

RISK-ORIENTED MANAGEMENT OF THE RADIATION SAFETY SYSTEM OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN ACCORDANCE WITH INTERNATIONAL STANDARDS

A. Sobolev

Institute of Post-Diploma Training of the National University of Food Technologies

Key words:

*Radiation unconcern
Agricultural production
Standard of DSTU ISO
22000:2007
Risk-thinking Cs-137
Sr-90*

Article history:

Received 17.05.2019
Received in revised form
06.06.2019
Accepted 24.06.2019

Corresponding author:

A. Sobolev

E-mail:

smm9631@gmail.com

ABSTRACT

The increase of level of adaptation of domestic agricultural production and their competitiveness to the international requirements can take place due to the use of modern control system. DSTU ISO 22000:2007 does an accent on transition from preventive actions to the risk management of organization. Adjusting materials are worked out by specialists who remove certain operations at the production of agricultural goods in leasing's and collective economies in the zones of ecological trouble. Documenting and registration of radiological data are conducted.

Primary purpose of the paper is to lead existent radiation methods of providing safety of agricultural production to principles of the system HACCP. Experimental researches showed that principles of HACCP are already inculcated by specialists, at the production of agricultural goods in leasing and collective economies in the zones of ecological trouble. For this purpose an analysis is conducted, in relation to a management radiation risks during organization of agricultural activity in the zones of ecological trouble. Today after an accident on Chernobyl station, on radioactively muddy territories live more than 2.3 million persons. A territory that is attributed to the zones of contaminate, there are 12 areas (Vinnitsa, Violin, Zhitomir, Ivano-Frankovsk, Kyiv, Riven, Sumy, Khmel'nitsky, Cherkassy, Chernovtsy, Chernigov) in 74 districts. Cs-137 is stagger 8.4 million and earth. Concentration of Cs-137 in samples was determined on the spectrometer of gamut of Nokia LPA 4900, and Sr-90 — by a radio-chemistry method on the generally accepted methodology.

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ СИСТЕМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ВІДПОВІДНО ДО МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

А. С. Соболев

Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій

В орендних та колективних господарствах, особливо в зонах екологічного лиха, НАССР не впроваджується. По-перше, це ставить під сумнів якість впровадження стандарту на підприємствах переробної та харчової галузей, тому що сертифіковане підприємство, згідно зі стандартом, повинно мати справу з сертифікованим постачальником, тобто з виробником сільськогосподарської продукції. А таких майже немає. По-друге, інтеграція України до ЄС може спричинити негативні соціально-економічні наслідки для орендних та колективних господарств, які не виробили власної стратегії конкурентоспроможності. Підвищення рівня адаптації вітчизняного сільськогосподарського виробництва та його конкурентоспроможності до європейських вимог може відбуватись за рахунок використання сучасних систем управління. ISO 22000 наголошує на переході від запобіжних дій до управління ризиками організації. Розроблені фахівцями настановні матеріали відбивають конкретні операції при виробництві сільськогосподарської продукції в орендних і колективних господарствах у зонах екологічного лиха. Ведеться документування і реєстрація радіологічних даних.

Основна мета статті — довести, що існуючі радіаційні методи забезпечення безпеки продукції сільськогосподарського виробництва відповідають принципам системи НАССР. Показати на експериментальних дослідженнях, що принципи НАССР вже впроваджені фахівцями при виробництві сільськогосподарської продукції в орендних і колективних господарствах в зонах екологічного лиха. Для цього проведено аналіз управління радіаційними ризиками при організації сільськогосподарської діяльності в зонах екологічного лиха. Сьогодні на радіоактивно забруднених територіях після аварії на Чорнобильській станції проживає більше 2,3 млн осіб. Території, що віднесені до зон радіоактивного забруднення, знаходяться у 74 районах 12 областей (Вінницька, Волинська, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Рівненська, Сумська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська). Радіонуклідами уражено 8,4 млн га земель. Концентрацію Cs-137 в пробах визначали на гама-спектрометрі Nokia LPA 4900, а Sr-90 з радіохімічним методом за загальноприйнятою методикою.

Ключові слова: *радіаційної безпечність, сільськогосподарське виробництво, стандарт ДСТУ ISO 22000:2007, ризик-орієнтоване мислення, Cs-137, Sr-90.*

Постановка проблеми. *Євроінтеграційний курс вимагає від України освоєння міжнародних норм і правил ведення господарської діяльності.*

Згідно з даними інформаційних агентств понад 80% операторів переробної галузі вже запровадили у себе цю систему. До цього спонукає конкуренція і вимоги партнерів — експортерів їхньої продукції [1]. Але в орендних і колективних господарствах, особливо в зонах екологічного лиха, НАССР не впроваджується. По-перше, це ставить під сумнів якість впровадження стандарту на підприємствах переробної та харчової галузей, тому що сертифіковане підприємство, згідно зі стандартом, повинно мати справу з сертифікованим постачальником, тобто з виробником сільськогосподарської продукції, а таких майже немає. По-друге, інтеграція до ЄС України може спричинити негативні соціально-економічні наслідки для орендних і колективних господарств, які не виробили власної стратегії конкурентоспроможності. Підвищення рівня адаптації вітчизняного сільськогосподарського виробництва та їх конкурентоспроможності до європейських вимог може відбуватись за рахунок використання сучасних систем управління. ДСТУ ISO 22000:2007 робить акцент на перехід від запобіжних дій до управління ризиками організації [2]. Ризик — це вплив невизначеності. Під невизначеністю слід розуміти стан, навіть частковий, нестачі інформації про потенційну подію, її наслідки та ймовірності того, що вона відбудеться. Ризик-орієнтоване мислення — це реалізація організацією комплексу узгоджених заходів і методів для управління і контролю численними ризиками. Ризик-орієнтоване мислення є суттєво важливим для досягнення результативної системи управління якістю та безпекою харчових продуктів. Комплексна система ризик-менеджменту — це аналіз зовнішнього і внутрішнього середовища організації. На основі аналізу необхідно розробити політику ризик-менеджменту. Для ризик-менеджменту необхідні ресурси, перш за все, це навчені люди, забезпечені інформаційними та нормативними матеріалами, а також наділені відповідальністю і повноваженнями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розроблені експертами настановні матеріали відбивають конкретні операції при виробництві сільськогосподарської продукції в орендних і колективних господарствах в зонах екологічного лиха. Ведеться документування і реєстрація радіологічних даних. Сьогодні на радіоактивно забруднених територіях, після аварії на Чорнобильській станції, проживає понад 2,3 млн осіб. Території, що віднесені до зон радіоактивного забруднення, знаходяться у 74 районах 12 областей (Вінницька, Волинська, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Рівненська, Сумська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська). Радіонуклідами уражено 8,4 млн га земель, у тому числі 3,5 млн га орних земель, близько 400 тис. га природних кормових угідь та понад 3 млн га лісів [4].

Мета статті: довести, що існуючі радіаційні методи забезпечення безпеки продукції сільськогосподарського виробництва відповідають принципам системи НАССР. Показати на експериментальних дослідженнях, що принципи НАССР впроваджені фахівцями при виробництві сільськогосподарської продукції в орендних і колективних господарствах в зонах екологічного лиха. Для цього ретельно проаналізувати управління радіаційними ризиками при організації сільськогосподарської діяльності в зонах екологічного лиха.

Методологія досліджень. Концентрацію Cs-137 в пробах визначали на гама-спектрометрі Nokia LPA 4900, а Sr-90 — радіохімічним методом за загальноприйнятою методикою [5].

Викладення основних результатів дослідження. Система НАССР складається із семи принципів, що описують, як розробляти, впроваджувати та виконувати план НАССР щодо конкретного виду діяльності. Основна мета цих принципів — допомогти організаціям зосередитись на тих етапах, операціях технологічного процесу та умовах виробництва, які є критичними для безпеки харчових продуктів [3]. Сутність системи управління безпекою харчових продуктів НАССР полягає у виявленні та контролі біологічних, хімічних, фізичних та інших чинників, матеріалів або продуктів, що негативно впливають або за певних умов можуть негативно впливати на здоров'я людини в критичних точках технологічного процесу виробництва харчових продуктів. Система НАССР забезпечує більш структурований та науковий підхід до контролю ідентифікованих небезпечних чинників, ніж підхід через традиційні процедури контролю якості кінцевого продукту. У разі використання системи НАССР контроль переходить від випробування одиничного кінцевого продукту до сфери прогнозування можливості виробництва сільськогосподарської продукції на забрудненій радіонуклідами території.

Основні висновки щодо відповідності існуючих радіаційних методів забезпечення безпеки продукції сільськогосподарського виробництва принципам системи НАССР.

Принцип 1. Проведення аналізу небезпечних чинників — Cs-137 та Sr-90.

Принцип 2. Визначення критичних контрольних точок (ККТ). Вміст радіонуклідів у харчових продуктах та сировині визначається інтенсивністю включення радіонуклідів у харчовий ланцюг: ґрунт–рослина–тварина–продукти переробки рослинництва, тваринництва–раціон харчування людини. Тобто кожен ланку харчового ланцюга необхідно розглядати як ККТ у виробництві сировини та харчових продуктів. При виробництві продуктів рослинництва ККТ буде ґрунт. При виробництві молока та м'яса ККТ є раціон тварин. Вміст радіонуклідів у продуктах харчування повинен відповідати нормативам ДР-2006 [5].

Принцип 3. Встановлення критичних значень. Критичні межі свідчать про виготовлення безпечного продукту на цьому етапі виробництва. Накопичення радіонуклідів у продукції залежить від багатьох факторів, серед яких головними є рівень забруднення ґрунту і його радіологічні властивості — агрохімічні та водно-фізичні характеристики. На практиці зручно користуватися значеннями допустимих рівнів забруднення ґрунтів (ДРЗГ) [4], при дотриманні яких забезпечується виконання вимог ДР-2006 [5]. Орієнтовні значення ДРЗГ для найпоширеніших в Українському Поліссі ґрунтів при виробництві основних дозоутворюючих продуктів наведено в табл. 1. Технологія вирощування овочевих культур на забрудненій території загальноприйнята, однак розміщення овочевих культур потребує диференційованого підходу (табл. 2).

Принцип 4. Встановлення системи моніторингу для кожної критичної точки контролю. Для продовольчих культур критичною точкою контролю буде ґрунт, тому необхідно проводити моніторинг вмісту радіонуклідів у

грунті. Накопичення радіонуклідів у продукції залежить від багатьох факторів, серед яких головними є рівень забруднення ґрунту і його радіологічні властивості — агрохімічні та водно-фізичні характеристики. Вплив цих факторів на інтенсивність міграції радіонуклідів у харчових ланцюгах кількісно оцінюють за допомогою коефіцієнтів пропорційності накопичення радіонуклідів з ґрунту в рослини КП (Бк/кг:кБк/м). Маючи значення цих параметрів для кожного виду ґрунтів і культур, можна розрахувати очікувану концентрацію Cs-137 у продукті (Бк/кг) при вирощуванні на ґрунті з щільністю забруднення А (кБк/м) : $C = A \times КП$. Рівні забруднення урожаю сільськогосподарських культур залежать також від біологічних особливостей рослин. Так, зернові і зернобобові культури за накопиченням радіоцезію в урожаї зерна на одному й тому ж ґрунті можна розмістити в такий ряд: кукурудза < просо < ячмінь < пшениця яра < жито < овес < горох < квасоля < боби < соя < гречка. Відмінності між накопиченням Cs-137 в зерні кукурудзи і гречки становлять 18 разів.

Таблиця 1. Максимально допустимі рівні щільності забруднення (ДРЗГ) найбільш поширених ґрунтів Полісся при виробництві продуктів харчування

| Тип ґрунту | ДРЗГ Cs-137, кБк/м ² |
|-----------------------------|---------------------------------|
| | ДР-2006 |
| Молоко (сіно сіяних трав) | |
| Торфові | 140,6 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 173,9 |
| Сірі лісові | 358,9 |
| М'ясо (сіно сіяних трав) | |
| Торфові | 284,9 |
| Дерново-підзолисті супіщані | 344,1 |
| Сірі лісові | 740 |
| Хліб (зерно) | |
| Торфові | Практично не вирощується |
| Дерново-підзолисті супіщані | 370 |

При виробництві продукції тваринництва раціон тварин є критичною точкою контролю. Для забезпечення безпечності молока та м'яса необхідно проводити моніторинг вмісту радіонуклідів у раціоні. Перехід радіонуклідів з кормів у продукцію тваринництва залежить від рівня і повноцінності годівлі тварин, їх віку, фізіологічного стану, продуктивності та інших факторів. Для прогнозування вмісту радіонуклідів у продукті тваринництва використовують коефіцієнт концентрації (КК). КК являє собою концентрацію в органі в процентах від надходження радіонукліду з добовим раціоном [3].

У високопродуктивних тварин коефіцієнт переходу Cs-137 з кормів в організм, як правило, нижчий, ніж у низькопродуктивних. Істотний вплив на величину коефіцієнта переходу чинить збалансування раціонів годівлі тварин за основними і, особливо, мінеральними елементами. Cs-137 інтенсивніше переходить із кормів в молоко і м'ясо порівняно зі стронцієм-90 [4]. При контролі вмісту радіонуклідів у раціоні ВРХ враховується наявність їх в окремих кормах, що входять до складу раціону, і коефіцієнт концентрації

(КК) з раціону в продукцію. Прогноз вмісту радіонуклідів у продуктах тваринництва (А прод) розраховують за формулою: $A \text{ прод} = A \text{ рац} \cdot \text{КК}/100$, де: А рац — активність радіонуклідів добового раціону, БК; КК — коефіцієнт концентрації.

Таблиця 2. Максимально допустимі рівні забруднення ґрунтів Cs-137 при вирощуванні овочевих культур, кБк/м²

| Групи культур | Культури | КП, (Бк/кг)/кБк/м ²) | Максимально допустиме забруднення, кБк/м ² |
|---------------|---|----------------------------------|---|
| 1 | Перець солодкий, гіркий; помідори, морква, цибуля, гарбуз мигдальний, кабачки, огірки, часник | 0,01—0,05 | 555 |
| 2 | Картопля, капуста червоноголова, помідори, перець гіркий, редис, патисон | 0,05—0,1 | 555 |
| 3 | Квасоля, капуста білоголова, редька біла, зелені листові | 0,1—0,15 | 370 |
| 4 | Капуста цвітна, редька зимова | 0,15—0,2 | 185 |
| 5 | Буряки столові, редька чорна | 0,2—0,3 | 148 |

Принцип 5. Сільськогосподарська продукція відіграє головну роль у формуванні радіаційної небезпеки, тому до її якості висувають досить жорсткі вимоги. Зменшення рівня забруднення харчових продуктів є реальним і головним шляхом запобігання опроміненню людей понад встановлені нормативи. Коригувальні дії повинні бути спрямовані на усунення причини чи зниження ймовірності появи небезпечного фактора у сировині, тобто зосереджені на етапах «ґрунт–рослина–тварина–продукти переробки рослинництва, тваринництва» [6].

Таблиця 3. Перехід радіонуклідів із добового раціону в продукцію тваринництва (% від вмісту в раціоні на 1 кг продукту)

| Вид продукції | Коефіцієнт концентрації | |
|------------------|-------------------------|-------|
| | Cs-137 | Sr-90 |
| Молоко коров'яче | 0,9 | 0,14 |
| Яловичина | 4 | 0,04 |
| Свинина | 15 | 0,10 |
| Баранина | 15 | 0,10 |
| М'ясо куряче | 450 | 0,20 |
| Яйця | 3,5 | 3,20 |

Для зниження концентрації Cs-137у молоці, м'ясі, рибі та інших продуктах харчування необхідно піддавати їх технологічній і кулінарній обробці. Вплив деяких видів кулінарної обробки на вміст радіонуклідів в овочевій продукції наведений у табл. 4. Переробку рослинної сировини починають з її механічної очистки від частинок ґрунту і пилу. Потім сировину промивають проточною водою, якщо її немає, то у 3—5 змінах води. У таких овочів, як капуста, цибуля, часник перед промиванням видаляють верхні, найбільш забруднені, листки. Промивання рослинної продукції проточною водою,

видалення шкірки, бланшування можуть знизити вміст радіонуклідів у продукції вдвічі. Надходження Cs-137 із солоними овочами і грибами зменшується в 1,5—2 рази порівняно з вихідною сировиною за умови, що розсіл не споживається в харчуванні. Найбільш ефективним засобом кулінарної переробки рослинної сировини є варіння, яке дає змогу знизити вміст Cs-137 у 2—10 разів. Миття та подальше тушкування квасолі зменшують вміст Sr-90 практично вдвічі. При різному сполученні операцій, що передують консервуванню та закладанню на довгострокове зберігання продуктів харчування, видалається 60—95% радіоактивності, що містилася в сировині. Слід відзначити, що підкислення страв лимонною кислотою сприяє цьому процесу. При переробці сметани та вершків на вершкове масло основна частина радіоактивних речовин переходить в сколотини і промивну воду. Перетоплення вершкового масла на топлене супроводжується практично повним видаленням радіоактивних речовин (табл. 5) [4]. У табл. 6 наведені дані про зменшення вмісту Cs-137 у процесі кулінарного приготування продуктів лісу. У грибах, зібраних у лісах радіоактивно забруднених областей, вміст Cs-137 перевищує встановлений допустимими рівнями (ДР-2006) норматив — 500 Бк/кг — у кілька разів: наприклад, вміст Cs-137 в сирійжках, маслоках, підосичниках, білих грибах, зібраних в Іванківському районі Київської області, становив 18000-27000 Бк/кг. Спостерігаються міжвидові відмінності у рівні накопичення Cs-137. Рівні накопичення радіонуклідів окремими видами грибів відрізняються в 2—3 рази. Найменшим накопиченням радіонуклідів характеризуються шампінйони польові, опеньки, лисички, найбільшим — польські гриби, піддубники, сирійжки. Вміст Cs-137 у шампінйонах польових може коливатися в межах 24—40 Бк/кг, тому їх можна вживати без обмежень. Допустимий рівень вмісту цезію-137 у лісових ягодах становить 500 Бк/кг. Найменшим накопиченням Cs-137 характеризується суниця, найбільшим — журавлина. Чорниця та брусниця займають проміжне місце. Вміст радіонуклідів знижується від 1,5 до 6 разів при вимочуванні сушених та свіжих грибів і ягід у воді протягом 20—24 годин.

Таблиця 4. Зменшення вмісту Cs-137 у процесі переробки картоплі і овочів

| Продукт | Питома активність радіонукліду (% від вихідної) |
|---------------------------------|---|
| Картопля: сира немита неочищена | 100 |
| - сира мита неочищена | 83 |
| - сира мита після очистки | 66 |
| - варена із шкіркою | 62 |
| - варена після очистки | 49 |
| Капуста: свіжа немита | 100 |
| - квашена | 61 |
| - маринована | 58 |

Принцип 6. Для визначення того, наскільки правильно функціонує система НАССР, можна застосовувати методи перевірки та аудиту, відповідні методи дикі і випробування, у тому числі випадкове відбирання проб та аналіз. Згідно з розробленими експертами настановними матеріалами, рекоменда-

ціями проводиться аналіз даних, що реєструються в журналах орендних і колективних господарств. Аналізуються випадки щодо утилізації продукції.

Принцип 7. У застосуванні системи НАССР велике значення має ефективна і точна реєстрація даних. Процедури НАССР повинні бути документально оформлені. Документування і реєстрація даних повинні відповідати характеру й обсягу технологічної операції та бути достатніми, щоб допомогти підприємству підтвердити наявність та актуалізацію контрольних заходів системи НАССР. Розроблені експертами настановні матеріали відбивають конкретні операції при виробництві сільськогосподарської продукції в орендних і колективних господарствах в зонах екологічного лиха. Ведеться документування і реєстрація радіологічних даних.

Таблиця 5. Зниження питомої активності Cs-137 в продуктах порівняно з вихідним молоком

| Продукт | Кратність зниження |
|--------------------------------|--------------------|
| Молоко знежирене | 1,0—1,1 |
| Всі види твердих сирів | |
| Сир кисломолочний | 2,5 |
| Сири: бринза, сулуґуні | 1,5—1,8 |
| Масло: селянське, любительське | 7,0—8,0 |
| Масло вершкове | 5,0—8,0 |

Таблиця 6. Зменшення вмісту Cs-137 у процесі кулінарного приготування продукції лісу

| Вид обробки | Питома активність радіонукліду (% від вихідної) |
|-----------------------------------|---|
| Гриби свіжі | 100 |
| - після кип'ятіння протягом 30 хв | 25 |
| - після кип'ятіння протягом 60 хв | 17 |
| - солоні | 12 |
| Гриби сухі | 100 |
| - після вимочування | 12 |
| - після кип'ятіння | 10 |
| Чорниця свіжа | 100 |
| - після промивання | 77 |
| - компот (без ягід) | 50 |

Висновки

Аналіз сільськогосподарського виробництва на території, забрудненій радіонуклідами, показує, що забезпечити радіаційну безпеку продукції можливо методами, які застосовуються у сільському господарстві. Це підтверджує можливість впровадження принципів НАССР на відповідних етапах процесу виробництва продукції. Тобто де факто принципи НАССР впроваджені фахівцями при виробництві сільськогосподарської продукції в орендних і колективних господарствах в зонах екологічного лиха. Це дає підставу для проведення сертифікації системи НАССР в орендних і колективних господарствах у зонах екологічного лиха, що безумовно підвищить рівень

адаптації вітчизняного сільськогосподарського виробника та його конкурентоспроможності до європейських вимог.

Література

1. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи у віддалений період до 2020 року. Київ: 2017. 176 с.
2. ISO 22000-2018 Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. Publication date: 2018-06 Corrected version: 2018-11, p. 37.
3. Посібник для малих та середніх підприємств плодоовочевої галузі з підготовки та впровадження системи управління безпекою харчових продуктів на основі концепції НАССР. Київ, Міжнародний інститут безпеки та якості харчових продуктів (IFSQ), 2010. 183 с.
4. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період: Методичні рекомендації. За заг. редакцією акад. УААН Б.С. Прістера. Київ, Атіка-Н, 2007. 196 с.
5. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів цезій-137 і стронцій-90 у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). Державні гігієнічні нормативи. Київ, 2006. 13 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>
6. Sobolev A., Howard B. The use of Prussian Blue to reduce radiocaesium contamination of milk and meat produced on territories affected by the Chernobyl accident. International Atomic Energy Agency, IAEA-TECDOC-1017. Vienna, Austria, 2010. 80 p.