

INSTYTUT ŻYWIENIA ZWIERZĄT I BROMATOLOGII

*Badania w zakresie optymalizacji produkcji ekologicznej pasz,
z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego.
Opracowanie przewodnika dobrych praktyk.*

**Zadanie w roku 2024: Wykorzystanie objętościowych produktów ubocznych
z roślinnej produkcji ekologicznej skarmianych na bieżąco lub po ich zakiszeniu
w żywieniu tuczników. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk**

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr DEJ.re.765.12.2024

Kierownik tematu:

Prof. dr hab. Eugeniusz R. Grela

Wykonawcy:

*Dr hab. prof. uczelni Wioleta Samolińska, prof. dr hab. Renata Klebaniuk, prof.
dr hab. Mariusz Florek, dr inż. Edyta Kowalczyk-Vasilev, dr Mateusz Ossowski,
mgr Agata Bielak, mgr inż. Justyna Widz, mgr inż. Szymon Milewski, mgr inż.
Julia Fabjanowska, mgr inż. Magdalena Moczulska, Sławomir Homeja*

Lublin, 2024

1. Wstęp i cel badań

Rolnictwo ekologiczne, zarówno w sferze produkcji roślinnej jak i zwierzęcej obwarowane jest stosownymi przepisami i rozporządzeniami. Celem tych przepisów opartych na ogólnych i szczegółowych zasadach jest promowanie ochrony środowiska, utrzymanie bioróżnorodności, ograniczenie śladu węglowego w produkcji gazów cieplarnianych, a przede wszystkim zdobycie zaufania konsumentów do produktów ekologicznych, w tym pochodzenia zwierzęcego (Grela, 2024). Produkcja ekologiczna wyklucza stosowanie środków chemicznych (np. nawozy sztuczne, chemiczne środki ochrony roślin, regulatory wzrostu, syntetyczne aminokwasy, weterynaryjne środki lecznicze i antybiotyki, hormony) oraz roślin i pasz z udziałem GMO (Grela i Czech, 2019). W chowie ekologicznym zwierząt należy przestrzegać wymogów dobrostanu zwierząt oraz żywienia zwierząt zgodnie z ich potrzebami dostosowanymi do gatunku, wieku, płci i kierunku użytkowości (Kelly i in., 2007; Łopuszyński, 2024). Ich celem jest ochrona zdrowia zwierząt i środowiska. W rolnictwie ekologicznym stosuje się środki żywienia zwierząt na podstawie aktualnych przepisów zawartych w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/848 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów oraz w Ustawie z dnia 23 czerwca 2022 r. o rolnictwie ekologicznym i produkcji ekologicznej (Dz.U. 2022 poz. 1370).

Żywienie trzody chlewnej w chowie ekologicznym powinno być zasadniczo realizowane paszami pozyskanymi z produkcji organicznej, najlepiej z własnego gospodarstwa oraz z naturalnych substancji nierolniczych. Oprócz pasz podstawowych mogą też być stosowane produkty uboczne pochodzące z przetwarzania nasion roślin oleistych (makuchy) lub z produkcji soków (wytłoki). Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 767/2009 z dnia 13 lipca 2009 r. (Dz.U.UE.L.2009.229.1) w sprawie wprowadzania na rynek i stosowania pasz, pojęcie produkty uboczne zawiera się w określeniu *materiały paszowe*, które oznacza produkty pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, których zasadniczym celem jest zaspokajanie potrzeb żywieniowych zwierząt: w stanie naturalnym, świeże lub konserwowane, oraz produkty pozyskane z ich przetwórstwa przemysłowego, a także substancje organiczne i nieorganiczne zawierające dodatki paszowe lub ich niezawierające, przeznaczone do doustnego karmienia zwierząt jako takie albo po przetworzeniu, albo stosowane do przygotowywania mieszanek paszowych lub jako nośniki w premiksach. Tak więc, produkty uboczne to środki żywienia zwierząt pozyskane jako pozostałość przy przetwarzaniu surowców roślinnych lub zwierzęcych w przemyśle rolno-spożywczym. Podkreślić należy, że produkt uboczny nie jest odpadem oraz nie obowiązują go

rygory prawa odpadowego. Obok produktów ubocznych, powstałych po przetworzeniu zbóż, nasion oleistych, owoców lub warzyw, sporą część stanowią tzw. dyskwalifikaty spożywcze, a więc produkty niewymiarowe, nieco uszkodzone lub nieodpowiadające oczekiwaniom konsumentów. Mogą one stanowić bardzo dobry składnik diety dla świń w ekologicznym chowie i mogą być skarmiane na bieżąco w postaci rozdrobnionej i/lub poddane obróbce termicznej, jak też przy większej ich ilości zakonserwowane poprzez zakiszanie (Grela i in., 2023). Obok podstawowych składników odżywczych, zawierają one także wiele substancji biologicznie czynnych, które poprawiać mogą wartość dietetyczną produktów zwierzęcych, przyczyniając się jednocześnie do polepszenia bilansu paszowego (Correddu i in., 2020; Grela i in., 2023; Kasapidou i in., 2015; Rinne i in., 2017; Sagar i in., 2018; Schieber i in., 2001).

Według przedstawionych aktów prawnych także w produkcji ekologicznej należy uwzględniać wykorzystanie dyskwalifikatów i produktów ubocznych pochodzenia roślinnego jako materiału paszowego w produkcji zwierzęcej, m.in. w celu obniżenia kosztów żywienia (Panouillé i in., 2007). W każdym gospodarstwie ekologicznym należy zadbać o bilans paszowy, dotyczący zaopatrzenia zwierząt w podstawowe składniki pokarmowe, w tym białko, aminokwasy, energię oraz składniki biologicznie czynne, zgodnie ze stosownymi zaleceniami. Dotyczyć to powinno zarówno upraw polowych (zboża, bobowate) jak i wykorzystania produktów ubocznych z przetworzenia nasion roślin oleistych oraz owoców i warzyw. Istotnym zagadnieniem w ekologicznym żywieniu jest wykorzystanie niektórych ziół w celu poprawy efektywności tuczu jak i jakości wieprzowiny (Radzikowski i Milczarek, 2022).

Celem badań było określenie składu chemicznego i wartości pokarmowej produktów ubocznych wybranych warzyw i owoców oraz ich wykorzystanie w ekologicznym tuczu świń ras rodzimych: puławska i złotnicka pstra. W trakcie badań na zwierzętach określono efekty produkcyjne, oceniono strawność składników pokarmowych, profil metaboliczny krwi, wartość rzeźną tusz i ocenę fizyko-chemiczną mięsa tuczników w zależności od rodzaju stosownego żywienia: mieszanki treściwe (grupa kontrolna), mieszanki treściwe z udziałem rozdrobnionej mieszaniny warzyw podawanych na świeżo (grupa II) oraz mieszanki treściwe z udziałem zakiszonej mieszaniny warzyw i/lub owoców (grupa III). Dokonano oceny organoleptycznej wyrobów wędliniarskich: szynki, polędwicy, boczku i kiełbasy z wieprzowiny tuczników doświadczalnych obu ras. Określono także badania mikrobiologiczne kałów oraz kiszzonek stosowanych w żywieniu tuczników. Wykonano również badania produkcyjne w gospodarstwie specjalizującym się w tuczu świń rasy złotnicka pstra z wykorzystaniem makuchów pochodzących z nasion rzepaku i słonecznika oraz dodatkiem wybranych ziół.

Wszystkie procedury zastosowane w badaniach na zwierzętach uzyskały akceptację Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Lublinie (nr 48/2023).

2. Zakres i metody badań

2.1. Lokalizacja badań i materiał roślinny

Próbki materiałów roślinnych, stanowiących komponent dawki pokarmowej zwierząt eksperymentalnych, pozyskiwano z gospodarstw ekologicznych specjalizujących się w ekologicznej produkcji owoców i warzyw, głównie z gospodarstwa w Tarnogrodzie. Materiał badawczy stanowiły produkty owocowo-warzywne z lat 2023 i 2024. Pobrano także próbki zbóż, nasion bobowatych i makuchów do analiz chemicznych z obydwu gospodarstw (Tarnogród i Łabiszyn).

W pierwszym etapie badań analizom chemicznym poddano produkty uboczne, tzw. dyskwalifikaty, niespełniające wymagań odbiorcy (sklepy, markety) i inne materiały paszowe pochodzące z gospodarstw ekologicznych. Na podstawie analizy składu chemicznego i wartości pokarmowej oceniono ich jakość oraz przydatność do praktycznego stosowania w ekologicznym tuczu świń. Analizy i ocena wartości pokarmowej dotyczyły następujących pasz: ziarno zbóż (jęczmień, owies, pszenica, pszenżyto, żyto, żyto hybrydowe), kolby kukurydzy, otrąb pszennych i żytnich, nasion bobowatych (bobik, groch i soja ekstrudowana), makuchów (rzepakowy i słonecznikowy) oraz warzyw i owoców: buraki ćwikłowe, cukinia, dynie bez pestek, kalafior, kapusta biała i czerwona, marchew, pietruszka oraz jabłka i gruszki oraz wyciągi owocowe z agrestu. Z uwagi na wysoką zawartość wody w większości produktów objętościowych soczystych, posłużyły one do żywienia na bieżąco w formie surowej (świeżej), a część produktów (m.in. burak ćwikłowy, cukinia, marchew, wyciągi z agrestu) po rozdrobnieniu poddano procesowi zakiszania w kistenach. Przygotowano kiszonki z buraków ćwikłowych; buraków ćwikłowych i cukinii; buraków ćwikłowych cukinii, marchwi i wyciągów z agrestu. Próby kiszzonek po 6-tygodniowym i 18-tygodniowym zakiszaniu poddano analizie składu chemicznego i mikrobiologicznego.

Badania analityczne i laboratoryjne wykonano w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie.

2.2. Zwierzęta i schemat badań

Badania produkcyjne na zwierzętach, w tym przygotowanie pasz, przeprowadzono w okresie marzec – listopad 2024 w gospodarstwie ekologicznym na terenie województwa lubelskiego (doświadczenie A) oraz kujawsko-pomorskiego (doświadczenie B). Badania przeprowadzono na tucznikach rasy puławska i złotnicka pstra (doświadczenie A) i złotnicka pstra (doświadczenie B). Zwierzęta starano się żywić zgodnie z zaleceniami stosowanymi w żywieniu świń (Grela i Skomiał, 2020). Wiodące badania zlokalizowane były w gospodarstwie ekologicznym na terenie województwa lubelskiego (doświadczenie A), gdzie utworzono dla rasy puławska i złotnicka pstra po 3 grupy żywieniowe, liczące w badaniach ścisłych po 6 tuczników w każdej grupie (n=6):

- grupa I - kontrolna, żywiona mieszankami treściwymi pełnoporcjowymi, stosowanymi w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie,
- grupa II – doświadczalna, dla której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wyłoków owocowych, które były rozdrobnione i podawane do skarmiania bezpośrednio do koryt,
- grupa III – doświadczalna, w dawce pokarmowej uwzględniono udział kiszonych warzyw i owoców oraz wyłoków owocowych, które zadawano w połączeniu z mieszanką treściwą.

W drugiej lokalizacji gospodarstwa ekologicznego na terenie województwa kujawsko-pomorskiego (doświadczenie B) utworzono 2 grupy tuczników po 12 sztuk w każdej. W tym obiekcie analizowano efekty produkcyjne oraz wykonano badania strawnościowe i pomiary dysekcyjne oraz określono profil kwasów tłuszczowych w słoninie. Grupa I stanowiła kontrolę, w której tuczniki od masy ciała 25 do 115 kg żywione były mieszanką stosowaną w gospodarstwie, zaś grupa II - doświadczalna, w której zwierzęta otrzymywały z pasz białkowych makuchy z nasion rzepaku i słonecznika. Skład i wartość pokarmową mieszanek treściwych oraz pasz objętościowych soczystych zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład recepturowy (g/kg) pasz stosowanych w żywieniu tuczników

	Doświadczenie A				Doświadczenie B			
	PT-1	PT-2	Warzywa i owoce świeże	Warzywa i owoce kiszzone	PT-1G	PT-1D	PT-2G	PT-2D
Pszenica	200	100	0	0	200	300	0	100
Jęczmień	200	420	0	0	300	300	400	400
Pszenżyto	50	200	0	0	100	0	250	250
Kukurydza	250	0	0	0	100	100		0
Żyto hybrydowe	55	100	0	0	0	0	100	0
Otręby pszenne	0	50	0	0	0	0	100	100
Makuch rzepakowy	100	50	0	0	100	150	50	50
Makuch słonecznikowy	0	0	0	0	0	100	0	70
Groch	100	50	0	0	150	0	70	0
Kreda + fosforan paszowy	15	10	0	0	20	20	10	10
Mieszanka Dolfos*	30	20	0	0	30	30	20	20
Buraki ćwikłowe	0	0	300	200	0	0	0	0
Cukinia	0	0	300	200	0	0	0	0
Marchew	0	0	200	200	0	0	0	0
Wyłoki z agrestu	0	0	200	400	0	0	0	0
Razem	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

PT-1 – mieszanka treściwa skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2 - mieszanka treściwa skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); mieszanka Dolfos – mieszanka uzupełniająca z udziałem składników mineralnych, witamin i aminokwasów naturalnego pochodzenia

2.3. Czynności badawcze

W pobranych próbach materiałów paszowych (zboża, makuchy, warzywa, owoce i mieszanki treściwe) wykonano analizy składu chemicznego celem określenia zawartości składników odżywczych oraz wyliczenia wartości pokarmowej, w tym:

- zawartości podstawowych składników pokarmowych wg postępowania podanego w AOAC (2012),

- zawartości składników mineralnych (Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn i Zn) w próbkach oznaczono metodą płomieniową AAS w aparacie Unicam 939 (AA Spectrometer Unicam, Shimadzu Corp., Tokio, Japonia) po spaleniu w temperaturze 550°C, zgodnie z postępowaniem opisanym w AOAC (2012). Ogólną zawartość P oznaczono metodą spektrometryczną przy długości fali 400 nm za pomocą aparatu Helios Alpha UV–VIS (Spectronic Unicam, Leeds, Wielka Brytania),

- zawartość lizyny ogólnej oznaczono metodą chromatografii jonowymiennej w analizatorze aminokwasów 119 Cl Beckman (Beckman Instrument Company, USA). Przed analizą próbki poddano hydrolizie kwasowej w obecności 6 M HCl, w temp. 105°C przez 24 godziny. Aminokwasy siarkowe oznaczono oddzielnie po utlenieniu (Davies i Thomas, 1973; Schram i in., 1954).

- zawartości substancji biologicznie czynnych w niektórych komponentach paszowych, m.in. polifenole, karotenoidy i witaminę C. Zawartość witaminy C oznaczono metodą spektrofotometryczną według postępowania podanego przez Rutkowskiego i Grzegorzczak (2007). Oznaczanie sumy α - i β -karotenu przeprowadzono na spektrofotometrze Helios Alpha UV–VIS (Spectronic Unicam, Leeds, Wielka Brytania), przy dł. fali $\lambda = 450$ nm, wobec czystego eteru naftowego. Ogólna zawartość α - i β -karotenu w przeliczeniu na β -karoten odczytano z krzywej wzorcowej w ($\mu\text{g} / 1$ kg). Oznaczanie zawartości polifenoli ogółem przeprowadzono metodą Folina-Ciocalteu'a (Singleton i Rossi, 1965). Zawartość polifenoli ogółem obliczono z wykorzystaniem wyznaczonej krzywej wzorcowej i wyrażono w ekwiwalencie kwasu galusowego (GAE) w przeliczeniu na 1000 g świeżej masy owoców i warzyw. W kiszonkach pobranych 2-krotnie po 6 i 18 tygodniach od zakiszenia oznaczono podstawowy skład chemiczny, pH, zawartość azotu amoniakalnego oraz zawartość lotnych kwasów tłuszczowych. Kwasowość kiszonek (pH) określono pH-metrem stacjonarnym TOLEDO MA 235, natomiast zawartość amoniaku – metodą Conway'a (1962). Zawartość kwasu mlekowego oznaczono za pomocą chromatografu gazowego typu Varian CP-3800. Zawartość kwasów octowego i masłowego oznaczono natomiast za pomocą chromatografu cieczowego (HPLC).

Badania na tucznikach świń rasy puławskiej i złotnickiej pstra pozwoliły na ocenę przydatności paszowej materiałów paszowych pochodzących z warzyw i owoców oraz ich wpływu na:

- efekty produkcyjne tuczników – zmiany masy ciała od rozpoczęcia tuczu (około 25 kg) do uboju (115-130 kg), przyrosty dzienne, pobranie dzienne pasz i ich zużycie na 1 kg przyrostu;
- strawność składników pokarmowych dawki pokarmowej;

- profil metaboliczny krwi (doświadczenie A),
- ocenę poubojową tusz oraz cechy fizyko-chemiczne mięsa szynki i polędwicy oraz organoleptyczną wyrobów wędliniarskich z mięsa tuczników doświadczalnych (dośw. A),
- skład bakteriologiczny flory przewodu pokarmowego na podstawie badania mikrobiologicznego kału tuczników (dośw. A).

2.4. Określenie współczynników strawności pozornej składników pokarmowych

Badania strawności prowadzono przez 6 kolejnych dni przy użyciu wskaźnika endogenego (popiół nierozpuszczalny w HCl, tzw. AIA ang. acid insoluble ash). W godzinach rannych, przez sześć kolejnych dni od 6 zwierząt w każdej grupie zbierano około 0,3 kg kału. Kał zważono, mieszano, po czym pobrano próbki z 3 kolejnych dni do zamkniętego pojemnika z kilkoma kroplami kwasu siarkowego. Następnie kał mieszano i z każdej próbki pobierano po 10 g do oznaczenia zawartości białka całkowitego (AOAC, 2012). Pozostałość suszono w suszarce w temperaturze 60°C przez około 72 godzin do stałej masy. Z każdej takiej porcji wysuszonego kału, drobno zmielonego w młynku, odważano 2 próbki po 100 g do dalszych analiz laboratoryjnych. Oznaczono zawartość składników odżywczych oraz popiołu nierozpuszczalnego w HCl (AOAC, 2012).

Obliczenia współczynników strawności składników pokarmowych dokonano w następujący sposób:

Pozorna strawność składników pokarmowych w całym przewodzie pokarmowym = $100 - 100 \times (\text{zawartość wskaźnika w diecie} \times \text{zawartość składników pokarmowych w kale}) / (\text{zawartość wskaźnika w kale} \times \text{zawartość składników pokarmowych w diecie})$. Uzyskane wyniki zestawiono w tabelach.

2.5. Określenie profilu metabolicznego krwi zwierząt

W okresie trwania doświadczenia A pobrano krew do analiz hematologicznych i biochemicznych. Krew pobrano z żyły szyjnej (*vena jugularis*) od 6 zwierząt z każdej grupy. W pełnej krwi oznaczono, przy użyciu analizatora hematologicznego Abacus Junior Vet (Diatron, Wiedeń, Austria), następujące wskaźniki hematologiczne: liczbę erytrocytów (RBC), hemoglobinę (HGB), hematokryt krwinkowy (HCT), średnią objętość krwinki czerwonej (MCV), średnią masę hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej (MCHC) oraz całkowitą liczbę leukocytów (WBC) i leukogram (procentowy udział limfocytów – LYM, procentowy udział monocytów - MON, procentowy udział neutrofilów – NEU).

Osocze do analizy parametrów biochemicznych uzyskano przez wirowanie krwi pełnej przy 3000 obr./min (603 x g) przez 15 min w wirówce laboratoryjnej (MPW-350R, MPW Medical Instruments, Warszawa, Polska) w temperaturze 4°C. W osoczu oznaczono zawartość albuminy, białka całkowitego, kreatyniny, kwasu moczowego, mocznika, glukozy, cholesterolu całkowitego (CHOL), frakcji lipoproteinowej cholesterolu o wysokiej gęstości (HDL), triacylogliceroli oraz aktywność enzymów profilu metabolicznego - aminotransferazy alaninowej (ALT), asparaginianowej (AST), fosfatazy alkalicznej (ALP), dehydrogenazy mleczanowej (LDH) i gamma-glutamylotranspeptydazy (GGT). Oznaczono również poziom wybranych pierwiastków: fosforu, wapnia, magnezu, żelaza, cynku oraz miedzi. Analizę wymienionych parametrów biochemicznych w osoczu krwi przeprowadzono metodami kolorymetrycznymi zgodnie z protokołem producenta przy użyciu zestawów odczynnikowych (BioMaxima, Lublin, Polska) oraz analizatora biochemicznego Metrolab 2300 GL (Metrolab SA, Buenos Aires, Argentyna). Procedury analityczne weryfikowano za pomocą wieloparametrycznego osocza kontrolnego (BioCal) oraz osocza kontrolnego z prawidłowymi (BioNorm) i wysokimi (BioPath) poziomami parametrów (BioMaxima, Lublin, Polska). Do oznaczeń witaminy D zastosowano test immunoenzymatyczny, który mierzy całkowity poziom metabolitu witaminy D (25(OH)D) w osoczu krwi (nr kat. EIA-5396, DRG Instruments GmbH, Marburg, Niemcy) przy użyciu procedury ELISA na czytniku mikropłytek BioTek ELx808™ Absorbance Microplate Reader (BioTek, Winooski, VT, USA). Zakres pomiarowy testu wynosi od 8,05 – 300 nmol/l (3,22 ng/l do 120 ng/l). Test wykrywa witaminę 25(OH)D₃ ze swoistością 99,5%, a 25(OH)D₂ na poziomie 97,43%.

Frakcję lipoproteinową cholesterolu o niskiej gęstości (LDL) obliczono ze wzoru Friedewalda i in. (1972):

$$\text{LDL (mmol/l)} = \text{CHOL} - \text{HDL} - (\text{triacyloglicerole}/2,2)$$

Obliczono również udział procentowy frakcji HDL w cholesterolu całkowitym oraz stosunek cholesterolu całkowitego do frakcji HDL (CHOL/HDL).

2.6. Określenie profilu kwasów tłuszczowych w tkankach tuczników

W pobranych tkankach (mięsień grzbietowy, słonina i wątroba w doświadczeniu A) i słonina w doświadczeniu B od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra oznaczono skład kwasów tłuszczowych. Tłuszcz z tkanki mięśniowej, wątroby i słoniny wyekstrahowano metodą Folcha i in. (1957), w którym oznaczono profil kwasów tłuszczowych metodą chromatografii na aparacie Varian CP-3800. Warunki rozdziału chromatograficznego: kolumna kapilarna CP WAX 52CB 0,25 mm x 60 m, gaz nośny hel, przepływ 1,4 ml min⁻¹, temperatura

pracy kolumny – 120° C ze stopniowym wzrostem 2° C min⁻¹ do 210° C, czas oznaczeń - 127 min., temperatura dozownika – 160 °C, temperatura detektora – 160 °C, gazy wspomagające-wodór i powietrze.

Obliczono także wskaźniki lipidowe, tj. wskaźnik aterogenności (AI) i wskaźnik trombogenności (TI), obliczono (Σ g/100 g) według Ulbrichta i Southgate (1991):

$$AI = [(4 \times C14:0) + C16:0]/[(n - 6) PUFA + (n - 3) PUFA + MUFA],$$

$$TI = [C12:0 + C14:0 + C16:0 + C18:0]/[(0.5 \times MUFA) + (0.5 \times (n - 6) PUFA) + (3 \times (n - 3) PUFA) + (n - 3/n - 6) PUFA].$$

Stosunek kwasów tłuszczowych hipocholesterolemicznych (h) do kwasów tłuszczowych hipercholesterolemicznych (H) obliczono według Fernández i in. (2007):

$$h/H = (C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:4 + C20:5 + C22:6)/(C14:0 + C16:0)$$

2.7. Metodyka oznaczeń właściwości fizykochemicznych mięśni szkieletowych (mięsa wieprzowego)

2.7.1. Zawartość podstawowych składników chemicznych oznaczono metodami referencyjnymi zgodnie z Polskimi Normami:

- wody metodą suszenia według PN-ISO 1442:2000;
- popiołu metodą spopielenia według PN-ISO 936:2000;
- białka ogólnego (N×6,25) metodą Kjeldahla według PN-A-04018:1975/Az3:2002;
- tłuszczu wolnego metodą Soxhleta według PN-ISO 1444:2000.

Wartość energetyczną porcji 100 g mięsa w kcal obliczono wykorzystując dla białka ogólnego i tłuszczu równoważniki energetyczne zgodnie z Rozporządzeniem PEiR (UE) Nr 1169/2011 (Dz.U. L 304 z 22.11.2011, str. 18).

2.7.2. Badania właściwości fizykochemicznych mięsa obejmowały oznaczenie:

- pH za pomocą pH-metru Elmetron CP-401 waterproof i elektrod zespolonych (ERH-12-6 i ERPt-13)
- aktywność wody (aw) z wykorzystaniem aparatu HygroLab C1 (Rotronic, Bassersdorf, Switzerland),
- wyróżników barwy (L*, a*, b*, C*), zgodnie z systemem CIE (2004) za pomocą spektrofotometru Konica Minolta CM-600d,

- wyróżników wodochłonności: wyciek naturalny i wyciek termiczny według Honikel (1998);
- tekstura mięsa po obróbce termicznej oceniona na podstawie testu szerometrycznego W-B za pomocą maszyny Zwick/Roell Proline B0.5,

2.7.3. Oznaczenie wyróżników biochemicznych

- określono stabilność oksydacyjną lipidów (mg aldehydu malonowego (MDA) w 1 kg mięsa) na podstawie wskaźnika TBARS według Witte i in. (1970).

2.8. Ocena organoleptyczna i analiza sensoryczna 5-cio punktowa

Badanie miało na celu określenie stopnia pożądalności badanych produktów wędliniarskich pozyskanych od tuczników objętych badaniami żywieniowymi w chlewni ekologicznej (doświadczenie A), a pozyskanych z zakładu przetwórstwa mięsnego w Księżpolu. Obejmowało ono ocenę cech zewnętrznych, przekroju badanego produktu, a także zapachu, smaku i konsystencji. Do wykonania oznaczenia użyto plasterki wędlin o grubości 3 mm. Oznaczenia dokonano przy pomocy skali pięciopunktowej, która obejmuje pięć klas jakości:

- 5 – jakość bardzo dobra,
- 4 – jakość dobra,
- 3 – jakość dostateczna,
- 2 – jakość niedostateczna,
- 1 – jakość zła.

Poziom każdej cechy badanego produktu określony jest odpowiednią definicją. Oceny dokonano przy udziale 6 osobowego zespołu o sprawdzonej wrażliwości organoleptycznej. Oceny przeprowadzono w pomieszczeniach wolnych od obcych zapachów, z jednolitym oświetleniem i minimalizacją hałasu. W badaniach uczestniczyli przeszkoleni w zakresie stosowanej metody pracownicy.

2.9. Badanie mikrobiologiczne kału i kiszzonek

W celu określenia składu mikrobiologicznego kału (doświadczenie A), próbki pobrano od 4 tuczników przy masie ciała około 70 kg z każdej grupy obydwu ras (puławska i złotnicka pstra) bezpośrednio z odbytu do jałowego pojemnika o pojemności 50 ml. Materiał schłodzono do temperatury 6-8°C i przewieziono do laboratorium Katedry Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Próbki zhomogenizowano, a następnie odważano po 20 g materiału i umieszczono go w sterylnych butelkach zawierających 180 ml roztworu Ringera. Roztwór poddano wytrząsaniu przez 15 minut i pozostawiono na 5 minut w

celu sedymentacji. Potem przygotowano dziesięciokrotne seryjne rozcieńczenia w roztworze Ringera zgodnie z normą (ISO 6887-1:2017) i wysiano na odpowiednie podłoża mikrobiologiczne. W materiale oznaczono:

- ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych na podłożu agar wzbogacony, które inkubowano 48 godzin w temperaturze 37°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę grzybów na podłożu Sabouraud'a, które inkubowano 5–7 dni w temperaturze 25°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii z grupy coli na podłożu Endo-Les, które inkubowano 24 godziny w temperaturze 37°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii *Escherichia coli* typu kałowego na podłożu m-Faecal Coliform (mFC), które inkubowano 18–24 godzin w 44°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii *Clostridioides perfringens*, na podłożu Tryptose Sulphite Cycloserine (TSC), które inkubowano 48 godzin w temperaturze 37°C (Biomerieux Polska Sp. z o.o.) w generatorach atmosfery GENbag anaer (Biomerieux Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii kwasu mlekowego z rodzaju *Lactobacillus*, na podłożu De Man, Rogosa i Sharpe (MRS), które inkubowano 3–5 dni w temperaturze 30°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella* – na podłożu Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) po uprzednim namnożeniu próbek w buforowanej wodzie peptonowej i bulionie Rappaport–Vassiliadis (BTL Ltd., Łódź, Polska) i inkubowano 24 godziny w temperaturze 37°C (BioMerieux Polska Ltd.);
- określano ogólną liczbę bakterii z rodzaju *Campylobacter* oraz obecność bakterii z rodzaju *Listeria* na podłożach selektywnych, które inkubowano odpowiednio przez 2-7 dni w temperaturze 42°C i przez 48 godzin w temperaturze 37°C w generatorach atmosfery GENbag microaer (Biomerieux Polska Sp. z o.o.).

W kiszonkach pobranych 2-krotnie po 6 i 18 tygodniach od zakiszenia, po otworzeniu kistenów i zdjęciu wierzchniej 15 cm warstwy, określono powyższe parametry.

Dla każdej próbki oznaczenia powtórzono trzykrotnie. Po inkubacji kolonie bakterii policzono za pomocą automatycznego licznika Scan 300 (Interscience, Saint Nom la Brétèche, Francja) i wyliczono zgodnie z normami (ISO 4833-2:2013; PN-ISO 21527-1:2009; PN-ISO 4832:2005; PN-ISO 16649-2:2004; PN-EN ISO 7937:2005). Następnie określono liczbę każdego typu morfologicznego i wyrażono jako jednostki tworzące kolonie na gram próbki (jtk/g).

2.10. Opracowanie statystyczne

Wyniki badań zostały poddane analizie statystycznej za pomocą programu Statistica wersja 13.3.721.0 (StatSoft Poland Sp. z o.o., Kraków, Polska, 2024). Normalność danych i jednorodność wariancji określono odpowiednio testami Shapiro–Wilka i Browna–Forsythe’a. Wyniki analizowano przy użyciu analizy wariacji (ANOVA) lub korzystano z nieparametrycznego odpowiednika ANOVA - testu rang Kruskala-Wallisa. Istotność różnic między grupami określono testem post hoc Duncana. Efekty uznawano za istotne statystycznie gdy $p \leq 0,05$.

3. Omówienie wyników

3.1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa analizowanych pasz treściwych

W tabeli 2 podano zawartość suchej masy i składników odżywczych w ziarnie zbóż, nasionach roślin bobowatych oraz produktach ubocznych ze zbóż i nasion roślin oleistych.

Tabela 2. Zawartość składników pokarmowych w g/kg ziarna zbóż, nasion roślin bobowatych i produktów ubocznych ze zbóż i nasion roślin oleistych

Pasze	Składniki pokarmowe, g/kg					
	Sucha masa	Popiół surowy	Białko surowe	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW
Ziarna i produkty uboczne zbóż						
Jęczmień	865,4	26,1	108,6	19,7	50,4	660,6
Kukurydza	873,4	13,4	83,8	39,2	24,7	712,3
Owies oplewiony	888,2	25,7	98,6	33,8	114,6	615,5
Pszenica	869,3	18,4	117,4	21,2	31,6	680,7
Pszenżyto	872,4	17,6	121,5	13,4	26,3	693,6
Żyto	888,1	17,5	92,7	15,3	26,2	736,4
Żyto hybrydowe	887,5	18,2	98,3	16,8	23,9	730,3
Kolby kukurydzy, dojrzałość mleczna	262,6	9,3	41,2	25,6	30,4	156,1
Kolby kukurydzy, dojrzałość woskowa	543,8	16,1	50,7	38,6	46,2	392,2
Otręby pszenne	883,7	49,2	132,5	33,1	83,4	585,5
Otręby żytnie	881,8	35,4	133,8	25,7	55,8	631,1
Nasiona roślin bobowatych						
Bobik	873,6	36,7	245,8	12,3	76,2	502,6
Groch	869,4	33,6	215,8	12,4	62,1	545,5
Soja ekstrudowana	892,3	54,3	328,7	194,3	49,2	265,8
Makuchy nasion roślin oleistych						
Rzepak	884,6	59,6	289,4	92,3	122,4	320,9
Słonecznik	894,7	58,7	292,7	88,5	195,8	259,0

Zestawione wartości dla suchej masy i popiołu surowego są zbliżone do podawanych w różnych normach (NŻŚ, 2020; Sauvant i in., 2004), natomiast nieco niższe wartości stwierdzono dla białka ogólnego, a wyższe dla włókna surowego.

3.2. Skład chemiczny i wartość pokarmowa analizowanych warzyw i owoców świeżych i zakiszonych

Zestawiona w tabeli 3 zawartość podstawowych składników odżywczych w wybranych warzywach i owocach, które nie trafiły na rynek żywnościowy (dyskwalifikaty konsumenckie) była zbliżona do wartości podawanych przez innych autorów dla produktów spożywczych (Kunachowicz i in., 2018) lub ubocznych (Grela i in., 2023; Kasapidou i in., 2015; Schieber i in., 2001). W badaniach do produkcji kiszonek w kistenach wykorzystywano pojedyncze komponenty (buraki ćwikłowe) lub mieszaniny warzyw, będące w dyspozycji gospodarstwa (burak ćwikłowy i cukinia; dynia, marchew i wytloki z agrestu). Kiszonki komponowano w różnych proporcjach poszczególnych komponentów (buraki ćwikłowe z cukinią w proporcji 50:50; buraki ćwikłowe, cukinia, marchew i wytloki z agrestu w proporcji 20:20:20:40). Zawartość suchej masy w kiszonkach wahała się od 11,86% (buraki ćwikłowe z cukinią) do 13,28% (buraki ćwikłowe). Kiszonki cechowały się niewielką zawartością tłuszczu (0,1 - 0,24%) przy udziale białka ogólnego od 1,63 do 1,72% (Tab. 3). Znacznie więcej w wyprodukowanych kiszonkach odnotowano włókna surowego, gdyż jego poziom wahał się od 2,46% w burakach z cukinią do 2,98% w kisonce z buraków, cukinii, marchwi i wytlaków z agrestu (Tab. 3).

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych w g/kg wybranych owoców i warzyw

Gatunek	Sucha masa	Popiół surowy	Białko surowe	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW
Produkty świeże						
Buraki ćwikłowe	124,62	9,54	17,74	1,23	22,42	73,69
Cukinia	96,09	8,23	18,13	1,64	19,61	48,48
Dynia bez pestek	123,61	7,33	12,14	2,81	28,24	73,09
Kalafior	84,80	9,42	23,83	1,92	24,73	224,9
Kapusta biała	96,94	8,02	15,64	2,22	25,71	45,35
Kapusta czerwona	97,20	8,41	17,62	2,14	27,14	41,89
Marchew	103,23	4,22	10,81	2,21	34,56	51,43
Pietruszka	145,62	11,23	26,50	4,34	43,12	60,43
Gruszki	157,4	3,45	5,34	2,12	22,43	124,06
Jabłka	133,81	3,24	4,11	4,21	19,74	102,51
Wytloki z agrestu	145,64	12,83	22,64	4,21	41,43	64,53

Wytłoki z pestek porzeczki, suszone	923,34	38,82	221,81	144,63	290,71	227,37
Produkty zakiszone						
Buraki ćwikłowe	132,8	8,84	16,56	1,11	28,36	77,93
Buraki ćwikłowe + cukinia	118,6	8,03	17,21	1,33	24,62	67,41
Buraki ćwikłowe + cukinia + marchew + wytłoki z agrestu	130,7	6,58	16,34	2,38	29,82	75,58

3.3. Zawartość składników biologicznie czynnych w wybranych warzywach i owocach

W tabeli 4 zestawiono zawartość wybranych substancji biologicznie czynnych w analizowanych owocach i warzywach. Najwyższą zawartość beta-karotenu, związku z którego tworzą się akseroftole, stwierdzono w marchwi i dyni, a najniższą w kalafiorze i gruszkach. Beta-karoten w żywieniu świń wpływa na poprawę wskaźników rozrodu, działa immunostymulująco, wspiera układ odpornościowy oraz posiada właściwości antyoksydacyjne, czyli pełni funkcję ochronną przed działaniem wolnych rodników. Polifenole to liczna grupa związków występujących w produktach roślinnych, zwłaszcza w owocach i warzywach. Wykazują działanie przeciwzapalne, przeciwutleniające, antynowotworowe, antycukrzycowe i przeciwmiażdżycowe (Li i in., 2014). Za wskazane uważa się dostarczenie svinom w dziennej dawce od 1 do 2 g polifenoli. Największe ilości tych związków stwierdzono w dyni, gruszkach i burakach ćwikłowych, a najmniejsze w kapuście białej, kalafiorze i cukinii (Tab. 4). Zawartość witaminy C wahała się od 3 - 8 mg/kg w marchwi, gruszkach, dyni i cukinii, do około 50 mg/kg i więcej w pietruszce, kapuście i kalafiorze. Witamina C (kwas askorbinowy) jest niezbędna w diecie świń, pełni w organizmie wiele ważnych funkcji (bierze udział w procesie tworzenia kolagenu, pomaga w przyswajaniu żelaza). Niedobór tej witaminy zwiększa podatność na różnego rodzaju infekcje, co jest szczególnie dokuczliwe dla prosiąt i młodszych tuczników (do 50 kg masy ciała).

Tabela 4. Zawartość substancji biologicznie czynnych w świeżych produktach ubocznych z warzyw i owoców

Produkt	β -karoten, $\mu\text{g}/\text{kg}$	Polifenole, g GAE/kg	Witamina C, mg/kg
Buraki ćwikłowe	25,6	5,12	12,3
Cukinia	191,8	1,84	8,4
Dynia bez pestek	3144,2	7,12	7,5

Produkt	β -karoten, $\mu\text{g}/\text{kg}$	Polifenole, g GAE/kg	Witamina C, mg/kg
Kalafior	8,8	1,63	55,9
Kapusta biała	52,8	0,87	49,2
Kapusta czerwona	14,9	2,12	55,1
Marchew	9085,4	2,67	2,9
Pietruszka	28,6	4,43	48,2
Gruszki	11,7	5,14	5,4
Jabłka	26,5	4,86	9,1

3.4. Zawartość składników mineralnych w świeżych produktach ubocznych z warzyw i owoców

Ogólna zawartość związków mineralnych (tj. popiołu surowego) wahała się od 3 g w jabłkach i gruszkach, do prawie 11,2 g w 1 kg korzeni pietruszki i 12,8 g w wyłokach z agrestu (Tab. 2). Z wyników zestawionych w tabeli 5 można wnosić, że zawartość makroelementów (Ca, P, Na, K i Mg) była zbliżona do wartości podanych przez Kunachowicz i in. (2018) dla produktów przeznaczonych do konsumpcji dla ludzi.

Tabela 5. Zawartość makroelementów w g/kg suchej masy świeżych warzyw i owoców

Produkt	Sucha masa	P	Ca	Na	K	Mg
Buraki ćwikłowe	124,6	0,14	0,35	0,44	2,98	0,14
Cukinia	96,1	0,71	0,21	0,04	3,97	0,27
Dynia bez pestek	123,6	0,32	0,44	0,39	2,38	0,14
Kalafior	84,9	0,32	0,14	0,33	2,57	0,13
Kapusta biała	96,9	0,35	0,62	0,19	2,18	0,15
Kapusta czerwona	97,2	0,32	0,48	0,13	2,76	0,14
Marchew	103,2	0,31	0,37	0,07	2,12	0,16
Pietruszka	145,6	0,53	0,31	0,36	2,87	0,18
Gruszki	157,4	0,10	0,07	0,02	0,79	0,05
Jabłka	133,8	0,09	0,04	0,02	1,05	0,04
Wyłoki z agrestu	145,64	0,98	0,64	0,14	4,25	0,15

W tabeli 6 zestawiono wyniki zawartości mikroelementów w mg/kg suchej masy świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków z agrestu. Zawartość mikroelementów (Fe, Zn, Cu i Mn) była zbliżona do wartości podanych przez Kunachowicz i in. (2018) dla produktów przeznaczonych do konsumpcji dla ludzi. Uwagę zwraca wysoka zawartość żelaza i cynku w wytlókach z agrestu, zaś manganu w pietruszce. Można więc stwierdzić, że analizowane produkty uboczne owoców i warzyw z produkcji ekologicznej stanowią dobre źródło związków mineralnych w żywieniu zwierząt.

Tabela 6. Zawartość mikroelementów w mg/kg suchej masy świeżych warzyw i owoców

Produkt	Sucha masa	Fe	Zn	Cu	Mn
Buraki ćwikłowe	124,6	14,3	4,65	0,12	0,78
Cukinia	96,1	5,85	3,24	0,19	1,45
Dynia bez pestek	123,6	6,98	3,01	0,12	0,34
Kalafior	84,9	7,14	2,79	0,48	2,67
Kapusta biała	96,9	2,94	3,35	0,29	2,31
Kapusta czerwona	97,2	5,23	4,47	0,65	2,52
Marchew	103,2	5,06	3,29	0,09	1,82
Pietruszka	145,6	7,63	4,18	0,14	3,83
Gruszki	157,4	2,11	1,05	0,39	0,43
Jabłka	133,8	2,32	1,14	0,31	0,64
Wytlóki z agrestu	145,64	10,14	5,78	0,52	2,74

3.5. Wartość pokarmowa pasz stosowanych w żywieniu tuczników

W tabeli 7 zestawiono wartość pokarmową pasz stosowanych w żywieniu tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra (doświadczenie A) oraz złotnickiej pstrej (doświadczenie B). Zawartość energii metabolicznej i niektórych składników odżywczych (poza białkiem i lizyną) w mieszankach treściwych pełnoporcjowych była zbliżona do zaleceń (Grela i Skomiał, 2020) w żywieniu tuczników w różnym okresie tuczu. Tylko zawartość białka ogólnego oraz lizyny w pierwszym okresie tuczu (PT-1) były znacząco niższe niż w wymienionych zaleceniach. Wartość pokarmowa 1 kg kiszzonek przeznaczonych do skarmiania dla tuczników wynosiła średnio 1,83 MJ energii metabolicznej, 11,4 g białka ogólnego przy 129,7 g suchej masy, zaś mieszaniny świeżych produktów ubocznych podawanych zwierzętom w formie rozdrobnionej odpowiednio 1,78 MJ EM, 11,95 g białka ogólnego i 123,8 g suchej masy (Tab. 7).

Tabela 7. Wartość pokarmowa pasz stosowanych w żywieniu tuczników

Składnik	Doświadczenie A				Doświadczenie B			
	PT-1	PT-2	Warzywa i owoce świeże	Warzywa i owoce kiszone	PT-1G	PT-1D	PT-2G	PT-2D
Energia metaboliczna, MJ	13,16	12,97	1,78	1,83	12,84	12,96	12,56	12,68
Sucha masa, g	875,3	872,8	123,8	129,7	880,9	881,4	875,4	878,5
Popiół surowy, g	28,21	24,56	7,12	6,58	27,48	27,63	23,69	23,72
Białko ogólne, g	149,6	138,3	11,95	11,44	138,5	142,8	123,2	134,3
Włókno surowe, g	39,23	47,23	21,37	29,82	39,44	41,53	46,53	48,72
Tłuszcz surowy, g	29,41	25,95	2,41	2,38	26,47	28,43	23,12	24,91
Wapń, g	6,82	4,89	0,28	0,21	5,84	5,82	4,65	4,79
Fosfor ogólny, g	5,48	3,95	0,42	0,38	5,37	5,35	4,59	4,52
Lizyna ogólna, g	7,42	5,91	0,52	0,54	6,49	6,47	5,79	5,83
Metionina + cystyna, g	5,84	4,73	0,26	0,27	6,18	6,32	5,21	5,28

PT-1 – mieszanka treściwa skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2 - mieszanka treściwa skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg)

3.6. Efekty produkcyjne tuczników z doświadczenia A i B

Wyniki przeprowadzonych badań na tucznikach w doświadczeniu A, dotyczące masy ciała na początku doświadczenia oraz przy uboju, a także średnie dzienne przyrosty masy ciała zestawiono w tabeli 8. Masa ciała zwierząt na początku tuczu była we wszystkich trzech grupach żywieniowych zbliżona ($26,55 \pm 0,15$ kg), nieco większe różnice odnotowano dla ras. Najwyższą masę przy uboju osiągnęły tuczniki grupy III, zaś w I i II były zbliżone. Wyższą masą ciała legitymowały się loszki oraz rasa puławska (Tab. 8). Dzielne pobranie i wykorzystanie pasz przez tuczniki rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (doświadczenie A) zestawiono w tabeli 9. Dzielne spożycie mieszanki treściwej przez tuczniki rasy puławskiej w grupie I (kontrolnej) w okresie growerowym wyniosło 2,84 kg, a w okresie finiszeryowym 3,45 kg. W grupach doświadczalnych (II i III) dzielne spożycie mieszanki treściwej było mniejsze o około 0,3 kg w okresie growerowym i o 0,55-0,64 w okresie finiszeryowym (Tab. 9). Zmniejszone pobranie mieszanki treściwej było rekompensowane pobraniem pasz objętościowych: świeżych w grupie II i zakiszonych w

grupie III na poziomie 3,1-3,45 kg dziennie w okresie growerowym oraz 4,1-4,8 kg w okresie finiszeryowym. Współczynnik wykorzystania paszy (FCR) dla rasy puławskiej w grupie I wyniósł 3,57 w okresie growerowym i 4,95 kg w okresie finiszeryowym. Dla tuczników żywionych dodatkiem pasz objętościowych (grupa II i III) odnotowano zmniejszony FCR, który kształtował się na poziomie 3,22 i 3,05 w okresie growerowym oraz 4,17 i 3,99 w okresie finiszeryowym, odpowiednio dla grupy II i III (Tab. 9). Tuczniaki rasy złotnickiej pstra pobierały nieco mniejsze ilości mieszanki treściwej, średnio o 0,09 kg dziennie w grupie I w okresie growerowym, a nieznacznie więcej (0,04 kg) w okresie finiszeryowym, przy czym tendencje wykorzystania mieszanki treściwej i pasz objętościowych soczystych były zbliżone dla obu ras. Podkreślić też należy nieco większe pobranie pasz objętościowych zakiszonych niż świeżych.

Z przeprowadzonych badań wynika, że mieszaniną produktów ubocznych z warzyw skarmianych na świeżo lub po zakiszaniu można zastąpić 13-16% mieszanki treściwej w okresie growerowym oraz 15-18% w okresie finiszeryowym.

Tabela 8. Masa ciała i przyrosty dzienne tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (doświadczenie A)

			Cechy produkcyjne						
			Masa ciała, kg			Średnie dzienne przyrosty masy ciała, kg			
			Starter	Grower	Finisher	ADG1	ADG2	ADG	
Rasa puławska	I	l	27,10	75,07	124,57	0,80	0,71	0,75	
		w	27,10	74,53	122,67	0,79	0,69	0,74	
	II	l	27,57	74,87	124,10	0,79	0,70	0,74	
		w	27,30	74,33	122,23	0,78	0,68	0,73	
	III	l	27,37	78,60	126,63	0,85	0,69	0,76	
		w	27,93	75,30	125,93	0,79	0,72	0,75	
Rasa złotnicka pstra	I	l	26,00	72,63	120,6	0,78	0,69	0,73	
		w	25,40	71,70	118,93	0,77	0,67	0,72	
	II	l	25,83	73,03	121,07	0,79	0,69	0,73	
		w	25,83	72,73	119,17	0,78	0,66	0,72	
	III	l	25,93	74,93	124,27	0,82	0,70	0,76	
		w	25,63	74,17	120,63	0,81	0,66	0,73	
	Czynniki zmienności								
	Żywienie	I		26,40	73,48b	121,69b	0,78b	0,69	0,73b
II			26,63	73,74b	121,64b	0,79b	0,68	0,73b	
III			26,72	75,75a	124,37a	0,82a	0,69	0,75a	
Rasa	puławska		27,39a	75,45a	124,36a	0,80	0,70a	0,75a	
	złotnicka pstra		25,77b	73,20b	120,78b	0,79	0,68b	0,73b	
Płeć	l		26,63	74,86a	123,54a	0,80a	0,70a	0,75a	
	w		26,53	73,79b	121,59b	0,79b	0,68b	0,73b	

Objaśnienia: I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę zakiszonych warzyw i owoców; komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; l - loszka, w – wieprzek; ADG1 – przyrosty dzienne masy ciała w pierwszym okresie tuczu (grower); ADG2 – przyrosty dzienne masy ciała w końcowym okresie tuczu (finisz); ADG – średnie przyrosty dzienne masy ciała w całym okresie tuczu; a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

Tabela 9. Dienne pobranie (FI) i wykorzystanie pasz (FCR) przez tucznik rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (doświadczenie A)

Rasa tuczników	Grupy	Dienne pobranie paszy (FI), kg						Wykorzystanie paszy (FCR), kg/kg					
		Grower		Finiszer		Średnio		Grower		Finiszer		Średnio	
		M. tr.	Ob. s.	M. tr.	Ob. s.	M. tr.	Ob. s.	M. tr.	Ob. s.	M. tr.	Ob. s.	M. tr.	Ob. s.
Puławska	I	2,84	0	3,45	0	3,15	0	3,57	0	4,95	0	4,24	0
	II	2,53	3,10	2,89	4,10	2,71	3,60	3,22	3,77	4,17	5,82	3,68	4,74
	III	2,51	3,45	2,81	4,80	2,66	4,13	3,05	4,20	3,99	6,81	3,51	5,44
	Średnio	2,63		3,05		2,84		3,28		4,37		3,81	
Złotnicka pstra	I	2,79	0	3,41	0	3,10	0	3,60	0	5,01	0	4,28	0
	II	2,41	3,15	2,98	4,12	2,70	3,64	3,07	4,02	4,42	6,11	3,72	5,01
	III	2,43	3,45	2,87	4,76	2,65	4,11	2,99	4,24	4,19	6,96	3,56	5,52
	Średnio	2,54		3,09		2,82		3,22		4,54		3,85	

Objaśnienia: I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszanki zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszankę zakiszonych warzyw i owoców; komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; M. tr. – mieszanka treściwa pełnoporcjowa; Ob. S. - pasze objętościowe soczyste (warzywa i owoce – świeże w grupie II i kiszone w grupie III).

Zestawione wyniki produkcyjne uzyskane w doświadczeniu B (Tab. 10) wykazały, że tuczniaki rasy złotnickiej pstra lepiej przyrastały i wykorzystywały mieszankę treściwą w grupie z udziałem makuchu ze słonecznika i większej ilości makuchu z nasion rzepaku, niż nasion grochu z mniejszym udziałem makuchu z rzepaku, zwłaszcza w okresie growerowym. Podobne efekty uzyskali Costa i in. (2005), sugerując że najlepsze efektu w tuczu i ocenie rzeźnej tusz uzyskuje się przy 15% udziale makuchu z nasion słonecznika w mieszance pełnoporcjowej.

Tabela 10. Wyniki produkcyjne w tuczu świń (doświadczenie B)

Wskaźniki	Grupy żywieniowe		SEM	Wartość p
	I	II		
Masa ciała na początku tuczu, kg	21,4	20,8	1,45	0,315
Masa ciała przy uboju, kg	128,6	130,5	4,37	0,125
Przyrosty dzienne, g	585	612	48,5	0,086
Dzienne pobranie paszy, kg	3,43	3,39	0,18	0,368
Zużycie paszy, kg/kg przyrostu	5,86	5,54	0,24	0,056

Objaśnienia: I – grupa kontrolna karmiona mieszanką gospodarza, II – grupa eksperymentalna karmiona mieszanką treściwą z udziałem makuchów ze słonecznika i nasion rzepaku

3.7. Strawność składników pokarmowych

Współczynniki strawności składników pokarmowych tuczniaków rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci uzyskane w doświadczeniu A zestawiono w tabeli 11. Zastosowane warunki żywienia: mieszanka wyłącznie treściwa (grupa I) oraz mniejsze ilości mieszanki treściwej rekompensowane dodatkiem mieszaniny warzyw i wycieków skarmianych na świeżo (grupa II) lub po zakiszeniu (grupa III) wpłynęły znacząco na wielkość współczynników strawności dla poszczególnych składników pokarmowych w okresie growerowym oraz finiszowym, przy czym najlepszą strawność stwierdzono w grupie II. Większą strawnością cechowały się tuczniaki rasy złotnicka pstra niż puławska. Także loszki lepiej wykorzystywały poszczególne składniki pokarmowe w obu okresach tuczu w porównaniu do wieprzków (Tab. 11).

Współczynniki strawności kałowej tuczniaków rasy złotnicka pstra w pierwszym okresie tuczu (grower) przy masie ciała 50-55 kg (doświadczenie B) zestawione w tabeli 12 wskazały na zmniejszoną strawność dla włókna surowego z mieszanek stosowanych dla zwierząt w grupie II, co było spowodowane udziałem makuchu ze słonecznika w paszy. Podobne relacje stwierdzono dla mieszanek stosowanych w końcowym okresie tuczu (Tab. 13). Współczynniki strawności dla pozostałych składników pokarmowych były nieznacznie lepsze dla tuczniaków grupy II w obu okresach tuczu (Tab. 12 i 13).

Tabela 11. Współczynniki strawności składników pokarmowych tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (dośw. A)

Wyszczególnienie			Efektywność wykorzystania paszy							
			Współczynniki strawności, % Grower				Współczynniki strawności, % Finisher			
			Białko surowe	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW	Białko surowe	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW
Grupy doświadczalne										
Rasa puławska	I	1	82,15	79,49	32,98b	91,43	84,53	81,15	39,77	92,82
		w	81,33	78,83	30,86d	90,65	83,31	80,37	38,67	92,33
	II	1	83,50	80,61	35,65a	92,54	85,72	82,47	40,97	94,22
		w	82,52	79,22	35,41a	91,88	84,90	81,98	39,82	93,01
	III	1	82,10	79,31	33,45b	91,43	84,65	81,08	39,74	92,73
		w	81,63	78,57	33,16b	90,63	83,54	79,79	39,14	92,17
Rasa złotnicka pstra	I	1	81,10	73,51	31,10d	92,26	87,77	83,17	68,84	91,18
		w	80,49	71,78	30,83d	91,73	87,14	82,17	68,52	90,81
	II	1	81,73	74,99	32,04c	93,06	87,90	83,28	71,29	92,74
		w	81,37	74,50	31,11d	92,15	88,18	82,90	70,41	92,34
	III	1	81,02	73,51	31,18d	92,44	87,93	82,78	70,55	91,71
		w	80,28	72,52	30,48d	91,52	86,98	82,46	69,94	91,10
Źródło zmienności										
Żywienie	I		81,27b	75,90b	31,44c	91,52b	85,69b	81,71b	53,95c	91,79b
	II		82,28a	77,33a	33,55a	92,41a	86,68a	82,66a	55,62a	93,08a
	III		81,26b	75,98b	32,07b	91,51b	85,78b	81,53b	54,84b	91,93b
Rasa	puławska		82,20a	79,34a	33,59a	91,43b	84,44b	81,14b	39,68b	92,88a
	złotnicka pstra		81,00b	73,47b	31,12b	92,19a	87,65a	82,79a	69,93a	91,65b
Płeć	1		81,94a	76,90a	32,73a	92,19a	86,42a	82,32a	55,19a	92,57a
	w		81,27b	75,90b	31,98b	91,43b	85,68b	81,61b	54,42b	91,96b

Objaśnienia: I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; 1 - loszki, w – wieprzki; a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

Tabela 12. Współczynniki strawności kałowej tuczników rasy złotnicka pstra w pierwszym okresie tuczu (grower) przy masie ciała 50-55 kg (doświadczenie B)

Wskaźniki	Grupy żywieniowe		SEM	Wartość p
	I	II		
Białko ogólne	84,45	85,05	0,563	0,284
Tłuszcz surowy	61,01	62,15	0,724	0,233
Włókno surowe	26,48 ^a	24,12 ^b	1,834	0,041
Bezazotowe związki wyciągowe	89,52	89,86	2,142	0,422

Objaśnienia: I – grupa kontrolna karmiona mieszanką gospodarza, II – grupa eksperymentalna karmiona mieszanką treściwą z udziałem makuchów z nasion rzepaku i słonecznika

Tabela 13. Współczynniki strawności kałowej tuczników rasy złotnicka pstra w końcowym okresie tuczu (finisz) przy masie ciała 100-105 kg (doświadczenie B)

Wskaźniki	Grupy żywieniowe		SEM	Wartość p
	I	II		
Białko ogólne	85,29	85,54	0,226	0,227
Tłuszcz surowy	72,63	73,16	0,308	0,301
Włókno surowe	45,12 ^a	42,53 ^b	2,335	0,032
Bezazotowe związki wyciągowe	92,43	93,06	2,165	0,516

Objaśnienia: I – grupa kontrolna karmiona mieszanką gospodarza, II – grupa eksperymentalna karmiona mieszanką treściwą z udziałem makuchów z nasion rzepaku i słonecznika

3.8. Profil metaboliczny krwi tuczników

Istotnym w zapewnieniu zwierzętom doświadczalnym odpowiedniego poziomu dobrostanu oraz żywienia, jest ocena przebiegu procesów metabolicznych, związanych m.in. ze zmianami wartości parametrów hematologicznych i/lub biochemicznych krwi. W przeprowadzonym doświadczeniu oceniane wskaźniki czerwonekrwinkowe oraz białokrwinkowe krwi świń mieściły się w granicach wartości referencyjnych podawanych w dostępnym piśmiennictwie dla tego gatunku zwierząt oraz grupy technologicznej (Jackson i Cockcroft, 2002; Winnicka, 2021; Reece i in., 2015). W ramach analizy parametrów hematologicznych ocena liczby białych krwinek we krwi jest często stosowana jako wskaźnik stanu zdrowia zwierząt. Leukocyty są bowiem kluczowymi składnikami wrodzonej odpowiedzi immunologicznej i biorą udział w regulowaniu funkcji immunologicznych w organizmie (Weiss i Wardrop, 2010).

Zastosowanie w dawce pokarmowej kiszonek (grupa III) istotnie wpłynęło na zwiększenie liczby monocytów w krwi tuczników w odniesieniu do pozostałych grup żywieniowych ($p < 0,01$). W grupie tej obserwowano jednocześnie zwiększenie procentowego udziału monocytów oraz neutrofilii, przy zmniejszeniu udziału limfocytów w ogólnej liczbie białych krwinek ($p < 0,05$) (Tab. 14). Wpływ rasy na oceniane parametry hematologiczne obserwowano jedynie w odniesieniu do średniego stężenia hemoglobiny w krwince czerwonej, którego wartości były wyższe dla tuczników rasy puławskiej ($p < 0,05$). W przypadku rozpatrywania wpływu płci na wybrane parametry hematologiczne stwierdzono, iż wieprzki cechowały się większą liczbą limfocytów oraz ich udziałem w ogólnej liczbie białych krwinek niż loszki ($p < 0,05$). Obserwowano odwrotną zależność dla płci w przypadku udziału procentowego neutrofilii w krwi ($p < 0,01$).

W przeprowadzonym doświadczeniu oceniane parametry biochemiczne krwi tuczników również mieściły się w granicach wartości referencyjnych podawanych w dostępnym piśmiennictwie dla tego gatunku zwierząt i grupy technologicznej (Elbers i in., 1992; Friendship i Henry 1996; Jackson i Cockcroft, 2002; Winnicka, 2021; Reece i in., 2015).

W doświadczeniu odnotowano u tuczników wpływ żywienia z udziałem dyskwalifikatów i ubocznych produktów z produkcji roślinnej (warzywa i owoce w formie świeżej i kiszonek) na profil lipidowy krwi (Tab. 15). Stwierdzono, że poziom lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) był wyższy w osoczu krwi zwierząt grup II i III, niż w grupie kontrolnej ($p < 0,05$). Zastosowanie w grupie II warzyw i owoców w formie świeżej, zwiększyło także poziom cholesterolu oraz jego frakcji LDL ($p < 0,05$) w odniesieniu do kontroli oraz grupy zwierząt otrzymującej kiszonki. Rasa złotnicka pstra cechowała się istotnie wyższym poziomem HDL i niższą wartością stosunku CHOL/HDL oraz glukozy w odniesieniu do rasy puławskiej ($p < 0,05$). W grupie II u tuczników otrzymujących warzywa i owoce w formie świeżej, obserwowano także zmniejszenie zawartości albumin oraz białka w osoczu krwi w porównaniu do kontroli oraz grupy żywionej z udziałem kiszonek ($p < 0,05$). W grupach II i III odnotowano obniżenie poziomu kreatyniny w osoczu krwi tuczników w odniesieniu do zwierząt kontroli ($p < 0,01$). Tuczniaki otrzymujące kiszonki cechowały się wyższym poziomem mocznika w krwi w porównaniu do pozostałych grup żywieniowych ($p < 0,01$). Zawartość metabolitu witaminy D w surowicy krwi tuczników wahała się od 24,2 nmol/l do 38,5 nmol/l, przy czym istotne różnice stwierdzono między grupą I i II (35,2 i 34,3 nmol/l) a III (25,7 nmol/l), w której tuczniaki otrzymywały w dawce dodatek kiszonki z warzyw. Podobne wartości odnośnie koncentracji 25(OH)D w krwi świń odnotowano w pracy Grundmann i in., (2023). W surowicy krwi rasy złotnickiej pstra stwierdzono nieco niższą koncentrację witaminy D niż dla

puławskiej (Tab. 15). W krwi loszek odnotowano większą koncentrację tej witaminy niż u wieprzków.

W doświadczeniu analizowano również aktywność wybranych enzymów profilu metabolicznego (Tab. 16). Nie stwierdzono wpływu żywienia, rasy czy płci na aktywność aminotransferazy alaninowej (ALT), asparaginianowej (AST), fosfatazy alkalicznej (ALP), dehydrogenazy mleczanowej (LDH) oraz gamma-glutamylotranspeptydazy (GGT) ($p > 0,05$).

Płyny ustrojowe, są też często badane w ocenie prawidłowego zaopatrzenia organizmu w pierwiastki. Ich zawartość w organizmie jest bowiem wynikiem dynamicznej równowagi pomiędzy zapotrzebowaniem organizmu, ilością dostarczaną do organizmu, a zdolnością do ich eliminacji (Reinhold, 1975). Przy wprowadzeniu do żywienia kiszonek odnotowano u tuczników zwiększenie poziomu wapnia, fosforu oraz żelaza, w porównaniu do zwierząt kontroli ($p \leq 0,05$) (Tab. 16). Udział w dawce pokarmowej świeżych warzyw i owoców w grupie II obniżył poziom wapnia w krwi tuczników w odniesieniu do grupy kontrolnej oraz grupy zwierząt żywionych z udziałem kiszonek ($p < 0,01$). W grupie tej odnotowano również najniższy poziom miedzi w osoczu krwi tuczników w porównaniu do grupy I-kontrolnej oraz grupy III ($p = 0,05$).

Tabela 14. Wartości parametrów hematologicznych krwi tuczników w zależności od ich żywienia, rasy oraz płci (dośw. A)

Wyszczególnienie		WBC, 10 ⁹ /l	LYM 10 ⁹ /l	MON, 10 ⁹ /l	NEU, 10 ⁹ /l	LYM, %	MON, %	NEU, %	RBC, 10 ¹² /l	HGB, g/dl	HCT, %	MCV, fl	MCH, pg	MCHC, g/dl	
Rasa puławska	I	l	16,37	5,30	0,09	10,98	32,77	0,54	66,72	7,75	13,20	44,71	57,59	17,02	29,56
		w	16,17	8,00	0,08	8,40	50,63	0,63	50,88	7,74	13,60	46,19	59,92	17,60	29,43
	II	l	15,83	7,64	0,37	7,83	48,25	2,30	49,50	6,89	12,45	40,49	58,75	18,08	30,78
		w	18,42	8,10	0,43	9,90	44,20	2,40	53,40	6,59	11,95	40,27	61,26	18,13	29,62
	III	l	19,89	7,77	0,59	11,55	36,90	2,90	60,20	7,88	13,50	44,25	56,33	17,15	30,52
		w	20,44	9,16	0,96	10,80	44,76	4,68	53,06	6,93	12,20	38,15	55,61	17,74	31,96
Rasa złotnicka pstra	I	l	21,30	8,24	0,62	12,44	39,05	3,10	57,85	6,73	12,10	41,91	62,33	18,00	28,87
		w	19,55	8,97	0,19	10,40	45,75	0,95	53,20	7,70	13,10	45,73	59,36	17,66	29,74
	II	l	17,23	7,33	0,29	9,62	42,60	1,65	55,70	6,96	12,00	41,39	59,47	17,24	28,99
		w	19,14	10,51	0,27	8,37	54,80	1,45	43,80	6,67	12,05	40,65	61,15	18,15	29,67
	III	l	20,22	6,43	1,16	12,65	30,16	5,69	64,27	6,83	11,60	39,85	58,59	17,07	29,12
		w	17,10	6,84	1,13	9,20	39,90	6,60	53,60	8,14	12,90	42,50	52,21	15,85	30,35
Źródło zmienności															
Żywienie	I	18,10	7,67	0,23b	10,31	43,00ab	1,23b	56,47a	7,51	13,07	44,80	59,82	17,57	29,41	
	II	17,65	8,39	0,34b	8,93	47,46a	1,95b	50,60b	6,78	12,11	40,70	60,16	17,90	29,77	
	III	19,74	7,65	0,93a	11,31	37,65b	4,74a	58,38a	7,34	12,50	41,00	56,18	17,11	30,51	
Rasa	puławska	19,27	8,16	0,56	10,56	42,24	2,94	54,84	7,08	12,24	41,96	59,46	17,46	29,38b	
	złotnicka pstra	17,72	7,69	0,39	9,79	43,51	2,12	55,26	7,33	12,88	42,64	58,38	17,62	30,24a	
Płeć	l	18,47	7,12b	0,52	10,84	38,29b	2,70	59,04a	7,17	12,48	42,10	58,84	17,43	29,64	
	w	18,39	8,69a	0,42	9,44	47,57a	2,29	51,10b	7,26	12,69	42,55	58,90	17,67	30,05	

I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; l - loszka, w – wieprzek; WBC - całkowita liczba leukocytów, LYM - liczba limfocytów, MON - liczba monocytów, NEU - liczba neutrofilii, RBC - liczba erytrocytów, HGB – hemoglobina, HCT - hematokryt krwinkowy, MCV - średnia objętość krwinki czerwonej, MCH - średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej, MCHC - średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej; a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

Tabela 15. Wartości parametrów biochemicznych krwi tuczników w zależności od ich żywienia, rasy oraz płci (dośw. A)

Wyszczególnienie			Białko całkowite, g/l	Albumina, g/dl	Kreatynina, μ mol/l	Kwas moczowy, μ mol/l	Mocznik, mmol/l	Glukoza, mmol/l	CHOL, mmol/l	HDL, mmol/l	LDL, mmol/l	Triacyloglicerole, mmol/l	CHOL/HDL	HDL, %	25(OH)D, nmol/l
Rasa puławska	I	l	65,98	3,81	213,6	48,48abc	2,64	3,67	2,25	0,93	1,20	0,27	2,42	41,34	38,2
		w	65,47	4,01	208,7	47,73abc	3,36	4,41	2,27	0,77	1,29	0,46	3,07	33,42	32,3
	II	l	55,66	3,30	144,0	59,55ab	3,08	4,73	2,78	1,14	1,45	0,42	2,44	40,93	38,5
		w	54,11	3,96	186,8	36,36bc	2,80	4,00	3,07	1,23	1,58	0,59	2,52	40,56	31,1
	III	l	62,19	4,13	149,4	31,82c	4,16	4,91	2,46	1,00	1,19	0,59	2,48	40,73	26,6
		w	60,13	3,74	121,1	50,00abc	6,53	5,02	2,62	1,25	1,07	0,66	2,08	48,26	25,8
Rasa złotnicka pstra	I	l	64,35	4,00	203,8	50,00abc	3,05	5,63	2,11	0,72	1,02	0,83	2,94	34,08	36,2
		w	67,82	3,93	198,0	45,45abc	3,59	4,45	2,14	0,79	1,07	0,63	2,71	36,94	34,1
	II	l	57,85	3,40	190,1	42,73abc	4,54	5,24	2,69	0,72	1,76	0,48	3,75	27,01	35,2
		w	56,42	3,08	159,0	63,64a	3,63	3,77	2,78	1,01	1,53	0,52	2,75	36,54	32,4
	III	l	66,96	4,05	118,9	50,00abc	5,32	4,56	2,30	0,87	1,09	0,75	2,67	37,61	25,9
		w	57,45	4,19	203,3	31,82c	4,33	5,66	2,07	0,82	0,95	0,67	2,52	39,61	24,2
Źródło zmienności															
Żywienie	I		65,86a	3,94b	206,3a	47,93	3,15b	4,53	2,20b	0,80b	1,16b	0,53	2,82	36,11	35,2
	II		56,01b	3,44c	169,9b	50,57	3,51b	4,43	2,83a	1,02a	1,58a	0,50	2,86	36,26	34,3
	III		62,29a	4,00a	140,3c	40,91	5,09a	4,95	2,40b	1,01a	1,09b	0,67	2,43	41,83	25,7
Rasa	puławska		62,20	3,74	176,6	46,12	3,63	4,81a	2,37	0,82b	1,26	0,64	2,92a	34,91b	32,1
	złotnicka pstra		60,96	3,84	173,5	47,27	4,08	4,45b	2,55	1,03a	1,30	0,49	2,55b	40,30a	31,4
Płeć	l		62,16	3,78	169,9	47,20	3,71	4,79	2,43	0,89	1,29	0,55	2,78	36,95	33,4
	w		60,90	3,80	179,9	46,10	3,94	4,45	2,51	0,97	1,27	0,57	2,66	38,71	30,1

I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; l - loszka, w – wieprzek; CHOL - cholesterol całkowity, HDL - lipoproteina o wysokiej gęstości, LDL - lipoproteina o niskiej gęstości, 25(OH)D – metabolit witaminy D;

a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

Tabela 16. Zawartość składników mineralnych oraz aktywność enzymów w krwi tuczników w zależności od ich żywienia, rasy oraz płci (dośw. A)

Wyszczególnienie		Ca, mmol/l	P, mmol/l	Mg, mmol/l	Fe, μmol/l	Zn μmol/l	Cu μmol/l	ALP, U/l	ALT, U/l	AST, U/l	LDH, U/l	GGT, U/l	
Rasa puławska	I	l	2,60	1,65	0,84	19,38	14,37	36,45	169,2	38,05	44,25	807,8	39,89
		w	2,84	1,51	0,77	19,63	12,97	29,93	172,5	34,47	40,29	575,1	52,19
	II	l	2,42	2,01	0,91	19,35	14,63	29,81	149,4	42,77	44,36	729,7	17,95
		w	2,49	1,62	0,93	23,42	15,88	27,14	150,3	34,62	48,31	776,4	52,12
	III	l	3,64	1,94	0,89	27,74	15,64	31,67	137,4	38,14	43,31	720,8	18,05
		w	3,58	1,89	0,75	30,36	13,01	33,07	138,3	34,60	39,00	736,5	37,52
Rasa złotnicka pstra	I	l	3,37	1,73	0,84	19,76	15,31	28,78	166,9	33,53	40,30	771,7	52,94
		w	3,25	1,64	0,82	25,06	17,20	33,76	159,3	36,79	37,49	716,6	25,60
	II	l	2,53	1,85	0,72	18,68	14,80	28,51	116,7	33,65	42,28	690,4	48,96
		w	2,52	2,15	0,80	18,50	17,22	24,64	134,9	33,99	37,50	699,5	44,80
	III	l	3,75	1,97	0,79	26,53	15,11	34,45	146,0	36,90	40,57	707,1	28,19
		w	3,20	1,66	0,80	23,58	18,46	30,41	142,0	43,10	39,15	733,6	33,48
Źródło zmienności													
Żywienie	I	2,99b	1,62b	0,81	20,81b	14,74	31,97a	167,6	35,57	40,55	701,9	43,71	
	II	2,49c	1,91a	0,84	19,99b	15,63	27,52b	137,8	36,26	43,11	724,0	40,95	
	III	3,59a	1,89a	0,81	27,55a	15,14	32,68a	140,8	37,48	40,70	723,2	28,71	
Rasa	puławska	3,09	1,85	0,84	21,87	16,15	30,06	144,5	35,71	39,58	718,5	39,49	
	złotnicka pstra	2,92	1,75	0,79	23,03	14,31	31,23	154,4	36,90	43,02	712,9	37,51	
Płeć	l	3,05	1,86	0,83	21,90	14,97	31,61	147,6	37,17	42,51	737,9	34,33	
	w	2,95	1,73	0,81	23,10	15,33	29,78	152,1	35,54	40,38	693,1	42,51	

I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszaniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; l - loszka, w – wieprzek; ALP - fosfataza alkaliczna, ALT - aminotransferaza alaninowa, AST - aminotrasferaza asparaginianowa, LDH - dehydrogenaza mleczanowa, GGT - gamma-glutamylotranspeptydaza; a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

3.9. Wartość rzeźna tusz

Uzyskane w doświadczeniu A wyniki poubojowe tuczników, dotyczące mięsności, pomiarów słoniny grzbietowej oraz masy nerek i wątroby wskazały na nieznaczne różnice w zależności od stosowanej dawki (mieszanka treściwa – grupa I, mieszanka treściwa z dodatkiem rozdrobnionych warzyw i owoców skarmianych na świeżo – grupa II oraz mieszanka treściwa z dodatkiem zakiszonych warzyw i owoców – grupa III). Nieco mniejszą grubością słoniny grzbietowej charakteryzowały się tuczniaki grup II. Nieznacznie także lepszymi wskaźnikami mięsności a mniejszym otłuszczeniem, cechowały się tusze tuczników rasy puławskiej w porównaniu do złotnickiej pstra (Tab. 17). Większą mięsnością przy jednoczesnym niższym otłuszczeniu cechowały się tusze wieprzków w porównaniu do loszek. Większą twardość (większą siłę i energię cięcia) schabów i szynek stwierdzono u tuczników rasy puławskiej żywionych paszą z dodatkiem kiszonki. Aczkolwiek należy zaznaczyć, że pomiary wykonywano na mięsie, które nie poddane było procesowi dojrzewania poubojowego, które z kolei korzystnie wpływa na poprawę jego kruchości. W odniesieniu do mięsa świń rasy puławskiej zaleca się prowadzić proces wydłużonego dojrzewania nawet przez 14 dni (Domaradzki i in., 2020).

Tabela 17. Pomiary poubojowe tuczników (doświadczenie A)

Wyszczególnienie			Wydajność rzeźna, %	Mięso szynki, %	"Oko" połówicy cm ²	Mięśność %	Grubość słoniny, cm							Masa nerek g	Masa wątroby, kg
							nad łopatką	na grzbiecie	na krzyżu I	na krzyżu II	na krzyżu u III	na krzyżu, z 3 pom.	średnia z 5 pom.		
Rasa puławska	I	I	78,73	71,53	52,57	53,37	3,68	2,24	2,56	1,88	2,15	2,20	2,50	169,1	1,78
		w	78,67	71,47	52,60	51,50	4,18	2,40	2,81	2,38	2,71	2,63	2,90	169,8	1,67
	II	I	78,83	71,90	52,53	54,33	3,56	2,37	2,43	1,62	2,06	2,04	2,41	168,7	1,86
		w	78,57	71,50	52,20	50,80	4,05	2,44	2,60	2,29	2,62	2,50	2,80	169,0	1,75
	III	I	78,63	72,27	52,13	54,13	3,62	2,28	2,35	1,87	2,15	2,12	2,45	170,2	1,83
		w	78,60	71,93	52,47	52,97	4,14	2,44	2,73	2,40	2,65	2,59	2,87	169,6	1,73
Rasa złotnicka pstra	I	I	77,90	72,17	51,70	53,00	3,86	2,05	2,46	2,16	2,23	2,29	2,55	170,8	1,78
		w	78,80	70,47	50,23	51,00	4,33	2,46	2,73	2,38	2,71	2,61	2,92	170,7	1,73
	II	I	78,03	72,63	51,33	53,23	3,83	2,04	2,33	2,12	2,19	2,21	2,50	170,5	1,80
		w	78,53	70,60	50,20	50,30	4,11	2,65	2,61	2,39	2,43	2,48	2,84	169,5	1,73
	III	I	77,83	72,63	50,90	52,13	3,89	2,08	2,24	2,10	2,07	2,14	2,48	167,6	1,79
		w	78,60	71,07	50,00	50,10	4,34	2,47	2,54	2,38	2,40	2,44	2,83	168,9	1,73
Źródło zmienności															
Żywienie	I		78,53	71,41	51,78	52,22	4,01a	2,29	2,64a	2,20a	2,45a	2,43a	2,72	170,1	1,74
	II		78,49	71,66	51,57	52,17	3,89b	2,38	2,49b	2,11b	2,32b	2,31b	2,64	169,4	1,78
	III		78,42	71,98	51,38	52,33	4,00a	2,31	2,47b	2,19a	2,32b	2,32b	2,66	169,1	1,77
Rasa	puławska		78,67	71,77	52,42a	52,85a	3,87a	2,36	2,58	2,07b	2,39	2,35	2,66	169,4	1,77
	złotnicka pstra		78,28	71,59	50,73b	51,63b	4,06b	2,29	2,49	2,26a	2,34	2,36	2,69	169,7	1,76
Płeć	I		78,63	71,17b	51,28	51,11b	4,19a	2,48a	2,67a	2,37a	2,59a	2,54a	2,86a	169,6	1,72b
	w		78,33	72,19a	51,86	53,37a	3,74b	2,18b	2,40b	1,96b	2,14b	2,17b	2,48b	169,5	1,80a

Objaśnienia: I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszanki zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszankę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; I - loszka, w – wieprzek; a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

Także w doświadczeniu B nie odnotowano istotnych różnic między grupą I a II (Tab. 18), przy czym uwidoczniły się tendencje zmniejszenia grubości słoniny grzbietowej, a zwiększenia wskaźników mięsności w tuszach tuczników otrzymujących w mieszance makuchy (rzepakowy i słonecznikowy) zamiast nasion grochu (grupa II). O korzystnym wpływie makuchu rzepakowego informują także prace Hanczakowskiej i Świątkiewicz (2014) oraz Greli i in. (2023), a w makuchu ze słonecznika Trombetta i Mattii (2005).

Tabela 18. Pomiary poubojowe tuczników (doświadczenie B)

Wskaźniki	Grupy żywieniowe		SEM	Wartość p
	I	II		
Wydajność rzeźna zimna, %	81,4	80,9	1,27	0,412
Średnia grubość słoniny, cm	2,45	2,28	0,16	0,064
Mięsność tuczniaka, %	47,7	49,6	4,15	0,146
Wysokość oka połównicy, cm	5,12	5,36	0,11	0,258
Masa szynki, kg	10,25	10,76	0,82	0,312
Masa schabu, kg	7,19	7,36	0,58	0,247

Objaśnienia: I – grupa kontrolna karmiona mieszanką gospodarza, II – grupa eksperymentalna karmiona mieszanką treściwą z udziałem makuchów z nasion rzepaku i słonecznika

3.10. Skład chemiczny i ocena fizykochemiczna mięśni

Zestawione w tabeli 19 wartości dotyczące zawartości wody, białka i sumy związków mineralnych w schabie i szynce nie wykazały istotnych różnic w zależności od żywienia (grupy I – III). Stwierdzono natomiast zmniejszenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego w obu wyrębach tuszy w grupach otrzymujących dodatek pasz objętościowych soczystych.

Tabela 19. Podstawowy skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięsa ze schabu i szynki tuczników utrzymywanych w systemie ekologicznym (doświadczenie A)

Cecha	Mięsień	Grupy żywieniowe			Rasa	
		I	II	III	Puławska	Złotnicka pstra
Zawartość wody (%)	schab	74,08	74,51	74,48	73,96	74,75
	szynka	74,45	74,53	74,59	74,22	74,83
Zawartość białka (%)	schab	22,79	22,44	22,67	22,73	22,54
	szynka	21,54	21,56	21,62	21,66	21,49
Popiół surowy (%)	schab	1,22	1,28	1,24	1,27	1,22
	szynka	1,25	1,31	1,28	1,32	1,24
Tłuszcz surowy (%)	schab	1,85 ^a	1,68 ^{ab}	1,42 ^b	1,96 ^a	1,34 ^b
	szynka	2,67 ^a	2,52 ^{ab}	2,35 ^b	2,71 ^a	2,32 ^b
Energia (kcal)	schab	106,4	105,6	104,1	108,2	102,5
	szynka	110,4	109,2	106,7	111,3	106,2
pH ₁	schab	6,24	6,23	6,21	6,21	6,24
	szynka	6,15	6,16	6,14	6,13	6,17
pH ₂₄	schab	5,56	5,58	5,61	5,55	5,61

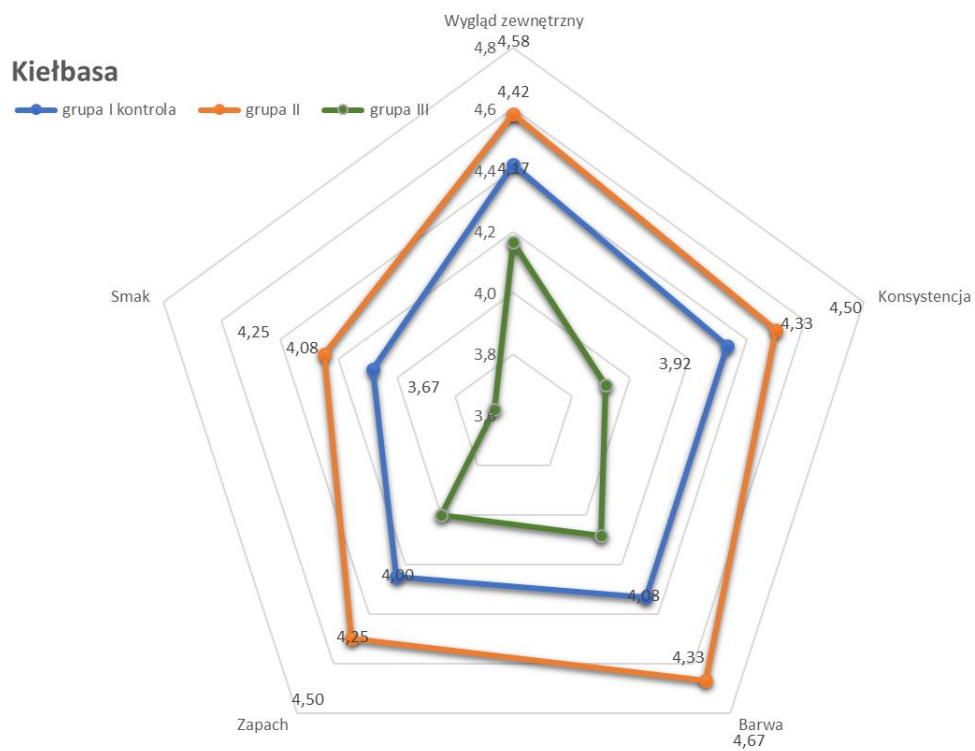
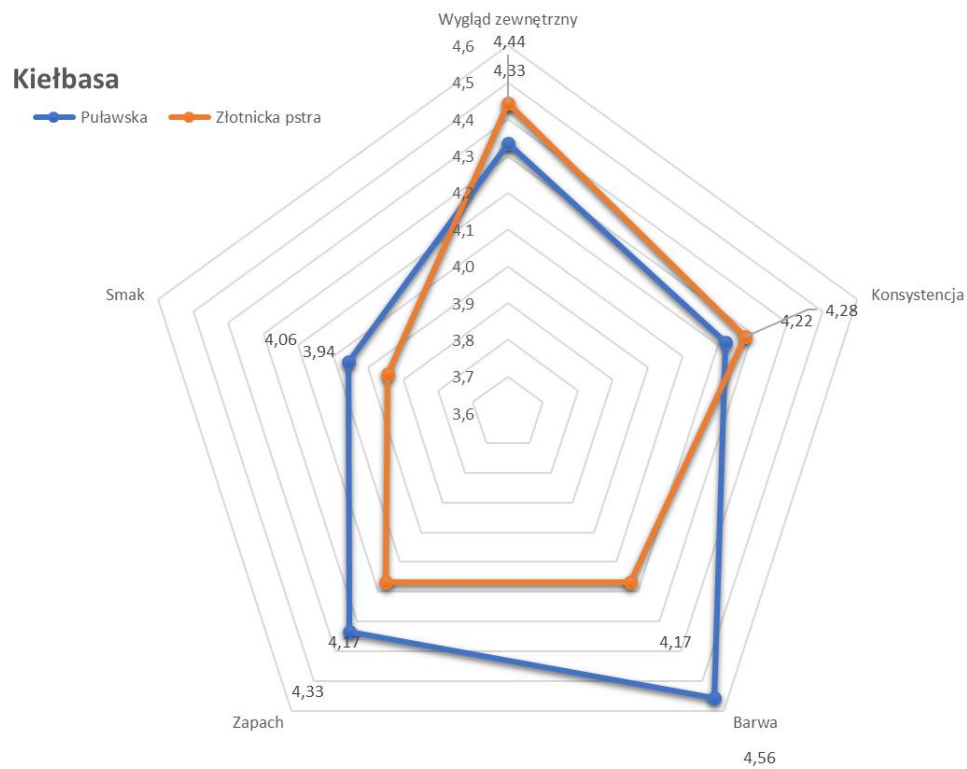
Cecha	Mięsień	Grupy żywieniowe			Rasa	
		I	II	III	Puławska	Złotnicka pstra
	szynka	5,63	5,66	5,64	5,62	5,67
pH ₄₈	schab	5,54	5,57	5,58	5,54	5,59
	szynka	5,58	5,59	5,62	5,57	5,62
CIE:						
L*	schab	47,51 ^a	45,91 ^b	45,63 ^b	46,34	46,43
	szynka	42,43	42,08	42,02	42,01	42,34
a*	schab	3,89	3,96	3,98	3,85	4,04
	szynka	6,12	6,36	6,37	6,28	6,29
b*	schab	10,54	10,24	10,18	10,25	10,39
	szynka	11,72	11,85	11,92	11,89	11,77
TBARS (mg MDA/kg)	schab	0,236	0,241	0,256	0,249	0,240
	szynka	0,251	0,253	0,263	0,262	0,253
aw	schab	0,967	0,968	0,962	0,963	0,968
	szynka	0,963	0,965	0,959	0,968	0,957
W-B SF (N)	schab	97,21	98,52	102,41	99,41	99,33
	szynka	77,6	79,3	87,2	84,22	78,51
W-B SE (mJ)	schab	389,8	393,8	408,4	387,7	387,4
	szynka	294,0	308,5	347,6	328,5	306,3
Wyciek naturalny (%)	schab	2,38	2,11	2,08	2,39	1,99
	szynka	2,12 ^b	2,61 ^a	2,44 ^{ab}	2,56	2,19
Wyciek termiczny (%)	schab	27,67	28,68	26,89	27,94	27,55
	szynka	23,56	24,54	23,16	24,17	23,34

a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

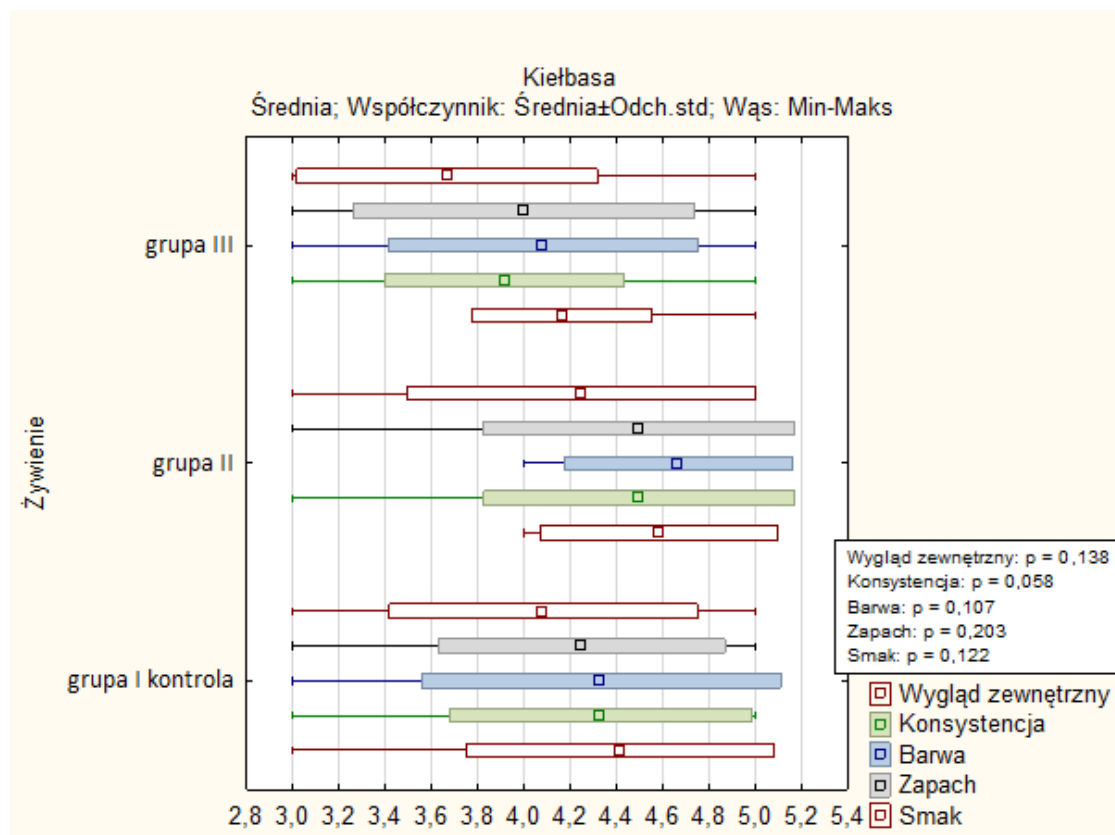
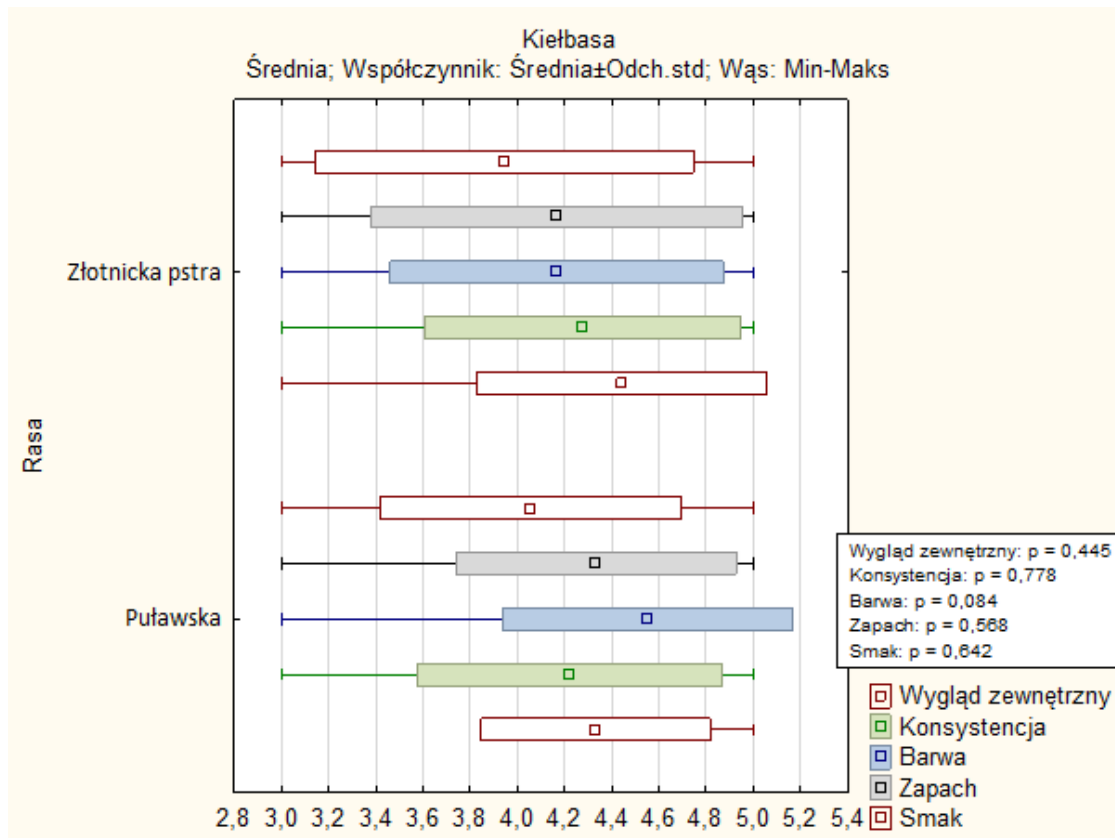
Wskaźniki oceny kwasowości mięsa (pH₁, pH₂₄ i pH₄₈) oraz parametrów chromatycznych barwy a* i b* była zbliżona dla tuczników analizowanych grup (I-III). Obserwowano natomiast mniejszą jasność (niższe wartości L*) schabów u tuczników żywionych z dodatkiem pasz objętościowych (grupa II i III). Wyciek naturalny w szynce był znacząco wyższy w tuszach tuczników otrzymujących w dawce oprócz mieszanki treściwej także dodatek warzyw świeżych lub zakiszonych. Wartości wskaźnika TBARS i aktywności wody były porównywalne w mięśniach szkieletowych tuczników obu ras niezależnie od żywienia.

3.11. Ocena organoleptyczna wyrobów wędliniarskich z mięsa świń rasy puławska i złotnicka pstra

Na kolejnych rycinach 1 – 8 pokazano wyniki oceny organoleptycznej wyrobów wędliniarskich tuczników rasy puławska i złotnicka pstra. Rycina 1 i 2 dotyczy oceny kiełbasy w zależności od rasy i żywienia.

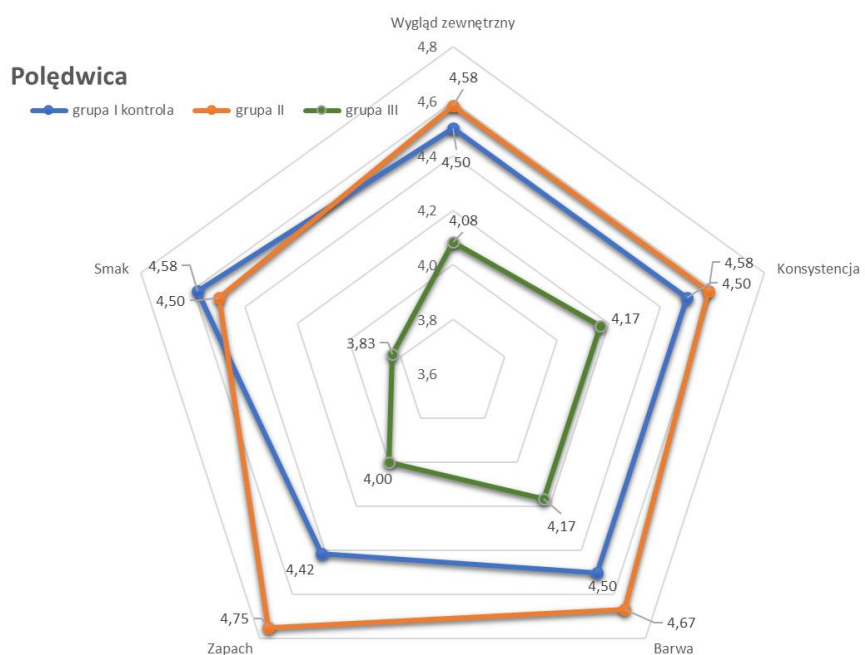
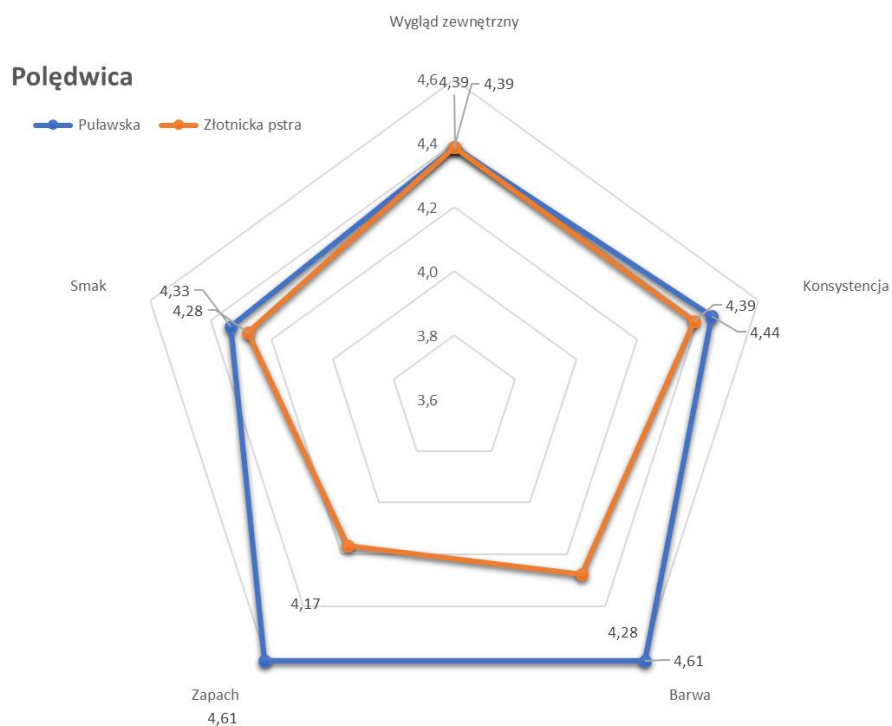


Ryc. 1. Ocena organoleptyczna kiełbasy od tuczników rasy puławska i żłotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b)

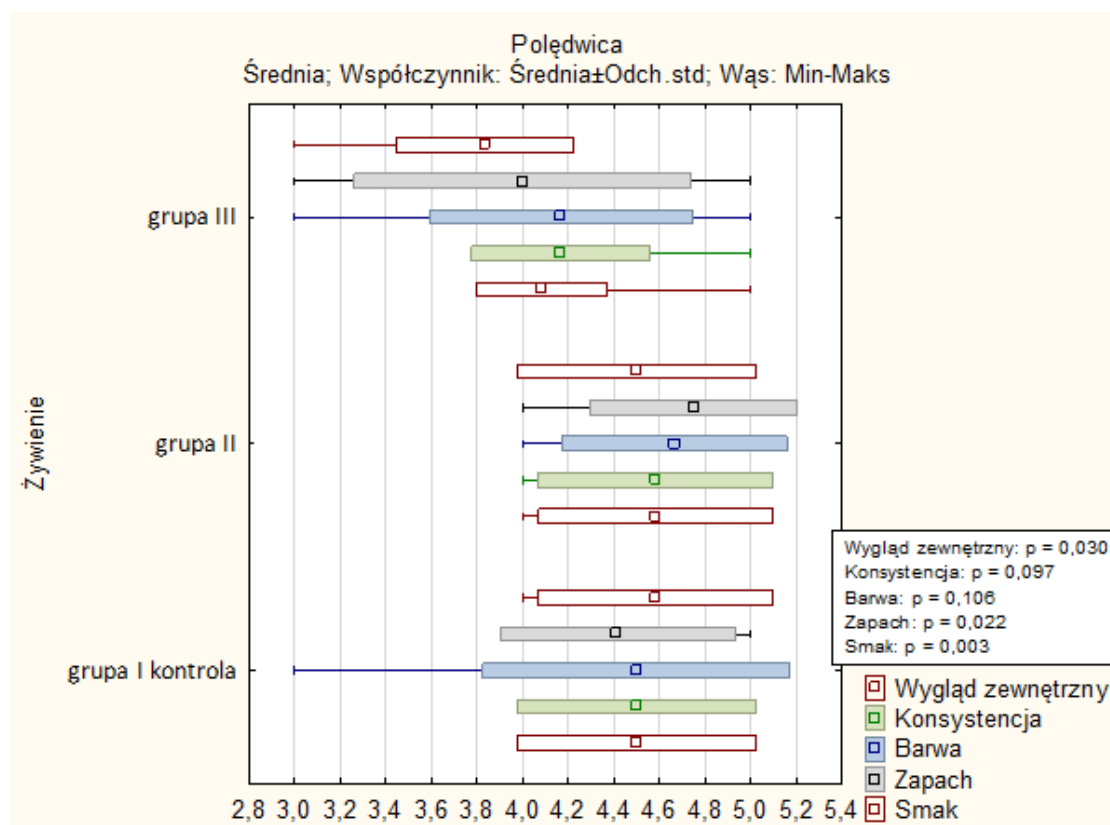
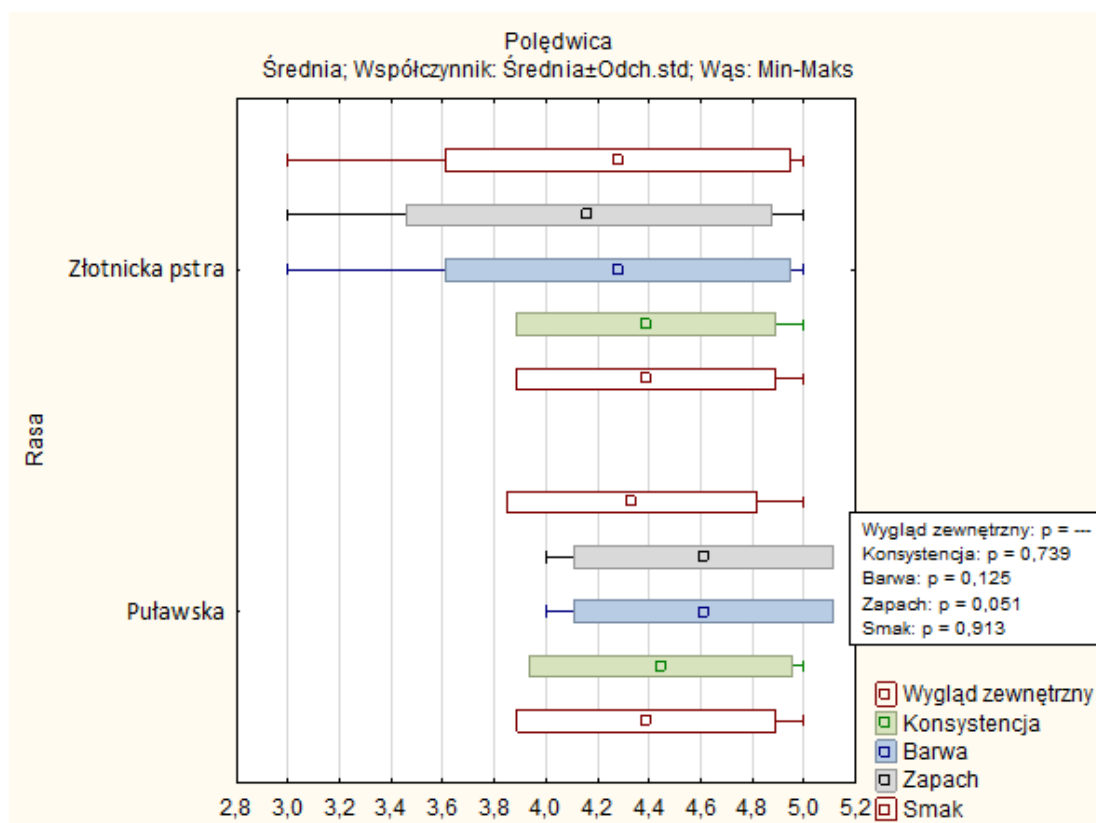


Ryc. 2. Ocena organoleptyczna kiełbasy od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b) z elementami statystyki

Rycina 3 i 4 dotyczy oceny organoleptycznej połówicy w zależności od rasy i żywienia.

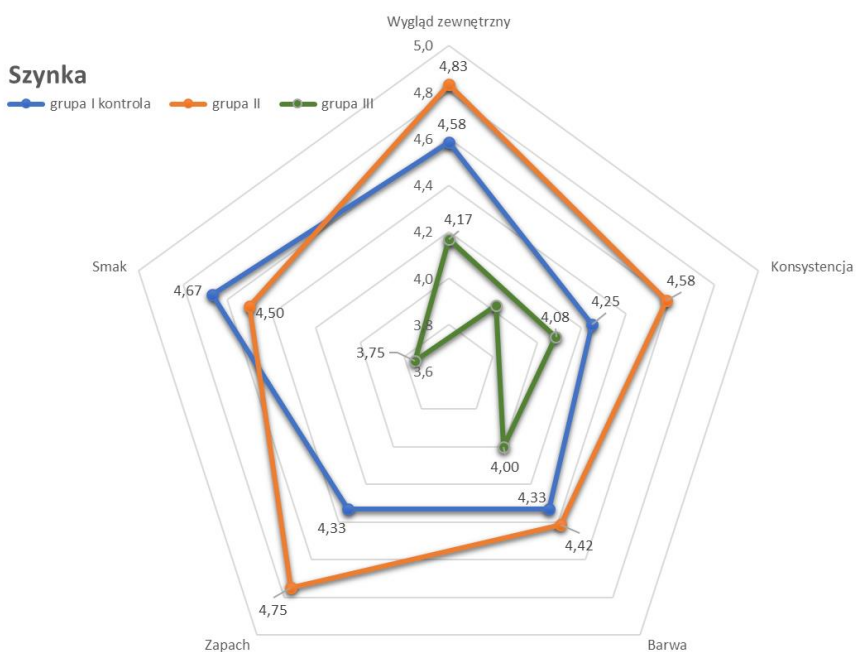
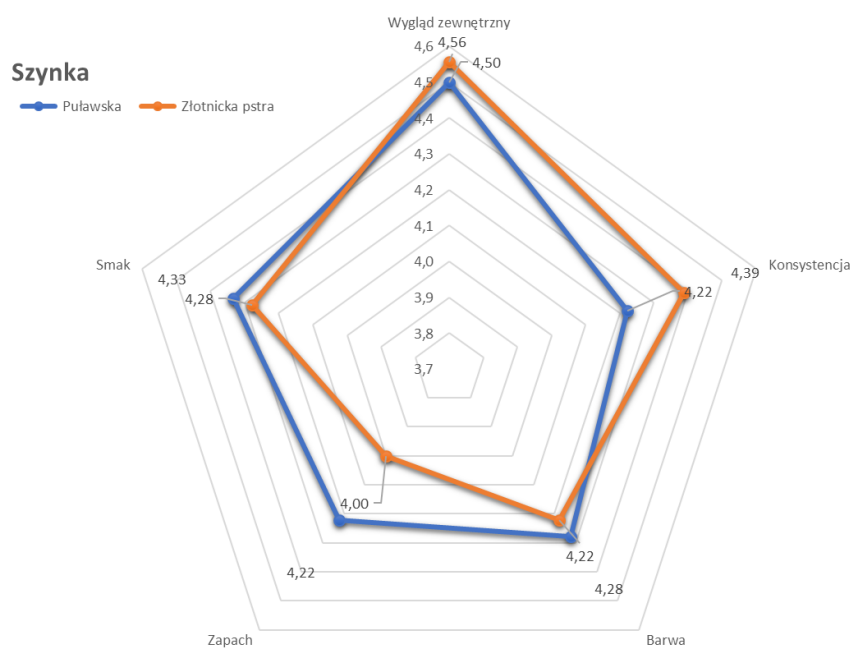


Ryc. 3. Ocena organoleptyczna połówicy od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b)

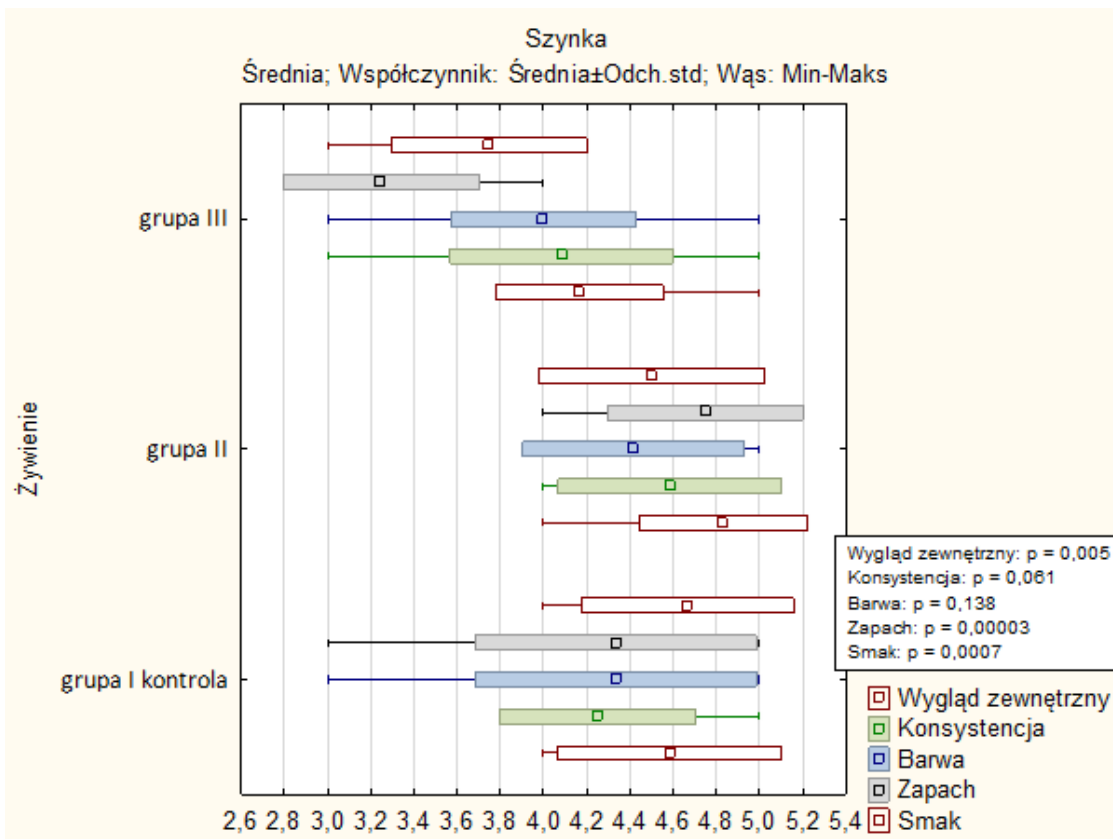
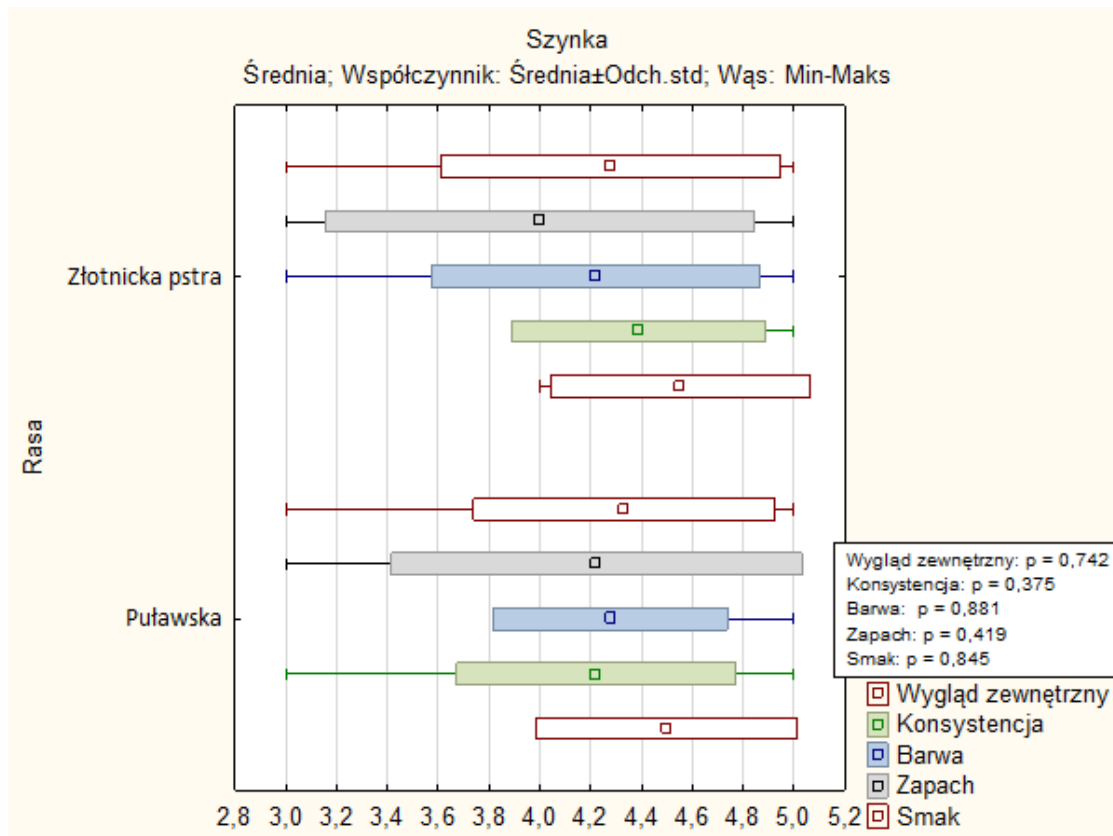


Ryc. 4. Ocena organoleptyczna połędwicy od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b) z elementami statystyki

Rycina 5 i 6 dotyczy oceny szynki w zależności od rasy i żywienia tuczników.



Ryc. 5. Ocena organoleptyczna szynki od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b)

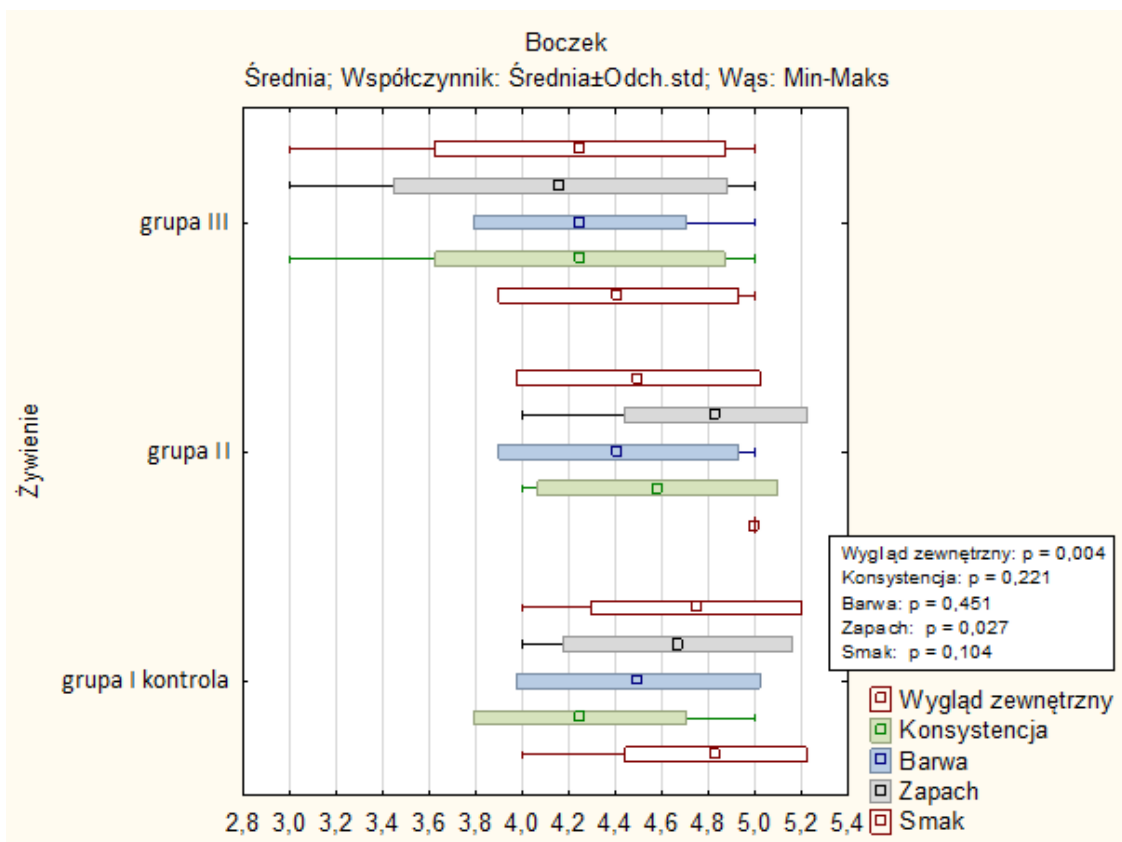
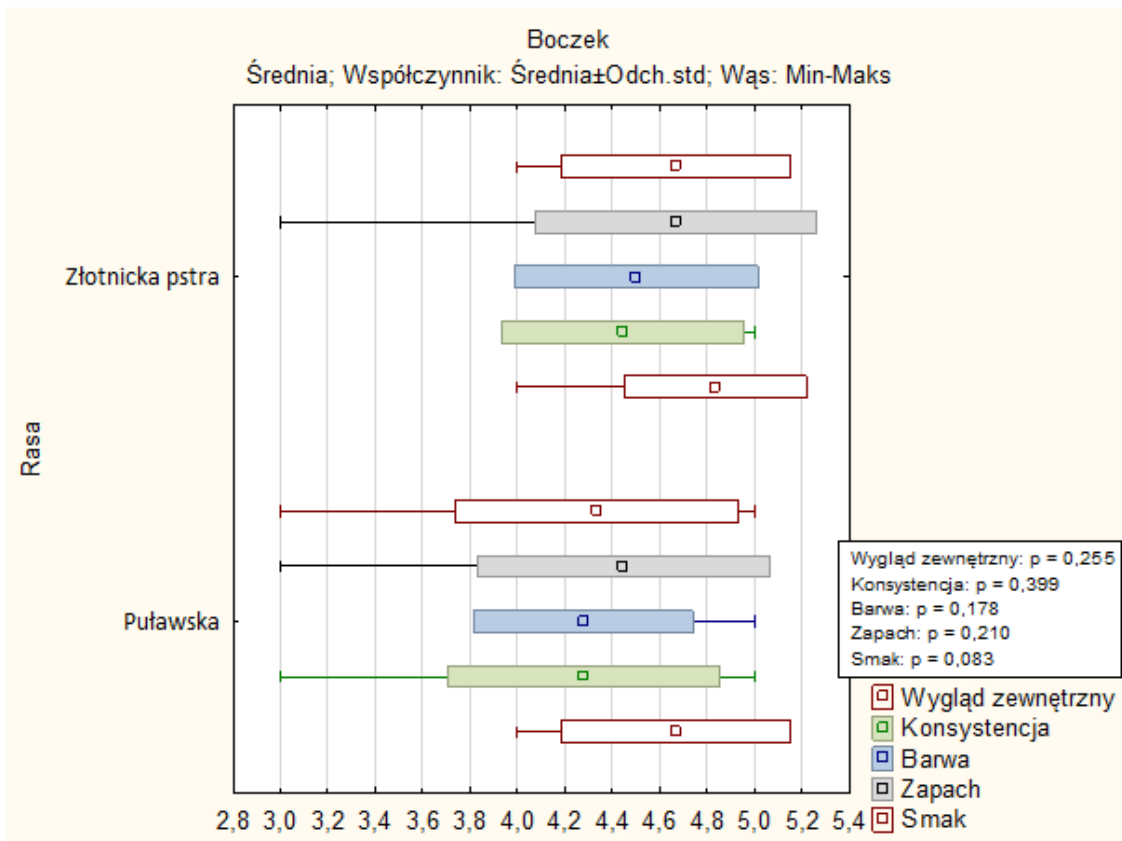


Ryc. 6. Ocena organoleptyczna szynki od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b) z elementami statystyki

Rycina 7 i 8 dotyczy oceny boczku w zależności od rasy i żywienia tuczników.



Ryc. 7. Ocena organoleptyczna boczku od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b)



Ryc. 8. Ocena organoleptyczna boczku od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra (a) oraz w zależności od żywienia (b) z elementami statystyki

Ocena stopnia pożądalności badanych produktów wędliniarskich pozyskanych od tuczników objętych badaniami żywieniowymi mieściła się w wartościach przyjmowanych za dopuszczalne (Grześkowiak i in., 2010). Odnotowane szczegółowe różnice w zależności od rasy i modelu żywienia są widoczne dla poszczególnych produktów wędliniarskich, pokazanych na rycinach 1-8.

3.12. Profil kwasów tłuszczowych w tkankach tuczników

W doświadczeniu A oznaczono profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu polędwicy, słoniny i wątroby, zaś w doświadczeniu B tylko słoniny. Stwierdzono korzystne oddziaływanie udziału mieszaniny owoców i warzyw na skład kwasów tłuszczowych w słoninie (Tab. 20) w kierunku zwiększenia zawartości kwasów jednonienasyconych oraz poprawy wskaźników AI i h/H. Słonina rasy złotnickiej pstra zawierała więcej kwasów MUFA, PUFA, w tym z rodziny n-3 i n-6 w odniesieniu do rasy puławskiej. Także tłuszcz słoniny loszek cechował się bardziej korzystnym profilem kwasów wielonienasyconych (PUFA, n-3) oraz wskaźnikami AI oraz h/H (Tab. 20).

Profil kwasów tłuszczowych mięśnia polędwicy tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (dośw. A) zestawiono w tabeli 21. Dodatek pasz objętościowych soczystych (grupa II i III) do dawek pokarmowych dla tuczników przyczynił się do zmniejszenia udziału kwasów nasyconych (SFA), a zwiększenia udziału jednonienasyconych (MUFA). Odnotowano także zwiększenie udziału kwasów PUFA n-3 przy zmniejszonej proporcji kwasów PUFA n-6/n-3, co jest tendencją korzystną dla konsumentów mięsa wieprzowego (Kolanowski i Świdorski, 1997). Podobnie jak w słoninie także w tłuszczu polędwicy stwierdzono korzystniejszy profil kwasów nienasyconych dla rasy złotnicka pstra w odniesieniu do rasy puławskiej. Także w tłuszczu polędwicy loszek w porównaniu do wieprzków odnotowano więcej kwasów nienasyconych (Tab. 21).

W składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu wątroby oraz wyliczonych wskaźnikach wartości dietetycznej i zdrowotnej tłuszczu tego narządu nie stwierdzono tak jednoznacznych zależności jak w słoninie i w polędwicy (Tab. 22). W profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu wątroby największy udział miały kwasy nasycone, zwłaszcza stearynowy i palmitynowy, a z nienasyconych kwas oleinowy (C 18:1) i linolowy (C18:2). Dodatek pasz objętościowych zakiszonych (grupa III) okazał się najbardziej korzystnym oddziaływaniem żywieniowym na profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu wątroby, gdyż odnotowano największy udział kwasów PUFA, w tym kwasów wielonienasyconych PUFA n-3.

Tabela 20. Profil kwasów tłuszczowych słoniny (g·100 g⁻¹ tłuszczu) tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (dośw. A)

Wyszczególnienie			Kwasy tłuszczowe														Sumy kwasów tłuszczowych						Wskaźniki				
			C 12:0	C 14:0	C 16:0	C16:1 n-7	C16:1 n-9	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1 n-9	C 18:1 n-7	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:0	C 20:1 n-9	C 20:2, n-6	C 20:4 n-6	ΣSF A	ΣM UFA	ΣPU FA	Σn-3	Σn-6	n-6/n-3	AI	TI	h/H
Rasa puławska	I	l	0,09	1,48	25,40 _b	0,34	2,08a	0,18	0,21	16,11	36,84	2,14	13,29	0,80	0,24	0,59	0,070	0,19	43,50	42,20	14,35	0,80	13,55	16,87	0,55	0,91	1,98e
		w	0,08	1,32	25,98 _a	0,39	1,99a _{bc}	0,12	0,19	16,19	36,72	2,06	12,75	0,73	0,19	0,67	0,090	0,21	43,88	42,02	13,78	0,73	13,05	17,82	0,56	0,91	1,92f
	II	l	0,09	1,48	23,53 _e	0,34	2,08a	0,18	0,21	16,28	37,93	2,21	13,29	0,84	0,24	0,59	0,070	0,19	41,80	43,36	14,39	0,84	13,55	16,20	0,51	0,88	2,18b
		w	0,08	1,32	24,96 _c	0,39	1,99a _{bc}	0,12	0,19	16,55	37,24	2,10	12,75	0,78	0,19	0,67	0,090	0,21	43,22	42,58	13,83	0,78	13,05	16,73	0,54	0,91	2,02c _d
	III	l	0,09	1,24	23,35 _e	0,34	1,96b _c	0,18	0,21	16,16	38,46	2,25	13,54	0,79	0,24	0,65	0,070	0,19	41,25	43,87	14,59	0,79	13,80	17,59	0,48	0,84	2,25a
		w	0,08	1,37	24,96 _c	0,39	2,03a _b	0,12	0,19	16,34	37,36	2,09	12,83	0,68	0,19	0,59	0,090	0,21	43,05	42,66	13,81	0,68	13,13	19,36	0,54	0,87	2,02c _d
Rasa złotnicka pstra	I	l	0,08	1,41	25,07 _c	0,38	2,04a _b	0,17	0,15	15,31	37,17	2,23	13,72	0,83	0,21	0,68	0,087	0,24	42,26	42,66	14,88	0,83	14,05	17,00	0,53	0,87	2,05c
		w	0,07	1,28	26,02 _a	0,41	2,01a _{bc}	0,14	0,16	15,56	36,98	2,11	12,81	0,80	0,21	0,79	0,110	0,29	43,28	42,46	14,01	0,80	13,21	16,59	0,55	0,92	1,94f
	II	l	0,08	1,41	23,85 _d	0,38	2,04a _b	0,17	0,15	15,39	38,09	2,28	13,72	0,92	0,21	0,68	0,087	0,24	41,12	43,63	14,97	0,92	14,05	15,28	0,50	0,87	2,19b
		w	0,07	1,28	25,19 _{bc}	0,41	2,01a _{bc}	0,14	0,16	16,04	37,20	2,17	12,81	0,85	0,21	0,79	0,110	0,29	42,94	42,74	14,06	0,85	13,21	15,55	0,53	0,92	2,01c _{de}
	III	l	0,08	1,34	23,94 _d	0,38	2,04a _b	0,17	0,15	15,21	38,17	2,27	13,79	0,84	0,21	0,73	0,087	0,24	40,96	43,74	14,96	0,84	14,12	16,77	0,50	0,84	2,19b
		w	0,07	1,40	25,19 _{bc}	0,41	1,92c	0,14	0,16	16,04	37,27	2,17	12,81	0,76	0,21	0,73	0,110	0,29	43,06	42,66	13,97	0,76	13,21	17,49	0,54	0,89	2,00d _e
Źródło zmienności																											
Żywienie	I	0,08	1,37	25,62 _a	0,38	2,03	0,15	0,18	15,79 _b	36,93 _b	2,14b	13,14	0,79b	0,21	0,68	0,089	0,23	43,23 _a	42,33 _b	14,26	0,79b	13,47	17,07 _b	0,55a	0,90a	1,97b	
	II	0,08	1,37	24,38 _b	0,38	2,03	0,15	0,18	16,07 _a	37,62 _a	2,19a	13,14	0,85a	0,21	0,68	0,089	0,23	42,27 _b	43,08 _a	14,31	0,85a	13,47	15,94 _c	0,52b	0,89a	2,10a	
	III	0,08	1,34	24,36 _b	0,38	1,99	0,15	0,18	15,94 _{ab}	37,82 _a	2,19a	13,24	0,77b	0,21	0,67	0,089	0,23	42,08 _b	43,23 _a	14,33	0,77b	13,57	17,80 _a	0,52b	0,86b	2,11a	
Rasa	puławska	0,08a	1,37	24,69 _b	0,37b	2,02	0,15b	0,20a	16,27 _a	37,42	2,14b	13,08 _b	0,77b	0,22	0,63b	0,080 _b	0,20b	42,78 _a	42,78 _b	14,13 _b	0,77b	13,36 _b	17,43 _a	0,53	0,89	2,06	
	złotnicka pstra	0,07b	1,35	24,88 _a	0,40a	2,01	0,16a	0,16b	15,59 _b	37,48	2,20a	13,28 _a	0,83a	0,21	0,73a	0,098 _a	0,27a	42,27 _b	42,98 _a	14,47 _a	0,83a	13,64 _a	16,45 _b	0,53	0,89	2,06	

Wyszczególnienie		Kwasy tłuszczowe																Sumy kwasów tłuszczowych						Wskaźniki		
		C 12:0	C 14:0	C 16:0	C16:1 n-7	C16:1 n-9	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1 n-9	C 18:1 n-7	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:0	C 20:1 n-9	C 20:2 n-6	C 20:4 n-6	ΣSF A	ΣM UFA	ΣPU FA	Σn-3	Σn-6	n-6/n-3	AI	TI	h/H
Płeć	I	0,09a	1,39a	24,19 _b	0,36b	2,04a	0,18a	0,18	15,74 _b	37,78 _a	2,23a	13,56 _a	0,84a	0,23a	0,65b	0,078 _b	0,22b	41,82 _b	43,24 _a	14,69 _a	0,84a	13,85 _a	16,62 _b	0,51b	0,87b	2,14a
	w	0,07b	1,33b	25,38 _a	0,40a	1,99b	0,13b	0,18	16,12 _a	37,13 _b	2,12b	12,79 _b	0,77b	0,20b	0,71a	0,100 _a	0,25a	43,24 _a	42,52 _b	13,91 _b	0,77b	13,14 _b	17,26 _a	0,54a	0,90a	1,99b

I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; I - loszka, w – wieprzek; SFA - nasycone kwasy tłuszczowe, UFA – nienasycone kwasy tłuszczowe, MUFA - jednonienasycone kwasy tłuszczowe, PUFA - wielonienasycone kwasy tłuszczowe, AI - indeks aterogenności, TI – indeks trombogenności, h/H - stosunek hipocholesterolemicznych/hipercholesterolemicznych kwasów tłuszczowych; a, b, ... - różnice statystycznie istotne (p ≤0,05)

Tabela 21. Profil kwasów tłuszczowych mięśnia połędwicy (g·100 g⁻¹ tłuszczu) tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra w zależności od żywienia i płci (dośw. A)

Wyszczególnienie			Kwasy tłuszczowe																Wskaźniki								
			C 12:0	C 14:0	C 16:0	C16:1 n-7	C16:1 n-9	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1 n-9	C 18:1 n-7	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:0	C 20:1 n-9	C 20:2 n-6	C 20:4 n-6	ΣSF A	ΣM UFA	ΣPU FA	Σn-3	Σn-6	n-6/n-3	TI	h/H	AI
Rasa puławska	I	I	0,040	1,38	24,68	0,22	3,25	0,09	0,16 _c _d	14,49	44,02	4,16	4,61	1,01	0,24	0,59a	0,19	0,51c	40,91	52,41	6,32	1,01	5,31	5,29	1,26	2,09	0,51
		w	0,030	1,28	25,15	0,24	3,31	0,08	0,17 _b _c	15,37	43,30	3,91	4,23	0,96	0,18	0,52 _b _c	0,21	0,57b	42,08	51,46	5,97	0,96	5,00	5,19	1,33	2,00	0,53
	II	I	0,040	1,38	23,62	0,22	3,34	0,09	0,18b	14,38	44,62	4,24	4,61	1,19	0,23	0,59a	0,22	0,61 _a _b	39,73	53,19	6,64	1,19	5,44	4,56	1,19	2,21	0,49
		w	0,030	1,28	24,63	0,24	3,24	0,09	0,17 _b _c	15,17	44,10	3,99	4,23	1,04	0,27	0,52 _b _c	0,19	0,45d	41,47	52,27	5,91	1,04	4,87	4,7	1,29	2,07	0,51
	III	I	0,040	1,38	23,62	0,22	3,25	0,09	0,16 _c _d	14,17	45,22	4,20	4,56	1,13	0,24	0,60a	0,19	0,51c	39,54	53,65	6,39	1,13	5,26	4,68	1,18	2,22	0,49
		w	0,030	1,40	24,29	0,24	3,31	0,15	0,17 _b _c	15,17	44,15	3,99	4,15	1,02	0,29	0,54b	0,21	0,57b	41,32	52,40	5,94	1,02	4,92	4,85	1,28	2,10	0,51
Rasa złotnicka pstra	I	I	0,040	1,26	23,85	0,23	3,38	0,11	0,15 _d _e	13,99	44,03	4,11	5,69	1,17	0,21	0,47d	0,17	0,61 _a _b	39,45	52,37	7,64	1,17	6,47	5,54	1,18	2,22	0,48
		w	0,033	1,28	24,71	0,24	3,41	0,08	0,14e	14,75	43,33	3,79	4,99	1,04	0,19	0,49 _c _d	0,22	0,64a	41,04	51,40	6,89	1,04	5,85	5,67	1,28	2,07	0,51
	II	I	0,040	1,26	23,12	0,23	3,38	0,11	0,20a	13,99	44,79	4,20	5,69	1,21	0,22	0,47d	0,25	0,61 _a _b	38,74	53,27	7,76	1,21	6,55	5,41	1,14	2,32	0,46
		w	0,033	1,28	24,12	0,24	3,17	0,11	0,15 _d _e	14,75	44,02	4,10	4,99	1,12	0,25	0,49 _c _d	0,22	0,57b	40,55	52,18	6,90	1,12	5,78	5,14	1,23	2,16	0,49

Wyszczególnienie			Kwasy tłuszczowe															Wskaźniki								
			C 12:0	C 14:0	C 16:0	C16:1 n-7	C16:1 n-9	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1 n-9	C 18:1 n-7	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:0	C 20:1 n-9	C 20:2, n-6	C 20:4 n-6	ΣSF A	ΣM UFA	ΣPU FA	Σn-3	Σn-6	n-6/n-3	TI	h/H
III	I	0,040	1,27	23,23	0,23	3,38	0,11	0,15 ^d _e	13,81	44,68	4,20	5,41	1,19	0,23	0,59 ^a	0,17	0,61 ^a _b	38,69	53,24	7,38	1,19	6,19	5,2	1,15	2,29	0,47
	w	0,033	1,44	24,32	0,24	3,41	0,13	0,14 ^e	14,56	43,75	4,01	4,70	1,10	0,28	0,51 ^b _c	0,22	0,64 ^a	40,76	52,06	6,66	1,10	5,56	5,04	1,25	2,11	0,51
Źródło zmienności																										
Żywnienie	I	0,036	1,30 ^b	24,60 ^a	0,23	3,34 ^a	0,09 ^c	0,16 ^b	14,65	43,67 ^b	3,99 ^b	4,88 ^a	1,05 ^b	0,21 ^c	0,52 ^b	0,20 ^b	0,58	40,87 ^a	51,91 ^b	6,70 ^a _b	1,05 ^b	5,66 ^a	5,42 ^a	1,26 ^a	2,10 ^b	0,51 ^a
	II	0,036	1,30 ^b	23,87 ^b	0,23	3,28 ^b	0,10 ^b	0,18 ^a	14,57	44,38 ^a	4,14 ^a	4,88 ^a	1,14 ^a	0,24 ^b	0,52 ^b	0,22 ^a	0,56	40,12 ^b	52,73 ^a	6,80 ^a	1,14 ^a	5,66 ^a	4,95 ^b	1,21 ^b	2,19 ^a	0,49 ^c
	III	0,036	1,37 ^a	23,86 ^b	0,23	3,34 ^a	0,12 ^a	0,16 ^b	14,43	44,45 ^a	4,10 ^a	4,70 ^b	1,11 ^a	0,26 ^a	0,56 ^a	0,20 ^b	0,58	40,08 ^b	52,84 ^a	6,59 ^c	1,11 ^a	5,48 ^b	4,94 ^b	1,22 ^b	2,18 ^a	0,50 ^b
Rasa	puławska	0,035	1,35 ^a	24,33 ^a	0,23	3,28 ^b	0,10 ^b	0,17 ^a	14,79 ^a	44,24 ^a	4,08	4,40 ^b	1,06 ^b	0,24 ^a	0,56 ^a	0,20	0,54 ^b	40,84 ^a	52,56 ^a	6,19 ^b	1,06 ^b	5,13	4,88 ^b	1,26 ^a	2,12 ^b	0,51 ^a
	złotnicka pstra	0,037	1,30 ^b	23,89 ^b	0,24	3,36 ^a	0,11 ^a	0,16 ^b	14,31 ^b	44,10 ^b	4,07	5,24 ^a	1,14 ^a	0,23 ^b	0,50 ^b	0,21	0,61 ^a	39,87 ^b	52,42 ^b	7,20 ^a	1,14 ^a	6,06	5,33 ^a	1,20 ^b	2,19 ^a	0,49 ^b
Płeć	I	0,040 ^a	1,32	23,68 ^b	0,23 ^b	3,33	0,10 ^b	0,17 ^a	14,14 ^b	44,56 ^a	4,19 ^a	5,09 ^a	1,15 ^a	0,23 ^b	0,55 ^a	0,20 ^b	0,58	39,51 ^b	53,02 ^a	7,02 ^a	1,15	5,87 ^a	5,11	1,18 ^b	2,22 ^a	0,48 ^b
	w	0,032 ^b	1,33	24,54 ^a	0,24 ^a	3,31	0,11 ^a	0,16 ^b	14,96 ^a	43,78 ^b	3,97 ^b	4,55 ^b	1,05 ^b	0,24 ^a	0,51 ^b	0,21 ^a	0,57	41,20 ^a	51,96 ^b	6,38 ^b	1,05	5,33 ^b	5,1	1,28 ^a	2,09 ^b	0,51 ^a

I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; I - loszka, w – wieprzek; SFA - nasycone kwasy tłuszczowe, UFA – nienasycone kwasy tłuszczowe, MUFA - jednonienasycone kwasy tłuszczowe, PUFA - wielonienasycone kwasy tłuszczowe, AI - indeks aterogenności, TI – indeks trombogenności, h/H - stosunek hipocholesterolemicznych/hipercholesterolemicznych kwasów tłuszczowych; a, b, ... - różnice statystycznie istotne (p ≤ 0,05)

Tabela 22. Profil kwasów tłuszczowych tłuszczu wątroby (g·100 g⁻¹ tłuszczu) oraz wskaźniki wartości dietetycznej i zdrowotnej tłuszczu

Wyszczególnienie			Kwasy tłuszczowe															Sumy kwasów tłuszczowych						Wskaźniki			
			C 12:0	C 14:0	C 16:0	C16:1 n-7	C16:1 n-9	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1 n-9	C 18:1 n-7	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:0	C 20:1 n-9	C 20:2, n-6	C 20:4 n-6	ΣSF A	ΣMUF A	ΣPUF A	Σn-3	Σn-6	n-6/n-3	AI	TI	h/H
Rasa puławska	I	I	0,060 ^c _d	0,31	16,85	0,72	1,29	1,03	0,18	25,68	15,36	1,85	13,96	1,71	0,040	0,21	0,11	19,27	43,97	19,61	35,06	1,71	33,34	19,46	0,33	1,35 ^c _d	3,04
		w	0,050 ^d _e	0,29	17,54	0,71	1,32	1,06	0,18	26,60	15,16	1,98	13,50	1,64	0,030	0,25	0,12	18,02	45,56	19,60	33,28	1,64	31,64	19,34	0,35	1,45 ^a	2,82
	II	I	0,047 ^e _f	0,31	16,91	0,71	1,29	1,03	0,18	25,68	15,36	1,85	14,31	1,71	0,047	0,25	0,13	19,36	44,03	19,65	35,50	1,71	33,79	19,72	0,33	1,34 ^d _e	3,05

Wyszczególnienie			Kwasy tłuszczowe														Sumy kwasów tłuszczowych						Wskaźniki				
			C 12:0	C 14:0	C 16:0	C16:1 n-7	C16:1 n-9	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1 n-9	C 18:1 n-7	C 18:2 n-6	C 18:3 n-3	C 20:0	C 20:1 n-9	C 20:2 , n-6	C 20:4 n-6	ΣSF A	ΣMUFA	ΣPUFA	Σn-3	Σn-6	n-6/n-3	AI	TI	h/H
	III	w	0,050d e	0,34	18,07	0,64	1,26	1,16	0,18	26,86	15,16	1,98	13,50	1,64	0,070	0,24	0,11	18,26	46,55	19,46	33,50	1,64	31,86	19,47	0,37	1,48a	2,74
		l	0,060c d	0,31	16,62	0,75	1,38	1,03	0,18	23,95	16,55	1,85	14,61	1,83	0,057	0,27	0,16	19,59	42,02	20,99	36,19	1,83	34,36	18,81	0,31	1,23f g	3,22
		w	0,073a b	0,33	17,26	0,70	1,29	1,18	0,18	25,94	15,72	1,77	13,81	1,71	0,063	0,25	0,14	18,73	44,86	19,91	34,40	1,71	32,68	19,08	0,34	1,38b c	2,94
Rasa złotnicka pstra	I	l	0,063b c	0,30	16,54	0,73	1,28	1,03	0,19	24,31	15,39	1,88	15,38	1,78	0,040	0,24	0,11	19,26	42,28	19,71	36,53	1,78	34,75	19,56	0,32	1,26f	3,19
		w	0,043e f	0,28	18,19	0,71	1,33	1,11	0,21	25,35	14,07	2,02	14,83	1,69	0,030	0,28	0,13	18,16	45,00	18,62	34,82	1,69	33,12	19,58	0,36	1,41b	2,75
	II	l	0,037f	0,26	16,54	0,76	1,28	0,96	0,19	24,51	15,39	1,88	15,38	1,78	0,040	0,27	0,14	20,19	42,35	19,77	37,48	1,78	35,70	20,09	0,31	1,25f	3,25
		w	0,060c d	0,35	18,19	0,73	1,22	1,11	0,21	25,65	14,20	2,02	14,83	1,69	0,053	0,23	0,12	18,72	45,42	18,60	35,37	1,69	33,67	19,90	0,36	1,41b	2,78
	III	l	0,063b c	0,27	16,27	0,76	1,40	1,03	0,19	23,90	16,32	1,95	15,45	1,86	0,043	0,27	0,18	19,26	41,58	20,89	36,74	1,86	34,88	18,76	0,30	1,21g	3,32
		w	0,080a	0,32	17,47	0,73	1,34	1,22	0,21	24,70	15,19	1,93	14,86	1,82	0,060	0,25	0,13	18,84	43,85	19,64	35,65	1,82	33,83	18,57	0,34	1,32e	2,96
Źródło zmienności																											
Żywie nie	I	0,054b	0,30	17,28 a	0,72b	1,31b	1,06 b	0,19	25,48 a	15,00 b	1,93 a	14,42 b	1,71 b	0,035 b	0,25	0,12 b	18,68 b	44,21 c	19,39b	34,92c	1,71 b	33,21 b	19,48 a	0,34 a	1,37a	2,95 b	
	II	0,048c	0,31	17,43 a	0,71b	1,26c	1,07 b	0,19	25,68 a	15,03 b	1,93 a	14,50 b	1,71 b	0,053 a	0,25	0,12 b	19,13 a	44,59 b	19,37b	35,46b	1,71 b	33,76 b	19,80 a	0,34 a	1,37a	2,96 b	
	III	0,069a	0,31	16,91 b	0,74a	1,35a	1,12 a	0,19	24,62 b	15,95 a	1,87 b	14,68 a	1,81 a	0,056 a	0,26	0,15 a	19,10 a	43,08 a	20,3a6	35,75a	1,81 a	33,94 a	18,81 b	0,32 b	1,28b	3,11 a	
Rasa	puławska	0,055b	0,29 b	16,62 b	0,74a	1,32a	1,02 b	0,19 b	24,67 b	15,73 a	1,88 b	14,85 a	1,78 a	0,044 b	0,25	0,14 a	19,49 a	42,71 b	20,10a	36,25a	1,78 a	34,47 a	19,40	0,32 b	1,27b	3,18 a	
	złotnicka pstra	0,059a	0,32 a	17,79 a	0,70b	1,29b	1,14 a	0,20 a	25,85 a	14,92 b	1,95 a	14,22 b	1,70 b	0,051 a	0,25	0,13 b	18,45 b	45,21 a	19,31b	34,50b	1,70 b	32,80 b	19,32	0,35 a	1,41a	2,83 b	
Płeć	l	0,057	0,32 a	17,21	0,71b	1,30	1,08	0,18 b	25,79 a	15,55 a	1,88 b	13,95 b	1,71 b	0,051 a	0,24 b	0,13 b	18,87 b	44,50 a	19,87a	34,65b	1,71 b	32,95 b	19,31	0,34 a	1,37a	2,97 b	
	w	0,058	0,30 b	17,20	0,74a	1,31	1,08	0,20 a	24,74 b	15,09 b	1,95 a	15,12 a	1,77 a	0,044 b	0,26 a	0,14 a	19,07 a	43,41 b	19,54b	36,10a	1,77 a	34,33 a	19,41	0,33 b	1,31b	3,04 a	

I – grupa kontrolna, żywiona mieszankami pełnoporcjowymi z zastosowaniem mieszaniny zbóż i makuchów oraz innych pasz białkowych, stosowanych w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie; II – grupa eksperymentalna, w której w dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionych, wymieszanych i skarmianych z udziałem mieszanek treściwych; III – grupa eksperymentalna, w dawce pokarmowej uwzględniono mieszaninę warzyw i owoców oraz wytlóków, rozdrobnionej i poddanej zakiszeniu (kiszonki); komponenty wymieszano i skarmiano z udziałem mieszanek treściwych; l - loszka, w – wieprzek; SFA - nasycone kwasy tłuszczowe, UFA – nienasycone kwasy tłuszczowe, MUFA - jednonienasycone kwasy tłuszczowe, PUFA - wielonienasycone kwasy tłuszczowe, AI - indeks aterogenności, TI – indeks trombogenności, h/H - stosunek hipocholesterolemicznych/hipercholesterolemicznych kwasów tłuszczowych; a, b, ... - różnice statystycznie istotne (p ≤0,05)

W tabeli 23 zestawiono skład kwasów tłuszczowych w słoninie tuczników rasy złotnicka pstra, gdzie stwierdzono korzystny wpływ udziału makuchów (grupa II) na udział kwasów PUFA i MUFA, a także korzystne dla ludzi wskaźniki AI, TI oraz h/H. Ten korzystny wpływ na profil kwasów tłuszczowych w słoninie był następstwem udziału oleju zawartego w makuchach z rzepaku i słonecznika w odniesieniu do nasion grochu (Cheng i in., 2022; Schönet i in., 2002; Sousa i in. 2010; Václavková i in., 2011).

Tabela 23. Skład kwasów tłuszczowych ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ tłuszczu) słoniny tuczników rasy złotnicka pstra (dośw. B)

Kwasy tłuszczowe	Grupy żywieniowe		SEM	Wartość p
	I	II		
C 12:0	0,09	0,08	0,01	0,674
C 14:0	1,48	1,32	0,11	0,251
C 16:0	26,37	25,35	1,26	0,267
C16:1 n-7	0,39	0,34	0,03	0,326
C16:1 n-9	2,08	1,99	0,13	0,435
C 17:0	0,18	0,12	0,01	0,121
C 17:1	0,21	0,19	0,01	0,462
C 18:0	16,63	15,83	1,03	0,063
C 18:1 n-9	36,03	37,12	2,12	0,084
C 18:1 n-7	2,08	2,16	0,16	0,368
C 18:2 n-6	12,23 ^a	13,16 ^b	0,47	0,045
C 18:3 n-3	0,78	0,81	0,08	0,215
C 20:0	0,24	0,19	0,02	0,147
C 20:1 n-9	0,59	0,67	0,05	0,236
C 20:2, n-6	0,07	0,09	0,01	0,321
C 20:4 n-6	0,19	0,21	0,02	0,396
SFA	44,81 ^a	42,77 ^b	2,38	0,042
MUFA	41,38 ^a	42,47 ^b	2,14	0,035
PUFA	13,27 ^a	14,27 ^b	0,89	0,033
n-6/n-3	16,01	16,62	0,56	0,068
AI	0,59	0,54	0,02	0,104
TI	1,52	1,40	0,12	0,085
h/H	1,84	2,00	0,13	0,058

Objaśnienia: I – grupa kontrolna karmiona mieszanką gospodarza, II – grupa eksperymentalna karmiona mieszanką treściwą z udziałem makuchów z nasion rzepaku i słonecznika; a, b, ... - różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$)

3.13. Ocena chemiczna i mikrobiologiczna kiszonek

W tabeli 24 zestawiono wskaźniki oceny chemicznej kiszonek po 6 i po 18 tygodniach kiszenia, pozyskanych z surowców dostępnych w gospodarstwie i zakiszonych w kistenach. Zawartość suchej masy po 18 tygodniach przechowywania kiszonek była nieznacznie mniejsza niż po 6 tygodniach kiszenia. Zawartość azotu amoniakalnego do ogólnego po 6 tygodniach

kiszenia była stosunkowo niska i wahała się w granicach 3,8-4,0%, zaś znacznie zwiększyła się po 18 tygodniach przechowywania (9,8-10,0%). Kwasowość kiszonek po 6 tygodniach mieściła się w wartościach przewidzianych dla dobrych kiszonek przy zawartości suchej masy poniżej 15% (Dorszewski, 2021). Poziom lotnych kwasów tłuszczowych był prawidłowy dla tego rodzaju kiszonek, przy czym najwięcej było pożądanego kwasu mlekowego, a najmniej kwasu masłowego (Tab. 24), co stanowi odpowiednie proporcje w kiszoncek dobrej jakości (Dorszewski, 2021).

Tabela 24. Ocena chemiczna kiszonek

Okres od zakiszenia	6 tygodni			18 tygodni		
	1	2	3	1	2	3
Rodzaj kiszoncek (zakiszone komponenty)						
Sucha masa, %	13,28	11,86	13,07	13,19	11,78	12,97
Azot ogólny, %	0,266	0,275	0,261	0,257	0,262	0,248
N – NH ₃ / N ogólny, %	3,83	3,92	4,01	9,82	9,16	10,04
Kwasowość - pH	3,92	3,87	3,95	3,28	3,26	3,32
Kwas octowy, %	0,32	0,29	0,36	0,59	0,62	0,69
Kwas mlekowy, %	2,91	2,83	2,92	2,67	2,53	2,51
Kwas masłowy, %	0,01	0,02	0,01	0,19	0,22	0,21

Rodzaj kiszoncek: 1 – buraki ćwikłowe, 2 – buraki ćwikłowe + cukinia; 3 - buraki ćwikłowe + cukinia + marchew + wyciągi z agrestu

Ogólna liczba bakterii mezofilnych tlenowych w kiszoncek zawierała się w przedziale $1,4 - 3,0 \times 10^5$ jtk/g kiszoncek po 6-tygodniowym okresie kiszenia, przy czym najmniej stwierdzono w kiszoncek z buraków ćwikłowych, cukinii, marchwi i wyciągów z agrestu (Tab. 25). Po 18-tygodniach przechowywania stwierdzono zwiększoną liczbę bakterii mezofilnych tlenowych do $3,9 - 5,3 \times 10^6$ jtk/g kiszoncek. Przyjmuje się, że drobnoustroje saprofityczne obecne w produkcie w ilości powyżej 10^6 jtk/g mogą przyczyniać się do pogorszenia jakości produktu. Analizując zanieczyszczenie produktów grzybami wykazano, że liczba drożdży wahała się od $1,1 \times 10^3$ jtk/g kiszoncek z cukinii, buraczków, marchwi i wyciągów z agrestu do $3,0 \times 10^3$ jtk/g kiszoncek z cukinii i buraczków. Po 18 tygodniowym okresie przechowywania ilość grzybów wzrosła kilkakrotnie (Tab. 25). Tuż po zakończeniu procesu zakiszania stwierdzono obecność bakterii *Clostridioides perfringens* ilości $1,4 \times 10^3$ jtk/g kiszoncek z buraczków do $4,5 \times 10^3$ jtk/g kiszoncek z buraczków i cukinii. Nie stwierdzono tych bakterii po 18 tygodniowym okresie przechowywania kiszoncek w kistenach. Nie stwierdzono obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*, bakterii z rodzaju *Campylobacter* oraz bakterii z rodzaju

Listeria (Tab. 25). Na uwagę zasługuje ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego z rodzaju *Lactobacillus*, która po 6 tygodniowym okresie zakiszania wyniosła $2,3 \times 10^7 - 7,4 \times 10^7$ jtk/g, zaś po 18 tygodniach uległa zmniejszeniu do $2,7 \times 10^6 - 4,8 \times 10^6$ jtk/g kiszonki. Zdaniem Bunte i in. (2019) zasadne jest stosowanie pasz poddanych procesowi kiszenia w żywieniu świń, zwłaszcza loch w okresie ciąży oraz tuczników.

3.14. Ocena mikrobiologiczna kałów tuczników

W tabeli 26 zestawiono koncentrację mikroorganizmów w kale świń (jtk/g) z trzech pobrań przy masie ciała 45-48 kg, 75-80 kg oraz 100-105 kg w zależności od żywienia (trzy grupy) oraz rasy tuczników (puławska i złotnicka pstra). Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych w kale tuczników kształtowała się na poziomie $1,2 - 3,2 \times 10^8$ i nie była istotnie zależna od warunków żywienia oraz rasy. Większą koncentrację grzybów odnotowano u obu ras w grupie II w której tuczniaki żywione były dawką z udziałem świeżych warzyw i wytlóków z agrestu. . Udział w dawkach dla tuczników kiszonki z warzyw i wytlóków z agrestu przyczynił się do zmniejszenia liczby bakterii z grupy *coli* oraz bakterii *Escherichia coli* typu kałowego, a zwiększenia obecności bakterii kwasu mlekowego z rodzaju *Lactobacillus*. Ogólna liczba bakterii z rodzaju *Campylobacter* wahała się w granicach $1,6 - 2,8 \times 10^5$ jtk/g kału i nie była istotnie zależna od żywienia i rasy zwierząt. Nie stwierdzono obecności w kale tuczników obu ras obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*, a jak też bakterii z rodzaju *Listeria* (Tab. 26).

Tabela 25. Koncentracja mikroorganizmów w kiszonkach (jtk/g)

Okres od zakiszenia	6 tygodni			18 tygodni		
	1	2	3	1	2	3
Rodzaj kiszonki (zakiszone komponenty)						
Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych	$2,3 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	$4,2 \times 10^6$	$5,3 \times 10^6$	$3,9 \times 10^6$
Ogólna liczba grzybów	$2,5 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$9,1 \times 10^3$	$7,2 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$
Ogólna liczba bakterii z grupy coli	bw	bw	bw	bw	bw	bw
Ogólna liczba bakterii <i>Escherichia coli</i> typu kałowego	bw	bw	bw	bw	bw	bw
Ogólna liczba bakterii <i>Clostridioides perfringens</i>	$1,4 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	bw	bw	bw
Ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego z rodzaju <i>Lactobacillus</i>	$7,4 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$	$4,8 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$
Obecność pałeczek z rodzaju <i>Salmonella</i>	bw	bw	bw	bw	bw	bw
Ogólna liczba bakterii z rodzaju <i>Campylobacter</i>	bw	bw	bw	bw	bw	bw
Obecność bakterii z rodzaju <i>Listeria</i>	bw	bw	bw	bw	bw	bw

bw – brak wzrostu; rodzaj kiszonki: 1 – buraki ćwikłowe, 2 – buraki ćwikłowe + cukinia; 3 - buraki ćwikłowe + cukinia + marchew + wytloki z agrestu

Tabela 26. Koncentracja mikroorganizmów w kale świń (jtk/g)

Rasa	Puławska			Złotnicka pstra		
	I	II	III	I	II	III
Grupa żywieniowa						
Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych	$1,4 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$3,2 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$
Ogólna liczba grzybów	$4,4 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$	$4,8 \times 10^3$
Ogólna liczba bakterii z grupy coli	$6,1 \times 10^6$	$8,3 \times 10^6$	$2,0 \times 10^5$	$6,7 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$
Ogólna liczba bakterii <i>Escherichia coli</i> typu kałowego	$5,5 \times 10^6$	$6,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$5,5 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$
Ogólna liczba bakterii <i>Clostridioides perfringens</i>	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$6,5 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$	$3,8 \times 10^5$
Ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego z rodzaju <i>Lactobacillus</i>	$3,5 \times 10^8$	$8,6 \times 10^8$	$1,2 \times 10^9$	$6,3 \times 10^8$	$9,0 \times 10^8$	$2,0 \times 10^9$
Obecność pałeczek z rodzaju <i>Salmonella</i>	bw	bw	bw	bw	bw	bw
Ogólna liczba bakterii z rodzaju <i>Campylobacter</i>	$2,4 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$
Obecność bakterii z rodzaju <i>Listeria</i>	bw	bw	bw	bw	bw	bw

bw – brak wzrostu; I – grupa kontrolna; II – grupa z udziałem świeżych warzyw i owoców oraz wytlóków; III – grupa z udziałem kiszonki;

4. Podsumowanie i wnioski

Uzyskane wyniki badań wykazały, że w żywieniu tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstra można stosować produkty uboczne z produkcji warzyw oraz wyłoki z agrestu, zarówno w formie świeżej jak i poddanej zakiszeniu. Z badań wykonanych w ramach tego projektu, a zwłaszcza obserwacji pracowników fermy świń należy wnioskować, że w dziennej dawce pokarmowej, oprócz mieszanki pasz treściwych można stosować 15-20% suchej masy dawki w postaci owoców i warzyw, stanowiących pełnowartościowy produkt uboczny pozyskiwany jako dyskwalifikaty spożywcze dla ludzi. Do takiego wnioskowania i sugestii dla praktyki upoważniają uzyskane wyniki produkcyjne (spożycie i zużycie paszy, przyrosty dzienne tuczników), strawność składników pokarmowych, wartość rzeźna tusz i parametry oceny mięsa, profil kwasów tłuszczowych w słoninie, poledwicy i wątrobie, profil metaboliczny krwi oraz ocena organoleptyczna wędlin pozyskanych z mięsa tuczników obu ras. Włączenie do żywienia tuczników dyskwalifikatów i ubocznych produktów z ekologicznej produkcji roślinnej (warzyw i owoców w formie świeżej i kiszonej) nie wpłynęło negatywnie na poziom parametrów biochemicznych i hematologicznych krwi, które świadczą o kondycji zdrowotnej oraz dobrostanie zwierząt. Odnotowano także modyfikujący wpływ, zastosowanych dyskwalifikatów z przetwórstwa ekologicznego, na profil lipidowy, białkowy, czy też mineralny krwi zwierząt, co dostarcza nowych i cennych informacji na temat możliwości ich wykorzystania w ekologicznym tuczu świń. Badania wykazały, że wyniki uzyskiwane dla obu ras: puławskiej i złotnickiej pstra, mimo drobnych różnic dla niektórych analizowanych cech i wskaźników, powinny być uwzględniane w ekologicznym tuczu świń.

Z badań przeprowadzonych w innym obiekcie tylko na rasie złotnickiej pstra wynika, że w mieszankach dla tuczników można z powodzeniem wykorzystywać makuchy rzepakowe w połączeniu z makuchami z nasion obłuszczonego słonecznika w ilości 10-15% składu recepturowego mieszanki treściwej.

5. Piśmiennictwo

1. Bunte, S., Grone, R., & Kamphues, J. 2019. The “controlled fermentation” as feeding concept for pigs—A characterization from the point of view of animal nutrition and veterinary medicine. *Übersichten zur Tierernährung*, 43, 165-203.
2. Cheng H., Liu X., Xiao Q., Zhang F., Liu N., Tang L., Wang J., Ma X., Tan B., Chen J., Jiang X. 2022. Rapeseed Meal and Its Application in Pig Diet: A Review. *Agriculture*, 12, 6, 849.
3. CIE: Colorimetry. 3rd ed. Commission International de l’Eclairage, Vienna, 2004, p. 16-20.
4. Conway E.J. 1962. *Microdiffusions Analysis and Volumetric Error*. Crosby Locwood, London.
5. Correddu F., Lunesu M.F., Buffa G., Atzori A.S., Nudda A., Battacone G., Pulina G. 2020. Can agro-industrial by-products rich in polyphenols be advantageously used in the feeding and nutrition of dairy small ruminants? *Animals*, 10, 131
6. Costa M.C.R., Silva C., Pinheiro J.W., Fonseca N.A.N., Souza N., Visentainer J. Bele J.C., Borosky J.C., Mourinho F.L., da Silva Agostini P. 2005. Effects of feeding sunflower cake on performance and carcass characteristics, for swine in the growing and finishing phases. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1581-1588.
7. Davies M.G., Thomas, A.J. 1973. An investigation of hydrolytic techniques for the amino acid of foodstuffs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 1525-1540.
8. Domaradzki P., Skałeczki P., Prasow M., Babicz M., Florek M. 2020. The physicochemical properties and lipid oxidation parameters of selected muscles of Puławska breed fatteners during 14-day ageing in vacuum packaging. *Medycyna Weterynaryjna*, 76, 7, 400-405.
9. Dorszewski P. 2021. *Produkcja i skarmianie kiszonek. Część I: Podstawy kiszenia. Kiszonki z traw, roślin bobowatych i GPS. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie.*
10. Elbers A.R., Counotte G.H., Tielen M.J. 1992. Haematological and clinicochemical blood profiles in slaughter pigs. *The Veterinary Quarterly*, 14, 57-62.
11. Fernández M., Ordóñez J.A., Cambero I., Santos C., Pin C., Hoz L. 2007. Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry*, 101, 107–112.
12. Folch J., Less M., Stanley G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biology and Chemistry*, 226, 497-509.
13. Friedewald W.T., Levy R.I., Friederickson D.S. 1972. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18, 499-502.
14. Friendship R.M., Henry S.C. 1996. Cardiovascular system, haematology and clinical chemistry. (W:) *Diseases of swine*, Eds. Leman A.D., Straw B.E., Mengeling W.L., D’Allaire S., Taylor D.J., Iowa State Univ. Press, USA, 3-11.
15. Grela E.R., Czech A. 2019. Pasze alternatywne w odniesieniu do soi genetycznie modyfikowanej w żywieniu zwierząt. *Wiadomości zootechniczne*, 57, 2, 66-77.
16. Grela E.R., Samolińska W., Klebaniuk R., Kowalczyk-Vasilev E., Bielak A., Milewski Sz., Fabianowska J., Danek-Majewska A. 2023. Badania w zakresie planowania upraw roślin paszowych i optymalizacja produkcji ekologicznej pasz, z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego, w tym zasady ich przygotowania

- na poziomie gospodarstwa. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk. Raport z badań zleconych przez MRiRW, Nr DEJ.re.027.2.2023.
17. Greła E.R., Skomiał J. (red.), 2020. Zalecenia Żywniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Normy Żywienia świń. IFiZZ PAN, Jabłonna.
 18. Greła E.R., Zaworska-Zakrzewska A., Milewski Sz. 2023. Wartość pokarmowa i przydatność paszowa ubocznych produktów z gospodarstw ekologicznych w żywieniu zwierząt. *Wiadomości Zootechniczne*, 61, 1-2, 38-48.
 19. Grundmann S. M., Herrero-Encinas J., Most E., Piecha A. M., Krüger K., Eder K. 2023. Effect of supplementation of vitamin D3 or vitamin D2 on serum concentrations of free and total 25-hydroxyvitamin D and the expression of genes involved in immune function in peripheral blood mononuclear cells of weaned pigs. *Archives of Animal Nutrition*, 77(3), 228–244.
 20. Grześkowiak E., Borzuta K., Lisiak D., Strzelecki J., Janiszewski P. 2010. Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia *longissimus dorsi* mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (D x P). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6, 73, 189-198.
 21. Hanczakowska E., Świątkiewicz M. 2014. Legume seeds and rapeseed press cake as replacers of soybean meal in feed for fattening pigs. *Annals of Animal Science*, 14, 4, 921-934.
 22. Honikel K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 4, 447-457.
 23. ISO 6887-1:2017. Microbiology of the Food Chain—Preparation of Test Samples, Initial Suspension and Decimal Dilutions for Microbiological Examination—Part 1: General Rules for the Preparation of the Initial Suspension and Decimal Dilutions. 2017. Available online: <https://www.iso.org/standard/63335.html>
 24. Jackson P.G.G., Cockcroft P.D. 2002. *Clinical Examination of Farm Animals*. Blackwell Science.
 25. Kasapidou, E., Sossidou, E., Mitlianga, P. 2015. Fruit and vegetable co-products as functional feed ingredients in farm animal nutrition for improved product quality. *Agriculture*, 5, 4, 1020-1034.
 26. Kelly H.R.C., Browning H.M., Day J.E., Martins A., Pearce G.P., Stopes Ch., Edwards S.A. 2007. Effect of breed type, housing and feeding system on performance of growing pigs managed under organic conditions. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 87, 2794-2800.
 27. Kolanowski W., Świdorski F. 1997. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n – 3 PUFA). Korzystne działanie zdrowotne, zalecenie spożycia, wzbogacanie żywności. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 2, 49-63.
 28. Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K. 2018. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydanie II zmienione, PZWL, Warszawa.
 29. Li A.N., Li S., Zhang Y.J., Xu X.R., Chen Y.M., Li H.B. 2014. Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, 6, 12, 6020-47.
 30. Łopuszyński W. 2024. Dobrostan i profilaktyka weterynaryjna świń. W: *Poradnik ekologicznego chowu świń* pod red. E.R. Greli. Wyd. IZ Balice, s. 57-78.
 31. Panouillé M., Ralet M.C., Bonnin E. Thibault J.F. 2007. Recovery and reuse of trimmings and pulps from fruit and vegetable processing. In *Handbook of Waste Management and Co-Product Recovery in Food Processing*; Waldron, K., Ed.; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK, Volume 1, pp. 417–447.
 32. PN-ISO 21527–1:2009. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 1: Colony-count technique in

- products with water activity greater than 0.95; Polish Committee for Standardization: Warsaw, Poland.
33. PN-ISO 4832:2005. Microbiology of food and animal feeding stuffs e horizontal method for the enumeration of coliforms - colony-count technique. Polish Committee for Standardization: Warsaw, Poland.
 34. PN-ISO 16649–2:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of -glucuronidasepositive *Escherichia coli*. Part 2: Colony-count technique at 44 °C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-D-glucuronide; Polish Committee for Standardization: Warsaw, Poland.
 35. PN-EN ISO 7937:2005. Microbiology of food and animal feeding stuffs - horizontal method for the enumeration of *Clostridium perfringens* colony-count technique; Polish Committee for Standardization: Warsaw, Poland.
 36. PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Określenie zawartości popiołu ogólnego.
 37. PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Określenie zawartości wody (metoda referencyjna).
 38. PN-ISO 1444. 2000. Mięso i przetwory mięsne. Określenie zawartości tłuszczu wolnego.
 39. PN-75/A-04018/Az3:2002. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
 40. Radzikowski D., Milczarek A. 2022. Efficiency of herbs and botanicals in pig feeding. *Animal Science and Genetics*, 18, 2, 73-87.
 41. Reece W.O., Erickson H.H., Goff J.P., Uemura E.E. (eds.) 2015. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13th edition. John Wiley & Sons Inc.
 42. Reinhold J.G. 1975. Trace elements: a selective survey. *Clinical Chemistry*, 21, 476-500.
 43. Rinne M., Jalava T., Siljander-Rasi H., Kuoppala K., Blasco L., Kahala M., Järvenpää E. 2017. Improving the usability of carrot by-products as animal feeds by ensiling. In *Proceedings of the 8th Nordic Feed Science Conference*, Uppsala, Sweden, 13-14 June 2017 (pp. 163-168). Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management.
 44. Rutkowski M., Grzegorzczak K. 2007. Modifications of spectrophotometric methods for antioxidative vitamins determination convenient in analytic practice, *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 6(3), 17-28.
 45. Sagar N.A., Pareek S., Sharma S., Yahia E.M., Lobo M. G. 2018. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 3, 512-531.
 46. Sauvant D., Perez J-M., Tran G. 2004. *Tables of Composition and Nutritional Value of Feed Materials: Pigs, Poultry, Cattle*. 1st Edition, Wageningen Academic Publishers. ISBN 9076998418.
 47. Schieber A., Stintzing F.C., Carle R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds - recent developments. *Trends in Food Science and Technology*, 12, 401–413.
 48. Schönert F., Tischendorf F., Kirchheim U., Reichardt W., Bargholz J. 2002. Effects of high fat rapeseed press cake on growth, carcass, meat quality and body fat composition of leaner and fatter pig crossbreeds. *Animal Science*, 74, 2, 285-297.
 49. Schram E., Moore S., Bigwood E.J. 1954. Chromatographic determination of cystine as cysteic acid. *Biochemical Journal*, 57, 33-37.
 50. Singleton V.L., Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybolic – phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.* 16, 144-158.
 51. Sousa R. V., Fialho E. T., Lima J. A. F., Alvarez-Leite J. I., Cortez W. C., Ferreira M. S. S. 2010. Effect of different oils in diets for finishing pigs: performance, carcass traits and fatty acid profile of the meat. *Animal Production Science*, 50, 863-868.

52. StatSoft Poland Sp. z o.o., Kraków, Polska, 2024. Statistica (data analysis software system), version 13. TIBCO Software Inc.
53. Trombetta M.F., Mattii S. 2005. Sunflower expeller vs. soya meal in heavy pig production: performance and digestibility. *Italian Journal of Animal Science*, 4 (Suppl. 2), 461-463.
54. Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T. 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985–992.
55. Václavková E., Daněk P., Rozkot M. 2011. Effect of sunflower in pig diet on fatty acid content in muscle and fat tissue of fattening pigs. *Research in Pig Breeding*, 5, 1, 44-47.
56. Weiss D.J., Wardrop K.J. (eds.) 2010. *Schalm's veterinary hematology*, 6th edn.: John Wiley & Sons, Ames, Iowa, USA.
57. Winnicka A. 2021. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydanie 7. SGGW, Warszawa.
58. Witte V.C., Krause G.F., Bailey M.E. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal of Food Science*, 35, 582-585.