

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-543-3-21>

**USE OF CHITOSAN NANOCOATINGS WITH HYDROXYAPATITE
($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) TO REDUCE BACTERIAL CONTAMINATION
OF EGGS IN POULTRY FARMING**

**ВИКОРИСТАННЯ ХІТОЗАНОВИХ НАНОПОКРИТТІВ
З ГІДРОКСИПАТИТОМ ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ
БАКТЕРІАЛЬНОЇ КОНТАМІНАЦІЇ ЯЄЦЬ У ПТАХІВНИЦТВІ**

Chekh O. O.

*Doctor of Philosophy,
Assistant at the Department animal
genetics, breeding and biotechnology
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine*

Чех О. О.

*доктор філософії,
асистент кафедри генетики, селекції
та біотехнології тварин
Сумський національний аграрний
університет
м. Суми, Україна*

Petrenko H. O.

*Postgraduate Student,
Assistant at the Department animal
genetics, breeding and biotechnology
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine*

Петренко Г. О.

*аспірант, асистент кафедри
генетики, селекції та біотехнології
тварин
Сумський національний аграрний
університет
м. Суми, Україна*

Sokolenko V. O.

*Student, Specialty Technology
of production and processing of animal
products
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine*

Соколенко В. О.

*студент спеціальності Технологія
виробництва і переробки продукції
тваринництва
Сумський національний аграрний
університет
м. Суми, Україна*

У сучасних технологіях обробки яєць птиці ключовими вимогами до дезінфікуючих засобів є їх здатність забезпечувати антибактеріальну дію на біокерамічний захисний шар кутикули, зменшувати бактеріальне обсіменіння протягом тривалого зберігання, не впливати негативно на інкубаційний процес та не завдавати шкоди обладнанню інкубаторію або обслуговуючому персоналу. Оскільки на сьогодні не існує універсального дезінфікуючого засобу, що відповідає всім цим вимогам, технології обробки потребують постійного вдосконалення та оптимізації, включаючи правильний підбір розчинів, дотримання

правил безпеки, а також розробку нових методів, таких як комбіновані хімічно-фізичні підходи [1, с. 65–75].

Одним з найбільш перспективних напрямів є використання природних та екологічно безпечних матеріалів для створення покриттів, які здатні ефективно захищати поверхню яєць від контамінації [2, с. 259, 3, с. 26–31]. Хітозан є таким матеріалом, оскільки його біоцидні властивості дозволяють значно знижувати ризик мікробіологічного забруднення яєць при збереженні їх якості. Поєднання хітозану з іншими біоактивними матеріалами, такими як комбінування подвійного гідроксиапатиту ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) з додаванням перекису водню (H_2O_2), значно покращує антибактеріальні властивості покриттів і підвищує їх стійкість до ультрафіолетового випромінювання після обробки. Це дозволяє створювати інноваційні біокомпозитні матеріали, які забезпечують ефективну захисну функцію без шкоди для екології.

Сучасні дослідження також показують, що наночастинки хітозану можуть підвищувати антибактеріальні властивості та стійкість покриттів, роблячи їх особливо ефективними як перед інкубацією, так і під час зберігання. Комбінація наночастинок з іншими активними речовинами відкриває нові перспективи для застосування в індустрії птахівництва.

Подвійний гідроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) є природним неорганічним фосфатом кальцію, основним компонентом кісток і зубів хребетних тварин, а також керамічних матеріалів та інших біологічних мінералів. Ця кристалічна сполука з гексагональною структурою володіє високою біоактивністю, що дозволяє їй легко взаємодіяти з органічними тканинами та використовуватися в медичних, стоматологічних і біоінженерних застосуваннях. Комбінування подвійного гідроксиапатиту може бути інтегроване в хітозанову матрицю за допомогою електрохімічної та ультразвукової обробки, що імітує біологічно активні та механічні характеристики натуральної кутикули [7, с. 10, 8, с. 5733–5735].

Застосування технології захисного нанопокриття на основі хітозан-гідроксиапатиту з додаванням (H_2O_2) для обробки яєць сільськогосподарської птиці дозволяє значно знизити ступінь контамінації яєць патогенною мікрофлорою. Ця технологія має великі перспективи для використання в країнах, які розвивають «зелені» технології виробництва продукції птахівництва, забезпечуючи екологічну безпеку та підвищену ефективність.

У дослідженні для обробки харчових та інкубаційних яєць птиці проводили хімічну обробку хітозану для досягнення потрібної молекулярної маси та покращення його розчинності, що сприяло формуванню ефективних захисних покриттів на поверхні яєць. Наносили на

шкаралупу яєць біоцидні покриття, що містять модифіковані хітозаном наночастинки, гідроксиапатит, біополімери, перекис водню, для підвищення бар'єрних та антибактеріальних властивостей.

Використовували методи ультразвукової та механохімічної активації для забезпечення рівномірного розподілу наночастинок у розчині та їх ефективного осадження на поверхні яєць, що сприяло утворенню тонкого біосумісного шару, який імітує природну кутикулу та забезпечує антибактеріальний захист. Розчини наносили на поверхню шкаралупи методом аерозольного розпилення з використанням розпилювача, що формує рідкофазовий аерозоль з розміром частинок 5–8 мкм, для забезпечення рівномірного покриття та покращення якості обробки. Проводили оцінку ефективності біоцидних властивостей покриттів шляхом мікробіологічного аналізу змивів з поверхні яєць, визначаючи динаміку бактеріального обсіменіння на 1, 3, 5 та 7 добу, що дозволяло оцінити антимікробну активність та стабільність покриттів [4, с. 122–127; 5, с. 227–232, 6].

У даному дослідженні було розроблено методику нанесення $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ на хітозанову матрицю з використанням електрохімічної та ультразвукової обробки. Ці методи дозволили досягти характеристик, які імітують біологічну активність та механічну міцність натуральної кутикули. Встановлено, що ступінь бактеріальної контамінації *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* у телятського перепела знизилася на – 97,88%, індички Hybrid Converter – 96,73%, курей кросу Lohmann LSL Classic – 98,18%. Це супроводжувалося підвищенням виводимості пташенят на 1,80–16,29% порівняно з контролем, що залежало від виду птиці та умов зберігання яєць.

Під час зберігання харчових яєць курей кросу Lohmann LSL Classic спостерігалася подовження терміну зберігання при температурі 24 °C на 38–45 діб. Це досягалося завдяки низькій газо- та вологопроникності плівки, а також її високій біоцидній активності щодо патогенних мікроорганізмів. Збільшення товщини плівки до 6–10 мкм позитивно впливало на ці показники.

У результаті дослідження було розроблено ефективну технологію обробки харчових та інкубаційних яєць за допомогою біокомпозитних покриттів на основі хітозану, гідроксиапатиту та інших біоактивних компонентів. Ця технологія забезпечує значне зниження бактеріального обсіменіння та підвищення якості яєць, що відповідає вимогам сучасного птахівництва щодо безпеки та екологічності.

Література:

1. Авдосьева І. К., Пономарьова С. А., Чайковська О. І., Крушельницька Н. В. Сучасний стан обробки інкубаційних яєць птиці дезінфікуючими засобами. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2019. Вип. 20(1). С. 65–75.
2. Бордунова О. Г. Теоретичне обґрунтування та розробка інноваційної технології передінкубаційної обробки яєць курей : дис д-ра с.- г. наук : 06.02.04 нац. аграр. ун-т. – Миколаїв, 2016. 259 с.
3. Бордунова О. Г. Деякі біотехнологічні та біофізичні аспекти «штучної кутикули» для інкубаційних яєць. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва УААН*. Харків, 2004. Вип. 87. С. 26–31.
4. Чех О. О., Бордунова О. Г., Чиванов В. Д. Вплив обробки захисними препаратами на основі комплексів «Хітозан-мідь» на зменшення маси харчових курячих яєць протягом зберігання. *Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Сер. «Тваринництво»*. 2020. Вип. 4 (43). С. 122–127.
5. Caner C., Cansiz O. Effectiveness of chitosan-based coating in improving shelf-life of eggs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007. 87(2). P. 227–232.
6. Chekh O., Bordunova O., Chivanov V., Yadgorova E., Bondarchuk L. Nanocomposite coatings for hatching eggs and table eggs. *Open Agriculture*. 2021. Vol. 6, no. 1. Pp. 573–586. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0046>
7. Maminga, Maming, et al. Fabrication and analysis of nano-hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) composites with collagen derived from eggshells through freeze-drying. *Journal of medicinal and Pharmaceutical Chemistry Research*. 2023. P. 10.
8. SAMSUDIN, Asep Muhamad, et al. Effect of pH on Nano-Hydroxyapatite Synthesis from Chicken Eggshell Prepared by Electrochemical Method. *Advanced Science Letters*. 2017. Issue. 23(6). P. 5733–5735.