

ROZPRAWA DOKTORSKA

TOMASZ HIKAWCZUK

**Wpływ polisacharydów nieskrobiowych ziaren zbóż na
parametry fizjologiczne wola i jelita cienkiego oraz
strawność składników pokarmowych u kurcząt brojlerów**

Effect of non – starch polysaccharides of cereal grains on
physiological parameters of crop and ileum, and digestibility of
nutrients in broiler chickens

KATEDRA ŻYWIENIA ZWIERZĄT I PASZOZNAWSTWA
DEPARTMENT OF ANIMAL NUTRITION AND FEED MANAGEMENT

WROCŁAW 2013

*Serdeczne Podziękowania dla prof. dr hab.
Andrzeja Wiliczkiwicza za dużą cierpliwość i
cenne wskazówki w trakcie tworzenia tej
dysertacji doktorskiej.*

*Dla Pani Anny Deptuszewskiej, Małgorzaty
Zielińskiej, Teresy Madej, Joanny Kubizny,
Katarzyny Szwed, Igi Sobczyk, Moniki Stadnickiej,
Anny Słowińskiej, Aliny Majewskiej – Pindy,
Zuzanny Zaik, , oraz Pana Janusza Kubizny, Kamila
Sierżanta i Mansoora Mesfera bez pomocy których
tak rozbudowane pod względem ilości niezbędnych
pomiarów i analiz doświadczenie byłoby
niewykonalne.*

*A na końcu dla moich rodziców, którzy zawsze we
mnie wierzyli i wspierali. Dziękuję*

Spis treści:

Oznaczenie skrótów.....	5
Streszczenie.....	6
Abstract.....	8
1. Wstęp.....	10
2. Przegląd literatury.....	12
2.1. Skrobia.....	13
2.2. Polisacharydy nieskrobiowe.....	13
2.2.1. Celuloza.....	14
2.2.2. Hemicelulozy.....	14
2.2.2.1. Arabinoksylany.....	15
2.2.2.2. β – glukany.....	15
2.2.3. Pektyny i lignina.....	15
2.3. Fizyczne właściwości polisacharydów nieskrobiowych.....	16
2.3.1. Zdolność do zatrzymania wody.....	16
2.3.2. Rozpuszczalność.....	17
2.3.3. Powstawanie hydrożeli.....	17
2.3.4. Lepkość treści pokarmowej.....	18
2.4. Charakterystyka ziarna zbóż.....	19
2.4.1. Kukurydza.....	19
2.4.2. Pszenica.....	20
2.4.3. Jęczmień.....	21
2.4.4. Łuska owsiana.....	22
2.5. Górne odcinki przewodu pokarmowego ptaków.....	22
2.5.1. Wole.....	23
2.5.2. Żołądek gruczołowy.....	24
2.5.3. Żołądek mięśniowy.....	25
2.5.4. Jelito cienkie.....	27
2.6. Mikroflora przewodu pokarmowego drobiu.....	28
2.7. Wpływ diety na rozwój mikroflory przewodu pokarmowego kurcząt.....	31
3. Metodyka badań.....	33
3.1. Doświadczenie I.....	38
3.2. Doświadczenie II.....	40

3.3. Doświadczenie III.....	40
4. Wyniki.....	46
4.1. Doświadczenie I.....	46
4.2. Doświadczenie II.....	57
4.3. Doświadczenie III.....	70
5. Dyskusja.....	88
6. Podsumowanie.....	112
7. Literatura.....	114
Spis tabel.....	131

Oznaczenie skrótów:

ADF – włókno kwaśnodetergentowe (acid detergent fiber)

BAW – związki bezazotowe wyciągowe (nitrogen - free extract)

BW – masa ciała (body weight)

DM – sucha masa (dry mass)

EM – energia metaboliczna (metabolizable energy)

IDF – nierozpuszczalne włókno pokarmowe (insoluble dietary fiber)

Log CFU – logarytm jednostki tworzącej kolonię w przypadku mikroorganizmów (logarithm of colony forming unit)

MM – masa metaboliczna (metabolic mass)

NDF – włókno neutralnodetergentowe (neutral detergent fiber)

NSP – polisacharydy nieskrobiowe (non – starch polysaccharides)

p – poziom istotności (significance level)

s – odchylenie standardowe (standard deviation)

SCFA – krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (short chain fatty acids)

SDF – rozpuszczalne włókno pokarmowe (soluble dietary fiber)

SEM – standardowy błąd pomiaru (standard error of measurement)

TDF – całkowite włókno pokarmowe (total dietary fiber)

Streszczenie

Ziarno zbóż jest podstawowym komponentem mieszanek pasz treściwych dla kurcząt brojlerów. W swym składzie zawiera polisacharydy nieskrobiowe (NSP), które w zależności od stopnia ich rozpuszczalności w różny sposób mogą wpływać na dynamikę procesów trawiennych w przewodzie pokarmowym ptaków. Objawia się to przede wszystkim obniżeniem strawności i ograniczeniem wchłaniania składników pokarmowych.

Wysoki procentowy udział ziarna jęczmienia lub pszenicy w mieszance pasz treściwych wynoszący ponad 50 % może powodować wyżej wymienione problemy związane z antyżywniowym działaniem zawartych w nich nierozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych: arabinoksylianów zawartych w ziarnie pszenicy i β – glukanów obecnych w ziarnie jęczmienia. Jednym ze sposobów ograniczenia antyżywniowego działania rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych jest dodatek do mieszanki pasz treściwych komponentów celulozowo – ligninowych (będących głównym źródłem włókna nierozpuszczalnego) które mogą równoważyć stosunek pomiędzy rozpuszczalnymi i nierozpuszczalnymi polisacharydami nieskrobiowymi w diecie ptaków. Takim komponentem może być łuska owsiana.

Drugą ważną funkcją komponentów celulozowo – ligninowych, podobnie jak zastosowania całego ziarna zbóż w diecie jest ich wpływ na rozwój i aktywność górnych odcinków przewodu pokarmowego (obejmujących wole i żołądek gruczołowy oraz mięśniowy). Organy te spełniają ważną rolę w procesach przygotowania i wstępnego rozkładu substancji pokarmowych w celu ich łatwiejszego trawienia w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego. Dodatek ten wpływa na prawidłowy rozwój żołądka mięśniowego, jak również zapobiega dylatacji żołądka gruczołowego, która mogłaby być wywołana nadmiernym rozdrobnieniem mieszanki pasz treściwych lub udziałem włókna w diecie niższym niż 3 %, który może być spowodowany zastosowaniem w niej poekstrakcyjnej śruty sojowej z obniżoną ilością włókna surowego.

W celu zbadania wpływu różnych ziaren zbóż w udziale 30 lub 50 % oraz łuski owsianej w udziale 1 – 3 % na rozwój wybranych segmentów przewodu pokarmowego, parametry produkcyjne, koncentrację składników pokarmowych w jelicie biodrowym i kałomoczu, strawność jelitową i kałową składników pokarmowych i skład mikroflory wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów przeprowadzono 3 doświadczenia. W pierwszym zastosowano tylko same ziarna zbóż w ww. udziałach procentowych w porównaniu z grupą

kontrolną ptaków żywionych ziarnem kukurydzy i poekstrakcyjną śrutą sojową. W 2 i 3 doświadczeniu oprócz różnych rodzajów zbóż podawanych w udziale 30 i 50 % zastosowano również łuskę owsianą w udziale od 0 – 3 %.

Dodatek łuski owsianej do mieszanek pasz treściwych w ilości od 1 do 3 % nie wpłynął na średnie wartości podstawowych parametrów produkcyjnych w analizowanych grupach doświadczalnych. Udział ziarna zbóż w diecie w ilości 50 % nie spowodował wystąpienia istotnych różnic ($p \geq 0,05$) w przypadku średnich mas ciała ptaków w porównaniu z pozostałymi grupami doświadczalnymi, jednak wartość tego parametru u ptaków żywionych 50 % udziałem śruty pszennej i jęczmiennej była niższa w stosunku do grupy kontrolnej i kurcząt otrzymujących 30 % tych komponentów w diecie w każdym z doświadczeń. Zastosowanie mieszanek pasz treściwych z udziałem śruty pszennej zwiększyło średnią masę pustego wola i żołądka gruczołowego. Z kolei podanie kurczętom diety zawierającej w swym składzie śrutę jęczmienną istotnie wpłynęło na wzrost masy żołądka mięśniowego ($p \leq 0,01$ w I i III doświadczeniu oraz $p \leq 0,05$ w III). Dodatek łuski owsianej zwiększył masę wola i żołądka mięśniowego. Masy żołądka gruczołowego i mięśniowego w istotny sposób ($p \leq 0,05$) zwiększały się wraz z pobraniem przez ptaki włókna surowego, ADF, NDF i IDF. Zastosowanie łuski owsianej i ziarna jęczmienia w mieszance pasz treściwych spowodowało zwiększenie pozornej strawności tłuszczu surowego w przewodzie pokarmowym kurcząt brojlerów ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$ odpowiednio dla współczynnika strawności pozornej jelitowej i kałowej). Udział łuski owsianej w diecie istotnie ($p \leq 0,01$) obniżył średnie wartości liczby drożdży i pleśni w wolu, natomiast w jelicie biodrowym dodatek łuski owsianej spowodował istotny wzrost liczby tych mikroorganizmów w porównaniu z grupą kontrolną.

Średnie wartości współczynników strawności wszystkich składników pokarmowych i rozkładu frakcji włókna były jedynie o kilka procent niższe porównując strawność jelitową i całkowitą (kałową) co świadczy o tym, że większość procesów rozkładu miała miejsce w górnych odcinkach przewodu pokarmowego.

Abstract

Cereal grains are main component of birds' diet. They contain non – starch polysaccharides (NSP), which can cause problems depends of level of solubility and influence on digestive processes in gastrointestinal tract. The main actions of NSP are decrease of digestibility and absorption of nutrients in jejunum and ileum.

High amount of cereals in concentrate mixture, more than 50 % can cause antinutritive action of soluble NSP: arabinoxylans present in wheat and β – glucans in barley grain. One of solutions for this problem is addition to the concentrate mixture celulotic – lignine complexes (as a source of insoluble fiber) which can balance amount of soluble and insoluble fiber in diet of birds. Oat hull is such ingredient.

Those complexes play also second important role in preparation and initial decomposition of nutrients to further digestion in lower part of gastrointestinal tract. Addition oat hull affect on normal development of gizzard and prevent against proventriculus dilatation which can be caused by excessive pulverization of concentrate mixture or amount of crude fiber in diet lower than 3 % by utilization in concentrate mixture soya bean meal with decreased amount of crude fiber.

The purpose of our investigation was to study influence of different cereal grains in amount 30 and 50 % and oat hull in share 0 – 3 % on development individual segments of gastrointestinal tract, concentration of nutrients in ileum chyme and feces, ileal and fecal digestibility of nutrient and also microbial composition in crop and ileum of broiler chickens. Three experiments were conducted. In first only cereal grains in amount 30 and 50 % were used in comparison with control group (fed corn and soya bean meal). In second and third besides different cereal grain addition oat hull (0 – 3 %) were used.

Addition of oat hull to concentrate mixture in amount 1- 3 % didn't affect on mean values of chicken's performance in experimental groups. Cereal grain in amount 50 % didn't affect presence of significant differences ($p \geq 0,05$) in case of mean chicken's body weight in comparison with other groups, but value of this parameter in group of chickens fed wheat and barley grain was lower than in the control group and in group of chickens received 30 % of those compounds in the diet. Utilization of concentrate mixtures with share of wheat grain increase weight of empty crop and proventriculus. Chickens which received diet contain barley grain had significant heavier gizzard ($p \leq 0,01$ in I and II experiment and $p \leq 0,05$ in III). Addition of oat hull to diet increased weight of gizzard. Weight of proventriculus and gizzard in significant manner increased with ingestion of crude fiber, ADF, NDF and IDF.

Utilization of oat hull and barley grain in diet increase apparent digestibility of crude fat in broiler's gastrointestinal tract ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$ respectively for apparent ileal and fecal digestibility). Presence of oat hull in diet significant ($p \leq 0,01$) decreased mean values of moulds and yeasts in crop, but in ileum addition of oat hull caused decrease of number of those microorganisms in comparison with control group.

Mean values of digestibility coefficients of all nutrients and fiber fractions were lower only for several percents when comparison ileal and fecal digestibility what means that of diegestion processes have place in upper part of gastrointestinal tract.

1. Wstęp

Rozpuszczalne frakcje polisacharydów nieskrobiowych (NSP) obecne w ziarnach zbóż, są jednym z najważniejszych czynników antyżywniowych, obniżających strawność składników pokarmowych u młodych kurcząt brojlerów (Montagne i wsp., 2003; Iji i wsp., 2001; Choct i Kocher, 2000). Ich ilość w ziarnie zależy od rodzaju uprawy, warunków wzrostu roślin, dojrzałości podczas zbioru i warunków przechowania (Nahas i Lefrancois, 2001). Dodatkowo pszenica wykazuje niższą zawartość pozornej energii metabolicznej w porównaniu z kukurydzą, a jej wartość energetyczna jest zależna od zawartości rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych (Choct i wsp., 2004, Yasar, 2003 Maisonnier i wsp., 2001). Antyżywniowe działanie zawartych w ziarnie pszenicy i jęczmienia rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych polega na zwiększeniu lepkości treści pokarmowej poprzez tworzenie się hydrożeli w obrębie jelita cienkiego. Skutkiem czego jest ograniczenie rozkładu substancji pokarmowych przez enzymy trawienne obecne w treści jelitowej, jak również ograniczenie absorpcji składników pokarmowych przez kosmki jelita cienkiego (Bach Knudsen, 2001). Konsekwencją tego procesu jest spadek dziennych przyrostów masy ciała kurcząt brojlerów, zwiększenie zużycia paszy, jak również problemy zdrowotne ptaków wynikające z wzmożonych procesów fermentacyjnych wywołanych przez mikroflorę w obrębie jelita cienkiego (Józefiak i wsp., 2007; Petersen i wsp., 1999).

Istnieją różne możliwości ograniczenia wpływu rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych (NSP) na trawienie składników pokarmowych. Jednym z nich jest dodatek enzymów pochodzenia bakteriologicznego (Józefiak i wsp., 2007; Ravindran i wsp., 2007) dodanie całego ziarna do mieszanek pasz treściwych, obróbkę cieplną ziarna i tworzenie granulatu (Gonzalez- Alvarado i wsp., 2007; Garcia i wsp., 2003; Yasar, 2003) oraz przez dodatek komponentów celulozowo-ligninowych, które mogą wpływać korzystnie na stosunek pomiędzy rozpuszczalnymi i nierozpuszczalnymi frakcjami NSP (Jimenez-Moreno i wsp., 2009; Gonzalez-Alvarado i wsp., 2007; Hetland i wsp., 2003).

Ptaki w naturalnych warunkach pobierają całe ziarno zbóż, które następnie dostaje się do wola, gdzie podlega procesowi nawilżania, rozmiękania i rozpuszczania. W wolu dochodzi do kontaktu ziarna z bakteriami występującymi w tym organie, które mogą wykorzystywać rozpuszczalne polisacharydy nieskrobiowe, dodatkowo tego typu treść wymaga dłuższego czasu nawilżenia, dlatego przebywa w wolu przez dłuższy okres czasu, przez co pozwala to mikroflorze na wykorzystanie większej ilości rozpuszczalnych NSP, a tym samym ogranicza antyżywniowy charakter tych frakcji polisacharydów, jakie ma

miejsce w przypadku drobno mielonej paszy, dodatkowo może ograniczać ilość patogennych bakterii dostających się do jelita cienkiego (Bjerrum i wsp., 2003).

Węglowodany strukturalne tworzą okrywę nasienną w zewnętrznej części ziaren zbóż, której zadaniem jest ochrona substancji pokarmowych zawartych w bielmie nasion. Podstawowym polisacharydem strukturalnym tej warstwy jest celuloza tworząca włókna celulozowe, obok której występują dwie najczęściej obecne frakcje polisacharydów rozpuszczalnych: arabinoksylany (pszenica i pszenżyto) oraz β -glukany (jęczmień i owies), które wraz z innymi składnikami tworzą żelopodobną macierz łączącą włókna celulozowe (Johannson i wsp., 2004; Bach Knudsen, 2001).

Dodatek celulozy wpływa na przedłużony czas retencji treści pokarmowej w wolu, którego zadaniem jest rozmiękczenie i nawilżenie pokarmu. Wydłuża to również aktywność enzymów bakteryjnych i enzymów zawartych w ślinie. W wolu dominującym gatunkami mikroorganizmów są *Lactobacilli*, *Coliformi* i *Streptococci* (Fuller, 2001). Większa ilość nierozpuszczalnych frakcji polisacharydów nieskrobiowych w pokarmie ptaków wymusza dokładniejsze rozdrobnienie i wymieszanie treści z sokiem żołądkowym (Hetland i wsp., 2005), co wpływa na lepszą dostępność składników pokarmowych w jelicie cienkim, w miejscu gdzie następuje absorpcja składników pokarmowych. Dodatkowo wyższa zawartość włókna w dawce pokarmowej stymuluje komórki okładzinowe żołądka do zwiększonej produkcji kwasu solnego (Jimenez- Moreno i wsp., 2009), dzięki czemu żołądek staje się skuteczną barierą ograniczającą dostęp bakteriom patogennym do dalszych części przewodu pokarmowego (Engberg i wsp., 2004; Hume i wsp., 1993), co w przypadku pasz o niskiej zawartości włókna nie zawsze było powszechnym zjawiskiem, gdyż czas retencji paszy w żołądku mięśniowym był zbyt krótki, przez co treść mogła być niedokładnie wymieszana z sokiem żołądkowym, a w konsekwencji powodowało to wzrost ilości bakterii z rodzaju *Salmonella* w dolnym odcinku przewodu pokarmowego (Heres i wsp., 2003).

Zawartość włókna surowego w mieszankach pasz treściwych dla kurcząt jest z reguły bardzo niska, w sytuacji gdy jako komponent używana jest poekstrakcyjna śruta sojowa zawierająca blisko 50% białka ogólnego i jednocześnie mniej niż 4% włókna surowego. W konsekwencji zawartość włókna surowego w mieszankach dla brojlerów może być bliska minimalnej ilości 2%, zapewniającej prawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego (Smulikowska i Rutkowski, 2005).

Dotychczas większość badań fizjologicznych dotyczących wpływu polisacharydów nieskrobiowych na strawność składników w przewodzie pokarmowym kurcząt była prowadzona w dolnym odcinku przewodu pokarmowego ptaków obejmującym jelita ślepe i

jelito grube (Wiliczkiewicz, 2005; Jamroz i wsp., 2001a; Petersen, 1999) co jednak nie określa natury wszystkich procesów zachodzących wzdłuż całego przewodu pokarmowego i zmian zachodzących w poszczególnych częściach pod wpływem różnych czynników, zwłaszcza w jego górnym odcinku. Układ pokarmowy należy rozpatrywać jako funkcjonalną całość ponieważ, jak pokazują badania (Jorgensen i wsp., 1996), zwłaszcza górne odcinki przewodu pokarmowego mogą dostosowywać się do mieszanki treściwej podawanej kurczętom brojlerom (Fuller, 2001; Starck, 1999). Dlatego dodatek łusek owsa zwiększa strawność składników pokarmowych w skutek dokładniejszego rozdrobnienia ziarna oraz refluksu soku trzustkowego i żółci z dwunastnicy do żołądka mięśniowego (Gonzalez-Alvarado i wsp., 2008).

Z drugiej strony podobny efekt można uzyskać poprzez dodatek do mieszanki treściwej całych ziaren zbóż (Hetland i wsp., 2002), co również będzie wymagało efektywniejszego przygotowania treści pokarmowej w wolu, a następnie dokładnego jej wymieszania z sokiem żołądkowym. Zabiegi ten ograniczają antyżywniowy efekt rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych w obrębie jelita cienkiego w sposób naturalny. Związane jest to z wiązaniem składników pokarmowych, enzymów, białek regulatorowych i soli żółciowych w kompleksy z NSP (Choct i Kocher, 2000, Petersen i wsp., 1999).

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodania łuski owsianej do mieszanek pasz treściwych oraz różnych ziaren zbóż na parametry produkcyjne kurcząt brojlerów, rozwój przewodu pokarmowego (zwłaszcza górnej jego części), strawność składników pokarmowych i liczbę mikroorganizmów w wolu i jelicie biodrowym kurcząt brojlerów. Przeprowadzono trzy doświadczenia. W pierwszym i drugim wykorzystano 180 ptaków, natomiast w trzecim 162 ptaki, utrzymywane w klatkach bilansowych. Kurczęta otrzymywały mieszanki pasz treściwych zawierające pszenicę, jęczmień (w udziale 30 i 50 %) i kukurydzę oraz łuskę owsianą (w udziale 0, 1, 2, 3 %).

2. Przegląd literatury

Każdy roślinny komponent paszowy zawiera w sobie dwa różne źródła węglowodanów: skrobię, która jest wielocukrem zapasowym oraz polisacharydy strukturalne, które stanowią budulec dla tkanek roślinnych (zwłaszcza ściany komórkowej). Proporcja pomiędzy tymi dwoma rodzajami węglowodanów decyduje o zawartości energii metabolicznej w mieszance pasz treściwych, wpływa również na strawność podstawowych

składników pokarmowych nie tylko w przypadku kurcząt brojlerów, ale również innych gatunków zwierząt.

2.1 Skrobia

Jest podstawowym źródłem energii w mieszankach pasz treściwych dla drobiu, jej budowa krystalograficzna jest różna w zależności od gatunku rośliny. Zgromadzona jest w postaci oddzielnych granul o rozmiarze i formie charakterystycznej dla indywidualnych gatunków roślin. We wnętrzu takiej granuli amylopektyny tworzą strukturę gałęzistą pośród której rozproszona jest w formie prostoliniowej amyloza. W pierwszych dniach życia kurcząt strawność skrobi jest niska, gdyż aktywność enzymów jest niewystarczająca, Batal i Parsons (2004) zaobserwowali, że pomiędzy 4-21 dniem znacząco zwiększa się aktywność amylazy wydzielanej przez trzustkę i maltazy wydzielanej w jelitach. Kurczęta w tym wieku wykorzystują również jeszcze zapasy zgromadzone w woreczku żółtkowym (Sklan i Noy, 2003).

2.2 Polisacharydy nieskrobiowe

Polisacharydy nieskrobiowe stanowią główny składnik ziaren zbóż, Bach Knudsen i wsp. (1997) określili analitycznie, że stanowią one nawet do 85 %. Wśród nich wyróżniamy skrobię oraz grupę polisacharydów nieskrobiowych zwanych polisacharydami strukturalnymi ponieważ tworzą one łuskę owocowo-nasienną i warstwę aleuronową ziarna, a są to: celuloza, hemicelulozy (β - glukan i arabinoksylany), pektyny, ligninę gumy i śluzy. Polisacharydy strukturalne w mniejszych ilościach są także obecne pomiędzy ziarnami skrobi.

Ściana komórkowa ziarna zbudowana jest głównie z polisacharydów nieskrobiowych i ligniny. Większość tych składników określa się mianem włókna pokarmowego. Wyróżnia się dwie definicje włókna pokarmowego (Bach Knudsen, 2001). Pierwsza fizjologiczna opisuje go jako ogół niestrawnych składników zawartych w ścianie komórkowej komórek roślinnych. Druga natomiast chemiczna mówi o tym, że są to składniki pokarmowe nie podlegające degradacji ze strony enzymów endogennych ssaków. Czyli jest sumą polisacharydów nieskrobiowych, ligniny i niektórzy autorzy dodają do tej grupy również skrobię oporną.

Włókno pokarmowe pochodzi głównie ze ściany komórkowej komórek roślinnych, które zawierają dużą ilość polisacharydów związanych z ligniną bądź też proteinami. Głównymi polisacharydami ściany komórkowej są: celuloza, hemicelulozy a wśród nich głównie arabinoksylany, β – glukany, pektyny oraz nie będąca polisacharydem, ale związana ze ścianą komórkową lignina.

2.2.1 Celuloza

Celuloza składa się z połączonych ze sobą cząsteczek glukozy łączonych wiązaniami β -1-4-glikozydowymi, nie jest trawiona przez enzymy endogenne zwierząt monogastycznych, a może być rozkładana przez mikroorganizmy (Choct, 1997). Jest ona najpowszechniejszym komponentem roślinnej ściany komórkowej (Anisson, 1993). Poszczególne łańcuchy są ułożone w postaci mikrofibrili łączących się za pomocą wiązań wodorowych. Mikrofibryle celulozy są gęsto poukładane co zapobiega wnikanii cząsteczek wody pomiędzy te struktury przestrzenne. To decyduje o tym, że celuloza nie jest rozpuszczalna w wodzie. Ma jednak zdolność zatrzymywania wody, przez co po dodaniu jej do diety ptaków zwiększa masę kału. W dużych ilościach jest obecna w paszach roślinnych, natomiast w starszych roślinach macele celulozy impregnowane są ligniną (Bach Knudsen, 2001; Choct, 1997).

2.2.2 Hemicelulozy

Hemicelulozy pełnią funkcję zapasową, towarzysząc włóknom celulozy, nie są trawione przez enzymy endogenne, natomiast są rozkładane przez enzymy produkowane przez mikroorganizmy. W skład hemiceluloz wchodzi arabinoksylany, które obecne są głównie w ziarnie pszenicy i żyta (Antoniou i wsp., 1981). Nie są to związki jednorodne pod względem struktury chemicznej, dlatego też wykazują różne właściwości fizykochemiczne. Ich rozpuszczalność jest określona zawartością arabinozy, im wyższa zawartość tego związku tym wyższa rozpuszczalność arabinoksylanów.

Hemicelulozy są substancjami zapasowymi zbudowanymi z pentoz i heksoz. Są one odkładane między fibrylami ścian komórkowych i zawsze towarzyszą włóknom celulozy (Anderson i Chen, 1979). Hemicelulozy składają się z wielu cząsteczek ksylazy, galaktozy, glukozy i mannozy połączonych wiązaniami β -glikozydowymi tworzącymi ksylany, arabinoksylany, galaktany, glukomannany (Southgate i wsp., 1993). Do sacharydów tworzących grupę hemiceluloz, ważnych ze względów ilościowych, Bjerregaard i wsp. (1997) zaliczają ksylany, ksylglukany, galaktomannany, glukomannany, mannany i arabinogalaktany. Hemicelulozy nie są hydrolizowane przez enzymy trawienne, lecz mogą być rozkładane w o wiele większej części niż celuloza przez enzymy produkowane przez mikroorganizmy w końcowych odcinkach przewodu pokarmowego (Southgate i wsp., 1993).

2.2.2.1 Arabinoksylany

Podstawowymi składnikami frakcji hemiceluloz w ziarnie zbóż są arabinoksylany. Składają się one głównie z łańcuchów β -1-4, D-ksylopyranosylu, połączonych z różnymi substancjami oraz w różnym stopniu rozgałęzionych (Annison, 1993). Ważnym składnikiem tych odgałęzień jest L-arabinoza, D-glukoza, kwas D-glukuronowy i D-galaktoza (Anderson i Chen, 1979). Wśród zbóż największe ilości arabinoksylanów (>12 %) znajdują się w ziarnie pszenicy, a głównie żyta (Annison, 1993; Bach Knudsen, 1997). Im wyższa jest zawartość L - arabinozy tym wyższa jest rozpuszczalność arabinoksylanów (Annison, 1993). Hemicelulozy nie są hydrolizowane przez enzymy gruczołów trawiennych zwierząt monogastycznych ale mogą ulegać degradacji bakteryjnej. Ponadto mają dużą zdolność wiązania wody i kationów. Izydorczyk i Biliaderis (1995) stwierdzili, że arabinoksylany zbóż są niejednorodne pod względem struktury i w konsekwencji mają różne właściwości fizykochemiczne.

2.2.2.2 β - glukany

W ziarnie zbóż polisacharydem podobnym do celulozy jest β – glukan (McNab i Smithard, 1992). Odróżnia go od celulozy obecność wiązań 1-3. Zasadniczo β - glukan składa się z wiązań 1-3 i 1-4 (Jamroz i wsp., 2002a; Johansson i wsp., 2004; Nahas i Lefrancois, 2001; Tabeidian i Sadeghi, 2006). Wiązania 1-3 są nierozpuszczalne w wodzie. To obecność tych połączeń decyduje o rozpuszczalności beta – glukanów, powodują one nieregularność łańcucha co zapobiega wzajemnym połączeniom poszczególnych gałęzi tego polisacharydu (Edney i wsp., 1991). Dzięki temu molekuly wody mogą swobodnie wnikać pomiędzy nimi. Wiązania 1-3 ograniczają zatem agregacje pomiędzy poszczególnymi molekułami β - glukanu. Polisacharyd ten występuje głównie w bielmie jęczmienia oraz owsa (Johansson i wsp., 2004; Wood i wsp., 1991).

2.2.3 Pektyny i lignina

Pektyny mogą stanowić dwie formy rozpuszczalną i nierozpuszczalną, jednak większość z nich to formy rozpuszczalne. Występują w pierwotnych ścianach komórkowych i przestrzeniach komórkowych roślin (Gidenne i Lebas, 2002).

Lignina jest składnikiem ściany komórkowej, składająca się z rozgałęzionej struktury jednostek fenylopropanu, w ścianie komórkowej spełnia ona dwie funkcje: spaja połączenia pomiędzy mikrofibrilami celulozy a innymi polisacharydami zawartymi w matrix, dodatkowo kompleks ligninowo- sacharydowy wypełnia przestrzeń ściany komórkowej co

zapobiega biochemicznym i fizycznym uszkodzeniom ściany komórkowej (Bach Knudsen, 1997). Występuje we wszystkich warstwach ściany komórkowej i przestrzeniach międzykomórkowych (Hall, 1998).

2.3. Fizyczne właściwości polisacharydów nieskrobiowych.

Struktura ścian komórkowych ma wpływ na fizyczne i chemiczne właściwości poszczególnych polisacharydów nieskrobiowych (Choct, 1997). Ściana komórkowa składa się z 2 faz: pierwsza to szkielet tworzony przez uporządkowane mikrofibrele celulozowe, druga to region amorficzny matriks złożona z polisacharydów niecelulozowych i glikoprotein. Zawartość włókna w badanej próbce można określić za pomocą dwóch metod: najstarszą jest metoda określania włókna surowego (Hennenberg i Stohmann, 1859), polega ona na dwuetapowej hydrolizie badanej próbki 1,25 % kwasem siarkowym i 1,25 % zasadą sodową. Jednak ze względu na rozpuszczalność polisacharydów strukturalnych, metoda ta mierzy głównie zawartość celulozy i ligniny. Dlatego lepszą metodą jest metoda detergentowa zaproponowana przez Van Soesta (1973). Mierzy ona frakcje włókna nierozpuszczalne w detergencie neutralnym (NDF) oraz frakcje nierozpuszczalne NDF i ADF daje nam hemicelulozy, które nie są określane za pomocą metody określającej zawartość w próbce włókna surowego, (McCleary, 2003).

Główne właściwości polisacharydów nieskrobiowych to:

- zdolność do zatrzymania wody,
- rozpuszczalność,
- tworzenie żeli,
- lepkość,
- wiązanie jonów.

2.3.1 Zdolność do zatrzymania wody.

Zdolność zatrzymania wody jest definiowana jako ilość wody która może być maksymalnie absorbowana przez jednostkę masy suchego włókna. Właściwość tę posiadają zarówno rozpuszczalne jak również nierozpuszczalne polisacharydy nieskrobiowe (Gonzalez-Alvarado i wsp., 2010). Przy czym cząstki bardziej rozdrobnione mają mniejszą zdolność wiązania wody niż te o większych rozmiarach (Whistler i Daniel, 1985). Zdolność do wiązania wody jest jednocześnie wskaźnikiem pęcznienia i obrazuje możliwość

unieruchomienia wody. Rozpuszczalne włókno zatrzymuje ilość wody do 10 razy własnej masy, podczas gdy nierozpuszczalne od 4 - 6 razy (Bach Knudsen, 2001).

Polisacharydem, który nie rozpuszcza się w wodzie jest celuloza, ma ona jednak znaczną zdolność do wiązania wody, stąd po dodaniu do celulozy do dawki pokarmowej wzrasta masa treści pokarmowej lub masa kałomoczu (Southgate i wsp., 1993). Objętość wydalanego kału zależy przede wszystkim od źródła pochodzenia węglowodanów nieskrobiowych i ich fizykochemicznych właściwości (Stephen i Cummings, 1980). Otręby owsiane zwiększają masę kału o około 15 %, a celuloza o 75 % (Schneeman, 1986).

2.3.2 Rozpuszczalność.

Rozpuszczalność jest kontynuacją procesu pęcznienia poprzez rozprzestrzenianie się makrocząsteczek związane z wchłanianiem wody do momentu ich pełnego rozproszenia (Thibault i wsp., 1992). Polisacharydy o nieregularnym szkielecie dysocjują łatwiej niż te o regularnej budowie takich jak celuloza. O rozpuszczalności decyduje również wypadkowy ładunek polisacharydu. Oprócz tego na cechę tą ma wpływ również temperatura, pod jej wpływem likwidowane są słabsze połączenia, w konsekwencji czego zwiększa się rozpuszczalność polisacharydów strukturalnych (Choct, 1997; Thibault i wsp., 1992). Głównymi czynnikami decydującymi o rozpuszczalności arabinoksylianów i β – glukanów jest temperatura i odczyn rozpuszczalnika (Åman i Graham, 1987).

2.3.3. Powstawanie hydrożeli.

Niektóre polisacharydy nieskrobiowe mają możliwość tworzenia hydrożeli w środowisku jelita cienkiego, które są pośrednią formą między stałą i płynną konsystencją (Brosio, 1995). Proces ten ogranicza absorpcję składników pokarmowych, a ponadto utrudnia dostęp enzymom do cząstek pokarmowych (Nahas i Lefrancois, 2001; Hetland i Svihus, 2001). Żele są tworzone w krzyżowych połączeniach, między sąsiadującymi cząsteczkami o podobnej ciągłej i krystalicznej strukturze lub łączących się ze sobą sieci. (Whistler i Daniel, 1985) Właściwości żeli uzależnione są od interakcji między wodą, jako rozpuszczalnikiem i siecią polimerów węglowodanowych (Brosio, 1995). W odróżnieniu od lepkich roztworów, raz utworzone żele nie mogą być odtwarzane z powodu działania dużych sił niszczących (Read i wsp., 1992).

2.3.4. Lepkość treści pokarmowej.

Polisacharydy nieskrobiowe mają zdolność do tworzenia lepkich roztworów, które w środowisku jelit wydłużają czas pasażu treści. Lepkość treści jelitowej zmienia się wraz z wiekiem ptaków i zależy również od rodzaju ziarna (Petersen i wsp., 1999; Teirlynek i wsp., 2009). Przy zwiększonej lepkości następuje ograniczenie dostępu enzymów do składników pokarmowych, co w powiązaniu z formowaniem się hydrożeli ogranicza absorpcję składników pokarmowych. Zwiększona lepkość treści pokarmowej powoduje oddawanie lepkich odchodów, które powodują, że ściółka staje się wilgotna co stwarza warunki do rozwoju bakterii patogennych. Ptaki adaptują się do takich warunków poprzez wzrost rozmiarów trzustki i innych organów uczestniczących w trawieniu (Choct, 1997), Lepkość treści pokarmowej wpływa na czas przepływu treści przez przewód pokarmowy szczurów (Gohl i Gohl, 1997), wzrost lepkości prowadzi do zmniejszenia tempa przepływu treści przez przewód pokarmowy drobiu (Dänicke i wsp., 1997; Almirall i Esteve-Garcia, 1995). Włókno rozpuszczalne wydłuża czas przepływu treści przez przewód pokarmowy, opóźnia jego opróżnienie, absorpcję glukozy i innych składników pokarmowych. Natomiast włókno nierozpuszczalne skraca czas przepływu treści przez przewód pokarmowy, poprawia zdolność zatrzymywania wody i zwiększa masę kału u zwierząt monogastrycznych (Montagne i wsp., 2003).

Petersen i wsp. (1999) oznaczyli w treści jelita czczego istotnie wyższą lepkość ($p \leq 0,01$) w porównaniu z treścią jelita biodrowego. Ponadto stwierdzili oni także wyższą lepkość ($p \leq 0,05$) gdy w diecie zastosowano 66 % udział śruty jęczmiennej w porównaniu z 66 % udziałem śruty pszennej oraz istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszanie lepkości w treści analizowanych odcinków jelit wraz z narastającym wiekiem kurcząt. Bedford (1996) oznaczył lepkość jelitową u 21 dniowych kurcząt przy wprowadzeniu do diety: -kukurydzy na średnim poziomie 2,4 cPa·s, -pszenicy 12 cPa·s, -pszenżyta 16 cPa·s, -jęczmienia 25 cPa·s oraz żyta powyżej 250 cPa·s. Pirgozliev (2002) oznaczył niższą ($p \leq 0,01$) lepkość w treści jelit kurcząt pobierających w dawkach pszenicę odmian twardych (zawartość białka 15,3 %) średnio 2,5 cP w porównaniu z innymi odmianami tego zboża.

Włókno rozpuszczalne wydłuża czas przepływu treści przez przewód pokarmowy, opóźnia jego opróżnienie, absorpcję glukozy i innych składników pokarmowych. Natomiast włókno nierozpuszczalne skraca czas przepływu treści przez przewód pokarmowy, poprawia zdolność zatrzymywania wody i zwiększa masę kału u zwierząt monogastrycznych (Montagne i wsp., 2003). Wprowadzenie do dawek różnych frakcji węglowodanów

strukturalnych może wpłynąć na perystaltykę jelit. Hetland i Svihus (2001) podając kurczętom mieszanki pasz treściwych z dodatkiem łusek owsianych (100 g/kg) uzyskali w przypadku stosowania drobnych łusek nieznaczne wydłużenie czasu przepływu treści przez przewód pokarmowy w stosunku do grupy kontrolnej i istotnie ($p \leq 0,05$) krótszy czas stosując grube łuski. Hocking i wsp. (2004) w odchowie kurek podawali w mieszankach pasz łuski owsiane, śrutę słonecznikową i suszone wysłodki buraczane w ilości 50, 100, 200 g/kg mieszanki obserwowali najwyższe ilości świeżej i suchej masy treści w wolu 4 h po zjedzeniu paszy, a w żołądku gruczołowym, dwunastnicy łącznie z jelitem czczym w 4 i 8 h. W jelicie biodrowym stała ilość treści utrzymywała się najdłużej ponieważ w 4, 8 i 12 h po pobraniu paszy ilość treści była zbliżona.

2.4. Charakterystyka ziarna zbóż

W żywieniu drobiu najczęściej stosuje się ziarna zbóż, które w mieszankach pasz treściwych stanowią zazwyczaj do 70 % ich składu. Komponenty te są źródłem różnych składników pokarmowych, w tym również węglowodanów strukturalnych, stanowią także podstawowe źródło energii w mieszankach pasz treściwych. Zawartość węglowodanów strukturalnych w zbożu zależy w dużym stopniu od jego odmiany, dojrzałości, rejonu uprawy i czynników klimatycznych (Annison, 1990; Campbell i wsp., 1991; Dusel i wsp., 1997; Kim i wsp., 2003). Mogą być stosowane w różnych formach: w postaci całego ziarna lub śruty (Nahas i Lefrancois, 2001; Wu i wsp., 2004). Jednak za wyjątkiem kukurydzy, którą można stosować w dawce pokarmowej bez ograniczeń, dla pozostałych zbóż wymagany jest dodatek preparatów enzymatycznych ograniczających niekorzystny wpływ zawartych zwłaszcza w ziarnie pszenicy i jęczmienia odpowiednio arabinoksylianów i β – glukanów (w przypadku gdy zboża te stanowią powyżej 40 % udziału dawki pokarmowej).

2.4.1 Kukurydza

Jako jedyne ziarno zbóż dla drobiu, może być używane w dawkach pokarmowych bez ograniczeń. Zawiera niewielką ilość białka (9,1 do 9,5 %), jednak jej wartość energetyczna ze względu na ponad dwukrotnie wyższą zawartość tłuszczów (3,6 do 4,4 %) i stosunkowo dużą ilość skrobi (64,4 do 71,6 %) jest najwyższa spośród wszystkich ziaren zbóż (15,6 do 16,0 MJ EM). Zboże to zawiera mało włókna surowego od 2,0 do 3,3 % natomiast udział frakcji włókna oznaczanych metodą van Soesta jest najniższy spośród wszystkich zbóż: NDF (9,2 - 11,7 %), ADF (2,8 - 4,1 %), celulozy (1,0 - 2,6%) i hemiceluloz (5,7 - 9,0 %). Włókno

pokarmowe w kukurydzy stanowi około 10,6 - 10,8 % (Bach Knudsen, 1997; Rutkowski i Boros, 1997). Charakterystyczna dla tego zboża jest niska zawartość rozpuszczalnych polisacharydów niecelulozowych (0,9 %) w stosunku do ogólnej ich ilości wynoszącej 7,5 % (Bach Knudsen, 1997). Dusel i wsp. (1997) w swych badaniach określili liczbę pentozanów w ziarnie kukurydzy na poziomie 4,3 %, natomiast Annison (1991) oznaczył w tej paszy około dwukrotnie mniej niż w innych zbożach stosowanych w żywieniu drobiu arabinoksylianów (4,2 %) i od pięciu razy mniej niż w pszenicy do 76 razy mniej niż w jęczmieniu β -D-glukanów (0,1 %).

2.4.2 Pszenica

Pszenica jest powszechnie stosowanym zbożem, a zarazem głównym źródłem energii w mieszankach pasz treściwych w wielu krajach, gdzie nie występują w pełni dogodne warunki do uprawy kukurydzy (Kan i Hartnell, 2004; Prigozliev i wsp.; 2003) Można ją podawać w zasadzie bez ograniczeń dla drobiu, jednak stosując w mieszankach pasz treściwych więcej niż 40 %, ze względu na dużą zawartość pentozanów Smulikowska i Rutkowski (2005) zalecają dodatek preparatów enzymatycznych. Zawartość podstawowych składników pokarmowych zawiera się w następujących granicach: białko ogólne 11,5 do 14,0 % w zależności od odmiany i warunków wegetacji, tłuszcz surowy 1,8 do 2,6 %. Natomiast zawartość energii metabolicznej w pszenicy wynosi od 14,1 do 15,3 MJ EM (Carré i wsp., 2005; McCracken i wsp., 2002; Lesson i Summers, 1992).

Włókno surowe w ziarnie pszenicy może stanowić od 1,8 do 4,3 %, NDF (10,5 - 14,3 %), ADF (2,6 - 4,2 %), celulozy (2,1 - 2,8 %) i hemicelulozy (7,2 - 11,6 %). Zawartość skrobi wynosi od 54,5 do 71,1 %, jednak Triboi i wsp. (2003) zwracają uwagę na fakt, że wysoka temperatura może obniżać ilość skrobi i lizyny w ziarnie. Jeroch i wsp. (1995) oraz Bach Knudsen (1997) podają, że pszenica zawiera od 7,5 do 12,4 % NSP w tym od 2,4 do 4,6 % w formie rozpuszczalnej. Prigozliev i wsp. (2003) w 23 odmianach pszenicy oznaczyli od 8,5 do 12,8 % NSP w tym rozpuszczalnych od 1,5 do 4,2 %. Głównym elementem wchodzącym w skład NSP pszenicy są arabinoksyliany (około 6,1 %), a β -D-glukany stanowią około 0,1 do 1,2 % (Bach Knudsen, 1997; Dusel i wsp., 1997; Choct i Annison, 1990;), w tym forma rozpuszczalna wynosiła około 0,4 do 1,2 % (Rutkowski i Boros 1997). Jeroch i wsp. (1995) oznaczyli w czterech odmianach pszenicy od 4,8 do 7,1 % arabinoksylianów w tym 0,7 do 1,9 % rozpuszczalnych, a Kołodziejczyk i wsp. (1997) w pszenicy odmiany Henika 2,0 % β -glukanów. Pszenica wykazuje dużą zmiennością, jeżeli chodzi o koncentrację pentozanów. Fengler i Marquardt (1988), Annison (1990), Choct

i Annison (1990) oraz Dusel i wsp. (1997) podają, że ich zawartość w tym zbożu waha się w granicach od 3,5 do 8,2 %.

2.4.3 Jęczmień

Jest jednym z najbardziej popularnych ziaren stosowanych w przemyśle słodowniczym i żywieniu zwierząt, zwłaszcza trzody chlewnej (Von Weetstein i wsp., 2003; McNab i Smithard, 1992). W mieszankach pasz treściwych dla drobiu zboże to może stanowić do 30 % nie powodując problemów związanych z wzrostem lepkości zawartych w nim β - glukanów. W przypadku podawania większej ilości jęczmienia (powyżej 30 %) mieszanki pasz treściwych należy uzupełniać β -glukanazą. Zboże to zawiera od 10,7 do 13,0 % białka oraz od 1,8 do 2,5 % tłuszczu. Wartość energetyczna ziarna jęczmienia wynosi od 12,0 do 14,5 MJ EM. Jęczmień charakteryzuje się stosunkowo dużą zawartością włókna surowego wśród zbóż powodem tego jest wysoka zawartość łuski w tym ziarnie (4,1 do 5,2 %), choć stosuje się również ziarno obłuszczone. Wysokie wartości przyjmują również frakcje włókna według Van Soesta NDF (17,2 do 25,1 %), ADF (5,8 do 9,0 %), celuloza (4,7 do 6,3 %) i hemicelulozy (11,0 do 16,1 %). Jęczmień zawiera przeciętną w porównaniu z innymi zbożami ilość skrobi od 57,5 do 68,7 % (Ravindran i wsp., 2007; Von Wittstein i wsp., 2003; Yu i wsp., 2002).

Zawartość włókna pokarmowego jest stosunkowo wysoka 21,7 % (Bach Knudsen, 1997). Rutkowski i Boros (1997) oznaczyli jego ilość w jęczmieniu jarym i ozimym na poziomie 22,3 i 25,5 %, w tym w formie rozpuszczalnej 4,4 i 6,7 %. Ziarno jęczmienia zawiera dużo, bo od 10,9 do 18,3 % NSP (Bach Knudsen, 1997; Jeroch i wsp. 1995; Choct i Annison, 1990), na co składa się wysoka i w dużym stopniu zmienna zawartość β -D-glukanów (3,0 do 8,8 %, (Bach Knudsen, 1997; Kołodziejczyk i wsp., 1997; Choct i Annison, 1990) w tym 1,3 do 4,0 % w formie rozpuszczalnej (Rutkowski i Boros, 1997). Michniewicz i wsp. (2003) w swych badaniach stwierdzili w jęczmieniu oplewionym około 4,6 %, a w obłuszczonym 4,9 % β -glukanów, natomiast Lee i wsp. (1997) dla 9 odmian jęczmienia podali wartości od 43,8 do 64,1 g/kg β -glukanów w tym od 25,1 do 44,3 g/kg w formie rozpuszczalnej. Zawartość pentozanów w jęczmieniu wynosi 5,7 do 7,6 % (Choct i Annison, 1990). Arabinoksylany mogą stanowić nawet 7,5 do 8,6 % jęczmienia przy stosunkowo niewielkiej ich zawartości w formie rozpuszczalnej od 0,8 do 1,1 % (Jeroch i wsp., 1995).

2.4.4 Łuska owsiana

Zawiera znaczną ilość celulozy przez co korzystnie wpływa na gospodarkę wodną w przewodzie pokarmowym ptaków, a także perystaltykę jelit. Hetland i Svihus (2001) przeprowadzili doświadczenie na kurczętach brojlerach różnicując im dawki pokarmowe ilością plew owsianych. Stwierdzili, że około 10 % udział plew w mieszance istotnie zwiększył koncentrację suchej masy w treści jelit czczych. Wraz ze wzrostem zawartości łusek owsianych w diecie zwiększał się udział masy przewodu pokarmowego w masie ciała z 11,4 do 13,3 % (Hetland i Svihus, 2001) . Ponadto łuska owsiana wykazuje działanie prozdrowotne. Wzrost jej udziału w mieszance pasz treściwych wpływa na wyższą masę żołądka mięśniowego, co wpływa również na wyższą masę serca i wątroby u ptaków. W swych badaniach Mandal i wsp. (2004) stwierdzili wysoki dodatni współczynnik korelacji ($r = 0,89$) pomiędzy masą żołądka mięśniowego, a masą serca w przypadku gdy ptaki były żywione mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie poekstarkcyjną śrutę bawelnianą. Natomiast Borin i wsp. (2006) podobną zależność stwierdzili pomiędzy masą żołądka mięśniowego i wątroby ($r = 0,99$). Rogel i wsp. (1987) oraz Hetland i Svihus (2001) podają w swych artykułach, że dodatek łuski owsianej zwiększa strawność skrobi w przypadku zastosowania w mieszance pasz treściwych ziarna pszenicy.

2.5. Górne odcinki przewodu pokarmowego ptaków.

Ze względu na brak uzębienia u ptaków ważną rolę w przygotowaniu i rozdrobnieniu pokarmu, umożliwiającym łatwiejsze jego strawienie spełniają górne odcinki przewodu pokarmowego obejmujące wole oraz żołądki: gruczołowy i mięśniowy. W szczególności dotyczy to pokarmu zawierającego dużą ilość włókna lub całych ziaren zbóż, które mogą stymulować segmenty górnej części przewodu pokarmowego do wzmożonej aktywności obecnością nierozpuszczalnego włókna (Gonzalez-Alvarado i wsp., 2010). Może ono wpływać korzystnie na wydzielanie kwasu solnego w żołądku gruczołowym, wydzielania enzymów oraz sekrecji kwasów żółciowych. Począwszy od jamy gębowej poprzez wole (lub rozszerzenia przełyku u kaczek i gęsi) kończąc na żołądku gruczołowym i mięśniowym. W tym odcinku wydzielane są śluz i wydzieliny które przygotowują pokarm do dalszego trawienia w dolnych odcinkach przewodu pokarmowego (Vergara i wsp., 1989). Przewód pokarmowy rozpoczyna się od zrogowaciałego dziobu, który służy do pobierania pokarmu (Klasing, 1999). W jamie gębowej ptaków wydzielana jest ślina i ptalina, jednak ptalina jest

mniej efektywna w porównaniu z amylazą ślinową wydzielaną u ssaków. Przewód pokarmowy piskląt nie jest dobrze rozwinięty, również aktywność enzymów trawiennych dopiero się ustala, dlatego w pierwszych dniach ptaki korzystają z zapasów zgromadzonych w woreczku żółtkowym (Batal i wsp., 2004). Przewód pokarmowy ptaków pełni funkcję uzyskuje dopiero około 21 dnia życia (Gonzalez- Alvarado i wsp., 2010). Wraz z wiekiem zmienia się również strawność składników pokarmowych. Wraz z rozwojem przewodu pokarmowego zmienia się mikroflora. Przy czym w wolu większość ścian jest skolonizowana przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*. Duża zawartość włókna w dawce lub duży rozmiar cząstek pokarmowych pobudzają do rozwoju górny odcinek przewodu pokarmowego obejmujący wole, żołądek gruczołowy, żołądek mięśniowy, dwunastnicę, gdzie odbywają się procesy mające na celu lepsze przygotowanie takiego pokarmu do trawienia w dalszych częściach przewodu pokarmowego (Gonzalez–Alvarado i wsp., 2010; Engberg i wsp., 2004; Starck, 1999). Stwierdzono, że ptaki otrzymujące komponenty włókniste w większym udziale (od 3- 10 % łuski owsianej) wykazywały lepszy rozwój żołądka mięśniowego (Hetland i wsp., 2003) jako regulatora przepływu treści pokarmowej. Stwierdzano również, że refluks treści z jelita cienkiego z powrotem do żołądka gruczołowego dzięki czemu pokarm kilka razy był poddawany działaniu pepsyny, wydzielinom trzustki i dwunastnicy. Wpływa to również na mikroflorę tych odcinków przewodu pokarmowego (Apajalahti i wsp., 2004).

2.5.1 Wole

Jamę gębową z żołądkiem gruczołowym u ptaków łączy przełyk. W zależności od gatunku i rodzaju pobieranego pokarmu u wielu ptaków w obrębie przełyku wykształciło się wole, mogące przyjmować różne kształty. Przełyk posiada podłużne i okrężne włókna mięśniowe, które pomagają w transporcie treści pokarmowej do wola i żołądka gruczołowego dzięki ruchom perystaltycznym (Denbow, 2000; McLelland, 1981) . Kurczęta brojlery należą do ziarnojadów, dlatego też występuje u nich symetrycznie rozbudowane wole w postaci worka przystosowane do wstępnego przygotowania ziarna zbóż w celu jego trawienia w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego. Główną funkcją wola jest nawilżanie pokarmu, który podlega w tym odcinku również rozpuszczeniu i rozmiękczeniu, a także fermentacji bakteryjnej (Denbow, 1994).

Ze ściany nabłonka wola wydzielany jest śluz, który nawilża pokarm. Działają tam również enzymy produkowane przez liczną mikroflorę zamieszkującą ten odcinek przewodu pokarmowego, która nie została jeszcze do końca przebadana. Aktywność wykazują tam również enzymy żołądka gruczołowego i dwunastnicy dostające się do wola w wyniku

refluku treści, co wystawia pokarm na ponowne działanie enzymów i sprzyja lepszemu przygotowaniu pokarmu do dalszego trawienia w obrębie jelit.

(Jorgensen i wsp., 1996) sugerują, że w wolu i żołądku mięśniowym może być trawione włókno pokarmowe. Zarówno wole jak i żołądek mięśniowy regulują tempo przepływu treści pokarmowej. Pojemność tych organów jest uzależniona od rodzaju przyjmowanej paszy,

Opróżnianie wola pełni ważną rolę w procesie trawienia, zależy od takich czynników jak:

- pojemności wola, którego rozmiar zwiększa się gdy ptak karmiony jest systemem dawkowanym lub otrzymuje pokarm zawierający dużą ilość włókna,
- stanu opróżnienia mielca,
- wielkości, rodzaju cząstek pokarmu oraz stopnia ich nawilżenia.

2.5.2 Żołądek gruczołowy

Organem występującym za przełykiem, a poprzedzającym żołądek mięśniowy jest żołądek gruczołowy. Spełnia on wiele ważnych funkcji w przygotowaniu pokarmu do procesu trawienia. Jest odpowiedzialny za sekrecję kwasu solnego (produkowanego przez komórki okładzinowe) i pepsynogenu. Pomiędzy żołądkiem gruczołowym, a mięśniowym następuje wymiana treści pokarmowej co sprzyja jej lepszemu wymieszaniu z wydzielinami produkowanymi przez komórki sekrecyjne żołądka gruczołowego. W odcinku tym ma również miejsce proces rozpuszczania soli mineralnych, głównie węglanów Ca i P. Zachodzi tam również jonizacja elektrolitów. Mała pojemność tego odcinka przewodu pokarmowego wpływa na krótki czas retencji w tym segmencie przewodu pokarmowego. Średni czas retencji dla tego odcinka jest zróżnicowany i może wynosić od 0,5 – 1 godziny. Dlatego aby usprawnić trawienie następuje w nim wymiana treści z żołądkiem mięśniowym w wyniku czego pokarm kilka razy zostaje poddany działaniu kwasu solnego i pepsynogenu.

Sok żołądkowy w obrębie żołądka gruczołowego jest wydzielany pod wpływem różnych rodzajów stymulacji: nerwowej, w której główną rolę spełnia nerw błędny, odruchowej pobudzanej przez sygnały mechanoreceptorów znajdujących się w wolu działających pod wpływem nacisku treści pokarmowej na ściany tego organu i stymulacji hormonalnej poprzez uaktywnienie się gastryny produkowanej przez komórki znajdujące się w części odźwiernikowej żołądka gruczołowego pod wpływem impulsów pochodzących z mechanoreceptorów w obrębie wola i chemoreceptorów wrażliwych na zwiększone

wydzielanie Ca^{2+} , hormon ten pobudza komórki sekrecyjne żołądka gruczołowego do wzmożonej produkcji wydzielin (Denbow, 1994).

2.5.3 Żołądek mięśniowy

Żołądek mięśniowy rekompensuje ptakom brak uzębienia. Jego główną funkcją jest rozcieranie i wymieszanie pokarmu z enzymami trawiennymi pochodzącymi z żołądka gruczołowego. Główną częścią żołądka mięśniowego są dwa duże płaskie położone poziomo równolegle do siebie i dwa wąskie mięśnie położone bocznie. Cykl skurczów ma w nim miejsce średnio 4 razy na minutę, cały materiał zostaje zmielony poprzez rozcieranie cząstek pokarmowych o warstwę kaolinową wewnątrz żołądka mięśniowego i inne cząstki pokarmu w czasie skurczu dużych mięśni, podczas gdy małe boczne mięśnie przesuwają treść w kierunku powierzchni trących wytworzonymi pomiędzy dużymi mięśniami (Svihus, 2011, De Voe i wsp., 2003; Abe i wsp., 2001). Masa żołądka mięśniowego jest uzależniona od wielkości cząstek paszy spożywanych przez ptaki (Gonzalez-Alvarado i wsp., 2010; Jones i Taylor, 2001). Całe ziarno, grubo zmielone cząstki paszy czy łuski owsiane stymulują zwiększanie masy żołądka mięśniowego, co jest naturalnym procesem przystosowania się tego organu do przygotowania tych cząstek w celu ich dalszego trawienia w dolnym odcinku przewodu pokarmowego (Amerah i wsp. 2009).

W odcinku tym zachodzi hydroliza struktur białkowych przy udziale pepsynogenu uaktywnianemu z pepsyny wydzielanej przez komórki okładzinowe żołądka gruczołowego (Starck, 1999). Podobnie jak w żołądku gruczołowym w tym segmencie przewodu pokarmowego zachodzą procesy rozpuszczania soli mineralnych i jonizacji elektrolitów pod wpływem HCl (Guinotte i wsp. 1995; Orban i wsp. 1992).

Żołądek mięśniowy jest odpowiedzialny za tempo przepływu treści pokarmowej (Gonzalez-Alvarado i wsp. 2008). Wybiórcza retencja składników w żołądku mięśniowym powoduje sytuację, w której część płynna cząstek wykazuje krótki czas retencji (Svihus i wsp. 2002), a nawet do 30 minut, cząstki twarde (włókniste) wykazują dłuższy czas retencji. Hetland i wsp. (2003) stwierdzili, że zmniejszeniu masy żołądka mięśniowego towarzyszyło zmniejszenie refluksu treści pokarmowej z dwunastnicy co pogorszyło procesy trawienne i ograniczyło przyrostyienne ptaków. Dobrze rozwinięty żołądek gruczołowy i mięśniowy powodują zwiększenie sekrecji kwasu solnego oraz wystąpienie refluksu jelitowego, który powoduje wielokrotne poddanie treści działaniu kwasu solnego i pepsynogenu.

Żołądek mięśniowy jest organem, który wykazuje znaczną zdolność adaptacyjną w zależności od rodzaju pobieranego pokarmu, zwłaszcza gdy w diecie ptaków znajduje duża ilość włókna nierozpuszczalnego. Sytuacja taka może stymulować wzrost jego masy w odpowiedzi na niższą wartość pokarmową pobieranego pożywienia. W swym doświadczeniu na przepiórkach japońskich Starck (1999) zaobserwował wzrost masy żołądka mięśniowego pod wpływem wzrostu ilości NDF w diecie. U ptaków żywionych mieszankami pasz treściwych, w których zawartość NDF została zwiększona z 1 do 45% stwierdzono dwukrotnie wyższą masę żołądka mięśniowego w porównaniu z grupą kontrolną co potwierdza dużą zdolność adaptacyjną tego organu do charakteru przyjmowanego pożywienia.

Pracujące mięśnie żołądka mięśniowego przyczyniają się do wytworzenia wysokiego ciśnienia wewnątrz tego organu. Jamroz i wsp. (2000) podają, że najwyższe ciśnienie powstaje w żołądku mięśniowym gęsi, które spożywają pokarm charakteryzujący się dużą zawartością włókna (trawy, ziarno owsa) i wyniosło od 27 – 28,6 kPa, niższy przedział wartości zaobserwowano u kaczek 17,8 – 18,3 kPa, natomiast u kurcząt brojlerów żywionych ziarnem zbóż ciśnienie w żołądku mięśniowym wyniosło w granicach od 10,2 – 15,3 kPa. Całkowicie inaczej sytuacja kształtuje się u ptaków mięsożernych, Sturkie (1970) podaje, że ciśnienie wewnątrz żołądka myszołowa zwyczajnego (*Buteo buteo*) stwierdził jego wartość w przedziale od 0,3 do 3,5 kPa co świadczy również o tym, że jednym z głównych czynników wpływających na stymulację rozwoju i aktywność żołądka mięśniowego jest zawartość włókna i twardość cząstek pokarmowych (wysokie ciśnienie powstaje u flamingów żywiących się małżami).

Evans i wsp. (2005) sugerują, że aktywność żołądka mięśniowego odgrywa ważną rolę w odporności ptaków na zarażenie kokcydiozami. W swym doświadczeniu stwierdzili, że ptaki karmione całym ziarnem pszenicy wykazywały 2,5 razy mniejszą liczbę oocyt w żołądku mięśniowym w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w mieszance pasz treściwych śrutę pszenną.

W naturze wiele ptaków zjada małe kamyki (żwirek) w celu poprawy właściwości trawnych żołądka mięśniowego. Żwirek rozciera twarde cząstki pokarmowe trąc o warstwę kaolinową tego organu, a także o inne małe kamyki. Zaobserwowano również, że nawet ptaki takie jak pingwiny, które nie spożywają dużych ilości włókna, zjadały dużą ilość żwirku (Beaune i wsp., 2009). W badaniach przeprowadzonych na 90 gatunkach amerykańskich ptaków żwirek znaleziono w żołądku mięśniowym 69 % gatunków, głównie ziarnojadów (Gionfriddo i Best, 1996).

W przypadku wpływu żwirku na parametry produkcyjne kur niosek i kurcząt brojlerów, zdania naukowców są podzielone. Wiele starszych badań wskazuje na korzystny wpływ żwirku na wyniki produkcyjne zarówno u brojlerów jak i kur niosek, zwłaszcza gdy w diecie znajdowały się całe ziarna zbóż (Scott i Heuser, 1957; Balloun i Phillips, 1956). Jednakże badania w ostatnich latach nie potwierdzają korzystnego wpływu żwirku na wyniki produkcyjne niosek i kurcząt brojlerów nawet gdy całe ziarna zbóż znajdują się w diecie (Garipoglu i wsp., 2006; Bennet i Classen, 2003; Hetland i wsp., 2003).

2.5.4 Jelito cienkie

U drobiu jelito cienkie jest podzielone na trzy części: dwunastnicę, jelito czcze i biodrowe które odgrywają ważną funkcję w trawieniu i wchłanianiu substancji pokarmowych.

Dwunastnica jest odcinkiem łączącym żołądek mięśniowy z jelitem czczym, ma kształt litery U i jest połączona z trzustką. Zarówno trzustka jak i wątroba mają przewody których ujście znajduje się w dwunastnicy. Trzustka produkuje sok trzustkowy, w którym znajdują się enzymy rozkładające tłuszcze – lipaza trzustkowa, cukry (α – amylaza trzustkowa) i białka (trypsyna i chymotrypsyna) (Denbow, 2000; Shih i Hsu 2006). Natomiast wątroba wydziela żółć, która odgrywa ważną rolę w procesie emulgacji tłuszczów i przygotowania ich do dalszego trawienia w przewodzie pokarmowym. Trzustka pełni ważną rolę w opróżnianiu żołądka mięśniowego poprzez enzymy produkowane przez komórki jej warstwy śluzowej: sekretynę i cholecystokininę (Denbow, 1994). Sekretyna jest hormonem produkowanym i wydzielanym przez komórki znajdujące się w kryptach Liberkuhna. Jej sekrecja jest stymulowana niskim pH treści, która jest transportowana z żołądka do dalszych części przewodu pokarmowego. Ponadto reakcją trzustki na sekrecję tego hormonu jest wydzielanie przez ten organ dwuwęglanu sodu, który neutralizuje kwaśny odczyn treści spowodowany niskim pH żołądka gruczołowego i mięśniowego dzięki czemu enzymy trawienne trzustki mogą funkcjonować. Ponadto wydzielanie sekretyny przez trzustkę blokuje produkcję gastryny i kwasu solnego przez komórki żołądka gruczołowego. Cholecystokinina jest produkowana przez komórki śluzówki dwunastnicy. Jej wydzielanie również blokuje sekrecję kwasu solnego przez komórki żołądka (Denbow, 1994; Krogh, 1989).

Jelito czcze i biodrowe są podłużnymi odcinkami na kształt „rury” mierzącymi około 50 – 60 cm u 42 dniowych kurcząt brojlerów. Granicę pomiędzy nim stanowi uchyłek Meckela. W ich wnętrzu następują końcowe procesy trawienia i absorpcja składników pokarmowych. Ważną rolę w tych procesach odgrywa wzajemna proporcja pomiędzy ilością

rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych. Wzrost lepkości treści pokarmowej zwłaszcza u młodych spowodowany przez zastosowanie ziaren zbóż zawierających duże ilości rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych powoduje obniżenie tempa przepływu treści pokarmowej w tych odcinkach przewodu pokarmowego, jak również utrudnia dostęp enzymów trawiennych do cząstek pokarmowych oraz absorpcję składników pokarmowych przez kosmki jelitowe (Jamroz i wsp., 2002a; Petersen i wsp., 1999).

2.6. Mikroflora przewodu pokarmowego drobiu

Ważnym czynnikiem wpływającym na stan zdrowotny zwierząt, trawienie oraz wchłanianie składników pokarmowych jest mikroflora przewodu pokarmowego. Barnes i Impey (1972) zidentyfikowali w tym miejscu 40 gatunków bakterii beztlenowych, natomiast Apajalahti i wsp. (2004) podaje, że przewodzie pokarmowym stwierdzono obecność ponad 400 różnych gatunków bakterii. Składniki pokarmowe treści jelitowej są głównym źródłem energii i składników niezbędnych do rozmnażania i wzrostu mikroflory jelitowej. Mikroorganizmy w początkowych odcinkach przewodu pokarmowego konkurują z organizmem gospodarza wykorzystując składniki pokarmowe, które mogłyby być przez niego wykorzystane (Langhout i wsp., 2000; Bedford, 1995; Dashkevich i Feighner, 1989). Poszczególne gatunki bakterii różnią się między sobą jeżeli chodzi o preferencje substratów służących ich rozwojowi. Skład chemiczny i struktura treści przewodu pokarmowego determinują zatem proporcje między poszczególnymi gatunkami bakterii u zwierząt monogastrycznych (Pluske i wsp., 1998; Savory, 1992).

Przewód pokarmowy młodych zwierząt jest sterylny, natomiast w kolonizacji przez poszczególne grupy bakterii przewodu pokarmowego główne znaczenie mają mikroorganizmy pobrane wraz z paszą i dostające się poprzez układ oddechowy z powietrza.. Larbier i Lecercq, 1995 opisali następujące populacje mikroorganizmów występujące w przewodzie pokarmowym ptaków: dominujące ($> 7 \log \text{CFU/g}$) – bakterie ściśle beztlenowe i specyficzne dla ptaków (*Lactobacillus*, *Enterobacteriaceae*), subdominujące ($> 5 \log \text{CFU/g}$) – paciorkowce i enterobakterie mniej specyficzne dla ptaków, przejściowe ($\leq 5 \log \text{CFU/g}$) – tworzą je również bakterie beztlenowe.

Czynniki wpływające na zasiedlenie przewodu pokarmowego można podzielić na dwie grupy: środowiskowe (zewnętrzne) oraz genetyczne i osobnicze danego organizmu (wewnętrzne). Wśród czynników środowiskowych wpływ na stan mikroflory przewodu

pokarmowego ma: bezpośredni kontakt zwierząt z bakteriami z najbliższego otoczenia, ilość mikroorganizmów w paszy, zwyczajnie związane z odżywianiem się, temperatura środowiska oraz sposób żywienia i rodzaj pobieranego pokarmu. Natomiast do czynników wewnętrznych zalicza się: pH treści pokarmowej, koncentrację SCFA, perystaltykę jelit, potencjał oksydoredukcyjny, sekrecję wydzielin jelitowych i kwasów żółciowych, odporność immunologiczną oraz wzajemne oddziaływanie bakterii (Mackie i wsp., 1999). Jednak nasza wiedza na temat całego ekosystemu jakim jest przewód pokarmowy zwierząt jest niekompletna ze względu na duże zróżnicowanie gatunkowe mikroorganizmów oraz różnorodność warunków chowu i żywienia ptaków co w dużej mierze wpływa na uzyskiwanie niejednoznacznych wyników (Mackie i wsp., 1999).

Jednym z czynników zewnętrznych mogących decydować o składzie mikroorganizmów w przewodzie pokarmowym jest ich liczebność w komponentach mieszanki pasz treściwych. Liczba i jakość mikroorganizmów występujących na ziarnie zbóż stosowanych w żywieniu zwierząt zależy od wielu czynników między innymi gatunku zboża, miejsca uprawy, warunków klimatycznych czy też rodzaju gleby (Multon, 1988 za Maciorowski i wsp., 2007). Podobnie jest w przypadku drożdży i grzybów (Kaspersson i wsp., 1988). W warunkach polskich najczęściej występującymi w ziarnie zbóż są bakterie z rodzajów *Pseudomonas* ($10^4 - 10^5$ /g), *Micrococcus* (do 10^6 /g), *Lactobacillus* i *Bacillus* ($10 - 10^6$ /g) (Trojanowska, 1988 za Broda i Grajek 2009). Obuchowski i Strybel (2001) donoszą, że liczba bakterii występujących na ziarnie pszenicy w Polsce wynosi od 4×10^5 /g (w środkowej części) do $1,9 \times 10^6$ /g (na południu kraju). Liczba bakterii zmniejsza się wraz ze wzrostem zawartości suchej masy w trakcie składowania (Obuchowski i Strybel, 2001). Mikroorganizmy na ziarnach zbóż nie występują w izolacji lecz tworzą zespoły składające się z bakterii, drożdży i grzybów (Magan i wsp., 2003). Ziarna zbóż i nasiona roślin oleistych posiadają zróżnicowaną mikroflorę ich populacja liczy od 5×10^3 do $1,6 \times 10^8$ CFU/g, które są jednocześnie odporne na niską zawartość wody.

W przewodzie pokarmowy drobiu bakterie utrzymują się dzięki adhezji do warstwy śluzowej nabłonka jelit (Edelman i wsp., 2003; Garriga i wsp., 1998; Jacobsen i wsp. 1997) wola (Fuller i wsp. 1981). Skład mikroorganizmów zmienia się wraz z wiekiem ptaków. Barnes i wsp. (1979) uważają, że skład mikroflory jelitowej stabilizuje się na przełomie drugiego i trzeciego tygodnia o czym świadczy stała koncentracja produktów fermentacji bakteryjnej, flora występująca w wolu jest bardziej podatna na zmiany składu również u starszych zwierząt ze względu na dużą liczbę mikroorganizmów dostających się do tego segmentu przewodu pokarmowego wraz z pokarmem. W pierwszym tygodniu życia ptaków

w wolu, dwunastnicy i jelicie cienkim dominują bakterie z rodzaju *Enterococcus* i *Lactobacillus*. Rada i Marounek (1996) w wolu kurcząt żywionych standardową dietą bez dodatku stymulatorów wzrostu oznaczyli 8,8 log CFU/g bakterii *Lactobacillus*. Podanie monesinu spowodowało spadek liczby tych bakterii do 8,0 log CFU/g w drugim dniu po aplikacji, natomiast w 10 dniu po podaniu tej substancji liczba bakterii była podobna jak w przypadku grupy kontrolnej. Ponadto liczba *E.coli* i *Enterococcus* wyniosła odpowiednio 5,5 i 4,6 log CFU/g.

Apajalahti i wsp. (2002) opisali rozwój flory bakteryjnej w jelitach kurcząt brojlerów od pierwszego do trzydziestego piątego dnia życia. Pomiędzy pierwszym, a trzecim dniem życia ptaków następuje systematyczny wzrost liczby bakterii od około 9 log CFU/g w jelicie cienkim i 11 log CFU/g w jelitach ślepych do odpowiednio 10 i 12 log CFU/g. Natomiast przy zachowaniu stałych warunków środowiskowych żywieniowych w trackie prowadzonego doświadczenia od piątego do trzydziestego piątego dnia życia ptaków liczba bakterii w analizowanych odcinkach jelit utrzymywała się na stałym poziomie 10 log CFU w treści jelita cienkiego i 12 log CFU/g w treści jelit ślepych. Natomiast Amit – Romach i wsp. (2004) stwierdzili zwiększenie liczby bakterii *E.coli* i *Clostridium* u kurcząt w wieku 25 dni w porównaniu z ptakami 4 dniowymi. Podobną tendencję wykazywały bakterie z rodzaju *Lactobacillus* z wyjątkiem jelita biodrowego, gdzie ich liczba była podobna niezależnie od wieku. Populacja bakterii znajdująca się w przewodzie pokarmowym dorosłych ptaków jest w znacznym stopniu zróżnicowana, zwłaszcza pomiędzy poszczególnymi odcinkami jelit (Lu i wsp. 2003). Lu i wsp. (2003) podczas badań populacji bakterii stwierdzili, że w treści jelit czczych 68 % stanowią bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, 11 % *Clostridiaceae* oraz po 6,5 % *Streptococcus* i *Enetrococcus*. Natomiast w treści jelit biodrowych bakterie z rodzaju *Lactobacillus* stanowiły jedynie 8 %, natomiast dominowały bakterie z rodzaju *Clostridiaceae*.

Najwyższe zróżnicowanie bakterii występuje w dwunastnicy. Ogólna liczba bakterii beztlenowych w tym segmencie przewodu pokarmowego wynosi od 4,2 do 9,1 log CFU/g; bakterii tlenowych od 4,2 do 8,8 log CFU/g; *Lactobacillus* od 4,5 do 8,8 log CFU/g i *E.coli* od 3,8 do 6,3 log CFU/g (Dänicke i wsp., 1999; Salanitro i wsp., 1974; Barnes i wsp., 1972).

W jelicie czczym stwierdzono mniejsze zróżnicowanie pomiędzy populacjami bakterii. Bakterie beztlenowe mogą tutaj występować w liczbie od 5,4 do 8,1 log CFU/g, tlenowe od 5,4 do 7,9 log CFU/g, *Enterobacteriaceae* od 5,7 do 6,4 log CFU/g oraz *Streptococcus/Enterococcus* od 4,3 do 5,3 log CFU/g (Dänicke i wsp., 1999; Salanitro i wsp., 1978).

Ogólna liczba bakterii beztlenowych w jelicie biodrowym może wynosić od 6,3 do 8,1 log CFU/g, tlenowych od 5,5 do 7,3 log CFU/g, *Enterobacteriaceae* 6,1 do 6,5 log CFU/g oraz *Streptococcus/Enterococcus* 3,4 do 6,4 log CFU/g (Dänicke i wsp., 1999; Vahjen i wsp., 1998; Barnes i wsp., 1979; Salanitro i wsp., 1978). Jamroz i wsp. (2003) oznaczyli w treści końcowego odcinka jelita biodrowego *Escherichia coli* w liczbie od 4,3 do 6,3 log CFU/g, *Lactobacillus spp.* od 4,3 do 6,0 log CFU/g, *Clostridium perfringens* od 2,0 do 3,3 log CFU/g i grzybów od 2,8 do 3,5 log CFU/g.

2.7. Wpływ diety na skład mikroflory przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów.

Badania przeprowadzone przez różnych autorów na zwierzętach monogastrycznych, w tym również na drobiu pokazały, że skład mikroflory może być modyfikowany dietą (Bjerrum i wsp. 2005, Lu i wsp. 2003). Skład paszy i koncentracja w niej składników pokarmowych mają wpływ na florę jelit i tym samym na zdolność zwierząt do trawienia i absorpcji składników pokarmowych (Reid i Hillman, 1999; Gibson i wsp., 1996;). Wielu autorów, w tym między innymi Wagner i Thomas (1978), i Hübener i wsp. (2002) obserwowało wzrost liczby mikroorganizmów jelitowych u drobiu żywionego paszami o dużej zawartości polisacharydów nieskrobiowych.

Salanitro i wsp. (1978) badając kurczęta w wieku dwóch tygodni, żywionych dietą opartą na śrucie kukurydzianej stwierdzili zbliżoną liczbę bakterii tlenowych i beztlenowych w dwunastnicy i jelicie cienkim. Florę dominującą dwunastnicy i jelita cienkiego stanowiły stanowiły bakterie z rodzaju *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus* i *E.coli*. Apajalahti i wsp. (2004) zaobserwowali, że podanie mieszanki pasz treściwych zawierającej w swoim składzie dużą ilość śruty kukurydzianej obniżyło liczbę bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, a zwiększyło liczbę bakterii z rodzaju *Enterococcus*. Zwiększony udział pszenicy i jęczmienia dawce pokarmowej (zawierających węglowodany strukturalne w postaci arabinoksylianów i β - glukanów), wpływa na ograniczenie wchłaniania substancji pokarmowych w obrębie jelita cienkiego młodych kurcząt, poprzez wzrost lepkości treści pokarmowej. Durant i wsp. (1999) pozbawiając kury nioski paszy, obserwowali w treści wola istotnie ($p \leq 0,01$) mniejszą liczbę bakterii *Lactobacillus* 6,7 log CFU/g w porównaniu z 8,6 log CFU/g u ptaków pobierających paszę. Ponadto głodzenie spowodowało zwiększenie wartości pH z około 5,0 do 6,2 oraz istotne zmniejszenie koncentracji SCFA z około 24 do 13 $\mu\text{mol} \cdot \text{ml}^{-1}$. Ponadto autorzy

stwierdzili większy odsetek kur z obecnością w treści wola *Salmonella enteritidis* oraz istotny wzrost liczby tych bakterii w treści jelit ślepych.

Ważnym czynnikiem wpływającym na skład mikroflory w danym odcinku przewodu pokarmowego jest pH, a przeżywalność mikroorganizmów w tych odcinkach przewodu pokarmowego zależy od tolerancji na zakwaszenie środowiska. Hinton i wsp. (2000) w swoich badaniach przeprowadzonych na kurczętach stwierdzili, że niezależnie od stosowanych zabiegów, pH w wolu wynosiło od 5,3 do 6,5, a ogólna liczba bakterii tlenowych 5,2 do 7,2 log CFU/g, *Enterobacteriaceae* 4,6 do 6,6 log CFU/g i *Lactobacillus* 5,4 do 8,1 log CFU/g. W żołądku gruczołowym i mięśniowym pH przyjmuje wartości w granicach 1 do 4. Mead (1993) zaprezentował dane według których w żołądku gruczołowym w trzecim dniu życia kurcząt wielkość populacji *Lactobacillus* może wynosić do 9 log CFU/g treści, przy stosunkowo niewielkiej liczbie *Escherichia coli*, *Enterococcus/Streptococcus* i drożdży. W żołądku gruczołowym i mięśniowym pH przyjmuje wartości w granicach 1 do 4, przeżywalność mikroorganizmów w tych odcinkach przewodu pokarmowego zależy od tolerancji na zakwaszenie środowiska. Hetland i wsp. (2002) podając kurczętom mieszanki zawierające pszenicę, owies i jęczmień oznaczyli odpowiednio średnie wartości pH w żołądku mięśniowym 2,2; 2,3 i 2,3 (od 2,08 do 2,61). Wartość pH treści jelita czczego była wyższa u indyków (7,16) niż u kurcząt (6,56), przy czym tempo wzrostu ptaków nie miało istotnego wpływu na odczyn pH żołądka i jelit. Smits i wsp., (1998), podając brojlerom w mieszankach karboksylocelulozę stwierdzili, że odczyn pH treści dwunastnicy, jelit cienkich i ślepych nie różnił się pomimo ponad dwukrotnie wyższej lepkości treści jelit, gdy substancja ta była w formie koloidalnej – w porównaniu z formą sproszkowaną.

Do przewodu pokarmowego ptaków wraz z paszą może przedostawać się znaczna liczba grzybów. Baliukoniene i wsp. (2003) oznaczyli w pszenicy i jęczmieniu 31 gatunków grzybów. Ich ogólna liczba wynosiła w obydwu zbożach w przypadku składowania zboża w małych spichrzach do 4,5 log CFU/g. Lin i Chen (1995) oznaczyli w ziarnie kukurydzy 4,95 log CFU/g i śrucie kukurydzianej 5,06 log CFU/g grzybów obejmując *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.* i *Penicillium spp.*. Bakterie *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Proteus*, *Clostridium* i inne wykazują aktywność skierowaną przeciw grzybom. Ponadto niektóre bakterie *Lactobacillus* i *Streptococcus* mogą usuwać aflatoksyny z płynnych mediów poprzez fizyczne ich związanie (Haskard i wsp., 2001). Jamroz i wsp. (1995) obserwowali mniejszą liczbę grzybów w świeżych ekskrementach kurcząt przy zawartości 22,8 i 21,2 białka w mieszankach pasz treściwych (3,33 i 1,78 log CFU/g) w porównaniu z grupą ptaków, które otrzymywały paszę o zawartości 24,9 % białka

(4,11 log CFU/g). Zastąpienie w mieszance dla kurcząt w wieku 21 dni śruty kukurydzianej pszenicą i jęczmieniem spowodowało zwiększenie ($p \leq 0,05$) liczby grzybów w treści jelit ślepych z 3,0 do 4,4 log CFU/g. Natomiast u starszych kurcząt w 42 dniu życia, ten sam zabieg spowodował istotne ($p \leq 0,01$) obniżenie liczby grzybów z 4,2 do 4,0 log CFU/g (Jamroz i wsp. 2002b). Zastosowanie w mieszankach różnych antybiotyków i karboksylaz nie wpłynęło na koncentrację grzybów w świeżych ekskrementach kurcząt brojlerów (Jamroz i wsp., 1995).

3. Metodyka badań.

Badania zostały przeprowadzone w Katedrze Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Materiał doświadczalny w każdym z trzech eksperymentów stanowiły kurczęta brojlery linii Hubbard Flex płci męskiej. Ptaki w trakcie eksperymentów były utrzymywane w tym samym pomieszczeniu, grupowo w metalowych klatkach bilansowych, ze stałym dostępem do wody. Mieszanki pełnoporcjowe były podawane patkom *ad li bitum*, towarzyszyła temu kontrola ilości rozsypanej paszy.

Ziarno zbóż stosowane w mieszankach doświadczalnych pochodziło z Zakładu Doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego na Swojcu koło Wrocławia, natomiast łuska owsiana pochodziła z Zakładów Przetwórstwa Zbożowo – Młynarskiego w Kruszwicy. W komponentach oznaczano: suchą masę, białko ogólne, włókno surowe, tłuszcz surowy, ADF, NDF, włókno rozpuszczalne i nierozpuszczalne zgodnie z wytycznymi AOAC (2005) (Tabela I). Wartość energetyczną komponentów mieszanek pasz treściwych obliczano na podstawie European Table of Energy Values for Poultry (WPSA 1989). We wszystkich trzech doświadczeniach oprócz oprócz kontroli masy ciała i zużycia paszy przez ptaki określano strawność pozorną suchej masy i składników pokarmowych oraz stopień rozkładu włókna surowego, NDF, ADF i hemiceluloz. Ponadto badano stopień rozwoju układu pokarmowego kurcząt brojlerów na podstawie masy i długości wybranych segmentów przewodu pokarmowego. W badaniach strawnościowych okres kolekcji kałomoczu trwał 4 -5 dni, natomiast okres wstępny około 5 -6 dni. W każdym z doświadczeń w ostatnim dniu bilansu ptaki ubijano (dekapitacja) w dwie godziny po porannym podaniu paszy. Bezpośrednio po uboju z jelita biodrowego pobierano treść pokarmową w celu wykonania następujących

Tabela 1. Wartość pokarmowa i skład chemiczny komponentów paszowych (%).

Wyszczególnienie	Śruta kukurydziana	Śruta pszenna	Śruta jęczmienna	Poekstrakcyjna śruta sojowa	Łuska owsiana
Energia metaboliczna (MJ)	13,8	12,7	11,9	9,4	9,0
Sucha masa	86,4	87,3	87,6	88,9	92,7
Popiół surowy	1,5	1,7	3,5	6,3	2,5
Białko ogólne	9,1	12,7	13,1	45,9	5,3
Tłuszcz surowy	4,2	2,0	2,0	1,3	1,9
Komponenty strukturalne					
Włókno surowe	2,8	3,7	6,8	3,5	27,8
(TDF)	15,10	14,10	25,27	32,84	66,19
(SDF)	0,15	3,09	1,17	3,00	0,96
(IDF)	14,95	11,01	24,10	29,84	65,23
(NDF)	13,53	23,18	22,46	9,70	63,91
(ADF)	3,73	4,52	6,65	4,79	34,24
Hemicelulozy	9,80	18,66	15,81	4,91	29,67

oznaczeń: zawartości suchej masy, białka ogólnego, popiołu surowego, tłuszczu surowego, włókna surowego, ADF i NDF, podobne oznaczenia zostały wykonane również w kałomoczu.

Dysekcja

W ostatnim dniu doświadczenia ptaki zostały uśmiercone przez dekapitację, z każdej grupy po 12 ptaków. Następnie wypreparowano przewód pokarmowy kurcząt i określono masę pustego wola, żołądka gruczołowego i żołądka mięśniowego. Zmierzono również długości dwunastnicy, jelita czczego, biodrowego, grubego i jelit ślepych. Pobrano również próbki treści z końcowej części jelita biodrowego do określenia strawności jelitowej.

Oznaczenie składu chemicznego treści pokarmowej badanych prób.

Po liofilizacji próbek określony został współczynnik liofilizacji. Suchą masę oznaczono po wysuszeniu prób w temp 105 stopni, popiół surowy poprzez spalenie materii organicznej z prób w tygielkach w piecu muflowym, zawartość azotu w próbie metodą Kiejdahla w aparacie Kjeltac 2300 Foss Tecator, białko ogólne mnożąc zawartość azotu x 6,25. Tłuszcz surowy w wyniku ekstrakcji próbki eterem dimetylowym. W aparacie Fibertec Teccator oznaczono włókno surowe metodą Henneberga - Stohmanna oraz ADF i NDF według metody

Van Soesta (1963). Zawartość włókna pokarmowego (TDF = IDF + SDF) oznaczano metodą Aspa i wsp. (1983) na aparacie Fibertec E.

Oznaczenie zawartości Cr_2O_3 w treści jelita biodrowego i kałomoczu.

Każda mieszanka pasz treściwych zawierała 0,5 % Cr_2O_3 jako indykatora stosowanego do określenia strawności składników pokarmowych. Codziennie rano od 24 dnia następowała kolekcja próbek kałomoczu w każdym z powtórzeń, natomiast przed wykonaniem analizy poszczególne próbki dla danego powtórzenia z kilku dni zostały wymieszane, a wydzielona z niej próba średnia była badana pod względem składu chemicznego i zawartości Cr_2O_3 . Koncentrację Cr_2O_3 w treści jelit i kałomoczu określono poprzez spopielenie próby w piecu, a następnie zalanie próby roztworem wody destylowanej, kwasu siarkowego, kwasu chlorowego i molibdenianu sodu. Całość doprowadzano do wrzenia i zmiany barwy roztworu z zielonej na żółtą. Tak przygotowaną mieszaninę rozcieńczano w kolbach miarowych i odczytywano absorbancję na spektrofotometrze Spekol 11 (Carl Zeis Jena) przy długości fali 470 nm.

Oznaczenie ilości mikroorganizmów

Mikroorganizmy w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego ptaków i w paszy oznaczano w 1 g treści, wola lub paszy do której dodawano 9 ml zbuforowanej wody peptonowej. Tak przygotowaną próbę homogenizowano na stomacherze Lab-Blender 400 przez dwie minuty. Następnie wykonywano kolejne dziesiętne rozcieńczenia. Z poszczególnych rozcieńczeń dokonywano posiewów na lub do podłoża bakteriologicznych. Ogólną liczbę bakterii tlenowych oznaczano według normy PN-ISO-4833 stosując metodę płytkową. Posiany materiał wraz z podłożem inkubowano w temperaturze 30°C, a wynik odczytywano po 72 godzinach. Bakterie kwasu mlekowego (*Lactobacillus spp.*) oznaczano na podłożu MRS według PN-A-82055-17 (temperatura inkubacji 30°C, odczyt po 72 godzinach). Liczbę *Escherichia coli* oznaczano stosując posiewy z kolejnych dziesiętnych rozcieńczeń na podłożu Chromocult Coliform Agar (Merck) (temperatura inkubacji 37°C, odczyt po 48 godzinach). *Enterobacteriaceae* oznaczano na podłożu agarowym VRBG (Oxoid) według PN-A-04023, (temperatura inkubacji 37°C, odczyt po 24 godzinach). Drożdże i pleśnie oznaczano według normy PN ISO 7954 (temperatura inkubacji 25°C, odczyt po 7 dobach).

Analiza statystyczna

Wyniki uporządkowano i opracowano w formie tabel przy pomocy programu Microsoft Excel 2007, natomiast do obliczeń statystycznych zastosowano program Statistica 9.0 (Statsoft Inc.). Wyniki opracowano metodą analizy wariancji lub kowariancji w układzie dwu i trójczynnikiem z wydzieloną grupą kontrolną (układ niekompletny) odpowiednio w przypadku I i II doświadczenia oraz układzie dwuczynnikiem w odniesieniu do doświadczenia. Analizie poddawano wyniki pomiarów transformowanych metodą logarytmiczną. Istotności różnic między wartościami średnimi w obrębie efektów głównych określono przy pomocy testu Tukey'a.

Doświadczenia były analizowane statystycznie według następujących modeli:

a) doświadczenie I

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

y_{ijk} – wartość obserwowanej zmiennej zależnej

μ – ogólna średnia w populacji generalnej (wpływ czynników wspólnych dla wszystkich elementów populacji)

α_i - wpływ grupy żywieniowej

β_j - wpływ udziału komponentów zbożowych w mieszance pasz treściwych

$(\alpha\beta)_{ij}$ – interakcję pomiędzy grupą żywieniową i udziałem komponentów zbożowych

ε_{ijk} – wpływ czynników losowych

b) doświadczenie II

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

y_{ijkl} – wartość obserwowanej zmiennej zależnej

μ – ogólna średnia w populacji generalnej (wpływ czynników wspólnych dla wszystkich elementów populacji)

α_i - wpływ grupy żywieniowej

β_j - wpływ udziału komponentów zbożowych w mieszance pasz treściwych

γ_k - wpływ łuski owsianej

$(\alpha\beta)_{ij}$ – interakcję pomiędzy grupą żywieniową i udziałem komponentów zbożowych

$(\alpha\gamma)_{ik}$ – interakcję pomiędzy grupą żywieniową i łuską owsianą

$(\beta\gamma)_{jk}$ – interakcję pomiędzy udziałem komponentów zbożowych i łuską owsianą

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ – interakcję pomiędzy grupą żywieniową, udziałem komponentów zbożowych i łuską owsianą

ϵ_{ijkl} – wpływ czynników losowych

c) doświadczenie III

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

y_{ijk} – wartość obserwowanej zmiennej zależnej

μ – ogólna średnia w populacji generalnej (wpływ czynników wspólnych dla wszystkich elementów populacji)

α_i - wpływ grupy żywieniowej

β_j - wpływ łuski owsianej

$(\alpha\beta)_{ij}$ – interakcję pomiędzy grupą żywieniową i łuską owsianą

ϵ_{ijk} – wpływ czynników losowych

Dla wybranych parametrów wykonanych doświadczeń obliczono współczynniki korelacji Pearsona według wzoru:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

3.1. Doświadczenie I.

Celem doświadczenia było porównanie wpływu różnych ziaren zbóż (kukurydzy, jęczmienia i pszenicy) oraz ich udziału procentowego (30 i 50 %) na parametry produkcyjne, rozwój poszczególnych segmentów przewodu pokarmowego, strawność składników pokarmowych i stopień rozkładu frakcji włóknistych zawartych w mieszankach pasz treściwych. Badania rozpoczęto na 180 jednodniowych kurczętach brojlerach linii Hubbard Flex płci męskiej zakupionych w wylęgarni. Ptaki podzielone zostały na 5 grup żywieniowych po 6 powtórzeń każda, w sumie kurczęta utrzymywane były w 30 metalowych klatkach bilansowych (po 6 ptaków w każdej).

Tabela 2. Skład mieszanek pasz treściwych (%) (doświadczenie I).

Komponenty	Kontrolna	Pszenica 30 %	Jęczmień 30 %	Pszenica 50 %	Jęczmień 50 %
Śruta kukurydziana	55,9	27,2	22,8	8,1	-
Śruta pszenna	-	30,0	-	50,0	-
Śruta jęczmienna	-	-	30,0	-	50,1
Olej sojowy	2,8	3,6	5,3	4,1	7,3
Poekstrakcyjna śruta sojowa	36,9	34,8	37,7	33,4	38,4
Fosforan dwuwapniowy	2,169	2,024	1,831	1,944	1,737
Kreda pastewna	0,183	0,257	0,309	0,306	0,393
NaCl	0,337	0,347	0,345	0,353	0,352
DL-metionina 98 %	0,211	0,222	0,215	0,230	0,218
L-lizyna 98 %	-	0,050	-	0,067	-
Cr ₂ O ₃	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix dka - s *	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

* zawartość w 1 kg premiksu: witamina A 10000 IU; witamina D₃ 2000 IU, witamina E 20mg, witamina K, 3 mg, witamina B₁ 2,5 mg, witamina B₆ 0,4 mg, witamina B₁₂ 0,015 mg, kwas nikotynowy 25 mg, kwas pantotenowy 8 mg, kwas foliowy 1.2 mg, chlorek choliny 450 mg, DL -metionina 1,0 mg, Mn 74 mg, Fe 30 mg, Zn 45 mg, Cu 4 mg, Co 0,4 mg, J 0,3 mg.

Kurczęta pierwszej wydzielonej grupy kontrolnej otrzymywały mieszankę pasz treściwych składającą się z kukurydzy i poekstrakcyjnej śruty sojowej), druga i trzecia odpowiednio pszenicę i jęczmień w ilości 30 %, natomiast czwarta i piąta: pszenicę i

jęczmień w udziale 50 %, całość mieszanki pasz treściwych była uzupełniona poekstrakcyjną śrutą sojową oraz śrutą kukurydzianą do 100 % (Tabela 2 i 3).

Tabela 3. Koncentracja energii i składników pokarmowych w mieszankach pasz treściwych (%) (doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Kontrolna	Pszenica 30 %	Jęczmień 30 %	Pszenica 50 %	Jęczmień 50 %
Energia metaboliczna (MJ)	12,24	12,21	12,26	12,2	12,29
Sucha masa	88,66	87,81	86,10	90,43	89,27
Białko ogólne	21,55	21,98	22,16	22,07	22,14
Tłuszcz surowy	4,89	5,21	7,20	6,59	7,82
Komponenty strukturalne					
Włókno surowe	2,90	3,09	4,01	3,18	4,81
TDF	20,52	19,70	23,40	19,51	25,24
SDF	1,17	2,04	1,55	2,52	1,73
IDF	19,35	17,66	21,85	16,99	23,51
NDF	11,18	14,00	13,27	15,88	15,02
ADF	3,83	4,01	4,72	4,22	5,25
Hemicelulozy	7,35	9,99	8,55	11,66	9,77

Ptaki otrzymywały mieszankę pasz treściwych *semi ad libitum*, miały również stały dostęp do wody (poidła kropelkowe). Program świetlny obejmował 24 godzinny czas zapalonego światła. Temperatura w pomieszczeniu była systematycznie obniżana począwszy od 33°C w pierwszym dniu do 24°C w kończącym doświadczenie 28 dniu. Ptaki były ważone w pierwszym i ostatnim dniu doświadczenia. Wszystkie mieszanki pasz treściwych były izobiałkowe i izoenergetyczne zawierały około 12,3 MJ/kg EM i 220 g białka ogólnego. W dniach od 24 – 28 życia dokonano kolekcji próbek kału niezbędnych do określenia współczynnika strawności kałowej z wykorzystaniem wskaźnika (Cr_2O_3) znajdującego się w paszy.

W ostatnim dniu doświadczenia z każdej klatki wybierano po 2 sztuki kurcząt, z których bezpośrednio po uboju wypreparowywano przewód pokarmowy i określono masę lub długość poszczególnych segmentów przewodu pokarmowego (Tabela 9). Dodatkowo pobrana treść pokarmową z jelita biodrowego przeznaczono do następujących analiz

chemicznych: podstawowej, frakcji włókna kwaśno – i neutralnodetergentowego oraz analizy zawartości Cr_2O_3 w celu określenia strawności jelitowej (Tabela 12).

3.2. Doświadczenie II.

Celem doświadczenia było porównanie wpływu różnych ziaren zbóż (kukurydzy, pszenicy i jęczmienia), ich udziału procentowego w diecie (30 i 50 %) oraz zastosowanie w mieszankach pasz treściwych łuski owsianej (w ilości 1, 2 lub 3%) na parametry produkcyjne, rozwój poszczególnych części przewodu pokarmowego, strawność składników pokarmowych i stopień rozkładu frakcji włóknistych. 180 kurcząt linii Hubbard Flex płci męskiej zostało przydzielonych do 13 podgrup doświadczalnych. Spośród wszystkich kurcząt została wydzielona grupa kontrolna w liczbie 6 powtórzeń w której ptaki otrzymywały mieszankę pasz treściwych zawierającą poekstrakcyjną śrutę sojową i kukurydzę. Pozostałe 12 podgrup po 2 powtórzenia każda różniło się rodzajem zbóż (pszenica, jęczmień), udziałem procentowym ziarna w mieszance pasz treściwych (30 lub 50%) oraz udziałem łuski owsianej (1, 2 lub 3%) (Tabela 4 i 5). Ptaki były odchowywane w podobnych warunkach jak w doświadczeniu I. Kurczęta zostały zważone w 1 i 28 dniu życia oraz w ostatnim dniu życia ptaków określono pobranie i wykorzystanie paszy. W 28 dniu kurczęta uśmiercono i przeprowadzono dysekcję, wszystkie czynności wykonywane były identycznie jak w pierwszym doświadczeniu przy czym z wydzielonej grupy kontrolnej uśmiercono 12 ptaków natomiast w każdej z 12 podgrup po 4 kurczęta co w sumie dało liczbę 60 ptaków. Wykonano również identyczne analizy jak w doświadczeniu i analizę podstawową składników pokarmowych, analiz frakcji włókna kwaśno - i neutralnodetergentowego oraz oznaczenie zawartości Cr_2O_3 w treści przewodu pokarmowego i kałomoczu. Indykator zawarty w diecie posłużył do określenia współczynników strawności jelitowej i kałowej (Tabela 18 i 19).

3.3 Doświadczenie III.

Celem doświadczenia było porównanie wpływu różnych ziaren zbóż (kukurydzy, pszenicy i jęczmienia), oraz zastosowanie w mieszankach pasz treściwych łuski owsianej na parametry produkcyjne, rozwój poszczególnych części przewodu pokarmowego, strawność składników pokarmowych i stopień rozkładu frakcji włóknistych 180 kurcząt linii Hubbard Flex płci męskiej zostało przydzielonych do 9 podgrup różniły się one rodzajem zbóż (kukurydza, pszenica, jęczmień) oraz procentowym udziałem łuski owsianej (0, 1 lub 3%) (Tabela 6 i 7). Kurczęta odchowywano do 28 dnia życia w warunkach identycznych jak w

poprzednich doświadczeniach określając masę ciała w pierwszym i 28 dniu życia oraz pobranie i wykorzystanie paszy w 28 dniu życia ptaków. W ostatnim dniu określono W trakcie dysekcji uśmiercono po 6 ptaków z każdej podgrupy w sumie 54 kurczęta.

Wykonano identyczne analizy chemiczne podobnie jak w dwóch poprzednich doświadczeniach. Ponadto z jelita biodrowego pobrany został wycinek, w taki sposób, aby zawierał ok. 2 g treści pokarmowej, który posłużył do oznaczenia liczby następujących mikroorganizmów w tym odcinku przewodu pokarmowego ptaków: ogólnej liczby bakterii tlenowych, *Lactobacillus spp.*, *E.coli*, *Salmonella sp.* oraz liczby pleśni i drożdży. Od ptaków pobrano również wole, w którym oznaczono identyczne mikroorganizmy jak w przypadku treści jelita biodrowego (Tabela 22). Liczbę badanych mikroorganizmów oznaczono również mieszankach pasz treściwych w celu określenia ich ewentualnego wpływu na mikroflorę wola i jelita biodrowego (Tabela 23).

Tabela 4. Skład mieszanek pasz treściwych (%) (doświadczenie II).

Komponenty	Kontrolna	Pszenica 30 % (1% łuski)	Pszenica 30 % (2% łuski)	Pszenica 30 % (3% łuski)	Jęczmień 30 % (1% łuski)	Jęczmień 30 % (2% łuski)	Jęczmień 30 % (3% łuski)	Pszenica 50 % (1% łuski)	Pszenica 50 % (2% łuski)	Pszenica 50 % (3% łuski)	Jęczmień 50 % (1% łuski)	Jęczmień 50 % (2% łuski)	Jęczmień 50 % (3% łuski)
Śruta kukurydziana	55,9	25,5	24,0	22,3	21,0	19,5	18,0	6,5	4,8	3,5	-	-	-
Śruta pszena	-	30,0	30,0	30,0	-	-	-	50,0	50,0	50,0	-	-	-
Śruta jęczmienna	-	-	-	-	30,0	30,0	30,0	-	-	-	50,0	50,3	50,0
Łuska owsiana	-	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0
Olej sojowy	2,8	4,0	4,4	5,0	5,7	6,1	6,5	4,6	5,0	5,3	7,2	7,3	7,3
Poekstrakcyjna śruta sojowa	36,9	35,0	35,3	35,5	38,0	38,0	38,3	33,8	33,8	34,0	37,5	36,3	35,5
Fosforan 2-Ca	2,121	2,105	1,922	1,809	1,931	2,025	1,841	1,853	1,932	1,746	1,811	1,724	1,717
Kreda pastewna	0,237	0,264	0,261	0,248	0,312	0,313	0,306	0,306	0,314	0,306	0,404	0,396	0,397
NaCl	0,341	0,353	0,341	0,365	0,350	0,344	0,337	0,347	0,353	0,347	0,352	0,347	0,351
DL-metionina 98 %	0,201	0,225	0,225	0,226	0,207	0,218	0,216	0,226	0,233	0,233	0,233	0,233	0,235
L-lizyna 98 %	0,000	0,053	0,051	0,052	0,000	0,000	0,000	0,068	0,068	0,068	0,000	0,000	0,000
Cr ₂ O ₃	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix dka - s*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

* zawartość w 1 kg premiksu: witamina A 10000 IU; witamina D₃ 2000 IU, witamina E 20mg, witamina K, 3 mg, witamina B₁ 2,5 mg, witamina B₆ 0,4 mg, witamina B₁₂ 0,015 mg, kwas nikotynowy 25 mg, kwas pantotenowy 8 mg, kwas foliowy 1.2 mg, chlorek choliny 450 mg, DL-metionina 1,0 mg, Mn 74 mg, Fe 30 mg, Zn 45 mg, Cu 4 mg, Co 0,4 mg, J 0,3 mg

Tabela 5. Koncentracja energii i składników pokarmowych w mieszankach pasz treściwych (%) (doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Kontrolna	Pszenica 30 (1% łuski)	Pszenica 30 % (2% łuski)	Pszenica 30 % (3% łuski)	Jęczmień 30 % (1% łuski)	Jęczmień 30 % (2% łuski)	Jęczmień 30 % (3% łuski)	Pszenica 50 % (1% łuski)	Pszenica 50 % (2% łuski)	Pszenica 50 % (3% łuski)	Jęczmień 50 % (1% łuski)	Jęczmień 50 % (2% łuski)	Jęczmień 50 % (3% łuski)
Energia metaboliczna (MJ)	12,24	12,21	12,28	12,35	12,28	12,31	12,36	12,25	12,25	12,29	12,28	12,33	12,31
Sucha masa	89,70	87,59	86,94	88,48	89,41	89,20	89,97	87,38	88,80	89,61	89,87	89,35	88,36
Białko ogólne	21,51	21,53	21,50	21,75	22,46	21,94	22,02	21,35	21,51	21,34	22,79	22,24	22,37
Tłuszcz surowy	5,07	5,64	5,89	6,70	7,52	7,96	8,25	5,79	6,32	6,46	8,53	8,76	8,82
Komponenty strukturalne													
Włókno surowe	2,95	3,33	3,67	3,74	4,24	4,47	4,63	3,49	3,68	4,08	4,93	5,15	5,47
TDF	20,82	20,25	20,48	21,42	23,69	24,10	24,60	19,72	20,08	20,72	25,56	25,98	26,50
SDF	1,19	1,99	2,00	2,06	1,53	1,57	1,57	2,55	2,54	2,64	1,75	1,71	1,70
IDF	19,63	18,26	18,48	19,36	22,16	22,53	23,03	17,17	17,54	18,08	23,81	24,27	24,80
NDF	11,66	14,72	14,81	15,60	13,74	14,23	14,79	16,63	16,79	17,38	15,63	16,13	16,85
ADF	3,95	4,29	4,71	4,85	4,99	5,20	5,51	4,52	4,77	4,97	5,55	5,77	6,09
Hemicelulozy	7,71	10,43	10,10	10,75	8,75	9,03	9,28	12,11	12,02	12,41	10,08	10,36	10,76

Tabela 6. Skład mieszanek pasz treściwych (%) (doświadczenie III).

Komponenty	Kukurydza łuska 0%	Kukurydza łuska 1%	Kukurydza łuska 3%	Pszenica łuska 0%	Pszenica łuska 1%	Pszenica łuska 3%	Jęczmień łuska 0%	Jęczmień łuska 1%	Jęczmień łuska 3%
Śruta kukurydziana	55,9	54,7	52,0	8,1	6,8	4,1	0,7	-	-
Śruta pszenna	-	-	-	50,0	50,0	50,0	-	-	-
Śruta jęczmienna	-	-	-	-	-	-	50,0	50,0	50,0
Łuska owsiana	-	1,0	3,0	-	1	3	-	1,0	3,0
Olej sojowy	2,8	3,0	3,3	4,1	4,3	4,7	6,9	7,0	7,0
Poekstrakcyjna śruta sojowa	36,9	37,0	37,4	33,4	33,6	33,9	38,2	37,8	35,8
Fosforan 2-ca	2,111	2,003	2,037	1,926	1,851	1,853	1,726	1,715	1,718
Kreda pastewna	0,236	0,238	0,211	0,311	0,308	0,302	0,395	0,399	0,404
NaCl	0,342	0,347	0,337	0,367	0,352	0,354	0,362	0,369	0,361
DL-metionina 98 %	0,211	0,212	0,215	0,229	0,219	0,221	0,217	0,217	0,217
L-lizyna 98 %	0,000	0,000	0,000	0,067	0,070	0,070	0,000	0,000	0,000
Cr ₂ O ₃	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix dka - s*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

* zawartość w 1 kg premiksu: witamina A 10000 IU; witamina D₃ 2000 IU, witamina E 20mg, witamina K, 3 mg, witamina B₁ 2,5 mg, witamina B₆ 0,4 mg, witamina B₁₂ 0,015 mg, kwas nikotynowy 25 mg, kwas pantotenowy 8 mg, kwas foliowy 1.2 mg, chlorek choliny 450 mg, DL - metionina 1,0 mg, Mn 74 mg, Fe 30 mg, Zn 45 mg, Cu 4 mg, Co 0,4 mg, J 0,3 m

Tabela 7. Koncentracja energii i składników pokarmowych w mieszankach pasz treściwych (%) (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Kukurydza łuska 0%	Kukurydza łuska 1%	Kukurydza łuska 3%	Pszenica łuska 0%	Pszenica łuska 1%	Pszenica łuska 3%	Jęczmień łuska 0%	Jęczmień łuska 1%	Jęczmień łuska 3%
Energia metaboliczna (MJ)	12,24	12,25	12,21	12,18	12,18	12,16	12,24	12,23	12,22
Sucha masa	92,69	92,24	91,88	91,56	89,99	90,08	90,99	91,98	90,10
Białko ogólne	22,53	22,46	21,80	21,17	21,12	21,28	22,56	23,07	21,78
Tłuszcz surowy	4,93	5,28	5,49	5,32	5,71	5,84	8,38	8,42	7,82
Komponenty strukturalne									
Włókno surowe	2,94	3,12	3,67	3,20	3,51	4,07	4,81	5,04	5,45
TDF	20,32	21,22	22,00	19,16	19,91	20,93	24,84	25,30	26,35
SDF	1,21	1,21	1,22	2,58	2,61	2,63	1,70	1,74	1,69
IDF	19,11	20,01	20,78	16,58	17,30	18,30	23,14	23,56	24,66
NDF	10,99	11,45	12,57	15,89	16,10	17,58	15,11	15,64	16,80
ADF	3,84	4,24	4,71	4,12	4,43	5,01	5,15	5,55	6,15
Hemicelulozy	7,15	7,21	7,86	11,77	11,67	12,57	9,96	10,09	10,65

4. Wyniki

4.1. Doświadczenie I

Parametry produkcyjne

W doświadczeniu nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w podstawowych parametrach produkcyjnych takich jak masa ciała w 28 dniu życia kurcząt oraz spożyciu i wykorzystaniu paszy przez ptaki (Tabela 8).

Tabela 8. Masa ciała i pobranie paszy w 28 dniu życia kurcząt brojlerów (n = 30)
(doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Masa ciała (g)	Pobranie paszy (g/dzień/szt.)	Wykorzystanie paszy (kg paszy/ kg przyrostu masy ciała)
Grupa żywieniowa			
Kontrolna	1135,0	65,1	1,67
Pszenica	1086,1	61,3	1,65
Jęczmień	1114,5	64,2	1,68
Udział badanych komponentów zbożowych			
Kontrolna	1135,0	65,1	1,67
30 %	1104,9	62,2	1,64
50 %	1095,7	63,3	1,69
SEM	12,170	0,936	0,023
Wartość p			
Grupa	0,263	0,170	0,512
Udział	0,716	0,589	0,364
Interakcja grupa* udział	0,015	0,298	0,361

W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna najniższą wartość średnią masy ciała wykazywały kurczęta otrzymujące ziarno pszenicy w mieszance pasz treściwych (1086 g), najwyższą natomiast ptaki grupy kontrolnej otrzymującej śrutę kukurydzianą i poekstrakcyjną śrutę sojową (1135 g). Najwyższą średnią wartość pobrania paszy stwierdzono w przypadku ptaków grupy kontrolnej (65,1 g/szt./dzień), najniższe natomiast w przypadku kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę pszenną (61,3 g/ szt./dzień). Jednak ptaki żywione śrutą pszenną

wykazywały najniższe średnie wykorzystanie paszy na kilogram przyrostu i wynosiło ono 1,65 kg paszy/kg przyrostu masy ciała. Najwyższe stwierdzono w przypadku ziarna jęczmienia 1,68 kg paszy/kg przyrostu. Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był udział procentowy ziarna zbóż najwyższą wartość średnią masy ciała i spożycia paszy (odpowiednio 1135 g i 65,1 g/szt./dzień) stwierdzono u ptaków grupy kontrolnej, najniższą natomiast (1105 g i 62,2 g/szt./dzień) dla ptaków grupy otrzymujących 30% ziarna zbóż w dawce pokarmowej. Najwyższe średnie wykorzystanie paszy stwierdzono w przypadku ptaków otrzymujących w dawce pokarmowej 50 % śruty pszennej i jęczmiennej (1,69 kg/kg przyrostu masy ciała) najniższą w przypadku 30% udziału tych komponentów w mieszance pasz treściwych (1,64 kg/kg przyrostu masy ciała).

Długości i masy wybranych odcinków przewodu pokarmowego

W trakcie dysekcji wypreparowano, zważono oraz zmierzono wybrane odcinki przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów (Tabela 9). Ptaki w poszczególnych grupach wykazywały zbliżoną średnią masę ciała i wynoszącą 1,12 kg/kg MM. W przypadku masy pustego wola i czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż stwierdzono najwyższą wartość średnią masy tego organu (4,3 g/kg MM) w przypadku ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną, najniższą natomiast w odniesieniu do kurcząt wydzielonej grupy kontrolnej (3,3 g/kg MM). Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był procentowy udział ziarna zbóż ptaki otrzymujące 50 % ziarna zbóż w diecie wykazały istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą średnią wartość masy pustego wola (4,6 g/kg MM) w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej i otrzymującymi 30 % ziarna zbóż (odpowiednio 3,3 i 4,1 g/kg MM). Analizując średnią wartość masy żołądka gruczołowego i czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi. Najlżejszy żołądek gruczołowy posiadały ptaki grupy kontrolnej (średnio 4,2 g/kg MM), najcięższy natomiast zwierzęta otrzymujące jęczmień w mieszance pasz treściwych (5,3 g/kg MM). Natomiast w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział zbóż wykazano wysoko istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą wartość średniej masy żołądka gruczołowego grupie ptaków otrzymujących 50 % ziarna zbóż w dawce pokarmowej (5,5 g/kg MM) w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej i otrzymujących 30 % ziarna (odpowiednio 4,2 i 4,6 g/kg MM). Masa żołądka mięśniowego była istotnie ($p \leq 0,01$) wyższa u ptaków otrzymujących w diecie ziarno jęczmienia (średnio 22,6 g/kg MM)

Tabela 9. Masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego ptaków w przeliczeniu na 1 kg masy metabolicznej (doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Masa ciała (kg/kg MM)	Masa (g/kg MM)				Długość (cm/kg MM)				Całkowita długość jelit (cm/kg MM)
		pustego wola	żołądka gruczołowego	żołądka mięśniowego	dwunastnicy	jelita czczego	jelita biodrowego	jelit ślepych	jelita grubego	
Grupa żywieniowa										
Kontrolna	1,12	3,3	4,2	22,1 ^a	22,0	55,8	56,9	25,5	6,0	165,7
Pszenica	1,13	4,1	4,9	19,7 ^{Bb}	22,2	55,3	54,9	24,8	5,5	163,1
Jęczmień	1,13	4,3	5,3	22,6 ^A	22,7	57,2	56,9	26,1	5,9	167,8
Udział badanych komponentów zbożowych										
Kontrolna	1,12	3,3 ^B	4,2 ^B	22,1	22,0	55,8	56,9 ^{ab}	25,5	6,0	165,7
30 %	1,12	3,8 ^B	4,6 ^B	21,1	22,2	55,7	54,4 ^b	25,3	5,8	163,5
50 %	1,13	4,6 ^A	5,5 ^A	21,1	22,7	56,8	57,3 ^a	25,6	5,5	167,3
SEM	0,014	0,134	0,142	0,394	0,269	0,597	0,657	0,328	0,113	1,747
Wartość p										
Grupa	0,897	0,222	0,125	0,001	0,454	0,172	0,155	0,099	0,148	0,078
Udział	0,786	0,004	0,002	0,983	0,464	0,446	0,043	0,688	0,315	0,137
Interakcja Grupa*										
Udział	0,114	0,697	0,32	0,201	0,168	0,856	0,278	0,833	0,549	0,687

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

w porównaniu z kurczętami żywionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę pszenną (19,7 g/kg MM), natomiast istotnie cięższy ($p \leq 0,05$) pomiędzy ptakami wydzielonej grupy kontrolnej (22,1 g/kg MM), a otrzymującymi w diecie ziarno pszenicy (19,7 g/kg MM). Odnosząc się do procentowego udziału ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najcięższy żołądek stwierdzono w przypadku kurcząt grupy kontrolnej (wartość średnia 22,1 g/kg MM) najlżejszy natomiast w przypadku ptaków otrzymujących zarówno 30 jak i 50 % udział zbóż w mieszance pasz treściwych (21,1 g/kg MM).

Tabela 10. Odczyn pH treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów (doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Wole	Jelito biodrowe
Grupa żywieniowa		
Kukurydza	5,94	6,87
Pszenica	5,89	6,80
Jęczmień	5,88	6,78
Kukurydza	5,92	6,87
30%	5,86	6,81
50%	5,99	6,77
SEM	0,091	0,074
Wartość p		
Grupa	0,312	0,218
Udział	0,847	0,765
Interakcja grupa * udział	0,117	0,082

W przypadku pomiarów długości jelit statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) różnice wykazano w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był udział komponentów zbożowych w mieszance pasz treściwych, stwierdzono istotnie wyższą wartość średnią długości jelita biodrowego u kurcząt otrzymujących w mieszance pasz treściwych 50 % udział ziarna (57,3 cm/kg MM) w porównaniu z ptakami otrzymującymi 30 % ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (54,4 cm/kg MM). W odniesieniu do pozostałych segmentów przewodu pokarmowego nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic średnich długości i w przypadku dwunastnicy jelita czczego, jelit ślepych i jelita grubego wartości średnie dla poszczególnych podgrup wynosiły odpowiednio 22,3; 56,5; 25,5 i 5,7 cm/kg MM.

Odczyn pH w treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów

Podczas pomiarów pH treści wola i jelita biodrowego nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi wartościami tego parametru w poszczególnych grupach żywieniowych (Tabela 10). Wartości te średnio wyniosły 5,91 i 6,82 odpowiednio w przypadku treści wola i jelita biodrowego.

Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów

W trakcie dyssekcji pobrana została treść jelita biodrowego, która posłużyła do wykonania analiz laboratoryjnych (analizy podstawowej i Van Soesta) w celu określenia koncentracji podstawowych składników pokarmowych, suchej masy, ADF, NDF i hemiceluloz w badanym materiale doświadczalnym (Tabela 11). W treści jelita biodrowego nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w koncentracji ww. składników. Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż najwyższą średnią wartość koncentracji suchej masy wykazywały kurczęta żywione mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (19,8 %), najniższą natomiast ptaki grupy kontrolnej (18,9 %). W przypadku procentowego udziału komponentów zbożowych najwyższą średnią wartość koncentracji suchej masy stwierdzono w przypadku kurcząt żywionych dietą z 50 % udziałem ziarna zbóż (20,0 %), najniższą natomiast podobnie jak w przypadku poprzedniego czynnika doświadczalnego wykazywała grupa kontrolna (18,9 %). Analizując koncentrację białka ogólnego w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj zbóż stwierdzono jej najwyższą wartość średnią w przypadku ptaków otrzymujących mieszankę pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę pszenną (15,61 %), najniższą natomiast w przypadku zwierząt żywionych dietą w oparciu o śrutę jęczmienną (14,19 %). W odniesieniu do czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział komponentów zbożowych w diecie najniższą wartość średnią koncentracji białka ogólnego stwierdzono w przypadku ptaków otrzymujących w diecie 50 % udziału ziarna zbóż (14,50 %), natomiast najwyższe stwierdzono w stosunku do ptaków grupy kontrolnej i żywionych mieszanką pasz treściwych z 30 % udziałem ziarna zbóż (odpowiednio 15,29 i 15,23 %).

Tabela 11 . Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów (doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Sucha masa	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	BAW	Włókno surowe	NDF	ADF	Hemicelulozy
Grupa żywieniowa								
Kukurydza	18,92	15,29	2,12	62,43	8,99	28,10	10,16	17,94
Pszenica	19,61	15,61	1,79	61,73	9,18	27,91	10,46	17,45
Jęczmień	19,83	14,19	1,97	63,13	9,44	29,90	11,06	18,84
Udział badanych komponentów zbożowych								
Kukurydza	18,92	15,29	2,12	62,43	8,99	28,10	10,16	17,94
30%	19,54	15,23	2,05	61,54	9,28	29,44	10,92	18,51
50%	20,02	14,50	1,75	62,50	9,30	28,20	10,50	17,70
SEM	0,252	0,601	0,079	2,492	0,368	1,144	0,422	0,722
Wartość p								
Grupa	0,805	0,071	0,267	0,342	0,530	0,197	0,295	0,201
Udział	0,377	0,628	0,085	0,241	0,725	0,759	0,830	0,748
Interakcja grupa * udział	0,644	0,619	0,001	0,788	0,294	0,057	0,100	0,065

Nie stwierdzono istotnych różnic między wartościami średnimi.

Rozpatrując koncentrację tłuszczu surowego w treści jelit stwierdzono jego najniższą wartość w odniesieniu do ptaków żywionych dietą zawierającą śrutę pszenną (1,79 %), natomiast najwyższa została stwierdzona w stosunku do kurcząt grupy kontrolnej (2,12 %). Analizując drugi czynnik doświadczalny najwyższą średnią wartość koncentracji tego składnika pokarmowego stwierdzono również w przypadku grupy kontrolnej kurcząt (2,12 %), najniższą natomiast w odniesieniu do ptaków otrzymujących w diecie 50 % udziału ziarna zbóż (1,75 %). W przypadku BAW, wartości średnie koncentracji tego składnika pokarmowego w poszczególnych grupach doświadczalnych były do siebie zbliżone i średnio wyniosły 62,30 %. Rozpatrując koncentrację włókna surowego, NDF, ADF i hemiceluloz najniższe średnie wartości koncentracji tych składników pokarmowych były wyrównane i wyniosły odpowiednio 9,20; 28,61; 10,54 i 18,06 %.

Strawność jelitowa poszczególnych składników pokarmowych

W trakcie dysekcji zostały pobrane próbki treści służące do określenia strawności jelitowej podstawowych składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (Tabela 12). Rozpatrując współczynniki pozornej strawności suchej masy stwierdzono istotnie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,01$) tego parametru w przypadku treści jelitowej ptaków otrzymujących w diecie śrutę pszenną (67,5 %) w porównaniu z kurczętami żywionymi mieszanką pasz treściwych opartą o śrutę jęczmienną (60,4 %). Natomiast w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział ziarna zbóż wartości współczynnika pozornej strawności suchej masy wynosiła średnio 63,8 % dla wszystkich grup w doświadczeniu. Współczynnik strawności pozornej białka ogólnego był na zbliżonym poziomie i wynosił około 50 % w poszczególnych grupach doświadczalnych.

Rozpatrując tłuszcz surowy stwierdzono istotnie wyższą ($p \leq 0,05$) średnią wartość współczynnika strawności pozornej tego składnika pokarmowego w przypadku kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych ze śrutą jęczmienną (85,3 %) w porównaniu ptakami karmionymi dietą w oparciu o śrutę pszenną (81,7 %), natomiast biorąc pod uwagę czynnik jakim był procentowy udział ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych określono statystycznie istotną różnicę pomiędzy średnią wartością współczynnika strawności pozornej w odniesieniu do zwierząt żywionych dietą z 50 % udziałem ziarna zbóż (85,8 %), a ptakami karmionymi dietą z udziałem 30 % ziarna zbóż i grupą kontrolną (w obu przypadkach po 81,2 %).

Tabela 12. Współczynniki strawności pozornej składników pokarmowych na poziomie jelita biodrowego kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności							
	suchej masy	białka ogólnego	tłuszczu surowego	BAW	włókna surowego	NDF	ADF	hemiceluloz
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	63,5 ^{AB}	54,6	81,2 ^a	61,1 ^a	3,1	36,4	3,7	46,6 ^{ab}
Pszenica	67,5 ^A	50,7	81,7 ^a	66,1 ^A	1,3	43,6	4,0	54,7 ^a
Jęczmień	60,4 ^B	49,4	85,3 ^b	54,1 ^{Bb}	5,0	33,9	7,8	43,3 ^b
Udział badanych komponentów zbożowych								
Kontrolna	63,5	54,6	81,2 ^a	61,1	3,1	36,4 ^{ab}	3,7 ^{ab}	46,6 ^{ab}
30%	63,8	48,3	81,2 ^a	60,7	-2,4	33,0 ^b	-3,6 ^b	44,3 ^b
50%	64,1	51,9	85,8 ^b	59,5	8,7	44,5 ^a	15,4 ^a	53,7 ^a
SEM	0,850	1,123	0,867	1,265	3,177	2,517	3,789	2,301
Wartość p								
Grupa	0,000	0,807	0,020	0,000	0,613	0,059	0,626	0,015
Udział	0,805	0,059	0,005	0,506	0,138	0,026	0,021	0,041
Interakcja grupa* udział	0,517	0,236	0,208	0,900	0,497	0,061	0,083	0,064

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

Najniższa średnią wartość współczynnika rozkładu włókna surowego w przypadku ziarna zbóż stwierdzono w stosunku do ptaków żywionych dietą opartą o śrutę pszenną (1,3 %), najwyższą natomiast wśród kurcząt żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (5,0 %). Natomiast rozpatrując procentowy udział ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najniższa średnia wartość współczynnika rozkładu włókna surowego stwierdzona została dla zwierząt otrzymujących w diecie ziarno zbóż w udziale 30% (- 2,4%) najwyższą natomiast dla udziału 50 % (8,7 %) co może częściowo świadczyć o tym, że w przypadku mieszanki pasz treściwej zawierającej ziarno w dużym udziale wzrasta współczynnik rozkładu włókna surowego. Stwierdzono istotnie statystycznie wyższe ($p \leq 0,05$) wartości średnie współczynnika rozkładu dla NDF i ADF pomiędzy 50 % udziałem ziarna zbóż w diecie ptaków (odpowiednio 44,5 i 15,4 %) , a 30 % udziałem ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (odpowiednio 33,0 i -3,6 %). Wykazano statystycznie istotnie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,05$) współczynnika rozkładu hemiceluloz w przypadku kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych zawierającą śrutę pszenną (54,7 %) w porównaniu ptakami żywionymi dietą na bazie śruty jęczmiennej (43,3 %). Również w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział ziarna zbóż statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą wartość średnią współczynnika rozkładu hemiceluloz stwierdzono w odniesieniu do zwierząt żywionych mieszanką pasz treściwych z 50% udziałem ziarna zbóż (53,7 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w diecie 30 % udział ziarna zbóż. . Ponadto ptaki otrzymujące w mieszance pasz treściwych śrutę pszenną wykazywały wysoko istotnie wyższą średnią ($p \leq 0,01$) wartość współczynnika strawności związków bezazotowych wyciągowych (66,1 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w diecie śrutę jęczmienną (54,1%).

Pozorna strawność kałowa poszczególnych składników pokarmowych

W trakcie doświadczenia bilansowego zostały pobrane próbki kałomoczu, które następnie posłużyły do określenia współczynników strawności kałowej (Tabela 13). W przypadku suchej masy zarówno kurczęta otrzymujące w mieszance pasz treściwych 50 % udział zbóż jak i ptaki grupy kontrolnej wykazywały wysoko istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) średnią wartość współczynnika strawności pozornej tego składnika (odpowiednio 64,5 i 65,5 %) w porównaniu z 30 % udziałem ziarna w mieszance pasz treściwych (60,7 %). Rozpatrując białko ogólne wartości współczynników strawności pozornej tego składnika pokarmowego były wyrównane we wszystkich grupach i wyniosły średnio około 79 %.

Wyższa zawartość oleju sojowego w dawce mogła spowodować to, że średnia wartość współczynnika strawności pozornej tłuszczu surowego w jelicie biodrowym ptaków żywionych dietą z 50 % udziałem ziarna zbóż wynosząca 92,3% różniła się istotnie ($p \leq 0,01$) w porównaniu z wartością tego parametru w przypadku kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych z 30% udziałem ziarna zbóż i zwierząt wydzielonej grupy kontrolnej (odpowiednio 89,4 i 86,2 %).

W przypadku włókna surowego stwierdzono istotnie statystycznie różnice ($p \leq 0,01$) pomiędzy średnią wartością współczynnika rozkładu tego składnika pokarmowego dla kurcząt grupy kontrolnej i ptaków żywionych dietą z 50 % udziału ziarna zbóż (odpowiednio 14,2 i 11,8 %), a zwierzętami otrzymującymi mieszankę pasz treściwych z 30 % udziałem ziarna zbóż (- 1,2 %). Podobnie sytuacja wyglądała z średnimi wartościami współczynników rozkładu NDF i ADF były one istotnie wyższe ($p \leq 0,01$) w przypadku ptaków grupy kontrolnej i kurcząt otrzymujących w diecie 50% udziału ziarna zbóż (dla NDF odpowiednio 45,5 i 48,2 %, natomiast dla ADF odpowiednio 8,0 i 11,3 %), w porównaniu z 30 % udziałem zbóż odpowiednio 34,9 % dla NDF oraz - 7,4 % dla ADF.

Stwierdzono istotnie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,05$) współczynnika strawności związków bezazotowych wyciągowych w przypadku kałomoczu ptaków grupy kontrolnej i kurcząt żywionych mieszankami pasz treściwych z 50 % udziału ziarna zbóż (odpowiednio 76,9 i 76,0 %), a zwierzętami otrzymującymi w diecie zboża w udziale 30 % (72,8 %).

Tabela 13. Współczynniki strawności pozornej całkowitej (kałowej) składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie I).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności							
	suchej masy	białka ogólnego	tłuszczu surowego	BAW	włókna surowego	NDF	ADF	hemiceluloz
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	65,5	78,6	86,2	76,9	14,2	45,5	8,0 ^A	57,2
Pszenica	63,2	79,8	90,8	74,3	3,8	41,5	-4,9 ^B	54,6
Jęczmień	62,0	78,4	90,9	74,5	6,8	41,6	8,7 ^A	53,5
Kontrolna	65,5 ^A	78,6	86,2 ^{Cb}	76,9 ^a	14,2 ^A	45,5 ^A	8,0 ^A	57,2 ^A
30%	60,7 ^B	78,3	89,4 ^{Ba}	72,8 ^b	-1,2 ^B	34,9 ^B	-7,4 ^B	48,2 ^B
50%	64,5 ^A	79,9	92,3 ^A	76,0 ^a	11,8 ^A	48,2 ^A	11,3 ^A	59,9 ^A
SEM	0,666	0,477	0,631	0,784	2,256	1,387	2,430	1,226
Wartość p								
Grupa	0,913	0,172	0,905	0,437	0,481	0,965	0,000	0,507
Udział	0,001	0,138	0,002	0,008	0,005	0,000	0,000	0,000
Interakcja grupa* udział	0,407	0,133	0,000	0,010	0,147	0,627	0,661	0,581

Litery A, B, C w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

4.2. Doświadczenie II

Parametry produkcyjne

W 28 dniu doświadczenia kurczęta brojlery zostały zważone, nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w masie ciała pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi ptaków (Tabela 14).

Tabela 14. Masa ciała i pobranie paszy w 28 dniu życia kurcząt brojlerów (n = 30)
(doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Masa ciała (g)	Pobranie paszy (g/szt./dzień)	Wykorzystanie paszy (kg paszy/ kg przyrostu)
Grupa żywieniowa			
Kontrolna	1143,1	66,7 ^a	1,71 ^a
Pszenica	1150,7	67,3 ^a	1,70 ^a
Jęczmień	1141,9	59,8 ^b	1,54 ^b
Udział komponentów zbożowych			
Kontrolna	1143,1	66,7	1,71
30%	1177,8	65,0	1,61
50%	1114,8	62,1	1,64
Łuska			
Kontrolna	1143,1	66,7	1,71
1%	1151,0	66,5	1,68
2%	1178,4	60,3	1,50
3%	1143,5	63,8	1,64
SEM	20,712	1,473	0,035
Wartość P			
Zboże	0,830	0,036	0,033
Udział	0,138	0,406	0,720
Łuska	0,987	0,338	0,280
Zboże*Udział	0,046	0,433	0,414
Zboże*Łuska	0,132	0,640	0,286
Udział*Łuska	0,038	0,814	0,227

Litery a, b w kolumnach oznaczają różnice istotne; przy $p \leq 0,05$

Najwyższą średnią wartość tego parametru wykazywały kurczęta żywione w mieszance pasz treściwych śrutą pszenną (1150,7 g), najniższą natomiast otrzymujące w diecie śrutę jęczmienną (1141,9 g). Rozpatrując procentowy udział komponentów zbożowych w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią wartość masy ciała stwierdzono u kurcząt

karmionych dietą z 30 % udziałem ziarna zbóż (1177,8 g), najniższą natomiast w stosunku do ptaków grupy kontrolnej (1143,1 g). Dwu procentowy dodatek łuski owsianej do diety ptaków spowodował osiągnięcie przez nie najwyższej masy ciała (1178, 4 g), natomiast kurczęta karmione mieszanką pasz treściwych nie zawierającą w swym składzie tego komponentu strukturalnego wykazywały najniższą masę ciała (1143,1 g).

W przypadku pobrania paszy stwierdzono statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą wartość średnią tego parametru w odniesieniu do ptaków otrzymujących w diecie śrutę pszenną (67,3 g/szt./dzień) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w diecie śrutę jęczmienną (59,8 g/szt./dzień). Rozpatrując procentowy udział ziarna zbóż w diecie stwierdzono najwyższą wartość średnią pobrania paszy w stosunku do wydzielonej grupy kontrolnej (66,7 g/szt./dzień), najniższą natomiast w odniesieniu do ptaków otrzymujących w mieszance pasz treściwych 50 % udział ziarna zbóż (62,1 g/szt./dzień). Analizując procentowy udział łuski owsianej w diecie stwierdzono najwyższą wartość średnią pobrania paszy w przypadku do kurcząt grupy kontrolnej i otrzymujących w mieszance pas treściwych 1 % tego komponentu strukturalnego (odpowiednio 66,7 i 66,5 g/szt./dzień), najniższą natomiast w odniesieniu do ptaków żywionych dietą zawierającą 2 % łuski owsianej.

Stwierdzono statystycznie istotnie wyższą ($p \leq 0,05$) wartość średnią wykorzystania paszy w przypadku ptaków grupy kontrolnej i otrzymujących w diecie śrutę pszenną (odpowiednio 1,71 i 1,70 kg paszy/ kg przyrostu masy ciała) w porównaniu z ptakami żywionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną (1,54 kg paszy/kg przyrostu masy ciała). W przypadku procentowego udziału ziarna zbóż i procentowego udziału łuski owsianej w diecie najwyższą średnią wartość wykorzystania paszy stwierdzono w stosunku do ptaków grupy kontrolnej (1,71 kg paszy/kg przyrostu masy ciała), najniższe natomiast w odniesieniu do 30 % udziału ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (1,61 kg paszy/ kg przyrostu masy ciała) i 2 % udziałem łuski owsianej w diecie (1,50 kg paszy/ kg przyrostu masy ciała).

Długości i masy wybranych odcinków przewodu pokarmowego

W trakcie dysekcji zważono i zmierzono wybrane segmenty przewodu pokarmowego, (Tabela 13). Wybrane do dysekcji ptaki we wszystkich podgrupach wykazywały zbliżoną średnią wartość masy ciała wynoszącą średnio odpowiednio 1,2 i 1,13 kg/kg MM.

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic ($p > 0,05$) w przypadku mas wybranych odcinków przewodu pokarmowego. Najniższą średnią wartość masy wola bez treści wykazano w przypadku grupy kontrolnej (3,7 g/kg MM), najwyższą natomiast w przypadku kurcząt otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (4,2 g/kg MM). Najwyższą średnią masę żołądka gruczołowego i mięśniowego (odpowiednio 5,3 i 23,6 g/kg MM) stwierdzono w grupie ptaków otrzymujących w mieszance pasz treściwych śrutę jęczmienną, najniższą natomiast w przypadku kurcząt żywionych dietą z udziałem śruty pszennej (odpowiednio 5,0 i 21,8 g/kg MM). W przypadku czynnika jakim był udział ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najwyższą wartość średnią masy wola bez treści określono w przypadku 30% udziału zbóż (4,1 g/kg MM) w mieszance pasz treściwych, najniższą natomiast zanotowano w przypadku ptaków grupy kontrolnej (3,7 g/kg MM). Najcięższy żołądek gruczołowy stwierdzono w przypadku kurcząt grupy kontrolnej i otrzymujących 50% zboża w diecie (odpowiednio wartości średnie 5,1 i 5,2 g/kg MM), najlżejszy natomiast wykazano w przypadku ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych z 30% udziałem zbóż (5,0 g/kg MM). Odnosząc się do żołądka mięśniowego najwyższą wartość średnią masy tego organu stwierdzono w przypadku zwierząt otrzymujących w diecie 30% udziału ziarna zbóż (22,8 g/kg MM), natomiast najniższą masę żołądka mięśniowego wykazano w odniesieniu do ptaków wydzielonej grupy kontrolnej (22,3 g/kg MM). W przypadku czynnika jakim był procentowy udział łuski owsianej średnio najcięższe wole bez treści, żołądek gruczołowy i mięśniowy (odpowiednio 4,3; 5,2 i 23,3 g/kg MM) stwierdzono u kurcząt przy zastosowaniu 2% łuski w mieszance pasz treściwych. Najniższą wartość średnią masy wola wykazano w przypadku 1% udziału łuski owsianej w diecie (3,5 g/kg MM). W przypadku żołądka gruczołowego najniższą średnią wartość masy tego organu stwierdzono w odniesieniu do 3 % udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych (5,0 g/kg MM), najwyższą natomiast określono w stosunku do ptaków otrzymujących 1 i 2 % udziału komponentu celulozowo – ligninowego w diecie (5,2 g/kg MM).

W przypadku długości poszczególnych segmentów przewodu pokarmowego i czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj zbóż najwyższą średnią wartość długości dwunastnicy wykazano w przypadku ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (20,6 cm/kg MM), najkrótszą natomiast w odniesieniu kurcząt żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą ziarno pszenicy 19,6 cm/kg MM. Biorąc pod uwagę procentowy udział ziarna w diecie stwierdzono, że wartość średnia długości dwunastnicy ptaków otrzymujących w diecie 30 % udziału zbóż jest wyższa (20,5 cm/kg MM)

Tabela 15. Masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego ptaków w przeliczeniu na 1 kg masy metabolicznej(doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Masa ciała (kg/kg MM)	Masa (g/ kg MM)			Długość (cm/kg MM)					Całkowita długość jelit (cm/kg MM)
		pustego wola	żołądka gruczołowego	żołądka mięśniowego	dwunastnicy	jelita czczego	jelita biodrowego	jelit ślepych	jelita grubego	
Grupa żywieniowa										
Kontrolna	1,22	3,7	5,1	22,3 ^{ab}	19,8 ^b	52,8	52,6	25,7	4,7	155,7
Pszenica	1,22	3,8	5,0	21,8 ^b	19,6 ^b	53,8	53,0	25,4	4,9	156,1
Jęczmień	1,19	4,2	5,3	23,6 ^a	20,6 ^a	54,5	54,6	26,2	5,1	160,8
Udział badanych komponentów zbożowych										
Kontrolna	1,22	3,7	5,1	22,3	19,8	52,8	52,6	25,7	4,7	155,7
30%	1,22	4,1	5,0	22,8	20,5	53,6	53,4	25,4	5,0	157,8
50%	1,18	3,9	5,2	22,6	19,7	54,7	54,1	26,2	4,9	159,1
Łuska owsiana										
Kontrolna	1,22	3,7	5,1	22,3	19,8	52,8	52,6	25,7	4,7	155,7
1%	1,21	3,5	5,2	22,2	20,6	54,5	54,4	26,0	5,0	159,5
2%	1,21	4,2	5,2	23,3	20,1	54,7	55,0	25,7	4,8	160,6
3%	1,19	4,3	5,0	22,7	19,7	53,3	52,0	25,7	5,0	154,8
SEM	0,019	0,16	0,086	0,33	0,241	0,765	0,829	0,337	0,106	1,375
Wartość p										
Grupa	0,368	0,239	0,245	0,025	0,048	0,518	0,330	0,179	0,430	0,255
Udział	0,280	0,740	0,362	0,842	0,140	0,303	0,648	0,162	0,673	0,992
Łuska	0,914	0,208	0,787	0,517	0,351	0,548	0,254	0,919	0,759	0,090
Grupa*Udział	0,168	0,269	0,762	0,831	0,575	0,410	0,290	0,327	0,147	0,894
Grupa*Łuska	0,027	0,707	0,151	0,672	0,145	0,001	0,024	0,038	0,529	0,085
Udział*Łuska	0,017	0,920	0,817	0,785	0,512	0,000	0,028	0,107	0,884	0,189
Grupa*Udział*Łuska	0,490	0,276	0,390	0,441	0,228	0,186	0,650	0,013	0,400	0,185

Litery a, b w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,05$

w stosunku do średniej długości tego segmentu przewodu pokarmowego u kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych z 50 % udziałem ziarna zbóż (19,7 cm/kg MM). W odniesieniu do czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej stwierdzono najwyższą wartość średnią długości dwunastnicy w przypadku 1% udziału tego komponentu w diecie kurcząt brojlerów (20,6 cm/kg MM), natomiast najkrótszą w odniesieniu do 3 % udziału łuski w mieszance pasz treściwych (19,7 cm/kg MM). Długości jelit czczego i biodrowego w przypadku poszczególnych czynników doświadczalnych były zbliżone i oscylowały średnio wokół średniej wartości 53,5 cm/kg MM. Podobnie sumaryczna długość jelit ślepych w badanych grupach wynosiła średnio około 25,7 cm/kg MM, natomiast jelita grubego 4,9 cm/kg MM. Nie stwierdzono większych różnic w całkowitej długości jelit pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi w obrębie badanych czynników doświadczalnych, a wartości te wynosiły średnio 157 cm/kg MM.

Tabela 16. Odczyn pH w treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów (doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Wole	Jelito biodrowe
Grupa żywieniowa		
Kukurydza	5,82	6,81
Pszenica	5,88	6,75
Jęczmień	5,88	6,81
Udział badanych komponentów zbożowych		
Kontrolna	5,84	6,81
30 %	5,88	6,83
50 %	5,92	6,89
Łuska owsiana		
Kontrolna	5,90	6,81
1 %	5,81	6,77
2 %	5,85	6,79
3 %	6,00	6,77
SEM	0,071	0,088
Wartość p		
Grupa	0,312	0,218
Udział	0,847	0,765
Łuska	0,117	0,082
Grupa *udział	0,017	0,017
Grupa *łuska	0,312	0,218
Udział*łuska	0,847	0,765
Grupa *udział*łuska	0,117	0,082

Odczyn pH w treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów

Również w drugim doświadczeniu nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi w poszczególnych grupach w obrębie badanych czynników doświadczalnych w wolu i jelicie cienkim kurcząt brojlerów (Tabela 16). Średnie wartości pH wyniosły 5,82 i 6,80 odpowiednio dla treści wola i jelita biodrowego.

Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów

Podczas analizy treści pobranej z jelita biodrowego nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi wartościami koncentracji poszczególnych składników (Tabela 17). Średnie wartości koncentracji: suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego i BAW były do siebie zbliżone we wszystkich grupach doświadczalnych i wyniosły odpowiednio 17,70; 14,90; 1,61 i 57,78 %. Podobnie sytuacja kształtowała się w przypadku średnich wartości koncentracji włókna surowego w przypadku dwóch czynników doświadczalnych: rodzaju ziarna zbóż i udziału procentowego ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych, wartości te były zbliżone i wyniosły 11,89 %. Większe różnice odnotowano w odniesieniu do trzeciego czynnika doświadczalnego (udziału łuski owsianej), gdzie najwyższą średnią wartość koncentracji włókna surowego stwierdzono w stosunku do ptaków otrzymujących w diecie 3 % udział łuski owsianej (12,64 %), natomiast najniższą w odniesieniu do kurcząt żywionych mieszanką pasz treściwych z 1% udziałem łuski owsianej (11,74 %). Rozpatrując koncentrację NDF w treści jelita biodrowego kurcząt brojlerów stwierdzono najniższą jej średnią wartość w stosunku do wszystkich czynników doświadczalnych w przypadku ptaków grupy kontrolnej (33,54 %), najwyższe zostały odnotowane w grupach ptaków żywionych dietą: opartą o śrutę jęczmienną (35,94 %), zawierającą w swym składzie 50 % ziarna zbóż (35,06 %) i taką w której udział łuski owsianej wynosił 3 % (36,61 %). W przypadku koncentracji ADF, wartości średnie były zbliżone w poszczególnych grupach doświadczalnych w obrębie dwóch czynników doświadczalnych, tj. rodzaju ziarna zbóż i i udziału procentowego ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych i wyniosły średnio 14,72 %. Odnosząc się trzeciego czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie, najwyższą średnią wartość koncentracji ADF w treści jelita biodrowego wykazywały kurczęta otrzymujące w mieszance pasz treściwych 3 % łuski owsianej (16,55 %), najniższą natomiast ptaki żywione dietą z 1 % udziałem łuski owsianej (14,44 %). W przypadku hemiceluloz najniższą średnią

Tabela 17 . Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Sucha masa	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	BAW	Włókno surowe	NDF	ADF	Hemicelulozy
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	17,53	14,63	1,49	57,71	12,23	33,54	15,20	18,34
Pszenica	17,72	14,80	1,69	57,63	11,81	34,12	14,69	19,44
Jęczmień	17,84	15,39	1,63	57,87	11,63	34,94	14,27	20,67
Udział badanych komponentów zbożowych								
Kontrolna	17,53	14,63	1,49	57,71	12,23	33,54	15,20	18,34
30%	17,77	14,66	1,63	58,43	11,69	34,21	14,16	20,06
50%	17,58	15,57	1,70	57,39	11,76	35,06	14,83	20,34
Łuska owsiana								
Kontrolna	17,53	14,63	1,49	57,71	12,23	33,54	15,20	18,34
1%	17,79	15,45	1,63	57,87	11,74	35,39	14,44	20,90
2%	18,12	14,86	1,88	56,91	11,82	34,97	15,52	19,50
3%	17,45	14,89	1,44	58,62	12,64	36,61	16,55	20,06
SEM	0,154	0,598	0,064	2,311	0,479	1,384	0,600	0,784
Wartość p								
Grupa	0,622	0,19	0,931	0,812	0,774	0,38	0,659	0,106
Udział	0,523	0,173	0,931	0,244	0,905	0,722	0,472	0,901
Łuska	0,221	0,358	0,359	0,860	0,353	0,054	0,062	0,240
Grupa *udział	0,069	0,608	0,054	0,004	0,407	0,873	0,403	0,334
Grupa *łuska	0,089	0,009	0,122	0,590	0,943	0,608	0,277	0,143
Udział*łuska	0,179	0,064	0,978	0,171	0,193	0,338	0,351	0,525
Grupa *udział*łuska	0,548	0,344	0,773	0,415	0,076	0,658	0,877	0,599

Nie stwierdzono istotnych różnic między wartościami średnimi.

wartość koncentracji tego składnika w treści jelita biodrowego w obrębie trzech badanych czynników doświadczalnych wykazywały kurczęta grupy kontrolnej (18,34 %), natomiast najwyższe ptaki żywione mieszankami pasz treściwych: z udziałem jęczmienia (20,67 %), 50 % udziałem ziarna zbóż (20,34 %) i 1 % udziałem łuski owsianej (20,90 %).

Pozorna strawność jelitowa składników pokarmowych

W trakcie dyssekcji pobrane zostały próbki treści z jelita biodrowego na podstawie których określono strawność jelitową (Tabela 18). Stwierdzono statystycznie wyższą wartość średnią współczynnika strawności pozornej suchej masy ($p \leq 0,01$) w przypadku ptaków grupy kontrolnej i tych które otrzymywały w mieszance pasz treściwych śrutę pszeną (odpowiednio 68,4 i 68,0 %), a żywionymi dietą zawierającą śrutę jęczmienną (64,4 %). W przypadku czynników doświadczalnych jakimi były procentowy udział ziarna zbóż i procentowy udział łuski owsianej najwyższą średnią wartość współczynnika strawności pozornej suchej masy stwierdzono w przypadku zwierząt grupy kontrolnej (68,4 %), natomiast najniższą w odniesieniu do ptaków karmionych dietą z 50 % udziałem ziarna zbóż (65,3 %) i 1% udziałem łuski owsianej (65,8 %).

W przypadku współczynnika strawności pozornej białka ogólnego najwyższą średnią wartość tego parametru odnotowano w przypadku wszystkich czynników doświadczalnych w odniesieniu do kurcząt grupy kontrolnej (66,7 %) przy czym stwierdzono wysoko istotnie wyższe wartości średnie współczynników strawności pozornej ($p \leq 0,01$) w przypadku kurcząt grupy kontrolnej i ptaków otrzymujących w mieszance pasz treściwych 1% łuski owsianej (odpowiednio 66,7 i 64,1 %) w porównaniu z 3 % udziałem łuski zawartej w diecie (56,7 %).

Analizując współczynniki strawności pozornej tłuszczu surowego wszystkie wartości w poszczególnych grupach były do siebie zbliżone i wyniosły średnio 92,5 %. Stwierdzono istotnie statystycznie ($p \leq 0,01$) niższą średnią wartość współczynnika strawności BAW w przypadku ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (61,2 %) w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej i otrzymującymi mieszankę pasz treściwych zawierającą śrutę pszeną (odpowiednio 70,3 i 69,4 %). Zarówno w przypadku procentowego udziału zbóż i procentowego udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią wartość współczynnika strawności BAW stwierdzono w przypadku ptaków grupy kontrolnej (70,3 %).

Rozpatrując współczynnik rozkładu włókna surowego stwierdzono statystycznie niższą wartość średnią ($p \leq 0,05$) tego parametru w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej i otrzymujących w mieszance pasz treściwych śrutę pszeną (odpowiednio 0,6 i – 3,6 %), a kurczętami otrzymującymi w diecie śrutę jęczmienną (7,5 %). Również w przypadku procentowego udziału zbóż w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie niższą średnią wartość współczynnika rozkładu tego składnika pokarmowego ($p \leq 0,05$) w przypadku zwierząt otrzymujących 50 % udziału ziarna zbóż w diecie (– 4,8 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi mieszankę kontrolną i zawierającą 30% udział zbóż (odpowiednio 0,6 i 8,8 %). Odnosząc się do procentowego udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych stwierdzono najwyższą średnią wartość współczynnika rozkładu włókna surowego w przypadku 3 % udziału łuski owsianej w diecie kurcząt (8,6 %), natomiast najniższą wartość odnotowano w stosunku do 1 % tego składnika mieszance pasz treściwych (– 4,9 %). W przypadku współczynnika rozkładu NDF najwyższą jego średnią wartość stwierdzono w przypadku ptaków otrzymujących w diecie śrutę pszeną (43,4 %), najniższą natomiast w odniesieniu do zwierząt grupy kontrolnej (33,5 %). Również w przypadku procentowego udziału ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najniższą wartość współczynnika rozkładu NDF stwierdzono w przypadku ptaków grupy kontrolnej (średnio 33,5 %), najwyższą natomiast zanotowano w stosunku do kurcząt otrzymujących 30 % udziału ziarna zbóż w diecie (39,4 %). Analizując procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych stwierdzono najwyższą wartość średnią współczynnika rozkładu NDF w przypadku zwierząt otrzymujących 3 % udziału tego komponentu w mieszance pasz treściwych (46,2 %), najniższą natomiast zanotowano w odniesieniu do 1 % udziału łuski owsianej w diecie (30,5 %). Rozpatrując współczynnik rozkładu ADF w odniesieniu do rodzaju ziarna zbóż stwierdzono najwyższą średnią wartość tego parametru w przypadku kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (9,4 %); najniższa średnia wartość tego parametru została odnotowana w stosunku do ptaków grupy kontrolnej (6,9 %). Również w przypadku procentowego udziału ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najniższą wartość współczynnika rozkładu ADF stwierdzono w przypadku zwierząt grupy kontrolnej (6,9 %), natomiast najwyższą w odniesieniu do ptaków otrzymujących 30 % ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (10,1 %). Analizując procentowy udział łuski owsianej w paszy stwierdzono statystycznie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,05$) współczynnika rozkładu ADF w przypadku 3 % udziału tego komponentu w paszy (21,8 %), w porównaniu z 1 i 2 % udziałem łuski owsianej w diecie kurcząt brojlerów (odpowiednio 3,0 i 2,5 %). Rozpatrując współczynnik rozkładu hemiceluloz stwierdzono

Tabela 18. Współczynniki strawności pozornej składników pokarmowych na poziomie jelita biodrowego kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności							
	suchej masy	białka ogólnego	tłuszczu surowego	BAW	włókna surowego	NDF	ADF	hemiceluloz
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	68,4 ^A	66,7	91,8	70,3 ^A	0,6 ^a	33,5	6,9	46,3
Pszenica	68,0 ^A	58,6	92,2	69,4 ^A	-3,6 ^a	43,3	8,8	41,9
Jęczmień	64,4 ^B	60,6	93,8	61,2 ^B	7,5 ^b	34,8	9,4	39,3
Udział badanych komponentów zbożowych								
Kontrolna	68,4	66,7	91,8	70,3	0,6 ^a	33,5	6,9	46,3
30%	67,1	60,0	92,9	66,4	8,8 ^a	39,4	10,1	40,3
50%	65,3	59,2	93,1	64,3	-4,8 ^b	38,6	8,1	41,0
Łuska owsiana								
Kontrolna	68,4	66,7 ^A	91,8	70,3	0,6	33,5	6,9 ^{ab}	46,3
1%	65,8	64,1 ^{Aa}	92,8	65,0	-4,9	30,5	3,0 ^b	32,0
2%	66,2	58,1 ^b	92,1	65,9	2,1	40,4	2,5 ^b	44,5
3%	66,6	56,7 ^B	94,1	65,2	8,6	46,2	21,8 ^a	45,4
SEM	0,792	1,213	0,616	1,109	3,277	2,947	2,847	3,098
Wartość p								
Grupa	0,033	0,209	0,242	0,000	0,042	0,164	0,904	0,164
Udział	0,255	0,612	0,833	0,271	0,015	0,900	0,708	0,900
Łuska	0,908	0,002	0,466	0,917	0,121	0,116	0,014	0,116
Grupa*udział	0,034	0,002	0,048	0,098	0,000	0,065	0,012	0,065
Grupa*łuska	0,113	0,002	0,118	0,288	0,853	0,189	0,746	0,189
Udział*łuska	0,394	0,073	0,969	0,368	0,650	0,257	0,266	0,257
Grupa*udział*łuska	0,74	0,18	0,766	0,726	0,132	0,468	0,838	0,468

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

najwyższą wartość tego parametru w przypadku ptaków grupy kontrolnej (wartość średnia 46,3 %), najniższą natomiast w przypadku ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (39,3 %), 30 % ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (40,3 %) lub 1% łuski (32,0 %).

Pozorna strawność kałowa poszczególnych składników pokarmowych

W dniach od 24 do 28 życia kurcząt pobrano próbki kałomoczu, które posłużyły do określenia strawności kałowej (Tabela 19). Wykazano wysoko istotnie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,01$) strawności pozornej suchej masy w przypadku ptaków grupy kontrolnej (74,2 %) w porównaniu z kurczętami karmionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną (66,6 %). Rozpatrując udział procentowy ziarna zbóż również najwyższą wartość średnią współczynnika pozornej strawności suchej masy stwierdzono u zwierząt grupy kontrolnej (74,2 %), najniższy natomiast u kurcząt otrzymujących ziarno zbóż w diecie w udziale 30 % i 50 % (odpowiednio 68,4 i 68,5 %). W odniesieniu do procentowego udziału łuski owsianej w diecie stwierdzono statystycznie istotnie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,01$) współczynnika pozornej strawności suchej masy w przypadku kurcząt grupy kontrolnej (74,2 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi 3% udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych (66,7 %). Wykazano również istotnie wyższy ($p \leq 0,05$) współczynnik strawności pozornej pomiędzy grupą kontrolną (średnio 74,2 %), a kurczętami otrzymującymi 2 % udział łuski owsianej w diecie (67,8 %). Współczynniki pozornej strawności białka ogólnego w poszczególnych grupach były w przypadku wszystkich czynników doświadczalnych zbliżone i wynosiły średnio około 80,5 %.

Analizując współczynnik strawności pozornej tłuszczu surowego w zależności od udziału procentowego łuski owsianej stwierdzono jego istotnie niższą średnią wartość ($p \leq 0,05$) w przypadku 2 % udziału tego komponentu strukturalnego w mieszance pasz treściwych (89,3 %) w porównaniu z grupą kontrolną, 1 % i 3 % udziałem łuski w mieszance pasz treściwych (odpowiednio 91,2; 91,1 i 91,9 %). Rozpatrując wyniki stwierdzono statystycznie istotnie niższą wartość średnią ($p \leq 0,01$) współczynnika BAW w przypadku ptaków otrzymujących śrutę jęczmienną w diecie (77,5 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w mieszance pasz treściwych śrutę kukurydzianą i pszeną (odpowiednio 84,8 i 83,3 %). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był udział ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najniższą średnią wartość współczynnika strawności BAW stwierdzono w przypadku kurcząt otrzymujących 50% udziału zbóż w mieszance pasz treściwych (80,3 %),

Tabela 19. Współczynniki strawności pozornej całkowitej (kałowej) składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie II).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności							
	suchej masy	białka ogólnego	tłuszczu surowego	BAW	włókna surowego	NDF	ADF	hemiceluloz
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	74,2 ^{Aa}	81,7	91,2 ^{AB}	84,8 ^A	2,6 ^{AB}	40,9	-1,3	34,9 ^B
Pszenica	70,2 ^b	80,5	89,4 ^B	83,3 ^A	-2,9 ^B	48,3	5,3	43,9 ^A
Jęczmień	66,6 ^{Bc}	79,3	92,1 ^A	77,5 ^B	8,9 ^A	44,8	7,6	36,0 ^B
Kontrolna	74,2	81,7	91,2 ^a	84,8	2,6	40,9	-1,3	34,9
30%	68,4	81,0	92,6 ^A	80,6	5,5	45,2	4,0	39,2
50%	68,5	78,7	89,0 ^{Bb}	80,3	0,4	47,9	8,9	40,7
Łuska owsiana								
Kontrolna	74,2 ^{Aa}	81,7	91,2 ^a	84,8	2,6	40,9	-1,3	34,9
1%	70,7	79,2	91,1 ^a	81,7	6,0	49,7	8,9	43,3
2%	67,8 ^b	80,1	89,3 ^b	80,0	3,1	45,4	6,3	38,3
3%	66,7 ^B	80,4	91,9 ^a	79,5	-0,2	44,6	4,2	38,2
SEM	0,873	0,617	0,564	0,730	1,799	1,131	1,895	1,388
Wartość p								
Grupa	0,009	0,344	0,000	0,000	0,003	0,077	0,513	0,002
Udział	0,937	0,067	0,000	0,759	0,150	0,151	0,169	0,490
Łuska	0,041	0,703	0,011	0,186	0,368	0,069	0,541	0,115
Grupa*udział	0,017	0,078	0,814	0,090	0,137	0,139	0,021	0,285
Grupa*łuska	0,019	0,027	0,100	0,271	0,387	0,048	0,082	0,041
Udział*łuska	0,156	0,292	0,001	0,771	0,642	0,097	0,103	0,095
Grupa*udział*łuska	0,234	0,984	0,071	0,798	0,565	0,125	0,381	0,074

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b, c przy $p \leq 0,05$

najwyższą natomiast dla kurcząt wydzielonej grupy kontrolnej (84,8%). Analizując natomiast procentowy udział łuski owsianej w paszy stwierdzono najniższą średnią wartość współczynnika strawności BAW w odniesieniu do ptaków otrzymujących w mieszance pasz treściwych 2% tego komponentu (80,0 %), najwyższą natomiast dla ptaków grupy kontrolnej (84,8 %).

W przypadku włókna surowego stwierdzono istotnie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,01$) współczynnika rozkładu tego składnika pokarmowego w przypadku kurcząt żywionych dietą z udziałem śruty jęczmiennej (8,9 %), w porównaniu z ptakami karmionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę pszenną (- 2,9 %). Rozpatrując procentowy udział ziarna najniższą średnią wartość współczynnika rozkładu włókna surowego stwierdzono u kurcząt otrzymujących 50 % udział ziarna w diecie (0,4 %), najwyższą natomiast w przypadku ptaków grupy otrzymującej 30% ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (5,5 %). Analizując procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych stwierdzono, że najniższa wartość średnia współczynnika rozkładu tego składnika odnosi się do kurcząt spożywających 3% dodatek łuski owsianej w diecie (- 0,2 %), natomiast najwyższa wartość występowała w przypadku ptaków otrzymujących w mieszance pasz treściwych 1 % łuski owsianej (6,0 %). W przypadku NDF najniższą średnią wartość współczynnika rozkładu stwierdzono u ptaków grupy kontrolnej (40,9 %) najwyższą natomiast u kurcząt otrzymujących dietę zawierającą śrutę pszenną w diecie (48,3 %). Rozpatrując procentowy udział ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych najniższą wartość tego parametru stwierdzono w przypadku zwierząt grupy kontrolnej (średnio 40,9 %), najwyższą natomiast dla kurcząt otrzymujących w diecie 50 % udział zbóż (47,9 %). Odnosząc się do procentowego udziału łuski owsianej najwyższą wartość średnią współczynnika rozkładu NDF stwierdzono w przypadku ptaków otrzymujących 1% udziału tego komponentu w mieszance pasz treściwych (49,7 %), natomiast najniższą odnotowano w stosunku do kurcząt grupy kontrolnej (40,9 %). Rozpatrując współczynnik rozkładu ADF stwierdzono najniższą jego wartość średnią łącznie wszystkich czynników doświadczalnych w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej i wynosiła ona -1,3 %. Najwyższą wartość tego parametru wykazywały ptaki: otrzymujące w mieszance pasz treściwych śrutę jęczmienną (średnio 7,6 %), 50 % udział ziarna zbóż w paszy (8,9 %) i 1 % udział łuski owsianej (8,9 %). Donosząc się do współczynnika rozkładu hemiceluloz stwierdzono statystycznie istotną różnicę ($p \leq 0,01$) pomiędzy średnimi wartościami tego parametru w przypadku ptaków otrzymujących w diecie śrutę pszenną (43,9 %), a zwierzętami żywionymi mieszanką kontrolną i zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną (odpowiednio 34,9 i 36,0 %). W

przypadku czynników doświadczalnych takich jak procentowy udział ziarna zbóż i procentowy udział łuski owsianej najniższą średnią wartość współczynnika rozkładu hemiceluloz określono w przypadku ptaków grupy kontrolnej (34,9 %), najwyższą natomiast w stosunku do kurcząt otrzymujących 50 % ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych (40,7 %) i 1 % udziału łuski owsianej w diecie (43,3 %). Rozpatrując współczynnik strawności pozornej tłuszczu surowego istotnie wyższą wartość średnią tego składnika pokarmowego ($p \leq 0,01$) stwierdzono w przypadku kurcząt spożywających w mieszankach pasz treściwych śrutę jęczmienną (92,1%) w porównaniu z ptakami otrzymującymi śrutę pszenną w diecie (89,4 %). W przypadku udziału procentowego istotnie wyższą wartość średnią ($p \leq 0,01$) współczynnika strawności tłuszczu surowego stwierdzono w stosunku do kurcząt otrzymujących 30 % udziału zbóż w mieszance pasz treściwych (92,6 %) w porównaniu z ptakami karmionymi dietą z 50 % udziałem zbóż (89,0 %).

4.3. Doświadczenie III.

Parametry produkcyjne

W przypadku parametrów produkcyjnych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy ich średnimi wartościami w poszczególnych podgrupach doświadczalnych (Tabela 20).

Pod względem rodzaju ziarna zbóż zastosowanego w diecie najwyższą średnią wartość masy ciała wykazywały ptaki otrzymujące w mieszance pasz treściwych śrutę jęczmienną (1259,0 g), najniższą stwierdzono natomiast w odniesieniu do kurcząt karmionych dietą zawierającą jako składnik śrutę pszenną (1171,7 g). Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie najniższą średnią wartość masy ciała wykazywały ptaki karmione mieszanką pasz treściwych z 3 % udziałem tego komponentu strukturalnego (1192,8 g), najwyższą natomiast kurczęta żywione dietą z 1% udziałem łuski owsianej (1244,7 g).

W przypadku pobrania paszy i czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż najniższą średnią wartością tego parametru charakteryzowały się zwierzęta otrzymujące w diecie śrutę pszenną (64,7 g/szt./dzień), najwyższą stwierdzono w odniesieniu do ptaków żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (65,9 g/szt./dzień). Natomiast analizując procentowy udział łuski owsianej w diecie stwierdzono najwyższą średnią wartość pobrania paszy wśród kurcząt otrzymujących w mieszance pasz treściwych 1 % tego komponentu strukturalnego (67,0 g/szt./dzień), najniższą natomiast w przypadku

zwierząt nie otrzymujących łuski owsianej w diecie (63,1 g/szt./dzień). Rozpatrując wykorzystanie paszy najniższa średnia wartość tego parametru wykazywały ptaki nie otrzymujące w diecie łuski owsianej i karmione mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną (w obu przypadkach 1,52 kg paszy/ kg przyrostu masy ciała). Najwyższe wykorzystanie paszy stwierdzono w przypadku kurcząt żywionych dietą zawierającą śrutę pszenną (1,61 kg paszy/ kg przyrostu masy ciała). Odnosząc się natomiast do czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią masę ciała stwierdzono w stosunku do kurcząt otrzymujących 1% tego składnika strukturalnego w diecie (1,48 kg/kg MM), najniższą natomiast w odniesieniu do zwierząt spożywających 3% łuski owsianej w mieszance pasz treściwych.

Tabela 20. Masa ciała i pobranie paszy w 28 dniu życia kurcząt brojlerów (n = 27) (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Masa ciała (g)	Pobranie paszy (g/szt./dzień)	Wykorzystanie paszy (kg paszy/ kg przyrostu)
Zboże			
Kukurydza	1221,4	65,1	1,55
Pszenica	1171,7	64,7	1,61
Jęczmień	1259,0	65,9	1,52
Łuska			
0%	1214,6	63,1	1,52
1%	1244,7	67,0	1,57
3%	1192,8	65,5	1,60
SEM	17,306	0,952	0,028
Wartość P			
Zboże	0,137	0,891	0,419
Łuska	0,470	0,309	0,496
Zboże* Łuska	0,563	0,675	0,233

Długości i masy wybranych odcinków przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów

W 28 dniu życia kurcząt brojlerów przeprowadzono zabieg dysekcji w trakcie którego określono masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego (Tabela 21). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie wyższą średnią wartość masy ciała ($p \leq 0,01$) w

odniesieniu do kurcząt żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną (1,50 kg/kg MM), w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej (1,34 kg/kg MM). Odnosząc się do czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż najniższą wartość średnią masy wola bez treści stwierdzono w przypadku ptaków grupy kontrolnej, najwyższą natomiast w stosunku do kurcząt spożywających w diecie śrutę pszenną i jęczmienną (4,9 g/kg MM).

Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią masę ciała stwierdzono w stosunku do kurcząt otrzymujących 1% tego składnika strukturalnego w diecie (1,48 kg/kg MM), najniższą natomiast w odniesieniu do zwierząt spożywających 3% łuski owsianej w mieszance pasz treściwych. W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej najniższe wole stwierdzono w przypadku ptaków grupy kontrolnej (średnio 4,4 g/kg MM), natomiast najcięższe w stosunku do kurcząt otrzymujących w diecie 3% udziału łuski owsianej (5,2 g/kg MM). Najwyższą wartość średnią masy żołądka gruczołowego stwierdzono w przypadku kurcząt otrzymujących śrutę jęczmienną w diecie (5,1 g/kg MM), najniższą natomiast w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej (4,8 g/kg MM). W przypadku procentowego udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią masę żołądka gruczołowego odnotowano w stosunku do kurcząt otrzymujących 1% tego składnika w diecie (5,4 g/kg MM), najniższą natomiast w odniesieniu do grupy ptaków nie otrzymujących łuski owsianej w mieszance pasz treściwych (4,8 g/kg MM).

Analizując masę żołądka mięśniowego stwierdzono statystycznie istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) średnią wartość tego organu w przypadku ptaków żywionych dietą opartą na śrucie jęczmiennej (22,3 g/kg MM) w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej i otrzymującymi w mieszance pasz treściwych śrutę pszenną (odpowiednio 20,6 i 20,4 g/kg MM). Również drugi czynnik doświadczalny (procentowa zawartość łuski owsianej w diecie) miał istotny ($p \leq 0,01$) wpływ na masę żołądka mięśniowego, ptaki otrzymujące w diecie łuskę owsianą w udziale 1 i 3% wykazywały wyższą średnią wartość tego parametru (odpowiednio 23,5 i 23,6 g/kg MM) w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej (19,2 g/kg MM). W przypadku długości dwunastnicy nie stwierdzono większych różnic w poszczególnych grupach w zakresie analizowanych czynników doświadczalnych i wartość ta wynosiła średnio 19,5 cm/kg MM. Rozpatrując długość jelita czczego i biodrowego w odniesieniu do czynnika jakim był rodzaj ziarna zbóż stwierdzono najwyższą jej średnią wartość w przypadku ptaków

Tabela 21. Masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów w przeliczeniu na 1 kg masy metabolicznej (n = 27) (dośw. III)

Wyszczególnienie	Masa ciała (kg/kg MM)	Masa (g/kg MM)			Długości (cm/kg MM)					Całkowita długość jelit (cm)
		pustego wola	żołądka gruczołowego	żołądka mięśniowego	dwunastnicy	jelita czczego	jelita biodrowego	jelit ślepych	jelita grubego	
Grupa żywieniowa										
Kontrolna	1,34	4,5	4,8	20,6 ^A	19,1	50,5	50,6	23,8	4,6	148,4
Pszenica	1,40	4,9	5,0	20,4 ^A	19,2	50,6	50,2	24,5	4,2	148,6
Jęczmień	1,50	4,9	5,1	22,3 ^B	19,7	48,6	47,8	23,7	4,5	144,4
Łuska owsiana										
Kontrolna	1,41	4,4	4,8	19,2 ^A	19,3	51,3 ^a	50,9 ^a	24,1	4,4	149,4 ^a
1%	1,48	4,7	5,4	23,5 ^B	19,6	48,6 ^b	47,0 ^b	24,0	4,6	138,8 ^b
3%	1,40	5,2	5,0	23,6 ^B	19,9	50,2 ^a	50,6 ^a	24,9	4,5	149,8 ^a
SEM	0,020	0,247	0,072	0,496	0,315	0,529	0,633	0,384	0,090	1,873
Wartość p										
Grupa	0,003	0,699	0,219	0,006	0,777	0,116	0,088	0,638	0,319	0,770
Łuska	0,540	0,144	0,313	0,000	0,519	0,023	0,011	0,199	0,681	0,078
Grupa* Łuska	0,161	0,076	0,593	0,001	0,387	0,095	0,425	0,594	0,410	0,055

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

grupy kontrolnej (odpowiednio 50,5 i 50,6 cm/kg MM), natomiast najniższą w odniesieniu do kurcząt żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (odpowiednio 48,6 i 47,8 cm/kg MM). W odniesieniu do czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie stwierdzono statystycznie dłuższe jelito czcze i biodrowe ($p \leq 0,05$) w przypadku ptaków nie otrzymujących tego komponentu w paszy (wartości średnie odpowiednio 51,3 i 50,9 cm/kg MM) w porównaniu z kurczętami spożywającymi 1% łuski owsianej w mieszance pasz treściwych (odpowiednio 48,6 i 47,0 cm/kg MM). W przypadku długości jelita grubego średnie wartości w poszczególnych grupach doświadczalnych niewiele się różniły i wyniosły 4,4 cm/kg MM. Analizując długość jelit ślepych najwyższą średnią wartość tego parametru stwierdzono dla kurcząt otrzymujących w diecie ziarno pszenicy (24,5 cm/kg MM), najniższą natomiast dla ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę jęczmienną i kukurydzianą (odpowiednio 23,7 i 23,8 cm/kg MM). Natomiast w odniesieniu do czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie najniższą sumaryczną wartość średnią długości jelit ślepych stwierdzono w przypadku 1% udziału tego składnika w mieszance pasz treściwych (24,0 cm/kg MM), natomiast najdłuższe w stosunku do 3% udziału w diecie (24,9 cm/kg MM).

Oznaczenie liczby mikroorganizmów w wolu i jelicie biodrowym kurcząt brojlerów

Pobrana treść pokarmowa z wola i okolic jelita biodrowego została poddana analizie mikrobiologicznej w celu określenia liczby mikroorganizmów w tych segmentach przewodu pokarmowego (Tabela 23), zanalizowana została również liczba mikroorganizmów w poszczególnych mieszankach pasz treściwych zastosowanych w tym doświadczeniu (Tabela 22). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż stwierdzono statystycznie wyższą wartość średnią ($p \leq 0,01$) ogólnej liczby bakterii tlenowych w przypadku woli kurcząt karmionych dietą zawierającą śrutę pszeną (6,22 log CFU/g) w porównaniu z wolami kurcząt żywionych mieszankami pasz treściwych w składzie których znajdowała się śruta kukurydziana i jęczmienna (odpowiednio 4,72 i 5,09 log CFU/g). Rozpatrując procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych stwierdzono najwyższą wartość średnią ogólnej liczby bakterii tlenowych w przypadku woli kurcząt karmionych dietą zawierającą 1% tego komponentu (5,58 log CFU), najniższą natomiast w odniesieniu do ptaków żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą 3% łuski owsianej (5,19 log CFU/g). Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był procentowy

Tabela 22. Liczba mikroorganizmów w mieszankach pasz treściwych (log CFU/g) (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Kukurydza łuska 0%	Kukurydza łuska 1%	Kukurydza łuska 3%	Pszenica łuska 0%	Pszenica łuska 1%	Pszenica łuska 3%	Jeczmień łuska 0%	Jeczmień łuska 1%	Jeczmień łuska 3%
	log CFU/g								
Ogólna liczba bakterii tlenowych	1,45	1,44	1,40	0,34	0,33	0,29	1,29	1,28	1,30
<i>Lactobacillus spp.</i>	2,13	2,12	2,11	0,89	0,89	0,87	1,26	1,26	1,28
<i>E.coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmonella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liczba pleśni i drożdży	1,91	1,90	1,86	1,82	1,80	1,76	1,46	1,44	1,43

Tabela 23. Liczba mikroorganizmów w treści wola i jelita cienkiego kurcząt brojlerów (log CFU/g) (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Wole					Jelito biodrowe				
	Ogólna liczba bakterii tlenowych	<i>E.coli</i>	Liczba pleśni i drożdży	<i>Lactobacillus spp.</i>	<i>Salmonella sp.</i>	Ogólna liczba bakterii tlenowych	<i>E.coli</i>	Liczba pleśni i drożdży	<i>Lactobacillus spp.</i>	<i>Salmonella sp.</i>
Grupa żywieniowa										
Kontrolna	4,72 ^B	3,93	2,18	3,46 ^B	0,00	4,86	3,85 ^A	1,37 ^a	2,40 ^A	0,00
Pszenica	6,22 ^A	3,81	2,10	4,03 ^A	0,00	4,14	3,38 ^A	1,03 ^b	1,76 ^a	0,00
Jęczmień	5,09 ^B	4,19	2,08	3,96 ^A	0,00	4,29	2,71 ^B	1,25 ^a	1,43 ^{Bb}	0,00
Łuska owsiana										
Kontrolna	5,26	3,87	2,30 ^A	3,83	0,00	4,36	3,07	0,77 ^{Bb}	1,70	0,00
1%	5,58	4,04	2,12 ^B	3,88	0,00	4,04	3,33	1,71 ^A	2,12	0,00
3%	5,19	4,02	1,93 ^C	3,75	0,00	4,55	3,17	1,42 ^a	1,71	0,00
SEM	0,154	0,095	0,051	0,094	0,000	0,162	0,140	0,162	0,183	0,000
Wartość p										
Grupa	0,000	0,125	0,098	0,003		0,359	0,002	0,031	0,009	
Łuska	0,184	0,578	0,000	0,672		0,168	0,436	0,001	0,207	
Grupa* łuska	0,298	0,005	0,000	0,003		0,000	0,000	0,000	0,000	

Litery A, B, C w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

udział łuski owsianej w diecie najwyższe wartości średnie liczby bakterii *E.coli* w treści wola stwierdzono w stosunku do ptaków żywionych mieszankami pasz treściwych z 1 i 3% (odpowiednio 4,04 i 4,02 log CFU/g) udziałem łuski owsianej, najniższe natomiast w odniesieniu do kurcząt grupy kontrolnej (3,87 log CFU/g).

W przypadku liczby pleśni i grzybów oraz czynnika doświadczalnego jaki był rodzaj ziarna zbóż nie stwierdzono większych różnic między poszczególnymi grupami doświadczalnymi i średnia wartość liczby tych mikroorganizmów wyniosła w nich 2,12 log CFU/g. Rozpatrując procentowy udział łuski owsianej w diecie kurcząt brojlerów stwierdzono istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) średnia wartość liczby drożdży i pleśni w treści wola ptaków grupy kontrolnej (2,30 log CFU/g) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w mieszance pasz treściwych 3% łuski owsianej (1,93 log CFU/g).

Analizując czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż zastosowany w mieszankach pasz treściwych dla kurcząt brojlerów stwierdzono istotnie wyższą ($p \leq ,01$) liczbę bakterii *Lactobacillus spp.* w treści wola ptaków karmionych dietą zawierającą śrutę pszenną (4,03 log CFU/g) w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej (3,46 log CFU/g). Rozpatrując procentowy udział łuski owsianej w diecie nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie bakterii *Lactobacillus spp* w badanym materiale pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi i wynosiła ona średnio (2,82 log CFU/g).

Statystycznie istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) wartość ogólnej liczby bakterii tlenowych stwierdzono w treści wola w stosunku do kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę pszenną (6,22 log CFU/g), a ptakami grupy kontrolnej (4,72 log CFU/g). Natomiast w przypadku drugiego czynnika doświadczalnego (udziału łuski owsianej) nie stwierdzono różnic pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi, a ogólna liczba bakterii tlenowych w wolach zwierząt wyniosła średnio (3,82 log CFU/g)

W trakcie dysekcji została pobrana treść jelita biodrowego w celu wykonania analizy mikrobiologicznej. W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż stwierdzono istotnie wyższą średnią wartość liczby bakterii *E.coli* w przypadku kurcząt grupy kontrolnej (3,85 log CFU/g) w porównaniu z ptakami otrzymującymi w diecie śrutę jęczmienną (2,71 log CFU/g). Analizując procentowy udział łuski owsianej nie wykazano istotnych różnic pomiędzy ptakami w poszczególnych grupach doświadczalnych, a liczba *E.coli* treści ich woli wyniosła średnio (3,19 log CFU/g).

Odnosząc się do liczby drożdży i pleśni w jelicie biodrowym kurcząt brojlerów i czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie istotnie niższą ($p \leq 0,05$) wartość średnia tych mikroorganizmów w

stosunku do ptaków otrzymujących w diecie śrutę pszeną (1,03 log CFU/g), a kurczętami grupy kontrolnej i otrzymującymi w mieszance pasz treściwych śrutę jęczmienną (odpowiednio 1,37 i 1,25 log CFU/g). W przypadku drugiego czynnika doświadczalnego (udziału łuski owsianej) stwierdzono istotnie niższą ($p \leq 0,01$ i $p \leq 0,05$) wartość średnią liczby drożdży i pleśni w treści jelita biodrowego w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej (0,77 log CFU/g) w porównaniu z odpowiednio kurczętami otrzymującymi w diecie śrutę pszeną (1,71 log CFU/g) i osobnikami żywionymi mieszankami pasz treściwych zawierającymi śrutę jęczmienną (1,42 log CFU/g).

Analizując liczbę bakterii *Lactobacillus spp.* w tym segmencie przewodu pokarmowego stwierdzono statystycznie istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) liczbę tych mikroorganizmów w przypadku ptaków grupy kontrolnej (2,40 log CFU/g), a kurczętami otrzymującymi w diecie śrutę jęczmienną (1,43 log CFU/g). Natomiast w przypadku dodatku łuski owsianej do diety najwyższą średnią wartość bakterii *Lactobacillus spp.* stwierdzono w jelicie biodrowym kurcząt żywionych dietą z 1% udziałem łuski owsianej (2,12 log CFU/g), natomiast najniższą w odniesieniu do ptaków otrzymujących w mieszance pasz treściwych 3% łuski owsianej i grupy kontrolnej (odpowiednio 1,71 i 1,70 log CFU/g).

W przypadku ogólnej liczby bakterii tlenowych występowały różnice pomiędzy wartościami średnimi w poszczególnych grupach doświadczalnych w obrębie badanych czynników doświadczalnych, jednak nie zostały udowodnione statystycznie ($p \geq 0,05$). Najwyższą wartość średniej liczby bakterii tlenowych stwierdzono w stosunku do treści jelita biodrowego ptaków otrzymujących mieszankę kontrolną (4,86 log CFU/g) natomiast najniższą w odniesieniu do kurcząt żywionych dietą zawierającą śrutę pszeną (4,14 log CFU/g) rozpatrując jako czynnik doświadczalny rodzaj ziarna zbóż. Analizując wpływ procentowego udziału łuski owsianej na średnią wartość ogólnej liczby bakterii tlenowych stwierdzono najniższą jej wartość w odniesieniu do ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych z 1% udziałem tego komponentu, natomiast najwyższą w stosunku do kurcząt grupy kontrolnej (4,36 log CFU/g). Zarówno w treści woli, jak i jelit biodrowych nie stwierdzono bakterii *Salmonella sp.*

Oznaczenie pH w treści woli i jelita biodrowego kurcząt brojlerów

Dokonując pomiaru pH w wolu w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż zastosowanego w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie istotnie wyższą średnią wartość tego parametru dla kurcząt grupy kontrolnej i otrzymującymi

w diecie śrutę pszeną (odpowiednio 5,81 i 5,79), a ptakami karmionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (5,45) (Tabela 24).

Tabela 24. Odczyn pH w treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów (dośw. III)

Wyszczególnienie	Wole	Jelito biodrowe
	pH	
Grupa żywieniowa		
Kontrolna	5,81 ^A	6,79
Pszenica	5,79 ^A	6,69
Jęczmień	5,45 ^B	6,90
Łuska owsiana		
Kontrolna	5,61	6,85 ^{ab}
1 %	5,70	6,59 ^a
3 %	5,73	6,93 ^b
SEM	0,042	0,060
Wartość p		
Grupa	0,000	0,212
Łuska	0,243	0,022
Grupa* łuska	0,072	0,013

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

W treści jelita cienkiego najniższą średnią wartość pH stwierdzono w przypadku kurcząt otrzymujących w diecie śrutę pszeną (6,69), najwyższą natomiast w odniesieniu do ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (6,90). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie najwyższą średnią wartość pH stwierdzono w wolu ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych z 3 % udziałem tego komponentu strukturalnego (5,73), najniższą natomiast w stosunku do ptaków grupy kontrolnej (5,61). Dokonując pomiaru w treści jelita biodrowego stwierdzono statystycznie istotnie wyższą ($p \leq 0,05$) wartość średnią pH w przypadku ptaków otrzymujących w diecie 3 % łuski owsianej (6,93), najniższą natomiast dla zwierząt karmionych mieszankami pasz treściwych z 1 % udziałem łuski owsianej (6,59).

Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów

Analizując próbki treści pobrane z jelita biodrowego (Tabela 25) kurcząt brojlerów stwierdzono niewielkie różnice pomiędzy średnimi wartościami koncentracji: suchej masy, tłuszczu surowego i BAW we wszystkich grupach doświadczalnych i wynosiły one odpowiednio 17,81; 1,16 i 61,30 %. Rozpatrując białko ogólne i czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie wysoko istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą średnią wartość koncentracji tego składnika pokarmowego w grupie kontrolnej (17,97 %), a ptakami żywionymi dietą opartą na śrucie pszennej i jęczmiennej (odpowiednio 15,84 i 14,57 %). W przypadku drugiego czynnika doświadczalnego odnotowano statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą średnią wartość koncentracji białka ogólnego w badanym materiale w grupie ptaków otrzymujących w diecie 1 % łuski owsianej (16,94 %), w porównaniu z kurczętami żywionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą 3% łuski owsianej (15,38 %).

Rozpatrując składniki takie jak: włókno surowe, NDF, ADF i hemicelulozy i czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż w mieszance pas treściwych stwierdzono statystycznie wysoko istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą wartość średnią koncentracji ww. składników w przypadku ptaków żywionych dietą opartą na śrucie jęczmiennej (odpowiednio 9,53; 28,14; 10,87 i 17,21 %), a ptakami karmionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę pszeną (odpowiednio 7,27; 23,39; 8,91; 14,54 %) i grupą kontrolną (7,19; 24,14; 9,38; i 14,77 %). Analizując czynnik doświadczalny, którym był udział łuski owsianej w diecie stwierdzono statystycznie wysoko istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą średnią wartość koncentracji włókna surowego i ADF w treści jelita biodrowego w przypadku kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych zawierającą 3 % łuski owsianej (odpowiednio 9,09 i 10,86 %), a ptakami grupy kontrolnej otrzymującymi w diecie 1 % łuski owsianej (odpowiednio 7,80 i 9,42 %) i grupą kontrolną kurcząt (odpowiednio 7,11 i 9,43 %). W obrębie tego czynnika doświadczalnego stwierdzono również statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) wyższą średnią wartość koncentracji NDF w badanym materiale w odniesieniu do kurcząt żywionych dietą z 3 % udziałem łuski owsianej (27,10 %), a ptakami grupy kontrolnej (23,48 %). Natomiast w przypadku rodzaju ziarna zbóż zastosowanego w diecie kurcząt

Tabela 25. Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Sucha masa	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	BAW	Włókno surowe	NDF	ADF	Hemicelulozy
%								
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	17,81	17,97 ^A	1,24	59,52	7,19 ^B	24,14 ^B	9,38 ^B	14,76 ^B
Pszenica	17,74	15,84 ^B	1,18	62,57	7,27 ^B	23,39 ^B	8,91 ^B	14,48 ^B
Jęczmień	17,84	14,57 ^B	1,07	62,22	9,53 ^A	28,14 ^A	10,87 ^A	17,27 ^A
Łuska owsiana								
Kontrolna	18,14	15,99 ^{ab}	1,10	61,74	7,11 ^B	23,48 ^b	9,43 ^B	14,05
1%	17,83	16,94 ^a	1,23	60,57	7,80 ^B	25,07 ^{ab}	9,42 ^B	15,65
3%	17,49	15,38 ^b	1,14	61,18	9,09 ^A	27,10 ^a	10,86 ^A	16,24
SEM	0,203	0,645	0,046	2,452	0,320	1,009	0,330	0,620
Wartość p								
Grupa	0,974	0,000	0,901	0,516	0,000	0,000	0,000	0,003
Łuska	0,661	0,014	0,934	0,636	0,000	0,022	0,001	0,336
Grupa* łuska	0,120	0,282	0,073	0,432	0,251	0,249	0,567	0,133

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

brojlerów stwierdzono statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą średnią wartość koncentracji NDF w treści jelita biodrowego ptaków otrzymujących mieszankę pasz treściwych zawierającą śrutę jęczmienną (28,14 %), a kurczętami grupy kontrolnej i otrzymującymi w diecie śrutę pszenną (odpowiednio 23,39 i 24,14%). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż stwierdzono istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) średnią wartość koncentracji hemiceluloz w jelicie biodrowym ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (17,27%) w porównaniu z kurczętami żywionymi mieszanką kontrolną i zawierającą śrutę pszenną (odpowiednio 14,76 i 14,48%). Rozpatrując procentowy udział łuski owsianej w diecie najwyższą średnią wartość koncentracji hemiceluloz w tym segmencie przewodu pokarmowego stwierdzono w przypadku ptaków karmionych mieszankami pasz treściwych z 3% udziałem łuski owsianej (16,24%), najniższą natomiast w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej (14,05%).

Pozorna strawność jelitowa poszczególnych składników pokarmowych

Na podstawie pobranych próbek treści pokarmowej z jelita biodrowego w trakcie dysekcji określono współczynniki pozornej strawności jelitowej lub rozkładu u kurcząt brojlerów (Tabela 26). Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż stosowanych w mieszankach pasz treściwych stwierdzono istotnie niższą ($p \leq 0,01$) średnią wartość współczynnika strawności suchej masy w przypadku kurcząt otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (57,8%) w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej i otrzymującymi w mieszance pasz treściwych śrutę pszenną (odpowiednio 66,6 i 66,4%). Natomiast odnosząc się do procentowego udziału łuski owsianej w diecie najwyższą średnią wartość współczynnika strawności suchej masy stwierdzono w stosunku do ptaków grupy kontrolnej (64,2%), najniższą natomiast w przypadku kurcząt karmionych mieszankami pasz treściwych z 1% udziałem łuski owsianej (63,1%).

Stwierdzono statystycznie istotnie wyższą ($p \leq 0,05$) wartość średnią współczynnika strawności pozornej białka ogólnego w przypadku zwierząt otrzymujących śrutę kukurydzianą i jęczmienną w mieszance pasz treściwych (odpowiednio 67,5 i 65,9 %), w porównaniu z kurczętami otrzymującymi śrutę pszenną w diecie (63,1 %). Analizując procentowy udział łuski owsianej najwyższą wartość średnią współczynnika strawności pozornej białka ogólnego stwierdzono w przypadku ptaków karmionych dietą zawierającą 3 % łuski owsianej (66,0 %), natomiast najniższą wartość w stosunku do 1% udziału tego komponentu strukturalnego w mieszance pasz treściwych (65,1 %). Rozpatrując pozorną

Tabela 26. Współczynniki strawności pozornej składników pokarmowych na poziomie jelita biodrowego kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności							
	suchej masy	białka ogólnego	tłuszczu surowego	BAW	włókna surowego	NDF	ADF	hemiceluloz
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	66,6 ^A	67,5 ^a	92,6 ^B	67,9 ^A	4,7	30,2 ^B	3,7	35,2 ^B
Pszenica	66,4 ^A	63,1 ^b	93,3 ^b	66,5 ^A	-0,8	51,4 ^A	6,4	55,8 ^A
Jęczmień	57,8 ^B	65,9 ^a	96,0 ^{Aa}	51,1 ^B	0,5	31,3 ^B	9,8	34,7 ^B
Łuska owsiana								
Kontrolna	64,2	65,4	93,7	62,4	2,8	39,1	5,7	44,4
1%	63,1	65,1	93,4	61,5	1,2	36,1	7,2	39,6
3%	63,5	66,0	94,8	61,5	0,4	37,6	7,1	41,7
SEM	1,068	0,739	0,493	1,735	2,317	2,300	2,267	2,375
Wartość p								
Grupa	0,000	0,033	0,001	0,000	0,558	0,000	0,511	0,000
Łuska	0,787	0,820	0,202	0,894	0,896	0,632	0,950	0,401
Grupa* łuska	0,042	0,081	0,015	0,257	0,053	0,273	0,071	0,370

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

strawność tłuszczu surowego istotnie ($p \leq 0,01$ i $p \leq 0,05$) wyższą wartość średnią współczynnika tego parametru stwierdzono w stosunku do kurcząt otrzymujących w diecie ziarno jęczmienia (96,0%) w porównaniu z ptakami żywionymi odpowiednio mieszanką kontrolną (92,6%) i zawierającą śrutę pszenną (93,3%). Analizując drugi czynnik doświadczalny (procentowy udział łuski owsianej) najwyższą średnią wartość współczynnika strawności pozornej tłuszczu surowego stwierdzono w przypadku zwierząt karmionych dietą z 3% udziałem tego komponentu (94,8%), najniższą natomiast w stosunku do ptaków żywionych mieszanką pasz treściwych z 1% udziałem łuski owsianej (93,4%).

W przypadku współczynnika rozkładu włókna surowego najwyższą jego wartość średnią stwierdzono w odniesieniu do kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę kukurydzianą (4,7 %), natomiast najniższa została odnotowana w przypadku ptaków żywionych dietą z udziałem śruty pszennej (- 0,8 %). Rozpatrując natomiast czynnik doświadczalny jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie najwyższą wartość średnią współczynnika rozkładu wykazywały kurczęta żywione mieszanką pasz treściwych nie zawierającą łuski owsianej (2,8 %), najniższą natomiast ptaki spożywające w diecie 3% tego komponentu (0,4 %). Stwierdzono statystycznie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,01$) współczynnika rozkładu NDF w przypadku kurcząt brojlerów żywionych mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie śrutę pszenną (51,4 %), a tymi które otrzymywały w diecie śrutę kukurydzianą i jęczmienną (odpowiednio 30,2 i 31,3 %). W odniesieniu do procentowego udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych najwyższy współczynnik rozkładu NDF zaobserwowano w stosunku do kurcząt żywionych dietą nie zawierającą w swym składzie tego składnika strukturalnego (wartość średnia 39,1 %), natomiast najniższą wartość stwierdzono w przypadku 1% udziału łuski owsianej w diecie (36,1 %). Analizując czynnik doświadczalnym jakim był rodzaj ziarna zbóż najwyższą wartość średnią współczynnika rozkładu ADF odnotowana została w przypadku ptaków karmionych dietą zawierającą śrutę jęczmienną (9,8 %), natomiast najniższa w stosunku do zwierząt otrzymujących śrutę kukurydzianą w mieszance pasz treściwych (3,7 %). Natomiast w odniesieniu do procentowego udziału łuski owsianej w diecie najwyższą wartość średnią współczynnika rozkładu ADF została stwierdzona w przypadku ptaków żywionych dietą z 1 i 3% udziałem łuski owsianej (odpowiednio 7,2 i 7,1 %), natomiast najniższa w odniesieniu do kurcząt nie otrzymujących tego komponentu strukturalnego w mieszance pasz treściwych (5,7%). Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie wyższą

wartość średnią ($p \leq 0,01$) współczynnika rozkładu hemiceluloz w przypadku zwierząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą śrutę pszenną (55,8%), w porównaniu z dietą zawierającą śrutę kukurydzianą i jęczmienną (odpowiednio 35,2 i 34,7 %). W odniesieniu do drugiego czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych określono najwyższą średnią wartość współczynnika rozkładu hemiceluloz w przypadku kurcząt żywionych dietą nie zawierającą w swym składzie łuski owsianej (44,4 %), natomiast najniższą wartość odnotowano w przypadku ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych z udziałem 1 % łuski owsianej (39,6 %).

Pozorna strawność kałowa poszczególnych składników pokarmowych

W trakcie eksperymentu bilansowego pobrano próbki kałomoczu w celu określenia współczynników pozornej strawności kałowej podstawowych składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (Tabela 27). W przypadku współczynnika strawności suchej masy stwierdzono statystycznie wyższą ($p \leq 0,01$) wartość średnią tego parametru w przypadku kurcząt żywionych mieszanką pasz treściwych z udziałem śruty kukurydzianej i pszennej (odpowiednio 73,8 i 73,3 %), a ptakami karmionymi dietą opartą o śrutę jęczmienną (70,3 %). W odniesieniu do czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej stwierdzono najwyższą średnią wartość współczynnika pozornej strawności suchej masy w stosunku do 3 % udziału tego komponentu strukturalnego w mieszance pasz treściwych (72,9 %), najniższą natomiast w przypadku białej łuski owsianej w diecie (71,7 %).

Analizując współczynnik strawności pozornej białka ogólnego średnie wartości parametrów dla poszczególnych grup doświadczalnych ptaków w obrębie obydwu czynników były do siebie zbliżone i wyniosły średnio 76,8 %.

Rozpatrując współczynnik strawności tłuszczu surowego stwierdzono statystycznie wyższą wartość średnią ($p \leq 0,01$) współczynnika strawności pozornej tego składnika pokarmowego w stosunku do ptaków żywionych dietą zawierającą śrutę jęczmienną w (92,9 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w mieszance pasz treściwych śrutę kukurydzianą i pszeną (odpowiednio 90,7 i 90,6 %). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w diecie stwierdzono statystycznie wyższą średnią współczynnika strawności pozornej tłuszczu surowego ($p \leq 0,01$) w przypadku ptaków otrzymujących łuskę owsianą mieszance pasz z treściwych w udziale 1 i 3 % (odpowiednio 92,1 i 92,8 %) w porównaniu do kurcząt nie spożywających tego składnika strukturalnego w diecie (89,4 %). Analizując współczynnik strawności BAW stwierdzono statystycznie wyższą średnią wartość tego parametru ($p \leq 0,01$) w przypadku zwierząt karmionych mieszanką pasz

Tabela 27. Współczynniki strawności pozornej całkowitej (kałowej) składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie III).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności							
	suchej masy	białka ogólnego	tłuszczu surowego	BAW	włókna surowego	NDF	ADF	hemiceluloz
Grupa żywieniowa								
Kontrolna	73,8 ^A	75,2	90,7 ^B	82,2 ^A	3,5	28,2 ^B	12,6	36,2 ^B
Pszenica	73,3 ^A	77,1	90,6 ^B	83,4 ^A	-0,3	45,7 ^A	25,7	54,9 ^A
Jęczmień	70,3 ^B	76,6	92,9 ^A	77,5 ^B	8,2	43,1 ^A	37,5	46,1A ^B
Łuska owsiana								
Kontrolna	71,7	76,5	89,4 ^B	79,9	-0,1	37,7	20,7	45,6 ^a
1%	72,7	75,0	92,1 ^A	81,6	2,0	40,2	26,8	46,8 ^a
3%	72,9	77,4	92,8 ^A	81,6	9,4	39,1	28,3	44,8 ^b
SEM	0,461	0,572	0,428	0,762	2,465	1,872	2,517	1,861
Wartość p								
Grupa	0,001	0,165	0,002	0,003	0,367	0,000	0,000	0,000
Łuska	0,335	0,073	0,000	0,478	0,257	0,685	0,098	0,014
Grupa* łuska	0,289	0,021	0,270	0,824	0,351	0,346	0,209	0,380

Litery A, B w kolumnach oznaczają różnice istotne przy $p \leq 0,01$; a, b przy $p \leq 0,05$

treściwych zawierających śrutę kukurydzianą i pszeną (odpowiednio 82,2 i 83,4 %) w porównaniu z ptakami karmionymi dietą opartą o śrutę jęczmienną (77,5 %). Natomiast najwyższą wartość współczynnika strawności BAW określono w przypadku kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą 1 i 3 % łuski owsianej (średnio 81,6 %), natomiast najniższa w odniesieniu do diety nie zawierającej w swym składzie tego komponentu strukturalnego (79,9 %).

Odnosząc się do czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj ziarna zbóż zastosowany w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią wartość współczynnika rozkładu włókna surowego określono dla ptaków żywionych dietą zawierającą śrutę jęczmienną (8,2 %), natomiast najniższą w stosunku do mieszanki pasz treściwych z udziałem śruty pszennej (-0,3 %). W odniesieniu do procentowego udziału łuski owsianej najniższą wartość współczynnika rozkładu włókna surowego określono w przypadku ptaków otrzymujących mieszanki pasz treściwych nie zawierającej w swym składzie tego składnika strukturalnego (-0,1%), natomiast najwyższą w odniesieniu do kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą 3% łuski owsianej (9,4 %). Stwierdzono statystycznie wyższą średnią wartość ($p \leq 0,01$) współczynnika rozkładu NDF w przypadku ptaków żywionych dietą zawierającą w swym składzie śrutę pszeną i jęczmienną (odpowiednio 45,7 i 43,1 %), w porównaniu z zwierzętami grupy kontrolnej (28,2 %). Najwyższą średnią wartość współczynnika rozkładu NDF stwierdzono w przypadku kurcząt spożywających 1 % łuski owsianej w mieszance pasz treściwych (40,2 %), natomiast najniższą w stosunku do ptaków nie otrzymujących tego komponentu strukturalnego w diecie (37,7 %). Analizując rodzaj ziarna zbóż zastosowanego w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią wartość współczynnika rozkładu ADF stwierdzono w odniesieniu do zwierząt karmionych mieszanką pasz treściwych z udziałem śruty jęczmiennej (37,5 %), natomiast najniższą w stosunku do kurcząt żywionych dietą opartą o śrutę kukurydzianą (12,6 %). W przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych najwyższą średnią wartość współczynnika rozkładu ADF określono dla ptaków otrzymujących w diecie 3 % łuski owsianej (28,3 %), natomiast najniższą w stosunku do kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych nie zawierającą w swym składzie łuski owsianej (20,7 %). Rozpatrując czynnik doświadczalny jakim był rodzaj ziarna zbóż zastosowany w mieszance pasz treściwych statystycznie wyższą wartość średnią ($p \leq 0,01$) współczynnika rozkładu hemiceluloz wykazywały ptaki otrzymujące w diecie śrutę pszeną

(54,9 %) w porównaniu ze zwierzętami grupy kontrolnej (36,2 %). Również w przypadku czynnika doświadczalnego jakim był procentowy udział łuski owsianej w mieszance pasz treściwych stwierdzono statystycznie wyższą ($p \leq 0,05$) wartość współczynnika rozkładu hemiceluloz w odniesieniu do ptaków żywionych dietą nie zawierającą tego komponentu strukturalnego i zawierającego 1 % łuski owsianej (wartości średnie odpowiednio 45,6 i 46,8 %) w porównaniu z kurczętami otrzymującymi 3 % łuski owsianej (44,8 %).

5 . Dyskusja

Dodatek nierozpuszczalnego włókna pokarmowego do diety w ostatnich latach stał się jednym z ważnych aspektów związanych z żywieniem zwierząt (Gonzalez – Alvarado i wsp., 2010). Z jednej strony usprawnia on przepływ treści w przewodzie pokarmowym rekompensując jego niedostatek w wyniku zastosowania poekstrakcyjnej śruty sojowej o niskiej zawartości włókna surowego (Mateos i wsp., 2012), z drugiej natomiast wpływa na rozwój wybranych narządów, zwłaszcza żołądka mięśniowego co w pewnym stopniu może ograniczać rozwój bakterii patogennych poprzez wzrost pH w tym segmencie przewodu pokarmowego, rekompensując wycofanie antybiotykowych stymulatorów wzrostu z diety kurcząt brojlerów (Heres i wsp., 2003). Głównym źródłem węglowodanów strukturalnych w mieszankach pasz treściwych dla kurcząt brojlerów jest ziarno zbóż (Choct i wsp., 2004; Yasar, 2002). Jednak w wielu doświadczeniach zastosowano dodatek komponentów włóknistych w celu zbadania wpływu łuski owsianej, trocin, suszonych wysłodków i syntetycznej formy celulozy na kształtowanie się podstawowych parametrów produkcyjnych, rozwój wybranych segmentów przewodu pokarmowego, strawność zwłaszcza frakcji włókna pokarmowego i skład mikroflory w obrębie końcowych odcinków przewodu pokarmowego modyfikowanego składem diety (Gonzalez – Alvarado i wsp. 2010, Jimenez – Moreno i wsp. 2009, Rougière i wsp. 2009, Gonzalez – Alvarado i wsp. 2007, Hocking i wsp. 2004, Hetland i wsp. 2003 oraz Svihus i Hetland 2001).

W wykonanych eksperymentach stosowano izoenergetyczne i izobiałkowe mieszanki pasz treściwych różniące się udziałem komponentów zbożowych i dodatkiem łusek owsianych. Ilość śruty pszennej i jęczmiennej w mieszankach pasz treściwych wynosiła 30 lub 50%, natomiast udział łusek owsianych 1, 2 lub 3%. Zastosowane zabiegi zmieniły koncentrację frakcji włókna w stosowanych dietach, a zawartość włókna surowego nie przekraczała 3,5% z wyjątkiem mieszanek, w których zastosowano śrutę jęczmienną (do

5,5%). Głównym źródłem różnych węglowodanów w dietach były rozdrobnione ziarna zbóż: kukurydza, pszenica, jęczmień oraz łuski owsiane. Stosując jęczmień i pszenicę uzyskano w mieszankach pasz treściwych podwyższoną koncentrację włókna surowego, NDF, ADF i hemiceluloz. Wprowadzenie do diety kurcząt ziarna jęczmienia zwiększyło w nich koncentrację TDF (w tym SDF i IDF). W przypadku śruty pszennej TDF oznaczono na poziomie zbliżonym do grupy kontrolnej, SDF wyższym, a IDF niższym. Wielkości te zależały od udziału śruty pszennej i jęczmiennej w mieszance pasz treściwych (30 lub 50 %). Natomiast zastosowanie w mieszankach pasz treściwych łuski owsianej zwiększyło zawartość analizowanych frakcji włókna.

Parametry produkcyjne kurcząt brojlerów

We wszystkich przeprowadzonych doświadczeniach masy ciała kurcząt były zbliżone. Najniższe średnie wartości masy ciała oznaczono w doświadczeniu I i II przy 50 % udziale komponentów zbożowych w diecie (Tabela 8 i 14). W przypadku zastosowania w diecie łuski owsianej niższe średnie wartości masy ciała zaobserwowano w grupach ptaków otrzymujących w diecie 3 % tego komponentu strukturalnego (Tabela 14 i 20). Natomiast udział łuski owsianej w ilości 1 i 2 % nie miał wpływu na masę ciała kogutków w 28 dniu życia. Zwiększenie udziału ziarna pszenicy i jęczmienia w mieszankach pasz treściwych do 50 % spowodowało obniżenie średnich wartości mas ciała ptaków w 28 dniu życia (doświadczenie I i II) jednak różnic tych nie udowodniono, jako istotne statystycznie.

W analizowanych doświadczeniach nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi grupami w obrębie czynnika doświadczalnego jakim był rodzaj stosowanego ziarna zbóż pod względem pobrania paszy. Jedynie w doświadczeniu II obserwowano istotnie niższe dzienne pobranie paszy w grupie otrzymującej jako podstawowy komponent mieszanki pasz treściwych śrutę jęczmienną (59,8 g/szt./dzień) w porównaniu z ptakami karmionymi dietą zawierającą w swym składzie śrutę kukurydzianą i pszenną (odpowiednio 66,7 i 67,3 g/szt./dzień).

W doświadczeniu I wykorzystanie paszy przez ptaki było wyrównane niezależnie od zastosowanego zboża i jego udziału (30 lub 50%) w mieszankach pasz treściwych. W doświadczeniach, w których stosowano dodatek łuski owsianej (II i III) przy jednoczesnym niższym pobraniu paszy w grupach otrzymujących jako podstawowy komponent w mieszance pasz treściwych śrutę jęczmienną stwierdzono również najniższe wartości średnie wykorzystania paszy na jednostkę przyrostu w przypadku zastosowania w diecie ziarna

jęczmienia. W doświadczeniu II różnica ta w porównaniu z pozostałymi okazała się istotna ($p \leq 0,05$).

Gonzalez – Alvarado i wsp. (2010), stwierdzili, że dodatek łuski owsianej w ilości 3% poprawia przyrosty dzienne brojlerów od 1 – 42 dnia życia, natomiast wysłodki buraczane stosowane w ilości 3 % dawki pokarmowej nie wykazywały takiego wpływu. W badaniach tych autorzy stwierdzili jednak, że w okresie od 25 – 42 dnia życia kurczęta otrzymujące w mieszance pasz treściwych łuskę owsianą wykazywały wyższe przyrosty masy ciała w porównaniu z ptakami spożywającymi w diecie suszone wysłodki buraczane i kurczętami grupy kontrolnej. Inne wyniki uzyskali Hetland i Svihus (2001) w doświadczeniu, w którym zastosowali 4 i 10 % udział łuski owsianej w mieszankach pasz treściwych, dodatek łuski owsianej nie wpływał na przyrost masy ciała. W wykonanym pierwszym doświadczeniu (gdzie badany był wpływ zastosowania samego ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych podawanych kurczętom) nie wykazano statystycznie istotnego wpływu zastosowanego ziarna kukurydzy, pszenicy i jęczmienia na końcową masę ciała kurcząt w 28 dniu życia (Tabela 8). W doświadczeniu II i III podobnie jak Hetland i Svihus (2001) nie wykazano statystycznie istotnego wpływu zastosowania łuski owsianej na masę ciała kurcząt brojlerów, jednak w przypadku zastosowania w mieszance pasz treściwych 3 % łuski owsianej średnie wartości mas ciała kurcząt były najniższe spośród analizowanych grup, niewielki wzrost masy ciała obserwowano w przypadku 1 i 2 % dodatku tego komponentu strukturalnego do diety. Dodatkowo w doświadczeniach I i II wyższą masę ciała osiągały ptaki otrzymujące w mieszance pasz treściwych, 30 % udział pszenicy lub jęczmienia (1105 g w I i 1178 g w II), w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w diecie 50 % udziału pszenicy i jęczmienia (1096 g w I doświadczeniu i 1115 g w II), różnic tych nie udowodniono statystycznie. Przyczyną tego mogło być wystąpienie antyżywniowych właściwości poprzez udział arabinoksylianów w ziarnie pszenicy i β – glukanów ziarna jęczmienia, podobne właściwości w przypadku zastosowania dużej ilości pszenicy i jęczmienia zaobserwowali w swoich badaniach odpowiednio na pszenicy (Maisonnier i wsp., 2002; Yasar, 2002) i jęczmieniu (Hetland i wsp., 2002; Jamroz i wsp., 2002a).

Łuska owsiana jest bogata w nierozpuszczalne włókno pokarmowe przez co wydłuża w zależności od jej udziału tempo przepływu treści przez przewód pokarmowy co w konsekwencji może skutkować wyższym pobraniem pokarmu (Montagne i wsp., 2003, Hetland i wsp., 2004). Gonzalez – Alvarado i wsp. (2010) wykazali że kurczęta spożywające łuskę owsianą w diecie od 1 – 42 dnia życia wykazywały wyższe pobranie pokarmu ($p \leq 0,01$) niż kurczęta otrzymujące w mieszance pasz treściwych suszone wysłodki

buraczane. Lesson i wsp. (1992) opisali, że od 35 – 49 dnia życia kurczęta brojlery karmione dietą zawierającą łuskę owsianą zwiększyły pobranie paszy o 70% w stosunku do ptaków grupy kontrolnej. Z kolei Jimenez – Moreno i wsp. (2008) odnotowali wyższą wartość tego parametru i lepsze wykorzystanie paszy, gdy dieta zawierała 5 % łuski owsianej. Ponadto Hetland i Svihus (2001) obserwowali, że udział 4 % łuski owsianej w diecie zwiększa pobranie pokarmu bez wpływu na przyrosty kurcząt brojlerów od 7 - 21 dnia życia. Również Wallis i wsp. (1985) stwierdzili, że pobranie pokarmu przez kurczęta wzrasta w miarę jak zwiększa się procentowy udział łuski owsianej w diecie do 10 %. Natomiast przy udziale łuski owsianej wynoszącym 3% Gonzalez – Alvarado i wsp. (2007) stwierdzili, że taki udział łuski ma niewielki wpływ na spożycie pokarmu. W doświadczeniach II i III łuska owsiana została zastosowana w udziale od 1 -3 % i w tym przypadku nie stwierdzono wpływu zastosowania tego komponentu na zwiększenie pobrania paszy jak podawała w swoich badaniach większość badaczy (Tabela 12 i 16), wyniki były bardziej zgodne z otrzymanymi przez Gonzalez – Alvarado i wsp. (2007), którzy stwierdzili, że udział łuski owsianej w udziale procentowym do 3 % ma niewielki wpływ na pobranie paszy.

Dodatek łuski owsianej do diety może jednak polepszać właściwości fizykochemiczne treści pokarmowej, przez co w zastosowanych mieszankach pasz treściwych nie odnotowano dużych różnic w przyrostach masy ciała, które mogłyby być spowodowane zastosowaniem ziarna pszenicy i jęczmienia w 50 % udziale mieszanki pasz treściwych. Także przy zastosowaniu łuski owsianej w udziale procentowym do 3 % można uznać, że zwierzęta nie wykazują aż tak dużego zapotrzebowania energetycznego jak w przypadku zawartości 10 % łuski owsianej. Przy niskiej zawartości procentowej łuski owsianej w mieszance pasz treściwych zawartość włókna w diecie nie jest na tyle wysoka aby wymuszać na kurczętach zwiększone pobranie pokarmu, sytuacja ulega zmianie wraz ze wzrostem udziału łuski owsianej w diecie do 10% wówczas ptaki aby zaspokoić wyższe wymaganie energetyczne adaptują się do nowej sytuacji poprzez zwiększenie spożycia pokarmu (Ferket i Gernat, 2006; Denbow, 1994; Lesson i wsp., 1992; Wallis i wsp., 1985).

Korzystny wpływ łuski owsianej na wykorzystanie pokarmu opisali w swych badaniach Hetland i Svihus (2001), w tym przypadku 4% udział tego komponentu strukturalnego poprawiał wykorzystanie pokarmu przez kurczęta w porównaniu z dietą opartą o ziarno pszenicy. Również do podobnych wniosków doszli Jimenez – Moreno i wsp., (2008) którzy zaobserwowali lepsze wykorzystanie paszy przez ptaki gdy łuska owsiana stanowiła 5% mieszanki pasz treściwych. W przeprowadzonych badaniach dodatek łuski owsianej w niewielkiej ilości (1 – 3 %) nie miał statystycznego wpływu na wykorzystanie paszy.

W wielu badaniach stwierdzono, że dodatek nierozpuszczalnego włókna pokarmowego do diety kurcząt brojlerów wpływa na rozwój zwłaszcza górnego odcinka przewodu pokarmowego, którego zadaniem jest przygotowanie pokarmu do dalszego procesu trawienia.

Stosując w dietach kurcząt ziarno pszenicy i jęczmienia zaobserwowano we wszystkich przeprowadzanych doświadczeniach większe masy pustego wola ptaków w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej (Tabela 9, 15 i 21). Jednak ze względu na znaczną zmienność pomiarów nie udowodniono statystycznie istotnych różnic. W doświadczeniu I dodatkowo, jako statystycznie istotną ($p \leq 0,01$) oznaczono różnicę pomiędzy średnią wartością masy wola ptaków otrzymujących w diecie 50 % ziarna pszenicy i jęczmienia w porównaniu z 30 % ich udziałem w mieszance pasz treściwych. W doświadczeniach II i III stwierdzono tendencję zwiększania się masy pustego wola wraz ze wzrostem zawartości łusek owsianych w dietach ptaków. W dostępnej literaturze nie ma wielu doniesień na temat masy wola i żołądka gruczołowego u kurcząt brojlerów i możliwości ich stymulacji za pomocą łuski owsianej prawdopodobnie dlatego, że organy nie reagują w tak dużym stopniu na dodatek łuski owsianej do diety. Amerah i wsp. (2009) podają, że wpływ na masę wola ma forma i stopień rozdrobnienia mieszanki pasz treściwych zawierającej w swym składzie ziarno pszenicy ($p \leq 0,05$). Ptaki żywione dietą zawierającą ziarno pszenicy zarówno w formie granulatu lub śruty średnio rozdrobnionych wykazywały wyższą masę wola w porównaniu z ptakami otrzymującymi w diecie śrutę ziarno grubo zmielone.

Masa żołądka gruczołowego była wyższa w grupach otrzymujących w mieszance pasz treściwych ziarno pszenicy i jęczmienia w porównaniu z grupą kontrolną. W doświadczeniu I ptaki otrzymujące w diecie 50 % udział ziarna zbóż wykazywały istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) średnią masę tego narządu w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej i otrzymującymi w mieszance pasz treściwych 30 % udziału ziarna zbóż. Nie obserwowano wyraźnej tendencji zwiększania się masy żołądka gruczołowego wraz z dodatkiem do mieszanki pasz treściwych łuski owsianej, podobnie jak badaniach Hetlanda i Svihusa (2001), którzy nie stwierdzili różnic przy zastosowaniu w diecie nawet 10 % łuski owsianej w porównaniu z kurczętami otrzymującymi mieszankę kontrolną. Gonzalez – Alvarado i wsp. (2007) nie stwierdzili różnicy w masie żołądka gruczołowego pomiędzy grupą ptaków otrzymujących w diecie łuskę owsianą w udziale 3 %, a ptakami grupy kontrolnej, natomiast istotna różnica ($p \leq 0,001$) w masie tego narządu wystąpiła w ich badaniach pomiędzy kurczętami otrzymującymi w mieszankach pasz treściwych łuskę sojową (3 %), a karmionymi mieszanką

kontrolną i zawierająca w swym składzie łuskę owsianą. Amerah i wsp. (2009) zaobserwowali wzrost względnej masy żołądka gruczołowego w przypadku zastosowania w mieszance pasz treściwych trocin w porównaniu z masą tego organu u ptaków grupy kontrolnej ($p \leq 0,05$). Taylor i Jones (2004) badając wpływ różnych form ziarna zbóż w mieszance pasz treściwych zaobserwowali istotny ($p \leq 0,01$) spadek masy żołądka gruczołowego w przypadku zastosowania w diecie całego ziarna jęczmienia lub pszenicy w porównaniu ze śrutą pszenną lub jęczmienną.

Szczególnie czułym narządem na wielkość cząstek pokarmowych i zawartość komponentów włóknistych jest żołądek mięśniowy, którego głównym zadaniem jest rozdrobnienie cząstek pokarmowych. Dodatek łuski owsianej do diety, udział całych ziaren zbóż lub zastosowanie w mieszance pasz treściwych ziarna jęczmienia wpływa na zwiększenie masy mięśni tego organu. Najwyższą masę żołądka mięśniowego oznaczono w grupach kurcząt, które otrzymywały w mieszance pasz treściwych śrutę jęczmienną ($p \leq 0,01$ w doświadczeniu I i III oraz $p \leq 0,05$ w II). Natomiast najniższe wartości tego parametru uzyskano w przypadku ptaków otrzymujących w diecie ziarno pszenicy. Zróżnicowanie mieszanki pasz treściwych pod względem zawartości podstawowych komponentów nie miało wpływu na masę tego narządu. Wraz ze zwiększaniem się udziału łusek owsianych w diecie ptaków stwierdzono wyższe średnie wartości masy żołądka mięśniowego. W doświadczeniu III obserwowano statystycznie istotną różnicę ($p \leq 0,01$) pomiędzy średnimi wartościami masy żołądka mięśniowego ptaków otrzymujących w diecie 1 i 3 % łuski owsianej w porównaniu z grupą kontrolną.

Dodatek nierozpuszczalnego włókna do diety zwiększa względną masę żołądka mięśniowego i przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów (Gonzalez – Alvarado i wsp. (2010), Gonzalez – Alvarado i wsp. (2008) oraz Hetland i wsp. (2003). Gonzalez – Alvarado i wsp. 2010 stwierdzają również, że rozwój przewodu pokarmowego jest uzależniony od źródła włókna pokarmowego. W badaniach tych dodatek suszonych wysłodków buraczanych był bardziej efektywny w zwiększaniu masy przewodu pokarmowego i ilości treści w żołądku mięśniowym, natomiast zastosowanie łuski owsianej w głównej mierze wpływało na masę żołądka mięśniowego. Do podobnych wniosków doszli również Jorgensen i wsp. (1996), którzy stwierdzili, że rozmiar przewodu pokarmowego wzrasta bardziej w przypadku dodania do diety rozpuszczalnego źródła włókna (łuski grochu) niż nierozpuszczalnego. Gonzalez-Alvarado i wsp. (2010) stwierdzili, że dodatek łuski owsianej zwiększa masę żołądka mięśniowego w 42 dniu życia kurcząt brojlerów o 80 %, do podobnych wniosków doszli także autorzy wykonujący badania na młodszych ptakach. Jimenez – Moreno i wsp. (2009)

odnotowali 30 % wzrost masy żołądka mięśniowego u pięciodniowych kurcząt, natomiast Gonzalez – Alvarado i wsp. (2007) wzrost względnej masy żołądka mięśniowego o 35% w przypadku 21 – dniowych ptaków. Wzrost względnej masy żołądka mięśniowego obserwowali również w swych badaniach Rogel i wsp. (1987) po dodaniu łuski owsianej do diety zawierającej pszenicę. W doświadczeniu III stwierdzono wyższą względną masę żołądka mięśniowego w 28 dniu życia kurcząt w przypadku zastosowania 1 i 3 % udziału łuski owsianej (odpowiednio 23,5 i 23,6 g/kg MM). Świadczy to o tym, że kurczęta spożywające łuskę owsianą miały średnio o 23 % większy żołądek mięśniowy niż ptaki żywione mieszanką kontrolną bez zastosowania łuski owsianej (19,2 g/kg MM) (Tabela 21). Nie stwierdzono jednak większych różnic przypadku doświadczenia II, w tym przypadku kurczęta karmione dietą z 2 % udziałem łuski owsianej cechował żołądek mięśniowy o większej masie (o około 5 %) w porównaniu z masą tego organu u ptaków grupy kontrolnej (Tabela 15). Jednak wyższą masę żołądka mięśniowego stwierdzono także we wszystkich trzech doświadczeniach w przypadku ptaków karmionych mieszankami zawierającymi w swym składzie ziarno jęczmienia w porównaniu z kurczętami żywionymi dietą zawierającą ziarno pszenicy. We wszystkich trzech przypadkach różnice te były istotne i wyniosły $p \leq 0,01$ w I i III oraz $p \leq 0,05$ w II, natomiast różnica procentowa pomiędzy masami żołądków mięśniowych wynosiła odpowiednio 13, 8 i 9 % (Tabela 9, 13 i 17). Prawdopodobnie ze względu na dużą zawartość włókna w ziarnie jęczmienia składnik ten pobudzał rozrost żołądka mięśniowego. Wyniki dotyczące zarówno łuski owsianej, jak również ziarna jęczmienia wskazują na to, że rozwój żołądka mięśniowego jest stymulowany przez włókno pokarmowe w każdym wieku, jednak zmiany te są bardziej widoczne w przypadku starszych ptaków.

Całkowita długość jelit w doświadczeniu I i II była największa w przypadku podawania ptakom mieszanek pasz treściwych zawierających ziarno jęczmienia, powyższa relacja nie została potwierdzona w doświadczeniu III. Wyższe wartości średnie całkowitej długości jelit w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej i otrzymującymi 30 % ziarna zbóż uzyskano przy 50 % udziale tych komponentów. Nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu dodatku łusek owsianych (0 – 3 %) na całkowitą długość jelit. Analizując działanie badanych czynników doświadczalnych we wszystkich przeprowadzonych eksperymentach nie stwierdzono istotnego ich wpływu na długość poszczególnych odcinków jelit. Amerah i wsp. (2009), w swych badaniach wskazują, że względna długość jelit jest krótsza w przypadku kurcząt karmionych mieszanką pasz treściwych zawierającą w swym składzie łuskę owsianą i celulozę w porównaniu z kurczętami, u których zastosowano całe ziarno zbóż i ptakami grupy

kontrolnej. W przeprowadzonych badaniach jedynie w przypadku doświadczenia III stwierdzono statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,05$) w długości jelit, jednak w odróżnieniu do wyników Amerah i wsp. (2009) i Sklan i wsp. (2003) średnia długość jelit była niższa w przypadku 1 % udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych. Amerah i wsp. (2009) jelit nie stwierdzili statystycznie istotnych różnic dla poszczególnych odcinków jednak relatywnie długości dwunastnicy, jelita czczego i biodrowego były mniejsze w przypadku ptaków u których zastosowano w mieszance pasz treściwych trociny i celulozę w porównaniu z kurczętami otrzymującymi całe ziarno zbóż i grupą kontrolną. Natomiast Jamroz i wsp., 2002c; Jorgensen i wsp., 1996; Wiliczek i wsp., 1992 w swoich badaniach stwierdzili wpływ mieszanek pasz treściwych o wysokiej zawartości włókna na wzrost masy jelit ptaków. Różnice w masie i długości jelit wynikają z morfologicznych zmian błony śluzowej oraz skrojenia i pogrubienia kosmków jelitowych (Viveros i wsp., 1994). W doświadczeniu II stwierdzono zwiększenie długości dwunastnicy w przypadku kurcząt karmionych ziarnem jęczmienia w porównaniu z ptakami karmionymi ziarnem pszenicy. Natomiast w doświadczeniu III odnotowano niższe wartości średnie długości jelita cienkiego w przypadku kurcząt, u których zastosowano 1% udziału łuski owsianej w mieszance pasz treściwych, w porównaniu z grupą kontrolną i ptakami otrzymującymi 3% łuski owsianej

Zastosowanie w żywieniu kurcząt mieszanek pasz treściwych z udziałem śruty pszennej odnotowano większe wartości średnie masy wola i żołądka gruczołowego, a w przypadku śruty jęczmiennej dodatkowo żołądka mięśniowego. Zwiększenie udziału tych komponentów zbożowych z 30 do 50% nie wpłynęło na masę żołądka mięśniowego. Podanie ptakom łuski owsianej zwiększyło masę wola i żołądka mięśniowego niezależnie od zastosowanej ilości (1,2,3 %). Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu badanych czynników doświadczalnych na długości jelit kurcząt.

Na podstawie wyników uzyskanych w trzech doświadczeniach obliczono współczynniki korelacji Pearsona. Ogólnie uzyskano stosunkowo niskie wartości współczynników korelacji ze względu na znaczną zmienność analizowanych parametrów. Masy narządów (żołądka gruczołowego i mięśniowego) i długości poszczególnych segmentów jelit w istotny ($p \leq 0,05$) sposób zwiększają się wraz ze wzrostem pobrania przez ptaki badanych frakcji włókna z wyjątkiem SDF i hemiceluloz (Tabela 28). Istotnie dodatnie współczynniki korelacji obliczono między pobraniem włókna surowego, NDF i ADF, a masą pustego wola. Wartości obliczonych współczynników korelacji Pearsona były również dodatnie między pobraniem frakcji włókna pokarmowego, a długością jelit ślepych i jelita grubego nie zostały udowodnione statystycznie jako istotne. Wielkość pobrania wszystkich analizowanych frakcji

włókna dodatnio istotnie ($p \leq 0,05$) wpłynęło na pobranie paszy i jej wykorzystanie. Masy żołądka gruczołowego i mięśniowego oraz długości dwunastnicy i jelita czczego w istotny sposób zależały od wielkości pobrania włókna surowego, TDF, IDF i ADF. Pobranie paszy dodatnio i istotnie było skorelowane z wielkością pobrania wszystkich badanych frakcji włókna.

Odczyn pH w treści wola i jelicie biodrowym kurcząt brojlerów

W doświadczeniu I i II odczyn pH treści wola i jelita biodrowego był zbliżony w porównywanych grupach doświadczalnych w obrębie zastosowanych czynników (Tabela 10 i 16). Jedynie w doświadczeniu III w treści wola ptaków żywionych mieszanką pasz treściwych z udziałem śruty jęczmiennej parametr ten był istotnie niższy w porównaniu z pozostałymi grupami ptaków (Tabela 24). W treści jelita biodrowego wyższy odczyn pH odnotowano podając ptakom w diecie 3 % łuski owsianej w porównaniu z 1 % dodatkiem.

Taylor i Jones (2004) dodając do diety kurcząt podawanej w postaci granulatu całe ziarno pszenicy lub jęczmienia stwierdzili w treści wola 42 dniowych ptaków odczyn pH wynoszący 5,06 lub 5,64 odpowiednio w przypadku zastosowania w diecie całego ziarna pszenicy lub jęczmienia. Gdy w mieszance pasz treściwych był stosowany 20% udział śruty jęczmiennej lub pszennej odczyn pH w treści wola wynosił odpowiednio 5,33 i 4,46. Hinton i wsp. (2000) w badaniach na kurczętach brojlerach żywionych dietą zawierającą ziarno kukurydzy i poekstrakcyjną śrutę sojową stwierdzili w treści woli ptaków odczyn pH wynoszący średnio 5,6 (wartość średnia z trzech doświadczeń).

Mathlouthi i wsp., (2002) podając kurczętom mieszankę pasz treściwych zawierającą 61 % kukurydzy w treści pochodzącej z jelita biodrowego stwierdzili wyższe ($p \leq 0,01$) wartości pH w porównaniu z dietą zawierającą pszenicę (40 %) i jęczmień (20 %). Natomiast Jamroz i wsp. (2001b) uzyskali niższe wartości pH ($p \leq 0,05$) stosując w żywieniu kurcząt mieszanki pasz treściwych ze śrutą pszenną lub pszeną i jęczmienną w treści jelit biodrowych średnio 6,0 i grubych 5,8; niż żywiąc je mieszanką z 56% udziałem śruty jęczmiennej, gdzie odpowiednie średnie wartości pH wynosiły 6,3 i 6,0. Taylor i Jones (2004) stosując w diecie podawanej ptakom w formie granulatu dodatek całego ziarna pszenicy lub jęczmienia stwierdzili w treści jelita biodrowego 42 dniowych ptaków pH wynoszące odpowiednio 7,2 i 7,6. Natomiast, gdy całe ziarno zastąpiono śrutą pszenną lub jęczmienną wynik pomiaru wyniósł odpowiednio 6,8 lub 7,1. Gabriel i wsp. (2003) nie stwierdzili istotnych różnic w odczynie pH treści jelita biodrowego u 29 dniowych kurcząt

Tabela 28. Współczynniki korelacji Pearsona między masą badanych narządów, długością poszczególnych odcinków jelit, wielkością pobrania i wykorzystania paszy a ilością pobranych frakcji włókna (n = 87).

Wyszczególnienie	Pobrane komponenty strukturalne						
	Włókno surowe	TDF	SDF	IDF	NDF	ADF	Hemicelulozy
Wole puste (g)	0,225*	0,194	0,132	0,163	0,224*	0,255*	0,193
Żołądek gruczołowy (g)	0,497*	0,407*	0,224	0,358*	0,429*	0,496*	0,334*
Żołądek mięśniowy (g)	0,541*	0,488*	-0,115	0,497*	0,212	0,556*	0,040
Dwunastnica (cm)	0,307*	0,326*	0,038	0,305*	0,163	0,246*	0,115
Jelito czcze (cm)	0,226*	0,240*	0,150	0,207	0,231*	0,230*	0,210
Jelito biodrowe (cm)	0,138	0,137	0,018	0,129	0,071	0,111	0,056
Jelita ślepe (cm)	0,256*	0,181	0,052	0,169	0,170	0,256*	0,111
Jelito grube (cm)	0,108	0,196	-0,151	0,213	-0,070	0,062	-0,100
Pobranie paszy (g/dzień/szt.)	0,313*	0,607*	0,335*	0,537*	0,544*	0,520*	0,463*
Wykorzystanie paszy (kg paszy/ kg przyrostu)	0,086	0,245*	0,281*	0,194	0,333*	0,200	0,323*

*Istotne przy $p \leq 0,05$

karmionych mieszanką pasz treściwych w formie granulatu z dodatkiem śruty pszennej, lub całego ziarna pszenicy.

Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów

Ważnym elementem w analizie żywienia jest zawartość suchej masy w treści jelitowej, która świadczy o gospodarce wodnej w poszczególnych segmentach przewodu pokarmowego (Son i wsp. 2000) oraz o właściwościach fizycznych znajdujących się tam węglowodanów strukturalnych (Montagne i wsp. 2003, Southgate i wsp. 1993). Koncentracja analizowanych składników pokarmowych w treści suchej masy w doświadczeniu I i II nie była w istotny sposób zróżnicowana w obrębie zastosowanych czynników doświadczalnych. Jedynie w doświadczeniu III wykazano istotne różnice ($p \leq 0,01$) między wartościami średnimi obliczonymi dla włókna surowego, NDF, ADF i hemiceluloz stosunku do grupy kurcząt otrzymujących w mieszance pas treściwych śrutę jęczmienną w porównaniu z ptakami otrzymującymi mieszankę kontrolną i zawierającą śrutę pszeną, gdzie wartości średnie były niższe. Istotnie wyższa koncentracja ($p \leq 0,01$ lub $0,05$) włókna surowego, NDF i ADF oznaczona została w grupach ptaków otrzymujących w diecie 3 % łuski owsianej w porównaniu z 1 % dodatkiem tego składnika i grupą kontrolną. Relacje te były zbliżone w doświadczeniu II.

W badaniach Wilczkiewicz i wsp. (2005) i Jamroz i wsp., (1996) po wprowadzeniu większych ilości pszenicy i jęczmienia uzyskali zbliżone lub niższe zawartości suchej masy. Podobnie w przeprowadzonych badaniach przy zastosowaniu ziarna pszenicy, jęczmienia (w udziale 30 i 50 %) i kukurydzy stwierdzono zbliżoną do siebie koncentrację suchej masy w jelicie biodrowym kurcząt brojlerów (18 - 20 %). Wyższą koncentrację suchej masy obserwowano podobnie jak w badaniach Hetland i Svihus (2001) i Hocking i wsp., (2004) przy zastosowaniu łuski owsianej w mieszance pasz treściwych, a przede wszystkim w przypadku dodania tego komponentu strukturalnego do mieszanki zawierającej w swoim udziale 50% ziarna jęczmienia. Wzrost zawartości suchej masy w treści jelita biodrowego był spowodowany wyższą ilością węglowodanów strukturalnych w porównaniu z dietą opartą o ziarno kukurydzy. Zmiany koncentracji suchej masy i składników pokarmowych w treści wola i jelit biodrowych, a także ich wzajemne proporcje, szczególnie w stosunku do słabo rozkładanego ADF, mogą być wynikiem zróżnicowanego ich stopnia rozkładu w górnych odcinkach przewodu pokarmowego.

Wpływ łuski owsianej i ziarna zbóż na pozorną strawność składników pokarmowych

W wykonanych doświadczeniach średnie wartości współczynników strawności jelitowej suchej masy (Tabela 12, 18 i 26) były zbliżone w grupach ptaków otrzymujących jako komponent zbożowy wyłącznie śrutę kukurydzianą i zastąpioną częściowo w diecie przez śrutę pszeną (średnio około 66 %). Współczynniki strawności jelitowej w powyższych grupach doświadczalnych okazały się istotnie wyższe ($p \leq 0,01$) w porównaniu z grupą ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną (średnio około 60 %). Wielkość udziału śruty pszennej lub jęczmiennej (30 lub 50 %) w niniejszych badaniach nie miała na wielkość współczynnika strawności jelitowej suchej masy. Wartości współczynników strawności suchej masy w przypadku grup kurcząt, których mieszanki pasz treściwych zawierały łuskę owsianą były niższe w porównaniu z grupą kurcząt żywionych mieszanką kontrolną. Wielkość dodatku łuski owsianej (1, 2 lub 3 %) nie miała wpływu na ten parametr przeprowadzonych badań.

Obliczone wartości średnie współczynników strawności całkowitej (kałowej) suchej masy były zbliżone (doświadczenie I) lub wyższe o średnio 5 i 14 punktów procentowych odpowiednio w doświadczeniu II i III w porównaniu z wartościami oznaczonymi na poziomie jelita biodrowego niezależnie od zastosowanego czynnika doświadczalnego (Tabela 13, 19 i 27).

Gonzalez – Alvarado i wsp. (2007) obserwowali istotnie wyższą ($p \leq 0,01$) strawność kałową suchej masy w przypadku zastosowania w diecie łuski owsianej w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej i otrzymującymi w diecie łuskę sojową, podobnie Jimenez – Moreno i wsp. (2009) w przypadku 15 dniowych kurcząt stwierdzili wyższą średnią wartość współczynnika strawności suchej masy w przypadku ptaków otrzymujących w diecie łuskę owsianą. Gonzalez - Alvarado i wsp. (2010) stosując dodatek do diety, zawierającej ziarno ryżu i poekstrakcyjną śrutę sojową, łuskę owsianą (3%) stwierdzili istotnie wyższy ($p \leq 0,001$) współczynnik strawności suchej masy (77,9%) w porównaniu z ptakami otrzymującymi mieszankę kontrolną zawierającą ziarno ryżu i poekstrakcyjną śrutę sojową (74,3%). W badaniach Sue i wsp. (1996) wyższa koncentracja suchej masy w treści nie szła w parze ze strawnością suchej masy. Odnotowali oni, systematyczny spadek strawności tego składnika przy zwiększaniu zawartości włókna surowego w diecie gęsi. Podobne wyniki w odniesieniu do współczynników strawności suchej masy uzyskali Jamroz i wsp. (1996) w ich przypadku wartości te wahały się w granicy od 62 do 73 % w zależności od wieku ptaków, co potwierdzili również Yasar i Forbes (1999) w badaniach, których niższą strawność pozorną

stwierdzono w przypadku kurcząt w trzecim tygodniu życia, w porównaniu z kurczętami sześciotygodniowymi. Yasar i Forbes (1999) badając strawność jelitową suchej masy u kurcząt brojlerów żywionych mieszankami pasz treściwych zawierających od 60 do 70 % pszenicy i jęczmienia stwierdzili, że zależy ona ($p \leq 0,01$) od rodzaju stosowanego zboża, a współczynniki strawności pozornej suchej masy z diet zawierających pszenicę lub jęczmień na poziomie różnych segmentów jelit cienkich wynosiły średnio 51 %. Natomiast strawność całkowita suchej masy oznaczona przez Yasara i Forbes'a (1999) z diet o zbliżonej koncentracji składników pokarmowych jak w stosowanych przez Yasara i Forbes'a (1998), wynosiła średnio dla pszenicy około 78 %, a jęczmienia 74 %.

Dodatkowo Yasar (2002) badając różne odmiany pszenicy stwierdził, że sucha masa jest gorzej trawiona przy 53 % udziale pszenicy w diecie w porównaniu z grupą kontrolną, a Lazaro i wsp. (2003) stwierdzili niższą strawność mieszanek pasz treściwych z 50 % udziałem ziarna pszenicy lub 65 % ziarna jęczmienia. Natomiast w badaniach Choct'a i wsp. (1992) stwierdzono wpływ na współczynniki strawności jelitowej i całkowitej suchej masy między ptakami z usuniętymi jelitami ślepyimi i normalnymi ($p \leq 0,01$) oraz dodatek pentozanów do diety kurcząt brojlerów (30 g) ($p \leq 0,001$).

Wartości średnie współczynników strawności pozornej białka ogólnego oznaczone na poziomie jelita biodrowego były istotnie niższe w grupach kurcząt żywionych w diecie śrutą jęczmienną w porównaniu z grupami ptaków, w których mieszanki pasz treściwych zawierały śrutę pszeną. Nie stwierdzono wpływu ilości testowanych pasz na ten parametr. Istotnie niższe wartości ($p \leq 0,01$) współczynników strawności pozornej białka ogólnego na poziomie jelita biodrowego między grupą kontrolną, a średnią wartością tego parametru w grupie otrzymującej w diecie 3 % łusek owsianych w doświadczeniu II (Tabela 18) nie zostały potwierdzone w doświadczeniu III (Tabela 20). Wartości średnie współczynników strawności jelitowej były niższe od wartości oznaczonych dla strawności całkowitej (kałowej) i znacznie zróżnicowane w przeprowadzonych doświadczeniach od około 10 punktów procentowych (doświadczenie I) do blisko 30 (doświadczenie III). W badaniach Choct'a i wsp. (1992) zarówno w przypadku strawności jelitowej jak i kałowej na wartość współczynnika strawności pozornej białka ogólnego miał wpływ dodatek pentozanów do diety kurcząt ($p \leq 0,001$). Rougière i wsp. (2009) podając kurczętom 7% łuski w mieszankach pasz treściwych stwierdzili istotnie ($p \leq 0,01$) wyższy współczynnik strawności pozornej białka ogólnego (80,1%) w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej, których dieta składała się z ziarna kukurydzy i poekstrakcyjnej śruty sojowej (76,9%). Również Jimenez – Moreno i wsp. (2009) stwierdzili wyższą średnią wartość współczynnika strawności kałowej

(całkowitej) tego składnika pokarmowego w przypadku 15 dniowych kurcząt otrzymujących w diecie łuskę owsianą (70,4%) w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej żywionymi mieszanką pasz treściwych zawierającą ziarno ryżu i poekstrakcyjną śrutę sojową (67,0%)

Najwyższe średnie wartości współczynników pozornej strawności jelitowej tłuszczu surowego oznaczono w grupach ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną ($p \leq 0,01$ w III doświadczeniu; $p \leq 0,05$ w doświadczeniu I) w porównaniu z pozostałymi grupami kurcząt, gdzie wartości tego parametru były zbliżone. Zwiększenie udziału śruty pszennej i jęczmiennej z 30 do 50 % w mieszankach pasz treściwych zwiększyło strawność pozorną tłuszczu surowego, a różnica między wartościami średnimi w doświadczeniu I i III została udowodniona jako istotna (Tabela 12 i 26). Dodatek łuski owsianej i jego wielkość (Tabela 18 i 26) nie miały wpływu na wartości średnie analizowanego parametru. Wartość średnia obliczona dla pozornej strawności jelitowej była niższa od analogicznego pomiaru dla pozornej strawności całkowitej (kałowej) średnio o 8 punktów procentowych w doświadczeniu I, i niższe o 2 i 3 % odpowiednio w doświadczeniu II i III).

Klamendal i wsp. (2011) i Gonzalez– Alvarado i wsp (2010 i 2007) stwierdzili, że niewielka ilość włókna (około 3%) w mieszance pasz treściwych poprawia strawność tłuszczu surowego u kurcząt brojlerów. Z kolei Rougière i wsp. (2009) nie stwierdzili statystycznie istotnej różnicy pomiędzy strawności pozorną kałową pomiędzy kurczętami grupy kontrolnej i otrzymującymi w diecie łuskę (7%).

W przeprowadzonych dwóch doświadczeniach z zastosowaniem łuski owsianej (II i III) stwierdzono podobną tendencję, mianowicie tłuszcz surowy był trawiony w wyższym stopniu przez ptaki żywione dietą opartą o ziarno pszenicy lub jęczmienia (powyżej 91 %) niż składnik ten w przypadku kurcząt grupy kontrolnej. Przyczyną takiego stanu mógł być również większy udział oleju sojowego w mieszankach pasz treściwych zawierających w swym składzie łuskę owsianą lub ziarno jęczmienia w 50 % udziale.

W wykonanych doświadczeniach oznaczono wartości średnie współczynnika pozornej strawności jelitowej związków bezazotowych wyciągowych. W grupach kurcząt żywionych mieszankami: kontrolną i zawierających śrutę pszenną średnie wartości tego parametru były zbliżone i istotnie wyższe ($p \leq 0,01$) w porównaniu z grupą otrzymującą w diecie śrutę jęczmienną. Wielkość udziału badanych komponentów zbożowych nie miała istotnego wpływu na wartości średnie pozornej strawności jelitowej i kałowej. W II i III doświadczeniu dodatek łuski owsianej niezależnie od jego ilości obniżał pozorną strawność jelitową związków BAW w porównaniu z grupą kontrolną, jednak różnic pomiędzy grupami nie udowodniono jako istotne (Tabela 18 i 26). Różnice między wartościami średnimi

współczynników pozornej strawności jelitowej i całkowitej (kałowej) związków BAW były znaczne i wynosiły przeciętnie około 26 punktów procentowych we wszystkich doświadczeniach (Tabela 13, 19 i 27).

Amerah i wsp. (2009), Rougière i wsp. (2009), Svihus i wsp. (2001) i Rogel i wsp. (1987) donoszą o zwiększonej strawności skrobi w przypadku zastosowania nierozpuszczalnego włókna pokarmowego w diecie kurcząt brojlerów i kur niosek. W przeprowadzonych trzech doświadczeniach strawności skrobi nie była analizowana, ale określono strawność pozorną związków bezazotowych wyciągowych w obrębie, których zawiera się skrobia. Zarówno w doświadczeniu II jak i III gdzie zastosowano łuskę owsianą w mieszance pasz treściwych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic współczynników strawności BAW zarówno w przypadku strawności kałowej i jelitowej. Natomiast statystycznie wysoko istotne niższe ($p \leq 0,01$) współczynniki strawności BAW odnotowano w przypadku ptaków karmionych mieszanką pasz treściwych, która zawierała w swoim składzie ziarno jęczmienia (niezależnie od tego czy badana była strawność jelitowa czy kałowa).

Rozkład włókna surowego na poziomie jelita biodrowego był najniższy w grupach ptaków otrzymujących w mieszankach pasz treściwych śrutę pszenną. Wartości średnie tego parametru obliczone dla grupy kontrolnej i otrzymującej w diecie śrutę jęczmienną były znacznie zróżnicowane i nie stwierdzono w tym przypadku jednoznacznych tendencji. Porównanie współczynników rozkładu jelitowego włókna surowego w grupach ptaków otrzymujących w dawce pokarmowej śrutę pszenną i jęczmienną w ilości 30 lub 50 % oraz kontrolną (doświadczenie I i II) nie dało jednoznacznych wyników. Podobnie nie stwierdzono istotnego wpływu dodatku łusek owsianych na wielkość wartości średnich tego parametru. Przeciętne obliczone wartości średnie współczynników strawności całkowitej (kałowej) włókna surowego były wyższe w porównaniu z wielkościami uzyskanymi na poziomie jelita biodrowego o około 60 % (doświadczenie II), 155 % (doświadczenie I) i aż 611 % (doświadczenie III) przy bezwzględnej różnicy wynoszącej odpowiednio 1, 5 i 2 punkty procentowe.

Rozkład włókna neutralnodetergentowego na poziomie jelita biodrowego był wyższy w grupach ptaków otrzymujących w mieszankach pasz treściwych śrutę pszenną w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej i żywionymi dietą zawierającą śrutę jęczmienną, dla których oznaczono zbliżone wartości średnie we wszystkich przeprowadzonych eksperymentach. W doświadczeniu III różnica między grupą ptaków żywionych mieszanką zawierającą śrutę pszenną, a pozostałymi okazała się istotna ($p \leq 0,01$) (Tabela 26). Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu wielkości dodatku śruty pszennej lub jęczmiennej (30 lub 50 %) na

rozkład NDF. Istotne różnice ($p \leq 0,05$) udowodnione statystycznie między wartościami średnimi dla grupy kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych z 30 i 50 % udziałem tych zbóż w doświadczeniu I nie zostały potwierdzone w II. Zwiększenie ilości łusek owsianych w dietach ptaków z 1 do 3 % (doświadczenie II i III) spowodowało zwiększenie rozkładu NDF, jednak różnic między wartościami średnimi nie udowodniono statystycznie. Wartości średnie współczynników strawności całkowitej (kałowej) włókna neutralnodetergentowego były zbliżone w porównywalnych grupach ptaków w obrębie czynnika żywieniowego, jakim był rodzaj zbóż. Jedynie w doświadczeniu III obliczone współczynniki rozkładu NDF dla grupy kontrolnej okazały się statystycznie istotnie niższe ($p \leq 0,01$) niż w grupach kurcząt, którym podawano w diecie śrutę pszeną i jęczmienną. Wzajemne relacje dla tego parametru oznaczone na poziomie jelita biodrowego i po przejściu paszy przez cały przewód pokarmowy były rozbieżne. Jednak przeciętne wartości współczynników strawności całkowitej były wyższe od jelitowej o 14, 22 i 5 % odpowiednio w doświadczeniu I, II i III (Tabela 13, 19 i 27).

We wszystkich przeprowadzonych doświadczeniach wartości średnie współczynników rozkładu włókna kwaśnodetergentowego były najniższe w grupie kontrolnej kurcząt brojlerów, a najwyższe w grupie ptaków otrzymujących śrutę jęczmienną w diecie. Jednak różnic pomiędzy wartościami średnimi nie udowodniono statystycznie. Wzrost udziału podanych komponentów zbożowych z 30 do 50 % spowodowało zwiększenie rozkładu ADF w doświadczeniu I co nie znalazło potwierdzenia w kolejnym (II). Podanie ptakom w mieszance pasz treściwych 3 % łusek owsianych istotnie zwiększyło rozkład ADF na poziomie jelita biodrowego w porównaniu z dodatkiem 1 i 2 % ($p \leq 0,05$) (doświadczenie II). W eksperymencie III uzyskane wartości średnie dla tego parametru były zbliżone we wszystkich grupach doświadczalnych. Wzajemne relacje między wartościami średnimi rozkładu włókna kwaśnodetergentowego na poziomie jelita biodrowego i po przejściu paszy przez cały przewód pokarmowy były niższe o 1 i 4 punkty procentowe w doświadczeniach I i II oraz wyższe o 20 punktów procentowych w doświadczeniu III (Tabela 13, 19 i 27).

Rozkład hemiceluloz na poziomie jelita biodrowego był wyższy w grupach ptaków otrzymujących w mieszankach pasz treściwych śrutę pszeną w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej i żywionymi dietą zawierającą śrutę jęczmienną, dla których oznaczono zbliżone wartości we wszystkich przeprowadzonych eksperymentach. W doświadczeniu I i III różnica między grupą ptaków żywionych mieszanką zawierającą śrutę pszeną, a pozostałymi okazała się istotna (odpowiednio $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$) (Tabela 13 i 27). Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu wielkości dodatku śruty pszennej lub jęczmiennej (30 lub 50 %) na

rozkład NDF. Istotne różnice ($p \leq 0,05$) udowodnione statystycznie między wartościami średnimi dla grupy kurcząt otrzymujących mieszankę pasz treściwych z 30 i 50 % udziałem tych zbóż w doświadczeniu I nie zostały potwierdzone w II. Zwiększenie ilości łusek owsianych w dietach ptaków z 1 do 3 % (doświadczenie II i III) spowodowało zwiększenie rozkładu NDF, jednak różnic między wartościami średnimi nie udowodniono statystycznie. Wartości średnie współczynników strawności całkowitej (kałowej) włókna neutralnodetergentowego były zbliżone w porównywalnych grupach ptaków w obrębie czynnika żywieniowego jakim był rodzaj zbóż. Jedynie w doświadczeniu III obliczone współczynniki rozkładu NDF dla grupy kontrolnej okazały się statystycznie istotnie niższe ($p \leq 0,01$) niż w grupach kurcząt, którym podawano w diecie śrutę pszeną i jęczmienną. Wzajemne relacje dla tego parametru oznaczone na poziomie jelita biodrowego i po przejściu paszy przez cały przewód pokarmowy były rozbieżne. Jednak przeciętne wartości współczynników strawności całkowitej były wyższe od jelitowej o 15 i 10 % odpowiednio w doświadczeniu I i III, a niższe o 8 % w II.

W badaniach Jamroz i wsp. (2001a), Onifade (1999), Jamroz i wsp. (1997) oraz Onifade i Babatunde (1997) stwierdzono, że frakcje włókniste są trawione w podobnym stopniu: włókno surowe od 4 do 35 %, NDF od 26 do 60 %, ADF od -1 do 26 % i hemicelulozy od 41 do 66 %. Meng i wsp. (2004) podając kurczętom dawki, których dominującym komponentem była śruta pszena, na poziomie jelita biodrowego zanotowali strawność polisacharydów nieskrobiowych od 10 do 12 %. Jamroz i wsp. (2002a) stwierdzili znaczne zróżnicowanie degradacji NSP między kurczętami, kaczkami i gęsiami, na poziomie jelita biodrowego od 19 % u gęsi do 75 % u kaczek i jelit ślepych od 27 % u kaczek i w skrajnym przypadku do 90 % u gęsi. Na poziomie jelit grubych, w tym samym eksperymencie, obserwowali bardziej zbliżone wartości, które wynosiły dla polisacharydów nieskrobiowych rozpuszczalnych w wodzie: 44 % u kaczek oraz średnio 49 % u kurcząt i gęsi. Węglowodany mogą być rozkładane mikrobiologicznie w wolu ptaków, donoszą o tym między innymi Rada i Marounek (1996), Hinton i wsp. (2000) oraz Fuller i wsp. (1977).

W trzech przeprowadzonych doświadczeniach współczynniki strawności mieściły się w granicach określonych przez powyższych autorów. Najwyższy współczynnik strawności włókna surowego stwierdzony został w przypadku ziarna jęczmienia, natomiast najniższy przeważnie w odniesieniu do ziarna pszenicy. W przypadku strawności jelitowej współczynnik strawności wyniósł w granicach od -3,6 do 7,5 %, natomiast w stosunku do strawności kałowej parametr ten kształtował się na następującym poziomie od -2,9 do 8,9. W przypadku strawności NDF i ADF stwierdzono współczynniki strawności tych składników

odpowiednio na poziomie 40 – 48 % i 8 – 12,6 %. Jednak dodatek łuski owsianej do mieszanki pasz treściwych nie miał statystycznego wpływu na strawność składników pokarmowych. W odróżnieniu od tego jednak procentowy udział łuski owsianej ma wpływ na strawność hemiceluloz, niewielki dodatek tych komponentów strukturalnych do diety powoduje wzrost współczynnika strawności. Wpływ na strawność hemiceluloz ma również rodzaj zastosowanego ziarna zbóż, w przypadku strawności kałowej najlepiej trawione przez kurczęta było ziarno pszenicy w porównaniu z ptakami grupy kontrolnej i tymi, które spożywały ziarno jęczmienia.

Istotnie niższe współczynniki strawności jelitowej i kałowej (całkowitej) suchej masy, białka ogólnego i związków BAW oznaczono u kurcząt otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną. Strawność tłuszczu surowego była najniższa w grupach kontrolnych ptaków zawierających ziarno kukurydzy i poekstrakcyjna śrutę sojową). Większe wartości tego parametru stwierdzono w grupach ptaków otrzymujących w dietach śrutę jęczmienną i pszeną przy jednoczesnym zwiększeniu udziału tych komponentów z 30 do 50% oraz 3% dodatku łuski owsianej. Współczynniki strawności wszystkich podstawowych składników pokarmowych i badanych frakcji włókna oznaczonych na poziomie jelita biodrowego były o kilka punktów procentowych niższe niż obliczone dla strawności całkowitej.

Wielkości wartości współczynnika korelacji Pearsona obliczona między współczynnikami strawności jelitowej i kałowej a wielkością pobrania frakcji włókna były zróżnicowane (Tabela 29). Z reguły obliczano większą wartość średnią współczynników korelacji obliczoną dla strawności jelitowej. W niniejszych badaniach stwierdzono ujemną i istotną ($p \leq 0,05$) korelację między wielkością pobrania włókna surowego, TDF, IDF i ADF, a strawnością suchej masy, hemiceluloz i BAW na poziomie jelita biodrowego. Wartości współczynników korelacji w odniesieniu do współczynników strawności całkowitej (kałowej) były takie same co do kierunku współzależności jednak większości przypadków nie udowodniono statystycznie. Jednoznacznie można tylko stwierdzić, że pobranie różnych frakcji włókna nie miało wpływu na strawność jelitową i całkowitą białka, a także to, że współczynniki strawności tłuszczu surowego w dodatni i istotny ($p \leq 0,05$) zależą od pobrania tych składników.

Wartości współczynników strawności całkowitej suchej masy i tłuszczu surowego istotnie ($p \leq 0,05$) i dodatnio zależały od masy wola, żołądka gruczołowego i mięśniowego (Tabela 30). Maisonnier i wsp. (2001) w badaniach na kurczętach brojlerach stwierdzili ujemną zależność pomiędzy masą żołądka mięśniowego, a współczynnikiem strawności pozornej tłuszczu surowego. Natomiast Rougière i wsp., (2009) dodatnią korelację pomiędzy

współczynnikiem strawności pozornej białka, a masą żołądka gruczołowego ($p \leq 0,01$; $r = 0,24$; $n = 120$) oraz również dodatnią zależność pomiędzy współczynnikiem strawności skrobi i masą żołądka mięśniowego ($p \leq 0,001$; $r = 0,44$; $n = 120$).

Z kolei ujemne i istotne ($p \leq 0,05$) współzależności stwierdzono między długością poszczególnych segmentów jelit (z wyjątkiem jelit ślepych), a współczynnikami strawności całkowitej tych składników pokarmowych. Wartości współczynników białka ogólnego i hemiceluloz istotnie ($p \leq 0,05$) i dodatnio zależały od długości jelit. Strawność ADF w istotny i dodatni ($p \leq 0,05$) sposób zależała tylko od masy żołądka mięśniowego. Wartości współczynników strawności BAW okazały się być niższe przy większej masie dwunastnicy, jelita czczego i grubego). Podobne zależności stwierdzono również w badaniach Maisonnier i wsp. (2001) w tym przypadku większa długość jelita cienkiego i jego składowych (dwunastnicy, jelita czczego i biodrowego) ujemnie wpływały na strawność pozorną tłuszczu surowego, skrobi i aminokwasów. Istotną ujemną ($p \leq 0,05$) zależność badacze stwierdzili pomiędzy dwoma pomiarami: długością jelita biodrowego i długością jelita cienkiego a współczynnikiem pozornej strawności skrobi.

Obliczone współczynniki korelacji Pearsona między wartościami współczynników strawności całkowitej i jelitowej okazały się dodatnie i istotne ($p \leq 0,05$) dla włókna kwaśnodetergentowego, hemiceluloz, tłuszczu surowego i BAW (Tabela 31). Nie stwierdzono istotnej współzależności w przypadku wartości tych parametrów w odniesieniu do suchej masy, białka ogólnego, włókna surowego i NDF.

Zwiększenie pobrania nierozpuszczalnych frakcji włókna surowego obniżyło współczynnik strawności jelitowej suchej masy i związków BAW jednocześnie zwiększając strawność pozorną tłuszczu surowego.

Mikroflora treści wola i jelita biodrowego

Jednym z czynników zewnętrznych, które wpływają na skład mikroflory przewodu pokarmowego może być liczba mikroorganizmów w mieszance pasz treściwych. Ogólna liczba bakterii tlenowych na ziarnach świeżo zebranych zbóż jest pokaźna lecz nie przykracająca $7,7 \log \text{CFU/g}$ (Statute-book, 2007) i zmniejsza się znacznie w trakcie składowania w optymalnych warunkach (Obuchowski i Strybel, 2001). W przeprowadzonej analizie mikrobiologicznej w ramach doświadczenia III, określono ilość mikroorganizmów znajdujących się w poszczególnych mieszankach pasz treściwych (Tabela 22).

Tabela 29. Współczynniki korelacji Pearsona między współczynnikami strawności jelitowej i całkowitej (kałowej) składników pokarmowych i ilością pobranych frakcji włókna (n = 87).

Wyszczególnienie	Pobrane komponenty strukturalne						
	Włókno surowe	TDF	SDF	IDF	NDF	ADF	Hemicelulozy
Współczynnik strawności jelitowej							
Suchej masy	-0,497*	-0,474*	0,205	-0,491*	-0,064	-0,370*	0,054
Białka ogólnego	0,026	0,039	-0,146	0,072	-0,062	0,077	-0,114
Tłuszczu surowego	0,442*	0,314*	0,254*	0,261*	0,429*	0,464*	0,349*
BAW	-0,587*	-0,538*	0,194*	-0,549*	-0,102	-0,425*	0,028
Włókno surowe	0,054	0,081	-0,084	0,093	-0,048	0,046	-0,078
NDF	-0,135	-0,266*	0,454*	-0,341*	0,275*	-0,076	0,371*
ADF	0,181	0,142	0,152	0,111	0,217	0,208	0,182
Hemiceluloz	-0,266*	-0,339*	0,321*	-0,385*	0,098	-0,242*	0,210
Współczynnik strawności kałowej							
Suchej masy	-0,113	-0,101	0,026	-0,093	0,008	-0,014	0,004
Białka ogólnego	-0,084	-0,085	0,150	-0,103	0,086	-0,041	0,100
Tłuszczu surowego	0,414*	0,335*	-0,037	0,337*	0,208	0,450*	0,074
BAW	-0,143	-0,121	0,123	-0,130	0,074	-0,014	0,080
Włókno surowe	0,189	0,236	-0,190	0,260	-0,047	0,151	-0,120
NDF	0,189	0,011	0,427*	-0,068	0,397*	0,165	0,418*
ADF	0,368*	0,289*	0,087	0,260*	0,249*	0,344*	0,177
Hemiceluloz	-0,107	-0,184	0,386*	-0,257*	0,195	-0,160	0,315*

*Istotne przy $p \leq 0,05$

Tabela 30. Współczynniki korelacji Pearsona między masą badanych narządów, długością poszczególnych odcinków jelit a współczynnikami strawności całkowitej (kałowej) składników pokarmowych (n = 87).

Wyszczególnienie	Współczynnik strawności kałowej							
	Suchej masy	Białka ogólnego	Włókna surowego	NDF	ADF	Hemiceluloz	Tłuszczu surowego	BAW
Wole puste (g)	0,264*	-0,234*	-0,083	-0,029	0,129	0,026	0,299*	0,089
Żołądek gruczołowy (g)	0,254*	-0,137	-0,028	0,105	0,282*	-0,121	0,445*	0,184
Żołądek mięśniowy (g)	0,213*	-0,166	0,002	0,015	0,219*	-0,275*	0,474*	0,152
Dwunastnica (cm)	-0,465*	0,271*	0,209	0,082	-0,037	0,349*	-0,332*	-0,415*
Jelito czcze (cm)	-0,341*	0,358*	0,086	0,218*	0,076	0,271*	-0,323*	-0,240*
Jelito biodrowe (cm)	-0,301*	0,257*	0,090	0,162	0,054	0,219*	-0,322*	-0,188
Jelita ślepe (cm)	-0,069	0,169	-0,105	0,197	0,105	0,044	-0,067	0,049
Jelito grube (cm)	-0,557*	0,125	0,101	0,011	-0,114	0,240*	-0,457*	-0,462*
Całkowita długość jelit	-0,376*	0,320*	0,092	0,195	0,054	0,272*	-0,348*	-0,257*
Pobranie paszy (g/dzień/szt.)	0,060	0,058	0,038	-0,014	0,065	-0,024	0,067	0,128
Wykorzystanie paszy (kg paszy/ kg przyrostu masy ciała)	-0,106	0,273*	-0,008	0,124	0,071	0,138	-0,153	0,044

*Istotne przy $p \leq 0,05$

Tabela 31. Współczynniki korelacji Pearsona między współczynnikami strawności jelitowej i całkowitej (kałowej) składników pokarmowych.

Wyszczególnienie	Strawność jelitowa
Strawność całkowita (kałowa)	
Sucha masa	0,187
Białko ogólne	-0,072
Tłuszcz surowy	0,499*
BAW	0,405*
Włókno surowe	0,151
NDF	0,171
ADF	0,253*
Hemiceluloza	0,228*

*Istotne przy $p \leq 0,05$

We wszystkich dziewięciu mieszankach pasz treściwych nie stwierdzono obecności bakterii *E. coli* i *Salmonella sp.* Liczba drożdży i pleśni była wyższa w mieszankach pasz treściwych zawierających ziarno kukurydzy i pszenicy (powyżej 1,80 log CFU/g), natomiast w przypadku zastosowania w diecie ziarna jęczmienia liczba tych mikroorganizmów w mieszance pasz treściwych wyniosła średnio 1,44 log CFU/g. Rozpatrując liczbę bakterii z rodzaju *Lactobacillus spp.* najwyższą ich ilość stwierdzono w przypadku mieszanek pasz treściwych zawierających w swym składzie ziarno kukurydzy (średnio 2,12 log CFU/g). W przypadku zastosowania w składzie ziarna jęczmienia liczba ta wyniosła średnio 1,26 log CFU/g, natomiast gdy komponentem mieszanek pasz treściwych była pszenica liczba bakterii wyniosła 0,88 log CFU/g. Liczba bakterii oraz grzybów bezpośrednio po zbiorze ziarna zbóż jest stosunkowo wysoka, jednak gdy komponenty te składowane są w optymalnych warunkach liczba mikroorganizmów znacznie się obniża (Obuchowski i Strybel, 2001).

Wyższe wartości średnie liczby bakterii tlenowych i *Lactobacillus spp.* w porównaniu z grupą kontrolną stwierdzono w treści wola kurcząt otrzymujących w mieszankach pasz treściwych śrutę pszenną ($p \leq 0,01$) i jęczmienną (Tabela 23). Podanie ptakom w diecie łuski owsianej istotnie ($p \leq 0,01$) obniżyło wartości średnie liczby drożdży i pleśni w treści wola.

Natomiast w treści jelita biodrowego oznaczona ogólna liczba bakterii tlenowych była zbliżona w porównywanych grupach, a liczba *Lactobacillus spp.* była najniższa w grupie ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną w porównaniu z grupą kontrolną ($p \leq 0,01$) (kukurydza) i grupą otrzymującą śrutę pszenną ($p \leq 0,05$). Najniższą wartość średnią liczby pleśni i drożdży obserwowano w grupie kontrolnej w porównaniu z grupami ptaków otrzymujących w diecie 1% ($p \leq 0,01$) i 3 % ($p \leq 0,05$) łuski owsianej.

Skład mikroflory kurcząt stabilizuje się na przełomie 2 i 3 tygodnia życia (Barnes i wsp., 1979). W pierwszym tygodniu życia w przewodzie pokarmowym dominują bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, Rada i Mauronek (1996) badając populację bakterii oznaczyli w wolu kurcząt żywionych standardową dietą 8,8 log CFU/g bakterii *Lactobacillus* w pierwszych dniach życia, potem liczba ta systematycznie obniżała się. W przeprowadzonym doświadczeniu w 28 dniu życia kurcząt najwyższą ilość bakterii z rodzaju *Lactobacillus* stwierdzono przypadku zastosowania ziarna pszenicy i jęczmienia w ilości 4 log CFU/g w wolu kurcząt, niższą wartość bo tylko 3,46 log CFU/g oznaczono w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej (Tabela 23). W obrębie wola określono również wzrost ogólnej ilości bakterii tlenowych w przypadku zastosowania mieszanki pasz treściwych zawierającej ziarno pszenicy (6,22 log CFU/g). W swoich badaniach Rada i Marounek (1996) stwierdzili 5,5 log CFU/g bakterii *E.coli* w wolu kurcząt, w przeprowadzonym doświadczeniu liczba tych bakterii wynosiła około 4 log CFU/g.

Największe zróżnicowanie bakterii obserwowane jest w dwunastnicy, wg Dänicke i wsp. (1999) liczba bakterii tlenowych może występować w zakresie 4,2 do 8,8 log CFU/g, natomiast *Lactobacillus* w ilości od 4,5 do 8,8 log CFU/g. Natomiast w jelicie biodrowym wg Dänicke i wsp. (1999) oznaczyli oni ilość bakterii tlenowych na poziomie 5,5 do 7,3 log CFU/g, w doświadczeniu III liczba bakterii tlenowych w jelicie biodrowym było średnio 4,4 log CFU/g. W swych badaniach Jamroz i wsp. (2003) oznaczyli w treści jelita biodrowego *E.coli* w liczbie od 4,3 do 6,3 log CFU/g, natomiast *Lactobacillus spp.* od 4,3 do 6,0 log CFU/g, w przeprowadzonym doświadczeniu liczba tych mikroorganizmów w obu przypadkach jest niższa w obrębie jelita biodrowego. Przy czym najwyższą liczbę *E.coli* oznaczono w odniesieniu do treści jelit biodrowych ptaków grupy kontrolnej i otrzymującej ziarno pszenicy (odpowiednio 3,85 i 3,38 log CFU/g), natomiast najniższą w stosunku do kurcząt otrzymujących ziarno jęczmienia w mieszance pasz treściwych. Podobnie z liczbą *Lactobacillus spp.*, najwyższą stwierdzono w przypadku ptaków grupy kontrolnej (2,40 log CFU/g), najniższa natomiast była określona w odniesieniu do kurcząt otrzymujących ziarno jęczmienia (1,43 log CFU/g).

Wprowadzenie do mieszanek pasz treściwych łuski owsianej miało wpływ na wzrost liczby drożdży i pleśni w treści jelita biodrowego zarówno w przypadku 1 i 3% dodatku tego komponentu strukturalnego (odpowiednio 1,71 i 1,42 log CFU/g). Dla porównania w swoich badaniach Jamroz i wsp (2003) określili ilość drożdży i pleśni na poziomie 2,8 do 3,5 log CFU/g.

6. Podsumowanie:

Stosując w żywieniu kurcząt mieszanek pasz treściwych, w których podstawowymi komponentami i jednocześnie źródłem węglowodanów strukturalnych, były śruta kukurydziana stanowiąca w każdym z doświadczeń kontrolę oraz śrutę pszeną i jęczmienną na poziomie 30 i 50 %, a także łuskę owsianą we wszystkich doświadczeniach nie obserwowano jednoznacznych zmian badanych parametrów.

- Ptaki otrzymujące w diecie 50 % udział śruty pszennej i jęczmiennej charakteryzowały się niższą masą końcową w porównaniu z kurczętami grupy kontrolnej
- Wprowadzenie do mieszanek pasz treściwych łuski owsianej w udziale 1 – 3% nie miało istotnego wpływu na podstawowe parametry produkcyjne kurcząt brojlerów (masę ciała, pobranie i wykorzystanie paszy)
- Zastosowanie w żywieniu kurcząt mieszanek pasz treściwych z udziałem śruty pszennej odnotowano większe wartości średnie masy wola i żołądka gruczołowego, a w przypadku śruty jęczmiennej dodatkowo żołądka mięśniowego. Zwiększenie udziału tych komponentów zbożowych z 30 do 50 % nie wpłynęło na masę żołądka mięśniowego. Podanie ptakom łuski owsianej zwiększyło masę wola i żołądka mięśniowego niezależnie od zastosowanej ilości (1, 2, 3 %).
- Masy żołądka gruczołowego i mięśniowego oraz długości poszczególnych segmentów jelit w istotny ($p \leq 0,05$) sposób zwiększają się wraz ze wzrostem pobrania przez ptaki włókna surowego, ADF, NDF i IDF, natomiast istotna dodatnia korelacja występuje między pobraniem włókna surowego, NDF i ADF, a masą pustego wola.
- Współczynniki strawności lub wszystkich podstawowych składników pokarmowych i rozkładu badanych frakcji włókna oznaczonych na poziomie jelita biodrowego były jedynie o kilka punktów procentowych niższe niż obliczone dla strawności całkowitej co świadczy o tym, że większość procesów rozkładu ma miejsce w górnych odcinkach przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów. Stwierdzono istotne dodatnie współzależności między strawnością jelitową i całkowitą (kałową) związków BAW, tłuszczu surowego, ADF i hemiceluloz

- Zwiększenie pobrania nierozpuszczalnych frakcji włókna obniżyło wartości średnie współczynników strawności jelitowej suchej masy i związków BAW jednocześnie zwiększając strawność pozorną tłuszczu surowego
- Wielkość pobrania włókna surowego, TDF, IDF i ADF w istotny sposób ($p \leq 0,05$) obniża strawność suchej masy, hemiceluloz i BAW na poziomie jelita biodrowego.
- Pobranie różnych frakcji włókna nie ma wpływu na strawność jelitową i całkowitą białka, natomiast współczynniki strawności tłuszczu surowego w dodatni i istotny ($p \leq 0,05$) zależą od pobrania tych składników.
- Liczba mikroorganizmów w mieszankach pasz treściwych była relatywnie niska ze względu na długość okresu przechowania jej komponentów dlatego pobranie pasz przez kurczęta brojlery wpłynęło na liczbę mikroorganizmów w wolu i jelicie biodrowym
- Zastosowanie w mieszankach pasz treściwych śruty pszennej i jęczmiennej wpłynęło istotnie na zwiększenie wartości średnich liczby bakterii tlenowych i *Lactobacillus spp.* treści wola kurcząt brojlerów
- Liczba bakterii *Lactobacillus spp.* w jelicie biodrowym była najniższa w grupie ptaków otrzymujących w diecie śrutę jęczmienną w porównaniu z grupą kontrolną ($p \leq 0,01$) (kukurydza) i grupą otrzymującą śrutę pszenną ($p \leq 0,05$)
- Udział w diecie łuski owsianej istotnie ($p \leq 0,01$) obniżył wartości średnie liczby drożdży i pleśni w treści wola. Natomiast w jelicie biodrowym najniższą wartość średnią liczby pleśni i drożdży obserwowano w grupie kontrolnej w porównaniu z grupami ptaków otrzymujących w diecie 1 % ($p \leq 0,01$) i 3 % ($p \leq 0,05$) łuski owsianej

7. Literatura:

1. Abe, T.; Nakamura, K.; Tojo, T.; Yuasa, N. 2001. Gizzard erosion in broiler chicks in Group 1 avian adenovirus. *Avian Diseases*, 45, 234 - 239.
2. Almirall, M.; Esteve-Garcia, E. 1995. Rate of passage of barley diets with chromium oxide: Influence of age and poultry strain and effect of β - glucanase supplementation. *Poultry Science*, 73, 1433 – 1440.
3. Åman, P.; Graham, H. 1987. Analysis of total and insoluble mixed-linked (1-3)- β -D-glucans in barley and oats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 35, 704 – 709.
4. Anderson, J.W.; Chen, W.J.L. 1979. Plant fiber. *Carbohydrate and lipid metabolism. The American Journal of Clinical Nutrition*, 32, 346 - 363.
5. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Association Official Analytical Chemist, Washington, DC
6. Amerah, A.M.; Ravindran, V.; Lentle, R.G. 2009. Influence of insoluble fiber and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*, 50, 366 – 375.
7. Amit – Romach, E.; Sklan, D.; Unil, Z. 2004. Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers. *Poultry Science*, 83, 1093 – 1098.
8. Annison, G. 1993. The chemistry of dietary fiber W. *Dietary Fiber and Beyond-Australian Perspectives* (Samman, S and Anisson, G. ed). Nutrition Society of Australia Inc. Perth, WA. 1 - 18.
9. Annison, G. 1990. Polysaccharide composition of Australian wheats and the digestibility of their starches in broiler chicken diets. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30, 183 – 186.
10. Antoniou, T.C; Marquard, R.R; Cansfield, P.E. 1981. Isolation partial characterization and antinutritional activity of a factor (pentosans) in rye grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29, 1240 – 1247.
11. Apajalahti, J.; Kettunen, A.; Graham, H. 2004. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poultry Science Journal*, 60, 224 - 232.
12. Apajalahti, J.H.; Kettunen, H.; Kettunen, A.; Holben, W.E.; Nurminen, P.H.; Rautonen, N.; Mutanen, M. 2002. Culture – independent microbial community

- analysis reveals that innulin in the diet primarily affects previously unknown bacteria in the mouse cecum. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4986 – 4995.
13. Asp, N.G.; Johansson, C.G; Hallmer, H.; Siljeström, M. 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and insoluble dietary fiber. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 31, 476 – 482.
 14. Bach Knudsen, K.E. 2001. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 90, 3 - 20.
 15. Bach Knudsen, K.E. 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 67, 319 – 338.
 16. Baliukoniene, V.; Bakutis, B.; Stankevicius, H. 2003. Mycological and mycotoxicological evaluation of grain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 10, 223 – 227.
 17. Balloun, S.L.; Phillips, R.E. 1956. Grit feeding affects growth and feed utilization of chicks and egg production of laying hens. *Poultry Science*, 35, 566 – 569.
 18. Barnes, E.M.; Impey, C.S.; Stevens, B.J. 1979. Factors affecting the incidence and anti-*Salmonella* activity of the anaerobic caecal flora of the young chick. *Journal of Hygiene*, 82, 263 – 83.
 19. Barnes, E.M. 1972. The avian intestinal flora with particular to the possible ecological significance of the cecal anaerobic bacteria. *American Journal of Clinical Nutrition*, 25, 1475 – 1479.
 20. Barnes, E.M.; Impey, C.S. 1972, Some properties of the nonsporing anaerobes from poultry caeca. *Journal of Applied Bacteriology*, 35, 241 – 251.
 21. Batal, A.B.; Parsons, C.M., 2004: Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick.. *Poultry Science*, 83, 1140 - 1147.
 22. Beaune, D.; Le Bohec, C.; Lucas, F.; Gauthier – Clerc, M.; Le Maho, Y. 2009. Stomach stones in king penguin chicks. *Polar Biology*, 32, 593 – 597.
 23. Bedford, M.R. 1996. Reduced viscosity of intestinal digesta and enhanced nutrient digestibility in chickens given exogenous enzymes. W: *Proceedings of the first Chinese symposium on feed enzymes*, Najing Agric. University, People’s Rep. China, 19 – 28.
 24. Bedford, M.R. 1995. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology*, 53, 145 – 155.

25. Bennet, C.D.; Classen, H.L. 2003. Performance of two strains of laying hens fed ground and whole barley with and without access to insoluble grit. *Poultry Science*, 82, 147 - 149
26. Bjerregaard, C.; Soresen, H.; Sorensen, S. 1997. Dietary fibres – important part of high quality food and feeds. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 6, 145 - 161.
27. Bjerrum, L.; Pedersen, K.; Engberg, R.M. 2005. The influence of whole wheat feeding on *Salmonella* infection and gut flora composition in broilers. *Avian Diseases*, 49, 9 - 15.
28. Bjerrum, L.; Engberg, R.M.; Pedersen K. 2003. Infection models for *Salmonella typhimurium* DT110 in day-old and 14-day-old broiler chickens kept in isolators. *Avian Disease*, 47, 1474 - 1480.
29. Borin, K.; Lindberg, J.E.; Ogle, R.B. 2006. Digestibility and digestive organ development in indigenous and imported chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90, 230 – 237.
30. Broda, M.; Grajek, W. 2009. Mikroflora ziaren zbóż i metody redukcji skażenia mikrobiologicznego. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2, 19 – 30.
31. Brosio, E. 1995. Physical properties of polysaccharides in food. *European. Journal of Clinical Nutrition*, 49, S 63 – 67.
32. Campbell, G.L.; Teitge, D.A.; Classen, H.L.: 1991. Genotypic and environmental differences in rye fed broiler chicks with dietary pentosanase supplementation. *Canadian Journal of Animal Science*, 71, 1241 – 1247.
33. Carré, B.; Muley, N.; Gomex, J.; Oury, F. X.; Laffitte, E. 2005. Soft wheat instead of hard wheat in pelleted diets results in high starch digestibility in broiler chickens, *British Poultry Science*, 46, 66 - 74
34. Choct, M.; Kocher, A.; Waters, D.L.E.; Petterson, D.; Ross, G. 2004. A comparison of three xylanases on nutritive value of two wheats for broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 92, 53 - 61.
35. Choct, M.; Kocher, A. 2000. Non-starch carbohydrates: Digestion and its secondary effects in monogastrics. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*, 24, 31 - 38.
36. Choct, M. 1997. Feed non-starch polysaccharider: Chemical structure and nutritional significance. *Feed Milling International*, June, 13 - 26.

37. Choct, M.; Annison, G.; Trimble R.P. 1992. Soluble wheat pentosans exhibit different anti – nutritive activities in intact and caecotomized broiler chickens. *Journal of Nutrition* , 122, 2457 – 2465.
38. Choct, M.; Annison, G. 1990. Anti-nutritive activity of wheat pentosans in broiler diets. *British Poultry Science*, 31, 811 – 821.
39. Dänicke, S.; Vahjen, W.; Simon, O.; Jeroch, H. 1999. Effects of dietary fat type and xylanase supplementation to rye – based broiler diets on selected bacterial groups adhering to the intestinal epithelium, on transit time of feed, and on nutrient digestibility. *Poultry Science*, 78, 1292 – 1299.
40. Dashkevicz, M. P.; Feighner, S. D. 1989. Development of a differential medium for bile salt hydrolase – active *Lactobacillus spp.* *Applied and Environmental Microbiology*, 55, 11 – 16.
41. Denbow, M. D. 2000. Chapter 12, Gastrointestinal Anatomy and Physiology [W] : *Sturkies' Avian Physiology*, Ed Whittow G.C. 5th Edition. Academic Press, 299 – 325.
42. Denbow, D.M. 1994. Peripheral regulation of food intake in poultry. *Journal of Nutrition*, 124, 1349 – 1354.
43. De Voe, R.; Degernes, L.; Karly, K. 2003. Dysplastic koilin causing proventricular obstruction in an Eclectus Parrot (*Eclectus roratus*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 17, 27 – 32.
44. Durant, J.A.; Donald, E.; Corrier, J.; Byrd, A.; Stanker, L.H.; Ricke, S.C. 1999. Feed deprivation affects crop environment and modulates *Salmonella enteritidis* colonization and invasion of leghorn hens. *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 1919 – 1923.
45. Dusel, G.; Kluge, H.; Gläser, K.; Simon, O.; Hartmann, G.; Von Lengerken, J.; Jeroch, H.: 1997. An investigation into the variability of extract viscosity of wheat – relationship with the content of non–starch polysaccharide fractions and metabolisable energy for broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 50, 121 – 135.
46. Edelman, S.; Leskela, S.; Ron, E.; Apajalahti, J; Korhonen, T.K. 2003. In vitro adhesion of an avian pathogenic *Escherichia coli* O78 strain to surfaces of the chicken intestinal tract and to ileal mucus. *Veterinary Microbiology*, 91, 41 – 56.
47. Edney, M.J.; Marchylo, B.A.; MacGregor, A.W. 1991. Structure of total barley beta glucan. *The Journal of The Institute of Brewing*, 97, 39 – 44.

48. Engberg, R.M.; Hedemann, M.S.; Steenfeldt, S.; Jensen, B.B. 2004. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Science*, 83, 925 – 938.
49. Evans, M.; Singh, D.N.; Trappet, P.; Nagle, T. 2005. Investigations into the effect of feeding laying hens complete diets with wheat in whole or ground form and zeolite presented in powdered or grit form, on performance and oocyst output after being challenged with coccidiosis. [W.]: Scott, T.A. (ed.) *Proceedings of the 17th Australian Poultry Science Symposium*. Sydney, New South Wales, Australia, 7–9 February 2005, 187 – 190.
50. Fengler, A.I.; Marquardt, R.R. 1988. Water-soluble pentosans from rye: II. Effects on rate of dialysis and retention of nutrients by the chick. *Cereal Chemistry*, 65, 298 – 302.
51. Ferket, P.R.; Gernat, A.G. 2006. Factors that affect feed intake of meat birds: a review. *International Journal of Poultry Science*, 5, 905 – 911.
52. Fuller, R. 2001. The chicken gut microflora and probiotic supplements. *Journal of Poultry Science*, 38, 189 - 196.
53. Fuller, R.; Houghton, S.B.; Brooker, B.E. 1981. Attachment of *Streptococcus faecium*, to the duodenal epithelium of the chicken and its importance in colonization of the small intestine. *Applied and Environmental Microbiology*, 41, 1433 – 1441.
54. Fuller, R. 1977. The importance of *Lactobacilli* in maintaining normal microbial balance in the crop. *British Poultry Science*, 18, 85 – 94.
55. Gabriel, I.; Mallet, S.; Leconte, M. 2003. Differences in digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. *British Poultry Science*, 44, 283 – 290.
56. Garcia, M.I.; Latorre, M.A.; Garcia, M.; Lazaro, R.; Mateos, G.G. 2003. Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broilers. *Poultry Science*, 82, 1281 - 1291.
57. Garipoglu, A.V.; Erener, G.; Ocak, N. 2006. Voluntary intake of insoluble – grit offered in free choice by broilers: Its effect on their digestive traits and performances. *Asian – Australian Journal of Animal Science*, 19, 549 – 553.
58. Garriga, M.; Pascual, M.; Monfort, J.M.; Hugas, M. 1998. Selection of *Lactobacilli* for chicken probiotic adjuncts. *Journal of Applied Microbiology*, 84, 125 – 132.

59. Gibson, G. R.; Willems, A.; Reading, S.; Collins, M.D. 1996. Fermentation of non-digestible oligosaccharides by human colonic bacteria. *Proceedings of The Nutrition Society*, 55, 899 – 912.
60. Gidenne, T.; Lebas, F. 2002. Role of dietary fibre in rabbit nutrition and in digestive troubles prevention. 2nd Rabbit Congress of the America Habana City, Cuba, June 19-22, 45 - 79.
61. Gionfriddo, J.P.; Best, L.B. 1996. Grit – use patterns in North American birds: The influence of diet, body size and gender. *Wilson Bulletin*, 108, 685 – 696.
62. Gohl, B., Gohl I. 1997. The effect of viscous substances on the transit time of barley digesta in rats. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 28, 911 – 915.
63. Gonzalez - Alvarado, J.M.; Jimenez-Moreno, E.; Gonzalez-Sanchez, D.; Lázaro, R.; Mateos, G.G. 2010: Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 162, 37 - 46
64. Gonzalez - Alvarado, J.M.; Jimenez-Moreno, E.; Valencia, D.G.; Lazaro, R.; Mateos, G.G. 2008: Effects of fiber source and heat processing of the cereal on development and pH of gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn and rice. *Poultry Science*, 87, 1779 - 1795.
65. Gonzalez – Alvarado, J.M.; Jimenez – Moreno, E.; Lazaro, R.; Mateos, G.G. 2007. Effects of type cereal, heat processing of the cereal, and inclusion fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry Science*, 86, 1705 – 1715.
66. Guinotte, F.; Gautron, J; Nys, Y. 1995. Calcium solubilization and retention in the gastrointestinal tract in chicks (*Gallus domesticus*) as a function of gastric acid secretion inhibition and of calcium carbonate particle size. *British Journal of Nutrition*, 73, 129 - 135.
67. Hall, M.B. 1998. Making Nutritional Sense of Nonstructural Carbohydrates. 9th Annual Florida Ruminant Nutritional Symposium January, 15 - 16, Gainesville, Florida, 108 - 121.
68. Haskard, C.; El-Nezami, H.; Kankaanpää, P.; Salminen, S.; Ahokas, J. T. 2001. Surface binding of aflatoxin B₁ by lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 3086 – 3091.

69. Hennenberg, W.; Stohmann, F. 1859. Über das Erhaltungsfutter volljährigen Rindviehs. *J. Landwirtsch.*, 3, 485-551. za Jung H.J.G.: Analysis of Forage Fiber and Cell Walls in Ruminant Nutrition. *Journal of Nutrition*, 1997, 127, 810 - 813.
70. Heres, L.; Wagenaar, J.A.; Van Knapen, F.; Urlings, B.A.P. 2003. Passage of Salmonella through the crop and gizzard of broiler chickens fed with fermented liquid feed. *Avian Pathology*, 32, 173 - 181.
71. Hetland, H.; Svihus, B.; Choct, M. 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 14, 38 - 46.
72. Hetland, H.; Choct, M.; Svihus, B. 2004. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science*, 60, 415 – 422.
73. Hetland, H.; Svihus, B.; Krogdahl, A. 2003. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *British Poultry Science*, 44, 275 - 282.
74. Hetland, H.; Svihus, B.; Olaisen, V. 2002. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science*, 43, 416 – 423.
75. Hetland, H.; Svihus, B. 2001. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *British Poultry Science*, 42, 354 - 361.
76. Hinton, A. Jr.; Buhr, R.J.; Ingram, K.D. 2000. Physical, chemical, and microbiological changes in the crop of broiler chickens subjected to incremental feed withdrawal. *Poultry Science*, 79, 212 – 218.
77. Hocking, P.M.; Zaczek, V.; Jones, E.K.; Macleod, M.G. 2004. Different concentrations and sources of dietary fibre may improve the welfare of female broiler breeders. *British Poultry Science*, 45, 9 – 19.
78. Hume, M.E.; Corrier, D.E.; Ivie, G.W.; Deloach, J.R. 1993. Metabolism of [C14] propionic acid in broiler chicks. *Poultry Science*, 72, 786 - 793.
79. Hübener, K.; Vahjen, W.; Simon, O. 2002. Bacterial Responses to Different Dietary Cereal Types and Xylanase Supplementation in The Intestine of Broiler Chicken. *Archives of Animal Nutrition*, 56, 167 – 187.
80. Iji, P.A.; Saki, A.A.; Tivey, D.R. 2001. Intestinal development and body growth of broiler chickens on diets supplemented with non-starch polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*, 89, 175 - 188.
81. Izydorczyk, M.S.; Biliaderis, C.G. 1995. Cereal arabinoxylans: advances in structure and physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 28, 33 - 48.

82. Jacobsen, E.E.; Skadhauge, B.; Jacobsen, S.E. 1997. Effect of dietary inclusion of quinoa on broiler growth performance. *Animal Feed Science and Technology*, 65, 5 – 14.
83. Jamroz, D.; Orda, J.; Kamel, C.; Wiliczekiewicz, A.; Wertelecki, T.; Skorupińska, J. 2003. The influence of phytogenic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and gut microbial status in broiler chickens. *Journal of Animal Nutrition and Feed Sciences*, 12, 583 – 596.
84. Jamroz, D.; Jakobsen, K.; Bach Knudsen, K.E.; Wiliczekiewicz, A.; Orda, J. 2002a: Digestibility and energy value of non-starch polysaccharides in young chickens, ducks and geese, fed diets containing high amounts of barley. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 131, 657 - 668.
85. Jamroz, D.; Wertelecki, T.; Wiliczekiewicz, A.; Bodarski, R. 2002b. Influence of plant extract on the functions of the chickens` intestinal tract. 26–28.11.2002, Martin–Luther–Universität Halle Wittenberg, Kongressband, 171. Fachverlag Köhler.
86. Jamroz, D.; Wiliczekiewicz, A.; Orda, J.; Wertelecki, T.; Skorupińska, J. 2002c. Development of digestive activity of intestine in young chickens, ducks and geese. *Arch. Geflügelk.*, 66, 85 – 86.
87. Jamroz, D.; Jakobsen, K.; Orda, J.; Skorupińska, J.; Wiliczekiewicz, A. 2001a. Development of the gastrointestinal tract and digestibility of dietary fibre and amino acids in young chickens, ducks and geese fed diets with high amounts of barley. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 130, 643 – 652.
88. Jamroz, D.; Orda, J.; Wiliczekiewicz, A.; Skorupińska, J. 2001b. Efficacy Carbohydrases Derived from *Trichoderma longibrachiatum* in Wheat– and Barley–Based Diets on Performance and Fermentation of Carbohydrates in the Intestine of Broilers. *Journal of Applied. Animal Research*, 19, 61 – 72.
89. Jamroz D., Jakobsen K., Wiliczekiewicz A.; Bach Knudsen K.E.: 2000. The energy value of non starch polysaccharides (NSP) for young broiler chickens, ducks and geese fed high amounts of barley. 15 th Symposium on Energy Metabolism in Animal, Snekersten, Denmark, September 129 – 132.
90. Jamroz, D.; Wiliczekiewicz, A.; Skorupińska, J.; Orda, J. 1997. The apparent digestibility of structural carbohydrates in intestine fermentation of triticale polysaccharides by enzyme supplementation of the mixtures for three poultry species.

Proceedings 11th European Symposium on Poultry Nutrition, Faaborg, Denmark, 493 – 495.

91. Jamroz, D.; Wiliczekiewicz, A.; Skorupińska, J.; Orda, J. 1996. Fermentation und scheinbare Verdaulichkeit der Gerüstkohlenhydraten und Darmfermentation verschiedener Getreidearten bei drei Geflügelspezies (Teil IV). Wien. Tierärztliche Mschr., 83, 210 – 218.
92. Jamroz, D.; Skorupińska, J.; Orda, J.; Wiliczekiewicz, A.; Kirchgessner, M.: 1995. Zum Einsatz von Avilamycin (Maxus) und Roxazyme in der Broilerfütterung. Arch. Geflügelk., 59, 228 – 233
93. Jeroch, H.; Dänicke, S.; Dusel, G.; Kluge, H. 1995. New breeds and varieties of wheat, rye and barley. [W] Proceedings of the 10th European Symposium on Poultry Nutrition, 15–19th October, Antalya, Turkey, 88 – 102.
94. Jimenez - Moreno, E.; González-Alvarado, J.M.; González - Serrano, A.; Lazaro, R.; Mateos G.G. 2009. Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. Poultry Science, 88, 2562 - 2574.
95. Jimenez - Moreno, E.; González - Alvarado, J.M.; de Coca – Sinova, A., Pérez – Serrano, M.; Lázaro, R.; Mateos, G.G. 2008. Influence of feed form and fibre inclusion in the diet on water and feed intake of chicks. Poultry Science, 80 (Supplement 1), 92 – 93.
96. Johansson, L.; Tuomainen, P.; Ylinen, M.; Ekholm, P.; Virkki, L. 2004. Structural analysis of water soluble and –insoluble β - glucans of whole grain oats and barley. Carbohydrate Polymers, 58, 267 - 274.
97. Jones, G.P.D.; Taylor, R.D. 2001. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chickens diets: production and physiological responses. British Poultry Science, 42, 477 - 483.
98. Jorgensen, H.; Zhao, X-Q.; Bach Knudsen, K.E.; Eggum, B.O. 1996. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. British Journal of Nutrition, 75, 379 - 395.
99. Jóźefiak, D.; Rutkowski, A.; Jensen, B.B.; Engberg, R.M. 2007. Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. Animal Feed Science and Technology, 132, 79 – 93

100. Kan, C.A; Hartnell, G.F. 2004. Evaluation of broiler performance when fed roundupready wheat (event MON 71800), control and commercial wheat varieties. *Poultry Science*, 83, 1325 - 1334.
101. Kaspersson, A.; Lindgren, S.; Ekström, N. 1988. Microbial dynamics in barley grain stored under controlled atmosphere. *Animal Feed Science and Technology* 19, 299 - 312.
102. Kim, J.C.; Mullan, B.P.; Simmins, P.H.; Pluske, J.R. 2003. Variation in the chemical composition of wheats grown in Western Australia as influenced by variety, growing region, season and post harvest storage. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54, 541 – 550.
103. Klamendal, R.; Elwinger, K.; Holm, L.; Tauson, R. 2011. High – fiber sunflower cake affects small intestine digestion and health in broiler chickens. *British Poultry Science*, 52, 86 - 96.
104. Klasing, K.C. 1999. Avian gastrointestinal anatomy and physiology. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 8, 42 - 50.
105. Kołodziejczyk, P.; Michniewicz, J.; Czaczyk, K.; Derda, D. 1997. Charakterystyka parametrów hydrolizy enzymatycznej β – glukanów w ziarnie zbóż i jego przetworach. *Symposium, Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie*. Radzików, 157 – 163.
106. Krogdahl, A.; Sell, J. L. 1989. Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. *Poultry Science*, 68, 1561 - 1568.
107. Langhout, D.J.; Schutte, J.B.; de Jong, J.; Sloetjes, H.; Verstegen, M.W.; Tamminga, S. 2000. Effect of viscosity on digestion of nutrients in conventional and germ-free chicks. *British Journal of Nutrition*, 83: 533 – 540
108. Larbier, M.; Lecercq, B. 1995. *Żywnienie Drobiu*. PWN; Warszawa.
109. Lee, C.J.; Horsley, R.D.; Manthey, F.A.; Schwarz, P.B. 1997. Comparisons of beta – glucan content of barley and oat. *Cereal Chemistry*, 74, 571 – 575.
110. Lesson, S.; Summers, J.D.; Gaston, L.J. 1992. Response of broilers to feed restriction or diet dilution in the finisher period. *Poultry Science*, 71, 2056 – 2064.
111. Lin, C.D.; Chen, T.C. 1995. Relative antifungal efficacies of phosphoric acid and other compounds on fungi isolated from poultry feed. *Animal Feed Science and Technology*, 54, 217 – 226.

112. Lu, J.; Idris, U.; Harmon, B.; Hofacre, C.; Maurer, J.J.; Lee, M.D. 2003. Diversity and succession of intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 6816 - 6824.
113. Maciorowski, K.G.; Herrera, P.; Jones, F.T.; Pillai, S.D.; Ricke, S.C. 2007. Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. *Animal Feed Science and Technology*, 133: 109–136.
114. Mackie, R.I.; Sghir, A.; Gaskins, H.R. 1999. Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract. *The American Journal of Clinical Nutrition.*, 69, 1035 – 1045.
115. Magan, N.; Hope, R.; Cairns, V.; Aldred, D. 2003. Post-harvest fungal ecology: Impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 723 - 730.
116. Maisonnier, S.; Gomez, J.; Carré. 2001. Nutrient digestibility and intestinal viscosities in broiler chickens fed on wheat diets, as compared to maize diets with added guar gum. *British Poultry Science*, 42, 102 - 110.
117. Mandal, A. B.; Elangovan, A.V., Shirivastav, A.K.; Johri, A.K., Kanur, S.; Johri, T. S. 2004. Comparison of broiler chicken performance when diets containing meals of Bollogard II hybrid cotton Cry – X gene (Cry1Ac and Cry2Ab gene), parental line or commercial cotton. *British Poultry Science*, 45, 657 – 663.
118. Mateos, G. G.; Jimenez – Moreno, E.; Serrano, M. P.; Lázaro, R.P. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 21, 156 – 174.
119. Mathlouthi, N.; Malle,t S.; Saulnier, L.; Quemener, B.; Larbier, M. 2002, Effect of xylanase and beta – glucanase addition on performance, nutrient digestibility and physic – chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley based diet. *Animal Research*, 51, 395 – 406.
120. McCleary, B. 2003. Dietary fibre analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 3 - 9.
121. McCracken, K. J.; Preston, C. M.; Butter, C. 2002. Effects of wheat variety and specific weight on dietary apparent metabolisable energy concentration and performance of broiler chicks. *British Poultry Science*, 43, 253 - 260.
122. McLelland, J. 1981. Digestive System. In: A. S. King and J. McLelland, Editors, *Form and Function in Birds*, Academic Press, New York pp. 69 – 181.

123. McNab, J. M.; Smithard, R. R. 1992. Barley β -glucan: An anti-nutritional factor in poultry. *Nutrition Research Review*, 5, 45 - 60.
124. Mead, G.C. 1993. Microorganisms in the Digestive Tract of Poultry. 9th European Symposium on Poultry Nutrition, WPSA, 5 – 9 September, Jelenia Góra, Poland, 138 – 148.
125. Meng, X; Slominski, B.A.; Guenter, W. 2004. The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science*, 83, 1718 – 1727.
126. Michniewicz, J.; Kołodziejczyk, P.; Obuchowski, W. 2003. Beta-glucan enzymatic hydrolysis in cereal grains and cereal products, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology*, 6, (<http://www.ejpau.media.pl/articles/volume6/issue1/food/art-03.pdf>).
127. Montagne, L.; Pluske, J.R.; Hampson, D.J. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non – ruminants animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108, 95 – 117.
128. Nahas, J.; Lefrancois, M.R. 2001. Effects of feeding locally grown whole barley with or without enzyme addition and whole wheat on broiler performance and carcass traits. *Poultry Science*, 80, 195 - 202.
129. Obuchowski, W.; Strybe, K. 2001. The effect of grain cleaning and milling in some Polish mills on the level of grain and flour microbial contamination. *EJPAU, Food Science and Technology*, 4(1), #02.
130. Onifade, A.A; Tewe, O.O; Okunola, O.; Fanimu, A.O. 1999. Performance of laying pullets fed on cereal – free diets based on maize offal, cassava peel and reject cashew nut meal. *British Poultry Science*, 40, 84 – 87.
131. Onifade, A.A.; Babatunde, G.M. 1997. Comparative response of broiler chicks to a high fibre diet supplemented with four antibiotics. *Animal Feed Science and Technology*, 6, 337 – 342.
132. Orban, J. I.; Rao, K. S.; Roland, S. R. 1992. Influence of dietary phosphorus vitamin D₃ levels on the in vivo limestone solubilisation, plasma calcium and pH of the digestive tract of the Leghorn hens at oviposition and during egg cycle. *Journal of Applied Poultry Research*, 1, 339 - 349.
133. Petersen, S.T.; Wiseman, J.; Bedford, M.R. 1999. Effects of age and diet on viscosity of intestinal contents in broiler chicks. *British Poultry Science*, 40, 364 - 370.

134. Pirgozliev, V.R.; Birch, C.L.; Rose, S.P.; Kettlewell, P.S.; Bedford, M.R. 2003. Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science*, 44, 464 – 475.
135. Pirgozliev, V.R.; Rose, S.P.; Kettlewell, S.P.; Field, M. 2002. Comparison of feeding quality of durum and aestivum wheat for broiler chickens. *British Poultry Science* 43, S 43 – 44.
136. Pluske, J.R.; Pethick, D.W.; Mullan, B.P. 1998. Differential effects of feeding fermentable carbohydrate to growing pigs on performance, gut size and slaughter characteristics. *Journal of Animal Science*, 67, 147 – 156
137. Rada, V.; Marounek, M. 1996. Effect of monensin on the crop microflora of broiler chickens. *Annual Zootechnic*, 45, 283 – 288.
138. Ravindran, V.; Tilman, Z.V.; Morel, P.C.H.; Ravindran, G.; Coles, G.D. 2007. Influence of β -glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 134, 45 - 55.
139. Read, N.W.; Eastwood, M.A. 1992. Gastro-intestinal physiology and function. W: *Dietary Fiber: Chemical and Biological Aspects* (Southgate, D.A.T., Waldron, K., Johnson, I.T., and Fenwick, G.R. ed), 103 – 117.
140. Reid, C.A.; Hillman, K. 1999. The effects of retrogradation and amylose/amylopectin ratio of starches on carbohydrate fermentation and microbial populations in the porcine colon. *Journal of Animal Science*, 68, 503 – 510.
141. Rogel, A.M.D; Balnave, D.; Bryden, W.L.; Annison, E.F. 1987. The digestion of wheat starch in broiler chickens. *Austrian Journal of Agricultural Research*, 38, 639 – 649.
142. Rougière, N.; Gomez, J.; Migon – Grasteau, S.; Carré, B. 2009. Effects of diet particle size on digestive parameters in D⁺ and D⁻ genetic chicken lines selected for divergent digestion efficiency. *Poultry Science*, 88, 1206 – 1215.
143. Rutkowski, A.; Boros, D. 1997. Zawartość węglowodanów nieskrobiowych w zbożach pochodzenia krajowego. *Symposium: Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie. Radzików*, 215 – 219.
144. Salanitro, J.P.; Blake, I.G.; Muirhead, P.A.; Maglio, M.; Goodman, J.R. 1978. Bacteria Isolated from the Duodenum, Ileum, and Cecum of Young Chicks. *Applied and Environmental Microbiology*, 35, 782 – 790.

145. Salanitro, J.P.; Blake, I.G.; Muirhead, P.A.: 1974. Studies on the cecal microflora of commercial broiler chickens. *Journal of Applied Microbiology*, 28, 439 – 447.
146. Savory, C.J. 1992. Gastrointestinal morphology and absorption of monosaccharides in fowls conditioned to different types and levels of dietary fibre. *British Journal of Nutrition*, 67, 77 – 89.
147. Schneeman, B.O. 1986. Dietary fiber: Physical and chemical properties, methods on analysis, and physiological effects. *Food Technology*. 40, 104 – 110.
148. Scott, M.L.; Heuser, G.F. 1957. The value of grit for chickens and turkeys. *Poultry Science*, 36, 276 – 283
149. Shih, B. L.; Hsu, J. C. 2006. Development of the activities of pancreatic and caecal enzymes in White Roman goslings. *British Poultry Science*, 47, 95 - 102.
150. Sklan, D.; Smirnov, A.; Plavnik I. 2003. The effect of dietary fibre on small intestines and apparent digestion in turkey. *British Poultry Science*, 44, 735 – 740.
151. Sklan, D.; Noy, Y. 2003. Functional development and intestinal absorption in the young poult. *British Poultry Science*, 44, 651 - 658.
152. Smits, C.H.M.; Veldman, A.; Verkade, H.J.; Beynen, A.C. 1998. The inhibitory effect of carboxymethylcellulose with high viscosity on lipid absorption in broiler chickens coincides with reduced bile salt concentration and raised microbial numbers in the small intestine. *Poultry Science*, 77, 1534 – 1539.
153. Smulikowska, S.; Rutkowski, A. 2005. Normy żywienia drobiu.
154. Son, J.H.; Karasawa, Y.; Nahm, K.H. 2000. Effect of caecotomy on growth, moisture in excreta, gastrointestinal passage time and uric acid excretion in growing chicks. *British. Poultry Science*, 41, 72 – 74.
155. Southgate, D.A.T.; Spiller, G.A.; White, M.; McPherson, R. 1993. Polysaccharides food additives that contribute to dietary fiber. [W] *Dietary Fiber in Human Nutrition* (Spiller, G.A., ed.), 29 - 33. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
156. Starck, J.M. 1999. Phenotypic flexibility of the avian gizzard: rapid, reversible and repeated changes of organ size in response to changes in dietary fiber content. *The Journal of Experimental Biology*, 202, 3171 - 3179.
157. StatSoft, Inc. 2012. STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
158. Statute-book 2007. Statute Book of the Swedish Board of Agriculture, Swedish Board of Agriculture. Stockholm

159. Stephen, A.M.; Cummings, J.H. 1980. Mechanism of action of dietary fiber in the human colon. *Nature*, 284, 283 – 284.
160. Sturkie, P.D. 1970. Avian digestion. [W] *Duke's Physiology of Domestic Animals*. (Swenson, M.J., ed.), 530 – 533. Cornell University Press, New York.
161. Sue, C.J.; Hsu, J.C.; Yu, B. 1996. Effects of dietary crude fiber levels on nutrients utilization of diets in goslings II. Utilization dry matter, crude fat, gross energy, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. *Journal of the Chinese Society of Animal Science*, 25, 129 – 138.
162. Svihus, B. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal*, 67, 207 – 22
163. Svihus, B.; Gullord, M. 2002 . Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oats for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 102, 71 – 92.
164. Svihus, B.; Hetland, H. 2001. Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat – based diets is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. *British Poultry Science*, 42, 633 – 637.
165. Tabeidian, S.A.; Sadeghi, G.H. 2006. Effect of Hulled and Hull-less Barley With and Without Enzyme Supplementation on Broiler Chicken Performance. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9, 2677 - 2680.
166. Taylor, R.D.; Jones, G.P.D. 2004. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. II Gastrointestinal and digesta characteristics. *British Poultry Science*, 45, 237 – 246.
167. Teirlynck, E.; Bjerrum, L.; Eeckhaut, V.; Huygebert, G.; Pasmans, F.; Haesbrouck, F.; Dewulf, J.; Ducatelle, R.; Van Immerseel, F. 2009. The cereal type in feed influences gut wall morphology and intestinal immune cell infiltration in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 102, 1453 - 1461.
168. Thibault, J.F; Lahaye, M.; Guillon, F. 1992. Physico-chemical properties of food plant cell walls [W]: Dietary Fiber – A Component of Food. *Nutritional Function in Health and Disease* (Schweizer, T.F.; Edwards C.A. ed) 41 - 55.
169. Triboï, E.; Martre, P.; Triboï - Blondel, A. 2003. Environmentally-induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to change in total protein content. *Journal of Experimental Botany*, 54, 1731 - 1742

170. Vahjen, W.; Bartelt, J.; Simon, O. 1998. Einfluss von glycerin auf die mikroflora des verdauungstraktes von legehennen und broilern. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, 7, 53.
171. Van Soest, P.J.; McQueen, R.W. 1973. The chemistry and estimation of fibre. *Proceedings of Nutrition Society*, 32, 123 - 130.
172. Vergara, P.; Ferrando, C.; Jiménez, M.; Fernández, E.; Gonalos, E. 1989. Factors determining gastrointestinal transit time of several markers in the domestic fowl. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 74, 867 - 874.
173. Viveros, A.; Brenes, A.; Pizarro, M.; Castaño, M. 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 48, 237 – 251.
174. Von Wettstein, P.; Warner, J.; Kannangara, C.G. 2003. Supplements of transgenic malt or grain containing (1, 3-1, 4) β -glucanase increase the nutritive value of barley based broiler diets to that of maize. *British Poultry Science*, 44, 438 - 449.
175. Wagner, D.D.; Thomas, O.P. 1978. Influence of diets containing rye or pectin on the intestinal flora of chicks. *Poultry Science*, 57, 971 – 975.
176. Wallis, I.R.; Mollah, Y.; Balnave, D. 1985. Interactions between wheat and other dietary cereals with respect to metabolisable energy and digestible amino acids. *British Poultry Science*, 26, 265 – 274.
177. Whistler R.L., Daniel J.R. 1985. *Carbohydrates*. W: Food Chemistry 2nd ed. (Fennema O.R., ed.), Marcel Dekker, Inc., New York, NY, 108 – 112.
178. Wiliczekiewicz, A. 2005. Effect of different cereal grains on microbiological status of hindgut contents in three poultry species. *EJPAU*, 8 (4), 7
179. Wiliczekiewicz, A.; Jamroz, D.; Skorupińska, J. 1992. The effect of diets containing different levels of structural fibre on intestinal length, dry matter content of digesta, biochemical indices and electrolyte concentration in blood serum of geese (III). *Journal of Animal and Food Sciences*, 1, 117 – 126.
180. Wood, P.J.; Weisz, J.; Mahn, W. 1991. Molecular characterization of cereal β -glucans. II. Size-exclusion chromatography for comparison of molecular weight. *Cereal Chemistry*, 68, 530 - 536.
181. WPSA. 1989. *European Tables of Energy Values for Poultry Feedstuffs*. Speldenholt Center for Poultry Research, Beekbergen, WPSA, (3rd eds).

182. Wu, Y.B.; Ravindran, V.; Thomas, D.G.; Birtles, M.J.; Hendriks, W.H. 2004. Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. *British Poultry Science*, 45, 385 – 94.
183. Yasar, S. 2003. Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different particle sizes. *International Journal of Poultry Science*, 2, 75 - 82.
184. Yasar, S. 2002. In vitro and in vivo variability in the nutritional compositions of wheat varieties. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1, 248 – 256.
185. Yasar, S.; Forbes, J.M. 1999. Performance and gastro – intestinal response of broiler chickens fed on cereal grain – based foods soaked in water. *British Poultry Science*, 40, 65 – 76
186. Yu, B.; Sun, Y. M.; Chiou, P.W.S. 2002. Effects of glucanase inclusion in a dehulled barley diet on the growth performance and nutrient digestion of broiler chickens. *Animal Feed Science Technology*, 102, 35 - 52.

Spis tabel :

Tabela		Strona
1.	Wartość pokarmowa i skład chemiczny komponentów paszowych.....	34
2.	Skład mieszanek pasz treściwych (%) (doświadczenie I).	38
3.	Koncentracja energii i składników pokarmowych w mieszankach pasz treściwych (%) (doświadczenie I).	39
4.	Skład mieszanek pasz treściwych (%) (doświadczenie II).....	42
5.	Koncentracja energii i składników pokarmowych w mieszankach pasz treściwych (%) (doświadczenie II).....	43
6.	Skład mieszanek pasz treściwych (%) (doświadczenie III).....	44
7.	Koncentracja energii i składników pokarmowych w mieszankach pasz treściwych (%) (doświadczenie III).....	45
8.	Masa ciała i pobranie paszy w 28 dniu życia kurcząt brojlerów (n = 30) (doświadczenie I).....	46
9.	Masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego ptaków w przeliczeniu na 1 kg masy metabolicznej (doświadczenie I).....	48
10.	Odczyn pH treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów (doświadczenie I).....	49
11.	Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów (doświadczenie I).....	51
12.	Współczynniki strawności pozornej jelitowej składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie I).....	53
13.	Współczynniki strawności pozornej kałowej składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie I).....	56

14.	Masa ciała i pobranie paszy w 28 dniu życia kurcząt brojlerów (n = 30) (doświadczenie II).....	57
15.	Masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego ptaków w przeliczeniu na 1 kg masy metabolicznej(doświadczenie II).....	60
16.	Odczyn pH w treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów (doświadczenie II).....	61
17.	Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów (doświadczenie II).....	63
18.	Współczynniki pozornej strawności jelitowej składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie II).....	66
19.	Współczynniki strawności pozornej kałowej składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (%) (doświadczenie II).....	68
20.	Masa ciała i pobranie paszy w 28 dniu życia kurcząt brojlerów (n = 27) (doświadczenie III).....	71
21.	Masy i długości wybranych odcinków przewodu pokarmowego kurcząt brojlerów w przeliczeniu na 1 kg masy metabolicznej (n = 27) (doświadczenie III).....	73
22.	Liczba mikroorganizmów w mieszankach pasz treściwych (log CFU/g) (doświadczenie III).....	75
23.	Liczba mikroorganizmów w treści wola i jelita cienkiego kurcząt brojlerów (log CFU/g) (doświadczenie III).....	76
24.	Odczyn pH w treści wola i jelita biodrowego kurcząt brojlerów (doświadczenie III).....	79
25.	Koncentracja suchej masy i składników pokarmowych w treści jelitowej kurcząt brojlerów (doświadczenie III).....	81
26.	Współczynniki pozornej strawności jelitowej składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (doświadczenie III).....	83

27.	Współczynniki strawności pozornej kałowej składników pokarmowych u kurcząt brojlerów (doświadczenie III).....	86
28.	Współczynniki korelacji Pearsona między masą badanych narządów, długością poszczególnych odcinków jelit, wielkością pobrania i wykorzystania paszy a ilością pobranych frakcji włókna (n = 87).....	97
29.	Współczynniki korelacji Pearsona między współczynnikami strawności jelitowej i całkowitej (kałowej) składników pokarmowych i ilością pobranych frakcji włókna (n = 87).....	107
30.	Współczynniki korelacji Pearsona między masą badanych narządów, długością poszczególnych odcinków jelit a współczynnikami strawności całkowitej (kałowej) składników pokarmowych (n = 87).....	108
31.	Współczynniki korelacji Pearsona między współczynnikami strawności jelitowej i całkowitej (kałowej) składników pokarmowych.....	109