

УДК: 637.4.082.474: 637.412

ШКАРАЛУПА ЯЙЦЯ ЯК БІОКЕРАМІЧНА СТРУКТУРА. ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОБРОБКИ ІНКУБАЦІЙНИХ ЯЄЦЬ

Байдевлятова О.М.*

Інститут птахівництва УААН

Резюме. В представленому огляді літератури описано роль, яку відіграє шкаралупа яйця. Розглянуті основні існуючі способи передінкубаційної обробки яєць. Наведено аналіз джерел літератури щодо обробки яєць біологічно активними речовинами для підвищення виводу і збереженості молодняка птиці. Доведено корисність розробки технології «штучна кутикула» як засобу, що здійснює біоцидну активність стосовно патогенної мікрофлори з одного боку, активує процес обміну речовин і імуностимуляції ембріону з іншого.

Ключові слова: птахівництво, технологія інкубації, яйця курей, шкаралупа, дезінфектанти, передінкубаційна обробка, біологічно активні речовини, «штучна кутикула».

Summary. The literature review concerns the role of the egg-shell and the principal methods of the egg prehatching processing. The article presents the analysis of literary sources concerning the treatment of eggs by biologically active substances for the purpose of increasing the egg hatchability and youngster preservation. It is proved the usefulness of the elaboration of «artificial cuticle» technology as a means that not only has antimicrobial effect against pathogenic microflora, but also activates the embryo metabolism and immunity.

Key words: poultry, technology of incubation, hen eggs egg-shell, disinfectants, prehatching processing, biologically active substances, «artificial cuticle».

Птахівництво – динамічна галузь, що має інтенсивні методи виробництва, високий рівень механізації та найбільший потенціал щодо швидкого насичення ринку України високоякісною продукцією. Найбільша віддача в птахівництві досягається в розрахунку на одиницю використаного корму, праці та інших матеріально-технічних ресурсів. Затрати кормів і праці нижчі в 2-3 рази, ніж в свинарстві та скотарстві. Продукція птахівництва значно дешевше, ніж свинина і баранина, що дуже важливо для України, де в більшій частині населення низька купівельна спроможність [33].

Досягнення значних обсягів виробництва яєць і м'яса птиці можливе за рахунок безперебійного забезпечення товаровиробниками високоякісною і різноманітною птицею, яка була б пристосована до використання в різних

* аспірант, науковий керівник Бордунова О.Г.

типах господарств, а саме в умовах інтенсивного ведення птахівництва та невеликих фермерських господарствах [1] і підсобних господарствах населення.

Від якості інкубаційних яєць залежить рівень важливих біоекономічних показників – виводу молодняку, життєздатності і продуктивності птиці. Однією з важливих умов ресурсозбереження є підвищення інкубаційних якостей яєць [15]. У сучасному птахівництві це досягається за рахунок селекційних та технологічних факторів. У процесі інкубації яєць сільськогосподарської птиці є багато специфічних особливостей, які можна використовувати для управління процесом розвитку птиці [36, 35].

Специфіка онтогенезу птиці полягає у тому, що ембріон розвивається поза материнським організмом у зовнішньому середовищі. Дуже жорсткі умови, що об'єднують, з одного боку, відсутність у зовнішньому середовищі придатних для живлення ембріона речовин, а з іншого, вплив на ембріон безлічі несприятливих абіотичних і біотичних факторів (перепади температури, вологості, складу газової атмосфери, токсиканти, мікроорганізми і т.д.), обумовили появу у ході еволюції такої складної захисної системи для розвитку ембріонів, як яйце птиці. До складу яйця входять, крім ембріона, запаси поживних речовин (білки і ліпіди) і складна система захисних бар'єрів, призначена для підтримки відносної сталості внутрішнього середовища, захисту ембріона від контамінації мікроорганізмами, газообміну. Шкаралупа є вторинною оболонкою яйця, що безпосередньо граничить із зовнішнім середовищем, і виконує захисну функцію і функцію газообміну. Завдяки мінералізації шкаралупа має високу міцність, при тому що товщина її невелика. Порівняно тонкий мінералізований шар шкаралупи армований органічним матриксом, що різко підвищує її міцність [23, 43]. Для успішного розвитку ембріона потрібно постійне надходження кисню для дихання і виділення вуглекислого газу. Газообмін здійснюється досить ефективно завдяки наявності великого числа пор, що пронизують її, і сітчастої мікроструктури підшкаралупних мембран, а також унаслідок розташування бластодиску на мінімальній відстані від стінки яйця й утворення повітряної камери [45]. Наявність органічних (білково-полісахаридних) лінійних і розгалужених макромолекул перетворює шкаралупу яйця птиці у міцний, відносно легкий «біобетон» («біокераміку»), що складається приблизно на 95% з карбонату кальцію у виді кристалів кальциту (CaCO_3) і на 5% з органічного матеріалу, що міститься в основному у двох підшкаралупних мембранах і так званому матректі, локалізованому в самому мінералізованому шарі, або, іншими словами, у нативній шкаралупі [53].

Дослідженнями останніх років переконливо доведено, що шкаралупа пташиних яєць являє собою складне за морфологічними та біохімічними параметрами утворення, структура котрого подібна до композитних матеріалів [44, 47, 51, 54, 64]. Останнє надало підставу для поновлення уяви щодо шкаралупи, яка до цього часу розглядалась як суцільний шар

неорганічної речовини, а саме кальциту (CaCO_3). І сучасне визначення шкаралупи пташиного яйця виглядає таким чином: "шкаралупа являє собою біокерамічну структуру, базовою складовою якої є кальцит, а морфоутворюючими чинниками - протеїни та пептиди" (S.Solomon, 1999). Поверхня біокристалічного шару шкаралупи вкрита тонкою плівкою-мембраною, до складу якої входять полісахариди, глікопротеїни і ліпіди, вміст яких варіює в залежності від генетичних чинників, умов утримання і годівлі птиці. Основна функція кутикули полягає в захисті інкубаційного яйця від контамінування патогенною мікрофлорою і, що найбільш важливо, регулюванні швидкості втрати яйцем води та інтенсивності двосторонньої дифузії газів і здійсненні таким чином впливу на перебіг ембріогенезу. Останніми роботами дослідників з групи проф. E.Peebles (1998) показано, що морфологічні характеристики та хімічний склад кутикули інкубаційного яйця, зокрема вміст в ній ліпідів, здійснюють непередбачено потужний вплив на обмін речовин не тільки ембріонів, що розвиваються, але і на такий на перший погляд віддалений показник, як споживання корму курчатами в постембріональний період. Молекулярний механізм зазначеного впливу полягає в регулюванні процесів газообміну ембріону протягом інкубації [52].

Отже, якість шкаралупи має велике значення, оскільки від неї залежать: бій яєць (зовнішня і внутрішня насічка, витікання); здатність до тривалого зберігання; мікробна безпека і їх виводимість. Встановлено, що коли якість шкаралупи погіршується, тоді змінюється її структура, а отже, збільшується проникнення через неї бактерій. Під час інкубації яєць із тонкою шкаралупою зменшується вивід молодняку, бо в таких яйцях або більше пор – і ембріони підсихають у процесі інкубації, або їх мало, і ембріони захлинаються надлишком навколоплідної рідини, яка випаровується повільно [18].

Втрати племінних господарств, зумовлені низькою якістю шкаралупи, складають 13-15% від сумарної кількості інкубаційних яєць. Враховуючи можливу контамінацію інкубаційних яєць патогенною мікрофлорою через погіршення якості шкаралупи і порушення захисних бар'єрів, потенційні втрати можуть значно збільшуватися, що особливо актуально для птахівничих господарств країн СНД, які характеризуються підвищеною кількістю патогенної мікрофлори в навколишньому середовищі [45].

Отже, однією з важливих проблем, яку потрібно розв'язати, є заходи для запобігання погіршенню якості інкубаційних яєць і, як наслідок, виводу молодняку. Погіршення якісних показників пов'язано, насамперед, з порушенням морфо-біохімічних параметрів захисних біокерамічних структур яєць – шкаралупи і шкаралупних мембран, що призводить до бою яєць, підвищення відходу і контамінації інфекційними агентами молодняку птиці, а також зниження показників імунної резистентності. [46, 49, 50].

Відомо, що від якості яєць залежать результати їх інкубації [2]. При цьому якість яєць вимірюється не тільки вмістом в них поживних, біологічно активних речовин, але і санітарно-ветеринарними умовами отримання і збереження яєць як до, так і у період їх інкубації [3].

Основна мета інкубації яєць полягає в одержанні якомога більше здорового та кондиційного молодняку. Але це, а саме показник виводу молодняку, залежить від багатьох чинників одним із яких є рівень мікробного забруднення яєць [34].

Значне число інфекційних захворювань птиці передається через яйце. Так, навіть на свіжовідкладеному яйці виявляється до 10 тис. бактерій. В повітрі пташника налічується від 1,5 до 5,6 млн/м³ мікроорганізмів, що накопичуються і на шкаралупі яєць, де їх число може змінюватися від 300 тис. до 3 млн. і більше. Тому дезінфекція яєць в промисловому птахівництві має велике значення в протиепізоотичному і економічному аспектах [5].

Для передінкубаційної обробки яєць використовують різні дезінфектанти. Але неперевершеним за ефективністю серед них є формалін [34]. Одним з поширених способів дезінфекції яєць є їх обробка парами формальдегіду в спеціальних камерах, контролюючи температуру (від 20 до 37⁰С) і відносну вологість (70-90%). Але використання формальдегіду небезпечно як для персоналу підприємств, так і для кінцевого споживача готової продукції. Міжнародне бюро з ракових досліджень віднесло формальдегід до речовин, що здійснюють канцерогенну дію на людей і тварин. Тому в країнах Європи використання парів формальдегіду заборонено.

Для дезінфекції яєць рекомендується і озон, що отримується шляхом електросинтезу на спеціальних установках "Озон-2М", "Озон-2М-02", ДС-1, ОП-4, "Озон-180" та ін. Обробку яєць озоном проводять в концентрації 0,3-1 г/ м³ протягом 60 хвилин при температурі 15-20⁰С та відносній вологості 50-70% [31].

Однак вищезазначені способи дезобробки достатньо ефективні тільки при дезінфекції чистих яєць, оскільки озон і пари формальдегіду не спроможні проникати під шар забруднення на шкаралупі. Тому в останній час широке розповсюдження набула волога дезінфекція з використанням водних розчинів різних миючих та дезінфікуючих препаратів на основі поверхнево-активних речовин (ПАР) [33]. ПАР містять як кислотні, так і основні групи і в залежності від рН середовища виявляють себе аніоноактивними (рН >7) чи катіоноактивними (рН <7). До катіоноактивних ПАР належать, зокрема, четвертинні амонієві сполуки (ЧАС) [10]. ЧАС широко використовують у ветеринарії і медицині як дезінфектанти, що мають противірусні властивості [7, 21]. Бактерицидну активність ЧАС прийнято пояснювати: 1) інактивуванням специфічних ферментів мікроорганізмів; 2) загальною денатурацією білків клітини; 3) порушенням мембранних структур мікроорганізмів; 4) впливом на ферменти систем енергозабезпечення клітини, зокрема на ферменти дихального ланцюга мітохондрій [21].

У вітчизняному промисловому птахівництві знайшли застосування деякі дезінфектанти на основі ЧАС. Найбільш розповсюдженими з них є наступні препаративні форми: «АТМ», «АТМ-арома», «АТМ-екстра» [26, 28], «Бактерицид» [40], «ВВ-1» [2, 5, 38]. Діючі речовини даних препаратів

досить дешеві, оскільки вони являють собою переважно неочищені складні суміші близьких по будові сполук, що використовуються у великих обсягах у промисловості в якості антистатиків, модифікаторів поверхонь і інших реактивів технічного призначення.

Відзначимо, що ЧАС у високих концентраціях спричиняють біоцидну дію, а в малих стимулюють розвиток живих організмів. Ця закономірність є фундаментальною для всіх катіонних ПАР [10].

Підвищення виводимості яєць і життєздатності молодняку – одна з важливих проблем промислового птахівництва. Вирішення її певною мірою пов'язано з використанням сучасних наукових досягнень [4]. Резервом підвищення виводимості яєць і виводу молодняку може бути стимуляція біологічних процесів в організмі ембріонів фізичними факторами: ультрафіолетом, іонізуючим випромінюванням і лазерними променями [11].

Опромінення інкубаційних яєць перед закладкою за допомогою спеціальної лазерної установки прискорює розвиток зародку на всіх періодах інкубації, знижується смертність ембріонів на ранніх стадіях розвитку [3].

Ультразвук використовують в біології та медицині протягом досить довгого часу з терапевтичною та діагностичною метою [39]. Ультразвуку притаманні властивості підвищувати проникність клітинних мембран, прискорювати метаболічні процеси внаслідок інтенсифікації внутрішньо- та міжклітинної дифузії біомолекул, стимулювати за умов малої інтенсивності (до 2-3 Вт/см²) при частоті 10⁵-10⁶ Гц розвиток тканин, окремих органів та суцільного організму протягом ембріогенезу та постембріонального розвитку [53]. Зокрема, В. Акопян та ін. використовували ультразвук з метою як недеструктивного транспорту антибіотиків (сонофорезу) через шкаралупу в середину неушкодженого яйця, так і підвищення показника виводимості курчат внаслідок стимуляції ембріонів [32].

З розвитком біотехнології в останньому десятиріччі набуло актуальності використання різноманітних біологічно активних речовин (далі БАР) з метою безпосереднього або опосередкованого керування ембріогенезом сільськогосподарської птиці. Вражає ступінь різноманіття цих біологічно активних сполук за хімічною природою. Аналіз джерел літератури свідчить: глибинна обробка яєць біологічно активними речовинами для підвищення виводу і збереженості молодняку птиці має важливе значення для інтенсифікації сучасного птахівництва. Доведено, що введення БАР в яйце за допомогою активного транспорту значно впливає на подальший ембріональний розвиток, а через нього і на кінцеві результати інкубації. В цьому зв'язку застосування БАР порівняно з іншими способами ембріональної стимуляції більш перспективне. По-перше, введення БАР порівняно з використанням лазерного світла, електромагнітного поля, ультрафіолетового випромінювання та іонізуючої радіації менше пошкоджує ембріон. По-друге, передінкубаційна обробка БАР, з одного боку, ліквідує можливий їх дефіцит в яйці, а з другого – створює додатковий запас, що оптимізує перебіг метаболізму і сприяє прискоренню ембріонального

розвитку птахів, поліпшує вивід, життєздатність і стійкість щодо інфекційних захворювань [17, 30].

Надзвичайного поширення в птахівництві набули БАР для попередження ураження яєць інфекційними агентами, керування газообміном протягом інкубації і навіть коректування статі птиці. Останнє експериментально показано М. Моттагіталабом та Е. Валізаде [60], які довели, що введення на ранніх стадіях ембріогенезу до інкубаційного яйця *in ovo* екстрактів часнику призводить до вірогідного підвищення кількості півників в потомстві. Механізм дії екстракту обумовлений специфічним інгібуванням ферменту ароматази.

Останнім часом увага дослідників спрямована на БАР природного походження, що обумовлене в першу чергу доступністю сировини та надзвичайно широким спектром біостимулюючих та біоцидних активностей [56, 57]. БАР заслуговують на увагу і зважаючи на нагальну тенденцію до зниження використання в птахівництві країн ЄС антибіотиків, по-перше, і екологічну безпеку та високу біологічну активність природних препаратів, по-друге [6]. Наведемо деякі найбільш поширені лікарські рослини, які використовують в птахівництві, зокрема в інкубації, що містять БАР переважно вторинного походження:

- *Горіх волоський (Juglans regia)*. Екстрактам з горіху притаманна бактерицидна та противірусна активності.
- *Елеутерокок колючий (Eleuterococcus senticosus Maxim)*. Посилює синтез РНК і виявляє адаптогенну дію.
- *Ехінацея пурпурова (Echinacea purpurea Moench)*. Їй притаманна бактеріостатична, фунгіцидна, вірусостатична та протизапальна активності. Препарати ехінацеї належать до потужних рослинних стимуляторів імунної системи.
- *Золотий корінь (Rhodiola rosea L)*. Потужний адаптоген організму щодо негативних чинників.
- *Нагідки лікарські (календула) (Calendula officinalis L)*. Застосовують, насамперед, як антесептичний, бактерицидний та протизапальний засоби.

Вагомий фітотерапевтичний потенціал постульований для БАР, отриманих з моркви дикої (*Daucus carota L*), обліпихи крушиноподібної (*Hippophae rhamnoides L*), полину гіркокого (*Artemisia absinthium L*), ромашки лікарської (*Matricaria recutita (Chamomilla L)*), сосни лісової (*Pinus silvestris L*), тополі чорної (*Populus nigra L*), цмину піскового (*Helichrysum arenarium L*), чистотілу звичайного (*Chelidonium majus L*), ялівця звичайного (*Juniperus communis L*) [13,19, 24].

Але, незважаючи на досягнуті результати при використанні БАР для глибинної обробки яєць, цей процес на сьогодні є досить трудомістким, а тому не набув широкого впровадження на інкубаторних підприємствах. Для

подальшого його удосконалення та введення в яйце БАР потрібні нові методичні підходи [17, 25].

Наприклад, проблема перенесення молекул органічних речовин, в тому числі і БАР, через біокерамічні захисні структури яєць у повному обсязі і досі не вирішена. Це пов'язане, по-перше, з труднощами проведення адекватного моделювання транспортних процесів в багатокомпонентній системі, до якої входять як тверді фази, зокрема кристалічна кальцитна структура, так і колоїдні глікопротеїдні компоненти, а також ліпіди [59].

Одним з перспективних підходів у сучасному промисловому птахівництві є розробка технологій щодо збагачення *in ovo* інкубаційних яєць поживними речовинами, вітамінами і стимуляторами росту [53, 55], а також проведення вакцинації *in ovo*. Зазначені технології передбачають введення БАР у яйце як механічно, що порушує цілісність шкаралупи, так і недеструктивними методами. Технологія першого типу полягає у застосуванні багатоканальних шприцевих дозаторів фірми Embrek (США). З 1999 року ця фірма пропонує птахівникам автоматичний комп'ютеризований комплекс для перенесення БАР в середину інкубаційних яєць за технологією *in ovo*. Комплекс являє собою багатоканальний дозатор, за допомогою якого можна ввести 0,1 мл вакцини в 100-150 інкубаційних яєць одночасно. Введення проводять 1 см голкою, котра входить в широку частину яйця на глибину 0,5 см. Друга група технологій перенесення БАР в середину яєць не потребує механічного руйнування шкаралупи. Використовується залучення до процесу транспорту БАР фізико-хімічних чинників, зокрема дифузійних процесів (занурення у розчини БАР перед інкубацією) [37] та дії ультразвуку (фонофорез, сонофорез) [16].

В останні роки набули поширення трансдермальні підсилювачі проникності з групи терпенів: L-ментол, D-лимонен, ментон, карвон і 1-8 цинеол [58, 63, 65, 66].

Нарешті, в якості молекул-«транспортів» використовують циклодекстрини [48]. Їм притаманна здатність включати неполярні молекули або частини останніх до гідрофобної порожнини.

Альтернативним варіантом є розробка та вдосконалення технології «штучної кутикули» для інкубаційних яєць, що дістала назву «ARTICLE» (ARTIficial cutiCLE). Основи досліджень в зазначеному напрямку проведені групою професора А.Б.Байдевлятова в 1991-2003 рр. Ними використані сполуки четвертинного амонію (ЧАС) в якості перспективних дезінфектантів для промислового птахівництва [29]. Пізніше фахівці з фірми CID Line (Бельгія) розробили подібну технологію для обробки інкубаційних яєць [56]. На цей час в СНАУ ведуться перспективні дослідження в напрямку розробки захисних покриттів для інкубаційних яєць курей [8, 9]. З використанням, зокрема, нанокompозитів хітозану (природний полісахарид, харчове волокно, що отримується із панцира червоного краба, володіє властивостями сорбента, стимулятора імунітету і є відмінним біологічним транспортером) [27, 59, 62] та продуктів бджільництва (прополіс - бджолиний клей) [22, 45].

Є усі підстави сподіватися, що в недалекому майбутньому будуть розроблені антибактеріальні і противірусні препарати «подвійної дії» для нанесення на поверхню біокерамічних матеріалів (шкаралупа інкубаційних яєць), особливість яких полягає в одночасному прояві протилежних видів біологічної активності (з одного боку – біоцидної активності стосовно патогенної мікрофлори, з іншого – активації процесу обміну речовин і імуностимуляції ембріону, що розвивається) у залежності від хімічного складу штучних захисних плівок, що формуються на поверхні інкубаційних яєць із зазначених препаратів.

Список літератури

1. Архангельська М. В. Зв'язок морфо-фізичних показників яєць із їх виводимістю, виводом та живою масою курчат /М. В. Архангельська // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2008. – Вип. 61. – С. 68-70.
2. Байдевятов А. Б. Екологічно чисті і високоефективні засоби для передінкубаційної обробки яєць, інкубаторів, технологічного обладнання пташників (ВВ-1) і прихованих вогнищ інфекції (ВВ-5) / А. Б. Байдевятов // Шляхи прискорення науково-технічного прогресу у птахівництві. - Суми, 1999. – С. 244-254.
3. Бессарабов Б. Ф. Практикум по инкубации и эмбриологии с/х птицы / Бессарабов Б. Ф. - М., 1982. - 144 с.
4. Бессарабов Б. Стимуляция развития эмбрионов кур / Б. Бессарабов, Е. Петров // Птицеводство. – 1982. - № 10. – С. 32.
5. Бордунова О. Г. Деякі аспекти молекулярного механізму біоцидної дії дезінфектанта «ВВ-1» / О. Г. Бордунова, Ю. А. Байдевятов, В. Д. Іванов // Вісник аграрної науки. - 1999. - № 12. - С. 43-45.
6. Бордунова О. Г. До питання захисних покриттів для інкубаційних яєць / О. Г. Бордунова, Т. О. Чернявська, В. Д. Іванов // Вісник аграрної науки. – 2005. - № 9. – С. 40-43.
7. Бордунова О. Г. Екологічно безпечні дезінфектанти для птахівництва / О. Г. Бордунова // Вісник аграрної науки. - 2001. - № 7. - С. 30-33.
8. Бордунова О. Г. Математична модель для прогнозування якісних показників захисних структур інкубаційних яєць курей, які зазнали негативних чинників довкілля / О. Г. Бордунова // Вісник СНАУ. Серія «Тваринництво». – 2002. - Вип. 7. – С. 27.
9. Бордунова О. Г. Метод мягкоионизационной масс-спектрометрии в определении механизмов взаимодействия дезинфицирующих препаратов с оболочками и скорлупой инкубационных яиц кур / О. Г. Бордунова, В. Д. Чиванов, А. Б. Байдевятов // Сельскохозяйственная биология. - 1997. - № 2. - С. 78-82.
10. Бордунова О. Г. Молекулярні аспекти біоцидної дії дезінфектантів на основі четвертинних амонієвих сполук (ЧАС). Морфологія плівок

- ЧАС на поверхні інкубаційних яєць / О. Г. Бордунова // Ветеринарна медицина: міжвід. темат. наук. зб. /ЛЕКВМ.– Харків, 2000. - Т. 78 (II). - С. 23-34.
11. Гончаренко Н. А. Лазерное облучение яиц индеек / Н. А. Гончаренко, А. А. Дуюнова // Сучасне птахівництво. - 2008. - № 10. — С. 24-25.
 12. Дезинфекция инкубационных яиц при промышленной инкубации : [методические рекомендации]. - М. : Московская ветеринарная академия, 1983. - 34 с.
 13. Дія екстракту ехінацеї пурпурної на біохімічні показники крові курчат / Г. А. Красников, В. С. Антонов, О. Г. Куцан [и др.] // Збірник матеріалів міжнарод. наук. практ. конф. «Розвиток ветеринарної науки в Україні: здобутки і проблеми» (24-26 вересня, 1997, Харків). - 1997. - С. 27.
 14. Добренко А. Обработка яиц в магнитном поле / А. Добренко, П. Хвосторезов // Птицеводство. - 1999. - № 4. - С. 21-22.
 15. Дядичкина Л. Качество яиц – залог успешной инкубации / Л. Дядичкина // Птицеводство. – 2008. - № 3. - С. 21-23.
 16. Дяченко Л. С. Ефективність селену в передінкубаційній обробці яєць і годівлі курчат / Л. С. Дяченко, Ю. О. Погибельна // Вісник аграрної науки. – 2003. - № 8. – С. 37-40.
 17. Иванов В. О. Влияние биологически активных веществ, введенных химическим способом в яйцо, на выводимость яиц мясных и яичных птиц / В. О. Иванов // Сучасне птахівництво. - 2004. - № 4. - С. 2-3.
 18. Коваленко А. Якість шкаралупи яєць і шляхи її поліпшення / А. Коваленко, І. Степаненко // Пропозиція. – 2005. - № 8-9. – С. 126-128.
 19. Лікарські рослини: енциклопедичний довідник / [ред. А. М. Гродзинський]. – К. : Вид-во «РЕ» ім. М. П. Бажана, Український комерційно – виробничий центр «Олімп», 1992. – 544 с.
 20. Мамукаев М. Н. Физиологические показатели, выводимость и жизнеспособность цыплят бройлеров при светолазерной активации яиц : автореф. дис. на соискание учёной. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.02 / М. Н. Мамукаев. – Б., 1988. – 18 с.
 21. Мартынов Г. Н. Фармако-токсикология дезинфектантов на основе ЧАС и их применение в птицеводстве : автореф. дис. на соискание учёной. степени канд. вет. наук : спец. 03.00.07 / Г. Н. Мартынов. – К., 2002. - 36 с
 22. Машковский М. Д. Лекарственные средства / Машковский М. Д. – Москва : «Медицина», 2003. – 560 с.
 23. Мертешев С. Микроструктура и прочность скорлупы / С. Мертешев, Л. Куликов // Птицеводство. - 1988. - № 12. - С. 27-28.
 24. Нестеров В. В. Дезинфекция инкубационных яиц и стимуляция эмбрионального развития кур путем использования экологически чистых препаратов : автореф. дис. на соискание учёной. степени канд. вет. наук : спец. 03.00.07 / В. В. Нестеров. – М., 2000. - 16 с.

25. Николаев А. Л. Соносенсбилизация материалов для направленного транспорта лекарственных веществ / А. Л. Николаев, Д. С. Чичерин, И. В. Мелихов // Журнал Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева. - 2002. - № 3. - С. 75-79.
26. Николаенко В. Препарат для аэрозольной обработки яиц / В. Николаенко, И. Цапко, И. Шестаков // Птицеводство. – 1995. - № 1. – С. 24-25.
27. Озерин А. Н. Нанокompозиты на основе модифицированного хитозана и оксида титана / А. Н. Озерин // Высокомолекулярные соединения. - 2006. - Т. 48, № 6. – С. 983-989.
28. Препарат АТМ. Наставление по применению препарата АТМ для дезинфекции объектов птицеводства - 20.05.99. № 1100/1299-115 /Ставропольский НИИ животноводства и кормопроизводства. Департамент Госсанэпиднадзора Минздрава РФ. - 1999.
29. Препарат для дезинфекции яиц / А. Б. Байдевятков, А. Белоус, В. Санталов [и др.] // Птицеводство. - 1991.- № 9. - С. 5-6.
30. Приймак В. В. Вплив біологічно активних речовин на виведення і життєздатність качок кросу «Благоварський» / В. В. Приймак // Таврійський науковий вісник. – 2004. - № 30. - С. 151-153.
31. Прокудина Н. А. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы / Н. А. Прокудина, Ю. А. Рябокoнь, В. В. Рябокoнь. – Х. : «НТМТ», 2008. – С. 264-265.
32. Рыхлецкая О. С. Повышение инкубационного качества яиц / О. С. Рыхлецкая, Г. Н. Шангин-Березовский, В. Б. Акопян // Проблемы биологии и патологии с.-х. животных. - 1987. - С. 55-58.
33. Рябокoнь Ю. А. Состояние и научное обеспечение отрасли птицеводства 2001 – 2005 гг. // Птахівництво : міжвід. темат. наук. зб. /ІП УААН.– Харків, 2006. - В. 58. - С. 10.
34. Сахацький М. І. Ефективність передінкубаційної обробки яєць різними дезінфектантами / М. І. Сахацький, Мо'авія Мохаммад Афнан Альматарнех // Птахівництво: міжвід. темат. наук. зб./ ІП УААН.- Харків, 2006. – В. 58. – С. 571-577.
35. Сахацкий Н. И. Разработка и внедрение новых методов селекции и биотехнологии в птицеводстве / Н. И. Сахацкий // Новые методы селекции и биотехнологии в животноводстве. – Киев, 1991. – Ч.1. – С. 23-25.
36. Сергеева А. М. Технология инкубации яиц индеек / А. М. Сергеева // Эффективные технологии производства продуктов птицеводства. – М., 1998. – С. 113.
37. Фонофорез антибиотиков в яйцо / В. Б. Акопян, О. Рыхлецкая, Г. Зарубина [и др.] // Птицеводство. – 1988. - № 3. – С. 34.
38. Царенко О. М. Економічні основи використання ресурсозберігаючих, екологічно чистих і безвідходних технологій у тваринництві і птахівництві / О. М. Царенко. – Суми: ВаТ “СОД” видавництво “Козацькій вал”, 2002. – С. 431-432.

39. Эльпинер И. Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие / Эльпинер И. Е. – М. : Наука, 1963. – 458 с.
40. Яйця інкубаційні: ДСТУ 4655 : 2006. Технологія передінкубаційного оброблення. Основні параметри.
41. Якіменко І. Л. Регуляторна дія монохроматичного видимого світла нетеплової інтенсивності на розвиток піці (за функціонуванням енергетичної, гідроксилуючої та антиоксидантної систем) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.02 / І. Л. Якіменко. – К., 2003. – 34 с.
42. Ярошенко Ф. Сучасні світові тенденції розвитку птахівництва / Ярошенко Ф. - К. : Новий друк, 2003. – 335 с.
43. Arias J. L. Avian eggshell as a template for biomimetic syntesis of new materials / J. L. Arias, J. I. Arias, M. S. Fernandez // Handbook of Biomineralization / Eds. E. Baeuerlein, P. Behrens, M. Epple.-Weinheim.-Wiley-VCH, 2006. - Vol. 2. - P. 38-64.
44. Belyaving C. G. Eggshell structure as an indicator of shell quality / C. G. Belyaving, S. E. Solomon // Bain Proc. of the 4-th European Symposium on quality of eggs and egg products. Beek-bergen, Netherlands, 1991. - P. 342-346.
45. Bordynova O. A new express-method for the determination of the antibacterial activity of disinfectantas based on surface-active substances / O. Bordynova, V. Chivanov, A. Baidevlatov // The poultry Industry Towards 21ST Century: 10-tn European Poultry Conference. – Jerusalem, Israel, June 21-26. – 1998. – P. 106.
46. Deeming D. C. Is the quality of egg setting driving down your hatchability? / D. C. Deeming // Poultry International. – 2001. - V. 40, № 7. - P. 34-38.
47. Deeming D. C. Taking hatchery management into the 21ST century / D. C. Deeming // Poultry International. – 2002. – Vol. 41, № 3. – P. 8-15.
48. Dominguez-Vera J. M. The effect of avian uterine fluid on the growth behavior of calcite crystals / J. M. Dominguez-Vera, J. Gautron, J. M. Garcia-Ruiz // Poultry Sci. - 2000. - Vol. 79. - P. 901-907.
49. Duchêne D. Cyclodextrins and carrier systems / D. Duchêne, D. Wouessidjewe, G. Ponchel // J. Control. Release. - 1999. - Vol. 62. - P. 263–268.
50. Effect of limonene and related compounds on the percutaneous absorption of indomethacin / H. Okabe, K. Takayama, A. Ogura [et al.] // Drug Design. Deliv. - 1989. - Vol. 4. - P. 313-321.
51. Eggshell proteins and shell strength : Molecular biology of eggshell matrix proteins and industry applications / M. T. Hincke, M. Maurice, Y. Nys [et al.] // Egg Nutrition and Biotechnodgy / Eds.: J.S. Sim, S. Nakai, W. Guenter. – Wallingford : CAB International , 2000. - P. 447-461.
52. Fasenko G. Improving hatchability / G. Fasenko // Poultry International. - 2003. - Vol. 42, № 7. - P. 56.

53. Gavrillov L. R. Use of focused ultra-sound for stimulation of nerve structures Ultrasonics / L. R Gavrillov // Poultry International. - 1984. – Vol. 22. – P. 132-138.
54. Heuer A. H. Innovative materials processing strategies : a biomimetic approach / A. H. Heuer, D. J. Fink, V. L. Laraia // Science. – 1992. – Vol. 255. – P. 1098-1105.
55. In Ovo administration of recombinant human insulin-like growth factor-1 alters postnatal growth and development of the broiler chicken / H. Kocamic, D. C. Kirkpatrick-Keller, H. Klandorf [et al.] // Poultry Sci. – 1998. – Vol. 77.- P. 1913-1919.
56. Linden J. New in the hatchery / J. Linden // Poultry International. - 2002. - Vol. 41, № 3. - P. 16-19.
57. Loébmann P. Soluble Powders as Precursors for TiO₂ Thin Films / P. Loébmann // Journal of Sol-Gel Science and Technology. - 2005. - Vol. 33. - P. 275–282.
58. Lourens Ir. A. CID 2000 : Promising Alternative For Desinfecting Hatching Eggs With Formalin / Ir. A. Lourens // CID Line. - Belgium. - 2001. – 5 p.
59. Manoharan S. S. Sonochemical Synthesis of Nanomaterials / S. S. Manoharan, M. L. Rao. // H. S. Nalwa Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology.-2004. - Vol. 10. - P. 67-82.
60. Measuring the conductance of the eggshell to adapt incubation humidity / F. Bamelis, K. Tona, J. De Baerdemaeker [et al.] // International Hatching Practice. - 2003. - Vol. 17, № 3. - P. 22.
61. Mottaghitalab M. Garlic extract and aromatase interactions on sex differentiation in chicks / M. Mottaghitalab, E. Valizadeh // British Poultry Science. - 2002. - Vol. 43. – P. 62.
62. Neira-Carrillo A. Obtainment of polymeric materials from polysiloxane-chitosan composites as template for biomimetic crystallization / A. Neira-Carrillo, J. L. Arias, M. S. Fernandez // Biomineralization, from Paleontology to Materials Science. - Santiago. – Chile, 2006. - P. 20-41.
63. Rodriguez – Navarro A. Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages / A. Rodriguez – Navarro, O. Kalin, Y. Nys // British Poultry Sci. – 2002. – Vol. 43, № 3. – P. 395-403.
64. Solomon S. E. Eggshell quality: A structure evaluation / S. E Solomon // Poultry International. – 1985. – Vol. 11. – P. 58-62.
65. Takayama K. Formula optimization based on artificial neural networks in transdermal drug delivery / K. Takayama, J. Takahara, M. Fujikawa // Journal of Controlled Release. - 1999. - Vol. 62. - P. 161–170.
66. Takayama K. Terpenes as percutaneous absorption promoters / K. Takayama, Y. Kikuchi, Y. Obata // S.T.P. Pharm. Sci. - 1991. - Vol. 1. - P. 83-88.