

ROZPRAWA DOKTORSKA

*Wpływ wybranych czynników na wyniki lęgów
kurcząt brojlerów*

*Influence of selected factors on the hatching
results*

mgr inż. Anita Kinal

PROMOTOR

PROF. DR HAB. MAREK BEDNARCZYK

Praca powstała dzięki życzliwości Zakładu Wylęgu Drobiu Drobex-Agro Sp. z o.o. Pragnę w szczególności podziękować Pani Joannie Frischke-Krajewskiej za szansę rozwoju jaką otrzymałam, Pani Annie Frischke-Szulc, Państwu Danucie i Czesławowi Frischke oraz Pani Anecie Czarneckiej i Piotrowi Urtnowskiemu za wsparcie i możliwość wykonania badań

Serdecznie dziękuję mojemu Promotorowi, Prof. dr hab. Markowi Bednarczykowi za opiekę naukową, życzliwość, poświęcony mi czas, a także za wsparcie i wyrozumiałość

Pragnę złożyć serdeczne podziękowania moim Rodzicom, od których otrzymałam szansę edukacji, w szczególności mojej Mamie, która zaszczepiła we mnie ciągłą chęć nauki i rozwoju

Pragnę również wyrazić swoją wdzięczność Panu Profesorowi Dariuszowi Piwczyńskiemu za pomoc w analizowaniu wyników oraz Pracownikom Katedry Biochemii i Biotechnologii Zwierząt, którzy służyli pomocą, dobrą radą oraz wsparciem

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	13
1.1. WPROWADZENIE.....	13
1.2. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA WSKAŹNIKI WYLĘGU I JAKOŚĆ PISKLĄT NIEZALEŻNE OD ZAKŁADU WYLĘGU DROBIU	13
1.3. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA WSKAŹNIKI WYLĘGU I JAKOŚĆ PISKLĄT ZALEŻNE OD ZAKŁADU WYLĘGU DROBIU	16
1.4. ZAMIERALNOŚĆ ZARODKÓW W JAJACH PODCZAS INKUBACJI	20
1.5. JAKOŚĆ PISKLĄT	21
1.6. CEL PRACY	23
2. MATERIAŁ I METODY	24
2.1. PLAN BADAŃ	24
2.2. MATERIAŁY UŻYTE W PRACY	25
2.3. METODY ZASTOSOWANE W PRACY.....	26
2.3.1. Procedury zgodne z technologią lęgu obowiązujące w ZWD.....	26
2.4. CZYNNIKI PODLEGAJĄCE OCENIE.....	28
2.4.1. Utrata masy jaja.....	30
2.4.2. Wylęgowość	30
2.4.3. Liczba piskląt kalekich, słabych i padłych	30
2.4.4. Masa względna pisklęcia	31
2.4.5. Ocena piskląt w skali Pasgar	31
2.4.6. Analiza odpadu powylęgowego.....	32
2.4.7. Śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu	36
2.5. ANALIZA STATYSTYCZNA	36
3. WYNIKI	37
3.1. WPLYW GENOTYPU NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW.....	37
3.2. WPLYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	41
3.3. WPLYW WIEKU KUR NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	47
3.4. WPLYW TYPU APARATU LĘGOWEGO NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	53
3.5. WPLYW TYPU KLUJNIKA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	59

4. DYSKUSJA.....	65
4.1. WPŁYW GENOTYPU NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	65
4.2. WPŁYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	66
4.3. WPŁYW WIEKU KUR NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	69
4.4. WPŁYW TYPU APARATÓW LĘGOWYCH NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	73
4.5. WPŁYW TYPU KLUJNIKA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW	75
4.6. PODSUMOWANIE	77
WNIOSKI	79
PIŚMIENNICTWO	80
STRESZCZENIA	93

1. WSTĘP

1.1. WPROWADZENIE

Mięso kurcząt rzeźnych jest bardzo popularne w Polsce (Nowak i Trziszka, 2010; Śląska-Grzywna i wsp., 2013). Za jego wysokim spożyciem przemawia fakt, że stanowi przede wszystkim najtańsze źródło białka zwierzęcego. Niskie koszty produkcji mięsa drobiowego, wynikają głównie z krótkiego cyklu produkcyjnego oraz z niskiego (1,6-1,8) wskaźnika wykorzystania paszy przez brojlery kurze. Zaletą mięsa drobiowego jest również jego niska wartość energetyczna, niewielka zawartość tłuszczu oraz wysoka wartość odżywcza w porównaniu z mięsem wieprzowym czy wołowym (Kijowski, 2000; Fletcher, 2002; Pasińska, 2016). Dodatkowo wysokie właściwości kulinarne mięsa drobiowego i wszechstronne jego wykorzystanie sprawiają, iż jest ono cenione w Polsce i na świecie (Smolińska i Kopeć, 2009; Kijowski, 2000).

Polska jest największym producentem drobiu w Unii Europejskiej (Mroczek, 2019; GUS, 2019a). Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, w 2018 w Polsce wyprodukowano 3451,7 tys. ton żywca drobiowego, co stanowiło wzrost o 4,4% w stosunku do roku poprzedniego (GUS, 2019b). Prawie połowa wyprodukowanego mięsa w Polsce przeznaczana jest na eksport, głównie do krajów członkowskich Unii Europejskiej takich jak Niemcy, Ukraina, Wielka Brytania, Holandia, Francja, Czechy i Bułgaria (Pasińska, 2018). Tak szybko rozwijająca się gałąź przemysłu jaką jest produkcja broilerów kurzych, wymaga optymalizacji. Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na jej ekonomikę są wskaźniki wylęgu i jakości piskląt, które są w poniższej pracy szeroko analizowane (Jiang i wsp., 1998). Dzięki poprawie i odpowiedniemu dostosowaniu procesów technologicznych w Zakładzie Wylęgu Drobiu (ZWD) można uzyskać wysokie wyniki wylęgowości i poprawić zdrowotność jednodniowych piskląt broilerów. Wpływ czynników na wylęgowość i jakość piskląt jednodniowych brojlerów przedstawiono na rycinie 1.

1.2. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA WSKAŹNIKI WYLĘGU I JAKOŚĆ PISKLĄT NIEZALEŻNE OD ZAKŁADU WYLĘGU DROBIU

Na wylęgowość i jakość piskląt broilerów bardzo duży wpływ mają warunki środowiskowe oraz organizacja pracy na fermie rodzicielskiej.

Do tych czynników zalicza się: zdrowotność, żywienie i wiek stada, jakość, rozmiar oraz zapłodnienie jaj wylęgowych, czas i warunki przechowywania jaj wylęgowych na fermie, sposób dezynfekcji jaj wylęgowych na fermie (Kirk i wsp., 1980; Wilson, 1991, 1997; Elibol i wsp., 2002; Tona i wsp., 2005; 2007; Yassin i wsp., 2008).

W piśmiennictwie jednym z najczęściej opisywanych czynników wpływających na wyniki wylęgów jest wiek kur w stadach rodzicielskich. Stwierdzono, iż wpływa on na skład chemiczny jaj, jakość skorup, wielkość i ciężar jaj, śmiertelność zarodków w jajach oraz zapłodnienie jaj (Wilson, 1991; Vieira i Moran, 1998; Tona i wsp., 2004; Joseph i Moran, 2005a; Yassin i wsp., 2008).

Jaja wylęgowe zwykle pozyskuje się od kur w wieku od 25. do około 60. tygodnia życia. W stadach starszych zdecydowanie częściej występują przypadki piskląt gorszej jakości (Tona i wsp., 2001a; Boerjan, 2002; Tona i wsp., 2004). Mimo, iż pisklęta pochodzące z młodszych stad są lżejsze, co ma powiązanie z masą jaj, pisklęta te uzyskują lepsze przyrosty masy ciała na fermie (Tona i wsp., 2004). Wiek kur w stadzie rodzicielskim wpływa również na różnicę w zawartości glukozy, tłuszczu oraz kwasów tłuszczowych w rozwijającym się zarodku (Noble i wsp., 1986; Latour i wsp., 1998). Dodatkowo w zależności od wieku kur zmieniają się również zdolności termoregulacji zarodka (Weytjens i wsp., 1999). Różnice dostrzegalne są także w białku jaja, którego rolą jest ochrona zarodka przed patogenami oraz dostarczenie niezbędnych dla rozwoju składników odżywczych (Walsh, 1993). Nie wykazano zmian pH białka ze względu na wiek kur (Benton i Breake, 1996), jednak w badaniach Wilcox i Wilson (1962) stwierdzono, iż im starsza kura tym struktura trzeciorzędowa białka oraz integralność białka z żółtkiem są pogorszone, co w konsekwencji wpływa negatywnie na rozwój zarodka (Wilcox i Wilson, 1962). Ponadto wraz z wiekiem kur zwiększa się masa żółtka (Nangsuay i wsp., 2016). Przeważająca ilość doświadczeń nad opisywanym czynnikiem, opiera się na próbach o niewielkiej liczebności, wykonywanych w warunkach laboratoryjnych. W badaniach własnych doświadczenia wykonywano w ZWD w warunkach przemysłowych, dzięki czemu uzyskano odpowiednią ilość danych do zbadania wpływu wieku kur na wyniki wylęgów.

Na jakość skorupy oraz rozmiar jaj wylęgowych oprócz wieku kur wpływa również żywienie stada rodzicielskiego. Składniki pokarmowe oraz suplementacje składników odżywczych dostarczane w diecie kur są przekazywane odpowiednio do jaja (Lillie i wsp., 1951). Niedobór lub

nadmiar niektórych składników znacząco wpływa na pogorszenie wylęgowości i jakości piskląt (Wilson i wsp., 1997; Decuyper i wsp., 2007; Yassin, 2008). Naber i Squires (1993) wykazali, iż w jajach wylęgowych witamina A i ryboflawina (witamina B2) mają największy wpływ na wylęgowość. Autorzy stwierdzili również, że wraz ze zwiększeniem ilości witamin A, ryboflawiny, kwasu pantotenowego, biotyny, witaminy E w diecie kur, poziom witamin w jajach proporcjonalnie wzrasta. Ponadto, bardzo ważną rolę spełniają składniki mineralne takie jak: selen, jod, mangan, wapń, fosfor, magnez, chlor, potas, cynk, bor, aluminium, które podane w nieodpowiednich dawkach powodują obniżenie wylęgowości oraz zwiększają prawdopodobieństwo pojawienia się nieprawidłowości w budowie zarodka (Wilson, 1997). Z kolei żywienie kur karmą o niskiej zawartości energii i wysokim poziomie białka powoduje pogorszenie wylęgowości, poprzez zwiększenie śmiertelności zarodków w środkowym okresie inkubacji oraz zamierania zarodków podczas klucia (Pearson i wsp., 1982; Leeson i Summers, 1991). Niezwykle ważną rolę w żywieniu kur odgrywają również tłuszcze i kwasy tłuszczowe (Vilchez i wsp., 1990a,b;). Dla przykładu wzrost poziomu kwasu palmitynowego ułatwia mobilizację żółtka przez zarodek, co w konsekwencji poprawia wylęgowość jaj i zmniejsza się śmiertelność zarodków pod koniec inkubacji (Vilchez i wsp., 1992).

Jednym z często badanych czynników wpływających na wyniki wylęgów jest genotyp ptaków, który może wpływać na zamieralność zarodków, zapłodnienie jaj, masę jaj wylęgowych, stosunek żółtka do białka w jajach, procentową zawartość skorupy jaja oraz wymagany czas inkubacji (Suarez i wsp., 1997; Joseph i Moran, 2005b). Analiza genetyczna przeprowadzona przez (Wolc i Olori) wykazała, że wylęgowość jaj jest głównie cechą kury (matki), a nie jej męskiego partnera (ojca) lub zarodka. Jednak tak rozumiana, charakteryzuje się niską odziedziczalnością. Podobnie nie stwierdzono, oceniając wpływ genotypu samców na cechy reprodukcyjne, genu głównego odpowiedzialnego za cechy wylęgowości (Wolc i wsp., 2019). W piśmiennictwie najczęściej porównywanymi genotypami kurcząt mięsnych są mieszańce Ross 308 i Cobb 500 (Deeming i Van Middelkoop, 1999; Abudabos, 2010) oraz współcześnie lokalne rasy kur (Ibrahim i wsp., 2019; Shi i wsp., 2019). W pracy natomiast porównywano dwa zbliżone do siebie genotypy linii mięsnych: ROSS 308 oraz ROSS PM3 ze względu na brak doniesień w tym temacie.

Przeprowadzone doświadczenia i ich wyniki będą pomocne dla ZWD w wyborze genotypu jaj wylęgowych.

Dezynfekcja jaj ma również znaczący wpływ na wylęgowość. Rekomenduje się przeprowadzenie jej tuż po zbiorze jaj, gdy są jeszcze ciepłe. Podczas ochładzania jaj może dojść do wniknięcia bakterii z powierzchni ich skorupy, poprzez pory do wnętrza jaja (Wang i Slavik, 1998). Bakterie w jaju powodują zakażenie woreczka żółtkowego, co jest najczęstszą przyczyną zamierania piskląt broilerów, w pierwszym tygodniu życia (Bains, 1979). Badania Cortes i wsp. (2004), wykazały, iż zakażenia jaj przekazywane pionowo z fermy rodzicielskiej ujawniają się w późniejszym okresie w ZWD lub na fermie towarowej kurcząt brojlerów. Ze względu na wysoką skuteczność w likwidacji wielu szczepów bakterii oraz łatwość użycia najczęściej stosowanym środkiem są pary formaliny (Cadirci, 2009). Jednak rakotwórcze działanie formaliny na ludzi, wymusza stosowanie innych środków do dezynfekcji, na przykład: nadtlenuk wodoru (Cox i wsp., 1999, Wells i wsp., 2010), produkty amoniowe (Lowman i Parkhurst, 2014), promieniowanie UV (Wells i wsp., 2010) czy produkt lizozymowy Inovapure (Li i wsp., 2018).

Innymi czynnikami związanymi z fermą, wpływającymi na wyniki lęgów są: stosunek samców do samic w stadach rodzicielskich, rodzaje gniazd na fermie oraz forma i częstotliwość zbioru jaj (Meijerhof, 1992; Wilson, 1997; Heier i Jarp, 2001).

1.3. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA WSKAŹNIKI WYLĘGU I JAKOŚĆ PISKŁĄT ZALEŻNE OD ZAKŁADU WYLĘGU DROBIU

Prawidłowe zarządzanie technologią inkubacji jaj w zakładzie wylęgu drobiu pozwala na osiągnięcie maksymalnego wyniku produkcyjnego (maksymalnej wylęgowości) (Yassin i wsp., 2008). Pierwszym niezwykle istotnym czynnikiem w łańcuchu technologicznym ZWD jest czas przechowywania (Brake i wsp., 1997). Przechowywanie jaj powyżej 7. dni powoduje negatywne konsekwencje, do których należy podwyższony odsetek zamieralności zarodków we wczesnym okresie inkubacji, wydłużenie czasu inkubacji, obniżenie wylęgowości, uzyskanie zwiększonej liczby piskląt kalekich i słabych, pogorszoną jakością piskląt pierwszej klasy oraz pogorszoną wydajnością produkcyjną brojlerów (Whitehead i wsp., 1985; Lapao i wsp., 1999; Fassenko i wsp., 2001; Decuypere i wsp., 2001; Tona i wsp., 2003a; 2003b; 2004).

W miarę upływu czasu po zniesieniu jaja przez kurę dochodzi do szeregu zmian w składowych jaja: pH białka ulega podwyższeniu, przez co błony stają się bardziej podatne na pęknięcie, zwiększa się ilość komórek apoptycznych, co przyczynia się do zwiększonej ilości wczesnych zamierań (Tona i wsp., 2003a). Jaja dłużej przechowywane charakteryzują się mniejszą aktywnością metaboliczną, co negatywnie wpływa na rozwój zarodka (Lapao i wsp., 1999; Tona i wsp., 2004; Decuyper i wsp., 2007; Fasenko, 2007). Liczne badania potwierdzają pogorszoną jakość piskląt pochodzących od jaj dłużej przechowywanych (Boerjan, 2002; Fasenko i wsp., 2002; Tona i wsp., 2003b) i gorszy start tych piskląt na fermie w pierwszym tygodniu życia (Decuyper i wsp., 2001). Ponadto wydłużony czas przechowywania może wpłynąć na występowanie wad mięsa takich jak white stripping i wooden breast (Livingston i wsp., 2018).

Jedną z przyczyn wydłużonego czasu przechowywania jest odległość ZWD od ferm rodzicielskich, często ze względów logistycznych jaja zwożone są zbyt rzadko (Hamidu i wsp., 2011). Poza tym brak równowagi pomiędzy podażą jaj wylęgowych a popytem na jednodniowe pisklęta broilery (*Goliomytis* wsp., 2015).

Niezwykle ważną rolę odgrywają również warunki przechowywania jaj, czyli odpowiednia temperatura i wilgotność w magazynie jaj (Brake i wsp., 1997; Fasenko, 2007; Mahmud i wsp., 2011). Nieodpowiednie warunki temperaturowe w trakcie przechowywania jaj, mogą powodować zwiększoną śmiertelność zarodków oraz obniżyć wylęgowości (Ishaq i wsp., 2014). Według najnowszych doniesień, podczas 7-dniowego przechowywania jaj, zmienne warunki temperaturowe, pomiędzy 18°C a 21°C, powodują pogorszone wyniki wylęgowości oraz zwiększoną zamieralność zarodków we wczesnej fazie inkubacji w stadach starszych w 50. tygodniu życia kur, nie wpływając na pogorszenie wyników w stadach młodszych w 27. tygodniu życia (Ozlu i wsp., 2018).

W dużym stopniu na wyniki wylęgów wpływa proces inkubacji jaj. Stworzenie odpowiednich warunków do rozwoju zarodków w jajach, podobnych do naturalnych, jest niezwykle trudne. Według Hill (2001) i Lourens i wsp. (2005) temperatura jest najważniejszym czynnikiem inkubacji. Idealne warunki tego procesu pozwalają uzyskać maksymalną wylęgowość z jaj, przy zachowaniu dobrej kondycji i zdrowotności piskląt oraz dobrych cech produkcyjnych na fermach kurcząt brojlerów (Wilson, 1991; Hulet i wsp., 2007; Shim i Pesti, 2011). Temperaturę zarodka odzwierciedla temperatura skorupy jaja (Lourens i wsp., 2005;

Molenaar i wsp., 2010a; 2011; Ipek i wsp., 2014). Optymalną wartością dla rozwijającego się zarodka w jajku jest temperatura 37,8°C z dopuszczalnym odchyleniem o 0,3°C (Wilson, 1991). W pierwszej fazie inkubacji (od 1. do 11. dnia inkubacji) zarodki pochłaniają ciepło ze środowiska inkubatora (Lis i wsp., 2011). W tym czasie mają nieco niższą temperaturę niż temperatura powietrza. Obniżona temperatura podczas inkubacji (do 36,6°C) w pierwszej połowie cyklu, wpływa na wydłużenie cyklu inkubacji, obniżenie wylęgowości oraz pogorszenie jakości piskląt (Joseph i wsp., 2006). Z kolei podwyższona temperatura inkubacji powoduje przyspieszenie rozwoju embrionalnego, przez co skrócenie czasu inkubacji (Hulet i wsp., 2007), obniżenie wylęgowości, zwiększenie ilości piskląt kalekich i słabych (Lourens, 2001). Poza tym może negatywnie wpływać na wielkość serca pisklęcia (Wineland i wsp., 2000), rozwój kości (van der Pol i wsp., 2014), działanie układu odpornościowego (DuRant i wsp., 2012) oraz w późniejszym etapie rozwojowym na problemy z wodobrzuszem i kończynami (Boleli i wsp., 2016). Negatywne zmiany wywołane podwyższoną temperaturą zależą od etapu rozwoju zarodka i stopnia jego przegrzania. Od kilkunastu lat prowadzone są doświadczenia wskazujące na korzyści wynikające z kontrolowanego podwyższania temperatury w trakcie drugiej fazy inkubacji, jednak dotyczy to krótkotrwałych zmian temperatur, zwykle od 15. doby inkubacji (Moraes i wsp., 2004; Tona i wsp., 2008; Ruzi i wsp., 2017).

Również wilgotność względna (RH), czyli poziom wysycenia powietrza parą wodną, może wpływać na temperaturę skorupy jaja (van der Pol i wsp., 2014). Kontrola wilgotności podczas procesu inkubacji pozwala na uzyskanie odpowiedniej masy jaja, poprzez utratę wody (Tullett i wsp., 1981;1982), co wpływa na wysoką wylęgowość (Lundy, 1969). Woda z wnętrza jaja wyparowuje przez pory znajdujące się w skorupie jaja (Tullett, 1990), ilość wyparowanej wody można manipulować poprzez odpowiednie ustawienia RH w inkubatorze (Tullett i wsp., 1982). Zbyt niski poziom RH podczas inkubacji wpływa na zwiększone parowanie wody z jaja, co może spowodować zmianę temperatury zarodka (Hamdy i wsp., 1991). Z kolei podwyższony poziom RH uniemożliwia wyparowanie odpowiedniej ilości wody z jaja, przez co wytworzenie zbyt małej komory powietrznej, a w konsekwencji problemy z uruchomieniem płuc zarodka podczas klucia (Molenaar i wsp., 2010b). Z RH skorelowana jest utrata masy jaja (UMJ), która wskazuje na prawidłowość przebiegu procesu inkubacji do 18. doby,

powinna wynosić średnio 12% masy jaja świeżego (Tullett, 1981; Meir i Nir, 1984).

Kolejnym wskaźnikiem prawidłowego przebiegu inkubacji, skorelowanym z RH, jest masa względna pisklęcia (ang. chick yield, CY), czyli stosunek masy pisklęcia po wykluciu do masy nałożonego jaja przed inkubacją wyrażony w procentach (Jabbar i Ditta, 2017). CY w dużym stopniu zależy od UMJ i może wskazywać na jakość piskląt (Sozcu i Ipek, 2013).

Proces inkubacji jaj wiąże się z intensywnym rozwojem zarodków, które z każdą kolejną dobą zwiększają swój metabolizm, a tym samym zapotrzebowanie na tlen (Tazawa, 1980). Niezwykle ważną rolę w wymianie gazowej podczas inkubacji odgrywa odpowiednia wentylacja (Decuypere i wsp., 1979; Tullett, 1990). Dla prawidłowego rozwoju zarodków, w początkowej fazie inkubacji wymagana jest wysoka koncentracja CO₂ na poziomie do 1%. Odpowiednie stężenie i dawka warunkują prawidłowy rozwój układu krwionośnego zarodka, co przekłada się na zwiększenie możliwości poboru tlenu oraz oszczędność energii (Tullett, 1990; Tazawa i wsp., 2002; Decuypere i wsp., 2006; Hambermann i wsp., 2008; Verhoelst i wsp., 2011). Natomiast po 14. dobie inkubacji ze względu na znaczny wzrost zarodka pobór tlenu zwiększa się (Tazawa, 1980; Tullett, 1990). Koncentracja CO₂ po raz kolejny wzrasta w klujnikach, gdzie jej wartość powinna wynosić 0,5-0,8% (Decuypere i wsp., 2001), wpływa na to liczba klujących się piskląt i intensywności wentylacji (Molenaar i wsp., 2010b). Wymiana gazowa w dużym stopniu zależy również od przewodności skorupy i lepkości białka (Ancel i Visschedijk, 1993; McLoughlin i Gous, 1999).

Na prawidłowy rozwój zarodka w jaju wpływa również obracanie jaj, co godzinę o 90⁰ (Tullett i wsp. 1987). W inkubatorach jaja umieszczone są na tacach pod kątem 45⁰, co umożliwia zmianę ich pozycji dzięki mechanizmom obracania tacek. Jaja na tacach ułożone są tępym końcem do góry z uwagi na obecność w tym miejscu komory powietrznej. Wykazano, iż odwrotne umieszczenie jaj, ostrym końcem ku górze, powoduje spadek wylęgowości nawet o 17%, głównie ze względu na nieodpowiednie ułożenie zarodka w jaju i brak dostępu zarodka do komory powietrznej (Bauer i wsp., 1990).

Obracanie jaj zapobiega przyleganiu błon płodowych do skorupy jaja, poprawia cyrkulację powietrza w inkubatorze, wspomaga rozwój oddechowy zarodka oraz ogranicza występowanie nieodpowiednich pozycji zarodka w jaju (Deeming, 1999; 1989). Dla rozwoju zarodka

najważniejszym okresem obracania jaj są pierwsze 7 dni inkubacji (Elibol i Brake, 2004). Brak obracania jaj po 15. dobie inkubacji, nie wpływa negatywnie na rozwój zarodka i wylęgowość (Lourens i Deeming, 1999).

Inkubowanie dużej ilości jaj w aparacie lęgowym może wiązać się z wieloma problemami. Van Brecht i wsp. (2003) oraz Nowaczewski i wsp. (2014) wykazali, iż temperatura skorup jaj w maszynie nie wszędzie jest jednakowa. Stwierdzono znaczne różnice w temperaturze jaj, w zależności od położenia w aparacie lęgowym, co skutkowało zmienną wylęgowością, śmiertelnością zarodków oraz jakością piskląt (Lourens, 2001; Nowaczewski i wsp., 2014). Niezwykle trudne jest utrzymanie identycznych parametrów inkubacji, jakie zostały zaprogramowane w maszynie, dlatego potrzebny jest stały nadzór nad tym procesem. W badaniach własnych testowano 5 typów aparatów lęgowych i klujników, aby wykazać, które z nich pozwalają na osiągnięcie najlepszych wyników wylęgowych, jednocześnie zapewniając wysoką jakość piskląt.

1.4. ZAMIERALNOŚĆ ZARODKÓW W JAJACH PODCZAS INKUBACJI

Inkubacja jaj wylęgowych kurcząt broilerów trwa 21 dni. W tym czasie stwierdza się dwa krytyczne etapy zwiększonej śmiertelności zarodków, związane ze zmianą ich metabolizmu (Romanoff i Romanoff, 1972; Jassim i wsp., 1996). Z tego powodu wyróżniono trzy okresy zamieralności zarodków w jajach. Pierwszy okres trwa od początku do 7. dnia inkubacji, dochodzi wtedy do tak zwanych wczesnych zamierań zarodków (Liptoi i wsp., 2006). Najwyższą zamieralność odnotowuje się między 3. a 5. dobą inkubacji, co jest związane z gromadzeniem się CO₂ lub wodonerczem (Romanoff, 1949). Norma dla ilości wczesnych zamierań ustalona przez Aviagen (2017) wynosi od 3,5% dla stad w szczycie nieśności, do 5,5% dla stad wchodzących w nieśność.

Od 8. do 14. dnia występują zamierania w środkowym okresie inkubacji. Czas ten charakteryzuje się najniższym odsetkiem śmiertelności zarodków, który powinien wynosić maksymalnie 1% (Aviagen, 2017). Do przyczyn zwiększonej zamieralności w tym okresie zalicza się niedobory witaminowe (Romanoff, 1949) i żywieniowe, nieodpowiednie parametry podczas inkubacji, zakażenia w jajach oraz geny letalne (Wilson, 1993).

Z kolei w ostatnim tygodniu inkubacji śmiertelność zarodków w jajach powinna wahać się od 2,5% dla stad w szczycie nieśności do 3,5% dla stad wchodzących w nieśność (Aviagen, 2017). Największy odsetek zamierań rejestruje się w 19. dobie inkubacji, kiedy to następuje zmiana oddychania zarodka z omocznioowego na płucne (Romanoff, 1949).

Przekroczenie wskazanych norm śmiertelności zarodków w danym okresie jest niezwykle ważną informacją, może wskazywać na przyczynę pogorszonych wyników wylęgów (Aviagen, 2017).

Dodatkową informacją jest pozycja zmarłego zarodka w jajku. Pod koniec inkubacji zarodek powinien ułożyć głowę pod prawym skrzydłem, umożliwia to swobodne wyklucie się pisklęcia. Jego nieprawidłowe ułożenie w jajku może wskazywać na przyczynę zamierania. Do nieprawidłowych ułożeń zarodków w jajku zaliczamy: głowę w ostrym końcu jaja, głowę skierowaną w lewo, nogi nad głową, głowę na prawym skrzydle. Na nieprawidłowy przebieg inkubacji wskazują również deformacje zarodka, takie jak: przepuklina mózgowa, deformacje głowy, wynicowane jelita oraz podwójne kończyny (Aviagen, 2017). Ich ilość nie powinna przekraczać 0,5% (Tong i wsp., 2013).

1.5. JAKOŚĆ PISKLĄT

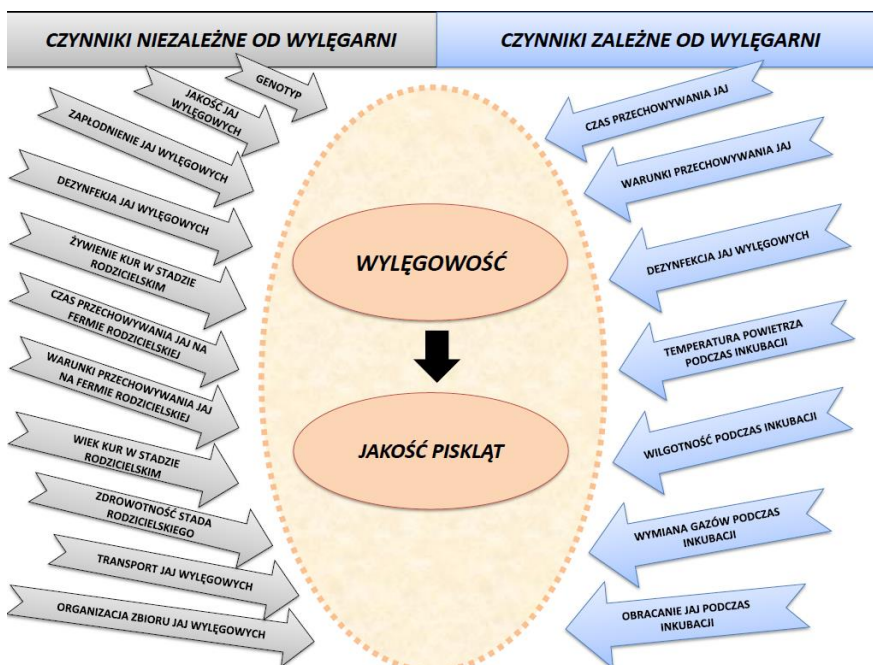
W ZWD głównym celem jest uzyskanie jak najwyższej wylęgowości z jaj nałożonych (Tona i wsp., 2005), jednakże badania Decuypere i wsp. (1992) oraz Borzemskiej i wsp. (1998) wskazują, że nie zawsze wysoka wylęgowość wiąże się z dobrą jakością piskląt. Jednodniowe pisklęta brojlery są ogromnym źródłem informacji, wskazują na jakość jaj wylęgowych, określają poprawność przebiegu procesu inkubacji, a nawet pozwalają przewidzieć masy ptaków w dniu uboju (Tona, 2004).

Jakość jednodniowych piskląt brojlerów jest określana subiektywnie podczas sortowania piskląt przez pracowników ZWD, na podstawie wyglądu zewnętrznego. Do piskląt pierwszej klasy zalicza się osobniki czyste, suche, z błyszczącymi oczami, zagojonymi pępkami, miękkimi brzuchami, bez śladów krwi, obtarć na skokach i dziobie, wykazujące zainteresowanie i aktywność (Funk i Irwin, 1955; Raghavan, 1999; Deeming, 2000; Boerjan, 2002; Decuypere i wsp., 2002; Tona i wsp., 2003a).

Na tej podstawie Boerjan (2002) zaproponowała ocenę pojedynczych, przypadkowo wybranych piskląt w skali tzw. Pasgar.

Każdy z ocenianych osobników ma odejmowane punkty za poszczególne nieprawidłowości, jeżeli takie posiada. Pisklęta idealne uzyskują 10 punktów, natomiast najgorzej ocenione otrzymują minimum 5 punktów. Ocenie podlegają: jakość pępka, plastyczność brzucha, wygląd skoków, wygląd dziobu oraz refleks (aktywność) pisklęcia (Boerjan; 2002; 2006). Dzięki opiniowaniu piskląt, uzyskuje się wiedzę na temat prawidłowości przebiegu inkubacji, którą można wykorzystać do jej poprawy w kolejnych cyklach (van de Ven i wsp., 2012).

Jednym z problemów na fermach towarowych kurcząt brojlerów w pierwszym tygodniu życia piskląt jest ich wysoka śmiertelność. Pisklęta w tym czasie mają bardzo wysokie wymagania środowiskowe, są niezwykle wrażliwe. Niekiedy na fermy trafiają pisklęta niespełniające norm, w wyniku nieodpowiedniej selekcji piskląt w ZWD (van de Ven i wsp., 2012). Według Komisji Europejskiej śmiertelność piskląt na fermie może być również wskaźnikiem warunków dobrostanu zwierząt. W wypadku podwyższonych upadków piskląt podczas odchowu, zaleca się poprawę warunków lub zmniejszenie obsady piskląt w kolejnym cyklu (European Union, 2007).



Ryc. 1. Wpływ czynników zależnych i niezależnych od zakładu wylęgu drobiu na wylęgowość i jakość piskląt

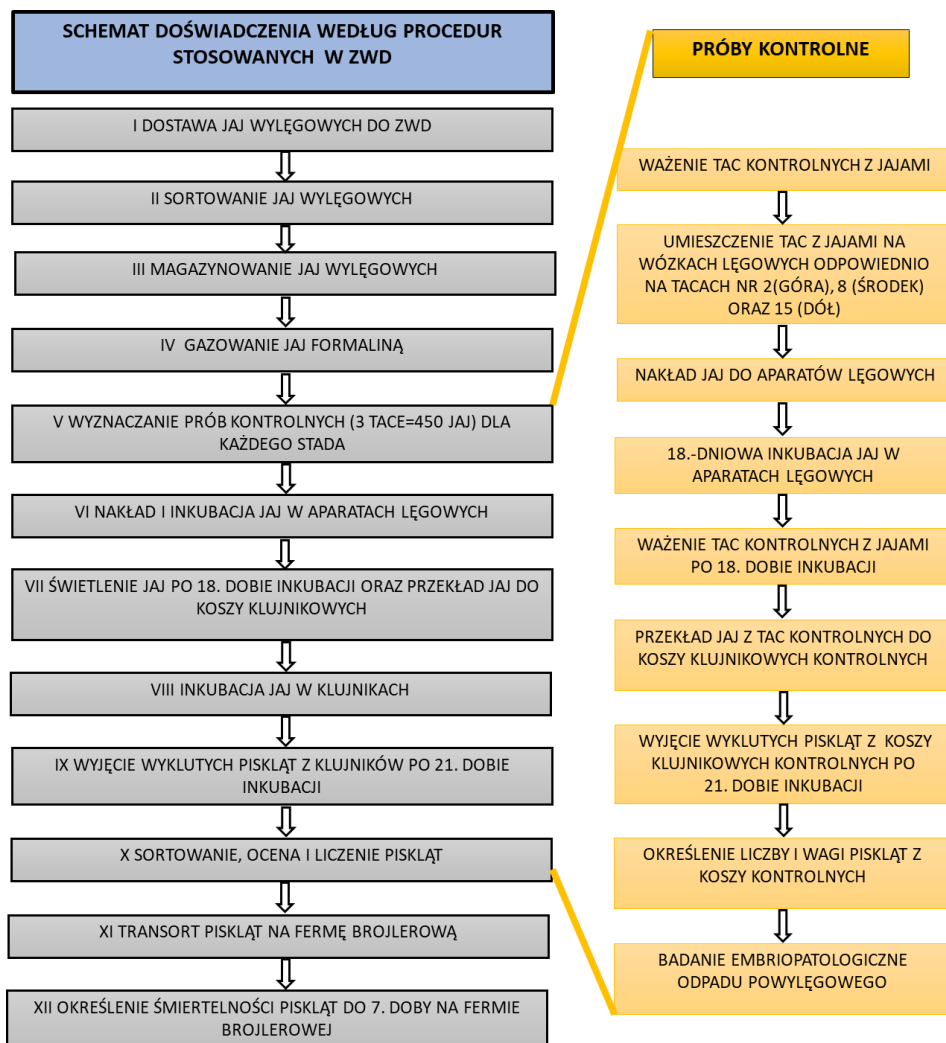
1.6. CEL PRACY

Pomimo stosunkowo bogatego piśmiennictwa, którego przeglądu dokonano powyżej, istnieje niewiele kompleksowych badań wykonywanych w komercyjnych warunkach ZWD. Zwykle badania realizowane są na niewielkich ilościach jaj, najczęściej w odniesieniu do jednego/dwóch czynników, w warunkach doświadczalnych, które nie do końca odzwierciedlają rzeczywiste warunki panujące w komercyjnych aparatach lęgowych i klujnikach. Ponadto intensywna selekcja genetyczna prowadzona od kilkudziesięciu lat doprowadziła do znacznego postępu w wykorzystaniu paszy i tempie wzrostu współczesnych kurcząt (Buzala i Janicki, 2016), co ma często negatywny wpływ na cechy reprodukcyjne, w tym wylęgowość piskląt (Buzala i wsp., 2015). Stąd ważna jest stała kontynuacja badań nad środowiskowymi i genetycznymi uwarunkowaniami wylęgowości i jakości piskląt.

Dlatego zasadne wydaje się przeprowadzenie analizy czynników wpływających na wylęgowość oraz jakość piskląt, w oparciu o bardzo liczny materiał, zebrany w warunkach produkcyjnych w ZWD. **Toteż celem pracy była ocena wpływu genotypu, wieku kur, czasu przechowywania jaj przed nakładem, typu aparatu lęgowego i typu klujnika na zamieralność zarodków, wylęgowość i jakość piskląt.**

2. MATERIAŁ I METODY

2.1. PLAN BADAŃ



Ryc. 2. Schemat realizowanych badań

2.2. MATERIAŁY UŻYTE W PRACY

Badania prowadzono przez około 1,5 roku w latach 2014-2016. Materiał do badań stanowiło 20 817 600 jaj wylęgowych, przy czym liczebność próby wynosiła 4800 jaj, co jest równoznaczne z pojemnością wózka lęgowego. Jaja wylęgowe pochodziły od mieszańców kur mięsnych ROSS 308 (17 448 000 jaj) oraz ROSS PM3 (3 369 600 jaj). Broiler ROSS 308 jest najbardziej popularnym typem broilera kurzego na świecie. Ptaki po ukończeniu 21. dnia odchowu, charakteryzują się największym tempem wzrostu, dobrą odpornością na choroby, zmniejszonym ryzykiem wodobrzusza oraz występowania chorób kończyn dolnych. Z kolei ROSS PM3 jest typem bardziej wymagającym, przede wszystkim pod względem żywienia. Poza tym ptaki muszą mieć zapewnioną większą przestrzeń do odchowu. Zaletą tych mieszańców jest bardzo dobre wyrównanie, dzięki czemu mogą być przeznaczone do handlu całymi tuszkami (Aviagen, 2012).

W doświadczeniu wykorzystano jaja wylęgowe od kur w wieku produkcyjnym, od 25. do 60. tygodnia życia. Dane analizowano według przedziałów wiekowych stosowanych w badaniach przez producenta mieszańców ROSS, firmę Aviagen. Wyznaczono następujące przedziały wiekowe: 25.-30. tygodnia życia (4 032 000 jaj), 31.-45. tygodnia życia (11 558 400 jaj), 46.-50. tygodnia życia (2 448 000 jaj) oraz 51.-60. tygodnia życia (2 779 200 jaj).

Analizie poddano również czas przechowywania jaj. Jaja wylęgowe nie były przechowywane, z dostawy trafiały do nakładu do aparatów lęgowych lub przechowywano je w magazynie jaj od 1-12 dni w temperaturze 17-18°C i wilgotności 60-70%. Analizy dotyczyły następujących przedziałów czasu, określonych na podstawie przeglądu literatury oraz własnych doświadczeń: 0 dni (nieprzechowywane-566 400 jaj), 1-3 dni (7 670 400 jaj), 4-7 dni (9 456 000 jaj), 8-12 dni (3 124 800 jaj).

Ze względu na trudności w utrzymaniu idealnych parametrów temperatury, wilgotności względnej, poziomu gazów podczas inkubacji oraz różnic w konstrukcji i działaniu różnych typów aparatów lęgowych i klujników, porównano ich wpływ na wyniki wylęgu. W doświadczeniu wykorzystano następujące typy aparatów lęgowych firmy Petersime, począwszy od najstarszej generacji: 12 aparatów lęgowych typu Digital (5 467 200 jaj), 6 aparatów lęgowych typu Airstreamer (2 289 600 jaj), 9 aparatów lęgowych typu Vision (3 859 200 jaj), 9 aparatów lęgowych typu Airstreamer Focus (4 147 200 jaj) oraz 6 aparatów lęgowych typu Biostreamer (5 054 400 jaj) (fot. 1). Z kolei w ostatnich 3 dobach jaja inkubowano w klujnikach firmy Petersime następujących typów począwszy od najstarszego: 6 klujników typu Digital (3 556 800 jaj), 4 klujniki typu Airstreamer (2 539 200 jaj), 5 klujników typu Vision (2 164 800 jaj), 5 klujników typu Airstreamer Focus (3 144 000 jaj) oraz 3 klujniki typu Biostreamer (9 412 800 jaj). Zarówno typy aparatów lęgowych jak i klujników różnią się od siebie konstrukcją, działaniem oraz programami

inkubacyjnymi. Programy inkubacyjne w aparatach lęgowych i klujnikach typu Digital oraz Vision opierają się na utrzymaniu zadanych parametrów temperatury, RH oraz wentylacji. Z kolei w aparatach typu Airstreamer, Airstreamer Focus oraz Biostreamer dodatkowym parametrem określonym w programie inkubacyjnym jest poziom dwutlenku węgla- CO₂. Poza tym aparaty lęgowe i klujniki typu Biostreamer charakteryzuje podwójna pojemność w porównaniu z pozostałymi typami. W aparatach lęgowych typu Biostreamer nakłada się 115 200 jaj (24 wózki lęgowe), natomiast w klujnikach tego typu maksymalnie 38 400 jaj, ponieważ po świetleniu ich liczba jest mniejsza (8 wózków klujnikowych). Wszystkie wyżej wskazane różnice skłoniły do porównania wybranych typów aparatów lęgowych i klujników w celu określenia, z którego uzyskuje się najlepsze wyniki wylęgowe i najlepszą jakość piskląt.

W celu uzyskania danych na temat utraty masy jaja (UMJ), masy względnej pisklęcia (CY), zamieralności zarodków w jajach, deformacji zarodków zamartwych w jajach oraz występowania zakażeń w jajach, wyznaczono próby kontrolne, 3 tace po 150 jaj, dla każdego stada, każdego dnia wylęgowego, co dało 988 prób kontrolnych. Do prób kontrolnych w sumie wykorzystano 444 600 jaj wylęgowych (były one częścią całości jaj użytych do doświadczenia).

2.3. METODY ZASTOSOWANE W PRACY

2.3.1. Procedury zgodne z technologią lęgu obowiązujące w ZWD

Jaja wylęgowe dostarczone z ferm rodzicielskich były sortowane i ważone z użyciem sortownicy Ovograder firmy Prinzen. Podczas sortowania odrzucano jaja z mikrośluzkami, z uszkodzoną skorupą tzw. śluzki, z pomarszczoną skorupą, ze skorupą zabrudzoną krwią, kałem, żółtkiem, białe z cienką skorupą oraz niekształtne. Dzięki klasyfikacji wagowej jaj, do nakładu trafił materiał jednorodny, maksymalna różnica pomiędzy jajami w danej klasyfikacji wagowej wynosiła 15%.

Jaja wylęgowe po przesortowaniu trafiały na wózki lęgowe i tego samego dnia do nakładu lub były przechowywane w magazynie jaj (fot. 1). Jaja wylęgowe przed nakładem były gazowane formaliną przez 20 minut, następnie wietrzone i umieszczane w aparatach lęgowych.

Przed samym nakładem do aparatów lęgowych, wyznaczane były próby kontrolne dla każdego stada oraz aparatu lęgowego z danego dnia nakładu (Ryc.3.). Dla przykładu, jeżeli w danym dniu w całym aparacie lęgowym nałożono jaja tylko z jednego stada, wyznaczono dla niego tylko jedną próbę kontrolną (450 jaj, 3x150), jeśli nałożono dwa stada w danym aparacie lęgowym, to wyznaczono dla każdego stada próbę kontrolną (po 450 jaj), itd. Ważono 3 tace z jajami po 150 jaj na każdej, następnie umieszczano je na

wózku lęgowym jako tacę nr 2, nr 8 i nr 15. We wszystkich aparatach lęgowych ustawiono programy inkubacyjne, by uzyskać jak najbardziej wyrównane warunki, mające na celu uzyskanie temperatury skorupy jaja 37,8°C, czyli 100°F oraz wilgotności 50-75% w zależności od doby inkubacji.



Fot. 1. Jaja wylęgowe umieszczone na wózkach lęgowych podczas przechowywania w magazynie jaj (z lewej) oraz najnowszej generacji aparat lęgowy do inkubacji jaj typu Biostreamer (z prawej)

Po ukończeniu 18. doby inkubacji jaja wylęgowe były świetlone w celu usunięcia jaj niezapłodnionych i wcześniej zamarłych, a następnie przełożone do koszy klujnikowych. Przekład jaj nastąpił automatycznie przy użyciu maszyny do świetlenia i przekładu jaj firmy Viscon. Z kolei próby kontrolne, wyznaczone podczas nakładu, były po raz kolejny ważone, w celu uzyskania informacji na temat utraty masy jaja. Następnie przełożono je (bez świetlenia) do koszy klujnikowych i inkubowano z pozostałymi jajami na tych samych wózkach. Wszystkie jaja wylęgowe po przekładzie umieszczano do koszy klujnikowych w klujnikach na trzy doby inkubacji.

Po upływie 21. doby inkubacji wyjmowano kosze z pisklętami z klujników, przesortowano pisklęta, dokonano ich oceny w skali Pasgar i zliczono przy użyciu maszyny do sortowania i liczenia piskląt E-cat. Pisklęta pochodzące z prób kontrolnych były osobno, ręcznie sortowane, zliczane i ważone. Jaja pozostałe w koszach klujnikowych z próbami kontrolnymi były otwierane w celu określenia zapłodnienia, okresu zamierania zarodków, oceny pozycji zarodków późno zamarłych, oceny występowania deformacji ciała zarodków oraz oceny występowania ewentualnych zakażeń w jajach. Wszystkie pisklęta umieszczono w koszach transportowych i wysłano na fermę towarowe kurcząt brojlerów specjalistycznym samochodem do przewozu piskląt. Na fermach pisklęta miały prawidłowy dostęp do wody i paszy. Po ukończeniu 7. doby życia piskląt określano ich śmiertelność na fermie.

Próby kontrolne



Ryc. 3. Schemat przebiegu badań dla wyznaczonych prób kontrolnych

2.4. CZYNNIKI PODLEGAJĄCE OCENIE

W doświadczeniu uwzględniono wpływ następujących czynników: genotyp, wiek kur, czas przechowywania jaj, typ aparatu lęgowego oraz typ klujnika (tab. 1). Liczebność próby wyniosła 4800 jaj wylęgowych, czyli pojemność wózka lęgowego.

Tabela 1. Czynniki badane w doświadczeniu wraz z liczebnościami prób

CZYNNIKI BADANE	SZCZEGÓŁOWY OPIS CZYNNIKÓW BADANYCH	LICZBA JAJ WYLĘGOWYCH [SZT.]
GENOTYP	ROSS 308	17448000
	ROSS PM3	3369600
WIEK KUR (PRZEDZIAŁY TYGODNIOWE)	25-30	4032000
	31-45	11558400
	46-50	2448000
	51-60	2779200
CZAS PRZECHOWYWANIA JAJ (PRZEDZIAŁY DNI)	0	566400
	1-3	7670400
	4-7	9456000
	8-12	3124800
TYP APARATU LĘGOWEGO	DIGITAL (12 aparatów)	5467200
	AIRSTREAMER (6 aparatów)	2289600
	VISION (9 aparatów)	3859200
	FOCUS (9 aparatów)	4147200
	BIOSTREAMER (6 aparatów)	5054400
TYP KLUJNIKA	DIGITAL (6 aparatów)	3556800
	AIRSTREAMER (4 aparatów)	2539200
	VISION (5 aparatów)	2164800
	FOCUS (5 aparatów)	3144000
	BIOSTREAMER (3 aparaty)	9412800

W celu oceny wpływu wybranych czynników na wyniki wylęgowe i jakość piskląt wykorzystano następujące parametry:

- wylęgowość z jaj nałożonych
- liczba piskląt kalekich, słabych i padłych
- ocena piskląt w skali Pasgar
- utrata masy jaja po 18. dobie inkubacji (UMJ)
- masa względna pisklęcia (CY)
- śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu

Dodatkowo przeprowadzono analizę odpadów powylęgowych z jaj niewyklutych, określając:

- zamieralność zarodków we wczesnym, środkowym oraz późnym okresie inkubacji
- analizę pozycji zmarłych zarodków w jajach
- analizę deformacji zmarłych zarodków w jajach
- ocenę obecności zakażeń w jajach

2.4.1. Utrata masy jaja

Utrata masy jaja (UMJ) jest to wyrażona w procentach ilość utraconej masy jaja od momentu nakładu do aparatów lęgowych, aż do 18 doby inkubacji. Prawidłowa wartość utraty masy jaja powinna wynosić od 10,5% do 11,5% dla kur mięsnych ROSS 308 i ROSS PM3. Jej wartość wskazuje na prawidłowość przebiegu inkubacji w aparatach lęgowych. Przed nakładem ważono 3 tace kontrolne na wózkach lęgowych- tacę nr 2, 8, 15, dla każdego stada. Kolejnego ważenia tac z jajami oraz tac pustych dokonywano przed przekładem w 18. dobie inkubacji. UMJ obliczano dla wyznaczonych prób kontrolnych, według poniższego wzoru:

$$\text{UMJ} = \frac{\begin{array}{l} \text{(suma masy 3 tac z jajami} \\ \text{zważonych na nakładzie} \end{array} - \begin{array}{l} \text{suma masy 3 tac z jajami} \\ \text{zważonych na przekładzie)} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{suma masy 3 tac z jajami} \\ \text{zważonych na nakładzie} \end{array} - \begin{array}{l} \text{suma masy pustych tac} \end{array}} * 100\%$$

2.4.2. Wylęgowość

Wylęgowość z jaj nałożonych to stosunek liczby piskląt zdrowych do liczby jaj nałożonych wyrażony w procentach. Wylęgowość z jaj nałożonych obliczano według poniższego wzoru:

$$\text{Wylęgowość} = \frac{\text{liczba piskląt zdrowych} * 100\%}{\text{liczba jaj nałożonych}}$$

2.4.3. Liczba piskląt kalekich, słabych i padłych

O jakości piskląt świadczy również liczba piskląt kalekich, słabych i padłych (odpadowych). Podczas sortowania odrzucano piskląta kalekie, słabe, małe, z nieprawidłowo zagojonymi pępkiem, z nieplastycznymi brzuchami, z wadami rozwojowymi oraz padłe. Określano je jako procentowy udział piskląt kalekich, słabych i padłych do ilości jaj nałożonych. Procent piskląt odpadowych powinien wynosić poniżej 1%. Obliczano go według poniższego wzoru:

$$\text{Pisklęta kaleknie, słabe i padłe} = \frac{\text{liczba piskląt kaleknie, słabych i padłych} * 100\%}{\text{liczba jaj nałożonych}}$$

2.4.4. Masa względna pisklęcia

Masa względna pisklęcia – CY, jest wartością określającą procentowy udział masy pisklęcia w dniu wylęgu (po 21. dobie inkubacji) do masy jaja w dniu nakładu do aparatów lęgowych. Właściwa wartość CY powinna wynosić od 67,5% do 68,5%. CY wskazuje na prawidłowość przebiegu całej inkubacji oraz dodatkowo określa czy czas inkubacji był prawidłowy. CY obliczano dla wyznaczonych prób kontrolnych, z następującego wzoru:

$$\text{CY} = \frac{\text{Średnia masa pisklęcia} * 100\%}{\text{Średnia masa jaja}}$$

2.4.5. Ocena piskląt w skali Pasgar

Każdego dnia wylęgowego, oceniano pisklęta dla każdego stada (po 30 sztuk) w skali Pasgar. Oceny dokonywano w dniu wylęgu. Za każdą cechę odbiegającą od prawidłowości odejmowano 1 pkt. Pisklę maksymalnie mogło uzyskać 10 punktów, a minimalnie 5 punktów. Ocenie podlegały następujące cechy:

- wygląd pępka – prawidłowo wygojony pępek powinien być całkowicie zamknięty, bez resztek żółtka
- aktywność pisklęcia – odwracano pisklę na plecy, w ciągu 5 sekund powinno odwrócić się do pozycji stojącej
- wygląd dziobu – prawidłowy dziób powinien być bez śladów krwi, bez wad rozwojowych
- wygląd skoków – prawidłowe skoki powinny być bez śladów krwi
- plastyczność brzucha – prawidłowy brzuch powinien być miękki

Ocenę w skali Pasgar obliczano według następującego wzoru:

$$\text{Ocena piskląt w skali Pasgar} = \frac{\text{maksymalna do osiągnięcia} - \text{liczba punktów odjęta za nieprawidłowości}}{\text{liczba ocenionych piskląt (30szt.)}}$$

2.4.6. Analiza odpadu powylęgowego

Analiza odpadu powylęgowego jest niezwykle ważna, ponieważ jej wynik może wskazywać na rodzaj nieprawidłowości w inkubacji. Wykonana została dla wyznaczonych prób kontrolnych i polegała na otwieraniu jaj niewyklutych, ocenie zapłodnienia tychże jaj oraz wyznaczeniu stadium, w którym zarodek zmarł na podstawie analizy jego budowy i szczegółów embriologicznych (Hamburger i Hamilton, 1951). Pierwszym parametrem określanym podczas badania było zapłodnienie, które obliczano na podstawie różnicy z całkowitej liczby jaj nałożonych (450 jaj) oraz liczby jaj niezapłodnionych (fot. 2). Z kolei wczesne zamierania zarodków (fot. 3) klasyfikowano jako zmarłe od początku inkubacji do 7. doby, gdzie u zarodków pojawił się ząb jajeczny na dziobie. Zarodki zmarłe w środkowej fazie inkubacji (fot. 4), pomiędzy 8.-14. dniem rozpoznawano na podstawie dobrze widocznego zęba jajecznego, ale nadal braku piór. Ostatni etap późnych zamierań (fot. 5) obejmował zarodki zmarłe po 15. dobie inkubacji, u których widoczne były pióra. Jednocześnie na tym etapie rozwoju sprawdzano poprawność ułożenia zarodków w jajach. Prawidłowo ułożony zarodek w jajach powinien przyjąć pozycję z dziobem pod prawym skrzydłem (fot. 5). Do nieodpowiednich pozycji zmarłych zarodków w jajach zaliczamy: głowę w ostrym końcu jaja (fot. 6), głowę w lewo (fot. 6), nogi nad głową (fot. 7) oraz głowę na prawym skrzydle (fot. 7). Ponadto dokonano oceny występowania deformacji zmarłych zarodków w jajach: deformacje głowy, przepuklina mózgowa (fot. 8), występowanie dodatkowych kończyn (fot. 8) oraz wycisowanie wnętrza (fot. 9). Poza tym wszystkie jaja badano organoleptycznie (oceniało kolor oraz zapach) pod względem występowania zakażeń (fot. 9).



Fot. 2. Jaja niezapłodnione ocenione podczas badania odpadu powylęgowego



Fot. 3. Zarodki zmarłe we wczesnej fazie inkubacji, ocenione podczas badania odpadu powylęgowego



Fot. 4. Zarodek zmarły w środkowej fazie inkubacji, oceniony podczas badania odpadu powylęgowego



Fot. 5. Zarodek zmarły w późnej fazie inkubacji – prawidłowe ułożenie zarodka w jaju, ocenione podczas badania odpadu powylęgowego – dziób pod prawym skrzydłem



Fot. 6. Nieprawidłowe pozycje zarodka w jaju ocenione podczas badania odpadu powylęgowego – od lewej pozycja: głowa w ostrym końcu, od prawej pozycja: głowa w lewo



Fot. 7. Nieprawidłowe pozycje zarodka w jaju ocenione podczas badania odpadu powylęgowego – od lewej pozycja: nogi nad głową, od prawej pozycja: dziób na prawym skrzydle



Fot. 8. Deformacje zarodków w jaju ocenione podczas badania odpadu powylęgowego – od lewej: przepuklina mózgu, skrzywiony dziób, od prawej: dodatkowe kończyny



Fot. 9. Deformacja zarodka w jaju ocenione podczas badania odpadu powylęgowego – od lewej: wyciowane wnętrzości, skrzywiony dziób, brak oka. Od prawej: zakażenie w jaju

2.4.7. Śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu

Określano procentową śmiertelność wraz z ilością wybrakowanych piskląt na fermie towarowej kurcząt brojlerów do 7. doby włącznie w 623 wstawieniach.

2.5. ANALIZA STATYSTYCZNA

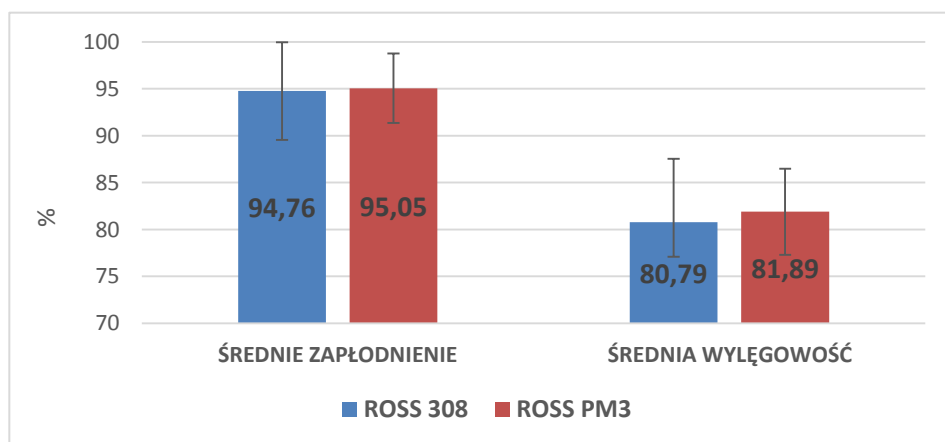
Dla wszystkich badanych cech sporządzono opis statystyczny obliczając dla każdej z nich średnią arytmetyczną (\bar{x}) i odchylenie standardowe (SD). Istotność różnic między grupami badano przy pomocy analizy wariancji ANOVA oraz testu Scheffe'a. Wszystkie obliczenia uzyskano przy użyciu programu komputerowego SAS wersja 9. 4.

3. WYNIKI

3.1. WPLYW GENOTYPU NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Wyniki dotyczące zapłodnienia i wylęgowości z jaj nałożonych w zależności od genotypu przedstawiono na wykresie 1. Wyższe zapłodnienie z jaj wylęgowych 95,05% uzyskano od kur ROSS PM3. Natomiast z jaj od kur ROSS 308 zapłodnienie wyniosło 94,76%. Tym samym wyższą wylęgowość uzyskano z jaj od kur ROSS PM3 (81,89%) w porównaniu z wylęgowością od kur ROSS 308 (80,79%), jednak nie wykazano różnic istotnych statystycznie w zależności od genotypu.

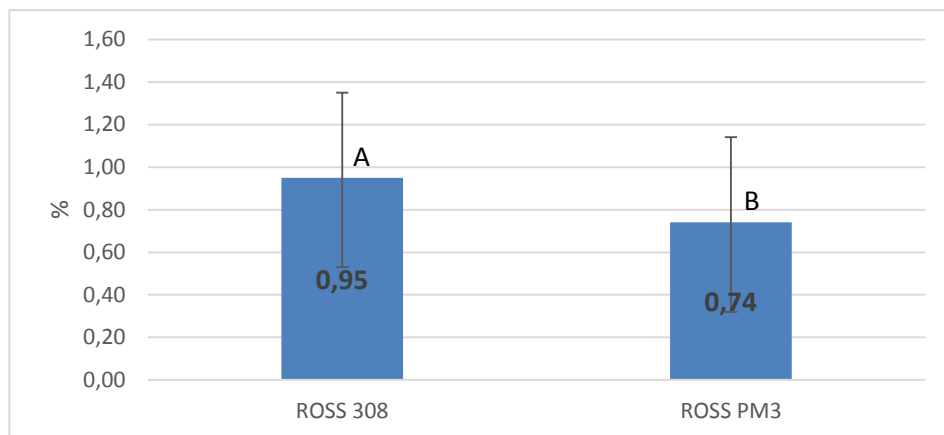
Wykres 1. Wpływ genotypu na zapłodnienie i wylęgowość z jaj nałożonych



Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami

Na wykresie 2 przedstawiono procentową liczbę piskląt kalekich, słabych i padłych w zależności od genotypu stada. Wykazano istotnie wyższą ($p < 0,001$) ilość piskląt kalekich, słabych i padłych w pisklętach z genotypem ROSS 308 (0,74%) niż w tych z genotypem ROSS PM3 (0,95%).

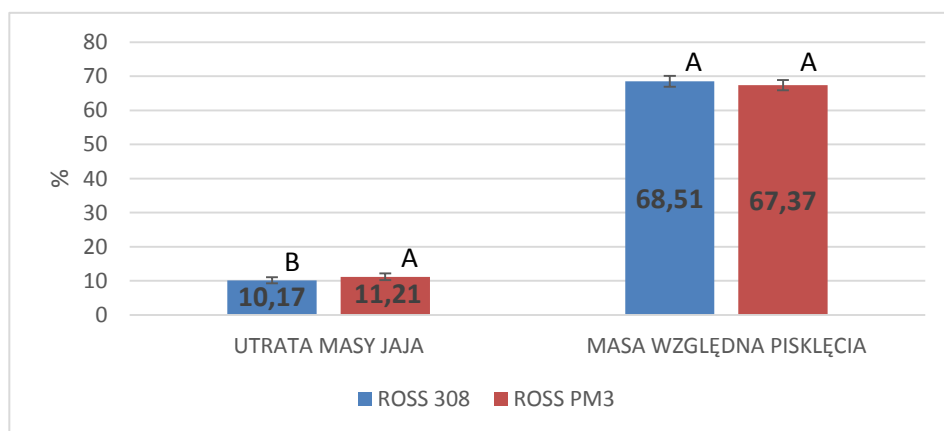
Wykres 2. Wpływ genotypu na procentową liczbę piskląt kalekich, słabych i padłych



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Utratę masy jaja oraz masę względną pisklęcia w zależności od genotypu przedstawiono na wykresie 3. Wyższą utratę masy jaja (11,21%) uzyskano z jaj pochodzących ze stad ROSS PM3 i ta wartość różniła się istotnie statystycznie ($p < 0,001$) od utraty masy jaja od kur ROSS 308 (10,17%). Wyższą masę względną pisklęcia (68,51%) uzyskano z jaj od ROSS 308 w porównaniu z pisklętami ROSS PM3 (67,37%). Nie wykazano istotnych różnic w CY w zależności od genotypu piskląt.

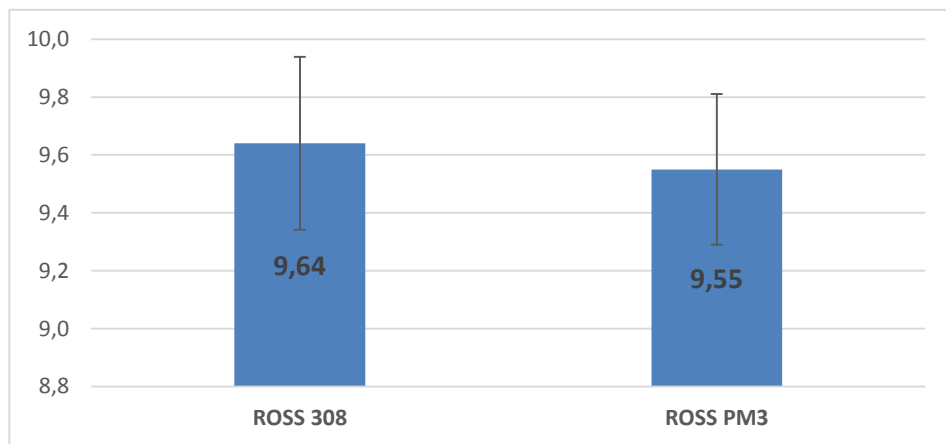
Wykres 3. Wpływ genotypu na utratę masy jaja oraz masę względną piskląt



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na wykresie 4 przedstawiono wyniki wartości oceny piskląt brojlerów w skali Pasgar, ocenionych podczas wylęgu, w zależności od genotypu piskląt. Wyższą ocenę uzyskano od piskląt o genotypie ROSS 308 (9,64pkt.) w porównaniu z pisklątami ROSS PM3 (9,55pkt.), jednak nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy nimi.

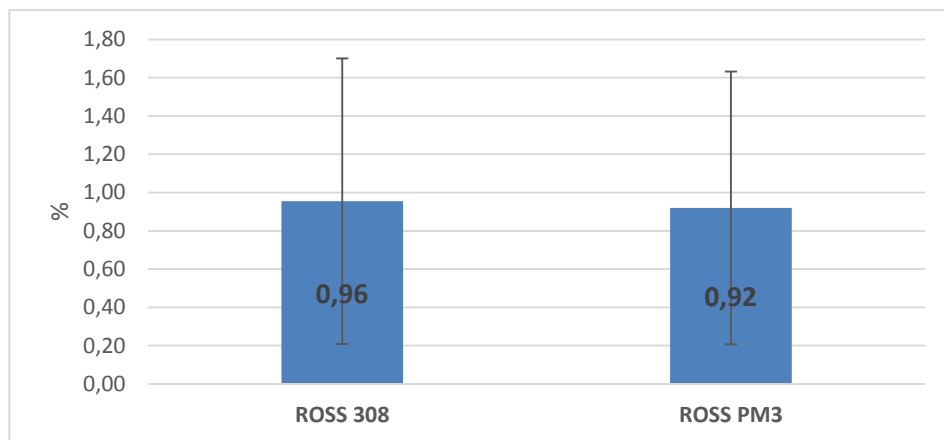
Wykres 4. Wpływ genotypu na wartość oceny piskląt w skali Pasgar



Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami

Przeprowadzono badanie śmiertelności piskląt na fermie do 7. dnia odchowu w zależności od genotypu piskląt. Wyższy wynik śmiertelności na fermie uzyskano od piskląt o genotypie ROSS 308 (0,96%), w porównaniu z pisklątami ROSS PM3 (0,92%). Jednak nie wykazano istotnych różnic w śmiertelności piskląt na fermie w zależności od genotypu piskląt.

Wykres 5. Wpływ genotypu na śmiertelność piskląt na fermie do 7. dnia odchowu



Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badania odpadu powylęgowego. Nie wykazano istotnych różnic w poszczególnych okresach zamierania zarodków w jajach w zależności od genotypu zarodków. Podobnie nie wykazano istotnych różnic w występowaniu nieodpowiednich pozycji zamarych zarodków w jajach oraz deformacji zamarych zarodków w jajach. Natomiast wysoką ilość zakażeń stwierdzono w jajach pochodzących od kur z genotypem ROSS PM3 (1,03%) i była to wartość różniącą się wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$) od kur z genotypem ROSS 308 (0,47%).

Tabela 2. Wpływ genotypu na zamieralność zarodków oraz występowanie zakażeń w jajach określone podczas badania odpadu powylęgowego

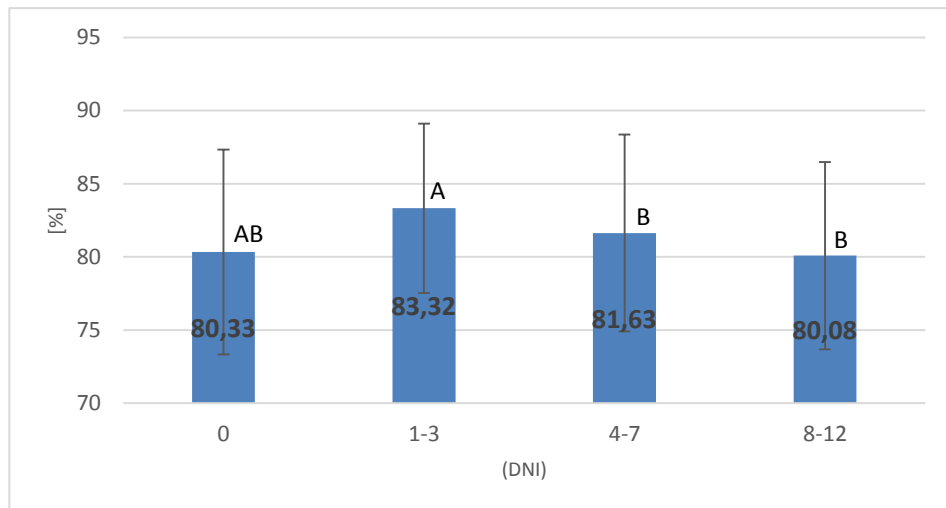
		GENOTYP	
		ROSS 308	ROSS PM3
wczesne zamierania	\bar{x}	5,88	7,40
	SD	2,56	2,02
środkowe zamierania	\bar{x}	0,98	1,28
	SD	0,65	0,55
późne zamierania	\bar{x}	1,76	1,65
	SD	1,06	0,99
nieodpowiednia pozycja zamarłego zarodka w jaj	\bar{x}	0,88	0,80
	SD	0,68	0,57
głowa w ostrym końcu	\bar{x}	0,17	0,20
	SD	0,27	0,22
głowa w lewo	\bar{x}	0,11	0,10
	SD	0,18	0,18
nogi nad głową	\bar{x}	0,11	0,12
	SD	0,20	0,25
dziób na prawym skrzydle	\bar{x}	0,48	0,38
	SD	0,44	0,33
deformacje zarodka	\bar{x}	0,55	0,45
	SD	0,51	0,42
zakażenia	\bar{x}	0,47 ^B	1,03 ^A
	SD	0,56	0,74

A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$
 \bar{x} – wartości średnie; SD – odchylenie standardowe

3.2. WPŁYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Na wykresie 6 przedstawiono wyniki dotyczące wylęgowości w zależności od czasu przechowywania jaj. Najwyższą wylęgowość uzyskano z jaj przechowywanych 1-3 dni-83,32% i różniła się ona wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$) z wylęgowością z jaj przechowywanych 4-7 dni-81,63% oraz 8-12 dni-80,08%. Nie wykazano różnic istotnych statystycznie pomiędzy wylęgowością z jaj nieprzechowywanych, a wylęgowością z jaj przechowywanych.

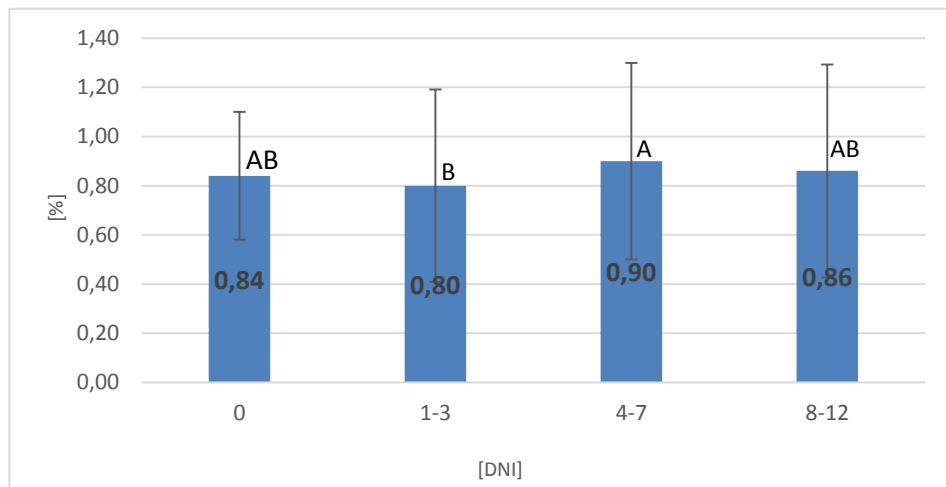
Wykres 6. Wpływ czasu przechowywania jaj na wylęgowość



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na wykresie 7 określono wpływ czasu przechowywania jaj na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych. Najwyższą ilość piskląt odpadowych uzyskano z jaj przechowywanych 4-7 dni-0,9% i ta wartość różniła się wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$) z najniższą ilością piskląt odpadowych z jaj przechowywanych 1-3 dni-0,8%. Nie wykazano różnic istotnych statystycznie pomiędzy odsetkiem piskląt kalekich, słabych i padłych uzyskanych z jaj nieprzechowywanych (0,84%) oraz przechowywanych od 8-14 dni (0,86%).

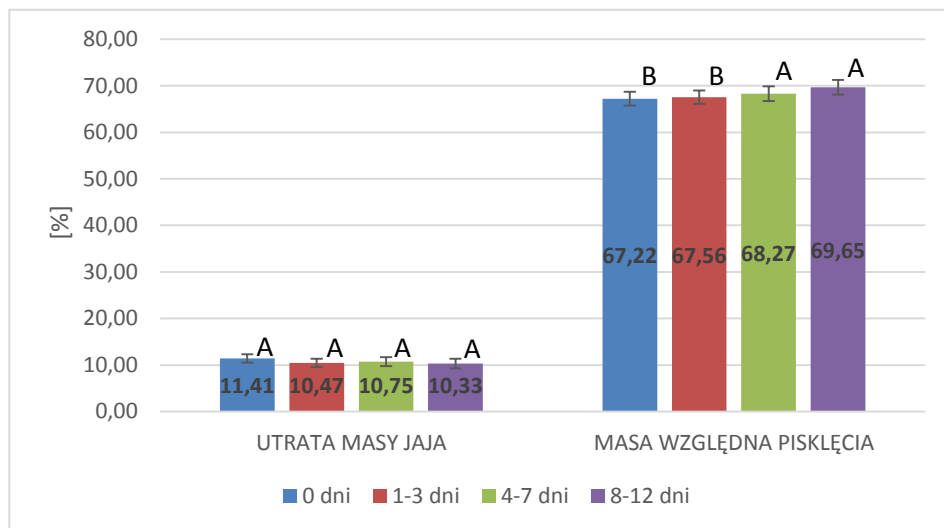
Wykres 7. Wpływ czasu przechowywania jaj na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Dokonano również analizy wpływu czasu przechowywania na utratę masy jaja oraz masę względną pisklęcia (wykres 8). Najwyższą UMJ uzyskano z jaj nieprzechowywanych, gdzie wyniosła 11,41%, natomiast najniższą UMJ uzyskano w jajach przechowywanych 8-12 dni- 10,33%. Jednak nie wykazano różnic istotnych statystycznie w UMJ w zależności od czasu przechowywania. Z kolei najwyższą masę względną pisklęcia stwierdzono u piskląt pochodzących od jaj przechowywanych najdłużej, od 8-12 dni (69,65%). Nieco niższy CY stwierdzono u piskląt pochodzących z jaj o czasie przechowywania 4-7 dni (68,27%), te grupy nie różniły się od siebie, jednak różniły się wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$) od grup z krótszym czasem przechowywania jaj 1-3 dni 67,56%) oraz od jaj nieprzechowywanych (67,22%).

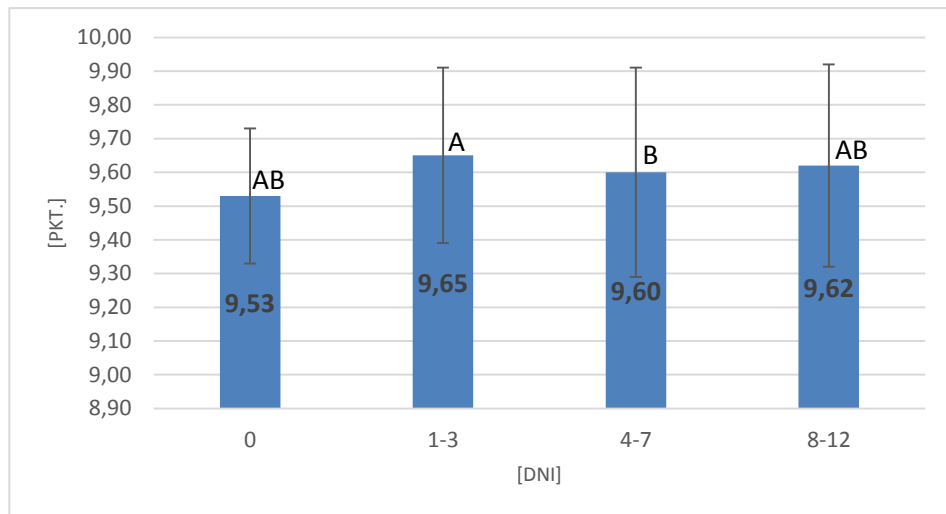
Wykres 8. Wpływ czasu przechowywania jaj na utratę masy jaja oraz masę względną pisklęcia



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na wykresie 9 przedstawiono wpływ czasu przechowywania jaj na ocenę piskląt w skali Pasgar. Najwyższą ocenę otrzymały pisklęta pochodzące z jaj przechowywanych 1-3 dni, wyniosła ona 9,65 pkt.. Wykazano różnice istotne statystycznie w ocenie piskląt w skali Pasgar pomiędzy pisklętami pochodzącymi z jaj przechowywanych 1-3 dni, a pisklętami z jaj przechowywanych 4-7 dni (9,60pkt.). Z kolei najniższą ocenę w skali Pasgar uzyskano u piskląt pochodzących od jaj nieprzechowywanych (9,53pkt.), jednak ocena ta nie różniła się istotnie statystycznie od pozostałych ocen.

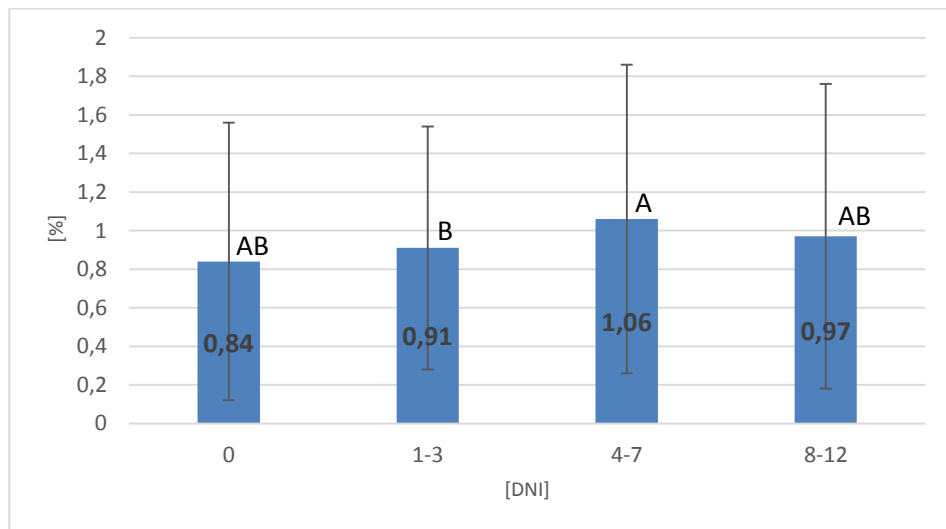
Wykres 9. Wpływ czasu przechowywania jaj na wartość oceny piskląt w skali Pasgar



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na wykresie 10 przedstawiono śmiertelność piskląt na fermie do 7. dnia odchowu. Wykazano różnice wysoko istotne statystycznie w śmiertelności piskląt na fermie pomiędzy jajami przechowywanymi 1-3 dni (0,91%) oraz 4- 7 dni (1,06%). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie pomiędzy śmiertelnością piskląt pochodzących od jaj nieprzechowywanych (0,84%) oraz przechowywanych 8-12 dni (0,97%).

Wykres 10. Wpływ czasu przechowywania jaj na śmiertelność piskląt do 7. dnia odchowu



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

W tabeli 3 przedstawiono wyniki badania odpadu powylęgowego z jaj niewyklutych. Najwyższą ilość wczesnych zamierań uzyskano od jaj o najdłuższym czasie przechowywania od 8-12 dni (10,53%). Wykazano, iż grupa ta różni się wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$) od grupy z jajami przechowywanymi od 1-3 dni (4,79%), natomiast z grupami z nieprzechowywanymi jajami oraz przechowywanymi od 4-7 dni (6,07%) różni się istotnie statystycznie ($p < 0,05$). Wysoki odsetek wczesnych zamierań uzyskano również w grupie z jajami przechowywanymi 4-7 dni (6,07%). Ta grupa różniła się wysoko istotnie statystycznie z jajami przechowywanymi od 1-3 dni. W pozostałych okresach zamierania zarodków, nie wykazano różnic istotnych statystycznie w zależności od czasu przechowywania jaj. Podobnie nie wykazano różnic istotnych statystycznie w nieodpowiednich pozycjach zarodków w jajach, deformacji zarodków w jajach oraz występowania zakażeń.

Tabela 3. Wpływ czasu przechowywania jaj na zamieralność zarodków oraz występowanie zakażeń w jajach określone podczas badania odpadu powylęgowego

		CZAS PRZECHOWYWANIA [DNI]			
		0	1-3	4-7	8-12
wczesne zamierania	\bar{x}	5,18 ^{ABb}	4,79 ^{Bb}	6,07 ^{Ab}	10,53 ^{Aa}
	SD	1,71	1,78	2,07	3,13
średkowe zamierania	\bar{x}	1,52	1,02	1,12	0,87
	SD	0,77	0,58	0,66	0,63
późne zamierania	\bar{x}	1,37	1,56	1,81	1,48
	SD	0,67	0,85	1,21	1,02
nieodpowiednia pozycja zamarłego zarodka w jaju	\bar{x}	0,55	0,84	0,80	0,64
	SD	0,42	0,63	0,70	0,73
głowa w ostrym końcu	\bar{x}	0,09	0,21	0,23	0,33
	SD	0,15	0,25	0,28	0,29
głowa w lewo	\bar{x}	0,10	0,10	0,12	0,01
	SD	0,14	0,17	0,18	0,19
nogi nad głową	\bar{x}	0,03	0,10	0,11	0,11
	SD	0,10	0,19	0,19	0,28
dziób na prawym skrzydle	\bar{x}	0,30	0,43	0,34	0,21
	SD	0,31	0,41	0,45	0,44
deformacje zarodka	\bar{x}	0,52	0,53	0,56	0,47
	SD	0,48	0,45	0,52	0,57
zakażenia	\bar{x}	1,02	0,72	0,83	0,43
	SD	0,64	0,62	0,59	0,51

A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

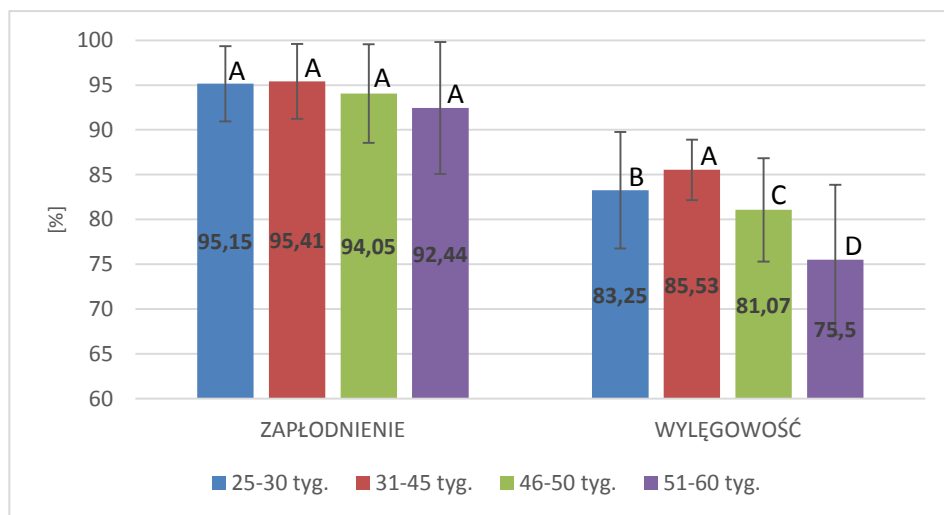
\bar{x} – wartości średnie; SD – odchylenie standardowe

3.3. WPŁYW WIEKU KUR NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Wyznaczono 4 grupy wiekowe kur w różnych przedziałach: od 25.-30. tygodnia, od 31.-45. tygodnia, od 46.-50. tygodnia, od 51.-60. tygodnia. Na wykresie 11 przedstawiono zapłodnienie i wylęgowość w poszczególnych grupach wiekowych kur. Najwyższe zapłodnienie jaj stwierdzono od kur w szczycie nieśności, czyli w przedziale wiekowym od 31.-45. tygodnia życia (95,41%). Nieco niższy wynik (95,15%) uzyskano od kur najmłodszych w wieku od 25.-30. tygodnia życia. Najniższe zapłodnienie (92,44%) stwierdzono w jajach pochodzących od najstarszych kur w wieku od 51.-60.

tygodnia życia. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic w zapłodnieniu pomiędzy grupami. Natomiast oszacowano, iż najwyższą wylęgowość osiągnięto z jaj od kur w wieku od 31.-45. tygodnia życia- 85,53%. Wylęgowość z jaj od kur najmłodszych wyniosła 83,25%, a od kur w przedziale wiekowym od 46.-50. tygodnia życia 81,07%. Z kolei najniższą wylęgowość uzyskano w najstarszej grupie wiekowej kur od 51.-60. tygodnia życia- 75,50%. Wszystkie grupy wiekowe kur różniły się od siebie wysoko -istotnie statystycznie pod względem wylęgowości ($p < 0,001$).

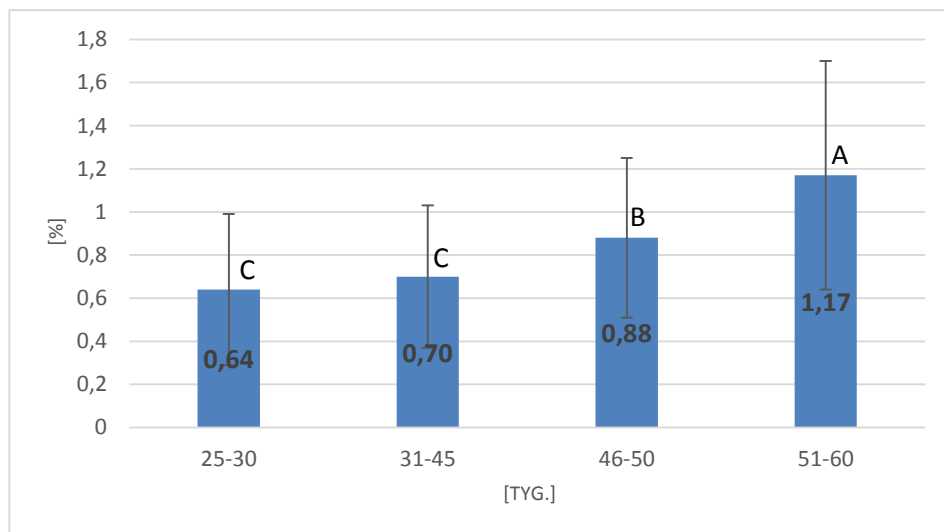
Wykres 11. Wpływ wieku kur na zapłodnienie i wylęgowość



A-D – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na kolejnym wykresie (wykres 12) przedstawiono wpływ wieku kur na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych. Najwyższą ilość stwierdzono w najstarszej grupie wiekowej-1,17% i ta różniła się od pozostałych wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$). Nieco niższą ilość piskląt kalekich, słabych i padłych uzyskano od kur w wieku od 46.-50. tygodnia- 0,88%, wartości te różniły się z pozostałymi grupami wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$). Tylko w dwóch najmłodszych grupach wiekowych, od 25.-30. tygodnia (0,64%) oraz od 31.-45. tygodnia (0,70%), oszacowano niskie odsetki piskląt odpadowych i nie wykazano różnic pomiędzy grupami.

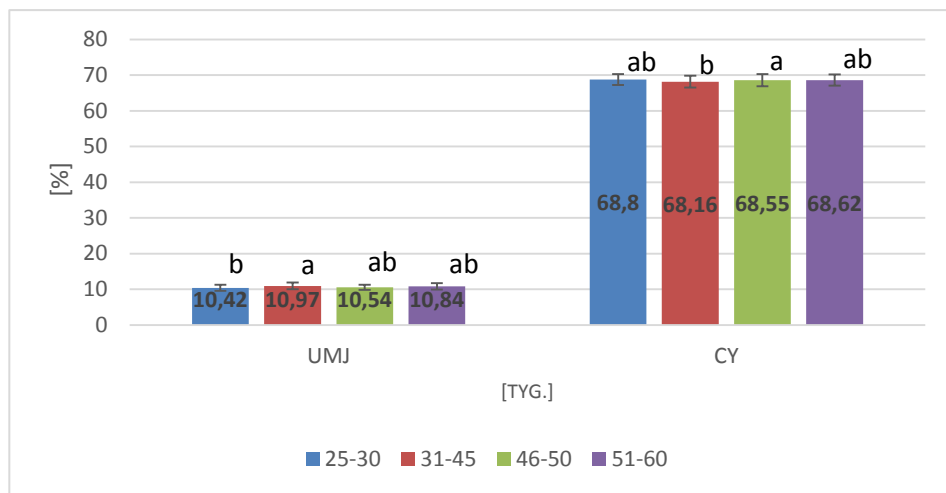
Wykres 12. Wpływ wieku kur na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych



A-C – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

W badaniu dotyczącym określenia parametru utraty masy jaja świadczącym o prawidłowym przebiegu inkubacji, stwierdzono wyłącznie różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$) pomiędzy pierwszą (10,97%) a drugą (10,42%) grupą wiekową. Natomiast badanie nad masą względną pisklęcia wykazało istotne różnice w obrębie grupy od 31.-45. tygodnia (68,16%) i grupy od 46.-50. tygodnia (68,55%) ($p < 0,05$).

Wykres 13. Wpływ wieku kur na utratę masy jaja oraz masę względną pisklęcia

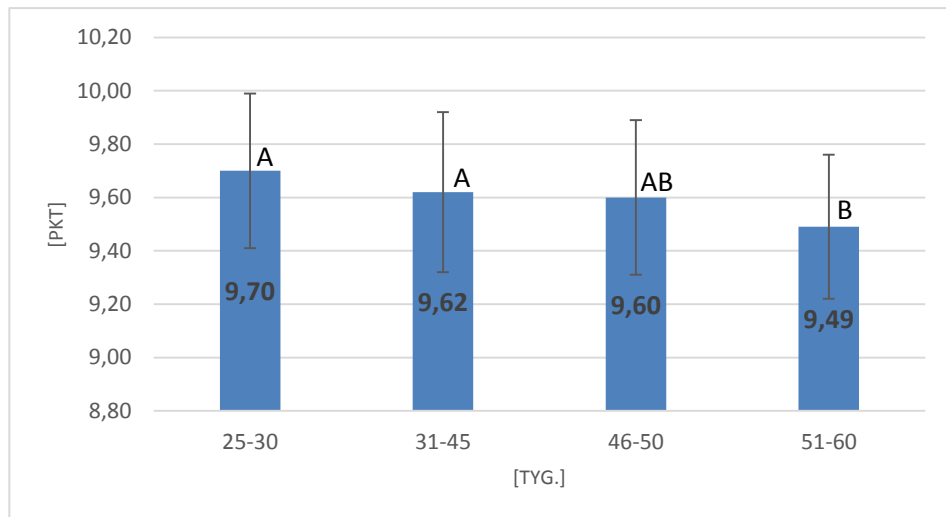


a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

Dokonano oceny jednodniowych piskląt w skali Pasgara. Z wykresu 14 wynika zależność, iż im starsze stado tym niższa ocena Pasgara. Najniższą ocenę uzyskano od piskląt pochodzących od kur w wieku od 51.-60. tygodnia-9,49pkt., ta wartość różniła się wysoko istotnie statystycznie ($p < 0,001$)

z ocenami uzyskanymi od młodszych kur, od 25.-30. tygodnia (9,70pkt.) oraz od 31.-45. tygodnia (9,62pkt.).

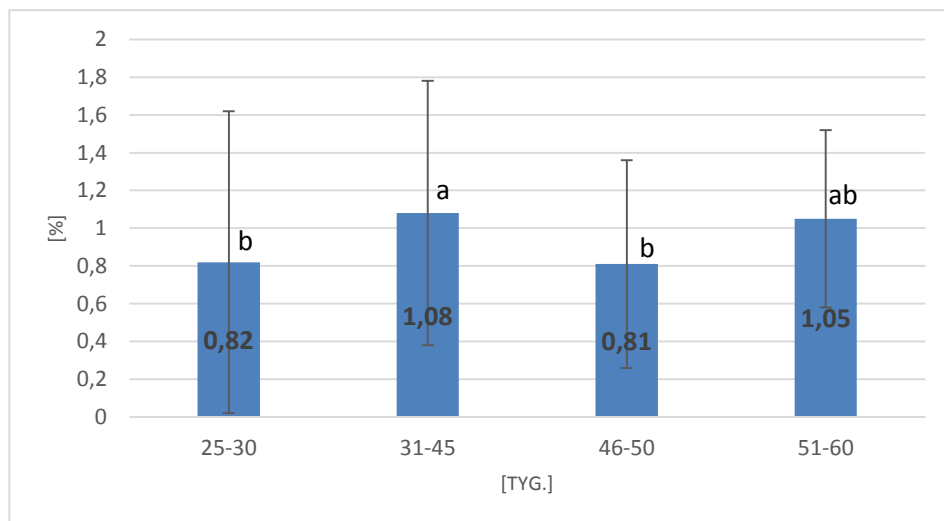
Wykres 14. Wpływ wieku kur na wartość oceny piskląt w skali Pasgar



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na wykresie 15 przedstawiono wyniki śmiertelności piskląt na fermie do 7. dnia odchowu. Najwyższą śmiertelność uzyskano dla wieku kur od 31.-45. tygodnia (1,08%), ta wartość różniła się istotnie statystycznie ($p < 0,05$) ze śmiertelnością w grupie wiekowej od 25.-30. tygodnia (0,82%) oraz od 46.-50. tygodnia (0,81%).

Wykres 15. Wpływ wieku kur na śmiertelność piskląt do 7. dnia odchowu



a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

W tabeli 4 zestawiono wyniki z badania odpadu powylęgowego. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w poszczególnych okresach zamierania zarodków. Najwyższą ilość nieodpowiednich pozycji zmarłych zarodków w jajach stwierdzono w grupie najstarszej wiekowo od 51.-60. tygodnia życia (1,26%). Wartość ta różniła się istotnie statystycznie z najniższą ilością nieodpowiednich pozycji zmarłych zarodków w jajach w grupie wiekowej od 31.-45. tygodnia życia (0,73%) ($p < 0,05$). Ponadto wykazano istotne statystycznie różnice w zakażeniach zarodków w jajach. Ilość zakażeń wzrasta wraz z wiekiem kur, najwyższą ilość uzyskano od kur w wieku od 51.-60. tygodnia życia (1,16%) i różniła się ona istotnie ($p < 0,001$) z ilością zakażeń w grupach wiekowych od 25.-30. Tygodnia (0,40%) oraz od 31.-45. tygodnia (0,62%).

Tabela 4. Wpływ wieku kur na zamieralność zarodków oraz występowanie zakażeń w jajach określone podczas badania odpadu powylęgowego

		WIEK KUR [TYG.]			
		25-30	31-45	46-50	51-60
wczesne zamierania	\bar{x}	6,19	6,42	6,51	7,45
	SD	2,47	2,33	2,45	2,81
środkowe zamierania	\bar{x}	1,02	1,17	1,21	1,12
	SD	0,57	0,64	0,58	0,70
późne zamierania	\bar{x}	2,00	1,52	1,57	2,41
	SD	1,08	0,98	0,81	1,37
nieodpowiednia pozycja zmarłego zarodka w jaj	\bar{x}	1,00 ^{ab}	0,73 ^b	0,81 ^{ab}	1,26 ^a
	SD	0,60	0,52	0,67	1,02
głowa w ostrym końcu	\bar{x}	0,14	0,14	0,20	0,37
	SD	0,21	0,19	0,27	0,45
głowa w lewo	\bar{x}	0,12	0,10	0,09	0,15
	SD	0,18	0,17	0,14	0,23
nogi nad głową	\bar{x}	0,09	0,09	0,10	0,21
	SD	0,17	0,16	0,16	0,35
dziób na prawym skrzydle	\bar{x}	0,65	0,40	0,43	0,53
	SD	0,47	0,35	0,44	0,54
deformacje zarodka	\bar{x}	0,53	0,57	0,47	0,49
	SD	0,54	0,49	0,40	0,54
zakażenia	\bar{x}	0,40 ^B	0,62 ^B	0,81 ^{AB}	1,16 ^A
	SD	0,46	0,55	0,57	0,77

A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

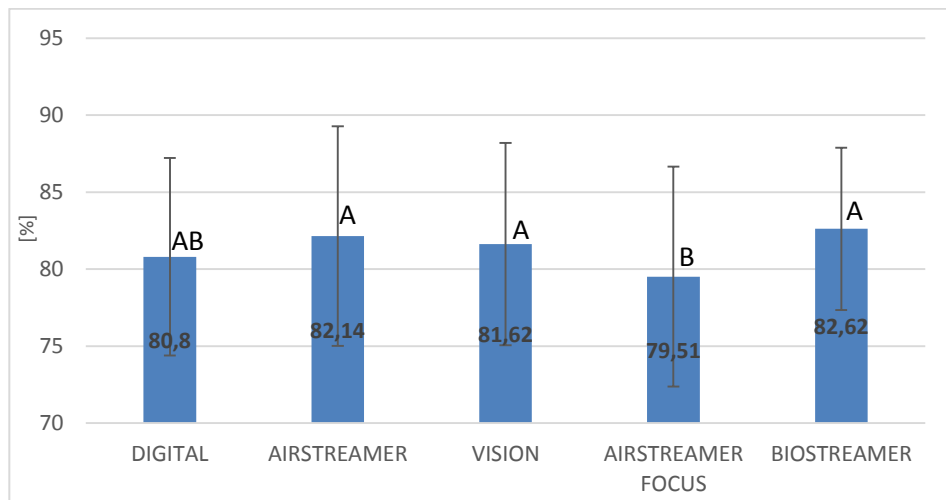
a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

\bar{x} – wartości średnie; SD – odchylenie standardowe

3.4. WPŁYW TYPU APARATU LĘGOWEGO NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Przeanalizowano wyniki produkcyjne dla poszczególnych typów aparatów lęgowych. Przedstawione są w kolejności od najstarszego typu Digital do najnowszego typu Biostreamer. Na wykresie 16 przedstawiono wpływ typu aparatu lęgowego na wylęgowość. Najniższą wylęgowość uzyskano z jaj inkubowanych w typie Airstreamer Focus (79,51%), różniła się ona istotnie statystycznie od aparatów w typie Airstreamer (82,14%), Vision (81,62%) i Biostreamer (82,62%).

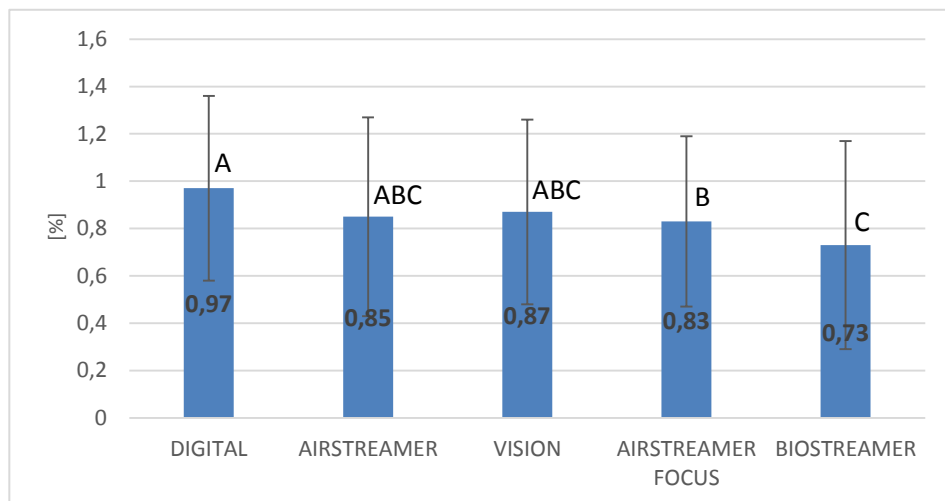
Wykres 16. Wpływ typu aparatu łęgowego na wylęgowość



A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Na wykresie 17 przedstawiono wpływ typu aparatu łęgowego na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych. Najniższy odsetek piskląt odpadowych stwierdzono z jaj inkubowanych w najnowocześniejszym typie aparatu- Biostreamer -0,73%. Z kolei najwyższy odsetek oszacowano w najstarszym typie aparatu łęgowego- Digital- 0,97%. Wykazano różnice istotne statystycznie pomiędzy typami aparatów Digital, Airstreamer Focus i Biostreamer ($p < 0,001$).

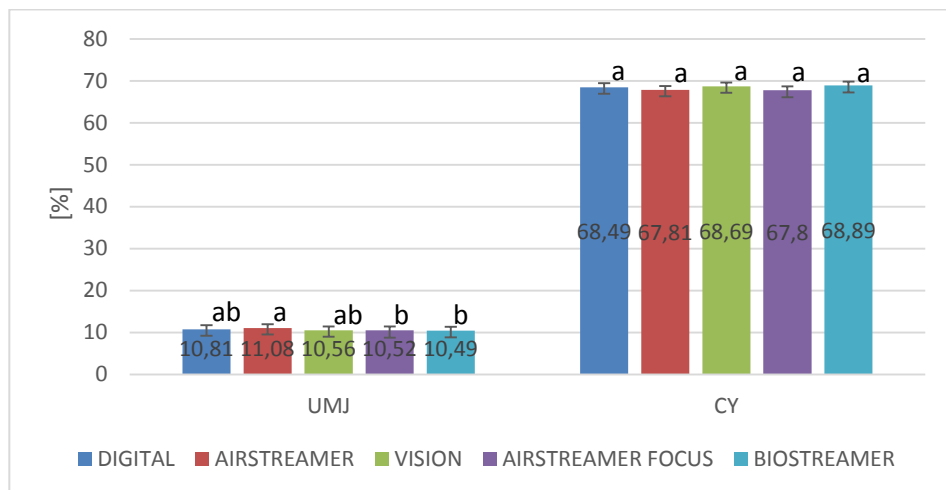
Wykres 17. Wpływ typu aparatu lęgowego na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych



A-C – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

Zbadano również wpływ typu aparatu lęgowego na utratę masy jaja oraz masę względną pisklęcia (wykres 18). Najwyższą UMJ oszacowano z jaj inkubowanych w typie Airstreamer (11,08%). Z kolei najniższą UMJ stwierdzono w typie aparatów Biostreamer (10,49%) oraz Airstreamer Focus (10,52%) i różniły się one istotnie statystycznie z najwyższą UMJ z typu Airstreamer. Natomiast najwyższą masę względną pisklęcia stwierdzono z typu aparatu lęgowego Biostreamer (68,89%). Natomiast Najniższy CY uzyskano z typów aparatów lęgowych Airstreamer Focus (67,8%) oraz Airstreamer (67,81%). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w masie względnej pisklęcia w zależności od typu aparatu lęgowego.

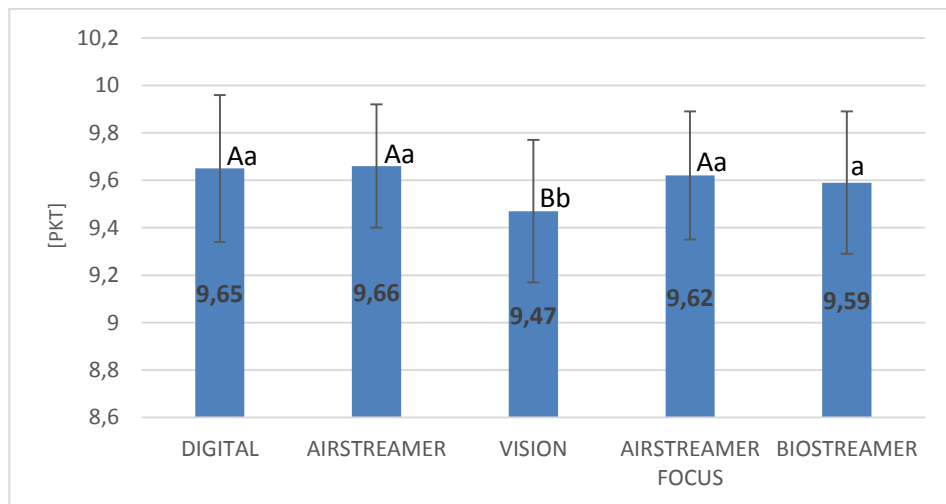
Wykres 18. Wpływ typu aparatu lęgowego na utratę masy jaja oraz masę względną pisklęcia



a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

Na wykresie 19 przedstawiono wpływ typu aparatu lęgowego na wartość oceny piskląt w skali Pasgar. Najwyższą ocenę w skali Pasgar otrzymały pisklęta pochodzące z jaj inkubowanych w typie aparatu Airstreamer (9,66pkt.) i Digital (9,65pkt.). Natomiast najniższą uzyskano z aparatów Vision (9,47pkt.), różniły się one istotnie statystycznie od pozostałych typów aparatów lęgowych.

Wykres 19. Wpływ typu aparatu lęgowego na wartość oceny piskląt w skali Pasgar

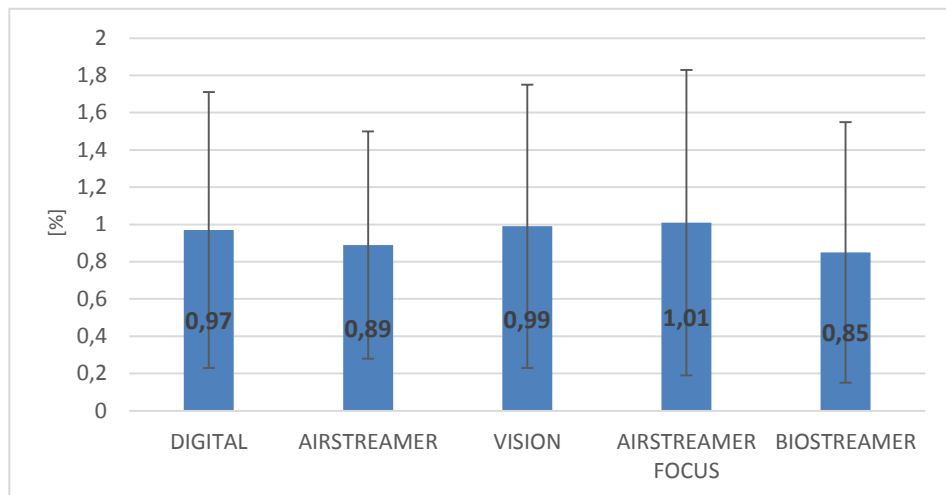


A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

Zbadano także wpływ inkubacji w poszczególnych typach aparatów lęgowych na śmiertelność piskląt do 7. dnia odchowu (wykres 20). Najwyższą śmiertelność stwierdzono od piskląt inkubowanych w typie aparatu Airstreamer Focus (1,01%), nieco niższą śmiertelność oszacowano z typu Vision (0,99%). Najniższą śmiertelność piskląt na fermie stwierdzono w typie aparatu lęgowego Biostreamer (0,85%). Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi typami aparatów.

Wykres 20. Wpływ typu aparatu lęgowego na śmiertelność piskląt na fermie do 7. dnia odchowu



Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami

W badaniu odpadu powylęgowego nie stwierdzono różnic pomiędzy poszczególnymi typami aparatów lęgowych w zakresie zamierania zarodków, nieodpowiednich pozycji zmarłych zarodków w jajach oraz ich deformacji (tabela 5).

Tabela 5. Wpływ typu aparatu lęgowego na zamieralność zarodków oraz występowanie zakażeń w jajach określone podczas badania odpadu powylęgowego

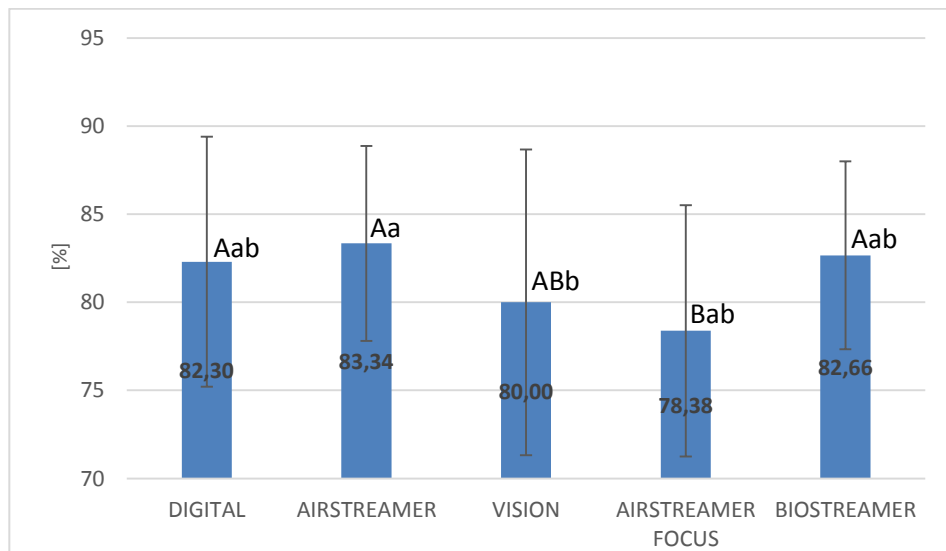
	TYP APARATU LĘGOWEGO					
		DIGITAL	AIRSTREAMER	VISION	AIRSTREAMER FOCUS	BIOSTREAMER
wczesne zamierania	\bar{x}	6,53	6,59	6,66	6,81	6,62
	SD	2,45	2,80	2,40	2,52	2,49
środkowe zamierania	\bar{x}	0,95	1,24	1,13	1,35	0,98
	SD	0,69	0,67	0,55	0,69	0,50
późne zamierania	\bar{x}	1,81	1,96	1,61	1,96	1,49
	SD	0,95	1,35	0,98	1,04	0,97
nieodpowiednia pozycja zamarłego zarodka w jaj	\bar{x}	0,96	0,99	0,81	0,95	0,68
	SD	0,63	0,93	0,59	0,70	0,53
głowa w ostrym końcu	\bar{x}	0,16	0,26	0,14	0,23	0,14
	SD	0,24	0,36	0,19	0,31	0,23
głowa w lewo	\bar{x}	0,14	0,12	0,09	0,13	0,07
	SD	0,21	0,19	0,16	0,18	0,14
nogi nad głową	\bar{x}	0,12	0,14	0,10	0,10	0,09
	SD	0,20	0,30	0,17	0,19	0,18
dziób na prawym skrzydle	\bar{x}	0,54	0,47	0,48	0,50	0,37
	SD	0,44	0,44	0,44	0,45	0,37
deformacje zarodka	\bar{x}	0,52	0,60	0,51	0,68	0,43
	SD	0,47	0,62	0,45	0,58	0,38

Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami
 \bar{x} – wartości średnie; SD – odchylenie standardowe

3.5. WPŁYW TYPU KLJJNIKA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Zbadano wpływ inkubacji w różnych typach klujników na wylęgowość (wykres 21). Najwyższą wylęgowość uzyskano z typu klujnika Airstreamer (83,34%), który różnił się istotnie statystycznie od typu Vision (80,00%) i Airstreamer Focus (78,38%).

Wykres 21. Wpływ typu klujnika na wylęgowość

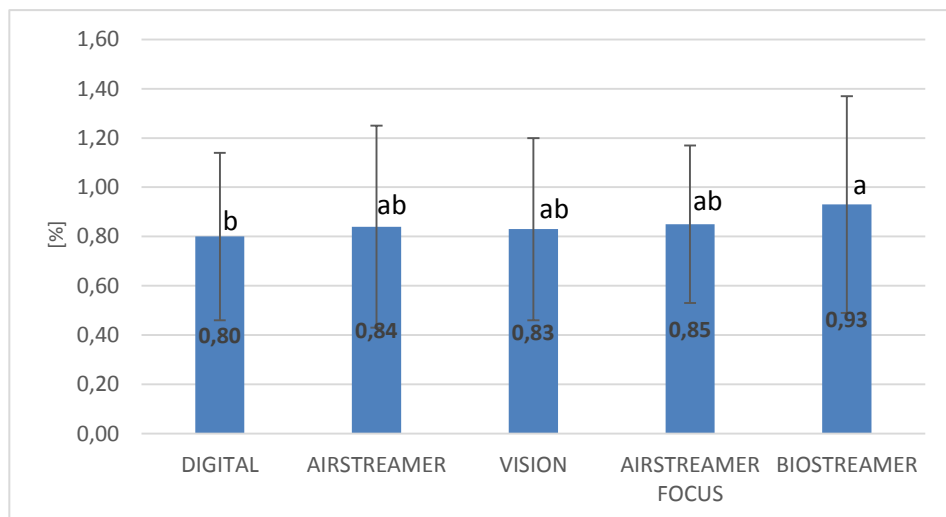


A, B – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,001$

a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

Na wykresie 22 określono wpływ inkubacji jaj w poszczególnych typach klujników na odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych. Najwyższą ilość piskląt odpadowych oszacowano z typu klujnika Biostreamer- 0,93%, natomiast najniższym odsetkiem charakteryzowały się pisklęta z klujnika typu Digital- 0,80%, jednocześnie wartości te różniły się od siebie istotnie statystycznie. W pozostałych typach klujników nie wykazano istotnych różnic.

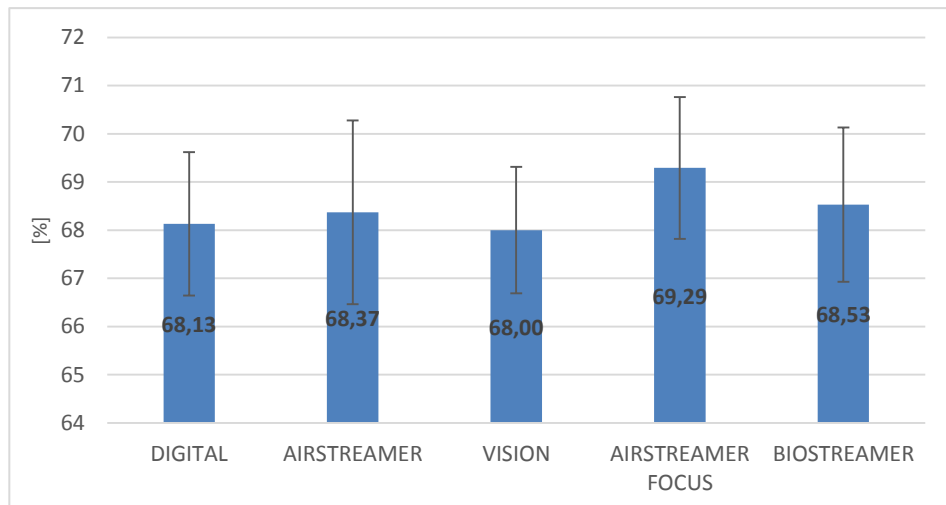
Wykres 22. Wpływ typu klujnika na odsetek piskłat kalekich, słabych i padłych



a, b – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

Na wykresie 23 przedstawiono średnią masę względną piskłat w zależności od typu klujnika. Najwyższy CY uzyskano z piskłat pochodzących z klujników w typie Airstreamer Focus (69,29%), natomiast najniższy w klujnikach w typie Vision (68,00%). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w masie względnej piskłęcia ze względu na typ klujnika.

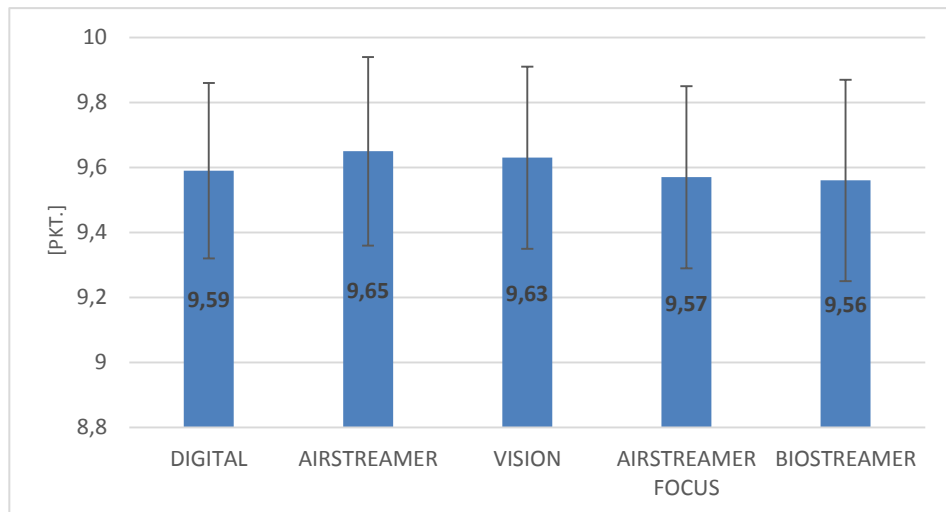
Wykres 23. Wpływ typu klujnika na masę względną pisklęcia



Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami

Na wykresie 24 przedstawiono wyniki z oceny piskląt w skali Pasgar w zależności od typu klujnika. Najwyższą ocenę otrzymały pisklęta z klujników typu Airstreamer- 9,65pkt.. Natomiast najniższą ocenę uzyskały pisklęta z klujników typu Biostreamer- 9,56pkt. Jednak nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy jakością piskląt pochodzących z różnych typów klujników.

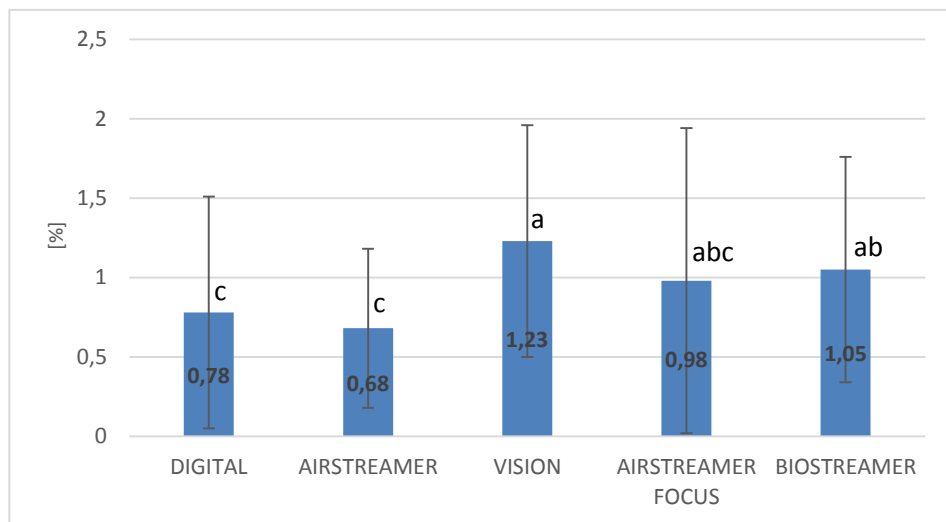
Wykres 24. Wpływ klujnika na wartość oceny w skali Pasgar



Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami

Na wykresie 25 przedstawiono wpływ typu klujnika na śmiertelność piskląt do 7. dnia odchowu. Najwyższą śmiertelność stwierdzono u piskląt inkubowanych w typie klujników Vision (1,23%). Wartość ta różniła się istotnie statystycznie od najniższej wartości w typie aparatów Airstreamer (0,68%) oraz w typie Digital (0,78%).

Wykres 25. Wpływ typu klujnika na śmiertelność piskląt do 7. dnia odchowu



a-c – różnice statystycznie istotne między grupami przy $p < 0,05$

W badaniu odpadu powylęgowego nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy poszczególnymi typami klujników w zakresie późnych zamierań zarodków oraz nieodpowiednich pozycji zamarłych zarodków w jajach.

Tabela 6. Wpływ typu klujnika na zamieralność zarodków oraz występowanie zakażeń w jajach określone podczas badania odpadu powylęgowego

		TYP KLUJNIKA				
		DIGITAL	AIRSTREAMER	VISION	AIRSTREAMER FOCUS	BIOSTREAMER
późne zamierania	\bar{x}	1,53	1,43	1,78	1,64	1,49
	SD	1,23	0,93	1,06	0,89	1,05
nieodpowiednia pozycja zamarłego zarodka w jajach	\bar{x}	0,69	0,64	0,71	0,67	0,69
	SD	0,72	0,55	0,87	0,69	0,60
głowa w ostrym końcu	\bar{x}	0,20	0,16	0,22	0,18	0,16
	SD	0,29	0,25	0,34	0,27	0,24
głowa w lewo	\bar{x}	0,07	0,10	0,09	0,04	0,08
	SD	0,15	0,19	0,18	0,20	0,17
nogi nad głową	\bar{x}	0,08	0,04	0,14	0,12	0,10
	SD	0,22	0,17	0,21	0,20	0,21
dziób na prawym skrzydle	\bar{x}	0,34	0,34	0,35	0,33	0,35
	SD	0,42	0,37	0,60	0,42	0,39

Nie znaleziono różnic statystycznie istotnych między grupami \bar{x} – wartości średnie; SD – odchylenie standardowe

4. Dyskusja

4.1. Wpływ genotypu na wyniki lęgów kurcząt brojlerów

Jaja wylęgowe pochodzące od różnych mieszańców kur mięsnych mogą różnić się zapłodnieniem, zamieralnością zarodków czy zawartością poszczególnych składników jaja (Suarez i wsp., 1997; Joseph i Moran, 2005b). Nangsuay i wsp. (2015) wykazali, iż jaja o różnych genotypach: Ross 308 i Cobb 500, różnią się dostępnością składników odżywczych i ich metabolizmem oraz czasem inkubacji. W badaniach własnych nie wykazano istotnych różnic w przypadku zapłodnienia i wylęgowości pomiędzy mieszańcami Ross 308 i Ross PM3, co wiąże się z ich znacznym podobieństwem genetycznym. Ross PM3 to połączenie standardowego koguta (Ross 308) z mini samicami, różniącymi się od standardu jedynie jednym genem (*dw*) (Hocking, 2009). Badania wpływu genotypu na wyniki lęgów przeprowadzili Nikolova i wsp. (2011), porównując grubość skorupy jaj i wylęgowości kur nieśnych ISA Brown i DeKalb White. Wykazali istotny wpływ genotypu na grubość skorupy jaj i ich kolor, jednak nie stwierdzili jednoznacznie wpływu genotypu na wylęgowość. Autorzy zasugerowali kontynuację badań w tym kierunku.

Zapłodnienia jaj wylęgowych pochodzących od kur Ross 308 i Cobb 500 porównywali Deeming i Van Middelkoop (1999). Udowodnili, iż w przypadku jaj pochodzących od mieszańców Ross 308 wykazano wyższą ilość jaj niezapłodnionych i wyższą zamieralność zarodków we wczesnym okresie inkubacji w porównaniu z jajami wylęgowymi pochodzącymi od kur Cobb 500. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnych różnic w zamieralności zarodków w całym okresie inkubacji w zależności od genotypu. Ponadto nie stwierdzono również różnic w ilości nieodpowiednich pozycji zarodków zamaryłych w jajach i ich deformacji. Natomiast wykazano istotnie wyższą ilość piskląt kalekich, słabych i padłych wyklutych z jaj pochodzących od kur Ross 308 w porównaniu z Ross PM3. Nie miało jednak to wpływu na generalną ocenę piskląt w skali Pasgar, gdzie nie stwierdzono różnic w ocenie w zależności od pochodzenia jaj.

W badaniach własnych stwierdzono istotnie wyższą ilość zakażeń w jajach pochodzących od kur Ross PM3 w porównaniu z jajami od kur Ross 308, co głównie związane jest z warunkami zoohigienicznymi panującymi na fermie rodzicielskiej (De Reu i wsp., 2006; Messens i wsp., 2007). Jednak również UMJ z jaj pochodzących od kur Ross PM3 była istotnie wyższa, co mogłoby wskazywać na gorszą jakość skorupy w porównaniu z jajami Ross 308. Badania nad UMJ przeprowadził Abudabos (2010) porównując jaja wylęgowe od mieszańców Ross 308 i Cobb 500. Stwierdził istotnie wyższą UMJ w jajach pochodzących od kur Cobb 500. Z kolei Alsobayel i wsp. (2013) wykazali

istotne różnice w UMJ pomiędzy trzema genotypami Arbor Acres, Ross 308 i Cobb. Ich UMJ zmieniała się w zależności od wieku kur i czasu przechowywania jaj. W badaniach własnych określono również masę względną pisklęcia (CY) w zależności od genotypu, jednak nie wykazano istotnych różnic. Z kolei w badaniach Wolańskiego i wsp. (2007) stwierdzono, iż CY jest istotnie uzależniony od genotypu ptaka. Potwierdziły to również badania Alsobayel i wsp. (2013), gdzie również wykazano istotne różnice pomiędzy UMJ, CY oraz samą masą pisklęcia pomiędzy liniami Arbor Acres, Ross i Cobb. Różnice w UMJ podczas inkubacji wynikają ze zróżnicowanej masy poszczególnych narządów wewnętrznych, masy woreczka żółtkowego oraz rezerwy tłuszczu.

Dodatkowo w badaniach własnych nie wykazano wpływu genotypu na śmiertelność piskląt do 7 .doby odchowu na fermie. Odwrotny wyniki uzyskali Yassin i wsp. (2009). W ich doświadczeniu stwierdzono znaczące różnice pomiędzy śmiertelnością piskląt na fermie w zależności od genotypu ptaków (Ross 308, Ross 508, Ross 708, Cobb, Cobb 500, Cobb 600, Hubbard, Hybro) w poszczególnym wieku. Największe różnice wykazano pomiędzy genotypami stad z początku nieśności w 25 tygodniu życia kur, średnie odchyłeń wynosiły 0,4%.

Podsumowując nieco lepsze wyniki wylęgowe uzyskano z jaj od kur Ross PM3. Mimo to można stwierdzić, iż badane genotypy dały bardzo zbliżone wyniki, co świadczy o znacznym podobieństwie pomiędzy nimi. W praktyce najbardziej popularnym mieszańcem jest Ross 308, głównie ze względu na szybkie tempo wzrostu brojlerów, ich dobrą odpornością na choroby, zmniejszone ryzyko występowania wodobrzuszy i chorób kończyn.

4.2. WPŁYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Znaczny wpływ na wyniki wylęgowe ma czas przechowywania jaj. W badaniach własnych najwyższą wylęgowość 83,32% uzyskano z jaj przechowywanych 1-3 dni i różniła się ona istotnie od wylęgowości z jaj przechowywanych 4-7 dni oraz 8-12 dni. Jaja najdłużej przechowywane 8-12 dni dały najmniejszą ilość piskląt wylęzonych - 80,08%. W piśmiennictwie również wskazuje się na obniżającą się wylęgowość wraz z wydłużaniem czasu przechowywania (Merritt, 1964; Mather i Laughlin 1976; Fasenko i wsp. 2001; Fasenko, 2007). W badaniach Fasenko i wsp. (2001), najwyższą wylęgowość uzyskano z jaj przechowywanych 4 dni, natomiast najniższą z jaj przechowywanych 14 dni. Badania innych autorów (Whitehead i wsp., 1985; Lapao i wsp., 1999; Tona i wsp., 2003a; 2004; Ishaq i wsp., 2018) wskazują na najniższe wylęgowości dla jaj przechowywanych powyżej 7 dni, co potwierdzono również w badaniach własnych. Jednak według badań Pokhrel

i wsp. (2018), można znacząco poprawić wylęgowość i jakość piskląt z jaj przechowywanych 7 dni poprzez obniżenie temperatury magazynowania jaj z 18°C do 12°C. Wynika to ze znacznego spowolnienia procesów rozwojowych zarodka w temperaturze 12°C, w tej temperaturze zmniejsza się o połowę wskaźnik apoptozy komórek.

Podobnie jak wylęgowość, najlepszą jakość piskląt ocenioną w skali Pagar stwierdzono u piskląt pochodzących z jaj przechowywanych 1-3 dni, wyniosła ona 9,65 punktu i różniła się istotnie od jakości piskląt pochodzących z jaj przechowywanych 4-7 dni. Potwierdzeniem tych wyników są również procentowe ilości piskląt kalekich, słabych i padłych, wskazujące na jakość piskląt, gdzie najniższą ilością charakteryzowały się pisklęta z jaj przechowywanych 1-3 dni, wynik ten różnił się istotnie z wynikiem piskląt pochodzących z jaj przechowywanych 4-7 dni. W badaniach Reijrink i wsp. (2010) oraz Fasenko i wsp. (2001) wykazano istotny wzrost piskląt odpadowych z jaj przechowywanych 13 dni w porównaniu z pisklętami pochodzącymi z jaj przechowywanych 4 dni. Podobnie Smaili i wsp. (2017) wykazali pogorszenie jakości i wylęgowości dla jaj długo przechowywanych, powyżej 16 dni. Również Tona i wsp. (2003a) badali wpływ czasu przechowywania jaj na jakość piskląt. Pisklęta oceniono według własnej skali - Tona Score i wykazano istotnie wyższą ocenę piskląt z jaj przechowywanych 3 dni w porównaniu z pisklętami z jaj przechowywanych 18 dni. Z kolei Goliomytis i wsp. (2015) nie wykazali istotnych różnic pomiędzy jakością piskląt pochodzących z jaj przechowywanych 4, 12, 16 dni, oceniając je w skali Tona oraz badając stopień resorpcji woreczka żółtkowego.

W badaniach Bentona i Breake (1996) wykazano znaczącą różnicę w utracie masy jaja w początkowych dobach inkubacji, w zależności od czasu przechowywania. Jednak we większości eksperymentów nie wykazano istotnego wpływu czasu przechowywania jaj na UMJ (Fasenko i wsp., 2001; Reijrink i wsp., 2009; 2010; Goliomytis i wsp., 2015), podobnie jak w badaniach własnych, mimo to najwyższą UMJ uzyskano z jaj nieprzechowywanych, natomiast najniższą z jaj przechowywanych najdłużej, 8-12 dni. Powyższe wyniki mogą świadczyć o większej UMJ w trakcie przechowywania, jeszcze przed inkubacją. Badania nad UMJ podczas przechowywania przeprowadzili Adamski i wsp. (2017) oraz Addo i wsp. (2018), gdzie w obu doświadczeniach wykazano istotny wpływ czasu przechowywania na UMJ. W eksperymencie Addo i wsp. (2018) stwierdzono, iż jaja mogą utracić nawet 2,91% masy jaja podczas 10-dniowego przechowywania, zależy to w dużym stopniu od warunków przechowywania.

Parametrem, który wskazuje również na prawidłowość przebiegu inkubacji jest masa względna pisklęcia. W badaniach własnych wykazano istotne różnice pomiędzy CY piskląt z jaj przechowywanych 0-3 dni w porównaniu z pisklętami pochodzącymi z jaj przechowywanych 4-12 dni. W jajach przechowywanych dłużej, stwierdzono wyższy CY o około 2% w porównaniu z jajami nieprzechowywanymi, co może być związane z utratą masy jaja jeszcze

przed rozpoczęciem inkubacji, w trakcie przechowywania. Według Tulletta i Burtona (1982) różnice w stosunku masy piskląt do masy jaj świeżych przed inkubacją, wynikają z wielkości jaja i prawidłowości przebiegu procesu inkubacji, w którym jaja tracą częściowo masę. Z kolei w badaniach Tona i wsp. (2004) wskazano różnice w masie piskląt po wylęgu w zależności od czasu przechowywania, wskazano również na pogorszone wyniki wylęgowości i jakości piskląt związane z wydłużonym czasem przechowywania powyżej 7 dni w porównaniu z jajami świeżymi. Podstawą pogorszonych wyników jest wzrost pH białka i żółtka obserwowany wraz z wydłużaniem czasu przechowywania (Lee i wsp., 2016).

W doświadczeniu własnym zbadano również wpływ czasu przechowywania na śmiertelność piskląt na fermie w pierwszym tygodniu odchowu. Najwyższy wynik śmiertelności piskląt, 1,06% uzyskano z jaj przechowywanych 4-7 dni, różnił się on wysoko istotnie statystycznie od śmiertelności piskląt na fermie z jaj przechowywanych 1-3 dni. Najniższą śmiertelnością piskląt na fermie charakteryzowały się osobniki pochodzące ze świeżych, nieprzechowywanych jaj, ich śmiertelność wyniosła 0,84%. Wyniki częściowo potwierdza Merritt (1964), który wykazał istotnie wyższą śmiertelność na fermie u piskląt pochodzących z jaj przechowywanych 8-14 dni, wyniosła 2,9% i była o 0,7% wyższa od śmiertelności piskląt z jaj przechowywanych 1-7 dni. Również Yassin i wsp. (2009) potwierdzili w swoich badaniach istotny wpływ czasu przechowywania jaj na śmiertelność piskląt w pierwszym tygodniu odchowu na fermie.

Podczas badania odpadu powylęgowego stwierdzono znaczne różnice w ilości zamierań zarodków we wczesnym okresie inkubacji w zależności od czasu przechowywania. Najwyższą zamieralnością zarodków charakteryzowały się jaja pochodzące z najdłuższego czasu przechowywania 8-12 dni i wyniosła ona 10,53%. Podobne wyniki uzyskano w wielu innych wcześniejszych badaniach (Merritt, 1964; Arora i Kosin, 1966; Sittmann i Abplanalp, 1971; Mather i Laughlin, 1976; Walsh i wsp., 1995; Fassenko, 2001; 2007; Bakst i wsp., 2012; Nicholson i wsp., 2013). Z kolei najniższą ilość zamierań we wczesnym okresie inkubacji uzyskano z jaj przechowywanych 1-3 dni, ilość zamarych zarodków była niższa niż w jajach nieprzechowywanych, inkubowanych od razu po transporcie do ZWD. W badaniach Benton i Breake (1996) oprócz zwiększonej zamieralności zarodków związanej z wydłużonym czasem przechowywania, stwierdzono również negatywny skutek inkubowania jaj świeżych. Według badaczy inkubowanie jaj nieprzechowywanych może wiązać się z nieprawidłowym pH błony witelinowej otaczającej żółtko i zbyt dużą gęstością białka, co z kolei utrudnia dyfuzję gazów i dostarczenie składników odżywczych, a to w konsekwencji może doprowadzić do zamierania zarodka we wczesnym okresie inkubacji.

W środkowym i późnym okresie inkubacji nie wykazano różnic wśród ilości zamarych zarodków w zależności od czasu przechowywania. Jednak w piśmiennictwie można odnaleźć badania, w których wykazano wzrost

zamieralności zarodków w późnym okresie inkubacji związany z wydłużeniem czasu przechowywania (Fasenko i wsp., 2001). W badaniach własnych nie stwierdzono również wpływu czasu przechowywania na występowanie nieodpowiednich pozycji zmarłych zarodków w jajach, ich deformacji i występowania zakażeń w jajach. Jednak w badaniach Mather i Laughlin (1979) stwierdzono istotny wpływ czasu przechowywania na występowanie nieodpowiednich pozycji zmarłych zarodków w jajach i występowania deformacji zarodków przy przechowywaniu powyżej 14 dni. W doświadczeniu własnym nie badano wpływu tak długiego czasu przechowywania.

Czas przechowywania jest czynnikiem, który w znacznym stopniu wpływa na wyniki wylęgu, jednak jego negatywne skutki można zmniejszyć poprzez zastosowanie metody podgrzewania jaj przed przechowywaniem (Fasenko i wsp., 2001), która zwiększa wylęgowość dla jaj przechowywanych 14 dni o około 9%. W ostatnich latach najczęściej spotykaną metodą na wydłużenie żywotności komórek blastodermalnych, a tym samym zapobiegnięcie ich apoptozie, jest podgrzewanie jaj w trakcie przechowywania (Reijrink i wsp., 2010; Dymond i wsp., 2013; Gucbilmez i wsp., 2013; Nicholson i wsp., 2013; Bakst i wsp., 2012; Damaziak i wsp., 2018). Jaja podgrzewa się do temperatury 37,8°C (100°F) co 4-5 dni w trakcie przechowywania. Powoduje to zwiększenie przeżywalności komórek, co w konsekwencji obniża ilość wczesnych i późnych zamierań, ponadto wpływa na poprawę jakości piskląt jednodniowych brojlerów (Dymond i wsp., 2013).

4.3. WPŁYW WIEKU KUR NA WYNIKI WYLĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

W badaniach własnych sprawdzano wpływ wieku kur na wyniki wylęgów. Nie wykazano istotnego wpływu wieku kur na zapłodnienie, natomiast stwierdzono wysoko istotne różnice pomiędzy wylęgowością w poszczególnych przedziałach wiekowych. Najwyższym zapłodnieniem i wylęgowością charakteryzowały się stada w szczycie nieśności, w wieku 31.- 45. tygodnia życia, średnia wylęgowość z jaj nałożonych dla tego przedziału wiekowego kur wyniosła 85,53%. Z kolei najniższe zapłodnienie i wylęgowość wykazano w jajach największych, pochodzących ze stad powyżej 51. tygodnia życia, ich wylęgowość wyniosła 75,50%. Podobne wyniki uzyskano w badaniach Yassin i wsp. (2008), gdzie najwyższą wylęgowość stwierdzono w stadach w wieku 31.- 36. tygodnia życia. Odmienne wyniki uzyskali Araujo i wsp. (2016), najwyższą wylęgowość stwierdzili z jaj pochodzących od kur w wieku 29. tygodni, w porównaniu z kurami w 35. tygodniu życia. W wielu eksperymentach potwierdzono, iż najniższą wylęgowością charakteryzują się stada najstarsze (Wilson, 1991; Elibol i Brake, 2004; Tona i wsp., 2004; Vieira i wsp., 2005; Yassin i wsp., 2008; 200 i wsp., 2009; Iqbal i wsp., 2016; Araujo

i wsp., 2016; Nowaczewski i wsp., 2016; Jabbar i Ditta, 2017; Samaili i wsp., 2017). Przyczyną pogorszonych wyników w stadach starszych może być zmiana składu jaja, zwiększona masa jaja, pogorszona jakość skorupy oraz wzrost zamieralności zarodków we wczesnym i późnym okresie inkubacji (Elibol i Brake, 2003; Tona i wsp., 2004; Joseph i Moran, 2005a). Sklan i wsp. (2003) wykazali, iż masa żółtka wzrasta wraz z wiekiem kur w stadzie rodzicielskim, co potwierdziły również badania Nangsuay i wsp., (2016). Poza tym wraz z wiekiem kur pogarsza się struktura białka i integralność z żółtkiem, co może niekorzystnie wpływać na rozwój zarodka (Wilcox i Wilson, 1962).

Zbadano również wpływ wieku kur na jakość piskląt jednodniowych brojlerów. Wykazano wysoko istotny wpływ wieku kur na liczbę piskląt kalekich, słabych i padłych pomiędzy przedziałami wiekowymi 26.-45. tygodnia a 46.-50. tygodnia oraz 51.-60. tygodnia życia kur. Natomiast nie wykazano istotnych różnic pomiędzy liczbą piskląt odpadowych pochodzących z jaj od młodych kur wchodzących w nieśność w porównaniu z pisklętami pochodzącymi od kur w szczycie nieśności. Najwyższą liczbą piskląt odpadowych charakteryzowały się stada najstarsze, ich liczba wyniosła 1,17%, podczas gdy w stadach młodszych liczba piskląt odpadowych średnio wyniosła 0,64%. Wielu badaczy potwierdza, iż w stadach starszych występuje zdecydowanie więcej piskląt o pogorszonej jakości (Tona i wsp., 2001a; 2004; Boerjan, 2002, Iqbal i wsp., 2016). Wynika to między innymi z zależności, iż wraz ze wzrostem wieku kur, zwiększa się masa jaj wylęgowych, co utrudnia inkubację, w konsekwencji kładą się cięższe pisklęta (Mather i Laughlin, 1979; Roque i Soares, 1994; Yildirim, 2005; Vieira i wsp., 2005; Zakaria i wsp., 2009; Nowak i wsp., 2019). W badaniach własnych oceniano pisklęta w skali Pasgar. Stwierdzono najlepszą ocenę w stadach najmłodszych 26.-45. tygodnia życia kur. Ocena ta różniła się wysoko istotnie statystycznie z oceną piskląt najstarszych, od kur w wieku od 51.-60. tygodnia życia. Podobne wyniki uzyskał Tona i wsp. (2005), gdzie według jego skali najwyższą ocenę otrzymały stada młodsze w wieku 38. tygodni, w porównaniu ze stadami w 58. tygodniu życia kur. W innych badaniach oceniono jednodniowe pisklęta w skali Pasgar pochodzące od kur wieku 35. i 45. tygodni. Stwierdzono gorszą ocenę piskląt w stadzie starszym, bo 8,6 punktu, w porównaniu ze stadem w 35. tygodniu życia, w którym pisklęta otrzymały 9,1 punktu (Boerjan, 2006). Nie potwierdzają tego badania Rifkhan i wsp. (2016), w których nie wykazano istotnych różnic pomiędzy oceną piskląt pochodzących ze stad w różnym wieku 26.- 65. tygodnia życia. Badania te zostały jednak przeprowadzone na małej liczbie jaj /4 grupy x 3 powtórzenia, 150 jaj/powtórzenie/.

Analizie poddano także utratę masy jaja w zależności od wieku kur. Najniższą UMJ stwierdzono w jajach pochodzących od najmłodszych stad, co spowodowane jest największą grubością skorupy, a tym samym utrudnieniem wyparowania wody z jaja. Z kolei największą UMJ charakteryzowały się jaja pochodzące od stad w szczycie nieśności, 31.-45. tygodnia życia. Wykazano istotne różnice w UMJ pomiędzy grupami

wiekowymi 26.-30. tygodnia, a 31.-45. tygodnia życia kur. Podobne wyniki uzyskali Rifkhan i wsp. (2016) oraz Nowaczewski i wsp. (2016). W obu doświadczeniach najniższą UMJ odnotowano w najmłodszej grupie wiekowej, natomiast najwyższą uzyskano w grupie wiekowej w szczycie nieśności. Z kolei w badaniach Jabbar i Ditta (2017) uzyskano również najniższą UMJ w stadach najmłodszych, natomiast najwyższą w stadach najstarszych powyżej 50. tygodnia życia kur. Zupełnie odmienne wyniki uzyskali Iqbal i wsp. (2016), gdzie UMJ zmniejszała się wraz z wiekiem kur.

Analizie poddano także masę względną pisklęcia. W badaniach własnych stwierdzono najwyższy CY w stadach najmłodszych- 68,80%, a najniższy w stadach w szczycie nieśności, 31.-45. tygodnia życia, wyniósł on 68,16%. Jednak różnice istotne statystycznie stwierdzono pomiędzy grupami wiekowymi kur 31.-45. tygodnia, a grupą 46-50. tygodnia życia kur. Podobne wyniki uzyskali Jabbar i Ditta (2017), gdzie również najwyższy wynik CY stwierdzili w stadach najmłodszych- 68,99%, a najniższy w stadach w szczycie- 68,46%. Jednak w tym doświadczeniu nie wykazano istotnych różnic pomiędzy grupami wiekowymi. W badaniu Alsobayel i wsp. (2013) uzyskano podobne wyniki, jednak tam wykazano istotny wpływ wieku kur na wynik CY. Z kolei badania Rifkhan i wsp. (2016) oraz Iqbal i wsp. (2016) nie potwierdziły wyników z badań własnych. Otrzymane wyniki wskazują na wzrost CY wraz z wiekiem stada rodzicielskiego. Rifkhan i wsp. (2016) nie wykazali wpływu wieku kur na CY, natomiast w badaniach Iqbal i wsp. (2016) stwierdzono istotny wpływ wieku kur na CY pomiędzy piskletami pochodzącymi ze stad w wieku 30. tygodni i 45. tygodni.

Badaniu poddano także śmiertelność piskląt do 7. doby na fermie w zależności od wieku stada rodzicielskiego. Najwyższą śmiertelnością piskląt w pierwszym tygodniu odchowu (1,08%) charakteryzowały się pisklęta pochodzące ze stad w szczycie nieśności 31.-45. tygodnia. Wykazano istotne różnice pomiędzy śmiertelnością piskląt pochodzących od kur w wieku 31.-45. tygodnia, a grupami 26.-30. tygodnia oraz 46.-50. tygodnia, gdzie uzyskano najniższe wyniki śmiertelności piskląt. Wysoka śmiertelność piskląt na fermie w stadach w szczycie, może wynikać z trudności w inkubacji jaj o najwyższym zapłodnieniu, generującymi najwięcej ciepła. W takim wypadku może dojść do przegrzań, które w konsekwencji mogą wpływać na pogorszenie zdrowotności piskląt. Według Joseph i Moran (2005a) warunki inkubacji są przede wszystkim związane z wiekiem stada i należy je odpowiednio dostosować, aby uzyskać wysokiej jakości pisklęta. Odmienne wyniki stwierdzono w badaniu Yassin i wsp. (2009), gdzie najwyższą śmiertelnością piskląt w pierwszym tygodniu odchowu charakteryzowały się pisklęta pochodzące ze stad najmłodszych, w 25 tygodniu życia kur, natomiast najniższą w stadach w szczycie w 38. i 44. tygodniu życia. Wyższą śmiertelność stwierdzono w stadach w 60. tygodniu życia. Stwierdzono, iż wszystkie te grupy wiekowe kur różniły się pomiędzy sobą istotnie statystycznie.

Wykonywano także badanie odpadu powylęgowego, oceniając wpływ wieku na zamieralność zarodków w jajach, występowanie nieodpowiednich pozycji i deformacji zarodków zamarłych w jajach oraz zakażeń w jajach. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu wieku na zamieralność zarodków podczas inkubacji, niemniej jednak we wczesnym i późnym okresie inkubacji najwięcej zamarłych zarodków wykryto w stadach najstarszych, 51.-60. tygodnia życia kur. W doświadczeniu Jabbar i Ditta (2017) stwierdzono wzrost zamieralności zarodków w jaju wraz z wiekiem stada rodzicielskiego, wykazano istotny wpływ wieku kur na zamieralność zarodków we wszystkich grupach wiekowych. Również w badaniach Nowaczewskiego i wsp. (2016) stwierdzono istotny wpływ wieku kur na zamieralność zarodków w jajach. W doświadczeniu własnym, najwięcej wczesnych zamierań wykazano w stadach najstarszych (Rifkhan i wsp., 2016; Iqbal i wsp. 2016; Araújo i wsp., 2016; Jabbar i Ditta, 2017). Poza tym w doświadczeniu własnym nie wykazano istotnych różnic w występowaniu każdej z czterech nieodpowiednich pozycji zarodka zamarłego w jaju, w zależności od wieku kur. Jednak po zsumowaniu ilości nieodpowiednich pozycji zarodków zamarłych w jajach, można było stwierdzić największą ich ilość w jajach pochodzących ze stad najstarszych, powyżej 50. tygodnia życia, ich ilość różniła się wysoko istotnie statystycznie z ilością nieodpowiednich pozycji zarodków zamarłych w jajach w stadach w szczycie nieśności. Z kolei w badaniach Jabbar i i Ditta (2017) nie wykazano istotnych różnic w ilości nieodpowiednich pozycji zarodków zamarłych w jajach w zależności od wieku stada. Według Tong i wsp. (2013) ilość osobników z nieprawidłowym ułożeniem zarodka w jaju nie powinna przekroczyć 1,5%, ich zwiększona ilość może wskazywać na nieprawidłowe obracanie wózków w aparacie lęgowym, nieprawidłowe ułożenie jaja na tacy lęgowej (ostrym końcem u góry), nieprawidłową wilgotność podczas inkubacji, choroby i niedobory witaminowe w stadzie rodzicielskim.

Podczas badania deformacji zarodków zamarłych w jajach nie wykazano istotnych różnic w zależności od wieku kur, podobnie jak w doświadczeniu Jabbar i Ditta (2017). Natomiast wyniki doświadczenia Mather i Laughlin (1979), wskazują na znacząco większą ilość deformacji zarodków w jajach pochodzących od kur młodych i starszych, w porównaniu z jajami od kur w szczycie nieśności. Deformacje zarodków pojawiają się w jajach w niewielkim procencie, jednak ich ponadnormatywne występowanie może świadczyć o nieprawidłowych warunkach procesu inkubacji związanych z nieodpowiednią temperaturą inkubacji (Yildirim i Yetisir, 2004). Według Wilsona (1991) optymalną temperaturą inkubacji jest 37,8°C z odchyleniem o 0,3°C.

Niezwykle ważnym aspektem jest występowanie zakażeń w jajach, które mogą być przyczyną zamieralności zarodków w trakcie inkubacji (Cortez i wsp., 2004; Abudabos, 2010) oraz zwiększonej śmiertelności piskląt na fermie w pierwszym tygodniu życia (Bains, 1979). W badaniach własnych wykazano wysoko istotne różnice w ilości zakażeń w jaju w zależności od wieku stada

rodzicielskiego. Największą ilością kontaminacji charakteryzowały się jaja pochodzące z najstarszych stad, powyżej 50. tygodnia życia w porównaniu ze stadami najmłodszymi i w szczycie nieśności. Podobne wyniki wysokiej ilości zakażeń w stadach starszych uzyskali Araujo i wsp. (2016). Spowodowane jest to zwiększającą się wraz z wiekiem kur masą jaja, a tym samym pogarszającą się jakością skorupy (Mather i Laughlin, 1979; Roque i Soares, 1994; Yildirim, 2005; Vieira i wsp., 2005; Zakaria i wsp., 2009), co ułatwia wnikanie drobnoustrojów do wnętrza jaja i ich zakażenie. Do zakażeń może dochodzić bezpośrednio po zniesieniu jaja, jak również w magazynie jaj, podczas transportu jaj do ZWD lub w samym ZWD. Ważne, aby zminimalizować ryzyko zakażeń poprzez odpowiednią dezynfekcję jaj i otoczenia, w którym jaja będą utrzymywane.

4.4. WPLYW TYPU APARATÓW ŁĘGOWYCH NA WYNIKI ŁĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Aparat łęgowy ma za zadanie zastąpić kurę poprzez dostosowanie odpowiednich warunków środowiska dla rozwoju zarodków kurzych (French, 1997; King' Ori, 2011). Aparaty łęgowe, które zostały przebadane w doświadczeniu są jednonakładowe, całkowicie zautomatyzowane, by zapobiec ingerencji poprzez otwieranie maszyn i zaburzanie tym samym panujących tam warunków inkubacyjnych. Utrzymanie stałych parametrów w aparacie łęgowym, czyli odpowiedniej temperatury (Wilson, 1991; Lourens i wsp., 2005; Hulet i wsp., 2007; Shim i Pesti, 2011), wilgotności (Lundy, 1969; Tullett i wsp., 1982; Lourens i wsp., 2005) oraz wentylacji (Decuypere i wsp., 1979; Tullett, 1990) pozwala na osiągnięcie optymalnych wyników wylęgowych (Tona i wsp., 2001b; Jabbar i Yousaf, 2017). W badaniach własnych testowano 5 typów aparatów łęgowych firmy Petersime. Najwyższe wyniki wylęgowości wykazano w najnowszym typie aparatów łęgowych - Biostreamer. Z kolei najniższą wylęgowość wykazano w aparatach łęgowych typu Airstreamer Focus, mimo, iż były one jednymi z bardziej nowoczesnych maszyn, wykorzystujących podobne programy co typ aparatu Biostreamer.

Podobne wyniki uzyskano pod względem ilości piskląt kalekich, słabych i padłych. Najniższą ich ilość uzyskano w najnowszym aparacie łęgowym typu Biostreamer - 0,73%. Był to wynik istotnie różniący się od ilości piskląt odpadowych uzyskanych z aparatów łęgowych typu Focus i Digital. Istotnym okazał się fakt, iż najniższe ilości piskląt odpadowych stwierdzono w aparatach łęgowych typu Biostreamer oraz Airstreamer Focus, od którego uzyskano najgorszą wylęgowość. W obu wspomnianych typach aparatów, wykorzystuje się program kontrolujący temperaturę skorupy jaja, czyli orientacyjną temperaturę zarodka, przy pomocy urządzenia o nazwie Ovoscanner. Dzięki temu w jaju można uzyskać optymalną temperaturę do prawidłowego rozwoju

embrionów. Drugim charakterystycznym parametrem dla programu inkubacyjnego w tego typu aparatach jest poziom dwutlenku węgla, dzięki któremu można zapewnić odpowiednią wentylację inkubowanych zarodków.

Natomiast najwyższa ilość piskląt odpadowych została wygenerowana z najstarszego typu aparatów lęgowych- Digital, co może być spowodowane jego konstrukcją, nie zapewniającą równomiernego rozprowadzenia temperatury. Według Lourensa (2001) podwyższona temperatura skorupy jaj powoduje oprócz pogorszenia wylęgowości, zwiększenie ilości piskląt kalekich i słabych.

O prawidłowości przebiegu inkubacji decydują również takie czynniki jak utrata masy jaja (Aviagen, 2017; Jabbar i Yousaf, 2017) oraz masa względna pisklęcia (Aviagen, 2017). W badaniach własnych wykazano istotny wpływ aparatów typu Airstreamer, Airstreamer Focus oraz Biostreamer na UMJ. Najwyższy wynik procentowej UMJ oraz najlepszą ocenę piskląt w skali Pasgar uzyskano z aparatów lęgowych typu Airstreamer, natomiast najniższy wynik UMJ stwierdzono w aparatach lęgowych typu Biostreamer. Według Aviagen (2017) najlepsze wyniki wylęgowe uzyskuje się, gdy UMJ wynosi 11-12%, jednak w badaniach wykazano, iż mimo najniższej UMJ (10,49%) w aparacie typu Biostreamer, uzyskano najlepsze wyniki wylęgowości i wysokie wyniki jakości piskląt jednodniowych brojlerów, o czym świadczy wysoka ocena w skali Pasgar. W celu uzyskania jak najlepszych wyników wylęgowych, należy dostosować odpowiedni program, w poszczególnych typach aparatów lęgowych, dostosowany do wieku stada rodzicielskiego. Prawidłowe dopasowanie pozwala osiągnąć wysokie wyniki wylęgowości i jakości piskląt (Jabbar i Yousaf, 2017). Poza tym nie wykazano wpływu aparatu lęgowego na CY.

W badaniach własnych sprawdzano także wpływ typu aparatu lęgowego na śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu. Nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie śmiertelności, co może wskazywać, iż inkubacja w komorach lęgowych nie wpływa na zamieralność piskląt w pierwszym tygodniu życia. Jednak według Lourens i wsp. (2005) temperatura skorupy jaja podczas inkubacji wpływa na temperaturę ciała pisklęcia w pierwszym tygodniu życia, a tym samym nieodpowiednia temperatura inkubacji, może przyczyniać się do wzrostu śmiertelności piskląt w pierwszych 7. dniach życia. Podobnie twierdzili Hulet i wsp. (2007) oraz Fasenکو (2009), iż nieprawidłowa temperatura w inkubatorze może przyczynić się do pogorszonych wyników produkcyjnych piskląt na fermie. Przeżywalność piskląt w pierwszych 7. dniach na fermie jest niezwykle ważnym czynnikiem, wskazuje na jakość piskląt, dobrostan zwierząt oraz decyduje o opłacalności danego odchowu (Yassin i wsp., 2009).

W doświadczeniu własnym nie wykazano wpływu typu aparatu lęgowego na zamieralność zarodków. Oprócz czynników związanych ze zdrowotnością stada rodzicielskiego oraz chorobami przenoszonymi pionowo na pisklęta (Vieira i wsp., 2005), istotne znaczenie na zamieralność zarodków mają także

warunki inkubacji (Lourens, 2001). Nie tylko wysoka temperatura może pogarszać wyniki wylęgów. W badaniach Joseph i wsp. (2006) wykazano, iż obniżenie temperatury inkubacji do 36,6°C w pierwszych 10 dniach, powoduje pogorszenie wylęgowości, zwiększenie masy ciała piskląt, CY oraz zmniejszenie przyrostów piskląt w pierwszym tygodniu życia. W badaniach Joseph i wsp. (2006) potwierdzono, że optymalną temperaturą inkubacji jest 37,8°C. Poza tym w badaniach odpadu powylęgowego, nie stwierdzono istotnego wpływu typu aparatu lęgowego na nieodpowiednie pozycje oraz deformacje zarodków zamarłych w jajach.

4.5. WPŁYW TYPU KLJJNIKA NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Ostatnie 3 doby inkubacji zachodzą w klujnikach, gdzie dochodzi do wyklucia się piskląt z jaj. W tym okresie ważne jest zachowanie odpowiedniej temperatury, wilgotności oraz dostarczenie dużej ilości tlenu dla wykluwających się piskląt (Lourens i wsp., 2005). Zakłada się, iż optymalną temperaturą dla rozwoju zarodka jest 37,8°C. Jednak Maatjens (2016) wykazał, iż obniżenie temperatury poniżej 37,8°C od trzeciego tygodnia inkubacji, a więc również w klujniku, wpływa korzystnie na rozwój zarodka, narządów wewnętrznych oraz na wzrost piskląt w pierwszym tygodniu życia. W kolejnych badaniach Maatjens i wsp. (2017) potwierdzili poprawę jakości piskląt, ich prawidłowy rozwój narządów i wzrost w pierwszych 7. dniach po wykluciu, po obniżeniu temperatury skorupy jaja w ostatnim tygodniu inkubacji z 37,8°C na 36,7°C. Wiedząc jak ważne są warunki inkubacji w ostatnich 3 dobach, w badaniach własnych przetestowano 5 typów klujników i sprawdzono ich wpływ na wyniki wylęgów. Najwyższą wylęgowość uzyskano z jaj inkubowanych w klujnikach typu Airstreamer, nieco niższym wynikiem wylęgowości charakteryzowały się najnowocześniejsze klujniki typu Biostreamer, ale również najstarsze typu Digital. Najniższy wynik wylęgowości uzyskano z klujników typu Airstreamer Focus, podobnie najgorsze wyniki stwierdzono z aparatów lęgowych typu Airstreamer Focus. Przyczyną pogorszonych wyników może być program inkubacyjny niedostosowany do jaj inkubowanych z odpowiedniej grupy wiekowej stada rodzicielskiego (Jabbar i Yousof, 2017).

Natomiast przeciwnie do wyników w aparatach lęgowych, największą ilością piskląt kalekich, słabych i padłych charakteryzowały się klujniki typu Biostreamer. Mogło być to związane z budową aparatu, ponieważ jego pojemność jest dwa razy większa niż pojemność pozostałych klujników i wynosi maksymalnie 38 400 jaj. Tak duża liczba inkubowanych jaj, może utrudniać utrzymanie prawidłowego mikroklimatu w klujniku. Z kolei najniższą ilość piskląt odpadowych uzyskano z najstarszych klujników typu Digital i wynik ten różnił się znacząco od wyniku z najnowszych klujników typu

Biostreamer. Mimo różnych wyników dla poszczególnych typów klujników, nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy jakością piskląt ocenianych w skali Pasgar. Różnice w wynikach mogą być spowodowane różnymi programami inkubacyjnymi. W każdym typie klujnika jest inny program inkubacyjny, odpowiedni dla danego typu maszyny. W klujnikach typu Digital i Vision priorytetem programu jest utrzymanie wyznaczonej temperatury, wilgotności i wentylacji. W pozostałych typach klujników programy dodatkowo utrzymują wyznaczony poziom dwutlenku węgla, który oprócz wilgotności jest przydatną informacją o momencie klucia się piskląt. Według Boerjan (2006) najlepsze i najbardziej wyrównane wyniki uzyskamy z aparatów jednonakładowych, które utrzymują bardzo wyrównane parametry temperatury. Potwierdzają to również badania Araujo i wsp. (2016), w których porównywano wyniki uzyskane z aparatów jednonakładowych i wielonakładowych.

Analizując masę względną pisklęcia można dostrzec zależność, iż najniższe, a zarazem prawidłowe CY, uzyskano z klujników typu Digital oraz Vision. Są to klujniki bardziej konwencjonalne, w których priorytetem jest utrzymanie prawidłowej temperatury, wilgotności i wentylacji. Natomiast w pozostałych klujnikach ważne jest utrzymanie prawidłowego poziomu dwutlenku węgla, co może wpływać na obniżenie wentylacji i wydalania nadmiernej wilgotności z klujących się piskląt, a tym samym wpływać na wyższy CY.

Według Goodhope (1991) jakość piskląt jednodniowych jest ściśle powiązana z ich przeżywalnością w pierwszym tygodniu życia. Podobne wnioski wysnuł Bozan i wsp. (2008), którzy twierdzili, iż niedostosowanie parametrów inkubacji w klujniku może spowodować pogorszenie jakości piskląt, zwiększenie śmiertelności piskląt w jajach i po wykluciu (Bolzan i wsp., 2008). W badaniach własnych wykazano istotny wpływ typu klujnika na śmiertelność piskląt w pierwszym tygodniu życia na fermie. Najwyższą śmiertelność piskląt w 7. dobie życia odnotowano od tych inkubowanych w klujnikach typu Vision, tam śmiertelność wyniosła 1,23%. Śmiertelność powyżej 1% uzyskano także u piskląt inkubowanych w najnowocześniejszych klujnikach typu Biostreamer. Z pozostałych typów klujników wyniki upadków piskląt na fermach były zadowalające, poniżej 1%.

W badaniach własnych nie wykazano wpływu typu klujnika na zamierania zarodków w późnym okresie inkubacji oraz na występowanie nieodpowiednich pozycji zarodków w jajach.

4.6. PODSUMOWANIE

Intensywna selekcja genetyczna kur mięsnych doprowadziła do znacznego postępu w wykorzystaniu paszy i tempie wzrostu współczesnych kurcząt brojlerów, co ma często negatywny wpływ na cechy reprodukcyjne, w tym wylęgowość piskląt. Stąd ważna jest stała kontynuacja badań nad środowiskowymi i genetycznymi uwarunkowaniami wylęgowości i jakości piskląt. Unikatowość przeprowadzonych badań polega na ich realizacji w oparciu o bardzo liczny materiał, (20 817 600 jaj) zebrany w warunkach produkcyjnych w ZWD.

Wyniki uzyskane w niniejszej dysertacji mogą być pomocne w zarządzaniu ZWD. Porównanie genotypów Ross 308 i Ross PM3 wskazuje na większe korzyści płynące z inkubacji jaj o genotypie Ross PM3. To z nich uzyskano najwyższą wylęgowość i niską liczbę piskląt kalekich, słabych i padłych, co w znacznym stopniu decyduje o opłacalności produkcji. Poza tym uzyskanie prawidłowych parametrów UMJ oraz CY przy jednoczesnej dużej liczbie zakażeń, może wskazywać na gorszą jakość skorupy jaj pochodzących od kur Ross PM3. Wszystkie te czynniki muszą być przeanalizowane przez ZWD, przed dokonaniem wyboru zakupu materiału rodzicielskiego.

W niniejszej pracy potwierdzono, iż wyniki wylęgowe pogarszają się wraz z wydłużaniem czasu przechowywania jaj, a najlepsze wyniki uzyskuje się z jaj przechowywanych od 1 - 3 dni. Dane te sugerują, aby nie inkubować jaj bezpośrednio po dostawie do ZWD, należy odczekać dobę w celu ustabilizowania struktur w jaju i pH. Ponadto w wypadku wydłużonego czasu przechowywania od 8 dni, można zastosować podgrzewanie jaj w czasie przechowywania, w celu zapobiegnięcia zamierania komórek blastodermalnych, a tym samym poprawy wylęgowości oraz jakości piskląt.

W pracy podjęto próbę określenia optymalnego przedziału wiekowego kur, w którym uzyskuje się najlepsze wyniki wylęgowe. Stwierdzono najlepsze wylęgowości, UMJ, CY w stadach w wieku od 31.-45. tygodnia. Jednak mimo wymienionych korzyści, we wskazanym przedziale wiekowym wykazano najwyższą śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu. Poza tym stwierdzono najwyższy procent wczesnych i późnych zamierań zarodków, najwyższą ilość nieodpowiednich pozycji zarodków zmarłych w jaju oraz zakażeń w jajach pochodzących od najstarszych stad, od 51.-60 tygodnia życia. Związane jest to głównie z pogorszoną jakością skorupy jaj.

Analizie poddano również wyniki wylęgowe uzyskiwane z różnych typów aparatów lęgowych i klujników, od najstarszych i najbardziej konwencjonalnych do najnowocześniejszych typów mierzących poziom CO₂ oraz temperaturę skorupy jaj, która odzwierciedla temperaturę zarodków. Miało to na celu wytypowanie aparatów pozwalających na uzyskanie najlepszych wyników wylęgowych. Są to badania unikatowe, ponieważ wcześniej nikt w takiej skali nie podjął próby porównania różnych typów aparatów lęgowych

i klujników. Wykazano, iż najlepsze wyniki zarówno wylęgowości jak i jakości piskląt można uzyskać z aparatów lęgowych typu Biostreamer, które są najnowszej generacji aparatami, o dwukrotnie większej pojemności, w porównaniu z pozostałymi modelami. Z kolei najgorsze wyniki wylęgu uzyskano z aparatów typu Airstreamer Focus, które mimo podobnej zasady działania, co typ Biostreamer, wykorzystywania podobnych programów inkubacyjnych, dały najgorsze wyniki wylęgowości oraz śmiertelności piskląt na fermie. Podobnie najgorszymi parametrami charakteryzowały się jaja inkubowane w klujnikach typu Airstreamer Focus, natomiast najlepsze w klujnikach typu Airstreamer. Ważną informacją uzyskaną w badaniach jest istotny wpływ inkubacji w klujnikach na śmiertelność piskląt do 7. doby odchowu.

WNIOSKI

1. Porównanie dwóch genotypów Ross 308 i Ross PM3, wykazało korzystniejsze wyniki wylęgu dla genotypu Ross PM3.
2. Najwyższe wyniki wylęgu uzyskano z jaj przechowywanych 1-3 dni.
3. Z jaj nieprzechowywanych uzyskano najwyższą przeżywalność piskląt do 7. doby.
4. Wykazano zależność, iż im dłuższy czas przechowywania jaj, tym wyższa masa względna pisklęcia.
5. Jaja wylęgowe od kur w przedziale wiekowym 31-45 tygodni charakteryzowały się najlepszymi wynikami wylęgu.
6. Wraz z wiekiem kur wzrasta ilość zakażeń w jajach oraz odsetek zarodków nieodpowiednio ułożonych w jajach.
7. Najlepsze wyniki wylęgowe uzyskano z najnowocześniejszych aparatów lęgowych typu Biostreamer. Jednocześnie w tego typu aparatach stwierdzono najniższą utratę masy jaja i najwyższą masę względną pisklęcia.
8. Typ aparatu lęgowego nie wpływa na śmiertelność piskląt do 7. doby odchowu, w przeciwieństwie do typu klujnika, który istotnie wpływa na tę cechę.
9. Optymalne wyniki wylęgu możemy otrzymać inkubując jaja:
 - od mieszańców ROSS PM3
 - od kur w wieku 31-45 tygodni
 - z jaj przechowywanych 1-3 dni
 - z jaj inkubowanych w aparatach lęgowych typu Biostreamer
 - z jaj inkubowanych w klujnikach typu Airstreamer

PIŚMIENICTWO

- [1] Abudabos A., 2010. The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. *International Journal of Poultry Science*. 9, 231-235.
- [2] Adamski M., Kuźniacka J., Czarnecki R., Kucharska-Gaca J., Kowalska E., 2017. Variation in egg quality traits depending on storage conditions. *Polish Journal of Natural Sciences*. 32. 39-47.
- [3] Addo A., Hamidu J.A., Ansah A.Y., Adomako K., 2018. Impact of egg storage duration and temperature on egg quality, fertility, hatchability and chick quality in naked neck chickens. *International Journal of Poultry Science*. 17, 175-183.
- [4] Alsobayel A.A., Almarshade M.A., Albadry M.A., 2013. Effect of breed, age and storage period on egg weight, egg weight loss and chick weight of commercial broiler breeders raised in Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 12, 53-57.
- [5] Ancel A., Visschedijk A.H.J., 1993. Respiratory Exchange in the incubated egg of the domestic guinea fowl. *Respiration physiology*. 91, 31-42.
- [6] Araujo I.C.S., Leandro N.S.M., Mesquit, M.A., Cafe M.B., Mello H.H.C., Gonzales E., 2016. Effect of incubator type and broiler breeder age on hatchability and chick quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 18, 17-25.
- [7] Arora K.L., Kosin I.L., 1966. Developmental responses of early turkey and chicken embryos to pre-incubation holding of eggs: Inter- and intra-species differences. *Poultry Science*. 45, 958-970.
- [8] Aviagen, 2017. *Aviagen Hatchery How To Summary*.
- [9] Aviagen, 2012. *Instrukcja chowu ROSS 308*.
- [10] Bains B.S., 1979. *A Manual of poultry diseases*. Roche Publishing, Switzerland. 105-106.
- [11] Bakst M.R., Akuffo V., Nicholson D., French N., 2012. Comparison of blastoderm traits from 2 lines of broilers before and after egg storage and incubation. *Poultry Science*. 91, 2645-2648.
- [12] Bauer F., Tullett S. G., Wilson H. R., 1990. Effects of setting eggs small end up on hatchability and posthatching performance of broilers. *British Poultry Science*. 31(4), 715-724.
- [13] Benton Jr C. E., Brake, J., 1996. The effect of broiler breeder flock age and length of egg storage on egg albumen during early incubation. *Poultry Science*. 75, 1069-1075.
- [14] Boerjan M. 2006. Chick vitality and uniformity. *International Hatchery Practice*. 20, 7-8.
- [15] Boerjan M., 2002. Programs for single stage incubation and chick quality. *Avian and Poultry Biology Reviews*. 13, 237.

- [16] Boleli I. C., Morita V. S., Matos Jr J. B., Thimotheo M., Almeida V. R., 2016. Poultry Egg Incubation: Integrating and Optimizing Production Efficiency. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*. 18, 1-16.
- [17] Bolzan AC, Machado R.A.F., Piaia J.C.Z., 2008. Egg hatchability prediction by multiple linear regression and artificial neural networks. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 10, 97-102.
- [18] Borzemska W.B., Malec H., Niedziółka J., Lis M., Pijarska I., 1998. Evaluation of hen hatch in incubators with different synchronization of incubation time. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. 4, 223-229.
- [19] Brake J., Walsh T. J., Benton Jr. C. E., Petite J. N., Meijerhof R., Penalva G., 1997. Egg handling and storage. *Poultry Science*. 76, 144-151.
- [20] Buzala M., Janicki B., 2016. Effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits. *Poultry science*. 95, 2151-2159.
- [21] Buzala M., Janicki B., Czarnecki, R., 2015. Consequences of different growth rates in broiler breeder and layer hens on embryogenesis, metabolism and metabolic rate: a review. *Poultry science*. 94, 728-733.
- [22] Cadirci S., 2009. Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation—a review. *Archiv fur Geflugelkunde*. 73, 116-123.
- [23] Cortes C. R., Isaias G. T., Cuello C. L., Flores J. M. V., Anderson R. C., Campos C. E. 2004. Bacterial isolation rate from fertile eggs, hatching eggs, and neonatal broilers with yolk sac infection. *Revista Latinoamericana de Microbiologia*. 46, 12-16.
- [24] Cox N.A., Berrang M.E., Buhr R.J., Bailey J.S., 1999. Bactericidal treatment of hatching eggs II. Use of chemical disinfectants with vacuum to reduce Salmonella. *Journal of Applied Poultry Research*. 8, 321-326.
- [25] Damaziak K., Pawęska M., Gozdowski D., Niemiec J., 2018. Short periods of incubation, egg turning during storage and broiler breeder hens age for early development of embryos, hatching results, chicks quality and juvenile growth. *Poultry Science*. 97, 3264-3276.
- [26] De Reu K., Grijspeerdt K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., Herman, L., 2006. Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including Salmonella enteritidis. *International journal of food microbiology*. 112, 253-260.
- [27] Decuypere E., Bruggeman V., 2007. The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. *Poultry Science*. 86, 1037-1042.
- [28] Decuypere E., Michels H., 1992. Incubation temperature as a management tool: a review. *World's Poultry Science Journal*. 48, 28-38.
- [29] Decuypere E., Nouwen E. J., Kühn E., Geers R., Michels H., 1979. Iodohormones in the serum of chick embryos and posthatching chickens as influenced by incubation temperature. Relationship with the hatching

- process and thermogenesis. In *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*. 19, 1713-1723
- [30] Decuypere E., Onagbesan O., De Smit L., Tona K., Everaert N., Witters A., De Baerdemaeker J., 2006. Hypoxia and hypercapnia during incubation of chicken eggs: effectson development and subsequent performance. *World's Poultry Science Journal*. 62, 486-487.
- [31] Decuypere E., Tona K., Bamelis F., Careghi C., Kemps B., DeKetelaere B., De Baerdemaker J., Bruggeman, V., 2002. Broiler breeders and egg factors interacting with incubation conditions for optimal hatchability and chick quality. *Arch. Geflugelkd*. 66, 56-57.
- [32] Decuypere E., Tona K., Bruggeman V., Bamelis F., 2001. The day-old chick, a crucial hinge between breeders and broilers. *World's Poultry Science Journal*. 57, 127-138.
- [33] Deeming D.C., 1999. Turning eggs improves hatchability. *World Poultry Special*. 27-28.
- [34] Deeming, D.C., 1989. Characteristics of unturned eggs: critical period, retarded embryonic growth and poor albumen utilisation. *British Poultry Science*. 30, 239-249.
- [35] Deeming D.C., Van Middelkoop J.H., 1999. Meat eat and egg science. Effect of strain and flock age on fertility and early embryonic mortality of broiler breeder eggs. *British Poultry Science*. 40, 22-23.
- [36] Deeming D.C., 2000. What is chick quality? *World Poultry*. 11, 34-35.
- [37] DuRant S.E., Hopkins W.A., Hawley D.M., Hepp G.R., 2012. Incubation temperature affects multiple measures of immunocompetence in young Wood ducks (*Aix Sponsa*). *Biology Letters*. 8, 108-111.
- [38] Dymond J., Vinyard B., Nicholson A.D., French N.A., Bakst M.R., 2013. Short periods of incubation during egg storage increase hatchability and chick quality in long-stored broiler eggs. *Poultry Science*, 92, 2977-2987.
- [39] Elibol O., Brake J., 2003. Effect of frequency of turning from three to eleven days of incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry science*. 82, 357-359.
- [40] Elibol O., Peak S. D., Brake J., 2002. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science*. 81, 945-950.
- [41] Elibol O., Brake J., 2004. Identification of critical periods for turning broiler hatching eggs during incubation. *British Poultry Science*. 45, 631-637.
- [42] European Union, Council Directive 2007/43/EC., 2007. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. *Official Journal of the European Union L*. 182, 19-28.
- [43] Fasenko G.M., 2007. Egg storage and the embryo. *Poultry Science*. 86, 1020-1024.
- [44] Fasenko G.M., Robinson F.E., Christensen V.L., 2002. How long-term hatching egg storage affects the egg, the embryo and the chick. *Practical*

- Aspects of Commercial Incubation in Poultry. Deeming D.C., ed. Ratite Conference Books, Oxford, UK. 33-39.
- [45] Fasenko G.M., O’Dea E.E., 2009. Evaluation broiler growth and mortality in chicks with minor level conditions hatching. *Poultry Science Journal*. 87, 594 -597.
- [46] Fasenko G.M., Robinson F.E., Whelan A.I., Kremeniuk K.M., Walker J.A., 2001. Prestorage incubation of long-term stored broiler breeder eggs: 1. Effects on hatchability. *Poultry Science*. 80, 1406-1411.
- [47] Fletcher D. L., 2002. Poultry meat quality. *World s Poultry Science Journal*. 58, 131-145.
- [48] French N.A., 1997. Modeling incubation temperature: The effect of incubator design, embryonic development and egg size. *Poultry Science*. 76, 124-133.
- [49] Funk M.E., Irwin M.R., 1955. Hatchery operation and management. John Wiley Sons, Inc., New York.
- [50] Goliomytis M., Tsipouzian T., Hager-Theodorides A. L., 2015. Effects of egg storage on hatchability, chick quality, performance and immunocompetence parameters of broiler chickens. *Poultry science*. 94, 2257-2265.
- [51] Goodhope R.G., 1991. First week broiler mortality–Influence on production. In *Second Western Meeting of Poultry Clinicians and Pathologists*. 7, 2007.
- [52] Gucbilmez M., Ozlu S., Shiranjang R., Elibol O., Brake J.,2013. Effects of preincubation heating of broiler hatching eggs during storage, flock age, and length of storage period on hatchability. *Poultry Science*, 92, 3310-3313.
- [53] GUS, 2019a. Polska w Unii Europejskiej. Portret Statystyczny. Inne opracowania. Inne opracowania zbiorcze.
- [54] GUS, 2019b. Zwierzęta gospodarskie w 2018 roku. Rolnictwo. Leśnictwo. Produkcja zwierzęca, Zwierzęta gospodarskie.
- [55] Hambermann F., Feske D., Tonhardt H.E., 2008. Measurement in chick embryos Using non-invasive technology. *World’s Poultry Science Journal*. 64, 605-610.
- [56] Hamburger V., Hamilton H.L., 1951. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Journal of Morphology*, 88, 49-92.
- [57] Hamdy A. M. M., van der Hel W., Henken A.M., Galal A.G., Abd-Elmoty A. K. I., 1991. Effects of air humidity during incubation and age after hatch on heat tolerance of neonatal male and female chicks. *Poultry Science*. 70, 1499-1506.
- [58] Hamidu J.A., Uddin Z., Li M., Fasenko G.M., Guan L.L., Barreda D.R., 2011. Broiler egg storage induces cell death and influences embryo quality. *Poultry Science*. 90, 1749-1757.
- [59] Heier B. T., Jarp J., 2001. An epidemiological study of the hatchability in broiler breeder flocks. *Poultry Science*. 80, 1132-1138.

- [60] Hill D., 2001. Chick length uniformity profiles as a field measurement of chick quality. *Avian Poultry Biology Reviews*. 12, 188.
- [61] Hocking P., 2009. *Biology of Breeding Poultry*. CAB International, Cambridge, USA, 14.
- [62] Hulet R., Gladys G., Hill D., Meijerhof R., Elshiekh T., 2007. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. *Poultry Science*. 86, 408-412.
- [63] Ibrahim D., Goshu G., Esatu W., Cahaner A., 2019. Dual-purpose production of genetically different chicken crossbreeds in Ethiopia. 1. Parent stocks' feed intake, body weight, and reproductive performance. *Poultry Science*. 98, 3119-3129.
- [64] Ipek A., Sahan U., Baycan S. C., Sozcu A., 2014. The effects of different egg shell temperatures on embryonic development, hatchability, chick quality, and first-week broiler performance *Poultry Science*. 93, 464-472.
- [65] Ishaq H.M., Akram M., Baber M.E., Jatoi A.S., Sahota A.W., Javed K., Mehmood S., Hussain J., Husnain, F., 2014. Embryonic mortality in cobb broiler breeder strain with three egg weight and storage periods at four production phases. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 24, 1623-1628.
- [66] Ishaq H.M., Akram M., Baber M.E., Sahota A.W., Jatoi A.S., Yousaf R., Hussain, F., Naeem R., 2018. Hatching performance of Arbor Acres broiler breeder strain at four production phases with three egg weights and storage periods. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 28, 965-972.
- [67] Iqbal J., Khan S. H., Mukhtar N., Ahmed T., Pasha R. A., 2016. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *Journal of Applied Animal Research*. 44, 54-64.
- [68] Jabbar A., Ditta Y.A., 2017. Effect of broiler breeders age on hatchability, candling, water loss, chick yield and dead in shell. *World's Veterinary Journal*. 7, 40-46.
- [69] Jabbar A., Yousaf A., 2017. Effect of age wise incubation programme on broiler breeder hatchability and post hatch performance. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 7, 13-17.
- [70] Jassim E.W., Grossman M., Koops W.J., Luykx R.A.J., 1996. Multiphasic analysis of embryonic mortality in chickens. *Poultry Science*. 75, 464-471.
- [71] Jiang X., Groen A.F., Brascamp E.W., 1998. Economic values in broiler breeding. *Poultry science*, 77, 934-943.
- [72] Joseph N. S., Moran Jr E. T., 2005a. Effect of age and post emergent holding in the hatcher on broiler performance and further processing yield. *Journal of Applied Poultry Research*. 14, 512-520.
- [73] Joseph N. S., Moran Jr E. T., 2005b. Characteristics of eggs, embryos, and chicks from broiler breeder hens selected for growth or meat yield. *Journal of Applied Poultry Research*. 14, 275-280.

- [74] Joseph N.S., Lourens A., Moran J.E.T., 2006. The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield. *Poultry Science*. 85, 932–938.
- [75] Kijowski J., 2000. Wartość żywieniowa mięsa drobiowego. *Przemysł Spożywczy*. 55, 10-11.
- [76] King Ori A. M., 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science*. 10, 483-492.
- [77] Kirk S., Emmans G. C., McDonald R., Arnot D., 1980. Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. *British Poultry Science*. 21, 37-53.
- [78] Lapao C., Gama L.T., Soares M.C., 1999. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. *Poultry Science*. 78, 640-645.
- [79] Latour M.A., Peebles E.D., Doyle S.M., Pansky T., Smith T.W., Boyle C.R., 1998. Broiler breeder age and dietary FAT influence the yolk fatty acid profiles of fresh eggs and newly hatched chicks. *Poultry Science*. 77, 47-53.
- [80] Lee M.H., Cho E.J., Choi E.S., Sohn S.H., 2016. The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Korean Journal of Poultry Science*. 43, 31-38.
- [81] Leeson S., Summers J. D., 1991. *Commercial Poultry Nutrition*. University Books, Nottingham University Press, Canada.
- [82] Li X., Anderson D., Rathgeber B., McLean N., MacIsaac J., 2018. Fumigating broiler hatching eggs with lysozyme product (Inovapure) to reduce eggshell microbial load. *Poultry Science*. 97, 4252-4261.
- [83] Lillie R.J., Olsen M.W., Bird H.R., 1951. Variation in reproductive response of hens to dietary deficiency. *Poultry Science*. 30, 92-97.
- [84] Liptoi K., Hidas A., 2006. Investigation of possible genetic background of early embryonic mortality in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 62, 326-337.
- [85] Lis M.W., Augustyn J., Lisowska-Lis B., Niedziółka, J.W., 2011. Próba zastosowania termografii do monitorowania rozwoju termoregulacji zarodków kurzych (*Gallus gallus*). *Pomiary Automatyka Kontrola*. 57, 1150-1153.
- [86] Livingston M.L., Landon C., Barnes H.J., Brake J., 2018. White striping and wooden breast myopathies of broiler breast muscle is affected by time-limited feeding, genetic background, and egg storage. *Poultry science*. 98, 217-226.
- [87] Lourens A., 2001. The importance of air velocity in incubation. *World Poultry* 17, 29-30.
- [88] Lourens S., Deeming D.C., 1999. Effect van niet meer keren na twee weken broeden. *Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij*. 10, 20-24.

- [89] Lourens A., Van den Brand H., Meijerhof R., Kemp B., 2005. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poultry science*. 84, 914-920.
- [90] Lowman Z., Parkhurst C., 2014. Effect of Bac-DTM on hatchability, conductance, growth rate and feed conversion on turkey poults. *International Journal of Poultry Science*. 13, 97-101.
- [91] Lundy H., 1969. A review of the effects of temperature, humidity, turning and gaseous environment in the incubator on the hatchability of the hen's egg. *The Fertility and Hatchability of Hen's Egg*.
- [92] Maatjens C.M., 2016. Effects of temperature and CO₂ during late incubation on broiler chicken development. Doctoral dissertation, Wageningen University.
- [93] Maatjens C.M., van Roover-Reijrink I.A., van den Anker-Hensen I., Engel B., van der Pol C.W., Kemp B., van den Brand H., 2017. The effects of temperature during late incubation on first week broiler chicken development. *European Poultry Science*, 81, 24-24.
- [94] Mahmud A., Khan M.Z.U., Javed M.A., 2011. Effect of different storage periods and temperatures on the hatchability of broiler breeder eggs. *Pakistan Veterinary Journal*. 31, 78-80.
- [95] Mather C.M., Laughlin K., 1979. Storage of hatching eggs: the interaction between parental age and early embryonic development. *British Poultry Science*. 20, 595-604.
- [96] Mather, C.M., Laughlin, K.F., 1976. Storage of hatching eggs: the effect on total incubation period. *British Poultry Science*. 17, 471-479.
- [97] McLoughlin L., Gous R.M., 1999. The effect of egg size on pre-and post-natal growth of broiler chickens. *Poultry Bulletin*, South Africa.
- [98] Meijerhof R., 1992. Pre-incubation holding of hatching eggs. *World's Poultry Science Journal*. 48, 57-68.
- [99] Meir M., Nir A., 1984. Increasing hatchability of turkey eggs by matching incubator humidity to shell conductance of individual eggs. *Poultry Science*. 63, 1489-1496.
- [100] Merritt E.S., 1964. Pre-incubation storage effects on subsequent performance of chickens. *British Poultry Science* 5, 67-73.
- [101] Messens W., Grijspeerdt K., De Reu K., De Ketelaere B., Mertens K., Bamelis F., Kemps B., De Baerdemaeker J., Decuypere E., Herman L., 2007. Eggshell penetration of various types of hens eggs by *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis*. *Journal of Food Protection*. 70, 623-628.
- [102] Molenaar R., de Vries S., van den Anker I., Meijerhof R., Kemp B., van den Brand H., 2010a. Effect of eggshell temperature and a hole in the air cell on the perinatal development and physiology of layer hatchlings. *Poultry Science*. 89, 1716-1723.
- [103] Molenaar R., Hulet R., Meijerhof R., Maatjens C.M., Kemp B., Van Den Brand H., 2011. High eggshell temperatures during incubation decrease

- growth performance and increase the incidence of ascites in broiler chickens. *Poultry Science*. 90, 624-632.
- [104] Molenaar R., Reijrink I.A.M., Meijerhof R., Van den Brand H., 2010b. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12, 137-148.
- [105] Moraes V.M.B., Malheiros R.D., Bruggeman V., Collin A., Tona K., Van As P., Onagbesan O.N., Buyse J., Decuypere E., Macari M., 2004. The effect of timing of thermal conditioning during incubation on embryo physiological parameters and its relationship to thermotolerance in adult broiler chickens. *Journal of Thermal Biology*. 29, 55-61.
- [106] Mroczek R., 2019. Sektor mięsa czerwonego i drobiarskiego w Polsce. *Przemysł Spożywczy*. 73, 2-8.
- [107] Naber E. C., Squires M. W., 1993. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: diet to egg transfer and commercial flock survey. *Poultry Science*. 72, 1046-1053.
- [108] Nangsuay A., Meijerhof R., van den Anker I., Heetkamp M. J. W., De Souza Morita V., Kemp B., van den Brand H., 2016. Effects of breeder age, broiler strain, and eggshell temperature on development and physiological status of embryos and hatchlings. *Poultry Science*. 95, 1666-1679.
- [109] Nangsuay A., Meijerhof R., van den Anker I., Heetkamp M.J.W., Kemp B., van den Brand H., 2015. Development and nutrient metabolism of embryos from two modern broiler strains. *Poultry science*. 94, 2546-2554.
- [110] Nicholson D., French N., Tullett S., van Lierde E., Jun G., 2013. Short periods of incubation during egg storage–SPIDES. *Lohmann Information*. 48, 51-61.
- [111] Nikolova N., Kocovski D., Kuzelov A., 2011. Influence of genotype on eggshell strength and the hatchability of laying parent stock flock. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 27, 1659-1666.
- [112] Noble R. C., Lonsdale F., Connor K., Brown D., 1986. Changes in the lipid metabolism of the chick embryo with parental age. *Poultry Science*. 65, 409-416.
- [113] Nowaczewski S., Babuszkiewicz M., Kaczmarek S., 2014. Eggshell temperature, embryogenesis and hatchability results of broiler breeders depend on the location of eggs in the incubator (vertical orientation). *European Poultry Sciences*. 78, 1-10.
- [114] Nowaczewski S., Babuszkiewicz M., Kaczmarek S., 2016. Effect of broiler breeders' age on eggshell temperature, embryo viability and hatchability parameters. *Annals of Animal Science*. 16, 235-243.
- [115] Nowak B., Pawlina E., Iłska K., Mucha A., Kruszynski W., 2019. Breeder line and age affects the occurrence of developmental defects, the number of culled one-day old broiler chicks and their body mass. *Veterinarni Medicina*. 64, 323-333.

- [116] Nowak M., Trziszka T., 2010. Zachowania konsumentów na rynku mięsa drobiowego. *Żywność Nauka Technologia Jakość*. 17, 114-122.
- [117] Ozlu S., Elibol O., Brake J., 2018. Effect of storage temperature fluctuation on embryonic development and mortality, and hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry science*, 97, 3878-3883.
- [118] Pasińska D., 2016. Polski rynek drobiu po wstąpieniu do Unii Europejskiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. 450, 421-432.
- [119] Pasińska, D., 2018. Handel zagraniczny produktami kurzymi w latach 2012-2017. *Problems of World Agriculture*. 18, 38-49.
- [120] Pearson R.A., Herron K. M., 1982. Effects of maternal energy and protein intakes on the incidence of malformations and malpositions of the embryo and time of death during incubation. *British Poultry Science*. 23, 71-77.
- [121] Pokhrel N., Ben-Tal Cohen E., Genin O., Ruzal M., Sela-Donenfeld D., Cinnamon Y., 2018. Effects of storage conditions on hatchability, embryonic survival and cytoarchitectural properties in broiler from young and old flocks. *Poultry Science*. 97, 1429-1440.
- [122] Raghavan V., 1999. Give day-old chicks the best start. *World Poultry*. 15, 28-29.
- [123] Reijrink I.A.M., Berghmans D., Meijerhof R., Kemp B., Van den Brand H., 2010. Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry science*. 89, 1225-1238.
- [124] Reijrink I.A.M., Meijerhof R., Kemp B., Graat E.A.M., Van den Brand H., 2009. Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry Science*. 88, 2649-2660.
- [125] Rifkhan M.H.M., Gamlath G.A.S.N., Adikari A.M.J.B., 2016. Effect of Broiler Breeder's Age on Incubation and Chick Quality Parameters. *International Journal of Livestock Research*. 6, 19-26.
- [126] Romanoff A.L., 1949. Critical periods and causes of death in avian embryonic development. *The Auk*. 66, 264-270.
- [127] Romanoff A.L., Romanoff A.J., 1972. Pathogenesis of the avian embryo: an analysis of causes of malformations and prenatal death. Wiley-Interscience.
- [128] Roque L., Soares M.C., 1994. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poultry science*. 73, 1838-1845.
- [129] Ruzić Z., Kanacki Z., Zikić D., Uscebrka G., 2017. The Effect of Thermal Conditioning on Thyroid Hormones, Hatchability and Embrio
- [130] nic Mortality of Broilers during the Incubation Period. *Contemporary Agriculture*. 66, 32-37.
- [131] Shi L., Sun Y., Xu H., Liu Y., Li Y., Huang Z., Ni A, Chen C, Wang P, Ye J, Ma H, Li D, Chen J., 2019. Effect of age at photostimulation on reproductive performance of Beijing-You Chicken breeders. *Poultry science*. 98, 4522-4529.

- [132] Shim M.Y., Pesti G.M., 2011. Effects of incubation temperature on the bone development of broilers. *Poultry science*. 90, 1867-1877.
- [133] Sittmann K., Abplanalp H., 1971. Extended storage of quail, chicken, and turkey eggs: 3. Tertiary sex ratio in quail. *Poultry Science*. 50, 722-725.
- [134] Sklan D., Heifetz S., Halevy O., 2003. Heavier chicks at hatch improves marketing body weight by enhancing skeletal muscle growth. *Poultry Science*. 82, 1778-1786.
- [135] Smaili H.N.E., Najjar T., van den Brand H., Masmoudi T., 2017. Effects of broiler breeder age and egg storage duration on hatchability rate, chick quality and later life performance in hot climates. *European Poultry Science*. 81, 15.
- [136] Smolińska T., Kopeć W., 2009. Przetwórstwo mięsa drobiu- podstawy biologiczne i technologiczne. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław
- [137] Sozcu A., Ipek A., 2013. Incubation conditions affect chick quality and broiler performance. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 27, 139-146.
- [138] Suarez M. E., Wilson H. R., Mather F. B., Wilcox C. J., McPherson B.N., 1997. Effect of strain and age of the broiler breeder female on incubation time and chick weight. *Poultry Science*. 76, 1029-1036.
- [139] Ślaska-Grzywna B., Andrejko D., Jaśkiewicz T., Kowalska E., 2013. Analiza spożycia drobiu i jego rola w diecie człowieka. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*. 4, 29-33.
- [140] Tazawa H., 1980. Adverse effect of failure to turn the avian egg on the embryo oxygen exchange. *Respiration Physiology*. 41, 137-142.
- [141] Tazawa H., Akiyama R., Moriya K., 2002. Development of cardiac rhythms in birds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 132, 675-689.
- [142] Tona K., Bamelis F., Coucke W., Bruggeman V., Decuypere E., 2001a. Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in large-scale conditions. *Journal of Applied Poultry Research*. 10, 221-227.
- [143] Tona K., Bamelis F., De Ketelaere B., Bruggeman V., Moraes V.M.B., Buyse J., Onagbesan O., Decuypere E., 2003a. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality and chick juvenile growth. *Poultry Science*. 82, 736-741.
- [144] Tona K., Bruggeman V., Onagbesan O., Bamelis F., Gbeassor M., Mertens K., Decuypere E., 2005. Day-old chick quality: Relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. *Avian Poultry Biology Reviews*. 16, 19.
- [145] Tona K., Decuypere E., Coucke W., 2001b. Effects of strain, hen age and transferring eggs from turning to stationary trays after 15 to 18 days of incubation. *British Poultry Science*. 42, 663-667.

- [146] Tona K., Malheiros R.D., Bamelis F., Careghi C., Moraes V.M., Onagbesan O., Bruggeman V., 2003b. Effects of storage time on incubating egg gas pressure, thyroid hormones, and Cox icosterone levels in embryos and on their hatching parameters. *Poultry Science*. 82, 840-845.
- [147] Tona K., Onagbesan O., Bruggeman V., Collin A., Berri C., Duclos M.J., Tesseraud S., Buyse, J., Decuypere E., Yahav S., 2008. Effects of heat conditioning at d 16 to 18 of incubation or during early broiler rearing on embryo physiology, posthatch growth performance and heat tolerance. *Archiv fur Geflugelkunde*. 72, 75-83.
- [148] Tona K., Onagbesan O., De Ketelaere B., Bruggeman V., Decuypere E., 2007. A model for predicting hatchability as a function of flock age, reference hatchability, storage time and season. *Archiv fur Geflugelkunde*. 71, 30-34.
- [149] Tona K., Onagbesan O., De Ketelaere B., Decuypere E., Bruggeman V., 2004. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. *Journal of Applied Poultry Research*. 13, 10-18.
- [150] Tong Q., Romanini C., Exadaktylos V., 2013. Embryonic development and the physiological factors that coordinate hatching in domestic chickens. *Poultry Science*. 92, 620-628.
- [151] Tullett S.G., 1981. Theoretical and practical aspects off egg shell porosity. *Turkeys*. 29, 24-28.
- [152] Tullett S.G., 1990. Science and the art of incubation. *Poultry Science*. 69, 1-15.
- [153] Tullett S.G., Burton, F.G., 1982. Factors affecting the weight and water status of the chick at hatch. *British Poultry Science*. 23, 361-369.
- [154] Tullett S.G., Deeming D.C., 1987. Failure to turn eggs during incubation: effects on embryo weight, development of the chorioallantois and absorption of albumen. *British Poultry Science*. 28, 239-243.
- [155] Van Brecht A., Aerts J.M., Degraeve P., Berckmans D., 2003. Quantification and control of the spatio-temporal gradients of air speed and air temperature in an incubator. *Poultry Science*. 82, 1677-1687.
- [156] Van de Ven L.J.F., Van Wagenberg A.V., Uitdehaag K.A., Koerkamp P.G., Kemp B., Van den Brand H., 2012. Significance of chick quality score in broiler production. *Animal*. 6, 1677-1683.
- [157] Van der Pol C.W., van Roover-Reijrink I.A.M., Maatjens C.M., Van den Anker I., Kemp B., Van den Brand H., 2014. Effect of eggshell temperature throughout incubation on broiler hatchling leg bone development. *Poultry Science*. 93, 2878-2883.
- [158] Verhoelst E., De Ketelaere B., Decuypere E., De Baerdemaeker J., 2011. The effect of early prenatal hypercapnia on the vascular network in the chorioallantoic membrane of the chicken embryo. *Biotechnology Progress*. 27, 562-570.

- [159] Vieira S.L., Almeida J.G., Lima A.R., Conde O.R.A., Olmos A.R., 2005. Hatching distribution of eggs varying in weight and breeder age. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 7, 73-78.
- [160] Vieira S.L., Moran Jr E.T., 1998. Eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. *Journal of Applied Poultry Research*. 7, 372-376.
- [161] Vilchez C., Touchburn S.P., Chavez E.R., Chan C.W., 1990a. Dietary palmitic and linoleic acids and reproduction of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry Science*. 69, 1922-1930.
- [162] Vilchez C., Touchburn S.P., Chavez E.R., Chan C.W., 1990b. The influence of supplemental corn oil and free fatty acids on the reproductive performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry Science*. 69, 1533-1538.
- [163] Vilchez C., Touchburn S.P., Chavez E.R., Chan C.W., 1992. Effect of feeding palmitic, oleic, and linoleic acids to Japanese quail hens (*Coturnix coturnix japonica*). 2. Maternal diets and stage of incubation on the lipid metabolism of quail embryos. *Poultry Science*. 71, 1032-1042.
- [164] Wang H., Slavik M.E., 1998. Bacterial penetration into eggs washed with various chemicals and stored at different temperatures and times. *Journal of Food Protection*. 61, 276-279.
- [165] Walsh T. J., 1993. The effects of flock age, storage humidity, carbon dioxide, and length of storage on albumen characteristics, weight loss and embryonic development of broiler eggs. Masters thesis. North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7608.
- [166] Walsh T.J., Rizk R.E., Brake J., 1995. 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. *Poultry Science*. 74, 1403-1410.
- [167] Wells J.B., Coufal C.D., Parker H.M., McDaniel C.D., 2010. Disinfection of eggshells using ultraviolet light and hydrogen peroxide independently and in combination. *Poultry Science*. 89, 2499-2505.
- [168] Weytjens S., Meijerhof R., Buyse J., Decuypere E., 1999. Thermoregulation in chicks originating from breeder flocks of two different ages. *Journal of Applied Poultry Research*. 8, 139-145.
- [169] Whitehead C.C., Maxwell M.H., Pearson R.A., Herron K.M., 1985. Influence of egg storage on hatchability, embryonic development and vitamin status in hatching broiler chicks. *British Poultry Science*. 26, 221-228.
- [170] Wilcox F.H., Wilson H.R., 1962. Changes in albumen quality with time. *Poultry Science*. 41, 883-886.
- [171] Wilson H.R., 1993. Hatchability problem analysis. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida Cooperative Extension Service.
- [172] Wilson H. R., 1991. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *World's Poultry Science Journal*. 47, 5-20.

- [173] Wilson H. R., 1997. Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poultry Science*. 76, 134-143.
- [174] Wineland M.J., Mann K.M., Fairchild B.D., Christensen V.L., 2000. Effect of high and low incubator temperatures at different stages of development upon the broiler embryo. *International Poultry Scientific Forum. Abstracts*. 180.
- [175] Wolański N.J., Renema R.A., Robinson F.E., Carney V.L., Fancher B.I., 2007. Relationships among egg characteristics, chick measurements, and early growth traits in ten broiler breeder strains. *Poultry Science*. 86, 1784-1792.
- [176] Wolc A., Olori V. E., 2009. Genetics of hatchability-egg quality from the perspective of a chick. In *6th European Poultry Genetics Symposium, World Poultry Science Association, Bedlewo, Poland*.
- [177] Wolc A., Arango J., Settar P., Fulton J. E., O'Sullivan N. P., Dekkers, J. C., 2019. Genetics of male reproductive performance in White Leghorns. *Poultry Science*. 98, 2729-2733.
- [178] Yassin H., Velthuis A.G., Boerjan M., van Riel J., 2009. Field study on broilers' first-week mortality. *Poultry Science*. 88, 798-804.
- [179] Yassin H.A.G.J., Velthuis A.G., Boerjan M., van Riel J., Huirne R.B., 2008. Field study on broiler eggs hatchability. *Poultry Science*. 87, 2408-2417.
- [180] Yildirim I., Yetisir R., 2004. Effects of different hatcher temperatures on hatching traits of broiler embryos during the last five days of incubation. *South African Journal of Animal Science*. 34, 211-217.
- [181] Yildirim I., 2005. Effects of breeder age and pre-incubation storage of eggs on hatchability, time of hatch and relative organ weight of quail chicks at hatch. *South African Journal of Animal Science*. 35, 135-142.
- [182] Zakaria A.H., Plumstead P.W., Romero-Sanchez H., Leksrisompong N., Brake J., 2009. The effects of oviposition time on egg weight loss during storage and incubation, fertility, and hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry science*. 88, 2712-2717.

STRESZCZENIE

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA WYNIKI LĘGÓW KURCZĄT BROJLERÓW

Polska jest liderem w produkcji mięsa drobiowego w Europie. Celem pracy była ocena wpływu genotypu, wieku kur, czasu przechowywania jaj przed nakładem, typu aparatu lęgowego i typu klujnika na zamieralność zarodków, wylęgowość i jakość piskląt.

Badania wykonano w komercyjnym zakładzie wylęgu drobiu. Materiał doświadczalny stanowiło 20 817 600 jaj pochodzących od mieszańców kur mięsnych ROSS 308 oraz ROSS PM3, z 7 ferm rodzicielskich, od kur w wieku od 25. do 60. tygodnia życia. Jaja wylęgowe dostarczone do zakładu wylęgu drobiu były sortowane, a następnie przechowywane na magazynie jaj lub od razu przeniesione do aparatów lęgowych w celu inkubacji. Na kilkanaście godzin przed nakładem do aparatów lęgowych, wszystkie jaja były dezynfekowane formaliną. Jaja w aparatach lęgowych były inkubowane 18. dni, następnie świetlone w celu odrzucenia jaj niezapłodnionych oraz wcześniej zamarłych zarodków. Pozostałe jaja przenoszono do klujników na kolejne 3 doby. Po wykluciu pisklęta były sortowane, liczone oraz oceniane w skali Pasgar. Dodatkowo oceniano śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu. Jednocześnie z wszystkimi jajami inkubowane były próby kontrolne, po 450 jaj dla każdego stada, w każdym aparacie, które dwukrotnie ważono: przed nakładem do aparatów lęgowych oraz przed przekładem w celu uzyskania informacji o utracie masy jaja. Jaja z prób kontrolnych nie były świetlone. Po wykluciu pisklęta liczono oraz ważono, a odpad powylęgowy w postaci niewyklutych jaj badano i określano: zapłodnienie, okres zamierania zarodka, nieprawidłowe pozycje zarodka, deformacje zarodka oraz obecność zakażeń w jajach.

W badaniach nie wykazano różnic w zapłodnieniu i wylęgowości w zależności od genotypu. Natomiast wykazano istotnie niższą ilość piskląt kalekich i słabych w pisklętach ROSS PM3, ale wyższą ilość zakażeń w porównaniu z ROSS 308. Najlepszymi wynikami wylęgu charakteryzowały się pisklęta pochodzące z jaj przechowywanych 1-3 dni (wylęgowość – 83,32%, odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych – 0,80%, ocena piskląt w skali Pasgar – 9,65pkt., ilość wczesnych zamierań zarodków – 4,79%). Jednak to z jaj nieprzechowywanych uzyskano najniższe śmiertelności piskląt na fermie do 7. doby odchowu. Poza tym stwierdzono, iż wzrost chick yieldu jest wprost proporcjonalny do czasu przechowywania. Z jaj pochodzących od kur w przedziale wiekowym 31-45 tygodni, uzyskano najlepsze wyniki wylęgu (zapłodnienie – 95,41%, wylęgowość – 85,53%, UMJ – 10,97%, CY – 68,16%, późne zamierania zarodków – 1,52%, nieodpowiednie pozycje zamarłych zarodków w jajach – 0,73%). Wykazano istotnie najwyższą ilość zakażeń oraz

nieodpowiednich pozycji zarodków w jajach u kur najstarszych. Najwyższe wyniki wylęgowe uzyskano z najnowocześniejszych aparatów lęgowych typu Biostreamer (wylęgowość – 82,62%, odsetek piskląt kalekich, słabych i padłych – 0,73%, późne zamierania zarodków – 1,49%, śmiertelność piskląt na fermie do 7. doby odchowu – 0,85%). Nie wykazano istotnego wpływu typu aparatu lęgowego na śmiertelność piskląt na fermie w pierwszym tygodniu życia, w przeciwieństwie do typu klujnika.

Stwierdzono, iż optymalne wyniki wylęgowe możemy uzyskać z jaj od mieszańców kur ROSS PM3 w wieku od 31.-45. tygodnia życia, przy przechowywaniu jaj od 1.-3. dni, inkubowanych w aparatach lęgowych typu Biostreamer, a następnie w klujnikach typu Airstreamer.

SUMMARY

INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE HATCHING RESULTS

Poland is a leader in poultry meat production in Europe. The aim of the study was to evaluate the impact of genotype, hen age, eggs storage duration, type of setter and type of hatcher on embryo mortality, hatchability and chick quality.

The study was carried out in a commercial hatchery using standard equipment. A total of 20 817 600 hatching eggs from 25-60 week old ROSS 308 and ROSS PM3 hens, obtained from 7 breeder flocks, were used in this study. After delivery, eggs were sorted and transferred to the storage room or immediately transferred to the setter for incubation. Before incubation, eggs were disinfected with formalin. After 18 days of incubation, eggs were candled and transferred to hatchers for next 3 days. Following hatching, the chicks were sorted, counted, rated in Pasgar score and transferred to the farm. Additionally, the mortality during the first week of chicks development was determined. Parallely, 450 control eggs per each flock in each setter were incubated. Control eggs were weighed twice: before setting and before transfer to obtain information about egg weight loss. The eggs from the control groups were not candled. After hatching, chicks were counted and weighed. Furthermore, in order to determine fertility, mortality of embryos, incorrect embryo positions, contaminations as well as deformations of embryos, the hatch debris were subjected to examination.

The studies showed no differences in fertility and hatchability depending on the genotype. However, significantly lower numbers of cull chicks were found in ROSS PM3 compared to ROSS 308, but higher number of contaminations in ROSS PM3 chicks. The best results were obtained from eggs stored 1-3 days (hatchability – 83.32%, cull chicks – 0.80%, rating of chicks on the Pasgar score – 9.65 points, number of early dead – 4.79%). However, the lowest mortality of chicks on the first week was obtained from non-stored eggs. In addition, it was found that the increase in chick yield is directly proportional to the storage time. The best hatching results were obtained from eggs obtained from hens aged 31-45 weeks (fertility – 95.41%, hatchability – 85.53%, egg weight loss – 10.97%, chick yield – 68.16%, late dead – 1.52%, incorrect embryo positions – 0.73%). Significantly higher number of contaminated eggs and number of incorrectly positioned embryos were for eggs from the oldest flock. The highest hatching result were obtained from the Biostreamer setter (hatchability – 82.62%, cull chicks – 0.73%, late dead – 1.49%, mortality of chicks during the first week – 0.85%). There was no significant impact of the

setter type on the mortality on the broiler farm in the first week, as opposed to the type of the hatcher.

The optimal hatching results can be obtained when eggs derive from 31-45 week old ROSS 308 hens, when 1-3 days of eggs storage is applied, with Biostreamer as a setter and Airstreamer as a hatcher.