

UNIwersytet Rolniczy
IM. HUGONA KOLŁATAJA W KRAKOWIE
WYDZIAŁ HODOWLI I BIOLOGII ZWIERZĄT



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Mariola Pabiańczyk

Preferencje smakowe i zachowania świń rosnących w zależności od składu mieszanek paszowych

promotor: dr hab. inż. Jacek Nowicki, prof. URK

promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Schwarz, prof. URK

Kraków, 2023

Składam serdeczne podziękowania promotorowi, Panu dr hab. inż. Jackowi Nowickiemu za nieocenioną pomoc udzieloną w trakcie przygotowania rozprawy doktorskiej, poświęcony czas, wyrozumiałość oraz cenne uwagi merytoryczne i nieustanną motywację do działania.

Wyraży głębokiej wdzięczności kieruję w stronę promotora pomocniczego, Pana dr inż. Tomasza Schwarz za niezastąpioną pomoc, cierpliwość i liczne merytoryczne dyskusje odbywające się zawsze w przyjaznej atmosferze.

Podziękowania kieruję do wszystkich, których nie wymieniłam z imienia i nazwiska, a miałam możliwość współpracy z nimi i przyczynili się do powstania tej pracy.

Niniejszą pracę dedykuję moim najbliższym, którzy dzięki swojej ciężkiej pracy umożliwili mi edukację i byli dla mnie ogromnym wsparciem...

Badania wykonano w ramach zadania 6 projektu „Energyfeed” programu BIOSTRATEG/297910/NCBR/2016, „Strategia zapewnienia i ewaluacji bazy tanich, efektywnych i bezpiecznych paszowych surowców energetycznych do produkcji zwierzęcej w oparciu o zasoby krajowe ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych odmian żyta”.

Ja, niżej podpisany/-a:

Mariola Pabiańczyk

/ Imię i nazwisko /

988

/ Numer albumu /

autor rozprawy doktorskiej pt.:

Preferencje smakowe i zachowania świń rosnących w zależności od składu mieszanek paszowych

/ Tytuł pracy /

Prowadzonego przewodu doktorskiego w Uniwersytecie Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie w dyscyplinie

Zootechnika i Rybactwo

/ Dyscyplina /

Oświadczam, że ww. praca dyplomowa:

- została przygotowana przeze mnie samodzielnie¹,
- nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U.2018. poz. 1191 t.j. z dnia 21.06.2018) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/-am w sposób niedozwolony.

1. Oświadczam również, że treść pracy dyplomowej zamieszczonej przeze mnie w Archiwum Prac Dyplomowych jest identyczna z treścią zawartą w wydrukowanej wersji pracy.
2. W związku z realizowaniem przez Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie zadań ustawowych i statutowych, szczególnie w zakresie prowadzenia działalności dydaktycznej i naukowo-badawczej upoważniam Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja do archiwizowania i przechowywania w/w pracy utrwalonej w postaci tradycyjnej (papierowej) i elektronicznej – zgodnie z ustawą – prawo o szkolnictwie wyższymi przepisami wykonawczymi do tej ustawy, ustawą o narodowym zasobie archiwalnym i archiwach oraz ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

Jestem świadomy/-a odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia.

Kraków, dn.

r.

/ Miejsce i data /

/ Podpis autora pracy /

¹uwzględniając merytoryczny wkład opiekuna/promotora

Spis treści

Wykazy	7
Wykaz tabel	7
Spis wykresów	9
Streszczenia	11
Streszczenie w języku polskim	11
Streszczenie w języku angielskim	13
1. Wstęp	15
2. Przegląd literatury	17
2.1. Preferencje smakowe świń	17
2.2. Dobrostan świń	25
2.3. Problemy behawioralne w chowie świń rosnących	30
2.3.1. Zachowania nietypowe	30
2.3.2. Agresja	33
3. Hipotezy badawcze i cele pracy	37
4. Materiały i metody	38
4.1. Zadanie badawcze 1: Behawioralne testy preferencji świń w odniesieniu do smaku mieszanek paszowych	38
4.1.1. Etap 1: Wpływ dodatku trzeciego surowca zbożowego w udziale 40 lub 60% mieszanki paszowej, na preferencje smakowe świń	38
4.1.2. Etap 2: Porównanie smakowości mieszanek paszowych zawierających 40% udział dominującego surowca zbożowego	42
4.1.3. Etap 3: Porównanie smakowości mieszanek paszowych zawierających 60% udział dominującego surowca zbożowego	43
4.1.4. Zakres prowadzonych analiz parametrów produkcyjnych	44
4.1.5. Zakres prowadzonych analiz wskaźników behawioralnych	44
4.2. Zadanie badawcze 2: Opracowanie profili zachowania świń żywionych mieszankami o różnej zawartości żyta hybrydowego	45
4.2.1. Zwierzęta i pasze stosowane w doświadczeniu	46
4.2.2. Zakres prowadzonych analiz parametrów produkcyjnych	46
4.2.3. Zakres prowadzonych analiz wskaźników behawioralnych	47
4.3. Analizy laboratoryjne mieszanek paszowych	47
4.3.1. Analiza zawartości substancji odżywczych	48
4.3.2. Analiza zawartości endogennych substancji antyżywniowych	48
4.3.3. Analiza zawartości mikotoksyn	49
5. Wyniki	54

5.1. Zadanie badawcze 1: Behawioralne testy preferencji świń w odniesieniu do smaku mieszanek paszowych.....	54
5.1.1. Etap 1: Wpływ dodatku trzeciego surowca zbożowego w udziale 40 lub 60% mieszanki paszowej na preferencje smakowe świń	54
5.1.2. Etap 2: Porównanie preferencji świń w odniesieniu do mieszanek zawierających 40% głównego składnika zbożowego.....	69
5.1.3. Etap 3: Porównanie preferencji świń w odniesieniu do mieszanek zawierających 60% głównego składnika zbożowego.....	76
5.2. Zadanie badawcze 2: Opracowanie profili dobowych zachowania świń żywionych mieszankami o różnej zawartości żyta hybrydowego	84
5.2.1 Analiza zawartości substancji odżywczych oraz endogennych substancji antyżywieniowych	84
5.2.3 Wskaźniki behawioralne świń rosnących w pierwszych pięciu dniach tuczu	86
5.2.4. Wskaźniki behawioralne świń rosnących od 6 do 90 dnia tuczu.....	94
5.2.5. Analiza profili behawioralnych świń rosnących w 55 dniu tuczu	103
5.2.6. Analiza parametrów produkcyjnych.....	108
6. Dyskusja	109
7. Wnioski.....	133
8. Piśmiennictwo.....	135

Wykazy

Wykaz tabel

Tabela 1. Receptury mieszanek paszowych stosowanych w eksperymentach zadania badawczego 1.

Tabela 2. Schemat układu doświadczenia w etapie 1. zadania 1.

Tabela 3. Receptury mieszanek paszowych stosowanych w zadaniu badawczym 2.

Tabela 4. Skład chemiczny (%) i profil aminokwasów (mg) w mieszankach doświadczalnych (1-13) etapu 1. zadania 1.

Tabela 5. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych (%) i substancji antyżywniowych (%) w mieszankach doświadczalnych (1-13) etapu 1. zadania 1.

Tabela 6. Zawartość mikotoksyn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) w mieszankach doświadczalnych (1-13) etapu 1. zadania 1.

Tabela 7. Średni dobowy czas przebywania świń grupy A przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Tabela 8. Średni dobowy czas przebywania świń grupy B przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Tabela 9. Średni dobowy czas przebywania świń grupy C przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Tabela 10. Średni czas przebywania świń grupy D przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Tabela 11. Średni czas przebywania świń grupy E przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Tabela 12. Średni czas przebywania świń grupy F przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Tabela 13. Wskaźniki produkcyjne świń w etapie 1. zadania badawczego 1.

Tabela 14. Skład chemiczny (%) i struktura aminokwasów (mg) w mieszankach doświadczalnych etapu 2. zadania 1.

Tabela 15. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych (%) i substancji antyżywniowych (%) w mieszankach doświadczalnych etapu 2. zadania 1

Tabela 16. Zawartość mikotoksyn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) w mieszankach doświadczalnych etapu 2. zadania 1.

Tabela 17. Średni czas przebywania świń przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich, a także średnie dobowe pobranie paszy na automat w etapie 2. zadania 1.

Tabela 18. Skład chemiczny (%) i struktura aminokwasów (mg) w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Tabela 19. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych (%) i substancji antyżywniowych (%) w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Tabela 20. Zawartość mikotoksyn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) w mieszankach doświadczalnych (1-7) etapu 3. zadania 1.

Tabela 21. Średni czas przebywania świń przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich w etapie 3. zadania 1.

Tabela 22. Zawartość substancji odżywczych i energii metabolicznej oraz profil aminokwasów w paszach stosowanych w zadaniu badawczym 2.

Tabela 23. Zawartość substancji antyżywniowych w paszach stosowanych w zadaniu badawczym 2.

Tabela 24. Wskaźniki produkcyjne świń w tuczu doświadczalnym w zadaniu badawczym 2.

Spis wykresów

Wykres 1. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział żyta populacyjnego, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie A

Wykres 2. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział żyta NN, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie B

Wykres 3. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział żyta hybrydowego, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie C

Wykres 4. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział kukurydzy, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie D

Wykres 5. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział pszenżyta, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie E

Wykres 6. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 60% udział pszenicy i jęczmienia, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie F

Wykres 7. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40% udziału testowanego surowca zbożowego za cały okres tuczu dla etapu 2. w zadaniu badawczym 1.

Wykres 8. Proporcje endogennych substancji słodkich i gorzkich w mieszankach paszowych stosowanych w etapie 2. zadania badawczego 1.

Wykres 9. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 60% udział testowanego surowca zbożowego za cały okres tuczu dla etapu 3. w zadaniu badawczym 1.

Wykres 10. Indeks substancji słodkich i gorzkich w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Wykres 11. Dobowy czas aktywności świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 12. Dobowy czas odpoczynku świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 13. Dobowy czas trwania walk świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 14. Dobowy czas przemieszczania się świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 15. Dobowy czas trwania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 16. Dobowy czas pobierania paszy i wody przez świnię w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 17. Dobowa częstotliwość występowania walk u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 18. Dobowa częstotliwość występowania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Wykres 19. Dobowy czas aktywności świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 20. Dobowy czas odpoczynku świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 21. Dobowy czas trwania walk świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 22. Dobowy czas przemieszczania się świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 23. Dobowy czas trwania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 24. Dobowy czas pobierania paszy i wody przez świnię w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 25. Dobowa częstotliwość występowania walk u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 26. Dobowa częstotliwość występowania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Wykres 27. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 1 (żywionych mieszanką kontrolną) w 55. dniu tuczu

Wykres 28. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 2 (żywionych mieszanką z 20% udziałem żyta hybrydowego) w 55. dniu tuczu

Wykres 29. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 3 (żywionych mieszanką z 40% udziałem żyta hybrydowego) w 55. dniu tuczu

Wykres 30. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 4 (żywionych mieszanką z 60% udziałem żyta hybrydowego) w 55. dniu tuczu

Streszczenia

Streszczenie w języku polskim

Celem pracy było przeanalizowanie preferencji smakowych świń w odniesieniu do pasz o różnym składzie surowcowym w zakresie komponentów zbożowych oraz określenie zmian zachowania pod wpływem dodatku różnych udziałów żyta hybrydowego do pasz. Badania podzielono na 2 zadania, z których pierwsze przeprowadzono w stacji doświadczalnej WHiBZ URK w Rząsce, zaś drugie w komercyjnym gospodarstwie prowadzącym tucz świń w województwie świętokrzyskim. Wszystkie doświadczenia objęły 3 kompleksy badań: i. wszechstronne analizy laboratoryjne próbek pasz, ii. ocenę wskaźników behawioralnych świń, iii. ewaluację wyników produkcyjnych. Badania w zadaniu 1 składały się z trzech odrębnych etapów/doświadczeń, zaś zadanie 2 było pojedynczym eksperymentem. W etapie 1 zadania 1. stwierdzono najwyższy wskaźnik preferencji świń do pasz zawierających żyto hybrydowe, w porównaniu do mieszanki zawierającej pszenicę i jęczmień w równych proporcjach. W każdym innym zestawieniu dodatek alternatywnego zboża w postaci kukurydzy, pszenżyta, żyta populacyjnego lub żyta NN prowadził do ograniczenia zainteresowania świń paszą z takim dodatkiem, przy czym najmniej preferowane były pasze z udziałem kukurydzy i żyta NN. Porównanie pasz dwuzbożowych z wysokim (60%) udziałem pszenicy lub jęczmienia wskazało na pszenicę jako główny komponent zwiększający atrakcyjność mieszanki kontrolnej. W etapie 2. zadania 1 porównano zainteresowanie świń i pobranie paszy przy bezpośrednim dostępie do 6 mieszanek o 40% zawartości głównego komponentu zbożowego. Mieszaną najbardziej preferowaną ponownie okazała się pasza zawierająca 40% żyta hybrydowego, zaś druga w kolejności była pasza z 40% zawartością żyta populacyjnego. Dopiero na trzeciej pozycji znalazła się mieszanka kontrolna zawierająca po 40% pszenicy i jęczmienia. Ponownie najmniej preferowaną paszą okazała się mieszanka z udziałem kukurydzy. W etapie 3 zadania 1. zastosowano równoczesny dostęp do 7 pasz z 60% udziałem głównego komponentu zbożowego. Wyniki badań ponownie wskazały żyto hybrydowe jako najbardziej preferowany komponent zbożowy, zaś na drugim miejscu usytuowała się pszenica. Żyto populacyjne i jęczmień i żyto NN miały podobny, średni wskaźnik zainteresowania i spożycia, zaś najniższą preferencję wykazywały świniom do pasz z pszenżytem i kukurydzą. Najbardziej prawdopodobną

przyczyną opisanego układu preferencji była proporcja zawartości endogennych substancji słodkich (cukry rozpuszczalne w wodzie) do gorzkich (fenole i taniny), modyfikowana substancjami egzogennymi w postaci mikotoksyn. Najlepsze wskaźniki substancji endogennych wykazywały wszystkie typy żyta i pszenżyto, zaś najgorsze kukurydza i jęczmień. Najwyższe poziomy skażeń mikotoksynami odnotowano w paszach z kukurydzą, pszenżytem i jęczmieniem, co wydaje się tłumaczyć niską preferencję świń w odniesieniu do tych mieszanek.

W zadaniu badawczym 2. utworzono 4 grupy po 12 świń rosnących utrzymywanych w tych samych warunkach. Zwierzęta grupy 1. były żywione mieszanką kontrolną (zawierającą po 38% pszenicy i jęczmienia uzupełnionych poekstrakcyjną śrutą sojową, bez udziału żyta). W mieszankach paszowych dla pozostałych grup zwierząt wycofywano równe udziały pszenicy i jęczmienia w ilości umożliwiającej wprowadzenie do mieszanki żyta hybrydowego w udziale: grupa 2 - 20%, grupa 3 - 40% i grupa 4 - 60%. Uzyskane w zadaniu badawczym 2 rezultaty potwierdziły możliwość modyfikowania zachowań świń rosnących podczas tuczu poprzez zmianę składu surowcowego mieszanki paszowej, wskazując jednocześnie na żyto hybrydowe jako komponent o wysokim potencjale pozytywnego oddziaływania na poziom dobrostanu i wskaźniki produkcyjne świń rosnących. Udział żyta hybrydowego w mieszankach pozwolił ograniczyć częstotliwość występowania oraz czas trwania zachowań nietypowych i walk. Optymalną zawartością żyta w paszy pozwalającą na modyfikowanie zachowania w kierunku zmniejszenia aktywności oraz maksymalnego ograniczenia patologii behawioralnych i walk wydaje się być udział średni, to jest 40%. Prawdopodobnie najważniejszą przyczyną poprawy parametrów zachowania świń w grupach otrzymujących mieszanki z udziałem żyta, była podwyższona zawartość substancji prozdrowotnych w postaci polisacharydów nieskrobiowych, która pozytywnie wpływała na status zdrowotny i funkcjonalny jelit, generując efekt pozytywnych konsekwencji potrawiennych, poprawiając poziom dobrostanu zwierząt.

Streszczenie w języku angielskim

The aim of the study was to analyse the taste preferences of growing pigs in relation to feed mixtures with different raw material composition in terms of cereal components and to determine changes in behaviour according to the addition of various proportions of hybrid rye to feeds. The research was divided into 2 tasks, the first of which was carried out at the University of Agriculture in Krakow experimental station in Rząska, and the second at a commercial farm fattening pigs in the Świętokrzyskie Voivodeship. All experiments covered 3 research complexes: i. comprehensive laboratory analyses of feed samples, ii. assessment of pig behavioural indicators, iii. evaluation of production results. The research in task 1 consisted of three separate stages/experiments, and task 2 was a single experiment. In step 1 of task 1, the pigs showed the highest preference for feeds containing hybrid rye, compared to a mixture containing wheat and barley in equal proportions. In every other combination, the addition of an alternative cereal in the form of maize, triticale, population rye or no name (NN) rye led to a reduction in pigs' interest in feed with such an addition, with feeds containing maize and NN rye being the least preferred. A comparison of bi-grain feeds with a high (60%) share of wheat or barley indicated wheat as the main component increasing the attractiveness of the control mixture. In step 2 of task 1, pig interest and feed intake were compared with direct access to 6 mixtures with 40% of the main cereal component. The feed containing 40% of hybrid rye again turned out to be the most preferred mixture, and the feed with 40% of population rye was second in line. The control mixture containing 40% of wheat and barley was only in third place. Again, the least preferred feed turned out to be a mixture with maize. In step 3 of task 1, simultaneous access to 7 feeds with 60% of the main cereal component was used. The test results again indicated hybrid rye as the most preferred cereal component, followed by wheat. Population rye, barley and NN rye had a similar, average indicator of interest and consumption, while pigs showed the lowest preference for feed with triticale and corn. The most probable cause of the described system of preferences was the ratio of the content of endogenous sweet substances (water-soluble sugars) to bitter ones (phenols and tannins), modified with exogenous substances in the form of mycotoxins. The best indicators of endogenous substances were found in all types of rye and triticale, and the worst in maize and barley. The highest levels of mycotoxin contamination were recorded

in feeds with maize, triticale and barley, which seems to explain the low preference of pigs for these mixtures.

In the research task 2, 4 groups of 12 growing pigs were created and kept under the same conditions. Group 1 of animals were fed a control mixture (containing 38% of wheat and barley each, supplemented with post-extraction soybean meal, without rye). In the feed mixtures for the remaining groups of animals, the equal share of wheat and barley was withdrawn in the amount enabling the introduction of hybrid rye into the mixture: group 2 - 20%, group 3 - 40% and group 4 - 60%. The results obtained in the research task 2 confirmed the possibility of modifying the behaviour of growing pigs during fattening by changing the raw material composition of the feed mixture, at the same time pointing to hybrid rye as a component with a high potential of positive impact on the animal welfare level and production indices of growing pigs. The share of hybrid rye in the mixtures made it possible to reduce the frequency and duration of atypical behaviours and fights. The optimal content of rye in the feed, allowing for modification of behaviour towards the reduction of activity and the maximum reduction of behavioural pathologies and fights, seems to be the average share, i.e. 40%. Probably the most important reason for the improvement in the behaviour parameters of pigs in the groups receiving mixtures with rye was the increased content of health-promoting substances in the form of non-starch polysaccharides, which had a positive effect on the health and functional status of the intestines, generating the effect of positive digestive consequences, improving the level of animal welfare.

1. Wstęp

Obserwacja i opis zachowania się zwierząt, poznawanie uwarunkowań i mechanizmów behawioru zwierząt to domena etologii, której rozkwit nastąpił po II wojnie światowej (Wyatt, 2017). Współcześnie, wskaźniki behawioralne uznawane są za ważne kryteria oceny poziomu dobrostanu zwierząt. Impulsem, który wpłynął na zainteresowanie naukowców behawiorem zwierząt gospodarskich była intensyfikacja rolnictwa, która przyczyniła się do zwiększenia efektywności oraz wydajności produkcji roślinnej i zwierzęcej, gwarantując rosnącej liczbie ludności bezpieczeństwo żywnościowe. Jednakże intensywny sposób gospodarowania mający na celu efektywne użytkowanie zwierząt przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcji, wpłynął także na poziom dobrostanu zwierząt gospodarskich (Lymbery i Oakeshott, 2020).

Współczesne poglądy opinii publicznej na temat zwierząt gospodarskich i ich dobrostanu, szczególnie w krajach rozwiniętych znacząco różnią się od wyrażanych jeszcze kilkadziesiąt czy nawet kilkanaście lat temu. Osiągnięcia naukowe, szczególnie z zakresu etologii spowodowały, że większość ludzi postrzega zwierzęta jako istoty odczuwające, zdolne do reagowania na wiele bodźców i obdarzone inteligencją. Dzięki praktycznie nieograniczonemu dostępowi do informacji z różnych dziedzin, wiedza osób niezwiązanych z chowem, hodowlą zwierząt i weterynarią jest duża. Jednak poglądy opinii publicznej kształtowane są często poprzez różne organizacje, mające swoje własne cele. Ochrona prawna zwierząt i ich dobrostanu również dynamicznie się rozwija poprzez nowe akty prawne lub modyfikacje istniejących. Jako przykład, można podać Unię Europejską, gdzie jednym z filarów tzw. Europejskiego Zielonego Ładu jest właśnie dobrostan zwierząt. Można zatem uznać, że obecnie stosunek do zwierząt jest jednym z kryteriów wartości człowieka oraz fascynującym, interdyscyplinarnym zagadnieniem naukowym.

Podstawowe normy związane z zapewnieniem minimalnych wymogów dobrostanu zwierząt zawarte są w aktach prawnych europejskich oraz na poziomie państw członkowskich Wspólnoty. Okazuje się jednak, że problemy natury behawioralnej (patologie behawioralne) pomimo spełnienia minimalnych standardów nadal występują w chowie fermowym.

Z drugiej strony, na poziomie zasad prawa szczególną uwagę należy zwrócić na język, którym posługują się akty i regulacje prawne UE dotyczące dobrostanu zwierząt

gospodarskich. Chodzi tu przede wszystkim o sformułowanie „minimalne standardy”. Minimalne, czyli odzwierciedlające taki poziom ochrony zwierząt gospodarskich, na który w procesie stanowienia i harmonizowania prawa unijnego zgodę wyraziły państwa członkowskie, co sygnalizuje, że osiągnięcie konsensusu dla standardów większych niż minimalne było niemożliwe. Ponadto, opinia publiczna, a szczególnie konsumenci produktów pochodzenia zwierzęcego w UE są zdania, że Pięć Wolności Zwierząt już nie wystarcza dla zapewnienia wysokiego poziomu dobrostanu zwierzętom gospodarskim (Pejman i in., 2009). W ostatnich kilku latach obserwowany jest wzrost liczby badań naukowych i publikacji poświęconych zagadnieniom tzw. „pozytywnego dobrostanu zwierząt” (PAW – positive animal welfare) (Rault i in., 2022). „Pozytywny dobrostan” i powiązane z nim terminy, takie jak wysoki poziom dobrostanu, szczęście i dobre życie, są coraz częściej stosowane w literaturze naukowej dotyczącej problematyki komfortu życia zwierząt. Podkreślane są zatem korzyści dla zwierząt wynikające z zapewniania okazji do doświadczania pozytywnych działań, wykraczających poza łagodzenie cierpienia (Rault i in., 2020). Uważa się, że „pozytywny dobrostan zwierząt” (PAW) powstał jako odpowiedź na koncentrowanie się wyłącznie na podejściu polegającym na redukcji lub eliminacji czynników negatywnie wpływających na komfort psychiczny i fizyczny zwierząt (Lawrence i in., 2019).

W tym kontekście wydaje się, że w praktykę zootechniczną warto wprowadzać nowe strategie obejmujące kształtowanie behawioru zwierząt z jednej strony, a z drugiej – zapewniające doświadczanie przez zwierzęta pozytywnych emocji. Idealnie byłoby gdyby takie nowe metody prowadziły również do poprawy wyników produkcyjnych.

2. Przegląd literatury

Każdy gatunek zwierząt przejawia różne formy zachowań związane z odżywianiem i wydalaniem, odpoczynkiem, napastliwością, naśladowaniem, behawiorem płciowym i opiekuńczym, zachowaniami poznawczymi, a także społecznymi (Hafez, 1969; Nowicki i Zwolińska-Bartczak, 1978). Charakterystyczny zestaw różnych form zachowań danego gatunku zwany jest wzorcem behawioralnym. Obejmuje on zachowania wrodzone, które kształtowały się podczas filogenezy m. in. poprzez konieczność adaptacji zwierząt do warunków środowiskowych (Manning, 1976). Poza zachowaniami wrodzonymi wyróżnia się zachowania nabyte – wyuczone, jednak uważa się, iż ostry podział na zachowania „instynktowne” oraz „wyuczone” nie jest zawsze właściwy (Manning, 1976; Wyatt, 2017). Niewątpliwie jednak każde zachowanie zwierząt ma znaczenie przystosowawcze. Zwierzęta reagują w określony sposób na bodźce i dzięki temu odżywiają się, rozmnażają, wychowują potomstwo (Manning, 1976). Pytania dotyczące roli, znaczenia zachowań zwierząt sformułował Tinbergen (1963, 2005). Są to klasyczne dla etologii cztery pytania nazwane pytaniami Tinbergena – jednego z laureatów nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny z 1973 roku (Krśiak, 2012; Wyatt, 2017). Zdaniem Tinbergena zachowania można opisywać na wiele różnych sposobów (Wyatt, 2017). Niko Tinbergen wniósł istotny wkład w rozwój dyscypliny, gdy dostrzegł, że biolodzy mogą badać to samo zachowanie z różnych perspektyw. Te różnorodne perspektywy można zredukować do czterech pytań, które mogą być zadawane nie tylko w kontekście zachowania, ale również dotyczą one każdej cechy zwierzęcia: Po co służy dane zachowanie? Jak to zachowanie rozwija się w ciągu życia osobnika? Jakie mechanizmy kontrolują dane zachowanie? Jak ewolucja wpłynęła na rozwój tego zachowania (Wyatt, 2017)?

2.1. Preferencje smakowe świń

Z biologicznego punktu widzenia, za najważniejszy proces fizjologiczny uważa się rozród, ponieważ umożliwia przetrwanie gatunku i przekazanie genów. Tym czym rozród jest dla gatunku, tym dla osobnika jest poszukiwanie i pozyskiwanie substancji odżywczych, umożliwiających przeżycie, czyli przetrwanie osobnika. Z tego powodu, za dwa najważniejsze czynniki motywujące zwierzę do podejmowania działań uważane są

popęd płciowy i motywacja pokarmowa. Dla zwierząt wolnożyjących, pobieranie pokarmu i wody, która również uważana jest za jedną z substancji odżywczych, poprzedzone jest jego poszukiwaniem (Simpson i Balsam, 2016).

Motywacja pokarmowa jest regulowana na poziomie fizjologicznym odczuciem głodu, zaś z czynników zewnętrznych kluczowa jest smakowitość pokarmu (Cummings i Overduin, 2007). Sposób zaspokajania potrzeb pokarmowych jest zależny od gatunku zwierzęcia i związanej z tym budowy przewodu pokarmowego (Craig, 1918; Forbes i Kyriazakis, 1995; Robbins i in., 2007). Zwierzęta roślinożerne pobierają duże ilości pokarmu o relatywnie niskiej wartości odżywczej, dlatego zajmuje im to dużo czasu (Clauss i in., 2007). Drapieżniki pożywiają się w bardzo krótkim czasie, pobierając niewielkie ilości pokarmu o bardzo wysokiej wartości odżywczej, resztę doby poświęcając na odpoczynek i oszczędzanie energii, uważanej za jeden z najbardziej deficytowych elementów środowiska naturalnego (Sunquist i Sunquist, 1989). Zwierzęta wszystkożerne pobierają pokarm o średniej wartości odżywczej, dlatego poświęcają na to więcej czasu niż drapieżniki, ale zdecydowanie mniej niż typowi roślinożercy (Altmann, 2009).

Dziki oraz świnie domowe, należą do zwierząt wszystkożernych, monogastycznych (Petrelli i in., 2022). W ich przewodzie pokarmowym występują odcinki determinujące trawienie skoncentrowanych pokarmów o wysokiej wartości odżywczej, takie jak jednokomorowy żołądek i relatywnie krótkie jelita, ale także struktury anatomiczne umożliwiające trawienie typowych pokarmów roślinnych o niskiej wartości odżywczej i wysokiej koncentracji włókna, takie jak dobrze rozwinięte jelito ślepe (Kidder i Manners, 1978). Z punktu widzenia stopnia rozwoju narządów zmysłów świnia domowa, dzik i inni przedstawiciele rodziny *Suidae* należą do węchowców. Znakomita percepcja węchowa przedstawicieli rodziny Świniowate, poparta dobrze rozwiniętym zmysłem słuchu, umożliwia im orientację przestrzenną i zapewnia względne bezpieczeństwo, stanowiąc system wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami (Morrow-Tesch i McGlone, 1990; Rohde Parfet i Gonyou, 1991; Adamczyk i in., 2015). Zmysł wzroku u świń ma znaczenie zdecydowanie mniejsze, służąc do identyfikacji obiektów jedynie z bliskiej odległości (Tanaka i in., 1998). Tylko pozornie najmniej czułym zmysłem dzika i świni jest smak. U dzików zmysł smaku pozwala na efektywne funkcjonowanie w środowisku. Czuły węch pozwala dzikowi skutecznie poszukiwać pokarmu, nawet takiego, który jest ukryty pod ziemią, natomiast zmysł smaku umożliwia rozpoznanie pokarmu w zakresie jego przydatności i bezpieczeństwa do spożycia

(Studnitz i in., 2007). Ewolucyjne przystosowanie do rozpoznawania smaków i klasyfikowania ich w zakresie preferencji warunkowane jest przede wszystkim możliwością wyboru pokarmu bezpiecznego i odrzucenia takiego, który może stanowić zagrożenie związane przede wszystkim z zawartością toksyn, dlatego zakres rozpoznawalności smaków u świń jest dość szeroki obejmując smak gorzki, słodki, słony i kwaśny (Perry, 1992; Jones i in., 2000). Zatem utrwalone preferencje smakowe jako wyraz przystosowania ewolucyjnego, nie służyły wrażeniom estetyki smakowej, tylko zapewnieniu pokarmowego bezpieczeństwa (Mehiel i Bolles, 1984, 1988; Nelson i Sanregret, 1997; Bachmanov i Beauchamp, 2007; Dulac, 2000; Grigorov i in., 2003; Margolskee, 2002; Matsunami i Amrein, 2003). Zdecydowana większość naturalnych toksyn pochodzenia biologicznego ma smak gorzki, co na drodze ewolucji spowodowało, że jest to smak najmniej preferowany przez dziki i świnię (Blair i Fitzsimmons, 1970; Du Toit i in., 1991; Forbes i Kyriazakis, 1995). U świń w warunkach produkcji fermowej nasilenie gorzkiego posmaku paszy powoduje, w ramach reakcji obronnej, obniżenie jej pobrania, czego dalszą konsekwencją jest zaburzenie parametrów produkcyjnych z powodu niedoboru substancji odżywczych (Baldwin, 1976). Rozpoznawalność smaku słonego, pozwala zwierzęciu efektywnie regulować pobranie substancji mineralnych, nie dopuszczając równocześnie do przekroczenia dawek bezpiecznych, szczególnie w odniesieniu do NaCl, który w większych ilościach może być toksyczny, a nawet śmiertelny dla świń (Lin i in., 1999). Detekcja smaku kwaśnego, pozwala rozpoznawać substancje o prozdrowotnym wpływie na przewód pokarmowy, jest to zatem smak należący do preferowanych przez świnię (Danilov i in., 1999; Partanen i Mroz, 1999). Badania, w których zwierzęta te miały wolny wybór pasz o zdecydowanej przewodzie jednego z rozpoznawanych przez nie smaków, wykazały bardzo silną preferencję do smaku słodkiego, kojarzącego się z wysoką zawartością łatwo strawnej energii pokarmowej (Kennedy i Baldwin 1972).

Smakowitość paszy dla świń, w przeważającym aktualnie systemie żywienia mieszankami pełnoporcjowymi suchymi, jest warunkowana składem surowcowym mieszanki oraz zakresem stosowanych dodatków smakowo-zapachowych (DeRouche i in., 2004) Znajomość preferencji smakowych zwierząt pozwala na pewien zakres regulacji przez człowieka pobrania paszy przez różne grupy technologiczne świń. Konieczna jest jednak także wiedza w zakresie wrażeń smakowych jakie wywołują u świń podstawowe surowce paszowe, co do których rozpoznawalność smaku przez człowieka jest nieoczywista. Fakt silnej preferencji świń do smaku słodkiego został

potwierdzony i jest niepodważalny, jednak subtelność różnic smakowych pomiędzy podstawowymi surowcami paszowymi nie pozwala na ich obiektywną smakową klasyfikację człowiekowi. Dlatego w tym zakresie niezbędne są badania, w których świnom daje się wolny wybór i możliwość decydowania o pobraniu paszy o określonym składzie surowcowym i chemicznym. Badania wzorowane na metodyce opracowanej na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych do określenia preferencji co do samego smaku, jako jedyne dają możliwość obiektywnej oceny preferencji zwierząt, także do surowców paszowych (Kennedy i Baldwin 1972). Są one jednak zdecydowanie trudniejsze do przeprowadzenia, ponieważ właściwe zbilansowanie substancji odżywczych warunkowane jest podawaniem zwierzętom mieszanki, a nie wyłącznie pojedynczego surowca paszowego. Z tego powodu historia badań preferencji smakowych świń do surowców paszowych jest stosunkowo krótka i zawiera niewiele opublikowanych wyników (Kennedy i Baldwin, 1972; Baldwin, 1976; Houpt i Houpt, 1976; McLaughlin i in., 1983; Nelson i Sanregret, 1997; Solà-Oriol i in., 2009; Solà-Oriol i in., 2011; Figueroa i in., 2012; Roura i Fu, 2017).

Smak mieszanki pełnoporcjowej suchej stanowi wypadkową smaków surowców podstawowych oraz ich wzajemnych interakcji, chyba że pasza jest dodatkowo wzbogacana syntetycznymi substancjami aromatyzującymi i smakowymi, które przeważając, niwelują znaczenie smaku surowców. Ze względu na wysokie koszty, tego typu dodatki są jednak stosowane tylko do wybranych pasz dla grup zwierząt o szczególnych wymaganiach, gdzie zwiększenie pobrania mieszanki jest warunkiem niezbędnym zachowania statusu zdrowotnego i zapewnienia prawidłowego rozwoju organizmu (McCracken i in., 1995; Spreeuwenberg i in., 2001). Są to zatem superprestartery stosowane w ramach tzw. treningu enzymatycznego prosiąt w odchowie przy matkach oraz prestartery na okres okołoodsadzeniowy. W pierwszym przypadku, zachęcenie prosiąt poprzez aromat do zabawy paszą, warunkuje jej mimowolne pobieranie i akceptację dzięki intensywnemu smakowi. Pozwala to na pobudzenie przewodu pokarmowego do sekrecji enzymów odpowiedzialnych za trawienie substancji odżywczych paszy stałej, stanowiąc wspomniany wyżej trening enzymatyczny. (Nabuurs i in., 1993). Dzięki prawidłowemu i skutecznemu przeprowadzeniu tego procesu można znacząco zwiększyć tempo wzrostu prosiąt oraz przyspieszyć ich uniezależnienie od mleka matki, co pozwala na skrócenie okresu odchovu i poprawę efektywności stada (Dong i Pluske, 2007; De Lange i in., 2010).

Okres okołoodsadzeniowy to newralgiczny moment życia świń, obarczony dużą ilością zagrożeń i mogących potencjalnie wystąpić dysfunkcji. Często wiąże się on z zaburzeniem apetytu i pobrania paszy, co jest spowodowane czasowym obniżeniem efektywności aparatu trawiennego i wzrostem pH w przewodzie pokarmowym. Z tego powodu, w tym czasie stosowane są zakwaszacze poprawiające status zdrowotny i funkcjonalny jelit (Partanen i Mroz, 1999; Papatsiros i Billinis, 2012; Zentek i in., 2013; Ahmed i in., 2014; Kuang i in., 2015). Stosowane są również substancje aromatyczne i smakowe mające zachęcić warchlaki do pobierania paszy (Jacela i in., 2010). W dwóch opisanych powyżej okresach życia świni, smak podstawowych surowców paszowych nie ma kluczowego znaczenia dla pobrania paszy, ponieważ jest tłumiony i zastępowany przez dodatki paszowe. W dalszych etapach dodatki te są stopniowo wycofywane w celu ograniczenia kosztów i wówczas smakowitość podstawowych surowców nabiera kluczowego znaczenia dla pobrania paszy i związanej z tym produktywności zwierząt.

Podstawowe surowce paszowe w żywieniu świń mieszankami pełnoporcjowymi suchymi należą do dwóch grup: surowców energetycznych, wśród których główną rolę odgrywają ziarna zbóż oraz surowców białkowych, z podstawowym znaczeniem poekstrakcyjnej śruty sojowej. Co do zasady uważa się, że znaczenie smaku białka jest mocno ograniczone i ma niewielki wpływ na preferencje zwierząt do pasz. Znane są co prawda badania wskazujące na istnienie receptorów smakowych skierowanych na aminokwasy, generujące również mocno preferowany smak umami, jednak ich znaczenie u świń wydaje się mniejsze w porównaniu do receptorów skierowanych na substancje energetyczne czyli węglowodany i lipidy (Roura i in., 2008; Tinti i in., 2000).

Ziarna zbóż stanowią od 70 do 85% składu mieszanek pełnoporcjowych dla świń i z tego powodu mają też kluczowy wpływ na ich smak. W przeciwieństwie do innych grup surowcowych, zboża różnych gatunków wydają się mieć podobny skład chemiczny i wartość odżywczą, zawierając średnie lub niskie koncentracje białka i stosunkowo dużo energii paszowej zgromadzonej głównie w postaci skrobi (Kowieska i in., 2011; Poutanen i in., 2022). To pozornie powinno determinować także podobieństwo smaku i wyrównane preferencje świń do ziaren różnych gatunków zbóż. Pogłębiona analiza wskazuje jednak na znaczące różnice, zarówno w zakresie preferencji świń do ziaren zbóż, jak i uzyskiwanych na tej podstawie efektów produkcyjnych (Solà-Oriol i in., 2014).

W Polsce najczęściej uprawianymi i stosowanymi w żywieniu zwierząt gospodarskich zbożami są pszenica, jęczmień, pszenżyto i kukurydza. Pszenica uważana jest za najbardziej optymalne zboże paszowe z powodu wysokiej wartości energetycznej

przy stosunkowo dużej koncentracji białka. Jej główną wadą jest wysoka cena ziarna. Jęczmień to zboże tradycyjnie postrzegane jako pasza i najczęściej w tym celu stosowane. Zawiera nieco mniej białka niż pszenica, za to koncentracja energii jest już znacząco niższa. To główna przyczyna dla której jęczmień traci w ostatnich latach pozycję lidera zbóż paszowych, szczególnie w odniesieniu do żywienia świń wysoko wydajnych genotypów, gdzie energia ma kluczowe znaczenie dla uzyskiwanych wskaźników produkcyjnych (Schwarz i in., 2014; Grela i in., 2023). Pszenżyto stanowi tańszą alternatywę dla pszenicy, przy bardzo podobnym składzie chemicznym ziarna i wartości paszowej. Pewnym problemem zastosowania pszenżyta jest podwyższona zawartość substancji antyżywniowych, ograniczających strawność ziarna. Kukurydza to tropikalna roślina przystosowana do warunków centralnej Europy dzięki wieloletniej pracy genetycznej, której efektem jest uzyskanie możliwości dojrzewania i dawania wysokich plonów. Ziarno kukurydzy charakteryzuje się najwyższą koncentracją energii, przy jednocześnie najniższej zawartości białka (Rodehutsord i in., 2016). Jednak największą wadą jest niska odporność, warunkująca ogromne ryzyko skażenia grzybami z rodzaju *Fusarium* i związaną z tym wysoką koncentracją mikotoksyn (Grajewski i in., 2012). Mniejsze znaczenie w paszowym zastosowaniu ma żyto, postrzegane głównie jako zboże chlebowe o niższej przydatności pokarmowej ziarna niepoddanego obróbce termicznej. Ziarno żyta zawiera wysoką koncentrację energii przy stosunkowo niskiej zawartości białka, jednak analizy szczegółowe profilu aminokwasów egzogennych wskazują, na najwyższą wartość biologiczną białka żyta (Grela i Skomiał, 2021). Niska wartość paszowa ziarna surowego była postrzegana głównie przez pryzmat wysokiej zawartości substancji antyżywniowych, ograniczających strawność i mogących powodować zaburzenia funkcji przewodu pokarmowego. Żyto było co prawda tradycyjnie stosowane w tuczu świń w Polsce i Niemczech na dużą skalę, jednak miało to miejsce w czasach tzw. żywienia tradycyjnego, w którym podstawą były ziemniaki parowane z dodatkiem śruty żytniej (Schwarz i in., 2014). Większość składników antyżywniowych żyta ma charakter substancji termolabilnych, co dzięki zastosowaniu parowania powodowało ich unieczynnienie (inhibitory trypsyny) lub naruszenie struktury i poprawę strawności (polisacharydy nieskrobiowe). Wdrożenie i upowszechnienie żywienia świń mieszankami pełnoporcjowymi suchymi spowodowało nasilenie efektu antyżywniowego ziarna żyta, co przyczyniło się do znaczącego ograniczenia jego paszowego zastosowania na kolejnych 30 lat (Jurgens i in., 2012; Sullivam i in., 2005; Makarska i in., 2007). W tym czasie pojawiło się wiele nowych odmian

wysokoplonujących, w których konsekwentna praca hodowlana doprowadziła nie tylko do poprawy wskaźników produkcji polowej, ale jako efekt uboczny do znaczącego obniżenia zawartości substancji antyżywnościowych (Schwarz i in., 2014; Meyer i in., 2012). Ogromną zaletą żyta uprawianego w warunkach Europy Środkowej jest największa ze wszystkich zbóż odporność na warunki środowiskowe, warunkująca stabilność plonów, ale też minimalizację zagrożeń toksykologicznych wynikających ze skażenia grzybami *Fusarium* (Petr, 2005). Najbardziej stosowanym zbożem paszowym w żywieniu świń jest owies, przede wszystkim z powodu wysokiej zawartości włókna i niskiej strawności substancji odżywczych (Woodman i in., 1932). Wyjątkiem są odmiany owsa nagiego, który stanowi znakomity surowiec paszowy, jednak z powodu skrajnie niskich wskaźników plonowania jest uprawiany marginalnie i tym samym jego dostępność rynkowa jest skrajnie niska, a cena bardzo wysoka (Sola-Oriol i in., 2009).

Liczne badania przeprowadzone w ostatniej dekadzie w Polsce, Niemczech i Danii wskazują, że nowoczesne odmiany żyta mają potencjał paszowy pozwalający klasyfikować je na poziomie najlepszych zbóż, a pod niektórymi względami mogą je nawet przewyższać. Jednym z wiodących obecnie trendów żywienia świń jest ograniczanie zawartości białka w paszy na rzecz poprawy jego wartości biologicznej. Żyto wpisuje się w ten trend idealnie, ponieważ wartość biologiczna białka wyrażona profilem aminokwasów egzogennych jest w nim zdecydowanie najkorzystniejsza ze wszystkich gatunków zbóż paszowych (Grela i Skomial 2021). Pozwala to na uzyskanie wielu profitów. Zmniejszony udział białka wiąże się z ograniczeniem emisji amoniaku, co ma pozytywny wpływ na środowisko naturalne, ale też mikroklimat pomieszczeń inwentarskich, przekładający się na samopoczucie i dobrostan przebywających w nim zwierząt (Grela i in., 2010). Kolejny pozytywny efekt to zmniejszenie pojemności buforowej paszy, przyczyniające się do utrzymania korzystnego, niższego pH treści pokarmowej, zapobiegającego rozwojowi bakterii patogennych (Wenk, 2000; van Winsen i in., 2001). Pogłębiona analiza składu chemicznego ziarna żyta wskazuje na zawartość licznych substancji prozdrowotnych. W badaniach prowadzonych w zakresie dietyki ludzi, żyto postrzegane jest jako pokarmowe rozwiązanie wielu problemów zdrowotnych, od otyłości i cukrzycy aż po niektóre odmiany nowotworów. Biorąc pod uwagę podobieństwa budowy i funkcji przewodu pokarmowego świń i ludzi, należy założyć, że żyto może mieć też pozytywny wpływ na zdrowie świń. W ostatnich latach szczególną uwagę w zakresie pozytywnego działania na status zdrowotny przewodu pokarmowego zwraca maślan sodu. Jest on powszechnie stosowany w lekach

łagodzących objawy zespołu jelita drażliwego (IBS) (Lewandowski i in., 2022). Jako dodatek do paszy jest też uznawany za substancję sprzyjającą poprawie zdrowotności jelit zwierząt gospodarskich (Piva i in., 2002; Mazzoni i in., 2008; Sun i in., 2020). Okazuje się, że niektóre substancje zawarte w ziarnach zbóż stanowią chemiczne prekursorsy tej cennej substancji prozdrowotnej, a największe znaczenie ma w tym zakresie kompleks fruktanów. Badania niemieckie wskazują na około trzykrotnie wyższą zawartość fruktanów w ziarnie żyta w porównaniu do innych zbóż (Kamphues, 2020). Fakt ten jest obecnie postrzegany jako jeden z kluczowych czynników poprawy statusu zdrowotnego jelit świń żywionych z dużym udziałem żyta, a także poprawy ich komfortu trawiennego i ogólnie rozumianego dobrostanu. Obiektywnym dowodem pozytywnego działania fruktanów jest spektakularna poprawa składu gatunkowego mikrobiomu jelitowego oraz znaczące ograniczenie sekrecji cytokin prozapalnych, świadczące o poprawie integralności błony śluzowej (McGhee, 2021).

Pomimo wielu wyników badań wskazujących na pozytywne efekty produkcyjne stosowania żyta w żywieniu świń, jak i walorów prozdrowotnych i prodobrostanowych, zboże to wciąż ma wielu nieprzejeźdźniętych przeciwników wśród rolników i specjalistów żywienia zwierząt (Schwarz i in., 2014; 2016). Jednym z często powtarzanych argumentów jest zły smak żyta, pogarszający pobranie paszy i tym samym obniżający tempo wzrostu świń. Przeprowadzone w Hiszpanii badania preferencji smakowych wykazały, że najbardziej preferowanym smakowo ziarnem jest ryż, a na drugim miejscu owiec nagi. W warunkach centralnej i północnej Europy ryż nie jest uprawiany ani tym bardziej stosowany w żywieniu świń. Owies nagi, jest niemal niedostępny na rynku z powodu niskiego plonowania i niskiej opłacalności produkcji. Spośród zbóż spotykanych w Polsce i Europie centralnej, najwyższym wskaźnikiem preferencji smaku charakteryzowało się żyto, przewyższając zarówno pszenicę jak i jęczmień, zaś całkowicie deklasując najmniej preferowaną kukurydzę (Solà-Oriol i in., 2014). Ten wynik jest zastanawiający wobec licznych nieprzychylnych opinii na temat żyta jakie można usłyszeć w Polsce.

W oficjalnym obiegu ziarna kwalifikowanego, odmiany żyta dzielą się na dwie zasadnicze kategorie tj. żyto populacyjne i hybrydowe. Badania wskazują, że żyto hybrydowe charakteryzuje się zdecydowanie lepszym plonowaniem i nieznacznie, ale również lepszymi wynikami oceny wartości paszowej i wskaźników osiągniętych przez zwierzęta (Geiger i Miedaner, 2009; Jürgens i in., 2012; Miedaner i in., 2019). Jednak istotną część rynku żyta stanowi ziarno z obiegu wtórnego, wysiewanego z materiału

niekwalifikowanego. Czasami materiał taki nie podlega wymianie nawet przez kilkanaście lub kilkadziesiąt lat, co w przypadku rośliny obcopylnej jaką jest żyto stanowi silny czynnik wyradzania i zmiany właściwości. Żyto takie, nazywane NN (od ang. no name), nie stanowi stabilnej odmiany i może się znacząco różnić pomiędzy rejonami kraju, a nawet gospodarstwami w jednym regionie. Jak wskazują badania, charakteryzuje się ono znacząco niższymi plonami, zarówno od odmian hybrydowych jak i populacyjnych. Z wielu punktów widzenia przypomina ono stare odmiany żyta o wysokiej zawartości substancji antyżywniowych, co może znacząco ograniczać jego wartość paszową i przydatność w żywieniu zwierząt. Szacunki wskazują, że różne warianty żyta NN stanowią od 88 do 90% całego rynku żyta w Polsce. W Niemczech wartość ta nie przekracza 5%, co tłumaczy blisko trzykrotnie wyższe średnie krajowe wskaźniki plonowania żyta w Niemczech w porównaniu do Polski. Może to też stanowić wyjaśnienie, dlaczego w krajach zachodniej Europy żyto uchodzi za zboże preferowane przez świnie i zalecane w ich żywieniu, podczas gdy w Polsce wciąż uważa się, że świnie żyta nie lubią i nie chcą go pobierać.

2.2. Dobrostan świń

Zapewnienie zwierzętom w warunkach chowu fermowego właściwie zbilansowanej paszy o wysokich walorach smakowych stanowi nie tylko o sukcesie w zakresie uzyskiwania optymalnych parametrów produkcyjnych i rentowności ekonomicznej, ale może także w istotny sposób wpływać na ich samopoczucie i ułatwiać im przystosowanie się do stworzonego przez człowieka środowiska, zwiększając ich zdolności adaptacyjne. Intensyfikacja produkcji zwierzęcej polegająca przede wszystkim na zmianie warunków chowu zwierząt (np. zwiększona koncentracja osobników na małej powierzchni, ograniczenie możliwości poruszania się i in.) stała się ogromnym wyzwaniem dla zdolności adaptacyjnych zwierząt gospodarskich. Trudne warunki chowu fermowego mogą powodować występowanie pozornie przeciwstawnych zjawisk, prowadzących do skumulowania negatywnych efektów zaburzających szeroko rozumiany dobrostan. Takimi przeciwstawnymi zjawiskami jest doświadczanie przez zwierzęta nadmiernej ilości bodźców znacząco odbiegających od naturalnych, przy jednoczesnym niedoborze bodźców stymulujących zachowania właściwe dla gatunku. Badania wskazują, że zarówno zwierzęta narażone na nadmiar bodźców środowiskowych, jak i ich niedobór wykazują zmiany behawioru o charakterze

patologicznym. Jest to prawdopodobnie związane z nieudanymi próbami dostosowania się do niewłaściwych warunków (Hutson i in., 2000). Skumulowanie się efektów nadmiaru pewnej kategorii bodźców przy jednoczesnym niedoborze innych może powodować jeszcze większe trudności dostosowawcze i nasilenie patologii behawioralnych do poziomu zachowań skrajnych.

Istotną rolę w utrwalaniu niewłaściwych forma zachowania odgrywać może, podobnie jak w przypadku osvajania, a następnie domestykacji – habituacja ale w niektórych okolicznościach może dochodzić do sensytyzacji (Rankin i in. 2009; Wyatt, 2017). W takiej sytuacji część zachowań charakterystycznych dla danego gatunku przestaje być manifestowana lub obserwuje się pojawienie się niezmiennych, powtarzalnych wzorów zachowania, nie mających widocznego celu ani funkcji. Szczegółowe porównanie behawioru naturalnego do manifestowanych w produkcji zachowań nietypowych, uznano z czasem za patologiczne i przy spełnieniu warunków wynikających z definicji zaczęto nazywać stereotypiami behawioralnymi (Broom, 1983; Broom, 1996; Borell i Hurnik, 1990).

Kwestię pojawienia się nietypowych form behawioru, odbiegających od przyjętego wzorca dla danego gatunku, poruszono na I Kongresie Etologii Stosowanej w Madrycie w 1978 roku i uznano, że należy prowadzić dalsze badania w tym obszarze. Warto nadmienić, że kwestia poprawy warunków utrzymania zwierząt gospodarskich na forum publicznym została poruszona już w 1964 roku w Wielkiej Brytanii, po ukazaniu się książki Ruth Harrison pt. "Animal Machines". Publikacja ukazująca wpływ postępu w rolnictwie na warunki utrzymywanych zwierząt, wywołała oburzenie opinii publicznej i stała się bezpośrednią przyczyną powołania specjalnej komisji parlamentarnej pod przewodnictwem Francisa Brambell'a, której zadaniem było zbadanie warunków chowu zwierząt. Zwieńczeniem prac komisji stał się raport, zawierający listę minimalnych wymogów poszanowania dobrostanu, dotyczącą wszystkich zwierząt gospodarskich. Znany jako Lista Pięciu Wolności Brambella, zakłada zapewnienie zwierzętom wolności od głodu i pragnienia, dyskomfortu, bólu, urazów i chorób oraz strachu i stresu. Kolejnym założeniem Listy Brambella jest umożliwienie zwierzętom ekspresji normalnego behawioru (Brambell i in., 1965).

Obecne metody chowu i hodowli zwierząt nadal nie uwzględniają wszystkich założeń dobrostanu, stąd konieczność dalszego wprowadzania zmian jakościowych w ich środowisko bytowania. Badania naukowe z zakresu produkcji zwierzęcej powinny dążyć do wypracowania złotego środka pomiędzy wskaźnikami produkcyjnymi i rentownością

gospodarstwa a dobrostanem zwierząt. Biorąc pod uwagę istotne znaczenie każdego z tych elementów towarzyszących produkcji zwierzęcej, tylko ich zrównoważenie może pozwolić na maksymalizację produkcji przy zapewnieniu optimum potrzeb zwierząt (McInerney, 2004). Niemniej jednak, wydaje się, że być może nigdy nie uda się poznać wszystkich potrzeb zwierząt gospodarskich, a tym bardziej ich zaspokoić. Nie oznacza to, że należy zaprzestać takich prób, tym bardziej że znaczenie dobrostanu zwierząt, od których pochodzą produkty spożywcze, dla konsumentów i szeroko pojętej opinii publicznej jest coraz większe (Rault i in., 2022; Pejman i in., 2009).

Zagadnienie dobrostanu zwierząt, choć obecne w opinii publicznej od lat siedemdziesiątych dwudziestego wieku, wzbudza wiele dyskusji, również naukowych, wśród specjalistów różnych dziedzin. Szerokie spektrum dziedzin nauki łączących aspekty etyczne, etologiczne, zdrowotne, ekonomiczne, prawne i polityczne skutkuje brakiem porozumienia w kwestii ostatecznego, jednolitego zdefiniowania pojęcia dobrostan zwierząt (Hewson, 2003). Okazuje się, że podejście oparte na tzw. pięciu wolnościach nie jest już wystarczające (Pejman i in., 2009), ponieważ nie uwzględnia wszystkich elementów niezbędnych do zapewnienia wysokiego poziomu komfortu życia zwierząt, szczególnie gospodarskich. Współcześnie, w szczególności zwracana jest uwaga na tzw. „pozytywny dobrostan zwierząt” (PAW - Positive animal welfare), który zaczyna być tematem wiodącym w nauce o dobrostanie zwierząt, pomimo tego, że dyskusje nad jego definicją nadal są podejmowane. Mimo tej niepewności naukowej istnieje zainteresowanie społeczne włączeniem większej liczby wskaźników „pozytywnego dobrostanu” do oceny dobrostanu zwierząt (Rault i in., 2022).

Najczęściej cytowaną definicją dobrostanu jest ta stworzona przez Broom'a (1996), który wskazuje na taki stan ustroju, w którym zwierzę potrafi „dawać sobie radę” lub „uporać się” (coping) z czynnikami występującymi w jego środowisku. „Dać sobie radę” czy „uporać się” oznacza zaadaptować się, najlepiej bez cierpienia. To wyjaśnia dlaczego kryterium behawioralne uznawane jest obecnie za najważniejsze w ocenie poziomu dobrostanu zwierząt. „Coping” to zdolność związana z funkcjami struktur mózgu, które synchronizują informacje pochodzące ze środowiska zewnętrznego z aktywnością metaboliczną organizmu. W celu oceny poziomu dobrostanu, oprócz wskaźników behawioralnych, wyodrębniono kilka innych, podstawowych kategorii indykatorów, odnoszących się zarówno do stanu fizycznego, jak i psychicznego zwierząt. Są to wskaźniki zdrowotne, fizjologiczne, produkcyjne, zoohigieniczne (Veerassamy, 2011). Pierwsze spośród wyżej wymienionych koncentrują się na występowaniu

objawów klinicznych chorób i częstotliwości zachorowań. Parametry fizjologiczne związane są głównie z sekrecją hormonów odpowiadających za reakcję stresową. Indykatory produkcyjne skupiają się na standardowych wynikach produkcyjnych i występowaniu odstępstw od nich. Wskaźniki zoohigieniczne dotyczą rozwiązań technicznych w budynkach oraz obejmują mikroklimat pomieszczeń inwentarskich (Kończak i Dobrzański, 2006; Kośla, 2011).

Współcześnie jednak, za najbardziej istotne kryterium oceniające poziom dobrostanu uważa się wskaźniki behawioralne (Welfare Quality®, 2009, Marchant-Forde, 2009). Ich regularna obserwacja i pogłębiona analiza w warunkach produkcji fermowej pozwala na określenie możliwości adaptacyjnych oraz stopnia tolerancji środowiska (najczęściej kształtowanego przez człowieka), umożliwiając oszacowanie statusu dotyczącego poziomu dobrostanu zwierząt (Dawkins, 2004) oraz dzięki uwzględnieniu w protokołach oceny dobrostanu - wczesne wykrywanie symptomów obniżonego komfortu bytowego (Welfare Quality®, 2009). Współcześnie, obserwacje zachowań zwierząt stały się jednym z kluczowych obowiązków osób zarządzających produkcją zwierzęcą i stały się ważnym elementem organizacji produkcji. Spośród czterech podstawowych czynności przeprowadzanych w ramach codziennego przeglądu stada, każda w dużej mierze opiera się na analizie behawioralnej. W ramach tego przeglądu prowadzi się analizę statusu zdrowotnego, gdzie pierwsze symptomy zaburzeń mają właśnie charakter zmiany zachowania. Znaczna część analizy statusu fizjologicznego, będącej drugim elementem przeglądu, także opiera się o obserwacje zachowań zwierząt, np. w zakresie wykrywania rui czy określania pierwszych symptomów zbliżającego się porodu. Trzecim elementem jest obserwacja pod kątem wykrywania zachowań nietypowych i patologicznych, zaś czwartym analiza funkcjonowania systemów infrastruktury fermowej, której zaburzenie działania także będzie odzwierciedlone w zachowaniu zwierząt. Analiza behawioralna ma zatem praktyczny wymiar i oddaje nieocenione usługi w zarządzaniu produkcją zwierzęcą. Równie istotna jest analiza naukowa, pozwalająca oceniać efekty działań ponadnormatywnych (tzw. over standard), dzięki którym zwierzęta mają zapewniony nie tylko minimalny, wymagany prawem poziom dobrostanu, ale także dodatkowe elementy pozwalające na doświadczanie przez nie pozytywnych doznań (Prunier, i in., 2020). Do opisu i analizy behawioru danego gatunku na poziomie naukowym stosuje się obserwacje i opracowywany na ich podstawie etogram uwzględniający szeroki wachlarz zachowań, biorący pod uwagę zarówno te naturalne dla gatunku, jak i patologiczne, wskazujące na

zaburzenie dobrostanu. Ze względu na ogromną prędkość analiz etologicznych, podejmowane są próby zautomatyzowania tego procesu poprzez zastosowanie programów komputerowych, które dzięki rozbudowanym algorytmom pozwalają tworzyć profile behawioralne zwierząt ze znaczącym ograniczeniem bezpośredniego zaangażowania człowieka. Już najprostsza analiza podstawowych zachowań świń związanych z pobieraniem pokarmu (ssanie sutków, pobieranie paszy i wody), eksploracją otoczenia (rycie, zabawa), ustalaniem relacji socjalnych (walka), oddawaniem moczu i kału, a także aktywnością lub jej brakiem (przemieszczanie się, leżenie, siedzenie, sen) pozwala określać poziom dostosowania zwierząt do środowiska oraz rejestrować pierwsze, nietypowe lub patologiczne zmiany w ich zachowaniu. Uzupełnienie tej analizy o wskaźniki wokalizacji, pozwala na znaczące uszczegółowienie i uwiarygodnienie uzyskanych wyników. Nadmierna wokalizacja, czy zwiększona częstotliwość oddawania moczu i kału przez świnię to pierwsze symptomy świadczące o ich stresie. Wynikają one z obciążeń spowodowanych wieloma czynnikami środowiskowymi i prowadzą do zaburzeń funkcjonowania systemów fizjologicznych zwierząt, w tym nadmiernego pobudzenia układu nerwowego (Ruis i in. 2001).

Zwierzęta wypracowały mechanizmy ułatwiające radzenie sobie z bodźcami pochodzącymi ze środowiska. Przykładem jest wspomniane wcześniej zjawisko habituacji (z łac. habituare – nawykać), czyli stopniowy zanik zainteresowania powtarzającym się lub ciągłym bodźcem, pod warunkiem, że nie pociąga on żadnych istotnych konsekwencji dla zwierzęcia. Osobnik przyzwyczaja się do bodźca i przestaje na niego reagować. Mechanizmem odwrotnym jest sensytyzacja, inaczej uwrażliwienie organizmu na działanie danego bodźca, który wywołuje negatywne skutki dla zwierzęcia. Wzrost intensywności oddziaływania bodźcowego powoduje większą wrażliwość receptora lub narządu zmysłu (Siegiel, 1979). Oba te niezależne zjawiska oddziałują między sobą, aby w ostateczny sposób określić odpowiedź behawioralną organizmu. Jednakże gdy habituacja nie następuje, to wówczas jest duże prawdopodobieństwo wystąpienia zachowań nietypowych, które są wyjaśniane jako próba przystosowania się. Organizm nie może przywyknąć, czyli nauczyć się ignorowania bodźców, wobec tego próbuje dostosować zachowanie i się zaadaptować. Habituacja przebiega, gdy bodziec ma charakter pozytywny a częściej neutralny (całe oswojenie a później udomowienie w sensie behawioralnym oparte jest na habituacji), jeśli powoduje wrażenia negatywne wówczas staje się problemem, bo następuje uwrażliwienie. Istotnym wskaźnikiem behawioralnym zaburzonego dobrostanu zwierząt jest występowanie zachowań

nietypowych, które świadczą o pojawieniu się różnic pomiędzy warunkami chowu, a rzeczywistymi potrzebami zwierząt (EFSA, 2012). Stereotypy behawioralne są charakteryzowane jako niezmiennie, powtarzalne wzory zachowania nie mające widocznego celu ani funkcji. Mogą one występować w różnej formie i nasileniu, stąd też określane są jako stereotypie stałe lub nawracające. W niektórych definicjach, jako dodatkowe kryterium związane z powtarzalnością, pojawia się rytmiczność wykonywania ruchów ciała czy jego części. Stereotypią behawioralną określa się również długotrwałe przyjmowanie pozycji nietypowej dla danego gatunku. W przypadku świń może to być np. tzw. pozycja siedzącego psa. Manson i Rushen (2006) przedstawili teorię, w której za najbardziej istotny element determinujący powstawanie i utrwalanie zaburzeń zachowania zwierząt uznali przyczynę środowiskową. Zgodnie z tą teorią, powtarzające się próby poradzenia sobie z niekorzystną sytuacją rodzą frustrację, która jako efekt wtórny powoduje występowanie zaburzeń w funkcjonowaniu centralnego układu nerwowego, a to w efekcie końcowym indukuje powstawanie zaburzeń behawioralnych. Znaczna część tych zaburzeń ma charakter działań przeorientowanych, kiedy uwaga zwierząt kierowana jest na obiekty w najbliższym otoczeniu, początkowo zwykle na elementy wyposażenia kojców. Wówczas u świń można zaobserwować zachowania związane z gryzieniem przegród kojca, zabawą automatami paszowymi bez pobierania paszy, czy zabawą poidłami bez pobierania wody (Dantzer, 1991; Cooper i in., 1998). Działania przeorientowane stanowią jedno z najbardziej niebezpiecznych zaburzeń behawioralnych w chowie świń, ponieważ w ubogim środowisku kojca liczba obiektów technologicznych potencjalnego zainteresowania jest bardzo ograniczona, co szybko kieruje uwagę zwierząt na inne osobniki w grupie, mogąc prowadzić do kanibalizmu (Mkwanazi i in., 2019).

2.3. Problemy behawioralne w chowie świń rosnących

2.3.1. Zachowania nietypowe

Występowanie stereotypii behawioralnych w grupach świń rosnących ma zazwyczaj przebieg stopniowy. Zaczyna się od drobnych zmian zachowania, które początkowo nie generują zagrożenia, ale z czasem mają tendencję do intensyfikacji i zaostrzenia. Drobne zmiany zachowania pozostają bardzo często niezauważone, zaś

brak podjęcia działań ze strony człowieka prowadzi do pogłębienia problemu i pojawienia się stereotypii skrajnych. Jednym z najbardziej skrajnych problemów behawioralnych w grupach świń rosnących jest obgryzanie ogonów. Stanowi ono poważny problem zarówno z punktu widzenia dobrostanu świń oraz ekonomiki produkcji, ze względu na straty spowodowane ograniczeniem przyrostów masy ciała, zwiększoną liczbą zabiegów weterynaryjnych i większym zużyciem leków, wyższym odsetkiem brakowania zwierząt, a nawet dyskwalifikacją tusz w zakładach rzeźnych (Nowicki i in., 2015). Walka z tym zachowaniem patologicznym jest niezwykle trudna ze względu na wieloczynnikową etiologię. Zjawisko obgryzania ogonów definiowane jest, jako manipulacja ogonem w jamie gębowej zwierzęcia, która powoduje jego uszkodzenia. W literaturze można odnaleźć trzy główne typy obgryzania ogonów u świń, związane z różnymi motywami zachowań zwierząt. Pierwszy z nich nazywany „dwustopniowym” związany jest z zachowaniami eksploracyjnymi. Świnia delikatnie łapie i żuje ogon drugiego osobnika, nie powodując przy tym jego urazów. Jest to zachowanie związane z nawykiem poznawczym. W drugiej fazie dochodzi do naruszenia ciągłości tkanek ogona, a w konsekwencji pojawienia się krwi, której zapach powoduje zainteresowanie się ogonem ofiary innych osobników. Drugi typ kaudofagii tzw. „nagły i wymuszony”, odbywa się bez manipulacji i jest nacechowany agresją i bardzo gwałtownym przebiegiem, wywołaną np. brakiem swobodnego dostępu do koryta, bólem, czy oznaką frustracji świń np. z powodu nagłego zaburzenia parametrów mikroklimatu. Trzeci typ to tzw. obgryzanie „obsesyjne”, kiedy zwierzęta poświęcają tej czynności znaczną część czasu i podążają za unikającym konfrontacji obiektem. W tym przypadku przyczyną kluczową może być długotrwały niedobór jakiegoś istotnego składnika pokarmowego. Jak w przypadku wszystkich zachowań patologicznych występujących u świń, ustalenie przyczyny jest niezwykle trudne, właśnie ze względu na wieloczynnikową etiologię. Jednakże literatura wymienia czynniki zwiększające ryzyko wystąpienia zjawiska kaudofagii u świń w intensywnych systemach produkcyjnych (EUWelNet, 2013). Według EFSA (2007a) najistotniejszym czynnikiem wpływającym na pojawienie się obgryzania ogonów u świń jest brak lub niewystarczająca ilość materiału do manipulacji i eksploracji. Jest to jednak w rzeczywistości kluczowa przyczyna tylko w przypadku pierwszego typu kaudofagii dwustopniowej. Nadmierne zagęszczenie zwierząt w kojcu, nieprawidłowo ustawiona wentylacja lub zbyt mały dostęp do automatów paszowych, zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia „nagłego” obgryzania ogonów, ponieważ są to czynniki zwiększające konkurencję

o paszę, wodę, czy miejsce do odpoczynku i wywołują stres i frustrację świń, których podstawowe potrzeby nie są spełnione (Schröder-Petersen i Simonsen, 2001; Nannoni i in., 2014). Podobnie, lecz jeszcze gwałtowniej, działa zaburzenie parametrów mikroklimatycznych. Zbyt wysoka lub niska temperatura, wysoki stopień zapylenia, nieprawidłowa wilgotność powietrza, nadmierne stężenie szkodliwych gazów zwiększają dyskomfort i poziom stresu u świń wywołując kaudofagię typu nagłego. Dodatkowo może się to przyczyniać do osłabienia sprawności nabłonków układu oddechowego i pokarmowego oraz naskórka, co skutkuje zwiększoną podatnością zwierząt na zachorowania i potęguje problem kaudofagii, ponieważ w stadach o niskim statusie zdrowotnym obserwuje się wzmożone obgryzanie ogonów, które jest wynikiem zmniejszonych zdolności chorych zwierząt do reakcji na zachowania patologiczne (Smulders i in., 2008). Nieprawidłowo zbilansowana mieszanka paszowa pod kątem zawartości aminokwasów, włókna oraz makro- i mikroelementów, a także nieodpowiedni sposób zadawania paszy powoduje nadmierne pobudzenie i nerwowość zwierząt, a tym samym zwiększa ryzyko wystąpienia „obsesyjnego” obgryzania ogonów u świń (Schröder-Petersen i Simonsen, 2001). Badania wskazują też na nasilanie się problemu kanibalizmu, pomimo coraz silniejszego zaostrzania przepisów dobrostanowych i związanej z tym poprawy ogólnie rozumianych warunków chowu. Za jedną z istotniejszych przyczyn uważa się selekcję świń w kierunku obniżenia otluszczenia, które spowodowało ogromne zmiany we wskaźnikach metabolicznych i idące za tym uwrażliwienie centralnego układu nerwowego.

Problemem towarzyszącym, który może nasilać patologie zachowań jest słabe dostosowanie technologii chowu wywołujące schorzenia somatyczne i urazy zwane technopatiami, które wynikają z nieprzystosowania budynków, pomieszczeń i elementów wyposażenia kojców do anatomii świń. Ma to szczególne znaczenie w szczególnie newralgicznych okresach intensywnych zmian. Najbardziej spektakularnym przykładem takiego okresu jest odsadzenie prosiąt od matek. Odsadzenie łączy liczne czynniki stresotwórcze, takie jak utrata matki i zerwanie najważniejszej relacji socjalnej, nagła zmiana diety, zmiana w środowisku życia, jak również kontakt z nieznanymi warchlakami. Umieszczenie warchlaków pochodzących z różnych miotów w jednym kojcu prowadzi zawsze do silnych walk i przejawiania agresywnych zachowań. W tak stresujących okolicznościach, nawet pozornie nieznaczące zaburzenie środowiska chowu może mieć poważne następstwa w postaci nasilonych patologii behawioralnych (Arey i Franklin, 1995).

Kolejnym czynnikiem, który wpływa na zaburzenia behawioru świń są błędy w organizacji i zarządzaniu stadem. Zbyt częste przegrupowania zwierząt powodują brak stabilności hierarchicznej grupy i doprowadzają do powtarzających się walk o miejsce w hierarchii. Przy zwiększonej częstotliwości walk z krótkimi okresami spokoju może to powodować frustrację psychiczną, ale też fizyczne urazy i nie gojące się zranienia zwiększające ryzyko zakażeń patogenami chorobotwórczymi. Podobny efekt, choć z nieco innym podłożem, może zaistnieć w sytuacji utrzymywania zbyt dużej liczby zwierząt w kojcu. Pomimo spełnienia wymogów powierzchni przypadających na 1 sztukę, w dużych kojcach przewidzianych do utrzymania więcej niż 30 świń powstaje problem niestabilności hierarchii (Ewbank i Bryant, 1972). Świnie potrafią rozpoznać i zapamiętać ok. 30 osobników, zatem w grupach mniejszych hierarchia zostaje ustalona szybko i trwale. W grupach większych, świnia wciąż napotyka w kojcu na osobniki, których nie pamięta i może to prowadzić do powtarzających się aktów agresji w całym cyklu produkcyjnym (Keeling i Gonyou, 2001). Odrębny problem stanowi nieodpowiedni dobór zwierząt w grupie, nie uwzględniający wieku i masy ciała, co prowadzi do ustalania się hierarchii patologicznej z zaznaczeniem bardzo silnej dominacji osobników większych i zmarginalizowaniem mniejszych, czego efektem może być przekarmienie tych pierwszych i niedożywienie tych drugich.

2.3.2. Agresja

Kolejnym złożonym zjawiskiem, zależnym od czynników genetycznych i środowiskowych obserwowanym w warunkach intensywnego chowu świń są zachowania agresywne, które wraz ze zdobywaniem pokarmu, rozmnażaniem i ucieczką zaliczane są do tzw. czterech wielkich popędów. Konsekwencją zachowań agresywnych jest przejściowe pogorszenie wskaźników rozrodczych i produkcyjnych. Zrozumienie przyczyn agresji u zwierząt gospodarskich oraz opracowanie sposobów zapobiegania jej, jest niezbędne do optymalizacji poziomu dobrostanu zwierząt oraz poprawy rentowności działalności hodowlanej i produkcyjnej (Haupt, 2005).

Świnie mają silnie rozwinięty instynkt stadny, który mimo procesu domestykacji nie uległ zatraceniu (Keeling i Gonyou, 2001). Jest to istotna informacja dla producentów i hodowców, o której powinno się pamiętać w codziennej pracy, szczególnie podczas przegrupowań świń. Każdorazowo taki zabieg powoduje zaburzenie w ustalonej hierarchii stada, czego konsekwencją może być przejściowe pogorszenie wskaźników

zdrowotnych i parametrów produkcyjnych. Naturalnym zachowaniem obserwowanym wśród świń jest tworzenie hierarchii społecznej, polegającej na uszeregowaniu osobników według rangi. Struktura socjalna stada oparta jest na relacji nadrzędności i podporządkowania w celu ustalenia hierarchii (Oliveira i in., 2023).

Warto zwrócić uwagę, że wymienione w Dyrektywie 2008/120/WE oraz w Zaleceniu 336/2016 do tej Dyrektywy materiały i obiekty wzbogacające środowisko chowu świń muszą być stosowane, a jednak problemy behawioralne u świń rosnących nadal są dość powszechnie występującym zjawiskiem. W pewnym stopniu wzbogacenie środowiska chowu świń wpisuje się w założenia przyjęte dla „pozytywnego dobrostanu”, jednak wydaje się, że nie jest samodzielnie czynnikiem wystarczającym dla pełnej maksymalizacji poziomu dobrostanu świń rosnących. Dlatego istotne jest opracowanie i wdrożenie metod alternatywnych, które z jednej strony obejmowałyby założenia pozytywnego dobrostanu zwierząt (wykraczały poza redukcję czynników negatywnie oddziałujących na zwierzęta), a z drugiej skutecznie kształtowały behavior świń, eliminując zachowania niepożądane.

EFSA (2007a) wymieniając czynniki ryzyka gryzienia ogonów określiła błędy żywieniowe w postaci źle zbilansowanych mieszanek oraz niedobór włókna w dawce, jako istotne elementy mogące przyczynić się do eskalacji tego zjawiska. Jednocześnie w cytowanym opracowaniu, określono poziom trudności, z którym muszą zmierzyć się hodowcy podczas prób zapobiegania gryzieniu ogonów. Czynniki żywieniowe zaklasyfikowano jako jedne z łatwiejszych do zmiany, dzięki czemu ryzyko niebezpiecznego gryzienia ogonów może zostać obniżone (EFSA, 2007b). W literaturze przedmiotu można napotkać bardzo wiele prób opracowania metod zapobiegania zjawisku kanibalizmu i agresji w ogóle, jednak wszystkie koncentrują się na kształtowaniu środowiska chowu świń, w tym przede wszystkim na oszacowaniu efektywności różnych form wzbogacenia tego środowiska (Bracke i in, 2006; Scott i in., 2007; Bracke, 2007; Nowicki i in., 2008; Courboulay, 2011; Nowicki i Klocek, 2012). Większość oficjalnych opracowań nie porusza kwestii wpływu czynników żywieniowych na behavior i dobrostan świń rosnących lub marginalizuje ich znaczenie. Nawet raport przygotowany dla European Food Safety Authority w 2011 roku - „Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of weaned, growing and fattening pigs including aspects related to space allowance, floor types, tail biting and need for tail docking”, będący odzwierciedleniem i podsumowaniem wyników badań w tym obszarze, poświęca czynnikom żywieniowym w kontekście ich wpływu na

poziom dobrostanu tej grupy technologicznej tylko wzmiankę, koncentrując się przede wszystkim na żywieniu dawkowanym, niosącym ryzyko nadmiernej konkurencji o dostęp do paszy, formie zadawanej paszy – żywienie na sucho wywołuje większe ryzyko kanibalizmu niż żywienie na mokro oraz zawartości białka i aminokwasów (Smulders i in., 2008). Raport zatem jest bardzo ubogi w informacje dotyczące wpływu szeroko rozumianego żywienia na dobrostan świń. Wskazuje on wprost, że w literaturze naukowej brakowało doniesień dotyczących innych, poza wymienionymi, aspektów żywienia jako czynnika kształtującego behavior świń rosnących. Badania składu surowcowego mieszanek paszowych w tym kontekście nie były prowadzone, ponieważ zakładano, że istotne jest zbilansowanie składników odżywczych na poziomie składu chemicznego, a wpływ stosowanych komponentów paszowych jest marginalny.

Podstawowym dokumentem określającym minimalne normy dobrostanu świń jest Dyrektywa UE 2008/120/WE, która poprzez wyznaczenie standardów ma na celu poprawę poziomu dobrostanu świń. Określa ona m.in., że zwierzęta muszą mieć dostęp do dużej ilości ściółki lub innych materiałów manipulacyjnych, nadających się do eksploracji i dających zajęcie w celu zabezpieczenia ich przed walkami. Zapis ten podkreśla istotność zachowań świń, związanych z poszukiwaniem pożywienia oraz eksploracji otoczenia, które są tak silnie zakorzenione w instynkcie zwierząt, że nawet proces domestykacji nie zmienił ich znacząco. Stanowi to istotną informację na temat odpowiedniego wzbogacenia środowiska chowu świń, co ma umożliwić realizację naturalnych zachowań zwierząt. Wyznacznikiem mówiącym, że podjęte działania wzbogacające środowisko chowu są skuteczne jest poprawa funkcji biologicznych zwierzęcia (Newberry, 1995). Obowiązujące regulacje prawne (Dyrektywa 2008/120/WE, Rozp. MRiRW, 2010) jako najistotniejszą metodę redukcji agresji w grupach świń wskazują wzbogacenie środowiska chowu. Konkretnie cechy obiektów mających przyczynić się do wyrażania naturalnego behavioru i tym samym obniżania poziomu agresji zostały wymienione w Zaleceniu 336/2016 do Dyrektywy.

Tym samym wszyscy producenci i hodowcy stosując się do wymogów prawnych wyczerpują te „klasyczne” zalecane i dostępne metody. Pomimo tego, zaburzenia behawioralne i przypadki patologii skrajnych w postaci nadmiernej, przedłużającej się agresji i kanibalizmu wciąż zdarzają się w produkcji stanowiąc ogromny problem dobrostanowy, produkcyjny i ekonomiczny. Dlatego chcąc w pełni rozwiązać problem agresji i kanibalizmu u świń należy poszukać zupełnie nowych rozwiązań, które działając synergistycznie ze wzbogaceniem środowiska chowu byłyby jeszcze bardziej efektywne.

Być może marginalizowany dotychczas z tego punktu widzenia skład surowcowy mieszanek paszowych może stanowić kolejny krok na drodze dalszego doskonalenia poziomu dobrostanu świń w produkcji towarowej. Biorąc pod uwagę procentowy udział typów surowców paszowych stosowanych w optymalizacji żywienia, zboża stanowiące od 70% do nawet 85% składu mieszanki pełnoporcjowej wydają się mieć w tym zakresie największy wpływ i znaczenie dla końcowego efektu.

Jak wskazuje powyższy przegląd literatury, nowoczesne odmiany żyta mogą być cennym komponentem paszowym dla świń rosnących zarówno z punktu widzenia uzyskiwanych przez zwierzęta parametrów produkcyjnych, jak i bezpośrednio zwiększonej efektywności ekonomicznej związanej ze znaczącym obniżeniem cen jednostkowych mieszanek pełnoporcjowych. W ramach wymiany informacji na poziomie praktyki produkcyjnej pojawiają się także opinie, że dodatek ziarna żyta do pasz przyczynia się do poprawy dobrostanu świń rosnących, poprzez zmniejszenie częstotliwości i długości trwania zachowań agresywnych oraz obniżenie częstotliwości występowania zachowań kanibalistycznych (Karppinen, 2003; Kamphues i in., 2018; KWS, 2017).

Kształtowanie behawioru świń przy zastosowaniu odpowiedniej strategii żywienia, z punktu widzenia stosowanych surowców podstawowych, nie było jednak dotąd przedmiotem szczególnego zainteresowania w zakresie badań naukowych. Wpływające z praktyki produkcyjnej informacje wydają się warte zweryfikowania na poziomie szczegółowych badań, uwzględniających zobiektywizowane, długoterminowe obserwacje zachowań zwierząt w zależności od zawartości zbożowych surowców w mieszance paszowej, a szczególnie udziału w niej nowoczesnych odmian żyta. Opracowanie optymalnego rozwiązania powinno opierać się na właściwym doborze udziału procentowego żyta w mieszance, który będzie gwarantować najlepsze wskaźniki produkcyjne i ekonomiczne oraz najniższy poziom zachowań niepożądanych.

3. Hipotezy badawcze i cele pracy

Niniejsza rozprawa doktorska oparta jest na dwóch zadaniach badawczych. W pracy doktorskiej postawiono zatem dwie hipotezy przypisane do każdego z zadań.

Hipoteza badawcza 1 - zadania pierwszego zakładała, że żyto nie jest mniej preferowane przez świnie rosnące niż inne komponenty paszowe. Podczas weryfikacji tej hipotezy, oprócz sformułowania stwierdzeń ogólnych, zaplanowano ustalenie wpływu udziału żyta w mieszankach paszowych oraz rodzaju tego komponentu (hybrydowe, populacyjne NN) na zainteresowanie świń.

Hipoteza badawcza 2 - zadania drugiego zakładała, że żyto hybrydowe jako surowiec paszowy w mieszance dla świń przyczynia się do zmiany zachowania świń, ograniczając patologie behawioralne. Podczas weryfikacji tej hipotezy, oprócz sformułowania stwierdzeń ogólnych, zaplanowano ustalenie wpływu udziału żyta hybrydowego w mieszankach paszowych na zachowanie świń.

W celu weryfikacji w/w hipotez badawczych, sformułowano następujące cele pracy:

- określenie preferencji świń w stosunku do mieszanek o różnej zawartości różnych zbożowych komponentów paszowych, w tym trzech rodzajów żyta,
- utworzenie profili zachowania świń żywionych mieszankami o różnej zawartości żyta hybrydowego, ze szczególnym uwzględnieniem zachowań agresywnych i nietypowych.

4. Materiały i metody

W ramach pracy doktorskiej zrealizowane zostały dwa niezależne zadania badawcze, z których każde pozwoliło na realizację jednego z założonych celów pracy. Pierwsze zadanie zostało podzielone na trzy etapy w formie niezależnych eksperymentów, które wzajemnie się uzupełniały, zaś drugie, jednoetapowe zadanie stanowił pojedynczy eksperyment. Przeprowadzone badania polegały na nieinwazyjnej, opartej na systemach monitoringu cyfrowego, zdalnej rejestracji zachowania zwierząt. Takie działania, zgodnie z DYREKTYWĄ PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2010/63/UE z dnia 22 września 2010 r. w sprawie ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych oraz Ustawy z dnia 15 stycznia 2015 r. o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych lub edukacyjnych, nie są procedurami. Zgodnie z w/w Dyrektywą i Ustawą „procedura” oznacza wykorzystanie zwierzęcia do celów doświadczalnych lub innych naukowych, które może spowodować u zwierzęcia ból, cierpienie, dystres lub trwałe uszkodzenie w stopniu równym ukłuciu igłą lub intensywniejszym. Ze względu na brak procedur o uciążliwości równej lub większej od ukłucia igłą, zgoda Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach nie była wymagana.

4.1. Zadanie badawcze 1: Behawioralne testy preferencji świń w odniesieniu do smaku mieszanek paszowych

4.1.1. Etap 1: Wpływ dodatku trzeciego surowca zbożowego w udziale 40 lub 60% mieszanki paszowej, na preferencje smakowe świń

Eksperyment przeprowadzony w ramach etapu 1. zadania 1. zakładał (w oparciu o obserwacje behawioru pokarmowego świń) wyodrębnione porównanie smakowitości pasz zawierających 40% lub 60% każdego potencjalnie dostępnego alternatywnego surowca zbożowego, w porównaniu do określonej jako standard kontrolny mieszanki dwu-zbożowej, tj. zawierającej równe udziały pszenicy i jęczmienia. W celu ograniczenia potencjalnego wpływu dodatkowych czynników, kontrolna mieszanka paszowa była optymalizowana z udziałem możliwie najmniejszej liczby surowców podstawowych, które objęły pszenicę, jęczmień, śrutę sojową, otręby pszenne, olej sojowy i mieszankę

paszową uzupełniającą (MPU mineralno-witaminową). W recepturach eksperymentalnych mieszanek paszowych wycofano równe udziały pszenicy i jęczmienia (po 20% lub po 30%) wprowadzając w to miejsce alternatywny surowiec zbożowy w postaci kukurydzy, pszenżyta, żyta populacyjnego, żyta hybrydowego oraz żyta NN w ilości 40% lub 60%. Dodatkowo skomponowano mieszanki ze zwiększonym do 60% udziałem zbóż standardowych, tj. pszenicy i jęczmienia.

Celem było porównanie preferencji smakowych świń w odniesieniu do tych mieszanek, z mieszanką zawierającą równe udziały tych surowców. Receptury mieszanek przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Receptury mieszanek paszowych stosowanych w eksperymentach zadania badawczego 1.

Komponenty	Mieszanki doświadczalne												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
jęczmień	38.00	17.00	6.50	17.00	6.50	17.00	6.50	17.30	7.00	19.00	10.00	18.00	60.00
pszenica	38.00	17.00	6.50	17.00	6.50	17.00	7.00	17.30	7.00	19.00	8.00	60.00	15.30
żyto hybrydowe	-	-	-	-	-	40.00	60.00	-	-	-	-	-	-
żyto NN	-	-	-	40.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-
żyto populacyjne	-	40.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kukurydza	-	-	-	-	-	-	-	40.00	60.00	-	-	-	-
pszenżyto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	60.00	-	-
otręby pszenne	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.30	1.00	1.00	1.50	1.70	0.50
olej rzepakowy	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.80	0.50	1.00	1.00	0.80	1.70
poekstrakcyjna śruta sojowa	18.00	19.50	20.50	19.50	20.50	19.50	20.50	19.80	21.00	16.50	16.00	16.00	19.00
MPU	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50

Badania przeprowadzono w Centrum Badawczym i Edukacyjnym WHiBZ w Rząsce w okresie od 26.01.2018. do 21.04.2018. roku. Materiał doświadczalny stanowiło łącznie 36 czystorasowych (pbz) świń rosnących, rozlokowanych w 6 kojcach o powierzchni 7,5 m² każdy (liczba zwierząt w kojcu n = 6), w których panowały identyczne warunki środowiskowe (ten sam budynek oraz ten sam czas wykonywania badań). Zwierzęta w każdym z 6 kojców stanowiły wyodrębnioną grupę doświadczalną. Grupy określono kodami literowymi od A do F. Każda grupa miała równoczesny dostęp do 3 jednostanowiskowych automatów paszowych typu DOMINO o pojemności 60 litrów (fotografia 1). Każdy automat zawierał inną mieszankę paszową, zgodnie ze schematem zamieszczonym w tabeli 2.

Tabela 2. Schemat układu doświadczenia w etapie 1. zadania 1.

Grupa	Automat 1	Automat 2	Automat 3
A	Mieszanka kontrolna 1 (po 38% pszenicy i jęczmienia)	Mieszanka doświadczalna 2 (40% żyta populacyjnego)	Mieszanka doświadczalna 3 (60% żyta populacyjnego)
B	Mieszanka kontrolna 1 (po 38% pszenicy i jęczmienia)	Mieszanka doświadczalna 4 (40% żyta NN)	Mieszanka doświadczalna 5 (60% żyta NN)
C	Mieszanka kontrolna 1 (po 38% pszenicy i jęczmienia)	Mieszanka doświadczalna 6 (40% żyta hybrydowego)	Mieszanka doświadczalna 7 (60% żyta hybrydowego)
D	Mieszanka kontrolna 1 (po 38% pszenicy i jęczmienia)	Mieszanka doświadczalna 8 (40% kukurydzy)	Mieszanka doświadczalna 9 (60% kukurydzy)
E	Mieszanka kontrolna 1 (po 38% pszenicy i jęczmienia)	Mieszanka doświadczalna 10 (40% pszenżyta)	Mieszanka doświadczalna 11 (60% pszenżyta)
F	Mieszanka kontrolna 1 (po 38% pszenicy i jęczmienia)	Mieszanka doświadczalna 12 (60% pszenicy)	Mieszanka doświadczalna 13 (60% jęczmienia)

Obserwacje rozpoczęto przy średniej masie ciała wynoszącej $30,13 \pm 3,84$ kg, natomiast zakończono po 81 dniach przy średniej masie ciała $119,79 \pm 9,75$ kg. Zwierzęta były utrzymywane na płytkiej ściółce (co wypełnia wymagania załącznika 1 Dyrektywy 2008/120/WE oraz Zalecenia Komisji (UE) 2016/336 odnośnie wzbogacenia środowiska chowu). Woda dla zwierząt była dostępna z 3 poidel smoczkowych umieszczonych przy każdym z automatów w kojcach. Wentylacja pomieszczeń była wymuszona, mechaniczna. Temperaturę powietrza w budynku utrzymywano na poziomie około 18°C, sterując proporcjami pracy nagrzewnicy elektrycznej oraz systemu wentylacji.



Fotografia 1. Przykładowe rozmieszczenie automatów paszowych w kojcach w etapie 1. zadania badawczego 1. (screen z plików rejestratora dozoru przemysłowego)

4.1.2. Etap 2: Porównanie smakowitości mieszanek paszowych zawierających 40% udział dominującego surowca zbożowego

Założeniem etapu 2. zadania 1. było określenie preferencji świń w odniesieniu do mieszanek paszowych zawierających 40% udział dominującego surowca zbożowego w sytuacji stałego, swobodnego dostępu do wszystkich tych mieszanek. W ramach badań prowadzonych w Centrum Badawczym i Edukacyjnym WHiBZ w Rząsce w okresie od 27.04.2018. do 21.07.2018. roku, przeanalizowano zachowania pokarmowe i parametry produkcyjne 12 świń rosnących rasy pbz utrzymywanych w jednym kojcu o powierzchni 16 m² w czasie trwającego 85 dni tuczu. Początkowa masa ciała zwierząt wynosiła 31,83 ± 3,04 kg, zaś końcowa 117,92 ± 11,10 kg. W kojcu umieszczono 6 jednostanowiskowych automatów paszowych typu DOMINO o pojemności 60 litrów, z mieszankami o 40% zawartości testowanego surowca zbożowego: żyta populacyjnego, żyta hybrydowego, żyta o nieznanym pochodzeniu (NN), kukurydzy, pszenżyta oraz mieszanek kontrolną zawierającą równy udział jęczmienia i pszenicy (po 38%) (zastosowano receptury mieszanek doświadczalnych z pierwszego etapu – tabela 1).

Podobnie jak w etapie 1., zwierzęta były utrzymywane na płytkej ściółce. Woda dla zwierząt była dostępna z poideł smoczkowych umieszczonych przy każdym z automatów w kojcach. Wentylacja pomieszczeń była wymuszona, mechaniczna. Temperaturę powietrza w budynku utrzymywano na poziomie około 21°C.

W grupie doświadczalnej etapu drugiego wyodrębniono następującą numerację mieszanek doświadczalnych:

- 1: mieszanka kontrolna 38% jęczmienia i 38% pszenicy
- 2: 40% żyta populacyjnego
- 4: 40% żyta NN
- 6: 40% żyta hybrydowego
- 8: 40% kukurydzy
- 10: 40% pszenżyta

4.1.3. Etap 3: Porównanie smakowitości mieszanek paszowych zawierających 60% udział dominującego surowca zbożowego

Założeniem etapu 3. zadania 1. było określenie preferencji świń w odniesieniu do mieszanek paszowych zawierających 60% udział dominującego surowca zbożowego w sytuacji stałego, swobodnego dostępu do wszystkich tych mieszanek. Badania prowadzone były w Centrum Badawczym i Edukacyjnym WHiBZ w Rząsce w okresie od 27.04.2018. do 21.07.2018. roku, tj. równoległe do zadania 2, w tym samym pomieszczeniu i przy tych samych warunkach utrzymania. Ze względu na fakt, że w ramach badań zaplanowano przetestowanie 7 zbóż, w tym etapie doświadczenia w jednym kojcu umieszczono 7 jednostanowiskowych automatów paszowych, typu DOMINO o pojemności 60 litrów, z mieszankami o 60% zawartości testowanego surowca zbożowego: żyta hybrydowego, żyta o nieznanym pochodzeniu (NN), żyta populacyjnego, kukurydzy, pszenżyta, jęczmienia oraz pszenicy (zastosowano receptury mieszanek doświadczalnych z pierwszego etapu – tabela 1). W czasie trwającego 85 dni tuczu w kojcu utrzymywano 14 świń rosnących rasy pbz. Początkowa masa ciała wynosiła $29,69 \pm 4,13$ kg, zaś końcowa $117,50 \pm 8,16$ kg.

W grupie doświadczalnej etapu trzeciego wyodrębniono następującą numerację mieszanek doświadczalnych:

- 3: 60% żyta populacyjnego
- 5: 60% żyta NN
- 7: 60% żyta hybrydowego
- 9: 60% kukurydzy
- 11: 60% pszenżyta
- 12: 60% pszenicy
- 13: 60% jęczmienia

4.1.4. Zakres prowadzonych analiz parametrów produkcyjnych

W ramach prowadzonych doświadczeń wykonano indywidualne ważenia kontrolne zwierząt na początku i na końcu doświadczenia w celu określenia tempa wzrostu w okresie tuczu. Ponadto przez cały okres tuczu codziennie kontrolowano pobranie paszy z każdego z automatów. Każdego dnia przeprowadzano regularne kontrole zawartości mieszanki paszowej w automatach i uzupełniano je aż do osiągnięcia pełnej pojemności. Przed dodaniem paszy dokładnie ważono jej ilość i zapisywano tę informację na specjalnych kartach przeznaczonych do tego celu. Po zakończeniu tuczu zważono paszę pozostałą w automatach i odjęto od sumy paszy zadanej w celu pozyskania informacji dotyczącej rzeczywistego pobrania paszy z każdego automatu. To pozwoliło na precyzyjne określenie proporcji pobrania każdej z analizowanych mieszanek paszowych w obrębie wyodrębnionych grup doświadczalnych. Sumaryczne pobranie paszy ze wszystkich automatów przypisanych do każdej doświadczalnej grupy zwierząt po uwzględnieniu całkowitego przyrostu masy ciała grupy pozwoliło określić średni wskaźnik wykorzystania paszy (FCR).

4.1.5. Zakres prowadzonych analiz wskaźników behawioralnych

We wszystkich w/w etapach badań przeprowadzono obserwacje video zachowania tuczników przy użyciu kolorowych kamer oraz cyfrowego rejestratora time-lapse. Rejestracji podlegał pierwszy tydzień od wprowadzenia zwierząt do kojca (obserwacje ciągłe, 24 godzinne), a następnie w odstępach dwutygodniowych prowadzone były 24 godzinne obserwacje zachowania pokarmowego (preferencji smakowych) tuczników przy użyciu czterech kolorowych kamer video CCTV - GS-CM4-V oraz cyfrowego rejestratora BCS – DVR0404GBEH-S zapisującego pliki video z rozszerzeniem .dav. Rejestrator wyposażono w dysk twardy SATA 1 TB oraz nagrywarkę DVD. Transmisja video z kamer do rejestratora odbywała się za pomocą kabla koncentrycznego Conotech NS100 Trishield 75 Ohm. Kamery podłączono do w/w rejestratora złączem BNC. Kamery zainstalowano pod sufitem pomieszczenia na wysokości 3,2 m.

Zgromadzony materiał video obejmował 13 okresów 24-godzinnych z każdego etapu, pochodzących z czterech kamer, czyli łącznie 3744 godziny nagrań w postaci

plików .dav. Obraz z kamery został zarejestrowany w rozdzielczości 704x576 (SxW) pikseli i szybkości klatek na sekundę 14 Hz. Kamery wyposażone były w oświetlacze podczerwieni, co umożliwiło obserwację zwierząt również w nocy.

Do wizualnej oceny behawioru świń wykorzystano oprogramowanie BCS Smart Player (wersja 3.44.0). Odtwarzanie zarejestrowanych plików przeprowadzono na komputerze o następujących parametrach technicznych (Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1240 v3 @ 3.40GHz; RAM 16GB; grafika NVIDIA Quadro K2000) z systemem Windows 10 (x64).

Na podstawie zarejestrowanego materiału video we wszystkich trzech etapach zadania badawczego 1. obliczano dobowe wartości sumaryczne dotyczące czasu przebywania świń w każdej z grup przy każdym z automatów i częstotliwości podchodzenia do nich. Na podstawie 13 dobowych sum czasu przebywania przy poszczególnych automatach paszowych i częstotliwości podchodzenia do nich wyliczono wartości średnie dla tych parametrów behawioralnych. Dzięki temu możliwe stało się ustalenie preferencji świń w odniesieniu do każdej z zastosowanych mieszanek za cały okres obserwacji (tuczu).

4.2. Zadanie badawcze 2: Opracowanie profili zachowania świń żywionych mieszankami o różnej zawartości żyta hybrydowego

Eksperyment przeprowadzony w ramach zadania badawczego 2. zakładał określenie profilu zachowań świń w zależności od głównego źródła energii paszowej. Badania przeprowadzono w prywatnym gospodarstwie komercyjnym znajdującym się w Pilzycy (woj. świętokrzyskie) od 11 grudnia 2017 r. do 11 marca 2018 r. Zwierzęta utrzymywano bezściołowo na betonowej, częściowo rusztowej podłodze. Jako wzbogacenie środowiska chowu świń wynikające z załącznika 1. Dyrektywy 2008/120/WE oraz Zalecenia Komisji (UE) 2016/336 w każdym z czterech kojców umieszczono zasobniki ze słomą zlokalizowane na ścianie naprzeciw automatów paszowych. Woda dla zwierząt była dostępna z dwóch poidel smoczkowych umieszczonych w kojcach. Wentylacja pomieszczeń była wymuszona, mechaniczna. Temperaturę powietrza w budynku utrzymywano na poziomie około 18°C.

4.2.1. Zwierzęta i pasze stosowane w doświadczeniu

Materiał doświadczalny stanowiło 48 świń rosnących komercyjnej linii hybrydowej firmy Choice Genetics, o początkowej masie ciała $30,19 \pm 1,99$ kg, natomiast zakończono po 90 dniach przy średniej masie ciała $122,65 \pm 10,35$ kg. Zwierzęta zostały podzielone na cztery grupy, liczące 12 sztuk każda. Każda grupa była utrzymywana w 1 kojcu o powierzchni 18 m^2 . Zwierzęta grupy 1 były żywione mieszanką kontrolną (zawierającą po 38% pszenicy i jęczmienia uzupełnionych poekstrakcyjną śrutą sojową, bez udziału żyta). W mieszankach paszowych dla pozostałych grup zwierząt wycofywano równe udział pszenicy i jęczmienia w ilości umożliwiającej wprowadzenie do mieszanki żyta hybrydowego w udziale: grupa 2 - 20%, grupa 3 - 40% i grupa 4 – 60%. W celu zapewnienia podobnych zawartości białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego mieszanki doświadczalne były uzupełniane dodatkowymi udziałami poekstrakcyjnej śruty sojowej, oleju rzepakowego i otrąb pszennych. Receptury mieszanek przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Receptury mieszanek paszowych stosowanych w zadaniu badawczym 2.

Komponenty	Grupy doświadczalne			
	1*	2	3	4
jęczmień	38	27,5	17	6,5
pszenica	38	27,5	17	6,5
żyto hybrydowe	-	20	40	60
otręby pszenne	1	1,5	2	2,5
olej rzepakowy	1,5	1,5	1,5	1,5
poekstrakcyjna śruta sojowa	18	18,5	19	19,5
MPU	3,5	3,5	3,5	3,5

4.2.2. Zakres prowadzonych analiz parametrów produkcyjnych

W zadaniu 2. zastosowano taką samą metodykę analiz parametrów produkcyjnych, jak w przypadku zadania 1.

4.2.3. Zakres prowadzonych analiz wskaźników behawioralnych

Całodobowe obserwacje zachowania przeprowadzono przy użyciu 4 kolorowych kamer video umieszczonych w pomieszczeniach dla trzody chlewnej oraz urządzeń rejestrujących - rejestratorów cyfrowych z zapisem poklatkowym (aparatura tego samego typu jak w zadaniu 1.). 24 - godzinne nagrania video prowadzono w okresie pięciu dni po zestawieniu grup, a następnie w interwałach dwutygodniowych do zakończenia doświadczenia. W sumie uzyskano 44 całodobowe nagrania video, czyli łącznie 1056 godzin nagrań w postaci plików .dav. Po dokonaniu rejestracji przeprowadzono analizę materiału video oraz naniesiono dane na uprzednio sporządzone etogramy. W zachowaniu uwzględniano: fazę odpoczynku, do której zaliczano takie zachowania jak leżenie na boku i brzuchu, siedzenie na zadzie oraz fazę aktywności, w której pod uwagę wzięto: czas trwania walk, częstotliwość ich występowania, czas pobierania paszy i wody. Wyodrębnione zostały także nietypowe formy zachowania (stereotypie behawioralne, gryzienie uszu i ogonów). Po opracowaniu wszystkich etogramów godzinowych, możliwe stało się statystyczne opracowanie wyników i porównanie profili behawioralnych świń pochodzących z czterech grup.

Szczegółowe profile dobowe behawioru świń rosnących zaprezentowano dla 55 dnia tuczu, który odzwierciedlały przeciętny rozkład godzinowy zachowań świń dla całego tuczu.

4.3. Analizy laboratoryjne mieszanek paszowych

W ramach prowadzonych badań pobrano próbki wszystkich stosowanych w doświadczeniach mieszanek paszowych w celu wykonania analiz laboratoryjnych umożliwiających określenie wartości pokarmowej, koncentracji wybranych substancji antyżywnościowych oraz skażenia mikotoksynami grzybów pleśniowych. W zadaniu badawczym 1. zabezpieczono łącznie 26 próbek pasz, w tym 13 w etapie 1, 6 w etapie 2 i 7 w etapie 3. Pomimo, iż receptury mieszanek paszowych w etapie 2 i 3 zadania badawczego 1. były identyczne z recepturami z etapu 1 (tabela 1), to jednak zakładano możliwość wystąpienia różnic w rzeczywistej zawartości substancji analitycznych z powodu różnej partii surowców użytych do produkcji mieszanek (etap 1 znacząco wyprzedzał etapy 2 i 3, które były realizowane równolegle, ale w innym terminie od etapu 1., a zatem w oparciu o surowce z innej dostawy).

W zadaniu badawczym 2 pobrano 4 próbki mieszanek paszowych i poddano analizie na zawartość substancji odżywczych i antyżywniowych.

4.3.1. Analiza zawartości substancji odżywczych

Analiza zawartości składu chemicznego z uwzględnieniem suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego, skrobi, węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie („cukru”), włókna surowego została wykonana w laboratorium paszowym Katedry Żywienia i Dietetyki Zwierząt Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Suchą masę, popiół surowy, białko ogólne, tłuszcz surowy i włókno kwaśno-detergentowe (ADF) oznaczono zgodnie z AOAC (2004) (numery procedur odpowiednio 934.01, 942.05, 954.01, 920.39 i 973.18). Włókno neutralno-detergentowe (aNDF) oznaczono zgodnie z metodą van Soesta i in. (1991) przy użyciu analizatora Ankom220 (ANKOM Technology, NY, USA) z amylazą termostabilną i wyrażono łącznie z pozostałym popiołem, natomiast ligninę kwaśno-detergentową (ADL) według Robertsona i van Soesta (1981). Zawartość skrobi oznaczono metodą enzymatyczną (Faisant i in., 1995).

Na podstawie wyników analizy chemicznej oszacowano koncentrację energii metabolicznej w mieszankach paszowych stosując następujący wzór:

$$EM \text{ (MJ/kg)} = 0,021 \times BOs + 0,03742 \times TSs + 0,01441 \times WSs + 0,0171 \times BNWs$$

gdzie:

BOs = białko ogólne strawne

TSs = tłuszcz surowy strawny

WSs = włókno surowe strawne

BNWs = związki bezazotowe wyciągowe strawne

4.3.2. Analiza zawartości endogennych substancji antyżywniowych.

Analiza zawartości substancji antyżywniowych z uwzględnieniem alkilorezorcynoli, fenoli, inhibitorów trypsyny oraz polisacharydów nieskrobiowych z określeniem ich wpływu na lepkość treści pokarmowej. Analizy przeprowadzono

w certyfikowanym laboratorium Samodzielnej Pracowni Oceny Jakości Produktów Roślinnych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB w Radzikowie.

Zawartość nieskrobiowych polisacharydów (NSP) oznaczono metodą chromatografii gazowej według Englysta i Cummingsa (1984) jako sumę cukrów: arabinozy, ksylozy, mannozy, galaktozy i glukozy. Określono także frakcje rozpuszczalną i nierozpuszczalną NSP oraz ich skład komponentowy metodą zaproponowaną przez Boros i in. (2015). Lepkość wodnych ekstraktów (WEV) mierzono metodą wg Boros i in. (1993), w której próbki ziarna ekstrahowano w wodzie destylowanej przy rozcieńczeniu 1:4 v/v, w temperaturze 30°C przez 60 minut. Otrzymaną zawiesinę wirowano przez 10 minut przy prędkości 10000 obr/min, a następnie mierzono lepkość przy użyciu lepkościomierza Brookefield (model LVDVII+ Cone/Plate Digital Viscometer) w temperaturze 30°C, przy prędkości ścinania 225s. Oznaczanie całkowitej zawartości związków fenolowych (TPC) wykonano metodą kolorymetryczną z wykorzystaniem reagentu Folin-Ciocalteu. Alkilorezorcynole najpierw ekstrahowano z pełnego ziarna, a następnie oznaczono metodą kolorymetryczną według Tłuscika i in. (1981), z użyciem soli diazoniowej Fast Blue B $ZnCl_2$ (Kulawinek i in., 2008).

4.3.3. Analiza zawartości mikotoksyn

Analiza zawartości mikotoksyn z uwzględnieniem deoksyniwalenolu, 3-acetylodeoksyniwalenolu, diacetoksyscirpenolu, monoacetoksyscirpenolu, niwalenolu, zearalenonu, toksyny T2 i HT2. Analizy przeprowadzono w certyfikowanym Laboratorium Badawczym Mikotoksyn Katedry Fizjologii i Toksykologii Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy.

Dwanaście i pół grama próbki paszy homogenizowano z 50 mL ACN:H₂O (80:20) przez 3 min., a ekstrakt filtrowano. Do 4 mL ekstraktu dodano 40 µL roztworu wzorcowego zearalenonu (ZAN; c = 1000 µg/L) i mieszaninę naniesiono na kolumnę Bond Elut® Mycotoxin (Agilent, USA). Następnie do 2 mL oczyszczonego ekstraktu dodano 50 µL roztworu wzorcowego XXX (13C-DON; c = 2500 µg/L; 13C-T2; c = 250 µg/L i 13C-HT2; c = 250 µg/L) i mieszaninę odparowano do sucha przy użyciu azotu. Następnie do fiolki dodano 495 µL MeOH:H₂O (1:4), a próbkę poddano wirowaniu.

Trichoteceny i zearalenon oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z detekcją MS/MS. Wysokosprawną chromatografię cieczową

przeprowadzono przy użyciu Shimadzu Nexera z kolumną chromatograficzną Gemini-NX-C₁₈ (150 × 4,6 mm, 3 μm; Phenomenex, USA) z zastosowaniem 1% CH₃ COOH w H₂O (faza ruchoma A) i MeOH (faza ruchoma B) z dodatkiem 5 mM CH₃COONH₄ do obu faz ruchomych przy przepływie 0,5 mL/min i objętości iniekcji 7 μL. Spektrometrię masową przeprowadzono przy użyciu aparatu API 4000 (AB Sciex, USA). Granice wykrywalności (LOD) i oznaczalności (LOQ) dla DON wynosiły odpowiednio 1,0 i 3,0 μg/kg, 1,0 i 3,0 μg/kg dla NIV, 0,2 i 0,6 μg/kg dla toksyny T-2, 0,7 i 2,0 μg/kg dla toksyny HT-2 oraz 0,07 i 0,20 μg/kg dla ZEA.

4.4. Analiza statystyczna danych

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu oprogramowania STATISTICA (wersja 13.3, PL, TIBCO Software Inc.).

Początkowo analizie poddano rozkłady danych z wykorzystaniem testu Shapiro-Wilka w następujących kategoriach:

Dla Zadania badawczego 1.:

- czas przebywania świń przy poszczególnych automatach paszowych,
- częstotliwość podchodzenia zwierząt do poszczególnych automatów paszowych,
- zużycie paszy z poszczególnych automatów paszowych.

Wyniki testu wskazywały na rozkład normalny danych we wszystkich wyżej wymienionych kategoriach, co pozwoliło na dalsze stosowanie metod analitycznych przewidzianych dla danych o rozkładzie normalnym. Określono zatem dobowe średnie arytmetyczne dla w/w parametrów. W etapie pierwszym w obrębie grup doświadczalnych (A-F) istotność różnic w średnim dobowym czasie przebywania świń przy poszczególnych automatach i średniej częstotliwości podchodzenia do nich szacowano z zastosowaniem analizy wariancji i testu wielokrotnego rozstępu Duncana.

W etapie drugim i trzecim zadania 1. również wyliczono średni dobowy czas przebywania oraz średnią częstotliwość podchodzenia do automatów paszowych zawierających różne mieszanki doświadczalne, a istotność różnic w w/w parametrach pomiędzy poszczególnymi automatami z różnymi mieszankami określono z wykorzystaniem analizy wariancji i testu wielokrotnego rozstępu Duncana.

Dodatkowo przeprowadzono analizę struktury pobrania paszy z poszczególnych automatów paszowych, w celu potwierdzenia preferencji świń do mieszanek paszowych. Ze względu na grupowy system utrzymania zwierząt przeprowadzenie analizy statystycznej w zakresie różnic ilości pobranej paszy z poszczególnych automatów było niemożliwe. Z tego względu wskazano jedynie na procentowy udział pobrania poszczególnych mieszanek.

W ramach badań przeprowadzono indywidualne ważenia kontrolne świń na początku i na końcu tuczu doświadczalnego, co pozwoliło wyznaczyć indywidualne wartości całkowitego przyrostu masy ciała i średniego dobowego tempa wzrostu. Wartości te dla grup doświadczalnych porównano z zastosowaniem analizy wariancji i testu wielokrotnego rozstępu Duncana. Sumując pobranie paszy z poszczególnych automatów w obrębie kojca uzyskano całkowitą wartość pobrania paszy w okresie tuczu

na grupę, co pozwoliło oszacować średni wskaźnik wykorzystania paszy (FCR). Ze względu na pojedyncze wartości szacowania przeprowadzenie analizy statystycznej uzyskanych wyników nie było możliwe.

Dla zadania badawczego 2. analizie poddano rozkłady danych (z wykorzystaniem testu Shapiro-Wilka) dla następujących kategorii:

- czas aktywności świń
- czas odpoczynku
- czas trwania walk
- czas przemieszczania się
- czas trwania zachowań nietypowych
- czas pobierania paszy i wody
- częstotliwość występowania walk
- częstotliwość występowania zachowań nietypowych

Wyniki testu Shapiro – Wilka wykazały, że w przypadku danych zgromadzonych w pierwszych pięciu dniach po zestawieniu grupy świń dotyczących czasu przemieszczania się i częstotliwości występowania walk, rozkłady istotnie odbiegały od normalnego. W związku z tym dla tych parametrów behawioralnych obliczono mediany oraz wartości minimalne i maksymalne. W celu porównania istotności różnic w omawianych parametrach zachowania pomiędzy grupami wykorzystano test Kruskala-Wallisa oraz test post – hoc wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich prób – test Dunna.

Natomiast w przypadku pozostałych parametrów behawioralnych wyliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Istotność różnic pomiędzy grupami w tych przypadkach oszacowano z wykorzystaniem analizy wariancji i testu wielokrotnego rozstępu Duncana.

Dla dni od 6-90 wyniki testu Shapiro – Wilka wykazały, że rozkłady dla zgromadzonych danych dotyczących czasu przemieszczania się, czasu pobierania paszy i wody, częstotliwości występowania walk i częstotliwości występowania zachowań nietypowych istotnie odbiegały od normalnego. Dlatego dla tych parametrów behawioralnych obliczono mediany oraz wartości minimalne i maksymalne. Aby porównać istotność różnic w w/w zachowaniach między grupami, zastosowano test Kruskala-Wallisa oraz test post-hoc wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich prób - test Dunna. W przypadku pozostałych parametrów behawioralnych wyliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Istotność różnic pomiędzy

grupami oszacowano z wykorzystaniem analizy wariancji i testu wielokrotnego rozstępu Duncana.

Dla każdej z grup doświadczalnych przeprowadzono analizę parametrów produkcyjnych wg. metodyki opisanej powyżej dla zadania badawczego 1.

5. Wyniki

5.1. Zadanie badawcze 1: Behawioralne testy preferencji świń w odniesieniu do smaku mieszanek paszowych

W ramach badań przeprowadzono analizy obejmujące gromadzenie 3 zasadniczych zestawów danych z obszarów: i. laboratoryjnych analiz wartości i jakości stosowanych mieszanek paszowych, ii. analiz zmienności pokarmowych zachowań zwierząt w zależności od zastosowanej mieszanki paszowej, iii. wspomagającej analizy wskaźników produkcyjnych zwierząt, jako obiektywnej weryfikacji zaobserwowanych zmian behawioru. Każdy z trzech etapów zadania badawczego został analitycznie potraktowany odrębnie pomimo, iż receptury stosowanych mieszanek były takie same.

5.1.1. Etap 1: Wpływ dodatku trzeciego surowca zbożowego w udziale 40 lub 60% mieszanki paszowej na preferencje smakowe świń

Przed rozpoczęciem właściwego doświadczenia pobrano próbki mieszanek paszowych i dostarczono do 3 niezależnych laboratoriów w celu weryfikacji kluczowych parametrów determinujących wartość odżywczą i bezpieczeństwo zastosowawcze pasz. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono w tabelach 4-6. Tabela 4. pozwala na weryfikację podobieństwa wartości odżywczej doświadczalnych mieszanek paszowych z punktu widzenia zawartości białka i profilu aminokwasów egzogennych, kaloryczności paszy związanej koncentracją skrobi, cukrów rozpuszczalnych (WSC) i lipidów (ekstrakt eterowy), a także frakcji błonnika pokarmowego (włókno surowe, NDF, ADF i ADL). Pojedyncze próbki nie pozwoliły na przeprowadzenie analiz statystycznych istotności różnic, jednak wartość procentowa średniej różnicy w kluczowych parametrach odżywczych (białko i energia) nie przekroczyła 6%, co pozwala stwierdzić wysoki stopień podobieństwa wartości odżywczej mieszanek pomimo skrajnie różnego składu surowcowego i znaczących różnic w zakresie szczegółowej analizy pojedynczych substancji (tabela 4). Odnotowana różnica wartości koncentracji lipidów i węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie wyniosła ponad 20%. Zaobserwowano również ponad 12% różnice w koncentracji włókna surowego. Należy dodać, że wartość tego składnika w żadnej z analizowanych mieszanek, nie osiągnęła wymaganego poziomu 45 g na 1 kg mieszanki.

Modyfikacje składu surowcowego mieszanek paszowych spowodowały wystąpienie różnic w zakresie koncentracji składników antyżywniowych (tabela 5). Średnia wartość różnicy w koncentracji arabinoksylianów rozpuszczalnych, pomiędzy mieszankami doświadczalnymi wyniosła 63,5%, natomiast w przypadku lepkości ekstraktu paszy odnotowana średnia różnica była na poziomie 85,4%. Zaobserwowane średnie wartości różnicy dla koncentracji substancji gorzkich, tj. fenoli i tanin, wynosiły odpowiednio 17 i 87,5%. Pomimo dużej średniej wartości różnicy, wynoszącej 86,5%, koncentracje inhibitorów proteaz wydają się mieć ograniczone znaczenie z powodu niewielkich wartości bezwzględnych tego czynnika, wahających się pomiędzy 0,19 a 1,03 mg/kg paszy.

Stężenia mikotoksyn w analizowanych paszach nie przekraczały wartości dopuszczalnej w żadnej z mieszanek doświadczalnych (tabela 6). Jednak odnotowane w analizie różnice w stężeniach zawartości mikotoksyn pomiędzy mieszankami były znaczące. W wartości średniej często przekraczały 100% (DON, T-2, OTA), a czasem nawet zbliżały się do 200% (ZEA).

Tabela 4. Skład chemiczny (%) i profil aminokwasów (mg) w mieszankach doświadczalnych (1-13) etapu 1. zadania 1.

Skład chemiczny	Mieszanki doświadczalne												
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Składnik odżywczy (%)													
popiół surowy	2,66	2,67	2,74	2,65	2,76	2,74	2,74	2,56	2,57	2,47	2,50	2,59	2,62
białko surowe	16,63	16,69	17,13	16,38	17,25	17,13	17,13	16,00	16,06	15,44	15,63	16,19	16,38
tłuszcz surowy	3,53	3,22	2,80	2,91	3,18	3,31	3,32	3,98	3,6	3,14	3,01	2,78	2,68
włókno surowe	2,95	3,06	2,84	3,06	2,53	2,99	2,42	2,55	2,37	2,57	2,43	2,87	2,45
NDF ¹	14,8	14,29	14,01	13,06	12,35	13,13	12,16	13,19	11,56	13,39	11,66	13,66	15,4
ADF ²	4,54	4,76	4,09	5,15	4,52	4,52	4,13	4,28	3,79	4,37	3,58	3,81	4,56
ADL ³	0,31	0,65	0,45	0,85	0,81	0,70	0,49	0,38	0,30	0,55	0,4	0,27	0,40
skrobia	59,58	51,42	54,06	58,27	54,71	53,02	54,79	58,62	64,43	63,14	60,24	58,18	57,93
WSC ⁴	6,01	7,74	7,68	7,66	7,49	7,90	8,10	5,37	5,47	6,53	6,49	5,90	5,75
Energia metaboliczna (MJ)	13,60	12,59	12,96	13,51	13,10	12,94	13,21	13,31	14,13	13,94	13,47	13,14	13,09
Asparagine (mg)	10,87	12,31	12,44	13,30	13,93	12,62	13,22	11,09	11,47	10,80	11,09	11,05	10,55
treonina	5,03	5,27	5,40	5,56	5,70	5,39	5,30	5,06	5,10	4,81	4,91	5,06	5,09
seryna	6,24	5,83	6,57	6,47	6,41	6,14	6,33	6,24	6,08	5,78	5,92	6,72	6,05
kwas glutaminowy	30,00	30,75	30,17	35,67	34,86	35,12	34,19	27,23	25,68	29,57	30,62	32,83	29,72
prolina	9,24	10,72	10,76	9,66	9,20	10,27	9,74	9,20	8,13	8,85	9,75	10,11	11,33
glicyna	5,60	5,83	5,49	6,34	6,34	6,11	6,12	5,32	5,15	5,53	5,54	5,43	5,41
alanina	5,14	5,31	5,07	6,02	6,10	5,78	5,95	5,97	6,45	5,12	5,08	4,74	4,87
walina	4,87	7,39	6,12	7,33	7,46	7,36	7,15	5,52	5,49	6,13	6,34	4,73	6,40
izoleucyna	3,19	4,96	4,10	5,67	5,91	5,59	5,47	3,61	3,75	4,20	4,38	3,26	4,27
leucina	9,10	9,55	9,23	10,36	10,43	10,26	10,16	10,42	11,19	9,32	9,25	8,66	8,98
tyrozyna	3,46	3,81	3,64	4,05	3,77	3,85	3,38	4,20	4,06	3,91	3,87	3,40	3,15
fenylalanina	6,01	6,49	6,21	7,11	7,15	7,04	6,87	6,19	5,92	6,07	6,17	5,87	6,07
histydyna	3,65	3,58	3,41	4,59	4,77	4,58	4,58	3,61	3,75	3,49	3,45	3,49	3,40
lizyna	8,66	9,91	9,19	10,79	11,56	11,16	10,29	8,66	8,35	9,21	9,05	8,26	9,24
arginina	8,56	8,95	8,93	9,32	9,32	9,32	8,85	8,20	8,40	7,46	8,46	7,57	7,84
cysteina	2,93	2,86	2,94	3,27	3,10	3,24	3,29	2,69	2,50	2,74	2,74	2,92	2,86
metionina	2,51	2,55	2,51	1,19	2,56	2,63	2,55	2,47	1,70	2,94	2,25	2,56	2,57

¹NDF – włókno neutralno detergentowe; ²ADF – włókno kwaśno detergentowe; ³ADL – lignina kwaśno detergentowa; ⁴WSC – cukry rozpuszczalne w wodzie; 1* - mieszanka kontrolna; 2 – żyto populacyjne 40%; 3 - żyto populacyjne 60%; 4 - żyto NN 40%; 5 - żyto NN 60%; 6 – żyto hybrydowe 40%; 7 - żyto hybrydowe 60%; 8 – kukurydza 40%, 9 – kukurydza 60%; 10 – pszenżyto 40%; 11 – pszenżyto 60%; 12 – pszenica 60%; 13 – jęczmień 60%

Tabela 5. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych (%) i substancji antyżywniowych (%) w mieszankach doświadczalnych (1-13) etapu 1. zadania 1.

Parametr	Mieszanki doświadczalne												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fracja nierozpuszczalna w wodzie-NSP ¹ , %	8,25	8,26	8,19	9,67	9,18	9,40	8,96	8,38	7,40	7,79	8,67	8,51	10,19
Fracja rozpuszczalna w wodzie-NSP, %	2,62	2,83	2,86	2,48	2,37	2,87	3,22	1,83	1,35	2,50	2,43	2,72	2,81
Ogółem-NSP, %	10,87	11,10	11,05	12,15	11,55	12,26	12,18	10,21	8,75	10,30	11,10	11,24	12,99
Nieekstrahowalne w wodzie-AX ² , %	4,39	4,36	4,20	4,43	4,28	4,18	4,12	4,28	3,76	4,13	4,57	4,43	5,12
Ekstrahowane w wodzie-AX, %	0,91	1,29	1,29	1,06	1,17	1,16	1,58	0,58	0,36	1,04	1,22	1,20	0,74
Ogółem-AX, %	5,30	5,66	5,49	5,49	5,45	5,34	5,70	4,86	4,12	5,18	5,79	5,63	5,85
Nierozpuszczalne-UA ³ , %	0,81	0,75	0,74	1,19	1,16	1,04	1,14	0,92	0,90	0,62	0,80	0,88	0,79
Rozpuszczalne-UA, %	0,09	0,07	0,07	0,05	0,10	0,07	0,11	0,07	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Ogółem-UA, %	0,89	0,82	0,81	1,25	1,26	1,11	1,25	1,00	0,98	0,68	0,85	0,92	0,84
Beta-glukany, %	1,58	1,93	1,99	1,41	1,36	1,84	1,73	0,98	0,62	1,31	1,16	1,08	2,21
Skrobia oporna, %	0,86	0,94	0,42	0,76	0,68	0,76	0,76	1,20	1,82	0,92	0,34	0,51	0,44
Kwasy polifenolowe ogółem, % ekwiwalent kwasu GALL/g	2,30	2,18	2,12	2,32	2,19	2,36	2,10	2,30	2,23	1,88	1,86	1,88	2,58
Lepkość ekstraktu wodnego, %	1,21	2,65	2,62	2,42	3,87	2,60	3,59	1,05	1,23	1,43	1,62	1,33	1,31
Inhibitor trypsyny, mg/g	0,42	0,74	0,73	0,74	0,83	0,92	1,03	0,38	0,19	0,37	0,51	0,30	0,62
Alkilorezorcynole, mg/kg	662,27	607,38	738,56	553,66	694,81	699,96	862,52	709,96	844,04	593,21	566,88	731,22	747,72
Cukry wolne + oligocukry z rodziny rafinozy%	3,21	2,86	3,36	3,38	4,13	3,37	4,27	3,14	3,44	3,32	3,72	3,53	2,82
Taniny, mg/g	0,04	0,10	0,12	0,09	0,03	0,02	0,04	0,09	0,09	0,08	0,07	0,19	0,12

¹Nieskrobiowe polisacharydy; ²Arabinoksylany; ³Kwasy uronowe; 1* - mieszanka kontrolna; 2 - żyto populacyjne 40%; 3 - żyto populacyjne 60%; 4 - żyto NN 40%; 5 - żyto NN 60%; 6 - żyto hybrydowe 40%; 7 - żyto hybrydowe 60%; 8 - kukurydza 40%, 9 - kukurydza 60%; 10 - pszenżyto 40%; 11 - pszenżyto 60%; 12 - pszenica 60%; 13 - jęczmień 60%

Tabela 6. Zawartość mikotoksyn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) w mieszankach doświadczalnych (1-13) etapu 1. zadania 1.

Mikotoksyny ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Mieszanki doświadczalne												
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Deoksyniwalenol	141,94	63,66	80,75	90,65	55,81	71,08	70,75	341,94	359,70	141,94	76,13	203,23	93,23
Niwalenol	3,96	<3,00	<3,00	5,05	4,01	3,27	<3,00	4,64	4,89	4,15	3,92	5,04	6,96
3-acetyldeoksyniwalenol	<3,00	nw ¹	nw	<3,00	nw	<3,00	<3,00	13,22	25,00	3,47	<3,00	<3,00	nw
Monoacetoksyscirpenol	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50	<1,50
Diacetoksyscirpenol	nw	nw	nw	nw	nw	nw	Nd	<1,00	<1,00	nw	nw	nw	nw
T-2	2,43	1,05	0,81	1,41	1,22	2,69	1,49	5,42	7,28	1,40	1,67	0,86	<0,60
HT-2	9,02	4,53	2,87	6,42	4,69	8,52	3,90	10,68	12,33	4,37	7,31	3,79	3,03
Zearalenon	6,19	5,71	3,07	6,32	5,11	5,40	4,40	41,06	38,41	11,86	3,39	3,80	3,25
Ochratoksyna A	0,50	0,51	<0,40	3,09	3,69	0,50	<0,4	<0,40	0,70	0,71	nw	<0,40	1,87

¹nie wykryto; 1* - mieszanka kontrolna; 2 – żyto populacyjne 40%; 3 - żyto populacyjne 60%; 4 - żyto NN 40%; 5 - żyto NN 60%; 6 – żyto hybrydowe 40%; 7 - żyto hybrydowe 60%; 8 – kukurydza 40%, 9 – kukurydza 60%; 10 – pszenżyto 40%; 11 – pszenżyto 60%; 12 – pszenica 60%; 13 – jęczmień 60%

Umożliwienie świniom rosnącym dokonywania wyboru mieszanek paszowych wpłynęło na zróżnicowanie czasu przebywania przy poszczególnych automatach oraz częstotliwości podchodzenia do nich.

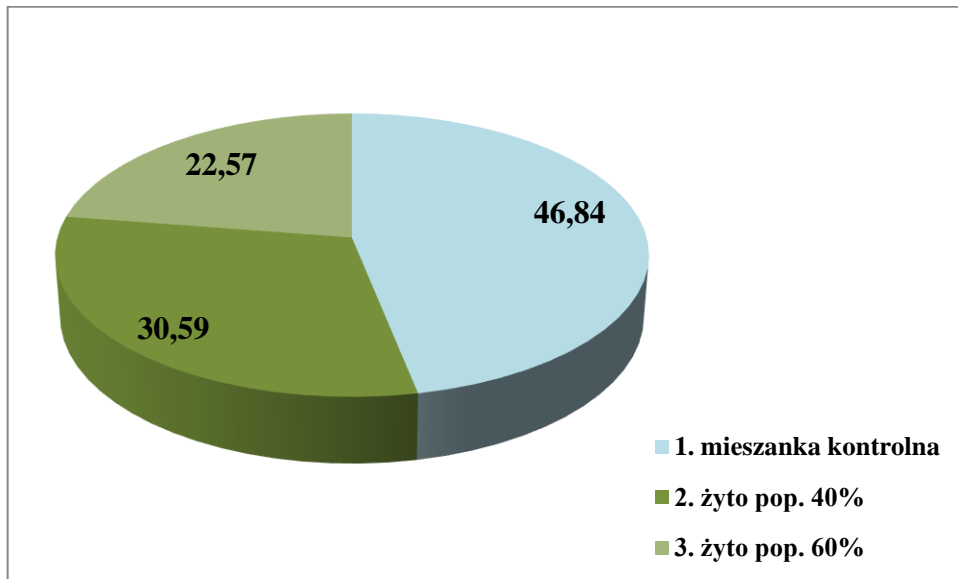
Najdłuższy średni dobowy czas przebywania świń grupy A stwierdzono przy automacie zawierającym mieszankę kontrolną (tabela 7). Czas ten był statystycznie istotnie dłuższy ($p < 0,01$) niż odnotowany w przypadku automatów zawierających mieszanki z 40% i 60% udziałem żyta populacyjnego dla których z kolei wartość ta nie różniła się istotnie. Podobnie kształtowały się częstotliwości podchodzenia do automatów zawierających testowane mieszanki w tej grupie (A). Najwyższą częstotliwość, istotnie wyższą od pozostałych pasz ($p < 0,01$) odnotowano w przypadku mieszanki kontrolnej. W przypadku automatów zawierających mieszanki z dodatkiem żyta populacyjnego nie odnotowano istotnych różnic. Średnie dobowe pobranie paszy z trzech dostępnych dla zwierząt automatów odpowiadało zaobserwowanym zachowaniom. Największą ilość mieszanki pobierały świnie z automatu zawierającego paszę kontrolną, znacząco mniejszym pobraniem charakteryzowała się pasza zawierająca 40% żyta populacyjnego, a przy zawartości 60% żyta populacyjnego pobranie było najniższe.

Tabela 7. Średni dobowy czas przebywania świń grupy A przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Mieszanki doświadczalne, N=6	Średni czas przebywania przy automacie [min.]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobranie paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	70,14A ±34,08	20,04A ±6,36	9,48
2. żyto populacyjne 40%	29,39B ±23,28	11,92B ±5,54	6,19
3. żyto populacyjne 60%	27,14B ±13,06	13,54B ±7,78	4,57

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

Wyniki pobrań dobowych paszy znalazły odzwierciedlenie w wartościach procentowych całkowitego pobrania pasz w całym okresie tuczu, gdzie blisko połowa zjedzonej przez zwierzęta paszy pobrana była z automatu zawierającego mieszankę kontrolną (wykres 1).



Wykres 1. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział żyta populacyjnego, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie A

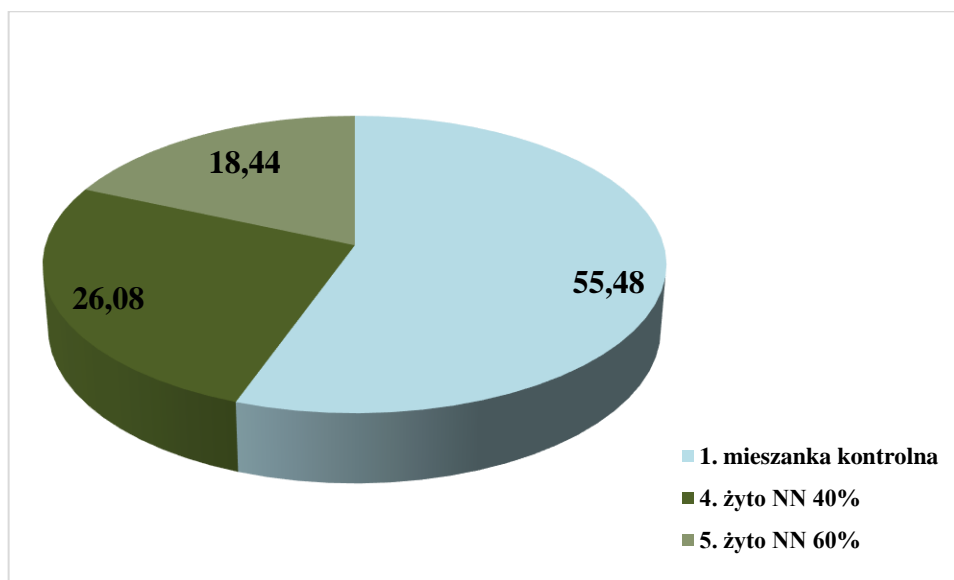
W grupie B najdłuższy średni dobowy czas przebywania świń odnotowano przy automacie z mieszanką kontrolną (tabela 8). Czas ten był dwukrotnie dłuższy niż zaobserwowany przy automatach zawierających mieszanki z 40% i 60% udziałem żyta NN. Różnice były statystycznie istotnie ($p < 0.01$). Automat z mieszanką kontrolną charakteryzował się również najwyższą średnią dobową częstotliwością podejść do niego ($p < 0,01$). Statystycznie istotnie niższą dobową ilość podejść świń odnotowano w przypadku automatów oferujących mieszanki z 40% i 60% zawartością żyta populacyjnego ($p < 0,01$). Wskaźniki behawioralne zostały potwierdzone analizą pobrania paszy. Najwyższą wartość pobranej paszy przez świnię zaobserwowano w przypadku mieszanki kontrolnej. Znacznie mniejszym pobraniem charakteryzowała się mieszanka z 40% udziałem żyta NN, najmniej chętnie była pobierana mieszanka zawierająca 60% żyta NN.

Tabela 8. Średni dobowy czas przebywania świń grupy B przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Mieszanki doświadczalne, N=6	Średni czas przebywania przy automacie [min]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	30,26A ±12,59	20,67A ±6,68	10,38
4. żyto NN 40%	13,55B ±11,52	7,38B ±7,34	4,88
5. żyto NN 60%	13,42B ±11,55	13,62B ±11,90	3,45

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

Struktura pobrania mieszanek paszowych w grupie B odzwierciedlała w wartościach procentowych całkowite pobranie pasz w całym okresie tuczu, gdzie największą popularnością wśród świń cechowała się mieszanka kontrolna (wykres 2). Mniejsze pobrania odnotowano w przypadku mieszanki zawierającej 40% udział żyta NN, a najmniejsze dla mieszanki z 60% zawartością żyta NN.



Wykres 2. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział żyta NN, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie B

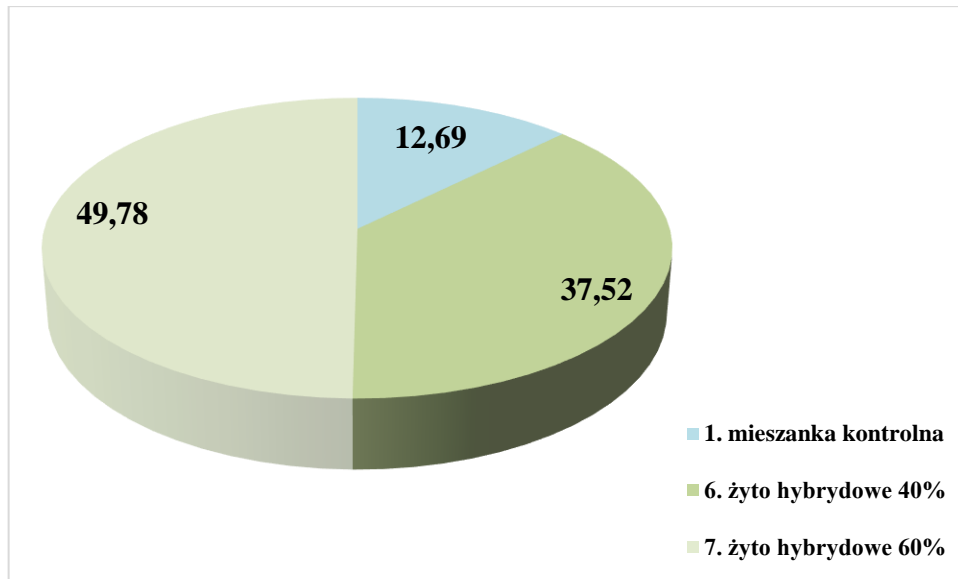
Uzyskane wyniki dotyczące średniego dobowego czasu przebywania świń grupy C przy automatach paszowych wskazują, że świny istotnie więcej czasu ($p < 0,01$) spędzały przy automatach z mieszankami zawierającymi żyto hybrydowe (40 i 60%) niż przy automacie z mieszanką kontrolną (tabela 9). Średnia częstotliwość podejść świń do automatu z mieszanką zawierającą 40% udział żyta hybrydowego była istotnie wyższa niż do automatu z mieszanką kontrolną ($p < 0,01$), nie różniła się ona natomiast istotnie od średniej częstotliwości dla automatu z mieszanką zawierającą 60% żyta hybrydowego. Największe średnie dobowe pobranie paszy odnotowano dla mieszanki zawierającej 60% udział żyta hybrydowego. Mniejszą średnią wartością pobranej paszy cechowała się mieszanka z 40% zawartością testowanego zboża, zaś najmniejszym pobraniem mieszanka kontrolna.

Tabela 9. Średni dobowy czas przebywania świń grupy C przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Mieszanki doświadczalne, N=6	Średni czas przebywania przy automacie [min.]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	5,47A ±06,01	5,17A ±5,15	2,61
6. żyto hybrydowe 40%	29,03B ±16,49	18,67B ±8,09	7,72
7. żyto hybrydowe 60%	34,53B ±10,32	15,33B ±4,13	10,24

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

W grupie C struktura pobrania paszy za cały okres tuczu wskazuje, że największą popularnością cieszyła się mieszanka zawierająca 60% udział żyta hybrydowego (wykres 3). Nieco niższe pobranie paszy odnotowano dla mieszanki z 40% udziałem żyta hybrydowego. Natomiast najniższy stopień preferencji pobrania stwierdzono w przypadku mieszanki kontrolnej.



Wykres 3. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział żyta hybridowego, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie C

Najdłuższy średni dobowy czas przebywania świń grupy D stwierdzono przy automacie zawierającym mieszankę kontrolną (tabela 10). Czas ten był istotnie dłuższy niż odnotowany przy automatach zawierających mieszanki z 40% i 60% udziałem kukurydzy ($p < 0,01$). Najwyższą częstotliwość podejść świń do automatu odnotowano także w przypadku mieszanki kontrolnej, a najniższą ilością podejść świń charakteryzował się automat oferujący mieszankę z 60% zawartością kukurydzy ($p < 0,01$). Krotność podejść do automatu zawierającego mieszankę z 40% zawartością kukurydzy była średnia. Najwyższe dobowe pobrania paszy przez zwierzęta odnotowano dla mieszanki kontrolnej. Czterokrotnie niższymi pobraniami cechowały się mieszanki zawierające 40% i 60% udział kukurydzy.

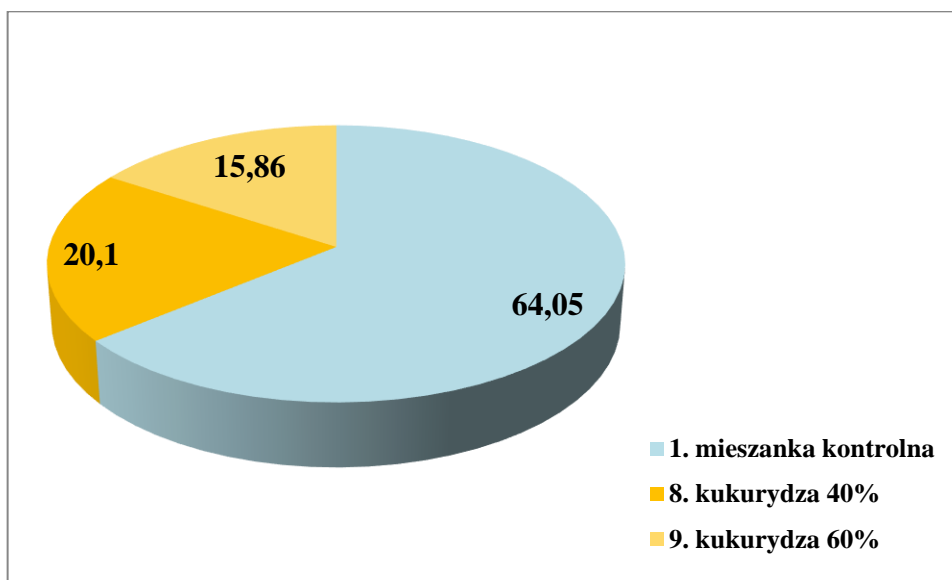
Tabela 10. Średni czas przebywania świń grupy D przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Mieszanki doświadczalne, N=6	Średni czas przebywania przy automacie [min.]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	54,49Aa ±13,41	31,71A ±10,76	12,14
8. kukurydza 40%	19,08Bb ±13,04	21,92B ±13,64	3,81
9. kukurydza 60%	10,57Bc ±8,52	11,58C ±6,75	3,01

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

Wyniki pobrań dobowych paszy znalazły odzwierciedlenie w wartościach procentowych, gdzie największą wartość odnotowano w przypadku mieszanki kontrolnej (wykres 4). Mieszanki zawierające 40 i 60% udział kukurydzy były znacząco mniej chętnie pobierane przez zwierzęta.



Wykres 4. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział kukurydzy, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie D

Automaty zawierające mieszankę z 40% udziałem pszenżyta i paszę kontrolną charakteryzowały się najdłuższym średnim dobowym czasem przebywania przy nich świń grupy E (tabela 11). Najkrótszy czas przebywania zwierząt przy automatach odnotowano natomiast w przypadku mieszanki z 60% udziałem pszenżyta ($p < 0,01$). Podobnie, kształtowały się częstotliwości podchodzenia do automatów zawierających testowane mieszanki w tej grupie (E). Najwyższą krotność odnotowano w odniesieniu do automatu z mieszanką zawierającą 40% pszenżyta oraz mieszanki kontrolnej. Automat zawierający mieszankę z 60% udziałem pszenżyta charakteryzował się najniższą częstotliwością podejść ($p < 0,01$). W tej grupie największą ilość mieszanki pobierały świny z automatu zawierającego paszę kontrolną, znacząco niższym pobraniem charakteryzowała się pasza zawierająca 40% pszenżyta, a przy zawartości 60% pszenżyta pobranie było najniższe.

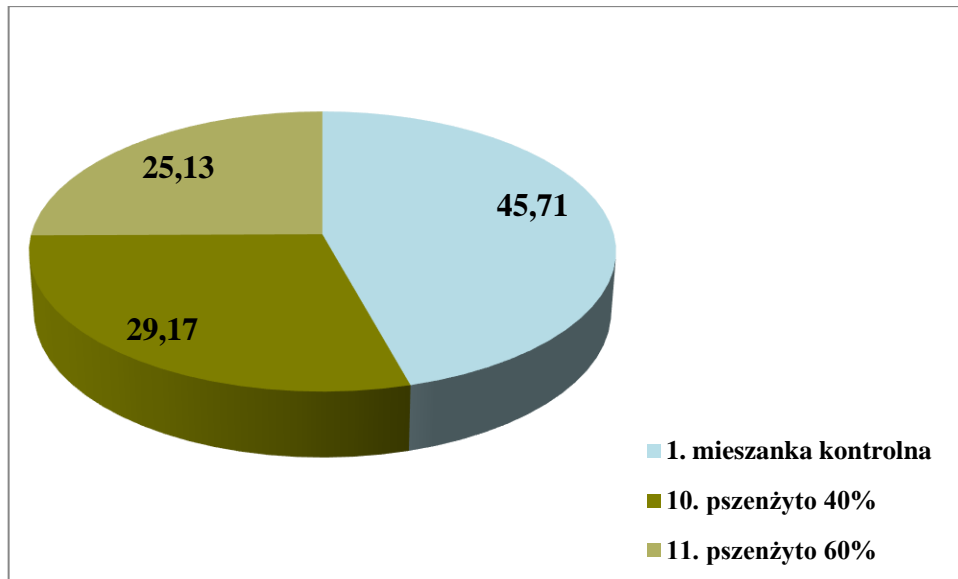
Tabela 11. Średni czas przebywania świń grupy E przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Mieszanki doświadczalne, N=6	Średni czas przebywania przy automacie [min.]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	35,27A ±15,44	12,29Bb ±4,13	9,42
10. pszenżyto 40%	43,15A ±18,41	15,08Bc ±5,89	6,01
11. pszenżyto 60%	16,53B ±11,59	8,29Aa ±3,65	5,18

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

W grupie E udział procentowy w strukturze pobrania mieszanek był spójny ze średnimi dobowymi pobrania mieszanek (wykres 5). Mieszanka kontrolna cechowała się największymi pobraniami przez świny. Natomiast pobranie mieszanek zawierających 40 i 60% udział pszenżyta było niższe.



Wykres 5. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40 i 60% udział pszenżyta, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie E

Najdłuższy średni dobowy czas przebywania świń grupy F stwierdzono przy automatach zawierających: mieszankę z 60% udziałem pszenicy i mieszankę kontrolną (tabela 12). Czas ten był istotnie statystycznie dłuższy niż odnotowany przy automacie z mieszanką zawierającą 60% udział jęczmienia ($p < 0,01$). Najwyższą częstotliwość podchodzenia do automatów również odnotowano w przypadku mieszanek: kontrolnej i z 60% udziałem pszenicy. Istotne różnice odnotowano w odniesieniu do omawianego parametru pomiędzy automatem z mieszanką kontrolną, a automatem z mieszanką zawierającą 60% udział jęczmienia ($p < 0,05$). Największe średnie dobowe pobranie paszy przez świnię w tej grupie zaobserwowano w przypadku mieszanki zawierającej 60% udział pszenicy. Niższym charakteryzowała się mieszanka kontrolna. Najmniej chętnie świnię jadły mieszankę z 60% zawartością jęczmienia.

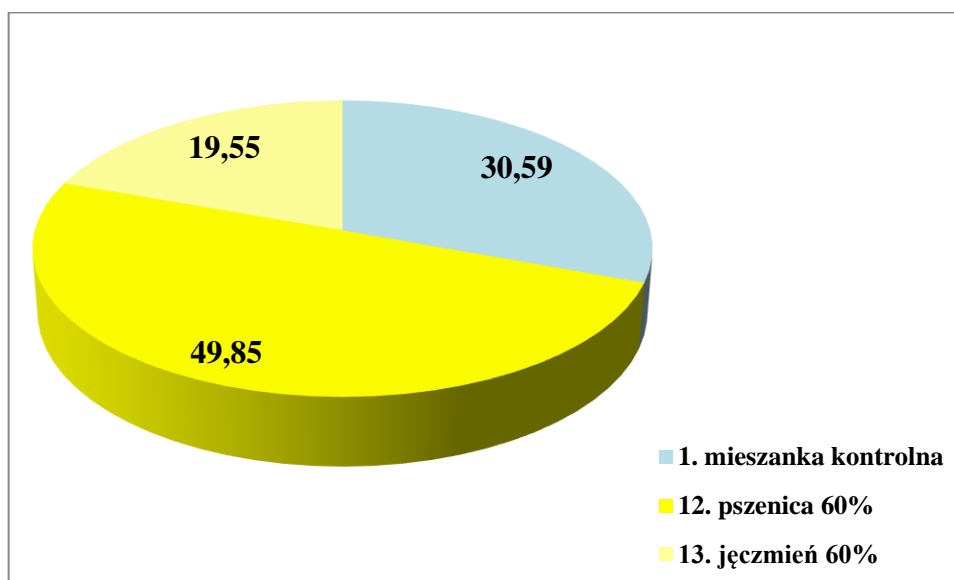
Tabela 12. Średni czas przebywania świń grupy F przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich

Mieszanki doświadczalne, N=6	Średni czas przebywania przy automacie [min.]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	39,53A ±35,33	21,14a ±12,87	5,54
12. pszenica 60%	47,42A ±23,50	17,33ab ±11,25	9,03
13. jęczmień 60%	17,11B ±32,32	13,64b ±12,86	3,54

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

Najwyższy stopień pobrania paszy za cały okres tuczu w grupie F odnotowano dla mieszanki zawierającej 60% udział pszenicy (wykres 6). Mniejszą popularnością wśród świń cieszyła się mieszanka kontrolna. Najmniej preferowana była mieszanka z zawartością 60% jęczmienia.



Wykres 6. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 60% udział pszenicy i jęczmienia, w porównaniu do paszy kontrolnej, za cały okres tuczu w grupie F

Analizie poddano także podstawowe parametry produkcyjne w poszczególnych grupach doświadczalnych, obejmujące średni całkowity przyrost masy ciała świń w okresie tuczu doświadczalnego, dobowe tempo wzrostu, całkowite pobranie paszy oraz oszacowany na tej podstawie wskaźnik wykorzystania paszy (FCR). Najniższe przyrosty masy ciała osiągnęły zwierzęta z grupy F, gdzie stopień urozmaicenia źródeł energii był najmniejszy (tabela 13). Tempo ich wzrostu różniło się istotnie od tempa wzrostu świń z grupy C ($p<0,01$) oraz grupy A ($p<0,05$). Nieznacznie wyższe tempo wzrostu charakteryzowało świnie z grupy B i było ono istotnie niższe ($P<0,05$) od tempa wzrostu świń z grupy C. Pozostałe grupy nie różniły się istotnie pod względem tempa wzrostu, chociaż odnotowano tendencję do różnicy ($p<0,1$) pomiędzy grupą C i D oraz E i F. Tempo wzrostu pozostało w wyraźnie widocznej zależności do pobrania paszy. Najniższe sumaryczne pobranie odnotowano kolejno w grupach F, B i D i w tych grupach najniższe było też tempo wzrostu. Wskaźniki wykorzystania paszy były bardzo podobne pomiędzy grupami, jedynie w grupie E parametr ten był znacząco gorszy.

Tabela 13. Wskaźniki produkcyjne świń w etapie 1 zadania badawczego 1.

Grupa doświadczalna	Całkowity przyrost masy ciała (kg)	Tempo wzrostu (g/d)	Pobranie paszy (kg)	Wykorzystanie paszy (FCR) (kg/kg)
A	92,83ABab ± 6,94	1146 ± 86	1640	2,94
B	87,63ABbc ± 8,37	1082 ± 103	1515	2,88
C	96,71Aa ± 5,64	1194 ± 70	1666	2,87
D	88,75ABabc ± 9,25	1096 ± 114	1536	2,88
E	92,42ABabc ± 7,34	1141 ± 91	1670	3,01
F	84,67Bc ± 8,20	1045 ± 101	1468	2,89

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p<0,01$)

a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p<0,05$)

5.1.2. Etap 2: Porównanie preferencji świń w odniesieniu do mieszanek zawierających 40% głównego składnika zbożowego

Podobnie jak w etapie 1, przed rozpoczęciem właściwego doświadczenia pobrano próbki mieszanek paszowych i dostarczono do 3 niezależnych laboratoriów w celu weryfikacji kluczowych parametrów determinujących wartość odżywczą i bezpieczeństwo zastosowawcze pasz. Pomimo, iż mieszanki były przygotowywane w oparciu o identyczne receptury jak w etapie 1., to jednak zastosowane surowce pochodziły z innej dostawy co spowodowało wystąpienie różnic w parametrach analitycznych pasz gotowych. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono w tabelach 14-16. Tabela 14 pozwala na weryfikację podobieństwa wartości odżywczej doświadczalnych mieszanek paszowych z punktu widzenia zawartości białka i profilu aminokwasów egzogennych, kaloryczności paszy związanej koncentracją skrobi, cukrów rozpuszczalnych (WSC) i lipidów (ekstrakt eterowy), a także frakcji błonnika pokarmowego (włókno surowe, NDF, ADF i ADL). Wartość procentowa średniej różnicy w kluczowych parametrach odżywczych pasz etapu 2. nie przekroczyła 5% (odpowiednio 4,16% dla białka i 2,88% dla energii), co mieści się poniżej granicy błędu statystycznego i pozwala stwierdzić wysoki stopień podobieństwa wartości odżywczej mieszanek pomimo różnego składu surowcowego i znaczących różnic w zakresie szczegółowej analizy pojedynczych substancji (tabela 14). W tym etapie odnotowano znacznie mniejszą niż w etapie 1. (13,83%) średnią różnicę w zakresie zawartości lipidów, natomiast koncentracja węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie nadal różniła się o ponad 20%. W stosunku do etapu 1 zwiększył się zakres różnicy koncentracji włókna surowego do wartości 23,13%, przy czym podobnie jak etapie 1. żadna z mieszanek nie osiągnęła wymaganego poziomu.

Znacznie mniejsze niż w etapie 1. okazały się także różnice w zakresie koncentracji składników antyżywniowych (tabela 15). Koncentracja arabinoksylianów rozpuszczalnych wykazała średnią wartość różnicy 35,26%, zaś idąca za tym lepkość ekstraktu paszy 42,25%. W zakresie substancji gorzkich, koncentracje fenoli przy średniej wartości różnicy 5,44% były do siebie zbliżone, zaś tanin przy średniej wartości różnicy 77,78% wykazywały duże różnice średnie, ale wciąż znacząco mniejsze niż w etapie 1. Średnia wartość różnicy inhibitorów proteaz wyniosła 46,22%.

Podobnie jak w etapie 1. stężenia mikotoksyn w analizowanych paszach nie przekraczały wartości dopuszczalnej w żadnej mieszance (tabela 16). Analiza wartości

bezwzględnych wskazuje na poprawę jakości surowców paszowych w etapie 2, ponieważ średnia koncentracja mikotoksyny referencyjnej (DON) była o ponad połowę niższa niż w etapie 1. (odpowiednio 137,75 mg w etapie 1 i 64,38 mg w etapie 2). Pomimo iż mniejsze niż w etapie 1., różnice pomiędzy mieszankami w etapie 2. odnotowane w analizie były jednak znaczące i w wartości średniej DON wyniosły 120,43%, dla ZEA 75,23%, zaś dla OTA 59,42%.

Tabela 14. Skład chemiczny (%) i struktura aminokwasów (mg) w mieszankach doświadczalnych etapu 2. zadania 1.

Skład chemiczny	Mieszanki doświadczalne					
	1*	2	4	6	8	10
Składniki odżywcze (%)						
popiół surowy	6,37	5,99	5,54	5,59	5,05	5,46
białko surowe	17,99	17,47	17,06	16,56	16,81	17,68
ekstrakt eterowy	2,89	2,72	2,47	2,87	3,26	2,93
tłuszcz surowy	2,46	2,46	2,77	2,09	1,73	1,98
NDF ¹	11,07	11,42	12,84	12,51	10,23	12,77
ADF ²	4,75	3,63	5,29	4,46	3,65	3,80
ADL ³	0,49	0,90	0,91	0,64	0,29	0,34
skrobia	57,68	49,35	53,25	53,02	54,90	56,82
WSC ⁴	6,99	9,59	8,78	10,22	6,37	7,62
Energia metaboliczna (MJ)						
asparagina (mg)	17,65	16,37	16,17	18,47	16,20	15,42
treonina	6,72	6,17	5,91	6,83	6,38	5,95
seryna	7,92	6,92	6,57	7,38	7,38	7,05
kwas glutaminowy	51,80	45,66	38,53	47,53	41,77	44,25
prolina	12,78	13,37	11,22	11,87	12,02	10,31
glicyna	8,82	7,95	7,17	8,75	7,22	7,23
alanina	8,76	8,12	7,50	8,76	8,10	6,94
walina	10,28	9,29	8,62	10,43	9,12	8,68
izoleucyna	8,45	7,35	7,22	8,31	7,53	7,13
leucyna	14,72	12,71	12,63	14,08	15,01	12,89
tyrozyna	6,06	5,04	5,23	5,42	5,39	4,66
fenyloalanina	9,66	8,49	8,14	9,45	9,03	8,79
histrydina	5,57	4,79	4,76	5,41	4,79	5,01
lizyna	12,40	12,10	11,62	13,48	11,99	10,82
arginina	11,46	9,73	10,78	11,80	9,68	10,42
cysteina	3,99	4,18	3,82	3,68	3,82	4,03
metionina	3,69	3,49	3,63	3,77	3,51	3,19

¹NDF – włókno neutralno detergentowe; ²ADF – włókno kwaśno detergentowe; ³ADL – lignina kwaśno detergentowa; ⁴WSC – cukry rozpuszczalne w wodzie; 1* - mieszanka kontrolna; 2 – żyto populacyjne 40%; 4 - żyto NN 40%; 6 – żyto hybrydowe 40%; 8 – kukurydza 40%, 10 – pszenżyto 40%

Tabela 15. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych (%) i substancji antyżywniowych (%) w mieszankach doświadczalnych etapu 2. zadania 1.

Parametr	Mieszanki doświadczalne					
	1*	2	4	6	8	10
Fracja nierozpuszczalna w wodzie-NSP ¹ , %	8,26	9,40	9,67	8,38	7,79	8,25
Fracja rozpuszczalna w wodzie-NSP, %	2,62	2,83	2,87	2,48	1,83	2,50
Ogółem-NSP, %	10,88	12,23	12,54	10,86	9,62	10,75
Nieekstrahowalne w wodzie-AX ² , %	4,39	4,36	4,43	4,28	4,13	4,18
Ekstrahowane w wodzie-AX, %	0,91	1,29	1,16	1,06	0,58	1,04
Ogółem-AX, %	5,30	5,65	5,59	5,34	4,71	5,22
Nierozpuszczalne-UA ³ , %	0,75	1,04	1,19	0,92	0,62	0,81
Rozpuszczalne-UA, %	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06	0,09
Ogółem-UA, %	0,82	1,11	1,25	1,00	0,68	0,89
Beta-glukany, %	1,58	1,93	1,84	1,41	0,98	1,31
Skrobia oporna, %	0,86	0,94	0,76	0,76	1,20	0,92
Kwasy polifenolowe ogółem, % ekwiwalent kwasu GALL/g	2,21	2,15	2,32	2,36	2,40	2,34
Lepkość ekstraktu wodnego, %	1,21	2,65	2,60	2,42	1,05	1,43
Inhibitor trypsyny, mg/g	0,42	0,74	0,92	0,74	0,38	0,37
Alkilorezorcynole, mg/kg	607,38	699,96	709,96	662,27	553,66	662,27
Cukry wolne + oligocukry z rodziny rafinozy%	3,21	2,86	3,37	3,38	3,14	3,32
Taniny, mg/g	0,04	0,06	0,03	0,02	0,09	0,03

¹nieskrobiowe polisacharydy; ²arabinoksylany; ³kwasy uronowe; 1* - mieszanka kontrolna; 2 – żyto populacyjne 40%; 4 - żyto NN 40%; 6 – żyto hybrydowe 40%; 8 – kukurydza 40%, 10 – pszenżyto 40%

Tabela 16. Zawartość mikotoksyn (µg/kg) w mieszankach doświadczalnych etapu 2. zadania 1.

Mikotoksyny (µg/kg)	Mieszanki doświadczalne					
	1*	2	4	6	8	10
Deoksyniwalenol	41,00	18,06	58,17	26,77	173,12	69,14
Niwalenol	61,82	51,20	27,47	40,93	19,47	34,53
3-acetyldeoksyniwalenol	<3,00	nw ¹	<3,00	nw	9,67	<3,00
Monoacetoksycirpenol	7,60	6,59	5,54	3,74	2,98	3,75
Diacetoksycirpenol	<1,00	<1,00	<1,00	nw	<1,00	<1,00
T-2	15,91	11,82	6,42	10,69	10,61	11,48
HT-2	33,78	25,67	17,00	16,56	14,56	19,56
Zearalenon	8,12	2,15	15,22	3,51	16,81	12,65
Ochratoksyna A	3,00	1,23	1,12	1,96	<0,40	1,02

nw¹ - nie wykryto; 1* - mieszanka kontrolna; 2 – żyto populacyjne 40%; 4 - żyto NN 40%; 6 – żyto hybrydowe 40%; 8 – kukurydza 40%, 10 – pszenżyto 40%

W etapie 2. zadania 1. najdłuższy średni czas przebywania świń przy automatach paszowych stwierdzono w przypadku automatu zawierającego mieszankę z udziałem żyta hybrydowego ($p < 0,01$) (tabela 17). Również średnia krotność podchodzenia do automatu zawierającego mieszankę z 40% udziałem żyta hybrydowego była najwyższa i różniła się istotnie ($p < 0,01$) od częstotliwości podchodzenia świń rosnących do automatów z mieszankami z 40% zawartością pszenżyta i kukurydzy gdzie stwierdzono najniższe średnie dobowe częstotliwości wizyt. Te ostatnie średnie krotności różniły się istotnie od częstotliwości wizyt świń przy automatach oferujących mieszankę kontrolną oraz żyto populacyjne ($p < 0,05$). Największe średnie dobowe pobrania paszy odnotowano dla mieszanki zawierającej 40% żyta hybrydowego. Najmniej chętnie pobierana była mieszanka z 40% udziałem kukurydzy.

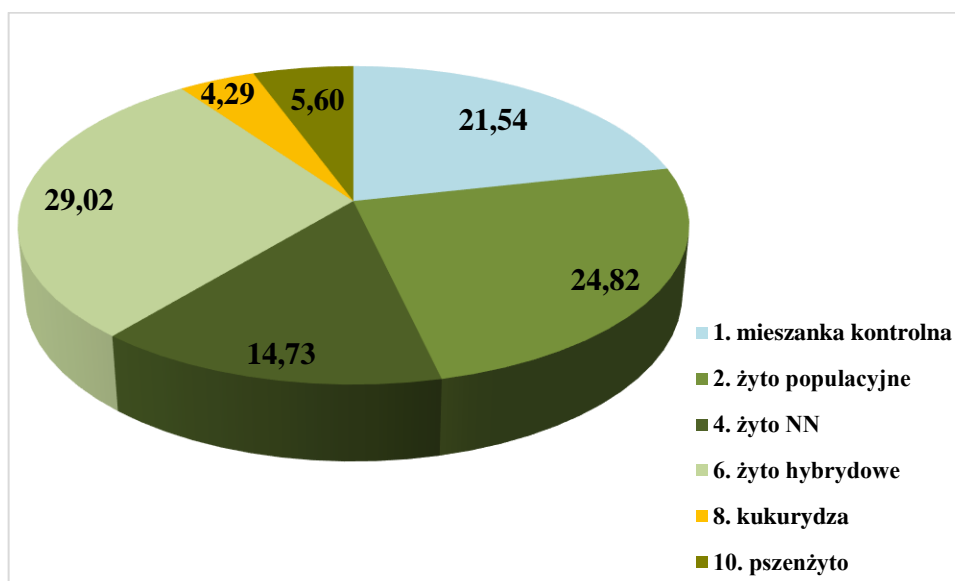
Tabela 17. Średni czas przebywania świń przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich, a także średnie dobowe pobranie paszy na automat w etapie 2. zadania 1.

Mieszanki doświadczalne, N=12	Średni czas przebywania przy automacie [min.]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
1. mieszanka kontrolna	19,58Aa ±0,42	10,92ABb ±2,46	7,40
2. żyto populacyjne 40%	22,12Aa ±1,73	9,25ABb ±1,58	8,53
4. żyto NN 40%	16,10Ac ±11,13	8,08ABbc ±4,90	5,06
6. żyto hybrydowe 40%	42,23Bb ±1,34	15,28Aa ±3,30	9,97
8. kukurydza 40%	12,19Ac ±2,17	5,75Bc ±0,33	1,48
10. pszenżyto 40%	12,07Ac ±4,94	5,89Bc ±0,64	1,93

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

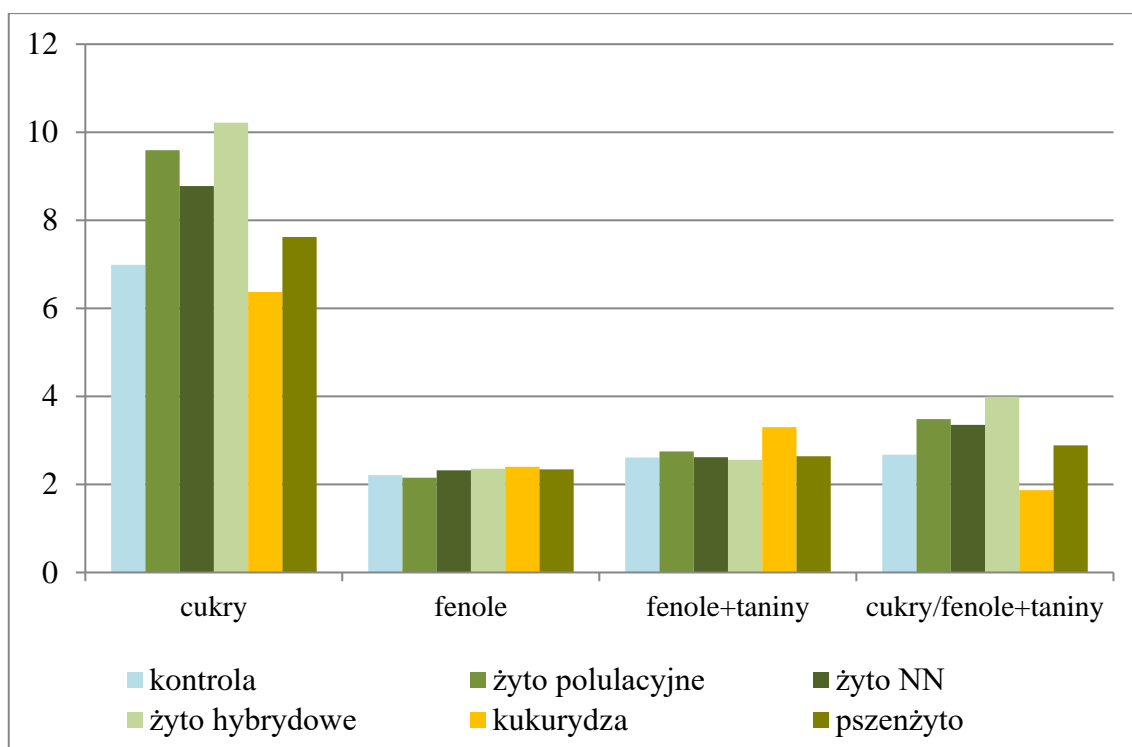
a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

W etapie 2. zadania pierwszego najwyższy stopień preferencji pobrania paszy odnotowano w przypadku mieszanki zawierającej 40% udział żyta hybrydowego – (wykres 7). Nieznacznie niższym pobraniem cechowały się mieszanki: kontrolna i zawierająca 40% żyta populacyjnego. Wyraźnie niższe pobranie paszy odnotowano przy zawartości 40% żyta NN, jednak przeważało ono znacząco na pobraniem pasz zawierających 40% pszenżyta i najmniej preferowanej kukurydzy.



Wykres 7. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 40% udziału testowanego surowca zbożowego za cały okres tuczu dla etapu 2. w zadaniu badawczym 1.

Chcąc określić przyczynę opisanych preferencji smakowych przeprowadzono dodatkową analizę pozwalającą określić proporcje endogennych substancji słodkich i gorzkich w zastosowanych paszach. Wynik analizy pokazał wyraźnie wyższe koncentracje cukrów rozpuszczalnych w wodzie w mieszankach zawierających żyto niezależnie od odmiany. Niższe wartości odnotowano w mieszance kontrolnej i paszy zawierającej pszenżyto, zaś najniższe w przypadku kukurydzy (wykres 8). Koncentracje substancji gorzkich wykazywały znacznie mniejsze zróżnicowanie pomiędzy mieszankami, jednak wartość łączna fenoli i tanin w paszy zawierającej kukurydżę była wyraźnie wyższa. Oszacowany indeks endogennych substancji słodkich do gorzkich wykazał przewagę pasz zawierających żyto, przy czym najlepszy wynik uzyskała mieszanka z żytem hybrydowym, a najgorszy z żytem NN. Wskaźniki dla paszy kontrolnej i zawierającej pszenżyto były bardzo zbliżone i znacząco niższe niż dla każdej z pasz zawierających żyto. Najniższą wartość indeksu osiągnęła mieszanka zawierająca kukurydżę.



Wykres 8. Proporcje endogennych substancji słodkich i gorzkich w mieszankach paszowych stosowanych w etapie 2. zadania badawczego 1.

Poza substancjami endogennymi na pogorszenie smaku paszy może wpłynąć podwyższona zawartość egzogennych, z których największe znaczenie wydaje się mieć mikotoksyna deoksyniwalenol (DON), często z racji efektów działania nazywana toksyną wymiotną. Jej koncentracja w paszy może znacząco modyfikować smak i wpływać na pobranie paszy, choć wartość wpływu w porównaniu do substancji endogennych jest trudna do oszacowania. W przeprowadzonych analizach najniższe zawartości DON odnotowano w paszach zawierających żyto populacyjne i żyto hybrydowe. Znacząco większą koncentrację DON stwierdzono w mieszance kontrolnej, a jeszcze większe ilości zaobserwowano w paszach zawierających żyto NN i pszenżyto. Rekordowe ilości DON, przekraczające blisko dziesięciokrotnie koncentrację w paszy z żytem NN, odnotowano w mieszance z kukurydzą (tabela 16).

Średni całkowity przyrost masy ciała 12 świń w etapie 2. wyniósł $86,08 \pm 11,87$ kg, zaś tempo wzrostu 1013 ± 140 g/dobę. Przy całkowitym pobraniu 2921 kg mieszanek pozwoliło to oszacować wskaźnik wykorzystania paszy na poziomie 2,83.

5.1.3. Etap 3: Porównanie preferencji świń w odniesieniu do mieszanek zawierających 60% głównego składnika zbożowego

Przed rozpoczęciem właściwego doświadczenia pobrano próbki mieszanek paszowych i dostarczono do 3 niezależnych laboratoriów w celu weryfikacji kluczowych parametrów determinujących wartość pokarmową i bezpieczeństwo zastosowawcze pasz. Pomimo, iż mieszanki były przygotowywane w oparciu o identyczne receptury jak w etapie 1., to jednak zastosowane surowce pochodziły z innej dostawy, co spowodowało wystąpienie różnic w parametrach analitycznych pasz gotowych. Wyniki przeprowadzonych analiz przedstawiono w tabelach 18-20. Tabela 18 pozwala na weryfikację podobieństwa wartości odżywczej doświadczalnych mieszanek paszowych z punktu widzenia zawartości białka i profilu aminokwasów egzogennych, kaloryczności paszy związanej koncentracją skrobi, cukrów rozpuszczalnych (WSC) i lipidów (ekstrakt eterowy), a także frakcji błonnika pokarmowego (włókno surowe, NDF, ADF i ADL). Wartość procentowa średniej różnicy w kluczowych parametrach odżywczych pasz etapu 3 nie przekroczyła 7% (odpowiednio 6,06% dla białka i 4,81% dla energii), co pozwala wnioskować o wysokim stopniu podobieństwa wartości odżywczej mieszanek pomimo różnego składu surowcowego i znaczących różnic w zakresie szczegółowej analizy pojedynczych substancji (tabela 18). W tym etapie ponownie odnotowano wzrost różnicy w zakresie zawartości lipidów (18,04%) oraz jeszcze większą różnicę koncentracji węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie (28,860%). W stosunku do etapu 2 zwiększył się zakres różnicy koncentracji włókna surowego do wartości 33,48%, przy czym podobnie jak etapie 1 i 2 żadna z mieszanek nie osiągnęła wymaganego poziomu.

Koncentracja arabinoksylianów rozpuszczalnych wykazała średnią wartość różnicy 56,48%, zaś idąca za tym lepkość ekstraktu paszy 52,59%. Obie te wartości różnic były znacząco większe niż w etapie 2. W zakresie substancji gorzkich, koncentracje fenoli przy średniej wartości różnicy 15,45% różniły się znacząco, zaś tanin przy średniej wartości różnicy 49,12% wykazywały duże różnice średnie, ale znacząco mniejsze niż w etapie 2. Średnia wartość różnicy inhibitorów proteaz wyniosła 66,83% co jednak przy niskich wartościach bezwzględnych wydaje się mieć ograniczone znaczenie dla pobrania paszy (tabela 19).

Stężenia mikotoksyn w analizowanych paszach nie przekraczały wartości dopuszczalnej w żadnej mieszance, co wydaje się sugerować brak ich znaczącego wpływu na pobranie paszy. Średnia koncentracja mikotoksyny referencyjnej (DON)

nadal była znacząco niższa niż w etapie pierwszym, a nawet odnotowano dalsze obniżenie w stosunku do etapu drugim (odpowiednio 56,05 mg w etapie trzecim i 64,38 mg w etapie drugim). Różnice pomiędzy mieszankami w etapie trzecim odnotowane w analizie były jednak znaczące i w wartości średniej DON wyniosły 119,90%, dla ZEA 58,26%, zaś dla OTA 90,76%. Biorąc pod uwagę gorzki smak toksyn można przypuszczać że różnice te mogły wpływać na preferencje świń wobec mieszanek (tabela 20).

Tabela 18. Skład chemiczny (%) i struktura aminokwasów (mg) w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Skład chemiczny	Mieszanki doświadczalne						
	3*	5	7	9	11	12	13
Składnik odżywczy (%)							
popiół surowy	5,30	4,82	6,15	5,40	5,51	5,82	5,32
białko surowe	17,84	17,27	17,58	17,02	16,91	17,53	18,04
tłuszcz surowy	3,54	2,83	2,79	3,15	2,80	3,38	2,46
włókno surowe	2,44	1,86	1,98	1,43	1,99	2,26	2,99
NDF ¹	12,19	13,05	12,26	9,51	10,64	10,63	9,98
ADF ²	5,14	4,80	4,40	3,15	3,93	4,72	4,58
ADL ³	1,02	0,76	0,63	0,24	0,31	0,44	0,45
skrobia	47,58	49,93	52,69	50,13	50,45	52,60	56,03
WSC ⁴	10,44	9,19	11,14	6,19	8,24	7,52	7,32
Energia metaboliczna (MJ)	13,29	13,21	13,96	13,68	12,82	13,86	13,46
Asparagine (mg)	14,97	14,09	14,88	14,96	13,16	13,32	13,70
treonina	5,54	5,52	5,53	5,72	4,97	5,31	5,38
seryna	6,11	6,08	6,20	6,36	5,93	5,88	6,55
kwas glutaminowy	41,68	35,06	36,72	36,82	36,11	38,78	43,56
prolina	11,45	8,83	9,28	9,02	9,89	9,67	11,45
glicyna	7,27	6,82	6,89	6,77	6,12	6,38	6,73
alanina	7,34	7,13	7,14	7,06	5,98	6,06	6,15
walina	8,39	7,98	7,81	8,08	7,40	8,13	8,27
izoleucyna	6,78	6,49	6,43	6,52	6,11	6,49	6,82
leucina	11,41	10,93	10,88	12,99	10,86	11,34	11,98
tyrozyna	4,54	4,31	3,86	5,08	4,52	4,79	4,18
fenylalanina	7,77	7,12	7,36	7,30	7,22	8,00	8,18
histydyna	4,42	4,26	4,41	4,40	3,94	4,33	4,72
lizyna	9,89	10,27	10,75	9,85	9,74	10,01	11,11
arginina	9,32	8,97	9,32	8,88	9,01	8,35	9,24
cysteina	3,03	3,04	3,15	3,12	3,24	3,79	3,00
metionina	3,12	2,62	2,92	2,90	2,87	3,25	2,63

¹NDF – włókno neutralno detergentowe; ²ADF – włókno kwaśno detergentowe; ³ADL – lignina kwaśno detergentowa; ⁴WSC – cukry rozpuszczalne w wodzie; 3* - żyto populacyjne 60%; 5 - żyto NN 60%; 7 - żyto hybrydowe 60%; 9 – kukurydza 60%; 11 – pszenżyto 60%; 12 – pszenica 60%; 13 – jęczmień 60%

Tabela 19. Zawartość polisacharydów nieskrobiowych (%) i substancji antyżywniowych (%) w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Skład chemiczny	Mieszanki doświadczalne						
	3*	5	7	9	11	12	13
Fracja nierozpuszczalna w wodzie-NSP ¹ , %	8,19	9,18	8,96	7,40	8,67	10,19	8,51
Fracja rozpuszczalna w wodzie-NSP, %	2,86	2,37	3,22	1,35	2,43	2,81	2,72
Ogółem-NSP, %	11,05	11,55	12,18	8,75	11,10	12,99	11,24
Nieekstrahowalne w wodzie-AX ² , %	4,20	4,28	4,12	3,76	4,57	5,12	4,43
Ekstrahowane w wodzie-AX, %	1,29	1,17	1,58	0,36	1,22	0,74	1,20
Ogółem-AX, %	5,49	5,45	5,70	4,12	5,79	5,85	5,63
Nierozpuszczalne-UA ³ , %	0,74	1,16	1,14	0,90	0,80	0,79	0,88
Rozpuszczalne-UA, %	0,07	0,10	0,11	0,08	0,05	0,06	0,05
Ogółem-UA, %	0,81	1,26	1,25	0,98	0,85	0,84	0,92
Beta-glukany, %	1,99	1,36	1,73	0,62	1,16	2,21	1,08
Skrobia oporna, %	0,42	0,68	0,76	1,82	0,34	0,44	0,51
Kwasy polifenolowe ogółem, % ekwiwalent kwasu GALL/g	2,35	2,19	2,10	2,413	2,38	1,86	2,56
Lepkość ekstraktu wodnego, %	3,62	3,87	3,59	1,23	2,62	1,31	1,33
Inhibitor trypsyny, mg/g	0,73	1,03	0,83	0,19	0,51	0,62	0,30
Alkilorezorcynole, mg/kg	747,72	844,04	862,52	566,88	731,22	747,72	694,81
Cukry wolne + oligocukry z rodziny rafinozy%	3,36	4,13	4,27	3,44	3,72	2,82	3,53
Taniny, mg/g	0,06	0,09	0,04	0,09	0,07	0,10	0,12

¹nieskrobiowe polisacharydy; ²arabinoksylany; ³kwasy uronowe; 3* - żyto populacyjne 60%; 5 - żyto NN 60%; 7 - żyto hybrydowe 60%; 9 – kukurydza 60%; 11 – pszenżyto 60%; 12 – pszenica 60%; 13 – jęczmień 60%

Tabela 20. Zawartość mikotoksyn w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Mikotoksyny (ug/kg)	Mieszanki doświadczalne						
	3	5	7	9	11	12	13
Deoksyniwalenol	29,25	37,63	25,81	160,22	54,62	33,01	51,83
Niwalenol	19,60	14,53	16,53	15,47	10,40	28,40	58,13
3-acetyldeoksyniwalenol	nw ¹	nw	nw	15,33	nw	nw	<3,00
Monoacetoksyscirpenol	3,20	2,96	3,16	2,58	2,52	3,93	6,66
Diacetoksyscirpenol	nw	nw	nw	<1,00	nw	nw	<1,00
T-2	5,65	4,56	5,02	14,43	2,98	7,09	19,89
HT-2	16,44	12,56	11,10	36,67	9,12	16,44	40,33
Zearalenon	12,12	13,45	10,27	19,29	16,37	5,09	8,71
Ochratoksyna A	0,71	<0,40	1,26	<0,40	0,74	1,30	3,40

nw¹ - nie wykryto; 3* - żyto populacyjne 60%; 5 - żyto NN 60%; 7 - żyto hybrydowe 60%; 9 - kukurydza 60%; 11 - pszenżyto 60%; 12 - pszenica 60%; 13 - jęczmień 60%

Najdłuższy średni dobowy czas przebywania świń w etapie 3. stwierdzono przy automacie z mieszanką zawierającą 60% żyta hybrydowego (tabela 21). Różnił się on statystycznie istotnie od czasu spędzanego przy automatach z pozostałymi mieszankami testowanymi w omawianym etapie ($p < 0.01$). Najmniej czasu świnie rosące spędziły przy automacie zawierającym mieszankę z 60% udziałem kukurydzy ($p < 0,05$). Nie odnotowano różnic statystycznie istotnych między średnim dobowym czasem przebywania świń przy automatach z mieszankami zawierającymi 60% udział: żyta NN, i żyta populacyjnego. Najwyższe średnie częstotliwości podchodzenia do automatów paszowych odnotowano dla mieszanek zawierających 60% udział żyta hybrydowego, żyta NN oraz pszenicy. Istotnie niższe krotności ($p < 0,01$) odnotowano w przypadku mieszanek zawierających jęczmień, pszenżyto, żyto populacyjne i kukurydzę. Różnice były statystycznie istotne ($p < 0,01$). Spośród tych ostatnich mieszanek najmniej preferowana, pod względem liczby wizyt przy automacie była pasza zawierająca 60% kukurydzy ($p < 0,05$).

Tabela 21. Średni czas przebywania świń przy automatach paszowych oraz częstotliwość podchodzenia do nich w etapie 3 zadania 1

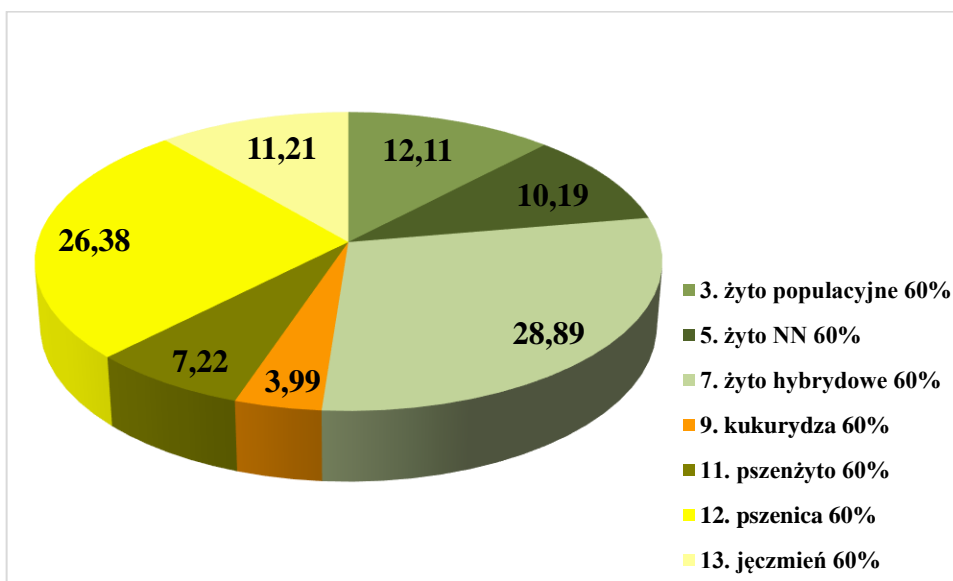
Mieszanki doświadczalne, N=14	Średni czas przebywania przy automacie [min]	Średnia częstotliwość podchodzenia do automatu	Średnie dobowe pobrania paszy [kg]
3. żyto populacyjne 60%	19,26 Ce ±17,39	9,69Bb ±7,55	4,73
5. żyto NN 60%	21,02 Cde ±8,28	15,07Aa ±7,26	4,05
7. żyto hybrydowe 60%	42,20 Af ±10,50	17,54 Aa ±4,27	10,66
9. kukurydza 60%	3,41 Bb ±3,22	2,30 Bc ±1,59	1,86
11. pszenżyto 60%	10,06 Ba ±9,90	5,97 Bb ±3,80	3,00
12. pszenica 60%	29,07Cd ±13,96	14,91Aa 4,91	9,77
13. jęczmień 60%	8,46 Ba ±4,68	6,99 Bb ±3,09	4,41

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)

a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

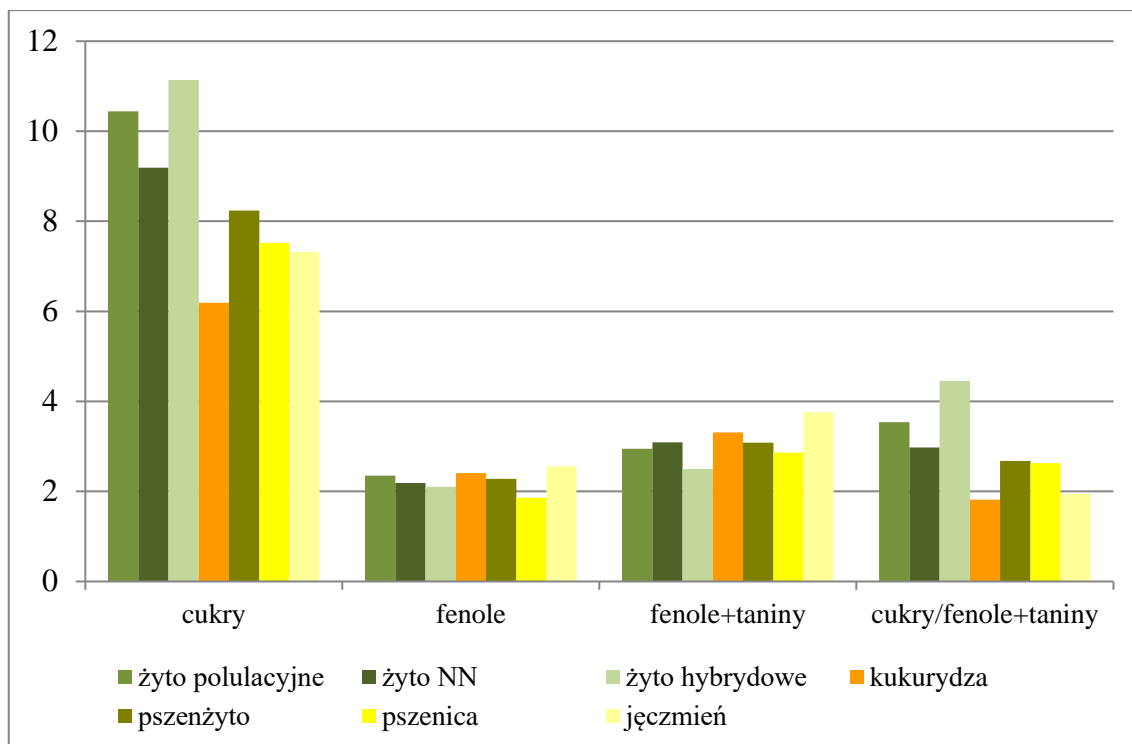
Największe pobranie paszy w etapie 3. odnotowano w przypadku mieszanki zawierającej 60% żyta hybrydowego, które wykazywało nieznaczna przewagę na mieszanką zawierającą 60% pszenicy (wykres 9). Pobrania mieszanek zawierających 60% żyta populacyjnego, jęczmienia i żyta NN były na podobnym poziomie. Najmniej

preferowanymi ponownie okazały się mieszanki zawierające 60% udział pszenżyta i kukurydzy (tabela 21, wykres 9).



Wykres 9. Struktura pobrania mieszanek paszowych zawierających 60% udział testowanego surowca zbożowego za cały okres tuczu dla etapu 3. w zadaniu badawczym 1.

Analiza określająca proporcje endogennych substancji słodkich i gorzkich w zastosowanych paszach ponownie pokazała wyraźnie wyższe koncentracje cukrów rozpuszczalnych w wodzie w mieszankach zawierających żyto niezależnie od odmiany (wykres 10). Niższe wartości odnotowano w mieszance kontrolnej i paszy zawierającej pszenżyto, pszenicę i jęczmień, zaś najniższe w przypadku kukurydzy. Koncentracje substancji gorzkich wykazywały znacznie mniejsze zróżnicowanie pomiędzy mieszankami, jednak wartość łączna fenoli i tanin najwyższe wartości osiągała w paszach zawierających jęczmień i kukurydzę. Oszacowany indeks endogennych substancji słodkich do gorzkich wykazał przewagę pasz zawierających żyto, przy czym najlepszy wynik uzyskała mieszanka z żytem hybrydowym, a najgorszy z żytem NN. Wskaźniki dla pasz zawierających pszenżyto i pszenicę były bardzo zbliżone i znacząco niższe niż dla każdej z pasz zawierających żyto. Najniższe wartości indeksu osiągnęły mieszanki zawierająca jęczmień i kukurydzę.



Wykres 10. Indeks substancji słodkich i gorzkich w mieszankach doświadczalnych etapu 3. zadania 1.

Najniższe zawartości deoksyniwalenolu odnotowano w mieszankach zawierających żyto, niezależnie od typu oraz pszenicy (tabela 20). Nieco wyższe koncentracje zawierały mieszanki zawierające 60% jęczmienia i pszenżyta, zaś najwyższe, podobnie jak w etapie 1 i 2 pasza zawierająca kukurydzę.

5.2. Zadanie badawcze 2: Opracowanie profili dobowych zachowania świń żywionych mieszankami o różnej zawartości żyta hybrydowego

Szczegółowym celem tego doświadczenia było określenie możliwości krótko i długoterminowych modyfikacji zachowań świń pod wpływem zmiany składu surowcowego mieszanek paszowych. Na czynnik modyfikujący wybrano najbardziej preferowany surowiec z pierwszego etapu badań, tj. żyto hybrydowe, stosowane w udziale 20, 40 i 60% składu surowcowego mieszanki paszowej.

5.2.1 Analiza zawartości substancji odżywczych oraz endogennych substancji antyżywniowych

W pierwszej fazie badań zadania badawczego 2, pobrano próbki mieszanek paszowych i przesłano do dwóch laboratoriów w celu określenia ich wartości odżywczej oraz zawartości substancji antyżywniowych. Założeniem w zakresie receptur było opracowanie mieszanek izokalorycznych i izobiałkowych. Wyniki analiz wskazały na wystąpienie różnice w stosunku do założeń, jednak wartość średnich różnic pomiędzy mieszankami w zakresie białka i energii metabolicznej nie przekraczała 5%, czyli mieściła się w granicach błędów statystycznego (odpowiednio 1,98% dla białka i 3,15% dla energii) (tabela 22). Najwyższe wartości energii metabolicznej odnotowano w paszy zawierającej 60% żyta hybrydowego oraz w mieszance kontrolnej.

Tabela 22. Zawartość substancji odżywczych i energii metabolicznej oraz profil aminokwasów w paszach stosowanych w zadaniu badawczym 2

Skład chemiczny	Grupy doświadczalne			
	1	2	3	4
Składniki odżywcze (%)				
popiół surowy	5,27	4,87	6,18	5,24
białko surowe	18,69	19,31	19,13	19,45
tłuszcz surowy	1,6	1,45	1,64	1,54
włókno surowe	2,98	2,89	2,85	2,67
NDF ¹	11,63	11,9	12,03	12,56
ADF ²	3,84	4,05	4,02	4,14
ADL ³	0,74	0,61	0,8	0,84
Skrobia	60,84	56,34	53,76	58,32
WSC ⁴	6,55	8,04	8,44	9,24
Energia metaboliczna (MJ)	13,81	13,44	13,12	13,98
asparagina (mg)	12,79	14,88	13,66	14,99
Treonina	6,28	6,50	6,63	6,62
Seryna	6,18	6,73	6,09	6,61
kwas glutaminowy	35,54	37,68	35,40	37,31
Prolina	8,91	9,21	8,97	9,35
Glicyna	5,86	6,47	6,09	6,50
Alanina	5,52	6,11	5,81	6,16
Walina	7,00	8,04	7,64	8,18
Izoleucyna	5,91	6,38	5,88	6,30
Leucyna	10,32	11,11	10,33	11,12
Tyrozyna	4,12	4,55	4,37	4,60
Fenylalanina	3,92	7,57	7,08	7,74
Histydyna	3,69	4,22	3,86	4,32
Lizyna	12,45	12,87	12,54	14,66
Arginina	5,64	12,07	10,31	19,56
Cysteina	2,68	2,57	2,67	2,71
Metionina	2,17	1,88	2,09	2,24

¹NDF – włókno neutralno detergentowe; ²ADF – włókno kwaśno detergentowe; ³ADL – lignina kwaśno detergentowa; ⁴WSC – cukry rozpuszczalne w wodzie; 1* - mieszanka kontrolna; 2 - żyto hybrydowe 20%; 3 - żyto hybrydowe 40%; 4 - żyto hybrydowe 60%

Koncentracje substancji antyżywnościowych różniły się pomiędzy mieszankami paszowymi w znacznie większym stopniu niż miało to miejsce w zakresie substancji odżywczych. Średnia różnica ogólnej zawartości polisacharydów nieskrobiowych (NSP) i arabinoksylianów (AX) nie była duża i wynosiła odpowiednio 7,35% i 8,31%. Jednak średnia różnica koncentracji arabinoksylianów rozpuszczalnych była znacznie większa i wyniosła 13,97% determinując wysoki poziom średniej różnicy lepkości ekstraktu wodnego paszy wynoszący 41,9%. Wzrost opisanych powyżej parametrów miał charakter liniowy, skorelowany z zawartością żyta w mieszance. Podobny charakter zmiany odnotowano w zakresie beta-glukanów, inhibitora trypsyny i alkilorezorcynoli, ze średnią wartością różnic odpowiednio 21,31%, 27,78% i 18,06%. Zależność odwrotną

z kolei odnotowano w przypadku kwasów uronowych, skrobi odpornej i tanin przy średnich wartościach różnic odpowiednio 16,77%, 26,25% i 14,29% (tabela 23).

Tabela 23. Zawartość substancji antyżywnieniowych w paszach stosowanych w zadaniu badawczym 2

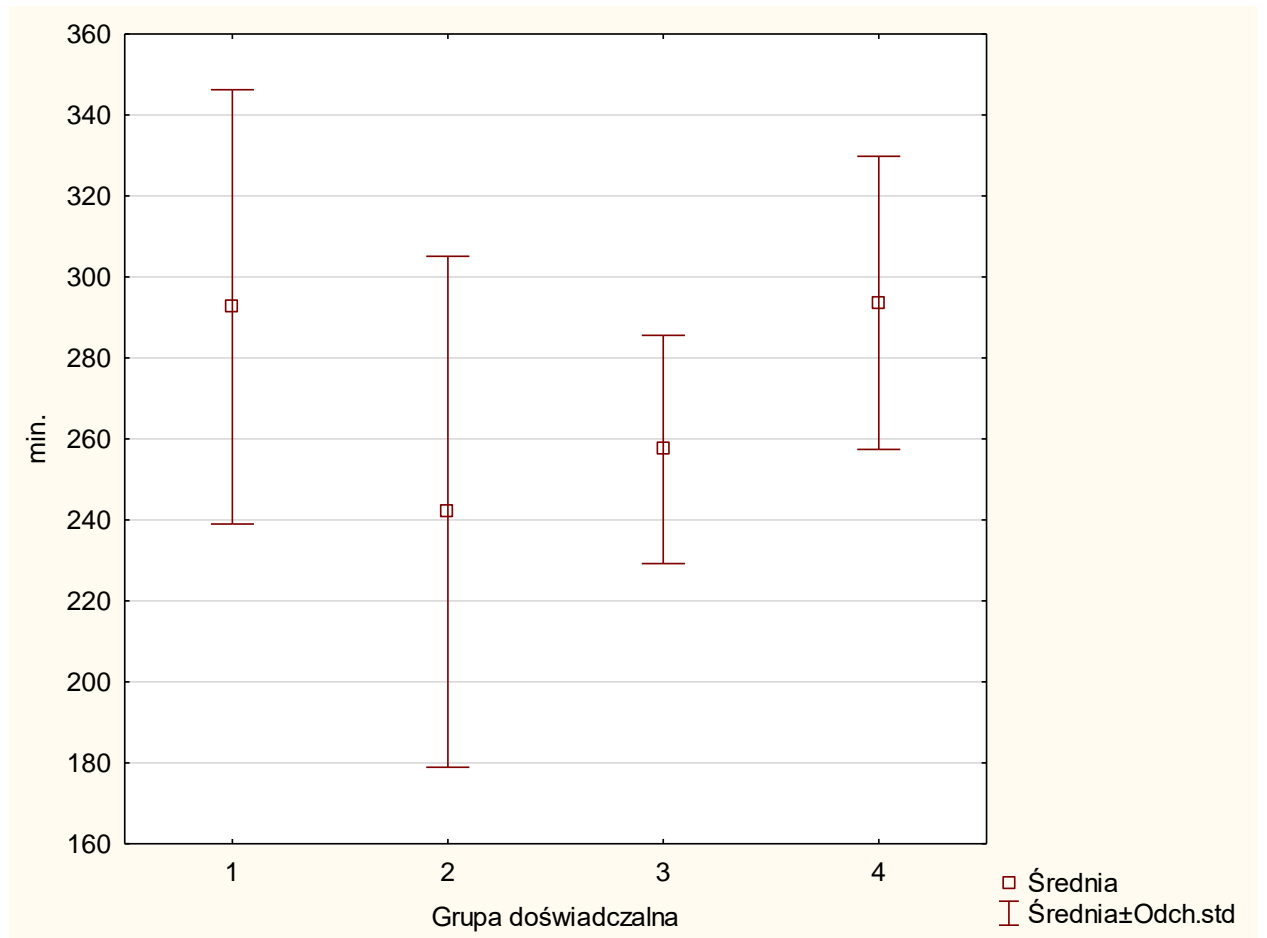
Parametr	Grupy doświadczalne			
	1*	2	3	4
Fracja nierozpuszczalna w wodzie-NSP ¹ , %	7,47	7,50	7,95	8,71
Fracja rozpuszczalna w wodzie-NSP, %	2,74	2,82	2,73	3,08
Ogółem-NSP, %	10,21	10,32	10,68	11,79
Nieekstrahowalne w wodzie-AX ² , %	3,47	3,65	3,73	3,94
Ekstrahowane w wodzie-AX, %	1,19	1,29	1,39	1,57
Ogółem-AX, %	4,66	4,94	5,12	5,50
Nierozpuszczalne-UA ³ , %	1,44	1,08	1,01	1,16
Rozpuszczalne-UA, %	0,08	0,09	0,09	0,06
Ogółem-UA, %	1,52	1,17	1,10	1,22
Beta-glukany, %	1,01	1,23	1,53	1,58
Skrobia oporna, %	0,84	0,70	0,55	0,50
Kwasy polifenolowe ogółem,% ekwiwalent kwasu GALL mg/g	1,68	1,57	1,84	1,80
Lepkość ekstraktu wodnego, %	1,34	1,97	2,33	3,19
Inhibitor trypsyny, mg/g	0,64	1,04	1,09	1,19
Alkilorezorcynole, mg/kg	564	580	730	806
Cukry wolne + oligocukry z rodziny rafinozy%	2,85	3,00	3,11	3,84
Taniny, mg/g	0,08	0,07	0,07	0,06

¹nieskrobiowe polisacharydy; ²arabinoksylany; ³kwasy uronowe; 1* - mieszanka kontrolna; 2 - żyto hybrydowe 20%; 3 - żyto hybrydowe 40%; 4 - żyto hybrydowe 60%

5.2.3 Wskaźniki behawioralne świń rosnących w pierwszych pięciu dniach tuczu

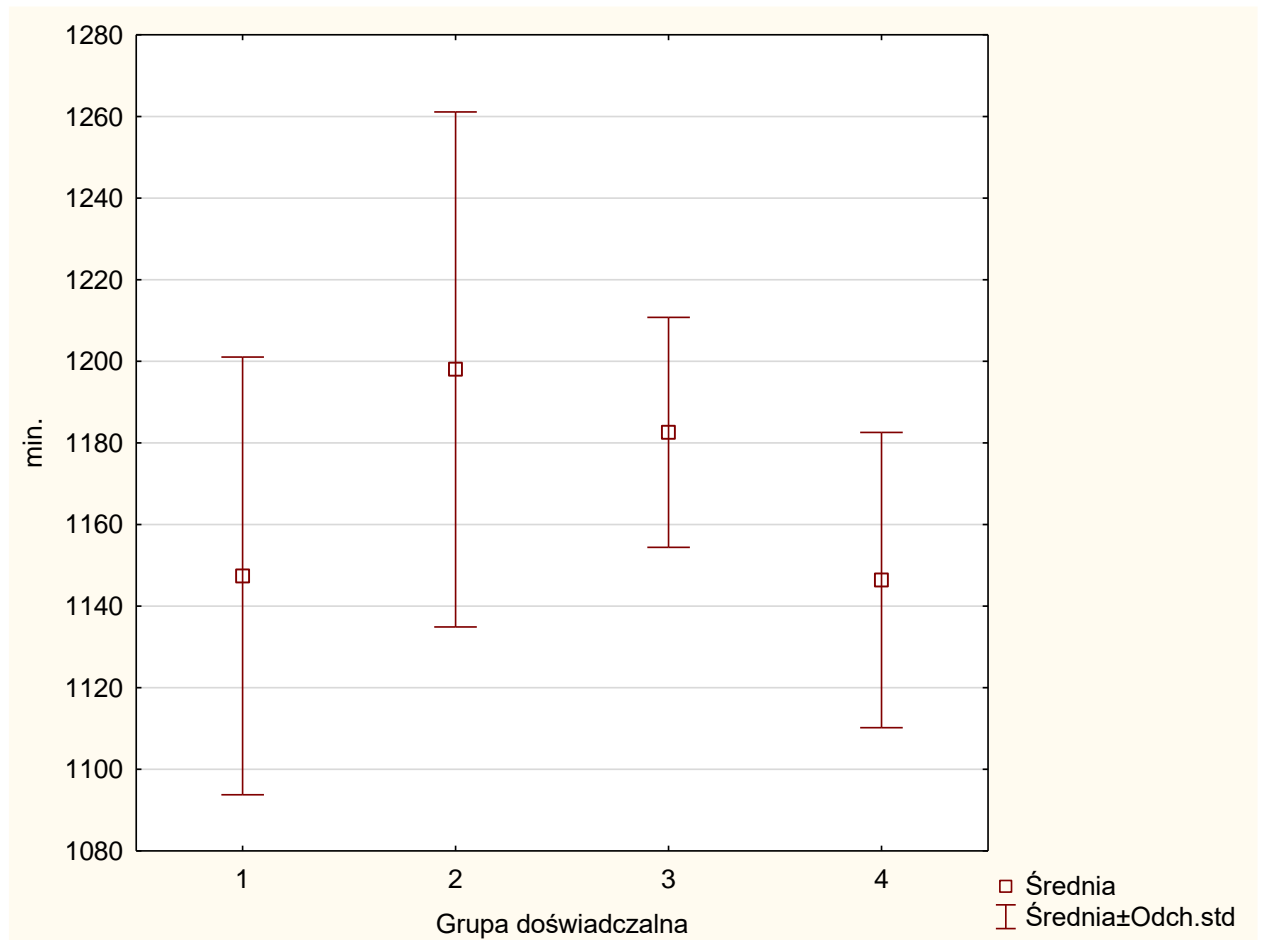
Najwyższe średnie dobowe aktywności podczas pierwszych pięciu dni obserwacji (okres ustalania hierarchii) odnotowano w grupie 1 (mieszanka kontrolna) i 4 (mieszanka zawierająca 60% żyta hybrydowego). Wynosiły one odpowiednio 293,6 i 292,6 minut (wykres 11). Zarówno w grupie 2 (20% żyta hybrydowego w mieszance) i 3 (40% żyta hybrydowego w mieszance) średnie dobowe czasy trwania aktywności były niższe i wynosiły odpowiednio 242 i 257,4 minut. Pomimo znaczących różnic numerycznych

nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami w odniesieniu do omawianej formy zachowania.



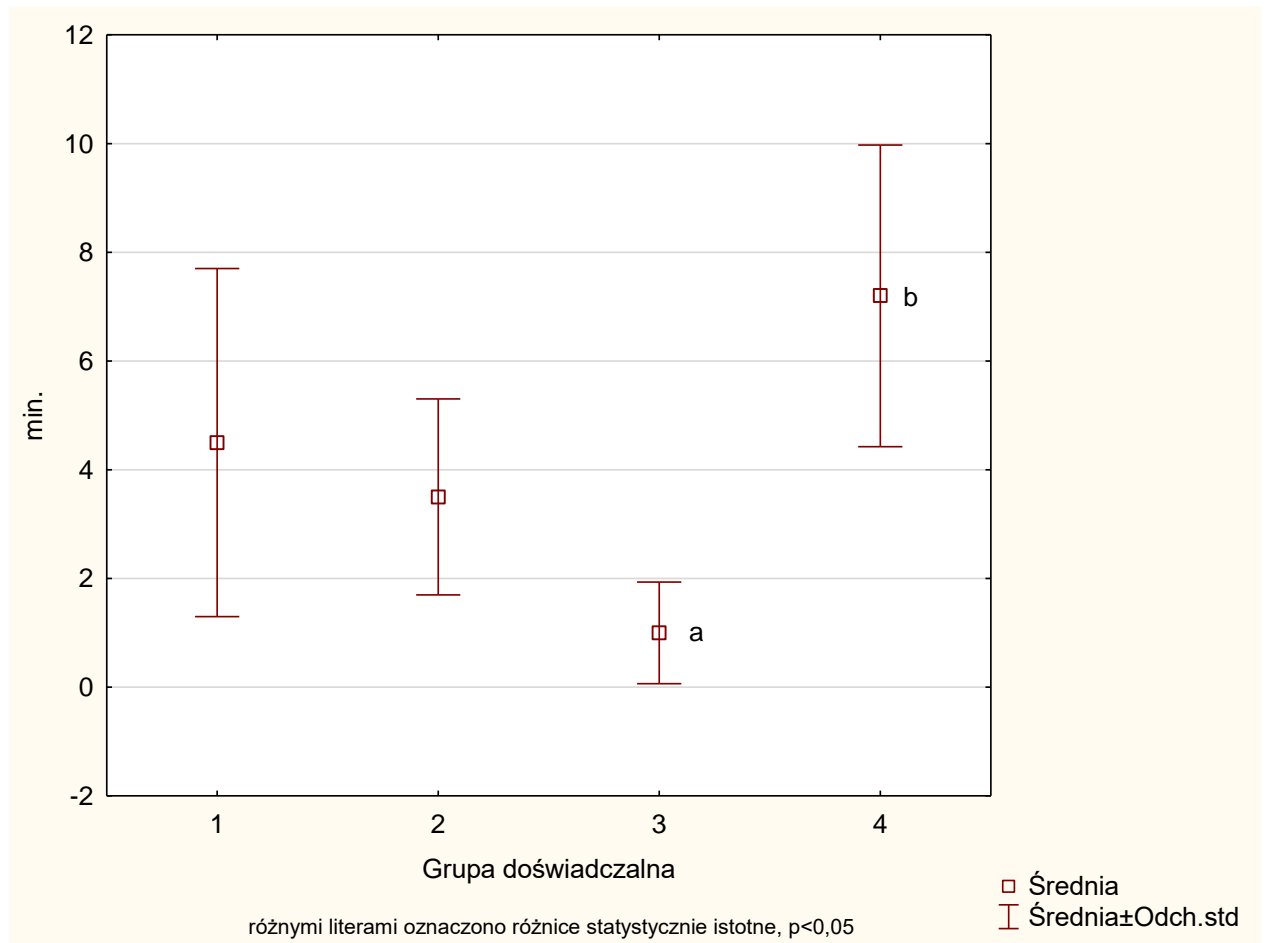
Wykres 11. Dobowy czas aktywności świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Dobowy czas odpoczynku świń był najdłuższy w grupie 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta hybrydowego) i wynosił 1198 minut (wykres 12). Nieznacznie mniej czasu na odpoczynek poświęcały zwierzęta z grupy 3 (mieszanka zawierająca 40% żyta hybrydowego), 1182,6 minut. W grupach 1 i 4 średni dobowy czas był zbliżony i wynosił odpowiednio 1146,4 i 1147,4 minut. Podobnie jak w zakresie aktywności tak i w czasie odpoczynku nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między grupami doświadczalnymi (1-4) podczas pierwszych pięciu dni obserwacji (okres ustalania hierarchii).



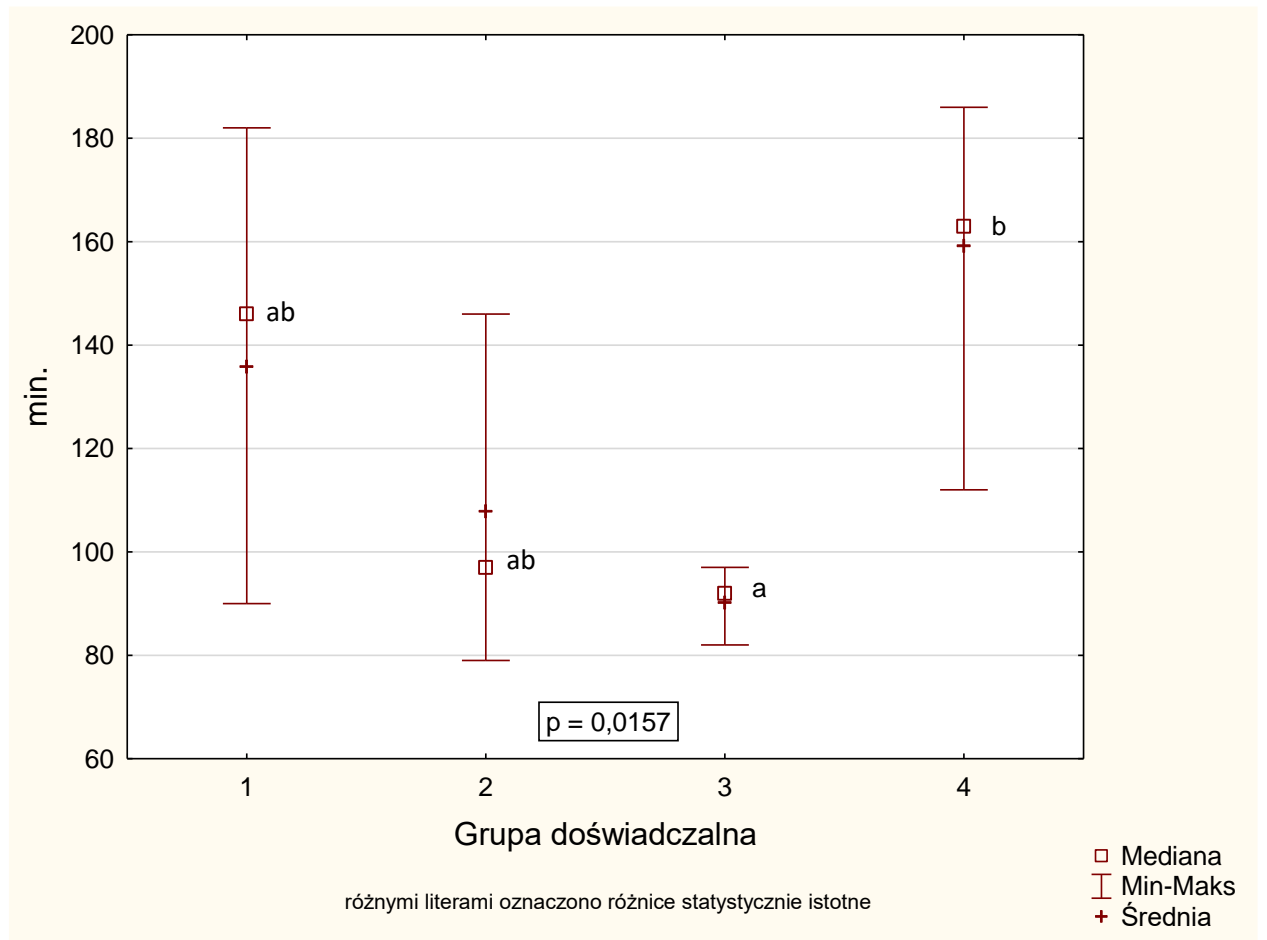
Wykres 12. Dobowy czas odpoczynku świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Najdłuższy dobowy średni czas trwania walk odnotowano w grupie 4 (mieszanka zawierająca 60% udziałem żyta hybrydowego), który wynosił 7,2 minut (wykres 13). Natomiast w grupie 3 (mieszanka z 40% zawartością żyta hybrydowego) stwierdzono najkrótszy dobowy średni czas trwania walk (1 minuta). Między średnimi dla grup 3 i 4 odnotowano statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$). Dobowy średni czas trwania walk dla grupy 1 (mieszanka kontrolna) wyniósł 4,5 minuty, natomiast dla grupy 2 (mieszanka z 20% zawartością żyta hybrydowego) uzyskano średnią 3,5 minuty.



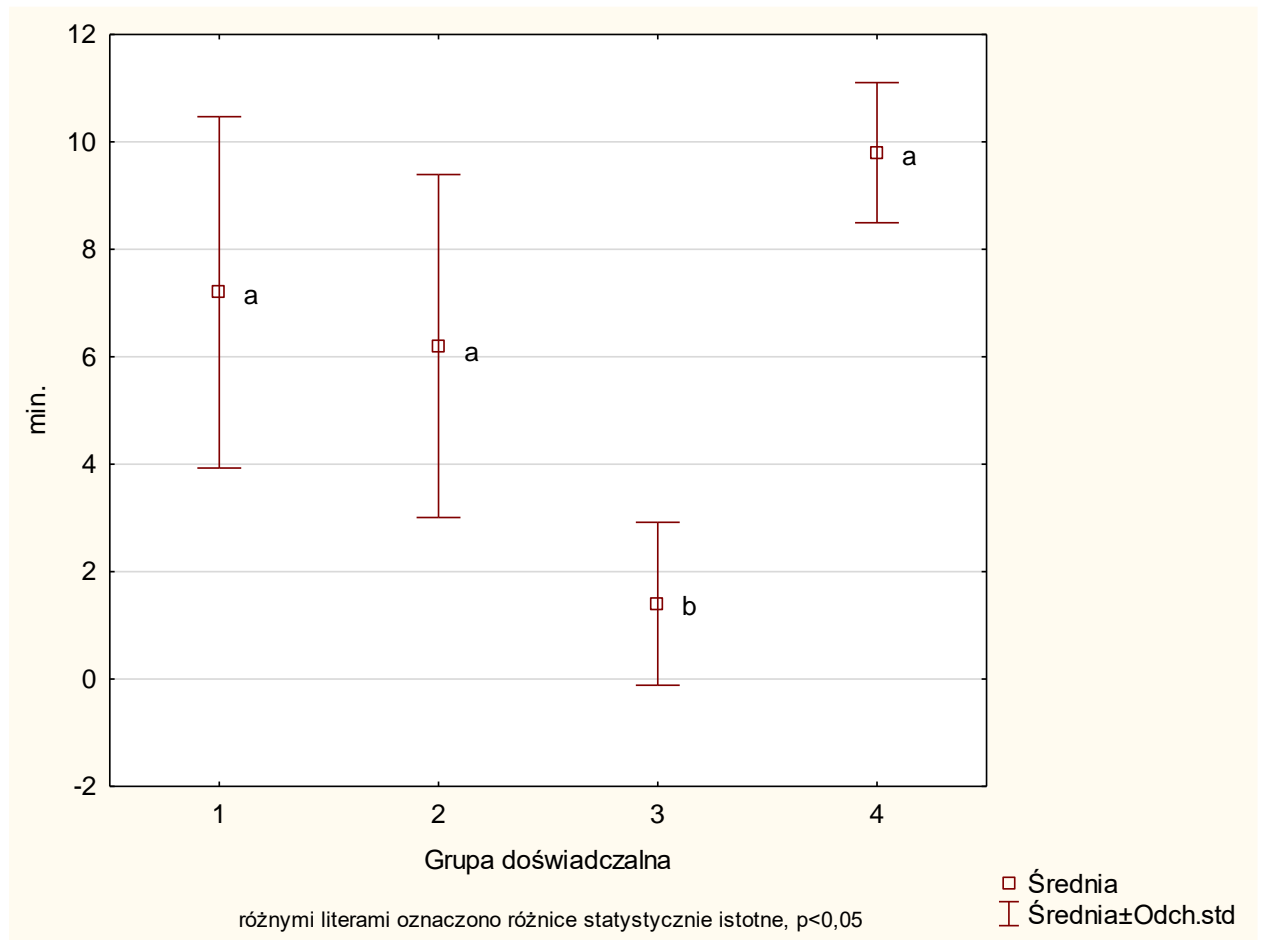
Wykres 13. Dobowy czas trwania walk świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Najdłuższym dobowym czasem przemieszania się zwierząt w omawianym okresie czas charakteryzowała się grupa 4 (mieszanka z 60% udziałem żyta hybrydowego), gdzie odnotowana mediana wynosiła 163 minuty (wykres 14). Zaś najkrótszy dobowy czas przemieszczania się świń stwierdzono w grupie 3 (mieszanka z 40% zawartością żyta), 90,2 minuty. Między w/w grupami stwierdzono statystycznie istotne różnice ($p=0,0157$). W grupie 1 (mieszanka kontrolna) mediana dla omawianego zachowania była równa 145,8 minutom, a w grupie 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta) wyniosła 97,7 minut – nie różniły się one statystycznie istotnie pomiędzy sobą oraz pozostałymi grupami.



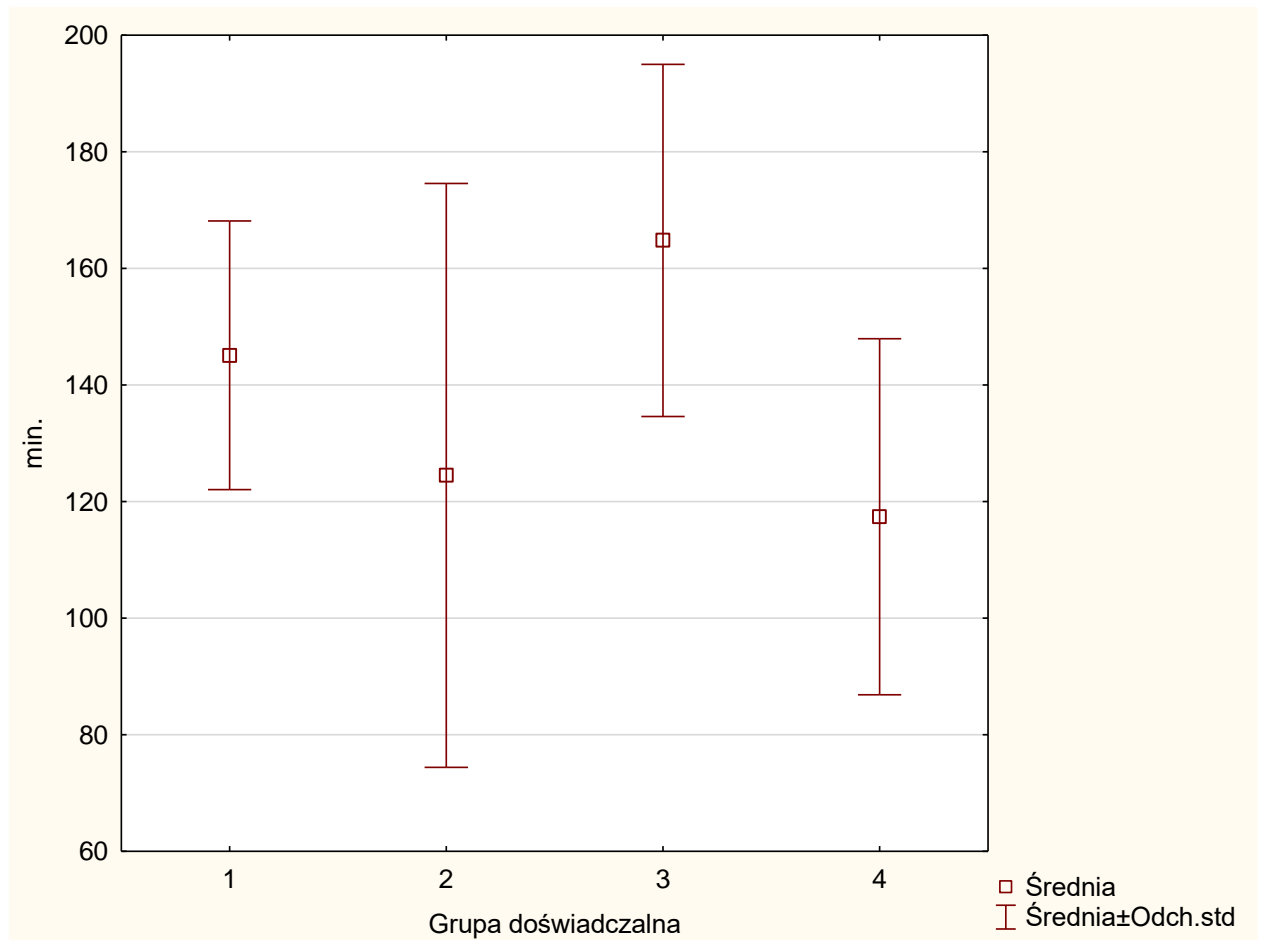
Wykres 14. Dobowy czas przemieszczania się świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Średni dobowy czas trwania zachowań nietypowych u świń był w omawianym okresie czasu był najkrótszy w grupie 3 (mieszanka z 40% udziałem żyta hybridowego). Wyniósł on 1,4 minuty (wykres 15) i różnił się statystycznie istotnie od odnotowanych średnich wartości tego parametru w pozostałych grupach doświadczalnych (1, 2, 4) ($p < 0,05$), (odpowiednio 7,2; 6,2 i 9,8 min.). Średnie te nie różniły się statystycznie istotnie między sobą.



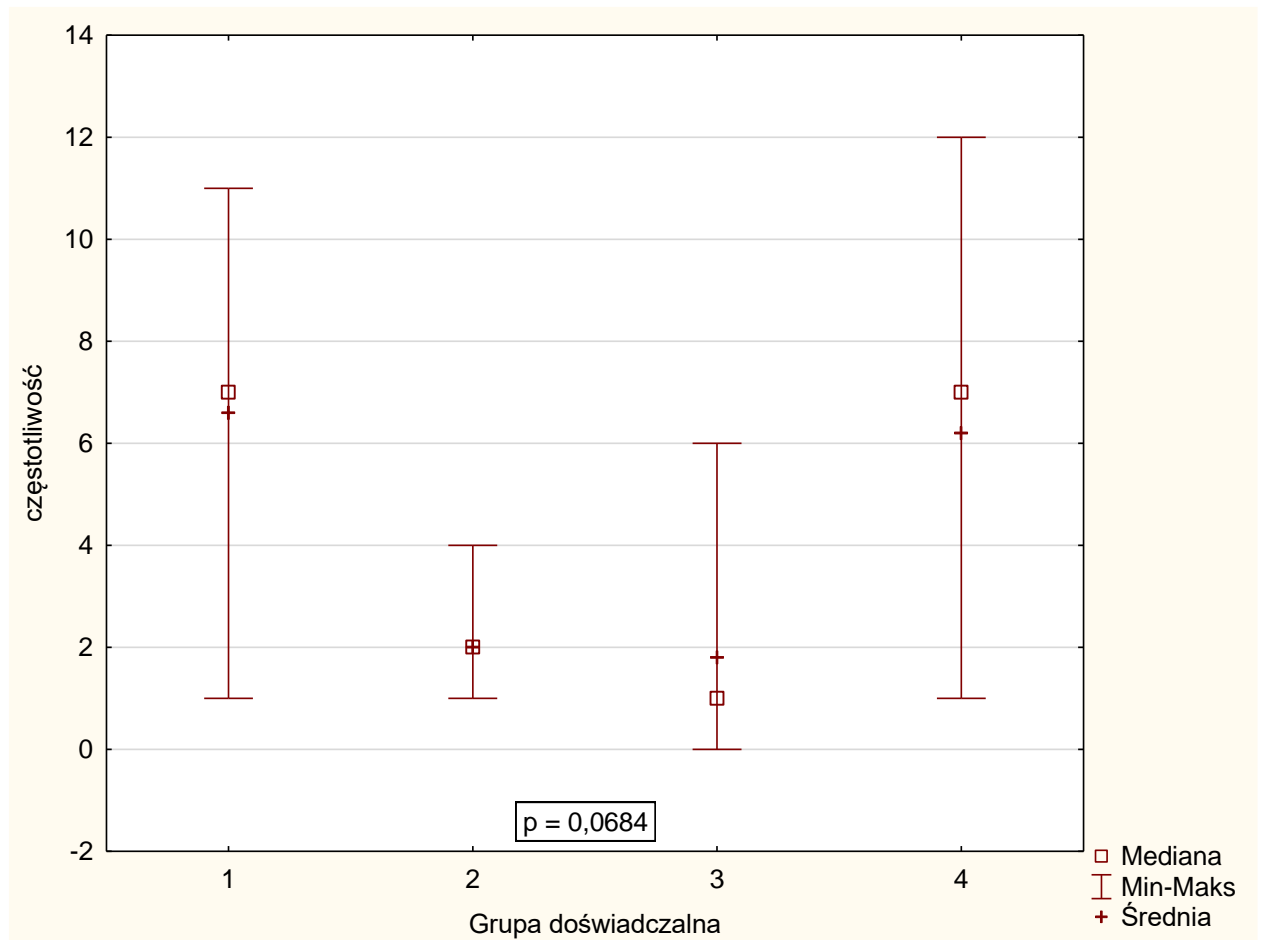
Wykres 15. Dobowy czas trwania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Najdłuższy dobowy czas pobierania paszy i wody przez świnie odnotowano dla grupy 3 (mieszanka z 40% zawartością żyta), 164,8 minut (wykres 16). Grupa 4 (mieszanka zawierająca 60% udział żyta) miała stwierdzony najkrótszy czas pobierania paszy i wody 117,4 minut. Natomiast średnie dla grup 1 (mieszanka kontrolna) i 2 wyniosły odpowiednio 145,1 i 124,5 minut. Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych.



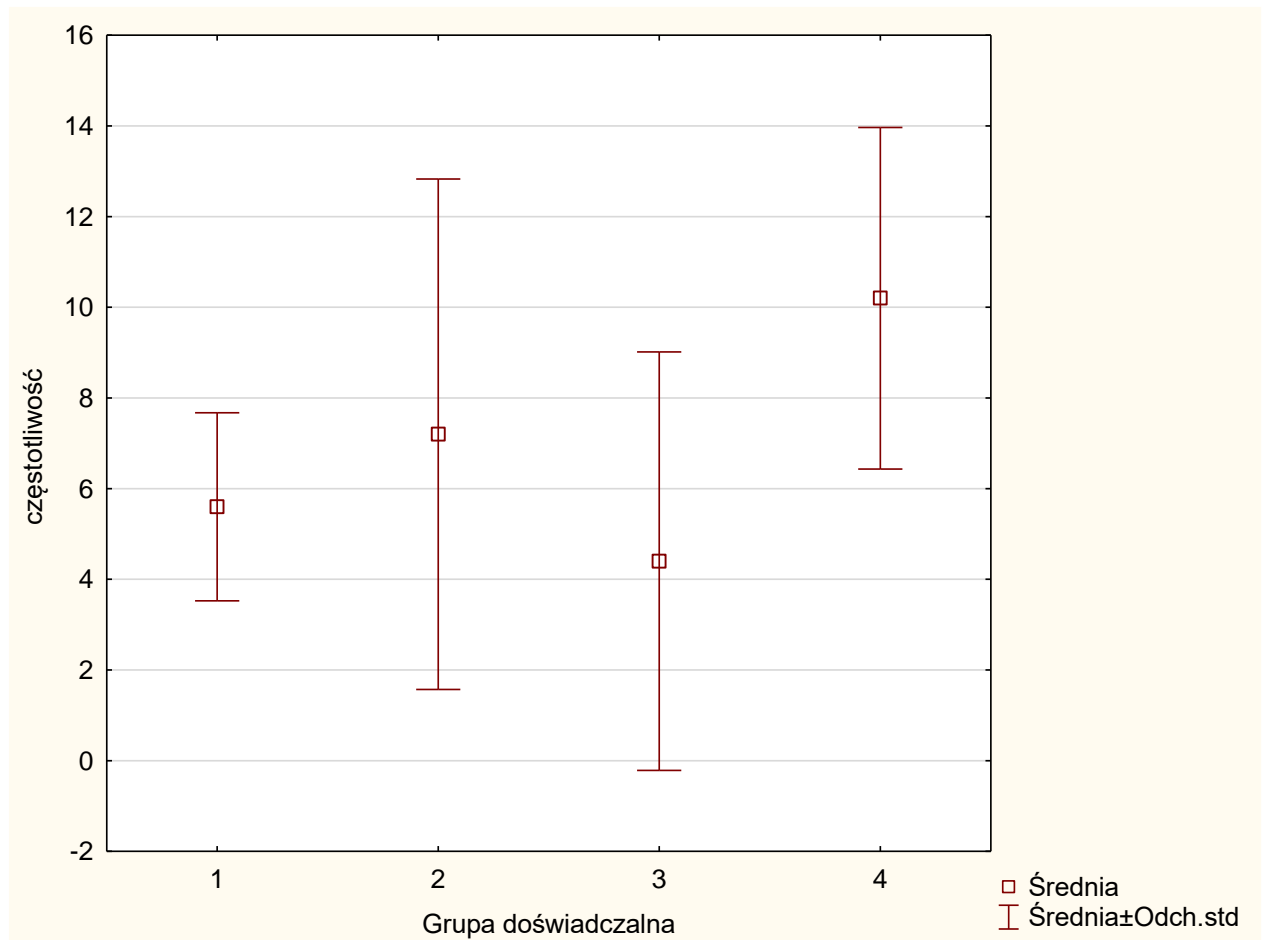
Wykres 16. Dobowy czas pobierania paszy i wody przez świnie w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

Największą częstotliwość występowania walk u świń odnotowano w grupie 1 (mieszanka kontrolna - 6,6 min.) (wykres 17). Grupy druga (mieszanka z 20% udziałem żyta hybrydowego) i trzecia (mieszanka o 40% zawartości żyta hybrydowego), charakteryzowały się trzykrotnie mniejszą częstotliwością omawianego zachowania (odpowiednio mediany: 2 i 1,8). Mediana krotności odnotowana w grupie 4 (mieszanka zawierająca 60% udział żyta hybrydowego) wyniosła 6,2.



Wykres 17. Dobowa częstotliwość występowania walk u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

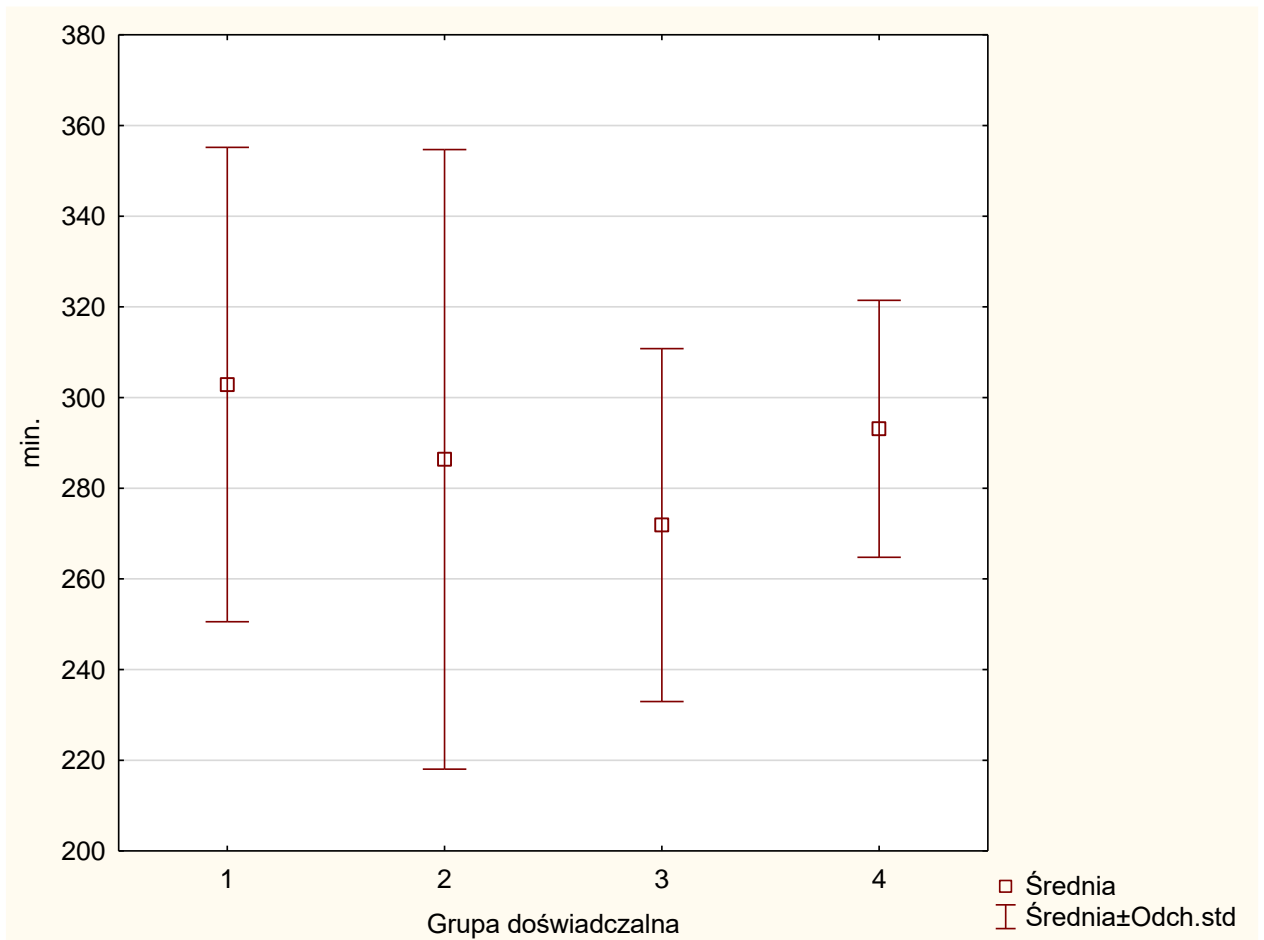
Średnia dobowa częstotliwość występowania zachowań nietypowych u świń w grupie 4 w omawianych pierwszych 5 dniach obserwacji (mieszanka zawierająca 60% żyta hybrydowego) była najwyższa 10,2 (wykres18). Niższą średnią krotność omawianego zachowania odnotowano w grupie 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta hybrydowego) - 7,2. Średnie dobowe częstotliwości występowania zachowań nietypowych dla grupy 1 (mieszanka kontrolna) i 3 (mieszanka zawierająca 40% żyta hybrydowego) były na zbliżonym poziomie i wynosiły odpowiednio 5,6 i 4,4. Różnic statystycznie istotnych nie stwierdzono.



Wykres 18. Dobowa częstotliwość występowania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 1-5)

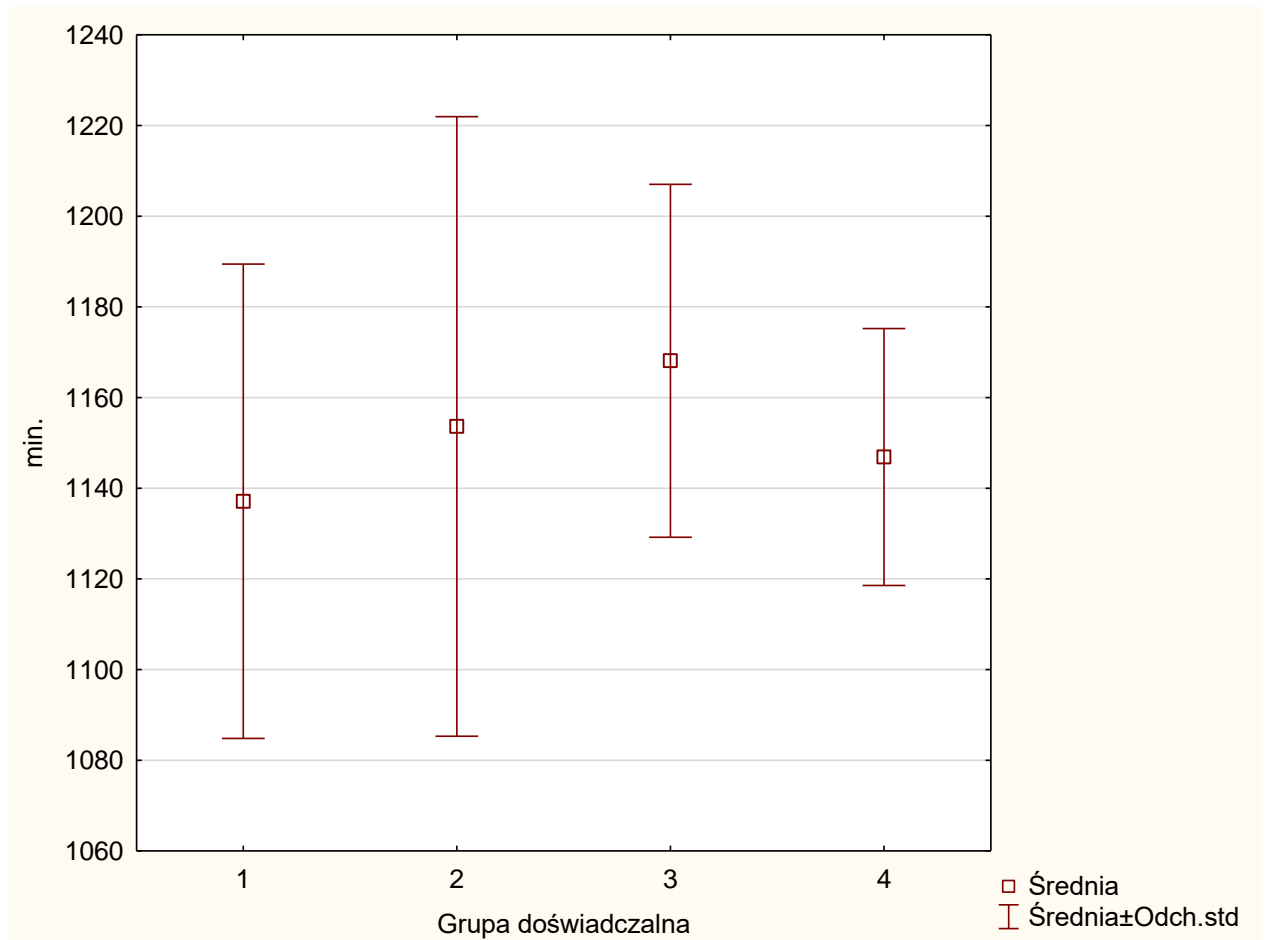
5.2.4. Wskaźniki behawioralne świń rosnących od 6 do 90 dnia tuczu

Najwyższą średnią dobową aktywność zwierząt w okresie od 6 do 90 dnia tuczu odnotowano w grupie 1 (mieszanka kontrolna) - 302,88 minut (wykres 19). Grupa 3 (mieszanka z udziałem 40% żyta hybrydowego) charakteryzowała się najkrótszym dobowym czasem aktywności świń, 271,88 minut. Natomiast dobowe czasy aktywności w grupach 4 (mieszanka z 60% udziałem żyta hybrydowego) i 2 (mieszanka o zawartości 20% żyta hybrydowego) wynosiły odpowiednio 293,13 i 286,37 minut. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami w odniesieniu do omawianej formy zachowania.



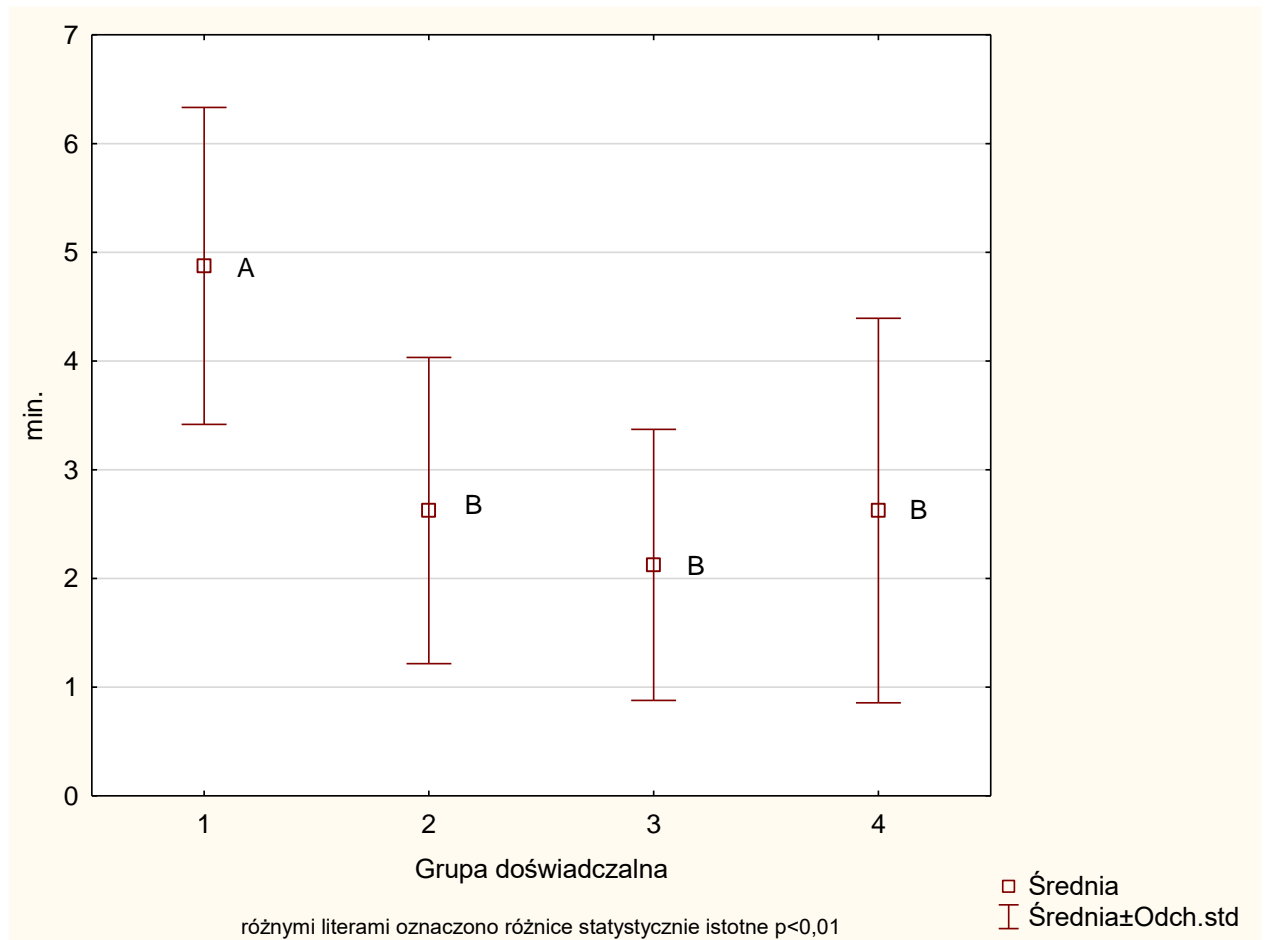
Wykres 19. Dobowy czas aktywności świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

W okresie od 6 do 90 dnia tuczu w grupie 3 (mieszanka zawierająca 40% żyta hybrydowego) stwierdzono najdłuższy czas odpoczynku świń, 1168,12 minut (wykres 20). W grupie 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta hybrydowego) średni dobowy czas odpoczynku zwierząt wynosił 1153,63 minut, natomiast dla grupy 4 (mieszanka z zawartością 60% żyta hybrydowego) odnotowano średnią 1146,88 minut. Najmniej czasu na odpoczynek poświęcały zwierzęta z grupy 1 (mieszanka kontrolna) - 1137,12 minut. Podczas tego okresu obserwacji nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między grupami doświadczalnymi (1-4).



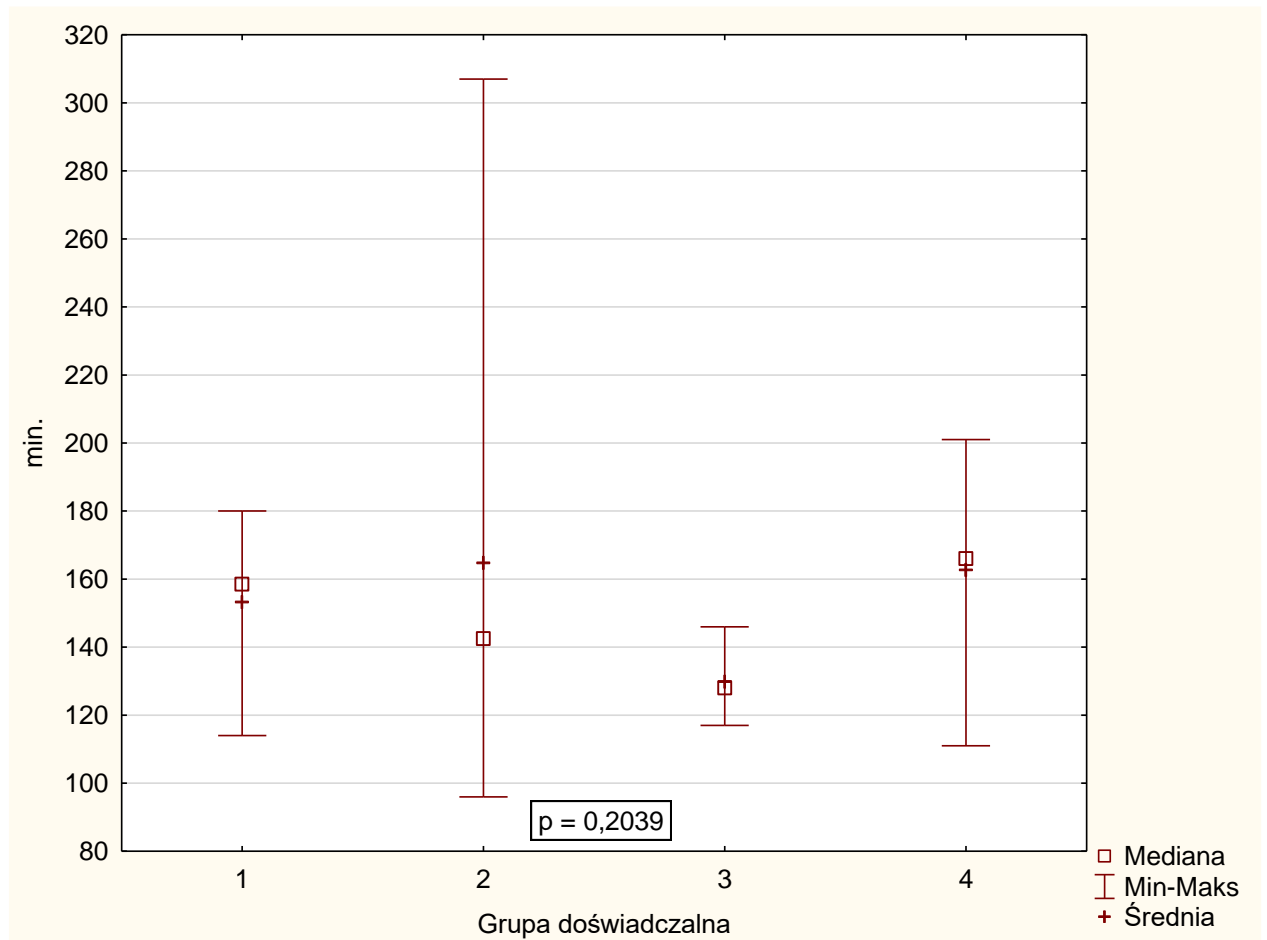
Wykres 20. Dobowy czas odpoczynku świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Najdłuższy dobowy średni czas trwania walk odnotowano w grupie 1 (mieszanka kontrolna), wynosił on 4,88 minut i różnił się statystycznie istotnie od pozostałych grup doświadczalnych ($p < 0,01$) (wykres 21). Dla grup 2 (mieszanka zawierająca 20% żyta hybridowego) i 4 (mieszanka z 60% udziałem żyta) odnotowana średnia czasu trwania walk była taka sama, 2,63 minut. Dobowy średni czas trwania walk w grupie 3 (mieszanka z 40% zawartością żyta hybridowego) wynosił 2,13 minut. Nie wykazano różnic między grupami 2, 3 i 4.



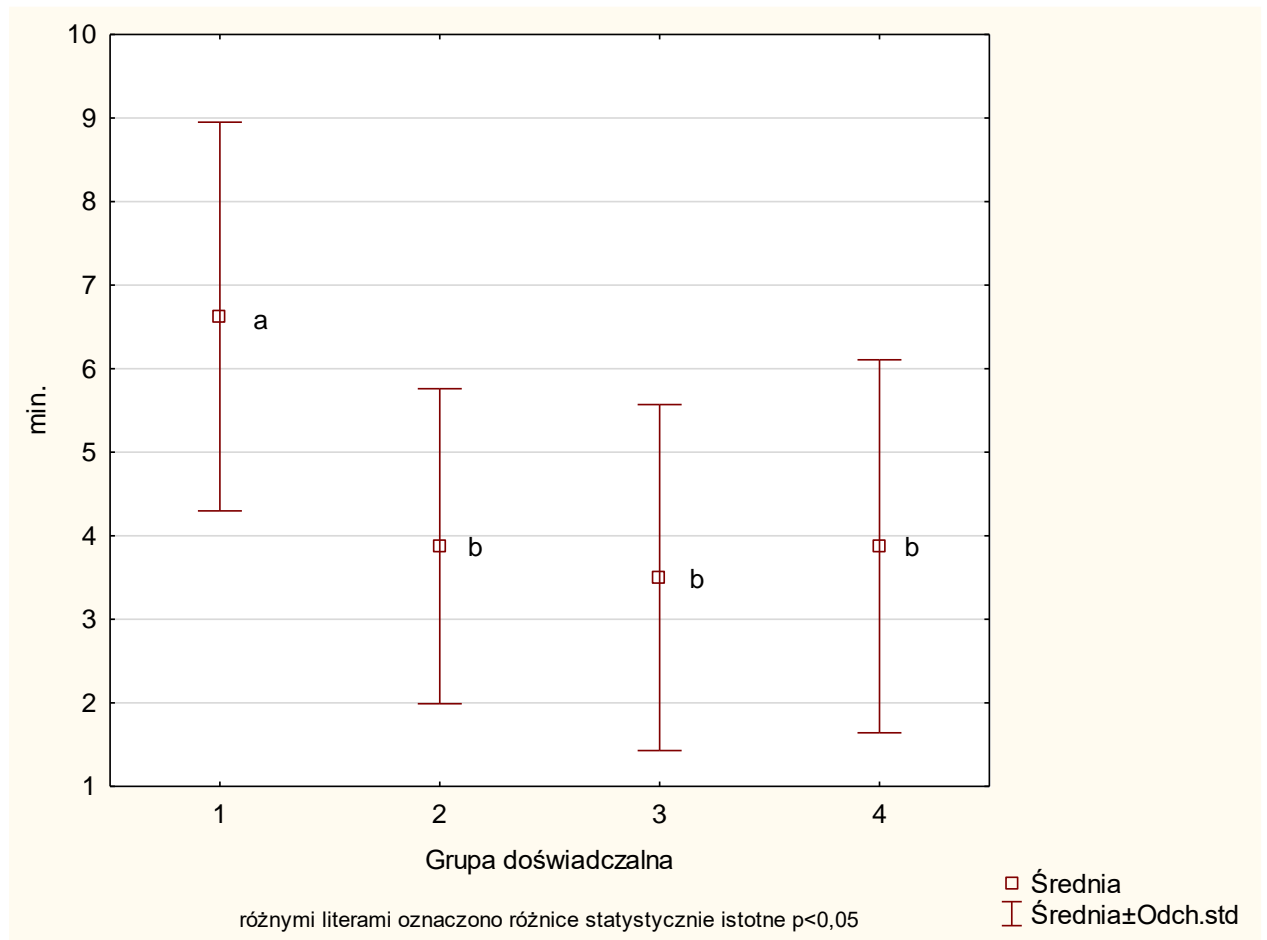
Wykres 21. Dobowy czas trwania walk świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Najdłuższym dobowym czasem przemieszania się zwierząt podczas dni 6 – 90 tuczu charakteryzowała się grupa 4 (mieszanka z udziałem 60% żyta hybrydowego), gdzie odnotowana mediana wynosiła 164 minuty (wykres 22). W grupie 1 (mieszanka kontrolna) stwierdzono zbliżony czas przemieszczania się zwierząt do w/w grupy, który wynosił 158,5 minut. Zaś najkrótszy dobowy czas przemieszczania się świń stwierdzono w grupie 3 (mieszanka z 40% zawartością żyta) - 128 min. W grupie 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta) mediana dla omawianego zachowania była równa 142,5. Między w/w grupami nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic.



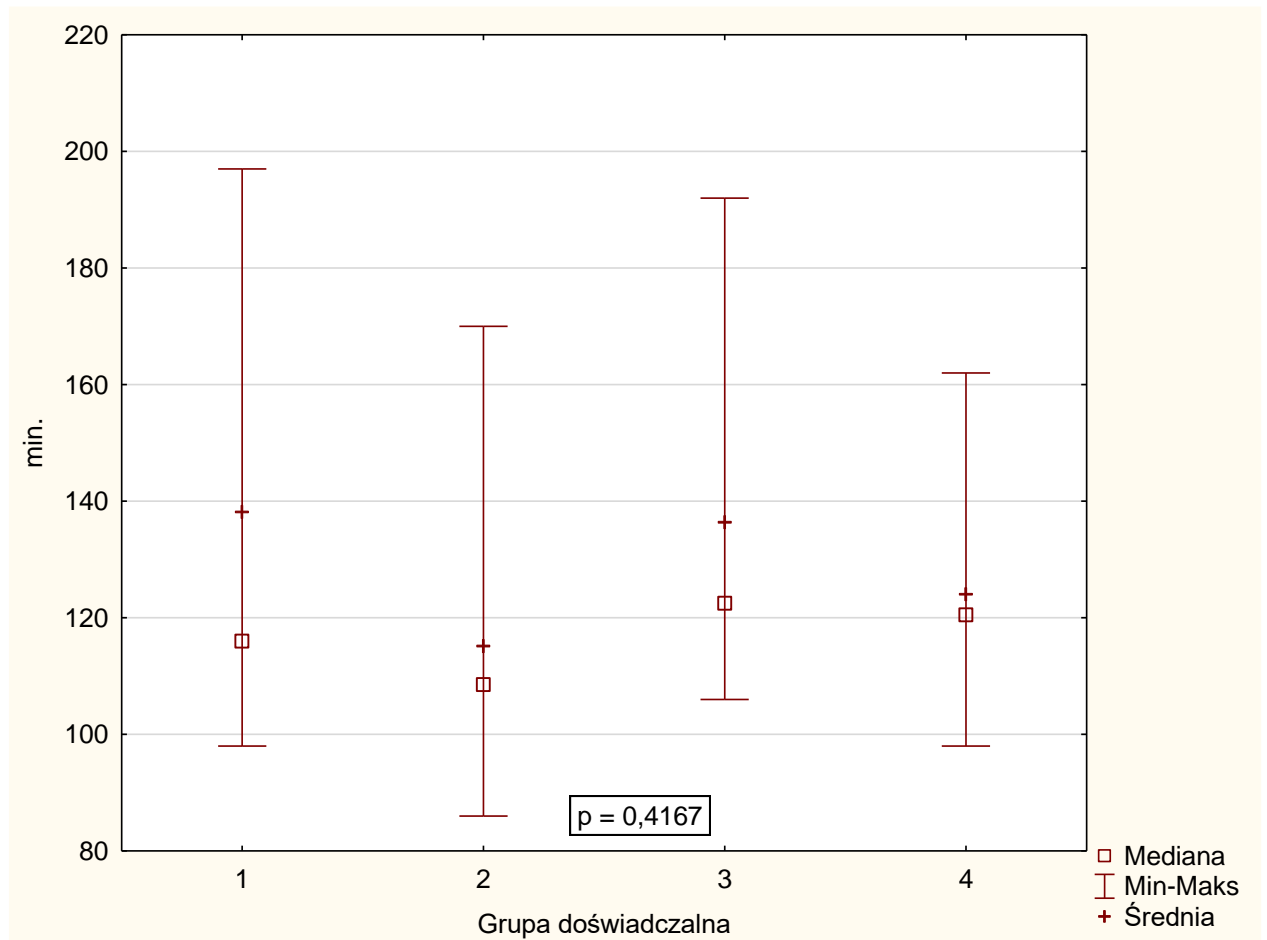
Wykres 22. Dobowy czas przemieszczania się świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Średni dobowy czas trwania zachowań nietypowych u świń był najdłuższy w grupie 1 (mieszanka kontrolna), wyniósł 6,63 minuty i różnił się istotnie statystycznie od pozostałych grup doświadczalnych ($p < 0,05$) (wykres 23). Odnotowany średni dobowy czas trwania zachowań nietypowych dla grupy 3 (mieszanka o zawartości 40% żyta hybrydowego), wyniósł 3,5 minuty. W grupie 4 (mieszanka z 60% udziałem żyta hybrydowego) i 2 (mieszanka zawierająca 20% żyta hybrydowego) średnie wynosiły 3,88 min. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między grupami 2, 3 i 4.



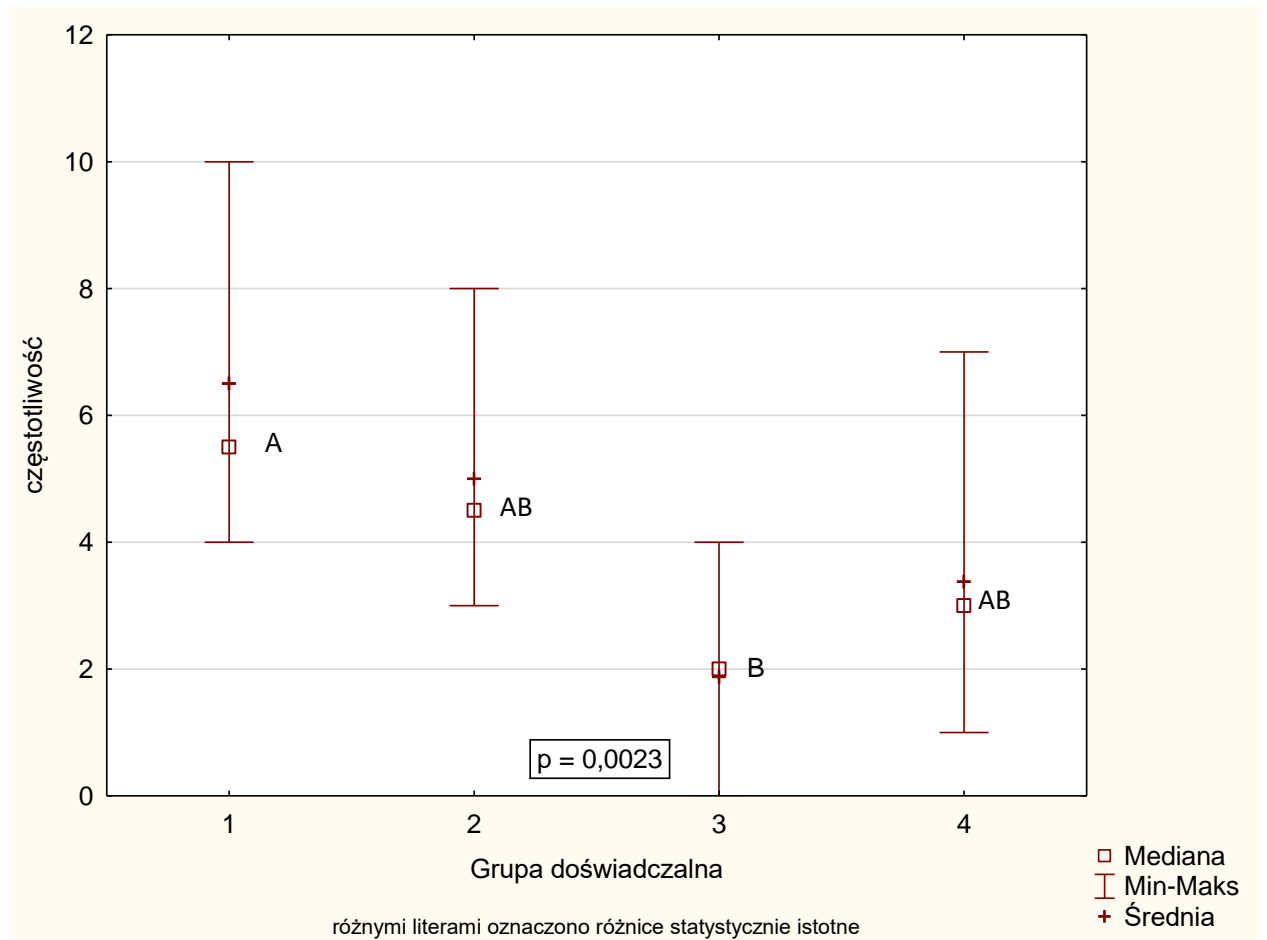
Wykres 23. Dobowy czas trwania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Najdłuższy dobowy czas pobierania paszy i wody przez świnię w omawianym okresie tuczu odnotowano w grupie 3 (mieszanka z 40% zawartością żyta) - 122,5 min. (wykres 24). W grupie 2 (mieszanka zawierająca 20% udział żyta) został stwierdzony najkrótszy czas pobierania paszy i wody 108,5 minut. Natomiast mediany dla grup 1 (mieszanka kontrolna) i 4 (mieszanka z 60% udziałem żyta hybridowego) wyniosły odpowiednio 116 i 120,5 minut. Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy grupami w odniesieniu do tego zachowania (1-4).



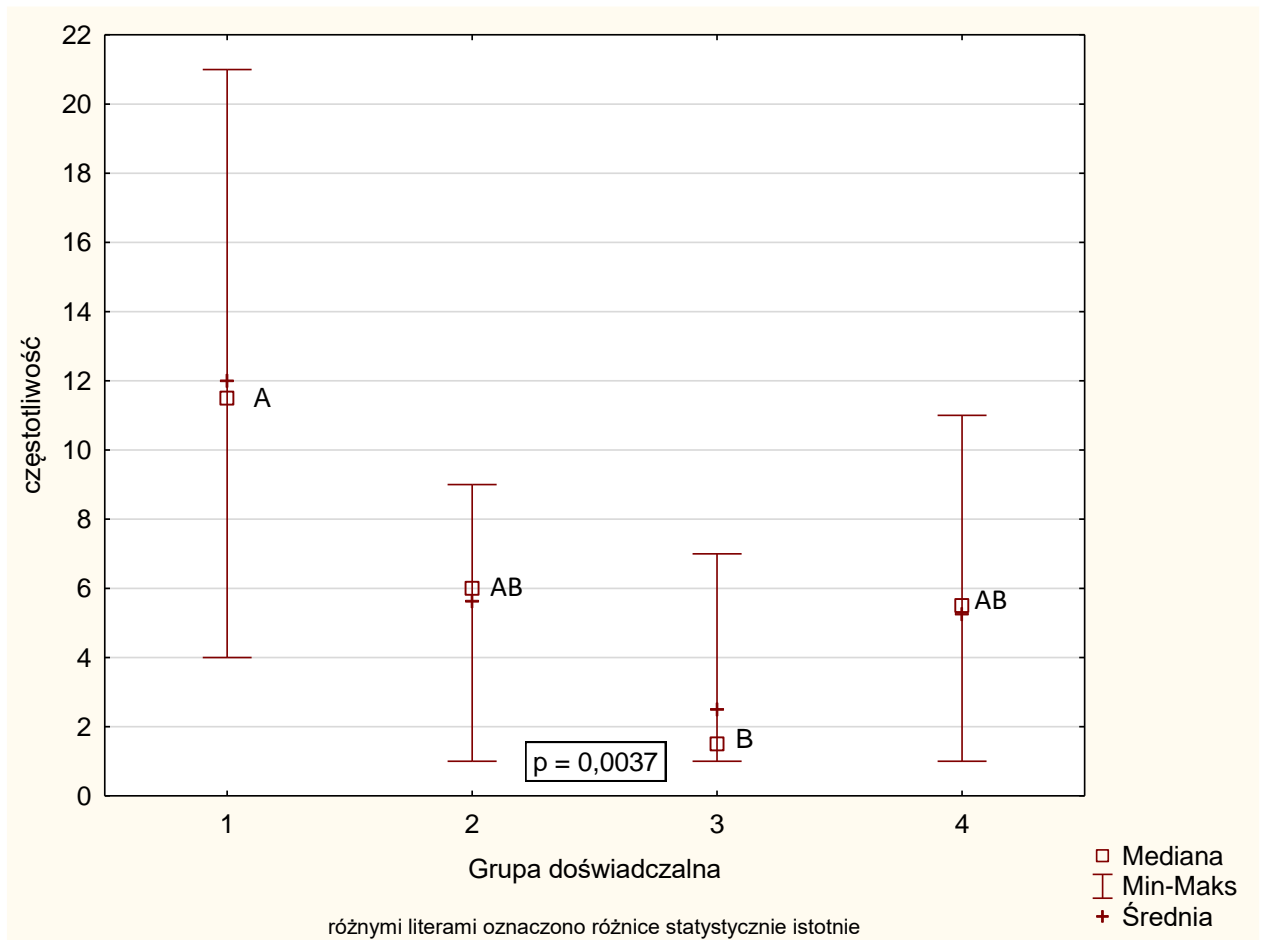
Wykres 24. Dobowy czas pobierania paszy i wody przez świny w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Najwyższą częstotliwość występowania walk u świń w omawianym czasie odnotowano w grupie 1 (mieszanka kontrolna) - 6,5 (wykres 25). Natomiast stwierdzona krotność walk w grupie 3 (mieszanka 40% zawartości żyta hybrydowego) była najmniejsza (1,9) i różniła się istotnie statystycznie z w/w grupą. W grupach 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta hybrydowego) i 4 (mieszanka zawierająca 60% udział żyta hybrydowego) dobową częstotliwość występowania walk u świń wynosiła odpowiednio 4,4 i 3,6.



Wykres 25. Dobowa częstotliwość występowania walk u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

Mediana dobowej częstotliwości występowania zachowań nietypowych u świń w grupie 1 (mieszanka kontrolna) była najwyższa, 11,5 (wykres 26) i różniła się statystycznie istotnie ($p=0,0037$) od odnotowanej w grupie 3 (1,5) (mieszanka zawierająca 40% żyta hybrydowego). Krotności omawianego zachowania w grupie 2 (mieszanka z 20% udziałem żyta hybrydowego) i 4 (mieszanka zawierająca 60% żyta hybrydowego), wyniosły odpowiednio 6 i 5,5.



Wykres 26. Dobowa częstotliwość występowania zachowań nietypowych u świń w poszczególnych grupach doświadczalnych (dni 6-90)

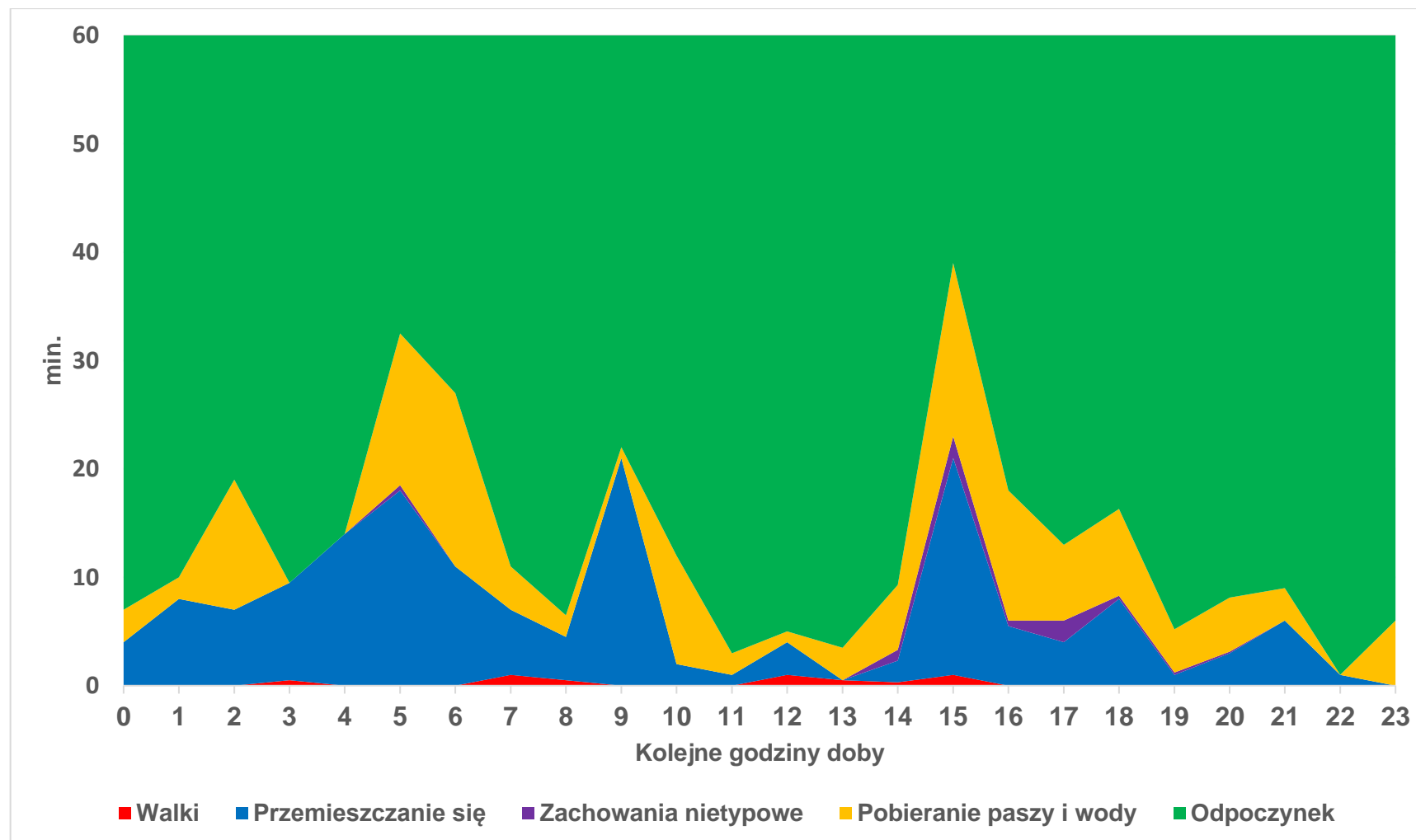
5.2.5. Analiza profili behawioralnych świń rosnących w 55 dniu tuczu

Zróżnicowanie żywienia doprowadziło do odmiennego ukształtowania dobowych profili zachowania w poszczególnych grupach (wykres 27 – 30). Świnie grupy 1 (żywione mieszanką kontrolną) wyraźnie zwiększały swoją aktywność w godzinach porannych (2.00-10.00) oraz popołudniowo-wieczornych (14.30-19.00). W godzinach 6.00-7.00 oraz 15.00-16.00 zaznaczony był wyraźnie szczyt aktywności związanej z pobieraniem paszy. Na uwagę zasługuje również podwyższona aktywność nocna 23.00 – 3.00 nad ranem, gdy niektóre zwierzęta także korzystały z automatów paszowych. Zachowania agresywne w tej grupie występowały w godzinach 2.30-3.30, 6.15-8.45 oraz 11.15-15.50. Największe nasilenie ekspresji zachowań nietypowych (głównie belly nosing oraz pojedynczych incydentów gryzienia uszu i ogonów) zanotowano podczas drugiego szczytu zachowań związanych z pobieraniem pokarmu.

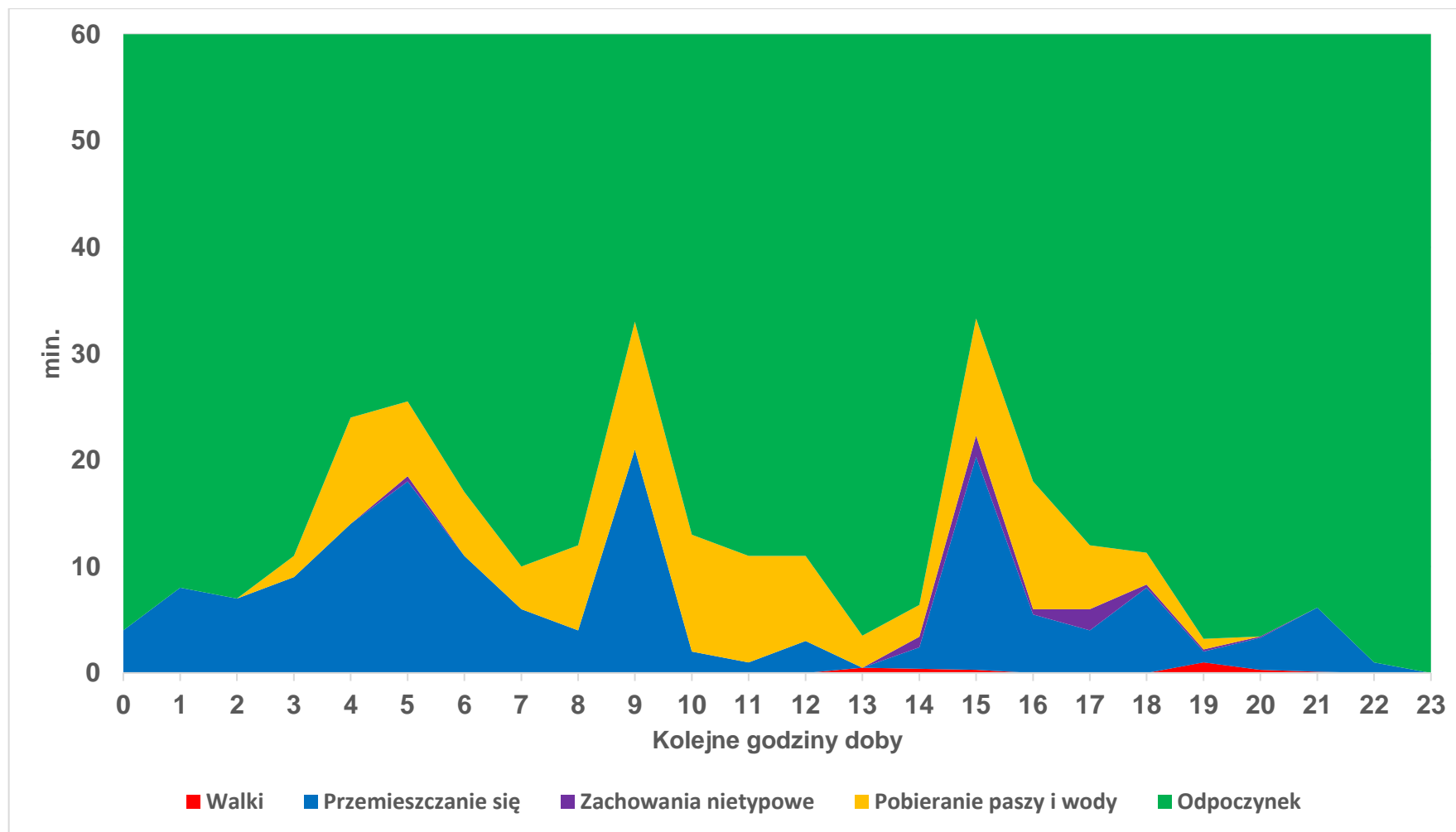
Podobny rozkład godzin występowania zachowań nietypowych zaobserwowano w grupie 2 (wykres 28). Świnie należące do tej grupy przejawiały zachowania agresywne wyłącznie w godzinach popołudniowo-wieczornych. Wyraźne szczyty aktywności motorycznej stwierdzono w trzech przedziałach czasowych: godz. 3.00-7.00; 8.00-9.00 oraz 14.00-16.00. Wtedy też odnotowano wysokie punkty aktywności związane z pobieraniem pokarmu.

W grupie 3 wyraźną aktywność świń zaobserwowano już w godzinach wczesno porannych od 2.00-6:30 oraz południowo-wieczornych od godziny 11.00- 13.00 i 15-18.00 (wykres 29). Aktywność związaną z pobieraniem paszy odnotowano w godzinach 3.30-7.00, a następnie 11.00-12:30 oraz 14.30-18.00. Podobnie, jak w grupie 1 zaobserwowano wzmożoną aktywność nocną świń w zakresie w/w zachowań (od godziny 22.00 do rana). Walki w tej grupie występowały w godzinach porannych i wieczornych. Natomiast największe nasilenie zachowań nietypowych zaobserwowano w porze popołudniowej i wieczornej.

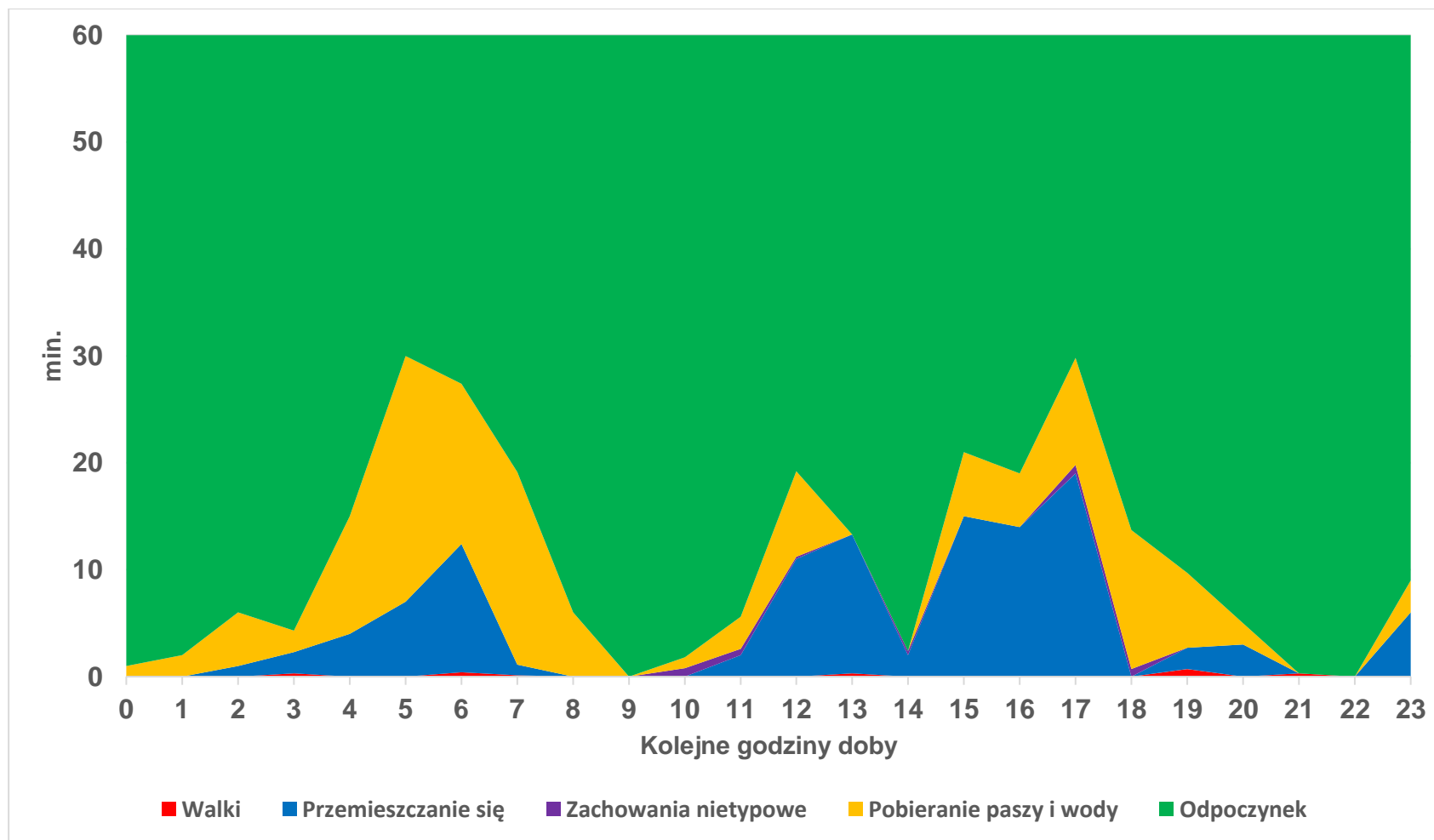
Świnie grupy 4 wykazywały aktywność całą dobę (wykres 30). Najwyższe punkty aktywności odnotowano dla godzin: 2.00, 8.00, 12.00 i 21.00. Wyraźny szczyt aktywności związany z pobieraniem paszy wystąpił w godzinach: 24.00-4.00, 5.00-7.30, 10.00-12.00 i 13.30-18.00. W godzinach przedpołudniowych (10.00-11.00) oraz popołudniowych (14.30-15:30) zaobserwowano występowanie walk u świń. Szczyt pojawienia się zachowań nietypowych w tej grupie odnotowano w godzinach 11.00-15.00.



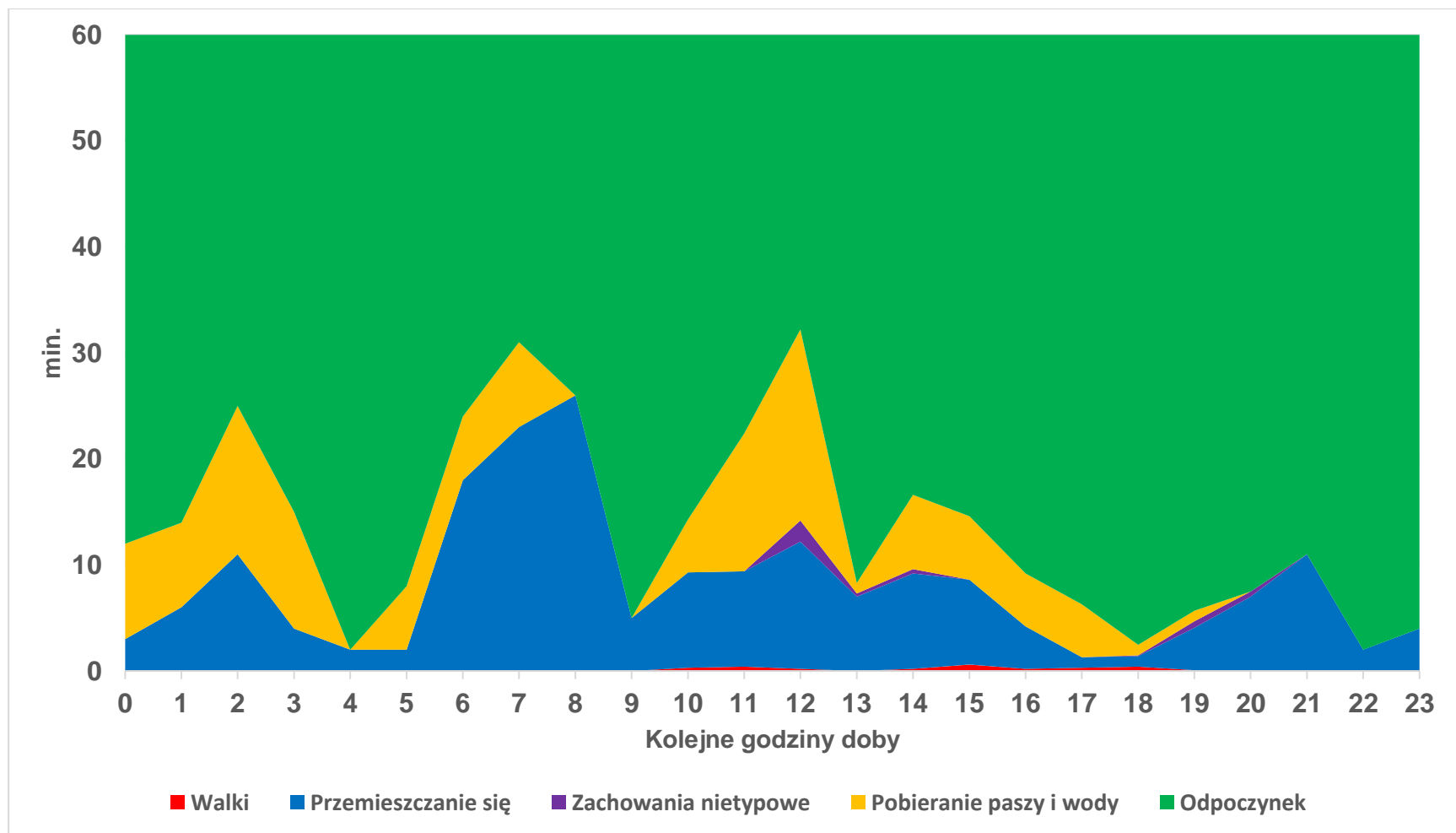
Wykres 27. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 1 (żywionych mieszanką kontrolną) w 55. dniu tuczu



Wykres 28. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 2 (żywionych mieszanką z 20% udziałem żyta hybridowego) w 55. dniu tuczu



Wykres 29. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 3 (żywionych mieszanką z 40% udziałem żyta hybridowego) w 55. dniu tuczu



Wykres 30. Profil dobowy zachowania świń rosnących w grupie 4 (żywionych mieszanką z 60% udziałem żyta hybridowego) w 55. dniu tuczu

5.2.6. Analiza parametrów produkcyjnych

Po zakończeniu tuczu doświadczalnego przeprowadzono analizę podstawowych wskaźników produkcyjnych osiągniętych przez świnię w poszczególnych grupach. Stwierdzono istotną różnicę ($p < 0,05$) całkowitego przyrostu masy ciała i średniego tempa wzrostu w czasie tuczu pomiędzy grupą kontrolną a grupą świń otrzymujących mieszankę z udziałem 60% żyta hybrydowego. Przy braku istotnych różnic w początkowej masie ciała i zastosowaniu identycznej długości tuczu skutkowało to istotnie wyższą ($p < 0,05$) końcową masą ciała świń grupy 4 w porównaniu do grupy 1. Grupy 2 i 3 zachowywały wartości pośrednie i nie różniły się istotnie pomiędzy sobą, ani od grupy 1 i 4 (tabela 24). Zaobserwowano liniową pozytywną zależność ilości pobieranej paszy do zawartości w niej żyta hybrydowego, co było przyczyną istotnej poprawy tempa wzrostu, ale też nieznacznego, statystycznie nieistotnego pogorszenia wskaźnika wykorzystania paszy (tabela 24).

Tabela 24. Wskaźniki produkcyjne świń w tuczu doświadczalnym w zadaniu badawczym 2

Parametr	mieszanka kontrolna	20% żyta hybrydowego	40% żyta hybrydowego	60% żyta hybrydowego
Początkowa m.c. [kg]	30,67 ± 2,02	29,83 ± 1,47	30,33 ± 2,27	29,92 ± 2,23
Całkowity przyrost m.c. (kg)	88,06a ± 11,24	92,20ab ± 12,91	94,27ab ± 7,12	95,32b ± 7,87
Średni dobowy przyrost m.c. [g]	978a ± 125	1024ab ± 143	1047ab ± 79	1059b ± 87
Całkowite pobranie paszy na grupę [kg]	2931	3077	3201	3268
Średnie całkowite pobranie paszy/szt [kg]	244,25	256,42	266,75	272,33
Średnie dobowe pobranie paszy [kg]	2,71	2,85	2,96	3,03
Końcowa m.c. [kg]	118,72a ± 10,84	122,03ab ± 13,43	124,61ab ± 7,95	125,24b ± 8,24
Średni FCR [kg/kg]	2,79	2,81	2,83	2,86

A,B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,01$)
a,b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

6. Dyskusja

Większość zwierząt ewoluowała w środowiskach, w których nieprzewidywalność dostępności i jakości pokarmu stanowiła wyzwanie powodujące konieczność wyboru spośród dostępnych, ale ograniczonych zasobów, w celu optymalizacji zaspokojenia potrzeb pokarmowych (Emmans, 1991). W takich środowiskach wybory dokonywane przez zwierzęta wydają się nie być przypadkowe, ale raczej ukierunkowane na osiągnięcie pewnego określonego poziomu spożycia składników odżywczych (Kyriazakis, 1994, 1997; Tolkamp i in. 1998). Zdolność zwierząt do rozwiązywania tego typu problemów żywieniowych wynika z ewolucji mechanizmów obejmujących liczne procesy fizjologiczne, przystosowania anatomiczne i funkcje behawioralne, które umożliwiają im efektywne wykorzystanie heterogenicznych źródeł pożywienia.

Przeprowadzone w zadaniu 1. niniejszej rozprawy badania, miały na celu wprowadzenie elementu heterogeniczności w żywieniu świń po to, aby ocenić możliwy zakres zachowania u nich elementów behawioru pokarmowego dzika związanych z wyborem pokarmu z heterogenicznych źródeł, w celu optymalizacji pokrycia swoich potrzeb. Zakładano, że wybór będzie dokonywany na podstawie rozpoznania smaku, kojarzonego z zasobnością paszy w kluczowe składniki pokarmowe oraz bezpieczeństwem jej pobrania. Dlatego pierwszym etapem badań było wykonanie jak najbardziej rozbudowanej analizy laboratoryjnej składu mieszanek paszowych, obejmującej ocenę zawartości substancji odżywczych oraz antyżywniowych, a także najpowszechniej występujących skażeń metabolitami grzybów pleśniowych, tzw. mikotoksynami. Istotnym zagadnieniem dla właściwej interpretacji uzyskanych wyników badań stało się pytanie o to, które potrzeby pokarmowe zwierząt są najważniejsze do zaspokojenia? Dokonują one pozornie prostych wyborów żywieniowych, takich jak „kiedy”, „co” i „ile” zjeść, jednak leżące u ich podstaw mechanizmy kontrolujące są bardzo złożone, a ich wpływ na wyniki żywieniowe bardzo istotny. Obecnie wiadomo, że czynniki leżące u podstaw tych decyzji żywieniowych są liczne, przy czym w zestawie decyzji biorą udział zarówno elementy metaboliczne (endogenne – związane z zapotrzebowaniem na składniki odżywcze), jak i środowiskowe (egzogenne – związane z zasobnością pokarmu w te składniki) (Toates, 1981; Weingarten, 1985; Booth, 1992). W środowisku naturalnym, zasobem ograniczonym w największym stopniu jest energia pokarmowa (Sunquist i Sunquist, 1989). Dlatego ewolucyjnie, smaki kojarzące się

z zasobnością pokarmu w energię stały się silnie preferowanymi, szczególnie u tych zwierząt, dla których energia stanowi warunek przetrwania. Dzikie, jako zwierzęta o wysokim poziomie ruchliwości i zdolności przemierzania dużych odległości, należą do grupy o bardzo wysokich potrzebach energetycznych. Jednocześnie, jako zwierzęta wszystkożerne, pobierają pokarm którego koncentracja nie jest tak wysoka, jak ma to miejsce u drapieżników (Altmann, 2009; Petrelli i in., 2022). Źródłem energii w tych pokarmach, z chemicznego punktu widzenia są głównie węglowodany, których wydajność energetyczna jest niższa od drugiej grupy substancji energetycznych jakimi są lipidy (Pettigrew i in., 1991; Lewis i Southern, 2000). Zdolność świń do trawienia tłuszczu jest ograniczona. Co prawda z wiekiem zwiększa się ona znacząco, dając też rosnącą możliwość wykorzystania szczególnie ciężko strawnych kwasów tłuszczowych nasyconych i długołańcuchowych, jednak nigdy, nawet u osobników o zakończonym rozwoju somatycznym, tłuszcze nie stanowią głównego źródła energii (Cera i in., 1989). Dlatego, pomimo dość znacznego zróżnicowania koncentracji lipidów pomiędzy poddanymi analizie mieszankami wydaje się, że ma ona niewielkie znaczenie dla preferencji świń wobec tych pasz.

Węglowodany stanowią ogromną i bardzo rozbudowaną grupę substancji chemicznych, które w przyrodzie występują w bardzo wielu surowcach, jednak zasobność źródeł i przyswajalność węglowodanów z nich pozyskiwanych jest bardzo zróżnicowana. Najpowszechniejszymi substancjami z tej grupy są węglowodany długołańcuchowe, z których znaczna część jest dla zwierząt monogastycznych trudno dostępna, z powodu niskiej strawności (Bakker i in., 1998). Należące tu frakcje błonnika pokarmowego obejmujące włókno surowe, NDF, ADF, ADL oraz NSP są głównym źródłem energii dla przeżuwaczy, natomiast dla dzików i świń stanowią substancje balastowe, pozwalające wypełnić przewód pokarmowy i zniwelować uczucie głodu fizycznego (Bach Knudsen, 1997; Wenk, 2001). Drugą ich funkcją jest wspomaganie perystaltyki jelit oraz oczyszczanie mechaniczne śluzówki przewodu pokarmowego, umożliwiające przyspieszenie jego regeneracji (Wenk, 2001; Jørgensen i in., 2007; Guillement i in., 2010). Trzecia funkcja związana jest z faktem, że są to substancje prekursorowe dla prebiotyków, stanowią zatem istotny czynnik wspomagania mikrobiomu jelitowego i tym samym poprawy statusu zdrowotnego przewodu pokarmowego, ale także całego organizmu dzięki silnemu działaniu immunostymulacyjnemu (Wenk, 2001; Gibson i in., 2010; Loisel i in., 2013; Grilli i in., 2016). Znaczenie błonnika pokarmowego jest zatem nie do przecenienia, jednak jako

źródło energii pokarmowej jest ono dla zwierząt monogastrycznych marginalne (Bindelle i in., 2008). Należy przy tym pamiętać, że zwiększona koncentracja tych substancji powoduje, że stają się one czynnikami antyżywniowymi, ograniczając strawność i przyswajalność pozostałych, istotnych substancji odżywczych (Bengtsson, 1992; Bakker i in., 1998). W zakresie frakcji błonnika pokarmowego odnotowano znaczące różnice pomiędzy mieszankami doświadczalnymi, szczególnie obejmujące ligninę oraz rozpuszczalne NSP i ekstrahowalne AX. W przypadku każdej z tych substancji zwiększone koncentracje odnotowano w mieszankach zawierających żyto, niezależnie od typu. Fakt, że granica do której substancje te mają charakter prozdrowotny, a powyżej której stają antyżywniowymi, nie została precyzyjnie ustalona powoduje utrudnienie interpretacji uzyskanych wyników analiz. Wydaje się jednak, że współczesne odmiany wszystkich gatunków zbóż charakteryzują się znacząco obniżoną koncentracją frakcji błonnika pokarmowego, w tym również polisacharydów nieskrobiowych i tym samym antyżywniowy efekt tych substancji wydaje się mocno ograniczony (Boros i in., 1993; Bach Knudsen i in., 2005; Bach Knudsen i Lærke, 2010).

Inny typ węglowodanów długołańcuchowych stanowi skrobia. Występuje ona w przyrodzie jako główny materiał zapasowy świata roślin, natomiast zwierzęta przystosowały się do korzystania z jego zasobności, wykorzystując przy tym relatywnie wysoki wskaźnik strawności i przyswajalności tej substancji oraz jej wartość energetyczną (Nilsson i in., 2000; Jondreville i in., 2001; Schwarz i in., 2015; Strang i in., 2016; McGhee i Stein, 2019). Co prawda skrobia występuje w różnych frakcjach i niektóre z nich, zwane frakcjami skrobi odpornej, są niestrawne dla zwierząt monogastrycznych, jednak w większości surowców paszowych stanowią one nieznaczny udział całkowitej wartości węglowodanów zapasowych (McGhee i Stein, 2019). Koncentracja skrobi wykazywała znaczące zróżnicowanie pomiędzy mieszankami doświadczalnymi (od 47% do 64%), przy czym najwyższe wartości dotyczyły pasz kontrolnych oraz zawierających kukurydzę i zwiększony udział pszenicy lub pszenżyta. W paszach zawierających żyto zwykle skrobia stanowiła udział nieco zmniejszony. W zakresie skrobi odpornej największe wartości odnotowano w mieszankach zawierających kukurydzę, co potwierdza wyniki analiz innych autorów (Englyst i in., 1992; Faisant, 1995; Buksa, 2018). Silne zróżnicowanie frakcji skrobi w ziarnie kukurydzy z najwyższym udziałem skrobi odpornej spowodowało, że zboże to jest uznawane za optymalne źródło energii w żywieniu przeżuwaczy, jednak w przypadku zwierząt monogastrycznych ma charakter suboptymalny (Choct, 2015). Węglowodany

długołańcuchowe charakteryzują się bardzo niską intensywnością smaku, dlatego ich znaczenie dla preferencji świń i dzików wobec surowców paszowych jest ograniczone, choć może mieć pewien negatywny wpływ jeśli występują w nadmiarze. W tym zakresie istotna jest zawartość polisacharydów nieskrobiowych, ze szczególnym uwzględnieniem ekstrahowalnych arabinoksylianów, które mają wysoką zdolność wchłaniania wody, pęcznienia i wywoływania uczucia fałszywej sytości, co w dłuższym czasie może prowadzić do ograniczenia pobrania paszy (Jurgens i in., 2012; Choct, 2015).

Z punktu widzenia smakowitości pokarmu największe znaczenie wydaje się mieć zawartość substancji o intensywnym smaku najbardziej preferowanym (słodkim) i najbardziej unikany (gorzkim), nawet jeśli globalna koncentracja tych substancji nie jest duża w porównaniu do charakteryzujących się niską intensywnością smaku węglowodanów długołańcuchowych. Smak słodki przypisany jest do rozpuszczalnych w wodzie cukrów prostych, obejmujących dużą grupę mono i disacharydów. Cukry proste, podobnie jak skrobia, mogą występować w postaci frakcji oligosacharydów nierozpuszczalnych, ale ich znaczenie wydaje się ograniczone. Najwyższą zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie odnotowano w paszach zawierających żyto, przy czym znaczącą przewagę w tym zakresie wykazywały mieszanki z żytem hybrydowym.

Substancje gorzkie pochodzenia endogenne, to głównie polifenole i taniny. Obydwie grupy substancji stanowią istotne czynniki prozdrowotne (Crozier i in., 2006; Kawabata i in., 2019; Mahfuz i in., 2021). Fenole uzupełniają kompleks antyoksydacyjny wspomagając witaminy z grupy C i E w oczyszczaniu organizmu z wolnych rodników, będących efektem ubocznym przemian energetycznych w cyklu Krebsa (Silva-Guillen i in., 2020, Bešlo i in., 2023). Taniny z kolei stanowią substancje o silnym działaniu ochronnym dla śluzówki jelita i stabilizującym jego funkcję, co w ostatnich latach spowodowało ogromne zainteresowanie nimi jako potencjalną alternatywą dla medycznego tlenku cynku w żywieniu prosiąt w okresie okołoodsadzeniowym (Biagia i in., 2010; Brus i in., 2013; Huang i in., 2018). Pomimo tak wyraźnego pozytywnego znaczenia prozdrowotnego, silny gorzki smak fenoli, a szczególnie tanin przyczynia się do pogorszenia smaku pasz o podwyższonej koncentracji tych substancji. Stosowane jako zdrowotne dodatki paszowe są w związku z tym zabezpieczane poprzez otoczkowanie, którego celem jest zablokowanie dostępności gorzkich cząsteczek dla kubków smakowych i ich uwolnienie dopiero w świetle jelit (Lee i in., 2010; Wang i in., 2020). Naturalnie występujące polifenole i taniny nie są zabezpieczone w ten sposób i dlatego podwyższona ich koncentracja może znacząco pogarszać smak paszy. O ile

zróznicowanie koncentracji polifenoli pomiędzy paszami doświadczalnymi nie było duże, o tyle w przypadku tanin przekraczało nawet wartość średniej różnicy 100%. Szczególnie wysoką zawartość notowano w paszach zawierających kukurydzę i wysoki udział jęczmienia oraz pszenżyta, co może w dużej mierze tłumaczyć obniżone zainteresowanie świń tymi właśnie mieszankami.

Złożoność zachowań żywieniowych sprawia, że odpowiednie relacje czynników endogennych i egzogennych są warunkiem wstępnym poszukiwania, badania, wyboru i spożycia pokarmu. Wiele czynników stosowanych obecnie w analizach behawioru pokarmowego koncentruje się na zmiennych interwencyjnych, takich jak motywacja żywieniowa (Lawrence i in. 1993), sprzężenie zwrotne (McFarland, 1971) i uczenie się (Provenza i Cincotta, 1993), ponieważ pomagają one wyjaśnić względne interakcje między wieloma endogennymi i egzogennymi czynnikami, które determinują wybór pokarmu i jego pobranie (Day i in. 1997). Jednak świadomość wyboru, pomiędzy dwoma lub więcej pokarmami o różnej charakterystyce wymaga posiadania „wiedzy” na temat ich właściwości w bardzo różnym zakresie. Przede wszystkim podstawowe zmysły pozwalają na wstępną selekcję, poprzez rozpoznanie w środowisku elementów zdatnych i niezdatnych do spożycia (Birch, 1998, 1999; Galef, 1996a; Rozin i Vollmecke, 1986). Ten wstępny wybór angażuje najpierw zmysł węchu, który pozwala zwierzęciu wykryć potencjalne źródło pokarmu z dużej odległości i dokonać jego wstępnej klasyfikacji, a następnie odszukać (Adamczyk i in., 2015; Liu i in., 2022). Po jego odnalezieniu, istotnego znaczenia w drugim etapie oceny przydatności nabiera zmysł wzroku, który poprzez analizę barw pozwala unikać źródeł pokarmu charakteryzujących się kolorami „ostrzegawczymi” (Adamczyk i in., 2015). W ostatnim etapie angażowany jest zmysł smaku, który pozwala oceniać przydatność pokarmową już na etapie pobierania pokarmu i prowadzi do kontynuowania spożycia lub jego zaniechania (Galef, 1996a; Provenza i Balph, 1987; Rozin, 1976; Visalberghi i in., 2003). O ile kwestie zmysłowego postrzegania potencjalnie jadalnych elementów środowiska i kolejność angażowania zmysłów w rozpoznawanie pokarmów wydają się jasne, o tyle otwartym pozostaje pytanie skąd zwierzęta czerpią „wiedzę” pozwalającą połączyć postrzeganie zmysłowe z ostateczną decyzją. Odpowiedź na to pytanie jest trudna, z powodu ogromnego rozbudowania czynników determinujących nabywanie, utrwalanie i modyfikowanie „wiedzy” zwierzęcia o otaczającym je środowisku, w tym o źródłach pokarmu. Wydaje się, że każde zwierzę rodzi się ze swego rodzaju „pakietem startowym wiedzy” (zachowaniami wrodzonymi), który pozwala mu poszukać optymalnego źródła pokarmu

jakim gruczoł mlekowy matki (Manning, 1976; Valsecchi, 1993). Pierwsze pobrane porcje siary, a później mleka, determinują wrażliwość smakową młodego zwierzęcia i powodują chęć poszukiwania w otoczeniu podobnych smaków w czasie, kiedy ilość mleka staje się niewystarczająca. W tym czasie uruchamia się drugi mechanizm uczenia oparty o relacje z matką, która staje się pierwszą przewodniczką wskazującą jadalne obiekty w środowisku (Thorhallsdottir i in., 1987; Mizra i Provenza, 1990, 1992). Trzeci etap to rozwój relacji socjalnych, w ramach których młody osobnik zostaje włączony do stada i zaczyna się uczyć także od pozostałych jego członków (Provenza i Burritt, 1991; Biquand i Biquand-Guyot, 1992; Galef, 1996b; Ralphs, 1997). Ten etap uczenia społecznego jest bardzo istotny dla młodych osobników, ponieważ pozwala im uniknąć zagrożeń związanych z pobraniem pokarmu toksycznego, ale nie zamyka puli wiedzy niezbędnej do pozyskania w celu optymalizacji żywienia w życiu dorosłym. Uczenie się społeczne nie może np. w pełni wyjaśnić, w jaki sposób zwierzęta dobierają pokarm, ponieważ wymagania żywieniowe młodych są zupełnie inne niż wymagania ich matek lub bardziej doświadczonych rówieśników, a zatem dobór pokarmów też powinien być inny. Ponadto same paradygmaty uczenia się nie wyjaśniają w jaki sposób nowe produkty żywnościowe są włączane lub wyłączane z diety danego osobnika, podczas gdy zwierzęta wyraźnie uczą się również, co jeść w nieznanym środowisku, w którym nie ma doświadczonych osobników tego samego gatunku (Hogan, 1973 a, b). Dlatego uważa się, że uczenie społeczne stanowi jedynie wkład będący przygotowaniem do identyfikacji pokarmów poprzez zachowanie eksploracyjne, które nabierają kluczowego znaczenia w późniejszym okresie (Thorhallsdottir i in., 1987; Provenza i Cincotta, 1993). To oznacza, że zwierzęta mogą aktywnie wchodzić w interakcje z pokarmami obecnymi w ich środowisku, również takimi, których nie nauczyły się rozpoznawać w procesie uczenia społecznego, aby poznać ich właściwości odżywcze i tym samym poszerzać wachlarz możliwych do spożycia surowców. Kluczową dla zaistnienia takiej interakcji jest motywacja zwierzęcia do aktywnego identyfikowania i pobierania próbek dostępnych pokarmów w celu oceny, czy są one odżywcze, korzystne lub szkodliwe (Roger i Blundell, 1991; Rose i Kyriazakis, 1991). Uczenie się poprzez zachowania eksploracyjne zachodzi na dwóch poziomach. Po pierwsze zwierzę rozpoznaje smak i klasyfikuje pokarm na tej podstawie, korzystając z posiadanej „wiedzy”, która pozwala na dokonanie porównań z innymi, znanymi pokarmami. Drugi poziom to rozpoznanie długoterminowych efektów pobrania określonego pokarmu. Zwierzęta bardzo szybko uczą się kojarzyć właściwości sensoryczne pokarmu z jego efektami potrawiennymi

i zapamiętują je, jako korzystne lub niekorzystne (Green i in., 1984; Ralphs, 1997). Istnienie motywacji do zachowań eksploracyjnych jest warunkiem przetrwania w środowisku o ograniczonych zasobach mocno heterogenicznego pokarmu, czyli w większości obszarów środowiska naturalnego w którym bytują zwierzęta wolnożyjące, które dzięki nim są w stanie wybierać pokarmy z pozytywnymi potrawiennymi konsekwencjami i unikać tych, które im szkodzą (Revusky i Bedarf, 1967; Kalat, 1974; Booth, 1985; Provenza i Cincotta, 1993).

Powstaje jednak pytanie czy podobne mechanizmy zachodzą w środowisku o nieograniczonych zasobach pokarmowych, przy mocno ograniczonym ich urozmaiceniu, czyli w warunkach produkcyjnych. Co prawda interakcje pomiędzy matką, a jej młodymi są zachowane, podobnie jak relacje socjalne stada w grupowym systemie utrzymania, jednak zakres możliwego uczenia się społecznego w odniesieniu do rozpoznawalności pokarmów jest uniemożliwiony poprzez brak wyboru. Jednocześnie potrzeby pokarmowe zwierząt są zaspokajane na zoptymalizowanym poziomie bez konieczności wykazywania zachowań eksploracyjnych w celu poszukiwania i dobierania pokarmu. Mogłoby się wydawać, że w takich warunkach mechanizmy determinujące zdolność wykorzystania zmysłów do rozpoznawania użyteczności pokarmu, a także zapamiętywania doznań zostają ograniczone i zaczynają zanikać. Jednakże badania wskazują, że pomimo uboższego środowiska, potrzeba eksploracji otoczenia jest u świń domowych silnie rozwinięta, a zachowania pokarmowe mogą przypominać behavior dzika, jeżeli świnię mają możliwość wyboru spośród różnych pasz (Adamczyk i in., 2015). W optymalizacji żywienia świń kluczową rolę odgrywają źródła energii, zawierające wysoką koncentrację węglowodanów, czyli zboża. Stanowią one od 70 do nawet 85% udziału w mieszance pełnoporcjowej, tym samym determinując nie tylko skład chemiczny i wartość odżywczą, ale także smakowitość (Meyer i in., 2012). Co prawda istnieje możliwość poprawy smakowitości pasz poprzez zastosowanie syntetycznych lub naturalnych dodatków zapachowych i smakowych, jednak koszt takiego postępowania ogranicza zastosowanie do tzw. superprearterów, czyli pasz do treningu enzymatycznego oraz prearterów na okres odsadzeniowy, kiedy pobranie paszy jest niewielkie, a jego stymulowanie stanowi warunek sukcesu w zakresie produktywności i zdrowia zwierząt. W późniejszym okresie z dodatków tych rezygnuje się w celu ograniczenia kosztów, a główną rolę determinowania smaku paszy przejmują słodkie i gorzkie substancje zawarte w surowcach podstawowych (Jacela i in., 2010; Zeng i in., 2015).

Przez wiele lat uważano, że najważniejszą cechą dobrej paszy dla świń jest właściwy bilans białkowo-energetyczny. Z tego powodu optymalizując receptury mieszanek doświadczalnych zwracano uwagę, aby przy zróżnicowanym składzie surowcowym były one, jak najbardziej zbliżone pod względem zawartości białka i energii. Analizy laboratoryjne potwierdziły, że w większości przypadków udało się ten efekt uzyskać. W ostatnich latach wykazano jednak, że ważniejsza od zawartości białka w paszy jest jego wartość biologiczna określana profilem aminokwasów egzogennych, szczególnie najbardziej limitujących, czyli lizyny, metioniny, argininy i treoniny (Grela i in., 2014). Podobna zmiana postrzegania dokonuje się w zakresie energii paszowej, gdzie już nie tylko ilość energii, ale jakość jej źródeł surowcowych i chemicznych podlega ocenie (Patience i in., 2015; Patience, 2018). Odchodząc od oceny ilościowej na rzecz jakościowej stwierdzono, że wzrost urozmaicenia składu surowcowego mieszanek wywiera pozytywny wpływ na ich wartość odżywczą. Wprowadzenie trzeciego surowca zbożowego niemal zawsze powodowało znaczącą poprawę wskaźników produkcyjnych zwierząt, nawet jeśli dodany surowiec w powszechnej opinii uchodził za gorszy od dwóch standardowych, za które uważa się pszenicę i jęczmień (Wolter i in., 2003; Mahan i in., 2004; Schwarz i in., 2015, 2016;). Podobny efekt notowano urozmaicając źródła białka, poprzez zmniejszenie udziału standardu jakim jest poekstrakcyjna śruta sojowa na rzecz pozornie gorszych surowców jakimi są śruta rzepakowa, nasiona roślin strączkowych, czy DDGS (Schwarz i in., 2021, Zaworska-Zakrzewska i in., 2020, Świątkiewicz i in., 2018). Jednakże dodanie niektórych surowców mogło powodować czasowe pogorszenie pobrania paszy, świadczące o gorszym smaku mieszanek. W Polsce taka opinia pojawiała się czasem w odniesieniu do żyta stosowanego w mieszankach pełnoporcjowych suchych zadawanych *ad libitum*, jednak w wielu przypadkach nie była potwierdzana. Powstało pytanie skąd taka rozbieżność informacji i dlaczego żyto bywa chętnie przez świnię pobierane, a czasami staje się przyczyną ograniczenia pobrania paszy. Analiza rynków zbożowych Unii Europejskiej wskazuje na występowanie dwóch typów żyta, tj. populacyjnego, którego odmiany mają charakter konserwatywny i wykazują powolny progres genetyczny w programie hodowlanym oraz hybrydowego, gdzie wykorzystując efekt heterozji poprzez odpowiedni dobór odmian do krzyżowania można uzyskać szybki, ale nietrwały postęp genetyczny na okres jednego do dwóch pokoleń (Jurgens i in., 2012). Główną różnicą tych dwóch typów jest wydajność plonowania, gdzie znaczącą przewagę wykazują odmiany hybrydowe, pod warunkiem regularnej wymiany materiału siewnego. Żyto jest rośliną obcopylną i wysiewane wielokrotnie bez wymiany

materiału szybko się wyradza. Pierwszym widocznym efektem jest obniżenie plonowania, ale wnikliwa analiza pokazuje też pewne zmiany składu jakościowego ziarna, które stają się coraz bardziej widoczne im dłużej wysiewany jest materiał niekwalifikowany (Bujak i Dopierała, 2007). Ograniczenie wymiany materiału siewnego powoduje pojawienie się na rynku trzeciego typu żyta, nazywanego NN, które nie stanowi żadnej rejestrowej odmiany i jest materiałem skrajnie niestabilnym pod względem potencjału plonowania oraz składu chemicznego ziarna. Tym samym nieprzewidywalne stają się efekty zastosowania takiego ziarna jako surowca paszowego. Prowadzone od lat badania przydatności paszowej żyta, szczególnie intensywne w Niemczech, Kanadzie, Danii, USA i Hiszpanii, zwykle obejmują swoim zasięgiem odmiany populacyjne lub hybrydowe, ponieważ dyscyplina farmerów związana ze ścisłym przestrzeganiem Kodeksu Dobrych Praktyk Rolniczych, wyklucza wysiew materiału niekwalifikowanego. Z tego powodu wyniki badań prowadzonych w tych krajach są jednoznaczne, podobnie jak postrzeganie żyta jako surowca paszowego (Thacker i in., 1999; Meyer i in., 2012; Hooper i in., 2002). W Polsce sytuacja jest znacząco różna, ponieważ szacunki wartości zakupu materiału siewnego żyta w stosunku do arealu upraw tego zboża wskazują, że materiał kwalifikowany stanowi tylko około 10-12% (Majchrzycki, 2015). Tym samym wartość paszowa dostępnego na rynku ziarna jest nieprzewidywalna. Biorąc pod uwagę powyższe, planując założenia metodyczne doświadczeń postanowiono zbadać wpływ dodatku żyta na smakowitość paszy uwzględniając każdy dostępny na rynku typ. Aby badania miały wymiar jak najbardziej praktyczny, w analizach uwzględniono także pozostałe zboża paszowe, tj. kukurydzę i pszenżyto, za standard uznając mieszankę dwuzbożową o równym udziale pszenicy i jęczmienia.

Przeprowadzone badania jednoznacznie wskazały, że wprowadzenie trzeciego surowca zbożowego do mieszanki zwykle nie skutkowało wzrostem preferencji świń w odniesieniu do tych pasz, niezależnie od tego czy występował on w ograniczonym udziale 40% czy dominującym udziale 60%. Fakt ten wydawał się potwierdzać powszechną opinię o kluczowym znaczeniu pszenicy i jęczmienia jako najważniejszych zbóż paszowych. Nie był jednak w pełni zbieżny z danymi piśmiennictwa wskazującymi, że smakowitość jęczmienia jest mocno ograniczona (Sola-Oriol i in., 2014). Istotnym pytaniem było, który surowiec, pszenica czy jęczmień determinował przewagę mieszanki kontrolnej nad paszami doświadczalnymi. Dlatego wydzielono także grupę doświadczalną, w której porównano preferencje zwierząt do mieszanek dwuzbożowych o różnym udziale pszenicy i jęczmienia. Okazało się, że świni wykazywały wyższe

zainteresowanie paszami z podwyższonym udziałem pszenicy, co potwierdziło pozycję tego zboża jako lidera rynku surowców paszowych, podważając jednocześnie znaczenie jęczmienia. Co interesujące, nie odnotowano istotnych różnic w częstotliwości podchodzenia świń do automatu z mieszanką kontrolną i zawierającą 60% pszenicy, podobnie jak w czasie przebywania przy tych automatach. Wartości te były istotnie niższe tylko w przypadku paszy o 60% zawartości jęczmienia. Pomimo tego udział pobrania paszy zawierającej 60% pszenicy zdecydowanie dominował stanowiąc blisko 50% całkowitego spożycia.

Wprowadzenie do mieszanek żyta populacyjnego zmniejszyło zainteresowanie paszą w stopniu zbliżonym do zwiększonego udziału jęczmienia. Mieszanka kontrolna cieszyła się zdecydowanie większym zainteresowaniem wyrażonym częstotliwością podchodzenia do automatu i czasem przebywania przy nim. Różnice pomiędzy automatami zawierającymi 40% lub 60% żyta populacyjnego były nieznaczne i statystycznie nieistotne. Pomimo tego udział mieszanki zawierającej 60% żyta w całkowitym pobraniu był znacząco niższy od udziału mieszanki zawierającej 40% tego surowca, świadcząc o tym, że nie tylko samo dodanie żyta populacyjnego, ale także jego udział miał istotne znaczenie dla smakowitości paszy. Podobną zależność zaobserwowano przy zastosowaniu dodatku żyta NN. Jednak w tym przypadku przewaga zainteresowania i pobrania mieszanki kontrolnej była jeszcze większa, sugerując znacząco pogorszony smak żyta NN w porównaniu do żyta populacyjnego. Wynik ten stanowi jednocześnie potwierdzenie tezy o gorszej przydatności paszowej zbóż pochodzących z wysiewu materiału niekwalifikowanego, a nie tylko gorszego ich plonowania (Hubner i in., 2013).

Jedyną grupą doświadczalną w której stwierdzono przewagę mieszanki zawierającej trzy zboża w stosunku do dwuzbożowej paszy kontrolnej była grupa, w której wprowadzono dodatek żyta hybrydowego. Co interesujące, przewaga zainteresowania paszami zawierającymi żyto hybrydowe w zakresie częstotliwości podchodzenia do automatu i czasu przebywania przy nim wydaje się ogromna, jednak w strukturze pobrania widocznym jest, że mieszanka zawierająca 60% żyta hybrydowego była pobierana w proporcji podobnej do mieszanki zawierającej 60% pszenicy. W klasycznych badaniach hiszpańskich stwierdzono, że żyto w zakresie preferencji smakowych dla świń wyprzedza zarówno jęczmień jak i pszenicę, jakkolwiek w badaniach tych nie określono ani typu, ani odmiany tego surowca (Sola-Oriol i in.,

2014). Wyniki badań z przeprowadzonego doświadczenia wydają się sugerować, że badacze hiszpańscy zastosowali do swoich testów ziarno żyta hybridowego.

Wyniki przeprowadzonego doświadczenia wskazują, że najmniej preferowanymi paszami były mieszanki zawierające dodatek kukurydzy. Jednocześnie jednoznaczność wyników analiz behawioralnych i wskaźników pobrania paszy była w tej grupie najniższa. O ile przewaga mieszanki kontrolnej w zakresie każdego analizowanego parametru nie budziła wątpliwości, o tyle odnotowano zdecydowaną przewagę częstotliwości podchodzenia do automatu i czasu przebywania przy nim w odniesieniu do mieszanki zawierającej 40% kukurydzy w stosunku do paszy z udziałem 60% tego surowca. Pomimo tego różnica w zakresie pobrania pomiędzy tymi dwoma paszami była relatywnie niewielka. Wydaje się to sugerować, że udział 60% kukurydzy generował nie tylko zmianę smaku, ale też zapachu mieszanki ograniczając zainteresowanie zwierząt. Ograniczenie negatywnych wrażeń węchowych spowodowało większe zainteresowanie paszą zawierającą 40% kukurydzy, ale jej pobranie nie było dużo wyższe. Być może przyczyną tego nietypowego układu danych było skażenie kukurydzy mikotoksynami. Wydaje się, że różnica koncentracji toksyn pomiędzy paszą zawierającą 40% i 60% kukurydzy nie była wielka, ale mogła przekroczyć granicę wykrywalności węchem. Kiedy jednak zwierzęta zdecydowały się na pobranie tych pasz, to różnice smakowe okazały się na tyle nieznaczne, że z czasem poziom pobrania się wyrównał, pomimo, że nadal świnie rzadziej podchodziły do automatu z paszą zawierającą 60% kukurydzy.

Udział 40% pszenżyta w mieszance spowodował zwiększone zainteresowanie paszą podnosząc częstotliwość podchodzenia do automatu i wydłużając czas przebywania przy nim w stosunku do mieszanki kontrolnej. Nie przełożyło się to jednak na pobranie paszy, które w przypadku mieszanki kontrolnej było znacząco wyższe. Uzyskany wynik świadczy o efekcie przeciwnym do kukurydzy. Dodatek 40% pszenżyta powodował prawdopodobnie poprawę zapachu paszy i wabił zwierzęta, jednak smak paszy pobieranej okazał się nieco gorszy niż mieszanki kontrolnej. Dodatek 60% pszenżyta spowodował dość radykalne obniżenie zainteresowania automatem paszowym, jednak spadek pobrania paszy był stosunkowo nieznaczny, świadcząc o tym, że w przypadku pszenżyta wrażenia węchowe i smakowe nie są ze sobą skorelowane. Generalnie struktura pobrania pasz w tej grupie była najbardziej zbliżona do grupy z zastosowaniem żyta populacyjnego.

Porównanie całkowitego pobrania paszy na kojec, czyli z uwzględnieniem sumy pobrania ze wszystkich 3 automatów pokazało, że najniższy wskaźnik uzyskały świnie

mające dostęp tylko do 2 surowców zbożowych o różnych proporcjach zawartości w mieszance. Przełożyło się to na najniższe tempo zwrotu świń w tej grupie. Dodanie trzeciego surowca zbożowego, pomimo, że w strukturze pobrania zwykle przeważała mieszanka kontrolna, spowodowało wzrost sumarycznego pobrania paszy i tym samym poprawę tempa wzrostu, co potwierdzają wyniki badań innych autorów (Woyengo i in., 2014; Schwarz i in., 2015, 2016). Najlepszy efekt w tym zakresie wykazywał dodatek żyta hybrydowego, żyta populacyjnego i pszenżyta, jednak w tym ostatnim przypadku zwierzęta charakteryzowały się najgorszym wskaźnikiem wykorzystania paszy. Szczegółowa analiza składu chemicznego pasz nie dała jednoznacznej odpowiedzi dlaczego strawność pszenżyta była pogorszona. Jest to o tyle zaskakujące, że w przeciwieństwie do żyta, wartość paszowa pszenżyta nie bywa zwykle kwestionowana (Boros, 2002). Dodatek kukurydzy i żyta NN dawał podobny efekt poprawy tempa wzrostu, przy zachowaniu podobnego wskaźnika wykorzystania paszy i sumarycznie wyniki te były lepsze od grupy kontrolnej pomimo, że smakowitość pasz w analizie wydawała się najgorsza.

Pierwszy etap zadania badawczego 1 pozwolił określić zróżnicowanie zachowań pokarmowych i pobrania paszy w zależności od dodatku i udziału trzeciego surowca zbożowego, jednak nie dał jednoznacznej i ostatecznej odpowiedzi na pytanie o to, które surowce zbożowe są obiektywnie preferowane. Taką odpowiedź mogło dać tylko dodatkowe doświadczenie pozwalające na bezpośrednie porównanie mieszank z uwzględnieniem zawartości wszystkich surowców zbożowych w określonym udziale. Dlatego w ramach kontynuacji badań wykonano eksperymenty zaliczone do drugiego i trzeciego etapu tego zadania. W etapie 2 porównano zachowania pokarmowe zwierząt i pobranie paszy przy jednoczesnym dostępie do 6 różnych mieszank, z których każda zawierała 40% udział głównego surowca paszowego. W etapie trzecim dokonano podobnego porównania w odniesieniu do 7 mieszank z których każda zawierała 60% udział głównego surowca paszowego. Do produkcji mieszank wykorzystano receptury z etapu 1, jednak fakt, że doświadczenie miało miejsce w kolejnym roku i było prowadzone w oparciu o inne surowce, spowodował, że składy chemiczne pasz były nieco odmienne. Mimo to tendencje związane z zawartością istotnych substancji odżywczych, antyżywnieniowych i smakowych zostały zachowane.

Świnie zdecydowanie najchętniej i najczęściej podchodziły do automatu zawierającego mieszankę z udziałem żyta hybrydowego oraz spędzały przy tym automacie najwięcej czasu, co potwierdziło wyniki uzyskane w etapie 1. Pobranie tej

mieszanki też było najwyższe, choć w tym przypadku, przy zdecydowanym wzroście heterogeniczności źródeł substancji odżywczych, przewaga smakowitości żyta hybrydowego była zdecydowanie mniejsza niż w etapie 1. Wynik ten wydaje się też potwierdzać efekty badań hiszpańskich (Sola-Oriol i in., 2014). Co prawda badania autorów hiszpańskich wskazują, że liderem zbożowych surowców w zakresie preferencji smakowych dla świń jest ryż, jednak w warunkach Europy środkowej surowiec ten nie jest stosowany w żywieniu świń w ogóle. Drugie miejsce owsa nagiego w badaniach hiszpańskich też jest trudne do potwierdzenia w warunkach Europy środkowej z powodu skrajnie niskich wskaźników plonowania tego zboża, które powodują jego niską dostępność rynkową i bardzo wysoką cenę. Tym samym, pomimo dobrego smaku i wysokiej wartości odżywczej jest to surowiec stosowany czasem jedynie w okołoodsadzeniowym żywieniu prosiąt, ale niemal nigdy w żywieniu tuczników (Maślanek i in., 2001, Falkowski i in., 2000, Brand i van der Merwe, 1996). Dopiero trzecią pozycję w badaniach hiszpańskich zajmowało żyto, ale jednocześnie była to najwyższa pozycja spośród standardowych europejskich surowców zbożowych. Badania prowadzone w ramach niniejszej pracy miały za cel uszeregowanie smakowitości zbóż powszechnie stosowanych w warunkach Europy środkowej dlatego pominięto w nich gatunki egzotyczne i stosowane marginalnie, pozostawiając 5 kluczowych, z czego w przypadku żyta analizie poddano 3 opisane wcześniej typy. Optymalnym smakiem i najwyższym pobraniem charakteryzowała się pasza z udziałem żyta hybrydowego, jednak co zaskakujące i stojące w pewnej sprzeczności z wynikami etapu pierwszego, drugą pozycję, zarówno w zakresie zachowań pokarmowych jak i pobrania zajęła mieszanka z udziałem żyta populacyjnego. Tym samym wniosek z etapu 1, że autorzy hiszpańscy stosowali w swoich badaniach żyto hybrydowe, w zestawieniu z wynikami etapu 2 okazuje się znacznie mniej pewny. Dopiero trzecie miejsce zajęła pasza kontrolna, zaś czwarte, z dużą stratą w zakresie pobrania mieszanka z żytem NN. Co interesujące, pasza zawierająca żyto NN generowała spore zainteresowanie świń i różnica w zakresie częstotliwości podchodzenia i czasu przebywania w porównaniu do mieszanki kontrolnej nie była duża. A mimo to obiektywny parametr pobrania wskazuje, że smak żyta NN był znacząco gorszy. Wydaje się, że niespójność wyników behawioralnych i produkcyjnych może być związana z zawartością substancji chemicznych w paszach. Co prawda pasza z żytem NN zawierała znacząco więcej cukrów prostych w porównaniu do paszy kontrolnej, ale miała też wyższą zawartość sumaryczną substancji gorzkich. Nie jest znana proporcja przy jakiej substancje słodkie i gorzkie równoważą się, dlatego

trudno jednoznacznie ocenić ich rzeczywisty wpływ na pobranie paszy. Wydaje się jednak, że można przyjąć, iż cukry proste poza smakiem wykazują też pewien wpływ na zapach mieszanki, co może prowokować zwierzęta do częstszego podchodzenia. Natomiast próby spożycia determinują wyczuwanie podwyższonej ilości substancji gorzkich i zaniechanie, co powoduje obniżenie rzeczywistego pobrania paszy (Baldwin, 1978). To oczywiście tylko hipoteza i jej potwierdzenie wymaga dalszych badań z udziałem analiz funkcji fizjologicznych zmysłów węchu i smaku.

Zdecydowanie najmniej preferowanymi mieszankami były pasze zawierające kukurydzę i pszenżyto. To częściowo potwierdza wyniki badań etapu 1, w odniesieniu do kukurydzy. Jednak w odniesieniu do pszenżyta wprowadza niejednoznaczność, ponieważ w etapie 1 preferencje do tego zboża były porównywalne z żytem populacyjnym, tymczasem w etapie 2, przy bezpośrednim porównaniu zarówno wskaźniki behawioru pokarmowego jak i pobrania paszy dają ogromną przewagę każdemu typowi żyta, nawet NN, które w etapie 1 wydawało się znacznie mniej preferowane. Chcąc wyjaśnić te niejednoznaczności przeprowadzono analizę indeksową zawartości cukrów prostych do sumy fenoli i tanin. Wyniki tej analizy potwierdziły najwyższą wartość indeksu dla paszy z żytem hybrydowym i drugie miejsce dla mieszanki z żytem populacyjnym, pozostając w korelacji z wynikami zachowań pokarmowych i wskaźnika pobrania paszy. Podobną zależność odnotowano też w przypadku paszy zawierającej kukurydzę, gdzie wartość indeksu była najniższa. Niestety nie dla wszystkich mieszanek wyniki były tak jednoznaczne. Trzecią wartość indeksu uzyskała pasza żytem NN, zaś czwartą z pszenżytem, a mimo to preferencje świń do tych mieszanek były zdecydowanie niższe w porównaniu do paszy kontrolnej, której indeks cukrów do substancji gorzkich był lepszy tylko od kukurydzy. Wyniki te wydają się wskazywać na istnienie jeszcze innych czynników modyfikujących, które wobec mnogości zmiennych i ich wzajemnych relacji mogą być bardzo trudne do jednoznacznego określenia. Jako przykład można przywołać lepkość ekstraktu paszy wynikającą z zawartości ekstrahowalnych arabinoksylianów. W przypadku pszenżyta jest ona znacząco niższa w porównaniu do pasz zawierających żyto, ale wyższa od mieszanki kontrolnej. Być może negatywny efekt pęcznienia pobieranej paszy w przypadku żyta jest łagodzony efektem znacznej poprawy smaku, ale w przypadku pszenżyta smak nie jest już wystarczający (Boros i in., 1993, 2020). Istotne znaczenie mogą też mieć czynniki egzogenne w postaci skażenia mikotoksynami. Najwyższe wskaźniki skażenia odnotowano w paszy zawierającej kukurydzę, natomiast na drugim miejscu było

pszenżyto. Dla smakowitości paszy największe znaczenie wydaje się mieć skażenie trichotecenami, z których najbardziej gorzki smak wykazuje deoksyniwalenol, nie bez powodu nazywany toksyną wymiotną (Ogbuewu, 2011; Andretta i in., 2012; Grajewski i in., 2012, 2020). Co prawda w żadnej z analizowanych mieszanek zawartość tej toksyny, jak i żadnej innej, nie była przekroczona, ale odnotowane różnice koncentracji mogły mieć dodatkowy wpływ na smak i tym samym pobranie paszy. To wszystko oczywiście tylko hipotezy i w ramach przeprowadzonych badań nie ma możliwości ich obiektywnego potwierdzenia, które wymagałoby kolejnych, bardziej zaawansowanych doświadczeń z uwzględnieniem obiektywnego przypisania intensywności smaków słodkiego i gorzkiego do poszczególnych substancji w paszach.

W trzecim etapie zadania 1 analizie poddano zachowania pokarmowe świń i pobranie pasz zawierających 60% kluczowego surowca zbożowego. W związku z tym, że mieszanka kontrolna zawierała po ok. 40% pszenicy i jęczmienia, w tym etapie zrezygnowano z jej podania, na rzecz dwóch oddzielnych mieszanek z zawartością 60% pszenicy lub 60% jęczmienia. Z tego względu liczba mieszanek w tym etapie wyniosła 7 i do tylu automatów paszowych miały jednoczesny dostęp zwierzęta doświadczalne. Ponownie największe zainteresowanie i najwyższe wskaźniki pobrania paszy odnotowano w odniesieniu do mieszanki z żytem hybrydowym, co wydaje się jednoznacznie potwierdzać, w oparciu o 3 niezależne eksperymenty, najwyższą wartość smakową tego zboża dla świń. Na drugim miejscu, z nieznacznie tylko gorszymi wynikami znalazła się mieszanka zawierająca 60% pszenicy, co również stanowi potwierdzenie wyniku z etapu 1, a jednocześnie jest zgodne z danymi z piśmiennictwa (Sola-Oriol i in., 2014). W przeprowadzonym doświadczeniu przewaga tych dwóch mieszanek była tak duża, że można bez wątpliwości określić żyto hybrydowe i pszenicę jako najsmaczniejsze zboża dla świń. Na trzeciej i czwartej pozycji znalazły się odpowiednio żyto populacyjne i jęczmień, jednak ich strata do wiodących dwóch surowców była ogromna, a pobranie ponad dwukrotnie niższe. Zajmujące piąta pozycję żyto NN wykazywało niewielką stratę w stosunku do żyta populacyjnego i jęczmienia. Podobnie jak w etapie drugim, najmniej preferowane były pasze zawierające pszenżyto i kukurydzę.

Pojawia się w tej sytuacji pytanie, dlaczego żyto populacyjne, które tak chętnie było wybierane przez świnię w udziale 40%, tak znacząco pogorszyło preferencję w udziale 60%? W analizie indeksu cukrów prostych do sumy fenoli i tanin najlepszą wartość osiągnęło żyto hybrydowe, jednak żyto populacyjne nadal pozostało na drugiej

pozycji. Mieszanę zawierająca pszenicę w zakresie tej wartości wyprzedziło także żyto NN oraz nieznacznie ale jednak, pszenżyto. To potwierdza, że ani prosta analiza koncentracji substancji słodkich i gorzkich, ani analiza ich proporcji w postaci indeksu nie daje obiektywnej informacji o rzeczywistym smaku mieszanek paszowych. Bez wątplenia ciekawą obserwacją jest zwiększona częstotliwość podchodzenia oraz czas przebywania świń przy automatach z paszami zawierającymi żyto populacyjne i NN, pomimo relatywnie niskiego ich pobrania. Ponownie wydaje się to świadczyć o wabiącym efekcie zapachu tych pasz i ograniczeniu pobrania z powodu gorszego smaku lub innego czynnika ograniczającego jakim może być np. zwiększona lepkość ekstraktu. W analizowanych paszach zawierających żyto, najwyższą zawartość arabinoksylianów odnotowano w mieszance z żytem hybrydowym, zaś najniższą z żytem NN. Pomimo tego, lepkość ekstraktu paszy najwyższa była w przypadku żyta NN, a najniższa w przypadku żyta hybrydowego. Wydaje się, że w tej sytuacji, obniżone pobranie pasz z żytem populacyjnym i NN mogło być spowodowane nie pogorszonym smakiem, ale efektem lepkości paszy. Teza o braku pełnej korelacji zawartości arabinoksylianów z lepkością ekstraktu została potwierdzona przez Boros i in. (2020) w badaniach czystego ziarna zbóż. Okazało się, że żyto hybrydowe w tych badaniach miało wyższą zawartość arabinoksylianów, a mimo to żyto populacyjne miało o ponad 20% wyższą lepkość ekstraktu. Za najbardziej prawdopodobną przyczynę uznano zmianę proporcji arabinozy do ksylozy, jednak nie udało się jednoznacznie określić czy jest to trwały efekt genetyczny, czy wartość zmienna podlegająca modyfikacji środowiska dojrzewania ziarna (Boros i in., 2020). Dlatego zagadnienie to wymaga dalszych, bardziej szczegółowych badań.

Najwyższą wartość skażenia mikotoksynowego stwierdzono ponownie w mieszance zawierającej kukurydzę, co przy najgorszym indeksie cukrów do sumy fenoli i tanin wydaje się jednoznacznie wskazywać przyczynę najniższej preferencji świń do tej paszy. Druga pod względem sumy skażeń była pasza zawierająca 60% jęczmienia, ale w zakresie koncentracji gorzkiego DON wyprzedzała ją mieszanka z pszenżytem, co ponownie może tłumaczyć słaby wynik pobrania tej paszy (Ogbuewu, 2011; Andretta, 2012; Grajewski i in., 2012). Najniższe wskaźniki skażenia odnotowano jak zawsze w paszach zawierających żyto, przy czym przy udziale 60% tego surowca były one jeszcze znacząco obniżone w stosunku do pasz etapu 2, gdzie udział wyniósł 40% (Grajewski in., 2020). Warto podkreślić, że i w tym zakresie najlepsze, czyli najniższe, wskaźniki uzyskało żyto hybrydowe.

Podsumowując wyniki pierwszego zadania badawczego można wskazać żyto hybrydowe jako optymalny surowiec paszowy dla świń z punktu widzenia smakowości oraz bezpieczeństwa zastosowania, szacowanego poziomem skażenia mikotoksynami. Biorąc dodatkowo pod uwagę bardzo dobre wskaźniki produkcyjne zwierząt żywionych paszami zawierającymi różne udziały żyta hybrydowego (Von Gagern, 2009; Meyer i in., 2012, Schwarz i in., 2015, 2016), postanowiono w drugim zadaniu badawczym przeprowadzić pogłębioną analizę obejmującą zmienność kompletu zachowań świń żywionych mieszankami z różnym udziałem żyta hybrydowego w porównaniu do dwuzbożowej paszy kontrolnej z równym udziałem pszenicy i jęczmienia.

Doświadczenie wykonano w całym okresie tuczu i podobnie jak w zadaniu 1. objęło ono analizę laboratoryjną pasz, ocenę zachowań zwierząt i ewaluację podstawowych wskaźników produkcyjnych. Podstawowym przyczynkiem do zaplanowania i wykonania badań porównujących pełny profil behawioralny świń w zależności od zawartości żyta w paszy były doniesienia z gospodarstw na terenie Niemiec i Danii, gdzie producenci zauważyli w ramach codziennego przeglądu stada wyraźnie widoczną zmianę zachowania zwierząt (KWS, 2017). Najbardziej widoczną konsekwencją dodatku żyta do paszy było obniżenie ruchliwości świń rosnących i zmniejszenie częstotliwości występowania zachowań patologicznych. Obserwacje te nie miały jednak charakteru kompleksowej analizy behawioralnej i były wykonywane w ramach codziennych obowiązków związanych z przeglądem stada, a zatem zwykle o podobnych, powtarzalnych godzinach. Zatem pomimo obiecujących wniosków ich wartość informacyjna była ograniczona z powodu niepełnych danych i braku informacji w zakresie zachowania zwierząt poza godzinami przeglądu stada. Brak gromadzenia informacji w formie zapisów danych uniemożliwił też przeprowadzenie obiektywnej analizy, która w sposób wiarygodny potwierdziłaby, że zaobserwowane różnice rzeczywiście mają znaczenie. Biorąc zatem pod uwagę wielokrotnie udowodniony, pozytywny wpływ udziału żyta hybrydowego w paszy na uzyskiwane wskaźniki produkcyjne (Schwarz i in., 2015, 2016) oraz wykazaną w zadaniu pierwszym niniejszej pracy wartość tego surowca jako smacznego i preferowanego przez świnie źródła energii (Sola-Oriol i in., 2014), postanowiono kompleksowo i obiektywnie zweryfikować jego możliwy wpływ na zachowania zwierząt.

W początkowym etapie badań przeprowadzono całodobowe obserwacje zwierząt w okresie 5 dni, obejmujących czas tworzenia hierarchii oraz jej pełnej stabilizacji. W dobowym profilu behawioralnym najłatwiej obserwowalną i interpretowalną jest

proporcja czasu aktywności zwierząt w stosunku do czasu odpoczynku. Ograniczone zasoby energii pokarmowej w przyrodzie spowodowały u większości gatunków zwierząt ewolucyjne rozwinięcie się behawioralnych mechanizmów jej oszczędzania, czyli spędzania w ciągu doby zdecydowanie więcej czasu na odpoczynku niż na aktywności (McBride i in., 1964; Signoret i in., 1975; Beattie i O'Connell, 2002). Te tendencje do oszczędności pozostały w formie atawistycznej, ale silnie determinowanej, także u zwierząt gospodarskich pomimo, że ich zasoby energii pokarmowej nie podlegają restrykcjom środowiska naturalnego. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnych różnic ani w dobowym czasie odpoczynku świń, ani w zakresie ich aktywności pomiędzy grupami doświadczalnymi, w czasie pierwszych pięciu dni po rozpoczęciu obserwacji. Bez wątpienia kluczowym czynnikiem regulującym zachowania zwierząt w tym czasie nie była pasza, lecz czas związany z zestawieniem grupy i tworzeniem hierarchii. Pierwszych kilka dni po zestawieniu grup, kiedy następuje ustalanie hierarchii stada uważa się za okres newralgiczny w chowie świń rosnących (Meese i Ewbank, 1973). Tworzenie się podstaw struktury społecznej stada zwykle trwa od 28 do 48 godzin, nie jest zatem procesem długotrwałym (Nowicki i in., 2015; Nowicki i Klocek, 2019). Istotnym natomiast jest, że w procesie ustalania hierarchii stada, świny podejmują konfrontację fizyczną, która często kończy się krótką, ale intensywną walką. Ustąpienie jednego ze zwierząt zwykle natychmiast kończy walkę i pozwala określić trwałą relację dwóch osobników. Z czasem, wielokrotnie konfrontacje definiują zależności socjalne wszystkich osobników w grupie. Pozwala to na sprecyzowanie zasad dostępu do zasobów takich jak pasza, woda, czy miejsce do odpoczynku w momencie, kiedy te dobra są ograniczone. Agresja jest zatem istotnym elementem ustalania hierarchii w stadzie i w sytuacji kiedy nie przyjmuje formy patologicznie przedłużonej i nasilonej spełnia pozytywną rolę porządkującą relacje pomiędzy zwierzętami w grupie (Rhim i in., 2015).

Pomimo braku statystycznie istotnych różnic, numeryczne zróżnicowanie aktywności świń pomiędzy grupami wydaje się wskazywać na pewne znaczenie paszy dla tego zjawiska, przy czym jej ograniczenie następowało w grupach otrzymujących pasze zawierającą 20% lub 40% żyta, podczas gdy w grupie kontrolnej i pobierającej paszę z 60% udziałem żyta aktywność była podwyższona. Analiza zawartości substancji odżywczych w paszy wskazuje na bardzo podobną zależność koncentracji energii, która wydaje się wprost proporcjonalna do aktywności zwierząt i relacja ta wydaje się jedynym uzasadnieniem zaobserwowanego zróżnicowania zachowań (Tolkamp i in., 1998b). Dwa najważniejsze elementy aktywności, które w największym stopniu determinowały

całkowity czas jej trwania były związane z przemieszczaniem się w obrębie kojca oraz pobieraniem paszy i wody, co jest zgodne ze standardowym profilem zachowania świń (Stolba i Wood-Gush, 1989; Nowicki i Klocek, 2012). Czas pozostałych typów zachowania, tj. stereotypii i walk był marginalny, wahając się od 0,4 to 3,3% czasu poświęcanego na aktywność. Pomimo niewielkiego zakresu czasowego walk to właśnie w ich przypadku stwierdzono najważniejsze różnice pomiędzy grupami. Najdłuższy średni dobowy czas trwania walk w pierwszych pięciu dniach po zestawieniu zwierząt, odnotowano w grupie 4, żywionej mieszanką z 60% udziałem żyta hybrydowego. Obserwacje te są sprzeczne z pojawiającymi się doniesieniami dotyczącymi korzystnych efektów wynikających z żywienia świń paszą o dużych udziałach żyta hybrydowego (Bach Knudsen i Lærke, 2010; Bouhnik i in., 2007; Hughes i in., 2007; Schokker i in., 2018; Kamphues i in. 2018). Z kolei zgodne z wynikami tych obserwacji wydają się czas trwania i częstotliwość walk w grupie żywionej paszą z 40% udziałem żyta. W pozostałych grupach czas walk był średni, choć zaobserwowano znaczące zróżnicowanie ich częstotliwości. Ten ostatni parametr wskazuje, na inny przebieg konfrontacji pomiędzy zwierzętami w poszczególnych grupach. Zwierzęta grupy kontrolnej wchodziły w agresywną interakcję najczęściej, ale czas pojedynczych starć był bardzo krótki. U świń grupy 3, zarówno częstotliwość jak czas trwania walk był najmniejszy, ale czas trwania pojedynczego starcia był podobny do grupy kontrolnej. Zdecydowanie dłuższe pojedyncze walki miały miejsce wśród świń grupy 4, natomiast w grupie 2 niska częstotliwość walk przy relatywnie długim czasie spowodowała, że czas trwania pojedynczego starcia był najdłuższy. Ten nietypowy układ zachowań wskazuje, że kluczowym czynnikiem regulującym częstotliwość i czas trwania walk nie była pasza, ale indywidualne skłonności charakterologiczne, związane z konfrontacyjnością i uporem poszczególnych zwierząt (Adamczyk i in., 2023). Wśród zwierząt w grupach 2 i 4 były osobniki o wyższych skłonnościach do agresji i większym uporze w kontynuowaniu walki i to ich konfrontacje wpłynęły na obraz walk w tych kojcach. W grupach 1 i 3 walki miały charakter bardziej uogólniony, uczestniczyło w nich więcej zwierząt, ale czas konfrontacji był zdecydowanie krótszy. Potwierdzeniem tej tezy wydaje się czas spędzany w poszczególnych kojcach na pobieraniu paszy i wody. W grupach 2 i 4 był on najkrótszy, świadcząc o tym, że pojedyncze agresywne zwierzęta odpędzały od automatu paszowego te mniej skłonne do agresji (Camerlink, 2020). W grupach 1 i 3 brak takich wyróżniających się agresją osobników spowodował większe ujednoczenie grup i łatwiejszy dostęp do automatów, czego efektem był zwiększony średni czas pobierania

paszy. Kolejnym potwierdzeniem jest wskaźnik frustracji jakim jest częstotliwość występowania zachowań nietypowych, który również największy był w grupach 2 i 4, świadcząc o tym, że słabsze zwierzęta nie tylko rzadziej podchodziły do paszy, ale też wykazywały problemy dostosowawcze. Jak podaje literatura stereotypie behawioralne są odpowiedzią organizmu zwierząt na stres i brak możliwości adaptacji do warunków środowiskowych (Broom, 1998; Kaleta, 2003; Cabib, 2006). Zachowania te są zróżnicowane pod względem formy i stałości ruchów, powtarzalności w czasie oraz rodzaju czynnika, który je wywołuje, a także zmienności osobniczej. Oznacza to, że różne typy stereotypii są wynikiem różnych zaburzeń w interakcjach między zwierzęciem, a środowiskiem jego bytowania (Mench, 1998; Kaleta, 2003; Sergiel i in., 2012). W opisywanych przypadkach wydaje się, że czynnikami utrudniającymi dostosowanie się do środowiska było agresywne zwierzę w kojcu, utrudniające innym świniom dostęp do paszy (Adamczyk i in., 2020).

Biorąc pod uwagę wszystkie opisane zdarzenia behawioralne wydaje się, że pasza miała marginalne znaczenie dla zróżnicowania zachowań zwierząt w pierwszych pięciu dniach po zestawieniu grup doświadczalnych. Należy uznać, że kluczowe składniki paszy które mogłyby takie oddziaływanie wykazywać, są czynnikami o działaniu długoterminowym, dlatego nie mogły wywołać istotnej zmiany zachowania zwierząt w tak krótkim czasie, jaki stanowi 5 dni (Verspreet i in., 2015). Dlatego za znacznie istotniejszy okres obserwacji uznano pozostały czas tuczu, podczas którego prowadzono regularne obserwacje całodobowe z częstotliwością raz na siedem dni.

W stadzie z ustabilizowaną hierarchią, przy zapewnieniu zwierzętom odpowiednich warunków bytowania przypadki agresji odnotowywane są rzadko (Prunier i in., 2020). Pomimo tego w warunkach produkcyjnych obserwowane są przypadki przedłużonych lub nadmiernie intensywnych walk, albo też nagłe wybuchy konfliktów w okresie wielu tygodni po ustaleniu hierarchii. Przyczyny są zwykle trudne do zdefiniowania i tym samym do zwalczania, niemniej jednak współcześnie dominuje teoria, że agresja jest patologią wieloetiologiczną i zwykle występuje w momencie zaistnienia kilku uzupełniających się czynników (EFSA, 2007b). Jednym z tych czynników są niedobory pokarmowe, jednak wydaje się, że sama kwestia ich niwelowania nie jest jedyną metodą wykorzystania żywienia w walce z patologiami zachowań. Uważa się obecnie, że jednym z bardzo ważnych czynników regulujących behavior świní jest status zdrowotny przewodu pokarmowego, który w razie pogorszenia wywołuje dyskomfort, zaniepokojenie, nadmierną ruchliwość, a w dalszej konsekwencji

może prowadzić do stereotypii, a nawet agresji (Kamphues i in., 2019). Jelito stanowi jedynie ok 5% masy ciała, ale angażuje 20% wartości przepływu krwi i odpowiada za 50% odporności organizmu. Z tego powodu dbałość o zdrowie jelit w całym okresie życia zwierząt jest jednym z kluczowych zadań hodowcy i producenta świń, gwarantujących mu ograniczenie problemów zdrowotnych, ale też zaburzeń behawioralnych. Skład surowcowy paszy ma istotne znaczenie dla składu mikrobiomu jelitowego i tym samym dla zdrowia i właściwej funkcji jelit, dlatego od jakiegoś czasu specjaliści w zakresie żywienia coraz większą uwagę skupiają nie tylko na wartości odżywczej pasz, ale także ich potencjale prozdrowotnym (Callegari i in., 2015). W tej sytuacji żyto, które z powodu obniżonej strawności było uważane za gorszy surowiec paszowy, zaczęło zyskiwać uznanie jako surowiec o największym ze wszystkich zbóż efekcie prozdrowotnym (Verspreet i in., 2015, Kamphues i in., 2020). Negatywne postrzeganie żyta było związane głównie z podwyższoną zawartością substancji uważanych za antyżywniowe (Jurgens i in., 2012). Jednak definicja substancji antyżywniowych uległa w ostatnich latach poważnej modyfikacji i wiele z nich coraz częściej postrzegane jest jako substancje prozdrowotne, wspomagające walkę z chorobami cywilizacyjnymi ludzi (Karppinen, 2003; Dynkowska, 2020). Najnowsze wyniki badań wskazują, że podobny efekt obserwowany jest u zwierząt gospodarskich, a działanie prozdrowotne może mieć dodatkowy efekt modyfikujący zachowania i niwelujący lub przynajmniej ograniczający ich patologie.

W przeprowadzonych, długoterminowych obserwacjach zachowań świń wykazano, że aktywność zwierząt pomiędzy grupami z czasem uległa znaczącemu wyrównaniu. Co prawda w tym okresie najdłuższy czas aktywności wykazywały świnię grupy kontrolnej, które wyprzedziły w tym zakresie zwierzęta otrzymujące pasze z 60% udziałem żyta, jednak różnice te były nieznaczące. Ten wynik wydaje się przeczyć doniesieniom o ograniczonej aktywności świń otrzymujących pasze z dużym udziałem żyta (KWS, 2017). Jednak szczegółowa analiza proporcji zachowań związanych z aktywnością zwierząt pokazuje bardziej znaczące zmiany. Średni czas i częstotliwość walk w grupie kontrolnej nie uległa zmianie pomiędzy wstępnym okresem obejmujących pierwszych 5 dni obserwacji, a całym pozostałym okresem tuczu. W grupach otrzymujących mieszanki z 20% i 40% udziałem żyta wartości te również nie uległy zmianie, ale należy podkreślić, że od samego początku były na niższym poziomie niż w grupie kontrolnej i ten niższy poziom agresji został zachowany w całym okresie tuczu, świadcząc o bardziej pozytywnym wpływie paszy w tych grupach. Najbardziej

spektakularna zmiana zaszła u zwierząt z grupy otrzymującej paszę z udziałem 60% żyta. Częstotliwość zachowań agresywnych w tej grupie obniżyła się o 42% a czas trwania walk o 64%. Warto zwrócić uwagę na potwierdzoną przez dobowe profile behawioralne świń rosnących atrakcyjność mieszanki zawierającej 60% udział żyta hybrydowego. Uzyskane wyniki wskazują, że zachowania agresywne w tej grupie miały miejsce wyłącznie podczas dziennych szczytów aktywności związanych z pobieraniem paszy. Tuczники zajmujące niższe szczeble drabiny hierarchicznej podejmowały walkę o dostęp do paszy, o której można wnioskować, że im smakowała. Jednak w przypadku przegranej osobniki marginesowe zmuszone były pobierać paszę w porze nocnej, o czym świadczy również nocna aktywność związana z pobieraniem paszy. Z kolei częstotliwość występowania stereotypii uległa obniżeniu o 46%, zaś czas przejawiania patologii zachowań o 60%. Czas pobierania paszy uległ wyrównaniu we wszystkich grupach, świadcząc o zniwelowaniu agresywnego, konkurencyjnego zachowania poszczególnych osobników. Te wyniki wydają się potwierdzać tezę o pozytywnym wpływie żyta na zachowania zwierząt, jednak wyjaśnienia wymaga mechanizm działania tego czynnika.

Znacząca poprawa profilu zachowań świń żywionych paszami z dużym udziałem żyta do niedawna wydawała się trudna do wyjaśnienia. Pomimo ciągłego rozwoju i doskonalenia systemów utrzymania świń, a także coraz bardziej prodrobustanowych norm obowiązujących w Unii Europejskiej, przypadki stereotypii, agresji i kanibalizmu wciąż się zdarzają (Godyń i in., 2019). Za jedną z przyczyn uważa się eliminację ściółkowego systemu utrzymania, przy czym teorie dlaczego system bezściółkowy generuje większe zagrożenie patologii zachowań są zróżnicowane i niejednoznaczne. Większość specjalistów dobrostanu zwierząt uważa, że brak ściółki pogarsza warunki bytowe zwierząt i zubaża środowisko, prowadząc do nudy i frustracji (Godyń i in., 2019). O ile z drugą częścią tej teorii można się zgodzić, o tyle części pierwszej przeczy zdecydowana większość wyników badań naukowych wskazujących, że systemy ściółkowe generują znacznie większe wskaźniki emisji gazów szkodliwych i uciążliwych, a tym samym znacząco pogarszają parametry mikroklimatyczne i tym samym warunki bytowe zwierząt (Philippe i in., 2011). Zagadnienie to budzi jednakże zainteresowanie także specjalistów z zakresu żywienia zwierząt. Okazuje się bowiem, że selekcja genetyczna zbóż pod kątem plonowania, jako efekt uboczny spowodowała znaczące zmniejszenie zawartości włókna w ziarnie (Hansen i in., 2003, Boros i in., 2020). Niedobór włókna w paszy ma poważne negatywne konsekwencje dla zdrowia i funkcji jelit świń, prowadząc też do dyskomfortu trawienno generującego problemy behawioralne (Bach-Knudsen, 2014). Świnie

utrzymywane w z dostępem do ściółki mogły uzupełniać niedobór włókna w paszy poprzez zjedanie słomy, podczas gdy w systemach bezściółkowych takiej możliwości nie ma. Bez wątplenia normatywne zawartości włókna w ziarnach zbóż podawane w postaci tabelarycznych standardów, nie mają obecnie wiele wspólnego z rzeczywistością. Tym samym receptury mieszanek paszowych optymalizowane w oparciu o te tabele bardzo często pokazują zawyżone wartości włókna, podczas gdy analiza laboratoryjna wskazuje na znacznie mniejszą ilość tego ważnego dla zdrowia składnika odżywczego. W bardzo wielu przypadkach problemy kanibalizmu w produkcji fermowej udaje się rozwiązać poprawiając jedynie bilans włókna w paszy.

Pomimo niskiej zawartości włókna surowego, żyto zawiera zdecydowanie większą niż inne zboża koncentrację błonnika pokarmowego w postaci zróżnicowanych frakcji polisacharydów nieskrobiowych (Bach Knudsen, 1997; Wenk, 2001; Wenk, 2001; Jørgensen i in., 2007; Guillement i in., 2010). Błonnik jest rozkładany przez bakterie bytujące w jelicie grubym zwierząt monogastycznych (McGhee i Stein, 2020). Fermentacja arabinoksylianów i fruktooligosacharydów, które w dużej ilości występują w życie hybrydowym, zwiększają udział pożytecznych bakterii kwasu mlekowego, poprawiając skład mikrobiomu jelitowego (Bach Knudsen i Lærke, 2010; Bouhnik i in., 2007; Hughes i in., 2007; Schokker i in., 2018). Kamphues i in. (2018) wykazali, że zastosowanie mieszanki z udziałem 69% żyta hybrydowego w żywieniu świń zakażonych *Salmonellą typhimurium*, zmniejszyło ilość wydalanej bakterii do środowiska, świadcząc o znaczącym zmniejszeniu stopnia jej namnażania. Pobranie paszy skomponowanej w oparciu o żyto hybrydowe zwiększa również ilość maślanu i jego udziału w lotnych kwasach tłuszczowych w jelicie grubym (Bach Knudsen i Lærke, 2010; Bach Knudsen i in., 1991, 2005). Maślan wykazuje działanie przeciwzapalne i przeciwnowotworowe, a także poprawia integralność bariery jelitowej (Hamer i in., 2008; Vogt i in., 2014). Poprawa zdrowotności przewodu pokarmowego wpływa pozytywnie na ogólny stan zdrowia zwierząt, zwiększając ich poczucie komfortu i tym samym podwyższając poziom dobrostanu. W ten sposób generowany jest efekt nazywany pozytywnymi konsekwencjami potrawienymi (Revusky i Bedarf, 1967; Kalat, 1974; Booth, 1985; Provenza i Cincotta, 1993). Analiza składu pasz stosowanych w przeprowadzonym doświadczeniu pokazuje wyraźny, stopniowy wzrost koncentracji polisacharydów nie skrobiowych i związanej z tym lepkości paszy, która w większym stopniu wypełniała przewód pokarmowy prowadząc do rozleniwienia zwierząt. Efektem negatywnym tego było co prawda nieznaczne pogorszenie wskaźnika wykorzystania paszy, ale wydaje się,

że pozytywne efekty behawioralne związane z redukcją zachowań agresywnych, nietypowych, czy stereotypii behawioralnych, wynagrodziły to w pełni znacząco poprawiając dobrostan świń.

7. Wnioski

1. Przeprowadzone w trzech wariantach metodycznych testy preferencji smakowych świń wykazały, że najbardziej preferowanymi mieszankami pełnoporcjowymi suchymi są pasze zawierające średni (40%) lub wysoki (60%) udział żyta odmian hybrydowych.

2. Żyto odmian populacyjnych było surowcem generującym silną preferencję w paszach o zawartości średniej (40%) tego składnika, jednak przy zawartości wysokiej (60%), mieszanki te były preferowane znacznie mniej.

3. Na drugim miejscu w zakresie preferencji smakowych były pasze zawierające średni (40%) i wysoki (60%) udział pszenicy.

4. Najmniej preferowanymi paszami były mieszanki pełnoporcjowe suche zawierające kukurydzę, niezależnie od udziału tego zboża w paszy.

5. Pasze zawierające jęczmień w udziale 40% charakteryzowały się wysoką smakowitością, jednak przyczyną był najprawdopodobniej również wysoki udział znacznie bardziej preferowanej pszenicy, czego dowodzi niski poziom preferencji świń w odniesieniu do mieszanek z wysoką (60%) zawartością jęczmienia.

6. Pasze zawierające pszenżyto i żyto NN wykazywały obniżony poziom smakowitości dla świń, przy czym udziały średnie (40%) były tolerowane lepiej, zaś w udziałach wysokich (60%) poziom pobrania wskazuje na znaczący spadek smakowitości.

7. Najistotniejszą przyczyną smakowego preferowania pasz przez świnię wydaje się proporcja zawartości endogennych substancji słodkich, to jest cukrów prostych rozpuszczalnych w wodzie, do gorzkich, to jest sumy substancji fenolowych i tanin, jednak dodatkowym czynnikiem o silnym działaniu modyfikującym smakowitość mieszanki paszowej może być poziom skażenia mikotoksynami, a szczególnie. toksyną wymiotną czyli deoksyniwalenolem.

8. Najlepszymi wskaźnikami proporcji endogennych substancji słodkich do gorzkich charakteryzowały się wszystkie typy żyta i pszenżyto, zaś najgorszymi jęczmień i kukurydza.

9. Najwyższe poziomy skażenia mikotoksynami odnotowano w paszach zawierających kukurydzę, pszenżyto i jęczmień, co w dużej mierze tłumaczy niskie wskaźniki preferencji smakowych świń wobec tych pasz.

10. Profil behawioralny zwierząt w pierwszym okresie po zestawieniu grup, związany z czasem odpoczynku i aktywności oraz pobierania paszy i wody, zachowań nietypowych i walk, wskazuje na kluczowe znaczenie instynktu tworzenia hierarchii oraz indywidualnych cech temperamentu poszczególnych zwierząt, natomiast wpływ paszy w tym czasie był marginalny.

11. W długiej perspektywie zaznaczył się modyfikujący wpływ paszy na niektóre zachowania świń, przy czym dodatek żyta hybrydowego nie wpłynął znacząco na całkowity poziom aktywności, ale pozwolił ograniczyć częstotliwość występowania oraz czas trwania zachowań nietypowych i walk.

12. Optymalną zawartością żyta w paszy pozwalającą na modyfikowanie zachowania w kierunku zmniejszenia aktywności oraz maksymalnego ograniczenia patologii behawioralnych i walk wydaje udział średni, to jest 40%.

13. Prawdopodobnie najważniejszą przyczyną poprawy parametrów zachowania świń w grupach otrzymujących mieszanki z udziałem żyta, była podwyższona zawartość substancji prozdrowotnych w postaci polisacharydów nieskrobiowych, która pozytywnie wpływała na status zdrowotny i funkcjonalny jelit, generując efekt pozytywnych konsekwencji potrawiennych, zwiększających komfort i dobrostan zwierząt.

14. Najwyższe pobranie paszy i idące za tym tempo wzrostu charakteryzowało grupę świń otrzymujących paszę zawierającą 60% żyta hybrydowego, zaś najniższe grupę kontrolną. Tempo wzrostu zwiększało się wprost proporcjonalnie do udziału żyta w paszy, pozwalając przy ustalonym czasie tuczu, na uzyskanie znacząco wyższych końcowych mas ciała zwierząt.

15. Zwiększone pobranie pasz zawierających żyto, przy lekko obniżonej strawności wywołanej wyższą koncentracją arabinoksylianów i większą lepkością treści pokarmowej, spowodowało nieznaczne pogorszenie wskaźnika wykorzystania paszy wprost proporcjonalne do zawartości żyta w mieszance.

16. Wyniki badań potwierdziły możliwość modyfikowania zachowań zwierząt poprzez zmianę składu surowcowego mieszanki paszowej, wskazując jednocześnie na żyto jako komponent o wysokim potencjale pozytywnego oddziaływania na poziom dobrostanu i wskaźniki produkcyjne świń rosnących.

8. Piśmiennictwo

1. Adamczyk, K., Górecka-Bruzda, A., Nowicki, J., Gumułka, M., Molik, E., Schwarz, T., Earley, B., Klocek, Cz. (2015) Perception of environment in farm animals – A review" *Ann. Anim. Sci.*, 15 (3), 565-589
2. Adamczyk, K., Nowicki, J., Wróblewski, Z., Dutkowska, A. (2023) From animal personality to animal individuality in farm animals – a review. *Annals of Animal Sci.*, <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0053>
3. Ahmed, S.T., Hwang, J.A., Hoon, J., Mun, H.S., Yang, C.J. (2014) Comparison of single and blend acidifiers as alternative to antibiotics on growth performance, fecal microflora, and humoral immunity in weaned piglets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 27, 93–100.
4. Altmann, S.A. (2009) Fallback foods, eclectic omnivores, and the packaging problem. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 140 (4), 615-629
5. Andretta, I., Kipper, M., Lehnen, C. R., Hauschild, L., Vale, M. M., & Lovatto, P. A. (2012) Meta-analytical study of productive and nutritional interactions of mycotoxins in growing pigs. *Animal*, 6 (9), 1476-1482
6. AOAC (2004) Official Methods of Analysis, 18th Edn. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists.
7. Arey, D.S., Franklin, M.F. (1995) Effects of straw and unfamiliarity on fighting between newly mixed growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 45, 23–30
8. Bach Knudsen, K. E. (1997) Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 67, 319–338
9. Bach Knudsen, K.E., Lærke H.N. (2010) Rye arabinoxylans: molecular structure, physicochemical properties and physiological effects in the gastrointestinal tract. *Cereal Chem.*, 87, 353–362
10. Bach Knudsen, K.E., Serena, A., Kjaer, A. K., Jørgensen, H., Engberg R. (2005) Rye bread enhances the production and plasma concentration of butyrate but not the plasma concentrations of glucose and insulin in pigs. *J. Nutr.* 135, 1696–1704
11. Bachmanov, A.A., Beauchamp, G.K. (2007) Taste receptor genes. *Annu. Rev. Nutr.*, 27, 389- 414
12. Baldwin, B.A. (1976) Quantitative studies on taste preference in pigs. *Proc Nutr Soc.*, 35 (1), 69-73
13. Beattie, V.E., O'Connell, Niamh. (2002) Relationship Between Rooting Behaviour and Foraging in Growing Pigs. *Anim. Welf.*, 11 295-303
14. Bengtsson, S., Andersson R., Westerlund E., Åman, P (1992) Content, structure and viscosity of soluble arabinoxylans in rye grain from several countries. *J. Sci. Food Agric.* 58, 331–337
15. Bešlo, D., Golubić, N., Rastija, V., Agić, D., Karnaš, M., Šubarić, D., Lučić, B. (2023) Antioxidant Activity, Metabolism, and Bioavailability of Polyphenols in the Diet of Animals. *Antioxidants*, 12 (6), 1141
16. Biagia, G.; Cipollini, I.; Paulicks, B.R.; Roth, F.X. (2010) Effect of tannins on growth performance and intestinal ecosystem in weaned piglets. *Arch. Anim. Nutr.*, 64, 121–135.
17. Birch, L.L. (1998) Development of food acceptance patterns in the first years of life. *Proc Nutr Soc.*, 57, 617-624
18. Birch, L.L. (1999) Development of food preferences. *Annu. Rev. Nutr.*, 19, 41-62.
19. Biquand, S., Biquand-Guyot, V. (1992) The influence of peers, lineage and environment on food selection of the criollo goat (*Capra hircus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 34, 231-245
20. Blair, R., Fitzsimons, J. (1970) A note on the voluntary feed intake and growth of pigs given diets containing an extremely bitter compound. *Anim. Prod.*, 12, 529-530.
21. Borell, E., von Hurnik, J.F. (1990) Stereotypic behaviour and productivity of sows. *Can. J. Anim. Sci.*, 70, 953-956
22. Booth, D. A. (1992) Integration of internal and external signals in intake control. *Proc. Nutr. Soc.*, 51, 21-28

23. Bracke, M.B.M. (2007) Multifactorial testing of enrichment criteria: pigs 'demand' hygiene and destructibility more than sound. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 107, 218–232
24. Bracke, M.B.M., Zonderland, J.J., Lenskens, P., Schouten, W.G.P., Vermeer H., Spoolder, H.A.M., Hendriks, H.J.M., Hopster, H. (2006) Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 98, 165–182
25. Brambell, F.W.R., Barbour, D.S., Barnett, M.B., Ewer, T.K., Hobson, A., Pitchforth, H., Smith, W.R., Thorpe, W.H., Winship, F.J.W. (1965) Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Husbandry Systems; Her Majesty's Stationary Office: London, UK
26. Brand, T.S., van der Merwe, J.R. (1996) Naked oats (*Avena nuda*) as a substitute for maize in diets for weanling and grower-finisher pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 57, 139-147
27. Broom, D.M. (1983) Stereotypies as animal welfare indicators. In CEC Programme of Coordination of Research on Animal Welfare. Indicators relevant to farm animal welfare. Martinus Nijhoff Publishers, 82-87
28. Broom, D.M. (1996) A review of animal welfare measurement in pigs. *Pig News and Inf.*, 17 (4), 109N-114N
29. Broom, D.M. (1998) Stereotypies in animals. [w:] Bekoff M., Meaney C. (red.): *Encyclopedia of Animal Rights and Animal Welfare*. Greenwood Press, Westport, Connecticut, 325-326
30. Brus, M., Dolinšek, J., Cencič, A., Škorjanc, D. (2013) Effect of chestnut (*Castanea sativa* mill.) wood tannins and organic acids on growth performance and faecal microbiota of pigs from 23 to 127 days of age. *Bulg J Agric Sci.*, 19 (4) 841–7
31. Boros, D., Marquardt R. R., Słomiński B. A., Guenter W. (1993) Extract viscosity as an indirect assay for water-soluble pentosan content in rye. *Cereal Chem.* 70, 575-580.
32. Boros, D., Fraś A., Gołębiwska, K., Gołębiwski, D., Paczkowska, O., Wiśniewska, M. (2015) Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne ziarna odmian zbóż i nasion rzepaku zalecanych do uprawy w Polsce. Monografia pod. red. Boros i Fraś. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR-PIB 49, 1-120
33. Bouhnik, Y., Achour L., Paineau D., Riottot M., Attar A., Bornet F. (2007) Four-week short chain fructo-oligosaccharides ingestion leads to increasing fecal bifidobacteria and cholesterol excretion in healthy elderly volunteers. *Nutr. J.*, 6,42
34. Buksa, K. (2018) Extraction and characterization of rye grain starch and its susceptibility to resistant starch formation. *Carbohydr. Polym.*, 194, 184-192
35. Bujak, H., Dopierała, P. (2007) Yield stability of winter rye cultivars in Poland. *Vortrag für Pflanzenzuchtung*, 7, 40–49
36. Cabib, S. (2006) The neurobiology of stereotypy II: the role of stress, [w:] Mason G., Rushen J. (red.): *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. CAB International, Wallingford 227-255
37. Camerlink, I., Chou, J.Y., Turner, S.P. (2020) Intra-Group Lethal Gang Aggression in Domestic Pigs (*Sus scrofa domestica*). *Anim. (Basel)*, 10 (8), 1287
38. Cera, K.R., Mahan, D.C., Reinhart, G.A. (1989) Apparent fat digestibilities and performance responses of postweaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. *J. Anim. Sci.*, 67 (8), 2040-2047
39. Chandrashekar, J., Hoon, M.A., Ryba, N.J.P., Zuker, C.S. (2006) The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*, 444, 288-294
40. Choct, M. (2015). Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: classification and function. *Anim. Prod. Sci.*, 55 (12), 1360-1366
41. Clauss, M., Streich, W.J., Schwarm, A., Ortmann, S., Hummel, J. (2007) The relationship of food intake and ingesta passage predicts feeding ecology in two different megaherbivore groups, *Oikos*, 116, 209-216
42. Cooper, J.J., Mason, G.J. (1998) The identification of abnormal behaviour and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare: a comparative review. *Equine Vet. J.*, 30 (S27), 5-9

43. Courboulay, V. (2011) Utilisation de différentes modalités de mise à disposition de chaînes pour des porcs en engraissement: impact sur le comportement et les lésions des animaux. *J. Rech. Porcine*, 43, 183–184
44. Craig, W. (1918) Appetites and aversions as constituents of instincts. *Biol. Bull.* 34, 91–107
45. Crozier, A.; Jaganath, I.B.; Clifford, M.N. (2006) Phenols, polyphenols and tannins: An overview. In *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*; Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H., Eds.; Blackwell Publishing: Oxford, UK, 1–24
46. Cummings, D.E., Overduin, J. (2007) Gastrointestinal regulation of food intake. *J. Clin. Invest.*, 117 (1), 13–23
47. Oliveira, A.C., Webber, S.H., Ramayo-Caldas, Y., Dalmau, A., Costa, L.B. (2023) Hierarchy Establishment in Growing Finishing Pigs: Impacts on Behavior, Growth Performance, and Physiological Parameters. *Animals*, 13, 292
48. Danilov, V., Roberts, T., Hellekant, G. (1999) Responses of single taste fibers and whole chorda tympani and glossopharyngeal nerve in the domestic pig, *sus scrofa*. *Chem. Sens.* 24, 301-316
49. Dantzer, R. (1991) Stress, stereotypies and welfare. *Behav. Processes*, 25 (2-3), 95-102.
50. Dawkins, M.S. (2004) Using behaviour to assess animal welfare. *Anim. welfare*, 13 (S1), S3-S7
51. Day, J.E.L., Kyriazakis, I., Rogers, P.J. (1997) Feeding motivation in animals and man: a comparative review of its measurement and uses. *Nutr. Abstr. Rev. A*, 67, 107-1 17
52. De Lange, C.F.M., Pluske, J., Gong, J., Nyachoti, C.M. (2010) Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livest. Sci.*, 134 (1-3), 124-134
53. DeRouchey, J.M., Hancock, J.D., Hines, R.H., Maloney, C.A., Lee, D.J., Cao, H., Dean, D.W., Park, S. (2004) Effects of rancidity and free fatty acids in choice white grease on growth performance and nutrient digestibility in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 82, 2937-2944
54. Dong, G.Z., Pluske, J.R. (2007) The low feed intake in newly-weaned pigs: problems and possible solutions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 20 (3), 440-452
55. Dulac, C. (2000) The physiology of taste, vintage 2000. *Cell*, 100, 607-610
56. Du Toit, J.T., Provenza, F.D., Nassis, A. (1991) Conditioned taste aversions: how sick must a ruminant get before it learns about toxicity in foods? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 30,35-46
57. Dynkowska, W. (2020) Rye (*Secale cereale* L.) arabinoxylans: molecular structure, physicochemicals properties and the resulting pro-health effects. *Plant Breed. Seed Sci.*, 81, 19-38
58. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/63/UE z dnia 22 września 2010 r. w sprawie ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych, (Dz.U. L L 276/33 z 22.10.2010)
59. Dyrektywa Rady 2008/120/WE z dnia 18 grudnia 2008 r. ustanawiająca minimalne normy ochrony świń (Dz.U. L 47 z 18.2.2009)
60. EFSA (2007 a). Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *The EFSA Journal* 611, s.1–13
61. EFSA (2007 b). Animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry. *The EFSA Journal*, 564, 1–14
62. Emmans, G.C. (1991) Diet selection by animals: theory and experimental design. *Proc. Nutr. Soc.*, 50, 59-64
63. Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H. (1992) Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 46 (2), S33-S50
64. EU Directive 2008/120/EC (2008) Laying down minimum standards for the protection of pigs. *Official Journal L 47*

65. EUWelNet (2013) Materiały szkolenia e-learning: Jak rozumieć wzbogacenie środowiska chowu świń i wymagania dotyczące obcinania ogonów u świń, zgodnie z Dyrektywą 2008/120/WE; www.euwelnetpigtraining.org
66. Ewbank, R., Bryant, M.J. (1972) Aggressive behaviour amongst groups of domesticated pigs kept at various stocking rates. *Anim Behav.*, 20, 21–28
67. Faisant, N., Planchot, V., Kozłowski, F., Pacourent, M.P., Colonna, P., Champ, M. (1995) Resistant starch of determination adapted to products containing high level of resistant starch. *Sci. Alim.*, 15, 83–89
68. Falkowski, J., Flis, M., Kozera, W., Bugnacka, D., Białkowski, J., Pajak, J. (2000) Palatability trial determination of a diet supplement with naked oats in weaned piglet feeding. *Natur., Sci.* 7, 169-178
69. Figueroa, J., Solà-Oriol, D., Borda, E., Sclafani, A., Pérez, J.F. (2012) Flavour preferences conditioned by protein solutions in post-weaning pigs. *Physiol. Behav.*, 107 (3), 309-316
70. Forbes, J.M., Kyriazakis, I. (1995) Food preferences in farm animals: why don't they always choose wisely. *Proc. Nutr. Soc.*, 54, 429-440
71. Galef, B.G. (1996a) Food selection: problems in understanding how we choose foods to eat. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 20, 67-73
72. Galef, B.G. (1996b) Social influences on food preferences and feeding behaviors of vertebrates. In: Capaldi, E.D. (ed.). *Why we eat what we eat. The psychology of eating.* American Psychological Association, Washington D.C., USA, 207-231
73. Geiger H. H., Miedaner T. (2009) Rye Breeding. In: M. J. Carena, editor, *Cereals. Handbook of Plant Breeding No. 3.* Springer US, New York, NY. p. 157-181
74. Gibson, G. R., Scott K. P., Rastall R. A., Tuohy K. M., Hotchkiss A., Dubert-Ferrandon A., Gareau M., Murphy E. F., Saulnier D., Loh G. (2010) Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Sci. Tech. Bull. Funct. Foods.*, 7, 1–19
75. Glaser, D., Wanner, M., Tinti, J.M., Nofre, C. (2000) Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. *Food Chem.*, 68, 375-385
76. Grajewski, J., Błajet-Kosicka, A., Twarużek, M, Kosicki, R. (2012) Occurrence of mycotoxins in Polish animal feed in years 2006-2009. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 96, 870-877
77. Green, G.C., Elwin, R.L., Mottershead, B.E., Keogh, R.G., Lynch, J.J. (1984) Long term effects of early experience to supplementary feeding in sheep. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 15, 373- 375
78. Grela, E.R., Kowalczyk-Vasilev, E., Świątkiewicz, M., Skiba, G. (2023) Barley, Triticale, or Rye? The Type of Grain Can Affect the Growth Performance and Meat Quality of Sustainable Raised Pigs. *Animals*, 13 (8), 1331
79. Grela, E.R., Skomiał, J. (red.), (2014) *Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Normy żywienia świń.* IFiZZ PAN, Jabłonna. Grudniewska B., 1987. Hodowla świń. PWRiL, Warszawa
80. Grigorov, M.G., Schlichtherle-Cerny, H., Affolter, M., Kochhar, S. (2003) Design of Virtual Libraries of Umami-Tasting Molecules. *J. Chem. Inf. Model.*, 43, 1248-1258
81. Grilli, E., Tugnoli B., Foerster C. J., Piva A. (2016) Butyrate modulates inflammatory cytokines and tight junctions components along the gut of weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 94 (3), 433–436
82. Guillemet, R., Guérin C., Richard F., Dourmad J. Y., Meunier-Salaün M.C. (2010) Feed transition between gestation and lactation is exhibited earlier in sows fed a high-fiber diet during gestation. *J. Anim. Sci.*, 88, 2637–2647
83. Hafez, E.S.E. (1969) *The behaviour of domestic animals.* 2nd edition. London, Bailliere Tindall & Cassell, Thick 8vo. xii+648+[2]pp. + 22 inserted plates on 13 leaves
84. Hamer, H. M., Jonkers D., Venema K., Vanhoutvin S., Troost F. J., Brummer R. J. (2008) Review article: the role of butyrate on colonic function. *Aliment. Pharmacol. Ther.*, 27, 104–119
85. Harrison, R. (2013) *Animal Machines.* Edition CABI Publishing

86. Hewson, C.J. (2003) What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. *Can Vet J.*, 44 (6), 496-9
87. Hogan, J.A. (1973a) Development of food recognition in young chicks. I. Maturation and nutrition. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 83, 355-366
88. Hogan, J.A. (1973b). Development of food recognition in young chicks. 11. Learned associations over long delays. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 83, 367-373
89. Houpt, K. (2005) Domestic animal behaviour. Blackwell Publishing Iowa, USA
90. Houpt, K. A., Houpt, T. R. (1976) Comparative aspects of the ontogeny of taste. *Chem. Sens.*, 2(2), 219-228
91. Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., Wang, Y. (2018) Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Anim. Nutr.*, 4, 137-150
92. Hubner, M., Wilde, P., Schmiedchen, B., Dopierala, P., Gowda, M., Reif, J.C., Miedaner, T. (2013) Hybrid rye performance under natural drought stress in Europe. *Theo. Appl. Genetics* 126
93. Hughes, B.O. (1988) Welfare of intensively housed animals. *Vet. Res.*, 123, 33
94. Hughes, S.A., Shewry P.R., Li L., Gibson G.R., Sanz M.L., Rastall R.A. (2007) In vitro fermentation by human fecal microflora of wheat arabinoxylans. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 4589–4595
95. Hutson, G., Ambrose, T., Barnett, J., Tilbrook, A.J. (2000) Development of a behavioural test of sensory responsiveness in the growing pig. *Appl Anim Behav Sci.*, 66, 187-202
96. Jacela, J.Y., DeRouchey, J.M., Tokach, M.D., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Renter, D.G., Dritz, S.S. (2010) Feed additives for swine: Fact sheets – flavors and mold inhibitors, mycotoxin binders, and antioxidants. *J Swine Health Prod.*, 18 (1), 27–32
97. Jones, J.B., Carmichael, N.L., Wathes, C.M., White, R.P., Jones, R.B. (2000) The effects of acute simultaneous exposure to ammonia on the detection of buried odourized food by pigs. *Appl Anim Behav Sci.*, 65 (4), 305-319
98. Jondreville, C., Van Den Broecke, J., Gâtel F., Grosjean, F., Van Cauwenberghe, S., Sève, B. (2001) Ileal digestibility of amino acids and estimates of endogenous amino acid losses in pigs fed wheat, triticale, rye, barley, maize and sorghum. *Anim. Res.* 50, 119-134
99. Jørgensen, H., Serena A., Hedemann M.S., Bach Knudsen K.E. (2007) The fermentative capacity of growing pigs and adult sows fed diets with contrasting type and level of dietary fibre. *Livest. Sci.*, 109, 111–114
100. Jürgens, H.U., Jansen G., Wegener, C.B. (2012) Characterisation of several rye cultivars with respect to arabinoxylans and extract viscosity. *J. Agric. Sci.*, 5, 1–12
101. Kalat, J.W. (1974) Taste salience depends on novelty, not concentration, in taste-aversion learning in the rat. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 86, 47-50
102. Kaleta, T. (2023) Zachowania stereotypowe – charakterystyka i rola w dobrostanie. *Życie Wet.*, 78 (5), 266-270
103. Kamphues, J., Hankel, J., Rieger H., Grone, R. (2018) Dietary fibre – its diverse effects on pigs' health, Göttingen Annual Conference of the Society of Nutrition Physiology, 13th–15th March 2018, Göttingen
104. Kamphues, J.; Hartung, C., Wilke, V., Grone, R. (2019) Renaissance einer altbekannten Getreideart in der Tierernährung? Übers. *Tierernährg*, 44, 107–163
105. Kanora A., Maes D. (2009) The role of mycotoxins in pig reproduction: a review. *Vet. Medi.*, 54, (12), 565–576
106. Karppinen, S. (2003) Dietary fibre components of rye bran and their fermentation in vitro. *J. Sci. Food. Agric.*, 80, 1469-1476
107. Kawabata, K., Yoshioka, Y., Terao, J. (2019) Role of Intestinal Microbiota in the Bioavailability and Physiological Functions of Dietary Polyphenols. *Molecules*, 24 (2), 370
108. Keeling, L., Gonyou, H. (2001) Social Behaviour in Farm. CAB International, Wallingford, UK
109. Kennedy, J.M., Baldwin, B.A. (1972) Taste preferences in pigs for nutritive and non-nutritive sweet solutions. *Anim. Behav.*, 20 (4), 706-718

110. Kidder, D.E., Manners, M.J. (1978) Digestion in the pig. SciTech, Bristol
111. Kołacz, R., Dobrzański Z. (2006) Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich. Wydawnictwo AR Wrocław
112. Kośła, T. (2011) Metodyka badań z higieny zwierząt i prewencji weterynaryjnej. Wydawnictwo SGGW, Warszawa
113. Kowieska, A. lubowicki, R., Jaskowska, I. (2011) Chemical composition and nutritional characteristics of several cereal grain. Acta Sci. Pol. Zootechnica, 10 (2), 37–50
114. Krściak, M. (2012) Tinbergen's four questions, biologically useless behavior and humanistic ethology. J. Nurs. Soc. Stud. Public Health Rehabil., 1–2, 39–42
115. Kuang, Y., Wang, Y., Zhang, Y., Song, Y., Zhang, X., Lin, Y. (2015) Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids as a replacement of zinc oxide on growth, digestibility and immunity of weaned pigs. Anim Feed Sc Technol. 208, 145–157
116. KWS UK, (2018) Hybrid rye guide. <https://www.kws.com/gb/media/kws-hybrid-rye-guide-2022-web.pdf>
117. Kyriazakis, I. (1994) The voluntary food intake and diet selection of pigs. In Principles of Pig Science, [D.J.A. Cole, J. Wiseman and M. Varley, editors]. Nottingham: Nottingham University Press, 85-105
118. Kyriazakis, I. (1997) The nutritional choices of farm animals: to eat or what to eat? In Animal Choices, [J.M. Forbes, T. L. J. Lawrence, R. G. Rodway and M. A. Varley, editors]. Edinb. B. Soc. Anim. Sci., 55-65
119. Lawrence, A.B., Terlouw, E.M.C. Kyriazakis, I. (1993) The behavioural effects of undernutrition in confined farm animals. Proc. Nutr. Soc., 52, 219-229
120. Lawrence, A.B., Vigors, B., Sandøe, P. (2019) What is so positive about positive animal welfare?—a critical review of the literature. Animals, 9 (10), 783
121. Lee, S., Shinde, P., Choi, J., Kwon, I., Lee, J., Pak, S. (2010) Effects of tannic acid supplementation on growth performance, blood hematology, iron status and faecal microflora in weanling pigs. Livest Sci., 131 (2–3), 281–6
122. Lewandowski, K., Kaniewska, M., Karłowicz, K., Rosołowski, M., Rydzewska G. (2022) The effectiveness of microencapsulated sodium butyrate at reducing symptoms in patients with irritable bowel syndrome. Prz. Gastroenterol. 17 (1), 28-34
123. Lewis, A.J., Southern, L.L. (2000) Fat in swine nutrition. In Swine nutrition CRC press, 115-126
124. Lin, W., Finger, T.E., Rossier, B.C. and Kinnamon, S.C. (1999) Epithelial Na⁺ channel subunits in rat taste cells: Localization and regulation by aldosterone. J. Comp. Neurol., 405, 406-420
125. Lymbery, P., Oakeshott, I. (2020) Farmagedon – rzeczywisty koszt taniego mięsa. Wyd. Kobiectwo. 57-90, 185-345
126. Liu, L., Megens, H.J., Crooijmans, R., Bosse, M., Huang, Q., van Sonsbeek, L., Groenen M., Madsen, O. (2022) The Visayan Warty Pig (*Sus cebifrons*) Genome Provides Insight Into Chromosome Evolution and Sensory Adaptation in Pigs. Mol. Biol. Evol., 39, 6
127. Loisel, F., Farmer C., Ramaekers P., Quesnel H. (2013) Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. J. Anim. Sci., 91, 5269–5279
128. Mahan, D.C., Fastinger, N.D., Peters, J.C. (2004) Effect of dietary complexity and dietary lactose levels during three starter phases on postweaning pig performance. J. Anim. Sci., 82, 2790-2797
129. Mahfuz, S.; Shang, Q.; Piao, X. (2021) Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: A review. J. Anim. Sci. Biotechnol., 12, 48
130. Majchrzycki, D. (2015) Rynek kwalifikowanego materiału siewnego pszenicy ozimej w Polsce. Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Roczniki Naukowe, XVII (3), 254-259
131. Makarska, E., Gruszecka, D., Gardzielewska, A. (2007) The content of alkylresorcinols and trypsin inhibitors activity in translocational rye strains and parental components

- Secale cereale L. and Dasypyrum villosum (L.) P. Candargy. *Annales Universitatis Mariae Curie, Skłodowska Lublin, Polonia LXII* (1), 117-121
132. Manning, A. (1976) *Wstęp do etologii zwierząt*. PWN
133. Marchant – Forde, J.N. (2009) *The welfare of pigs*. Springer
134. Margolskee, R.F. (2002) Molecular mechanisms of bitter and sweet taste transduction. *J. Biol. Chem.*, 277, 1-4
135. Martínez-Miró, S., Tecles, F., Ramón, M., Escribano, D., Hernández, F., Madrid, J., Cerón, J. J. (2016) Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. *BMC Vet. Res.*, 12, 1-9
136. Matsunami, H., Amrein, H. (2003) Taste and pheromone perception in mammals and flies. *Genome Biol.*, 4, 220
137. Maślanek, A., Flis, M., Fajłowski, J. (2001) A note on naked oats as a substitute for wheat and barley for young pigs. *J. Anim. Feed Sci.*, 10 (2), 215-218
138. Mazzoni, M., Le Gall, M., De Filippi, S., Minieri, L., Trevisi, P., Wolinski, J., Bosi, P. (2008) Supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. *J. Nutr. Sci.*, 138 (8), 1426-1431
139. McBride, G., James, J. W., Hodgens, N. (1964). Social behaviour of domestic animals. IV. Growing pigs. *Anim. Sci.*, (2), 129-139
140. McGhee, M. L. (2021). Hybrid rye may partially or fully replace corn in diets fed to growing or reproducing swine (Doctoral dissertation, University of Illinois Urbana-Champaign)
141. McCracken, B.A., Gaskins, H.R., Ruwe-Kaiser, P.J., Klasing, K.C., Jewell, D.E. (1995) Diet-dependent and diet-independent metabolic responses underlie growth stasis of pigs at weaning. *J. Nutr.*, 125, 2838-2845
142. McFarland, D.J. (1971) *Feedback Mechanisms in Animal Behaviour*. London: Academic Press
143. McGhee, M. L., Stein H. H. (2019) Effects of microbial phytase on standardized total tract digestibility of phosphorus in hybrid rye, barley, wheat, corn, and sorghum fed to growing pigs. *Transl. Anim. Sci.*, 3, 1238–1245
144. McInerney, J. (2004) *Animal welfare, economics and policy. Report on a study undertaken for the Farm & Animal Health Economics Division of Defra*, 68
145. McLaughlin, C.L., Baile, C.A., Buckholtz, L.L., Freeman, S.K. (1983) Preferred flavors and performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 56 (6), 1287-1293
146. Meese, G. B., Ewbank, R. (1973) The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domesticated pig. *Anim. Behav.*, 21 (2), 326-334
147. Mehiel, R., Bolles, R.C. (1984) Learned flavor preferences based on caloric outcome. *Anim. Learn. Behav.*, 12, 421-427
148. Mehiel, R., Bolles, R.C. (1988) Learned flavor preferences based on calories are independent of initial hedonic value. *Anim. Learn. Behav.*, 16, 383-387
149. Mench, J. (1998) Why it is important to understand animal behavior. *ILAR journal*, 39 (1), 20-26
150. Miedaner T., Korzun V., Bauer E. (2019) *Applications of Genetic and Genomic Research in Cereals*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 329-348
151. Mizra, S.N., Provenza, F.D. (1990) Preference of the mother affects selection and avoidance of foods by lambs differing in age. *Applied Appl. Anim. Beh. Sci.*, 28, 255-263
152. Mizra, S.N., Provenza, F.D. (1992) Effects of age and conditions of exposure on maternally mediated food selection by lambs. *Appl. Anim. Beh. Sci.*, 33, 35-42
153. Mkwanzazi, M.V., Ncobela, C.N., Kanengoni, A.T., Chimonyo, M. (2019) Effects of environmental enrichment on behaviour, physiology and performance of pigs—A review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 32 (1), 1
154. Morrow-Tesch, J., McGlone, J.J. (1990) Sensory systems and nipple attachment behavior in neonatal pigs. *Physiol. Behav.*, 47, 1-4

155. Nabuurs, M.J.A., Van Zijderveld, F.G., De Leeuw, P.W. (1993) Clinical and microbiological field studies in the Netherlands of diarrhoea in pigs at weaning. *Res. Vet. Sci.*, 55, 70-77
156. Nannoni, E., Valsami, T., Sardi, L., Martelli, G. (2014) Tail docking in pigs: a review on its short-and long-term consequences and effectiveness in preventing tail biting. *Ital. J. Anim. Sci.*, 13 (1), 3095
157. Nelson, S.L., Sanregret, J.D. (1997) Response of pigs to bitter-tasting compounds. *Chem. sens.*, 22 (2), 129-132
158. Newberry, R.C. (1995). Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Appl Anim Behav Sci.*, 44 (2-4), 229-243
159. Nilsson, M., Andersson, R., Andersson, R. E., Autio, K., Åman, P. (2000) Heterogeneity in a water-extractable rye arabinoxylan with a low degree of disubstitution. *Carbohydr. Polym.* 41, 397-405
160. Nowicki, B., Zwolińska – Bartczak, I. (1978) Zachowanie się zwierząt gospodarskich, PWRiL
161. Nowicki, J., Klocek, C. (2012) The effect of aromatized environmental enrichment in pen on social relations and behavioural profile of newly mixed weaners. *Ann. Anim. Sci.*, 12 (3), 403-412
162. Nowicki, J., Klocek, C. (2019) Behavior i utrzymanie świń, w: Hodowla i chów świń / Rekiel Anna, Szwaczkowski Tomasz, Eckert Robert (red.), Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 335-375
163. Nowicki, J., Moskała, E., Kopyra, M. (2008) Behavioural response of mixed weaners to a hanging wooden ball and a free ball in the pen. *Ann. Anim. Sci.*, 8 (1), 63-69
164. Nowicki, J., Świerkosz S., Tuz R., Schwarz T. (2015) The influence of aromatized environmental enrichment objects with changeable aromas on the behaviour of weaned piglets, w: *Veterinarski Arhiv, University of Zagreb*, 85 (4) 2015, 425-435
165. Ogbuewu, I. (2011) Effects of mycotoxins in animal nutrition: a review. *Asian J. Anim. Sci.*, 5, 19-33
166. Olsen, A.W., Vestergaard, E.M., Dybkjær L. (2000) Roughage as additional rooting substrates for pigs. *Anim. Sci.*, 70 (3), 451-456
167. Papatsiros, V.G., Billinis, C. (2012) The prophylactic use of acidifiers as antibacterial agents in swine. In: *Antimicrobial agents*, Bobbarala V., editors. InTech, Rijeka, Croatia. 295-310
168. Partanen, K.H., Mroz, Z. (1999) Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr Res Rev.*, 12, 117-145
169. Patience, J.F. (2018). Meeting energy requirements in pig nutrition. In *Achieving sustainable production of pig meat*. Burleigh Dodds Science Publishing, 2, 149-166
170. Patience, J.F., Rossoni-Serão, M.C., Gutiérrez, N.A. (2015) A review of feed efficiency in swine: biology and application. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 6 (1), 1-9
171. Pettigrew, J.E., Moser, R.L., Miller, E.R., Ullrey, D. E., Lewis, A. J. (1991) Fat in swine nutrition. *Swine nutrition*, 133-145
172. Pejman, N., Kallas, Z., Dalmau, A., Velarde, A. (2009) Should Animal Welfare Regulations Be More Restrictive? A Case Study in Eight European Union Countries. *Animals*, 9, 195
173. Perry, G.C. (1992) Olfaction and taste. In: *Farm animals and the environment*. CABI Publishing, Wallingford, UK. 185-199
174. Petr, J. (2005) Yield potential of rye, hybrid and population varieties in ecological and intensive cultivation. *Sci. Agric. Bohem.*, 36, 41-48
175. Petrelli, S., Buglione, M., Maselli, V., Troiano, C., Larson, G., Frantz, L., Manin, A., Ricca, E., Baccigalupi, L., Wright, D., Pietri, C., Fulgione, D. (2022) Population genomic, olfactory, dietary, and gut microbiota analyses demonstrate the unique evolutionary trajectory of feral pigs. *Mol. Ecol.*, 31, 220-237
176. Piva, A., Morlacchini, M., Casadei, G., Gatta, P. P., Biagi, G., & Prandini, A. (2002) Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. *Ital. J. Anim. Sci.*, 1 (1), 35-41

177. Poutanen, K.S., Kårlund, A.O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D.P., Scheers, N.M., Marklinder, I.M., Eriksen, A.K., Silventoinen, P.C., Nordlund, E., Sozer, N., Hanhineva, K.J., Kolehmainen, M., Landberg, R. (2022) Grains - a major source of sustainable protein for health. *Nutr Rev.*, 80 (6), 1648-1663
178. Prunier, A., Averos, X. Dimitrov, I., Edwards, S.A, Hillmann, E., Holinger, M., Ilieski V., Leming R., Tallet C., Turner S.P., Zupan M., Camerlink, I. (2020) Review: Early life predisposing factors for biting in pigs. *Animal*, 14 (3), 570-587
179. Provenza, F.D., Cincotta, R.P. (1993) Foraging as a self-organizational learning process: accepting adaptability at the expense of predictability. In *Diet Selection*, [R. N. Hughes, editor]. London: Blackwell Scientific Publications 78-101
180. Provenza, F.D., Bumtt, E.A. (1991) Socially-induced diet preference ameliorates conditioned food aversion in lambs. *Appl Anim Behav Sci.*, 31, 229-236
181. Provenza, F.D., Balph, D.F. (1987) Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. *Appl Anim Behav Sci.*, 18, 211-232
182. Ralphs, M.H. (1997) Persistence of aversions to larkspur in naive and native cattle. *J. Range Manag.*, 50, 367-370
183. Rankin, C.H., Abrams, T., Barry, R.J., Bhatnagar, S., Clayton, D.F., Colombo, J., Coppola, G., Geyer, M.A., Glanzman, D.L., Marsland, S., McSweeney, F.K., Wilson, D.A., Wu, C.F., Thompson, R.F. (2009) Habituation revisited: an updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiol Learn Mem.*, 92 (2), 135-8
184. Rault, J.L., Hintze, S., Camerlink, I., Yee, J.R. (2020) Positive Welfare and the Like: Distinct Views and a Proposed Framework. *Front Vet Sci.*, 2, 7:370
185. Rault, J.L., Sandøe, P., Sonntag, Q., Stuardo, L. (2022) Positive Animal Welfare: Bridging the Gap or Raising Inequalities Worldwide? *Front. Anim. Sci.*, 3, 825379
186. Revusky, S.H., Bedarf, E.W. (1967) Association of illness with prior ingestion of novel foods. *Science* 155, 219-220
187. Robbins, C.T., Fortin, J.K., Rode, K.D., Farley, S.D., Shipley, L.A., Felicetti, L.A. (2007) Optimizing protein intake as a foraging strategy to maximize mass gain in an omnivore. *Oikos*, 116 (10), 1675–82
188. Robertson, J.B., Van Soest, P.J. (1981) The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), *The Analysis of Dietary Fibre in Food*, Marcell Dekker, New York, pp. 123–157
189. Rodehutsord, M., Rückert, C., Maurer, H. P., Schenkel, H., Schipprack, W., Bach Knudsen, K. E, Schollenberger, M., Laux, M., Eklund, M., Siegert, W. (2016) Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes. *Arch. Anim. Nutr.*, 70, 87–107
190. Rogers, P.J., Blundell, J.E. (1991) Mechanisms of diet selection: the translation of needs into behaviour. *Proc. Nutr. Soc.*, 50, 65-70
191. Rohde Parfet, K.A., Gonyou, H.W. (1991) Attraction of newborn piglets to auditory, visual, olfactory and tactile stimuli. *J. Anim. Sci.*, 69, 125-133
192. Roura, E., Fu, M. (2017) Taste, nutrient sensing and feed intake in pigs (130 years of research: then, now and future). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 233, 3-12
193. Roura, E., Holt, R. and Klasing, K.C. (2008) Identification of the porcine umami taste receptor dimer responsible for the taste of amino acids. *J. Anim. Sci.*, 81 (1), 203
194. Rose, S.P., Kyriazakis, I. (1991) Diet selection of pigs and poultry. *Proc. Nutr. Soc.*, 50, 87-98
195. Rozin, P. (1976) The selection of foods by rats, humans and other animals. In: Rosenblatt, J., Hinde, R.A., Beerand, C. and Shaw, C.E. (eds). *Advances in the study of behavior*, Academic Press, New York, 6, 21-76
196. Rozin, P., Vollmecke, T.A. (1986) Food likes and dislikes. *Annu. Rev. Nutr.*, 6, 433-456
197. Ruis, M.A., te Brake, J.H., Engel, B., Buist, W.G., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J. M. (2001) Adaptation to social isolation: acute and long-term stress responses of growing gilts with different coping characteristics. *Physiol. Behav.*, 73 (4), 541-551

198. Schröder-Petersen, D.L., Simonsen, H.B. (2001) Tail biting in pigs. *Vet. J.*, 162 (3), 196-210
199. Schwarz T., Kuleta W., Turek A., Tuz R., Nowicki J., Rudzki B., Bartlewski P.M. (2015) Assessing the efficiency of using a modern hybrid rye cultivar for pig fattening, with emphasis on production costs and carcass quality. *Anim. Prod. Sci.*, 55, 467-473
200. Schwarz, T., Przybyło, M., Zapletal, P., Turek, A., Pabiańczyk, M., Bartlewski, PM. (2021) Effects of Using Corn Dried Distillers' Grains with Solubles (cDDGS) as a Partial Replacement for Soybean Meal on the Outcomes of Pig Fattening, Pork Slaughter Value and Quality. *Animals (Basel)*, 11 (10), 2956
201. Schokker, D., Fledderus J., Jansen R., Vastenhouw, S. A., de Bree F. M., Smits M. A., Jansman A.A.J.M. (2018) Supplementation of fructooligosaccharides to suckling piglets affects intestinal microbiota colonization and immune development. *J. Anim. Sci.* 96, 2139–2153
202. Signoret, J.P., Baldwin, B.A., Fraser, D., Hafez, E.S.E. (1975) The behaviour of swine
203. Silva-Guillen, YV., Arellano, C., Boyd, RD., Martinez, G., van Heugten, E. (2020) Growth performance, oxidative stress and immune status of newly weaned pigs fed peroxidized lipids with or without supplemental vitamin E or polyphenols. *J Anim Sci Biotechnol.*, 11, 22
204. Scott, K., Taylor, L., Gill, B.P., Edwards, S.A. (2007) Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems. *Appl Anim Behav Sci.*, 105, 51–58
205. Sergiel, A., Maślak, R., Kuszniierz, J., Paśko, Ł. (2012) Zachowania stereotypowe – przegląd definicji i klasyfikacji. *Med. Weter.*, 68 (1), 45-48
206. Simpson, E.H., Balsam, P.D. (2016) The Behavioral Neuroscience of Motivation: An Overview of Concepts, Measures, and Translational Applications. *Curr Top Behav Neurosci.*, 27, 1-12
207. Sinisalo, A., Niemi, J.K., Heinonen, M., Valros, A. (2012) Tail biting and production performance in fattening pigs. *Livest. Sci.*, 143 (2–3), 220–225
208. Smulders, D., Hautekiet, V., Verbeke, G., Geers, R. (2008) Tail and ear biting lesions in pigs: an epidemiological study. *Anim. Welfare*, 17 (1), 61-69
209. Solà-Oriol, D., Roura, E., Torrallardona, D. (2009) Feed preference in pigs: Effect of cereal sources at different inclusion rates. *J. Anim. Sci.*, 87 (2), 562-570
210. Solà-Oriol, D., Roura, E., Torrallardona, D. (2011) Feed preference in pigs: Effect of selected protein, fat, and fiber sources at different inclusion rates. *J. Anim. Sci.*, 89 (10), 3219-3227
211. Solà-Oriol, D., Roura, E., Torrallardona, D. (2014) Feed preference in pigs: Relationship between cereal preference and nutrient composition and digestibility. *J. Anim. Sci.*, 92 (1), 220-228
212. Spreeuwenberg, M.A.M., Verdonk, J.M.A.J., Gaskins, H.R., Verstegen, M.A.W. (2001) Small intestine epithelial barrier function is compromised in pigs with low feed intake at weaning. *J. Nutr.*, 131, 1520-1527
213. Stolba, A., Wood-Gush, D. (1989) The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Prod.* 48 (2), 419-425
214. Strang, E.J.P., Eklund, M., Rosenfelder, P., Sauer, N., Htoo, J.K., Mosenthin, R. (2016) Chemical composition and standardized ileal amino acid digestibility of eight genotypes of rye fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* 94, 3805-3816
215. Studnitz, M., Jensen, M.B., Pedersen, L.J. (2007) Why do pigs root and in what will they root? A Review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 107, 183-197
216. Sullivan Z, Honeyman M, Gibson L (2005) Feeding small grains to swine. University Extension, Iowa State University. Available at <https://storeextension.iastate.edu/Product/pm1994-pdf> [Verified 6 February 2014]
217. Sun, W., Sun, J., Li, M., Xu, Q., Zhang, X., Tang, Z., Sun, Z. (2020) The effects of dietary sodium butyrate supplementation on the growth performance, carcass traits and intestinal microbiota of growing-finishing pigs. *J. Appl. Microbiol.*, 128 (6), 1613-1623

218. Sunquist, M.E., Sunquist, F.C. (1989) Ecological constraints on predation by large felids. *Carnivore Behav. Ecol. Evol.*, 283-301
219. Świątkiewicz, M.; Księżak, J.; Hanczakowska, E. (2018) The effect of feeding native faba bean seeds (*Vicia faba* L.) to sows and supplemented with enzymes to piglets and growing pigs. *Ann. Anim. Sci.*, 18, 1007–1027
220. Tanaka T., Murayama, Y., Eguchi, Y., Yoshimoto, T. (1998) Studies on visual of pigs using shape discrimination learning. *Anim. Sci. Technol.*, 69, 260-266
221. Thorhallsdottir, A.G., Provenza, F.D., Balph, D.F. (1987) Food aversion learning in lambs with or without a mother: discrimination, novelty and persistence. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 18, 327-340
222. Tinbergen, N. (1963) On aims and methods in ethology. [Reprinted in *Anim. Biol.* 55(4): 297–321, 2005]. *Zeitschrift für Tierpsychologie.* 20, 410–433
223. Tinti, J.M., Glaser, D., Wanner, M. and Nofre, C. (2000) Comparison of gustatory responses to amino acids in pigs and in humans. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 33, 578-583
224. Toates, F.M. (1981) The control of ingestive behaviour by internal and external stimuli—a theoretical review. *Appetite*, 2, 25-50
225. Tłuścik, F., Kozubek, A., Mejbaum-Katzenellebogen W. (1981) Alkylresorcinols in rye (*Secale cereale* L.) grains. VI. Colorimetric micromethod for the determination of alkylresorcinols with the use of diazonium salt, Fast Blue B. *Acta Soc. Bot. Polon.*, 50, 645–651
226. Tolkamp, B. J., Allcroft, D. J., Austin, E. J., Nielsen, B. L., Kyriazakis, I. (1998 a). Satiety splits feeding behaviour into bouts. *J.Theo. Biol.*, 194 (2), 235-250
227. Tolkamp, B.J., Day, J.E., Kyriazakis, I. (1998 b) Nutrition and behaviour group symposium on ‘Measuring nutrient intake’ measuring food intake in farm and laboratory animals’. *Nutr. Soc.*, 57 (2), 313-319
228. Traktat z Lizbony zmieniający traktat o Unii Europejskiej i traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską. (2009). Lizbona, Portugalia, (Dz. U., 2009, Nr 203, poz. 1569).
229. Ustawa z dnia 15 stycznia 2015 r. o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych lub edukacyjnych (Dz.U. 2015 poz. 266)
230. Valsecchi, P., Moles, A., Mainardi, M. (1993) Does mother’s diet affect food selection of weanling wild mice? *Anim. Behav.*, 46, 827-828
231. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991) Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583–3597
232. Verspreet, J.; Dornez, E.; Van den Ende, W.; Delcour, J.A.; Courtin, C.M. (2015) Cereal grain fructans: Structure, variability and potential health effects. *Trends Food Sci. Tech.*, 43, 32–42
233. Visalberghi, E., Sabbatini, G., Stammati, M., Adessi, E. (2003) Preferences towards novel foods in *Cebus apella*: the role of nutrients and social influences. *Physiol. Behav.*, 80, 341-349
234. Vogt, L. M., Meyer D., Pullens G., Faas M. M., Venema K., Ramasamy U., Schols H. A., and de Vos P. (2014) Toll-like receptor 2 activation by β 2 \rightarrow 1-fructans protects barrier function of T84 human intestinal epithelial cells in a chain length-dependent manner. *J. Nutr.*, 144, 1002–1008
235. Von Gangern, W. (2009) The use of rye grain in animal feeding. *Ann. Rye Belt Conf., Kondratowice*, 15 stycznia 2009
236. Wang, M., Huang, H., Hu, Y., Huang, J., Yang, H., Wang, L., Chen, S., Chen, Ch., He, S. (2020) Effects of dietary microencapsulated tannic acid supplementation on the growth performance, intestinal morphology, and intestinal microbiota in weaning piglets. *J. Anim. Sci.*, 98, 5
237. Weingarten, H. P. (1985) Stimulus control of eating: implications for a two-factor theory of hunger. *Appetite* 6, 387-401
238. Welfare Quality® Assessment Protocol For Pigs. (2009) Sows and piglets, growing and finishing pigs. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands

-
239. Wenk, C. (2001) The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 90, 21-33
240. Woodman, H.E., Evans, R.E., Kitchin, A.M. (1932) The value of oats in the nutrition of swine. *J. Agric. Sci.*, 22 (3), 657-669
241. Woyengo, T.A., Beltranena, E., Zijlstra, R.T. (2014) Nonruminant nutrition symposium: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. *J. Anim. Sci.*, 92 (4), 1293-1305
242. www.euwelnetpigtraining.org data dostępu 10.01.2015
243. Wyatt, D. (2017) *Animal Behaviour – A Very Short Introduction*. Oxford University Press
244. Zalecenie Komisji (UE) 2016/336 z dnia 8 marca 2016 r. w sprawie stosowania dyrektywy Rady 2008/120/WE ustanawiającej minimalne normy ochrony świń, w odniesieniu do środków ograniczających potrzebę obcinania ogonów. (Dz.U. L 62/20 z 9.3.2016)
245. Zaworska-Zakrzewska, A., Kasproicz-Potocka, M., Ciołek, K., Pruszyńska-Oszmałek, E., Stuper-Szablewska, K., Rutkowski, A. (2022) The Effects of Protease Supplementation and Faba Bean Extrusion on Growth, Gastrointestinal Tract Physiology and Selected Blood Indices of Weaned Pigs. *Animals*, 12 (5), 563
246. Zentek, J., Ferrara, F., Pieper, R., Tedin, L., Meyer, W., Vahjen, W. (2013) Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids on the gastrointestinal microbial ecology and bacterial metabolites in the digestive tract of weaning piglets. *J Anim Sci.*, 91, 3200–3210
247. Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015) Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 6 (1), 1-10