



УДК 579.84:632.35:632.51

BIOTECHNOLOGY OF USING WEEDS AS PROMISING BIOLOGICAL OBJECTS**БІОТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ БУР'ЯНІВ В ЯКОСТІ ПЕРСПЕКТИВНИХ БІООБ'ЄКТІВ****Andrievska Y.V. / Андрієвська Є.В.***student/ студентка***Samarska S.A. / Самарська С.А.***student/ студентка***Shpakov O.V. / Шпаков О.В.***student/ студент**Mykolaiv National Agrarian University,**Mykolaiv, Heorhii Gongadze Street 9, 54008**Миколаївський національний аграрний університет,**м. Миколаїв, вулиця Георгія Гонгадзе 9, 54008*

Анотація. В роботі розглядається проблема бур'янів, які викликають величезні економічні та екологічні шкоди по всьому світу. Зазначається, що дослідження геномів бур'янів стало ключовим напрямом у розумінні їх біології та еволюції, що відкриває нові можливості для боротьби з цими рослинами. В статті наведено властивості полини гіркої (*Artemisia absinthium*), яка має як лікувальні, так і агрономічні властивості. Вказано на можливість використання генної інженерії для підвищення корисних властивостей *Artemisia absinthium*. Розкривається комплексний підхід до використання *Artemisia absinthium* як потенційного рішення проблеми бур'янів, враховуючи як корисні, так і ризиковані аспекти його застосування. Розглядається прогрес, досягнутий у галузі геноміки бур'янів. Гени, відповідальні за конкурентні переваги бур'янів, можуть допомогти у програмах покращення властивостей сільськогосподарських культур. Наведено результати досліджень геномної ДНК двох поширених бур'янів в Україні: пирію повзучого та хвою поляного щодо генів, що кодують гевеїноподібні антимікробні пептиди, які пригнічують ріст та розвиток грибів та бактерій. Такі дані розширюють наше розуміння біології цих бур'янів та відкривають нові можливості їх використання в сільському господарстві та медицині. Розглянуто фітохімію та біотехнологічний потенціал двох рослин – хвою поляного (*Equisetum arvense*) і стоколосу житнього (*Bromus secalinus*). Обговорюється потенційна можливість використання генетичних ресурсів цих рослин у біотехнології для поліпшення врожаю, стійкості до стресових умов, виробництва фармацевтичних речовин та інших аспектів. Підкреслюється важливість подальших досліджень у цих напрямках для розвитку ефективних методів агропромислового сектора та медичної біотехнології.

Ключові слова: бур'яни, корисні гени, полин, стійкість, врожайність, лікувальні властивості, генна інженерія, біологічний агент, фітотерапія, пирій повзучий, хвою поляний, фітохімія, біотехнологічний потенціал, алкалоїди, терпеноїди, флавоноїди, генетичні ресурси, врожайність, стійкість до стресу, фармацевтичні речовини.

Вступ. Бур'яни завдають величезної економічної та екологічної шкоди в усьому світі. Кількість геномів, встановлених для видів бур'янів, різко зростає протягом останнього десятиліття, приблизно 26 видів бур'янів були секвеновані та зібрані геноми *de novo*. Розміри геномів коливаються від 270 Мб (*Barbarea vulgaris*) до майже 4,4 Гб (*Aegilops tauschii*). Отримані геномні дані розкрили деякі питання їх біології, особливостей походження та еволюції, що значно покращило дослідження щодо боротьби з бур'янами. Доступні геноми бур'янів також виявили цінні генетичні матеріали, які можливо застосовувати для



покращення врожаю [1].

На сьогоднішній день 2847 видів рослин, що належать до 177 родин і 1118 родів, були визначені як бур'яни (база даних Weed Science Society of America). Вони є основними причинами втрати врожаю польових культур порівняно зі шкідниками та збудниками хвороб, і в середньому призводять до 30% щорічних втрат урожаю основних культур. Незважаючи на те, що бур'яни значною мірою впливають на сільськогосподарське виробництво, дослідженням бур'янів донедавна не приділялося належної уваги як з точки зору традиційної молекулярної біології, так і аналізу генома. Бур'яни мають великий потенціал як модельні системи для розуміння реакції рослин на біотичні та абіотичні стреси. Вони не поширені в обмежених екологічних нішах, а навпаки, існують навіть серед територій з відмінними умовами, що є прикладом їх значної екологічної пластичності [2].

Типовою рослиною для України є бур'ян Полин гіркий (*Artemisia absinthium*), який має деякі цікаві властивості. Він містить ряд активних речовин, які визначають її характеристики та корисні властивості. Туйон є основною активною речовиною, що відповідає за гіркий смак та аромат. Абсинтін, флавоноїди та фенольні сполуки надають полину характерний профіль та можуть мати медичні властивості, такі як антимікробні та протизапальні. Абсинтін регулює запалення, допомагаючи зменшити його інтенсивність, ефірні масла впливають на різні шляхи запалення та забезпечують захист від окислювального стресу. Антиоксидантні властивості флавоноїдів і фенольних сполук допомагають боротися з вільними радикалами та захищають клітини від окислювання [3].

Artemisia absinthium може використовуватися для боротьби з бур'янами завдяки своїм алелопатичним властивостям (виділяє речовини, які призводять до зупинки росту бур'янів). Екстракти з полину гіркого можуть використовуватися для обробки ґрунту, обмежуючи проростання насіння бур'янів та забезпечуючи відлякування шкідників. Використання полину є екологічно безпечною альтернативою хімічних пестицидів, зберігаючи біорізноманіття та знижуючи негативний вплив на довкілля [5].

Artemisia absinthium сприяє поліпшенню якості ґрунту через розпад рослинних залишків та утворення органічної речовини, яка покращує структуру ґрунту, роблячи його більш рихлим та проникливим для поживних елементів до коренів рослин. Це також зменшує викиди вуглекислого газу в атмосферу, що важливо для збереження клімату. Такий підхід створює оптимальні умови для вирощування культурних рослин і сприяє сталому розвитку сільського господарства [4].

Лікувальні властивості *Artemisia absinthium* для тварин включають протипаразитарні, антимікробні та заспокійливі ефекти. Деякі компоненти можуть покращувати травлення та використовуватися у фітотерапії для підтримки здоров'я тварин. Також Полин гіркий може використовуватися як кормова добавка, допомагаючи в підтримці загального здоров'я та захисті тварин. Користь від застосування рослини залежить від правильного дозування та консультації з ветеринаром [6].



Великі дози туйону можуть бути токсичними для людини, тому існують обмеження на його вміст в продуктах з полином.

Використання рослинних екстрактів як більш безпечних ліків від раку набирає все більших обертів у світі.

Наприклад, метанольний екстракт *A. Absinthium* пригнічує ріст клітинної лінії раку молочної залози (MCF-7) та активує мітохондріальний апоптотичний шлях у клітинах колоректального раку HCT-11. Цей екстракт також, схоже, вбиває іншу клітинну лінію раку товстої кишки (DLD-1).

Застосування генів, що відповідають за лікувальні властивості полину, в генної інженерії рослин може додавати корисні аспекти культурним рослинам. Антимікробна активність генів, допомагає рослинам бути більш стійкими до патогенів, таких як бактерії та грибки. Це може значно зменшити необхідність використання хімічних пестицидів. Гени, які відповідають за синтез ефірних масел та інших біологічно активних сполук, можуть покращити якість рослини та надати їй додаткові властивості, зробити більш корисними для застосування у фармацевтиці, косметичці або харчовій промисловості. Гени алелопатії для боротьби з бур'янами, можуть допомагати у боротьбі з ростом бур'янів, конкуруючи за ресурси та обмежуючи їхній ріст. Заспокійливі та адаптаційні властивості генів можуть зробити рослини менш вразливими до екстремальних умов, таких як посуха чи температурні коливання. Гени стійкості до патогенів, можуть покращити врожайність та якість продукції. Гени, що підтримують виробництво флавоноїдів чи поліфенолів, можуть зробити рослини більш корисними для здоров'я людини [7].

Ще одним розповсюдженим бур'яном є пирій повзучий. Це загальновідомий запеклий і небезпечний бур'ян, з яким зіткнувся кожен фермер, городник і садівник. На сьогоднішній день пирій повзучий можна зустріти по всій Україні в пустирях, на городах, у полях та луках, біля доріг та на узліссях лісів. Але не можна не додати, що пирій вважається лікарською рослиною. І застосовується для лікування та профілактики хвороб кровоносних судин.

Під час дослідження геномної ДНК пирію за допомогою ПЛР було відкрито сімейство генів, що кодують гевеїноподібні антимікробні пептиди (WAMP), подібні генам у високостійкого виду пшениці. Ці пептиди пригнічують ріст і розвиток грибів та бактерій шляхом інгібування секреції металопротеїназ патогенів. Визначено нуклеотидні послідовності трьох нових генів, що кодують попередники антимікробних пептидів ERAMP-1, ERAMP-2 та ERAMP-3. Зрілі пептидні ділянки попередників відрізнялися лише окремими амінокислотними замінами. Показано, що ERAMP-2 і ERAMP-3 мають валін у положенні 34, який впливає на ступінь інгібування грибкової протеїнази, чого не виявлено в інших гомологах WAMP. Пептид виявився більш активним, ніж пептид WAMP-1 пшениці, проти трьох з чотирьох досліджуваних грибів, що інфікують злаки та інші види рослин. Отримані результати поглиблюють наші знання про біологічне різноманіття WAMP-генів у *Poaceae* (злаків). Крім того, вони розширюють наше розуміння репертуару захисних генів *E. repens*, що відповідають за його підвищену стійкість до патогенів [8].



До найпоширеніших бур'янів також входить хвощ польовий. Хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.) – багаторічна рослина, яка містить два різних типи стебел: стерильні фотосинтезуючі стебла та нефотосинтезуючі (репродуктивні) стебла. *E. arvense* поширений як бур'ян у сільськогосподарських регіонах, його важко викоринити, оскільки він поширюється кореневищами і має глибоке коріння. Він не витримує холоду, тіні та морозів, які можуть бути використані для боротьби з бур'янами.

Однак, *E. arvense* має чудові лікувальні властивості, про що свідчить його традиційне використання для полегшення перебігу різних захворювань. Відвар або настій листя та надземної частини *E. arvense* є основними способами приготування, а пероральний спосіб застосування є найбільш поширеним. Лікування розладів сечовивідних шляхів, загоєння ран, запалення та ревматизму є одними з етномедичних застосувань *E. arvense*. Описано різні біологічні ефекти екстракту *Equisetum arvense* L. або чаю з натуральним екстрактом, такі як антиоксидантні, протизапальні, антибактеріальні, протигрибкові, судинорозширювальні, нейро- та кардіопротекторні, а також антипроліферативні властивості.

E. arvense містить кілька класів фітохімічних речовин, таких як алкалоїди, терпеноїди, флавоноїди, стерини, феноли, фітостерини, дубильні речовини та сапоніни. Крім того, повідомлялося про поживні компоненти, включаючи білки, вуглеводи, амінокислоти, мікроелементи (натрій, калій, стронцій, кальцій, магній, залізо, фосфор, мідь, цинк, титан, марганець і кремній) та вітаміни B₁, B₂, B₆, C, E і K. Ці результати вказують на те, що *E. arvense* можна використовувати як джерело біологічно активних добавок [9].

Щодо використання генів хвощу для біотехнології рослин, можливі перспективи включають: покращення врожаю та стійкості до стресових умов таких як посуха або захворювання; підвищення вмісту корисних сполук таких як флавоноїди, вітаміни або антиоксиданти, для підвищення їхньої цінності для здоров'я; створення резистентних сортів рослин до шкідливих організмів, таких як шкідники або хвороби; виробництво корисних фармацевтичних речовин, які містяться у хвощі, для медичного застосування; покращення властивостей ґрунту, таких як ерозійна стійкість або зберігання вологи.

Отже, гени хвощу можуть бути використані для розвитку нових технологій у біотехнології рослин з метою поліпшення врожаю, якості продуктів та їхнього впливу на здоров'я людини.

Ще однією перспективною рослиною для біотехнології є стоколос житній (*Bromus secalinus*), також відомий як житняк житній або обманщик, є рідним видом Євразії, який широко поширився в теплих і помірних регіонах світу. Цей вид зустрічається на всіх континентах, окрім Антарктиди. *Bromus secalinus* заселяє відкриті пустирі, сухі луки, вапнякові галявини, трав'янисті луки, занедбані поля, краї полів, узбіччя доріг та залізничні колії. На орних землях *B. secalinus* є поширеним бур'яном на полях зернових, особливо озимої пшениці та озимого жита та інших культур, таких як люцерна. Через схожу фенологію з пшеницею, *B. secalinus* зазвичай дозріває одночасно з цією культурою і може



бути основним забруднювачем зерна пшениці під час збору врожаю[10].

Можна виділити декілька перспектив використання генів цієї рослини для біотехнології рослин: стійкість до стресових умов, таких як посуха або низька температура; контроль росту та поширення *Bromus secalinus*, щоб запобігти його забрудненню насіння та полів зернових культур; шляхом вивчення генетичних механізмів, що відповідають за врожайність та ріст *Bromus secalinus*, можна розробити методи підвищення врожайності інших культурних рослин; шляхом включення генів, які контролюють фенологію та ріст *Bromus secalinus*, можна створити нові сорти зернових культур, які будуть менш схильні до забруднення цим бур'яном; вивчення генетичної основи стійкості *Bromus secalinus* до хвороб і шкідників може призвести до розробки нових методів боротьби з цими проблемами в культурних рослинництві.

Отже, гени *Bromus secalinus* можуть стати об'єктом досліджень у біотехнології рослин для поліпшення врожайності, стійкості та якості зернових культур.

Висновки.

Існує багато видів бур'янів, які спричиняють значні економічні та екологічні проблеми, особливо в сільському господарстві, де вони можуть призводити до значних втрат урожаю. Повідомлення про бур'яни та їхні властивості викликає значний інтерес серед науковців та практиків у різних галузях, таких як сільське господарство, медицина та біотехнології.

Дослідження геномів бур'янів відкриває нові можливості для розуміння їхньої біології та еволюції, а також для розвитку ефективних методів контролю за ними, які можуть сприяти сталому розвитку сільського господарства та охороні навколишнього середовища.

Виявлення генів, які визначають риси конкурентної переваги у бур'янів, дозволить використовувати їх у програмах поліпшення сільськогосподарських культур. Гени, які контролюють час проростання, швидкість росту, міцність та інші риси, впливають на розповсюдження та стійкість однорічних та багаторічних видів, є плідною територією для досліджень.

Розуміння біології та екології бур'янів, а також їхніх потенційних застосувань, є важливим завданням для сучасної науки. Дослідження бур'янів має великий потенціал для розвитку сільського господарства, медицини та біотехнологій. Важливо продовжувати ці дослідження для забезпечення сталого розвитку та збереження біорізноманіття нашої планети.

Література:

1. Huang Y, Wu D, Huang Z, Li X, Merotto A Jr, Bai L, Fan L. Weedgenomics: yielding insights into the genetics of weedy traits for crop improvement. *aBIOTECH*. 2023 Jan 9;4(1):20-30. doi: 10.1007/s42994-022-00090-5. [Електронний ресурс. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10199979/>.
2. Monaco T. J. *Weedscience: Principles and Practices* / T. J. Monaco, S. C. Weller, F. M. Ashton., 2002. – 685 с.
3. Weeds - when are they a good thing? [Електронний ресурс] – Режим



доступу до ресурсу: <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/en-home/resources/pest-management/weed-management/organic-weed-mgmt-resources/weeds-good.html>.

4. Sixreasonswhyoushouldloveweeds [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.oneearth.org/six-reasons-why-you-should-love-weeds/>.

5. AnEcologicalUnderstandingofWeeds [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://eorganic.org/node/2314>.

6. Hillocks R. J. Thepotential benefitsofweeds withreferenceto smallholder agricultureinAfrica. IntegratedPestManagementReviews 3, 155-167 (1998).

7. Види бур'янів: назви, фото [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://agro-market.net/ua/news/tips_and_advice/vidy_sornyakov_nazvanie_foto/.

8. GenesEncodingHevein-LikeAntimicrobialPeptidesfromElytrigiarrepens (L.) Desv. exNevski [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/328297153_Genes_Encoding_Hevein-Like_Antimicrobial_Peptides_from_Elytrigia_repens_L_Desv_ex_Nevski.

9. TherapeuticpotentialofEquisetumarvense L. formanagementofmedicalconditions [Електронний ресурс] // ScienceDirect. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667031323000404#tb10003>.

10. HerbicideresistanceinBromusspp.: a globalreview [Електронний ресурс] // CambridgeUniversityPress. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/herbicide-resistance-in-bromus-spp-a-global-review/4ABE67FF4EBB291A729688E68C419053>.

Abstract. *The paper discusses the problem of weeds, which cause huge economic and environmental damage around the world. It is noted that the study of weed genomes has become a key area in understanding their biology and evolution, which opens up new opportunities for combating these plants. The article describes the properties of bitter wormwood (*Artemisia absinthium*), which has both medicinal and agronomic properties. The possibility of using genetic engineering to improve the beneficial properties of *Artemisia absinthium* is pointed out. A comprehensive approach to the use of *Artemisia absinthium* as a potential solution to the problem of weeds is revealed, taking into account both the beneficial and risky aspects of its use. The progress made in the field of weed genomics is discussed. The genes responsible for the competitive advantages of weeds can help in programs to improve the properties of crops. We present the results of genomic DNA studies of two common weeds in Ukraine: creeping wheatgrass and horsetail for genes encoding hevein-like antimicrobial peptides that inhibit the growth and development of fungi and bacteria. These findings expand our understanding of the biology of these weeds and open up new possibilities for their use in agriculture and medicine. The phytochemistry and biotechnological potential of two plants - horsetail (*Equisetum arvense*) and rye brome (*Bromus secalinus*) - are reviewed. The potential of using the genetic resources of these plants in biotechnology to improve yields, resistance to stressful conditions, production of pharmaceuticals and other aspects is discussed. The importance of further research in these areas for the development of effective methods for the agricultural sector and medical biotechnology is emphasized.*



Key words: weeds, beneficialgenes, wormwood, resistance, yield, medicinalproperties, geneticengineering, biologicalagent, phytotherapy, creepingwheatgrass, horsetail, phytochemistry, biotechnologicalpotential, alkaloids, terpenoids, flavonoids, geneticresources, yield, stressresistance, pharmaceuticalsubstances.

Науковий керівник: к. техн. наук, доцентка Юлевич О.І.

Стаття відправлена: 15.04.2024 р.

© Андрієвська Є.В., Самарська С.А., Шпаков О.В.