

“ΔΟΓΟΣ” with materials of the International scientific practical conf., Cork, May 6, 2019. Cork : NGO “European Scientific Platform”, 2019. V. 5. P. 77–82.

10. Приліпко Т., Шутяк О., Калинка А. Ефективність годівлі бичків різних порід та їх помісей при виробництві яловичини в умовах Буковини. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*. Зб. науков. практ.-конф. 20-22 березня 2018 року. Частина 1. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 265–267.

11. Методичні рекомендації уніфікації досліджень по годівлі м'ясної худоби // Богданов Г.О., Славо В.П., Ібатулін І.І. та інші. Київ, 2002. 42 с.

12. Ойвин И.А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований. *Патологическая физиология и экспериментальные исследования*. 1960. № 4. С. 76–79.

13. Поляк І.І. Інтенсивність росту молодняка м'ясної худоби різних генотипів в умовах Прикарпаття. *Сучасні проблеми ветеринарної медицини, зооінженерії та технології продуктів тваринництва* : Зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Львів, 9-11 жовтня 1997 року) / М-ва АПК Укр. Львів. акад. вет. медицини ім. С.З. Гжицького. Львів, 1997. С. 545–546.

УДК 636.52/58.033:612.017

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.20>

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ФЕРТИЛЬНІСТЬ ПТИЦІ ТА ВИВОДИМІСТЬ ЯЄЦЬ

Каркач П.М. – к.б.н., завідувач кафедри технології виробництва продукції птахівництва та свинарства,

Білоцерківський національний аграрний університет

Машкін Ю.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри технології виробництва продукції птахівництва та свинарства,

Білоцерківський національний аграрний університет

На підставі аналізу літературних джерел наведено відмінності статевої системи птиці, критерії оцінки фертильності та фактори впливу на фертильність птиці та виводимість яєць. На фертильність впливає декілька факторів: генетика, вік самців і самок, їх статево співвідношення та сексуальна поведінка, система утримання, щільність посадки, параметри мікроклімату (температура, світло), сезонність (для деяких видів птиці), годівля та здоров'я птиці.

Фертильність також залежить від здатності самки до овуляції, здатності зберігати сперму і забезпечувати середовище для запліднення і відкладання яєць. Крім того, вирішальне значення для фертильності має якість, кількість і метаболізм сперми, що виробляється самцем.

Із факторів навколишнього середовища фотоперіодизм і температура є основними, що впливають на фертильність і виводимість. В умовах промислового птахівництва при утриманні курей у безвіконних пташниках сезонні фактори нівелюються за рахунок створення нормативних умов мікроклімату пташника. Але при вироцуванні іншої птиці в умовах природного освітлення, таких як страуси або водоплавна птиця, сезонні фактори мають суттєвий вплив на фертильність птиці.

Сезонні зміни у відтворенні контролюються світлом і гормонами. Окрім світла, суттєвий вплив на фертильність чинить температурний режим і фактор годівлі. На розвиток ембріонів і виводимість впливають також зовнішні і внутрішні характеристики яєць.

На виводимість впливають три групи чинників: фактори репродукції (генетика, вік птиці, сезонність і годівля), чинники, пов'язані із яйцями (якість яєць і терміни їх зберігання, запліднення яйцеклітини та розвиток ембріону), а також фактори інкубатора (температура, відносна вологість, концентрація двоокису вуглецю, вентиляція, повертання лотків із яйцями, охолодження і гігієна). Деякі з цих факторів взаємопов'язані і впливають як на фертильність птиці, так і на виводимість яєць, залежать як від самців, так і від самок, тому розуміння цих факторів є важливим на кожному етапі відтворення потомства.

Ключові слова: птиця, фертильність, виводимість, генетика, годівля, система утримання, мікроклімат, інкубація.

Karkach P.M., Mashkin Yu.O. Factors of influence on bird fertility and egg hatching

Based on the analysis of literature sources, differences in the reproductive system of poultry, criteria for assessing fertility and factors influencing the fertility of birds and egg hatching are presented. Fertility is affected by several factors, such as: genetics, age of males and females, their sex and sexual behavior, housing system, planting density, microclimate parameters (temperature, light), seasonality (for some species of birds), feeding and health of birds. Fertility also depends on the female's ability to ovulate, the ability to store sperm and provide an environment for fertilization and egg laying. In addition, the quality, quantity and metabolism of male sperm are crucial for fertility. Of the environmental factors, photoperiodism and temperature are the main influences on fertility and hatchability. In industrial poultry farming with chicken content in windowless poultry houses, seasonal factors are offset by the creation of regulatory conditions of microclimate. However, when growing poultry under natural light conditions, such as ostrich or waterfowl, seasonal factors have a significant impact on poultry productivity. Seasonal changes in reproduction are controlled by light and hormones. In addition to light, fertility is significantly affected by temperature and feeding factor. The development of embryos and hatchability are also influenced by the external and internal characteristics of eggs. Hatch is influenced by three groups of factors, such as: reproductive factors (genetics, bird age, seasonality and feeding), factors related to eggs (egg quality and shelf life, fertilization of the egg and embryo development), and incubator factors (temperature, relative humidity, carbon dioxide concentration, ventilation, egg tray rotation, cooling and hygiene). Some of these factors are interrelated and affect both bird fertility and egg hatching, depending on both males and females, so understanding these factors is important at every stage of reproduction.

Key words: bird, fertility, hatchability, genetics, feeding, housing system, microclimate, incubation.

Постановка проблеми. Фертильність (лат. *Fertilis* – «родючий, плідний») – здатність статевозрілого організму відтворювати життєздатне потомство. Протилежним поняттям є «безпліддя» або «стерильність». Саме досягнення високих показників виводу добового молодняку з метою його подальшого вирощування є запорукою підвищення рентабельності виробництва яєць та м'яса птиці як у великих промислових підприємствах, так і у господарствах населення.

Якщо чоловіча фертильність зводиться до поняття фертильності сперміїв, тобто їх здатності запліднювати яйцеклітину і підтримувати на високому рівні так званий «показник заплідненості яєць», то під жіночою фертильністю у ссавців необхідно розуміти спроможність організму самки пройти етап від розвитку ембріону у статевій системі до народження життєздатних нащадків.

На відміну від ссавців, у птиці процес розвитку ембріону і виведення молодняку здійснюється поза межами організму самки. При цьому розвиток ембріону у заплідненому яйці розпочинається тільки за умови підвищення температури квачкою (за природних умов насиджування) або за оптимальних параметрів температури для певного виду птиці (у штучних умовах інкубатора).

Іншою відмінністю статевої системи птиці є відсутність «так званого періоду охоти», в який і реалізується запліднення самки ссавців. У птиці самець здійснює парування самки з певним інтервалом. Здебільшого спарювання здійснюється при відсутності яйця у матці курки. Півень виділяє у клоаку несучки ±

0,7 см³ сперми, яка приблизно через 30 годин досягає воронки яйцепроводу і під час овуляції (розриву фолікулярної оболонки і випадіння яйцеклітини з поживними речовинами, жовтком у воронку яйцепроводу) відбувається запліднення статевої яйцеклітини [27].

Виклад основного матеріалу дослідження. Критерієм оцінки фертильності птиці є показник виводу молодняку (кількості отриманого молодняку від кількості яєць, закладених в інкубатор, або тих, які висиджуються квочкою). Цей показник є кінцевим у ланцюгу процесу відтворення нащадків, і його результативність залежить від першого етапу – заплідненості яєць, за яку насамперед відповідає самець, а саме якість відтворених ним статевих клітин. Але на показник заплідненості можуть мати вплив і інші фактори, які напряму не залежать від самця.

Хоча заплідненість яєць є найважливішим етапом реалізації процесу відтворення нащадків, не менш важливим є й показник виводимості яєць, тобто кількість отриманого молодняку від кількості запліднених яєць. Враховуючи, що розвиток ембріону птиці здійснюється поза межами організму самки, на створення оптимальних умов для його розвитку мають вплив значна кількість факторів зовнішнього середовища.

Проведена оцінка спадковості фертильності та виведення у курчат коливаються в межах 0,06-0,13 [59], що вказує на те, що негенетичні чинники мають більш сильний вплив на ці риси. Таким чином, фертильність і виводимість є основними параметрами репродуктивної функції, які найбільш чутливі до дії навколишнього середовища і генетичного впливу [39].

На фертильність впливає декілька факторів: генетика, вік самців і самок, їх статеве співвідношення та сексуальна поведінка, система утримання, щільність посадки, параметри мікроклімату (температура, світло), сезонність (для деяких видів птиці), годівля та здоров'я птиці [15; 39].

На виводимість впливають три групи чинників: фактори репродукції (генетика, вік птиці, сезонність і годівля), чинники, пов'язані із яйцями (якість яєць і терміни їх зберігання, запліднення яйцеклітини та розвиток ембріону), а також фактори інкубатора (температура, відносна вологість, концентрація двоокису вуглецю, вентиляція, повертання лотків із яйцями, охолодження і гігієна) [14; 15; 39]. Деякі з цих факторів пов'язані і впливають як на фертильність птиці, так і на виводимість яєць, залежать як від самців, так і від самок, тому розуміння цих факторів є важливим на кожному етапі відтворення потомства.

Доведено, що фертильність порід птиці яєчного напряму продуктивності (наприклад, білий *Леггорн*) є значно вищою за показник більш важких м'ясо-яєчних і м'ясних курей (*Плимутрок*, *Род-Айленд*, *Нью-Гемпшир*) [33].

Фертильність також залежить від здатності самки до овуляції, здатності зберігати сперму і забезпечувати середовище для запліднення і відкладання яєць. Крім того, вирішальне значення для фертильності має якість, кількість і метаболізм сперми, яка виробляється самцем [14; 15; 16]. Запліднююча здатність сперми оцінюється за показниками обсягу еякуляту, концентрації сперми і відсотка живих спермій [44].

Доведено, що фертильність знижується після піку несучості самок батьківського стада, а також у другій половині продуктивного використання самців [20]. При цьому вплив віку на самок є більш значним, ніж на самців-плідників [19].

На фертильність має вплив статеве співвідношення самців і самок у стаді. Це співвідношення варіюється в межах 3-10 самок на 1 самця (залежно від виду та продуктивності птиці). Відомо, що важкі породи курей мають більш низьку

репродуктивну здатність, тому для такого стада рекомендується мати співвідношення самців і самок 1:3-4, тоді як для легких яєчних порід курей співвідношення може складати 1:10 [15].

Крім дотримання нормативного співвідношення самців і самок, для підвищення фертильності у батьківському стаді бройлерів практикують заміну старих півнів на молодих. Зазвичай після 35-40 тижнів у півнів спостерігається зниження інтересу до спарювання, а після 55 тижнів погіршується якість сперми.

За даними компанії Кобб вибраковка старих півнів і заміна їх новими у віці після 40 тижнів сприяє підвищенню піку фертильності через 2-3 тижні і підвищує вивід молодняку на 2-3%. Стада, в яких проводяться дві підсадки з інтервалом 8-10 тижнів, також сприяють отриманню високих результатів, у той час як підсадка після 55-тижневого віку вже не має економічного ефекту [65].

Із факторів навколишнього середовища фотоперіодизм і температура є основними факторами, які впливають на фертильність і виводимість. В умовах промислового птахівництва при утриманні курей у безвіконних пташниках сезонні фактори нівелюються за рахунок створення нормативних умов мікроклімату пташника. При вирощуванні іншої птиці в умовах природнього освітлення, таких як страуси або водоплавна птиця, сезонні фактори мають суттєвий вплив на фертильність птиці.

Сезонні зміни у відтворенні контролюються світлом і гормонами [15]. Наприклад, сезон розмноження свійських гусей розпочинається ранньою весною при подовженості дня 8 годин і закінчується у червні при подовженості дня 16-18 годин [15]. При цьому секреція гонадних стероїдних гормонів пов'язана з несучістю [60] і об'ємом та концентрацією спермій [15]. Синхронність цих змін у самців і самок має вирішальне значення в репродуктивному сезоні для досягнення високої фертильності [15]. В умовах інтенсивного промислового птахівництва ця синхронність не завжди досягається, особливо у другій половині сезону продуктивності (з довгими днями), коли несучість самок і спарювання самців знижуються з причин ендокринологічних змін. Однак ці проблеми вирішуються за допомогою програм штучного освітлення [15, 60].

Потоки енергії світла, які досягають ділянки гіпоталамуса у мозку птиці через зоровий нерв або прямо через череп і тканини, керують секрецією рецепторного гормону гонадотропіну, який стимулює гіпофіз до виділення лютеїнізуючого та фолікул-стимулюючих гормонів. При цьому кількість і період виділення гонадотропіну впливають на ступінь статевого дозрівання і овуляторний цикл [1].

У самців індиків, яких утримували за відносно коротким фотоперіодом при 10,5 лк., спостерігали ранній і стабільний розвиток сім'яників протягом усього репродуктивного сезону [17]. Доведено, що в індиків, як і у самців інших видів птиці, має значення фоторефрактерність, тобто фізіологічна реакція на світлову стимуляцію, за якої птиця, спочатку стимулюючись збільшенням та/або тривалим фотоперіодом, поступово стає стійкою до легкої стимуляції. За фоторефрактерності спостерігається прогресивне зниження рівня ЛГ у плазмі [26], яке супроводжується незворотною регресією сім'яників, зниженням якості і кількості сперми та призводить до зниження фертильності [30].

Окрім світла, суттєвий вплив на фертильність чинить температурний режим, який за оптимальних умов становить 12-26°C. За промислових умов утримання птиці оптимальна температура забезпечується за рахунок дотримання нормативного мікроклімату пташника, що краще досягається у холодний період року.

У птиці, яку утримують за природних умов середовища, довгі і холодні зими сповільнюють репродуктивний цикл як у самців, так і у самок, в той час як м'який і короткий зимовий період сприяють подовженню репродуктивного циклу. Доведено, що низькі температури негативно впливають на функціонування статевих залоз, активність спарювання та виробництво сперми. Фертильність значно знижується за температури нижче 2°C, а також вище 25°C [15; 39].

Проблемним є уникнення температурного стресу птиці, яку утримують у пташниках в літній період за занадто високих температур. Споживання комбікорму курями, яких утримували за високої температури і відносно вологості, скоротилося на 20%. Тепловий стрес погіршував і зовнішні та внутрішні якості яйця: зменшувався розмір жовтка, консистенція білка і оптимальне відкладання кальцію в яйці [45].

Депресія виникає через дисбаланс між кальцієм і естрогеном, низькою одніцею Хау і добровільним скороченням споживання курями корму. Зменшення добровільного споживання кормів пов'язане з фізіологічною реакцією на тепловий стрес, спрямованою на зменшення надмірного ендогенного тепла, що виробляється в організмі в результаті метаболізму корму [38].

Тепловий стрес впливає на всі фази виробництва сперми у самців-плідників [13]. Тепловий стрес пригнічує репродуктивний потенціал внаслідок зменшення диференціації темних епітеліальних клітин, що виявляється зменшенням якості та кількості сперми із плином часу [52]. Тепловий стрес має шкідливий вплив на функцію сім'яників, інгібуючи внутрішньоклітинний іонний обмін.

Коли самці батьківського стада бройлерів піддавалися температурному стресу 32°C, фертильність самців знизилася до 42%, а проникнення спермій у яйцеклітини *in vivo* знижувалося до 52% порівняно із значеннями, отриманими у самців, яких утримували при 21°C. При цьому такі характеристики сперми як консистенція, об'єм сперми та концентрація спермій були знижені за температури навколишнього середовища за межами термонейтральної зони [46].

Зниження проникнення спермій у яйцеклітини *in vivo* і фертильності у півнів, які піддавалися тепловому навантаженню, може бути пов'язано зі зменшенням кількості спермій, які зберігаються у кріптах шийки матки курки [16]. Відомо, що півні за природних умов утримання зменшують активність спарювання і погіршують лібідо через тепловий стрес, імовірно, за рахунок зневоднення і зміни секреції статевих гормонів. Було повідомлено, що аномалії спермій, такі як мікроцефалія, вигнута головка, зламана середня частина і цитоплазматичні краплі, є причиною фертильності, викликаною тепловим стресом у птиці [54].

Фактор годівлі має суттєвий вплив на фертильність самців і самок та виводимість яєць. Рекомендовані раціони годівлі батьківського стада повинні відповідати кількісному та якісному складу для певних видів птиці [63]. Контроль за нормативним споживанням комбікормів є важливим для запобігання надмірному збільшенню маси тіла самців і самок, що є причиною зниження їх репродуктивних властивостей: зниженням якості еякуляту і овуляції, а в крайньому випадку – ранньої регресії яєчників і сім'яників [17; 18].

За результатами досліджень, проведених із метою уникнення недоліків у годівлі, було встановлено, що розрахункова потреба у білку для курей-несучок коливається від 14% до 18% для легких і середніх кросів. На підставі досліджень, проведених на курях, встановлено, що при 12% білка в раціоні при вирощуванні курей-молодок подальша фертильність була відносно високою і становила 95,6% [38].

Chamruspollert and Sell [23] повідомили про відсутність зниження несучості курей, в раціонах яких налічувалася кон'югрована лінолева кислота (далі – КЛК). Однак маса яєць і жовтка зменшувалася у курей, яких годували раціоном із вмістом КЛК більше 5%. Кормова КЛК негативно впливала на виводимість при включенні в раціони із низьким вмістом жирів.

Ayidin et al. [11] встановили, що рівень КЛК у раціоні 0,5% призводить до ембріональної смертності запліднених курячих яєць. У японських перепелів ембріональна смертність відбувається залежно від дози КЛК і тривалості годівлі раціонів із вмістом КЛК. Ембріональна смертність відбувається з причин зміни складу жирних кислот жовтка та низького співвідношення ненасичених і насичених жирних кислот. Кон'югрована лінолева кислота призводить до більш низької концентрації мононасичених жирних кислот і більш високої концентрації насичених жирних кислот у яйці [12].

Javanka et al. [34] привели дані щодо збільшення несучості і виводимості запліднених яєць від батьківського стада курей, яким згодовували сторонні продукти пивоваріння, що мали вміст лінолевої кислоти 4-5%.

Важливим у годівлі птиці також є постійне забезпечення вітамінами та мікроелементами. Доповнення раціону курей-несучок органічним селеном (SEL-Plex™) сприяло підвищенню виводимості запліднених яєць [31]. Додавання органічного селену у раціон курей-несучок поліпшувало середовище у криптах шийки матки, що збільшувало кількість отворів для сперми і час її зберігання [5].

Введення органічного селену у раціон курей-несучок в дозі 200 мг SE (SEL-Plex™) на тонну корму збільшувало фертильність птиці та виводимість яєць [53]. Наводяться дані щодо негативного впливу Gossypol на самців і самок птиці. Існують значні відмінності у сприйнятливості токсичності Gossypol у певних видів птиці, які здебільшого залежать від дози та часу дії токсину [22; 58].

Adeyemo et al. [4] повідомили, що бавовняним борошном не можна замінювати більше ніж 50% соєвого борошна в раціонах племінних півнів, тому що Gossypol пригнічує генерацію сперми. Доведено, що Gossypol викликає безпліддя у самців через значне зменшення рухливості сперміїв (специфічне пошкодження мітохондрій у хвостах сперміїв) і зменшення кількості сперми з причин значного пошкодження зародкового епітелію. Надлишок бавовняного борошна у раціоні курей є причиною відкладання яєць із резиновим або барвистим білком (рожево-біла хвороба), тому що Gossypol збільшує проникнення мембрани жовткового мішка, дозволяючи виділяти речовини, в тому числі пігменти, у яєчний білок [56].

Найбільш важливими вітамінами, які беруть участь в обміні речовин при розвитку ембріонів і впливають на виводимість яєць, є вітамін А, вітамін В12, рибофлавін і пантотенова кислота. Ембріони з дефіцитом цих вітамінів мали ознаки аномального розвитку кровоносної системи, кровообігу, мали погане оперення, опухлі суглоби, аномалії дзьобу і карликовість [15, 63].

За даними Wilson H.R. нестача вітамінів D і E також зменшує виводимість через проблеми, пов'язаних із метаболізмом кальцію і скелетоутворенням, сліпотю і аномальною судинною системою. Деякі мікро- і макроелементи також впливають на продуктивність. Марганець є збудником ензиму в ембріональному метаболізмі, в той час як дефіцит цинку викликає порушення росту пера і розвитку кісток [63].

Важливе значення має перенесення і відкладення важливих поживних речовин у яйці до розвитку ембріона при формуванні яєць. Спочатку розвиток ембріону здійснюється за рахунок поживних речовин із жовтка і білка [48]. Ембріон, що

розвивається, спочатку використовує вуглеводи з білка до тих пір, поки аллантаїс не стане досить розвиненим для доступу кисню [14; 48].

Після закриття аллантаїсу кисень підтримує спалювання жирних кислот, які є основним джерелом енергії та основою для розвитку ембріона [48], а також запасів глікогену, які утворюються із вуглеводів [14]. У другій половині інкубації підвищується використання білків і жирів, зростає швидкість розвитку ембріону, що призводить до виділення метаболічного тепла [39]. До моменту виводу запаси, зосереджені в зародку і в жовтковому мішку, задовольняють потреби ембріона протягом короткого періоду часу після виведення [14; 48].

На розвиток ембріонів і виводимість впливають також зовнішні і внутрішні характеристики яєць [39]. За нормальних умов запліднена яйцеклітина містить усі поживні речовини, необхідні для розвитку ембріона перед інкубацією. Існують і певні фізико-хімічні умови яйця, які можуть погіршитися або не призвести до виводу взагалі. Це може залежати як від самки, так і від факторів навколишнього середовища.

Здебільшого яйця стають заплідненими приблизно через чотири дні після спарування курки із півнем. При цьому фізичні характеристики яєць відіграють важливу роль у процесах розвитку ембріона та успішному виведенні [50]. Найважливішими параметрами яйця є маса, товщина і пористість шкаралупи, індекс форми (відношення максимальної ширини до довжини) і консистенція яйця. Середні фізичні характеристики здебільшого відповідають вимогам розвитку ембріона. Для тих яєць, параметри яких не потрапляють у середній діапазон, інкубаційний процес буде більш успішним, якщо шкаралупа буде товщою за середнє значення, яйця більш загострені, ніж круглі, а вміст яйця більш щільніший [6; 50].

Результати досліджень інкубаційних яєць, які мають відхилення від середньо-нормативних величин, є суперечливими. Більш товста шкаралупа і більша щільність призводять до збільшення маси яйця, що є наслідком кращої виводимості, тоді як виводимість інкубаційних яєць із меншою за середню масою є нижчою. Доведено, що виводимість більших (51-56 г) і середніх за масою яєць (45-50 г) становила 88,2 і 84,8%, у той час як виводимість яєць, менших за масою, була нижчою за показник нормативу для яєць із середньою масою [10].

Оптимальними для інкубації є яйця із середньою для цього виду птиці масою, тому що для мілких яєць необхідна більш низька температура інкубації, а для яєць із високою за середню масу оптимальної температури буде недостатньо. Тому важливим при підготовці яєць до інкубації є калібрування їх за масою і забезпечення температурного режиму з поправками на масу яєць.

Доказом цьому є результати, отримані на різних видах птиці. Так, найкраща виводимість (97%) у яєць батьківського стада бройлерів середніх розмірів (50 г). Виводимість із яєць великої маси (60 г) була найнижчою і становила 83% [2]. Ідеальна виводимість яєць від курей бройлера досягалася, коли маса була в межах 55-65 г [51]. King'ori et al. [38] наводять дані, що виводимість яєць місцевих кенійських курей була в межах 66-73%, тоді як виводимість яєць від сучасних яєчних і м'ясних кросів курей становить 80-90% [47]. Оскільки батьківське стадо гусей використовують протягом 3-4 років, то нормативною для однорічних гусинь є маса яєць 140 г, тоді як для самиць двох і більше років найкращу виводимість отримують із яєць масою 150 г [14; 15].

Виводимість яєць батьківського стада бройлерів зменшується з віком, через внутрішні зміни або співвідношення складників яєць, велику масу яєць, низьку якість шкаралупи, збільшення ранньої і пізньої смертності ембріонів [35], погіршення яко-

сті білка і збільшення холестерину у жовтку [62]. Наводять дані про більшу кількість незапліднених яєць і ранню ембріональну смертність за збільшенням віку батьківського стада бройлерного кросу Росс 308 порівняно із кросом Кобб 500 [3].

Це може бути пов'язано з відмінностями у масі яйця та його складниках, співвідношенні жовтка до білка, товщині шкаралупи та терміну інкубації [36]. Під час інкубації більше тепла виробляється із великих яєць від більш старших племінних курей, тому що ці яйця мають більш крупніші ембріони і для їх правильного охолодження необхідно збільшити вентиляцію інкубатора [28].

Значний вплив на виводимість має час зберігання яєць перед природним насиджування або штучною інкубацією. Найбільш оптимальним було б закласти в інкубатор свіжі яйця терміном зберігання 1-2 дні, але в умовах великих промислових інкубаторів це не можливо, тому що одночасна посадка в сучасні пташники може становити від 40 до 80 тис. гол. добового молодняку, що потребує накопичення і зберігання яєць протягом 5-7 днів [14, 39]. Як виняток зберігання яєць перед інкубацією може становити 10-14 днів за умови підвищення вологості у яйцескладі до 85%. Але при цьому треба розуміти, що виводимість таких яєць вже буде нижчою за нормативну. Є приклад підвищення виводимості яєць індиків за рахунок введення у них екзогенного піридоксину після 25 днів інкубації [57].

Незалежно від виду птиці інкубаційні яйця після надходження у яйцесклад інкубаторію обов'язково повинні оброблятися дезінфікуючими засобами або пробіотиками для захисту від мікробних і грибкових інфекцій. Для цього є багато дезрозчинів, починаючи від формальдегідів і до більш альтернативних та безпечних препаратів [14; 37].

Інкубаційні яйця повинні бути якомога швидше охолоджені нижче фізіологічного нуля (20°C). Оптимальною температурою для зберігання вважають 10-17°C при відносній вологості 70-75% [6; 21; 40]. Зберігання яєць при температурі близько 24°C і вологості нижче 40% може значно знизити виводимість за досить короткий період часу. Тому важливими для прибуткового виробництва добового молодняку в умовах високих температур є заходи, спрямовані на зниження негативного впливу теплового стресу на розвиток ембріонів.

Положення (округленим чи загостреним кінцем догори) зберігання яєць також впливає на виводимість. Tiwari і Maeda [61] повідомили, що яйця, які зберігали загостреним кінцем униз, мали вищу виводимість, ніж навпаки. Вони пов'язують це з невеликою втратою води, яка може опосередковано впливати на вивід. У яйці ембріон орієнтований так, що голова знаходиться в округленому кінці яйця, що забезпечує підвищений захист ембріону від зневоднення, перепадів температури і запобігає прилипанню ембріона до підшкаралупної оболонки [15].

На виводимість яєць безпосередньо впливають фактори інкубації. Це процес забезпечення запліднених яєць оптимальними умовами середовища (температура, повертання яєць і вологість) для стимуляції ембріонального розвитку ембріону і виводу молодняку. Інкубація може здійснюватися природним шляхом (насиджуванням квочкою) і штучним (в інкубаторах).

За природних умов квочка (залежно від маси) у гнізді може висидіти 10-16 яєць. При цьому вона сама регулює процес насиджування та виводу молодняку, але їй потрібна допомога людини. Так, корми і вода повинні бути поряд із квочкою. Будь-які яйця для інкубації повинні зберігатися не більше семи днів за температури від 12 до 14°C при високій вологості 75-85%. Квочку необхідно обстежити на наявність зовнішніх паразитів. Після 7-9 днів яйця курки необхідно перевірити на заплідненість, просвітивши їх при яскравому світлі так званім овоскопом.

Незапліднені яйця вилучають з-під квочки, а на їх місце підкладають запліднені з іншого гнізда, але роблять це обов'язково в сутінках.

Сучасні промислові інкубатори, імітуючи роль матері-курки у забезпеченні оптимальних умов середовища, дозволяють інкубувати партії яєць від 40 до 200 тис. шт і більше. Lourens et al. [42] довели, що температура інкубації є найважливішим фактором її ефективності. Постійна температура інкубації 37,8°C є тепловим гомеостазом ембріонів курей, що забезпечує кращу виводимість яєць [43].

Допустимий діапазон температури в інкубаторі становить 36-38,9°C. Смертність спостерігається, якщо температура опуститься нижче 35,6°C або піднімається вище 39,4°C протягом декількох годин. Якщо температура залишається на тому ж рівні протягом декількох днів, молодняк може на вивестися. Перегрів є більш критичним, ніж недогрів, тому що підвищена температура в інкубаторі протягом 15 хвилин до 40,5°C негативно впливає на ембріони, тоді як інкубація яєць при 35°C протягом 3-4 годин тільки сповільнює швидкість метаболізму ембріонів.

Доведено, що використання постійної температури 38,6°C під час інкубації спочатку прискорює ріст ембріонів, використання поживних речовин і енергії з білка і жовтка, а потім затримує розвиток ембріонів через брак кисневого обміну і обмеження процесу метаболізму. Підвищення смертності і зменшення виводимості курячих яєць спостерігали і при використанні температури інкубації 38,9°C [42].

Важливим фактором впливу на виводимість є ступінь зменшення маси яєць при інкубації, що пов'язано із втратами вологи. Ці втрати маси необхідні для нормального розвитку ембріона [55], але надмірні втрати води призводять до висихання мембран оболонки, в той час як занадто малі втрати води збільшують ріст мікробів, а також призводять до набухання мембран оболонки, закупорюючи пори і викликаючи загибель зародка [15].

Вологість під час інкубації також впливає на розвиток кісток зародка, а обсяг повітряної камери збільшується для переходу до легеневого дихання ембріона. Відносну вологість можна визначити шляхом порівняння маси яєць під час інкубації та співвідношення маси виведеного молодняку до маси яєць перед інкубацією. Ідеальними є показники маси добових курчат, які становлять приблизно 66,6% від маси яєць [27], тоді як втрати маси гусячих яєць становлять близько 12-13% [15].

Втрата вологи визначається відносною вологістю навкруги яйця, яку необхідно підтримувати згідно рекомендацій інкубації яєць певного виду птиці. Так, рекомендованою вологістю для яєць курей є вологість 52-55% як в інкубаційній, так і у вивідній шафах, але як тільки наклювання буде розпочато у 1/3 яєць, вологість повинна підвищитися до 70-75%. При цьому це підвищення вологості здійснюється в нормі самостійно без змін параметрів інкубатора [27].

Разом із втратою вологи в яйці здійснюється газообмін, який реалізується через пори і мембрани шкаралупи яйця внаслідок дифузії [49], швидкість якої пов'язана із функціональною пористістю і перепадом тиску в шкаралупі. При цьому приріст маси кисню дорівнює втратам маси вуглецю [49]. Для отримання позитивних результатів газообміну необхідно забезпечити правильну роботу вентиляції інкубаторію, яка вирішує основні задачі по забезпеченню ембріонів киснем, відведенням вуглецю, яке в інкубаторі не повинно перевищувати 0,5%, а також забезпечувати рівномірний розподіл тепла [27].

На виводимість яєць і вивід молодняку суттєво впливає фактор повертання яєць у процесі інкубації. Відсутність повороту лотків при інкубації призводить до низької виводимості і затримки виводу на кілька днів [64]. Деякі автори рекомен-

дують здійснювати частоту повороту лотків 96 разів на день [25], хоча поворот 24 рази на добу вважають найбільш практичним в умовах виробництва через відносно невеликі відмінності між цими режимами.

Дуже важливим є поворот лотків у перший тиждень інкубації, тому що в цей період велика площа хоріону лежить близько до мембран оболонки, а шар білка між ними значно знижується через втрату рідини з білка у жовток. Тому можна мати адгезію між хоріоном і оболонками шкаралупи, якщо оболонка і її мембрани не будуть переміщені відносно вмісту яйця. Для курей рекомендують у період 1-18 днів інкубації здійснювати кожну годину поворот лотків на 90° для запобігання прилипання ембріону до оболонки шкаралупи. Для збільшення циркуляції повітря після 15 днів інкубації повертання лотків можна припинити [27].

Важливим у процесі інкубації є просвічування яєць (тестування на фертильність) за допомогою спеціального приладу – овоскопу. Проведення процедури просвічування яєць, яке ще має термін «міраж» (від латинської *mirage* – «дивитися», «дивуватися») здійснюють зазвичай двічі за період інкубації (перший міраж – між 6-10 днями, другий – за два-три дні до виводу, тобто при перенесення яєць у вивідну шафу).

Метою першого міражу є визначення та видалення незапліднених яєць, яєць «кров-кільце» і з мікротріщинами шкаралупи. У таких яйцях ембріон не розвивається, тому вони відбирають тепло, призначене для запліднених яєць. Крім того, пошкоджені яйця є критерієм розповсюдження патогенних мікроорганізмів. При проведенні другого міражу визначають категорію яєць «завмерлі» та «задохлики» за ступенем використання білка та кровообігом ембріона [40].

Деякі причини низької виводимості яєць пов'язані з відмінностями інкубації певного виду птиці. Наприклад, при інкубації яєць водоплавної птиці обов'язково застосовують охолодження, яке особливо важливе для яєць гусей із 15-го дня інкубації, коли ембріон через метаболізм починає виділяти тепло, тому температура яйця постійно вища, ніж температура всередині інкубатора. Охолодження здебільшого застосовується один раз на день, починаючи з 5-8 дня інкубації (8-15 хв.), а з 16-го дня інкубації (20-30 хв.) яйця охолоджують двічі на день. Автори наголошують, що якщо пропустити заплановане охолодження, вивід гусенят може знизитися на 20% [14].

Для досягнення високої виводимості яєць в інкубаторії важливим є дотримання правильних процедур щодо підготовки та обробки як приміщення, так і всього обладнання інкубаторію: видалення всього видимого сміття вручну, миття під високим тиском із пінним миючим засобом, промивання, сушіння і дезінфекція [419]. З метою запобігання росту шкідливих бактерій, покращення здоров'я кишківника та імунітету застосовують обприскування як інкубаційних яєць, так і добового молодняку пробіотиками [24, 29].

Ще однією можливістю підвищити виводимість є інкубація яєць при певних спектрах випромінювання видимого світла. Кілька досліджень по інкубації яєць курей і качок при світлі показали позитивний вплив на вивід молодняку [7; 8; 9], хоча дослідження інших авторів не виявили різниці між виводимістю яєць, що інкубувалися в темряві або при світлі [32].

У дослідженнях, проведених Archer G.S. [8], було доведено, що біле і червоне світло позитивно впливають на виводимість, а яйця, які інкубували при зеленому світлі або в темряві, мали аналогічну виводимість. Таким чином, виводимість яєць може бути збільшена шляхом інкубації їх при білому або червоному світлі або в поєднанні цих кольорів [7; 8; 9].

Висновки і пропозиції. Таким чином, підвищення рентабельності виробництва продукції птахівництва залежить від таких важливих компонентів репродуктивної функції як фертильність птиці та виводимість яєць, на які впливають генетичні фактори і фактори навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Каркач П.М. Сучасні вимоги до джерел світла з урахуванням фізіологічних особливостей птиці. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету, Біла Церква. 2008. Вип. 53. С. 37–43.
2. Abiola S.S., O.O. Meshioye, B.O. Oyerinde and M.A. Bamgbose. 2008. Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Arch. Zootech.*, 57:83-86.
3. Abudabos A., 2010. The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. *Int. J. Poult. Sci.*, 9:231-235.
4. Adeyemo G.O., O.G. Longe and D.O. Adejumo, 2007. The reproductive performance of breeder cocks fed cottonseed cake-based diets. *Int. J. Poult. Sci.*, 6:140-144.
5. Agate D.D., E.E. Dea and M.E. Rustard, 2000. Effect of dietary selenium on laying hen fertility as assessed by the perivitelline sperm hole assay. *Proceedings of the poultry research and production symposium, Alberta poultry research centre*, p: 1–4.
6. Amantai S.N. Omarkhozha N.J. Kazhgaliev M.B., Saginbaeva and D. Arney, 2018. Hatchability and hatchling sex ratio depending on holding period and physical parameters of hatching eggs. *Eur. Poult. Sci.*, Vol. 82. 10.1399/eps.2018.228.
7. 154 Archer G.S., 2016. Spectrum of white light during incubation: Warm vs cool white LED lighting. *Int. J. Poult. Sci.*, 15:343-348.
8. 155 Archer G.S., 2017. Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation. *Animal*, 11:1203-1209.
9. Archer G.S., D. Jeffrey and Z. Tucker, 2017. Effect of the combination of white and red LED lighting during incubation on layer, broiler and Pekin duck hatchability. *Poult. Sci.*, 96:2670-2675.
10. Asuquo B.O. and B. Okon, 1993. Effects of age and egg size on fertility and hatchability of chicken eggs. *E. Afr. Agr. For. J.*, 59:79-83.
11. Ayidin R., M.W. Pariza and M.E. Cook, 2001. Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on chick hatchability and egg quality. *J. Nutr.*, 131:800-806.
12. Ayidin R. and M.E. Cook, 2004. The effects of dietary conjugated linoleic acid on egg yolk fatty acids and hatchability in Japanese quail. *Poult. Sci.*, 83:2016-2022.
13. Banks S., S.A. King, D.S. Irvine and P.T.K. Sanders, 2005. Impact of mild scrotal heat stress on DNA integrity in murine spermatozoa. *Reproduction*, 62:505-514.
14. Bogenfurst F., 2004. [The Hatching Handbook]. Gazda Kiado Publ., Budapest, Hungary, ISBN: 9789637445507, Pages: 278 (in Hungarian).
15. Bogenfurst F., 2017. [Handbook of Goose Breeders]. Forum Publisher, Udine, Italy (in Hungarian).
16. Brillard J.P., 2003. Practical aspects of fertility in poultry. *World's Poult. Sci. J.*, 59:441-446.
17. Brillard J.P., 2007. Control of fertility in turkeys: the impact of environment, nutrition and artificial insemination technology. *Poultry Industry Technical articles*.
18. Brillard J.P., 2009. Practical aspects of fertility in poultry. *Avian Biol. Res.*, 2:41-45.
19. Brommer J.E. and K. Rattiste, 2008. Hidden reproductive conflict between mates in a wild bird population. *Evolution*, 62:2326-2333.
20. Brotherstone S., I.M.S. White and K. Meyer, 2000. Genetic modeling of daily milk yield using orthogonal polynomials and parametric curves. *Anim. Sci.*, 70:407-415.
21. Buckland R. and G. Guy, 2002. Goose production. *FAO Animal Production and Health Paper. № 154*, FAO., Rome.

22. Davtyan D., T. Papazyan and L. Nollet, 2006. Dose response of Se added as sodiumselenite or Sel-Plex on sperm quality and breeder productivity. XII European Poultry Conference, Verona, Italy, 10-15 September.
 23. Chamruspollert M. and J.L. Sell, 1999. Transfer of dietary conjugated linoleic acid to egg yolk of chickens. *Poult. Sci.*, 78:1138-1150.
 24. Chichlowski M., J. Croom, B.W. McBride, G.B. Havenstein and M.D. Koci, 2007. Metabolic and physiological impact of probiotics or direct-fed-microbials on poultry: A brief review of current knowledge. *Int. J. Poult. Sci.*, 6: 694-704.
 25. Elibol O. and J. Brake, 2003. Effect of frequency of turning from three to eleven days of incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poult. Sci.*, 82: 357-359.
 26. Follet B.K. and J.E. Robinson, 1980. Photoperiod and gonadotrophin secretion in birds. *Prog. Reprod. Biol.*, 5: 39-61.
 27. Founders of future Generations ISA. A Hendrix Genetics Company. 2011-04-1-47. www.isapoultry.com.
 28. French N.A., 1997. Modelling incubation temperature: The effect of incubator design, embryonic development and egg size. *Poult. Sci.*, 76: 124-133.
 29. Gadde U., W.H. Kim, S.T. Oh and H.S. Lillehoj, 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Anim. Health Res. Rev.*, 18: 26-45.
 30. Godden P.M.M. and C.G. Scanes, 1977. Gonadotrophin concentrations during growth and maturation in domestic turkeys. *Br. Poult. Sci.*, 18: 675-685.
 31. Hanafy M.H., A.M.H. El-Sheikh and E.A. Abdalla, 2009. The effect of organic selenium supplementation on productive and physiological performance in a local strain of chicken. 1. The effect of organic selenium (Sel-Plex™) on productive, reproductive and physiological traits of bandarrah local strain. *Egypt Poult. Sci.*, 29: 1061-1084.
 32. Huth J.C. and G.S. Archer, 2015. Effects of LED lighting during incubation on layer and broiler hatchability, chick quality, stress susceptibility and post-hatch growth. *Poult. Sci.*, 94: 3052-3058.
 33. Islam M.S., M.A.R. Howlinder, F. Kabir and J. Alam, 2002. Comparative assessment of fertility and hatchability Barred Plymouth Rock, White Leghorn, Rhode Island Red and White Rock Hen. *Int. J. Poult. Sci.*, 1: 85-90.
 34. Javanka L., O. Djuragic and S. Sredanovic, 2010. Use of feed from brewery by-products for breeding layers. *Romanian Biotech. Lett.*, 15: 5559-5565.
 35. Joseph N.S. and E.T. Moran Jr., 2005a. Effect of age and post emergent holding in the on broiler performance and further processing yield. *J. Appl. Poult. Res.*, 14: 512-520.
 36. Joseph N.S. and E.T. Moran Jr., 2005b. Characteristics of eggs, embryos and chicks from the broiler hens selected for growth or meat yield. *J. Appl. Poult. Res.*, 14: 275-280.
 37. Keita A., A. Huneau-Salaun, A. Guillot, P. Galliot, M. Tavares and J. Puterflam, 2016. A multi-pronged approach to the search for an alternative to formaldehyde as an egg disinfectant without affecting worker health, hatching, or broiler production parameters. *Poult. Sci.*, 95: 1609-1616.
 38. King'ori A.M., J.K. Tuitoek, H.K. Muiruri and A.M. Wachira, 2010. Effect of dietary protein levels on egg production, hatchability and post-hatch offspring performance of indigenous chickens of Kenya. *Int. J. Poult. Sci.*, 9: 324-329.
 39. King'ori A.M., 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *Int. J. Poult. Sci.*, 10: 483-492.
 40. Kucharska-Gaca J., M. Adamski, J. Kuzniacka and E. Kowalska, 2016. Influence of the weight of hatching eggs on the hatchability indices and on the body weight of geese in rearing and after fattening with oats. *Acta Sci. Pol. Zootech.*, 15: 67-82.
 41. Ledoux L., 2017. Effective use of disinfectants in disease prevention and control: II. *Int. Hatchery Pract.*, 31: 21-23.
 42. Lourens A., H. Van den Brand, R. Meijerhof and B. Kemp, 2005. Effect of egg-shell temperature during incubation and embryo development, hatchability and post-hatch development. *Poult. Sci.*, 84: 914-920.
-

43. Lourens A., H. Van den Brand, M.J.W. Heetkamp, R. Meijerhof and B. Kemp, 2007. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poult. Sci.*, 86: 2194-2199.
44. Lukaszewicz E., 2010. Artificial insemination in geese. *World's Poult. Sci. J.*, 66: 647-658.
45. Mahmoud K.Z., M.M. Beck, S.E. Scheideler, M.F. Froman, K. Anderson and S.D. Kachman, 1996. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. *Poult. Sci.*, 75: 1555-1562.
46. McDaniel C.D., R.K. Bramwel, J.C. Wilson and B. Haworth, 1996. Fertility of male and female broiler breeders following exposure to elevated ambient temperature. *Poult. Sci.*, 75: 1029-1033.
47. Moald and M., 1993. Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing, Kenya. Animal Production Division, Kenya. Annual Report.
48. Moran Jr. E.T., 2007. Nutrition of the developing embryo and hatchling. *Poult. Sci.*, 86: 1043-1049.
49. Mortola J.P., 2009. Gas exchange in avian embryos and hatchlings. *Comp. Biochem. Physiol. Part A: Mol. Integr. Physiol.*, 153: 359-377.
50. Narushin V.G. and M.N. Romanov, 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poult. Sci. J.*, 58: 297-303.
51. North M.O. and D.D. Bell, 1990. Commercial chicken production manual. 4th Edn., AVI, New York.
52. Obidi J.A., B.I. Onyeanusu, P.I. Rekwot, J.O. Ayo and T. Dzenda, 2008. Seasonal variation in semen characteristics of Shikabrown breeder cocks. *Int. J. Poult. Sci.*, 7: 1219-1223.
53. Osman A.M.R., H.M. Abdel Wahed and M.S. Ragab, 2010. Effect of supplementing laying hens diets with organic selenium on egg production, egg quality, fertility and hatchability. *Egypt. Poult. Sci.*, 30: 893- 915.
54. Penfold L.M., D.E. Wldt, T.L. Herzog, W. Lynch, L. Ware, S.E. Derrickson and S.I. Monfort, 2000. Seasonal patterns of luteinizing hormone, testosterone and semen quality in Northern Pintail duck. *Reprod. Fert. Dev.*, 12: 229-235.
55. Rahn H., 1981. Gas exchange of avian eggs with special reference to Turkey eggs. *Poult. Sci.*, 60: 1971-1980.
56. Randeis R.D., C.C. Chase Jr. and S.Y. Wycs, 1992. Effects of gossypol and cotton seed products on reproduction of mammals. *J. Anim. Sci.*, 70: 1628-1638.
57. Röbel E.J., 1990. Composition and method for increasing the hatchability of turkey eggs. (Monograph). Agris, 1993-1994.
58. Saksena S.K and R.A. Salmonsens, 1982. Anti- fertility of gossypol in male hamsters. *Fertil. Steril.*, 37: 686.
59. Sapp R.L., R. Rekaya, I. Misztal and T. Wng, 2004. Male and female fertility and hatchability in chickens: A longitudinal mixed model approach. *Poult. Sci.*, 83: 1253-1259.
60. Shi Z.D., Y.B. Tian, W. Wu, Z.Y. Wang, 2008. Controlling reproductive seasonality in the geese: A review. *World Poult. Sci. J.*, 64: 343-355.
61. Tiwari A.KR. and T. Maeda, 2005. Effects of egg storage position and injection of solutions in stored egg on hatchability in chickens (*Gallus domesticus*) research note. *J. Poult. Sci.*, 42: 356-362.
62. Топа К., О. Onagbesan, B.De Ketelaere, E. Decupere and V. Bruggeman, 2004. Effect of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight and chick post hatch growth to forty-two days. *J. Appl. Poult. Res.*, 13: 10-18.
63. Wilson H.R., 1997. Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poult. Sci.*, 76: 134-143.
64. Yoshizaki N. and H. Saito, 2003. Changes in shell membranes during the development of quail embryos. *Poult. Sci.*, 81: 246-251.
65. <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/cf9d5570-51d8-11e7-95b9-11018c3e3782.pdf>.