

УДК: 637.4.082.474

## ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ УМОВ ПЕРЕДІНКУБАЦІЙНОГО ЗБЕРІГАННЯ ЯЄЦЬ

Шоміна Н.В., Ткаченко С.М.  
Інститут птахівництва УААН

**Резюме.** В роботі наведено огляд літератури з питань передінкубаційного зберігання яєць та можливих шляхів його оптимізації.

**Ключові слова:** яйця, білок, жовток, ембріон, зберігання, азот, вуглекислий газ.

**Summary.** The article contains the materials on questions concerning egg storage before incubation and some ways of optimization of storage conditions.

**Key words:** eggs, albumen, yolk, embryo, storage, nitrogen, carbon dioxide.

Створення високопродуктивних кросів, перехід на нетрадиційні джерела живлення птиці, різке обмеження її життєвого простору, постійне нарощування яєчної та м'ясної продуктивності призвело до досить суттєвих змін в будові та фізико-хімічних властивостях яєць. Це примушує вчених та практиків внести певні зміни до вимог з якості інкубаційних яєць, режимів їх зберігання та інкубації [2].

Вплив передінкубаційного зберігання яєць на виводимість є предметом багаторічних досліджень [14, 17, 25, 26, 39], але сучасна теорія не пропонує ніякого пояснення суперечливій інформації, яку ми маємо на даний час.

Пташине яйце швидко втрачає свої первинні властивості, тому не може витримувати довготривалу перерву у розвитку (латентний період) і вже через декілька днів зберігання стає малопридатним для інкубації.

Встановлено, що зберігання яєць з моменту знесення до закладання в інкубатор не повинне перевищувати для яєць курей та качок 5-6 днів, індичок – 8, гусей та цесарок – 8-10 днів. Кожний додатковий день зберігання збільшує смертність ембріонів приблизно на 1 % та тривалість інкубації, в середньому, на 1 годину [7]. Загальновідомо, що разом зі зниженням виводимості якість курчат в результаті зберігання також знижується. Наприклад, зниження темпів росту до забійного віку спостерігали у курчат породи Кобб після тижневого зберігання інкубаційних яєць. Курчата, які вивелись з цих яєць, мали меншу вагу (на 200 г) на 42-й день життя у порівнянні з курчатами, які вивелись з яєць, що зберігали один день [4]. Слід відзначити, що імунний статус курчат залежить від вмісту захисних факторів в інкубаційному яйці. В ньому міститься три види імуноглобуліну, які забезпечують природний імунітет курчат [3]. Протягом зберігання відбуваються значні хімічні, фізичні та колоїдальні зміни вмісту яєць, що впливає на ембріональний розвиток птиці, внаслідок чого може змінюватись ступінь реактивності імунної системи молодняка.

Нестійкість яєць до зберігання зумовлюється контрастністю хімічного складу їх внутрішніх середовищ, що викликає процес біохімічного розпаду. Цьому сприяє проникність шкаралупи яйця для газів, вологи, мікробів, тобто неповна ізоляція білка та жовтка від зовнішнього середовища. В результаті хімічних, колоїдальних та фізичних змін з часом відбувається старіння, а потім і повне псування яйця. При тривалому зберіганні яєць в них відбувається розпад протеїнів, жирів, знижується активність вітамінів, збільшується вміст аміаку. Яйце стає легкопроникним для мікроорганізмів і, отже, втрачає свою основну властивість – виводимість [8].

Оптимальна тривалість зберігання яєць залежить від віку стада, породи птиці та визначається різницею у якості білка. Очевидність цього можна підтвердити, спостерігаючи за поведінкою диких птахів [17]. Перед початком кладки організм самки добре забезпечений поживними речовинами, тому перші яйця мають високу якість білка та шкаралупи. В кінці кладки птиця починає виявляти ознаки анорексії, що свідчить про підготовку до линяння [28]. Отже, зменшення кількості поживних речовин, які потрапляють до організму несучки, призводить до зниження якості білку. Після короткої паузи в кінці кладки, необхідної для того, щоб відбулися зміни в останніх яйцях, птиця починає інкубацію яєць, які стають вирівняними за якістю білка.

При тривалому зберіганні яєць відбуваються наступні зміни.

*Білок.* При знесенні яйця рН білка становить 7,6, а при зберіганні підвищується до 9,0 – 9,5 внаслідок вивільнення  $\text{CO}_2$  [4, 35]. Таке підвищення рН призводить до активного руйнування муцинових волокон (овомуцина) щільного білку, внаслідок чого він розріджується, та супроводжується майже повною втратою активності лізоциму [8, 37], але в той же час рН середовища стає несприятливим для бактеріального росту, який найкраще відбувається в межах рН 6,5 – 7,5. Слід відзначити, що найбільш високо диференційовані ембріональні клітини в не інкубованому яйці мають різну чутливість до рН градієнту, що призводить до диспропорції у розвитку та загибелі ембріону при довготривалому зберіганні. Взагалі, взаємозв'язок між рН білку та розвитком ембріону при зберіганні яєць потребує додаткових досліджень [26].

При зберіганні яєць також відбувається перехід води із білка в жовток. Це зумовлено різницею осмотичного тиску білка та жовтка. Так, під час зберігання за добу із білка в жовток переходить в середньому по 0,05 г води при 0 °С та в 2 рази більше при 10 °С, що значно знижує в'язкість жовтку. Також в результаті зберігання відбувається своєрідне розрідження білку у зв'язку з порушенням його щільного шару, що викликає більшу рухомість жовтка та спливання його до шкаралупи [6].

Розрідження білка до певного ступеня, можливо, необхідне для вивільнення макромолекул глюкози та необхідних іонів та їх транспорту до бластодерми [34] Окрім того, таке розрідження білка може сприяти дифузії газів [27].

*Жовток.* При зберіганні яйця перивітелліновий шар жовтку стає більш еластичним і його компоненти змінюються та зміщуються [18, 21]. Зміни в перивітелліновому шарі пов'язані з підвищенням рН білка [21]. Жовток має рН близько 6,0, під час зберігання рН жовтку підвищується до 6,8 [8].

При “старінні” яєць змінюється колір жовтку, знижується вміст вітамінів, особливо вітаміну Е.

В процесі зберігання жовток мігрує до периферії яйця. Чим вище при зберіганні температура і нижче вологість повітря, тим вище спливає жовток. При цьому, бластодиск, який знаходиться зверху жовтка, торкається підшкаралупної оболонки та механічно пошкоджується

Ступінь ексцентричності жовтку залежить від положення яйця при зберіганні. Жовток менш відхиляється від центрального положення при зберіганні яєць на боку, декілька більше при зберіганні гострим полюсом угору і ще більше, коли – тупим. Це пояснюється тим, що у гострого полюсу знаходиться більша частина щільного білка, яка гарно прикріплена до підшкаралупної оболонки. Тому жовток, спливаючи, важче долає товстий шар щільного білка у гострого полюсу яйця, ніж у тупого [8].

*Ембріон.* Зберігання яєць перед закладанням на інкубацію веде до морфологічних змін в ембріоні [10]. Багато років тому було встановлено, що зберігання інкубаційних яєць від 8 до 27 днів викликає підвищення розмірів ембріону та кількості ембріональних аномалій [9, 20, 24]. Виходячи з цього, була розроблена система оцінювання регресії бластодерми, яка нараховує шість стадій [9]. Сінгал Д.П. та Косін І.Л. (1969) протягом довготривалого зберігання яєць спостерігали повільний ріст бластодерми, а інші вчені доповідають про її стискування та затримку в ініціації розвитку після зберігання [24, 32]. Бакст М. зі співавторами (1997) не спостерігали змін у розвитку бластодерми як до, так і після довготривалого зберігання. Вони припустили, що при низькій температурі зберігання розвиток ембріону зупиняється, а мають місце морфологічні зміни [10, 36].

Не дивлячись на той факт, що питання стосовно процесів, які відбуваються в яйці протягом її зберігання, є предметом численних досліджень, механізми, які зумовлюють зниження якостей яєць при зберіганні, на сьогоднішній день все ще не ясні. Також не встановлено, який з компонентів яйця (білок або жовток) відіграє основну роль в зниженні життєздатності ембріону при зберіганні яєць.

Швидкість старіння яєць не завжди однакова. Вона визначається фізико-хімічними особливостями яйця і значною мірою залежить від факторів зовнішнього середовища. Радикально затримати “старіння” заплідненого яйця, наприклад за допомогою його заморожування або якогось іншого методу консервування, поки не вдається. Тому при створенні навіть самих сприятливих умов зберігання яєць ембріони, які почали розвиток, не витримують довготривалого анабіотичного стану (більше 25-30 діб). Необхідність зберігання яєць більш тривалий час, ніж це потрібно для заповнення гнізда перед насиджуванням, тобто більше 15-20 днів, в природі ніколи, очевидно, не виникала [8].

*Умови зберігання яєць.* При довготривалому зберіганні яєць (більше 14 днів) рекомендовано дотримуватись температури близько 8-12 °С [8, 22], при зберіганні не більше 8 днів температуру встановлюють на рівні 15 °С, а коли близько 2 днів – 18 °С [4, 23]. Така температура зберігання знаходиться нижче так званого “фізіологічного нуля” (19-27°С), тому значного ембріонального розвитку при такій температурі не відбувається. Сергеева А. М. (1984) вважає, що ріст курячого ембріону відновлюється при температурі 21-22°С. Однак, при такій температурі його розвиток відбувається ненормально: росте бластодиск, відсутня диференціація зародкових листків, з’являється виродливість та розвиток ембріону зупиняється [6].

Температура зберігання яєць прямо пов’язана зі змінами в якості білку [38]. Так, 12 °С при довготривалому зберіганні – це найнижча можлива температура для утримання вологи в яйці, що запобігає обезводненню ембріона.

На життєздатність ембріону також впливає відносна вологість при зберіганні яєць [30]. Оптимальні показники відносної вологості знаходяться в межах 75-90%. При цьому, при довготривалому зберіганні яєць (до 10 діб) рекомендують підтримувати відносну вологість на рівні 80% (до 85 %), а при короткочасному (2-4 доби) – 75 % [8]. Полею для досліджень є вивчення втрати вологи яйцями при зберіганні та інкубації. Якщо втрати вологи при зберіганні та інкубації взаємозамінні, то шляхом корекції режимів зберігання та інкубації можна розрахувати оптимальну загальну втрату вологи [26].

Під час зберігання яєць на яйцескладі необхідно забезпечити достатній рівень повітрообміну з кратністю не менш, ніж 5 разів на годину. Звичайно при зберіганні яйця поміщають у відкриті ящики або візки з відстанню по 10-15 см між лотками. Це дозволяє одночасно охолодити усі яйця до однакової температури. Іноді, після остигання та обсихання, яйця зберігають у щільно зачинених ящиках. Після зберігання яйця підлягають обов’язковій дезінфекції та прогріву протягом 6-8 годин в інкубаторії. Лотте Фан де Фен (2007) вважає, що попередній розігрів яєць після їх довготривалого зберігання перед закладанням на інкубацію позитивно впливає на їх виводимість. Це відбувається за рахунок того, що в процесі розігріву температура різноманітних компонентів яйця стає однорідною перед початком інкубації, що призводить до більш однорідного раннього ембріонального розвитку. За рекомендаціями дослідника необхідно розігрівати яйця при температурі 20-25 °С протягом 5-18 годин перед закладанням на інкубацію. Однак ефект спостерігається тільки на яйцях з терміном збереження більше 14 діб [4].

*Заходи щодо подовження терміну зберігання яєць.* До заходів, які подовжують термін зберігання інкубаційних яєць, можна віднести:

- дезінфекцію яєць перед закладанням на зберігання;
- зберігання яєць у горизонтальному положенні або гострим кінцем догори;
- періодичне повертання яєць при зберіганні;
- одноразовий або періодичний підігрів яєць при зберіганні;

- зберігання яєць в герметичній тарі з синтетичної плівки;
- зберігання яєць в середовищі, збагаченому вуглекислим газом;
- зберігання яєць в середовищі, збагаченому азотом.

Розглянемо деякі з цих заходів детальніше.

Зберігання яєць в герметичній тарі з синтетичної плівки. Зберігання інкубаційних яєць в плівкових пакетах уповільнює процес зниження якості білка та підтримує його рН [12, 16, 29]. Також для довготривалого зберігання яєць можна використовувати лавсанполіетиленові мішки, які заповнюють свіжими яйцями в прокладках та щільно закривають. Через деякий час газове середовище в герметизованому мішку змінюється: вміст вуглекислого газу, який виділяють яйця, підвищується, а кількість кисню, який витрачається на дихання яєць, стає мінімальною. Упаковують яйця щільно, щоб витіснити з мішка повітря.

Зберігання яєць в  $\text{CO}_2$ . Як відомо, при довготривалому зберіганні яєць рН білка підвищується з 7,6 до 9,0-9,5 [35]. Жовток має рН близько 6,0. Оптимальне рН білку для розвитку ембріону лежить в межах 8,2-8,8 [38]. Becker W. A. та ін. (1968) встановили, що зниження рН білку до 7,6 перед закладанням на інкубацію не покращувало виводимість [11]. Ці дослідження співпадають з результатами робіт інших авторів, які також встановили, що утримання рН білку на рівні свіжих яєць призводило до зниження їх виводимості [19]. Walsh T. J. та ін. (1995) встановили, що зберігання яєць в  $\text{CO}_2$  протягом 7 діб знижувало виводимість, а протягом 14 діб – підвищувало. Це пояснюється тим, що при однотижневому зберіганні в  $\text{CO}_2$  якість білку не знизилась в достатній мірі. Тобто, наявність  $\text{CO}_2$  при довготривалому зберіганні позитивно впливає на якість білка [38]

Коттерілл О. та ін. (1958) прийшли до висновку, що вивільнення  $\text{CO}_2$  з яйця при зберіганні відбувається за рахунок різниці парціального тиску цього газу в атмосфері і яйці [31]. Сміт А. та ін. (1931) показали, що для підтримання рН білка на рівні свіжезнесенного яйця необхідно зберігати яйця в атмосфері з 2-3 %  $\text{CO}_2$  при 0,0 °C та 3-4,5% при кімнатній температурі [33]. Багато робіт вказує на те, що збереження яєць в атмосфері  $\text{CO}_2$  уповільнює процеси зниження якості білка та підтримує рН на рівні свіжого яйця [11, 15].

Романов А. Л. (1959) стверджує, що підвищення рН білка пов'язано зі зниженням його якості та підвищенням ранньої ембріональної смертності [5]. Брейк Д. та ін. (1993) вважають, що підвищення ранньої ембріональної смертності може бути також пов'язане з високою якістю білка при інкубації яєць, які не зберігалися [13]. Це можна пояснити тим, що білок свіжих яєць є перешкодою для дифузії газів, що неминуче призводить до загибелі ембріону [27].

Газоподібний азот як середовище для зберігання яєць. Лавсан-поліетиленові мішки використовують для зберігання яєць в азоті [8, 29]. Також, в якості тари для зберігання яєць в азоті можна використовувати спеціальні шафи з дверми, що герметично зачиняються [8]. Багато дослідників докладають про позитивний вплив цього газу на життєздатність ембріонів [1, 6]. Азот, замінюючи кисень в просторі навколо яєць, уповільнює

процеси їх “старіння”. Кривопішин І. П. (1978) пропонує перед закладанням на зберігання проводити обробку яєць в умовах вакуума газоподібним азотом 95-98 % концентрації, а перед інкубацією – сумішшю газів, яка містить 85-90 % кисню, 1,5-3,0 % озону, 10-15 % вуглекислого газу [1]. Вважають, що максимальним терміном зберігання яєць в азоті є 23 доби [6]. Зберігання більше 20-25 діб не ефективно у зв'язку зі значним зниженням виводимості.

Склад газового середовища при зберіганні яєць є не менш важливим, ніж інші параметри (температура, вологість, швидкість руху повітря), але стосовно цього питання в літературі існує багато суперечливої інформації. Окрім цього, відсутній детальний опис кількісних та якісних змін, які відбуваються в яйці при зберіганні в повітрі з різним газовим складом.

Отже, оптимізація умов зберігання яєць в цілому зводиться до заходів, які максимально стримують процес біологічного старіння яйця. Однак застосування цих прийомів в інкубаційній практиці ефективно тільки тоді, коли вони виконуються починаючи з першого дня зберігання.

Виходячи з вищезазначеного, детальне вивчення процесів, які відбуваються в яйці при його старінні, а також дослідження впливу різних газових середовищ при зберіганні яєць на їх фізико-хімічні, біологічні та інкубаційні показники допоможе встановити найбільш оптимальні умови зберігання яєць сучасних кросів птиці.

### Список літератури

1. А. с. СССР № 619156, А 01 К 45/00 Способ сохранения инкубационных качеств яиц при длительном хранении / И. П. Кривопишин. - 1978.- Бюлл. № 30.
2. Бреславец, В. А. Биологическое обоснование разработки режимов инкубирования яиц современных кроссов уток [Текст] / В.А. Бреславец // Птахівництво: Міжвід. темат. наук. зб. (Матеріали IV Української конф. по птахівництву з міжнарод. участю, 15–19 вересня 2003 р, м. Алушта, АР Крим).- Харків, 2003.-Вип. 53.-С. 381-397.
3. Лотте Фан де Фен. Хранение инкубационного яйца в производственном процессе [Текст] /Фан де Фен Лотте // Эффективне птахівництво.- 2007.- № 11 (35).- С. 25-27.
4. Естественная резистентность, иммунологическая реактивность организма птиц и факторы, влияющие на них [Текст] / Г.А. Ноздрин [та ін.] // Эффективне птахівництво.- 2008.- № 1 (37).- С. 35-40.
5. Романов, А.Л. Птичье яйцо [Текст] / А.Л. Романов, А.И. Романова. - М.: Пищепромиздат, 1959. - С. 266-277.
6. Сергеева, А. М. Контроль качества яиц [Текст] / А.М. Сергеева. - М.: Россельхозиздат, 1984.- 74 с.
7. Царенко, П. Качество яиц сегодня: хранение, инкубация [Текст] / П. Царенко, Л. Васильева, Н. Рыбалова // Птицеводство.-1997.-№ 3. -С. 9-11.

8. Царенко, П.П. Повышение качества продукции птицеводства: пищевые и инкубационные яйца [Текст] / П.П. Царенко.- Л.: Агропромиздат, 1988.- С. 106-117.
9. Arora K.L. Changes in the gross morphological appearance of chicken and turkey blastoderms during pre-incubation storage / K.L. Arora, I.L. Kosin // Poultry Science.-1966.-Vol. 45.- P. 819 – 825.
10. Bakst M.R. Preincubation storage of turkey eggs: impact on rate of early embryonic development / M.R. Bakst, S.K. Gupta // British Poultry Science.-1997.-Vol. 38.- P. 374 – 377.
11. Becker W.A. Carbon dioxide during storage of chicken and turkey eggs / W.A. Becker, J.V. Spencer, J.L. Swartwood // Poultry Science.-1968.-Vol. 47.- P. 251 – 258.
12. Becker W.A. The preincubation storage of turkey eggs in closed environments / W.A. Becker, J.V. Spencer, J.L. Swartwood // Poultry Science.-1964.-Vol. 43.- P. 1526 – 1534.
13. Brake J. Relationship of egg storage time, storage conditions, flock age, eggshell and albumen characteristics, incubation conditions, and machine capacity to broiler hatchability. Review and model synthesis / J. Brake., T. Walsh, S. Vick // Zootechnical International.- 1993.- Vol. 16.- P. 30-41.
14. Butler D. E. Egg handling and storage at the farm and hatchery / D.E. Butler // Avian incubation .- London, Butterworths, 1991.- P. 195-203.
15. Cotteril O. Retarding thick white deterioration by holding shell eggs in sealed containers / O. Cotteril, F. Gardner // Poultry Science.-1957.-Vol. 34.- P. 196 - 206.
16. Davis G. T. Plastic packaging of eggs: Methods of packaging / G.T. Davis, A.F. Beckler // Poultry Science.-1962.-Vol. 41.- P. 391 – 397.
17. Egg handling and storage / J. Brake, T. Walsh, C. Benton, J. Petite, R. Meijerhof, G. Penalva // Poultry Science.-1997.-Vol. 76, № 1.- P. 144 – 151.
18. Evaluating yolk membranes from short and long stored turkey eggs using transmission electron microscopy / G.M. Fasenko, V.L. Christensen, M.R. Bakst, J.N. Petite // Poultry Science.-1995.-Vol. 74 (Suppl. 1). – P. 44.
19. Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders / S. Kirk, G. Emmans, R. McDonald, D. Arnot // British Poultry Science.-1980.- Vol. 21.- P. 37-53.
20. Fasenko G. M. Variability in preincubation embryo development in the domestic fowl. 1. Effects of nest holding and method of egg storage / G.M. Fasenko, F.E. Robinson, J.G. Armstrong // Poultry Science.-1991.-Vol. 70.- P. 1876-1881.
21. Fromm D. Some physical changes in the perivitelline layer of the hen's eggs during storage / D. Fromm // J. Food Sci. – 1967.-Vol. 32.-P. 52-56.
22. Funk E. M. Effect of holding temperature on hatchability of chicken eggs / E.M. Funk, J. Forward // Missouri Agr. Exp. Sta. Bull.- 1960.-№ 732
23. Gillespie J. I. Measurement of intraembryonic pH during the early stages of embryonic development in the chick embryo / J.I. Gillespie, S. MacHanwell // Cell tissue Res.- 1987.- Vol. 247.- P. 445-451.

24. Mather C.M. Storage of hatching eggs: the interaction between parental age and early embryonic development / C.M. Mather, K.F. Laughlin // *British Poultry Science*.-1979.- Vol. 20.- P. 595-604.
25. Mayes F. J. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: a review / F.J. Mayes, M.A. Takeballi // *World's Poultry Science Journal*.-1984.- Vol. 40.- P. 131-140.
26. Meijerhof R. Pre-incubation holding of hatching eggs / R. Meijerhof // *World's Poultry Science Journal*.-1992.- Vol. 48.- P. 57 - 68.
27. Meuer H.J. Oxygen pressure in intra- and extraembryonic blood vessels of early chick embryo / H.J. Meuer, R. Baumann // *Resp. Physiol*.- 1988.- Vol. 71.- P. 331-342.
28. Mrosovsky N. Animal anorexias / N. Mrosovsky, D. Sherry // *Science*.-1980.- Vol. 207.- P. 837-842.
29. Proudfoot F.G. Care of hatching eggs before incubation / F.G. Proudfoot, H.W. Hulan // *Agricultural Canada Publication 1573 / Research Station, Kentville, NS.- Canada, 1976.- P. 1-17.*
30. Reinhart B.S. Hatching performance of Cryovac enclosed hatching eggs stored in a high humidity environment / B.S. Reinhart, G.I. Hurnik // *Poultry Sci*.- 1982.-Vol. 61.-P. 564-566.
31. Relationship between temperature and carbon dioxide loss from shell eggs / O. Cotteril, F. Gardner, E. Funk, F. Cunningham // *Poultry Science*.-1958.- Vol. 37.- P. 479 - 483.
32. Singal D.P. Induced preincubation aging of the avian egg and subsequent development of the embryo, as revealed by the DNA, RNA and protein level of its spleen / D.P. Singal, I.L. Kosin // *Proceedings of the society for experimental biology and medicine*.-1969.-Vol. 132.- P. 871-877.
33. Smith A.J.M. The relations between yolk and white in the hen's egg. III. Gas exchange in infertile eggs / A.J.M. Smith // *Journal of experimental biology*.- 1931.- Vol. 8.- P. 312-318.
34. Spratt N.T. Development of the early chick blastoderm on synthetic media / N.T. Spratt // *J. Exp. Zool*.-1948.- Vol. 107.- P. 39-64.
35. Stern C. D. The sub-embryonic fluid of the domestic fowl and its relationship to the early development of the embryo / C.D. Stern// *Avian incubation / S. G. Tullet.- London, Butterworths, 1991.- P. 81-90.*
36. True fertility and early embryonic mortality in turkeys at onset and 24 weeks of egg production / M. Bakst, V. Acuffo, D. Harry, P. Marini // *Poultry Science*.-1997.-Vol. 76 (Suppl. 1).- P. 116.
37. Voet D. *Biochemistry / D. Voet, J. Voet. – New York: John Wiley and sons, 1990.- P. 369.*
38. Walsh T.J. Effects of storage for 7 or 14 days at two temperatures in the presence or absence of carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss and early embryonic mortality of broiler hatching eggs / T.J. Walsh, R.E. Rizk, J. Brake // *Poultry Science*.-1995.- Vol. 74.- P. 1403-1410.

39. Wilson H. R. Interrelationships of egg size, chick size, post hatching growth and hatchability / H.R. Wilson // World's Poultry Science Journal.-1991.- Vol. 47.- P. 5-20.