

Wybrane czynniki stymulujące rozwój niektórych części przewodu pokarmowego indyków

AGATA LECEWICZ, JAN JANKOWSKI, ZENON ZDUŃCZYK*, JERZY JUŚKIEWICZ*

Katedra Drobiarstwa Wydziału Bioinżynierii Zwierząt UWM, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn

*Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, ul. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn

Lecewicz A., Jankowski J., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J.

Selected factors stimulating the development of some gastrointestinal parts in turkeys

Summary

In the article the factors that stimulate the growth of the turkey gastrointestinal tract were reviewed. Based on data derived from literature and results of the authors' own investigation it could be concluded that an effective way to increase the gastrointestinal tract (GIT) development is through the early access of turkey chicks to feed. During the period of growth, morphological development of GIT can be stimulated through appropriate feed additives that support beneficial intestinal microflora. A moderate increase of crude fiber in a concentrate mixture (up to 6%) influences the capacity and structure of the GIT of turkeys to a lesser extent.

Keywords: turkeys, gastrointestinal tract

Szybki rozwój przewodu pokarmowego piskląt, umożliwiając duży spożycie i efektywne wykorzystanie paszy, jest warunkiem prawidłowego wzrostu indyków. Zagadnienie to jest ciągle aktualne, a nawet nabiera coraz większego znaczenia ze względu na duży postęp genetyczny w zwiększeniu masy ciała i umięśnienia indyków, który sprawił, że w wieku 20 tygodni indyki osiągają imponującą masę ciała, przekraczającą 20 kg. Jest to możliwe przy odpowiednim żywieniu tych ptaków, stymulującym właściwy rozwój i funkcjonowanie przewodu pokarmowego. Wczesny i szybki rozwój tej części układu trawiennego determinuje bowiem nie tylko wzrost indyków, ale również wykorzystanie składników pokarmowych. Wprawdzie liczba prac dotyczących czynników warunkujących rozwój i funkcjonowanie przewodu pokarmowego tych ptaków jest stosunkowo niewielka, w porównaniu do innych gatunków ptaków gospodarskich, jednakże poznane już i omówione w niniejszym opracowaniu prawidłowości zasługują na uwagę teoretyków i praktyków żywienia tego gatunku.

Wiek i wczesne żywienie piskląt

Indyki znacząco różnią się długością przewodu pokarmowego od innych gatunków drobiu. Ich przewód pokarmowy jest stosunkowo krótki. Jego długość w stosunku do długości ciała wynosi 1 : 5-6, podczas gdy u kur wskaźnik ten osiąga 1 : 6-8, a u gęsi nawet 1 : 11. Stosunek długości przewodu pokarmowego do długości ciała u indyków jest zbliżony do wartości tego

wskaźnika u ssaków mięsożernych. Indyki charakteryzuje także najmniejsza względna masa narządów wewnętrznych, a szczególnie wątroby (6). Różnice te występują już w pierwszych dniach życia ptaków. Wskazują na to wyniki badań przeprowadzonych przez Applegate i wsp. (2) na pisklętach indyjskich i kaczyc typy Pekin. Stwierdzono, że względna masa jelit indyków do 7. dnia życia jest około dwa razy mniejsza niż u kaczek. Wysokość kosmków i głębokość krypt jelitowych u indyków była również mniejsza, a co ważne, w pierwszych dniach życia wzrasta znacznie wolniej niż u kaczek. W 3. dobie życia kacząt wysokość kosmków jelitowych wynosiła 441 µm, a głębokość krypt jelitowych 149 µm, podczas gdy u indyków wymiary te wynosiły, odpowiednio, 182 µm i 30 µm.

Z porównania stopnia rozwoju przewodu pokarmowego u indyków udomowionych (mieszkańców towarowych Nicholas) i dzikich (*Meleagris gallopavo*) wynika, że prowadzone od wielu dziesięcioleci prace selekcyjne spowodowały istotne zmiany w tempie rozwoju przewodu pokarmowego (9). Masa jelit jednodziennych indyków udomowionych jest znacząco wyższa niż piskląt indyków dzikich i to głównie z powodu większej ich długości. Podwojenie masy jelit u piskląt obu ras w pierwszych 4 dniach po wykluciu wskazuje przy tym, że parametr ten u indyków prymitywnych wzrasta szybciej niż masa ich ciała. U indyków hodowlanych na rozwój układu pokarmowego nie ma znaczącego wpływu wiek stada rodzicielskiego i masa jaj wylęgowych, chociaż czynniki te mają istotny

wpływ na masę ciała piskląt oraz ich jakość (1, 3, 21). Stwierdzono natomiast, że kosmki jelitowe są bardziej zaawansowane rozwojowo w momencie klucia u piskląt indyckich pochodzących od starszych niosek. Oznacza to, że masa jelita cienkiego jest mniej więcej jednakowa nawet u piskląt o różnej masie ciała.

U ptaków przewód pokarmowy kształtuje się bardzo wcześnie. Jelito pierwotne zaczyna się wykształcać już od drugiego dnia inkubacji zarodka (15). Okres okołowylęgowy jest krytycznym okresem dla rozwoju i przetrwania indyków. Pisklę musi przestawić się z żywienia opartego na składnikach odżywczych zawartych w pęcherzyku żółtkowym na dietę złożoną głównie z pasz węglowodanowych i białkowych. Przewód pokarmowy piskląt zaczyna się rozwijać natychmiast po wylęgu (26). Proces ten można przyspieszyć, stosując technikę żywienia *in ovo*. Jelita indycząt wyklutych z jaj, do których wprowadzano wielocukry, były funkcjonalnie podobne do jelit 2-dniowych ptaków żywionych konwencjonalnie, którym podano paszę natychmiast po wylęgu. Żywienie *in ovo* stymulowało rozwój przewodu pokarmowego, znacząco zwiększając powierzchnię absorpcyjną jelit i zwiększając aktywność enzymów trawienych. Wysokość kosmków jelitowych była o 50% większa niż w grupie kontrolnej (7).

Jednym z czynników mogących mieć wpływ na prawidłowy rozwój przewodu pokarmowego indyków jest zapewnienie pisklątom dostępu do paszy natychmiast po wykluciu. Jelita piskląt, które otrzymały paszę zaraz po wykluciu, charakteryzowała obecność szerszych, dłuższych i szybciej rozwijających się kosmków jelitowych oraz głębszych krypt jelitowych i większa ilość komórek kubkowych, w porównaniu do piskląt, które otrzymały paszę dopiero po 48 godzinach od wylęgu (20). Ptaki, którym podano paszę później, charakteryzowała także niższa masa ciała (do 5. dnia życia), mniejsza liczba proliferujących enterocytów na powierzchni kosmków oraz wyższy wskaźnik apoptozy (w 1., 2. i 5. dniu życia). Spowodowało to zmniejszenie powierzchni chłonnej jelita. Podobne wyniki uzyskano w innych doświadczeniach; brak dostępu do paszy przez 48 godzin spowodował u indyków obniżenie wskaźnika wzrostu kosmków jelitowych, zmniejszenie powierzchni kosmków i wielkości enterocytów we wszystkich segmentach jelita do 6. dnia po wykluciu (18).

Wraz z wiekiem ptaków wzrasta nie tylko pojemność przewodu pokarmowego, ale także różnicuje się powierzchnia błony śluzowej, w tym wysokość kosmków jelitowych (tab. 1). Wysokość kosmków w dwu-

Tab. 1. Wpływ wieku na rozwój kosmków i krypt jelita cienkiego indyków (25)

| Odcinek jelita | Parametr | Dni życia | | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 4 | 8 | 12 | 16 | 21 | 42 | 56 |
| Dwunastnica | Wysokość kosmków, mm | 1,264 | 1,498 | 1,812 | 1,970 | 2,290 | 2,660 | 3,480 |
| | Głębokość krypt, mm | 0,082 | 0,090 | 0,090 | 0,101 | 0,105 | 0,181 | 0,120 |
| | Kosmki : krypty* | 16,62 | 17,01 | 20,30 | 20,18 | 21,90 | 16,83 | 18,00 |
| Jelito kręte | Wysokość kosmków, mm | 0,637 | 0,733 | 0,893 | 1,026 | 1,120 | 1,730 | 2,050 |
| | Głębokość krypt, mm | 0,068 | 0,079 | 0,090 | 0,107 | 0,100 | 0,137 | 0,179 |
| | Kosmki : krypty* | 9,44 | 9,43 | 10,05 | 10,48 | 11,55 | 11,58 | 12,82 |
| Jelito biodrowe | Wysokość kosmków, mm | 0,463 | 0,558 | 0,677 | 0,773 | 0,87 | 1,244 | 1,500 |
| | Głębokość krypt, mm | 0,071 | 0,080 | 0,093 | 0,101 | 1,10 | 0,130 | 0,165 |
| | Kosmki : krypty* | 6,56 | 7,09 | 7,36 | 7,76 | 8,69 | 9,70 | 9,37 |

Objaśnienie: * – stosunek wysokości kosmków do głębokości krypt

nastnicy wzrastała z około 1,3 mm w wieku 4 dni, do ok. 3,5 mm w 56. dniu życia indyków. Podobnie wzrastała (około 3 razy) wysokość kosmków w dalszych odcinkach jelita cienkiego. Względny wzrost głębokości krypt jelitowych był mniej znaczący, najmniejszy w dwunastnicy (z ok. 0,08 mm do 0,12 mm) i największy w jelicie krętym (z ok. 0,07 mm do 0,18 mm). Zmiany stosunku wysokości kosmków do głębokości krypt zaczęły być widoczne między 16. a 21. dniem życia, co może świadczyć o tym, że jest to krytyczny okres w rozwoju jelit. W dwunastnicy stosunek wysokości kosmków do głębokości krypt osiągnął apogeum 21,9 mm w 3. tygodniu, natomiast w jelicie krętym i biodrowym wzrastał jeszcze w następnych tygodniach (25). Jelita reagują na skład diety poprzez zmianę swojej masy, długości, powierzchni absorpcyjnej i wskaźnika migracji enterocytów (4). Różnice we względnej masie układu pokarmowego może powodować zmiana składu mieszanki prestarter, często stosowanej w pierwszych dniach życia indyków (16).

Dodatki paszowe

Znaczący wpływ na kształtowanie nie tylko składu mikroflory, a również pojemności i morfologii przewodu pokarmowego, miały niektóre antybiotykowe stymulatory wzrostu. Ilustrują to wyniki badań, w których porównano efekty zastosowania w mieszankach dla indyków dwóch antybiotyków – bambermycyny i wirginiamycyny (tab. 2). W porównaniu z grupą kontrolną bambermycyna zwiększała, a wirginiamycyna obniżała wysokość kosmków jelitowych w dwunastnicy indyków w wieku 2 tygodni (8). Wirginiamycyna obniżała też wysokość kosmków jelitowych w dalszych odcinkach jelit, jak również zmniejszała długość jelit oraz masę śluzówki, natomiast zwiększała liczbę komórek kubkowych na kosmkach. Parametry jelit indyków otrzymujących w paszy bambermycynę były bliższe wynikom stwierdzonym w grupie kontrolnej.

W cytowanym wyżej doświadczeniu (8) indykom podawano również mieszankę z zawartością mannanooligosacharydów (MOS) i stwierdzono relatywnie

Tab. 2. Wpływ bambermycyny (BM), wirginiamycyny (VM) i mannanoligosacharydów (MOS) na parametry wybranych fragmentów przewodu pokarmowego indyków w wieku 14 dni (8)

| Parametr, segment jelit | Grupa doświadczalna: | | | |
|-----------------------------------|----------------------|------|------|------|
| | kontrolna | BM | VM | MOS |
| Względna masa, g/kg MC | | | | |
| - dwunastnica | 3,01 | 3,25 | 2,63 | 3,15 |
| - jelita ślepe | 4,00 | 4,08 | 3,65 | 4,12 |
| Względna długość, cm/kg MC | | | | |
| - dwunastnica | 4,22 | 4,06 | 3,69 | 4,10 |
| - jelita ślepe | 3,16 | 3,34 | 3,07 | 3,14 |
| Morfologia jelita czczego | | | | |
| - wysokość kosmków, μm | 905 | nb | 823 | 855 |
| - głębokość krypt, μm | 104 | nb | 86 | 98 |
| - komórki kubkowe, szt./mm kosmka | 116 | nb | 169 | 137 |

Objaśnienie: nb – nie badano

Tab. 3. Wybrane cechy morfologiczne dwunastnicy indyków w zależności od wieku i zawartości włókna surowego w paszy (22)

| Wiek indyków | Poziom włókna, % | Parametr: | | | | |
|--------------|------------------|-------------|--------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| | | długość, cm | średnica, cm | wysokość kosmków, mm | szerokość kosmków, mm | powierzchnia kosmków, mm^2 |
| 30 dni | 3 | 20,5 | 5,32 | 1,82 | 0,109 | 0,62 |
| | 6 | 22,3 | 5,52 | 2,00 | 0,112 | 0,71 |
| | 9 | 19,5 | 5,45 | 1,82 | 0,100 | 0,57 |
| 64 dni | 3 | 25,2 | 5,96 | 1,65 | 0,086 | 0,44 |
| | 6 | 26,9 | 5,61 | 1,60 | 0,090 | 0,45 |
| | 9 | 29,0 | 4,59 | 1,50 | 0,085 | 0,40 |
| 98 dni | 3 | 38,9 | 5,97 | 2,11 | 0,116 | 0,78 |
| | 6 | 40,0 | 6,81 | 2,33 | 0,095 | 0,70 |
| | 9 | 37,6 | 6,80 | 2,31 | 0,111 | 0,81 |

małe różnice we względnej masie jelit indyków w porównaniu z grupą kontrolną. Odnotowano pewną tendencję wzrostu masy poszczególnych odcinków jelit, większą masę śluzówki oraz wyraźnie większą (aczkolwiek statystycznie nie potwierdzoną) liczbę komórek kubkowych na kosmkach. Pozyskiwane ze ścian komórek drożdży MOS budziły zainteresowanie ze względu na inhibicyjne oddziaływanie wobec patogenów jelitowych, głównie *Salmonella typhimurium* (19). Wyniki wcześniejszych doświadczeń wskazywały również, że zastosowanie w dietach MOS stymuluje rozwój jelita ślepego indyków (17). Najnowsze badania wskazują, że dodatek MOS do mieszanki paszowej może również przyspieszać rozwój przewodu pokarmowego u piskląt indyckich (24). Zastosowany w mieszankach wyciąg z drożdży wpływał w różny sposób na morfologię przewodu pokarmowego, w zależności od badanego fragmentu jelita. Preparat ten przyspieszył wzrost kosmków jelitowych, spowodo-

wał zwiększenie ich powierzchni, grubości błony śluzowej oraz głębokości krypt jelitowych. Stwierdzono, że MOS mogą mieć także działanie immunostymulacyjne, ponieważ w trakcie ich stosowania zwiększyła się w jelitach liczba komórek kubkowych produkujących sialomucyny i sulfomucyny.

Mikroflora jelitowa może wpływać na rozwój jelit, budowę błony śluzowej i skład wydzielin komórek kubkowych (14). Stwierdzono, że podanie bakteriocyn pochodzących z *Paenibacillus polymyxa* i *Bacillus circulans* spowodowało zmniejszenie głębokości krypt w dwunastnicy i liczby komórek kubkowych (5). U ptaków, którym podano bakteriocyny z *Lactobacillus salivarius* zauważono zmniejszenie wysokości kosmków i mniejszą powierzchnię kosmków dwunastnicy. Zmniejszenie głębokości krypt może mieć wieloraki wpływ na kolonizację *Campylobacter*, odpowiedzialnej za wiele schorzeń układu pokarmowego. Przypuszcza się, że mniejszy rozmiar krypt może zmieniać środowisko chemiczne i odżywcze, a tym samym hamować wzrost i osiedlanie się *Campylobacter*. Możliwe jest również, że inna mikroflora, posiadająca zdolność konkurencji z *Campylobacter*, zasiedla mniejsze krypty.

Wyniki przedstawionych doświadczeń wskazują, że rozwój przewodu pokarmowego indyków może być stymulowany przez dodatki paszowe korzystnie zmieniające skład mikroflory jelitowej, np. probiotyki i oligosacharydy mannanu. Nie stwierdzono dotąd wyraźnych zmian w masie i długości jelita cienkiego i ślepego u indyków w różnym wieku, żywionych różnicowanymi dodatkami inuliny oraz fruktooligosacharydów (11-13). Należy jednak oczekiwać, że prebiotyczne oddziaływanie fruktooligosacharydów, tj. stymulujące rozwój pożądanej mikroflory jelitowej, może również stymulować rozwój przewodu pokarmowego indyków.

Włókno surowe

Stosunkowo niewiele doświadczeń na indykach dotyczyło zmian w pojemności i morfologii przewodu pokarmowego pod wpływem polisacharydów trudno fermentowanych, oznaczanych w paszy jako włókno surowe. Przyjmuje się, że duża zawartość włókna surowego może powodować rozdęcie i atrofię żołądka mięśniowego, zwiększenie długości i pocienienie ścian jelita cienkiego, a także pogrubienie warstwy śluzówki i mięśniówki jelita cienkiego oraz skrócenie kosmków jelitowych (23). Wyniki jednego z lepiej udokumentowanych badań, przeprowadzonych w ostatnich latach przez Sklan i wsp. (22) podano w tab. 3. Uwagę zwracają zmiany odnotowane w dwunastnicy indyków w różnym wieku, żywionych mieszankami

z zawartością 3%, 6% i 9% włókna surowego. Zwiększenie zawartości tego włókna z 3% do 6% powodowało wydłużenie jelita i wydłużenie kosmków jelitowych. Powierzchnia kosmków jelitowych, decydująca o zdolności absorpcyjnej jelita, wzrosła jedynie w pierwszym okresie odchowu. Dalsze zwiększenie zawartości włókna surowego do 9% spowodowało zmniejszenie większości analizowanych parametrów, w tym długości jelita i powierzchni kosmków, w porównaniu z indykami żywionymi mieszankami z niską zawartością włókna surowego. Należy przy tym zaznaczyć, że tak wysoka zawartość włókna surowego, która mogła znacząco zmniejszyć spożycie paszy, nie występuje w praktycznym żywieniu indyków. Mniejsze różnice zawartości włókna surowego, o zakresie typowym dla praktycznego żywienia indyków, powodują relatywnie małe zmiany wielkości jelit i przebiegu w nich procesów fermentacyjnych. Wskazują na to wyniki badań własnych, w których najmłodszym indykom podawano mieszanki z zawartością 3,5% i 5% włókna surowego (10). Indyki w wieku 4 tygodni żywione mieszankami z większą zawartością włókna charakteryzowała większa masa mielca i jelita cienkiego. W wieku 8 tygodni parametry te wyrównały się. W obu okresach badań pH treści poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego było zbliżone. Ten typ włókna, w odróżnieniu od łatwo fermentowanych oligosacharydów i inuliny, w małym stopniu stymuluje intensywność procesów fermentacyjnych przewodu pokarmowego. W pierwszym okresie badań zwiększenie zawartości włókna w mieszance spowodowało istotny wzrost ilości treści w jelicie ślepym (2,73 vs. 2,39 g/kg masy ciała).

Na podstawie danych piśmiennictwa można stwierdzić, że skutecznym i przy tym najprostszym sposobem przyspieszenia rozwoju przewodu pokarmowego piskląt indyckich jest dostęp do paszy możliwie szybko po wykluciu. W trakcie odchowu morfologiczny i czynnościowy rozwój przewodu pokarmowego można stymulować odpowiednimi dodatkami paszowymi, korzystnie wpływającymi na skład mikroflory jelitowej. Umiarkowane zwiększenie zawartości włókna surowego w mieszance w mniejszym stopniu wpływa na pojemność i budowę przewodu pokarmowego indyków.

Piśmiennictwo

1. Applegate T. J., Dibner J. J., Kitchell M. L., Uni Z., Lilburn M. S.: Effect of turkey (*Meleagris gallopavo*) breeder hen age and egg size on poult development. 2. Intestinal villus growth, enterocyte migration and proliferation of the turkey poult. *Comp. Bioch. Physiol. B*. 1999, 124, 381-389.
2. Applegate T. J., Karcher D. M., Lilburn M. S.: Comparative development of the small intestine in the turkey poult and pekin duckling. *Poult. Sci.* 2005, 84, 426-431.
3. Applegate T. J., Lilburn M. S.: Effect of turkey (*Meleagris gallopavo*) breeder hen age and egg size on poult development. 1. Intestinal growth and glucose tolerance of the turkey poult. *Comp. Bioch. Physiol. B* 1999, 124, 371-380.
4. Bedford M. R.: Interactions between ingested feed and the digestive system in poultry. *J. Appl. Poult. Res.* 2006, 5, 86-95.
5. Cole K., Farnell M. B., Donoghue A. M., Stern N. J., Svetoch E. A., Eruslanov B. N., Volodina L. I., Kovalev Y. N., Perelygin V. V., Mitsevich I. P., Levchuk V. P., Pokhilenko V. D., Borzenkov V. N., Svetoch O. E., Kudryavtseva T. Y., Reyes-Herra I., Blore P. J., Solis de los Santos F., Donoghue D. J.: Bacteriocins reduce *Campylobacter* colonization and alter gut morphology in turkey poults. *Poult. Sci.* 2006, 85, 1570-1575.
6. Faruga A., Jankowski J.: Indyki. Hodowla i użytkowanie. PWRiL, Warszawa 1996.
7. Ferket P., Uni Z.: Early feeding – in ovo feeding enhances of early gut development and digestive capacity of poultry. Abstracts Proc. XII Europ. Poultry Conf. (CD), Verona 2006. ID – 10636.
8. Ferket P. R., Parks C. W., Grimem J. L.: Mannan oligosaccharides versus antibiotics for turkeys. Proc. Alltech's Eighteenth Annual Symp. Nutritional biotechnology in the feed and food industries. Nicholasville, Kentucky, USA 2002, s. 43-63.
9. Foye O. T., Black B. L.: Intestinal adaptation to diet in the young domestic and wild turkey (*Meleagris gallopavo*). *Comp. Bioch. Physiol. A*, 2006, 143, 184-192.
10. Jankowski J., Zduńczyk Z., Lecewicz A., Juśkiewicz J.: Charakterystyka wpływu różnicowanej zawartości α -galaktozydów i włókna surowego w mieszankach na rozwój i funkcjonowanie przewodu pokarmowego młodych indyków oraz efektywność ich odchowu. Maszynopis sprawozdania z realizacji projektu badawczego nr N311 058 31/3675, UWM Olsztyn 2007.
11. Juśkiewicz J., Jankowski J., Zduńczyk Z., Mikulski D.: Performance and gastrointestinal tract metabolism of turkey fed diets with different contents of fructooligosaccharides. *Poult. Sci.* 2006, 85, 886-891.
12. Juśkiewicz J., Zduńczyk Z., Jankowski J.: Growth performance and metabolic response of the gastrointestinal tract of turkeys to diets with different levels of mannan-oligosaccharide. *World's Poult. Sci. J.* 2006, 62, 612-625.
13. Juśkiewicz J., Zduńczyk Z., Jankowski J.: Selected parameters of gastrointestinal tract metabolism of turkeys fed diets with flavomycin and different inulin content. *World's Poult. Sci. J.* 2004, 60, 177-185.
14. Lan Y., Verstegen M. W. A., Tamminga S., Williams B. A.: The role of the comensal gut microbial community in broiler chickens. *World's Poult. Sci. J.* 2005, 61, 94-102.
15. Larbier M., Leclercq B.: Żywnienie drobiu. PWN, Warszawa 1995.
16. Majewska T., Siwik T., Jankowski J., Puchajda H.: Wpływ zastosowania różnych mieszanek prestarter na rozwój przewodu pokarmowego, resorpcję woreczka żółtkowego i wyniki odchowu indorów. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 2000, 49, 333-342.
17. Newman K. E.: Mannan-oligosaccharides: natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. Proc. Alltech's 10th Annual Symp. Nottingham, UK 1994, s. 167-175.
18. Noy Y., Geyra A., Sklan D.: The effect of early feeding on the growth and small intestinal development in the posthatch poult. *Poult. Sci.* 2001, 80, 912-919.
19. Oyfo B. A., Droleskey R. E., Norman J. O., Mollenhauer H. H., Zirprin R. L., Corrier D. E., DeLoach J. R.: Inhibition by mannose of in vitro colonization of chicken small intestine by *Salmonella typhimurium*. *Poultry Sci.* 1989, 68, 1351-1356.
20. Potturi P. V. L., Patterson J. A., Applegate T. J.: Effects of delayed placement on intestinal characteristics in turkey poults. *Poult. Sci.* 2005, 84, 816-824.
21. Schaefer C. M., Corsiglia C. M., Mireles Jr. A., Koutsos E. A.: Turkey breeder hen age affects growth and systemic and intestinal inflammatory responses in female poults examined at different ages posthatch. *Poult. Sci.* 2006, 85, 1755-1764.
22. Sklan D., Smirnov A., Plavnik I.: The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *Brit. Poult. Sci.* 2003, 44, 735-740.
23. Smulikowska S.: Włókno pokarmowe w paszach dla drobiu – zawartość, działanie fizjologiczne i znaczenie żywieniowe. *Post. Nauk Roln.* 2002, 49 (5), 77-95.
24. Solis de los Santos F., Donoghue A. M., Farnell M. B., Huff G. R., Huff W. E., Donoghue D. J.: Gastrointestinal maturation is accelerated in turkey poults supplemented with a mannan-oligosaccharide yeast extract (Alphamune). *Poult. Sci.* 2007, 86, 921-930.
25. Troche C., Sun X., McElroy A. P., Remus J., Novak C. L.: Supplementation of Avizyme 1502 to corn-soybean meal-wheat diets fed to turkey tom poults: The first fifty-six days of age. *Poult. Sci.* 2007, 86, 496-502.
26. Uni Z., Ferket R. P.: Methods for early nutrition and their potential. *World's Poult. Sci. J.* 2004, 60, 101-111.