиманский район, г. Астрахань, Нижневолжский регион РФ), и исходный штамм гриба *Alternaria alternata* strain 1 (из предыдущего исследования) был выделен из естественно инфицированных клубней картофеля (рис. 1). Проводили экстракцию компонентов тополя черного методом перколяции в

70%-ном этаноле [3]. Определение антифунгальной активности экстракта тополя черного в лабораторных условиях (*in vitro*) проводили с помощью метода заливки, по общепринятой методике (Askarne et al., 2012) [8].

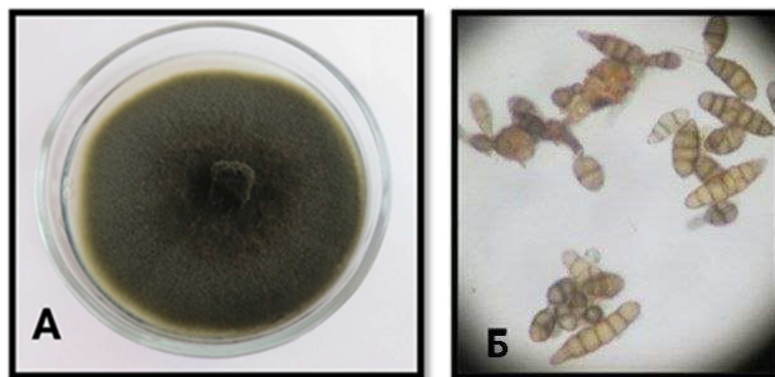


Рисунок 1 - Колония *Alternaria alternata* на среде КДА (А), конидии (Б).

В этом методе растворы серийных концентраций экстракт тополя черного смешивали со стерилизованным картофельной декстроза агара (КДА) в чашке Петри, для получения следующих конечных концентраций: 0,0 (контроль, без обработка); 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 г/л (на основе предварительной работы). Диагностическим признаком для определения степени эффективности препарата является процент подавления (ингибирование) роста мицелия патогена по сравнению с контролем. Биологическую эффективность (БЭ) рассчитывали по формуле Аббота:

$$\text{БЭ (\%)} = \left[\frac{C-T}{C} \right] \times 100$$

Где С и Т - радиальный рост (мм) гриба в контрольной и обработанной чашках Петри соответственно. Для каждой обработки было проведено по три повторения, и весь эксперимент был повторен трижды.

Биологическая эффективность экстракта тополя черного при защите картофеля от альтернариозная гнили проводили методом искусственного заражения клубней картофеля (*in vivo*) 24 часа до обработок экстрактом [9].

Клубни картофеля обрабатывали экстрактом тополя черного в норме 300; 400 г/т. Контролем служили клубни, обработанные водой (10 л/т). Зараженные клубни хранили при температуре 21 ± 2 °С в течение 21 дня при относительно высокой влажности в пластиковых ящиках. Индекс поражения оценивали методом Ammar et al., (2018) [10].

Результаты исследования. Антифунгальная активность, то есть ингибирование роста мицелия *Alternaria alternata* различными концентрациями экстракт тополя черного (ЭТЧ) *in vitro* была исследована в различных концентрациях, результаты представлены на рисунке 2.

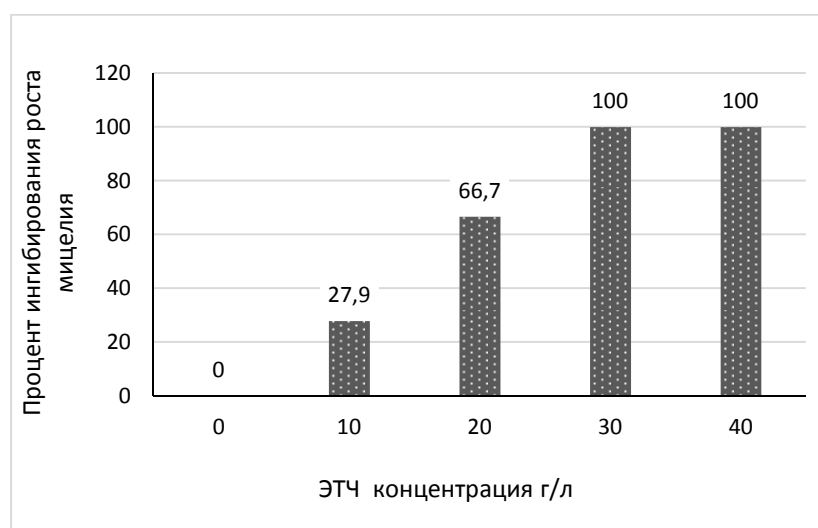


Рисунок 2 - Эффективность экстракта почек тополя черного (ЭТЧ) в отношении *Alternaria alternata* (*in vitro*), $НСР_{0,05} = 4,16$

Снижение роста мицелия было прямо пропорционально концентрации тестируемого материала в среде. ЭТЧ приводило к полному ингибированию роста мицелия при концентрации 30 г/л. Эти результаты согласуются с аналогичными исследованиями [11], в которых результаты показали, что этанольный экстракт бразильского прополиса обладает сильными противогрибными свойствами в отношении *Colletotrichum musae* (ингибирование на $81 \pm 1\%$ при 1,6 г эквивалента галловой кислоты /л). Эти результаты согласуются с результатами [12], которые обнаружили, что

экстракты почек *P. nigra* и *P. alba* обладают антимикробной активностью при диаметрах в диапазоне от 6,6 до 21,3 мм, а экстракты *P. nigra* проявляют антибактериальный эффект более чем на 70,0%. Обработка прополисом в концентрации 2,5% полностью подавляла рост мицелия *Colletotrichum gloeosporioides* [7].

Биологическая эффективность экстракта тополя черного была оценена *in vivo*, чтобы подтвердить наши *in vitro* результаты и определить, применимы ли его фунгицидные свойства для послеуборочной защиты картофеля от гнили, вызываемой *Alternaria alternata*. При обработке ЭТЧ наблюдалось значительное снижение индекса поражения по сравнению с контролем. Экстракт тополя черного при констатации 300; 400 г/т оказывали снижение индекса поражения от 67,9 до 71,6% и между ними не были достоверных различий (рис. 3).

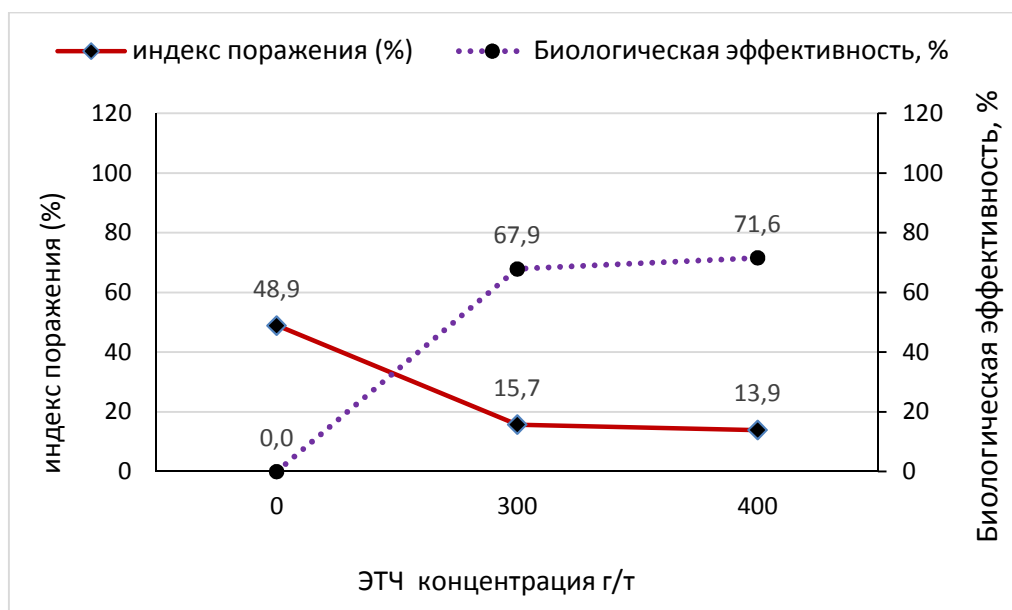


Рисунок 3 - Индекс поражения и биологическая эффективность применения экстракта тополя черного (ЭТЧ) при защите клубней картофеля от *Alternaria alternata*, НСР_{0,05} (индекс поражения) = 2,8; НСР_{0,05} (биологическая эффективность) = 4,8

Эти результаты согласуются с результатами работы [15], которая обнаружила, что спиртовой экстракт прополиса в концентрации 200 мг/л проявлял сильнейшую противогрибную активность и полностью ингибировал рост *Penicillium italicum*. Экстракт прополиса в дозе 450 мг/г оказывал значительное противогрибное действие на *Aspergillus* spp. и *Penicillium expansum* [16]. [7] сообщили, что применение коммерческого спиртового экстракта прополиса 1,5% из Бразилии не оказало влияния на рост *Colletotrichum gloeosporioides* на плодах манго после 14 дней инкубации. Обработка плодов перца китайским спиртовым экстрактом раствора прополиса (1%, 5% и 10%) повлияла на развитие антракноза, вызываемого *Colletotrichum capsici* [13]. Иракский спиртовой экстракт прополиса (2 и 3%) ингибировал рост *Penicillium digitatum* на апельсинах [14]. Насколько нам известно, ни в одном исследовании не оценивалась биологической эффективности применения экстракта почек тополя черного для защиты клубней картофеля от послеуборочных заболеваний.

Заключение. Экстракт почек тополя черного (*Populus nigra* L.) при 30 г/л показал примечательные *in vitro* антифунгальной активности в отношении *Alternaria alternata*. Тенденция к увеличению активности наблюдалась в зависимости от концентрации экстракта: от 27,9% ингибирования при концентрации 10 г/л до 100% ингибирования при 30 г/л. установлено, что обработка экстрактом почек тополя черного в норме 300 г/т клубней картофеля при искусственном инфекционном фоне *Alternaria alternata*, снижает степень поражения (развитие болезни) в 3,1 раза. Это первое в литературе сообщение об эффективности этого вида тополя в отношении послеуборочных фитопатогенных грибов на клубнях картофеля.

Благодарности. Автор Е.М.З. финансировался за счет стипендии по программе между Египтом и Р.Ф.

Библиографический список

1. Dixon R.A. Natural products and plant disease resistance // Nat. 2001 4116839. Nature Publishing Group, 2001. Vol. 411, № 6839. P. 843–847.
2. Bradshaw H.D.J. et al. Emerging model systems in plant biology: poplar (*Populus*) as a model forest tree // J. Plant Growth Regul. 2000. Vol. v. 19, № 3. P. 306-313–2000 v.19 no.3.
3. Okinczyc P. et al. Profile of Polyphenolic and Essential Oil Composition of Polish Propolis, Black Poplar and Aspens Buds // Molecules. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2018. Vol. 23, № 6. P. 1262.
4. Greenaway W. et al. Compositions of Bud and Leaf Exudates of Some *Populus* Species Compared // Z. Naturforsch. 1992. Vol. 47. 9–12 p.
5. Gharib H.A., Mandour A.M. Effect of *Populus nigra* spring and autumn leaves extract on *Capsicum annuum* infected with pepper mild mottle virus // Sci. Rep. Nature Research, 2022. Vol. 12, № 1.
6. Gachango E. Management of postharvest diseases of potato (*SOLANUM TUBEROSUM* L.). 2011.
7. Mattiuz B.H. et al. Effect of propolis on postharvest control of anthracnose and quality parameters of 'Kent' mango // Sci. Hortic. (Amsterdam). Elsevier, 2015. Vol. 184. P. 160–168.
8. Askarne L. et al. In vitro and in vivo antifungal activity of several Moroccan plants against *Penicillium italicum*, the causal agent of citrus blue mold // Crop Prot. Elsevier, 2012. Vol. 40. P. 53–58.
9. Logan C., Khan A.A. Comparative studies of *Phoma* spp. associated with potato gangrene in Northern Ireland // Trans. Br. Mycol. Soc. 1969. Vol. 52, № 1. P. 9–17.
10. Ammar N. et al. Extracts from the Brown Macroalga *Sargassum vulgare* for Postharvest Suppression of Potato *Fusarium* Dry Rot // Nat. Prod. Chem. Res. OMICS Publishing Group, 2018. Vol. 06, № 04.
11. Dudoit A. et al. Antifungal activity of Brazilian red propolis extract and isolation of bioactive fractions by thin-layer chromatography-bioautography // Food Chem. Elsevier, 2020. Vol. 327. P. 127060.
12. Nassima B., Nassima B., Riadh K. Antimicrobial and antibiofilm activities of phenolic compounds extracted from *Populus nigra* and *Populus alba* buds (Algeria) // Brazilian J. Pharm. Sci. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2019. Vol. 55. P. e18114.
13. Ali A., Wei Y.Z., Mustafa M.A. Exploiting propolis as an antimicrobial edible coating to control post-harvest anthracnose of bell pepper // Packag. Technol. Sci. John Wiley and Sons Ltd, 2015. Vol. 28, № 2. P. 173–179.
14. Oadi N. Matny. Efficacy Evaluation of Iraqi Propolis Against Gray Mold of Stored Orange Caused by *Penicillium digitatum* // Plant Pathol. J. 2015. Vol. 14, № 3. P. 153–157.