

Гігієнічна оцінка використання нанорозмірних систем для дезактивації радіоактивно забруднених продуктів харчування у віддалений період після Чорнобильської катастрофи

I.M. Хоменко¹, В.В. Олішевський², О.В. Кочубей-Литвиненко², А.І. Маринін², А.Б. Білоник³

¹Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м. Київ

²Національний університет харчових технологій, м. Київ

³Державний заклад «Український центр з контролю та моніторингу Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ

У віддалений період після Чорнобильської катастрофи населення радіоактивно забруднених територій продовжує споживати радіоактивно забруднені продукти харчування місцевого виробництва, в першу чергу, молоко. У той самий час доведено, що в сучасних умовах проживання та харчування мешканців цих територій 35% дози внутрішнього опромінення формується за рахунок споживання забрудненого цезієм-137 (¹³⁷Cs) молока з приватних господарств.

Метою дослідження обрано пошук нових способів видалення ¹³⁷Cs з незбираного молока з використанням природних неорганічних сорбентів в нанорозмірному діапазоні.

Установлено, що використання природних неорганічних сорбентів в нанорозмірному діапазоні приводить до зниження питомої активності ¹³⁷Cs у незбираному молоці на 17–44% залежно від виду сорбенту та його кількості. Зважаючи на те, що разом з отриманим ефектом сорбції ¹³⁷Cs спостерігається зниження показників молока, які визначають його харчову та біологічну цінність, апробований спосіб дезактивації незбираного молока потребує вдосконалення та подальших досліджень на вторинній молочній сировині, зокрема молочній сироватці.

Ключові слова: доза внутрішнього опромінення, радіоактивно забруднене молоко, титова активність ¹³⁷Cs, сорбенти, нанорозмірні системи.

Однією з медико-екологічних проблем радіоактивно забруднених унаслідок Чорнобильської катастрофи (ЧК) території України як на ранній стадії, так й у віддалений період є забруднення радіонуклідами як харчової сировини, так і продуктів її переробки. У віддалений період після ЧК головну небезпеку для населення радіоактивно забруднених територій (РЗТ) зумовлює їхнє внутрішнє опромінення за рахунок виробництва та споживання продуктів харчування з продовольчої сировини місцевого виробництва, в першу чергу, молока та м'яса [1]. Проведені нами розрахунки доз внутрішнього опромінення населення за результатами фактичного харчування мешканців РЗТ в сучасних умовах дозволили встановити, що

35% дози внутрішнього опромінення мешканців цих регіонів формується внаслідок споживання радіоактивно забрудненого ¹³⁷Cs молока, 13% – яловичини та 7% – свинини [2].

У перші роки після ЧК рівні забруднення молока радіонуклідами у сотні разів перевищували допустимі і спостерігались більш ніж у 1000 населених пунктів [3]. У подальшому внаслідок природних процесів та застосування контрзаходів рівні забруднення молока ¹³⁷Cs значно знизилися, але й у 2013 р. у населених пунктах Рівненщини максимальні рівні його вмісту перевищують вимоги ДР-2006 [4] і складають 526 Бк/дм³. При цьому перевищення забруднення молока радіоцезієм більше за вимоги ДР-2006 реєстрували в 18,3% проб молока у Рівненській, в 10,8% – у Житомирській та у 0,5% проб у Волинській областях.

За оцінками загальнодозиметричної паспортизації 2011 р. було виявлено 26 населених пунктів у Волинській, Житомирській та Рівненській областях, у яких рівні середньої активності ¹³⁷Cs у молоці перевищували 100 Бк/дм³ (табл. 1).

Розробленню способів видалення радіонуклідів, зокрема ¹³⁷Cs, із молока присвячені численні дослідження. Вони засновані як на іонообмінних процесах (використання іонообмінної смоли та глини), нанесенні розчинів заліза та фероціаніду калію на фільтри для молока, так і на технологічній переробці молока на жири та білкові концентрати [5, 6].

Виходячи з особливостей фермерських та індивідуальних господарств, у яких на сьогодні виробляють близько 80% молока, використання сучасних апаратно-технологічних способів на основі адсорбувальних реагентів при обробленні невеликих кількостей молока є нерациональним, оскільки потребує значних капіталовкладень на їхнє придбання та обслуговування. Недоліками методу є також утворення певної кількості радіоактивних відходів, що потребують відповідної утилізації [7]. Разом з тим відомостей щодо видалення радіонуклідів з молочної сировини недостатньо.

На сьогодні відома низка винаходів з сорбційного видалення радіоактивних ізотопів, зокрема ¹³⁷Cs, з природних і технологічних вод [8]. У якості сорбентів запропоновано використо-

Таблиця 1

Діапазон активності ¹³⁷Cs за результатами моніторингу його вмісту в молоці (за даними загальнодозиметричної паспортизації 2011 р. та результатами вимірювань Держсанепідслужби у 2013 р.)

Області	Кількість населених пунктів, у яких середня активність ¹³⁷ Cs перевищує 100 Бк/дм ³ (2011 р.)	Діапазон середніх значень активності ¹³⁷ Cs по населених пунктах, Бк/дм ³	Відсоток проб з перевищенням ДР-2006 (2013 р.)	Максимальні рівні вмісту ¹³⁷ Cs, Бк/дм ³ (2013 р.)
Волинська	1	107	0,5	121,0
Житомирська	4	119-215	10,8	227,0
Рівненська	21	105-380	18,3	526,0

увати неорганічний сорбент вермикуліт, кремнійвмісний адсорбент, що містить цеоліти, силікатний сорбент, штучні цеоліти, фітосорбент – подрібнене лущиння соняшнику та ін. Обмеження їхнього використання в харчових системах, зокрема для дезактивації молока, пояснюється відсутністю дозвільних нормативних документів.

Перспективними в даному напрямку є дослідження, спрямовані на вивчення питання доцільності очищення незбираного молока та вторинної молочної сировини від ^{137}Cs природними сорбентами.

Мета дослідження: вивчення доцільності використання природних неорганічних сорбентів в нанорозмірному діапазоні з метою видалення ^{137}Cs із незбираного молока.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Об'єктом дослідження було незбиране молоко з індивідуальних сільських господарств Рокитнівського району Рівненської області і молочна сироватка, отримана шляхом кислотної коагуляції та осадження білків молока.

Підготовку молока для дослідження та визначення його фізико-хімічних властивостей здійснювали у Проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій (м. Київ). Фізико-хімічні властивості досліджуваної сировини (визначення масової частки білка, жиру, сухих речовин, активної та титрованої кислотності) визначали стандартними методами. Визначення питомої активності ^{137}Cs у незбираному молоці до і після додавання сорбенту проводили у радіологічному відділі Державного закладу «Український центр з контролю та моніторингу захворювань Міністерства охорони здоров'я України» (свідоцтво про атестацію № 030/11-П від 28.01.2013 р.) з використанням комплексу універсального спектрометричного «ГАММА ПЛЮС U».

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Питома активність ^{137}Cs у дослідних зразках вихідного молока коливалась від 130 до 220 Бк/дм³. Оскільки рівні забруднення молока ^{137}Cs зумовлені, насамперед, високими коефіцієнтами переходу даного радіонукліду в організм тварин під час їхнього випасання на природних луках, дослідження проводили протягом року, щоб врахувати коливання вмісту радіоцезію, пов'язане із споживанням худобою різних видів кормів (передусім сіна). У якості сорбентів використовували природні нанорозмірні матеріали, які дозволені до використання у харчових системах [9, 10], а саме: гідрофільну кремнійвмісну систему розмірного діапазону 10–50 нм та каліювмісну систему розмірного діапазону 5–75 нм.

Обидва сорбенти у кількості від 0,5% до 2% додавали до незбираного радіоактивно забрудненого молока, статично змішували з подальшим фільтруванням. Тривалість експозиції встановлювали від 10 до 60 хв за температури 4–6 °С.

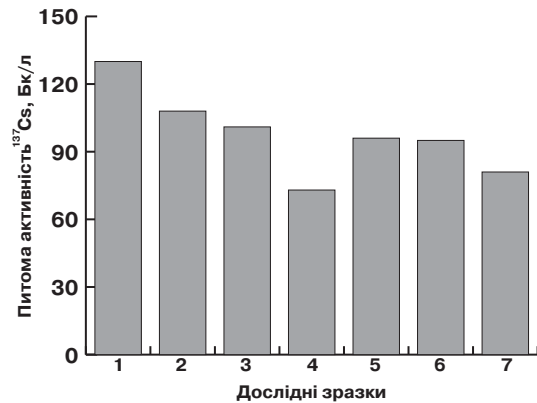
Результати досліджень наведені на малюнку.

Аналіз результатів засвідчив, що додавання неорганічних сорбентів у нанорозмірному діапазоні приводить до зниження вмісту ^{137}Cs в молоці на 17–44% залежно від виду сорбенту та його кількості.

Установлено, що при взаємодії сорбентів обох видів з молоком спостерігалось зменшення вмісту ^{137}Cs , при цьому збільшення кількості сорбційного матеріалу та тривалості експозиції приводили до підвищення рівня очищення молока.

Слід зазначити, що збільшення експозиції понад 60 хв було невиправданим, оскільки неминуче призводило до зростання бактеріального обміненія молока. До того ж зниження рівня радіоактивного забруднення за відношенням до відповідного показника у разі експозиції 60 хв було незначним.

Разом з отриманим ефектом сорбції ^{137}Cs відзначали зниження основних показників молока, що зумовлюють його



Вплив сорбентів на вміст ^{137}Cs в незбираному молоці.

Дослідні зразки: 1 – нативне молоко; 2, 3, 4 – молоко, очищене кремнійвмісною нанорозмірною системою у кількості 0,5%; 0,8% і 1,0% відповідно; 5, 6, 7 – молоко, очищене кремнійвмісною нанорозмірною системою у кількості 1,0%; 1,5% і 2,0%

харчову та біологічну цінність, а саме: масових часток білка – на 3,7–5,9% та жиру – на 6,9–10,3%. Тому, враховуючи зазначене, розглянутий спосіб дезактивації молока потребує подальшого вдосконалення.

ВИСНОВКИ

1. Установлено, що використання природних неорганічних сорбентів в нанорозмірному діапазоні приводить до зниження питомої активності ^{137}Cs у незбираному молоці на 17–44% залежно від виду сорбенту та його кількості. При цьому збільшення кількості сорбційного матеріалу та тривалості експозиції приводять до підвищення рівня очищення молока.

2. Разом з отриманим ефектом сорбції ^{137}Cs відзначали зниження основних показників молока, а саме масових часток білка – на 3,7–5,9%, та жиру – на 6,9–10,3%.

3. Апробований спосіб дезактивації незбираного молока через зміни його хімічного складу потребує вдосконалення та подальших досліджень на вторинній молочної сировині, зокрема молочної сироватці.

Гигиеническая оценка использования наноразмерных систем для дезактивации радиоактивно загрязненных продуктов питания в отдаленный период после Чернобыльской катастрофы

И.М. Хоменко, В.В. Олишевский, А.В. Кочубей-Литвиненко, А.И. Маринин, А.Б. Билоник

В отдаленный период после Чернобыльской катастрофы население радиоактивно загрязненных территорий продолжает употреблять радиоактивно загрязненные продукты питания местного производства, в первую очередь, молоко. В то же время доказано, что в современных условиях проживания и питания жителей этих территорий 35% дозы внутреннего облучения формируется за счет потребления загрязненного цезием-137 (^{137}Cs) молока из частных хозяйств.

Целью исследования избран поиск новых способов удаления ^{137}Cs цельномолочной продукции с использованием природных неорганических сорбентов в наноразмерном диапазоне.

Установлено, что использование природных неорганических сорбентов в наноразмерном диапазоне приводит к снижению удельной активности ^{137}Cs в цельном молоке на 17–44% в зависимости от вида сорбента и его количества. Несмотря на то, что вместе с полученным эффектом сорбции ^{137}Cs наблюдается снижение показателей молока, которые определяют его пищевую и биологическую ценность, апробированный способ дезактивации цельного молока требует совершенствования и дальнейших исследований на вторичной молочной сырьё, в частности молочной сыворотке.

Ключевые слова: доза внутреннего облучения, радиоактивно загрязненное молоко, удельная активность ^{137}Cs , сорбенты, наноразмерные системы.

Hygienic evaluation of the use of nanoscale systems for decontamination of radioactively contaminated foods in the remote period after the Chernobyl catastrophe

I.M. Khomenko, V.V. Olishevskiy, O.V. Kochubei-Lytvynenko, A.I. Marynin, A.B. Bilonyk

In the remote period after the Chernobyl catastrophe the population of radioactively contaminated territories continues to consume radioactively contaminated local foods, first of all milk. At the same time it is proved that under current living and nutritive conditions of the inhabitants of these territories 35% of the internal radiation doses is due to the consumption of contaminated private farm milk with caesium-137.

The aim of the study is search of new ways of ¹³⁷Cs disposal from unskimmed milk with the use of natural inorganic sorbents in the nanoscale range.

It was determined that the use of natural inorganic sorbents in the nanoscale range leads to the decrease of specific activity of ¹³⁷Cs in unskimmed milk by 17...44% depending on the type of sorbent and its quantity. Taking into account the fact, that in spite of the obtained effect of ¹³⁷Cs sorption there was observed the decrease of nutritive and biological indices of milk, the approbated method of decontamination of unskimmed milk needs to be improved and studied on the secondary milk products, lactoserum in particular.

Key words: *internal radiation dose, radioactively contaminated milk, specific activity of ¹³⁷Cs, sorbents, nanoscale systems.*

Сведения об авторах

Хоменко Ирина Михайловна – Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, 04112, г. Киев, ул. Дорогожицкая, 9; тел.: (044) 205-49-84

Билоник Андрей Богданович – радиологическое отделение ГУ «Украинский центр по контролю и мониторингу заболеваний МЗ Украины», 04071, г. Киев, ул. Ярославская, 4; тел.: (044) 425-15-69

Олишевский Валентин Викторович – кафедра «Технологического оборудования и компьютерных технологий проектирования» Национального университета пищевых технологий МОН Украины, 01033, г. Киев, ул. Владимирская, 68; тел.: (044)289-72-13. E-mail: valinter@ukr.net

Маринин Андрей Иванович – Национальный университет пищевых технологий МОН Украины, 01033, г. Киев, ул. Владимирская, 68. E-mail: a_marinin@ukr.net

Кочубей-Литвиненко Оксана Валерьяновна – кафедра «Технологии молока и молочных продуктов» Национального университета пищевых технологий МОН Украины, 01033, г. Киев, ул. Владимирская, 68

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Корзун В.Н. Шляхи мінімізації дії радіаційних та ендемічних факторів на стан здоров'я населення [Текст] / В.Н. Корзун, А.М. Парац // Довкілля та здоров'я. – 2006. – № 1. – С. 25–30.
2. Хоменко І.М. Оцінка впливу споживання продуктів харчування місцевого виробництва на формування дози внутрішнього опромінення у віддалений період після Чорнобильської катастрофи [Текст] / І.М. Хоменко, С.В. Поліщук // Довкілля та здоров'я. – 2014. – № 2. – С. 57–61.
3. Прес-реліз до 25-х роковин Чорнобильської катастрофи, парламентських слухань «Сучасний стан та актуальні завдання подолання наслідків Чорнобильської катастрофи» / МОЗ України, 14.03.2011. – 8 с.
4. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді. Гігієнічний норматив ГН 6.6.1.1–130–2006. [Чинний від 2006–05–03]. – К., 2006. – 22 с.: табл. – (Національний стандарт України).
5. Корзун В.Н. Заходи з мінімізації дози внутрішнього опромінення населення / В.Н. Корзун // Довкілля та здоров'я. – 2012. – № 1. – С. 13–20.
6. Романенко А.Е. Способ дезактивации молока, загрязненного радионуклидами цезия / А.Е. Романенко, В.Н. Корзун, Л.А. Ильин и др. // Гигиена и санитария. – 1993. – № 9. – С. 34–36.
7. Сорбент для извлечения радионуклидов : патент RU 2061540 / Раснецов Л.Д., Дьячковский Ф.С., Тузова А.М. и др. // АОЗТ Акционерное предприятие «Ринг ЛТД». – № 5059384/26; заявл. 21.08.1992; опубл. 10.06.1996.
8. Способ удаления радионуклидов из водных растворов : патент RU 2067328 / Донцов А.Е., Лапина В.А., Островский М.А. и др. // Институт химической физики РАН. – № 93026484/25; заявл. 21.05.1993; опубл. 27.09.1996.
9. Olishevskiy V. Nanoemulsion usage in the production of bakery products / V. Olishevskiy, I. Koretska, A. Marynin et al. // University of food technologies-Plovdiv, Scientific works. – 2013. – Vol. LX. – P. 97–100.
10. Ivanov S. Use of mineral additives in the production of meat products / S. Ivanov, V. Pasichnyi, V. Olishevskiy et al. // Ukrainian Journal of Food Science National University of Food Technologies. – 2013. – Vol. 1. Issue 2. – P. 188–193.

Статья поступила в редакцию 20.10.2014