

3. Для підвищення ефективності профілактичних заходів необхідне запровадження обов'язкового контролю вмісту йоду в складі нових продуктів оздоровчого харчування та раціонах населення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Подрушняк А.Є. Актуальні проблеми фортифікації та контролю якості харчових продуктів, збагачених йодом / А.Є. Подрушняк, Т.Л. Макаrchук, Ю.В. Кравцова // Проблеми харчування. 2006. – №1. – С. 31-35.
2. Зайцев В. Актуальні питання контролю вмісту йоду в харчових продуктах, сільськогосподарській сировині та біологічних рідинах / В. Зайцев, О. Трохименко, Є. Писарев // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2010. – С. 47-49.
3. Явич П.А. Методы аналитического определения йода / П.А. Явич, М.Б. Кахетелидзе, Л.И. Чурадзе // Исследования в области естественных наук. 2014. – №1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.snauka.ru/2014/01/6585>.
4. Макаrchук Т.Л. Визначення сумарного вмісту йоду в харчових продуктах методом інверсійної вольтамперометрії / Т.Л. Макаrchук, А.Є. Подрушняк, Ю.В. Кравцова, А.В. Коваль, Н.І. Прохоренкова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eco-mir.net/show/1047>.

#### **ЭФФЕКТИВНЫЙ И НАДЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ**

*Петренко Е.Д.*

*Рассмотрены методы, которые применяются для определения йода в пищевых продуктах, сырье, диетических добавках, вод. Определены наиболее распространенные методики определения йода и направления по стандартизации измерений.*

#### **EFFECTIVE AND RELIABLE CONTROL OF THE IODINE CONTENT IN THE ENVIRONMENT – AN ACTUAL CONTEMPORARY PROBLEM**

*O.D. Petrenko*

*Methods used for the determination of iodine in food, water, raw materials and dietary supplements were reviewed. The most common methods for the determination of iodine and direction of standardization of measurements were defined.*

УДК 613.634 : 661.857

#### **РОЗПОДІЛ ТА НАКОПИЧЕННЯ НАНОСРІБЛА У ОРГАНАХ ТА М'ЯСІ ПЕРЕПЛІЛОК ПРИ ВИПОЮВАННІ**

*Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є., Пімушина М.В.*

*ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

Нанотехнологія є однією з галузей науки яка розвивається найбільш динамічно. Значний інтерес зумовлений тим що з її допомогою можливо отримувати матеріали із заданими властивостями, тобто маніпулювати атомами та молекулами. Наночастинки мають властивості, відмінні від властивостей

тих самих речовин у макроформі. Вони характеризуються більшою питомою площею поверхні, великою кількістю еквівалентних реакційних центрів, збільшенням хімічного потенціалу та поверхневого заряду, високою здатністю проникнення та адсорбційною активністю, здатністю до акумуляції.

Величезна кількість наноматеріалів виробляється щороку для різних галузей науки та промисловості, таких як електроніка, оптика, медицина, косметологія, легка та харчова промисловість, сільське господарство тощо.

Одну з провідних ланок у виробництві нанометалів займає наносрібло. Виробництво його оцінюється у 2,8-20 тон за рік у Сполучених Штатах Америки [1] та у 250-312 тон у світі [2]. Використання срібла у наноформі дає перевагу – значно зменшується концентрація срібла без зміни його бактерицидних властивостей.

Препарати наносрібла все частіше використовують у ветеринарній медицині та у сільськогосподарському виробництві для профілактики захворювань у теплокровних тварин, зокрема у птахів, які вирощують для споживання м'ясної продукції та яєць. Існує необхідність вводити у раціон сільськогосподарської птиці біологічно активні речовини, комплексні препарати, нанопрепарати, які сприяють підвищенню стійкості організму, продуктивності, зниженню затрат кормів та покращенню якості продукції. Використання колоїдного срібла для курчат стимулює місцеві механізми захисту слизових оболонок трахеї та ротоглотки, що виражається у збільшенні кількості фагоцитуючих лейкоцитів і клітин епітелію та їх адсорбуючої здатності. Випоювання птиці колоїдним сріблом посилює еритропоез та лейкопоез, підвищує дихальну функцію еритроцитів за рахунок збільшення кількості гемоглобіну [3].

На думку дослідників, які займаються вивченням надходження наночастинок до організму людини, умовою потрапляння у харчові ланцюги є не тільки акумуляція наноматеріалів всередині організмів, але й достатньо міцна асоціація їх з поверхневими стінками внаслідок адсорбції або накопичення в шлунково-кишковому тракті тварин [4].

В результаті проведення експерименту з вивчення субхронічної токсичності наносрібла на щурах при інгаляційній інстиляції протягом 90 днів було визначено, що основними органами-мішенями є печінка та легені, причому в печінці спостерігали такі патологічні зміни, як набряк гепатоцитів, гіперплазію жовчної протоки, а в легенях –

периваскулярний набряк, альвеоліт, гістоцитоз [5]. При дослідженні субхронічної дермальної токсичності на мурчаках при експозиції протягом 13 тижнів, рівні накопичення тканинами наночастинок срібла у досліді знижувались у такій послідовності: нирки > м'язи > кістки > шкіра > печінка > серце > селезінка [6].

Група іранських вчених провела ряд досліджень токсичності наносрібла на бройлерах. При пероральному введенні протягом 160 діб наночастинок у трьох концентраціях досліджували розподіл наночастинок у різних органах та тканинах. Результати показали, що збільшення рівнів наносрібла одночасно збільшувало рівні відкладання їх у тканинах. Проведено порівняльний аналіз вмісту наночастинок (у порядку зменшення) у грудних, стегнових м'язах, селезінці, печінці, серці, нирках, легенях, фекаліях та фабрицієвій сумці [7].

Проаналізувавши дані літературних джерел можна зробити висновок про необхідність дослідження накопичення срібла у органах та м'язовій тканині птахів харчових порід при використанні препаратів, що містять наносрібло.

**Метою** нашого дослідження було виявлення накопичення наносрібла у органах та тканинах перепелів при випоюванні їх розчином препарату наносрібла, доступного на ринку України.

**Матеріали та методи.** Визначення кількості наносрібла в органах та тканинах перепелів проводили на перепелах породи Фараон.

Засіб, яким випоювались птахи представляє собою колоїдний розчин металевих наночастинок срібла розміром до 50 нм, які стабілізовані у демінералізованій воді.

Було сформовано 4 групи птахів добового віку по 6 голів кожна: 1 контрольна та 3 дослідні. В дослідних групах впродовж 21 доби перепелів випоювали вволю розчином наносрібла у концентраціях 0,01; 0,02; 0,03%. В кінці вирощування у віці 49 днів було проведено розтин птиці по 3 самця та 3 самки з кожної групи. Вирощування та випоювання перепілок розчином наносрібла проводили на базі навчально-науково-виробничої перепелиної ферми Миколаївського національного аграрного університету

співробітниками кафедри птахівництва, якості та безпечності продукції (під керівництвом д.с.-г. наук Патревої Л.С.).

Аналізували вміст срібла методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Метод атомно-абсорбційної спектроскопії широко використовується при аналізі широкого спектру матеріалів. Це пояснюється тим, що він має високу експресність та точність. Перевагою його перед багатьма іншими методами аналізу в тому, що він має високу селективність, низькі межі виявлення елементів, просту підготовку проб до аналізу, оскільки у багатьох випадках немає необхідності у

проведенні операцій, пов'язаних із визначенням заважаючих елементів. Аналіз проводили на спектрофотометрі типу КАС-120.1 при довжині хвилі 328,1 нм.

**Результати.** Як показали результати у м'язовій тканині срібло накопичується, причому спостерігався дозозалежний ефект (табл. 1). Так, у м'ясі перепелів I групи, що випоювались розчином наносрібла з концентрацією 0,01%, середній вміст срібла дорівнює  $0,066 \pm 0,006$  мг/кг, у групі III вміст срібла збільшується у 5 разів і має значення  $0,334 \pm 0,037$  мг/кг.

Таблиця 1. Визначення вмісту срібла у м'язовій тканині перепелів методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Група	Вміст срібла, мг/кг (n=18)
Контроль	$0,024 \pm 0,009$
I (0,01 % розчин наносрібла)	$0,066 \pm 0,006$
II (0,02 % розчин наносрібла)	$0,092 \pm 0,037^*$
III (0,03 % розчин наносрібла)	$0,334 \pm 0,001^*$

Примітка. \* –  $p < 0,05$ .

Результати показали, що у м'язовій тканині срібло накопичується в залежності від дози наносрібла, отриманого перепелами. Наприклад, у м'ясі перепелів II групи, що випоювались розчином наносрібла з концентрацією 0,02%, середній вміст срібла вище у 4 рази порівняно з контрольною групою.

Присутність срібла у м'ясі та органах контрольної групи перепелів, яка не випоювалась розчином наносрібла, можна пояснити вмістом деякої кількості срібла у кормах, яким годують птахів. З метою перевірки даного припущення, досліджено вміст срібла у пробах кормів для перепелів. Встановлено, що корм для перепелів містить  $0,05$  мг/кг срібла

Проведено порівняння вмісту срібла у м'язовій тканині самок і самців. Як показали результати, інтенсивніше процес накопичення срібла відбувається у самок перепелів. Наприклад, концентрація срібла у м'ясі самок III групи, що випоювались 0,03% розчином наносрібла, у 21,7 рази вище порівняно з контрольною групою; а середній вміст срібла у м'ясі самців цієї ж дослідної групи – у 9,2 рази вище порівняно з контролем. Такі результати можна пояснити тим, що самки перепелів випивають більшу кількість води порівняно з самцями, отже, і кількість наносрібла, що надходить в їх організм, буде більшою. Крім того, певне значення має і підвищений обмін речовин у самок перепелів (таблиця 2).

Таблиця 2. Порівняння накопичення срібла в м'ясі перепелів у залежності від статі.

Група	Вміст срібла, мг/кг	
	Самки (n=9)	Самці (n=9)
Контроль	$0,018 \pm 0,017$	$0,030 \pm 0,008$
I (0,01% розчин наносрібла)	$0,070 \pm 0,010$	$0,062 \pm 0,011^*$
II (0,02% розчин наносрібла)	$0,109 \pm 0,014^*$	$0,076 \pm 0,002^*$
III (0,03% розчин наносрібла)	$0,391 \pm 0,012^*$	$0,277 \pm 0,013^*$

Примітка. \* –  $p < 0,05$ .

Отримані результати свідчать про залежність вмісту накопиченого наносрібла у м'язовій тканині перепелів від концентрації розчину для випоювання, що містить наночастки срібла.

При випоюванні птиці розчином, що містить наносрібло, спостерігаємо збільшен-

ня кількості накопиченого срібла у досліджених органах перепелів зі збільшенням концентрації розчину, причому у легенях та мозку спостерігається дозозалежний ефект (табл. 3).

Таблиця 3. Визначення вмісту срібла у органах перепелів методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Група	Вміст срібла, мг/кг		
	Легені (n=6)	Печінка (n=7)	Мозок (n=6)
Контроль	0,006±0,001	0,025±0,004	0,018±0,005
I (0,01% розчин наносрібла)	0,010±0,004	0,028±0,002	0,045±0,005*
II (0,02% розчин наносрібла)	0,012±0,002	0,026±0,003	0,055±0,015*
III (0,03% розчин наносрібла)	0,017±0,001	0,031±0,003	0,066±0,015*

Примітка. \* –  $p < 0,05$ .

Так, середній вміст срібла у легенях перепелів III групи (з максимальним навантаженням наносріблом) більше у 2,8 разів порівняно з контрольною групою. Такі результати свідчать про залежність кількості срібла в легенях від дози, яку отримують перепели при випоюванні. У мозку перепелів I групи, що випоювались розчином наносрібла з концентрацією 0,01%, середній вміст срібла вище у 2,5 разів порівняно з контрольною групою, а такий же показник для перепелів

III групи, що отримували розчин наносрібла з концентрацією 0,03%, вище у 3,7 разів у порівнянні з контрольною групою. Як бачимо з таблиці, найбільші рівні накопичення спостерігаються у мозку, а найнижчий показник – у печінці перепілок.

Можна спостерігати тенденцію до поступового накопичення срібла у печінці піддослідних перепелів, але значення показників вмісту срібла не досягли достовірних значень.

### Висновки

1. При випоюванні перепелів розчином наносрібла спостерігається накопичення срібла у м'язовій тканині та органах птахів.
2. Вміст накопиченого срібла в органах та м'язах перепелів залежить від концентрації розчину для випоювання, що містить наночастки срібла.
3. Інтенсивніше процес накопичення срібла відбувається у самок перепелів. Порівняно з самцями. Це можна пояснити більшим споживанням води, а також швидшим обміном речовин самок.
4. Ряд рівнів накопичення наносрібла у порядку збільшення виглядає так: легені < печінка < мозок < м'язова тканина.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Hendren C.O. Estimating production data for five engineered nanomaterials as a basis for exposure assessment / C.O. Hendren // Environ. Sci. Technol. 2011. – Vol.45 (7). – P. 2562-2569.
2. SNWG. Re Nanosilver: Safety, Health and the Environmental Effects and Role of Antimicrobial Resistance. Comments of the Silver Nanotechnology Working Group for Review by the European Commission Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Durham, NC: Silver Nanotechnology Working Group, The Silver Research Consortium, LLC (30 May 2012). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://goo.gl/CtiDJ>.

3. Алексеева С.А. Местные факторы защиты слизистых оболочек и морфологические показатели крови при применении коллоидного серебра цыплятам / С.А. Алексеева, Е.Н. Зинина // Рос. ветерин. журн. Сельскохозяйственные животные. 2013. – №1. – С. 11-12.
4. Биотестирование наноматериалов: о возможности транслокации наночастиц в пищевые сети / Ю.Н. Моргалёв, Н.С. Хоч, Т.Г. Моргалёва [и др.] // Российские нанотехнологии. 2010. – Т.5, - №11-12. – С. 131-135.
5. Lung function changes in Sprague-Dawley rats after prolonged inhalation exposure to silver nanoparticles / J.H. Sung, J.H. Ji, J.U. Yun [et al] // Inhal.Toxicol. 2008. – №20. – P. 567-574.
6. Korani M. Sub-chronic Dermal Toxicity of Silver Nanoparticles in Guinea Pig: Special Emphasis to Heart, Bone and Kidney Toxicities / M. Korani, S.M. Rezayat, S. Arbabi Bidgoli // Iran J Pharm Res. 2013. – №12 (3). – P. 509-511.
7. Ahmandi F. Investigation on Silver Retention in different organs and oxidative stress enzymes in male broiler fed diet supplemented with powder of nano silver / F. Ahmandi, A.H. Kordestany // American-Eurazian Journal of Tox. Sciences. 2011. – V.3 (1). – P. 28-35.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ НАНОСЕРЕБРА  
В ОРГАНАХ И МЯСЕ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ВЫПАИВАНИИ**

*Бабий В.Ф., Кондратенко Е.Е., Пимушина М.В.*

*Одной из причин попадания наночастиц в организм человека является использование препаратов, содержащих наноматериалов в ветеринарной медицине и в сельскохозяйственном производстве для профилактики заболеваний у теплокровных животных, в частности у птиц, которые выращивают для потребления мясной продукции и яиц.*

*В данной работе было проведено исследование накопления серебра в органах и мышечной ткани перепелов породы «Фараон» при выпаивании птицы растворами наносеребра разных концентраций, а именно 0,01; 0,02 и 0,03%. Показано уровни накопления в органах и мышечной ткани серебра в зависимости от этих концентраций. Для мяса проведена сравнительная оценка накопления серебра в зависимости от пола.*

**DISTRIBUTION AND ACCUMULATION NANOSILVER  
IN THE ORGANS AND MEAT OF QUAILS BY WATERING**

*V.F. Babiy, O.E. Kondratenko, M.V. Pimishyna*

*One reason for entering the human body nanoparticles is the use of preparations containing nanomaterials in veterinary medicine and in agriculture for the prevention of diseases in warm-blooded animals, in particular birds, which is grown for human consumption of meat and eggs.*

*In this study was conducted of silver accumulation in organs and muscle tissue quail breed "Pharaoh" when watering poultry nanosilver solutions of different concentrations – 0.01; 0.02 and 0.03%. Displaying levels of accumulation in the organs and muscles of silver depending on these concentrations. For meat comparative evaluation of the accumulation of silver based on gender.*

Куратор розділу – д. мед. наук Гуліч М.П.