

УДК 581.524:632.88:631.874.2:633.11

Г. М. Господаренко

д. с.-г. наук

О. Л. Лисянський

аспірант*

Уманський національний університет садівництва

АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР НА ПШЕНИЦЮ ОЗИМУ

В умовах модельного дослідження встановлено методом прямого біотестування вплив алелопатично активних речовин з буркуну білого, гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки на пшеницю озиму. Вказано, що на енергію проростання насіння озимини водні витяжки сидеральних культур мали пригнічуваний ефект. Енергія проростання на фоні витяжок з буркуну білого була в 6 разів нижчою, ніж у варіанті з дистильованою водою. Схожість пшениці озимої у контрольному варіанті склала 91,9 % і майже такою ж залишалася на фоні водних витяжок з гречки (91,6 %). Екстракти з редьки олійної та гірчиці білої зумовили збільшення схожості до 95,0 %, в той час як буркун білий та вика яра знизили цей показник, відповідно, до 81,7 і 85,0 %. Водні витяжки з біомаси гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки стимулювали ріст й розвиток проростків пшениці озимої, з буркуну білого – проявляли алелопатичне пригнічення.

Ключові слова: алелопатія, сидерати, енергія проростання, схожість, пшениця озима, добрива.

Постановка проблеми

На польову схожість і пов'язану з нею густоту рослин, окрім рівня зволоження, щільності, поживного режиму ґрунту й погодних умов обов'язково впливають рослинні рештки попередників та їх виділення – алелопатичний режим ґрунту [6]. Вважається [8], що при визначенні предмета та обсягу алелопатії як біологічної проблеми вчені все більше схиляються до думки, що алелопатію слід розглядати як колообіг фізіологічно активних речовин у біогеоценозі. У цьому розумінні алелопатія тісно зближується з проблемою загального колообігу органічних речовин. Звідси стає очевидною величезна екологічна роль алелопатії, яка відноситься до потужних природних чинників, що роблять сильний вплив на ріст, продуктивність, довговічність, видовий склад природних і культурних ценозів рослин.

Сучасна система ведення сільського господарства з використанням монодомінантних агроценозів сприяє руйнації природних зв'язків, збідненню біорізноманіття, зниженню стійкості культур до несприятливих екологічних умов. Для конструювання стійких і високопродуктивних агрофітоценозів необхідні фундаментальні наукові дослідження, спрямовані на пізнання механізмів алелопатичної взаємодії прижиттєвих виділень рослин і післядії продуктів їх деструкції, які впливають на подальші культури сівозміни [24].

© Г. М. Господаренко, О. Л. Лисянський

*Науковий керівник – д. с.-г. наук Г. М. Господаренко

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Алелопатично активні речовини – коліни, які продукуються рослинами, виконують функцію екологічних хеморегуляторів і відносяться до важливих чинників середовища, що визначають структуру, динаміку та продуктивність рослинних угруповань [22]. Цей біохімічний феномен може серйозно впливати на проростання насіння та затримати розвиток подальших культур. Водночас, алелопатія може мати й позитивний ефект для певних культур, які, виділяючи біохімічні сполуки, здатні пригнічувати розвиток бур'янів і не шкодити при цьому культурним рослинам. У такому випадку алелопатія вважається прямою – з одної культури на іншу [16].

Так, наприклад, у лабораторних умовах встановлено, що водні витяжки з рослинних решток ячменю, пшениці озимої, гороху, кукурудзи на зерно, соняшника і ріпаку ярого сприяли підвищенню енергії проростання насіння ріпаку ярого, прискорюючи його початковий розвиток, а гальмували ростові процеси й були токсичними водні витяжки з гички буряку цукрового [11]. Лабораторна схожість насіння льону під дією водних витяжок з рослинних решток сої, кукурудзи і гороху збільшувалася, а з льону і, особливо, буряку цукрового помітно знижували цей показник і гальмували початковий ріст проростків льону [15].

Алелопатична активність змінюється у процесі онтогенезу і під впливом зовнішніх чинників. Так, зелені листки містять досить багато фізіологічно активних речовин, кількість яких з віком рослин збільшується, а після відмирання – зменшується [9]. Встановлено, що різні органи містять неоднакову кількість гальмуючих речовин [9, 11]. За даними Л. Д. Юрчак [23], найбільше колінів зосереджено в листках і генеративних органах, у коренях їх в 1,6–9 разів менше, а найвища активність рослин – у фазі цвітіння.

Відомо, що вирощування та заробляння сидератів через алелопатичний механізм зменшує рівень забур'яненості посівів [1–3, 7, 9, 13, 14, 20], пригнічує шкідливі організми [2, 10, 12, 17, 18, 21] й хвороби [10, 17, 26].

При широкій дослідженості алелопатичного впливу сидератів на сегетальну рослинність і шкідливі організми, ще недостатньо вивченим є питання їх впливу на сходи та початковий ріст основних сільськогосподарських культур польової сівозміни, що і зумовило актуальність наших досліджень.

Мета, завдання та методика дослідження

Метою досліджень було вивчити алелопатичний вплив різних культур сидерального пару на пшеницю озиму.

Польові дослідження проводили в умовах дослідного поля Уманського національного університету садівництва на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому на лесі. Ґрунт дослідних ділянок мав такі агрохімічні показники: вміст гумусу за ДСТУ 4289–2004 – підвищений, вміст азоту

лужногідролізованих сполук за методом Корнфілда – низький, рухомих сполук фосфору та калію за модифікованим методом Чирикова ДСТУ 4115–2002 – підвищений, реакція ґрунтового розчину (ДСТУ ISO 10390:2007) – слабокисла. Посівна площа дослідної ділянки – 36 м², облікова – 25 м². Розміщення ділянок послідовне, повторність досліду – триразова.

Для сидерації використовували буркун білий сорту Донецький однорічний з нормою висіву насіння 20 кг/га, гірчицю білу Ослава – 20, редьку олійну Журавка – 20, вику яру Єлизавета – 150 та гречку Антарія – 150 кг/га за таких варіантів удобрення: без добрив – контроль; N₄₀; P₄₀K₄₀; N₄₀K₄₀; N₄₀P₄₀; N₄₀P₄₀K₄₀; N₈₀P₄₀K₄₀. Під пшеницю озиму норма внесення мінеральних добрив, з врахуванням кількості їх внесення під сидеральний пар, становила N₈₀P₆₀K₆₀. Отже, всі варіанти були вирівняні за кількістю внесених з мінеральними добривами елементів живлення. Технологія вирощування пшениці озимої була загальноприйнятою для Правобережного Лісостепу України.

Для вивчення алелопатичної дії сидератів проведено вегетаційний дослід з вирощеними сидеральними культурами у досліді. В якості тест-об'єкта було взято насіння пшениці озимої сорту Місія Одеська.

Алелопатичну активність водних екстрактів біомаси сидератів визначали прямим біотестуванням за методикою А. М. Гродзінського [8]. Екстрагування проводили впродовж 24 годин за температури 20 °С. Щоб відтворити умови, які складаються у полі при скошуванні культур на зелене добриво, перед зароблянням їх у ґрунт екстрагований матеріал подрібнювали до 5–8 см. Дослід проводили в лабораторних умовах згідно з ДСТУ 4138 : 2002. Сидеральні рослини відбирали у фазі їх цвітіння. Досліджували вплив водних екстрактів біомаси на схожість, енергію проростання, довжину і кількість корінців та довжину і масу проростків пшениці озимої. Співвідношення решток до

дистильованої води – 1 : 100. Вибір такого співвідношення, за рекомендацією

А. М. Гродзінського [8], зумовлений тим, що свіжі рослини можуть містити дуже багато екстрактивних речовин і повністю гальмувати ріст біотестів, що не дає змоги виявити їх відносну алелопатичну активність. Дослід закладали у 10-ти разовій повторності. Математичну та статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Exel 2013» та «Agrostat».

Результати досліджень

Вченими становлено різносторонню дію водних витяжок залежно від розведень та тест-культури. Так, алелопатична активність водних витяжок з насіння люпину за розведення 1 : 10 виявляє достовірно гальмівний характер

порівняно з ростом корінців гречки на дистильованій воді. За розведення витяжок (1 : 100) спостерігається стимулюючий вплив на ріст корінців біотесту [19]. За даними О. М. Шевчука та І. В. Агурової [22] схожість та енергія проростання насіння пирію знижується під дією водних екстрактів розторопши плямистої у концентраціях 1 : 1 і 1 : 100 на 15 %, у люцерни посівної – на 30 %. Водні ж екстракти у концентрації 1 : 10 майже не впливають на схожість та енергію проростання насіння цих видів.

Наші дослідження з вивчення впливу водних екстрактів біомаси сидеральних культур у концентрації 1 : 100 на схожість, енергію проростання, довжину і кількість корінців та довжину і масу проростків пшениці озимої показали як позитивний, так і негативний алелопатичний ефект (див. табл.).

Таблиця Алелопатична дія водних екстрактів з фітомаси сидератів (1 : 100) на схожість насіння та розвиток проростків пшениці озимої (вегетаційний дослід)

Варіанти дослідів	Енергія проростання, %	Схожість, %	Корінці		Проросток	
			кількість, шт.	довжина, мм	довжина, мм	сира маса, г
Дистильована вода (контроль)	90,3	91,9	3,8	97,2	82,8	0,85
Буркун білий	15,6	81,7	1,7	15,5	24,7	0,33
Гірчиця біла	84,3	95,0	3,7	99,3	92,9	0,99
Редька олійна	78,1	95,0	3,9	108,0	90,5	1,11
Вика яра	80,1	85,0	3,9	110,6	89,7	1,03
Гречка	81,2	91,6	4,0	113,6	95,9	1,05
НІР ₀₉₉	8,4	12,5	0,5	13,8	12,1	0,2

Примітка. Для буркуну білого – довжина клеоптиля.

Як видно з даних табл., на енергію проростання водні витяжки з досліджуваних сидеральних культур чинили пригнічуваний ефект. Так, у варіанті з дистильованою водою енергія проростання склала 90,3 %, а водні витяжки з редьки олійної, вики ярої та гречки зумовили достовірний пригнічуваний ефект – 78,1–81,2 % (за НІР₀₉₉ – 8,4). Енергія проростання на фоні витяжок з буркуну білого була в 6 разів нижча, ніж у контрольному варіанті.

Схожість пшениці озимої у контрольному варіанті з дистильованою водою склала 91,9 %, і майже такою вона залишалася на фоні водної витяжки з гречки – 91,6 %. Екстракти з редьки олійної та гірчиці білої зумовили збільшення схожості до 95,0 %, в той час як буркун білий та вика яра знижували цей показник, відповідно, до 81,7 і 85,0 %.

Досліджувані сидеральні культури, за винятком буркуну білого, виявили позитивний алелопатичний вплив на кількість корінців та їх довжину. За варіанту екстрактів з гірчиці білої кількість корінців складала 3,7 шт., довжина – 99,3 мм, на фоні дистильованої води, відповідно, 3,8 шт. та 97,2 мм. Водні

витажки з редьки олійної, вики ярої та гречки сприяли утворенню 3,9–4,0 шт. корінців, за їхньої довжини 108,0–113,6 мм. При цьому, достовірної різниці у показниках кількості корінців не виявлено, а за довжиною корінців істотна різниця спостерігалася лише у варіанті водної витажки з гречки. Екстраговані коліни з буркуну білого знижували кількість корінців у 1,9 раза, довжину корінців – у 6,3 раза порівняно із дистильованою водою.

У досліді спостерігалася стимуляція росту проростків пшениці озимої за дії водних витажок з гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки. Істотна різниця збільшення довжини проростка відмічена при виділенні колінів з гречки на 13,1 мм проти контролю (при НІР₀₉₉ – 12,1). Екстракт з буркуну білого сильно гальмував процес росту і розвитку сходів пшениці озимої. На 8-му добу досліджень у цьому варіанті спостерігалася формування клеоптиля та початок пробивання за його межі перших проростків, у той час як у контрольному варіанті, так і за інших досліджуваних сидеральних культур вже були сформовані повноцінні проростки довжиною 82,8–95,9 мм (рис. 1).

Встановлено, що алелопатична активність ґрунту під редькою і гірчицею впродовж вегетаційного періоду характеризується стимулюючою дією щодо ростових процесів біотестів (кресс-салату) на 9–62 % відносно контролю [4]. При вирощуванні буркуну білого на сидерат може проявитися токсична дія через те, що він містить речовину кумарин – відомий природний гальмувач [18].

Нами встановлено, що виділення колінів з досліджуваних сидеральних культур, окрім буркуну білого, позитивно впливає на збільшення сирової маси проростку пшениці озимої порівняно до дистильованої води: з гречки на 0,20 г і редьки олійної – 0,26 г (при НІР₀₉₉ – 0,2). Сира маса проростка на фоні витажок з буркуну білого була у 2,6 раза нижча, ніж у контрольному варіанті.

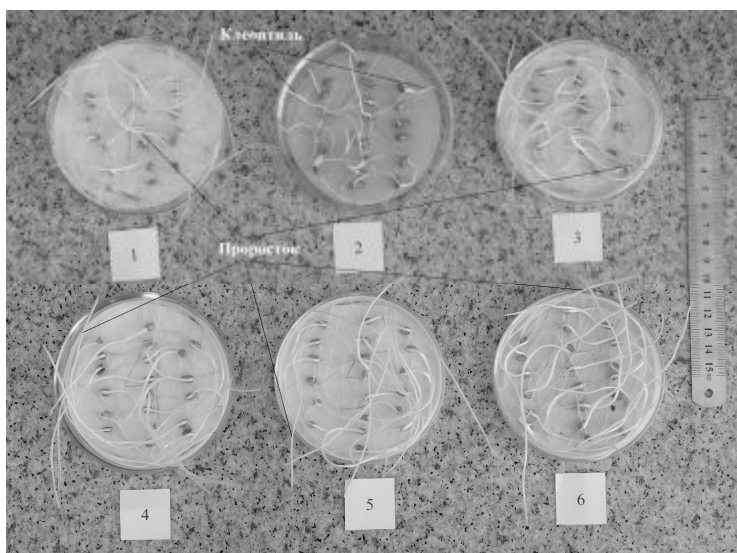


Рис. 1. Алелопатичний вплив водних витяжок з сидеральних культур на схожість та початковий ріст пшениці озимої:

1 – дистильована вода (контроль); водні витяжки з: 2 – буркуну білого; 3 – гірчиці білої; 4 – редьки олійної; 5 – вики ярої; 2 – гречки.

Прижиттєві та посмертні виділення і виділення мортмаси, потрапляючи в ґрунт на шляху від однієї рослини до іншої, можуть зазнавати різних перетворень, ступінь і спрямованість яких визначається їх фізико-хімічними властивостями та сукупністю зовнішніх чинників. Всі виділення рослинних організмів і продукти їх перетворень обумовлюють фізіолого-біохімічну взаємодію в агроценозі [9]. Дослідження С. П. Коваля та В. О. Єщенка [15] вказують на протиріччя алелопатичних впливів, отриманих у лабораторному та польовому досліді. Встановлено, що внесенням 30 і 60 кг/га д. р. мінеральних добрив на темно-сірому опідзоленому ґрунті алелопатична активність його кореневмісного шару не зростає, в той час як вищі дози її посилюють [24, 23]

Зважаючи на це, ми провели польові дослідження, які засвідчили суперечливість отриманих даних у лабораторних умовах (рис. 2).

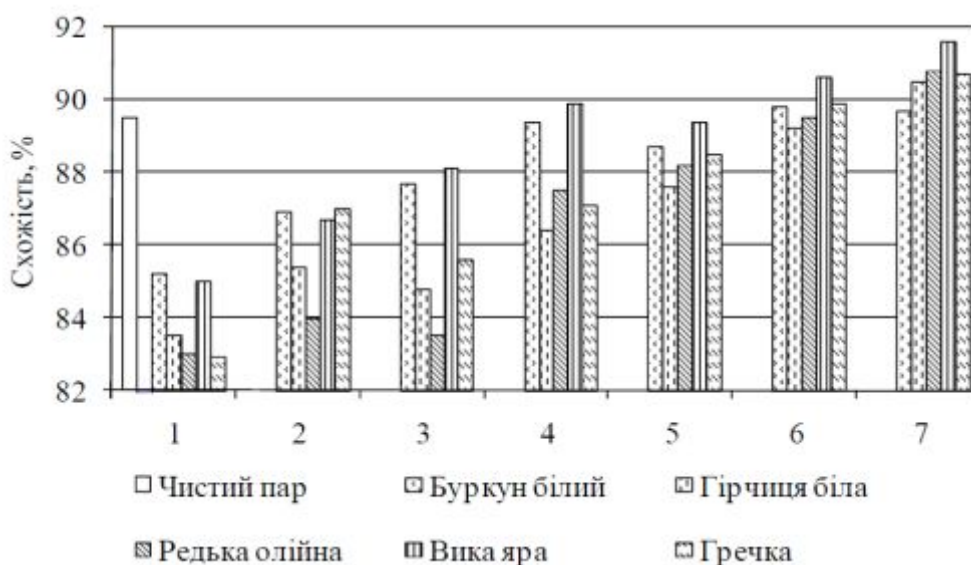


Рис. 2. Вплив удобрення сидератів на польову схожість пшениці озимої (2013–2014 рр.):

1 – $N_{80}P_{60}K_{60}$ під пшеницю озиму (контроль); 2 – N_{40} під сидерат + $N_{40}P_{60}K_{60}$ під пшеницю озиму; 3 – $P_{40}K_{40}$ під сидерат + $N_{80}P_{20}K_{20}$ під пшеницю озиму; 4 – $N_{40}K_{40}$ під сидерат + $N_{40}P_{60}K_{20}$ під пшеницю озиму; 5 – $N_{40}P_{40}$ під сидерат + $N_{40}P_{20}K_{60}$ під пшеницю озиму; 6 – $N_{40}P_{40}K_{40}$ під сидерат + $N_{40}P_{20}K_{20}$ під пшеницю озиму; 7 – $N_{80}P_{40}K_{40}$ під сидерат + $P_{20}K_{20}$ під пшеницю озиму.

Найвищу польову схожість насіння пшениці озимої виявлено у варіанті досліду з чистим паром і при застосуванні одинарної і подвійної доз азотних добрив на фосфорно-калійному фоні ($N_{40}P_{40}K_{40}$ і $N_{80}P_{40}K_{40}$) під сидерати незалежно від культур на зелене добриво. На нашу думку, це пояснюється тим, що саме у цих варіантах простежувалася найбільша кількість продуктивної вологи у кореневмісному шарі ґрунту [5]. Кореляційний аналіз даних дозволив встановити пряму залежність між вмістом продуктивної вологи перед сівбою та схожістю пшениці озимої ($R^2 = 0,60$). Отже, на польову схожість пшениці озимої не спостерігається токсичного впливу буркуну білого, який проявлявся під час модельного досліду. На схожість насіння озимини здебільшого впливали погодні умови, зокрема кількість опадів і вміст елементів живлення в ґрунті, а ніж алелопатичний режим ґрунту після сидерації.

Так як фенольні сполуки є попередниками гумусових речовин і, перебуваючи в ґрунті у вільному стані можуть виконувати алелопатичну функцію [25], ми вважаємо, що протиріччя даних пояснюється тим, що фізіологічно активні речовини, потрапляючи у ґрунт із сидеральною масою, піддаються швидкій мінералізації та включаються у гумусоутворювальні процеси. Тому їх токсичний чи стимулюючий вплив на момент сівби пшениці озимої нівелюється. Наші твердження підтверджують дані інших учених [9]. Л. Д. Юрчак встановила [23], що при розкладанні шавлієвих і лавандових решток упродовж 6-ти місяців спостерігається поступове збільшення фенольних і кумаринових сполук у ґрунті та зниження їх у фітомасі. Разом з тим, під впливом деградуючої мортмаси зростає вміст гумусу в ґрунті. Окремі вчені суперечливість даних пояснюють вимиванням більшості колінів до сівби основної культури з верхнього посівного шару ґрунту [15].

Висновки та перспективи подальших досліджень

У вегетаційних умовах водні витяжки з біомаси гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки, знижуючи енергію проростання насіння, проявляють фітопротекторну (стимулюючу) дію на довжину і масу проростка пшениці озимої, з буркуну білого – алелопатичне пригнічення за всіма показниками. Токсичний чи стимулюючий вплив сидеральних культур на момент сівби пшениці озимої в польових умовах не простежується.

Перспективною подальших досліджень є вивчення можливостей використання водних витяжок з гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки як природних стимуляторів росту рослин.

Література

1. *Бутило А. П.* Землеробство в плодоовочівництві і виноградарстві : посібник / *А. П. Бутило.* – Вінниця : Едельвейс і К., 2013. – 568 с.

2. Веил Р. Пять золотых качеств покровных культур / Рей Веил, Ами Кремен // *Зерно*. – 2013. – № 12 (68). – С. 80–86.

3. Возняковская Ю. М. Факторы, обуславливающие фитотоксичность почвы на начальном этапе разложения в ней зеленых удобрений / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова, Г. П. Баскакова // *Бюллетень ВНИИ с.-х. микробиологии*. – Л., 1989. – № 40. – С. 3–6.

4. Вплив посухи на алелопатичні, біохімічні, мікробіологічні властивості системи рослини-грунт-мікроорганізми / Н. В. Заїменко, Н. А. Павлюченко, Н. Е. Елланська, І. П. Харитоновна // *Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Сер. Біологія*. – 2014. – Вип. 20 (1100). – С. 286–294.

5. Господаренко Г. М. Ефективність використання вологи різноудобреними сидеральними парами / Г. М. Господаренко, О. Л. Лисянський // *Вісн. аграр. науки Причорномор'я*. – 2015. – Вип. 2 (85), т. 1. – С. 13–21.

6. Гродзинський А. М. Проблема почвоутомлення и аллелопатия / А. М. Гродзинский // *Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах*. – 1974. – Вип. 5. – С. 3–9.

7. Гродзинський А. М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте / А. М. Гродзинський // *Аллелопатия и продуктивность растений*. – К. : Наук. думка, 1980. – С. 3–14.

8. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин / А. М. Гродзинський – К. : Наук. думка, 1973. – 205 с.

9. Алелопатична взаємодія в агрофітоценозі культурних рослин і бур'янів / В. П. Гудзь, М. Ф. Іванюк, О. П. Кротінов [та ін.] // *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. – 2003. – Спец. вип. Біологічні науки і проблеми рослинництва. – С. 648–654.

10. Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии : вопросы теории и практики / К. И. Довбан. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 404 с.

11. Єщенко В. О. Алелопатична дія водних витяжок з рослинних решток попередників на проростання і початковий розвиток рослин ярого ріпаку / В. О. Єщенко, А. В. Новак // *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. – 2003. – Спец. вип. Біологічні науки і проблеми рослинництва. – С. 589–591.

12. Калатур Е. А. Защита посевов рапса от свекловичной нематоды / Е. А. Калатур, А. Ю. Половинчук // *Агроном*. – 2014. – № 3. – С. 108–110.

13. Карпенко О. Ю. Післяжнивні сидерати і алелопатія / О. Ю. Карпенко, О. П. Кротінов, О. П. Самкова // *Науч. тр. Крымского гос. аграр. ун-та. Сельскохозяйственные науки*. – 2002. – Вип. 72. – С. 107–112.

14. Карпенко О. Ю. Протибур'янова ефективність післяжнивних посівів на зелене добриво / О. Ю. Карпенко, О. П. Кротінов // *Наук. вісн. НАУ*. – 1997. – Вип. 2. – С. 86–89.

15. Коваль С. П. Алелопатична дія водних витяжок з надземних рослинних решток різних попередників на схожість, початковий ріст і висоту рослин льону олійного / С. П. Коваль, В. О. Єщенко // *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. Ч. 1. Агрономія*. – 2011. – Вип. 69. – С. 101–106.

16. Кроветто К. Растительные остатки и их аллелопатическое воздействие / Карлос Кроветто // *Зерно*. – 2014. – № 7. – С. 29–33.

17. Минеєв В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В. Г. Минеєв, Б. Добрецени, Т. Мазур. – М. : Колос, 1993. – 415 с.

18. Ошаров И. И. Возделывание донника на корм, семена и зеленое удобрение / И. И. Ошаров. – Новосибирск, 1985. – 43 с.

19. Пида С. В. Алелопатична активність екстрактів насіння сортів люпину білого / С. В. Пида, Н. В. Солюк // Зб. наук. пр. ННЦ “Інститут землеробства УААН”. – 2007. – Вип. 1. – С. 155–162.

20. Рахметов Д. Б. Алелопатична роль альтернативних сидеральних культур у функціонуванні агрофітоценозів / Д. Б. Рахметов, С. О. Горобець // Вісн. аграр. науки. – 2000. – № 10. – С. 20–24.

21. Серединський С. М. Особливості вибору та застосування сидеральних культур в насичених зерновими та високорентабельними культурами сівозмінах на вологозабезпечених ґрунтах Західного Лісостепу / С. М. Серединський, А. Л. Бростовська // Охорона ґрунтів : зб. наук. пр. – 2014. – Вип. 1. – С. 290–292.

22. Шевчук О. М. Алелопатична активність та ґрунтова післядія *silybum marianum* (L.) gaertn / О. М. Шевчук, І. В. Агурова // Промышленная ботаника. – 2011. – Вип. 11. – С. 70–75.

23. Юрчак Л. Д. Алелопатія в агробіогеоценозах ароматичних рослин / Л. Д. Юрчак. – К., 2005. – 250 с.

24. Юрчак Л. Д. Екологічні основи алелопатичної взаємодії та післядії ароматичних рослин в агрофітоценозах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Л. Д. Юрчак. – К., 2002. – 33 с.

25. Blum U. Fate of phenolic allelochemicals in soils – the role of soil and rhizosphere microorganisms / U. Blum // *Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals*. – : CRC Press, 2004. – P. 57–76.

26. Rasinger A. Die Verwendung von Gründünger, um die Bodenstruktur zu verbessern / A. Rasinger // *Praktische Landwirtschaft*. – 1982. –Т. 35, № 7. – P. 16–18.
