

Т.М. БІЛЯНОВСЬКА<sup>1</sup>, М.М. СТОРЧАК<sup>1</sup>,  
Г.О. ІУТИНСЬКА<sup>2</sup>, О.Г. КИРИЛЬЧУК<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Науково-інженерний центр "АКСО" Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії  
НАН України, Україна, 02160 м. Київ, Харківське шосе, 50

<sup>2</sup> Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,  
Україна, 03627 м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154

## ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕАМОНІЙНИХ СОЛЕЙ НА НАЯВНІСТЬ АЛЕЛОПАТИЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК У ЛУЧНО-ЧОРНОЗЕМНОМУ ҐРУНТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГОРОХУ ЗА ҐРУНТОЗАХИСНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

*Наведено результати досліджень щодо наявності загального пулу алелопатично активних сполук у лучно-чорноземному ґрунті при використанні вуглеамонійних солей (ВАС) та аміачної селітри (аа) у системі удобрення гороху, який вирощували за ґрунтозахисною технологією. Відмічено перевагу ВАС порівняно з аа у створенні сприятливої біохімічної ситуації у ґрунті.*

Донедавна уявлення щодо алелопатичного значення корневих систем формувалося у відриві від еколого-еволюційних особливостей рослин, які значною мірою зумовлюють їх потенціал. Вищі рослини корневими виділеннями формують середовище свого існування, сприяють створенню особливої біологічної структури ґрунту, що є зоною вкорінення рослинних угруповань, а також накопичення фізіологічно активних речовин як рослинного, так і мікробіального походження.

Коренева система вищих рослин – основне джерело алелопатично активних речовин. Кореневі виділення впро-

довж усього вегетаційного періоду збагачують ґрунт фізіологічно активними речовинами і мають першочергове значення в донорно-акцепторній взаємодії між рослинами, а також між рослинами і мікроорганізмами [3, 5, 15, 20, 32, 33].

За даними М.А. Красильникова [21], А. Rovira [34], у корневих виділеннях рослин крім вуглекислоти і неорганічних сполук були ідентифіковані амінокислоти (аспарагін, пролін, лейцин, валін, гістидин, лізин, гліцин, тирозин, треонін, глютамінова та аспарагінова кислоти, аланін, триптофан, фенілаланін); цукри (глюкоза, фруктоза, мальтоза, галактоза, ксилоза, рамноза); органічні кислоти (яблучна, щавелева, оцтова, пропіонова, фумарова, лимонна); вітаміни групи В, ферменти (каталаза,

© Т.М. БІЛЯНОВСЬКА, М.М. СТОРЧАК, Г.О. ІУТИНСЬКА,  
О.Г. КИРИЛЬЧУК, 2003



амілаза, інвертаза, протеаза, ліпаза, целюлаза); фізіологічно активні речовини (ауксин, біотин); фенольні сполуки.

На думку А.М. Гродзинського [16], найважливішу роль в аелопатії вищих рослин і мікроорганізмів відіграють природні фенольні сполуки. Вони постійно присутні у ґрунті у вільному стані: легко адсорбуються ґрунтовими міцелами і так само легко вивільнюються у ґрунтовий розчин. Вільні фенольні сполуки доступні для мікробіологічної трансформації з одного боку і для поглинання вищими рослинами — з другого.

За даними W. Flaig із співробітниками та вітчизняних вчених, основним джерелом надходження у ґрунт фенольних сполук є лігнін і дубильні речовини, останні залишаються у ґрунті тривалий час і в біотермічному відношенні є найстійкішими до деструкції. Встановлено, що при розкладанні лігніну у ґрунті утворюється багато речовин, які уповільнюють процеси росту та розвитку рослин, а також надходження до них поживних елементів [26, 31].

Відомо, що фізіологічно активні речовини, що вилуговуються ґрунтовим розчином з рослинних решток, та фітотоксичні сполуки, які часто утворюються внаслідок життєдіяльності мікробних популяцій, суттєво знижують урожайність культурних рослин [2, 12, 24, 27, 28]. В основі олігодинамічної дії післяжнивних кореневих решток на мікробіоценоз ґрунту та продуктивність рослин лежить наявність у складі продуктів деструкції рослинних решток фенольних сполук, серед яких більшість становлять фенолкарбонові кислоти. Відмічено, що останні та їх похідні в процесі гумусоутворення полімеризуються, але, перебуваючи в моно- та олігомерних формах, вони мають високу фізіологічну активність.

Результати численних досліджень дали можливість А. М. Гродзинському, Е.А. Головки та ін. [14, 17, 22, 23] дійти висновків про те, що фенольні сполуки, насамперед фенолкарбонові кислоти, є показником аелопатичної напруги у ґрунтах агрофітоценозів у рослинництві, переважно через суттєвий вплив на культурні рослини заораної соломи та інших рослинних решток. Застосування згаданих органічних меліорантів зумовлювалося використанням мульчування як обов'язкового агротехнічного прийому ХХ століття після "пилових" завірюх 30-х років, воно сприяє припиненню процесів водно-вітрової ерозії ґрунтів. При використанні соломи вчені спостерігали численні випадки зниження врожаїв сільськогосподарських рослин [13, 25].

На сучасному етапі у практиці ґрунтозахисного землеробства України з метою відтворення родючості ґрунтів, припинення ерозійних процесів використовують гній та солому, які поліпшують структуру орного шару та його поживний, тепловий, водний і повітряний режими, а також збагачують його агрономічно цінною гетеротрофною мікрофлорою.

За хімічним складом солома зернових сільськогосподарських рослин характеризується досить великим вмістом безазотистих речовин (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін) і низьким — азоту та мінеральних сполук.

Відношення вуглецю до азоту (C:N) у соломі (70–80) має неабиякий вплив на її розкладання у ґрунті. Солома забезпечує целюлозоруйнуючі мікроорганізми ґрунту легкодоступним джерелом вуглецю, однак мікрофлора є надзвичайно вимогливою і до наявності азоту в поживному середовищі, котрого в соломі обмаль. Якщо ж і у ґрунті азоту мало,

то уповільнюється процес розкладу соломи, що нерідко призводить до накопичення токсичних сполук, які сприяють "грунтовымі" та зниженню врожаїв культурних рослин [25, 30]. Тому додаткове внесення азотних добрив у ґрунт є обов'язковим та ефективним агротехнічним заходом у ґрунтозахисному землеробстві при використанні соломи як мульчі чи органічного добрива і називається азоткомпенсацією.

В останнє десятиліття ХХ ст. спільними дослідженнями співробітників НІЦ "АКСО" НАН України, Національного аграрного університету, Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного та ряду інших установ встановлено певні переваги застосування вуглеамонійних солей (ВАС) порівняно з аміачною селітрою та сечовиною при вирощуванні багатьох рослин [1, 7, 9, 19].

Основні переваги ВАС:

- широкий спектр застосування (рослинництво, лісорозведення, кормовиробництво);
- екологічна безпечність (не забруднюють довкілля і продукцію нітратами);
- збільшують урожайність провідних сільськогосподарських культур і покращують якісні показники врожаїв;
- сприяють розвитку агрономічно цінної мікрофлори ґрунту;
- гальмують нітрифікаційні процеси у ґрунті;
- стабілізують запаси гумусу в чорноземних ґрунтах і підтримують у них процеси саморегуляції та відтворення родючості;
- мають низьку енергоємність (витрати енергоресурсів на виробництво ВАС у 4–5 разів менші, ніж для аміачної селітри чи карбаміду).

Враховуючи ці переваги, ми припустили, що ВАС як екологічно безпечний агрохімікат доцільно використовувати разом з органічними добривами (гній, солома, торф, сидерати, сапропель, грубостебельні рослинні рештки) у ґрунтозахисному землеробстві з метою припинення ерозійних процесів та прискорення процесу гумусоутворення, відтворення потенційної та ефективної родючості ґрунту шляхом відновлення його структури, стабілізації вмісту гумусу, поліпшення поживного, водного, теплового, повітряного режимів та формування агрономічно цінного мікробного ценозу.

З метою перевірки нашої робочої гіпотези щодо перспективності використання ВАС у ґрунтозахисному землеробстві як окремо, так і разом з органічними меліорантами (гній, солома) у 1995 р. на базі кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів Національного аграрного університету України під керівництвом професора М.К. Шикучи в ПСП "Сокільча" Попільнянського району Житомирської області на лучно-чорноземному ґрунті були закладені досліди з вивчення впливу ВАС на потенційну й ефективну родючість ґрунту та екологічний стан, наявність фізіологічно активних водорозчинних сполук при використанні добрива в ротації аделопатично активних рослин цукрових буряків, гороху, озимої пшениці, ячменю.

Протягом 1996–2000 років вивчали дію ВАС на наявність загального пулу аделопатично активних речовин у ґрунті при застосуванні як мінеральної, так і органо-мінеральної системи удобрення. Як еталонне мінеральне азотне добриво використовували аміачну селітру. Схема дослідів наведена на рис. 1–4.

У перший рік дослідження проводили двома способами обробітку ґрунту. Було





встановлено перевагу використання ВАС для отримання сприятливішої біохімічної ситуації у ґрунті для цукрових буряків порівняно із застосуванням аміачної селітри [6]. Відмічено доцільність мілкої плоскорізного обробітку ґрунту щодо позитивної дії на рослини загального пулу фізіологічно активних водорозчинних сполук лучно-чорноземного ґрунту з ризосфери цукрових буряків [6].

У 1997–1998 роки дослідження проводили тільки на мілкому плоскорізному обробітку ґрунту. Зразки відбирали з орного шару 0–30 см із ризосфери гороху та озимої пшениці.

Фітотоксичність ґрунту визначали за А.М. Гродзинським та ін. [18] у модельних лабораторних дослідах в умовах Науково-інженерного центру "АКСО" ІБОНХ НАН України.

Згідно з даними, які подано на рис. 1–3, впродовж трьох місяців вегетації гороху в усіх варіантах досліду фітотоксичність не виявлено. Навпаки, по відношенню

до показника абсолютного контролю (на воді) фізіологічно активні сполуки лучно-чорноземного ґрунту мали стимулюючу дію на приріст коренів паростків крес-салату (тест-об'єкт). Найбільшу увагу привертає до себе варіант, в якому горох удобрювали ВАС разом із фосфорними та калійними добривами. Так, у травні (рис. 1) третій варіант за позитивною фізіологічною дією аеллопатично активних сполук ґрунту на паростки тест-об'єкта поступався лише першому варіанту, а у червні (рис. 2) у третьому варіанті біохімічна ситуація в ґрунті була найкращою. Так, порівняно з абсолютним контролем (дистильована вода), приріст коренів паростків крес-салату під дією фізіологічно активних сполук ґрунту у третьому варіанті був майже у три рази більший.

Порівняння фізіологічної дії аеллопатично активних сполук лучно-чорноземного ґрунту на приріст коренів крес-салату варіантів 3 і 4 свідчить про те, що в трав-

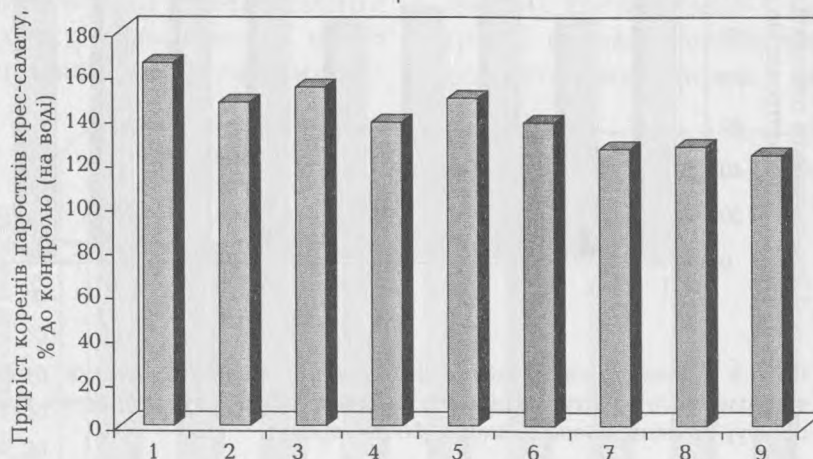


Рис 1. Вплив водорозчинних фізіологічно активних сполук лучно-чорноземного ґрунту на приріст коренів тест-об'єкта (паростки крес-салату) (травень, цвітіння гороху).

Тут и на рис. 2–4 варіанти: 1 – без добрив; 2 –  $P_{60}K_{60}$ ; 3 –  $N_{90}$  ВАС  $P_{60}K_{60}$ ; 4 –  $N_{90}$  аа  $P_{60}K_{60}$ ; 5 – гній (12 т/га); 6 –  $N_{90}$  ВАС  $P_{60}K_{60}$  + гній (12 т/га); 7 –  $N_{90}$  аа  $P_{60}K_{60}$  + гній (12 т/га); 8 –  $N_{90}$  ВАС  $P_{60}K_{60}$  + гній (12 т/га) + солома (2,5 т/га); 9 –  $N_{90}$  аа  $P_{60}K_{60}$  + гній (12 т/га) + солома (2,5 т/га)

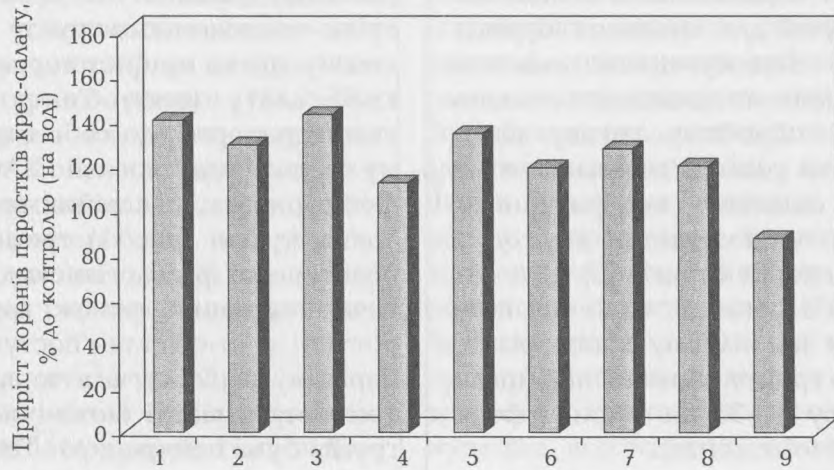


Рис. 2. Вплив водорозчинних фізіологічно активних сполук лучно-чорноземного ґрунту на приріст коренів тест-об'єкта (паростки крес-салату) (червень, визрівання бобів гороху)

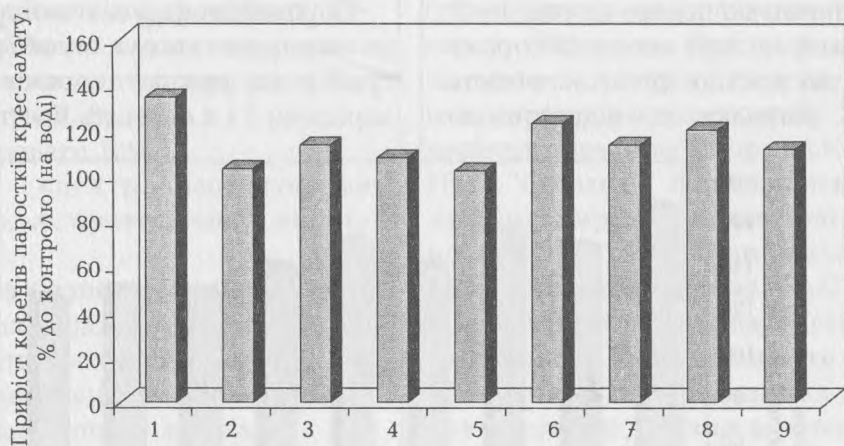


Рис. 3. Вплив водорозчинних фізіологічно активних сполук лучно-чорноземного ґрунту на приріст коренів тест-об'єкта (паростки крес-салату) (липень, повна стиглість бобів гороху)

ні та червні ВАС сприяли створенню набагато кращої біохімічної ситуації у ґрунті, ніж аміачна селітра (рис. 1, 2). Так, під впливом фізіологічно активних сполук лучно-чорноземного ґрунту, приріст коренів крес-салату в травні (рис. 1) був більшим на 16%, у червні (рис. 2) – на 36%

порівняно з відповідним показником варіанта з використанням амонію азотнокислого. Привертають також до себе увагу восьмий та дев'ятий варіанти, де використовували мінеральні добрива разом із органічними (гній, солома). Так, при застосуванні у 8 і 9 варіантах різних

форм азотних мінеральних добрив, найкращі результати щодо приросту коренів паростків крес-салату під впливом фізіологічно активних сполук ґрунту отримали у варіанті з використанням ВАС. У червні (рис. 2) приріст коренів рослин тест-об'єкта у восьмому варіанті був на 38% більшим порівняно з відповідним показником варіанта 9, де використовували еквівалентну дозу азоту аміачної селітри.

У липні (рис. 3) найбільший стимулюючий ефект на приріст коренів паростків крес-салату мали фізіологічно активні речовини ґрунту, відібраного з шостого варіанта ( $N_{90}BAC P_{60}K_{60}$  + гній (12 т/га)). Відмічено більший приріст коренів крес-салату під впливом фізіологічно активних сполук ґрунту варіантів 3, 6, 8, де горох удобрювали як окремо мінеральними, так і поєднанням мінеральних і органічних добрив (мінеральний азот ВАС) порівняно з відповідними показниками еквівалентних варіантів 4, 7, 9, де використовували аміачну селітру.

На нашу думку, стимулюючий ефект фізіологічно активних водорозчинних спо-

лук із ризосферного ґрунту гороху зумовлюється високою біологічною активністю ґрунту, оскільки встановлено, що представники родини бобових, у тому числі горох, виділяють через кореневу систему найбільшу кількість амінного азоту (амінокислоти) [8, 29]. Відомо, що амінокислоти мають здатність впливати на всі системи життєзабезпечення рослин: стимулювати розвиток надземних органів (аланін, гліцин), підсилювати розгалуження кореневої системи (аспарагінова та глутамінова кислоти), діють як ендогенні регулятори росту (триптофан, цистин, пролін). Деякі з амінокислот використовуються також мікроорганізмами для синтезу гормонів і ферментів, інші є енергетичним матеріалом [4]. Це свідчить про важливу роль амінного азоту бобових у формуванні ризосферної агрономічно цінної мікрофлори.

У вересні, через півтора місяця після збирання врожаю гороху, в усіх варіантах дослідження відмічено фітотоксичність ґрунту (рис. 4). Це пов'язано з накопиченням у ґрунті високої концентрації фізіологічно активних сполук, які утворилися

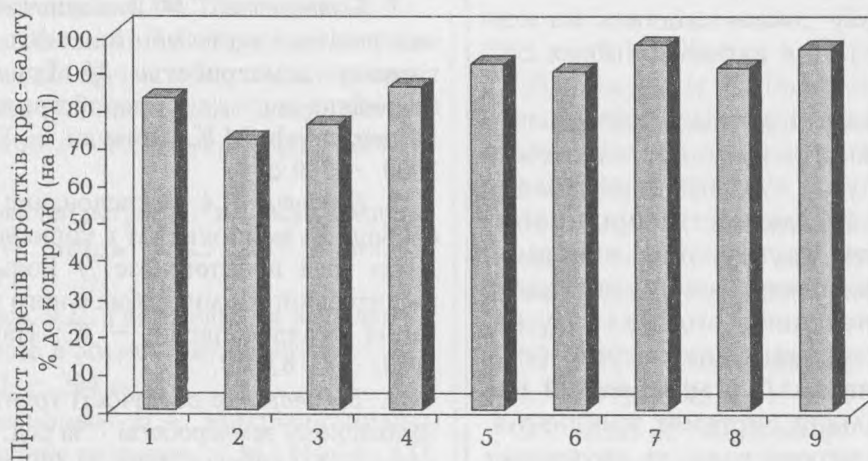


Рис. 4. Вплив водорозчинних фізіологічно активних сполук лучно-чорноземного ґрунту на приріст коренів тест-об'єкта (паростки крес-салату) (вересень, після збору врожаю гороху)



внаслідок трансформації целюлозоруйнівними мікроорганізмами рослинних післяжнивних решток гороху, багатих на протеїн та клітковину. Крім того, гідротермічні умови, що склалися у ґрунті із середини серпня і переважали у першій декаді вересня, сприяли анаеробному розкладу рослинних решток. Відомо, що в результаті життєдіяльності мікроорганізмів (анаеробних целюлозоруйнівних бактерій та грибів) за анаеробних умов та перезволоження ґрунту має місце накопичення значної кількості органічних кислот, а саме: оцтової, мурашиної, молочної, винної, піровиноградної, бурштинової, а також наявності спиртів — пропилового, метилового, етилового та інших [4, 11]. Але необхідно зазначити, що через місяць (перша декада жовтня) на дослідних ділянках була висіяна озима пшениця, яка росла та розвивалася цілком задовільно на всіх ділянках досліду, що доводить відсутність інгібуючих концентрацій алелопатично активних сполук.

Аналіз отриманих даних щодо врожайності гороху також свідчить на користь використання вуглеамонійних солей [10].

Отже, проведені дослідження на наявність загального пулу алелопатично активних сполук у лучно-чорноземному ґрунті (щодо їх здатності спричиняти фітотоксичність ґрунту при використанні вуглеамонійних солей) показали відсутність фітотоксичного пресингу на ґрунт при застосуванні екологічно безпечного добрива ВАС у мінеральній і в органо-мінеральній системах удобрення гороху, який вирощували за ґрунтозахисною технологією. Встановлено також перевагу ВАС щодо біохімічної ситуації у ґрунті порівняно з аміачною селітрою за різних систем удобрення гороху.

1. Аммонийно-карбонатные соединения и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве. Сб. науч. тр. / Под ред. В.П. Кухаря. — К.: Наук. думка, 1995. — 236 с.

2. Берестецкий О.А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль // Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. — Л., 1978. — С. 7–30.

3. Берестецкий О.А. Роль культурных растений в формировании микробных сообществ почв: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 1982. — 48 с.

4. Берестецкий О.Л., Возняковская Ю.М., Доросинский Л.М. и др. Биологические основы плодородия почв. — М.: Колос, 1984. — 287 с.

5. Биляновская Т.М. Аллелопатическое взаимодействие овощных культур витаминного комплекса через среду корнеобитания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Минск, 1992. — 16 с.

6. Біляновська Т.М. Вплив вуглеамонійних солей на утворення алелопатично активних агентів у лучно-чорноземному ґрунті при вирощуванні цукрових буряків за ґрунтозахисною технологією // Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. — К.: Оранта, 1998. — С. 431–444.

7. Біляновська Т.М. Використання змішаних посівів і вуглеамонійних солей у біологічному землеробстві // Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. проф. М.К. Шикуди. — К.: Оранта, 2000. — 389 с.

8. Будкевич Т.А. Исследование динамики свободных аминокислот в корневых метаболитах трав в онтогенезе // Роль токсинов растительного и микробиального происхождения в аллелопатии. — К.: Наук. думка, 1983. — С. 42–47.

9. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / За ред. М.К. Шикуди. — К.: Оранта, 1998. — 680 с.

10. Воробей І.І., Макарчук О.Л., Біляновська Т.М. та ін. Вплив вуглеамонійних солей на урожайність культур у ґрунтозахисному землеробстві // Відтворення родючості





грунтів у ґрунтозахисному землеробстві. — К.: Оранта, 1998. — С. 444–447.

11. *Гринева Г.М.* Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода. — М.: Наука, 1975. — 279 с.

12. *Головко Э.А.* Микроорганизмы в аллелопатии высших растений. — К.: Наук. думка, 1984. — 200 с.

13. *Головко Э.А.* Академик А.М. Гродзинский и приоритетность аллелопатии растений // Материалы Всесоюз. совещ. "Агрофитоценозы и экологические пути их стабильности и продуктивности". — Ижевск, 1991. — С. 96–98.

14. *Горобец С.А., Головко Э.А., Гриб Н.И.* Влияние бессменного выращивания растений на биохимические процессы в почве // Аллелопатия и продуктивность растений. Сб. науч. тр. — Харьков, 1988. — С. 47–60.

15. *Гродзинский А.М.* Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. — К.: Наук. думка, 1965. — 200 с.

16. *Гродзинский А.М.* Аллелопатия растений и почвоутомление: Избр. труды. — К.: Наук. думка, 1991. — 432 с.

17. *Гродзинский А.М., Богдан Г.П., Головко Э.А. и др.* Аллелопатическое почвоутомление. — К.: Наук. думка, 1979. — 248 с.

18. *Гродзинский А.М., Кострома Е.Ю., Шроль Т.С., Хохлова И.Г.* Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов // Аллелопатия и продуктивность растений. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121–124.

19. *Елементи регуляції в рослинництві: Збірник наук. праць.* — К.: ВВП "Компас", 1998. — 360 с.

20. *Иванов В.П.* Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов. — М.: Наука, 1973. — 294 с.

21. *Красильников Н.А.* Микроорганизмы почвы и высшие растения. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 462 с.

22. *Крупа Л.И., Дзюбенко Н.Н.* К вопросу о накоплении фенолкарбоновых кислот в почве под озимой пшеницей // Аллелопатия

в естественных и искусственных фитоценозах. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 37–42.

23. *Крупа Л.И., Фигурская А.А.* Фенольные соединения в почве под зерновыми культурами // Аллелопатия и продуктивность растений. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 46–50.

24. *Крупа Л.И., Фигурская А.А.* Растительные остатки — источник аллелопатических веществ // Круговорот аллелопатически активных веществ в биогеоценозах. — К.: Наук. думка, 1992. — С. 66–73.

25. *Райс Э.* Аллелопатия. — М.: Мир, 1978. — 356 с.

26. *Сердюк Л.С.* Роль органических веществ в растениеводстве // Роль аллелопатии в растениеводстве. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 155–159.

27. *Стефанский К.С.* Нейтрализация ингибиторов роста растений // Сельскохозяй. биол., 1986. — № 6. — С. 111–116.

28. *Стефанский К.С.* Аллелопатическая роль органических кислот в почве // Методологические проблемы аллелопатии. — К.: Наук. думка, 1989. — С. 52–58.

29. *Стефанский К.С.* Определение аллелопатической активности аминокислот // Круговорот аллелопатически активных веществ в биогеоценозах. — К.: Наук. думка, 1992. — С. 147–154.

30. *Шикула М.К., Назаренко Г.В.* Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. — М.: Агропромиздат, 1990. — 320 с.

31. *Flaig W., Beuwfelpasher H., Reitz E.* Chemical composition and physical properties of humic substances // Soil components. — N 2: springar. — 1975. — 1. — P. 1–121.

32. *Rice E.* Allelopathy-an update // Bot. Rev. — 1979. — 45, N 1. — P. 15–109.

33. *Rice E.* Allelopathy. Second Ed. — London, Acad. press., 1984. — 422 p.

34. *Rovira A.D.* Plant root excretions relation to the rhizosphere effect. 1. The nature of root exudat from oats and peas // Plant and Soil, 1956. — 7, N 2. — P. 178–194.



