ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

УДК 581.524.13

ЗАСТОСУВАННЯ АЛЕЛОПАТІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ АКВАПОННИХ АГРОЕКОСИСТЕМ

А. М. Гілевич
студентка 2 курсу, група АГР-21, навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Т. М. Колесник

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

Розглянуто результати новітніх досліджень щодо алелопатичної взаємодії рослин в системі аквапоніки, пошуку позитивних біохімічних ефектів та проблем спільного вирощування рослин. Проаналізовано гіпотези та теорії алелопатичних взаємодій рослин та мікроорганізмів, які викладено в наукових працях останніх років.
Ключові слова: алелопатія, біотичні стреси, екзометаболіти, полікультура.

Рассмотрены результаты новейших исследований алелопатического взаимодействия растений в системе аквапоника, поиска положительных биохимических эффектов и проблем совместного выращивания растений. Проанализированы гипотезы и теории алелопатических взаимодействий растений и микроорганизмов, которые изложены в научных трудах последних лет.
Ключевые слова: аллелопатия, биотические стрессы, экзометаболиты, поликультура.

The results of the latest studies of the alalopatic interaction of plants in aquaponics system, search of positive biochemical effects and problems of joint growing of plants are considered. Hypotheses and theories of alalopathic interactions of plants and micro-organisms have been analyzed, which are described in scientific works of recent years.
Keywords: allelopathy, biotic stress, exometabolites, polyculture.

Явище алелопатії (або хімічної взаємодії рослин) складне, тому досліджується на стику багатьох наук як неоднозначне: нині виділяють як негативні, так і позитивні ефекти алелопатії. Сівозміни полів та культурозміни закритого ґрунту базуються саме на явищі алелопатії [1]. Тому для застосування позитивних алелопатичних ефектів для стабілізації агроекосистем є актуальною науково-практичною проблемою, розв’язання якої є цінним здобутком для динамічних систем аквапоніки.

Метою наукової статті є аналіз наявних результатів наукових досліджень щодо використання явища алелопатії для управління розвитком аквапонних агроекосистем.

Завдання досліджень: 1) здійснити пошук нових результатів досліджень щодо застосування явища алелопатії у водних агроекосистемах;

2) виявити мікробіологічні та біохімічні причини позитивних та негативних алелопатичних взаємодій у агроекосистемах;

3) систематизувати відомості про ефекти алелопатичних взаємодій між рослинами з метою їх застосування для стабілізації систем аквапоніки;

4) зробити висновки про перспективи експериментальних досліджень щодо стабілізації систем аквапоніки із домінантною культурою *Lactuca sativa*.

Алелопатія трактується як взаємний вплив рослин внаслідок виділення фізіологічно активних речовин або як взаємодія рослинних екзометаболітів, або як патологічний взаємовплив [2; 3]. Алелопатично активні речовини, що продукуються рослинами, виконують функцію хеморегуляторів і належать до важливих факторів середовища, які визначають структуру, динаміку і продуктивність рослинних угруповань як природних екосистем, так і агроекосистем [4–5].

Алелопатія відома не лише в світі вищих рослин, але й серед мікроорганізмів. Розрізняють чотири групи речовин, відповідальних за алелопатію: антибіотики – виділяються мікроорганізмами, служать для регулювання життєдіяльності інших мікроорганізмів; маразміни – також виділяються мікроорганізмами, служать для регулювання життєдіяльності вищих рослин; фітонциди – виділяються вищими рослинами, служать для регулювання життєдіяльності мікроорганізмів; коліни – виділяються вищими рослинами, служать для регулювання життєдіяльності інших вищих рослин.

Зростаючий антропогенний вплив на агро- та природні екосистеми зумовлює необхідність розвитку альтернативної алелопатії через пошук алелопатично активних речовин, які сприяють оптимізації умов функціонування культивованих рослин на основі підвищення біологічної активності ґрунту і збагачення його фізіологічно активними сполуками, котрі продукуються кореневими ексудатами та ризосферною мікрофлорою.

У системах аквапоніки алелопатія може бути дуже потужним регулятором біохімічного складу середовища, оздоровлюючи його або навпаки – сприяючи накопиченню патогенно небезпечних екзаметаболітів [6–7].

Для оцінки стійкості рослин до стресів використовують біохімічні маркери. До біохімічних маркерів відносяться білки-каталізатори, метаболіти енергетичного і інших видів обміну рослин: білкові з’єднання, окисно-відновні і гідроксилюючі ферменти рослин. Визначають пероксидазну активність, електрофоретичний спектр пероксидаз, активність поліфенолоксидази.

Алелопатія може мати як ефект пригнічення розвитку рослини (біохімічного стресу), так і стимулювання [2; 6]. За сучасними уявленнями, однією з причин біотичних стресів рослин є фітотоксичні дози алелопатичних речовин. Алелопатичні ефекти залежні від інших видів стресів, таких як низькі або високі температурні показники, недостатнє освітлення, попадання прямих сонячних променів, спектральний склад світла, перезволоження.

Встановлено, що азотфіксуючі ризобактерії впливають на стійкість рослин до абіотичних стресових факторів. Бактерії *Azospirillum brasilense* і *Arthrobacter diacomelloi* продукують ауксин, цитокінін та гіберилін, що стимулює ріст та розвиток рослин. PGPR-штами бактерій стимулюють ріст та розвиток рослин не тільки за рахунок утворення біологічно активних речовин, але й за рахунок здатності до азотфіксації, покращення водного і мінерального живлення рослин, запобігають або зменшують ріст фітопатогенів через здатність синтезувати речовини бактерицидної і фунгіцидної дії [13; 14].

Стимулююча дія ризосферних мікроорганізмів на ріст рослин пов’язана з активізацією асоціативної і симбіотичної азотфіксації і фізіологічних процесів в рослинах, покращенням мінерального і азотного живлення, збільшенням накопичення біологічного азоту [10].

До комплексу позитивних ефектів PGPR-бактерій належить і їх здатність трансформувати недоступні з’єднання фосфору, які містяться в середовищі. Мікроорганізми, які розчиняють фосфати, спряють росту і розвитку рослин. Відомо, що ризосферні мікроорганізми родів Bacillus і Enterobacter здатні мобілізувати важкорозчинні фосфати, внаслідок функціонування бактеріальних фосфатаз. Встановлено, що у Enterobacter sp.4 фосфатазу кодує ген phoI, який був клонований в E. Coli [12].

Відомо, що часник має алелопатичні властивості і виділяє діаліл сульфат, який може пригнічувати ріст різних видів овочевих культур. Дослід з вирощуванням часнику (Allium sativum L.) і помідорів в системі аквапоніка показав, що діаліл сульфат може впливати на ріст коренів помідорів, змінюючи процеси поділу клітин, фітогормонів і рівнів експресії генів зв'язаних з білком, який бере участь в розтягненні клітинної стінки під час розвитку. Це дослідження також встановило, що ефекти діаліл сульфіду були дозованими, що означає при низьких концентраціях хімічної речовини сприяння росту рослин, при низьких пригніченнях [11].

Цілорічне вирощування *Lactuca sativa* в системах гідропоніки давно набуло поширення у світі, проте ця рослина культивується здебільшого в монокультурних насадженнях, де неможливо уникнути проблем накопичення екзаметаболітів *Lactuca sativa* у водному середовищі. Тому позбавлення від екзаметаболітів та ін. шкідливих речовин у системах гідропоніки відбувається через затратну систему очищення зворотних вод. Вирішенню цієї проблеми може стати створення полікультури *Lactuca sativa* з іншими рослинами короткого періоду вегетації, які мали б позитивний ефект алелопатичних взаємодій між собою.

Отже, проблема алелопатичних взаємодій *Lactuca sativa* з іншими видами рослин висвітлена переважно для адвентивних рослин. Так, встановлено негативні ефекти алелопатичного впливу *Luetzelburgia auriculata* [8], *Cryptocarya moschata* та *Ocotea odorifera* [9], на розвиток *Lactuca sativa* вже у фазу проростання насіння. Про позитивні ефекти алелопатичних взаємодій *Lactuca* sativa з овочевими культурами у системах аквапоніки результати досліджень відсутні, тому перспективою наших подальших досліджень будуть пошуки рослин овочевої групи короткого періоду вегетації, які мали б позитивний алелопатичний вплив на розвиток *Lactuca sativa,* який є типовою культурою систем гідро- та аквапоніки, споживання якого у світі зростає щорічно, особливо у зимовий період.

1. Балеев Д. Н., Иванова М. И., Бухаров А. Ф. Изучение аллелопатической активности капусты, сельдерея и петрушки. *Агроэкология. Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2011. № 4 (78). С. 25–28. **2**. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев : Наукова думка, 1965. 198 с. **3.** Borner H. Gegenseitige beeninflussung honerer pflanzen (allelopathische Erscheinungen*) Handb. Der Pflanzenklankheiten*. 1968. № 10. С. 114–119. **4.** Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики. Минск : Белорусская наука, 2009. 404 с. **5.** Калатур Е. А., Половинчук А. Ю. Защита посевов рапса от свекловичной нематоды. *Агроном.* 2014. № 3. С. 108–110. **6.** Гродзинський А. М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте. *Аллелопатия и продуктивность растений.* 1980. № 1. С. 3–14. **7.** Manjula D. Studies on the Integrated Aquaponic System with Green Herbal Cultivation by using Liquid Fertilizer of Seaweed, Turbinaria Conoides. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology* (IJRASET). 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/332222284 Studies on the Integrated Aquaponic System with Green Herbal Cultivation by using Liquid Fertilizer of Seaweed Turbinaria Conoides (дата звернення: 10.11.2020). **8.** E. Pinto, J. Souto, L. Periera. Allelopathic effects of aqueous extract of leaves and roots of Luetzelburgia auriculata (Allemão) Ducke on seeds germination and initial growth of lettuce (Lactuca sativa L.). *African Journal of Agricultural Research.* 2018. URL: https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/F771BC456493 (дата звернення: 10.11.2020). **9.** F.Prichoa, G. Leyser, J. Oliveira, R. Cansian. Comparative allelopathic effects of Cryptocarya moschata and Ocotea odorifera aqueous extracts on Lactuca sativa. *Acta Scientiarum. Agronomy.* 2013. URL: https://www.researchgate.net/publication/273974486 Comparative allelopathic effects of Cryptocarya moschata and Ocotea odorifera aqueous extracts on Lactuca sativa (дата звернення: 14.11.2020). **10.** Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко Е. В. Ростостимулирующие ризобактерии и их практическое применение. *Институт физиологии растений и генетики НАН Украины*. 2009. № 3. С. 192–194. **11**. Walter M. Don't You Know that you are Toxic: The Effects of Allelopathy Within an Aquaponic System. *Florida Southern College.* 2020. URL: http://hdl.handle.net/11416/520. (дата звернення: 14.11.2020). **12.** Kang S. H., Cho K. K., Bok J. D. et al. Cloning, sequencing and characterization of a novel phosphatase gene, phoI, from soil bacterium Enterobacter sp.4. *Curr. Microbiol.* 2006. 52, № 4. P. 243–248. **13.** Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. *Принципы и применение*. М. : Мир, 2002. С. 306–330. **14**. Кравченко Л. В., Макарова Н. М., Азарова Т. С. Выделение и фенотипическая характеристика ростостимулирующих ризобактерий (PGPR), сочетающих высокую активность колонизации корней и ингибирования фитопатогенных грибов. *Микробиология.* 2002. № 4. С. 521–525.