

**ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЮПИНУ
ВУЗЬКОЛИСТОГО В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ
РАЙОНІВ ЗОНИ ПОЛІССЯ**

В. І. РАТОШНЮК, кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Інститут сільського господарства Полісся НААН України

E-mail: viktor.ratoshnyuk@ukr.net

***Анотація.** У статті авторами визначено вплив агротехнічних факторів на питому активність накопичення радіонуклідів у продукції люпину вузьколистого. Застосування різних систем мінерального живлення дає можливість вирощувати насіння, зернофураж та зелену масу люпину вузьколистого як в чистому посіві, так і в сумішках зі злаковими зерновими культурами для годівлі ВРХ в умовах радіоактивного забруднення території до 5Кі/км^2 , яка не перевищує допустимі рівні забруднення (250 Бк/кг).*

***Ключові слова:** люпин вузьколистий, радіоактивність, агротехнічні фактори, мінеральні добрива, змішані посіви*

Актуальність. Радіологічна та господарська ситуація, що склалася на даний час на території радіоактивного забруднення, створила ряд передумов для збільшення частки посівів зернобобових культур. Суттєве зниження надходження радіоактивного цезію із ґрунту в рослину дає можливість виробляти зелені та концентровані корми на основі зернобобових культур у відповідності з нормативними вимогами. У зв'язку з цим особливе значення має розширення посівів і значне збільшення виробництва люпину на зерно та зелену масу. Використання вказаної культури в раціоні тварин дозволить значно покращити якісний склад кормової бази. Вирішення цього завдання потребує комплексного системного підходу, що включає правильне обґрунтування структури посівних площ, підбору адаптованих до умов виробництва сортів, запровадження оптимальної системи удобрення та інших агротехнічних прийомів, що сприяють зниженню переходу радіоактивних речовин із ґрунту в рослини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед агрохімічних контрзаходів, розроблених для ведення сільськогосподарського виробництва й випробуваних на забруднених територіях, можна виділити наступні: вапнування кислих ґрунтів, внесення підвищених доз мінеральних добрив, внесення органічних добрив, застосування мікродобрив і нетрадиційних добрив, внесення мінералів-сорбентів, підбір травосумішок із низькими коефіцієнтами накопичення ^{137}Cs за перезалуження [2, 10]. Доведено, що реалізація кожного з цих контрзаходів дозволяє зменшити кількість радіонуклідів у продукції рослинництва в 2-4 рази і більше.

Зниження концентрації радіонуклідів у врожаї за внесення добрив обумовлюється рядом причин: поліпшенням умов живлення рослин і пов'язаним із цим збільшенням біомаси продукції; підвищенням вмісту у ґрунтовому розчині обмінних катіонів, у першу чергу калію й кальцію, що сприяє зміщенню рівноваги в системі ґрунт – розчин в сторону ґрунту; посиленням антагонізму між іонами радіонуклідів та іонами внесених солей за кореневого засвоєння; зміною доступності радіоізотопів для засвоєння кореневою системою внаслідок переводу їх у важкодоступні форми й посилення фіксації у ґрунті [1, 3, 6].

Вважають, що вплив різних мінеральних добрив на надходження радіоцезію в рослини неоднаковий. Застосування азотних добрив у вигляді солей амонію призводить до збільшення рухливості й, відповідно, нагромадження ^{137}Cs у сільськогосподарських рослинах [7, 8, 11]. Крім того, довготривале застосування фізіологічно кислих форм азотних добрив призводить до погіршення агрохімічних властивостей дерново-підзолистих ґрунтів, сприяє вимиванню кальцію та магнію [12].

Фосфорні добрива практично не впливають на накопичення радіоцезію рослинами, які ростуть на родючих ґрунтах. Внесення ж підвищених доз фосфорних добрив на дерново-підзолистих супіщаних і піщаних ґрунтах, знижує надходження в рослини ^{137}Cs в 2,0-2,5 рази, а ^{90}Sr – до 8 разів [10].

Вміст ^{137}Cs у рослинах також можна знизити внесенням калійних добрив у

складі повного добрива. Для бідних ґрунтів легкого гранулометричного складу, забруднених радіонуклідами, рекомендоване застосування мінеральних добрив зі співвідношенням у них елементів живлення N:P:K як 1:1,5:2, з урахуванням забезпеченості ґрунтів і виносу з урожаєм [9, 12]. Позитивний ефект досягається як за рахунок зниження доступності ^{137}Cs ^{90}Sr рослинам, так і за рахунок збільшення врожайності сільськогосподарських культур – “ефекту розбавлення”. Використання калійних добрив у підвищених дозах збільшує у ґрунті кількість рухомих форм калію, внаслідок чого знижується надходження в рослини радіоцезію. Проте збільшення доз калійних добрив у 2-3 рази призводить до забруднення ґрунтів природними радіоактивними ізотопами калію і протягом багатьох років може сформуватися підвищений рівень радіоактивності [4, 5].

Вапнування як меліоративний захід за внесення вапна з розрахунку 1,5-2 норми за гідролітичною кислотністю у поєднанні з органічними та мінеральними добривами в 2-3 і більше разів знижує перехід радіонуклідів із ґрунту в рослини [4]. Його слід проводити через 5-6 років, щоб не допускати зменшення показника рН нижче 5, та ступеня насичення ґрунту основами нижче 70 %.

Дослідженнями підтверджено, що внесення вапна ефективно в дозах, які забезпечують нейтралізацію кислої реакції ґрунтового розчину. На провапнованих площах в перші роки слід розміщувати культури, які позитивно реагують на вапнування – кормові боби, конюшина, горох, кукурудза, озима пшениця [4].

За даними Є. В. Юдінцевої [12], внесення вапна у кислий дерново-підзолистий ґрунт (рН сольової витяжки 4,6, гідролітична кислотність 6,0 екв. на 100 г ґрунту) у кількості 0,5 дози відносно гідролітичної кислотності знижувало вміст ^{90}Sr та ^{137}Cs у зерні пшениці та гороху в 2-3 рази, а в соломі у 1,5-3 рази. За збільшення дози вапна відбувається подальше зменшення поглинання ^{90}Sr . Вміст ^{137}Cs зменшується у меншій мірі або навіть збільшується.

В умовах Полісся на кислих ґрунтах доцільно замість вапна застосовувати доломітове борошно, вапняні туфи, гажу (озерне вапно), торфотук. Повторне вапнування проводять у міру підкислення ґрунтового розчину, що в середньому настає один раз за 4-5 років [6]. На органогенних торф'яних ґрунтах з дуже низькою буферною здатністю рекомендується проводити вапнування кожні 1-2 роки за норми 1-1,5 т/га [11].

У цілому ж вапнування кислих, забруднених радіонуклідами ґрунтів слід вважати одним із основних заходів, що інгібують процес переходу радіонуклідів, і насамперед ^{90}Sr у рослини.

Мета дослідження – визначення впливу агротехнічних факторів на питому активність накопичення радіонуклідів в продукції люпину вузьколистого.

Результати досліджень та їх обговорення. Формування врожаю та накопичення в ньому радіоактивних елементів є складною сукупністю численних фізіолого-біохімічних процесів життєдіяльності рослинного організму, на інтенсивність проходження яких впливає велика кількість різноманітних факторів. Величина надходження радіоактивних ізотопів у продукцію сільськогосподарського виробництва залежить від ґрунтово-кліматичних умов, особливостей біології культури, технологічних прийомів вирощування та інших чинників.

Одним з основних завдань, що ставиться перед аграрним виробництвом є збільшення виробництва продукції тваринництва. Для його успішного вирішення необхідно створення міцної кормової бази. Основна увага в рослинництві та кормовиробництві повинна приділятися збалансованим раціонам годівлі тварин по білку. В зв'язку з нестачею білка в одній кормовій одиниці, перевитрата кормів на виробництво одиниці тваринницької продукції складає 30-40 %, а її собівартість збільшується на 30-50 %. За ведення аграрного виробництва в умовах радіоактивного забруднення необхідно приділяти увагу не тільки проблемі збільшення виробництва перетравного протеїну, але й отриманню кормів, що відповідають нормативам по вмісту

радіонуклідів.

Тому, проблему білка в кормових раціонах необхідно вирішувати за рахунок розширення площ посіву та обсягів виробництва зерна люпину вузьколистого, в зерні якого міститься 30-35 % протеїну. З одного гектару посівних площ можна отримувати до 25-30 ц зерна або 7,5-10,5 ц/га перетравного протеїну. Крім цього, люпин є чудовим попередником, що забезпечує сприятливі умови для вирощування послідуєчих сільськогосподарських культур.

Дослідженнями Інституту сільського господарства Полісся щодо розподілу радіонуклідів ґрунтовим профілем різних типів ґрунтів встановлено, що основна кількість радіоактивного цезію у віддалений період після аварії на ЧАЕС зосереджена в орному шарі ґрунту. Зокрема, середньозважені показники вмісту цезію-137 в 0-20 см шарі дерново-підзолистого супіщаного ґрунту становили в середньому 67,1-78,8 %, в 20-30 см горизонті – 10,7-17,1 %, решта його знаходилась глибше 30-ти сантиметрової відмітки. В 30-40 см шарі вміст цезію був у межах 4,1-11,3 % від загальної кількості його у ґрунті, в шарі ґрунту 40-50 см цей показник знаходився у межах 0,9-1,0 %. Нижче 50 см він варіював по низхідній – від 1,5 до 0,4 %.

Дослідження з розробки нових та удосконалення існуючих технологій вирощування люпину вузьколистого за максимально можливої реалізації ресурсного потенціалу сорту в умовах радіоактивного забруднення ґрунтів проводились у 2008 – 2010 рр. на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах із низькими показниками вмісту поживних речовин, кислою реакцією ґрунтового розчину та з активністю забруднення його радіонуклідами до 182 кБк/м² (або 4,9 Ки/км²). За погодними умовами ці роки були сприятливими для росту і розвитку рослин та формування врожаю як зеленої маси, так і зерна люпину вузьколистого в чистому посіві та сумішках.

Результати досліджень 2008 – 2010 рр. свідчать про істотний вплив способів вирощування, норм висіву насіння та внесення мінеральних добрив на рівень врожайності зерна та зеленої маси люпину вузьколистого, а також на

рівень забрудненості продукції радіонуклідами.

Дослідженнями підтверджено, що продуктивність люпину вузьколистого сорту Переможець як в чистому посіві, так і в сумішках із вівсом, пшеницею ярою та тритикале ярим прямопропорційно залежала від досліджуваних агроприймів. Встановлено, що за мінімальної норми висіву насіння люпину вузьколистого (0,6 млн шт./га) на варіантах без внесення мінеральних добрив у середньому за три роки було отримано по 175,9 ц/га зеленої маси та по 13,1 ц/га зерна. Зі збільшенням норми висіву насіння в 1,5-2 рази приріст врожаю зеленої маси і зерна люпину збільшився на 20-45 % (табл. 1).

Подальше збільшення норми висіву насіння до 1,8 млн шт./га не мало суттєвого впливу на зростання кількості сформованого врожаю зеленої маси та зерна люпину вузьколистого. Однак внесення мінеральних добрив у дозах $P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60}$ на таких посівах люпину забезпечували збільшення врожаю як зеленої маси, так і зерна. В середньому за три роки досліджень на варіантах із чистими посівами люпину за різних систем удобрення приріст врожаю зеленої маси збільшувався на 27,0-53,0 ц/га, а зерна – на 2,9-4,2 ц/га.

1. Вплив норм висіву насіння та доз мінеральних добрив на урожайність люпину вузьколистогов одновидових та сумісних посівах

№ п/п	Культура	Норма висіву насіння, млн шт./га	Урожайність, ц/га								
			Без добрив			P ₆₀ K ₆₀			N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀		
			зелена маса	суха маса	зерно	зелена маса	суха маса	зерно	зелена маса	суха маса	зерно
1	Люпин вузьколистий	0,6	175,9	34,5	13,1	202,5	38,9	15,0	216,8	41,1	15,9
2		0,9	213,0	42,0	16,4	234,4	46,3	19,3	269,2	51,1	21,3
3		1,2	227,8	44,3	19,0	261,0	50,3	23,3	281,7	53,4	23,8
4		1,8	236,0	47,0	17,8	264,7	55,5	20,5	298,7	56,5	22,9
Середнє за варіантами з люпином		Середнє \bar{X}	213,2	42,0	16,6	240,7	47,8	19,5	266,6	50,5	21,0
		Sx=	13,3	2,7	1,3	14,4	3,5	1,7	17,7	3,3	1,8
		V%=	12,5	12,8	15,4	12,0	14,7	17,7	13,3	13,2	16,9
		S=	26,6	5,4	2,5	28,8	7,0	3,5	35,3	6,7	3,5
5	Люпин вузьколистий + овес	0,6 + 2,5	214,7	47,2	19,1	289,9	61,1	26,4	336,2	70,1	30,1
6	Люпин вузьколистий + овес	0,9 + 2,5	247,3	52,8	21,6	306,5	64,0	27,7	368,2	77,0	33,7
7	Люпин вузьколистий + овес	1,2 + 2,5	226,6	50,1	20,4	309,0	64,8	28,1	366,5	76,6	33,5
8	Люпин вузьколистий + пшениця яра	0,6 + 2,5	224,1	49,2	20,5	272,8	63,3	26,0	333,5	76,1	33,3
9	Люпин вузьколистий + пшениця яра	0,9 + 2,5	217,3	53,2	22,3	281,3	64,8	28,1	353,9	79,7	34,9
10	Люпин вузьколистий + пшениця яра	1,2 + 2,5	210,7	51,6	21,6	279,4	64,4	27,4	345,2	77,1	33,7
11	Люпин вузьколистий + тритикале яре	0,6 + 2,5	210,1	49,9	20,8	272,3	61,7	26,7	319,9	69,1	31,0
12	Люпин вузьколистий + тритикале яре	0,9 + 2,5	222,3	53,4	21,7	287,2	65,7	28,5	386,3	83,6	36,7
13	Люпин вузьколистий + тритикале яре	1,2 + 2,5	225,3	53,4	22,4	302,7	69,2	30,1	391,7	84,8	37,2
Середнє за варіантами з сумішками		Середнє \bar{X}	222,0	51,2	21,2	289,0	64,3	27,7	355,7	77,1	33,8
		Sx=	3,8	0,7	0,4	4,7	0,8	0,4	8,1	1,8	0,8
		V%=	5,1	4,3	5,0	4,9	3,7	4,5	6,9	6,8	6,9
		S=	11,3	2,2	1,1	14,1	2,4	1,2	24,4	5,3	2,3
Середнє за всіма варіантами		Середнє \bar{X}	219,2	52,0	19,7	274,1	59,2	25,2	328,3	68,9	29,8
		HP05=	14,3	4,7	2,3	25,4	7,6	3,8	43,1	11,9	5,7

Слід також зазначити, що важливим фактором у підвищенні продуктивності посівів люпину вузьколистого було запровадження сумісного вирощування зазначеної культури в сумішках із вівсом, пшеницею ярою та тритикале ярим. В середньому за три роки досліджень такі посіви люпину із сумісними культурами на всіх варіантах досліду, на фоні внесення повного мінерального добрива ($N_{30}P_{60}K_{60}$) забезпечили в середньому по 355,7 ц/га зеленої маси та по 33,8 ц/га зерна. Внесені фосфорно-калійні добрива в дозі $P_{60}K_{60}$ забезпечували дещо нижчу кількість сформованого врожаю зеленої маси бобово-злакових сумішок, який знаходився на рівні 289,0 ц/га і зерна – в межах 27,7 ц/га, в той час як на неудобреному фоні урожайність культур відповідно складала 221,9 та 21,1 ц/га.

Встановлено, що в посівах люпино-вівсяних сумішок у міру збільшення норми висіву насіння бобового компонента прямопропорційно збільшувався приріст врожаю зеленої маси і зерна. В середньому за три роки досліджень на фоні внесення повного мінерального добрива ($N_{30}P_{60}K_{60}$) приріст врожаю зеленої маси зазначеного посіву збільшувався із 336,2 ц/га за мінімальної норми висіву (0,6 млн шт./га) до 368,2 ц/га за висіву 0,9 млн шт./га насінин люпину, а зерна – відповідно із 30,1 до 33,7 ц/га. Використання бобового компонента за норми висіву 1,2 млн шт./га насінин в сумішці із 2,5 млн шт./га насінин вівса, забезпечило одержання врожаю як зеленої маси, так і зерна на рівні з попередньою нормою висіву (0,9 млн шт./га) насіння люпину вузьколистого.

Така ж закономірність зберігалась і в змішаних посівах люпину і пшениці ярої, де врожай як зеленої маси (по 353,9 ц/га), так і зерна (по 34,9 ц/га) був найвищим на варіантах із висівом по 0,9 млн шт./га насіння люпину та 2,5 млн шт./га насіння пшениці ярої за внесення повного мінерального добрива ($N_{30}P_{60}K_{60}$).

Сумісні посіви люпину вузьколистого з тритикале ярим виявилися найбільш продуктивними. В середньому за три роки досліджень найвищі показники врожаю як зерна по 36,7 ц/га так і зеленої маси по 386,3 ц/га було отримано на варіанті з висівом 0,9 млн шт./га насіння люпину та 2,5 млн шт./га

насіння тритикале ярого. За норми висіву насіння люпину 1,2 млн шт./га приріст врожаю як зерна так і зеленої маси був не суттєвим.

Нагромадження рослинами люпину як в чистих посівах, так і в сумішках сухої біомаси мало таку ж саму закономірність як і нагромадження зеленої маси.

Результати досліджень по накопиченню сухої речовини під впливом різних систем удобрення, свідчить про чутливість зазначених посівів до даного фактору. В середньому за три роки досліджень такі посіви люпину вузьколистого на всіх варіантах досліду давали в середньому по 68,9 ц/га сухої маси на фоні внесення повного мінерального добрива ($N_{30}P_{60}K_{60}$) та по 59,2 ц/га сухої маси при внесенні $P_{60}K_{60}$. На неудобреному фоні накопичення сухої біомаси було найменшим і складало 52,0 ц/га (табл. 2).

В результаті проведених аналізів продукції люпину вузьколистого встановлено, що норми висіву насіння досліджуваної культури не мали впливу на питому активність радіоцезію в одержаній сухій масі та зерні. В середньому за роки досліджень, накопичення радіоцезію в сухій масі рослин люпину вузьколистого в одновидовому посіві мало найвищі результати (190-192 Бк/кг) на варіантах без внесення мінеральних добрив (табл. 2). Застосування фосфорно-калійних добрив в дозі $P_{60}K_{60}$ зменшувало питому активність радіоцезію в сухій біомасі люпину до 150-152 Бк/кг. Внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ збільшувало питому активність радіонуклідів в сухій масі досліджуваної культури до 185-189 Бк/кг.

Така ж закономірність по накопиченню радіонуклідів, спостерігалась і в зерні люпину вузьколистого. Найвищу питому активність радіоцезію 237 Бк/кг, мало зерно, що одержане з посівів, де застосовувались мінеральні добрива.

2. Вплив норм висіву насіння та системи удобрення на накопичення Cs-137 в зерні люпину вузьколистого в одновидових та сумісних посівах

№ п/п	Культура	Норма висіву насіння, млн шт./га	Накопичення Cs-137, Бк/кг					
			Без добрив		P ₆₀ K ₆₀		N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	
			суха маса	зерно	суха маса	зерно	суха маса	зерно
1	Люпин вузьколистий	0,6	190	237	150	186	185	230
2		0,9	191	237	152	187	187	231
3		1,2	191	237	151	187	189	230
4		1,8	192	237	152	187	188	231
Середнє по варіантах з люпином		Середнє \bar{X}	191	237	151	187	187	231
		Sx=	0,4	0,0	0,5	0,3	0,9	0,3
		V%=	0,4	0,0	0,6	0,3	0,9	0,3
		S=	0,8	0,0	1,0	0,5	1,7	0,6
5	Люпин вузьколистий + овес	0,6 + 2,5	103	111	80	88	99	108
6	Люпин вузьколистий + овес	0,9 + 2,5	105	114	84	90	100	111
7	Люпин вузьколистий + овес	1,2 + 2,5	111	123	86	97	106	129
8	Люпин вузьколистий + пшениця яра	0,6 + 2,5	110	125	87	98	107	118
9	Люпин вузьколистий + пшениця яра	0,9 + 2,5	110	124	87	98	107	121
10	Люпин вузьколистий + пшениця яра	1,2 + 2,5	118	135	92	106	116	132
11	Люпин вузьколистий + тритикале яре	0,6 + 2,5	111	126	88	99	107	122
12	Люпин вузьколистий + тритикале яре	0,9 + 2,5	110	121	85	97	105	118
13	Люпин вузьколистий + тритикале яре	1,2 + 2,5	112	126	87	100	111	123
Середнє по варіантах з сумішками		Середнє \bar{X}	110	123	86	97	106	120
		Sx=	1,4	2,3	1,1	1,8	1,7	2,6
		V%=	3,9	5,7	3,7	5,5	4,8	6,4
		S=	4	7	3	5	5	8
Середнє по всіх варіантах		Середнє \bar{X}	135	158	106	125	131	154
		HP05=	33,4	47,2	26,8	37,1	33,4	45,6

Внесення фосфорно-калійних добрив у одновидових посівах люпину сприяло зменшенню питомої активності Cs-137 у зерні досліджуваної культури до 187 Бк/кг, в той час як застосування повного мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ спричиняло зростання даного показника до 230 Бк/кг.

Слід також відмітити про значні коливання величин питомої активності радіоцезію в продукції люпину вузьколистого за роками. На нашу думку, це пов'язано з погодними умовами, що впливали на процес формування величини врожаю як зеленої маси так і зерна, а також від наявності вологи в ґрунті та кількості опадів, що випали за вегетаційний період. Це було дуже помітно в умовах 2010 року, коли активність радіоцезію у продукції була найвищою. Найнижчі ж показники питомої активності радіонуклідів у продукції виявлено у 2009 році, коли в зерні люпину вузьколистого накопичувалось 181-223 Бк/га, а в його сухій масі 150-189 Бк/кг радіоцезію. В цьому ж році, в залежності від системи удобрення, на різних варіантах досліду було отримано найвищі врожаї продукції рослинництва: зерна – на рівні 18,8-24,2 ц/га і сухої маси – в межах 45,8-57,2 ц/га.

Роки з найменшими показниками продуктивності рослин, зокрема 2008 рік, забезпечили найвищу питому активність радіоцезію в одержаній продукції.

На варіантах, де висівались різні норми люпину в сумішці з вівсом, пшеницею та тритикале ярим, поряд зі збільшенням врожайності зеленої маси та зерна відбувалось значне зменшення радіонуклідів у одержаній продукції. Водночас за питомої активності радіоцезію в ґрунті на рівні 607 Бк/кг сумісні посіви люпину вузьколистого із зернофуражними злаковими культурами забезпечили меншу в 1,7 рази кількість надходження радіонуклідів до сухої маси одержаної продукції, а саме зі 191 до 110 Бк/кг та в 1,9 рази у зернофуражу – із 237 до 123 Бк/кг порівняно з варіантами, де висівався люпин у чистому вигляді.

Вагомий вплив на зменшення питомої активності радіоцезію в рослинній продукції внесли фосфорно-калійні добрива ($P_{60}K_{60}$). На варіантах, де використовували зазначені добрива на посівах різнокомпонентних сумішок,

питома активність радіоцезію в сухій масі врожаю знижувалась зі 110 до 86 Бк/кг, а в зерні – із 123 до 97 Бк/кг.

Малоефективним у зниженні питомої активності радіоцезію в сухій масі і в зерні люпину вузьколистого та його сумішок, є внесення азотних добрив у дозі N_{30} на фоні фосфорно-калійних у дозі $P_{60}K_{60}$. Однак необхідно відмітити, що внесення азотних добрив не спричиняло такого збільшення рівня забрудненості зерна люпину вузьколистого, яке перевищувало б допустимі рівні по Cs-137, тобто 250 Бк/кг згідно ДР-2006.

Найвищі коефіцієнти переходу радіонуклідів із ґрунту в рослинну продукцію відмічено на варіантах за нульової системи удобрення, які в зерні люпину в роки досліджень знаходились на рівні 1,30, а в його сухій масі – в межах 1,05 (табл. 3). Внесення фосфорно-калійних добрив сприяло зменшенню переходу радіонуклідів в продукцію: в зерні до 1,03 і в сухій масі до 0,84. На варіантах, де застосовувалось повне мінеральне добриво ($N_{30}P_{60}K_{60}$) – коефіцієнт переходу радіонуклідів із ґрунту в рослинну продукцію збільшувався до 1,27 в зерні та до 1,03 в сухій масі люпину вузьколистого.

Запровадження сумісних посівів зі злаковими зерновими культурами в умовах 2008 – 2010 рр. сприяло формуванню дещо інших величин коефіцієнтів переходу радіонуклідів у продукцію. На посівах, де не вносились мінеральні добрива, коефіцієнт переходу радіонуклідів із ґрунту в зерно був у межах 0,61-0,74, в той час як в сухій масі мав значення 0,56-0,65. Внесенням мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$ сприяло зменшенню кількості накопичених радіонуклідів у продукції, а тому величина коефіцієнту їхнього переходу в зерні знизилась до 0,48-0,58, в сухій масі – до 0,44-0,51. Однак внесення стартової дози азоту на фоні $P_{60}K_{60}$ спричинило збільшення кількості накопиченого радіоцезію в рослинах сільськогосподарських культур, що призвело до поступового зростання коефіцієнту переходу радіонуклідів до 0,59-0,72 в зерні і до 0,54-0,64 в сухій масі рослин (табл. 3).

Отже, підсумовуючи дані наших досліджень та результати досліджень інших вчених, можна зробити висновок, що застосування повноцінного мінерального живлення дає можливість вирощувати насіння, зернофураж, та

зелену масу люпину вузьколистого для годівлі ВРХ в умовах радіоактивного забруднення території до 5 Кі/м², яка не буде перевищувати допустимі рівні ДР–2006 р. (250 Бк/кг).

3. Коефіцієнти переходу Cs-137 в продукцію люпину вузьколистого залежно від впливу норм висіву насіння та системи удобрення в одно видових та сумісних посівах

№ п/п	Культура	Норма висіву насіння млн шт./га	Коефіцієнт переходу					
			Без добрив		P ₆₀ K ₆₀		N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	
			суха маса	зерно	суха маса	зерно	суха маса	зерно
1	Люпин вузьколистий	0,6	1,04	1,30	0,82	1,02	1,01	1,26
2		0,9	1,05	1,30	0,84	1,03	1,03	1,27
3		1,2	1,05	1,30	0,83	1,03	1,04	1,26
4		1,8	1,05	1,30	0,84	1,03	1,03	1,27
Середнє по варіантах з люпином		Середнє \bar{X}	1,05	1,30	0,83	1,03	1,03	1,27
		Sx=	0,003	0,000	0,005	0,003	0,006	0,003
		V%=	0,5	0,0	1,2	0,5	1,2	0,5
		S=	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
5	Люпин вузьколистий + овес	0,6 + 2,5	0,56	0,61	0,44	0,48	0,54	0,59
6	Люпин вузьколистий + овес	0,9 + 2,5	0,58	0,63	0,46	0,49	0,55	0,61
7	Люпин вузьколистий + овес	1,2 + 2,5	0,61	0,68	0,47	0,53	0,58	0,71
8	Люпин вузьколистий + пшениця яра	0,6 + 2,5	0,60	0,69	0,48	0,54	0,59	0,65
9	Люпин вузьколистий + пшениця яра	0,9 + 2,5	0,60	0,68	0,48	0,54	0,59	0,66
10	Люпин вузьколистий + пшениця яра	1,2 + 2,5	0,65	0,74	0,51	0,58	0,64	0,72
11	Люпин вузьколистий + тритикале яре	0,6 + 2,5	0,61	0,69	0,48	0,54	0,59	0,67
12	Люпин вузьколистий + тритикале яре	0,9 + 2,5	0,60	0,66	0,47	0,53	0,58	0,65
13	Люпин вузьколистий + тритикале яре	1,2 + 2,5	0,62	0,69	0,48	0,55	0,61	0,68
Середнє по варіантах з сумішками		Середнє \bar{X}	0,60	0,67	0,47	0,53	0,59	0,66
		Sx=	0,008	0,013	0,006	0,010	0,010	0,014
		V%=	4,1	5,6	4,0	5,7	5,1	6,4
		S=	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04
Середнє по всіх варіантах		Середнє \bar{X}	0,74	0,87	0,58	0,68	0,72	0,85
		HP05=	0,18	0,26	0,15	0,20	0,18	0,25

Висновки та перспективи подальших досліджень. В умовах Полісся України на забруднених територіях із щільністю забруднення ґрунту до 5 Кі/км за технології вирощування люпину вузьколистого, що передбачає висів насіння до 1,2 млн шт./га та внесення повного мінерального добрива в дозі N₃₀P₆₀K₆₀ дає можливість одержувати по 20,0-27,0 ц/га зерна з питомою активністю в ньому радіоцезію 228-236 Бк/кг, що не перевищує допустимого рівня (ДР-2006) 250 Бк/кг. Внесені фосфорно-калійні добрива в дозі P₆₀K₆₀сприяють зменшенню

активності радіоцезію в зерні і в зеленій масі культури на 24-27%.

Запровадження змішаних посівів люпину вузьколистого із зернофуражними культурами за норми висіву насіння 0,9 млншт/га бобового та 2,5 млн шт./га злакового компонента на фоні внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяло одержанню 358,0-386,3 ц збалансованої за протеїново-вуглеводним співвідношенням зеленої маси і по 35,7-39,6 ц/га зерна та зменшило в 1,7-1,9 рази вміст радіоцезію в одержаній продукції порівняно із чистими посівами люпину.

Люпин вузьколистий, який є цінною кормовою культурою, можна використовувати для годівлі тварин у місцях забруднення ґрунту радіонуклідами в результаті аварії на ЧАЕС.

Список літератури

1. Алексахин Р. М. Сельскохозяйственная радиоэкология / Р. М. Алексахин. – М.: Экология, 1991. – 384 с.
2. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999 – 2002 рр.: метод. рекомендації. – К.: Ярмарок, 1998. – 104 с.
3. Витриховський П. І. Особливості землеробства в умовах радіоактивного забруднення / П. І. Витриховський, О. В. Ступенко // Вісн. агр. науки. – 1997. – № 5. – С. 68-71.
4. Гудков И. М. Проблемы известкования и применения удобрений на загрязненных радионуклидами почвах / И. М. Гудков // Проблемы сельскохозяйственной радиоэкологии – 10 лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : вторая межд. конф., 12-14 июня 1996 г.: тезисы докл. – Житомир, 1996. – С. 187-188.
5. Гудков И. М. Сучасна радіаційна ситуація в аграрній сфері на території України, Росії та Білорусі в зоні аварії на Чорнобильській АЕС / І. М. Гудков // Проблеми сільськогосподарської радіології – 17 років після аварії на Чорнобильській АЕС: четверта міжн. наук.-практ. конф., 19-21 червня 2003 р.: збірник доп. – Житомир, 2003. – С. 21-27.
6. Надточій П. П. Екологія ґрунту та його забруднення / П. П. Надточій, Ф. В. Вольвач, В. Г. Гермашенко. – К.: Аграрна наука, 1997. – 286 с.
7. Национальный доклад – 15 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление / [ред. В. Е. Шевчук, В. Л. Бурачевский]. – Минск: Триолета, 2001. – 70 с.
8. Национальный доклад Украины: 15 лет Чернобыльской катастрофы. Опыт преодоления / [ред. В. В. Дурдинец, Ю. А. Иванов]. – К.: МЧС, 2001. – 150 с.
9. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б. С. Пристер, Н. А. Лоцилов, О. Ф. Немец [и др.]. – [2-е изд.]. – К.: Урожай, 1991. – 472 с.

10. Пристер Б. С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины / Б. С. Пристер. – К.: ЦПЕР, 1999. – 103 с.

11. Рекомендації по веденню сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України в результаті аварії на Чорнобильській АЕС на період 1996 – 1998 рр. / Б. С. Пристер, С. О. Лященко, Ю. О. Іванов [та ін.]. – К., 1996. – 56 с.

12. Юдинцева Е. В. Агрохимия радиоактивных изотопов стронция и цезия / Е. В. Юдинцева, И. В. Гулякин. – М.: Атомиздат, 1968. – 472 с.

References

1. Aleksahyn, R.M. (1991). Agricultural Radioecology. Moscow: Ecology, 384.

2. Agriculture in conditions of radioactive contamination in Ukraine as a result of the Chernobyl accident for the period 1999-2002: method. recommendations. (1998). Kyiv: Fair, 104.

3. Vytryhovskyy, P.I., Stupenko, A.V. (1997). Features of agriculture in terms of radioactive contamination. Visn. Exp. Science, 5, 68-71.

4. Gudkov, I.M. (1996). Problems liming and Application of fertilizers on a contaminated radionuclide soils Problems selskohozyaystvennoyradyoekolohyy - 10 years after the accident to come down to the Chernobyl nuclear power plant, second Intl. Conf., June 12-14, 1996 Abstracts g.: Proceedings. Zhytomyr, 187-188.

5. Gudkov, I.M. (2003). Current radiation situation in the agricultural sector in Ukraine, Belarus and Russia in the area of the Chernobyl accident. Problems of Agricultural Radiology - 17 years after the Chernobyl accident: Fourth Int. Conf., 19-21 June 2003 ext.: collection. Zhytomyr, 21-27.

6. Nadtochiy, P.P., Volvach, F.V., Hermashenko, V.G.(1997). Ecology of soil and its contamination. Kyiv: Agricultural Science, 286.

7. Shevchuk V.E., Burachevskyy V.L. ed. National report – 15 years after the Chernobyl disaster: in consequence in the Republic of Belarus and overcoming. Minsk: Triolet, 2001, 70.

8. Dourdynets V.V., Ivanov Y. ed. National report Ukraine: Chernobyl disaster 15 years. Experience overcoming. Kyiv: MOE, 2001, 150.

9. Pryster B.S., Loschy-fishing N.A., Nemeč O.F. et al. (1991). Fundamentals of Agricultural Radiology. Kyiv: Harvest, 472.

10. Pryster, B.S. (1999). Consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant for the agricultural sector of Ukraine. Kyiv: TSPER, 103.

11. Priester B.S., Liashchenko S.A., Ivanov Yu. [etc.]. (1996). Recommendations for agriculture in terms of radioactive contamination in Ukraine as a result of the Chernobyl accident for the period 1996 – 1998. Kyiv, 56.

12 Yudyntseva, E.V., Hulyakyn, I.V. (1968). Agrochemistry of radioactive isotopes of strontium and cesium. Moscow: Atomizdat, 472.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЙОНОВ ЗОНЫ ПОЛЕСЬЯ

В. И. Ратошнюк

Аннотация. В статье авторами определено влияние агротехнических факторов на удельную активность накопления радионуклидов в продукции люпина узколистного. Применение различных систем минерального питания дает возможность выращивать семена, зернофураж и зеленую массу люпина узколистного как в чистом посеве, так и в смеси со злаковыми зерновыми культурами для кормления КРС в условиях радиоактивного загрязнения территории до 5 Ки/км^2 , которая не превышает допустимые уровни (250 Бк/кг).

Ключевые слова: люпин узколистный, радиоактивность, агротехнические факторы, минеральные, смешанные посевы

WAYS OF THE PRODUCTIVITY IMPROVING OF THE NARROW- LEAVED LUPIN IN THE CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINA- TION OF POLISSIA REGION

V. Ratoshnyuk

Absrtact. In the article the authors determined the impact of agronomic factors on the specific activity of radionuclide accumulation in narrow lupine products. The use of different systems of mineral nutrients, makes it possible to grow seeds, forage and green mass of lupine narrow in its pure sowing and in the mix of cereal crops for feeding livestock in conditions of radioactive contamination to 5 Ki/km^2 , which does not exceed the permissible levels of pollution (250 Bq/kg).

Keywords: *Lupin angustifolius, radioactivity, agronomic factors, fertilizers, mixed crops*