

5. Mendes R., Garbeva P., Raaijmakers J. M. Microbial strategies to improve crop productivity and biostimulation. *Trends in Microbiology*. 2019. № 27(6). P. 543–556. DOI:10.1016/j.tim.2019.02.003

6. Безусов А. и др. Технологія виробництва біопестицидів на основі *Bacillus thuringiensis*. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. №. 16. С. 28–38. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-03>

7. Khan A.R., Mustafa A., Hyder S., Valipour M., Rizvi Z.F., Gondal A.S., Yousuf Z., Iqbal R., Daraz U. *Bacillus* spp. as Bioagents: Uses and Application for Sustainable Agriculture. *Biology*. 2022. № 11. P. 1763. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology11121763>

УДК 633.2:620.952

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ *ARUNDO DONAX* L. ЯК ПЕРСПЕКТИВНОЇ БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Гамаюнова В. В., д. с.-г. н., професор

Хоненко Л. Г., к. с.-г. наук, доцент

Коваль Р. І., здобувач вищої освіти

Миколаївський національний аграрний університет,

м. Миколаїв, Миколаївської області

Бакланова Т. В., к. с.-г. н., доцент

ДУ “Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСТ НААН”, с-ще Полігон, Миколаївського району, Миколаївської області

Сучасний розвиток світової енергетики супроводжується активним пошуком альтернативних та відновлюваних джерел енергії. Зростання вартості викопних енергоресурсів, екологічні наслідки їх використання та необхідність зменшення викидів парникових газів стимулюють розширення досліджень у сфері біоенергетики. У цьому контексті особливої актуальності набуває вивчення високопродуктивних енергетичних культур, здатних формувати значну кількість біомаси за відносно короткий період вегетації. Однією з таких перспективних культур є арундо тростинне (*Arundo donax* L.), або гігантський очерет [1].

Arundo donax належить до багаторічних трав'янистих рослин родини *Poaceae*. Рослина характеризується потужними прямостоячими стеблами, які можуть досягати висоти 4–6 м, а також добре розвинуеною кореневищною системою. Стебла порожнисті, міцні, діаметром до 4 см, що надає рослині значної механічної стійкості. Листки великі, ланцетної форми, розміщені почергово на стеблі. Суцвіття представлені розлогою волоттю довжиною до

60 см, яка формується наприкінці вегетаційного періоду. В умовах помірного клімату цвітіння відбувається переважно наприкінці літа або восени.

Природний ареал поширення арундо охоплює значну частину Азії, зокрема країни Близького Сходу, Центральної та Південно-Східної Азії. З часом рослина була інтродукована до багатьох інших регіонів світу і нині широко поширена в країнах Європи, Північної Америки та Середземномор'я. У природних умовах вона найчастіше зростає поблизу водойм – уздовж річок, каналів, озер і заболочених територій, що пояснюється її високою потребою у волозі. На території України рослина зустрічається переважно у південних регіонах, зокрема у пониззі Дунаю, де вона добре адаптувалася до місцевих кліматичних умов.

Високий інтерес до *Arundo donax* зумовлений передусім її здатністю формувати значні обсяги рослинної біомаси. За сприятливих умов вирощування врожайність сухої речовини може становити від 25 до 50 т/га на рік, що перевищує продуктивність багатьох традиційних енергетичних культур. Висока продуктивність зумовлена інтенсивним ростом рослин, ефективною фотосинтетичною діяльністю та здатністю кореневищ накопичувати поживні речовини [2]. Завдяки цьому культура може швидко відновлюватися після зрізування і формувати стабільні врожаї впродовж тривалого часу.

Важливою біологічною особливістю арундо є його висока адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов. Рослина здатна успішно розвиватися як на родючих, так і на малопродуктивних ґрунтах, включаючи деградовані та засолені землі [3]. Крім того, вона відзначається відносно високою посухостійкістю, що пояснюється глибоким проникненням кореневої системи у ґрунт та ефективним використанням вологи. Такі властивості роблять культуру перспективною для вирощування на землях, непридатних для традиційних продовольчих культур.

У сучасних умовах основним напрямом використання *Arundo donax* є виробництво біоенергії. Біомаса рослини характеризується високим вмістом целюлози та геміцелюлози, що робить її придатною для виробництва біоетанолу другого покоління [4]. Крім того, з неї можуть виготовлятися тверді види біопалива, зокрема пелети та брикети. Висока теплотворна здатність і низький вміст золи підвищують ефективність використання цієї сировини в енергетичних установках.

Окрім енергетичного використання, арундо тростинне може застосовуватися і в інших галузях господарства. Волокна рослини придатні для виготовлення паперу, картону та біокомпозитних матеріалів. Також її біомаса може використовуватися як сировина для виробництва екологічних будівельних матеріалів і теплоізоляційних плит. У деяких країнах рослину застосовують для укріплення берегів водойм і боротьби з ерозією ґрунтів.

Окремий інтерес становить здатність *Arundo donax* до фітореMediaції. Дослідження свідчать, що рослина може поглинати з ґрунту важкі метали, такі як кадмій, свинець і нікель, а також ефективно засвоювати надлишок азотних і фосфорних сполук. Завдяки цим властивостям її можна використовувати для

очищення забруднених ґрунтів та стічних вод, а також для рекультивації техногенно порушених територій.

Суттєвою перевагою вирощування цієї культури є її економічна ефективність. Після створення плантації рослина може продуктивно зростати впродовж 15–25 років без потреби у щорічному обробітку ґрунту. Крім того, арундо потребує відносно невеликої кількості мінеральних добрив, оскільки частина поживних речовин повертається у кореневища наприкінці вегетаційного періоду.

Водночас існують і певні обмеження щодо широкого впровадження цієї культури. Зокрема, закладання плантацій потребує значних початкових інвестицій, пов'язаних із придбанням садивного матеріалу та спеціалізованої техніки. Крім того, у деяких країнах *Arundo donax* вважається потенційно інвазійним видом, що вимагає контролю за поширенням рослини за межами плантацій [5].

Для України перспективи вирощування арундо пов'язані насамперед із можливістю використання малопродуктивних і деградованих земель для виробництва енергетичної біомаси. Умови південних регіонів країни, зокрема степової зони, можуть бути сприятливими для вирощування цієї культури. Разом з тим необхідні подальші наукові дослідження, спрямовані на вивчення її продуктивності, морозостійкості та адаптації до місцевих кліматичних умов.

Отже, арундо тростинне є перспективною енергетичною культурою, що характеризується високою продуктивністю біомаси, невибагливістю до умов вирощування та широкими можливостями використання. Подальше вивчення біологічних особливостей цієї рослини та розробка ефективних технологій її вирощування можуть сприяти розвитку біоенергетики та підвищенню енергетичної незалежності України.

Література

1. Elhawat N., Kovács A., Antal G. Living mulch enhances soil enzyme activities and nitrogen pools in giant reed (*Arundo donax* L.) plantations. *Scientific Reports*. 2024. Sci Rep 14, 1704. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51491-z>
2. Míguez C., Cancela Á., Sánchez Á. Possibilities for exploitation of *Arundo donax* as a source of valuable compounds. *Waste and Biomass Valorization*. 2022. Vol. 13. P. 4253–4265. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01764-3>
3. Jia Y., Fan Y., Chen T. Leaf plasticity and biomass allocation of *Arundo donax* under irrigation and nitrogen conditions. *Agriculture*. 2025. Vol. 15(11). P. 1166. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15111166>
4. Córdoba V., Rodríguez D., Lázaro L. Impact of harvest timing on methane yield of *Arundo donax*. *Biomass and Bioenergy*. 2026. Vol. 208. P. 108824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.108824>

5. Leone R., Lombardo L., Campisi T. Upcycling Arundo donax biomass within the circular economy. Sustainability. 2025. Vol. 17(16). P. 7402. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17167402>

УДК 631.5:635.07:620.92:502.131.1

ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КОМПАКТНИХ ГІДРОПОННИХ МОДУЛІВ У КОНТЕКСТІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ АГРОСЕКТОРУ

Ковальов М. М., к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Кіровоградської області

Проведені нами дослідження показали, що глобальні виклики продовольчої безпеки та кліматичні зміни вимагають фундаментального переосмислення підходів до агровиробництва. Компактні гідропонні модулі як елемент «зеленої» енергетики та сталого розвитку відкривають нові можливості для декарбонізації продовольчих систем через локалізацію виробництва, інтеграцію відновлювальних джерел енергії та радикальне підвищення ресурсоефективності [10].

Системи освітлення становлять 60–75% загального енергоспоживання компактних гідропонних модулів. Революційний перехід від традиційних натрієвих ламп високого тиску (HPS) до світлодіодних панелей забезпечує 74% зниження енергоспоживання при еквівалентному або вищому фотосинтетичному потоці фотонів. Для типової домашньої системи площею 0,5 м² заміна HPS-лампи 250 Вт на LED-панель 65 Вт дає економію 2,9 кВт·год/добу або 1058 кВт·год/рік.

Питома енергоефективність сучасних LED-систем:

- 1) Споживання: 130 Вт/м² проти 500 Вт/м² для HPS
- 2) PPF (Photosynthetic Photon Flux): 2,7 μmol/J проти 1,7 μmol/J
- 3) Тепловиділення: 50 Вт з 65 Вт споживання проти 210 Вт з 250 Вт
- 4) Термін служби: 50 000 год проти 10 000 год
- 5) Можливість точного налаштування спектру під різні фази росту

При середньому тарифі \$0,12/кВт·год економія становить \$127/рік лише на освітленні однієї системи. В масштабах міста з 10 000 домашніх гідропонних модулів це еквівалентно 10,6 ГВт·год/рік економії або уникненню викиду 4770 тонн CO₂ (при середньому вуглецевому коефіцієнті енергосистеми 0,45 кг CO₂/кВт·год) [1].