

Приведены результаты исследования эффективности откорма свиней разных генотипов в условиях промышленного хозяйства. Установлено, что наиболее эффективным был откорм гибридного молодняка немецкой селекции, который обеспечивает увеличение рентабельности производства свинины на 26,7% по сравнению с чистопородным молодняком миргородской и на 11,3% - крупной белой пород.

The article has information about results of researches of efficiency of fattening of pigs of different genotypes in the conditions of industrial economy. It was found that most effective was fattening of hybrid young animals of the German selection, which provides the increase of profitability of production of pork on 26,7% comparing to the thoroughbred of young animals Myrhorod's breed and on 11,3%, - of large white breed.

Дата надходження в редакцію: 31.10.2012 р.

Рецензент: д.с.г.н., професор Г.П. Котенджи

УДК 636.087.6:616-008.87:631.147

ВИВЧЕННЯ ІНАКТИВАЦІЇ *E.COLI* В НЕКОНДИЦІЙНОМУ МОЛОЦІ КОЛОЇДНИМ РОЗЧИНОМ НАНОЧАСТОК СРІБЛА „СРІБНИЙ ЩИТ-1000”

В.Ф. Могутова, Сумський НАУ

У статті викладені результати знезараження *E.coli* в некондиційному молоці колоїдним розчином наночастинок срібла в складі “Срібного щита-1000”. Ефективність знезараження досягається при внесенні розчину “Срібний щит-1000” $0,36 \text{ см}^3$ на 1000 см^3 молока в якому кількість *E.coli* знаходиться в межах від $2,57 \pm 0,2 \times 10^5$ до $2,23 \pm 0,1 \times 10^{10}$ КУО/ см^3 з експозицією 30 хв.

Ключові слова: наночастки срібла, некондиційне молоко, *E.coli*, інактивація

Ключові слова: наночастки срібла, некондиційне молоко, *E.coli*, інактивація.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. На даний час Україна взяла курс на євроінтеграцію та є членом СОТ. Це зобов'язує нашу країну виробляти сировину та харчові продукти і в тому числі молоко у відповідності з міжнародними вимогами. Дотримання міжнародних вимог має важливе значення для нашої держави, оскільки Україна в наслідок цього може отримати міжнародне визнання, зайняти провідне місце серед товаровиробників на європейському ринку.

Аграрний сектор України являється одним з основних в економіці держави. Виробництво молока і молочних продуктів в аграрному секторі займає ліву частку.

Отже, виробництво молока і молочних продуктів перспективний напрям діяльності нашої країни, який слід вдосконалювати і в тому числі гармонізувати до міжнародних вимог.

Основоположним виробництвом в молочному секторі є первинне виробництво молока-сировини. Кожний виробник молоко-сировини прагне виробляти його в більшій кількості та належній якості.

Виробництво сирого молока завжди супроводжується наявністю такого молока, яке непридатне до споживання людиною.

Національним законодавством визначено, що не можна застосовувати для харчових цілей сире молоко, що не відповідає вимогам ДСТУ3662-97, що має наднормовані показники бактеріального забруднення, аномальне молоко, що включає молоко від маститних корів (субклінічний мастит), молоко від корів в останні дні

напускного періоду, молозиво [1].

В основному, серед вищевказаних видів молока, що непридатне в їжу людям найбільшу небезпеку становить молоко від маститних корів. Ця небезпека полягає в наявності небезпечних мікроорганізмів.

До небезпечних мікроорганізмів в некондиційному молоці відносяться *E.coli*, потрапляння яких в молоко може відбуватись також з довілля: повітря ферми, доїльного обладнання та молочного посуду, рук доярок, що неналежним чином були піддані санітарній обробці.

На молочних фермах молоко, що за мікробіологічними показниками відносить до категорії некондиційного, частіше згодовується телятам в сирому вигляді, що спричиняє в них шлунково-кишкові розлади, а також може призвести до їх загибелі. Щоб уникати цього молоко необхідно пастеризувати, для знешкодження патогенних мікроорганізмів.

На сьогодні в практиці молоко виробництва використовуються різні режими пастеризації, які потребують використання значних об'ємів енергоресурсів. На даний час особливо актуальним є впровадження енергозберігаючих технологій.

Саме тому нами було проведено ряд досліджень альтернативного методу знезараження некондиційного молока з вмістом *E.coli* продуктом нанотехнології з наносріблом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Нині у усьому світі спостерігається інтенсивне поширення нанотехнологій, тобто технологій, спрямованих на отримання та ефективно практичне використання нанооб'єктів із заданими властивостями, які знаходять застосування в сільсь-

кому господарстві, у харчовій промисловості, медицині [4,5].

Найбільш активними елементами срібла є найдрібніші частки Ag. В умовах водного розчину іони срібла зберігають максимальну активність. Молекули води утворюють довкола іона срібла досить стійку оболонку, яка зберігає вільний і активний стан іона срібла. Такий стан і називається колоїдним сріблом.

Під захистом молекул води іони срібла легко проникають в організм - як через травний тракт, так і через шкіру. Циркуючи в кровеносній системі, іони срібла легко проникають у віруси, бактерії, і, з'єднавшись з дихальним ферментом, блокують його здатність передавати кисень, а також дисбалансиють процеси окислення і окисного фосфорилування, в результаті чого клітина гине [2, 3].

При цьому корисна флора кишечника не страждає, більш того, іони срібла навіть сприяють росту корисних бактерій в кишечнику. Срібло реагує не на інфекцію (як антибіотики), а на клітинну структуру. Будь-яка клітина без хімічно стійкої стінки (таку клітинну будову мають бактерії і віруси) схильна до дії срібла [6].

Знезаражувальні властивості іонів срібла в п'ять разів більші, ніж в хлору, хлорного вапна, гіпохлориту натрію. У деяких країнах з середини минулого століття функціонують водопроводи, де вода знезаражується за допомогою іонів срібла.

По різним даним, іони срібла ефективно знищують від 650 і до 700 різновидів патогенних мікробів, вірусів і грибів, тоді як спектр дії навіть самих кращих антибіотиків - 5-10 видів бактерій. Виключно "срібну воду" використовують екіпажі космічних кораблів, підводних човнів. Різні препарати на основі срібла відомі давно і широко популярні [3,7].

Одним із сучасних засобів знезараження сирого молока може бути колоїдний розчин наносрібла, який віднесений до найнижчого 4 класу токсичності за ГОСТ 12.1.007-76 за Токсикологічним паспортом Інституту екології та токсикології ім. Л.І.Медведя Міністерства охорони здоров'я України.

Цей розчин за даними авторів проявляє бактеріальну дію при безпосередньому нанесенні на мікроорганізм, але ми не знайшли даних щодо використання наносрібла для знезараження мікроорганізмів в сирому молоці.

Формулювання цілей статті. Тому завданням дослідження було вивчення бактеріцидних властивостей колоїдного розчину наносрібла в якості дезінфіканта для знезараження некондиційного молока з вмістом *E.coli*, як альтернативного методу знезараження сирого молока.

Досліджували ефективність концентрованого колоїдного розчину наночастинок срібла в харчовому гліцерині (Срібний щит-1000), який спільно розроблений за патентом України № 80513 ТОВ

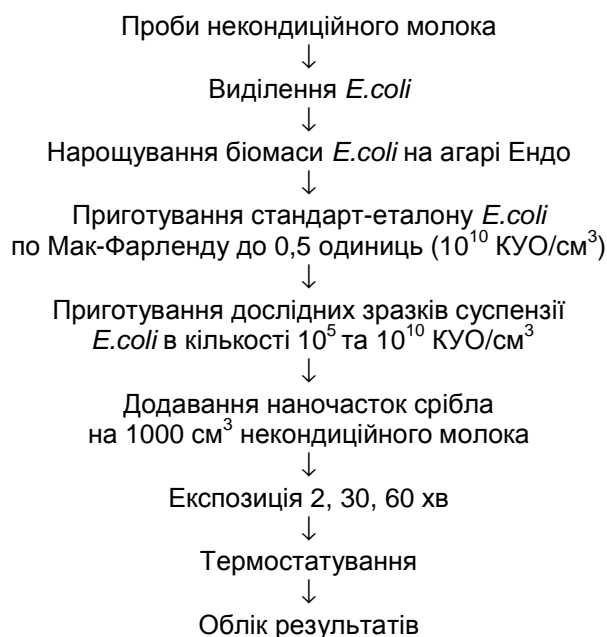
"Маркетинг надтвердих матеріалів", Україна, м.Київ, НАН України Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля та Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона. Антибактеріальну роль виконують електрично нейтральні наночастки срібла з середнім розміром діаметру 29 нм.

Зазначений розчин концентрованого наносрібла призначений для введення у харчові продукти для надання їм або поліпшення бактеріостатичних та бактерицидних властивостей, але в незбираному молоці ефективності бактерицидної дії наночастинок срібла в сирому молоці з вмістом *E.coli* авторами "Срібного щита-1000" не було досліджено.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом для досліджень було некондиційне молоко з вмістом *E.coli*, концентрований колоїдний розчин наночастинок срібла в харчовому гліцерині (Срібний щит-1000).

Мікробіологічними дослідженнями ми проводили відповідно до вимог ГОСТ 30518-97. Динаміку концентрації *E.coli* в некондиційному молоці з вмістом колоїдного розчину наночастинок срібла визначали в моделях дослідів з наступними концентраціями наночастинок срібла: 0,6 024,036 см³.

Схема проведення досліду включала наступні стадії:



Для визначення росту *E.coli* використовували селективне середовище Ендо, з типових колоній *E.coli* робили змиви та готували різні концентрації цих мікроорганізмів в фізіологічному розчині. За допомогою потенціометра по Мак-Фарленду доводили концентрацію суспензії до 0,5 одиниць (10¹⁰ КУО/см³).

Формували контрольний зразок із стерильного молока та контрольні - суміш із стерильного молока та вищезазначеної суспензії, щоб отримати наступні концентрації *E.coli* в молоці: 2,57±0,2×10⁵ та 2,23±0,1×10¹⁰ КУО/см³.

В зразки вносили наночастки срібла (Срібний щит-1000) з розрахунку 0,06; 0,24; 0,36 см³ на 1000 см³. Дослідні зразки витримували 2, 30, 60 хв, після чого їх термостатували за температури (37,0±1,0)°C протягом 24-48 год.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводили в міжкафедральній лабораторії хімічних та мікробіологічних досліджень факультету харчових технологій Сумського національного аграрного університету.

Для встановлення бактерицидної дії наночасток срібла "Срібний щит-1000" ми аналізували результати посівів зразків молока з вмістом різної концентрації мікроорганізмів *E.coli*, підготовлених за вищезазначеною схемою. При цьому врахову-

вали інтенсивність росту *E.coli* або його відсутність.

Нами було відмічено, що наночастки срібла проявляли бактерицидний ефект до *E.coli* в молоці в прямо пропорційній залежності від його кількості та експозиції.

Найменший бактерицидний ефект ми спостерігали при внесенні до 1000 см³ дослідних зразків молока 1 краплі (0,06 см³) наночасток срібла та при експозиції 2 хв, а найбільший – за умови внесення 6 крапель (0,36 см³) наночасток срібла та при експозиції 30-60 хв.

Результати досліджень молока з вмістом *E.coli* подані в таблицях 1, 2, 3.

Таблиця 1 - Ефективність інактивації *E.coli* в 1000 см³ молока при внесенні 0,06 см³ наночасток срібла (Срібний щит-1000), М±m, n = 5

Молоко з вмістом <i>E.coli</i> КУО/см ³	Експозиція, хв		
	2	30	60
	Кількість КУО/см ³		
2,57±0,2×10 ⁵	2,31±0,2×10 ^{5*}	2,19±0,1×10 ^{5*}	2,12±0,2×10 ^{5*}
2,23±0,1×10 ¹⁰	2,11±0,1×10 ^{10*}	2,02±0,2×10 ^{10*}	1,91±0,1×10 ^{10*}

Примітка: *P≤0,001 порівняно з пробами молока до внесення наносрібла

Як видно з таблиці 1, що при внесенні наночасток срібла в кількості 0,06 см³ до 1000 см³ некондиційного молока з вмістом *E.coli* 2,57±0,2×10⁵ КУО/см³ та при експозиції 2 хв, 30 хв, 60 хв концентрація *E.coli* зменшилась на 2,60±0,2×10⁴ КУО/см³, 3,78±0,1×10⁴ КУО/см³, 4,49±0,2×10⁴ КУО/см³ при цьому ефективність наносрібла становила відповідно на 10,1%, 14,7%, 17,4%.

При умові внесення наночасток срібла в кількості 0,06 см³ до 1000 см³ некондиційного молока з вмістом *E.coli* 2,23±0,1×10¹⁰ КУО/см³ та при експозиції 2 хв, 30 хв, 60 хв концентрація *E.coli* зменшилась на 1,14±0,1×10⁹ КУО/см³, 2,15±0,2×10⁹ КУО/см³, 3,24±0,1×10⁹ КУО/см³. Ефективність наносрібла становила відповідно на 5,1%, 9,6%, 14,5%.

Таблиця 2 - Ефективність інактивації *E.coli* в 1000 см³ молока при внесенні 0,24 см³ наночасток срібла (Срібний щит-1000), М±m, n = 5

Молоко з вмістом <i>E.coli</i> КУО/см ³	Експозиція, хв		
	2	30	60
	Кількість КУО/см ³		
2,57±0,2×10 ⁵	2,01±0,2×10 ^{5*}	1,39±0,1×10 ^{5*}	6,99±0,1×10 ^{4*}
2,23±0,1×10 ¹⁰	1,79±0,1×10 ^{10*}	1,23±0,1×10 ^{10*}	6,66±0,1×10 ^{9*}

Примітка: *P≤0,001 порівняно з пробами молока до внесення наносрібла

Дані таблиці 2 свідчать, що в дослідних пробах ефективність інактивації *E.coli* при концентрації цих мікроорганізмів 2,57±0,2×10⁵ КУО/см³ та при внесенні наносрібла в кількості 0,24 см³ через 2 хв експозиції кількість *E.coli* зменшилась на 5,68±0,2×10⁴ КУО/см³, через 30 хв - на 1,17±0,1×10⁵ КУО/см³, через 60 хв - на 1,87±0,1×10⁵ КУО/см³, що відповідає ефективності наносрібла 22,1%, 45,9% та 72,8%.

Ми також проаналізували дію наносрібла в кількості 0,24 см³ на *E.coli* в молоці за концентрації цих мікроорганізмів 2,23±0,1×10¹⁰ КУО/см³ при експозиції 2 хв, 30 хв, 60 хв. В цих дослідях наносрібло зменшувало кількість *E.coli* в молоці на 4,34±0,1×10⁹ КУО/см³, на 9,94±0,1×10⁹ КУО/см³, на 1,56±0,1×10¹⁰ КУО/см³, що відповідає його ефективності відповідно 19,4%, 44,5% та 70,1%.

Таблиця 3 - Ефективність інактивації *E.coli* в 1000 см³ молока при внесенні 0,36 см³ наночасток срібла (Срібний щит-1000) М±m, n = 5

Молоко з вмістом <i>E.coli</i> КУО/см ³	Експозиція, хв		
	2	30	60
	Кількість КУО/см ³		
2,57±0,2×10 ⁵	1,17±0,04×10 ^{2*}	0	0
2,23±0,1×10 ¹⁰	1,19±0,04×10 ^{2*}	0	0

Примітка: *P≤0,001 порівняно з пробами молока до внесення наносрібла

Таблиця 3 ілюструє дані, які були отримані нами при застосуванні наносрібла в найбільшій

концентрації, тобто 0,36 см³ для знезараження 1000 см³ молока від *E.coli*.

Отримані нами результати в свідчать, що у

досліді із молоком в якому концентрація *E.coli* була $2,57 \pm 0,2 \times 10^5$ КУО/см³ зазначена кількість наносрібла протягом таких термінів його дії як 2 хв, 30-60 хв зменшувала кількість *E.coli* в молоці на $2,56 \pm 0,04 \times 10^5$ КУО/см³, $2,57 \pm 0,04 \times 10^5$ КУО/см³, що становить його ефективність відповідно 99,9% та 100%.

У досліді із молоком в якому концентрація *E.coli* була $2,23 \pm 0,1 \times 10^{10}$ зазначена кількість наносрібла протягом його дії 2 хв, 30-60 хв зменшувала кількість *E.coli* в молоці на $2,22 \pm 0,04 \times 10^{10}$ КУО/см³, на $2,23 \pm 0,04 \times 10^{10}$ КУО/см³, що відповідає його ефективності відповідно 99,9%, 100%.

Отже дані таблиць 1,2,3 свідчать, що ефективність наносрібла в молоці залежить від кількості в ньому *E.coli* та від кількості внесеного наносрібла і експозиції.

Висновки

1. Альтернативним способом інактивації *E.coli* в некондиційному молоці є використання концентрованого колоїдного розчину наночасток срібла в харчовому гліцерині „Срібний щит-1000”.

2. Бактерицидні властивості розчину наночасток „Срібний щит-1000” залежать від початкової кількості *E.coli* в некондиційному молоці, а також від кількості внесеного наносрібла та терміну його дії на ці мікроорганізми.

3. Розчин наночасток срібла в харчовому гліцерині „Срібний щит-1000” за умови внесення його в кількості 0,36 см³ на 1000 см³ молока з експозицією 30 хв забезпечує 100% знезараження *E.coli* в некондиційному молоці за умови їх концентрації від $2,57 \pm 0,2 \times 10^5$ КУО/см³ до $2,23 \pm 0,1 \times 10^{10}$ КУО/см³.

Список використаної літератури:

1. ДСТУ 3662-97. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі.
2. Баранова Е.К. Сравнение действия ионов и наночастиц серебра на клетки дрожжей и кишечной палочки (*E. coli*) / Е.К. Баранова, А.А. Ревина, Л.И. Войно, В.И. Горбатюк / Наночастицы в природе. Нанотехнологии их создания в приложении к биологическим системам. Материалы 1-го Российского научно-методологического семинара (4 июня 2003 года). Москва. 2003. – С.5360.
3. Бернавски З. Коллоидное серебро - натуральный заменитель антибиотиков / З. Бернавски. - М., Корал Клаб, 1999. - 24 с.
4. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії: навч. і практ. Посібник / [Борисевич В.Б., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. та ін.]; під ред. В.Б. Борисевича та В.Г. Каплуненка. – К.: ВД. Авіцена, 2010. – 416 с.
5. Нанотехнологии. Азбука для всех. / [Под ред. Ю.Д. Третьякова]. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2008. – 368 с.
6. Eric J. Perspectives on Clinical Use and Efficacy of Silver. Rami Pedahzur, Ovadia Lev, Badri Fattal and Hillel I. Shuval The interaction of silver ions and hydrogen peroxide in the inactivation of *E. coli*: a preliminary evaluation of a new long acting residual drinking water disinfectant. / J. Eric, D.O. Rentz, MSc Historic // Water Science and Technology Vol 31 No 5-6 pp 123–129 © IWA Publishing 1995.
7. Carmen I. Nanotechnology: A new frontier in food science / I. Carmen, Moraru, Panchapakesan P. Chithra, Huang Qingrong, Takhistov Paul, Liu Sean, Kokini Jozef I. // Food Technol. – 2003. – 57. - №12 – P. 24-29.

*В статье изложены результаты обеззараживания *E.coli* в некондиционном молоке коллоидным раствором наночастиц серебра в составе “Серебряного щита-1000”. Эффективность обеззараживания достигается при внесении раствора “Серебряный щит-1000” 0,36 см³ на 1000 см³ молока, в котором количество *E.coli* находится в пределах от $2,57 \pm 0,2 \times 10^5$ до $2,23 \pm 0,1 \times 10^{10}$ КУО/см³ с экспозицией 30 хв.*

Ключевые слова: наночастицы серебра, некондиционное молоко, *E.coli*, инактивація.

*In the article the expounded results of disinfection of *E.coli* in unstandard milk by colloid solution of nanochastok of silver in composition of the “Silver shield-1000”. Efficiency of disinfection is arrived at at bringing of solution the “Silver shield-1000” of 0,36 sm³ on 1000 sm³ of milk in which amount of *E.coli* it is scope from $2,57 \pm 0,2 \times 10^5$ to $2,23 \pm 0,1 \times 10^{10}$ of sm³ with the display of 30 khv.*

Key words: nanochastki of silver, unstandard milk, *E.coli*, inaktivaciya.

Дата надходження в редакцію: 24.10.2012 р.

Рецензент: д.с.г.н., професор Г.П. Котенджи