

# Iniekcja *in ovo* jako narzędzie rozwoju produkcji drobiarskiej

Sofiia Danko<sup>1</sup>, Renata Zdun<sup>1</sup>,  
Rafał Banaszek<sup>1</sup>, Karolina Wengerska<sup>2</sup>,  
Kamil Drabik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
Studenckie Koło Naukowe Biologii, Hodowli i Użytkowania  
Drobia

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
Instytut Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej

## Wstęp

Iniekcja *in ovo* polega na wstrzykiwaniu substancji tj. szczepionki, probiotyku itd., bezpośrednio do jaja, w którym rozwija się zarodek. Pierwszy raz tej metody użyto w latach 90. XX wieku w USA. Poprzez iniekcję *in ovo* podawano szczepionkę przeciwko chorobie Mareka i Gumboro u kurcząt brojlerów [26]. Iniekcja *in ovo* to metoda przynosząca wiele korzyści, o dużym potencjale zastosowania, choć nieustandaryzowana. Od czasu pierwszego jej użycia powstało wiele prac naukowych, w których opisano podanie różnych substancji oraz skutki tego zabiegu [23]. Wzrost produkcji drobiarskiej sprzyja poszukiwaniu nowych rozwiązań, które poprawiłyby parametry klucia oraz przeżywalność i produktywność ptaków, w związku z czym rozwój metod podawania preparatów *in ovo* stanowi odpowiedź na potrzeby światowego runku drobia [1]. Celem pracy było przybliżenie tematyki iniekcji *in ovo* jako narzędzia w produkcji drobiarskiej.

## Iniekcja *in ovo* – charakterystyka metod podania

Iniekcja *in ovo* jest powszechnie stosowaną praktyką w wylęgarniach. Do zalet podawania substancji (szczepionek, stymulantów, probiotyków etc.) tą drogą należą zmniejszenie stresu u piskląt, szybsze uzyskanie odporności na patogeny oraz zapewnienie płynniejszej i szybszej produktywności. Aby proces ten przebiegł prawidłowo, iniekcja musi odbyć się w odpowiedniej fazie rozwoju embrionalnego, a także podawana substancja musi zostać wstrzyknięta w odpowiednie miejsce. Ponadto w wylęgarni musi być utrzymywany wysoki poziom higieny, w przeciwnym razie pogorszeniu mogą ulec takie parametry jak wylęgowość, odporność, a także późniejsza wydajność produkcyjna drobia [15, 23]. Iniekcja *in ovo* może odbywać się ręcznie lub maszynowo. Oba sposoby są jednakowo skuteczne – różnicą jest jednak ilość i szybkość procesu. Możliwe drogi iniekcji *in ovo* to bezpośrednio do ciała pisklęcia, do płynu owodniowego, błony omoczniowej, komory powietrznej oraz kuli żółtkowej [26].

Iniekcja *in ovo* może być przeprowadzana w 12. lub 18. dobie rozwoju zarodka. W 12. dniu inkubacji preparat wstrzykuje się do komory powietrznej. Następnie przenika on przez błony jajowe i stymuluje rozwój zarodka [28]. Z kolei w dniu 18. preparat może zostać podany do komory powietrznej, omoczni, owodni, pęcherzyka żółtkowego czy pod błonę kosmówkowo-omocznioową [3]. Podanie preparatu w dobie 12. określa się jako stymulację *in ovo* (z ang. *in ovo stimulation*), a w dobie 18. jako karmienie *in ovo* (z ang. *in ovo feeding*). Różnica ta wynika z faktu, że preparat podany w 12. dobie inkubacji jest wchłaniany przez zarodek z komory powietrznej, z kolei podanie substancji w 18. dobie do owodni pozwala na zapewnienie niezbędnych składników odżywczych w okresie klucia i pierwszych dni po wykluciu stymulując pozytywnie rozwój m.in. jelit [7, 28].

Prawidłowe przeprowadzenie iniekcji *in ovo* wymaga doświadczenia i odpowiedniego przygotowania zadającego preparat – do wstrzykiwania używa się ostrej, sterylnej igły o odpowiednim kalibrze. Preparat wstrzykiwany jest poprzez tępy koniec jaja. Głębokość podania preparatu ma kluczowe znaczenie – za płytkie podanie może skutkować rozproszeniem substancji w komorze powietrznej lub płynie omoczniowym, za głęboka iniekcja z kolei może powodować uszkodzenie zarodka. Ilość podawanej substancji zależy od jej rodzaju, najczęściej wynosi od 0,1 do 0,7 ml. Do zabezpieczenia powstałego po iniekcji otworu przed zanieczyszczeniem mikrobiologicznym stosuje się sterylną parafinę [19, 23, 24, 34].

Początkowo iniekcję *in ovo* przeprowadzano ręcznie, jednak ze względu na skalę produkcji drobiarskiej i rosnącego zapotrzebowania na usprawnienie procesu wprowadzono automatyzację. Maszyny do iniekcji *in ovo* są w stanie zapewnić wydajność na poziomie 70 000 jaj na godzinę. Automatyzacja procesu ma, oprócz zwiększenia wydajności, wiele zalet, m.in. iniekcja jest bardziej jednolita i precyzyjna. Ograniczane są również koszty obsługi oraz wynagrodzenia personelu [22]. Należy jednak pamiętać, że każda iniekcja z użyciem igły, ręczna czy maszynowa, ma jedną zasadniczą wadę – uszkadza strukturę naturalnie chroniące jajo. Co więcej, podczas iniekcji może także dojść do zranienia zarodka, co niekorzystnie wpływa na wskaźnik przeżywalności i zdrowie piskląt.

Oliveira i in. [20] analizując badania dotyczące iniekcji *in ovo*, opublikowane w ciągu ostatnich 38 lat zauważył, że wpływ iniekcji *in ovo* na parametry zdrowotne nie jest jednoznaczny. Autorzy ciągle nie są zgodni co do długofalowych efektów podania preparatów *in ovo*. Istnieją również wątpliwości, czy podane substancje mają wpływ na cały okres życia, czy jedynie na pierwsze jego etapy [29]. Jednakże wielu badaczy podkreśla olbrzymi potencjał iniekcji *in ovo*, podkreślając, że brakuje ustandaryzowanych metod podania odpowiednich substancji [9, 24].

## Rozwój embrionalny

Rozwój embrionalny stanowi ponad 33% całkowitego okresu życia komercyjnych linii brojlerów. Zakłócenia w tym procesie mogą negatywnie wpłynąć na cały cykl produkcyjny i przyczynić się do nieodwracalnych strat

dla producentów brojlerów [14]. W pierwszym tygodniu inkubacji zapasy glukozy służą do podtrzymywania metabolizmu. Następnie, w celu wspierania większego rozwoju zarodka, lipidy stają się głównym substratem energetycznym. W ostatniej fazie inkubacji, środowisko wewnętrzne ulega znacznym zmianom, co prowadzi do zmian w metabolizmie embrionalnym. Wchłanianie płynu owodniowego inicjuje się w okolicach 17. doby rozwoju embrionu, umożliwiając dostęp do zgromadzonych zapasów glikogenu. Użycie kwasów tłuszczowych staje się nieskuteczne, ponieważ nie spełnia potrzeb energetycznych zarodka, co powoduje, że metabolizm zmienia się w kierunku beztlenowego katabolizmu glukozy opartego na rozkładzie zapasów glikogenu, które są praktycznie wyczerpane pod koniec procesu inkubacji. Ponadto, pisklęta muszą szybko przystosować się do wykorzystania składników odżywczych z egzogennej diety białkowo-węglowodanowej, czyli pochodzącej spoza organizmu. Gdy składniki odżywcze stają się dostępne w diecie egzogennej, pozostałe rezerwy energii w organizmie są wykorzystywane do wspierania rozwoju przewodu pokarmowego, zarówno pod względem morfologicznym, jak i fizjologicznym [18].

Długotrwała ingerencja w genotyp brojlerów oraz intensywna selekcja genetyczna spowodowała zwiększenie produktywności ptaków, oraz skrócenie czasu potrzebnego na osiągnięcie odpowiedniej masy ciała. Niestety niesie to za sobą także problemy z zaburzeniami metabolicznymi [14]. Pisklęta mogą być pozbawione paszy nawet przez 72 godziny przed wstawianiem ich na budynek [25]. Z opóźnionym dostępem do pożywienia wiąże się zwiększone ryzyko śmiertelności i zaburzeń rozwojowych, takich jak opóźnienie w rozwoju jelit i zwiększona podatność bariery śluzowej jelit na wniknięcie patogenów. Jednym z rozwiązań tego problemu jest dostarczanie składników odżywczych jeszcze w okresie rozwoju embrionalnego, aby zminimalizować negatywne skutki głodu, skrócić moment podania paszy po wylęgu, zapewniając w ten sposób maksymalną ekspresję potencjału genetycznego w całym cyklu produkcyjnym [6].

### **Wpływ podania substancji *in ovo* na rozwój embrionalny**

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na skuteczność iniekcji *in ovo* jest bez wątpienia moment wykonania iniekcji. Według badań przeprowadzonych przez Salehi i in. [27] w przypadku iniekcji 1 ml sterylnego roztworu soli fizjologicznej (0,9%) w 453 godzinie inkubacji możemy spodziewać się wyższego procentu wylęgowości oraz większej masy ciała i długości wyklutych piskląt. Ohta i Kidd [16] wykazali, że moment wykonania iniekcji jest kluczowy, gdyż najlepsze wyniki lęgów uzyskali oni w przypadku iniekcji w 18 dobie inkubacji. Żółtko zostaje całkowicie pokryte warstwą komórek śródbłonka mniej więcej w 10. dobie inkubacji. Komórki te są odpowiedzialne za prawidłowe dostarczanie składników odżywczych do zarodka. Zawartość woreczka żółtkowego jest przenoszona do krążenia embrionalnego za pomocą endocytozy lub transporterów składni-

ków odżywczych. Woreczek żółtkowy pełni funkcję wspierającą lub zastępującą różne narządy, które nie osiągnęły jeszcze pełnej funkcjonalności. Ulega on wchłonięciu przez zarodek około 19. dnia rozwoju i stanowi od 15 do 20% masy pisklęcia, będąc jedynym źródłem składników odżywczych do czasu zapewnienia pisklętom pożywienia zewnętrznego. Uni i in. [33] stwierdzili, że wcześniejsza iniekcja może doprowadzić do uszkodzeń rozwijającego się zarodka. Potwierdzeniem tej tezy są badania Ohta i in. [17], w których autorzy podali 16 różnych roztworów aminokwasów w 0 i 7 dniu inkubacji wprost do woreczka żółtkowego, co wpłynęło na zmniejszenie wylęgowości z 95% w przypadku grupy kontrolnej (bez iniekcji) do 86% w przypadku grupy, u której zastosowano iniekcje *in ovo* składnikami odżywczymi. Jednak iniekcja aminokwasami przyniosła również pozytywne efekty w postaci wzrostu procentowego udziału masy pisklęcia w masie jaja (masy względnej pisklęcia) z 63% w przypadku grupy kontrolnej do 67% w grupie z iniekcją składnikami odżywczymi. Jednakże wyniki badań przeprowadzonych przez Kadam i in. [10], w których użyli takich samych roztworów aminokwasów z tą różnicą, że iniekcji dokonano w 14. dobie inkubacji, skutkowały większą masą ciała piskląt oraz większą przeżywalnością.

Różne substancje mogą w inny sposób wpływać na parametry lęgowe piskląt. W przypadku badań Coşkun i in. [4] iniekcja DL-metioniny do jaj wpływa negatywnie na wylęgowość, zmniejszając ją z 90,29% w przypadku grupy kontrolnej do poziomu 84,74%. Pozytywny wpływ DL-metioniny obserwowany był w przypadku względnej masy piskląt, która w przypadku grupy kontrolnej wynosiła 70,04%, natomiast w grupie, w której zastosowano iniekcje, wzrosła do poziomu 72,7%. Różnice w wynikach, jakie otrzymamy, stosując takie same substancje, mogą wynikać z zastosowania różnych technik i głębokości iniekcji. Ohta i Kidd [16] przeprowadzili badanie, w którym zastosowali iniekcje *in ovo* różnych aminokwasów na głębokość 13 mm, co nie wpłynęło na wylęgowość, ale zwiększyło względną masę piskląt z 71,6% do 73,2%. Natomiast przy iniekcji aminokwasów na głębokość 19 mm zmniejszyła wylęgowość aż o 18%.

Węglowodany stanowią mniej niż 1% wszystkich składników odżywczych w jajach, a wolna glukoza jedynie 0,3%. Wzrost zapotrzebowania na energię podczas inkubacji skutkuje przesunięciem metabolizmu w kierunku wykorzystania zapasów glikogenu. W rezultacie, rozległa degradacja białek mięśniowych pod koniec inkubacji może zagrażać negatywnemu rozwojowi piskląt w pierwszych dniach po wylęgu. Dlatego też, podanie węglowodanów *in ovo* może przyczynić się do lepszego rozwoju ptaków [14]. Badania Tako i in. [31] które obejmowały suplementację zarodków kurzych roztworem węglowodanów oraz  $\beta$ -hydroksy- $\beta$ -metylomaślanu wykazały, że po iniekcji *in ovo* tymi składnikami, jelita cienkie nowo wyklutych piskląt były rozwinięte na takim samym poziomie jak jelita piskląt dwudniowych. Kolejną zauważalną różnicą wynikającą z zastosowania tej metody była o 45% lepiej wykształcona powierzchnia kosmków jelitowych w porównaniu z grupą kontrolną, co wpłynęło na wyższą

masę ciała kurcząt (o 6%) w 10. dobie życia. Wpływ iniekcji *in ovo* węglowodanami został zbadany także przez Smirnov i in. [30], którzy wykazali, że iniekcja *in ovo* tymi związkami doprowadziła do zwiększenia powierzchni kosmków jelitowych w przypadku kurcząt tuż po wylęgu oraz kurcząt po upływie 3 dni. Wzrosła także liczba komórek kubkowych oraz ekspresja genu mucyny (*MUC2*), co może sugerować wyższą odporność na patogeny. Dai i in. [5] w swoich badaniach wykazali, że podanie argininy metodą *in ovo* wpłynęło na zwiększenie wysokości kosmków jelitowych oraz stosunku wysokości kosmków do głębokości krypt jelitowych u 3-dniowych i 14-dniowych piskląt. Zastosowanie iniekcji *in ovo* wpłynęło także na wzrost masy dwunastnicy w przypadku piskląt 3-dniowych oraz zwiększenie masy jelita czczego u piskląt tuż po wylęgu, oraz w 14 dniu życia [5]. Pozytywnie na rozwój piskląt wpłynęła także iniekcja maltozą, która zwiększyła masę wylęgu oraz przyczyniła się do lepszego wchłaniania składników odżywczych poprzez lepszy rozwój kosmków jelita czczego [8].

Owodnia jest błoną, która otacza zarodek podczas jego rozwoju, a jej wewnętrzna warstwa wydziela płyn owodniowy, który pełni funkcję ochronną, chroniąc zarodek przed wstrząsami mechanicznymi, termicznymi i zapobiegając jego odwodnieniu. Około 17. dnia rozwoju embrionalnego, zarodek zaczyna wchłaniać płyn owodniowy jako źródło wody i składników odżywczych. Spóźnienie to ma kluczowe znaczenie dla właściwego rozwoju błony śluzowej jelit oraz jest swego rodzaju „przygotowaniem się” zarodka do wyklucia, ponieważ zdolność do trawienia i wchłaniania składników odżywczych jest wciąż słabo rozwinięta na tym etapie rozwoju [21]. Metoda zaproponowana przez Uni i in. [32] zakładająca „karmienie” zarodków sposobem *in ovo*, polegająca na podaniu roztworu lub zawiesiny substancji bioaktywnych do owodni jaja w 17-18 dobie inkubacji, umożliwia wchłonięcie przez zarodek podawanej substancji wraz z płynem owodniowym. Wpłynęło to na szybszy rozwój układu pokarmowego, co poskutkowało lepszym i szybszym wykorzystaniem składników odżywczych z paszy oraz lepszym rozwojem w porównaniu z ptakami, u których nie zastosowano iniekcji *in ovo*.

Najbardziej newralgicznym okresem w trakcie rozwoju zarodka jest okres okołolęgowy trwający od 19 do 21 doby [2], w którym pisklę narażone jest na stres środowiskowy związany z utrudnionym oddawaniem ciepła w klujniku. Według Lis i in. [12], skutki związane ze stresem okołolęgowym załagodzić można za pomocą podania kwasu acetylosalicylowego w 17. dobie inkubacji metodą *in ovo*. Problemy z utrzymaniem temperatury w trakcie wykluwania się piskląt skutkują pojawieniem się wielu problemów zdrowotnych, między innymi słabo zamkniętymi pępkami, co może doprowadzić do zwiększonej śmiertelności piskląt, większym procentem infekcji oraz spowolnieniem ich rozwoju po wykluciu. Ponadto zaobserwowano zaburzenia związane z funkcjonowaniem układu sercowo-naczyniowego oraz obniżenie odporności [13]. Z badań przeprowadzonych przez Lis i in. [11] wynikało, że iniekcja *in ovo* paracetamolu wpłynęła negatywnie na wyniki wylęgowości piskląt oraz

na wydłużenie czasu inkubacji. Spowodowane było to embriotoksycznym działaniem paracetamolu, co wpłynęło na uszkodzenia wątroby w postaci hipoplazji płątów (lub atrofii), hipertrofii płątów bocznych, wystąpieniem krwotoków podtorebkowych oraz uszkodzeń żołądków.

## Podsumowanie

Iniekcja *in ovo* jest obiecującą techniką wspomagania rozwoju zarodków kurzych poprzez dostarczanie składników odżywczych jeszcze przed wykluciem. Różne substancje, takie jak aminokwasy, węglowodany i bioaktywne składniki, mają różny wpływ na rozwój i parametry wylęgowości piskląt. Na przykład, suplementacja węglowodanów może poprawić rozwój kosmków jelitowych i zwiększyć masę ciała piskląt, natomiast podanie DL-metioniny obniża wylęgowość, ale poprawia względną masę piskląt. Iniekcje składników odżywczych, takich jak arginina i maltoza, mogą wspomóc rozwój jelit i poprawić absorpcję składników odżywczych po wykluciu. Niemniej jednak, niektóre substancje, takie jak paracetamol, mogą mieć toksyczny wpływ na rozwój zarodka i wylęgowość.

Długotrwała selekcja genetyczna brojlerów wpłynęła na ich wydajność, ale jednocześnie zwiększyła podatność na zaburzenia metaboliczne. Suplementacja *in ovo* może pomóc zaspokoić rosnące wymagania energetyczne zarodka, szczególnie w okresie okołolęgowym, kiedy pisklęta są narażone na stres i problemy zdrowotne. Odpowiednie suplementowanie składników odżywczych *in ovo* może zatem skrócić czas głodu po wykluciu i zminimalizować negatywne skutki opóźnionego dostępu do pożywienia, wspierając tym samym maksymalną ekspresję potencjału genetycznego piskląt.

Wnioski z licznych badań wskazują, że metoda iniekcji *in ovo*, przy odpowiednim doborze momentu i substancji, może znacząco poprawić rozwój zarodków i zdrowie piskląt. Konieczne jednak są dalsze badania tej techniki, aby optymalizować warunki jej stosowania i minimalizować potencjalne ryzyko.

**Literatura:** 1. Bhanja S.K., Mandal A.B., Agarwal S.K., Majumdar S., 2008 – Effect of *in ovo* glucose injection on the post hatch-growth, digestive organ development and blood biochemical profiles in broiler chickens. *Indian Journal of Animal Sciences* 78(8): 869-872. 2. Borzemska W., Janowski T., 1984 – Zoohigieniczne i biologiczne podstawy inkubacji jaj kurzych. *Medycyna Weterynaryjna* 40(10): 603-607. 3. Castañeda C.D., McDaniel C.D., Abdelhamed H., Karsi A., Kiess A.S., 2019 – Evaluating bacterial colonization of a developing broiler embryo after *in ovo* injection with a bioluminescent bacteria. *Poultry Science Journal* 98(7): 2997-3006. 4. Coşkun I., Erener G., Şahin A., Karadavut U., Altop A., Okur A.A., 2014 – Impacts of *in ovo* feeding of DL-methionine on hatchability and chick weight. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology* 2(1): 47-50. 5. Dai D., Wu S.G., Zhang H.J., Qi G.H., Wang J., 2020 – Dynamic alterations in early intestinal development, microbiota and metabolome induced by *in ovo* feeding of L-arginine in a layer chick model. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 11, 1-16. 6. Geyra A., Uni Z., Sklan D., 2001 – The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young

chick. *British Journal of Nutrition* 86(1): 53-61. **7. Givisiez P.E., Moreira Filho A.L., Santos M.R.B., Oliveira H.B., Ferket P.R., Oliveira C.J.B., Malheiros R.D.**, 2020 – Chicken embryo development: Metabolic and morphological basis for *in ovo* feeding technology. *Poultry Science Journal* 99(12): 6774-6782. **8. Jia C.L., Wei Z.H., Yu M., Wang X.Q., Yu F.**, 2011 – Effect of *in-ovo* feeding maltose on the embryo growth and intestine development of broiler chicken. *Indian Journal of Animal Sciences* 81(5): 71-74. **9. Kadam M.M., Berekatain M.R., Bhanja K.S., Iji P.**, 2013 – Prospects of *in ovo* feeding and nutrient supplementation for poultry: The science and commercial applications – A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(15): 3654-3661. **10. Kadam M.M., Bhanja S.K., Mandal A.B., Thakur R., Vasan P., Bhattacharyya A., Tyagi J.S.**, 2008 – Effect of *in ovo* threonine supplementation on early growth, immunological responses and digestive enzyme activities in broiler chickens. *British Poultry Science* 49(6): 736-741. **11. Lis M.W., Sechman A., Niedziółka J.W., Rzasa J.**, 2006 – Effect of paracetamol injection *in ovo* in the course of hatching and thyroid hormone levels in chicken embryos. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* 50(4): 537-542. **12. Lis M., Sechman A., Pawlak K., Tombarkiewicz B., Niedziółka J.W., Rzasa J.**, 2009 – Effects of *in ovo* exposure to acetylsalicylic acid and hyperthermia on the hatchability and thyroid hormone concentrations in newly-hatched chicks. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* 53(3): 527-534. **13. Malec H., Borzemska W., Nieziółka J.**, 1996 – Hypothermia in turkey embryos during the final stage of hatching. *Medycyna Weterynaryjna* 52(10): 645-646. **14. Moran Jr.E.T.**, 2007 – Nutrition of the developing embryo and hatchling. *Poultry Science* 86(5): 1043-1049. **15. Neto F.L.K., Cosmo L.G., Guimarães Jr P.R., Oliveira E.B., Nicholson D., Pereira R.J.G.**, 2024 – Effects of *in ovo* vaccination time on broiler performance parameters under field conditions. *Poultry Science* 103(5): 1-8. **16. Ohta Y., Kidd M.T.**, 2001 – Optimum site for *in ovo* amino acid injection in broiler breeder eggs. *Poultry Science* 80(10): 1425-1429. **17. Ohta Y., Tsushima N., Koide K., Ishibashi T.**, 1999 – Effect of amino acid injection in broiler breeder eggs on embryonic growth and hatchability of chicks. *Poultry Science Journal* 78(11): 1493-1498. **18. De Oliveira J.E., Uni Z., Ferket P.R.**, 2008 – Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch. *World's Poultry Science Journal* 64(4): 488-499. **19. Oliveira G.D.S., McManus C., dos Santos V.M.**, 2024 – Control of *Escherichia coli* in Poultry Using the *In ovo* Injection Technique. *Antibiotics* 13(3): 205, 1-14. **20. Oliveira G.D.S., McManus C., Salgado C.B. dos Santos V.M.**, 2023 – Bibliographical mapping of research into the relationship between *in ovo* injection practice and hatchability in poultry. *Veterinary Sciences* 10(4): 296, 1-21. **21. Omede A.A., Bhuiyan M.M., Iji P.A.**, 2017 – Physico-chemical properties of late-incubation egg amniotic fluid and a potential *in ovo* feed supplement. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 30(8): 1124-1134. **22. Pawłowska J.**, 2015 – Zastosowanie technologii *in ovo* w poprawie efektywności produkcji drobiarskiej. *Wiadomości Zootechniczne* 53(3): 158-162. **23. Peebles E.D.**, 2018 – *In ovo* applications in poultry: a review. *Poultry Science* 97(7): 2322-2338. **24. Roto S.M., Kwon Y.M., Ricke S.C.**, 2016 – Applications of *in ovo* technique for the optimal development of the gastrointestinal tract and the potential influence on the establishment of its microbiome in poultry. *Frontiers in Veterinary Science* 3(63): 1-13. **25. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 września 2013 r. w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych mających zastosowanie do drobiu i jaj wylęgowych (Dz.U. 2013 poz. 1301).** **26. Saeed M., Babazadeh D., Naveed M., Alagawany M., Abd El-Hack M.E., Arain M.A., Tiwari R., Sachan S., Karthik K., Dhama K., Elnesr S.S., Sun Chao S.**, 2019 – *In ovo* delivery of various biological supplements, vaccines and drugs in poultry: current knowledge. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99(8): 3727-3739. **27. Salahi A., Mozhdah M., Seyed N.M.**, 2011 – Optimum time of *in ovo* injection in eggs of young broiler breeder flock. In *Proceedings of the 18th European Symposium on Poultry Nutrition*, Izmir, Turkey 557-559. **28. Siwek M., Sławinska A., Stadnicka K. Bogucka J., Dunisławska A., Bednarczyk M.**, 2018 – Prebiotics and synbiotics – *in ovo* delivery for improved lifespan condition in chicken. *BMC Veterinary Research* 14, 1-17. **29. Sławinska A., Płowiec A, Siwek M., Jaroszewski M., Bednarczyk M.**, 2016 – Long-term transcriptomic effects of prebiotics and synbiotics delivered *in ovo* in broiler chickens. *PLOS ONE* 11(12): 1-21. **30. Smirnov A., Tako E., Ferket P.R. i in.** 2006 – Mucin gene expression and mucin content in the chicken intestinal goblet cells are affected by *in ovo* feeding of carbohydrates. *Poultry Science* 85(4): 669-673. **31. Tako E., Ferket P.R., Uni Z.**, 2004 – Effects of *in ovo* feeding of carbohydrates and beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on the development of chicken intestine. *Poultry Science* 83(12): 2023-2028. **32. Uni Z., Ferket P.R., Tako E., Kedar O.**, 2005 – *In ovo* feeding improves energy status of late-term chicken embryos. *Poultry Science* 84(5): 764-770. **33. Uni Z., Yadgary L., Yair R.**, 2012 – Nutritional limitations during poultry embryonic development. *Journal of Applied Poultry Research* 21(1): 175-184. **34. Zhai W., Rowe D.E., Peebles E.D.**, 2011 – Effects of commercial *in ovo* injection of carbohydrates on broiler embryogenesis. *Poultry Science* 90(6): 1295-1301.

## ***In ovo* injection as a tool for the development of poultry production**

**Sofiia Danko, Renata Zdun, Rafał Banaszekiewicz, Karolina Wengerska, Kamil Drabik**

### **Summary**

Ensuring the health of chicks is one of the most important challenges of modern poultry production. One technique for ensuring the proper development of birds at the incubation stage is the injection of protective or nutritional substances into the egg at the embryonic stage. This makes it possible to improve the quality of the birds, to increase their production potential, and to vaccinate them early. According to the available literature, substances administered *in ovo* include amino acids, carbohydrates, probiotics and many others. There are several routes of *in ovo* injection of stimulants: into the air chamber, ovarian follicle, or amniotic sac. The site of injection depends on the type of substance and on when the procedure is performed. The purpose of this study was to provide an introduction to the topic of *in ovo* injection as a tool in poultry production.

**KEY WORDS: embryonic development, embryo nutrition, chick survivability, vaccination**