

М.І. Дідух, М.Й. Орловський

**РІШАК
ДЛЯ ВІДРОДЖЕННЯ
НАРОДИЦЬКОГО РАЙОНУ**



**Житомир
2012**

УДК 633.85:504.53 (477.42)
ББК 42.14
Д44

Рецензенти:

В. П. Славов - завідувач кафедри технології переробки та якості продукції тваринництва ЖНАЕУ, д. с.-г. н., професор, член-кореспондент НАНУ, заслужений діяч науки та освіти.

С. М. Данкевич - заступник начальника головного управління агропромислового розвитку Житомирської ОДА к. с.-г. н.

Дідух М.І. **Ріпак для відродження Народицького району** / М.І. Дідух,
М.Й. Орловський - Житомир. - 2012. - 63 с

У брошурі на основі власних експериментальних досліджень та літературних даних подано науково - методичні рекомендації з технології вирощування ріпаку в умовах радіоактивного забруднення ґрунтів Народицького району в якості фіторе mediaційної культури з метою очищення ґрунту від радіонуклідів та виробництва сировини для відновлювальних джерел енергії.

Дані рекомендації підготовлені на основі узагальнених результатів проведених досліджень у рамках проекту «Ріпак для відродження Народицького району» за фінансової підтримки японської неурядової організації «Чорнобиль-Тюбу» з метою формування у населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях Народицького району, адекватного сприйняття необхідності відродження їх забруднених територій методом вирощування ріпаку для наступного отримання з нього біопалива.

Рекомендовано науково - технічною радою науково - інноваційного інституту екології та лісу ЖНАЕУ, протокол № 2 від 04.12.2012 р.

© МІ. Дідух
© ЖНАЕУ

© Асоціація «Чорнобиль-Тюбу»
© Фонд «Заложники Чорнобиля»

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ | |
| 1. Коротка характеристика проекту «Ріпак для відродження Народицького району» | 11 |
| 2. Провідні підстави вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених територіях | 14 |
| 3. Особливості вирощування ріпаку в умовах радіоактивного забруднення Північної частини Житомирської області | 18 |
| 3.1 Ботанічна характеристика і біологія ріпаку | 22 |
| 3.2 Технологія вирощування ріпаку | 27 |
| 3.2.1 Підбір поля для ріпаку та прогноз рівнів його радіонуклідного забруднення | 28 |
| 3.2.2 Місце ріпаку у сівозміні та підбір культур | 31 |
| 3.2.3 Обробіток ґрунту | 33 |
| 3.2.4 Посів ріпаку | 35 |
| 3.2.5 Підбір сортів ріпаку | 38 |
| 3.2.6 Підживлення ріпаку | 41 |
| 3.2.7 Захист посівів ріпаку від шкідників, хвороб та бур'янів | 46 |
| 3.2.8 Збирання врожаю | 48 |
| 3.2.9 Післязбиральна доробка насіння | 49 |
| 4. Переробка насіння ріпаку на біодизель | 50 |
| 4.1 Використання побічної продукції переробки ріпаку в якості сировини для біогазу | 55 |
| 5. Вимоги до радіаційної безпеки при виконанні польових робіт | 58 |
| Список використаної літератури | 62 |
| Додатки | 64 |

Перелік скорочень, умовних позначень, символів, одиниць та термінів

Бк (Ки) - Беккерель (Кюрі), одиниці радіоактивності

кБк/м² (Ки/км²) - одиниці виміру щільності забруднення ґрунту

Бк/кг, Бк/л - одиниці виміру вмісту радіонуклідів у зразках

СР - суха речовина

КП - коефіцієнт переходу

КН - коефіцієнт накопичення

ОЕ - обмінна енергія

МДж - мега джоуль

ДР-2006 - допустимі рівні вмісту цезію-137 у продуктах харчування

ВРХ - велика рогата худоба

мЗв (мілізіверт) - одиниця виміру дози опромінення, еквівалентна приблизно 10 сеансам рентгеноскопії грудної клітини

ЗВ — радіоактивно забруднена зона відчуження

ЗБ(0)В - зона безумовного (обов'язкового) відселення

313 - засоби індивідуального захисту

«Чорнобильські програми, що сприяють розвитку менталітету жертви, слід змінювати на програми, які б підтримували використання можливостей для розвитку, сприяли прояву ініціативи на місцях, залучали місцевих жителів у творенні власного майбутнього і давали їм упевненість у завтрашньому дні без зовнішньої допомоги».

Резолюція Генеральної асамблеї ООН, 2007 рік

Вступ

26 квітня 1986 року на Чорнобильській АЕС сталася найбільш масштабна аварія в історії атомної енергетики. Внаслідок цієї аварії сильного радіоактивного забруднення зазнали значні території України. За даними Мінчорнобилу України на 1.01.1995 року загальна площа 18-и областей України, забруднених ^{137}Cs більше 37 КБк/м^2 (1 Ки/км^2), складала близько 42 тисяч км (крім м. Києва). Загальна площа угідь, де вміст ^{90}Sr перевищує $5,5 \text{ КБк/м}^2$ ($0,15 \text{ Ки/км}^2$), становить близько 27,5 тисяч км^2 [1].

Радіаційне забруднення завдало особливо великої шкоди довкіллю зони Полісся, що призвело до руйнування багатьох біоценозів, унеможливило традиційне природокористування, обмежило ведення сільськогосподарського виробництва. У результаті забруднення сільськогосподарських угідь лише в Житомирській області з господарського обігу вилучено близько 72 тисяч га земель, з них зі щільністю забруднення $185 - 555 \text{ КБк/м}^2$ близько 11 тис. га, а понад 555 КБк/м^2 - майже 31 тис. га. Причому до 45 % відчужених територій вилучено не за щільністю забруднення, а за гранулометричним складом, низькою родючістю та економічною недоцільністю використання деяких земель.

Все це не тільки звело до мінімуму обсяги сільськогосподарської продукції, що не відповідає радіологічним нормативам, але й забезпечило значне зменшення колективних доз опромінення від її споживання. Крім того, завдяки вжитим захисним заходам та у зв'язку з природним розпадом радіонуклідів радіаційна ситуація на виведених землях суттєво змінилась. Так, аналіз останніх обстежень територій, виведених із сільськогосподарського обороту, показує, що наразі в зоні радіоактивного забруднення Народицького району налічується більше десятка тис. га угідь, які за радіологічним фактором можуть бути повернені в сільськогосподарське виробництво.

Однак, незважаючи на істотне поліпшення радіаційної ситуації й досягнуті успіхи в проведенні реабілітаційних заходів, до теперішнього часу не вдалося повністю вирішити проблему нормальної життєдіяльності населення, що проживає на забруднених територіях.

Наразі наслідки Чорнобильської катастрофи - уже не стільки питання радіаційної безпеки населення, скільки проблема соціально-економічного відродження забруднених територій, проблема відсутності державної відповідальної політики в цьому плані.

Відродження радіоактивно забруднених територій має йти за новою стратегією вирішення чорнобильських проблем. Наша мета - на практиці підтримати резолюцію Генеральної асамблеї ООН від 20 листопада 2007 року, де йдеться, що найближчі десять років проголошуються періодом відродження забруднених районів у Білорусії, Росії і Україні. Саме відродження, а не радіологічної реабілітації. Ідеологія резолюції проста - якщо територія забруднена, то нема чого на неї витрачати кошти, а якщо територія умовно чиста і на ній проживають люди, то необхідно створити для них соціально-економічні умови життя. Тобто ставиться завдання повернення до економічної діяльності значної частини забруднених територій, що знаходяться поза межами зони відчуження, та законодавчого забезпечення вдосконалення інфраструктури цих територій.

Отже, настав час переходити до нового етапу вирішення чорнобильських проблем - від реабілітації постраждалих територій до їх активного відродження і розвитку, з обов'язковим збереженням всіх необхідних заходів з радіаційного захисту.

Тому, заснований у 2007 році, з ініціативи та фінансової підтримки японської неурядової асоціації «Чорнобиль-Тюбу» та благодійного фонду «Заложники Чорнобиля», спільний проект «Ріпак для відродження Народицького району» став одним з перших у комплексному підході до відродження радіоактивно забруднених територій.

Досвід, накопичений за п'ять років виконання проекту, показав, що в зоні безумовного (обов'язкового) відселення (ЗБ(О)В) неможливе повне припинення господарської діяльності, так як це не призводить до повернення забруднених

екосистем у первісний стан. Еволюція у багатьох випадках призводить до вторинних негативних радіоекологічних і екологічних наслідків (пожежі, повені, епідемічні спалахи захворювань рослин і тварин тощо), які вимагають втручання людини у зв'язку з небезпекою для населених територій.

Для територій, які можуть підлягати відродженню, тобто поверненню земель у народногосподарське використання, необхідно пропонувати альтернативні традиційним технології вирощування сільськогосподарських культур на технічні цілі.

Одним з найбільш привабливих і ефективних способів використання таких земель є вирощування ріпаку з метою одержання біоенергії. Такий спосіб використання виведених земель практично не робить внеску у формування внутрішньої дози опромінення населення й, з огляду на особливості рослин ріпаку, за повної відсутності видимих слідів променевого ураження, може накопичувати кількості радіоактивних речовин, які у десятки разів перевищують їх кількість у ґрунті, може позитивно впливати на винос радіонуклідів з верхніх її шарів.

У рекомендаціях подається апробована безпечна технологія вирощування ріпаку в якості фіторе mediaційної культури з метою очищення ґрунту від радіонуклідів та виробництва сировини для відновлювальних джерел енергії.

Дані рекомендації підготовлені на основі узагальнених результатів проведених досліджень у рамках даного проекту і направлені на формування у населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях Народицького району, адекватного сприйняття необхідності відродження їх забруднених територій методом вирощування ріпаку на технічні цілі.

Є надія, що рекомендації стануть настільною книгою кожного фермера, агронома, керівника, кожного працівника сільськогосподарського виробництва, а позитивні результати їх застосування на практиці будуть слугувати в якості важливих стабілізуючих соціальних і демографічних факторів для населення забруднених територій. З іншого боку, повернення вилучених земель у господарське використання може стати важливим сигналом для потенційних інвесторів до відродження цих територій, сприяти відродженню економічного потенціалу забруднених територій на благо суспільства, сприяти оздоровленню природного навколи-

шнього середовища та мінімізувати радіаційну безпеку населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях внаслідок аварії на ЧАЕС.

Автор висловлює глибоку вдячність колегам з Японії, членам ради неурядової асоціації «Чорнобиль-Тюбу» Масахару Каваті, Томіо Харі, Такаакі Такеучі та голові благодійного фонду «Заложники Чорнобиля» Киричанському Володимиру Соломоновичу за оригінальну ідею щодо реабілітації радіоактивно забруднених угідь шляхом вирощування ріпаку на біоенергію та безпосередню участь у виконанні проекту «Ріпак для відродження Народицького району».

1. Коротка характеристика проекту «Ріпак для відродження Народицького району»

Проект «Ріпак для відродження Народицького району» реалізовувався з квітня 2007 по квітень 2012 року на території зони безумовного (обов'язкового) відселення Народицького району зі щільністю забруднення сільськогосподарських угідь більше 555 кБк/м² (15 Кі,км²). Основою для здійснення проекту став шестисторонній договір про співпрацю між японською неурядовою асоціацією «Чорнобиль-Тюбу», Народицькою районною державною адміністрацією, районною радою, районною станцією по догляду за землями зони безумовного (обов'язкового) відселення, благодійним фондом «Заложники Чорнобиля» та Житомирським національним агроєкологічним університетом.

Основною метою проекту було встановлення можливості відродження радіоактивно забруднених територій Народицького району шляхом вирощування сільськогосподарських культур на технічні цілі.

Для виконання поставленої мети під час реалізації проекту науковцями Житомирського агроєкологічного університету, за фінансової підтримки асоціації «Чорнобиль-Тюбу» та безпосередньої участі її членів, проведені наступні роботи.

1. Біля с Старе Шарне, на виведених з господарського обігу землях ЗБ(0)В, закладено експериментальну сівозміну загальною площею 18 га з вивчення ефективності вирощування ріпаку як способу фітореабілітації радіоактивно забруднених ґрунтів і як сировини для біоенергії (біодизель, біогаз).

Фітореабілітаційні та енергетичні властивості ріпаку вивчалися в 4-



Експериментальні посіви ярого ріпаку

пільній сівозміні з озимою пшеницею, вико-вівсяною сумішкою, гречкою та ячменем за наступною схемою:

- 1 - контроль (без внесення добрив);
- 2 - $N_{120}P_{80}K_{120}$ (оптимальні норми добрива);
- 3 — $N_{120}P_{80}$
- 4- $N_{120}K_{60}$;
- 5- N_{120} .

У дослідях передбачено декілька варіантів з різним рівнем мінерального живлення рослин ріпаку, що дозволило змодельовати умови, які сприяють як максимальному, так і мініимальному накопиченню радіонуклідів рослинами ріпаку за високих врожаїв насіння.



Експериментальна ділянка з озимим ріпаком

2 На базі Народицької районної спеціалізованої станції по догляду за землями зони безумовного (обов'язкового) відселення змонтовано та введено в дію прес для отримання олії та біодизельну установку, виробництва Японії, потужністю 450 л біо дизелю за зміну, які передані в якості гуманітарної допомоги університету і використовувалися суцього для експерименту.

3. В с Ласки збудовано та введено в експлуатацію біогазову установку експериментального характеру (продуктивність до 5 м^3 біогазу за добу) з газопідведенням до корівника місцевого фермера.



Робота біодизельної установки

Результати досліджень за 2007-2012 р.р. показали:

1. Ґрунтово-Кліматичні умови, які характерні для Народицького ра-



Будівництво біогазової установки

дотримання 4-пільної сівозміни) не відмічено негативного його впливу на показники родючості ґрунту.

3. Встановлено достовірний вплив рослин ріпаку на перерозподіл радіонуклідів в орному шарі ґрунту та зниження їх водорозчинних форм.

4. Середня урожайність насіння ярого ріпаку за період експерименту становила у межах 12,47-17,57 ц/га, озимого - 18,7-31,1 ц/га і суттєво залежала від рівня мінерального забезпечення та кліматичних умов року.

5. Вихід соломи складав - 37,7-64,3 ц/га, що є значним джерелом сировини для отримання органічних добрив або біоенергії.

6. Вміст олії в насінні ріпаку був досить високим - 37,7-45,3 %.

7. Слід також відмітити, що рослини озимого ріпаку є вибагливими до кліматичних умов даної зони і тяжко переносять морозні зими. Так, в 2009/10 рр. озимий ріпак за зимовий період загинув повністю.

8. Після вивчення радіологічних властивостей ріпаку встановлено, що ярий ріпак накопичує радіонукліди значно інтенсивніше.

9. Основна маса ^{137}Cs у період дозрівання ярого і озимого ріпаку переходить у його насіння (44-60 %) і становить у середньому 286-539 Бк/кг.

йону і є типовими для Полісся України, за оптимальних умов живлення та при потребі вапнування, можуть забезпечувати належні врожаї насіння ріпаку з високою якістю.

2. За дотримання науково обґрунтованої технології вирощування ріпаку (внесення оптимальної кількості мінеральних добрив та



Біогазова установка в с. Ласки Народицького району

10. Sr в основному розподіляється у побічній продукції ріпаку (солома) 88-102 Бк/кг, що становить - 34-39 % від його загальної кількості.

11. Такий рівень забруднення не перевищує допустимих вимог до сировини для забезпечення отримання продукції гарантованої якості (Для олійних культур як сировини на технічні цілі по ^{137}Cs - 600 Бк/кг, а по ^{90}Sr - 200 Бк/кг).

12. При переробці даного насіння одержували олію, яка за активністю радіонуклідів повністю небезпечна для подальшої переробки.

13. Активність макухи як за ^{137}Cs - 539-590 Бк/кг, так і за ^{90}Sr - 57,8-67,7 Бк/кг дозволяє без обмежень використовувати її в якості сировини для біоенергії, та корму для великої рогатої худоби.

14. Такий спосіб використання угідь дає змогу щорічно з гектара виносити до 5 МБк водорозчинних форм цезію -137 та стронцію -90.

15. Окрім радіологічної ефективності 1га посіву ріпаку за 2007-2012 роки, в середньому, дав 0,8-1 тону біодизелю та близько 3000 м³ біогазу.

Таким чином, враховуючи результати проведених досліджень, було б доцільним на території з високим рівнем радіонуклідного забруднення угідь зони безумовного (обов'язкового) відселення Народицького району створити комплексну систему фітореабілітації ґрунтів шляхом вирощування озимого ріпаку в якості сировини для біоенергії (біодизель та біогаз).

2. Провідні підстави вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених територіях

Забруднення ґрунтів радіонуклідами може відбуватися за різних причин, основними з яких варто вважати робочі або аварійні викиди атомних електростанцій. Якщо в ґрунті відбувається нагромадження радіонуклідів або їхній рівень у результаті аварійних викидів перевищує припустимі норми, то це спричиняє не тільки високий рівень радіації для місцевого населення, але й створює небезпеку забруднення продуктів сільськогосподарської діяльності.

Так, наприклад, аварія на ЧАЕС в 1986 році зумовила радіоактивне забруднення величезних територій Європи. Значні радіоактивні опади були виявлені на території Швеції, Фінляндії, Німеччини, Австрії, Швейцарії та інших країн Євро-

пи. Площа, на якій виявлено забруднення цезієм-137 з рівнями понад 40 кБк/км², тільки в Україні складає близько 43 тис. км².

Значні території були забруднені і внаслідок аварії на ЛЕС "Фукусіма-1" в 2011 році.

Радіоактивні продукти техногенного походження надходять на земну поверхню, включаються у фізико-хімічні, біохімічні та інші процеси, які протікають в ґрунтах, створюють небезпеку забруднення рослинної продукції та додаткового опромінення людей.

Для зменшення ступеня впливу на населення цих факторів використовують різні способи дезактивації ґрунту, що базуються за різними принципами: нанесення на поверхню ґрунту плівкоутворюючих сполук (з фіксованими в ній радіонуклідами плівку видаляють і піддають подальшій утилізації); нанесення на ґрунт хімічних реагентів (здійснюється фіксація радіонуклідів на поверхні ґрунту); механічне видалення забрудненого шару ґрунту та інші. Проте дані прийоми ефективні лише при забрудненні поверхневого шару (в початковій фазі техногенного забруднення) й зовсім не придатні для видалення радіонуклідів, що вже мігрували в глибину ґрунтового масиву. Окрім того, при застосуванні даних прийомів очистки ґрунту вилучається з обороту найбільш родючий шар, а сам процес вимагає обробки й утилізації значних масивів ґрунту.

У цьому плані нововиявлені процеси фітореабілітації викликають значний науковий і практичний інтерес і характеризуються привабливістю як у фінансовому, так і екологічному плані. Фітореабілітація (фіторемедіація) - використання рослин для виведення або нейтралізації забруднювачів (в даному випадку радіонуклідів) з подальшою переробкою їх на технічні цілі - є перспективною стратегією очищення забруднених територій у віддалений період після аварій. Наразі дослідження з фіторемедіації забруднених ґрунтів є досить актуальними в ряді країн Європи, у Білорусії та Японії.

Фіторемедіація не тільки сприяє очищенню ґрунтів, але й перешкоджає ерозійним процесам і тим самим покращує структуру ґрунтів, їх родючість та дає можливість використовувати біомасу для біоенергії. Тобто, фіторемедіація передбачає вирощування на забрудненій місцевості рослин, що акумулюють через

кореневу систему радіонукліди, які втримуються в ґрунті, і видалення рослинного покриву з подальшою його переробкою або утилізацією. Така технологія дозволяє, зберігаючи природну структуру ґрунту, переміщати, перекачувати радіонукліди із ґрунту в біомасу, тим самим знижуючи в ній вміст небезпечних для населення радіоактивних елементів. Для утилізації радіоактивно забрудненої біомаси можуть бути використані відомі методи концентрування й захоронення відходів (метод екстракції, сушіння й спалювання й т.ін.) або використання її в якості сировини для біоенергії, що розглядається в даних рекомендаціях.

Про те, що підготовка до реабілітації чорнобильської зони, забрудненої викидами радіонуклідів, шляхом вирощування технічних культур ведеться давно, не є новиною. Нагадаємо, що наразі Кабінетом Міністрів України схвалено "Концепцію реалізації державної політики у сфері розвитку діяльності в окремих зонах радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи". Відповідний документ затверджений урядовим розпорядженням № 535-р від 18.07.2012 року.

Метою концепції є визначення напрямів і пріоритетів організаційної, виробничої, науково-технічної, природоохоронної та іншої діяльності в зоні відчуження, спрямованої на мінімізацію екологічної небезпеки та збереження природних багатств, матеріальних, духовних і культурних цінностей, забезпечення стійкості та біорізноманіття її екосистеми, а також використання зони відчуження в господарських цілях.

Одним із основних завдань концепції передбачається можливість реалізації проектів у сфері зеленої енергетики, в тому числі розміщення вітрових і сонячних електростанцій, вирощування сільськогосподарських енергетичних культур (ріпаку, швидкозростаючої верби) і розміщення виробництва з їх переробки.

Дослідження щодо переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини ведуться з 1990-х рр. Наразі вже створені динамічні моделі поведінки радіонуклідів у різних типах ґрунтів, їх трансформації, кількісні та якісні характеристики переходу їх до високоенергетичних рослин, у тому числі і до рослин ріпаку.

Узагальнені результати наукових розробок багатьох вчених і експериментальні дані наших досліджень свідчать, що ріпак відноситься до сільськогоспо-

дарських культур з максимальним накопиченням радіонуклідів і може використовуватися як одна із найбільш ефективних фітореMediaційних культур при реабілітації радіоактивно забруднених територій внаслідок аварії на ЧАЕС. Як фітореMediaтор ріпак має ряд позитивних ефектів:

1. Рослини ріпаку характеризуються властивостями накопичувати радіоактивні речовини, які у десятки разів перевищують їх кількість у ґрунті, що може позитивно впливати на винос радіонуклідів з верхніх її шарів.

2. Ріпак є гарним попередником для зернових культур, створює добрі агротехнічні умови для наступних культур у сівозміні, покращує структуру і підвищує родючість ґрунтів. На кожному гектарі він залишає в 1,5-2 рази більше корневих решток, ніж конюшина. Вміст в них поживних речовин еквівалентний 15-20 тоннам гною. Ще стільки ж їх у подрібненій і розкиданій соломі.

3. Біомаса ріпаку - важливе джерело біоенергії (біодизель, біогаз) і відновлювальна сировина для промисловості. Ріпак підсилює багатофункціональність економіки, підтримує її диверсифікацію і відкриває підприємствам нові можливості отримання доходів. -

4. Вирощування ріпаку забезпечує найвищу продуктивність на 1 га посівів і продуктивність праці при збиранні комбайном. При оцінці енергетичної ефективності вирощування ріпаку встановлено, що співвідношення між споживанням і виробництвом енергії - одне з найбільш високих - 1: 2,25, у пшениці воно дорівнює 1: 1,14.

Крім того, вирощування ріпаку не суперечить вимогам охорони навколишнього середовища, якщо дотримуватися принципів адаптивно-ландшафтного землеробства і інтегрованого захисту рослин. Його посіви сприятливо впливають на екологічну обстановку. Наприклад, 1 га посівів озимого ріпаку виділяє 10,6 млн. л кисню, що виводить цю культуру на друге місце після цукрового буряку (15 млн. л). Слід зазначити, що 1 га лісу виділяє лише 4 млн. л кисню. За вирощування ріпаку знижується вміст азоту в ґрунті, що залишився після збирання попередників, у результаті поглинання його потужною кореневою системою рослин. Це певною мірою знижує ризик вимивання нітратів і забруднення ними пі-

дземних і поверхневих вод. До того ж, швидким суцільним покриттям ґрунту ріпак перешкоджає поширенню водної та вітрової ерозії.

Що стосується радіонуклідів, то значна їх частина залишається в соломі, яка, після збирання врожаю, в залежності від рівня забруднення, може піддаватися різній переробці для подальшого використання в якості сировини для біоенергії, подрібнюватися і відразу ж заорюватися, або утилізуватися. Ті ж, що залишилися 38-42% радіонуклідів і накопичуються в насінні, в олію не потрапляють. Вони залишаються в макусі, яка, в залежності від рівня радіонуклідного забруднення, теж може використовуватися або в якості сировини для біоенергії, або високобілкового корму для сільськогосподарських тварин.

Отже, вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених територіях у віддалений період після аварії на ЧАЕС в якості сировини для біоенергії може бути одним з найбільш перспективних шляхів фітореабілітації виведених з обороту за радіологічним фактором сільськогосподарських угідь.

3. Особливості вирощування ріпаку в умовах радіоактивного забруднення Північної частини Житомирської області

Вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених територіях Північної частини Житомирської області, і особливо в Народицькому районі, в якості фітореабілітаційної культури має певні обмеження, регламентовані, насамперед, радіологічними факторами та природно-кліматичними умовами зони.

Радіологічні фактори. Це, перш за все, наявність у даній зоні територій, переведених до категорії радіаційно небезпечних земель.

Відповідно до Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» [2] найбільш забруднені землі після аварії, що сьогодні потребують реабілітації, є землями зони безумовного (обов'язкового) відселення, на яких неможливе проживання та ведення сільськогосподарської, лісгосподарської, виробничої та іншої діяльності.

Межі зон радіоактивного забруднення за результатами уточнення радіаційного стану території, що здійснювалося протягом 1990-1995 років, та дозиметричної паспортизації було встановлено урядовими рішеннями у 1991-1995 роках

(постанова ІСМУ країни від 23.07.91 №106, розпорядження КМ України від 12.01.93 №17-р і від 27.01.95 №37-р відповідно до критеріїв, представлених у таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика критеріїв зон радіоактивного забруднення.

| № з/п | Назва зони радіоактивного забруднення | Дозовий критерій, мЗв за рік | Тимчасові критерії щільності забруднення території радіонуклідами (Кі/км) | | |
|-------|---|---|---|---------------------|------------------|
| | | | ізотопи цезію (134,137) | ізотопи стронцію 90 | ізотопи плутонію |
| 1 | Зона відчуження | Територія, з якої було проведено відселення у 1986 році | | | |
| 2 | Зона безумовного (обов'язкового) відселення | Вище 5.0 | Вище 15.0 | Вище 3.0 | Вище 0,1 |
| 3 | Зона гарантованого добровільного відселення | 1.0-5.0 | 5.0-15.0 | 0.15-3,0 | 0,01-0,1 |
| 4 | Зона посиленого радіоекологічного контролю | 0.5-1.0 | 1.0-5.0 | 0,02-0,15 | 0,005-0,01 |

У Житомирській області межі зон безумовного (обов'язкового) відселення затвердила 18 сесія обласної ради народних депутатів XXI скликання своїм рішенням від 15. 02. 94 р. та припинила право користування землями з високим рівнем радіаційного забруднення: ^{137}Cs більше 15 Кі/км² - на мінеральних та від 5 до 15 Кі/км² - на органогенних ґрунтах у Народицькому районі на площі 17998, 3 га, Овруцькому - 1032,1 га, Олевському - 1932,1 га, Коростенському - 883,9 га, Луганському - 2704,5 га, Малинському - 75 га та надала їх у довгострокове користування (15 років) Житомирській обласній спеціалізованій станції з догляду за землями зони безумовного (обов'язкового) відселення загальною площею 27899 га.

Всього за 1986-1994 рр. у Житомирській області вилучено з господарського обігу близько 72 тис. га земель.

Відповідно до даних законодавчих актів у Народицькому районі до зони безумовного (обов'язкового) відселення було віднесено більше 50 тисяч га, де щільність забруднення угідь складала більше 555 кБк/м², а щільність забруднення окремих ділянок становила більше 1480 кБк/м² (40Кі/км²).

Проте наразі на 27-ому році після Чорнобильської аварії, радіаційна ситуація на виведених землях суттєво змінилася. Аналіз результатів останніх обстежень територій виведених із сільськогосподарського обігу земель, показує, що із врахуванням природних процесів (автореабілітації), щільність забруднення орного шару деяких ґрунтів уже знизилась на 50-60%. При цьому, фізичний розпад ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr здійснюється з однаковою швидкістю і радіоактивність ґрунтів внаслідок цього зменшується в 2 рази за 30 років. Крім того, значні площі земель з високим рівнем забруднення відійшли до створеного указом Президента України № 1129/2008 «Древлянського» заповідника. Землі (ЗБ(О)В), що залишилися у підпорядкуванні Народицької районної станції по догляду за землями зони безумовного (обов'язкового) відселення, можуть, за певних умов, підлягати реабілітації.

Слід також зазначити, що, відповідно до чинного законодавства, ведення сільськогосподарського виробництва на землях (ЗБ(О)В) забороняється.

Тому на здійснення будь-якої діяльності з метою одержання товарної продукції (виросування ріпаку не виключення) потрібно мати спеціальний дозвіл Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи.

Природно-кліматичні умови зони. Зона безумовного (обов'язкового) відселення Народицького району знаходиться у північно-східній частині області і займає центральну східну та південно-східну територію району. За "Схемою природно-сільськогосподарського районування України" (Київ, Укрземпроект, 1985 р.) район входить до складу Полісся.

На території зони розташовано 36 сіл, 18 з них виселені повністю і 18 - частково.

Територія зони характеризується слабохвилястим типом рельєфу з незначними амплітудами коливання відносних висот, де значні слабодерновані (часто заболочені) пониження чергуються з невеликими за площами підвищеннями, що

мають плоскі вершини та пологі схили, крутизна яких не перевищує 1-2°. У зв'язку з незначним стоком, змив і розмив ґрунтів і пов'язане з цим яроутворення на землях зони проявляється на дуже обмежених (близько 200 га) територіях. Незначна потужність процесів водної ерозії обумовлює слабку горизонтальну міграцію радіонуклідів, які зосереджені у верхній частині ґрунтової товщі.

У структурі ґрунтового покриву зони переважають дерново-підзолисті ґрунти, в основному, піщаного та зв'язно-піщаного (41,3% від площі всіх угідь) механічного складу, які характеризуються незначним вмістом (від 0,8 до 1,2) гумусу, кислою реакцією ґрунтового розчину (рН сольова 4,7-5,3) та насиченістю основами.

Ґрунтовий поглинаючий комплекс слабо насичений основами. Концентрація іонів кальцію не перевищує значення 8 мг-екв/100г ґрунту. Вміст калію знаходиться в межах 8-12 мг/100 г ґрунту. Ґрунти низько- і середньо-забезпечені фосфорними сполуками. Вміст фосфору не перевищує 8 мг/100 г. Лише в окремих випадках відзначається його підвищений вміст (20 мг/100 г ґрунту). Концентрація гідролізованого азоту в орному шарі становить 3,8-4 мг/100 г ґрунту.

Легкий механічний склад ґрунтів обумовлює їх низьку протидефляційну здатність і в результаті активізації процесів вітрової ерозії сприяє значній горизонтальній міграції радіонуклідів, зосередженню їх в геохімічних та штучних межах, де вони утворюють плями підвищеного забруднення. Після припинення використання таких земель у сільськогосподарському виробництві їх засівають травосумішками злакових трав. Також іде процес часткового заліснення найменш якісних за родючістю площ.

Хімічний склад дерново-підзолистих ґрунтів викликає слабе протікання процесів необмінного погашення цезію-137. У зв'язку з цим він характеризується у зазначених, а також в органічних (торфо-болотних) і аналогічних їм ґрунтах різко підвищеним значенням міграційної здатності і біологічної доступності.

Гідрографічна мережа зони представлена річками, рівчакми, меліоративними каналами, а також водоймами та болотами. Найбільшими річками тут є Жерев, Норинь і Уж, які беруть початок в Ємільчинському та Овруцькому районах і

належать до басейну ріки Прип'ять. У межах зони притоками цих річок є Грезля, Звіздаль, Лозниця, Кам'янка.

Заплави рік з пологими схилами (крутизна до 1°) переходять в надзаплавні тераси. Протягом 14,6 км надзаплавні тераси мають круті схили (5-7°), де можлива горизонтальна міграція радіонуклідів.

Клімат зони помірно-континентальний, досить вологий, з прохолодним тривалим літом і м'якою зимою. Середньорічна температура повітря складає 6,9°C. Абсолютний річний мінімум температури повітря -35°C, абсолютний максимум +36°C. Середньорічна багаторічна сума опадів досягає 560-580 мм. Гідро-термічний коефіцієнт - 1,25.

Кліматичні умови обумовлюють глибоке проникання атмосферних опадів в товщину ґрунту, що, поряд з іншими факторами, сприяє посиленню вертикальної міграції радіонуклідів.

Характер рельєфу, атмосферні опади, мікрокліматичні умови сприяли утворенню високоградієнтної структури забруднення в межах окремих ділянок зони безумовного (обов'язкового) відселення Народицького району. У першу чергу, це стосується долин річки Уж та Жерев та територій населених пунктів Народиці, Христинівка, Ноздрище, Нове Шарне, Старе Шарне, Базар, Булів, Васківці, Великі Кліщі, Великі Минькі, Ганнівка, Калинівка, Карпилівка, Колосівка, Любарка, Малі Кліщі, Малі Минькі, Рудня-Базарська, Рудня-Осошня та Селець.

Тому, перш ніж займатися вирощуванням озимого або ярого ріпаку в геохімічних умовах Полісся України, куди відноситься і територія Народицького району Житомирської області, кожен агроном сільськогосподарського підприємства, фермер або інвестор повинен переконатися, що місцеві умови повністю відповідають вимогам цієї культури, тобто вивчити природно-кліматичні ресурси зони та співставити їх з біологічними вимогами культури.

3.1 Ботанічна характеристика і біологія ріпаку

Ріпак відноситься до сімейства хрестоцвітних (Cruciferae). Він є амфідиплоїдним гібридом сурпиці (*B. campestris*) і капусти (*B. oleraceae*).

Ярий ріпак створений селекцією схильних до цвітучих типів з озимого ріпаку, тому має велику морфологічну й фізіологічну схожість з озимим ріпаком, але

внаслідок більш короткого вегетаційного періоду розвивається дещо слабше, має знижену врожайність і містить менше масла (на 2-4%).

Ріпак має сильно розвинений стрижневий корінь, який у верхній частині досягає діаметра 1-3 см, глибоко (на 2 і більше метрів) впроваджується в ґрунт, проте дуже чутливий до ущільнення ґрунту і підґрунтя. Від центрального стрижня відходять міцні бічні корені. Розвиток тонких коренів і кореневих волосків слабкий, чим пояснюється низька засвоюваність поживних речовин і величина їх споживання, за винятком фосфору.

У озимого ріпаку восени утворюється листовая розетка з черешчатими, ліроподібно-перістонадрізнаними, рідковолосистими листочками з синюватим відтінком. Ярий ріпак не утворює листової розетки, а відразу переходить у фазу розтягування. Рослина дає тільки одне стебло, яке досягає у висоту від 100 до 200 см у озимого ріпаку, а у ярого - від 80 до 150 см. Розгалуження відбувається тільки у верхній його частині після початку цвітіння і залежить від забезпеченості рослин поживними речовинами, а також від площі живлення. Нижнє листя - черешкове, ліроподібно-перістонадрізане, по черешку і краях вкрите щетинистими волосками. Верхні листки - подовжено-ланцетоподібні з розширеною підставою, що охоплює наполовину стебло.

Суцвіття - довга пухка кисть, відцвітає з низу до верху. Квітки жовті, бутони розташовані вище, ніж відкриті квітки. Тривалість цвітіння окремої квітки - три дні. Так як бічні пагони відстають у своєму розвитку від головного стебла, цвітіння рослин триває (залежно від погоди) 3-5 тижнів. Приблизно у 70% квіток відбувається самозапилення, у інших 30% - перехресне запліднення комахами (в основному, бджолами). Плід - гладкий або слабобугорчатий стручок довжиною 6-12 см. На одній рослині буває в середньому 200-300 стручків. Стулки стручка розділені перегородкою, по обидві сторони від якої знаходиться насіння. Число насіння в стручку - від 16 до 40 штук. Маса 1000 насінин у озимого ріпаку - від 4 до 6 г, у ярого - від 3 до 5 г. Термін проростання насіння за температури 15-18°C - від 4 до 5 днів.

Озимий ріпак (як і ярий) - рослина довгого дня, причому у гібридів це властивість виражена слабше. Для гарного генеративного розвитку ярий ріпак на по-

чатковому етапі вимагає трохи холоду. Тому йому необхідний ранній термін посіву.

Сучасні сорти озимого ріпаку мають тривалий період розвитку - 120-150 діб, а сорти ярого ріпаку - 90-100 діб.

Компоненти врожайності ріпаку, які визначаються генотипом і на які можна впливати агротехнічними заходами: число рослин на квадратному метрі, середня кількість бічних пагонів на одній рослині (або стручків), насіння на одній рослині (або в одному стручку), маса тисячі насінин.

Ріпак має велику здатність до регенерації, що дозволяє йому, до певної міри, компенсувати зрідженість стеблостою внаслідок поганої польової схожості, вимерзання і згубної діяльності шкідників. У ярого ріпаку ця властивість виражена слабше. Озимий ріпак - високопродуктивна олійна культура. За насінневої продуктивності вона посідає перше місце серед олійно-білкових культур. Практика показує, що наразі озимий ріпак в якості сировини для біопалива повинен посідати одне з провідних місць. Основна причина, що стримує впровадження цієї культури, полягає в тому, що не завжди забезпечується стабільна перезимівля ріпаку. Успішна перезимівля залежить, головним чином, від біологічних особливостей сорту, а ще більше - від дотримання всіх елементів загального технологічного процесу обробітку.

Вивчення біологічних особливостей озимого і ярого ріпаку протягом виконання проекту показало, що кліматичні умови є одним із вирішальних факторів у разі вирощування ріпаку й отримання високих врожаїв насіння.

Ріпак вважається холодостійкою олійною культурою, яка добре пристосувалася до помірного європейського клімату.

Озимий ріпак на території Народицького району найкраще розвивається за помірно вологої й м'якої осені, при цьому він здатний витримувати морози під сніговим покривом до -30°C , а без снігового покриву - до -20°C . Він негативно реагує на раптові коливання і тривале зниження температури восени, коли рослини ще не встигли загартуватися (як це відбулося, на жаль, восени 2006 р.), або навесні, після відновлення вегетації рослин.

Слід зазначити, що озимий ріпак може гинути в умовах району і в результаті випривання, коли восени сніг випадає на ще незамерзлий ґрунт, і рослини, тривалий час перебуваючи під його товстим покривом, задихаються і гинуть, що й було у 2007-2008 роках. Весняні заморозки до травня також можуть викликати розрив стебла, відмирання окремих кольорів або суцвіть на рослині.

Осіньна вегетація рослин озимого ріпаку вимагає суми активних температур більше 5°C не менше 600-800°C, яка припадає на період 60-90 днів активної вегетації. Більш за все уражається за низьких температур коренева шийка і точка росту.

Несприятливими для озимого ріпаку в умовах району є перепади температур взимку і рано навесні. Недостатньо розвинені незагартовані рослини, в яких розетка сформована з 3-4 листків, гинуть, як правило, за температури -10-12°C. Причинами вимерзання озимого ріпаку можуть бути переростання рослин з осені (спостерігалось у посівах минулого року), різкі перепади температур взимку і навесні.

Стійкість ріпаку до морозів залежить і від вологості ґрунту. Якщо ґрунт сильно зволожений, то навіть за температури 6-8°C ріпак може вимерзнути. Якщо ґрунт сухий, то ріпак витримує низьку температуру у межах 18-20°C протягом декількох днів.

На території району рослини озимого ріпаку починають весняну вегетацію через декаду після переходу середньодобової температури повітря за 1-3 °C тепла.

Потрібно також пам'ятати, що зимостійкість рослин озимого ріпаку значно залежить від агротехнічних заходів, проведених восени: термін і якість підготовки ґрунту, своєчасність сівби, норми висівання, ширини міжрядь, кількості внесених азотних добрив.

У період вегетації ріпак віддає перевагу помірно прохолодній температурі. Висока продуктивність рослин спостерігається за умови, коли середньомісячна температура повітря у квітні знаходиться в межах 8-10°C, в травні - 13-15°C, червні - 16-17°C, липні - 18-20°C.

Насіння ярого ріпаку проростає за температури 1-3°C. Сходи ярого ріпаку у фазі сім'ядоль і 1-2 справжніх розеткових листків переносять короткострокові заморозки до -4°C, а в фазі 4-6 розеткових листків - до -7°C. Мінімальна сума активних температур для вегетації ярого ріпаку становить 1700°C, оптимальна - 1900-2100°C. Найкращим температурним режимом для вегетації рослин ярого ріпаку у фазі цвітіння, формування стручків і дозрівання є 18-25°C.

Оптимальна вологозабезпеченість рослин відбувається при річній сумі опадів 600-700 мм, задовільна - при 500-600 мм, при сумі опадів нижче 400 мм і в посушливі роки врожай насіння достовірно знижується.

Для отримання сходів і початкового розвитку рослин необхідно не менше 20 мм опадів, або запас вологи в ґрунті повинен становити не менше 50% сухої маси насіння. Потреба у волозі протягом вегетації ярого ріпаку неоднакова, у перші 6-8 тижнів після появи сходів вона зовсім незначна. Навесні рослинам вистачає зимових запасів вологи.

Найбільш критичними періодами у забезпеченні озимого і ярого ріпаку вологою є наступні фази розвитку рослин: проростання насіння, формування розетки, бутонізація, цвітіння, формування стручків. Ріпак чим пізніше сходить, тим повільніше розвивається.

Дефіцит вологи в ґрунтах у фазі стеблуння-цвітіння призводить до слабкого галуження рослин, фізіологічного в'янення, опадання бутонів і квітів, скорочення фази цвітіння, зниження продуктивності рослин. Під час цвітіння бажаною є вологість ґрунту близько 80%. У цей час на кожний гектар площі для одержання врожаю насіння ріпаку 20 ц/га необхідно 400-500 мм опадів.

Наприклад, у 2012 році озимий ріпак добре розвивався завдяки частим, але помірним дощам. Розподіл опадів під час вегетації є найбільш оптимальним, коли в квітні випадає близько 50-60 мм, в травні - 70-75 мм, червні - 75-80 мм, липні - 30-40 мм.

Сприятливою умовою для вегетації рослин ярого ріпаку є висока відносна вологість повітря, що не завжди буває в наших місцях. У посушливих умовах до-

зрівання рослин прискорюється, насіння формується щупле, маса 1000 насінин зменшується більш, ніж у два рази, суттєво знижується вміст олії в насінні.

Вимоги до ґрунту порівняно з кліматичними умовами Народицького району у озимого і ярого ріпаку значно нижчі. Згідно з даними багатьох дослідників встановлено, що ріпак добре росте і розвивається на середньозабезпечених поживними елементами ґрунтах з нейтральною або слабокислою реакцією сольового розчину - темно-сірих і сірих лісових ґрунтах, дерново-підзолистих, дерново-карбонатних, дернових і дерново-глейоватих ґрунтах з легко- і середньосуглинковим механічним складом. Високі врожаї ріпаку одержують на ґрунтах, які відповідають наступним агрохімічним показникам:

вміст гумусу, % - не менше 0,9-1,1;

кислотність ґрунту, рН - 5,8-6,5;

калій, мг на 100 г ґрунту - 12,0-14,5;

фосфор, мг на 100 г ґрунту - 6,0-7,5;

магній, мг на 100 г ґрунту - 5, 0-7,0;

бор, мг на 1 кг ґрунту - 0,25;

сірка, мг на 1 кг ґрунту - 30-60;

марганець, мг на 1 кг ґрунту - 10-15, що характерно для багатьох угідь району.

Непридатні для вирощування озимого і ярого ріпаку в районі ґрунти важкі за механічним складом, з водонепроникним підорним пластом, близьким заляганням ґрунтових вод, а також торфовища, ґрунти, легкі за механічним складом, з недостатньою теплопровідністю, кислі без вапнування.

3.2. Технологія вирощування ріпаку

Технологічний процес вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених територіях складається з ряду послідовно виконуваних операцій, які направлені на створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин з метою одержання високих врожаїв цієї культури, забезпечення і покращення родючості ґрунту та зменшення впливу радіаційних навантажень на навколишнє середовище.

Проте слід пам'ятати, що поряд з одержанням продукції одним з головних завдань при вирощуванні ріпаку є мінімізація радіаційного забруднення цієї зони та радіаційний захист не тільки робітників, що будуть задіяні в технологічному процесі, а й населення, яке мешкає в населених пунктах ЗБ(0)В. У зв'язку з наявністю на виведених землях площ з нерівномірним рівнем забруднення технологія вирощування ріпаку, перш за все, повинна включати в себе підбір поля з радіологічною оцінкою його стану, систему підготовки ґрунту, підживлення, догляд за посівами, збирання і післязбиральну доробку насіння.

3.2.1. Підбір поля для ріпаку та прогноз рівнів його радіонуклідного забруднення.

Вихідною інформацією для прийняття рішення з фітореабілітації земель шляхом вирощування ріпаку має бути оцінка можливих рівнів забруднення його врожаю на полях майбутньої сівозміни. Ця оцінка виконується на основі даних про фізичні (тип і склад), агрохімічні характеристики ґрунтів і щільності їх забруднення радіонуклідами по кожному полю сівозміни з використанням коефіцієнтів переходу (Кп). Очікуваний рівень забруднення продукції для необхідних видів рослин і різних щільностей забруднення розраховується по співвідношенню:

$$A_p = K_{\text{п}} * P,$$

де P - щільність забруднення ґрунту, кБк/м² (Кі/км²); A_p - концентрація ¹³⁷Cs у продукції, Бк/кг¹ (Кі/кг¹).

Значення коефіцієнтів переходу можуть прийматися із довідникових матеріалів для певного типу ґрунту [7]. Проте слід відмітити, що завдяки процесам іммобілізації ¹³⁷C ґрунтово-поглинальним комплексом коефіцієнти переходу радіоцезію з ґрунту в сільськогосподарські рослини за період після аварії суттєво зменшилися (10-50 разів у залежності від типу ґрунту). Тому буде доцільнішим користуватися даними, які були отримані в нашому експерименті (Рис. 1,2).

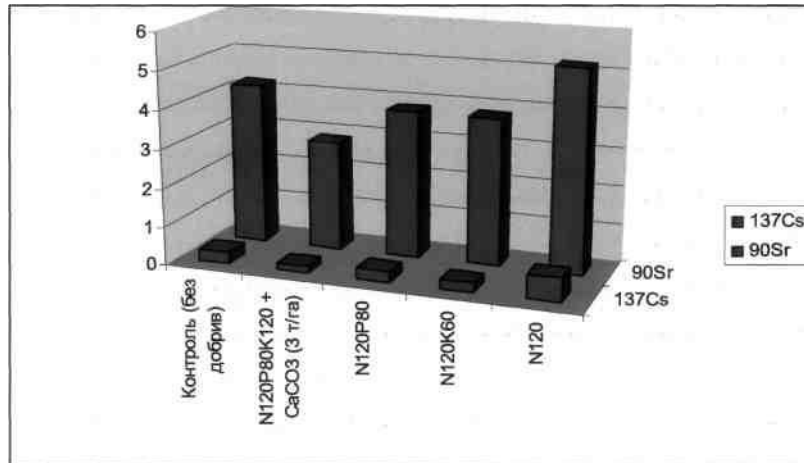


Рис. 1. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr у насіння ярого ріпаку (середнє за 2007-2012 рр.)

Як видно з рисунку 1-2 для оптимального прогнозування забруднення продукції ріпаку на виведених радіоактивних землях Народицького району доцільно сприймати КП для насіння ярого ріпаку за ^{137}Cs у межах 0,17-0,63, а за ^{90}Sr - 2,86-6,0, для озимого 0,1-0,3 та 1,4-2,8 відповідно.

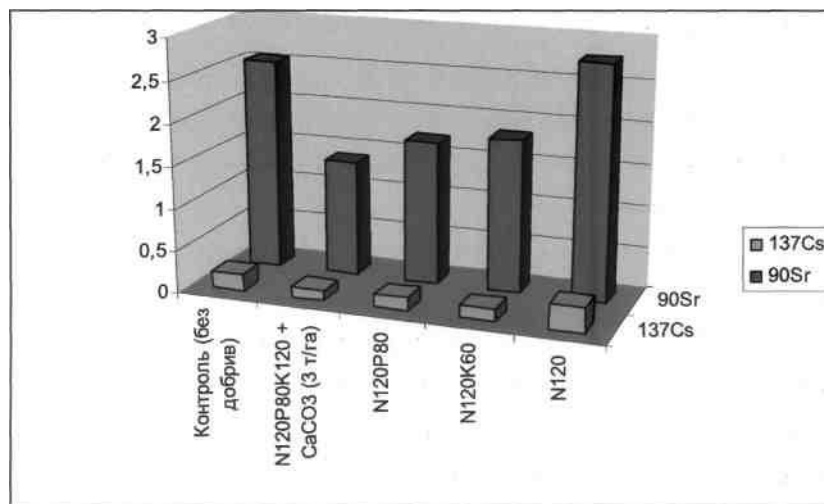


Рис. 2. Коефіцієнт переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr у насіння озимого ріпаку (середнє за 2007-2012 рр.)

Проте слід відмітити, що коефіцієнти переходу радіонуклідів мають значні коливання і залежать від багатьох факторів, найбільш суттєвими з яких є тип і родючість ґрунту та рівень мінерального забезпечення. Як впливають мінеральні добрива на рівень забруднення продукції ріпаку, ми розглянемо трохи пізніше, при вивченні системи підживлення ріпаку.

Очікувані рівні забруднення врожаю оцінюються не тільки по ріпаку, а й за всіма іншими культурами сівозміни по кожному полю, тобто оцінюються прогнозовані рівні забруднення врожаю за весь період ротації і на кожному сівозміні складається, своєрідний радіологічний паспорт, куди заносяться всі дані.

Тому при розміщенні культур в сівозміні, при плануванні певних завдань слід враховувати їх особливості за інтенсивністю накопичення радіонуклідів. Так,

за величиною накопичення ^{137}Cs на одиницю сухої речовини при однаковій щільності забруднення ґрунтів сільськогосподарські культури можна розташувати в низхідному порядку так: люпин - горох - вика - ріпак - овес - просо - ячмінь - пшениця - жито - кукурудза.

За накопиченням ^{90}Sr сільськогосподарські культури розташовуються наступним чином: яровий ріпак - люпин - озимий ріпак - горох - вика - ячмінь - яра пшениця - овес - озима пшениця - озиме жито.

Отже, завдяки радіологічній оцінці земель та прогнозу забруднення рослин ми можемо встановити такі території, на яких є потенційні можливості в найкоротший термін організувати виробництво продукції ріпаку, в якій вміст радіонуклідів не перевищує допустимі нормативи для сільськогосподарської та технічної сировини, за умови неперевикнення встановлених дозових навантажень для населення.

Вказані матеріали будуть слугувати для прийняття остаточних рішень про реабілітацію тих чи інших угідь шляхом порівняння аналізу досягнутих рівнів забруднення продукції ріпаку й інших культур сівозміни на реабілітаційних землях з прогнозними. Це необхідно для того, щоб не підвищити досягнутий рівень дозових навантажень населення тих населених пунктів, які будуть використовувати реабілітаційні землі.

3.2.2. Місце ріпаку у сівозміні та підбір культур.

Сівозміни позитивно впливають на підвищення урожайності ріпаку, зменшують ураження рослин хворобами і пошкодження шкідливими організмами, поліпшують фітосанітарний стан ґрунту.

Планування сівозмін на радіоактивно забруднених територіях не потребує принципових відмінностей. Тому при вирощуванні ріпаку в абсолютній більшості випадків доцільно застосовувати прийняті для даної зони сівозміни. Однак розміщення культур в сівозміні повинно відбуватися з врахуванням зменшення концентрації радіонуклідів в рослинній продукції.

В звичайних умовах якість продукції рослинництва майже не залежить від поля, на якому її вирощують. Зовсім інша ситуація спостерігається на забруднених територіях, де концентрація радіонуклідів в продукції визначається сумарною дією двох факторів - щільності забруднення ґрунту, яка може відрізнитися на сусідніх полях у декілька разів за рахунок нерівномірного просторового розподілу радіоактивних випадіннь, і властивостей ґрунту, що в реальних ландшафтних умовах Полісся також можуть суттєво розрізнитися навіть в межах одного поля. За рахунок правильного розміщення культури на тому чи іншому полі з урахуванням місця в сівозміні, біологічних особливостей рослин та при дотриманні агрохімічних і агротехнічних вимог можна від декількох до 10 і більше разів зменшити або збільшити накопичення радіоцезію в урожаї.

У зв'язку з цим рекомендується ріпак в сівозміні розміщувати на найбільш критичних за радіонуклідним забрудненням площах, тобто так, щоби він зміг для послідуєчих культур забезпечити підвищений вміст обмінного калію, фосфору, нейтральну або слабокислу реакцію ґрунту та зменшення водорозчинних форм радіонуклідів. Розміщення інших культур в сівозміні, як уже відмічалось вище, відбувається з врахуванням, перш за все, їх властивостей до накопичення радіонуклідів.

Сівозміни під ріпак планують не менше, як на 4 поля. Найкращий попередник під ріпак - чорний пар після багаторічних трав (конюшини, люцерни), зайнятий пар після зернобобових. З огляду на те, що в даному випадку ріпак розгляда-

ється як реабілітаційна культура, то виведені з використання сільськогосподарські угіддя можуть слугувати добрим попередником для цієї культури.

При вирощуванні ріпаку на дерново-підзолистих ґрунтах різного механічного складу зі щільністю забруднення 10-15 Кі/км² (370-555кБк/м²) рекомендується дотримуватися таких сівозмін:

4-пільна сівозмінна (1. Яра пшениця; 2. Озимий ріпак; 3. Злаково-бобова суміш; 4. Просапні).

5-пільна сівозмінна (1. Ярий ячмінь; 2. Озиме жито; 3. Ріпак; 4. Озима пшениця; 5. Просапні: кукурудза, картопля).

Ось схема 4-пільної сівозміни, що використовувалася при виконанні проекту «Ріпак для відродження Народицького району»:

1. Озимий ріпак;
2. Озима пшениця/озимий ячмінь;
3. Вико-вівсяна сумішка;
4. Гречка.

Таке розміщення культур у сівозміні з урахуванням властивостей та щільності забруднення ґрунтів, а також біологічних властивостей різних культур дозволяє максимально вивести радіонукліди з ґрунту ріпаком та регулювати рівні забруднення урожаю і виробляти продукцію інших культур сівозміни з мінімальним вмістом радіонуклідів (табл.2).

Таблиця 2 **Питома активність ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr в сільськогосподарських культурах сівозміни з ріпаком**

| Культура | Питома активність, Бк/кг | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | Г.Л.К. | |
| | | | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr 1 |
| Гречка (зерно) | 53,9 | 29,1 | 50 | 20 |
| Гречка (солома) | 11,0 | 33,2 | - | - |
| Жито озиме (зерно) | 13,4 | 23,5 | 50 | 20 |
| Жито озиме (солома) | <9,0 | 23,5 | - | - |
| Пшениця озима (зерно) | <7,4 | 21,4 | 50 | 20 |
| Пшениця озима (солома) | <8,5 | 19,3 | - | - |
| Ячмінь (зерно) | 23,4 | 23,0 | 50 | 20 |
| Ячмінь (солома) | 11,6 | 20,3 | - | - |
| Вико-овес (зерно) | 45,3 | 27,6 | 70 | 30 |
| Вико-овес (солома) | 14,9 | 21,3 | - | - |
| Вика (зерно) | 113,7 | 37,2 | 70 | 30 |

Із даних таблиці видно, що після посівів ріпаку забруднення сільськогосподарських культур за ^{137}Cs в досліді практично відповідають гранично допустимим нормам, за виключенням зерна вики. Проте, у досліді вики в чистих посівах не буває, а тільки в суміші із зерном вівса, забруднення якого в допустимих межах.

Що стосується вмісту ^{90}Sr , то майже всі культури дещо перевищують допустимі норми.

Проте, на нашу думку, проведення додаткових агрозаходів, таких як внесення вапна та підвищених доз фосфорних добрив, може сприяти значному зниженню концентрації ^{90}Sr .

3.2.3. Обробіток ґрунту.

Підготовка ґрунту під посів озимого і ярого ріпаку є найважливішим агроприйомом, спрямованим на отримання високих врожаїв насіння. Вона повинна проводитися своєчасно, якісно і, в залежності від попередника, переслідувати певні цілі:

- а) при першій обробці виведених земель заорати забруднений радіонуклідами шар дернини на значну глибину;
- б) зберегти залишкову вологу в ґрунті;
- в) прискорити початок розкладання рослинних залишків у ґрунті і, тим самим, сприяти знищенню збудників хвороб і шкідників;
- г) провести механічну боротьбу з бур'янами при стимуляції проростання насіння бур'янів і падалиці зернових;
- д) заробити добрива в ґрунті;
- ж) поліпшити структуру орного шару ґрунту.

При першій обробці ґрунту виведених з обороту земель головним завданням є заорати забруднений шар дернини на значну глибину (на легких ґрунтах - на глибину 22-25 см, важких - до 30 - 40 см), щоб зменшити можливість контакту кореневої системи культур сівозміни з радіонуклідами і забезпечити фіксацію останніх глинистими мінералами ґрунту. При цьому доцільно використовувати ярусні плуги.

На мінеральних ґрунтах верхній шар (8-10 см) складається прошарком по дні борозни глибиною 23-25 см, а чистий від радіонуклідів шар переміщується поверх його без обороту або з оборотом, в залежності від наявності агрегатів.

Наступну оранку ґрунту проводять на меншу глибину - до 18-20 см. Поглиблення ж існуючого орного шару до 21-25 см у даних умовах за рахунок приорування ще 3-5 см частини підзолистого горизонту або материнської породи, навіть при внесенні середніх доз добрив або без них, повинно розглядатися як порушення агротехніки, яке може призвести до збільшення рівня забруднення рослинної продукції радіонуклідами.

Тому після першого обробітку виведених земель глибокою оранкою в подальшому на забруднених угіддях доцільно ввести безплужний передпосівний обробіток ґрунту.

Після стернових попередників перевага залишається у класичній системі обробітку ґрунту: збір соломи, лущення стерні, оранка, вирівнювання поверхні ґрунту. Важливо основний обробіток ґрунту здійснити за 3-4 тижні до передпосівного. Це сприяє осіданню ґрунту та створенню необхідної для сівби структури орного шару. Особливу увагу приділяють передпосівній підготовці ґрунту, під час якої після оранки ґрунт боронують, розпушують, вирівнюють та коткують. Ці операції краще всього проводити комбінованими ґрунтообробними агрегатами типу «Європак» впоперек або по діагоналі до запланованого напрямку сівби.

Перехід на мінімізацію обробітку ґрунту дасть змогу значною мірою зекономити витрати пального. З цією метою рекомендується застосувати дискування в два сліди, внесення добрив, культивацію або обробіток комбінованим агрегатом. Проте слід відмітити, що даний захід більш ефективний на мало забур'яненних площах, на яких немає кореневищних і коренепаросткових бур'янів.

За посушливих умов дискуванням стерні ми сприяємо збереженню залишкової вологи в ґрунті, так як з відкритої поверхні ґрунту після збирання покривної культури в першу добу випаровується 5 мм води, у наступні - до 10 мм. Якщо не провести дискування, то за тиждень може випаруватися місячна норма опадів, верхній шар такого ґрунту пересохне, закаменіє і не буде ніякої можливості якісно підготувати поле під посів озимого або ярого ріпаку.

Якщо між збиранням попередника і сівбою ріпаку проміжок часу короткий, то відразу проводять оранку з одночасним боронуванням.

Підготовлений ґрунт для сівби озимого або ярого ріпаку повинний відповідати таким умовам: бути рівним і чистим від бур'янів, а пухкий шар складати 4-6 сантиметрів. Скорочення прийомів чи порушення технологій обробітку ґрунту позначається на продуктивності рослин у той же рік. Причому всі сорти ріпаку реагують однаково - знижується врожайність зерна.

Незалежно від основного обробітку ґрунту важливе значення має прикочування його. Воно видаляє порожнечі, підтягує вологу з нижчих шарів ґрунту сприяє покращенню умов для появи сходів. Ідеальна передпосівна обробка забезпечується, якщо трактори мають подвійні колеса або широкі шини, використовуються прикатні котки з фронтальним міжосьовим навішуванням. Прикочування ґрунту до сівби має велике значення при запізненні з оранкою, коли ґрунт не встиг осісти. Слід пам'ятати, що ґрунт не повинний бути з наявністю значної кількості великих грудок, так як при тривалих дощах виникає небезпека утворення заплавів. Така ж небезпека з'являється і до сходів, якщо прикочувати ґрунт після сівби. Тому до даного агроприйому необхідно ставитися дуже обережно.

3.2.4. Посів ріпаку.

Завдання посіву полягає в тому, щоб закласти основу для оптимального використання потенційної продуктивності певного сорту або гібрида в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах даної місцевості, при заданому числі рослин на одиниці площі, їх рівномірному розподілі і створенні тим самим однакових умов для їх розвитку.

Посів ярого ріпаку проводять якомога раніше на початку весняно-польових робіт.

Ярий і озимий ріпак як за ранніх, так і за пізніх строків сівби знижує зимостійкість і продуктивність рослин. Початок сівби озимого ріпаку - середина II

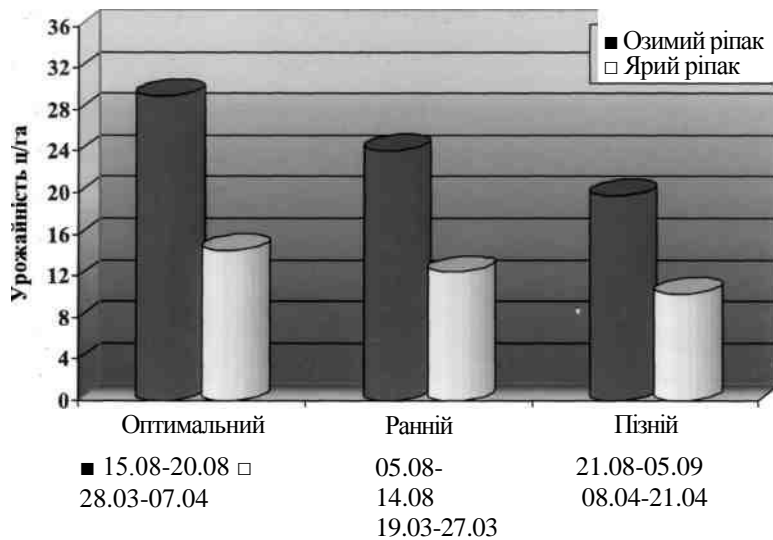


Рис. 3. Врожайність ріпаку за різних строків посіву, середня за 2007-2011 рр.

декади серпня, оптимальні строки - з 20 по 30 серпня, допустимі - до 5 вересня. За низького забезпечення мінеральними добривами ріпак необхідно сіяти на 5-7 днів раніше оптимальних строків.

Вплив термінів посіву ріпаку на його урожайність, встановлений у наших дослідях в умовах Народицького району, представлений на рис. 3.

Перед посівом з метою запобігання ураження рослин ріпаку хворобами та пошкодження шкідниками насіння обробляють протруйниками згідно з "Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні".

Норма висіву має забезпечувати оптимальну густоту стояння рослин і досягається висівом 0,8-1,2 млн. схожих насінин на 1 га, або 4-6 кг/га. Такі норми висіву забезпечують сівалки СЗТ-3,6, "Містраль", "Клен", а також агрегати зарубіжного виробництва ("Амазоне", "Акорд" та інші).

Сіють ріпак суцільним рядковим способом з міжряддям 12,5-15,0 см або широкорядним - на 30-45 см. Глибина заробки насіння залежить від наявності вологи у верхньому шарі ґрунту і може становити 1,5-2,5 см.

Ріпак можна висівати різними сівалками: зернотрав'яною (СЗТ-3,6), зерновою (С-3,6; СЗ-3,6; СА-3,6), лляною (СЗЛ-3,6). Якщо сіють зерновими сівалками,

для висіву потрібної кількості насіння встановлюють мінімальне передаточне число приводних зірочок на висівний апарат - 0,198 і відповідну довжину робочої катушки. Так, при ширині міжрядь 15 см, довжині робочої катушки 2 мм і передаточному числі 0,198 - на гектар висівають 7,5 кг насіння, при довжині катушки 3 мм висівають 9,8 кг, 5 мм - 11,8 кг насіння. Якщо ж ширина міжрядь становить 30 см, а довжина робочої катушки 5 мм або 3 мм, то норма висіву насіння становитиме 5,8 кг або 4,6 кг/га, відповідно.

Для нормального регулювання кількості насіння на одиницю площі можна використати як баласт прожарене насіння ріпаку і цим самим не створити загушені посіви. Можна переобладнати висівні апарати сівалки за допомогою заміни висівних катушок виготовленими з дрібними розетками. Переобладнана таким чином СЗЛ-3,6 дозволяє висівати на гектарі від 2,5 кг насіння і більше, пошкодження посівного матеріалу при цьому не перевищує 0,1%, що відповідає агротехнічним вимогам.

На нашу думку, для посіву ріпаку доцільно використовувати сівалку типу «Містраль 600», яку виготовляє спільне українсько-словацьке підприємство «Агро» у м. Вінниці. Сівалка агрегується з тракторами класу 1.4-3.0. ООСівалка пневматична, обладнана двома дозувальними апаратами катушкового типу, що значно полегшує її наладку та обслуговування, не допускає травмування насіння при сівбі. Можна висівати 1,5 кг на 1 га і більше. Анкерний сошник сівалки формує рядок-ложе, пневмопотік рівномірно розміщує насіння ріпаку в рядку. Сівалка обладнана ланцюгом-загортачем по всій ширині захвату сівалки. При належному рівні організації праці сівалкою можна за зміну засіяти - 40-50 га. Використання сівалки такого типу дозволяє підвищити врожайність ріпаку на 15%.

Добре зарекомендували себе на сівбі ріпаку сівалка Рапід RDA 600. Слід зауважити, що дана сівалка є представником сівалок нового покоління комбінованих машин, оскільки за один прохід спроможна одночасно виконувати чотири технологічних операції: передпосівний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив, висів та загортання насіння і прикочування та мульчування поверхні ґрунту.

При недостатній вологості проводять післяпосівне коткування ґрунту кільчато-зубчатими котками КЗК-10, 2ККН-2.8.

За несприятливих умов зимівлі ріпак може повністю вимерзнути або вийти із зими дуже зрідженим. Навесні не варто приймати поспішне рішення про переорювання. Ріпак, особливо гібриди, має значні можливості компенсації зимових втрат, насамперед, завдяки здатності до дуже сильного розгалуження рослин. Рекомендується переорювати лише ті поля, на яких залишилося менше 20-30 рослин на 1 м² і, до того ж, нерівномірно розміщених на площі.

При виборі культури для пересіву необхідно враховувати спектр вже внесених гербіцидів. Тому у роки, коли озимий ріпак вимерзає, його площі можна пересівати доброю страховою культурою - ярим ріпаком.

3.2.5. Підбір сортів ріпаку.

При реабілітації радіоактивно забруднених територій Народицького району основним чинником, що стримує вирощування ріпаку, є низька врожайність ярого ріпаку та суворі умови перезимівлі озимого ріпаку. Сортіві особливості ріпаку щодо інтенсивності накопичення радіонуклідів є несуттєвими. Тобто, при вирощуванні ріпаку в якості фіто реабілітаційної культури, головним фактором при виборі сорту, є не сортіві радіологічні особливості, а використання високопродуктивних, зимостійких сортів і гібридів.

Правильний вибір сортів та гібридів ріпаку має вирішальне значення для успішного їх вирощування. У центрі уваги при виборі сорту, в першу чергу, стоїть питання його пристосованості до місцевих умов вирощування.

Надзвичайно важливою ознакою сорту ріпаку (гібриду) є його зимостійкість - здатність рослин переносити без пошкоджень несприятливі зимові умови.

Зимостійкість обумовлюється складним комплексом ознак і властивостей рослин. Це явище використовується селекціонерами при оцінці зимостійкості озимих та в технології їх вирощування у виробничих умовах. Стійкість рослин до несприятливих умов забезпечується, насамперед, генетичним потенціалом рослинних форм, а також підготовленістю до зимівлі, тобто загартуванням. Тому кожному сорту ріпаку притаманна своя зимостійкість, яка забезпечується, насам-

перед, генетичним потенціалом рослинних форм, а також підготовленістю до зимівлі, тобто загартуванням.

При виконанні проекту наряду з вирощуванням ярого та озимого ріпаку в якості сировини для біопалива були проведені польові дослідження з вивчення зимостійкості 17 сортів озимого ріпаку, що можуть бути рекомендовані до використання в умовах Народицького району .



ріпаку

Результати перезимівлі вітчизняних і зарубіжних сортів озимого ріпаку наведені в таблиці 3.

Із даних таблиці видно, що найбільш придатними для погод-

о-кліматичних

Експериментальна ділянка з вивчення зимостійкості

у, . ТМ.

томирщини за зимостійкістю є сорти: Чорний велетень, Галицький, Wotan, Dexter та Дангал.

Озимий ріпак в умовах Народицького району, за сприятливої перезимівлі, володіє найвищою продуктивністю серед олійних культур і перевершує ярий ріпак на 14-25% по врожайності насіння і на 2-3% - за змістом олії в них. Одночасно слід відмітити, що інтенсивність накопичення радіонуклідів ярим ріпаком у 2-3 рази вища (рис. 1-2).

**Зимостійкість сортів озимого ріпаку в умовах
Народицького району за зимовий період 2011-2012 років.**

| № з/п | Назва сорту | Строк посіву | Кількість рослин, шт | | |
|----------|-----------------|-----------------|----------------------|--------|--------------|
| | | | посіяно | зійшло | перезимувало |
| 1 | Чорний велетень | 05.09.12 | 100 | 96 | 91 |
| 2 | Галицький | 05.09.12 | 100 | 95 | 92 |
| 3 | Дембо | 05.09.12 | 100 | 95 | 84 |
| 4 | Аліот (оптіка) | 05.09.12 | 100 | 93 | 88 |
| 5 | Соло | 05.09.12 | 100 | 94 | 87 |
| 6 | Майдан (Міра) | 05.09.12 | 100 | 95 | 90 |
| 7 | Шпак | 05.09.12 | 100 | 93 | 86 |
| 8 | Траjet | 05.09.12 | 100 | 96 | 88 |
| 9 | Wotan | 05.09.12 | 100 | 96 | 91 |
| 10 | Dexter | 05.09.12 | 100 | 96 | 92 |
| 11 | Черемош | 05.09.12 | 100 | 95 | 90 |
| 12 | Дембо, 2р | 05.09.12 | 100 | 91 | 83 |
| 13 | Тисменський | 05.09.12 | 100 | 96 | 87 |
| 14 | Галицький 2р | 05.09.12 | 100 | 87 | 82 |
| 15 | Света | 05.09.12 | 100 | 87 | 81 |
| 16 | Дангал | 05.09.12 | 100 | 97 | 91 |
| 17 | Смарагд | 05.09.12 | 100 | 80 | 79 |

Тому перевагу у виборі виду ріпаку слід надавати виходячи із першочергових завдань при реабілітації радіоактивно забруднених земель:

- а), максимально можлива фіторе mediaція ґрунту - сорти ярого ріпаку;
- б), максимальна продуктивність - сорти озимого ріпаку.

У «Реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні в 2011 р. на раховується понад 90 сортів ріпаку озимого і майже 50 сортів ріпаку ярого.

Найбільш придатними для Полісся Житомирщини з балами зимостійкості 8,3-9,0 є сорти озимого ріпаку Харнет, Манітоба, Аліот, Клеопатра, Снігова королева, Везувій і Андромеда серед зарубіжних сортів та Ранок Поділля, Чорний велетень, Антарія, Демерка, Дембо та Синтетік серед вітчизняних сортів.

Поміж сортів ярого ріпаку для вирощування в умовах Народицького району можна порекомендувати Антоціан, Сріблястий 1, Отма, Оксамит та інші.

Отже, нині широкий вибір сортів ріпаку ярого та озимого в умовах поліської частини Житомирської області дає можливість обрати оптимальний варіант для отримання високих врожаїв насіння з високим вмістом олії.

3.2.6. Удобрення ріпаку.

Оскільки значна кількість виведених земель у зоні радіоактивного забруднення Народицького району характеризується кислими або слабо кислими ґрунтами, а оптимальна кислотність на ділянках, відведених під ріпак, має бути не нижче 6,3-6,8, то при вирощуванні ріпаку на таких ґрунтах обов'язковим агрохімічним прийомом повинне стати їх вапнування. Внесення вапна є ефективним заходом не тільки підвищення продуктивності ріпаку, а й зниження надходження ^{137}Cs и ^{90}Sr із ґрунту до рослин.

При вапнуванні в ґрунт надходять іони кальцію, які, з одного боку, служать для живлення рослин, з іншого - надають лужну дію. Показник рН великою мірою визначає рухливість поживних речовин та радіонуклідів, їх доступність для рослин.

Тобто, оптимізація ступеня кислотності ґрунтів на фоні застосування мінеральних добрив дозволяє підвищити врожайність і скоротити надходження радіонуклідів в основні сільськогосподарські культури до 60-80%.

Зазвичай вапняні матеріали вносять під зяблеву оранку восени чи влітку, а при малих дозах - у верхні шари ґрунту під час культивації. Добрі результати дає внесення вапна під попередню культуру, а ще краще за 2-3 роки до сівби ріпаку. В залежності від кислотності та щільності забруднення ґрунту на гектар вносять від 3 до 5 тонн вапнякових матеріалів.

Для виведених земель Народицького району з легкими ґрунтами (піщані та суглинисті) доцільно вносити від 2-4 т/га. В якості вапняних матеріалів, окрім вапна, можна використовувати доломітове борошно, дефекат, цементний пил, білітове борошно та ін.

Найбільшого ефекту вапнування ґрунтів досягається на фоні оптимальних рівнів мінеральних добрив.

Ріпак вимогливий до поживних речовин. Як будь-яка високопродуктивна культура, він споживає значну кількість поживних речовин. На формування 1 центнера основної продукції ріпак використовує:

5,0-6,2 кг азоту;

2,4-3,4 кг фосфору;

4,0-6,0 кг калію.

Кальцію, магнію, бору і сірки - в 3-5 разів більше, ніж зернові культури.

Орієнтовно 10-30% елементів живлення (залежно від рівня врожайності) ріпак може засвоїти з ґрунтових запасів, які можна компенсувати внесенням мінеральних добрив.

Азотні добрива є основою формування оптимальної вегетативної маси, високого врожаю насіння. Азот має визначний вплив на формування врожаю. Недостатня кількість доступного азоту в ґрунті призводить до зниження продуктивності рослин. Надлишок азоту знижує зимостійкість рослин, посилює накопичення в рослинах нітратів та радіонуклідів. В осінній період азотні добрива вносять лише на дуже бідних ґрунтах (до 40 кг на 1 га).

Весною, при відновленні вегетації, потреба в азоті різко зростає. Кращі результати отримують при внесенні азотних добрив у 3 строки:

перший - по мерзлоталому ґрунту (20-30% від норми);

другий - через 2-3 тижні (40-50%); третій - через 2-3 тижні (10-20%).

Всього, за інтенсивною технологією, для отримання врожаю ріпаку на рівні 35-40 ц/га необхідно внести 150-180 кг азоту на гектар.

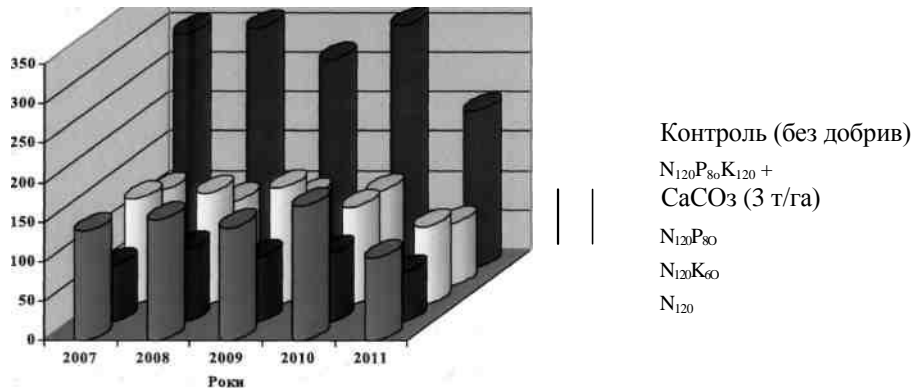


Рис. 4. Питома активність насіння ріпаку ярого за ¹³⁷Cs при різних рівнях мінерального підживлення

Проте, слід пам'ятати, що вплив різних мінеральних добрив на надходження радіоцезію в рослини не однаковий. Азотні добрива за певних умов (доз), можуть сприяти підвищенню накопичення даного радіонукліда в продукції

Тому з метою зменшення надходження радіонуклідів до рослин ріпаку розрахунок доз азотних добрив проводиться виходячи, перш за все, з потреби в азоті для формування запланованого урожаю. Для уникнення перевищень доз азотних добрив при підгодівлі озимого та ярого ріпаку рекомендується проведення ґрунтової і рослинної діагностики. Передбачено обмеження максимально допустимих доз азотних добрив на рівні 120 кг (д.р.) на гектар.

Оптимізації азотного живлення рослин сприяє застосування нових форм повільнодіючих карбаміду і сульфату амонію. Застосування нових форм повільнодіючих азотних добрив дозволяє підвищити на 20-40% їх окупність надбавкою урожаю при одночасному зменшенні вмісту радіонуклідів на 15-30%.

Ефективність азотних добрив зменшується за відсутності фосфорних і калійних добрив.

Фосфорні добрива ріпак використовує ефективніше, ніж злакові культури. Фосфор необхідний для створення масивної кореневої системи, збільшення насінневої продуктивності і прискореного дозрівання.

Встановлено зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в продукцію ріпаку при внесенні фосфорних добрив, особливо на ґрунтах з низьким вмістом фосфатів. Фосфорні добрива не тільки сприяють підвищенню врожайності ріпаку, але й закріпленню ^{90}Sr за рахунок осадження його фосфатами.

Фосфорні добрива слід вносити під основний обробіток ґрунту. Для того, щоб забезпечити отримання врожаю на рівні 35-40 ц/га, необхідно внести на 1 га не менше 60-80 кг фосфору за діючою речовиною.

Калійні добрива теж вносять під час основного обробітку ґрунту, оскільки найбільшу потребу в них ріпак виявляє у період осіннього розвитку. Ріпак відноситься до калієлюбних рослин. Із калійних добрив під ріпак цінною є калімагнезія, де крім калію є значна кількість магнію. На багатих калієм ґрунтах вносять 60-90 кг/га, на бідних ґрунтах - 120-150 кг/га. Достатня кількість калійних добрив підвищує стійкість рослин ріпаку до несприятливих погодних умов, пошкоджень

хворобами та шкідниками, посилює нектароутворення, що приваблює на посіви бджіл, а це, в свою чергу, сприяє повнішому запиленню квіток та підвищенню врожаю.

Крім того, калійні добрива мають найбільш сильний вплив на зниження надходження ^{137}Cs у рослини. Це обумовлено як антагонізмом катіонів цезію і калію в ґрунтовому розчині, так і значною надбавкою урожаю сільськогосподарських культур, особливо на бідних калієм дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах. Тобто, чим більше калію вноситься до ґрунту, тим менше ^{137}Cs надходить до рослин. Проте експериментально доведено (рис. 5), що інтенсивність зниження рівнів забруднення врожаю в залежності від доз калійних добрив носить криволінійний гіперболічний характер, а ефективність добрив по мірі підвищення доз знижується.

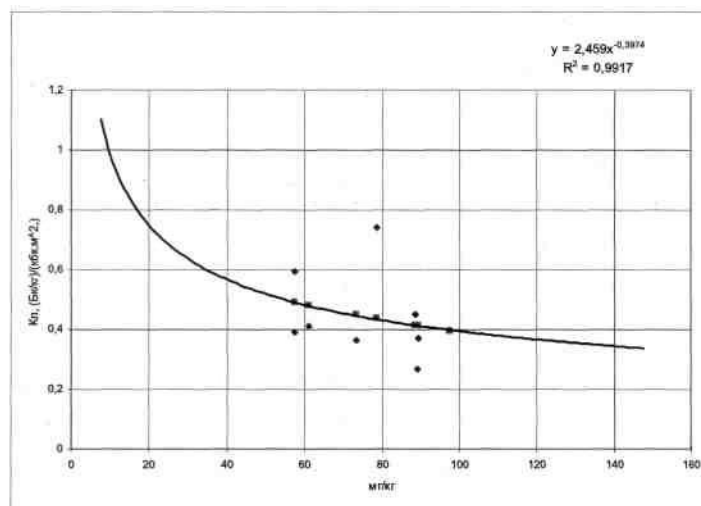


Рис. 5 Коефіцієнти переходу цезію-137 із ґрунту в насіння ріпаку в залежності від вмісту рухомого калію.

Так, на даних ґрунтах внесення калійних добрив в дозі 120 кг/га дозволяє знизити рівень забруднення врожаю на 80% в порівнянні з початковим ґрунтом. Додаткове внесення калійних добрив до 600 кг/га призводить до додаткового зниження рівня забруднення продукції максимум до 15%. Таким чином, механізм впливу калійних добрив залишається та діє при будь-якій дозі калію, який вно-

ситься у ґрунт, але ефективність зниження рівнів забруднення врожаю з кожним збільшенням дози добрив зменшується.

Слід також врахувати значну потребу озимого ріпаку в кальції, сірці, магнії, борі, молібдені та марганці. Від забезпечення цими елементами залежить як врожайність, так і стійкість рослин до перезимівлі та ураженості хворобами.

Резервом підвищення врожайності та якості ріпаку є використання біостимуляторів:

- Біотрансформатор (БТФ), гр. (8 л/т);
- Вермистим, р. (3-15 л/т);
- Емістим С, в.р. (10 мл/га);
- Трептолем, р. (20 мл/т);
- Ріверм (10 л/га);
- Марс У (250-500 г/га).

Вони містять у собі потрібні рослинам макро- і мікроелементи. Препарати сприяють підвищенню схожості, стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують імунітет рослин до захворювань.

Таким чином, від забезпеченості ріпаку поживними речовинами залежить не тільки продуктивність, зимостійкість рослин, їх стійкість проти хвороб та шкідників, а й їх фітореабілітаційна здатність. Тому при вирощуванні ріпаку в якості фітореабілітаційної культури систему мінерального живлення слід розробляти з врахуванням етапів фітореабілітації забруднених земель та завдань, які ставляться. Тобто, регулюючи забезпечення рослин ріпаку мінеральними елементами, ми маємо змогу вплинути на інтенсивність акумулювання радіонуклідів.

На першому етапі рекультивациі слабокислих ґрунтів, виведених з обороту земель для покращення акумулятивних властивостей рослин ріпаку, рекомендовано ґрунти перед посівом ріпаку не вапнувати. Крім того, доцільно штучно підкислювати ґрунт шляхом застосування швидкодійючих фізіологічно кислих азотних добрив (сечовина, аміачна селітра тощо) в підвищених дозах. У даному випадку рослини ріпаку будуть активно накопичувати водорозчинні форми радіонуклідів і тим самим сприятимуть меншому надходженню їх у наступні культури сівозміни (табл. 4).

Винос радіонуклідів рослинами ріпаку

| Найменування продукції | Урожайність, ц/га | Питома активність (Бк/кг) | | Винос радіонуклідів з 1 га (Бк) | |
|------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
| | | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr |
| Ярий ріпак | | | | | |
| Насіння | 13,24 | 237.6 | 108.3 | 314580 | 143380 |
| Солома | 31,96 | 176.5 | 162.1 | 564090 | 518070 |
| Корінь | | | | | |
| ВСЬОГО | | | | 878670 | 661450 |
| Озимий ріпак | | | | | |
| Насіння | 21,8 | 165.4 | 89.1 | 360570 | 194240 |
| Солома | 53,8 | 106,8 | 159,1 | 574580 | 855960 |
| Корінь | | | | | |
| ВСЬОГО | | | | 935150 | 1050200 |

У подальшому плануванні системи підживлення ґрунту слід враховувати оптимальні норми мінеральних добрив відповідно до технології вирощування ріпаку в умовах зони Полісся з обов'язковим внесенням вапнякових матеріалів.

Для радіоактивно забруднених ґрунтів Народицького району оптимальне науково-обґрунтоване співвідношення азоту до фосфору і до калію є 1:1,5:1, тобто на кожний кілограм азоту необхідно вносити 1,5 кг фосфору і 1 кг калію.

3.2.7. Захист посівів ріпаку від шкідників, хвороб та бур'янів

Обсяги посівів озимого та ярого ріпаку, зокрема, частка його площ у сівозмінах, розглядається як найважливіший екологічний обмежувач подальшого використання його в якості фіторе mediaційної культури на радіоактивно забруднених територіях Полісся України. Загрози вбачаються в розвитку цілого комплексу бур'янів, шкідників та збудників хвороб рослин при вирощуванні даної культури, що вимагає використання чіткої системи захисту посівів ріпаку з використанням різного роду пестицидів.

Тому догляд за посівами ярого та озимого ріпаку включає комплекс заходів, які створюють оптимальні умови для росту і розвитку рослин, забезпечують знищення бур'янів, захист від хвороб і шкідників, підживлення азотними і мікродобривами. Система, яка рекомендується для захисту посівів ріпаку від бур'янів,

хвороб і шкідників, передбачає виконання спеціальних захисних і профілактичних заходів у такі фази росту і розвитку озимого ріпаку:

- захист проростків і сходів;
- захист рослин у фазі утворення осінньої розетки;
- захист у період утворення бутонів - початок цвітіння;
- захист рослин у період утворення стручків і насіння.

Наразі вченими та різними вітчизняними і зарубіжними агрофірмами пропонується ціла низка традиційних та інтенсивних технологій захисту посівів ріпаку від шкідників, хвороб та бур'янів з використанням спектру хімічних препаратів - гербіциди,

інсектициди, фунгіциди тощо.

Для визначення строків і необхідності проведення хімічних обробок у вегетаційний період необхідне проведення обстежень посівів ріпаку у



певний фенологічний період на чисельність основних видів шкідників або пошкодження ними рослин. Для кожного з них є своя методика, обґрунтована особливостями виду .

Критерієм для прийняття рішення про доцільність проведення хімічних обробок посівів є показник економічного порогу шкідливості (ЕПШ) ярого ріпаку для кожного виду. Застосування інсектициду проводять у тому випадку, коли чисельність шкідників перевищує ЕПШ даного виду (викликає зниження врожаю на 3-5%)

Підбір хімічних препаратів захисту ріпаку слід проводити з врахуванням спектру їх дії та ціни відповідно до "Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні".

3.2.8. Збирання врожаю

Ріпак збирають роздільним і прямим способами. Строки і способи збирання визначають за кольором і вологістю насіння.

За нерівномірного дозрівання насіння, за значної насіннєвої маси, на полях з великим ступенем забур'яненості ріпак збирають роздільним способом. Збирати починають, коли половина стручків на рослинах набула лимono-зеленого кольору, а насіння - жовто-коричневого. Вологість насіння у стручках у цей період повинна становити 30-33%. Рослини скошують у валки на висоті на 2-5 см нижче рівня нижнього ярусу стручків жниварками ЖВС-6, ЖВН-6, ЖВН-6А, ЖВП-6, FLEX; Premium Flows тощо. Валки не повинні бути великих розмірів.

Слід відмітити, що висота стерні дещо впливає на якість збирання урожаю, тобто на загальний урожай насіння та його радіоактивність (табл 5).

Із даних, наведених у таблиці, видно, що за високого зрізу знижуються не лише втрати насіння, а й значно зменшується забруднення соломи, особливо ^{90}Sr .

Таблиця 5

Вплив висоти скошування ріпаку на якість збирання урожаю

| Висота стерні, см | Втрати насіння, ц/га | Питома активність соломи, Бк/кг | | Питома активність насіння, Бк/кг | |
|-------------------|----------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| | | ^{137}Cs | ^{90}Sr | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
| 60 | 1,5 | 155,3 | 141,2 | 239,3 | 107,7 |
| 30 | 2,6 | 164,2 | 144,6 | 223,5 | 111,2 |
| 15 | 3,4 | 176,5 | 162,1 | 237,6 | 108,3 |
| НІР ₀₅ | 0,3 | 3,1 | 3,3 | 5,3 | 3,7 |

Обмолот валків проводять через 5-8 днів після скошування, при досягненні вологості насіння 10-12%.

За рівномірного дозрівання та на чистих від бур'янів посівах проводять лише пряме комбайнування у фазі технологічної або фізіологічної стиглості рослин, при вологості насіння 12-14%. У цей період насіння має чорне забарвлення. При збиранні врожаю з вологістю насіння більш ніж 14% значно зростають втрати на його післязбиральну доробку, при цьому погіршується якість олії. За во-

логості нижчій за 10% втрати насіння у результаті розтріскування стручків можуть сягати 50% і більше. З метою зниження втрат насіння доцільно збирання ріпаку проводити у вечірні і нічні години.

Для збирання ріпаку використовують вітчизняні комбайни Лан, Славутич, а також комбайни зарубіжного виробництва Agros 560; Дон-1500А, Єнісей, Джон Дір, Кейс, Sampo, Lexion Class, Dominator, Massey Ferguson, Bizon, New Holland CR 9080; Torum тощо.

Для вирівнювання дозрівання рослин ріпаку, особливо на забур'яненних посівах та з метою зниження ураження рослин збудниками альтернаріозу, фомозу, сірої і білої гнилей, чи за необхідності прискороного збирання урожаю на 5-6 днів раніше оптимальних строків прямим комбайнуванням, застосовують десиканти. Посіви ріпаку обприскують до початку збирання урожаю при пожовтінні та побурінні 70-75% стручків у культури одним із препаратів, згідно з "Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні".

Це дає змогу підсушити рослини бур'янів та обмолочувати ріпак за базової вологості насіння у стручках 12-10%.

Солому ріпаку складають в окремі копни на полі. Після обов'язкового визначення в ній Cs та Sr приймається рішення про її подальше використання. Солому, що містить більше 600 Бк/кг ^{137}Cs та 50 Бк/кг ^{90}Sr , доцільно використовувати в якості сировини для біогазу. А солому, яка містить менше радіонуклідів даних значень, можна використовувати в якості органічного добрива (приорювання на полі або приготування компостів)

3.2.9. Післязбиральна доробка насіння

Післязбиральну доробку насіння проводять у стислі строки, позаяк воно має підвищену вологість і містить також значні домішки насіння бур'янів, що призводить до швидкого самозігрівання і його псування. Спочатку насіння очищують, використовуючи пересувні повітряно-решітні машини ОВС-25; ОВП-20А; зерноочисні агрегати ЗВС-20; ЗВС-20А; КЗС-25Ш+М-18. За первинної очищення з партії насіння виділяється до 40-60% домішок.

Після очистки насіння просушують, використовуючи установки активного вентилявання, бункери активного вентилявання, екранні або шахтні сушарки, подові сушарки при нагріванні його не вище за +30-35°C, а за їх відсутності - сушать у сонячну погоду на відкритих майданчиках, насипавши його шаром завтовшки 5-10 см, постійно перемішуючи. Товарне насіння ріпаку після первинної очистки доводять до вологості 8% і переробляють на олію або реалізують, або залишають на зберігання у складських приміщеннях насипом або в мішках.

Посівний матеріал ріпаку потребує вторинної очистки і сортування на машинах ОС-4,5А; СМ-4; «Петкус-Гігант К-231»; «Петкус-Супер К-541»; «Петкус-Селектра К-218» з трієрним блоком К-553; К-547А. Якщо насіння засмічене підмареником чіпким, для очистки використовують електромагнітні машини СМЩ-0,4; ЕМС-1А; К-590А, а від насіння важковідокремлюваних бур'янів - сепаратори «Змійка», СОМ-300, пневматичні столи ПСС-2,5 тощо.

Насіння ріпаку зберігають у чистих, сухих насіннесховищах. При зберіганні насіння у мішках, їх кількість у штабелі не повинна перевершувати 6-8 шт.

Якщо насіння ріпаку значно забруднене радіонуклідами, його слід зберігати подалі від іншої сільськогосподарської продукції, а краще всього виділити для його зберігання окреме приміщення.

4. Переробка насіння ріпаку на біодизель

Згідно з діючою «Концепцією реалізації державної політики у сфері розвитку діяльності в окремих зонах радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» [5] вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, що виробляється на будь-якій радіоактивно забрудненій території, не повинен перевищувати допустимих рівнів ДР-2006.

Тому одним з найбільш актуальних питань, що знаходяться у фокусі фітореабілітаційних технологій поряд із зменшенням рівня радіоактивного забруднення ґрунтів, - є розробка стратегії переробки радіоактивної сировини з отриманням корисної продукції - біоенергії і екологічно безпечних продуктів.



Оскільки на забруднених радіонуклідами територіях Народицького району залишається ризик отримання продукції ріпаку з перевищенням гігієнічних нормативів вмі-

Підготовка фільтраційної секції з

цеолітом для очистки відходів біогазу від радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr , то доцільним буде використовувати таку продукцію тільки на технічні цілі.

Тобто, основне завдання переробки радіоактивно забрудненої рослинної продукції - завадити подальшій міграції радіонуклідів в трофічному ланцюгу та потраплянню їх до організму людини.

Одним з найбільш перспективних способів в цьому плані за радіологічним фактором є переробка насіння ріпаку на олію з подальшим виготовленням з неї біо дизелю.

Така технологічна переробка насіння, навіть при застосуванні традиційних технологій, забезпечує вилучення значної частки радіонуклідів з процесу дозоутворення.

При переробці забрудненого насіння ріпаку Кп радіонуклідів в олію є незначним і становить в межах 0,03-0,06 як для цезію-137, так і для стронцію-90 (табл. 6).

Таблиця б

Перерозподіл ^{137}Cs і ^{90}Sr при переробці насіння ріпаку (середні дані за 2007-2012рр)

| Вижим | Пит. активність ^{137}Cs | | олія/насіння | Пит. активність ^{90}Sr | | олія/насіння |
|---------|-----------------------------------|------|--------------|----------------------------------|------|--------------|
| | макуха | олія | | макуха | олія | |
| Насіння | 390 Бк/кг | | 100 | 42 Бк/кг | | 100 |
| I | 509,0 | <2,9 | 0,7 | 53,7 | <1,0 | <2,3 |
| II | 517,4 | <4,6 | 1,1 | 56,0 | <1,0 | <2,3 |
| III | 530,2 | <6,3 | 1,6 | 59,4 | <1,0 | <2,3 |

При цьому, основна частина радіонуклідів залишається в макусі, а олія є практично без радіонуклідів і екологічно безпечною для подальшого використання на технічні цілі, в даному випадку на біодизель.

Існує декілька способів переробки ріпаку на олію. Найбільш простий - звичайний спосіб пресування з використанням шнекових пресів з подальшою фільтрацією олії. Мінімальний необхідний комплект обладнання: шнековий прес для холодного віджиму олії та фільтруюча установка.

Проте слід відмітити, що такий спосіб переробки насіння ріпаку на олії пов'язаний з певними труднощами. Перш за все, це властивість насіння ріпаку погано віддавати олію через малий розмір насінин. Тому цю особливість насіння необхідно враховувати при розробці технологій його переробки.

Більш прогресивним методом наразі вважається метод екструзії. Ця технологія передбачає м'яку теплову обробку зі зволоженням ріпакового насіння в пропарювально-зволожувальному шнековому транспортері. Завдяки вбудованому електричному нагрівачеві і форсунці для подачі води, насіння ріпаку, рухаючись по шнеку, нагрівається до 90 градусів, при цьому зволожується до рівня вологості 9-10%. Така технологія дозволяє значно знизити відсоток переходу продуктів розчеплення в олію і збільшити, тим самим, якість готової продукції - олії і макухи. Середній вміст протеїну в макусі збільшується до 35%, що забезпечує її високу харчову цінність. Також, застосовуючи процес екструдкування, можна підвищити вихід олії на 1-2% з більш низьким вмістом сірки.

За якісними характеристиками така олія може без обмежень реалізовуватися на ринку чи перероблятися на біодизель.

Проте, треба відмітити, що при вирощуванні ріпаку на невеликих ділянках радіоактивно забруднених земель економічно вигідна і екологічно виправдана повна або часткова переробка його на біодизель для власних потреб.

По-перше, це дозволяє уникнути ризику реалізації радіоактивно забрудненої продукції вище допустимих рівнів ДР-2006 і, по-друге, виробництво дизельного палива для власних потреб може бути простим, економічно вигідним і не завадати шкоди зовнішньому середовищу.

Процес виробництва біодизеля з олії не складний (рис. 6).

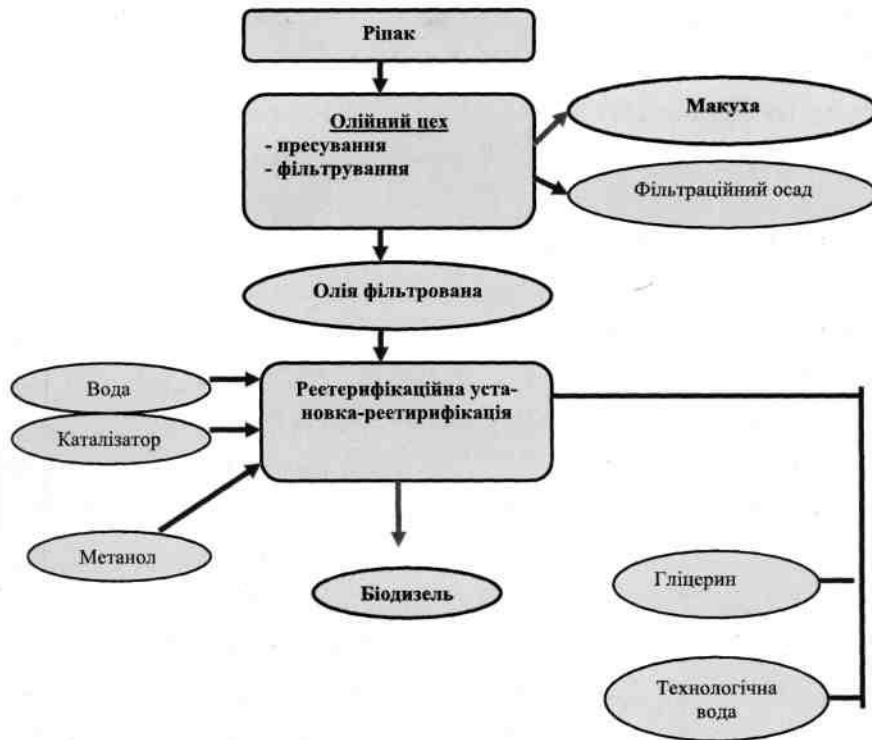


Рис.6 Схема виробництва біодизелю

В очищену від механічних домішок олію додають метиловий спирт і луг (каталізатор). Після нагрівання суміші до 60°C і відстоювання рідина розшарується на дві фракції: легку і важку. Легка фракція є метиловим ефіром або біодизелем, важка - гліцерином. За своїм молекулярним складом біодизель вельми близький до дизельного палива. Вважається, що з тонни насіння ріпаку можна отримати 300 кг (30%) ріпакової олії, а з цієї кількості олії отримують близько 270 кг біодизеля. Вихід гліцерину при цьому становить понад 10%.

Перевагою технологій із використанням каталізаторів є відносна простота технологічного процесу, а отже, і порівняно низька вартість технологічної лінії.

Маючи відповідні знання та обладнання, ви можете виробляти паливо для заправки дизельних двигунів з вирощеного у власному господарстві ріпаку. При цьому, в межах Народицького району доцільно використовувати мініобладнання для виробництва біодизелю, потужністю від 500 л до 5000 л на добу.

За оцінкою наших спеціалістів, у районі, реабілітації підлягають близько 1400 га земель ЗБ(0)В з високим рівнем радіоактивного забруднення. Враховуючи, що ріпак можна вирощувати не менш як в 4-пільній сівозміні то загальна площа ріпаку може становити не більше 350 га. Для обробітку 1га угідь необхідно 70-80 л дизельного біопалива. При врожайності ріпаку 18 ц/га та олійності 35% з 1 га можна отримати до 700 л дизельного біопалива, яке може забезпечити обробіток 10га угідь. Таким чином, для обробітку 1400 га угідь протягом року необхідно виготовити 24500 л біодизелю. Таку кількість біодизелю цілком можна виготовити на біодизельній установці, яка передана японською неурядовою організацією «Чорнобиль-Тюбу» громаді Народицького району з метою використання при реабілітації радіоактивно забруднених земель. Як уже відмічалось вище, дана установка змонтована і введена в експлуатацію на базі Народицької районної станції по догляду за землями зони безумовного (обов'язкового) відселення і використовувалася в експериментальних цілях. Продуктивність даної установки 450 л біодизелю за зміну, або 900л за добу. Отже, враховуючи продуктивність біодизельної установки, таку кількість біодизелю для обробки 1400 га угідь можна виготовити за 55 робочих днів (при використанні в одну зміну).

Якщо розглядати виробництво дизельного біопалива в умовах замкнутого циклу(кооператив фермерів або одне підприємство), то собівартість виробництва палива буде дуже низькою.

Придатність палива, виробленого з ріпакової олії для дизельних двигунів, була випробувана у процесі проведення експерименту на тракторах Народицької районної станції по догляду за землями зони безумовного (обов'язкового) відселення в кількості 20% від загального дизельного палива. Випробовування двигунів підтвердили придатність виробленого палива для заправки двигунів. Випробовування показали, що потужність і момент обертання двигуна практично не змінюються. Біопаливо дуже добре змішується з паливом мінерального похо-

дження. Крім цього, біодизель має значно кращі мастильні властивості, ніж дизельне паливо з нафти, що зменшує зношуваність двигуна та збільшує його термін служби. Біодизель не має бензолового запаху та не завдає шкоди навколишньому середовищу, в ґрунті або воді мікроорганізми впродовж 28 днів переробляють весь біодизель.

4.1. Використання побічної продукції переробки ріпаку в якості сировини для біогазу

З прийняттям рішення з фітореабілітації радіоактивно забруднених угідь, виведених із сільськогосподарського виробництва шляхом вирощування ріпаку на біодизель, одночасно вирішується проблема ефективного використання побічної продукції - ріпакової соломи, макухи та гліцерину.

Як вже описано вище, значна частина стронцію-90 накопичується в стеблах (соломі) ріпаку, а цезію-137 при переробці насіння переходить в макуху. Тобто дана продукція є критичною за радіологічним фактором і вимагає окремих управлінських рішень з її ефективного використання.

Основним критерієм при виборі способу використання ріпакової соломи і макухи є рівень їх радіоактивного забруднення.

Використання ріпакової соломи. З метою вирощування ріпаку в якості джерела біоенергії цінним продуктом є не лише насіння, а й солома. За умов застосування оптимальних доз мінеральних добрив та сприятливих погоднокліматичних умов при збиранні урожаю ріпаку вихід соломи може сягати до 60 ц/га. Тобто, можна цілком стверджувати, що солома як ярого, так і озимого ріпаку є досить вагомою та якісною сировиною для біоенергії (біогазу).

При переробці насіння ріпаку на олію, а потім біодизель додатково отримуємо такі цінні побічні продукти, як макуха та гліцерин. Так, з одного гектару посівів ріпаку можна отримати 1000 л біодизелю, 2000 кг високобілкової макухи та 450 кг гліцерину.

У залежності від рівня забруднення даних продуктів залежить їх подальший напрям використання. Якщо активність радіонуклідів у соломі ріпаку не перевищує допустимих рівнів забруднення сировини (рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у тваринній і рослинній сировині для забезпечення отримання продукції га-

рантованої якості, 2009), то таку солому можна використовувати за традиційними технологіями для приготування органічних компостів, або прямо на полі під час збирання урожаю, подрібнювати і приорювати в якості органічного добрива.

Макуху при низьких рівнях радіоактивного забруднення можна використовувати як високопоживний білковий корм для годівлі сільськогосподарських тварин (табл. 7)

Таблиця 7 Поживна цінність макухи з насіння ярого ріпаку в залежності від рівня його мінерального живлення

| № З/П | Варіанти | Протеїн | Олія(ефірний екстрат) | Зола | Сира клітковина | Доступна енергія, ккал/кг |
|-------|--|-------------|-----------------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | Контроль (без добрив) | 24,57 | 3,12 | 4,68 | 11,89 | 1750 |
| 2 | N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ + CaCO ₃ (3 т/га) | 26,22 | 4,31 | 5,88 | 12,05 | 1820 |
| 3 | N ₁₂₀ P ₈₀ | 25,56 | 4,12 | 5,90 | 12,11 | 1775 |
| 4 | N ₁₂₀ K ₆₀ | 25,67 | 3,23 | 4,69 | 11,83 | 1789 |
| 5 | N ₁₂₀ | 25,66 | 4,0 | 4,01 | 11,99 | 1820 |
| | НІР₀₅ | 1,34 | 0,37 | 0,62 | 0,94 | 34 |

Гліцерин за технологією отримання, як правило, радіоактивно забрудненим не буває. Тому його можна без всяких обмежень використовувати на традиційні цілі. Проте, слід відмітити, що фракція гліцерину, що отримується при виробництві біодизелю, не є чистим продуктом. Крім гліцерину до складу входять каталізатор (основа), залишки метилового спирту і деяка кількість мила, що утворюється при реакції. Гліцерин в такій суміші може використовуватися як горючий матеріал в котлах, як додаток при виготовленні тирсобрикетів, при компостуванні та при виготовленні біогазу тощо.

Після очищення від метилового спирту та основи, гліцерин можна використовувати для виробництва мила, парафіну та багатьох інших продуктів.

Однак при вирощуванні ріпаку в якості фітореабілітаційної культури є загроза отримання основної та побічної продукції з радіонуклідним вмістом понад допустимі норми (ДР-2006), що, в свою чергу, створює цілий ряд проблем з радіаційної безпеки щодо їх транспортування, зберігання, переробки та утилізації.

Присутність таких відходів (побічної продукції) переробки ріпаку створює несприятливу екологічну обстановку, пов'язану із додатковим радіаційним забрудненням навколишнього середовища, ґрунтових вод та ґрунту.

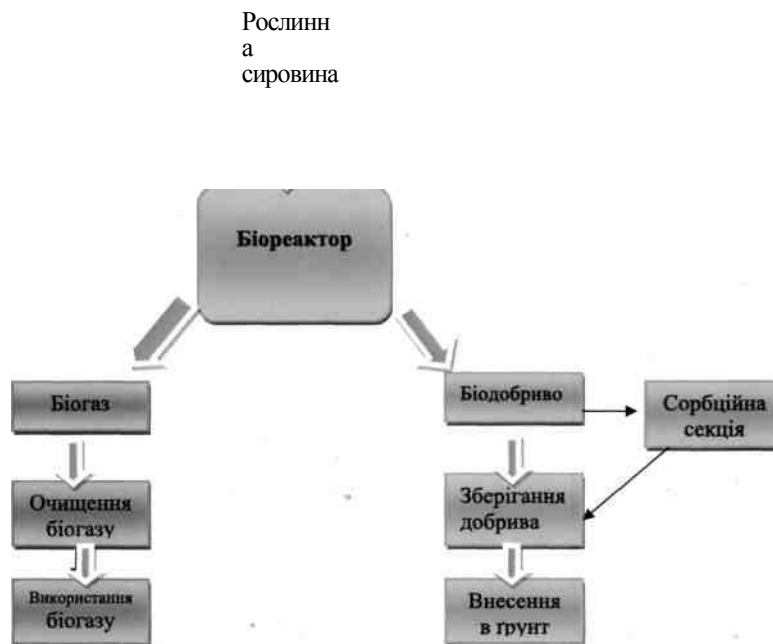


Рис. 7. Схема переробки відходів ріпаку на біогазових установках. Тому найперспективнішим, на нашу думку, вирішенням цієї проблеми в даній ситуації є утилізація радіоактивно забрудненої соломи та макухи ріпаку в біогазових установках (БГУ) з отриманням біогазу та рідких високоякісних органічних добрив.

При цьому, обов'язково здійснюють систематичний радіаційний контроль сировини та відходів зброджувального процесу (біодобрива). Так як, перероблені відходи ріпаку за допомогою анаеробного збродження в натуральне біодобриво, яке містить у великій кількості біологічно активні речовини і велику кількість мікроелементів, то вони можуть містити і певну кількість радіонуклідів.

Якщо в результаті радіаційного контролю встановлено, що рівень забруднення біодобрива перевищує забрудненість ґрунтів або рослинної маси в даній

місцевості і є загроза додаткового радіаційного забруднення їх, то одночасно установку можна доукомплектувати сорбційною секцією з сорбентом.

Експериментальна установка з даним додатковим обладнанням побудована японськими спеціалістами за фінансової підтримки «Чорнобиль-Тюбу» в с. Ласки Народицького району. В якості сорбенту для очистки біодобрива використовується цеоліт.

Така біогазова установка дозволяє без перешкод, з радіологічної точки зору, переробляти (утилізувати) радіоактивно забруднену рослинну біомасу та відходи виробництва біодизелю на біогаз, який є абсолютно безпечним для навколишнього середовища і здоров'я людини, та біодобриво.

З детальними рекомендаціями щодо побудови та експлуатації біогазової установки можна ознайомитися в НДІ регіональних екологічних проблем Житомирського національного університету, офісі благодійного фонду «Заложники Чорнобиля (м. Житомир) та безпосередньо в с Ласки Народицького району.

5. Вимоги до радіаційної безпеки при виконанні польових робіт

Однією з основних умов проведення реабілітаційних робіт на радіоактивно забруднених територіях повинна бути оцінка радіаційно-гігієнічного стану умов праці людей, задіяних до ведення основних видів польових робіт при вирощуванні культур на технічні цілі.

Тому всі роботи, пов'язані з реабілітацією радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь зони безумовного (обов'язкового) відселення, повинні здійснюватися з дотриманням вимог «Правил радіаційної безпеки при проведенні робіт у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення», затверджених МОЗ та МНС України спільним наказом № 179/276 від 04.04.2008 року. Відповідно даних «Правил...» радіаційна безпека у ЗВ і ЗБ(0)В обумовлена такими критеріями:

- не може бути дозволена жодна діяльність, пов'язана з іонізуючим випромінюванням, якщо кінцева вигода від такої діяльності не перевищує заподіяної нею шкоди;

- не повинна перевищувати встановлених дозових меж опромінення окремих осіб від усіх джерел та видів діяльності у підсумку.

Основним критерієм радіаційної безпеки є не перевищення річної ефективної дози опромінення (ліміту дози). Вона може бути зумовлена:

- зовнішнім гамма-випромінюванням радіонуклідами аварійного походження;
- інгаляцією виробничого пилу, який містить радіонукліди та радіоактивні аерозолі;
- пероральним надходженням пилу та дрібних фрагментів;
- радіоактивним забрудненням відкритих ділянок шкіри.

Складовою радіаційної безпеки при виконанні робіт в ЗВ і ЗБ(0)В також є дані дозиметричного контролю та радіаційного моніторингу, які спрямовані на оцінку доз опромінення персоналу, людей, що відвідують ЗВ і ЗБ(0)В, а також радіаційного стану виробничого та навколишнього середовища.

Застосування засобів індивідуального захисту (здійснюється відповідно до Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, затвердженого наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 24.03.2008 N 53 (z0446-08), зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 21.05.2008 за N 446/15137).

До робіт у ЗВ і ЗБ(0)В допускаються особи віком від 18 років, які:

- не мають медичних протипоказань для роботи в контакт з джерелами іонізуючого випромінювання або причинного зв'язку захворюваності та інвалідності з роботами із ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС;
- пройшли інструктаж, навчання, перевірку знань з охорони праці та радіаційної безпеки.

При виконанні сільськогосподарських робіт у ЗВ і ЗБ(0)В повинні проводитися:

- радіаційно-дозиметричний контроль у місцях проведення радіаційно-небезпечних робіт (радіаційний фон);
- радіаційний контроль території (щільність забруднення угідь) ЗВ і ЗБ(0)В, де проводяться роботи;
- індивідуальний дозиметричний контроль опромінення персоналу, що працює в ЗВ і ЗБ(0)В.

Комплекс захисних засобів працівників визначається видами та інтенсивністю іонізуючого випромінювання, нуклідним складом, щільністю радіоактивних випадів, а зниження доз опромінення до можливо низького рівня досягається шляхом:

- провадження технологічних операцій, які потребують мінімальних витрат часу;
- використання машин та транспортних засобів, що мають екранувальний ефект;
- використання засобів захисту органів дихання, забезпечення герметизації кабін машин і транспортних засобів, впровадження технологічних операцій з мінімально можливим пилоутворенням;
- використання комплектів спецодягу і додаткових ЗІЗ.

Вивчення стану здоров'я людей, задіяних до ведення основних видів польових робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур на технічні цілі, повинно постійно залишатися на контролі як медпрацівників, так і місцевих адміністрацій. При цьому, проведення попередніх і періодичних медичних оглядів є обов'язковим і дуже важливим заходом.

Відповідальність за порушення даних правил покладається на керівників підприємств.

У зв'язку з вищевикладеним, вважаємо за доцільне місцевим органам самоврядування разом з науковцями розробити програму реабілітації радіоактивно забруднених земель, виведених із сільськогосподарського обороту шляхом вирощування технічних культур на біоенергію, яка, з нашої точки зору, повинна включати і нормативно-правове регулювання розвитку цього напрямку біоенергетики та соціально-економічного статусу даних територій.

А для практичного впровадження результатів проекту з метою відродження і розвитку агропромислового виробництва на радіоактивно забруднених територіях району необхідно залучити значну частину забруднених угідь з максимальним насиченням структури посівних площ ріпаком при відчуженні основної і побічної продукції за межі системи шляхом переробки її на біопаливо (біодизель та біогаз).

Список використаної літератури.

1. Атжанов Р. Топливо из рапса / Р. Атжанов // Вокруг света. - 2007. - №3. - С. 96-103.
2. Бардин Я.Б. Ріпак: від сівби до переробки / Я.Б. Бардин. - К., «Світ», 2000. - 106 с.
3. Біогаз в домашніх умовах. [Електронний ресурс] - Режим доступу <http://www.npblog.com.ua/>
4. Біодизель в Україні: мана чи реальність? // Пропозиція. - 2004. - №2. - С. 12-13.
5. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період / Методичні рекомендації; За заг. ред. академіка УААН Прістера Б.С. - К.: Атіка-Н. 2007. - 196 с
6. Гайдаш В. Д. /Ріпак: його сучасний стан і перспективи в Україні / В. Д. Гайдаш/ // Пропозиція. - 2002. - №8-9. - С. 50-51.
7. Гордєєва О.Ф. Захист сходів ярого ріпаку / О.Ф. Гордєєва // Агровісник.- 2007-№1.-С.32.
8. Кобець Н. Перспективи виробництва й переробки насіння ріпаку в Україні. / Н. Кобець. - Збірник доповідей IV Міжнародної конференції «Масложирова промисловість - 2005», 15-16 листопада 2005 р., м. Київ. - с 46 - 52.
9. Корсун С.Г. Застосування посівів ріпаку ярого для фітореMediaції ґрунтів / С.Г. Корсун // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 74. Ч. 1. Агронімія. - Умань : УНУС, 2010. - С 83-89
10. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування с.г. культур / В.В. Лихочвор. - К: ЦНЛ, 2004. - 234 с
11. Лихочвор В.В. Ріпак ярий та озимий. / В.В. Лихочвор. - Львів: НВФ Українські технології, 2002. - 48 с
12. Ратушняк Г.С. Інтенсифікація виробництва біогазу як альтернативного джерела енергії [Електронний ресурс] / [Г.С. Ратушняк, К.В.Анохіна]// Збірник наукових статей «III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». - Вінниця, 2011. - Том 1. - С 239 - 241. Режим доступу <http://eco.com.ua/>

13. Рекомендації щодо використання сільськогосподарських угідь населених пунктів, які за радіологічними показниками можуть бути виведені за межі 2-ї зони. - К.: Атіка, 2008. - 108 с
14. Семенов В. Перспективи виробництва й застосування в Україні біодизельного палива / В. Семенов // Пропозиція. - 2007. - № 1. - С. 12-14.
15. Семенов В.Г. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біоопалива на основі ріпакової олії / В.Г. Семенов, А.П. Марченко та ін. - *Машинобудування: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірка наук, праць. Випуск 101.* - Харків: ХДПУ, 2000. - с 159-163.
16. Сайко В.Ф. Рекомендації в вирощуванні ріпаку ярого та гірчиці білої./ В.Ф.Сайко, В.Ф. Калінський та інші. Колообіг, 2005. - 35 с
17. Технологія вирощуванню ярого ріпаку. З АТ "РАИ37 - Суми, 2007. -15 с.
18. Dushenkov S. M. Phytoremediation: a novel approach to an old problem / Dushenkov S. M., Kapulniv Y., Blaylock M. // *Global*
19. *Environmental Biotechnology* Ed. Wise D. Y. Amsterdam : Elsevier Science B. V. -1997-P. 563-572.
20. Obed Schacht, Kenneth Ajibo. *Soil Bioremediation: In-Situ vs. Ex-situ. (Costs, Benefits, and Effects).* - WSP and Goteborg Energi, 2002.- p.77.

Значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr продуктах харчування та питній воді (Бк/кг, Бк/л). (ДР-2006)

| №з/п | Назва продукту | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
|------|--|-------------------|------------------|
| 1. | Хліб, хлібопродукти | 20 | 5 |
| 2. | Картопля | 60 | 20 |
| 3. | Овочі (листові, коренеплоди, столова зелень) | 40 | 20 |
| 4. | Фрукти | 70 | 10 |
| 5. | М'ясо і м'ясні продукти | 200 | 20 |
| 6. | Риба і рибні продукти | 150 | 35 |
| 7. | Молоко і молочні продукти | 100 | 20 |
| 8. | Яйця (шт) | 6 | 2 |
| 9. | Вода | 2 | 2- |
| 10. | Молоко згущене і концентроване | 300 | 60 |
| 11. | Молоко сухе | 500 | 100 |
| 12. | Свіжі дикоростучі ягоди і гриби | 500 | 50 |
| 13. | Сушені дикоростучі ягоди і гриби | 2500 | 250 |
| 14. | Лікарські рослини | 600 | 200 |
| 15. | Спеціальні продукти дитячого харчування | 40 | 5 |
| 16. | Інші продукти | 600 | 200 |

Додаток Б

Значення допустимих рівнів питомих активностей радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у сировині тваринного і рослинного походження та кормах:

| № з/п | Види сировини та продукції | ДР ^{137}Cs , Бк/кг,л | ДР ^{90}Sr , Бк/кг,л |
|-------|--|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. | Зерно фуражне | | |
| 1.1. | Зерно фуражне, у т. ч. пшениця, жито, овес, ячмінь, просо, гречка, рис, кукурудза, сорго та інші | 250 | 100 |
| 1.2. | Зерно бобових сушене, у т.ч. горох, квасоля, сочевиця, боби, соя та інше | 250 | 100 |
| 2. | Насіння зернобобових та олійних культур (вики, ріпаку, льону, гарбуза, гірчиці) та продукти їх переробки | | |
| 2.1. | Насіння зернобобових та олійних культур (вики, ріпаку, льону, гарбуза, гірчиці) | 600 | 200 |
| 2.2. | Макуха соняшникова, соєва тощо | 600 | 200 |
| 2.3. | Шрот соняшниковий, соєва тощо | 600 | 200 |
| 2.4. | Лузга соняшникова | 600 | 200 |
| 3. | Сире товарне молоко | | |
| 3.1. | Молоко-сировина для виготовлення сирів натуральних твердих | 370 | 20 |
| 3.2. | Молоко-сировина для виготовлення сирів розсільних | 370 | 20 |
| 3.3. | Молоко-сировина для виготовлення сирів плавлених | 370 | 20 |
| 3.4. | Молоко та молочні продукти з додаванням лісових та садових ягід і фруктів | 100 | 20 |
| 3.5. | Концентрати молочних сивороточних білків, казеїн тощо | 370 | 60 |
| 4. | М'ясо, м'ясопродукти та сирі продукти тваринного походження | | |
| 4.1. | М'ясо забійних тварин та свійської птиці без кісток | 200 | 20 |
| 4.2. | Кістки всіх видів тварин (ратиці, копита, роги тощо) | 50 | 200 |
| 4.3. | Кістки всіх видів диких тварин (ратиці, копита, роги тощо) | 50 | 200 |
| 4.4. | Кістки всіх видів птиці | 50 | 200 |
| 4.5. | Дублений гомілковий спилок | 600 | 200 |
| 4.6. | Шкіра свиней та ВРХ морожена для технічної переробки | 600 | 200 |
| 4.7. | Шкіра та вовна диких тварин (норка, песець, нутрія, вовк, інші) | 600 | 200 |
| 4.8. | Шкіра птиці (різних видів) | 600 | 200 |
| 4.9. | Пух-перо домашньої птиці | 600 | 200 |
| 4.10. | Борошно тваринного походження | 600 | 200 |
| 5. | Риба, нерибні об'єкти промислу та продукти її переробки | | |
| 5.1. | Риба свіжа та морожена різних способів обробки для виробництва комбікормів | 370 | 100 |
| 5.2. | Хребти риб (свіжі, охолоджені, заморожені) | 370 | 100 |

| № з/п | Види сировини та продукції | ДР ¹³⁷ Cs, Бк/кг, л | ДР ⁹⁰ Sr, Бк/кг, л |
|-------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| 5.3. | Кістки риби для виробництва комбикормів | 600 | 200 |
| 5.4. | Рибне борошно | 600 | 200 |
| 6. | Комбикорм для всіх видів тварин і птиці | 200 | 100 |
| 7. | Грубі корми (сіно, солома, сінаж) | 600 | - |
| 8. | Соковиті корми (зелена маса, силос, тощо) | 600 | - |
| 9. | Коренебульбоплоди на корм тварин | 600 | 100 |
| 10. | Премікси | 600 | 200 |
| 11. | Ветеринарні вітамінні препарати | 600 | 200 |
| 12. | Сухий комбінований і живий корм для риб | 100 | 20 |
| 13. | Сіль - лизунець для тварин | 600 | 200 |
| 14. | Інші види продукції і сировини | 600 | 200 |

Друк: ПП Мічковський С.А.
Наклад: 300 прим. Зам.
№255

Наукове видання

Дідух Микола Ілліч
Орловський Микола Йосипович

Ріпак для відродження Народицького району

*Комп'ютерний набір О.Ю. Осипчук
Комп'ютерна верстка С.А. Мічковський
Відповідальний за випуск В.С. Киричанський*