

ОСОБЛИВОСТІ АЛЕЛОПАТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ В НАСАДЖЕННЯХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Н.А. Корнілова

кандидат сільськогосподарських наук

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: nina.kornilova.68@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1750-0973>

В.В. Мороз

кандидат сільськогосподарських наук

Західноукраїнський національний університет МОН (м. Тернопіль, Україна)

e-mail: vera_moroz@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1457-4641>

Н.В. Приведенюк

кандидат сільськогосподарських наук

Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН

(с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна)

e-mail: privedenyuk1983@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0748-8083>;

Л.А. Глущенко

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН

(с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна)

e-mail: L256@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2329-5537>

У статті зазначається, що в сучасних умовах, які пов'язані з проблемами енергетики, важливим напрямом досліджень є пошук і випробування рослин зі значним енергетичним потенціалом. Нині до переліку поширених енергетичних культур належать дерева, кущі та багаторічні трав'янисті рослини: енергетичні *Salix*, *Populus*, *Paulownia*, а також *Miscanthus*, *Panicum virgatum* та інші. Вплив виділень цих культур як чинника формування алелопатичної активності ґрунту ризосферної зони є питанням малодослідженим і дискусійним. Разом із цим встановлення алелопатичного впливу багаторічних енергетичних культур є серед таких важливих завдань, як регенераційна здатність і розмноження енергетично цінних видів рослин, створення змішаних насаджень, визначення умов чергування культур в агроценозах тощо. Метою дослідження визначено виявлення впливу біологічної (алелопатичної) активності ґрунту в насадженнях енергетичних культур: верби (*Salix*), павловнії (*Paulownia*), тополі (*Populus*) та міскантусу (*Miscanthus*), на ростові процеси поширених сільськогосподарських культур ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) та сочевиці звичайної (*Lens culinaris* Medik.). Алелопатичну активність ґрунту, взятого з виробничих плантацій енергетичних культур, визначали методом біопроб. Алелопатичні властивості виділень енергетичних культур вивчали за загальноприйнятою методикою (біотест за А.М. Гродзінським). Результати дослідів вказують на те, що кореневі виділення досліджуваних енергетичних культур формують алелопатичну активність ґрунту ризосферної зони насаджень і мають достовірний вплив на ростові процеси тест-об'єктів. *Hordeum vulgare* та *Lens culinaris* не однаково реагують на виділення, які були в ґрунті ризосферної зони енергетичних культур. Їх коліни мали помітний стимулюючий вплив на ріст тест-об'єктів, за винятком виділень *Populus alba*, що діяли як інгібітор росту. Отримані результати свідчать про доцільність спільного вирощування *Hordeum sativum* і *Lens culinaris* з дослідженими енергетичними культурами та використання цих видів у чергуванні культур і створенні змішаних агрофітоценозів. На особливу увагу заслуговує вивчення виділень *Populus alba*, які мали пригнічуючий вплив на тестові культури.

Ключові слова: *Salix viminalis*, *Paulownia tomentosa*, *Miscanthus giganteus*, *Populus alba*, ґрунт ризосфери, алелопатія, коліни, тест-об'єкти.

ВСТУП

Питання отримання біопалива нині дуже гостро стоїть у всьому світі та в Україні зокрема, адже швидкість витрат викопного палива

невпинно зростає та потребує альтернативних рішень. Одним зі шляхів подолання енергетичної кризи є енергетичні рослини, які вирощують спеціально для того, щоб використа-

ти їх біомасу як паливо. Їх застосовують для отримання твердого, рідкого й газоподібного біопалива. У процесі вирощування цих культур в аграріїв-практиків виникають численні питання, пов'язані з тривалістю експлуатації насаджень, особливостями формування змішаних насаджень, подальшим використанням ґрунтів, які були задіяні під виробництво енергетичних культур, взаємодією з іншими сільськогосподарськими культурами, зокрема із кормовими, зерновими, овочевими тощо. Вивчення алелопатичної активності енергетичних культур і вплив виділень на ґрунт та інші сільськогосподарські рослини надає інформацію, необхідну для практичного використання [1].

Метою досліджень є виявлення впливу біологічної (алелопатичної) активності ґрунту в насадженнях енергетичних культур: верби (*Salix*), павлонії (*Paulownia*), тополі (*Populus*) та міскантусу (*Miscanthus*), на ростові процеси поширених сільськогосподарських культур ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) та сочевиці звичайної (*Lens culinaris* Medik.).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасна біологічна та аграрна наука проводить численні випробування та намагається знайти якомога більше рослин зі значним енергетичним потенціалом. Нині до переліку енергетичних культур входить дерева, кущі та багаторічні трав'янисті рослини, зокрема широковідомі енергетичні *Salix*, *Populus*, *Paulownia*, а також *Miscanthus*, *Panicum virgatum* та інші, насадження яких створюються по всій Україні [1].

Вивчення хімічної взаємодії рослин та її екологічного значення у функціонуванні систем "ґрунт – рослина", "рослина – рослина" широко висвітлюється в біологічній та агрономічній літературі. Цій темі присвячені пошукові та експериментальні дослідження, огляди і класичні монографії А.М. Гродзинського, Л.Д. Юрчак, П.А. Мороз, Д.Б. Рахметова та інших [2–11].

Важливою складовою у вирішенні практичних питань землеробства та рослинництва є врахування екологічного навантаження на ґрунт, що створюють рослини, які вводяться до агрофітоценозів. Ґрунт є одним із найважливіших учасників алелопатичної взаємодії та післядії рослин [2–7]. Його розглядають переважно як середовище накопичення та перетворення органічної речовини, як джерело мінерального, водного та повітряного живлення рослин, а алелопатичний потенціал ґрунту часто не враховують. Проте ґрунт є важливою багатокомпонентною динамічною системою, а представники макро- та мікробіоти чинять сут-

тєвий вплив на його функціональні властивості [6; 8; 9]. Алелопатична взаємодія є поширеним природним явищем і будь-яка рослина може бути потенційним джерелом фізіологічно активних речовин — колінів, за допомогою яких здійснюється вплив одних вищих рослин на інші. Ґрунт сприяє їх накопиченню і зберіганню в біогеоценозі [4–7].

У сучасних умовах інтенсифікації землеробства та спеціалізації аграрного виробництва зросла роль сівозміни в збереженні та підвищенні родючості ґрунту, поліпшенні фітосанітарного стану та ефективному землекористуванні. Однак ще недостатньо враховують біологічні особливості рослин, їхню алелопатичну активність і вплив на стан ґрунту, особливо багаторічних культур, садів і лісонасаджень, для яких характерним є інтенсивний ріст і розвиток. Вивчення алелопатичних залежностей енергетичних культур в агрофітоценозах сприятиме вдосконаленню заходів агротехніки, завданням якої є підтримання рівня алелопатично активних сполук, оптимального для вирощування певної сільськогосподарської культури, життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів тощо [8–10].

Актуальним на сьогодні є також пошук алелопатично активних речовин, які б оптимізували розвиток рослин на основі підвищення біологічної активності ґрунту і збагачення його негуміфікованими органічними речовинами та фізіологічно активними сполуками, джерелом яких є кореневі екsudати й ризосферна мікрофлора [11–14].

Дослідження алелопатичних взаємодій рослин вирішує такі важливі питання, як відновлення та розмноження рослин, створення змішаних насаджень, визначення умов чергування культур в агроценозах тощо. Серед перспективних напрямів є дослідження фітотоксичності як основи розроблення сучасних біологічних гербіцидів [15; 16].

Так, встановлено, що водні витяжки опалого листя *Tilia cordata* Mill. стимулюють розвиток проростків *Fraxinus excelsior* L., а виділення її коренів суттєво пригнічують розвиток стрижневої кореневої системи та не впливають на ріст пагонів. Коліни *Betula verrucosa* Ehrh. пригнічують ріст і послабляють фотосинтез *Quercus robur* L., *Ulmus parvifolia* L. та *Ulmus laevis* Pall. Кількість і склад речовин, що виділяються, а відповідно і ступінь алелопатичної активності залежать від виду рослин, сорту, органу, фази розвитку, фізіологічного стану рослини та екологічних умов. З'ясовано, що алелопатія сприяє інвазії рослин і природному відновленню лісів. Крім того, аутоотоксичність (внутрішньовидова алелопатія) часто виникає

на плантаціях дерев і може впливати на продуктивність [17–19].

Адсорбція колінів ґрунтом не є перешкодою, а навпаки, є передумовою алелопатичної їх дії. Кореневі екsudати та мікроорганізми ризосфери відіграють ключову роль в інвазії рослин з інтенсивним типом росту, зокрема токсичних рослин, під час зміни клімату та деградації земель. Проте, як кореневі екsudати впливають на активність мікроорганізмів ризосфери та поглинання поживних речовин ґрунту, залишається невідомим. Ґрунт є найважливішим посередником алелопатії, а глибоке розуміння механізмів алелопатичної взаємодії в ґрунтовому середовищі дозволяє знаходити екологічно виважені шляхи вирішення численних проблем у сучасному рослинництві та відкриває потенційні напрями застосування для сталого сільського господарства [20–21].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Алелопатичну активність ґрунту, відібраного з виробничих плантацій енергетичних культур, визначали методом біопроб [6]. Як тест-об'єкти використовували ячмінь посівний (*Hordeum sativum*) (яра форма) та сочевицю звичайну (*Lens culinaris*) (урожай 2023 року). Алелопатичні властивості виділень енергетичних культур вивчали за загальноприйнятою методикою (біотест за А.М. Гродзінським) [22; 23].

Проби ґрунту відбирали безпосередньо в зоні ризосфери енергетичних видів рослин (профіль 0–20 см) та на відстані 20 см від рослин (міжряддя) на дослідних насадженнях Західноукраїнського національного університету МОН, де вирощувалися культури впродовж 3 років.

Ґрунт, який використовували для проведення алелопатичних досліджень, мав наступні агрохімічні показники: рН 6,2, вміст гумусу 2,25%, вміст основних елементів живлення: N — 85 мг/кг, P — 101 мг/кг, K — 103 мг/кг ґрунту. Тип ґрунту — чорнозем опідзолений слабозмитий.

У посудину (горщик) циліндричної форми 11 см заввишки (чашку Петрі) поміщали наважку ґрунту (субстрату) — 500 г (50 г), і зволожували його до 70% дистильованою водою. Дослід проводили з використанням контрольного середовища — ґрунту ланного. Повторність — триразова. Горщики з тестовою культурою поміщали в бокс із налаштованими умовами освітлення (день — 16 год, 25000 лм/м²; ніч — 8 год) та температурою повітря (день — 20±2°C; ніч — 16±2°C). Після закінчення періоду росту (12 діб) визначали лінійні розміри тестових рослин, як на ризосферному ґрунті, так і на контролі.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Критерієм оцінювання алелопатичної активності ризосферного ґрунту були ріст коренів, листків і стебел тестових культур *Hordeum sativum* та *Lens culinaris*.

Дослідження показали, що біологічна активність ґрунту в зоні ризосфери насаджень енергетичних культур: верби лозової (енергетичної) (*Salix viminalis* L.), павловнії повстистої (*Paulownia tomentosa* Steud.), міскантусу (*Miscanthus giganteus*), вища, ніж на контролі. Результати впливу корневих виділень енергетичних культур на темпи росту *Hordeum sativum* наведені в табл. 1 та показані на фото 1.

Результати дослідження щодо встановлення впливу корневих виділень енергетичних

Таблиця 1

Вплив корневих виділень енергетичних культур на ріст проростків *Hordeum sativum*

Ґрунт (попередник)	Довжина кореня		Довжина стебла		Довжина листка	
	см	% до контр.	см	% до контр.	см	% до контр.
Листовий (контроль)	10,5	100	2,9	100	8,9	100
Верба лозова (енергетична) <i>Salix viminalis</i> L.	10,8	103	4,4	152	9,8	110
Міскант гігантський <i>Miscanthus × giganteus</i> Greef	13,0	124	3,7	128	10,8	121
Повлонія повстиста <i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	12,1	115	3,7	128	10,0	112
Тополя біла <i>Populus alba</i>	7,8	74	2,4	83	4,9	55
НІР _{0,5}	0,2		0,2		0,4	

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.



Фото. 1. Ріст та розвиток *Hordeum sativum* залежно від алелопатичної активності ґрунту

Джерело: фото авторів.

культур на ростові процеси вказують, що коліни *Salix viminalis*, *Miscanthus × giganteus* та *Paulownia tomentosa* стимулюють ростові процеси *Hordeum sativum*. Приріст корінців тест-об'єкта, що розвивався під впливом *Salix viminalis*, був на 3%, стебла — на 52% та листка — на 10% вищим порівняно з контролем. На ґрунті ризосфери *Miscanthus × giganteus* розміри корінця *Hordeum sativum* були більшими на 24%, стебла — на 28% та листка — на 21% відповідно. Аналогічний позитивний вплив на ріст мали й виділення *Paulownia tomentosa* порівняно з контролем. Відмічено і пригнічуючий вплив на розвиток проростків виділень *Populus alba*. Так, зокрема, розміри листків тест-об'єкта

були на 45% меншими порівняно з контролем, що, на нашу думку, свідчить про чутливість *Hordeum sativum* до фізіологічно активних речовин цієї енергетичної культури.

Узагальнені результати впливу корневих виділень досліджуваних енергетичних культур на ріст проростків *Lens culinaris* наведені в табл. 2 та показані на фото 2.

Під впливом виділень *Miscanthus × giganteus* відзначено суттєвий приріст корінців, стебла та листка *Lens culinaris* — на 15, 21 та 14% відповідно. Аналогічну стимулюючу дію мали і виділення *Paulownia tomentosa* та *Salix viminalis* на тест-об'єкт *Lens culinaris*. Реакція тестового об'єкта на алелопатичну активність

Таблиця 2

Вплив корневих виділень енергетичних культур на ріст проростків *Lens culinaris*

Ґрунт (попередник)	Довжина кореня		Довжина стебла		Довжина листка	
	см	% до контр.	см	% до контр.	см	% до контр.
Листовий (контроль)	3,9	100	4,3	100	0,7	100
Верба лозова (енергетична) <i>Salix viminalis</i> L.	4,3	110	4,6	107	0,7	100
Місқант гігантський <i>Miscanthus × giganteus</i> Greef	4,5	115	5,2	121	0,8	114
Повлонія повстиста <i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	4,4	113	4,4	102	0,7	100
Тополя біла <i>Populus alba</i>	2,9	74	3,0	70	0,6	86
НІР _{0,5}	0,2		0,2		0,4	

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

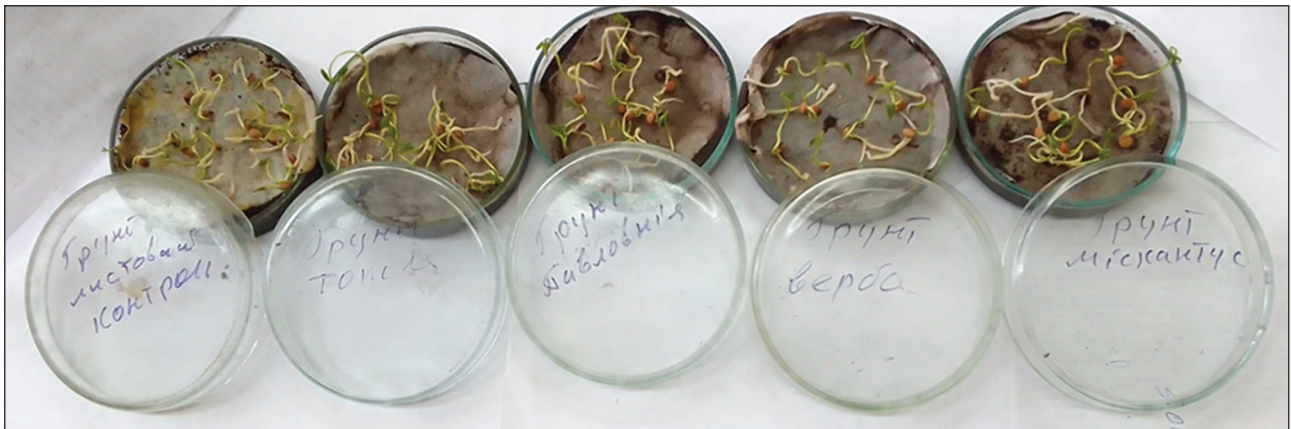


Фото. 2. Ріст проростків *Lens culinaris* залежно від алелопатичної активності ґрунту

Джерело: фото авторів.

ґрунту ризосфери *Populus alba* полягала в гальмуванні росту коренів, стебел та листя на 26, 30 та 14% відповідно.

ВИСНОВКИ

Ризосферний ґрунт у насадженнях енергетичних культур характеризується значною алелопатичною активністю, навіть у перші роки вегетації рослин. Результати біовимірів і вивчення розвитку проростків тест-об'єктів *Hordeum sativum* та *Lens culinaris* на ґрунті з ризосфери енергетичних культур вказують на стимулюючу дію виділень *Salix viminalis*, *Miscanthus giganteus* та *Paulownia tomentosa*. Разом з тим інгібуюча (пригнічуюча) дія виділень *Populus alba* на ріст проростків, на нашу думку, свідчить про те, що відібрані тест-об'єкти є чутливим до фізіологічно активних речовин цієї енергетичної культури. Зважаючи на значні відмінності між тестовими культурами (*Hordeum sativum* на-

лежить до *Monocotyledon* (*Monodicots*), а *Lens culinaris* — до *Dicotyledoneae* (*Dicotyledones*)) та прояв подібної реакції на виділення *Populus alba*, є підстави вважати виділення цього виду інгібіторами росту рослин, що потребує подальшого вивчення.

Отже, експериментально доведено, що для ґрунту ризосферної зони в насадженнях енергетичних культур *Salix viminalis*, *Populus alba*, *Paulownia tomentosa*, *Miscanthus giganteus* характерною ознакою є висока алелопатична активність, яка стимулює ріст проростків тестових об'єктів *Hordeum sativum* та *Lens culinaris*. Отримані результати свідчать про доцільність спільного вирощування та використання в сівозміні тестових культур із дослідженими енергетичними видами. Винятком є *Populus alba*, коліни якої діяли як інгібітори росту на проростки тест-об'єктів *Hordeum sativum* та *Lens culinaris*.

ЛІТЕРАТУРА

- Курило В.Л., Кулик М.І. Енергетичні культури для виробництва біопалива: довідник. Полтава: ПДАА, 2017. 74 с.
- Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. К.: Наукова думка, 1965. 198 с.
- Гродзинский А.М. Некоторые проблемы изучения аллелопатического взаимодействия растений. Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах: сборник научных трудов. К.: Наукова думка, 1977. С. 3–12.
- Гродзинский А.М. Проблема почвоутомления и аллелопатия. Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. 1974. Вып. 5. С. 3–9.
- Гродзинский А.М. Проблемы химического взаимодействия растений в искусственных фитоценозах. Роль токсинов растительного и микробного происхождения в аллелопатии: сборник научных трудов. К.: Наук. думка, 1983. С. 3–9.
- Гродзинський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. К.: Наук. думка, 1973. 206 с.
- Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление: избранные труды. К.: Наук. думка, 1991. 432 с.
- Юрчак Л.Д. Аллелопатия в агробиоценозах ароматичних рослин. К.: 2005. 250 с.
- Мороз П.А. Аллелопатия в плодовых садах. К.: Наукова думка, 1990. 208 с.
- Бойко П.І., Коваленко Н.П. Аллелопатична активність і екологічний стан ґрунту та посівів у сівозмінах. Аллелопатія та сучасна біологія: матеріали Міжнародної наукової конференції. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 34–39.
- Рахметов Д.Б., Горобец С.А., Рахметова С.А. Аллелопатическая роль новых культур в многолетних

- агрофітоценозах. *Алелопатія та сучасна біологія: матеріали Міжнародної наукової конференції*. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 111–119.
12. Scavo A., Pandino G., Restuccia A. et al. Allelopathy in durum wheat landraces as affected by genotype and plant part. *Plants*. 2022. № 11. P. 1021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11081021>.
 13. Kostina-Bednarz M., Plonka J., Barchanska H. Allelopathy as a source of bioherbicides challenges and prospects for sustainable agriculture. *Reviews in Environmental Science Bio/Technology*. 2023. Vol. 22. P. 471–504. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09656-1>.
 14. Shan Z., Zhou Sh., Shan A. et al. Plant Allelopathy in Response to Biotic and Abiotic Factor. *Agronomy*. 2023. № 13 (9). P. 2358. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13092358>.
 15. Khamare Y., Chen J., Marble S.C. Allelopathy and its application as a weed management tool: A review. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. P. 1034649. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1034649>.
 16. Verdeguer M., Sánchez-Moreiras A., Araniti F. Phytotoxic effects and mechanism of action of essential oils and terpenoids. *Plants*. 2020. № 9 (11). P. 1571. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9111571>.
 17. Giroto L., Franco A.C., Nunez C.V., Oliveira S.C., Scheffer de Souza M. C., Fachin-espina M.T., Ferreira C.S. Phytotoxicity and allelopathic potential of extracts from rhizomes and leaves of *Arundo donax*, an invasive grass in neotropical savannas. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2021. Vol. 49. № 3. P. 12440. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha49312440>.
 18. Xu Y., Chen X., Ding L., Kong C.-H. Allelopathy and Allelochemicals in Grasslands and Forests. *Forests*. 2023. № 14 (3). P. 562. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14030562>.
 19. Wang W., Jia T., Qi T., Li S., Degen A.A., Han J., Bai Y., Zhang T., Qi S., Huang M. Root exudates enhanced rhizobacteria complexity and microbial carbon metabolism of toxic plants. *iScience*. 2022. Vol. 25. Iss. 10. P. 105243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105243>.
 20. Wang N.Q., Kong C.H., Wang P., Meiners S.J. Root exudate signals in plant–plant interactions. *Plant, Cell & Environment*. 2021. № 44. P. 1044–1058. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.13892>.
 21. Chen Y., Bonkowski M., Shen Y., Griffiths B.S., Jiang Y., Wang X., & Sun B. Root ethylene mediates rhizosphere microbial community reconstruction when chemically detecting cyanide produced by neighbouring plants. *Microbiome*. 2020. 8 (1). № 4. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0775-6>.
 22. Гродзинский А.М., Костро Е.Ю., Шроль Т.С. и др. Прямые методы биотестирования почвы и продуктивность растений. Аллелопатия и продуктивность растений. К.: Наукова думка, 1990. С. 121–124.
 23. Гродзинский А.М., Головкин Э.А., Горобец С.А., и др. Экспериментальная аллелопатия. К.: Наукова думка, 1987. 226 с.

FEATURES OF THE ALLELOPATHIC ACTIVITY OF THE SOIL IN PLANTATIONS OF ENERGY CULTURES

Kornilova N.

Candidate of Agricultural Sciences

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: nina.kornilova.68@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1750-0973>

Moroz V.

Candidate of Agricultural Sciences

West Ukrainian National University of MES (Ternopil, Ukraine)

e-mail: vera_moroz@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1457-4641>

Pryvedeniuk N.

Candidate of Agricultural Sciences

Research Station of Medicinal Plants

of Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

(Berezotocha village, Lubny district, Poltava region, Ukraine)

e-mail: privedenyuk1983@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0748-8083>

Hlushchenko L.

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

Research Station of Medicinal Plants

of Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

(Berezotocha village, Lubny district, Poltava region, Ukraine)

e-mail: L256@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2329-5537>

The article notes that in modern conditions associated with energy problems, an important area of research is the search and testing of plants with significant energy potential. Currently, the list of common energy crops includes trees, shrubs and perennial herbaceous plants: energy Salix, Populus, Paulownia, as well as Miscanthus, Panicum virgatum and others. The influence of the excretion of these crops as a factor in the formation of allelopathic activity of the soil of the rhizosphere zone is a little-studied and debatable issue. At the same time, the establishment of the allelopathic impact of perennial energy crops is among such important tasks as the restoration of plantations and propagation of these plants, the creation of mixed plantations, the determination of the

conditions for the alternation of crops in agrocenoses, etc. The purpose of the study was to identify the influence of biological (allelopathic) activity of the soil in plantations of energy crops: willow (*Salix*), paulownia (*Paulownia*), poplar (*Populus*) and miscanthus (*Miscanthus*) on the growth processes of common agricultural crops of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and common lentils (*Lens culinaris* Medik.). The results of the experiments indicate that the root secretions of the studied energy crops form the allelopathic activity of the soil of the rhizosphere zone of plantations and have a significant impact on the growth processes of test crops. *Hordeum vulgare* and *Lens culinaris* do not react in the same way to secretions that were in the soil of the rhizosphere zone. The knees of the studied energy cultures had a noticeable stimulating effect on the growth of test objects, with the exception of *Populus alba*, which had an inhibitory effect. The obtained results indicate the feasibility of co-cultivation of *Hordeum sativum* and *Lens culinaris* with the studied energy crops and the use of these crops in the alternation and creation of mixed agrophytocenoses, and also indicate the prospects for further research. Particular attention should be paid to the study of *Populus alba* secretions, which had an inhibitory effect on test crops.

Keywords: *Salix viminalis*, *Paulownia tomentosa*, *Miscanthus giganteus*, *Populus alba*, soil of the rhizosphere, allelopathy, knees, test-objects.

REFERENCES

1. Kurylo, V.L., Kulyk, M.I. (2017). *Enerhetychni kultury dlia vyrobnytstva biopalyva: dovidnyk [Energy crops for biofuel production: guide]*. Poltava: PDAA [in Ukrainian].
2. Grodzinskii, A.M. (1965). *Allelopatiiia v zhizni rastenii i ikh soobshchestv [Allelopathy in the life of plants and their communities]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
3. Grodzinskii, A.M. (1977). *Nekotorye problemy izucheniia allelopaticeskogo vzaimodeistviia rastenii [Some problems in studying the allelopathic interaction of plants]*. *Vzaimodeistvie rastenii i mikroorganizmov v fitotsenozakh: sbornik nauchnykh trudov — Interaction of plants and microorganisms in phytocenoses: collection of scientific papers*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
4. Grodzinskii, A.M. (1974). *Problema pochvoutomleniia i allelopatiiia [The problem of soil fatigue and allelopathy]*. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy vzaimodeistviia rastenii v fitotsenozakh — Physiological and biochemical basis of plant interaction in phytocenoses*, 5, 3–9 [in Russian].
5. Grodzinskii, A.M. (1983). *Problemy khimicheskogo vzaimodeistviia rastenii v iskusstvennykh fitotsenozakh [Problems of chemical interaction of plants in artificial phytocenoses]*. *Rol toksinov rastitel'nogo i mikrobnogo proiskhozhdeniia v allelopatiiia: sbornik nauchnykh trudov — The role of toxins of plant and microbial origin in allelopathy: collection of scientific papers*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
6. Hrodzinskyi, A.M. (1973). *Osnovy khimichnoi vzaiemodii rosllyn [Basics of chemical interaction of plants]*. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
7. Grodzinskii, A.M. (1991). *Allelopatiiia rastenii i pochvoutomlenie izbrannye trudy [Plant allelopathy and soil fatigue: selected works]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
8. Yurchak, L.D. (2005). *Alelopatiiia v ahrobiotsenozakh aromatychnykh rosllyn [Allelopathy in agrobiocenoses of aromatic plants]*. Kyiv [in Ukrainian].
9. Moroz, P.A. (1990). *Allelopatiiia v plodovykh sadakh [Allelopathy in orchards]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
10. Boiko, P.I., Kovalenko, N.P. (2006). *Alelopatychna aktyvnist i ekolohichni stan ґрунту ta posiviv u sivozminakh [Allelopathic activity and ecological condition of soil and crops in crop rotations]*. *Alelopatiiia ta suchasna biolohiia: materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii — Allelopathy and modern biology: Proceedings of the International Scientific Conference* (p. 34–39). Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
11. Rakhmetov, D.B., Gorobets, S.A., Rakhmetova, S.A. (2006). *Allelopaticheskaia rol novykh kultur v mnogoletnikh agrophytocenozakh [Allelopathic role of new crops in perennial agrophytocenoses]*. *Alelopatiiia ta suchasna biolohiia: materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii — Allelopathy and modern biology: Proceedings of the International Scientific Conference* (p. 111–119). Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Russian].
12. Scavo, A., Pandino, G., Restuccia, A. et al. (2022). Allelopathy in durum wheat landraces as affected by genotype and plant part. *Plants*, 11, 1021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11081021> [in English].
13. Kostina-Bednarz, M., Plonka, J., & Barchanska, H. (2023). Allelopathy as a source of bioherbicides challenges and prospects for sustainable agriculture. *Reviews in Environmental Science Bio/Technology*, 22, 471–504. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09656-1> [in English].
14. Shan, Z., Zhou, Sh., Shan, A. et al. (2023). Plant Allelopathy in Response to Biotic and Abiotic Factor. *Agronomy*, 13 (9), 2358. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13092358> [in English].
15. Khamare, Y., Chen, J., & Marble, S.C. (2022). Allelopathy and its application as a weed management tool: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1034649. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1034649> [in English].
16. Verdeguer, M., Sánchez-Moreiras, A., & Araniti, F. (2020). Phytotoxic effects and mechanism of action of essential oils and terpenoids. *Plants*, 9 (11), 1571. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9111571> [in English].
17. Giroto, L., Franco, A.C., Nunez, C.V., Oliveira, S.C., Scheffer de Souza, M.C., Fachin-Espinar, M.T., & Ferreira, C.S. (2021). Phytotoxicity and allelopathic potential of extracts from rhizomes and leaves of *Arundo donax*, an invasive grass in neotropical savannas. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49 (3), 12440. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha49312440> [in English].
18. Xu, Y., Chen, X., Ding, L., & Kong, C.-H. (2023) Allelopathy and Allelochemicals in Grasslands and Forests. *Forests*, 14, 562. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14030562> [in English].

19. Wang, W., Jia, T., Qi, T., Li, S., Degen, A.A., Han, J., Bai, Y., Zhang, T., Qi, S., & Huang, M. (2022) Root exudates enhanced rhizobacteria complexity and microbial carbon metabolism of toxic plants. *iScience*, 25, 105243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105243> [in English].
20. Wang, N.Q., Kong, C.H., Wang, P., & Meiners, S.J. (2021). Root exudate signals in plant–plant interactions. *Plant, Cell & Environment*, 44, 1044–1058. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.13892> [in English].
21. Chen, Y., Bonkowski, M., Shen, Y., Griffiths, B. S., Jiang, Y., Wang, X., & Sun, B. (2020). Root ethylene mediates rhizosphere microbial community reconstruction when chemically detecting cyanide produced by neighbouring plants. *Microbiome*, 8 (1), 4. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0775-6> [in English].
22. Grodzinskii, A.M., Kostro, Ye.Yu., Shrol, T.S. et al. (1990). *Priamyie metody biotestirovaniia pochvy i produktivnost rastenii. Allelopatii i produktivnost rastenii [Direct methods of soil biotesting and plant productivity. Allelopathy and plant productivity]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
23. Grodzinskii, A.M., Golovko, E.A., Gorobets, S.A. et al. (1987). *Eksperimentalnaia alelopatiiia [Experimental allelopathy]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Корнілова Ніна Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: nina.kornilova.68@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1750-0973>)

Мороз Віра Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, Західноукраїнський національний університет МОН (вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, Україна, 46009; e-mail: vera_moroz@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1457-4641>)

Приведенюк Назар Валерійович, кандидат сільськогосподарських наук, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН (вул. Покровська, 16 А, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна, 37535; e-mail: privedenyuk1983@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0748-8083>)

Глуценко Людмила Анатоліївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН (вул. Покровська, 16 А, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна, 37535; e-mail: L256@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2329-5537>)

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

За два роки повномасштабної війни в Україні росія завдала збитків клімату на \$32 млрд. Згідно з результатами дослідження, за перші 12 місяців повномасштабне вторгнення росії в Україну призвело до викиду 120 млн тонн вуглецю. За 24 місяці великої війни викиди продовжили зростати та становлять 175 млн тонн вуглецю. Це перевищує річні викиди від високоіндустріальної країни, такої як Нідерланди. «Поки світ намагається скорочувати викиди вуглецю для уникнення кліматичної кризи, російська агресія призводить до значних додаткових обсягів викидів. Більше третини цих викидів відбуваються за межами кордонів України, підтверджуючи, що вплив війни росії на довкілля не знає кордонів», — говорить провідний автор звіту Леннард де Клерк.