

УДК 633.3

В.Ф. Петриченко

д.с.-г.н.

Інститут кормів сільського господарства Поділля НААН

О.В. Вишневська

к.с.-г.н.

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Н.В. Цуман

к.с.-г.н.

Житомирський національний агроекологічний університет

І.В. Тугуєва

м.н.с.

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Рецензент – член редколегії «Вісник ЖНАЕУ», д.с.-г.н. О.Ф. Смаглій

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ РАДІОЦЕЗІЮ ЛЮПИНОМ ВУЗЬКОЛИСТИМ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

За результатами досліджень, проведених у 2008–2010 роках на землях Житомирської області з рівнем забруднення 37–185 кБк/м², узагальнено матеріали досліджень з люпином вузьколистим з виявлення шляхів зменшення накопичення культурою радіоцезію ¹³⁷Cs. Встановлено, що на вміст полютанту в зерні люпину вузьколистого впливають погодні умови вегетації, температурний режим ґрунту на глибині загортання насіння в період сівби та норми висіву насіння. Визначено, що в умовах Полісся оптимальним строком сівби люпину вузьколистого є сівба за рівнем температурного режиму ґрунту 5 °С та нормою висіву 1,4 млн. схожих насінин.

Постановка проблеми

В умовах Полісся на бідних дерново-підзолистих ґрунтах у 50–90 роки минулого століття широкого розповсюдження набув люпин жовтий кормовий. Проте цей вид люпину виявився нестійким до таких хвороб, як антракноз, через що його продуктивність значно менша, до того ж він має високий коефіцієнт переходу ¹³⁷Cs в рослини з ґрунту (3,3 – зерна, 1,7 – вегетативна маса) [3, 6, 9]. Тому його посівні площі в Україні різко скоротилися, а на забруднених територіях виникло питання пошуку інших видів кормового люпину з меншим ступенем накопичення полютанту. До таких видів, за літературними даними, належить люпин вузьколистий (*Lupinus angustifolius* L.) [1].

Саме тому в останні роки актуальним є питання щодо вивчення можливості вирощування на Поліссі люпину вузьколистого на предмет накопичення радіоцезію.

Аналіз останніх публікацій за темою досліджень

Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС значна частина території України зазнала радіоактивного забруднення й найбільше сільськогосподарських угідь

постраждало на Поліссі [2]. Ґрунт забруднений довгоіснуючими радіонуклідами; здебільшого ^{137}Cs і ^{90}Sr . Ситуація ускладнилася тим, що ґрунт має специфічні властивості: легкий гранулометричний склад, низький вміст гумусу та поживних макро- і мікроелементів, високу кислотність. В комплексі ці властивості створюють сприятливі умови для міграції радіонуклідів та накопичення їх в сільськогосподарській продукції. Перехід радіонуклідів в рослини залежить від багатьох факторів: кислотності ґрунту, доз фосфорно-калійних добрив, видового складу рослин тощо [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11]. Так бобові культури накопичують цезію в два рази більше, ніж злакові. В свою чергу, на дерново-підзолистих ґрунтах люпин вузьколистий має коефіцієнт переходу радіоцезію менший, ніж люпин жовтий [1, 6, 11].

Метою досліджень є розробка елементів технології вирощування чистих посівів люпину вузьколистого на зерно, які б забезпечили підвищення його продуктивності та зниження накопичення цезію-137 в отриманій продукції.

Умови та методика досліджень

Вивчення впливу строків сівби залежно від температури ґрунту на глибині загортання насіння та норм висіву насіння люпину вузьколистого на активність радіонуклідів у зерні проводилося в Інституті сільського господарства Полісся на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, який має такі агрохімічні показники: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 1,15 %; азоту, що легко гідролізується, – 3,4–3,7; рухомих форм фосфору – 6,5; обмінного калію – 8,1; кальцію – 1,4 мг на 100 г ґрунту; бору – 0,65; молібдену – 0,08; цинку – 0,50; марганцю – 92; міді – 0,78 мг/кг ґрунту, рН (сольове) – 5,0; ступінь насичення основами – 52 %. Щільність забруднення ґрунту радіонуклідами – в межах 37–185 кБк/м².

Дослідження проводили в двофакторному досліді. Фактор А – строки сівби люпину вузьколистого при рівні температурного режиму (РТР) ґрунту на глибині загортання насіння (РТР – 5, 8, 10 °С) в період сівби; фактор В – різні норми висіву (1,0, 1,2, 1,4 млн. схожих насінин на гектар) люпину вузьколистого ((*Lupinus angustifolius* L.) новоствореного сорту Переможець селекції Інституту сільського господарства Полісся. Агротехніка вирощування – загальноприйнята для зони Полісся. Мінеральні добрива Р₆₀К₉₀ вносили під передпосівну культивуацію. Сівбу проводили суцільним рядковим способом. Посівна площа ділянки – 96 м², облікова – 50 м²; повторність чотириразова.

Температуру ґрунту визначали за методом Саввінова (колінчастим ртутним термометром на глибині загортання насіння 3–4 см). Відбір проб ґрунту та рослинних зразків для спектрального аналізу проводили за В. Кашпаровим та ін. (2006 р.). Щільність забруднення ґрунту радіонуклідами визначали на СЕГ-001 «АКП-С» № 13301 (Свід. про повірку № 6879 від 05.12.2008 р.). Визначення вмісту сирого протеїну за міждержавним стандартом ГОСТ 13496.4-93.

Погодні умови за час проведення досліджень відрізнялись. За гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Т.Г. Селянинова, 2008 рік був несприятливим. Посушливий період (ГТК – 0,80) співпав з фазами інтенсивного

розвитку рослин люпину вузьколистого (стеблуння–повне цвітіння). 2009 та 2010 роки характеризувалися більш сприятливими умовами (ГТК-1,54–1,34) для росту і розвитку рослин люпину вузьколистого.

Результати досліджень

За результатами досліджень встановлено, що рівень забруднення зерна люпину вузьколистого радіоцезієм змінюється залежно від погодних умов вегетаційного періоду, норми висіву насіння та строків сівби.

Так в посушливих умовах 2008 року спостерігали дещо менші показники питомої активності ^{137}Cs (52–105 Бк/кг) в зерні люпину вузьколистого та коефіцієнта переходу з ґрунту в рослину (0,32–1,14), ніж в оптимальних за зволоженням умовах 2009, 2010 років (рис. 1). Це пояснюється різними погодними умовами при вирощуванні. Так у 2008 році в період інтенсивного росту рослин (червень) випало атмосферних опадів 42,4 мм, що на 43,5 % менше за середньобогаторічні дані, запас продуктивної вологи в орному шарі становив 28,8 мм. В 2009 році, навпаки, випала оптимальна кількість атмосферних опадів і в червні вона склала 89,8 мм, а запас продуктивної вологи в орному шарі становив 40,6 мм. Це сприяло не тільки збільшенню врожайності на 18,4–56,3 %, але й більш інтенсивній на 128,1–337,5% міграції радіонуклідів (КП – 1,40–2,60) з ґрунту в рослини люпину вузьколистого (питома активність ^{137}Cs ґрунту дослідних ділянок знаходилася в межах: 244–371 Бк/кг у 2008 р., 211–235 Бк/кг у 2009 р., 249–318 Бк/кг у 2010). Таку ж закономірність виявлено іншими вченими щодо накопичення радіоцезію, залежно від зволоження ґрунту та запасів вологи в кореневмісному шарі ґрунту в період вегетації на інших сільськогосподарських культурах за роками [6, 7, 8].

За роками найвищий рівень забруднення насіння – 88–164 Бк/кг – радіонуклідами спостерігали в 2009 році незалежно від РТР ґрунту та норми висіву люпину вузьколистого, що на 56–175 % більше, ніж в 2008 році, та на 151–156 % ніж у 2010.

У 2008–2010 роках за сівби при РТР ґрунту 5 °С найбільше накопичення радіоцезію – 49–136 Бк/кг – в насінні люпину вузьколистого на варіанті з нормою висіву 1,2 млн. схожих насінин, що на 5,4–53,1 % більше за показники за інших норм висіву. Відповідно і коефіцієнт переходу був вищий на 14,8–65,6 % та становив 0,53–2,09. Найменший коефіцієнт переходу – 0,32–1,52 – забезпечив варіант з нормою висіву 1,4 млн. схожих насінин з рівнем активності радіоцезію в зерні 32–105 Бк/кг.

За сівби при РТР ґрунту 8 °С найбільше накопичення ^{137}Cs у 2009 році – 164, у 2010 – 117 Бк/кг та коефіцієнт переходу 2,6 та 1,68 відповідно в зерні люпину вузьколистого спостерігали на варіанті з нормою висіву 1,4 млн. схожих насінин, що на 31,5–86,4 % більше, порівняно з варіантами з іншими нормами висіву.

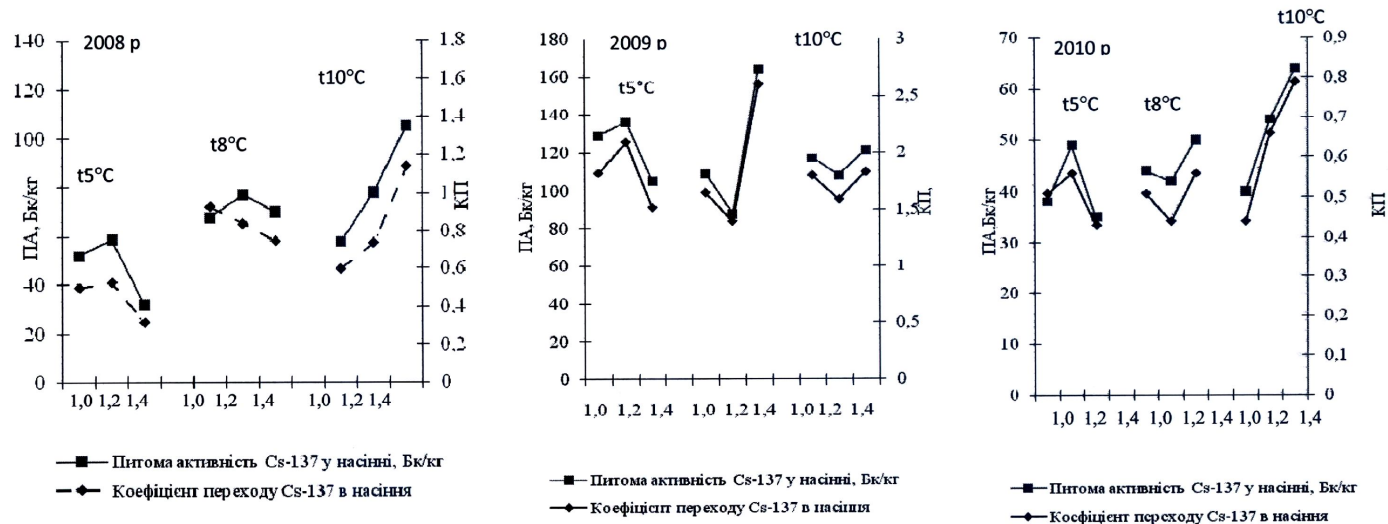


Рис. 1. Питома активність (ПА) ^{137}Cs в зерні люпину вузьколистого, коефіцієнт переходу (КП) залежно від норм висіву та температури ґрунту в період сівби

Виключення становить 2008 рік, коли найвищий вміст радіоцезію (77 Бк/кг) був на варіанті з нормою висіву 1,2 млн. схожих насінин, що на 10,0–13,2 % більше, порівняно з іншими варіантами досліду. Найменший коефіцієнт переходу в 2009 (1,4) та в 2010 роках (1,12) забезпечив варіант з нормою висіву 1,2 млн. схожих насінин з рівнем активності ^{137}Cs у зерні 88 та 83 відповідно.

За сівби при РТР ґрунту 10 °С найменше накопичення полютанту 58–88 Бк/кг та коефіцієнт переходу 0,6 та 1,2 встановлено на варіанті з нормою висіву 1,0 млн. схожих насінин в 2008 та 2010 роках, що на 5,4–44,8 % більш, порівняно з іншими нормами висіву. Виключенням є 2009 рік, де менші показники активності 108 Бк/кг та коефіцієнта переходу 1,59 встановлено на варіанті з нормою висіву 1,2 млн. схожих насінин.

При графічному зображенні величини забруднення зерна полютантом та коефіцієнтів переходу зберігається залежність між коефіцієнтами переходу та накопичення питомої активності меншою мірою залежить від норм висіву та вологозабезпеченості вегетативного періоду (рис. 1).

На рівень забруднення продукції значно впливає врожайність культур. Так нами встановлено, що при збільшенні врожайності зерна люпину вузьколистого зростає вміст радіоцезію в ньому. Кореляційна залежність є тісною та становить 0,75 з коефіцієнтом детермінації 0,57 та рівнянням регресії (рис. 2).

$$y = 6,68 + 5,24 \times x,$$

де x – урожай зерна, ц/га;

y – питома активність ^{137}Cs в зерні, Бк/кг.

Культури, що характеризуються значним вмістом протеїну, здатні по-різному накопичувати ^{137}Cs . Це підтверджується дослідженнями минулих років Інституту сільського господарства Полісся, де встановлено, що вміст ^{137}Cs в кормі складав:

амарант волотистий: вміст протеїну – 3,9 %, ^{137}Cs – 608 Бк/кг;

люпин однорічний – 5,1 %, 715 Бк/кг;

буркун білий – 4,5 %, 443 Бк/кг;

вика яра – 4,9 %, 188 Бк/кг [3].

Нами встановлено слабкий кореляційний зв'язок між питомою активністю ^{137}Cs в зерні люпину вузьколистого та вмістом сирого протеїну, як в рік з посушливими періодами (2008 р.) $r = (-0,38)$, так і в роки з достатнім забезпеченням вологою $r = 0,29$ (2009 р.), $r = (-0,46)$ (2010 р.).

Дані залежності описуються відповідними рівняннями регресії:

$$2008 \text{ р.} - y = 126,91 - 1,65 \times x;$$

$$2009 \text{ р.} - y = 88,55 + 1,04 \times x;$$

$$2010 \text{ р.} - y = 85,23 - 1,34 \times x,$$

де y – питома активність ^{137}Cs Бк/кг;

x – вміст сирого протеїну, %.

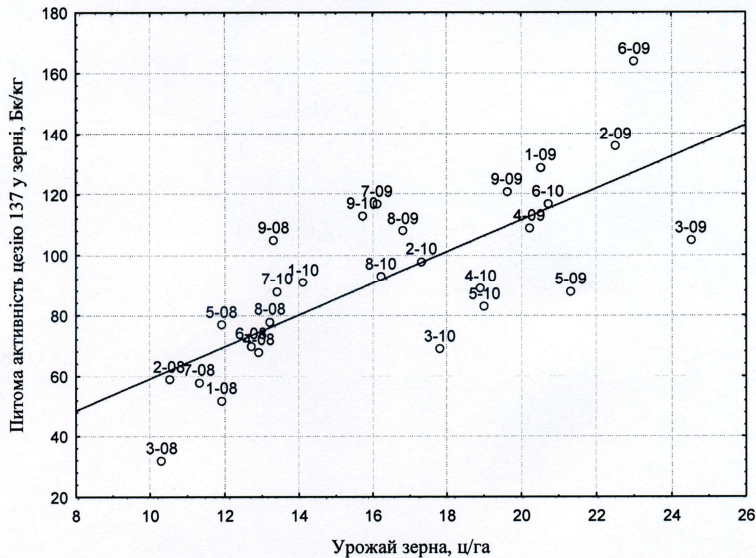


Рис. 2. Кореляційна залежність питомої активності ^{137}Cs в зерні люпину вузьколистого від його врожайності

Примітка: 1–1,0 млн. схожих насінин за РТР – 5 °С; 2–1,2 млн. схожих насінин за РТР – 5 °С; 3–1,4 млн. схожих насінин за РТР – 5 °С; 4–1,0 млн. схожих насінин за РТР – 8 °С; 5–1,2 млн. схожих насінин за РТР – 8 °С; 6–1,4 млн. схожих насінин за РТР – 8 °С; 7–1,0 млн. схожих насінин за РТР – 12 °С; 8–1,2 млн. схожих насінин за РТР – 10 °С; 9–1,4 млн. схожих насінин за РТР – 10 °С; 08 – 2008 рік; 09 – 2009 рік; 10 – 2010 рік.

Отримані результати доводять, що в умовах Полісся новостворений сорт люпину вузьколистого Переможець при вмісті сирого протеїну 24,5–44,3 може мати питому активність зерна в межах 32–164 Бк/кг, що не перевищує допустимих рівнів.

Таким чином, окремо взяті досліджувані фактори значно не впливали на питому активність цезію в зерні люпину вузьколистого. Проте нами встановлено значний зв'язок при сукупній дії факторів – врожаю та вмісту протеїну в зерні, особливо, в роки з нестачею вологи в період росту й розвитку рослин. Так у 2008 році врожай зерна люпину вузьколистого та вміст сирого протеїну в ньому мають тісний кореляційний зв'язок з питомою активністю $r(z/xy) = 0,83$ (рис. 3). Коефіцієнт детермінації доводить, що вміст ^{137}Cs на 69 % залежить від цих двох факторів. В роки з оптимальним зволоженням кореляція зменшується до середньої $r(z/xy) = 0,68$ (2010 р.) та малої $r(z/xy) = 0,27$ (2009 р.), відповідно і ступінь впливу цих факторів знижується.

Дані залежності описуються відповідними рівняннями регресії:

$$2008 \text{ р} - z = 5455,19 - 125,9 \times x - 519,4 \times y + 0,73 \times x \times x + 5,9 \times x \times y + 12,81 \times y \times y;$$

$$2009 \text{ р. } z = -650,01 + 47,12 \times x + 2,87 \times y + 0,27 \times x \times x - 2,94 \times x \times y + 2,04 \times y \times y;$$

$$2010 \text{ р. } z = 2395,18 - 121,59 \times x - 68,19 \times y + 1,61 \times x \times x + 1,54 \times x \times y + 0,70 \times y \times y,$$

де z – питома активність ^{137}Cs у насінні, Бк/кг;

x – вміст сирого протеїну, %;

y – врожай насіння, ц/га.

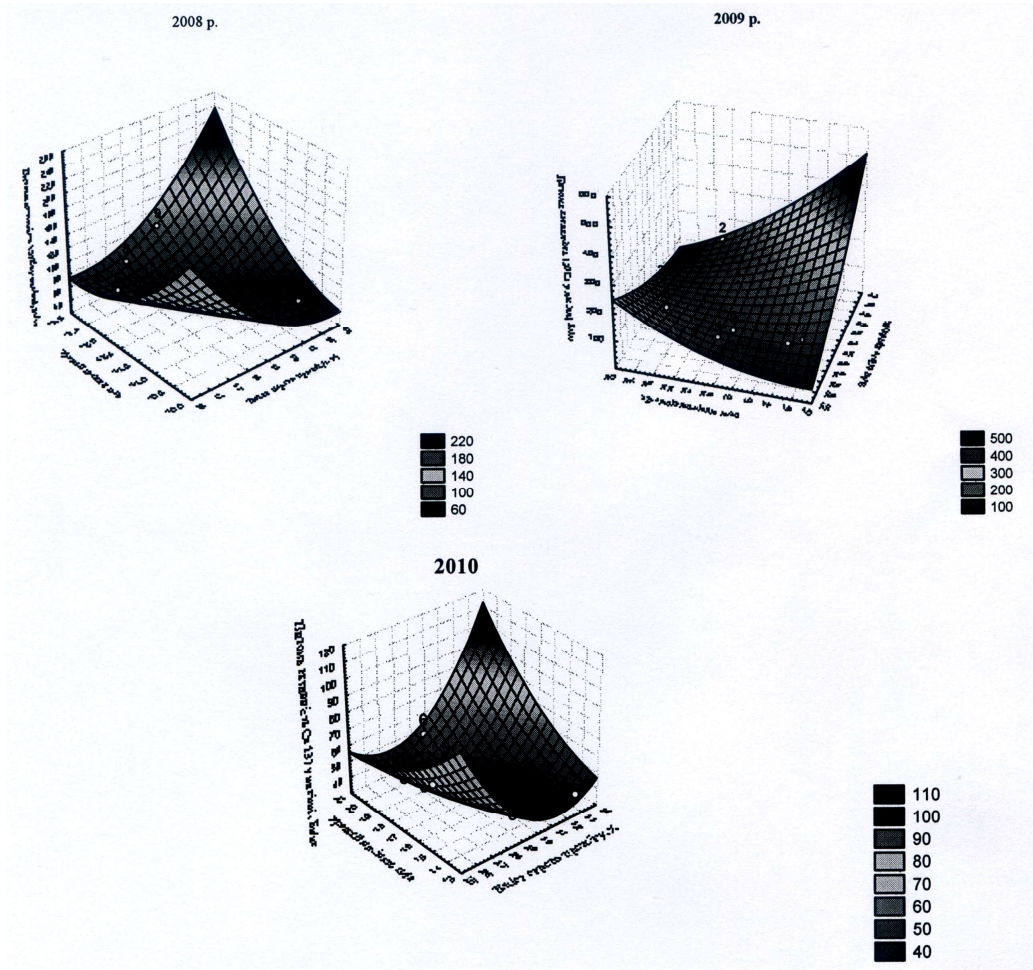


Рис. 3. Залежність питомої активності ^{137}Cs (Z) в зерні люпину вузьколистого від сумісного впливу врожаю зерна (Y) та вмісту сирого протеїну (X) в ньому. Варіанти: РТР – 5°C – 1 – 1,0, млн. сх. нас./га; 2 – 1,2, млн. сх. нас./га; 3 – 1,4 млн. сх. нас./га; РТР – 8°C – 4 – 1,0, млн. сх. нас./га; 5 – 1,2, млн. сх. нас./га; 6 – 1,4 млн. сх. нас./га; РТР – 10°C – 7 – 1,0, млн. сх. нас./га; 8 – 1,2, млн. сх. нас./га; 9 – 1,3 млн. сх. нас./га

Висновки

Норми висіву та температурний режим ґрунту в період проведення сівби формували врожай культури, який в подальшому впливав на питому активність ^{137}Cs у зерні люпину вузьколистого. Проводити сівбу люпину вузьколистого на забруднених дерново-підзолистих ґрунтах Полісся (185 КБк/м^2) доцільно при РТР ґрунту $5 \text{ }^\circ\text{C}$ та нормі висіву 1,4 млн. схожих насінин, що забезпечить менший вміст полютанту на 13–70 %, ніж при сівбі за тією ж нормою при РТР – $8\text{--}10 \text{ }^\circ\text{C}$ незалежно від року.

Таким чином, в умовах забруднення до 185 КБк/м^2 (5 Ки/км^2) можна вирощувати люпин вузьколистий як білкову добавку на корм для тварин, що дасть змогу задовольнити худобу екологічно безпечним кормом та одержувати якісне молоко та м'ясо, яке відповідає радіологічним нормам.

Література

1. Влияние обработки почвы, удобрений на накопление радионуклидов культурами полевого севооборота / В.С. Быстрицкий, Л.Т. Стройванс, Г.А. Кучер и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиозологии – десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : вторая междунар. науч. конф., 14 июня 1996 г. : тез. докл. – Житомир, 1996. – С. 69–71.
2. Гудков І. Технологія від радіації / І. Гудков // Пропозиція. – 2007. – № 11. – С. 48–51.
3. Реакция кормовых культур на цезий-137 / Н.Ф. Давидюк, Н.К. Волынчук, А.Д. Корниенко и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиозологии – десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : вторая междунар. науч. конф., 12–14 июня 1996 г., : тез. докл. – Житомир, 1996. – С. 126–129.
4. Кравець О.П. Верифікація розрахунків доз людини від інкорпорованого ^{137}Cs / О.П. Кравець // Чорнобильський науковий вісник (Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення). – 2009. - № 2. – С. 44–49.
5. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України. Розділ 4.3. – К : Урожай, 2004. – С. 210–220.
6. Полінкевич В.А. Прийоми створення пасовищного конвейера для молодняка ВРХ м'ясного напрямку продуктивності в умовах радіоактивного забруднення Полісся України : дис. кандидата с.-г. наук : 03.00.16 / Полінкевич Володимир Анатолійович. – Житомир, 2004. – 210 с.
7. Пристер Б.С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины / Б.С. Пристер. – К. : ЦПЕР, 1999. – 103 с.
8. Пристер Б.С. Радиозологические закономерности динамики радиационной обстановки в с.-х. Украины после аварии на ЧАЭС / Б.С. Пристер // Агроэкологічний журнал. – 2005. - № 3. – С. 13–21.

9. Рекомендації щодо використання сільськогосподарських угідь населених пунктів, які за радіологічними показниками можуть бути виведені за межі 2-ої зони / *Л.В. Калиненко, Г.П. Перепелятніков, Т.М. Іванова та ін.* – К. : Атіка, 2008. – 108 с.
 10. *Рижук С.М.* Агроекологічні особливості високоефективного використання осушуваних торфових ґрунтів Полісся і Лісостепу / *С.М. Рижук, І.Т. Слюсар, В.А. Вергунов* – К. : Аграрна наука, 2002. – 135 с.
 11. *Рижук С.М.* Агроекологічні основи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України / *С.М. Рижук, І.Т. Слюсар.* – К. : Аграрна наука, 2006. – 423 с.
 12. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : ГОСТ 13496.4-93. – Введен с 01.01.97. – К. : Госстандарт Украины, 1996. – 24 с.
 13. Метрологія та методологія досліджень в радіології / *В.П. Феценко, Б.В. Борисюк, М.К. Волинчук, М.О. Клименко.* – Житомир, 2004. – 160 с.
 14. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження) / за кер. *А.О. Можара.* – К., 2006. – 59 с.
-
-