

ЖИТОМИРСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ
ЦЕНТР НАУКОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО
ВИРОБНИЦТВА ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОЛІССЯ НААН

Рекомендації

**по веденню сільськогосподарського виробництва в
умовах радіоактивного забруднення північних районів
Житомирщини, постраждалих у результаті аварії на
Чорнобильській АЕС на період 2011–2016 рр.**

Рекомендації розглянуті і схвалені Вченою радою Інституту сільського господарства Полісся УААН (протокол №4 від 11.03.2011)

Проведена комплексна оцінка сучасного агроекологічного стану критичних господарств північних районів Житомирської області, що піддалися радіоактивному забрудненню. Визначено екологічні проблеми поліських ландшафтів. Викладені методичні підходи до формування оптимізованого агроландшафту, які забезпечують екологічну безпеку і економічну доцільність ведення сільськогосподарського виробництва на радіаційно забруднених територіях.

Методичні рекомендації призначені для державних органів влади, які можуть використовувати їх для здійснення контролю за стійкістю агроландшафтів, прогнозування змін та прийняття управлінських рішень для планування заходів призупинення негативних наслідків радіоактивного забруднення земель сільськогосподарського призначення.

Методичні рекомендації розробили:

Дейсан М.М., Дідківський М.П., Данкевич Є.М. Савченко Ю.І., Савчук І.М., Ратошнюк І.Ю., Мельничук А.О., Куновський В.І., Данкевич В.Є., Полінкевич В.А., Нетреба Ю.А., Мисловський О.Л., Петрук М.М., Мартинюк О.М.

ЗМІСТ

| | Стор. |
|---|-------|
| Вступ | 4 |
| 1. Сучасний радіаційний стан сільськогосподарських угідь Житомирської області | 6 |
| 2. Щільність забруднення ґрунтів радіонуклідами | 8 |
| 3. Забруднення основних видів сільськогосподарської продукції | 13 |
| 4. Прогнозована активність ^{137}Cs у продукції рослинництва | 19 |
| 5. Прогнозована активність ^{90}Sr у продукції рослинництва | 23 |
| 6. Заходи щодо зменшення нагромадження радіонуклідів у сільськогосподарській продукції | 26 |
| 7. Шляхи покращення соціально-економічних умов проживання населення на радіоактивно забрудненій території | 32 |
| 8. Бібліографія | 34 |

ВСТУП

Аварія 1986 року на Чорнобильській АЕС радикально змінила радіаційні характеристики довкілля внаслідок викиду великої кількості радіоактивних продуктів ділення зі зруйнованого реактора 4-го енергоблоку. Радіонукліди, відповідно до їх фізико-хімічних властивостей, залучились до процесів міграції в елементах неживої природи та по трофічних ланцюгах біоценозів. Через міграцію радіонуклідів водним, повітряним шляхом та антропогенний виніс, зона відчуження впливає на екологічний стан України та суміжних держав. Наприклад, за післяаварійний період лише із зони відчуження р. Прип'яттю у Київське водосховище винесено близько 3100 Кі ^{137}Cs та 3600 Кі ^{90}Sr .

Найбільшого, за масштабами та рівнями, забруднення зазнала Житомирська область. Детальним обстеженням території, згідно досліджень Житомирського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції, у зону із забрудненням понад 37,0 кБк/м² потрапило 176 тисяч га сільгоспугідь. Найбільш забруднені ^{137}Cs угіддя Коростенського району – 75 тис. га, Лугинського – 21, Народицького – 24, Овруцького – 42, Малинського – 12, Володарськ-Волинського – 1 тис. га. В інших районах області забруднення ґрунтів радіоактивним цезієм не перевищує 37 кБк/м² (3,7-25,9 кБк/м²). На сьогодні значна частка забрудненої продукції рослинництва та тваринництва з перевищенням ДР-2006 надходить із критичних населених пунктів. Зокрема по молоку, одному з основних чинників формування внутрішньої дози опромінення населення, перевищення виявлені у селах Коростенського району: Воронево - 144 Бк/л, Немирівка – 146, Сингаї - 148, Чигирі - 157, Коростень – 176; Лугинського: Червона Волока - 121, Лугини - 136 та Овруцького: Бережесть - 166, Усово - 172, Возничі - 175, Виступовичі - 184, Острови - 198, Селезівка - 202, Іллішки – 208, Рудня - 240, Лучанки - 260 Бк/кг.

Після 25 років з дня аварії екологічна ситуація не покращується, через присутність у орному шарі до 70% радіонуклідів від їх загальної кількості у ґрунті та цілої низки соціально-економічних проблем:

- припинення фінансування державних Програм «Радіологічного захисту населення та екологічного оздоровлення території, що зазнала радіоактивного забруднення»;

- відсутність хімічної меліорації – основної складової частини контрзаходів. За останні роки кількість внесених мінеральних добрив зменшилась із 149 до 56 кг/га д.р. NPK, а гною з 8,6 т/га до 1,0 т/га ріллі порівняно з 1990 роком. При цьому співвідношення елементів живлення мінеральних добрив не відповідає потребам рослин. Вносяться переважно азотні добрива;
- після реформування АПК збільшилась кількість дрібноконтурних земельних ділянок і як наслідок відбулось порушення сівозмін, недотримуються технології вирощування сільськогосподарських культур;
- внаслідок розпаювання та виділення в натурі земельної ділянки, власники паїв використовують торфоболотні та лучні ґрунти для вирощування городини, випасу та виробництва кормів для тварин і, як наслідок, у приватних підсобних господарствах ще й досі виробляється м'ясо-молочна продукція, у якій питома активність радіонуклідів значно перевищує встановлені державні нормативи;
- відсутність екологічно обґрунтованих підходів на рівні місцевих, селищних Рад до формування кормової бази для тваринництва приватного сектору, де на сьогодні виробляється біля 85 % молока і м'яса;
- недостатня інформованість власників ВРХ про щільність забруднення сільськогосподарських угідь та лісових масивів радіонуклідами для випасання і заготівлі трав'янистих кормів;
- низька платоспроможність приватних виробників м'ясо-молочної продукції для покращення кормових угідь та закупівлю чистих концентрованих кормів та сорбуючих домішок (фероцинів) до раціону домашніх тварин;
- відсутність культурних луків та пасовищ, які протягом останніх 10-15 років не перезалужувались і перетворились на природні угіддя з малоцінними кормовими травами, які суттєво знижують свою продуктивність та підвищують рівень забруднення радіонуклідами тваринницької продукції;
- зменшилась частка кормів, які надходять з польового кормовиробництва.

Підготовлені рекомендації направлені на вирішення проблемних питань у веденні колективних, фермерських, присадибних господарств на радіоактивно забруднених територіях і сприятимуть зменшенню накопичення ^{137}Cs у продукції луків та пасовищ, а також зменшенню коефіцієнтів переходу радіонуклідів у ланці «ґрунт-рослина-тварина-людина».

1. Сучасний радіаційний стан сільськогосподарських угідь Житомирської області

Внаслідок Чорнобильської катастрофи у навколишнє середовище потрапило близько 3% радіонуклідів, які на момент катастрофи були накопичені в четвертому енергоблоці ЧАЕС, що становить понад 300 МКі.

У результаті радіоактивного викиду після аварії на Чорнобильській АЕС, в навколишнє середовище надійшла значна кількість екологічно небезпечних радіонуклідів – ^{137}Cs , ^{90}Sr . Незважаючи на тривалий період, що минув після аварії, вони й сьогодні у значних кількостях накопичуються сільськогосподарськими культурами, виконуючи головну роль у формуванні навантажень через трофічні ланцюги внаслідок значного вмісту їх у ґрунтах, хімічних властивостей (аналоги К і Са) та тривалого періоду напіврозпаду (30 і 28,4 роки).

Через високий ступінь забруднення територій радіоізотопами та значну деградацію, виведено з обігу 180 тис. га сільськогосподарських угідь.

За рахунок фізичного розпаду радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr за 25 років після аварії їх вміст у ґрунті знизився приблизно на 35-38%. Горизонтальна й вертикальна міграція цих радіонуклідів не викликала значного їх перерозподілу у природних і штучних ландшафтах. На орних землях через плужну підшову в нижні горизонти пройшло не більше 10-20% від загальної кількості цезію в орному шарі. З більшою інтенсивністю ^{137}Cs мігрує у торфових ґрунтах, які бідні на глинисті мінерали. На таких ґрунтах 1-2 % ^{137}Cs розповсюдилось по профілю до метрової глибини.

Дослідженнями Інституту сільського господарства Полісся, щодо розподілу радіонуклідів по ґрунтовому профілю всіх 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 радіонуклідів 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%. Практично така ж тенденція по вертикальному розподілу радіонуклідів відмічена у торфово-болотного ґрунту. Концентрація радіонуклідів в орному шарі (0-20 см) становила 81,4 %, в шарі 20-40 см – майже 11 % і після 40 см – 7,5 %. Тобто, це вказує на те, що основна частка радіонуклідів знаходиться у кореневмісному шарі ґрунту, а тому найближчим часом не слід сподіватися на швидке їх переміщення у більш глибокі горизонти і, як наслідок, на зменшення надходження їх у рослинницьку продукцію.

Ґрунти Полісся недостатньо забезпечені елементами мінерального живлення, мають низький вміст доступного рослинам калію, підвищену кислотність, низький вміст гумусу та ввібраних основ, що підвищують їх рухомість, перехід і накопиченню радіонуклідів у сільськогосподарській продукції.

Запроваджені протирадіаційні агрохімічні та меліоративні заходи на мінеральних ґрунтах забезпечують зниження надходження ^{137}Cs у продукцію: після внесення підвищених доз калійних добрив – у 2-3 рази, поєднання глибокої оранки з оборотом пласта та одночасним внесенням вапна, калійних добрив – у 3-4 рази.

Дешевим, ефективним та довготривалим протирадіаційним заходом є вапнування. Тому зразу ж після аварії на ЧАЕС в Україні було провапновано 1,5 млн. га забруднених ґрунтів. Внесення вапна на забрудненій території в поєднанні з добривами дало змогу знизити вміст радіонуклідів у продукції в 2,5 – 5 разів.

Проте з 1994 по 2010 рр. проведення цих робіт невпинно скорочувалось, як наслідок, рухомість радіонуклідів зростає, що сприяє по підвищенню рівня радіоактивного забруднення продукції рослинництва ^{137}Cs і ^{90}Sr . Без застосування протирадіаційних заходів отримання продукції з рівнем забруднення в доаварійний період буде потрібно не менш 80-100 років, а для дуже забруднених територій – ще більший термін.

За результатами досліджень встановлено, що через 25 років після аварії на ЧАЕС вирощування зерна, бульб картоплі, коренеплодів і овочів на більш родючих ґрунтах із застосуванням добрив можна отримати нормативно чисту продукцію. Проте на бідних дерново-підзолистих супіщаних та органічних ґрунтах вирощування городини, зокрема картоплі, питома активність ^{137}Cs в продукції в окремих випадках може сягнути рівня ДР-2006, а іноді і перевищити його. Тому, для оптима-

льного розміщення окремих культур і застосування запобіжних заходів з метою отримання відносно чистої в радіоекологічному відношенні продукції, слід володіти необхідною інформацією щодо ґрунтових властивостей та щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами.

Найбільші величини коефіцієнту переходу (КП) ^{137}Cs спостерігаються на сьогодні для природних та сіяних трав, що вирощуються на дерново-підзолистих піщаних, супіщаних та торфово-болотних ґрунтах зони радіоактивного забруднення. Це є причиною перевищення допустимих рівнів забруднення ^{137}Cs сільськогосподарської продукції, зокрема молока і м'яса ВРХ. Молоко і м'ясо залишаються найбільш забрудненою радіонуклідами продукцією, виробленою у особистих підсобних господарствах. Споживання їх становить основну частку дозових навантажень за рахунок перорального надходження радіонуклідів у організм людини.

Більше того, при розпаюванні земель населенню для випасів та сінокосів були виділені угіддя, розміщені в найбільш критичних з точки зору накопичення радіонуклідів, де коефіцієнти переходу з таких типів ґрунтів у рослинність досить високі, корми для відгодівлі худоби у населення характеризуються значним рівнем радіоактивного забруднення. Внаслідок цього, у значній кількості приватних підсобних господарств ще й досі виробляється м'ясо-молочна продукція, у якій питома активність радіонуклідів значно перевищує встановлені державні нормативи. Як наслідок, окрема частина населення північних районів Житомирської області й дотепер отримує додаткову дозу внутрішнього опромінення і, як результат, ефективна доза опромінення сягає і перевищує 2 мЗв на рік. У таких населених пунктах необхідне обов'язкове та першочергове комплексне проведення запобіжних заходів.

Мінімізацію колективної дози опромінення населення можливо реалізувати шляхом зменшення кількості радіонуклідів у місцевих продуктах харчування, в першу чергу тваринного походження.

2. Щільність забруднення ґрунтів радіонуклідами

Вирішення проблем, пов'язаних з веденням сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях, зайняло одне із провідних місць у комплексі заходів по послабленню наслідків радіаційних аварій.

Сучасний радіоекологічний стан сільськогосподарських угідь, забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, сформувався під впливом декількох основних факторів:

- фізичний розпад радіонуклідів;
- іммобілізація радіонуклідів ґрунтово-вбирним комплексом і, як наслідок, зменшення їх рухомості в ланці ґрунт – рослина;
- зміна соціально-економічних умов на забруднених територіях, серед яких: розпаювання землі, ліквідація громадських господарств, зменшення обсягів або повне припинення проведення контрзаходів, спрямованих на зниження рівнів забруднення продукції та дозових навантажень на населення. Головна роль у формуванні дози опромінення населення, як і у попередні роки, належить ^{137}Cs і в значно меншій мірі - ^{90}Sr .

За даними радіологічного обстеження, проведеного в 2008 році, з 377,3 тис. га сільськогосподарських угідь шести північних районів області ^{137}Cs забруднено 259,5 тис. га, або 68,8 % в тому числі по районах, %: Коростенському – 88,7; Лугинському – 48,7; Малинському – 88,7; Народицькому – 88,7; Овруцькому – 44,3; Олевському – 73,9 (табл. 1).

За часткою забруднення рілля мало відрізняється від сільськогосподарських угідь в цілому. Загалом частка радіоактивно забрудненої ріллі становить 74,7 % (246,3 тис. га) від загальної площі сільськогосподарських угідь, забрудненої радіонуклідами. При цьому до 1 Кі/км² забруднення ріллі становить 52,9 %, від 1 до 5 – 44,7 % і від 5 до 15 Кі/км² – 2,4 % загальної площі ріллі.

У діапазоні радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь ^{90}Sr від 0,02 до 0,15 Кі/км² знаходиться основна частина території області з площею 687,5 тис.га (60,7%), в тому числі по північних районах, %: Коростенському – 59,1, Лугинському – 60,2, Малинському – 98,4, Овруцькому – 59,6, Народицькому – 47,7, Олевському – 88,1. Частка забрудненої ріллі від загальної площі сільськогосподарських угідь становить 76,7% (табл. 2).

У межах радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь ^{90}Sr від 0,15 до 3,0 Кі/км² знаходиться 45,8 тис.га (4,3% від загальної кількості забруднених сільськогосподарських угідь), однак, всі забруднені території знаходяться лише в

північних районах області, в тому числі, %: Коростенському – 2,2 тис. га (2,9%), Лугинському – 9 (36,6%), Малинському – 0,3 (0,5%), Овруцькому – 19,5 (40,0%), Народицькому – 13,4 (51,5%), Олевському – 0,8 (2,8%) та Ємільчинському – 0,6 (1,5%). Частка забрудненої ріллі від загальної площі сільськогосподарських угідь становить 69,0%.

1. Питома забрудненість території Житомирської області ^{137}Cs , станом на 01.01.2008 р.

| Район області | Площа, тис. га | Щільність забруднення за градацією (Кі/км ²) | | | |
|-----------------------|----------------|--|--------------|-------------|------|
| | | < 1 | 1 – 5 | 5 – 15 | > 15 |
| Андрушівський | 53,2 | 53,2 | - | - | - |
| Бердичівський | 47,8 | 47,8 | - | - | - |
| Любарський | 50,6 | 50,6 | - | - | - |
| Попільнянський | 66,8 | 66,8 | - | - | - |
| Ружинський | 60,5 | 60,5 | - | - | - |
| Чуднівський | 63,3 | 63,3 | - | - | - |
| Романівський | 38,8 | 38,8 | - | - | - |
| Житомирський | 42,9 | 42,9 | - | - | - |
| Коростишівський | 38,5 | 38,5 | - | - | - |
| Черняхівський | 56,1 | 56,1 | - | - | - |
| Баранівський | 36,1 | 36,1 | - | - | - |
| Червоноармійський | 45,3 | 45,3 | - | - | - |
| Новоград-Волинський | 78,3 | 77,9 | 0,4 | - | - |
| Володарськ-Волинський | 39,6 | 37,3 | 2,3 | - | - |
| Ємільчинський | 70,2 | 64,4 | 5,8 | - | - |
| Коростенський | 74,9 | 39,2 | 33,5 | - | - |
| Лугинський | 24,6 | 1,8 | 22,2 | 0,6 | - |
| Малинський | 56,6 | 45,3 | 11,2 | 0,1 | - |
| Овруцький | 48,8 | 7,0 | 41,3 | 0,5 | - |
| Народицький | 26,0 | 1,5 | 21,1 | 3,4 | - |
| Олевський | 28,6 | 7,1 | 17,7 | 3,8 | - |
| По області | 1047,5 | 881,4 | 155,5 | 10,6 | - |

За наведеними даними можна зробити висновок, що стан забруднення сільськогосподарських угідь та ріллі ^{90}Sr більш загрозливий, ніж ^{137}Cs , тому що радіотоксичність ^{90}Sr в 10 разів більша, ніж ^{137}Cs . Дуже небезпечним є також ^{239}Pu , радіотоксичність якого, у разі потрапляння до організму, у 100 разів вища.

2. Питома забрудненість території
Житомирської області ^{90}Sr , станом на 01.01.2008 р.

| Район області | Площа, тис.га | Щільність забруднення за градацією ($\text{Кі}/\text{км}^2$) | | |
|-----------------------|------------------|--|--------------|-------------|
| | | < 0,02 | 0,02 – 0,15 | 0,15 – 3,0 |
| Андрушівський | 53,2 | 11,4 | 41,8 | - |
| Бердичівський | 47,8 | 15,0 | 32,8 | - |
| Любарський | 50,6 | 23,2 | 27,4 | - |
| Попільнянський | 66,8 | 10,9 | 55,9 | - |
| Ружинський | 60,5 | 6,1 | 54,4 | - |
| Чуднівський | 63,3 | 32,0 | 31,3 | - |
| Романівський | 38,8 | 34,9 | 3,9 | - |
| Житомирський | 42,9 | 34,0 | 8,9 | - |
| Коростишівський | 38,5 | 26,5 | 12,0 | - |
| Черняхівський | 56,1 | 47,8 | 8,3 | - |
| Баранівський | 36,1 | 0,4 | 35,7 | - |
| Червоноармійський | 45,3 | 16,3 | 29,0 | - |
| Новоград-Волинський | 78,3 | 4,1 | 74,2 | - |
| Володарськ-Волинський | 39,6 | 7,7 | 31,3 | 0,6 |
| Ємільчинський | 70,2 | 11,1 | 59,1 | - |
| Коростенський | 74,9 | 28,4 | 44,3 | 2,2 |
| Лугинський | 24,6 | 0,8 | 14,8 | 9,0 |
| Малинський | 56,6 | 0,6 | 55,7 | 0,3 |
| Овруцький | 48,8 | 0,2 | 29,1 | 19,5 |
| Народицький | 26,0 | 0,2 | 12,4 | 13,4 |
| Олевський | 28,6 | 2,6 | 25,2 | 0,8 |
| Радомишльський | 45,3 | 45,3 | - | - |
| Брусилівський | 38,6 | 38,6 | - | - |
| По області | 1131,4 | 398,1 | 687,5 | 45,8 |

Головну роль у зміні радіаційного стану відіграють процеси фіксації радіонуклідів ґрунтово-поглинальним комплексом, що визначають їх рухливість і можливість засвоєння кореневими системами рослин. Ґрунти з високою здатністю поглинання (чорноземи, сірі лісові) і важким гранулометричним складом зв'язують радіонукліди міцніше, ніж бідні за органічною речовиною, легкі кислі ґрунти (дерново-підзолисті супіщані і піщані). Це впливає і на інтенсивність переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини.

Середні значення коефіцієнтів переходу (КП) ^{137}Cs та ^{90}Sr у врожай основних сільськогосподарських культур з різних типів ґрунтів наведені у таблицях 3-4.

3. Середні значення коефіцієнтів переходу (КП) ^{137}Cs у врожай основних сільськогосподарських культур з різних типів ґрунтів

| Культура | Дерново-підзолистий | | | Сірий лісовий | Чорнозем вилужений | Торфовий, торфово-глеєвий |
|------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | піщаний, супіщаний | легко і середньо-суглинистий | важко суглинистий | | | |
| Жито озиме | 0,1 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 2,0 |
| Пшениця озима | 0,2 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 1,5 |
| Овес | 0,2 | 0,08 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 1,5 |
| Ячмінь | 0,1 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 1,0 |
| Вівсяно-горохова суміш | 1,0 | 0,3 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 4,0 |
| Кукурудза | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,04 | 0,8 |
| Картопля | 0,1 | 0,6 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,4 |
| Буряк столовий | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,08 | 0,05 | 1,5 |
| Злаково-бобові трави | 1,0 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 10 |
| Конюшина | 3,0 | 1,00 | 0,75 | 0,5 | 0,05 | 13 |
| Томати | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 1,2 |
| Гречка | 0,75 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | - |
| Природні трави | 20 | 7,5 | 1,5- | 4,5 | 0,5 | 75 |

4. Середні значення коефіцієнтів переходу (КП) ^{90}Sr у врожай основних сільськогосподарських культур з різних типів ґрунтів

| Культура | Дерново-підзолистий | | | Сірий лісовий | Чорнозем вилужений | Торфовий, торфово-глеєвий |
|--------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | піщаний, супіщаний | легко і середньо-суглинистий | важко суглинистий | | | |
| Пшениця озима | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| Жито озиме | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| Пшениця ярова | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 1,3 | 0,5 | 0,3 |
| Овес | 6,0 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 0,4 |
| Ячмінь | 5,0 | 3,0 | 1,5 | 1,8 | 0,8 | 0,4 |
| Горох | 7 | 4,0 | 2,0 | 3,0 | 1,3 | 0,6 |
| Гречка | 5,0 | 3,0 | 1,5 | 1,7 | 0,5 | 0,2 |
| Кукурудза | 12 | 6 | 3,0 | 4,0 | 2,4 | 1,2 |
| Вико-вівсяна суміш | 6 | 3,5 | 1,8 | 2,5 | 1,0 | 0,3 |
| Картопля | 2,6 | 1,7 | 0,8 | 1,0 | 0,3 | 0,1 |
| Буряк столовий | 6 | 3,0 | 1,6 | 2,0 | 0,7 | 0,3 |
| Капуста | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| Льон | 5,0 | 3,0 | 1,5 | 1,8 | - | - |

У даний період найефективнішими запобіжними заходами, що знижують перехід ^{137}Cs в урожай сільськогосподарських культур, є агрохімічні меліорації (вап-

нування, внесення органічних і мінеральних добрив). Ефективність цих заходів залежить від багатьох факторів: виду заходу, типу ґрунту та його властивостей, виду рослин та інших.

3. Забруднення основних видів сільськогосподарської продукції

На Поліссі переважають дерново-слабопідзолисті та дерново-середньопідзолисті ґрунти, які разом займають 60% усієї території. Перші ґрунти найбільш розорані – на 83%, дерново-середньопідзолисті – на половину і в ріллі зони вони займають, відповідно, 46 і 30%. Друге місце за площею (біля 20%) займають лучні та дернові ґрунти, що розповсюджені на заплавах і терасах річок, а також у окремих безстічних пониженнях рельєфу. В орному фонді зони Полісся лучні ґрунти займають 9%, а дернові – 7%. Третє місце за площею (10%) займають торфові й торфово-болотні ґрунти. Виробництво сільськогосподарської продукції на радіоактивно забрудненій території можливе при використанні сільськогосподарських угідь, із забрудненням ґрунту ^{137}Cs нижче допустимого рівня (табл. 5).

5. Максимально допустимі рівні забруднення ґрунтів Полісся ^{137}Cs , при яких його активність у сільськогосподарській продукції не буде перевищувати ДР-2006

| Продукція, тип ґрунту | ^{137}Cs , кБк/м ² |
|-------------------------------------|--|
| Молоко (сіно природних трав) | |
| Торфово-болотні перезволожені | 3,7 |
| Торфові | 40,7 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 122,1 |
| Сірі лісові | 277,5 |
| Молоко (сіно сіяних трав) | |
| Торфові | 140,6 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 173,9 |
| Сірі лісові | 358,9 |
| М'ясо (сіно природних трав) | |
| Торфово-болотні перезволожені | 7,4 |
| Торфові | 81,4 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 244,2 |
| Сірі лісові | 555,0 |
| М'ясо (сіно сіяних трав) | |
| Торфові | 284,9 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 344,1 |
| Сірі лісові | 740,1 |
| Зерно продовольче | |
| Дерново-підзолисті супіщані | 370 |
| Сірі лісові | 814 |
| Картопля продовольча | |
| Торфові | 185 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 444 |
| Сірі лісові | 592 |

З усієї сільськогосподарської продукції найбільш забрудненими залишаються молоко та яловичина, бо жуйними тваринами споживаються найбільш забруднені ^{137}Cs корми, що вироблені з багаторічних трав, які можуть містити ще й домішки пилу та ґрунту з високим вмістом радіонуклідів. За рахунок цієї продукції, отриманої з лук і пасовищ, населення радіоактивно забрудненої території може отримувати до 87% внутрішнього опромінення. Ґрунти, на яких сільськогосподарські культури найбільш забруднюються ^{137}Cs , можна розмістити в такий ряд: торфовища заболочені > торфовища осушені > дерново-підзолисті піщані > дерново-підзолисті супіщані > дерново-підзолисті суглинисті > сірі лісові.

Вирощена в умовах радіоактивного забруднення продукція повинна бути чистою і від хімічних токсикантів, пестицидів і важких металів. Із польових культур небезпечними за рівнем вмісту радіонуклідів можуть бути гречка, горох та люпин, технологія вирощування яких потребує застосування контрзаходів.

Для розрахунків рівнів забруднення урожаю сільськогосподарських культур встановлені коефіцієнти переходу радіонуклідів з ґрунту в продукцію, які чисельно дорівнюють відношенню активності ^{137}Cs (Бк/кг) в продукції до його активності у ґрунті (кБк/м²) (табл. 6).

Таким чином, добуток значень коефіцієнтів переходу і активності ^{137}Cs у ґрунті є величиною накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції. Тому культури з більшими коефіцієнтами переходу ^{137}Cs у продукцію необхідно розміщувати на менш забруднених ґрунтах.

Встановлено, що головну роль у зміні радіаційної ситуації відіграють процеси фіксації радіонуклідів ґрунтово-вбирним комплексом, які визначають їх рухливість і можливість засвоєння кореневими системами рослин. Саме тому через 10 років після аварії було введено і в 2006 році оновлено допустимі рівні вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції ДР-2006, які в 3 - 4 рази нижчі за раніше існуючі тимчасові допустимі рівні ТДР-91 (табл. 7).

6. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs з дерново-підзолистого ґрунту в сільськогосподарські культури (за даними Інституту с.-г. радіології)

| Культура | КП, Бк/кг, кБк/м ² |
|------------------------------|-------------------------------|
| Кукурудза, зерно | 0,01 |
| Вівсяниця, зелена маса | 0,05 |
| Тимофіївка, зелена маса | 0,05 |
| Картопля, бульби | 0,10 |
| Свиріпа, зелена маса | 0,10 |
| Ячмінь: зелена маса | 0,10 |
| зерно | 0,10 |
| солома | 0,20 |
| Овес: зелена маса | 0,10 |
| зерно | 0,20 |
| солома | 0,30 |
| Грястиця збірна, зелена маса | 0,20 |
| Пайза, зелена маса | 0,20 |
| Мальва, зелена маса | 0,30 |
| Турнепс, коренеплоди | 0,30 |
| Вика, зелена маса | 0,30 |
| Ріпак, зелена маса | 0,40 |
| Люцерна, зелена маса | 0,50 |
| Конюшина, зелена маса | 0,50 |
| Редька, коренеплоди | 0,60 |
| Капуста кормова | 0,70 |
| Буркун, зелена маса | 1,20 |
| Амарант, зелена маса | 1,50 |

За офіційними даними санітарно-епідеміологічних станцій, лабораторій ветеринарної медицини та м'ясокомбінатів північних районів Житомирської області частка забрудненого у 2006-2010 роках молока до 60 Бк/л становила 96,6-99,5 %, до 100 Бк/л – 0,1-0,2 % та більше 100 Бк/л – 0,2-3,4 %. Частка забрудненого м'яса яловичини до 80 Бк/кг становила 93,4-98,9 %, до 200 Бк/кг – 0,9-2,8 % та більше 200 Бк/кг – 0,3-3,0 %, що є свідченням того, що в зоні Полісся ще залишились природні кормові угіддя з високими рівнями переходу ^{137}Cs в багаторічні трави.

За рівнем забруднення радіонуклідами м'ясо домашньої свинини відповідає встановленим нормативам. Однак м'ясо з дичини перевищує допустимі норми і питома активність радіоцезію в ньому становить 360-5000 Бк/кг. У м'ясі дикої кози ці показники варіюють від 995 до 5000 Бк/кг, лося – від 540 до 928 Бк/кг.

7. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській та харчовій продукції (ДР - 2006), Бк/кг(л)

| Продукти | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
|---|-------------------|------------------|
| Хліб, хлібопродукти | 20 | 5 |
| Картопля | 60 | 20 |
| Овочі (листяні, коренеплоди, зелень) | 40 | 20 |
| Фрукти | 70 | 20 |
| М'ясо, м'ясопродукти | 200 | 20 |
| Риба, рибні продукти | 150 | 35 |
| Молоко, молочні продукти | 100 | 20 |
| Яйця (1 шт.) | 6 | 2 |
| Вода | 2 | 2 |
| Молоко згущене | 300 | 60 |
| Молоко сухе | 500 | 100 |
| Свіжі дикоростучі ягоди та гриби | 500 | 50 |
| Сушені дикоростучі ягоди та гриби | 2500 | 250 |
| Лікарські рослини | 600 | 200 |
| Інші продукти | 600 | 200 |
| Спеціальні продукти дитячого харчування | 40 | 5 |

Визначення питомої активності ^{137}Cs в урожаї сільськогосподарських культур показує, що найбільш забруднене ним залишається сіно, 9% його в північних районах за активністю ^{137}Cs може мати перевищення допустимого рівня, хоча переважна частина (63%) характеризувалась активністю ^{137}Cs в межах 20 - 60 Бк/кг. В таких же межах забруднена ^{137}Cs і переважна частина соломи - 80%; також і 90% зеленої маси багаторічних трав забруднено ^{137}Cs до 60 Бк/кг, і тільки 0,9% більше допустимого рівня - 140 Бк/кг.

Не останню роль у формуванні дозового навантаження жителів поліського регіону відіграють продукти, здобуті ними в природі – м'ясо диких тварин, гриби та ягоди. За результатами досліджень ці продукти, в більшості, не придатні для споживання, оскільки вміст ^{137}Cs та інших довгоживучих інкорпорованих радіонуклідів у них перевищує ДР-2006. Найвищі показники перевищують допустимі рівні більше, ніж у 80 разів.

За офіційними даними санітарно-епідеміологічних станцій і лабораторій ветеринарної медицини частка свіжих грибів, забрудненість яких перевищила ДР – 2006, в середньому за 2006-2010 рр. склала 67-96 %.

Вимірювання питомої активності ^{137}Cs у продукції сільськогосподарських культур, вирощених у польових дослідках Інституту сільського господарства Полісся при забрудненні ґрунту в межах 3 - 5 $\text{Ки}/\text{км}^2$ (111 - 185 $\text{кБк}/\text{м}^2$) показали, що найбільше ^{137}Cs накопичується в зерні люпину, ріпаку ярого, пелюшки і вівса відповідно 668, 223, 194 та 76 $\text{Бк}/\text{кг}$, сіні конюшини лучної 110 та у зеленій масі люпину 197 $\text{Бк}/\text{кг}$. Накопичення ^{137}Cs в зерні озимої пшениці й жита озимого було незначним (табл.8).

8. Питома активність ^{137}Cs в сільськогосподарській продукції основних культур зони Полісся при щільності забруднення ґрунту до 5 $\text{Ки}/\text{км}^2$

| Культура | Активність ^{137}Cs , $\text{Бк}/\text{кг}$ |
|----------------------------------|--|
| Жито озиме, зерно | 9 |
| Пшениця озима, зерно | 11 |
| Льон, солома | 19 |
| Вико-овес, зерно | 21 |
| Пелюшко-овес, зерно | 194 |
| Пелюшко-овес солома | 44 |
| Овес, зерно | 76 |
| Конюшина лучна (сіно) | 110 |
| Кукурудза, зелена маса* | 51 |
| Люпин вузьколистий, зелена маса* | 197 |
| Ріпак ярий, зерно | 223 |

Перевищення ДР-2006 (у %) відмічені по районах: Коростенський – 8,3, Овруцький – 28,1 та Лугинський – 3,1. Рівень забруднення молочної продукції перевищував ДР-2006 по районах у 1,3-1,8 рази. Найбільший розкид забруднення по молоку відмічено у Коростенському районі. В цілому ж по районах різниця між мінімальним та максимальним показниками змінювалась у 7,8 – 12,2 рази, у окремі роки змінюючись у 79-171 рази. Перевищення ДР-2006 були відмічені у наступних населених пунктах ($\text{Бк}/\text{л}$) – Овруцький район: Возничі - 161,4; Острови - 198; Лучанки - 148,6; Слобода - 135; Усово - 141,5; Сирниця - 107; Виступовичі - 184; Листвин - 126; Кам'янівка - 163; Веледніки - 147,7; Прибитки - 160,5; Красилівка - 119,5; Іллішки - 190,7; Сорокопень - 149,5; Прилуки - 125; Бігунь - 133; Рудня - 144; Червонка - 159,3; Переброди - 145; Кованка - 126; Мацьки - 133,7; Козулі - 155,2; Селезівка - 179,2; Бережесть - 166; Ясенець - 136; Чернещина - 131; Коростенський район: Коростень - 129,2; Чигири - 157; Воронево - 144; Сингаї - 148; Немирівка - 128,0;

Лугинський район: Червона Волока – 119-125. За узагальненими результатами по трьох досліджуваних районах, отриманими впродовж 2006-2010 років на основі даних районними СЕС та ЛВСЕ, можна судити про те, що на сьогоднішній день молоко має перевищення допустимого рівня. По районах за період спостережень відсоток перевищення коливався у межах 3,1-28,1. Максимальні значення у Коростенському районі були у с. Сингаї - 148, с. Чигири - 157 Бк/л, Овруцькому – с. Острови - 198, с. Рудня - 240, Лугинському – с. Червона Волока - 125 Бк/л.

На відміну від м'яса свинини, яловичина мала перевищення вмісту радіонуклідів. В Овруцькому районі перевищення зустрічалось у таких населених пунктах: Лучанки - 304,7; Листвин - 323; Ігнатпіль - 333,5; Овруч - 358,3; Прилуки - 238,5; Левковичі - 359,7; Ясенець - 327; Гладковичі - 350; Чернещина - 291; Білка - 384,7; Девошин - 368; Селець - 440; Гуничі - 237; Превар - 287; Тхорин - 980; Шоломки – 231; Слобода – 304; Черевки – 255; у населених мпунктах Коростенського активність змінювалась від 204 до 445 Бк/кг.

Районними СЕС та ЛВСЕ були надані результати по забрудненості м'яса дичини. У Коростенському та Овруцькому районах, де було проаналізовано по 67 зразків, у яких 100% перевищення ДР-2006. За усередненими даними, ця продукція перевищувала допустимий рівень у 72-89 разів. В Овруцькому районі перевищення допустимого рівня відмічене у селах: Млинок - 960; Піщаниця - 28500; Овруч - 5898,3; Мошійки - 5090; Ігнатпіль - 5000; Виступовичі - 1100; Кам'янка - 2340; Рудня - 15500; Сирниця - 750; Першотравневе - 480; Рудня - 1010; Нивки - 2608; Рокитне - 1813; Прилуки - 720; Гуничі - 1510; Гладковичі - 1125; Колесники - 5337; Першотравневе - 8985; Полохачів - 640; Острови - 1560; Чернещина – 2110; Мамич – 1620; Овруч - 1200, 1050, 592, 480; Гладковичі – 8190; Дубовий гай - 1020, 642; Гладковичі – 1350; Бережесть - 1721, 3510; Гусарівка - 5340, 5520 Бк/кг. У середньому за чотири роки середня активність м'яса дикого кабана у Овруцькому районі складає 8229 Бк/кг. У Коростенському районі: Старики - 3075, Коростень - 11121; 3214; 4750, 1100, 3600, 2500, 474, 1707, 600, 4180 Бк/кг.

Середні показники активності радіонуклідів у сухих грибах у розрізі районів були близькими за значенням і становили: Коростенський район 8909, Овруцький

7342, Лугинський 6528 Бк/кг, перевищуючи цей показник у свіжих грибах у 5,6, 1,4 та 4,4 рази, а допустимий рівень у 3,6, 2,9 та 2,6 рази відповідно.

Середнє значення питомої активності у розрізі районів у свіжих ягодах становило: 797 (Коростенський), 1739 (Овруцький) і 523 Бк/кг (Лугинський район). Перевищення ДР-2006 становило 7,5, 8 та 3,6 рази відповідно. Мінімальні показники відрізнялись від максимальних у 6-14 разів. Максимальне значення питомої активності у свіжих ягодах чорниці становило 3750 (Коростенський район), 3988 (Овруцький) та 1789 Бк/кг (Лугинський).

За результатами районних СЕС та ІСПП критичними у відношенні радіоактивного забруднення продукції, зібраної у лісі, є такі села: у Коростенському районі - с. Сарновичі - 557, с. Охотовка - 625, с.Воронево - 650, с. Барди - 782;4990, с. Купеч - 1300, с. Немирівка - 2300, с. Межирічка - 2605, с. Берестовець - 4413; 11058,5 Бк/кг.

У Овруцькому, як найбільш забрудненому районі, критичними є такі села: Городець - 8129, Сташки - 10200, Лучанки - 10600, Першотравневе - 21200, Виступовичі - 26450, Бережесть - 9400, Тхорин - 8700, Покалів - 7420, Шарне (Народичі) - 108000, Поліське - 80200, Корчівка - 20900, Клочки - 9920, Вільча (Київська обл.) - 46000 Бк/кг.

По Лугинському району перевищення допустимих рівнів відмічено у таких населених пунктах: Крупчатка – 752; Лугини - 888,8; Топільня - 1624; Бовсуни - 2430, 4640; Жеревці - 1629; Червона Волока - 2900 Бк/кг.

4. Прогнозована активність ^{137}Cs у продукції рослинництва

Враховуючи щільність забруднення ґрунту радіонуклідами, коефіцієнти переходу радіонуклідів з ґрунту в рослинницьку продукцію та результати моніторингових досліджень можна спрогнозувати рівень забруднення продукції.

Нагромадження радіонуклідів у врожаї залежить від видових і сортових особливостей рослин. Спостерігається певна аналогія в надходженні у рослини ^{90}Sr і ^{137}Cs та їх хімічних аналогів – кальцію та калію. Рослини, які містять більше кальцію, накопичують більше стронцію, а ті, що відрізняються високим вмістом калію, засвоюють більше цезію. Крім того, надходження радіонуклідів залежить від розподілу кореневої системи у ґрунті, продуктивності рослин, тривалості вегетаційного

періоду та інших факторів. Нагромадження ^{137}Cs у рослинницькій продукції залежить від щільності забруднення земель ($\text{Кі}/\text{км}^2$), типу, механічного складу ґрунту та вмісту в ньому обмінного калію ($\text{мг}/100\text{г}$), а також коефіцієнта пропорційності (переходу). При зменшенні обмінного калію в ґрунті від 5 до 1 $\text{мг}/100\text{г}$ КП збільшується в 5 разів.

За нашими розрахунками, вміст обмінного калію в ґрунтах у 2005 році становив дві третини його вмісту в 1995 році, а з часу проведення радіологічного обстеження фізичний розпад ^{137}Cs склав біля 30%. Ці обставини й прийняті до уваги при прогнозуванні активності цезію-137 у рослинницькій продукції.

За прогнозованою активністю (в порядку зростання) ^{137}Cs у рослинницькій продукції райони області можна розташувати в такий ряд: Ємільчинський < Олевський < Овруцький < Коростенський < Лугинський < Народицький. Найбільші значення активності переважали найменші в 4,3 рази (табл. 9).

Проведені дослідження дозволяють планувати сівозміни із застосуванням таких сільськогосподарських культур та їх сортів, які накопичують мінімальну кількість радіонуклідів у товарній продукції.

За збільшенням накопичення радіоцезію в одиниці продукції її можна розмістити так: зерно кукурудзи < зерно ячменю < зерно пшениці озимої < зелена маса кукурудзи < зерно пшениці ярої < бульби картоплі < насіння льону < зелена маса злаково-бобової травосумішки < зерно жита озимого < соломка льону < солома ячмінна < треста льону < солома пшениці ярої < коренеплоди кормових буряків < солома пшениці озимої < солома жита озимого < сінаж злаково-бобової травосумішки < солома кукурудзи < зелена маса конюшини лучної < зерно вівса < сіно злаково-бобової травосумішки < солома вівсяна < зерно гороху < зерно вики ярої < солома гороху < зелена маса люпину < солома вики ярої < сіно конюшини лучної < солома люпину < зерно люпину. Величина КП для зерна люпину більша, ніж для зерна кукурудзи в 73 рази. Вміст ^{137}Cs у всій сільськогосподарській продукції буде нижчим ДР-2006, за винятком зерна та зеленої маси люпину і сіна конюшини лучної в Коростенському, Лугинському та Народицькому районах і соломи люпину в Народицькому районі.

9. Прогнозована активність ^{137}Cs у рослинницькій продукції (Бк/кг)

| Продукція | | Р а й о н | | | | | | ДР-2006 |
|-----------------|-------------|---------------|---------------|------------|--------------|-----------|-----------|---------|
| | | Ємільчинський | Коростенський | Лугинський | Народичський | Овруцький | Олевський | |
| Жито озиме: | зерно | 9,7 | 21,1 | 23,4 | 42,0 | 16,4 | 14,0 | 500 |
| | солома | 18,4 | 40,0 | 44,4 | 79,7 | 31,1 | 26,5 | 500 |
| Пшениця озима: | зерно | 5,4 | 11,7 | 13,0 | 23,3 | 9,1 | 7,8 | 500 |
| | солома | 16,5 | 35,9 | 39,8 | 71,4 | 27,9 | 23,8 | 500 |
| Пшениця яра: | зерно | 6,8 | 14,8 | 16,4 | 29,4 | 11,5 | 9,8 | 500 |
| | солома | 14,1 | 30,7 | 34,0 | 61,0 | 23,8 | 20,3 | 500 |
| Ячмінь ярий: | зерно | 4,9 | 10,7 | 11,8 | 21,2 | 8,3 | 7,1 | 500 |
| | солома | 10,9 | 23,7 | 26,3 | 47,2 | 18,4 | 15,7 | 500 |
| Овес: | зерно | 27,2 | 59,2 | 65,6 | 118 | 46,1 | 39,4 | 500 |
| | солома | 43,7 | 95,1 | 105 | 188 | 73,4 | 62,7 | 500 |
| Горох: | зерно | 46,1 | 100 | 111 | 199 | 77,7 | 66,3 | 500 |
| | солома | 63,1 | 137 | 152 | 273 | 107 | 91,3 | 500 |
| Вика: | зерно | 56,7 | 12,3 | 137 | 246 | 96,1 | 82,0 | 500 |
| | солома | 105 | 228 | 253 | 454 | 177 | 151 | 500 |
| Люпин: | зерно | 286 | 622 | 690 | 1238 | 483 | 412 | 500 |
| | солома | 150 | 326 | 362 | 650 | 254 | 217 | 500 |
| | зелена маса | 65,0 | 141 | 157 | 282 | 110 | 93,9 | 140 |
| Кукурудза: | зерно | 3,9 | 8,5 | 9,4 | 16,9 | 6,6 | 5,6 | 500 |
| | солома | 24,3 | 52,9 | 58,6 | 105 | 41,0 | 35,0 | 500 |
| | зелена маса | 6,8 | 14,8 | 16,4 | 29,4 | 11,5 | 9,8 | 140 |
| Льон-довгунець: | насіння | 8,2 | 17,8 | 19,8 | 35,5 | 13,9 | 11,9 | 500 |
| | соломка | 10,2 | 22,2 | 24,6 | 44,2 | 17,3 | 14,8 | 500 |
| | треста | 12,6 | 27,4 | 30,4 | 54,6 | 21,3 | 18,2 | 500 |
| Буряки кормові | | 15,5 | 33,7 | 37,4 | 67,1 | 26,2 | 22,4 | 150 |
| Картопля | | 7,8 | 17,0 | 18,8 | 33,7 | 13,2 | 11,3 | 60 |
| Конюшина лучна: | сіно | 107 | 233 | 258 | 463 | 181 | 155 | 200 |
| | зелена маса | 24,3 | 52,9 | 58,6 | 105 | 41,0 | 35,0 | 140 |
| Травосумішка: | сіно | 35,9 | 78,1 | 86,6 | 155 | 60,5 | 51,6 | 200 |
| | сінаж | 21,3 | 46,3 | 51,4 | 92,3 | 36,0 | 30,7 | 200 |
| | зелена маса | 8,7 | 18,9 | 21,0 | 37,7 | 14,7 | 12,5 | 140 |

10. Прогнозована активність ^{137}Cs в овочах (Бк/кг)

| Продукція | Р а й о н | | | | | | ДР-2006 |
|---------------------------|---------------|---------------|------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| | Ємільчинський | Коростенський | Лугинський | Народицький | Овруцький | Олевський | |
| Капуста рання – головки | 12,9 | 28,4 | 31,6 | 56,7 | 21,8 | 19,0 | 40 |
| Капуста середня – головки | 9,7 | 21,4 | 23,8 | 42,6 | 16,4 | 14,3 | 40 |
| Капуста пізня – головки | 7,7 | 17,0 | 18,9 | 33,8 | 13,0 | 11,3 | 40 |
| Огірки | 8,1 | 17,8 | 19,8 | 35,6 | 13,7 | 11,9 | 40 |
| Помідори | 5,2 | 11,4 | 12,7 | 22,9 | 8,8 | 7,7 | 40 |
| Буряки – коренеплоди | 16,4 | 36,1 | 40,2 | 72,1 | 27,7 | 24,2 | 40 |
| Морква – коренеплоди | 6,8 | 15,0 | 16,7 | 29,9 | 11,5 | 10,0 | 40 |
| Редиска – коренеплоди | 12,9 | 28,4 | 31,6 | 56,7 | 21,8 | 19,0 | 40 |
| Цибуля ріпчаста | 1,9 | 4,2 | 4,7 | 8,4 | 3,2 | 2,8 | 40 |
| Часник | 4,1 | 9,0 | 10,0 | 18,0 | 6,9 | 6,0 | 40 |
| Щавель – зелень | 16,8 | 37,0 | 41,2 | 73,8 | 28,4 | 24,7 | 40 |
| Петрушка – зелень | 4,5 | 9,9 | 11,0 | 19,8 | 7,6 | 6,6 | 40 |
| Кабачки | 2,8 | 6,2 | 6,9 | 12,3 | 4,7 | 4,1 | 40 |

Питома активність ^{137}Cs коливатиметься від 1,9 Бк/кг у цибулі ріпчастій у Ємільчинському районі до 73,8 Бк/кг у зелені щавлю в Народицькому (табл. 10).

Забрудненість щавлю та коренеплодів столових буряків у Лугинському та Народицькому районах, редиски, капусти ранньої та середньої в Народицькому районі перевищує ДР-2006.

За збільшенням КП овочеву продукцію можна розташувати так: цибуля ріпчаста < кабачки < часник < петрушка < помідори < морква < капуста пізня < огірки < капуста середня < капуста рання < редиска < буряки столові < щавель. Максимальний показник перевищує мінімальний у 8,8 рази.

Сіножаті та пасовища – важливі ланки біологічного ланцюга, по якому радіоактивні речовини переходять в організм сільськогосподарських тварин і далі через продукцію тваринництва – до людини. У лучну рослинність радіонукліди надходять у більшій кількості. За вмістом ^{137}Cs природні трави переважають сіяні в 3 рази (табл. 11).

11. Прогнозована активність ^{137}Cs у продукції сіножатей та пасовищ (Бк/кг)

| Продукція | Р а й о н | | | | | | ДР-2006 | |
|-----------------|---------------|---------------|------------|-------------|-----------|-----------|---------|-----|
| | Ємільчинський | Коростенський | Лугинський | Народицький | Овруцький | Олевський | | |
| Природні трави: | сіно | 206 | 396 | 471 | 1068 | 390 | 330 | 200 |
| | сінаж | 124 | 238 | 283 | 642 | 233 | 197 | 200 |
| | зелена маса | 51,6 | 99,3 | 118 | 267 | 97,2 | 82,2 | 140 |
| Сіяні трави: | сіно | 68,8 | 132 | 157 | 356 | 130 | 110 | 200 |
| | сінаж | 41,3 | 79,4 | 94,3 | 214 | 77,8 | 65,8 | 200 |
| | зелена маса | 17,2 | 33,1 | 39,3 | 89,0 | 32,4 | 27,4 | 140 |

Забрудненість сіна природних трав перевищуватиме ДР-2006 у всіх шести районах, сінажу – в Коростенському, Лугинському, Народицькому й Овруцькому, зеленої маси природних трав, сіна та сінажу сіяних трав – у Народицькому районі. Найбільші значення переважатимуть найменші в 5,2 рази.

5. Прогнозована активність ^{90}Sr в рослинницькій продукції

Вміст ^{90}Sr в рослинницькій продукції залежить від щільності забруднення ним ґрунту, його типу, гранулометричного складу та рівня кислотності, а також від КП, який на порядок більший, ніж для ^{137}Cs . При обчисленні активності ^{90}Sr враховано те, що за час, що минув після обстеження ґрунтів, природний розпад його склав 29,5 %. Активність радіостронцію коливатиметься від 1 Бк/кг у зерні озимих (жита та пшениці) в Ємільчинському до 246 Бк/кг у соломі гороху в Народицькому районі (табл.12).

За прогнозованою активністю (в порядку зростання) ^{90}Sr у рослинницькій продукції райони можна розмістити в такий ряд: Ємільчинський < Коростенський < Олевський < Лугинський < Овруцький < Народицький. Максимальні величини перевищуватимуть мінімальні у 7 разів.

цькому і Овруцькому, соломі вівса та гороху, сіні конюшини в Народицькому районі. Вміст ^{90}Sr в продукції овочівництва коливатиметься, залежно від КП і щільності забруднення ґрунту, від 1,1 до 42,1 Бк/кг (табл. 13).

13. Прогнозована активність ^{90}Sr в овочах (Бк/кг)

| Продукція | Р а й о н | | | | | | ДР-2006 |
|----------------------|---------------|---------------|------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| | Ємільчинський | Коростенський | Лугинський | Народицький | Овруцький | Олевський | |
| Капуста – головки | 1,2 | 1,7 | 5,8 | 8,4 | 6,7 | 2,3 | 20 |
| Огірки | 1,1 | 1,6 | 5,5 | 7,9 | 6,3 | 2,1 | 20 |
| Помідори | 1,3 | 1,9 | 6,5 | 9,4 | 7,4 | 2,5 | 20 |
| Буряки – коренеплоди | 5,9 | 8,7 | 29,1 | 42,1 | 33,5 | 11,3 | 20 |

За зростанням забрудненості овочів райони можна розташувати в такий ряд: Ємільчинський < Коростенський < Олевський < Лугинський < Овруцький < Народицький. В середньому по всіх видах овочів найбільші значення забрудненості переважатимуть найменші в 7 разів. В порядку збільшення величини КП овочі можна розмістити так: огірки < капуста < помідори < буряки столові. Максимальний показник перевищує мінімальний у 5,3 рази.

За коефіцієнтами пропорційності природні трави переважають сіяні у 2,3 рази. Забрудненість сіна, сінажу та зеленої маси природних трав буде більшою ДР-2006 у Народицькому районі.

За зростанням активності ^{90}Sr у продукції сіножатей і пасовищ райони можна розташувати в такий ряд: Ємільчинський < Коростенський < Олевський < Лугинський < Овруцький < Народицький. Забрудненість продукції лук і пасовищ у Народицькому районі буде в 4,7 рази більшою, ніж у Ємільчинському.

Отже, рівень забрудненості, порівняно з ДР-2006, рослинницької продукції ^{90}Sr буде вищим, ніж ^{137}Cs .

14. Прогнозована активність ^{90}Sr у продукції сіножатей і пасовищ (Бк/кг)

| Продукція | Р а й о н | | | | | | ДР-2006 | |
|-----------------|---------------|---------------|------------|-------------|-----------|-----------|---------|-----|
| | Ємільчинський | Коростенський | Лугинський | Народицький | Овруцький | Олевський | | |
| Природні трави: | сіно | 45,8 | 54,4 | 159 | 215 | 184 | 78,9 | 200 |
| | сінаж | 27,5 | 32,7 | 95,4 | 129 | 111 | 47,2 | 120 |
| | зелена маса | 11,5 | 13,6 | 39,8 | 53,7 | 46,0 | 19,7 | 50 |
| Сіяні трави: | сіно | 19,6 | 23,3 | 67,9 | 91,6 | 78,7 | 33,6 | 200 |
| | сінаж | 11,7 | 14,0 | 40,7 | 54,9 | 47,1 | 20,2 | 120 |
| | зелена маса | 4,9 | 5,8 | 17,0 | 22,9 | 19,7 | 8,4 | 50 |

6. Заходи щодо зменшення нагромадження радіонуклідів у сільськогосподарській продукції

До основних заходів, спрямованих на зниження радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції відносять: докорінне або поверхнєве поліпшення природних лук і пасовищ, вапнування кислих ґрунтів, внесення органічних і мінеральних добрив, меліорантів, вирощування кормів у польових сівозмінах, підбір і вирощування сільськогосподарських культур і трав з низькими коефіцієнтами накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr .

Організаційні заходи. Щоб не допустити перевищень вмісту ^{137}Cs в продукції, сільськогосподарські культури з високою здатністю до накопичення радіонуклідів (столові буряки, горох, гречку, квасолю, капусту, редьку, листову зелень) не можна розмішувати на мінеральних ґрунтах, забруднених ^{137}Cs більше рівня 148-370 кБк/м² (4-10 Кі/км²) і на торфових ґрунтах із забрудненням більше 37 кБк/м² (1 Кі/км²).

Відносно чисту сільськогосподарську продукцію, при відповідній системі удобрення, можна виробляти при забрудненості ґрунту ^{90}Sr нижче 11-19 кБк/м². Найбільш забрудненою продукцією за вмістом ^{90}Sr є зерно продовольчих культур, вирощене на дерново-підзолистих ґрунтах з рівнем забруднення їх ^{90}Sr більше 3-5 кБк/м².

За зниженням вмісту ^{90}Sr сільськогосподарську продукцію можна розмістити в

такий ряд: зелена маса конюшини, люпину, гороху, ріпаку, віки, багаторічних злакових трав, солома ячменю, зелена маса озимого жита, коренеплоди кормового буряка, зелена маса кукурудзи, солома вівса й озимого жита, зерна ячменю і вівса, бульби картоплі.

Хімічна меліорація забруднених кислих ґрунтів. Основними заходами зниження накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції є вапнування кислих ґрунтів та внесення підвищених норм фосфорних та калійних добрив. За рахунок ефекту розбавлення та покращення фізико-хімічних властивостей ґрунту, вапнування забезпечує зниження забрудненості продукції радіонуклідами в 1,5-2,5 рази. На радіоактивно-забруднених ґрунтах вапно вноситься в одинарній дозі, розрахованій за гідролітичною кислотністю. В перші роки на провапнованих площах слід розміщувати культури, які позитивно реагують на вапнування: кормові боби, конюшину, горох, кукурудзу, пшеницю озиму. Для хімічної меліорації доцільно використовувати вапняки Білоцерковицького родовища.

Особливості удобрення сільськогосподарських культур. Зниження забрудненості урожаю радіонуклідами при внесенні добрив відбувається за рахунок підвищення в ґрунті концентрації кальцію та калію, що є конкурентами надходження в сільськогосподарські рослини стронцію-90 та цезію-137. Стронцій-90 може зв'язуватись фосфорними добривами. Азотні добрива сприяють підвищенню накопичення радіоцезію у врожаях сільськогосподарських культур, фосфорні добрива істотно не впливають на вміст радіоцезію в рослинах і лише калійні добрива істотно знижують вміст цезію в урожаї сільськогосподарських культур.

В залежності від вмісту обмінного калію в ґрунті недоцільним є збільшення доз калійних добрив вище 120 – 180 кг/га. За рахунок їх внесення можна знизити надходження ^{137}Cs в урожай на 30-80%. Для досягнення максимального зниження надходження радіонуклідів при застосуванні повного мінерального добрива, співвідношення між азотом, фосфором і калієм повинно складати 1:1,5:2,0.

В 1,5-3,0 рази може знижуватись забрудненість сільськогосподарської продукції радіонуклідами при застосуванні органічних добрив в нормі 50-80 т/га. Це обумовлюється тим, що органічні добрива (гній, сапропель та торфокомпост) істотно збільшують вбирну ємність ґрунту, знижують кислотність, сприяють утворенню

комплексних органо-мінеральних сполук з радіонуклідами і доступність радіонуклідів рослинам з них значно знижується. Проте, із свіжого гною радіонукліди в 2 рази краще засвоюються, ніж з ґрунту, і тому на радіоактивно забруднених ґрунтах слід використовувати високоякісний перегній.

Завдяки високому вмісту мікроелементів, часток мулу і біологічно активних речовин доцільно застосувати сапропелі та біогумус на радіоактивно-забруднених ґрунтах.

Враховуючи ґрунтово-кліматичні та економічні умови господарювання, на радіоактивно забруднених ґрунтах рекомендується вносити 205 кг/га діючої речовини мінеральних добрив: з них 45 кг азоту, 70 кг фосфору і 90 кг калію, відповідно на луках і пасовищах 35 кг азоту, 50 кг фосфору і 70 кг калію. Ефективність добрив підвищується на провапнованих ґрунтах.

Меліорація лук і пасовищ. В умовах радіоактивного забруднення території споживання продукції тваринництва є основним джерелом внутрішнього опромінення населення – до 87% дози. Це обумовлено високим накопиченням радіонуклідів багаторічними травами, коли вони вирощуються на природних луках і пасовищах. Їх накопичення залежить від типів лук, режиму зволоження та видового складу травостою.

Найбільше ^{137}Cs надходить в травостої при вирощуванні їх в умовах надлишкового зволоження, особливо на торфових ґрунтах.

Відповідно до цього залежить і спосіб їх використання: суходільні луки на лучно-чорноземних, темно-сірих, світло-сірих та дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах можна використовувати без обмежень при забрудненні ґрунту до 555 кБк/кг (15 Кі/ км²). При рівнях забрудненості ^{137}Cs заплавних луків на дерново-підзолистих ґрунтах вище 225 кБк/кг вони потребують поверхневого поліпшення, а при рівнях більше 370 кБк/ км² (10 Кі/км²) на них можна виробляти лише корми для початкової стадії відгодівлі великої рогатої худоби. Сіно, отримане на луках з торфово-глейовими ґрунтами, може використовуватись тільки для початкової стадії відгодівлі великої рогатої худоби.

Найефективнішим заходом зниження забрудненості природних кормових угідь є їх докорінне поліпшення. При першому докорінному поліпшенні надхо-

дження радіонуклідів з ґрунту в лучні трави може знижуватись в 2-10 разів, а при повторному – в 2-3 рази.

Тому при докорінному поліпшенню лук та пасовищ обов'язковим має бути регулювання та покращення водного режиму ґрунту шляхом відведення поверхневих та застійних вод, внесення вапняку, органічних та мінеральних добрив, заорювання дернини й заробка в ґрунт меліорантів та добрив. Вапнування проводиться за підвищеними нормами, в 1,5 рази вищим від розрахованих за гідролітичною кислотністю, що обумовлено тривалим періодом використання докорінно поліпшених луків і пасовищ. Фосфорні та калійні добрива в початковий період на слабозабезпечених цими елементами ґрунтах також доцільно вносити у підвищених дозах по 180-200 кг/га P_2O_5 та K_2O , що буде сприяти зниженню переходу радіонуклідів у травостій в 1,5-2,0 рази. Азотні добрива краще вносити в два прийоми, ранньою весною та після першого укосу з оптимальними нормами 40-60 кг/га. Через декілька років слід застосовувати оптимальні норми фосфорних та калійних добрив.

Важливо оптимально підбирати і видовий склад травостою лук і пасовищ, так як вони мають різну здатність накопичувати радіонукліди. Відомо, що щільнокущові злаки здатні накопичувати ^{90}Sr в 1,5 рази більше, ніж кореневищні, а бобові – вдвоє більше, ніж злакові. Меншою величиною накопичення радіоцезію характеризуються ранні злакові сумішки. Для підвищення вмісту кормового білку рекомендується підсівати конюшину лучну до ранніх сумішок злакових трав і конюшину повзучу до пізніх. Крім того, це в 2 рази знизить вміст ^{137}Cs в травосумішках, порівняно з внесенням під них азотних добрив.

Особливості вирощування сільськогосподарських культур. З усіх сільськогосподарських культур, що вирощуються на радіоактивно забруднених ґрунтах з рівнями до 555 кБк/м² (15 Кі/км²), можливе перевищення допустимого рівня активності ^{137}Cs в зерні гороху та гречки, люпину, ярому та озимому ріпаку. Серед злакових зернових культур найбільше ^{137}Cs накопичується в зерні вівса.

Тому для зниження їх забрудненості ^{137}Cs необхідно підбирати менш забруднені радіонуклідами ґрунти, що характеризуються найвищою родючістю і високим вмістом доступного рослинам калію. Під ці культури також необхідно вносити підвищені дози калійних добрив (до 120-180 кг/га), вирощувати їх на провапнованих

грунтах. Щоб не було перевищень допустимого рівня вмісту ^{137}Cs в продукції, на найменш забруднених дерново-підзолистих грунтах (до 165 кБк/м^2), слід розміщувати конюшину та ріпак, до 370 кБк/м^2 – злакові сіяні трави, буряк, інші коренеплоди та турнепс, до 550 – овес, до 740 кБк/м^2 – кукурудзу на силос, картоплю і ячмінь.

Враховуючи, що більша частина ^{137}Cs зв'язана ґрунтовим вбирним комплексом, в сучасних умовах вже можна застосовувати загальноприйняті технології вирощування сільськогосподарських культур. Вирощування технічних культур хмелю та льону на мінеральних грунтах з рівнем забрудненості до 555 кБк/м^2 не потребує обмежень.

Вирощування картоплі, овочів, плодів та ягід. Вирощування картоплі допустимо на радіоактивно забруднених ^{137}Cs мінеральних грунтах при його щільності до 555 кБк/м^2 (15 Ки/км^2), на торфових – не більше 74 кБк/м^2 (2 Ки/км^2).

Найбільш оптимальним є сумісне застосування на дерново-підзолистих грунтах органічних і мінеральних добрив ($40\text{-}60 \text{ т/га}$ гною з $\text{N}_{50}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$). При нестачі органічних добрив для поповнення ґрунту органічною речовиною доцільно використовувати та вирощувати сидерати і побічну продукцію.

Для зниження накопичення радіонуклідів у бульбах картоплі необхідно проводити вапнування ґрунтів під попередники (за 3-4 роки до вирощування картоплі), щоб запобігти захворюванню бульб паршою звичайною.

Овочеві культури характеризуються низьким накопиченням радіоцезію в урожаї, оскільки їх вирощують переважно на мінеральних грунтах, на яких перехід цезію в рослини менший порівняно з органомінеральними. При вирощуванні овочів на торфових грунтах є обмеження щодо щільності радіоактивного забруднення та необхідний радіаційний контроль продукції. Використання торфових ґрунтів для вирощування овочів обмежується щільністю забруднення ^{137}Cs до 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2), буряки та редьку на них вирощувати взагалі недоцільно. Щільність забруднення дерново-підзолистих ґрунтів для вирощування овочів може бути обмежена і потребує диференційованого підходу залежно від виду культури (табл.15).

Запобіжні контрзаходи при вирощуванні овочів на радіоактивно забруднених грунтах наступні: вапнування, внесення калійних та органічних добрив (особливо необхідні при вирощуванні буряків, редьки, капусти, квасолі та листової зелені).

Застосування подвійної дози калійних добрив на дерново-середньопідзолистому ґрунті знижує накопичення цезію в урожаї овочевих культур у 2 рази. Оптимальне співвідношення N:P:K при застосуванні добрив 1:1,5:2. На торфових ґрунтах найбільш необхідним є застосування калійних добрив, рекомендується внесення магнієвих та сірчаних добрив, - всі ці елементи можуть вноситись з калімагнезієм.

15. Максимальна допустима щільність забруднення дерново-підзолистих су-піщаних ґрунтів при вирощуванні овочевих культур (Прістер Б.С., 2007)

| Культура | КП | Максимальна щільність забруднення ґрунту, Кі/км ² (кБк/м ²) |
|--|-----------|--|
| Перець солодкий, гіркий, помідори, гарбуз, морква, цибуля, часник, кабачки, огірки | 0,01-0,05 | 15 (555) |
| Капуста червоноголова, зелені листові, картопля, редис, патисони, квасоля | 0,05-0,1 | 10 (370) |
| Капуста білоголова і цвітна, редька біла, цибуля, чорнушка | 0,1-0,15 | 7 (259) |
| Редька зимова, редька чорна, буряки столові | 5,5-7,4 | 3 (111) |

Ґрунти Полісся характеризуються низьким вмістом мікроелементів: бору, міді, марганцю, молібдену, цинку, кобальту. Від вапнування може знижуватись їх рухомість і доступність рослинам, тому корисним є застосування в таких умовах мікроелементів. Їх слід вносити безпосередньо в ґрунт або для передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення рослин за рекомендованими нормами. Під овочеві культури найефективнішим є застосування перегною, що знижує накопичення радіонуклідів в урожаї до 2 разів на всіх типах ґрунтів.

Особливістю плодівих культур є низькі рівні накопичення ¹³⁷Cs в продукції, а тому при забрудненні ґрунту до 555 кБк/кг їх вирощування не потребує обмежень. Ягідні культури можуть накопичувати ¹³⁷Cs в продукції вище допустимого рівня при забрудненні ґрунту вище 370 кБк/м² і тому продукція їх потребує радіологічного контролю.

Як зазначалось раніше, споживання лісових грибів та ягід вносить досить значний вклад у сумарну дозу внутрішнього опромінення сільського населення зони Полісся і становить у середньому 20% для різних вікових груп. Використовуючи

звичайні методи кулінарної обробки (промивання, вимочування, варка), можна істотно зменшити вміст у них радіонуклідів (Прістер Б.С., 2007) (табл. 16).

16. Зменшення вмісту ^{137}Cs у лісових грибах і ягодах під час різних способів обробки

| Спосіб обробки | Частка кінцевого продукту від маси вхідної сировини, % | Кратність зменшення питомої активності ^{137}Cs , раз |
|-----------------------|--|--|
| Ожина і чорниці свіжі | | |
| Промивання | 95 | 1,0-1,3 |
| Компот без ягід | 170 | 2,0-2,5 |
| Чорниця суха | | |
| Промивання | 105 | 1,2 |
| Вимочування в воді | 110 | 1,3 |
| Компот без ягід | 160 | 2,0 |
| Гриби свіжі | | |
| Промивання | 95 | 2,5 |
| Варка 30 хв. | 75 | 4,0 |
| Варка 60 хв. | 65 | 6,0 |
| Соління | 90 | 8,5 |
| Гриби сухі | | |
| Промивання | 110 | 2,5 |
| Вимочування в воді | 115 | 8,5 |
| Варка | 135 | 11 |

7. Шляхи покращення соціально – економічних умов проживання населення на радіоактивно забрудненій території

- відновити фінансування державних програм згідно Закону України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи»;
- надавати фінансову підтримку по виконанню контрзаходів товаровиробникам сільськогосподарської продукції, приватному сектору, де виробляється більше 60 % продуктів тваринництва і 100 % рослинництва.
- контроль за використанням державних коштів, виділених для корінного поліпшення сінокосів та пасовищ, покласти на місцеві органи самоврядування;
- зобов'язати сільські Ради на основі дозиметричних паспортів виділяти земельні ділянки, які придатні для випасання і заготівлі кормів та посилити контроль за їх використанням;
- посилити радіологічний контроль на ринках за реалізацією лісових ягід і грибів;
- науковим установам удосконалити існуючі, розробити нові контрзаходи з врахуванням конкретних умов радіоактивного забруднення земель господарства;
- передбачити на державному рівні забезпечення господарств різних форм власності, які розташовані на ґрунтах з високим коефіцієнтом переходу радіонуклідів у рослинницьку продукцію та не мають можливості отримати норматив-

но чисту продукцію тваринництва впроваджувати найефективніші препарати сорбенти – фероцини;

- запровадити періодичне масове радіологічне обстеження населення, що проживає на забрудненій території.

Бібліографія

1. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999-2002 рр. / Методичні рекомендації/. – Під керівництвом Пристера Б.С., Кашпарова В.О., Надточія П.П. та ін. - Київ. - 1998.- 103 с.
2. Радіаційний стан зони відчуження у 2002 році: Бюлетень екологічного стану зони відчуження та безумовного відселення / [Деревець В.В., Кіреєв С.І., Обрізан С.М. та ін.]. – К.: Чорнобильінтернформ. 2003. – С.3-33;
3. Из опыта оптимальной организации сельскохозяйственного производства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, в условиях Украинского Полесья: Проблемы сельскохозяйственной радиологии / [Лундин С.М., Кашпаров В.А., Иванов Ю.А. и др.]. Сб. науч. трудов. - Вып. 3 / Под ред. Н.А. Лоцилова. - К.: УНИИСХР. 1993. - С. 30-51.
4. Рекомендації по веденню сільськогосподарського виробництва в умовах радіоактивного забруднення північних районів Житомирщини, постраждалих у результаті аварії на Чорнобильській АЕС на період 2011–2016 рр. / М. М. Дейсан, М. П. Дідківський, Ю. І. Савченко, ..., ..., В. Є. Данкевич [та ін.] ; Ін-т сільського госп-ва Полісся НААН. – Житомир, 2011. – 34 с.
5. Пристер Б.С. та ін. Міграція радіонуклідів в ґрунті та їх перехід в рослини в зоні аварії на ЧАЕС// Ґрунтознавство. – 1992. - №10.- 60 с.
6. Пристер Б.С. и др. Основы сельскохозяйственной радиологии. – К.: Урожай, 1988. – 265 с.
7. Фесенко С.В. Оценка эффективности защитных мероприятий в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / Фесенко С.В., Санжарова Н.И., Алексахин Р.М, Радиационная биология. Радиоэкология.-М.: Наука.- 1998.- Т.38.- В.3.- С. 354-366.
8. Оценка периодов полуснижения содержания ^{137}Cs в корнеобитаемом слое почв луговых экосистем: [Радиационная биология. Радиоэкология] / С.В. Фесенко, С.И. Спиридонов, Н.И. Санжарова, Р.М. Алексахин. Фесенко С.В - М.: Наука.- 1997.- Т.37.- В.2.- С. 267-280.
9. Фещенко В.П. Радіологічний моніторинг кормових угідь радіаційно забруднених районів Житомирської області / Фещенко В.П., Сорока Ю.В., Мисловська О.І. Матеріали наук.-метод. конф. “Сталий розвиток агроекологічних систем в умовах обмеженого ресурсного забезпечення”.- Київ.- 1998.- С. 222-224.
10. Фещенко В.П. Моніторинг динаміки вертикальної міграційної рухомості радіоцезію на то-

рффово – болотних грунтах / Фещенко В.П. – Зб. ДАУ, Житомир, 2001.

11. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / редкол.: В. М. Зубець (голова) [та ін.]. – К.: Аграрна наука, 2010. – 944 с.

12. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін. – К.: Логос, 2004. – С. 137–161.

13. Комплексна програма розвитку сільського господарства Житомирської області у 2009–2010 рр. та на період до 2015 р. / М. М. Дейсан. – Житомир: Рута, 2009. – 304 с.

14. К вопросу прогнозирования уровня загрязнения урожая ^{137}Cs . / Юдинцева Е.В. и др. // Агрохимия, №12. - 1981. - С.93-98.

15. Яцало Б.И. Методы анализа защитных мер в сельском хозяйстве на радиоактивно загрязненных территориях: оценка эффективности, уровни вмешательства и сравнение различных контрмер: Радиационная биология. Радиозэкология. / Яцало Б.И., Алексахин Р.М. – М.: Наука, 1997.-т.37.- в.5 (сентябрь-октябрь).- с. 812...822.

16. Comparison of spatial patterns of ^{137}Cs and ^{40}K in natural grassland soil and soil-to-plant relationship //ECORAD – 2001 – Vol. 1.- The radioecology – ecotoxicology of continental and estuarine environments Ciuffo L.E.C. / Ulacco J.H., Belli M., Velasco R.H. // Proc. Of the International Congress. – Aix – en – Provence: EDP Sciences, 2002. - P. 559-564.

17. Dynamics of ^{137}Cs Bioavailability in a Soil-Plant System in Areas of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident Zone with a Different Physico-chemical Composition of Radioactive Fallout. / Fesenko S.V., Sanzharova N.I., Spiridonov S.I., Alexakhin R.M. J. Environmental. Radioactivity. - 1996. - Vol. 34, № 3. - P. 287-313.

18. The dynamics of the transfer of caesium-137 to animal fodder in areas of Russia affected by the Chernobyl accident and does resulting from the consumption of milk and milk products: Radiation Protection Dosimetry. / Fesenko S.V., Colgan P.A., Lissianski K.B., Vazquez C., Guardans R.- 1997. - Vol. 69, № 4. - P. 289-299.