

Наталія Буяльська, Наталя Денисова, Олена Купчик, Тетяна Прус

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У МОЛОЦІ ЯК ЕЛЕМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ НАССР

Актуальність теми дослідження. *Несприятлива екологічна ситуація, що нині склалася в Україні, негативно впливає на якість та безпеку сільськогосподарської, в тому числі молочної, продукції. Екологічно забруднені молочні продукти негативно впливають на здоров'я людини, адже саме молоко входить до складу багатьох рецептур, особливо дитячого харчування.*

Постановка проблеми. *Визначення концентрації важких металів у молоці та молочних продуктах, з огляду на їх загальнотоксичні, канцерогенні, тератогенні, ембріотоксичні властивості, є необхідною ланкою при реалізації системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) на підприємствах.*

Аналіз останніх досліджень та публікацій. *Вирішенню наукових та практичних питань, пов'язаних із моніторингом важких металів у довіллі, накопиченню в кормах, воді, продукції тваринництва, розробці способів їх елімінації із організму, присвячені роботи багатьох відомих вчених та практиків.*

Виділення не досліджених частин загальної проблеми. *Незважаючи на численні дослідження, в літературних джерелах відсутні систематичні відомості про вміст важких металів в молоці та молочній продукції та відомості про ризики, пов'язані з їх вживанням.*

Постановка завдання. *Метою роботи було визначення вмісту важких металів, як одних з основних хімічних чинників небезпек при реалізації системи НАССР, в зразках молока та молочної продукції та на основі отриманих результатів проаналізувати ризики, спричинені надходженням важких металів до організму людини з молочної продукції.*

Викладення основного матеріалу. *Вміст важких металів визначали методом вольтамперометричного аналізу в зразках молока незбираного з різних районів Чернігівської області та зразках пастеризованого молока різних виробників. Сучасні нормативи не враховують фактичного рівня споживання основних продуктів харчування, тому за методикою, запропонованою Гарвардським інститутом міжнародного розвитку, розраховували середню добову дозу важких металів та величини індивідуального ризику смерті при вживанні забрудненого молока.*

Висновки. *Високий рівень небезпеки за розрахованим рівнем ризику встановлений для молока з Менського району; відносно низький рівень – для молока пастеризованого виробника №1; для решти зразків молочної продукції – середній. Запропоновані заходи зменшення вмісту важких металів.*

Ключові слова: *важкі метали; індивідуальний ризик; забруднення харчових продуктів; НАССР; вольтамперометричний аналіз.*

Постановка проблеми. Одним із найсильніших за дією та найбільш поширеним хімічним забрудненням харчових продуктів є забруднення іонами важких металів. Токсико-гігієнічна характеристика металічних забруднень важлива для регламентування вмісту токсичних металів у продовольчій сировині і харчовій продукції. У світових ресурсах продовольчих товарів молоко та молочні продукти посідають вагоме місце. Щорічне світове виробництво молока становить останнім часом приблизно 700 млн т. Екологічно забруднені молочні продукти негативно впливають на здоров'я людини, адже саме молоко входить до складу багатьох рецептур, особливо дитячого харчування. Застосування системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point – аналіз небезпечних чинників і критичні контрольні точки) у технологічному процесі одержання і переробки молочної сировини та регулювання безпеки на різних етапах виробничого ланцюга є основою виробництва безпечної харчової продукції, в тому числі щодо вмісту важких металів.

Незважаючи на те, що Законом України «Про молоко та молочні продукти» (2015) сьогодні законодавчо гарантовано безпечність та якість молока і молочної продукції, в Україні умови виробництва молока значно гірші від умов у країнах ЄС. Неприятлива екологічна ситуація, що нині склалася в Україні, негативно впливає на якість та безпеку сільськогосподарської, в тому числі молочної продукції. Визначення концентрації важких металів у молоці та молочних продуктах, з огляду на їх загальнотоксичні, канцерогенні, тератогенні, ембріотоксичні властивості, є необхідною ланкою при реалізації системи НАССР на підприємствах [1–5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Впровадження системи контролю НАССР особливо актуально на молочних підприємствах у зв'язку з деякими особливостями цієї сировини [6; 7]. Вирішенню наукових та практичних питань, пов'язаних із моніторингом важких металів у довіллі, накопиченню в кормах, воді, продукції тваринни-

цтва, розробці способів їх елімінації з організму, присвячені роботи багатьох відомих учених та практиків (А. Д. Покаржевський, Ю. В. Алексеєв, В. В. Добровольський, В. М. Федоров, Д. О. Мельничук, І. М. Трахтенберг, Д. В. Янович, М. Ю. Євтушенко, Г. Н. Вязенен та ін.). Аналіз результатів досліджень вмісту важких металів у молоці корів свідчить про наявність міжгрупових різниць у концентрації досліджуваних елементів залежно від періоду дослідження. Зокрема, вміст свинцю і міді у молоці корів у стійловий період знижувався та спостерігалася тенденція до зростання концентрації цинку, кадмію, свинцю, стронцію і міді у молоці корів дослідних груп у пасовищний період [8]. Вірогідне зростання вмісту кадмію у молоці корів у пасовищний період зумовлене вищим рівнем його у кормах раціону, а також, мабуть, високою здатністю всмоктування з кишечника. В роботах Л. Тарасенко та В. Рудь були проведені дослідження щодо визначення вмісту важких металів за періодами лактації [9].

Як свідчать дані літературних джерел, у зонах екологічного забруднення внаслідок дії різних токсикантів, включаючи важкі метали, спостерігається порушення обміну речовин та імунобіологічної реактивності організму продуктивних тварин. Екологічно забруднені молочні і м'ясні продукти негативно впливають на здоров'я людини. Тому виникає необхідність оцінювати стан надходження токсикантів з кормів та води в організм і кумуляцію їх в органах та тканинах тварин, що забезпечить з'ясування ролі тваринного організму в біогенній міграції речовин, які можуть впливати на екологічну безпечність продуктів харчування.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Відповідно до Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів», який вступив у силу 20.09.2015 р., встановлюється ризик-орієнтовний підхід до здійснення контролю безпеки харчових продуктів. У літературних джерелах відсутні систематичні відомості про вміст важких металів у молоці та молочній продукції Чернігівської області, тому існує потреба в їх визначенні та дослідженні ризиків, пов'язаних з ними.

Мета статті: визначити вміст важких металів, як одних з основних хімічних чинників небезпек при реалізації системи НАССР, у молоці та молочній продукції та на основі отриманих результатів проаналізувати ризики, спричинені надходженням важких металів до організму людини з молочної продукції.

Виклад основного матеріалу. Для впровадження системи НАССР виробники зобов'язані не тільки досліджувати відповідний продукт і методи виробництва, а і застосовувати цю систему та її вимоги до постачальників сировини, допоміжних матеріалів, а також до системи оптової та роздрібною торгівлі. Оскільки загроза безпеці харчових продуктів може виникнути на будь-якій стадії ланцюга виробництва, є потрібним тотальний контроль.

Вміст важких металів визначали у зразках домашнього молока різних районів Чернігівської області (Щорського (2 зразки), Менського (1 зразок) та Чернігівського (2 зразки) та зразках пастеризованого молока виробників, широко представлених у супермаркетах м. Чернігова та Чернігівської області.

Сире коров'яче молоко було отримане від здорових тварин та за показниками якості відповідало вимогам ДСТУ 3662-97 на заготівельне молоко.

Молоко після доїння було профільтроване та охолоджене. Молоко не мало сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. За зовнішнім виглядом та консистенцією – однорідна рідина від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків, з густиною не менше 1027 кг/м³. Відбирання проб проводили згідно з ГОСТ 13928. Точкові проби відбирали пробовідбірниками (металева або пластмасова циліндрична трубка з внутрішнім діаметром 9 мм за всією довжиною) або спеціальною квартою з подовженою ручкою місткістю 0,50 або 0,25 дм³. Відібрані точкові проби зливали у посудину, перемішували, отримуючи таким чином об'єднану пробу об'ємом близько

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

1,0 дм³. Для проведення аналізу з об'єднаної проби після перемішування виділяли пробу об'ємом близько 0,5 дм³.

У процесі підготовки проб для аналізу за фізико-хімічними показниками молоко перемішували, перевертаючи посудину не менше трьох разів або переливаючи в іншу посудину та назад не менше двох разів, підігрівали або охолоджували до температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Перед дослідженням консервовану пробу та пробу з відстояним шаром вершків нагрівали до температури $(35 \pm 5)^\circ\text{C}$ на водяній бані температурою $(48 \pm 2)^\circ\text{C}$ та охолоджували до температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Методика визначення важких металів засновувалась на проведенні інверсійно-вольтамперометричного аналізу водного розчину проби (на аналізаторі TA-lab з відповідним програмним забезпеченням) після попередньої пробопідготовки. Пробопідготовка харчових продуктів поєднувала метод мокрої мінералізації і сухого озолення з добавками та проводилась за допомогою двокамерної печі ПДП, що програмується. Отримані вольтамперометричні криві представлені на рис. 1, 2.

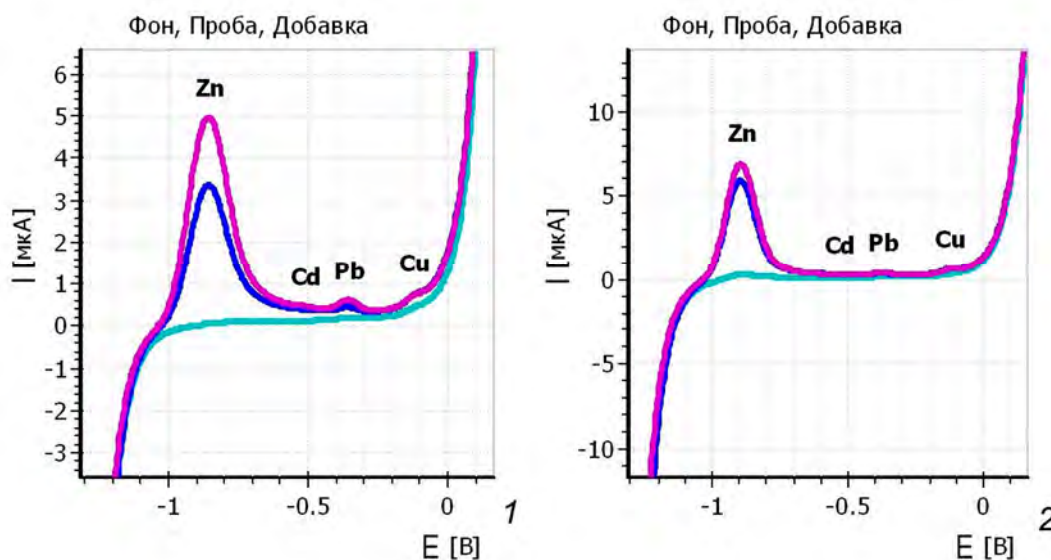


Рис. 1. Вольтамперометричні криві, молоко пастеризоване:
1 – виробник № 1; 2 – виробник № 2

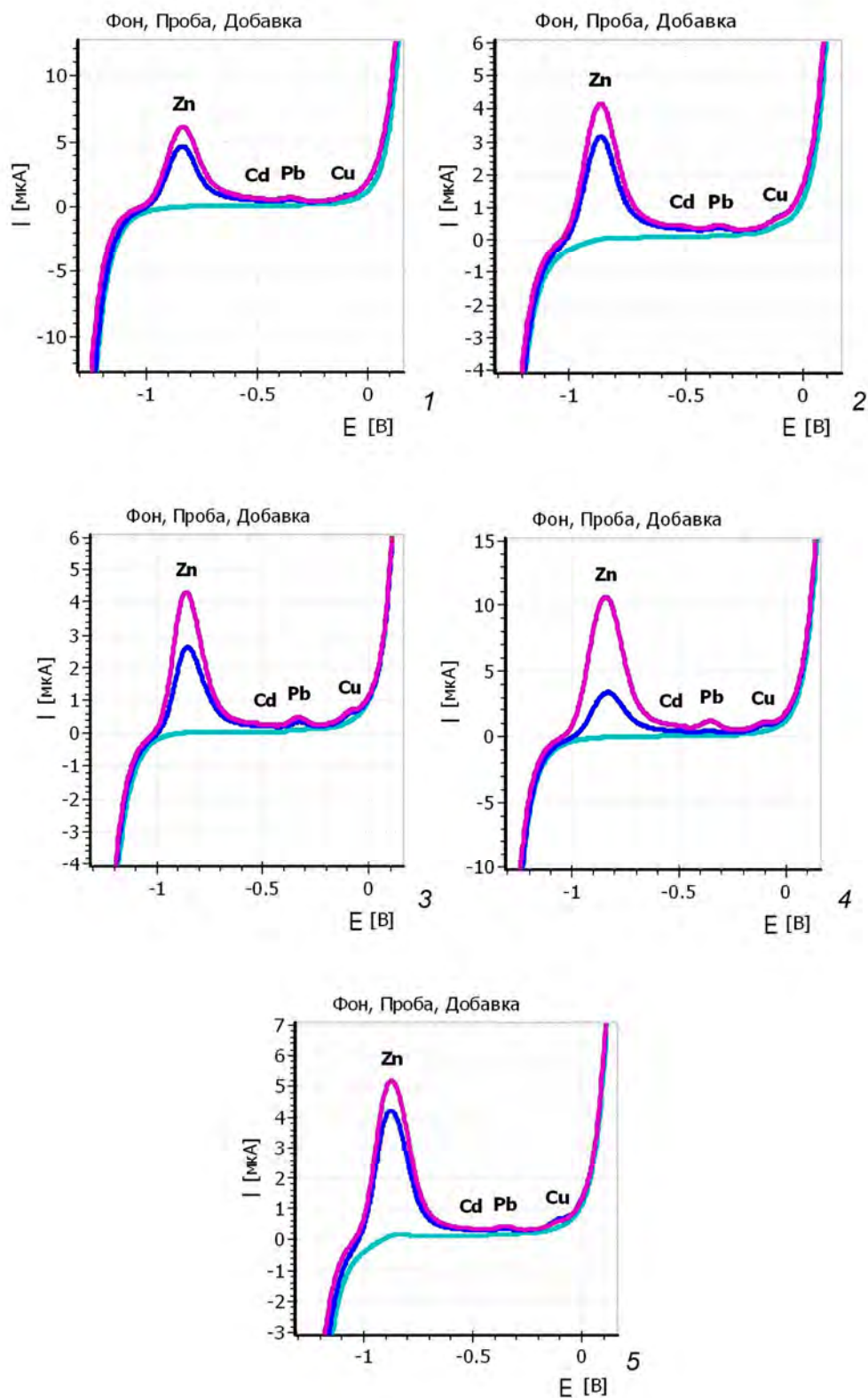


Рис. 2. Вольтамперометричні криві, молоко незбиране:
1 – Чернігівський район, зразок № 2; 2 – Щорський район, зразок № 2; 3 – Чернігівський район, зразок № 1; 4 – Щорський район, зразок № 1; 5 – Менський район

Отримані на основі аналізу вольтамперометричних кривих результати вмісту важких металів у зразках молока наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1

Результати дослідження вмісту важких металів у незбираному молоці, мг/кг

Зразок	Cu	Zn	Cd	Pb
ГДК	1	5	0,03	0,1
Менський район	3,10±0,03	43,0±0,4	1,50±0,05	0,24±0,02
Чернігівський район, зразок № 1	0,85±0,03	4,8±0,2	-	0,17±0,01
Чернігівський район, зразок № 2	0,64±0,04	12,0±0,3	0,030±0,005	0,29±0,01
Щорський район, зразок №1	-	22±0,5	-	0,70±0,04
Щорський район, зразок № 2	-	4,6±0,2	0,030±0,001	0,24±0,07

Таблиця 2

Результати дослідження вмісту важких металів у пастеризованому молоці різних виробників, мг/кг

Зразок	Cu	Zn	Cd	Pb
ГДК молока	1	5,0	0,030	0,10
Виробник № 1	-	5,1±0,2	-	0,073±0,002
Виробник № 2	-	13,0±0,2	0,083±0,002	0,19±0,01
Виробник № 3	-	6,3±0,1	-	0,11±0,03

У молоці із Менського району Чернігівської області концентрація всіх важких металів перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) [10]. Якщо вміст цинку та купруму перевищує ГДК відповідно в 3,1 та 8,6 разів, концентрація плюмбуму в 2,4 рази, то концентрація одного з найтоксичніших елементів – кадмію перевищує ГДК у 50 разів.

Обидва зразки молока з різних населених пунктів Чернігівського району мають підвищений вміст плюмбуму (на рівні приблизно 2 ГДК). Вміст Кадмію не перевищує норми, а вміст менш токсичних елементів Цинку та Купруму також незначний. Дещо підвищений вміст цинку в другому зразку може пояснюватись зберіганням молока в оцинкованих відрах.

Щодо молока зі Щорського району, виявлений підвищений вміст плюмбуму (в 7 та 2,4 рази) та в 1 зразку – цинку, що також, за свідченнями постачальника, пояснюється зберіганням молока в оцинкованих відрах.

Щодо зразків пастеризованого молока різних виробників, то слід зазначити, що повністю відповідає нормам молоко виробника № 1, який сертифікований відповідно ISO НАССР. Для виробника № 3 – концентрація плюмбуму в молоці на межі ГДК, дещо підвищений вміст цинку. Концентрація плюмбуму та кадмію перевищує допустиму відповідно в 2 та 3 рази для молока виробника № 2. В інших зразках кадмію не виявлено.

Нормативи ГДК харчових продуктів не враховують сучасних соціально-економічних умов, тобто фактичного рівня споживання основних продуктів харчування, тому необхідно врахувати середню добову дозу важких металів та величини індивідуального ризику смерті при вживанні забрудненого важкими металами молока [11–13].

Середня добова доза важких металів, що потрапляють до організму людини при регулярному пероральному прийомі продуктів [11]:

$$CDI = X \cdot P \cdot 350 \cdot 20 / 70 \cdot 70 \cdot 365 \cdot 1000, \quad (1)$$

де X – концентрація важких металів в молоці, мг/кг;

P – щоденне споживання продукту, г/добу (для молока 654 г);

350 – частота впливу доба/рік;

20 – тривалість впливу фактора, год;

70 – середня вага людини, кг;

70 – середній час життя людини, років;

1000 – перевідний коефіцієнт, г/кг.

Плюмбум та кадмій відносяться до канцерогенних забруднюючих речовин, формула для розрахунку індивідуального ризику смерті (LR) (табл. 3), запропонована Гарвардським інститутом міжнародного розвитку [11], має вигляд:

$$LR = CDI \cdot SF, \quad (2)$$

де SF – фактор канцерогенного потенціалу, $\text{кг} \cdot \text{добу} \cdot \text{мг}^{-1}$ (для Плюмбуму становить $0,047 \text{ кг} \cdot \text{добу} \cdot \text{мг}^{-1}$, для Кадмію – $0,38 \text{ кг} \cdot \text{добу} \cdot \text{мг}^{-1}$).

Таблиця 3

Індивідуальний ризик смерті при вживанні забрудненого важкими металами молока

Молоко	Важкі метали	
	Cd	Pb
Менський район	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$
Чернігівський район, зразок № 1	-	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Чернігівський район, зразок № 2	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$
Щорський район, зразок №1	-	$7,9 \cdot 10^{-5}$
Щорський район, зразок № 2	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$
Виробник № 1, пастеризоване	-	$8,4 \cdot 10^{-6}$
Виробник № 2, пастеризоване	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
Виробник № 3, пастеризоване	-	$1,3 \cdot 10^{-6}$

Результати оцінювання ступеня індивідуального ризику смерті при вживанні в їжу молока, що містить сполуки плюмбуму та кадмію, розраховані за формулою (2) показали відповідно 4 (високий), 5 (середній) і 6 (відносно низький) рівні небезпек за порядковою шкалою для ранжування ступеня ризику смерті, запропонованою Гарвардським інститутом міжнародного розвитку [13]. У першому випадку необхідно приймати термінові заходи щодо зниження вмісту важких металів, у другому випадку необхідно детальне обґрунтування прийнятності ризику, а у третьому – ризик прийнятний без обмежень.

Крім того, у зв'язку з єдиним шляхом надходження плюмбуму та кадмію та однонаправленим характером їх впливу на людину, можна припустити, що у разі споживання в їжу забруднених цими важкими металами продуктів харчування їх негативний вплив може збільшуватися. При цьому кінцеві рівні ризику будуть набагато вищі. Такі ризики потребують розробки та проведення планових оздоровчих заходів для населення. Планування заходів щодо зменшенню ризиків повинно здійснюватися на основі більш поглибленого аналізу різних аспектів проблеми накопичення важких металів та встановленні ступенів їх пріоритетності щодо інших гігієнічних екологічних, соціальних та економічних проблем на цій території [12].

Таким чином, необхідно дотримуватися принципів системи НАССР, таких як своєчасне виявлення та аналіз небезпек (у цьому випадку забруднення продуктів важкими металами) на всіх етапах виробництва харчових продуктів.

Подальші дослідження будуть присвячені аналізу вмісту важких металів у продуктах переробки молока, в тому числі в кисломолочній продукції.

Висновки та пропозиції. Визначений вміст важких металів (Cu, Zn, Pb, Cd) у молоці незбираному та молоці різних виробників, представлених у торговельних мережах м. Чернігова. Найбільша концентрація важких металів виявлена в молоці незбираному з Менського району, яка значно перевищує ГДК.

На основі оцінки ризиків, викликаних вживанням забрудненої важкими металами молочної продукції мешканцями Чернігівської області, встановлено три рівні небезпеки

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

за вмістом важких металів: високий – для молока з Менського району; відносно низький рівень - молоко виробника № 1; решта зразків молочної продукції – середній.

Запропоновано заходи зменшення вмісту важких металів у молочній продукції, що включають переробку молока; розроблення та впровадження новітніх технологій щодо введення добавок, які сприяють зменшенню вмісту важких металів; використання системи НАССР, що дасть змогу ефективно виявляти й аналізувати ризики на всіх етапах виробництва молочної продукції.

Список використаних джерел

1. Романов Л. Важкі метали в молоці та продуктах його переробки / Л. Романов // Тваринництво України. – 2000 – № 7–8. – С. 19.
2. Кравців Р. Й. Сумісний вплив важких металів на організм тварин / Р. Й. Кравців, Г. А. Буцяк // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – 2008. – Т. 10, № 2 (37). – С. 3–8.
3. Особливості впровадження системи НАССР на молокопереробних підприємствах України / Н. М. Богатко, В. В. Власенко, Л. М. Богатко, В. З. Салата, В. І. Семанюк // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – 2011. – Т. 13, № 4 (50). – Частина 4. – С. 171–176.
4. НАССР: Аналіз небезпечних чинників та критичні точки контролю у виробництві харчових продуктів і продовольчої сировини: Навчальний посібник. – К. : ДП «УкрНДНЦ». – 2005. – 70 с.
5. Buialska N. Problem of accumulation of heavy metals in medicinal plants / N. Buialska, N. Denisova, E. Kupchik // Canadian scientific journal. – 2015. – Issue 2. – Pp. 13–19.
6. Посібник для малих та середніх підприємств молокопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР. Локальні інвестиції та національна конкурентоспроможність. – К., 2010. – 200 с.
7. Впровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на українських підприємствах харчової промисловості. Аналіз витрат і вигод [Електронний ресурс]. – К., 2011. – Режим доступу : <http://www.ifc.org/Ukraine/FS>.
8. Кравців Р. Й. Продуктивність та обмін речовин у лактуючих корів за різного вмісту важких металів у раціонах / Р. Й. Кравців // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 1. – С. 29–31.
9. Тарасенко Л. О. Санітарно-гігієнічна оцінка якості молока та молочних продуктів у залежності від періоду лактації корів української червоної молочної породи / Л. О. Тарасенко, В. І. Рудь // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. – 2014. – Вип. 15. – № 2–3. – С. 179–182.
10. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов (Медико-біологічні вимоги та санітарні норми якості продовольчої сировини та харчових продуктів). МБТ и СН № 5061. – [Чинний від 1989-08-01]. – МОЗ СРСР, 1989.
11. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды / А. А. Быков, Л. Г. Соленова, Г. М. Земляная, В. Д. Фурман. – М. : АНКИЛ, 1999. – 72 с.
12. Ваганов П. А. Экологические риски : учебное пособие / П. А. Ваганов, Ман-Сунг Им. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 152 с.
13. Журавлева Н. И. Экологический контроль уровня загрязнения свинцом и кадмием мяса и молока крупного рогатого скота / Н. И. Журавлева, А. Г. Бубнов, В. И. Гриневич // Безопасность в техносфере. – 2011. – № 3. – С. 13–19.

References

1. Romanov, L. (2000). Vazhki metaly v molotsi ta produktakh yoho pererobky [Heavy metals in milk and products of its processing]. *Tvarynnystvo Ukrainy – Livestock of Ukraine*, no. 7–8, p. 19 (in Ukrainian).
2. Kravtsiv, R. Y., Butsiak, H. A. (2008). Sumisnyi vplyv vazhkykh metaliv na orhanizm tvaryn [The combined effect of heavy metals on animals]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhystskoho – Scientific messenger of LNUVMB named after S.Z. Gzhystskij*, vol. 10, no. 2 (37), pp. 3–8 (in Ukrainian).
3. Bogatko, N.M., Vlasenko, V.V., Bogatko, L.M., Salata, V.Z., Semaniuk, V.I. (2011). Osoblyvosti vprovadzhenia systemy NASSR na molokopererobnykh pidpriemstvakh Ukrainy [Particular qualities in using hazard system on a ukrainian milk-processing enterprises]. *Naukovyi visnyk*

LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho – Scientific messenger of LNUVMB named after S.Z. Gzhystyj, Vol. 13, no. 4 (50), issue 4, pp. 171–176 (in Ukrainian).

4. HACCP: *Analiz nebezpechnykh chynnykiv ta krytychni tochky kontroliu u vyrobnytstvi kharchovykh produktiv i prodovolchoi syrovyny: Navchalnyi posibnyk [Hazard analysis and critical control point of the control in production of food products and food raw materials: Textbook]*. (2005). Kyiv: DP «UkrNDNTs» (in Ukrainian).

5. Buialska, N., Denisova N., Kupchik E. (2015). Problem of accumulation of heavy metals in medicinal plants. *Canadian scientific journal*, issue 2, pp.13–19.

6. *Posibnyk dlia malykh ta serednikh pidpriemstv molokopererobnoi haluzi z pidhotovky ta vprovadzhennia systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv na osnovi kontseptsii NASSR. Lokalni investysii ta natsionalna konkurentospromozhnist [A manual for small and medium-sized enterprises of the milk processing industry on the preparation and implementation of a food safety management system based on the HACCP concept. Local investments and national competitiveness]* (2010). Kyiv (in Ukrainian).

7. *Vprovadzhennia system upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv na ukrainskykh pidpriemstvakh kharchovoi promyslovosti. Analiz vytrat i vyhod [Introduction of food safety management systems at Ukrainian food industry enterprises. Analysis of the cost and benefits]*. Kyiv. Retrieved from: <http://www.ifc.org/Ukraine/FS>.

8. Kravtsiv, R.I. (2004). Produktivnist ta obmin rehovyn u laktuiuchykh koriv za riznoho vmistu vazhkykh metaliv u ratsionakh [Productivity and metabolism in lactating cows at different level of heavy metals in rations]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, no. 1, pp. 29–31 (in Ukrainian).

9. Tarasenko, L.O., Rud, V.I. (2014). Sanitarno-hihienichna otsinka yakosti moloka ta molochnykh produktiv u zalezhnosti vid periodu laktatsii koriv ukrainskoi chervonoj molochnoi porody [Sanitary-hygienic assessment of the quality of milk and dairy products, depending on the period of lactation cows ukrainian red dairy breed]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biologii tvaryn i Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok – The scientific and technical bulletin of the SCIVP of veterinary medical products and feed additives*, issue 15, no. 2–3, pp. 179–182 (in Ukrainian).

10. *Mediko-biologicheskie trebovaniia i sanitarnye normy kachestva prodovolstvennogo syria i pishchevykh produktov (Medyko-biologichni vymohy ta sanitarni normy yakosti prodovolchoi syrovyny ta kharchovykh produktiv) [Medical and biological requirements and sanitary standards of quality of food raw materials and food products]* (1989). MBT i SN 5061 from 01.08.1989, № 5061.

11. Bykov, A.A., Solenova, L.G., Zemlianaia, G.M., Furman, V.D. (1999). *Metodicheskie rekomendatsii po analizu i upravleniiu riskom vozdeistviia na zdorove naseleniia vrednykh faktorov okruzhaiushchei sredi [Methodological recommendations on the analysis and management of the risk of influence of harmful environmental factors on the population's health]*. Moscow: Izdatelstvo ANKIL (in Russian).

12. Vaganov, P.A., Man-Sung Im. (2001). *Ekologicheskie riski. Uchebnoe posobie. [Ecological risks. Textbook.]*. Sankt-Peterburg: Izd-vo S.-Peterb un-ta (in Russian).

13. Zhuravleva, N.I., Bubnov, A.G., Grinevich, V.I. (2011). Ekologicheskii kontrol urovnia zagriazneniia svintsom i kadmiem miasa i moloka krupnogo rogatogo skota [Ecological control of the level of contamination with lead and cadmium of meat and milk of cattle]. *Bezopasnost v tekhnosfere – Safety in technosphere*, no. 3, pp. 13–19 (in Russian).

Nataliia Buialska, Natalia Denisova, Elena Kupchik, Tetyana Prus

RESEARCH OF HEAVY METALS CONTENT IN MILK AS AN ELEMENT OF THE IMPLEMENTATION OF HACCP

Urgency of the research. *The unfavorable ecological situation existing in Ukraine negatively affects the quality and safety of agricultural products, including dairy products. Contaminated dairy products negatively affect human health, because it is milk that is a part of many recipes, especially of baby food.*

Target setting. *Determination of the heavy metals concentration in dairy products, taking into account their mutagenic, carcinogenic, teratogenic, embryonic, gonadotoxic impact, is necessary in the implementation of HACCP system (Hazard Analysis and Critical Control Point).*

Actual scientific researches and issues analysis. *The works of many scientists are devoted to the solution of issues related to the heavy metals monitoring in the environment, as well as the accumulation of heavy metals in feed, water, livestock products, and the development of the methods for their elimination.*

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Uninvestigated parts of general matters defining. Despite of numerous researches, in the literature there are no systematic information about the heavy metals content in dairy products and information about the risks associated with their consumption.

The research objective. The aim of the work was to determine the content of heavy metals (as one of the main chemical hazards during the implementation of HACCP system) in dairy samples and on the basis on the results obtained to analyze the risks caused by the entry of heavy metals.

The statement of basic materials. The heavy metals content in the samples of whole milk from different districts of the Chernigov region and in the samples of pasteurized milk of different manufacturers was determined by the method of voltammetric analysis. Current standards do not take into account the actual level of food products consumption, therefore the average daily dose of heavy metals and the individual risk of death during consumption contaminated milk was calculated according to the methodology proposed by the Harvard Institute for International Development.

Conclusions. A high hazard level is established for milk from the Menskiy district; relatively low – for the pasteurized milk of the manufacturer 1; for other samples – medium level. Measures to reduce the heavy metals content are proposed.

Key words: heavy metals, individual risk, food contamination, HACCP, voltammetric analysis.

Наталья Буяльская, Наталья Денисова, Елена Купчик, Татьяна Прус

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛИХ МЕТАЛЛОВ В МОЛОКЕ КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ НАССР

Методом инверсионной вольтамперометрии определена концентрация тяжелых металлов (свинца, кадмия, цинка и меди) как опасных химических факторов при реализации системы НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) на пищевых предприятиях, в образцах молока цельного из разных районов Черниговской области и образцах молока пастеризованного, широко представленного в торговых сетях г. Чернигова и Черниговской области. Проведен анализ индивидуальных рисков смерти с учетом суточной дозы потребления и установлены уровни опасности при употреблении загрязненной тяжелыми металлами молочной продукции. Предложены меры по уменьшению содержания тяжелых металлов.

Ключевые слова: тяжелые металлы; индивидуальный риск; загрязнение пищевых продуктов; НАССР; вольтамперометрический анализ.

Буяльська Наталія Павлівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Буяльская Наталья Павловна – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Nataliia Buialska – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Food Technology, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: buialska@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6800-5604>

ResearcherID: G-2935-2014

Денисова Наталья Николаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Денисова Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Natalia Denisova – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Food Technology, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: 4386793@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3522-4210>

ResearcherID: G-6068-2016

Купчик Елена Юріївна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, - Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка (вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14000, Україна).

Купчик Елена Юрьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии, Черниговский национальный педагогический университет имени Т. Г. Шевченко (ул. Гетьмана Полуботка, 53, г. Чернигов, 14000, Украина).

Kupchik Elena – PhD in Chemical Sciences, Associate Professor of the Chemical Department, Chernihiv T. G. Shevchenko National Pedagogical University (53 Polubotka Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: kupchik.olena@gmail.com

Прус Тетяна Іванівна – студентка, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Прус Татьяна Ивановна – студентка, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Prus Tetyana – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: prustatjana4@gmail.com