

SUMMARY

The aim of this dissertation was to evaluate the effect of insect biomass on the growth performance, coefficients of apparent ileal nutrient digestibility, immune system traits and cecal microbiome of broiler chickens. A total of 1072 female Ross 308 broiler chickens were used in three individual experiments to verify the hypotheses. In the first and second experiments, we hypothesized that small amounts of insect full-fat meals (*Tenebrio molitor* and *Zophobas morio*) (0.2% and 0.3%) added to a complete diet or calculated as part of the diets may positively affect the growth performance parameters, selected immune traits and cecal microbiota selected populations. The aim of the third experiment was to evaluate whether *T. molitor* oil (TM oil) obtained by supercritical CO₂ extraction may completely replace palm oil (PO) or poultry fat (PF) in broiler chicken diets without any negative effects on the growth performance parameters, product quality, coefficients of apparent ileal nutrient digestibility, or selected blood parameters. The obtained results from all experiments confirmed the assumed hypotheses. *T. molitor* and *Z. morio* full-fat meals significantly improved the growth performance parameters by increasing body weight gain (BWG (Exp. 1); $P = 0.024$), as well as feed intake (FI (Exp. 1); $P = 0.022$), without having any negative impact on the feed conversion ratio (FCR (Exp. 1); $P = 0.514$). Additionally, a similar effect of salinomycin and insect full-fat meals on the decrease in the levels of selected immune traits, i.e., IgY and IgM, was noticed in comparison to the negative control (without any additives). Moreover, in the first trial, the IgM levels were negatively correlated with the BWG ($r = -0.485$) and FI ($r = -0.499$). The analysis of coefficients of apparent ileal nutrient digestibility showed that it was not affected ($P > 0.05$) by any dietary treatments. In the first trial, *Z. morio* (0.3%) addition increased the activities of α - and β -glucosidase and α -galactosidase ($P = 0.004$; $P = 0.001$; and $P < 0.001$, respectively). Dietary insects significantly decreased ($P = 0.001$) the cecal counts of the *Bacteroides-Prevotella* cluster in comparison to those in the NC and PC. However,

Clostridium perfringens counts were increased ($P = 0.033$) in the broiler chickens subjected to the 0.3% *Z. morio* treatment. The third experiment was conducted to assess the effect of the addition of *T. molitor* oil in broiler chicken diets on the growth performance parameters, coefficients of apparent ileal nutrient digestibility, selected blood parameters, and lipid fatty acid composition of liver and breast muscle tissues. In all periods of the experiment, BWG, FI and FCR were not affected ($P > 0.05$) by dietary treatments. Furthermore, no effects ($P > 0.05$) on the coefficients of apparent nutrient ileal digestibility were recorded. The liver tissue of the chickens fed a diet supplemented with TM oil showed the lowest value of saturated fatty acids (SFAs; $P = 0.004$) and the highest value of unsaturated fatty acids (UFAs; $P = 0.004$). In addition, TM oil significantly decreased monounsaturated fatty acids (MUFAs; $P < 0.001$) and increased polyunsaturated fatty acids (PUFAs; $P < 0.001$) in liver tissue compared to PF and PO. Furthermore, the SFA and UFA profiles of the breast muscle were not affected ($P > 0.05$) by any of the dietary fat sources. However, TM oil significantly reduced the MUFA ($P < 0.001$) content and increased PUFAs ($P < 0.001$). In conclusion, the current results confirmed that the addition of a small amount (0.2% and 0.3%) of *T. molitor* and *Z. morio* full-fat meals to the diet of broiler chickens can improve the growth performance and positively affect selected immune traits. Moreover, *T. molitor* and *Z. morio* full-fat meals (0.3%) were capable of reducing potentially pathogenic bacterial populations, such as the *Bacteroides-Prevotella* cluster. In addition, this supplementation was able to stimulate the gastrointestinal tract (GIT) microbiome to produce enzymes, especially glycolytic enzymes. The use of TM oil in the broiler chicken diet did not show any effect on growth performance; however, the obtained results emphasized the possibility of total replacement of PF or PO in the broilers' diet. Moreover, TM oil supplementation improved the fatty acid profile of the liver tissue and the breast muscle. TM oil can be an alternative to PO and PF in broiler chicken nutrition

STRESZCZENIE

Przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej było poznanie wpływu biomasy owadów na wyniki wzrostu, współczynniki pozornej strawności jelitowej składników pokarmowych, wskaźniki immunologiczne oraz mikrobiom jelit ślepych kurcząt rzeźnych. W celu weryfikacji przyjętych hipotez przeprowadzono trzy indywidualne doświadczenia żywieniowe z wykorzystaniem 1072 kurek Ross 308. W pierwszym i w drugim doświadczeniu założono, że relatywnie małe udziały pełnotłustych mączek z owadów, tj. *Tenebrio molitor* i *Zophobas morio* (0,2% i 0,3%) dodane na górkę ('*on top*') lub kalkulowane w dietach kurcząt mogą pozytywnie wpłynąć na wyniki odchowu, wybrane parametry immunologiczne oraz mikrobiom jelit ślepych. Celem trzeciego eksperymentu była ocena skuteczności zastąpienia oleju palmowego oraz tłuszczu drobiowego przez tłuszcz paszowy z *T. molitor* uzyskanego metodą ekstrakcji nadkrytycznej z wykorzystaniem CO₂ w dietach kurcząt rzeźnych na wyniki odchowu, jakość produktu końcowego, współczynniki pozornej strawności jelitowej składników pokarmowych oraz wybranych parametrów krwi. Uzyskane wyniki ze wszystkich doświadczeń potwierdzają założone hipotezy. Pełnotłuste mączki z *T. molitor* i *Z. morio* istotnie poprawiły wskaźniki wzrostu poprzez zwiększenie przyrostów masy ciała (BWG, dośw. 1; $P = 0.024$) oraz pobranie paszy (FI, dośw. 1; $P = 0.022$), bez negatywnego wpływu na współczynnik wykorzystania paszy (FCR, dośw. 1; $P = 0.514$). Ponadto, odnotowano zbliżone efekty salinomycyny oraz pełnotłustych mączek owadzych na obniżanie poziomu wybranych parametrów immunologicznych, tj. IgY i IgM, w porównaniu do grupy kontroli negatywnej (NC, bez żadnych dodatków). W pierwszym eksperymencie notowano negatywną korelację między IgM oraz BWG ($r = -0.485$) czy IgM i FI ($r = -0.499$). Oszacowane współczynniki pozornej strawności jelitowej składników pokarmowych wykazały brak statystycznie istotnych różnic między grupami ($P > 0.05$). Co ważne, dodatek *Z. morio* (0,3%) zwiększał aktywność α - i β -glukozydazy oraz α -galaktozydazy (odpowiednio, $P = 0.004$; $P = 0.001$; i $P < 0.001$).

Zastosowanie owadów skutkowało obniżeniem ($P = 0.001$) liczebności bakterii z grupy *Bacteroides-Prevotella* cluster w jelitach ślepych w porównaniu z NC oraz grupą kontroli pozytywnej (PC). Odnotowano natomiast zwiększenie ($P = 0.033$) koncentracji *Clostridium perfringens* u ptaków żywionych dietą z dodatkiem *Z. morio* (0,3%). Trzecie doświadczenie przeprowadzono w celu oceny oddziaływania całkowitego zastąpienia tłuszczów paszowych (olej palmowy oraz tłuszcz drobiowy) przez *T. molitor* na wskaźniki wzrostu, współczynniki pozornej stratności jelitowej składników pokarmowych, wybranych parametrów krwi oraz profil kwasów tłuszczowych w wątrobie i mięśni piersiowym. We wszystkich okresach żywieniowych nie notowano istotnych ($P > 0,05$) różnic w przypadku BWG, FI oraz FCR pomiędzy grupami. Co więcej, brak statystycznie istotnych różnic ($P > 0.05$) obserwowano w aspekcie kalkulowanych współczynników pozornej strawności jelitowej. Wątroba ptaków żywionych dietą z tłuszczem pochodzenia owadziego (TM) charakteryzowała się najniższym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych ($P = 0.004$) oraz najwyższym poziomem nienasyconych kwasów tłuszczowych ($P = 0.004$). Dodatkowo omawiana grupa cechowała się obniżoną koncentracją jednonienasyconych kwasów tłuszczowych ($P < 0.001$) i zwiększoną wielonienasyconych kwasów tłuszczowych ($P < 0.001$) w wątrobie w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych z udziałem tłuszczu drobiowego lub oleju palmowego. Natomiast rodzaj tłuszczu paszowego nie wpływał ($P > 0.05$) na koncentrację nasyconych- jak i nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięśni piersiowym kurcząt rzeźnych. Jednakże, zastosowanie tłuszczu owadziego redukowało ($P < 0.001$) poziom jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz zwiększało zawartość wielonienasyconych kwasów ($P < 0.001$). Podsumowując, wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają, że dodatek relatywnie małych udziałów (0,2% i 0,3%) pełnotłustych mączek z *T. molitor* i *Z. morio* do diet kurcząt rzeźnych może poprawić parametry odchowu oraz pozytywnie wpływać na wybrane wskaźniki immunologiczne. Ponadto, pełnotłuste mączki z *T. molitor* i *Z. morio* (0,3%) wpływają

korzystnie na obniżanie liczebności potencjalnie patogennych populacji mikrobioty w jelitach ślepych, tj. *Bacteroides-Prevotella* cluster. Dodatkowo suplementacja oddziałuje stymulująco na mikrobiom przewodu pokarmowego do syntezy enzymów bakteryjnych, zwłaszcza glikolitycznych. Wykorzystanie tłuszczu z *T. molitor* w żywieniu kurcząt rzeźnych nie wykazuje żadnych negatywnych skutków w kontekście wyników odchowu, a tym samym wskazuje na możliwość całkowitej substytucji tłuszczu drobiowego oraz oleju palmowego w dietach brojlerów kurzych. Co więcej, stosowanie tłuszczu pochodzenia owadziego skutkuje poprawą profilu kwasów tłuszczowych w wątrobie oraz mięśniu piersiowym ptaków. Tłuszcz pozyskany *T. molitor* może być alternatywą dla oleju palmowego oraz tłuszczu drobiowego w żywieniu kurcząt rzeźnych.

