

PIOTR JANISZEWSKI, DARIUSZ LISIAK, KAROL BORZUTA,
EUGENIA GRZEŚKOWIAK, TOMASZ SCHWARZ,
KRZYSZTOF POWAŁOWSKI, BEATA LISIAK, URSZULA SIEKIERKO,
ŁUKASZ SAMARDAKIEWICZ

WPLYW ZASTOSOWANIA DODATKU PSZENŻYTA W ŻYWIENIU TUCZNIKÓW NA CECHY FIZYKOCHEMICZNE ORAZ PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MIĘSA

Streszczenie

Wprowadzenie. Celem badań było określenie wpływu żywienia tuczników różnymi dawkami pszenżyta na cechy jakościowe oraz profil kwasów tłuszczowych mięsa. Doświadczenie przeprowadzono na 100 tucznikach rasy polskiej białej zwislouchej w cyklu dwufazowym – grower i finisz. Świnie żywiono mieszanką treściwą złożoną ze śruty pszennej i jęczmiennej oraz dodatkiem pszenżyta w udziale 20 %, 40 % i 60 % w dawce pokarmowej. Grupę kontrolną stanowiło 25 tuczników żywionych bez dodatku pszenżyta. Po uboju wykonano ocenę mięsności tusz i analizę jakości oraz składu kwasów tłuszczowych mięśnia *longissimus lumborum*.

Wyniki i wnioski. Stwierdzono, że dodatek 60 % ziarna pszenżyta w dawce pozwala na obniżenie poziomu SFA w mięsie, wzrost poziomu kwasów jednonienasyconych MUFA oraz obniżenie stosunku kwasów PUFA n-6 do n-3 w porównaniu z grupą kontrolną. Żywienie dodatkiem pszenżyta nie wpłynęło na badane cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa oraz na umięśnienie i otluszczenie tusz, a także na skład chemiczny mięśnia *longissimus lumborum*.

Słowa kluczowe: pszenżyto, żywienie, tuczniki, jakość mięsa, kwasy tłuszczowe

Dr P. Janiszewski ORCID: 0000-0003-1763-8548; dr hab. inż., prof. IBPRS-PIB D. Lisiak ORCID: 0000-0002-4634-236X; dr hab. inż., prof. IBPRS-PIB K. Borzuta ORCID: 0000-0002-3083-4052; dr hab. inż., prof. IBPRS-PIB E. Grześkowiak ORCID: 0000-0002-9581-3471, Pracownia Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława Dąbrowskiego – PIB, ul. Głogowska 239 60-111 Poznań; dr hab. inż., prof. URK T. Schwarz ORCID: 0000-0002-3759-7002, Katedra Genetyki, Hodowli i Etologii Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków; mgr inż. K. Powałowski; mgr B. Lisiak; mgr inż. U. Siekierko ORCID: 0000-0002-5614-5546; mgr inż. Ł. Samardakiewicz, Pracownia Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława Dąbrowskiego – PIB, ul. Głogowska 239 60-111 Poznań.
Kontakt: email: piotr.janiszewski@ibprs.pl

Wprowadzenie

W recepturach paszowych dla świń charakterystyczny jest wysoki udział ziarna zbóż jako komponentów o wysokiej zawartości suchej masy ($85 \div 90$ %) i dużej koncentracji energii metabolicznej ($14,2 \div 16,7$ MJ/kg), która w praktyce wnosi do mieszanki paszowej 40 do 85 % energii [22]. W mieszankach pasz treściwych w żywieniu świń wykorzystuje się powszechnie jęczmień, pszenicę, żyto, pszenżyto i kukurydzę. W Polsce struktura wykorzystania zbóż kształtuje się różnie w poszczególnych jego gatunkach. Znaczne ilości ziarna pszenicy przerabia przemysł gorzelniany a owsa – płatkarnie. Natomiast prawie cała produkcja pszenżyta przeznaczana jest na pasze. W skali kraju zapotrzebowanie na pasze zbożowe pokrywane jest ziarnem pszenicy w $21 \div 22$ %, żyta w $16 \div 20$ % i jęczmienia w $17 \div 18$ %. Pozostałe około 45 % przypada na inne zboża paszowe: mieszanki zbożowe (do 29 %), pszenżyto (do 11 %) i kukurydzę (do 5 %). W zasadzie jęczmień, pszenica i pszenżyto charakteryzują się podobnym składem chemicznym i profilem kwasów tłuszczowych z pewnymi różnicami w zawartości niektórych składników, np. zawartość tłuszczu surowego pszenicy i jęczmienia wynosi 21 g/kg s.m., pszenżyta – 15 g/kg s.m.; zawartość włókna surowego odpowiednio: 30, 44 i 20 g/kg s.m.; zawartość białka ogólnego surowego odpowiednio: 159, 119 i 136 g/kg s.m.; zawartość substancji bezazotowych wyciągowych odpowiednio: 769, 792 i 808 g/kg s.m.; stosunek kwasów tłuszczowych PUFA n-6/PUFA n-3 odpowiednio: 10,9:1, 9,7:1 i 8,6:1 [14]. Powyższy skład chemiczny tych zbóż potwierdzają też inne źródła [11]. Według norm żywienia świń [30] ziarno pszenżyta zawiera 12,2 % białka ogólnego (pszenica 11,9 %, jęczmień 11 %), 70,2 % bezazotowych wyciągowych (pszenica 69,4 %, jęczmień 67,4 %), włókna surowego 2,4 % (pszenica 2,9 %, jęczmień 4,8 %). Zawiera też więcej lizyny niż jęczmień i pszenica oraz ma większy współczynnik strawności białka ogólnego (80 %) od ziarna jęczmienia (70 %). A zatem pszenżyto wyróżnia się mniejszą zawartością tłuszczu i włókna surowego, większą zawartością skrobi i lepszym stosunkiem kwasów nienasyconych z rodziny n-6 / n-3 w porównaniu z ziarnem pszenicy i jęczmienia. Również zawartość aminokwasów egzogennych w tym zbożu jest większa od ziarna jęczmienia, ale mniejsza od ziarna pszenicy [14]. Powyższe dane mogą mieć wpływ na cechy jakościowe mięsa świń żywionych różnym udziałem pszenżyta w dawce pokarmowej, a przede wszystkim na profil kwasów tłuszczowych. Jak wykazali Woods i Fearon [29], istnieje bowiem duża zależność pomiędzy zawartością kwasów tłuszczowych paszy karmionych nią zwierząt monogastrycznych a ich profilem w mięsie.

Istnieją liczne badania na temat wpływu żywienia ziarnem kukurydzy na jakość mięsa, podkreślające jej niekorzystny wpływ na profil kwasów tłuszczowych, a także na konsystencję, trwałość i smak mięsa [1, 15, 30] oraz na cechy sensoryczne szynki surowo dojrzewających [16]. Znany jest także korzystny wpływ na jakość mięsa i profil kwasów tłuszczowych lipidów świń żywionych ziarnem pszenicy, jęczmienia i żyta

hybrydowego [13], nieliczne są natomiast badania na temat wpływu żywienia ziarnem pszenżyta na jakość mięsa wieprzowego [23, 24]. Pszenżyto jest stosunkowo od niedawna stosowane jako komponent pasz dla zwierząt i ciągle jeszcze poddawane badaniom i testom [12]. Szczególnie istotne wydają się być prace hodowlane nad doskonaleniem odmian. W odmianach uprawianych w Polsce uwaga hodowcy powinna być skoncentrowana na plonowaniu. W niektórych krajach zboże to osiąga wydajność plonowania nawet 6 ton z ha, co stanowi dodatkowy atut tego zboża w żywieniu świń. Tuczniaki są zdolne do wykorzystania z pszenżyta składników pokarmowych, a zwłaszcza energii, podobnie jak z kukurydzy czy obłuskanego jęczmienia [12]. Tym bardziej sprawdzenie wpływu tego zboża na jakość i profil kwasów tłuszczowych mięsa staje się zasadne.

Celem badań było określenie wpływu żywienia tuczników różnymi dawkami pszenżyta na cechy jakościowe oraz profil kwasów tłuszczowych mięsa. Problem jest szczególnie ważny w warunkach polskich, gdzie np. w latach 1990 ÷ 2000 areał uprawy tego zboża wynosił 660 tys. ha i był największy na świecie, co zapewniło produkcję około 2 mln ton ziarna, z czego około 1,8 mln ton przeznaczono na skarmianie [12]. Obserwuje się dalsze powiększenie areału zasiewów pszenżyta w Polsce, który np. w roku 2022 wyniósł aż ok. 1,23 mln ha [27].

Material i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono na 100 tucznikach rasy polskiej białej zwiślouchej, których tucz odbywał się w cyklu dwufazowym, tj. grower i finisher. Tucz prowadzono od średniej masy prosiąt ok. 28 ± 5 kg do końcowej masy przedubojowej ok. 110 ± 9 kg. Zwierzęta przetrzymywano w indywidualnych kojcach, gdzie były żywione do woli mieszanką treściwą, zawierającą takie zboża jak: śruta pszenna, śruta jęczmienna i śruta z pszenżyta, którą dodawano w różnych dawkach (tab.1). Doświadczenie prowadzono jednocześnie na czterech grupach zwierząt. Pasze zawierały śrutę pszenną i jęczmienną w proporcji pół na pół, a pasze grup doświadczalnych dodatek śruty z pszenżyta w udziale 20 %, 40 % lub 60 % dawki pokarmowej. W każdej grupie zwierząt żywienie prowadzono taką samą mieszanką paszową w okresie grower i finisher, ale w składzie przypisanym dla każdej z nich. Różnice w żywieniu w tych cyklach obejmowały tylko ilość spożytej mieszanki, którą tuczniaki pobierały do woli.

Średni czas trwania tuczu wynosił ok. $79 \pm 2,4$ dni. Po zakończeniu tuczu zwierzęta przewożono transportem samochodowym ze Stacji Doświadczalnej Instytutu Zootechniki w Chorzelowie do rzeźni w Kasince Wielkiej odległej o 170 km. Po dwugodzinnym wypoczynku w magazynie żywca tuczniaki ubijano, stosując dwuelektrodowe oształamianie elektryczne o następujących parametrach: częstotliwość 50 Hz,

Tabela 1. Układ doświadczenia i skład paszy
Table 1. Experimental design and diet ingredients

Wyszczególnienie / Specify	Udział pszenżyta w paszy [%] / Amount of triticale in diet [%]			
	0 – control	20	40	60
Liczba zwierząt / Number of animals	25 pigs	25 pigs	25 pigs	25 pigs
Główne składniki paszy [%] / Main ingredients of complete diets [%]				
Soybean meal / Mączka sojowa	9,4	10,5	11,4	12,0
Barley / Jęczmień	41,5	31,0	20,5	10,0
Wheat / Pszenica	41,5	30,5	20,1	10,0
Triticale / Pszenżyto	-	20	40	60
Soybean oil / Olej sojowy	1,2	1,3	1,3	1,3
Wheat bran / Otręby pszenne	3,7	4,0	4,0	4,0
Phosphate / Fosforan	0,2	0,2	0,2	0,2
Acidifier / Zakwaszacz	0,1	0,1	0,1	0,1
Premix / Premiks	2,4	2,4	2,4	2,4

napięcie 250 V, natężenie 1,4 A, czas aplikacji prądu 7 s. Na ciepłych, wiszących, lewych półtuszkach wykonano pomiary mięsności aparatem Ultra-From 300. Po dobowym cyklu wychładzania w temp. ok. 4 °C wycinano do badań laboratoryjnych mięsień *longissimus lumborum* (m.LL). W mięśniu LL badano po 48 h post mortem cechy fizykochemiczne, podstawowy skład chemiczny, profil kwasów tłuszczowych i cechy sensoryczne. W próbach mięsa surowego wykonano następujące pomiary i oznaczenia:

- pH_{45'} i 48h *postmortem* za pomocą pH-metru firmy Sydel z elektrodą sztyletową;
- przewodność elektryczną EC 48h za pomocą konduktometru LF-Star, firmy Malthus GmbH;
- wodochłonność (WHC) metodą Grau i Hamma [7] w modyfikacji Pohja i Niiniwaary [18];
- wyciek naturalny (*drip*) obliczony z różnicy masy próbki około 50 g przed i po 48h przechowywania w temp. 4 °C w workach foliowych;
- barwę za pomocą aparatu Chroma Maters CR 400 Konica Minolta, mierząc parametry L*a*b*;
- zawartość tłuszczu metodą Soxhleta [9];
- zawartość wody [8];
- zawartość białka metodą Kjeldahla, przy użyciu urządzenia firmy Tecator [20];
- zawartość cholesterolu metodą PA/04 [31].

W lipidach surowego mięśnia LL oznaczono profil kwasów tłuszczowych oraz zawartość cholesterolu. Estry metylowe kwasów tłuszczowych próbek przygotowywano według metody ISO [21]. Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczono metodą

chromatografii gazowej przy użyciu urządzenia firmy Hewlett Packard HP6890, wyposażonego w detektor płomieniowy i kolumnę wysokopolarną z fazą BPX70 o długości 60 m i grubości 0,25 μm . Zawartość kwasów wyrażono w procentach ogólnej ich ilości w próbce. Zawartość cholesterolu oznaczano metodą PA/04 wydanie 7 [31].

Próby mięśnia LL gotowano do momentu uzyskania temperatury 70 °C wewnątrz mięśnia. Ocenę sensoryczną gotowanego mięśnia przeprowadzono w skali 5-punktowej, określając zapach, soczystość, kruchość i smakowitość [3]. Ocenę prowadził 4-osobowy zespół ekspertów o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej.

Wyniki opracowano statystycznie, obliczając wartości średnie i odchylenia SEM oraz wykonując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA przy wykorzystaniu programu statistica 6.0. Istotność różnic między średnimi określono za pomocą testu Tukeya [28].

Wyniki i dyskusja

Różne dawki żywienia pszenżyta nie wpłynęły na masę tuszy, zawartość mięsa oraz grubość słoniny i grubość mięśnia LD (tab.2). Wartości średnie powyższych cech wartości rzeźnej nie różniły się istotnie pomiędzy grupą kontrolną a wszystkimi badanymi grupami doświadczalnymi. Średnia zawartość mięsa w tuszy wszystkich badanych grup tuczników mieściła się w granicach 56 do 57 % i odpowiadała klasie E w systemie klasyfikacji SEUROP [6].

Tabela 2. Cechy tuszy tuczników żywionych różnymi dawkami pszenżyta w paszy
Table 2. Carcass traits of pigs fed different levels of triticale grains in diet

Cechy tuszy / Carcass traits	Udział pszenżyta w paszy [%] / Level of triticale in diet [%]				SEM	p
	0 (A)	20 (B)	40 (C)	60 (D)		
Masa tuszy ciepłej [kg] / Hot carcass weight [kg]	80,01	78,91	77,86	72,89	1,28	0,214
Grubość tłuszczu w punkcie F1 [mm] / Fat thickness in point F1 [mm]	15,32	13,19	13,59	14,38	0,53	0,403
Grubość tłuszczu w punkcie F2 [mm] / Fat thickness in point F2 [mm]	15,83	14,85	14,94	15,44	0,54	0,910
Grubość m. LD w punkcie M2 [mm] / Loin thickness in point M2 [mm]	50,43	49,31	53,34	49,93	0,97	0,510
Zawartość mięsa w tuszy [%] / Lean meat content [%]	55,97	57,00	57,62	56,23	0,35	0,335

Wyniki wskazują, że mięso tuczników żywionych dodatkiem pszenżyta nie różniło się istotnie od grupy kontrolnej w większości badanych cech fizycznych, tj. wodochłonności, wycieku soku mięsnego, jasności barwy, tonów barwy (czerwona, żółta)

oraz przewodności elektrycznej (tab. 3). Kwasowość mięsa okazała się największa tylko w grupie tuczników otrzymujących 60-procentowy dodatek pszenżyta w diecie, zarówno w mięsie ciepłym jak i wychłodzonym. Jednak nie obserwuje się tu zmian jednokierunkowych, gdyż podobną kwasowość mięsa wychłodzonego stwierdzono także w grupie tuczników otrzymujących 20 % pszenżyta w dawce pokarmowej.

Tabela 3. Cechy fizyczne mięśnia *longissimus lumborum* tuczników żywionych różnymi dawkami pszenżyta w paszy

Table 3. Physical traits of *longissimus lumborum* muscle of pigs fed different levels of triticale grains in diet

Cechy fizyczne / Physical traits	Dodatek pszenżyta w paszy [%] / Level of triticale in diet [%]				SEM	p
	0 (A)	20 (B)	40 (C)	60 (D)		
pH ₄₅	6,46	6,50	6,56 ^d	6,34 ^c	0,03	0,025
pH _{48h}	5,65 ^D	5,56	5,65 ^D	5,53 ^{AC}	0,02	0,002
Przewodność elektryczna [mS] / Electrical conductivity [mS]	4,38	3,79	4,08	4,25	0,20	0,764
Wodochłonność [%] / Water absorption [%]	31,84	32,72	32,26	33,86	0,29	0,074
Wyciek [%] / Drip loss [%]	7,01	7,04	6,84	7,18	0,96	0,644
Jasność barwy L / L – colour lightness	52,28	52,73	51,67	52,77	0,34	0,585
Odcień czerwony / Redness	5,34	5,16	5,69	5,33	0,13	0,338
Odcień żółty / Yellowness	-0,40	-0,42	-0,29	-0,50	0,14	0,966

Objaśnienia: Średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotne (dużymi literami $p \leq 0,01$, małymi literami $p \leq 0,05$)

Explanatory notes: Means marked by differ letters are significant (by uppercase $p \leq 0,01$, by lowercase $p \leq 0,05$)

Badania nie wykazały istotnego wpływu dodatku pszenżyta w dawce pokarmowej tuczników na skład chemiczny mięśnia LL (tab.4). Podstawowy skład chemiczny był podobny w grupie kontrolnej żywionej ziarnem pszenicy i jęczmienia oraz we wszystkich trzech grupach doświadczalnych żywionych dodatkami pszenżyta. Skład ten był typowy dla chudego mięsa wieprzowego i wynosił około 73 % wody, 23,5 % białka oraz 2,3 % tłuszczu.

Badania wykazały jednak, że żywienie dodatkiem pszenżyta wpłynęło na skład kwasów tłuszczowych mięśnia LL (tab. 5). Badany największy dodatek pszenżyta w żywieniu (60 %) wpłynął na obniżenie poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych SFA o ok. 1,6 pp, a głównie kwasu stearynowego C18:0, którego poziom obniżył się o ok. 1 pp w porównaniu z pozostałymi badanymi grupami tuczników ($p \leq 0,05$) oraz kwasu arachidonowego C20:0 o 0,04 pp ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Podstawowy skład chemiczny (%) oraz cechy sensoryczne (punkty) mięśnia LL tuczników żywionych różnymi dawkami pszenżyta

Table 4. Basic chemical content (%) and sensory traits (points) of LL muscle of pigs fed different level of triticale grains in diet

Cechy jakości / Quality traits	Dodatek pszenżyta w paszy [%] / Level of triticale in diet [%]				SEM	p
	0 (A)	20 (B)	40 (C)	60 (D)		
Zawartość wody [%] / Water content [%]	72,63	72,87	72,00	73,11	0,14	0,671
Zawartość tłuszczu [%] / Fat content [%]	2,19	2,42	2,26	2,35	0,08	0,722
Zawartość białka [%] / Protein content [%]	23,81	23,34	23,47	23,16	0,13	0,354
Zapach / Smell	4,30	4,30	4,36	4,33	0,03	0,852
Smak / Flavour	4,11	4,15	4,20	4,24	0,04	0,643
Soczystość / Juiciness	4,18	4,16	4,21	4,16	0,05	0,989
Kruchość / Tenderness	4,07	4,03	4,04	4,10	0,05	0,932

Zawartość kwasów tłuszczowych jednonienasyconych MUFA okazała się wyższa o ok. 1,5 pp w mięsie świń żywionych 60-procentowym dodatkiem pszenżyta w diecie niż w mięsie tuczników kontrolnych i otrzymujących mniejszy, 20-procentowy dodatek tego zboża. Natomiast poziom kwasów tłuszczowych PUFA był podobny we wszystkich badanych grupach tuczników ($p \leq 0,079$) z tym, że różnił się statystycznie istotnie poziom kwasów grupy PUFA n-3 w mięsie tuczników żywionych 60-procentowym dodatkiem pszenżyta, który był wyższy w porównaniu z pozostałymi grupami badanych zwierząt ($p \leq 0,01$). Spowodowało to obniżenie stosunku kwasów PUFA n6 / n3 z 11,29 w grupie kontrolnej do 10,19 w grupie z 60-procentowym dodatkiem pszenżyta ($p \leq 0,01$) oraz do 10,62 i 10,42 w grupach o niższym procentowym dodatku pszenżyta ($p \leq 0,01$).

Dodatek pszenżyta w diecie tuczników nie miał wpływu na zawartość cholesterolu, którego poziom wynosił w poszczególnych grupach średnio od 74 do 77 mg/100g tkanki mięśniowej i był wyższy od innych źródeł literaturowych o ok. 20 mg/100g schabu [25].

Dodatek pszenżyta w żywieniu nie wpłynął również na badane cechy sensoryczne mięśnia LL, tj. zapach, smak, soczystość i kruchość (tab.4). Wszystkie te cechy oceniono średnio na 4 do 4,4 punkty w skali pięciopunktowej dla mięsa, zarówno tuczników doświadczalnych jak i kontrolnych.

Wyniki badań wykazały, że stosowane wielkości dodatku pszenżyta w diecie tuczników nie miały wpływu ani na zawartość mięsa w tuszy, ani na grubość słoniny

Tabela 5. Profil kwasów tłuszczowych [%] mięśnia *longissimus lumborum* tuczników żywionych różnymi dawkami pszenżytaTable 5. Fatty acids profile [%] of *m. longissimus lumborum* of pigs fed different triticale doses in diet

Kwasy tłuszczowe / Fatty acids	Dodatek pszenżyta w paszy [%] / Addition triticale grains in diet [%]				SEM	p
	0 (A)	20 (B)	40 (C)	60 (D)		
C12:0	0,06	0,07	0,06	0,06	0,001	0,461
C14:0	1,19	1,18	1,19	1,19	0,01	0,384
C16:0	24,04	24,18	24,33	23,35	0,15	0,107
C16:1	2,09	2,05	2,11	2,23	0,04	0,338
C18:0	14,84 ^d	15,23 ^d	15,37 ^d	13,89 ^{abc}	0,17	0,017
C18:1 trans	0,18	0,17	0,19	0,18	0,01	0,675
C18:1 cis 9	37,36	37,03	37,93	38,54	0,29	0,118
C18:2	12,78	12,97	11,89	13,04	0,17	0,071
C18:3	0,09 ^D	0,10 ^d	0,10 ^d	0,12 ^{Abc}	0,003	0,004
C20:0	0,32 ^d	0,32 ^d	0,32 ^d	0,28 ^{abc}	0,005	0,023
C20:1	1,05	1,04	1,07	1,04	0,01	0,902
C20:2	0,67	0,69	0,63	0,68	0,01	0,191
SFA	40,79 ^d	41,33 ^d	41,48 ^d	39,20 ^{bc}	0,28	0,016
MUFA	43,43 ^d	43,08 ^d	44,16	44,99 ^{ab}	0,25	0,042
PUFA	15,21	15,48	14,29	15,67	0,20	0,079
PUFA n-3	1,22 ^D	1,31	1,23 ^D	1,38 ^{AC}	0,02	0,004
PUFA n-6	13,73	13,93	12,81	14,04	0,18	0,073
n-6/n-3 ratio	11,29 ^{CD}	10,62 ^A	10,42 ^A	10,19 ^A	0,07	0,001
Cholesterol [mg/100g]	74,98	76,70	74,79	73,74	1,11	0,830

Objaśnienia: Średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotne (dużymi literami $p \leq 0,01$, małymi literami $p \leq 0,05$)

Explanation: Means marked by differ letters are significant (by uppercase $p \leq 0,01$, by lowercase $p \leq 0,05$)

i schabu. Podobne wyniki uzyskali Lisiak i wsp. [13] w badaniach nad dodatkiem żyta hybrydowego w żywieniu, w których tuczniaki wykazały podobny poziom mięsności (ok. 56 ÷ 57%), a także grubości słoniny (ok. 15 ÷ 17 mm) i mięśnia schabu (ok. 53 ÷ 56 mm). Dodatek pszenżyta w żywieniu świń nie miał również wpływu na takie cechy fizyczne badanego mięśnia, jak: wodochłonność, wyciek soku mięsnego, jasność barwy, czerwony i żółty odcień barwy. Tylko pH 45' oraz pH 48 h mięśnia LL świń żywionych 60-procentowym dodatkiem pszenżyta było istotnie niższe od niektórych innych grup tuczników, ale średnia końcowa kwasowość mięsa wszystkich badanych

grup mieściła się w przedziale pH 5,53 do 5,65 i można ją uznać za optymalną dla tego gatunku surowca [25]. Badania, które Sullivan i wsp. [23] wykonali latem i powtórzyli zimą na tucznikach żywionych 49 dni przed ubojem dodatkiem 40-procentowego oraz 20-procentowego ziarna pszenżyta nie wykazały wpływu tego zboża na końcowe pH mięśnia schabu, jak również na grubość słoniny i zawartość mięsa w tuszy oraz na parametry barwy L^* , a^* , b^* .

Badania wykazały także brak wpływu żywienia pszenżytem na chemiczny skład mięśnia LL. Podstawowy skład chemiczny był podobny do typowego składu chudej wieprzowiny, która dla mięśnia schabu tusz klasy E jest obecnie określana następująco: zawartość wody 72,25 %, zawartość tłuszczu 1,92 %, zawartość białka 22,54 % [26]. Także badania Turyk i wsp. [24] oraz Chapmana i wsp. [5] wykazały podobny skład chemiczny ww. mięśnia tuczników żywionych ziarnem zbóż.

Kryteria wartości odżywczej tłuszczów zwierzęcych sprowadzają się do składu ilościowego i jakościowego kwasów tłuszczowych i obecności innych związków chemicznych związanych metabolicznie i histologicznie z tłuszczami. Dotyczy to przede wszystkim witamin rozpuszczalnych w tłuszczach i cholesterolu [10]. Spośród kwasów tłuszczowych na szczególną uwagę zasługuje kwas linolowy i alfa-linolenowy ponieważ człowiek, jak również zwierzęta, nie są w stanie syntetyzować tych kwasów. U zwierząt monogastrycznych, do których zalicza się świnię, można w największym stopniu oddziaływać na skład tłuszczów poprzez żywienie. Jeżeli w paszy znajdzie się wiele nienasyconych kwasów tłuszczowych to duża część z nich (do 50 %) znajdzie swoje miejsce w tłuszczu tkankowym zwierzęcia.

Wykonane doświadczenie wykazało, że dodatek pszenżyta w żywieniu istotnie wpływa na profil kwasów tłuszczowych mięśnia LL. Udział 60 % pszenżyta w dawce pokarmowej powoduje istotne obniżenie poziomu SFA w mięsie, podwyższenie poziomu kwasów jednonienasyconych MUFA oraz zwiększenie poziomu PUFA n-3, w porównaniu z grupą kontrolną świń żywionych mieszanką pszenicy i jęczmienia. Mniejszy udział pszenżyta w diecie nie wpłynął na tę korzystną zmianę profilu kwasów tłuszczowych. Ale stosunek rodziny kwasów PUFA n-6 do PUFA n-3 mimo to obniżył się z 11,29 w grupie kontrolnej odpowiednio do 10,62, 10,42 i 10,19 w kolejnych grupach doświadczalnych, co świadczy o korzystnym wpływie dodatku pszenżyta do mieszanki paszowej nawet w mniejszym udziale na profil kwasów tłuszczowych mięsa ($p < 0,01$). Badania Turyk i wsp. [24] nie wykazały istotnych różnic w zawartości SFA, UFA, MUFA i PUFA w mięsie świń żywionych pszenżytem lub jęczmieniem. Jednak wyniki badań własnych są zgodne z dawno udowodnionym wpływem składu kwasów tłuszczowych paszy na skład tkanki tłuszczowej świń [11, 24]. Ziarno pszenżyta ma bowiem korzystniejszy stosunek PUFA n-6 do PUFA n-3 niż ziarno jęczmienia i pszenicy, co wynika z danych przedstawionych we wstępie pracy.

Powyższe cechy jakości mięsa stwierdzone jako niezależne od żywienia pszenżytem znalazły potwierdzenie w cechach organoleptycznych. Zarówno zapach, smak, soczystość, jak i kruchość nie różniły się istotnie pomiędzy grupą kontrolną a grupami doświadczalnymi, otrzymującymi w diecie różne dawki pszenżyta. Podobne wyniki wykazali Sullivan i wsp. [23], którzy wykazali, że smak, soczystość, żujność, kruchość i zapach gotowanego mięsa LL świń żywionych pszenżytem nie różniły się istotnie od żywionych mieszanką kukurydziano-sojową.

Mimo że wykonane badania nie wykazały na ogół wpływu pszenżyta w żywieniu świń na zmianę jakości mięsa w porównaniu z pszenicą i jęczmieniem, to uwydatniły poprawę profilu kwasów tłuszczowych mięsa i to tym znaczniejsza im był większy dodatek ziarna pszenżyta w dawce pokarmowej. Nie ma zatem przeszkód, aby postawić tezę, że z punktu widzenia jakości mięsa dodatek 60 % ziaren pszenżyta w okresie żywienia grower i finisher wpływa na istotną poprawę wartości zdrowotnej mięsa.

Naukowcy ze Stanów Zjednoczonych uważają, że pszenżyto odmian uprawianych w USA może być stosowane jako jedyne zboże w mieszankach sypkich i granulowanych dla wszystkich grup świń [12]. W innych krajach zaleca się udział pszenżyta w mieszankach w granicach od 10 do nawet 70 %. Stosując pszenżyto jako zamiennik kukurydzy, ze względu na wyższy udział białka (pszenżyto 12,2 %, kukurydza 9,4 %), można zmniejszyć udział kosztownej wysokobiałkowej śruty sojowej w żywieniu świń. Poza tym pszenżyto jest tańsze od kukurydzy o ok. 20 % [17], co dodatkowo obniża koszt żywienia.

Wnioski

1. Dodatek 60 % ziarna pszenżyta w diecie świń w okresie żywienia grower-finisher pozwala na obniżenie poziomu kwasów tłuszczowych SFA w mięsie o ok. 1,6 pp ($p \leq 0,05$), wzrost poziomu kwasów jednonienasyconych MUFA o ok. 1,5 pp ($p \leq 0,05$), wzrost poziomu kwasów PUFA n-3 o ok. 0,16 pp ($p \leq 0,01$) i obniżenie stosunku rodziny kwasów PUFA n-6 / PUFA n-3 z 11,29 do 10,19 w porównaniu z grupą kontrolną, żywioną mieszanką pszenicy i jęczmienia. Jest to efekt korzystny z punktu widzenia cech zdrowotnych mięsa.
2. Dodatek pszenżyta w dawce pokarmowej tuczników w badanej proporcji 20 do 60 % dawki nie ma wpływu na cechy fizykochemiczne, chemiczny skład podstawowy, zawartość cholesterolu i na cechy sensoryczne mięśnia *longissimus lumborum* w porównaniu z grupą kontrolną.
3. Dodatek pszenżyta w żywieniu tuczników w badanej proporcji nie wpływa na grubość słoniny grzbietowej, grubość schabu oraz zawartość mięsa w tuszy w porównaniu z grupą kontrolną.

Acknowledgments

This research was supported by the National Centre for Research and Development (<https://www.ncbr.gov.pl/en/>) in Poland and conducted within the Biostrateg program [grant 'ENERGYFEED' number: BIOSTRATEG2/297910/12/NCBR/2016].

Literatura

- [1] Apple J.K., Maxwell C.V., Galloway D.L., Hamilton C.R., Yancey W.S.: Interactive effect of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing shine. II. Fatty acid composition of subcutaneous fat. *J. Anim. Sci.*, 2009, 1423-1440.
- [2] AMSA. Meat Colour Measurement Guide. American Meat Science Association, 2012.
- [3] Barylko-Pikielna N., Matuszewska J.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania. Wyd. Nauk. PTTŻ Kraków, 2009.
- [4] Beltranena E., Solmon D.F., Geonewardene L.A., Zijlstra R.T: Triticale as a replacement for wheat in diets for weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 2008, 88, 631-635.
- [5] Chapman B., Salomon D., Dyson., Blackly K., 2015.: Triticale production and utilization manual. Spring and Winter triticale for grain, forage and value-added. Alberta Agriculture Food and Rural Development, http://www1.agric.gov.ab.ca/5_department/deptdocs.Nst/All/fed10538
- [6] EU Council No 1308/2013 establishing a common organization of the markets in agricultural products.
- [7] Grau R., Hamn R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 1952, 4, 295-297.
- [8] ISO 1942, 2000. Meat and meat products. Determination of water content.
- [9] ISO 1944, 2000. Meat and meat products. Determination of free fat content.
- [10] Janitz W.: O żywieniowych właściwościach tłuszczów zwierzęcych. *Gospodarka Mięsna*, 1995, 10, 40-41.
- [11] Jaśkiewicz B.: Pszenżyto-zboże paszowe. *Przeł. Hod.*, 2002, 6,18-20.
- [12] Kasproicz-Potocka M.: Zboża w żywieniu świń – pszenżyto. *Trzoda Chlewna*, 2011, 10, 60-63.
- [13] Lisiak D., Janiszewski P., Borzuta K., Schwarz T., Grześkowiak E., Siekierko U., Lasek J.: The effect of feeding fattener pigs with hybrid rye on selected growth and carcass traits and on meat quality characteristics. *Annals Anim. Sci.*, 2023, 23, 2, 529-536.
- [14] Micek P.: Nutritional usefulness to ruminants of grain of Polish cereal species and cultivars. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie nr 449, Kraków 2008, rozprawy zeszyt 326, s.127.*
- [15] Morel P.C., Mc Intosh J.C., Janz J.A.M.: Alteration of the fatty acid profile of pork by dietary manipulation. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 2006,19, 431-437.
- [16] Musella M., Cannata S., Rossi R., Mourot J., Baldini P., Carino C.: Omega-3 polyunsaturated fatty acid from extruded linseed influences the fatty acid composition and sensory characteristics of dry cured ham from heavy pigs. *J. Anim. Sci.*, 2009, 87, 3578-3588.
- [17] Notowania, 2022. Ceny zbóż. *Trzoda Chlewna*, 5, 6.
- [18] Normy żywienia świń. Wartość pokarmowa pasz (praca zbiorowa). PAN-IŻiFZ, Omnitech Press, Warszawa, 1993
- [19] Pohja N.S., Nainivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleischesmittels der Konstantdruckmethodes. *Fleischwirtschaft*, 1957, 9, 193-195.
- [20] PN-75/A-04018. Mięso i produkty mięsne, oznaczanie białka metodą Kjeldahla

- [21] PN-EN ISO 5509. Animal and vegetable fats and oils. Preparation of methyl esters of fatty acids.
- [22] Stein H.H., Lagos L.V., Casas G.A.: Nutritional value of feed ingredients of plant origin fed to pigs. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 2016, 219, 33-69.
- [23] Sullivan Z.M., Honeyman M.S Gibson L.R., Prusa K.H.: Effects of triticale-based diets on finishing pig performance and pork quality in deep-bedded hoop barns. *Meat Sci.*, 2007, 76, 428-437.
- [24] Turyk Z., Osek., Milczarek A., Janocka A.: Skład chemiczny mięsa i lipidogram krwi tuczników żywionych mieszankami zawierającymi jęczmień lub pszenżyto. *Roczn. Nauk. PTZ*, 2015, 11, 2, 71-79.
- [25] Praca zbiorowa pod red. Pisuli A. i Pospiecha E. Mięso – Podstawy nauki i technologii. Wyd. SGGW, Warszawa, 2011.
- [26] Praca zbiorowa pod kier. T. Blicharskiego. Aktualne wartości dietetyczne wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów. Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”. Warszawa 2015.
- [27] Rocznik Statystyczny RP GUS, Warszawa 2023.
- [28] Stanisław A. Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Stat Salt Polska, Kraków, 1998.
- [29] Woods V.B., Fearon A.M.: Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs. A review. *Liv. Sci.*, 2009, 126, 1-20.
- [30] Wood J.D., Richardson R.J., Nute G.R., Fischer A.C., Campo M.M., Kasapidon E., Sheard P.R., Enser M.: Effect of fatty acids on meat quality. A review. *Meat Sci.* 2003, 66, 21-32.
- [31] PA/04 wyd.7 z 08.06.2021 Oznaczanie zawartości cholesterolu i steroli metodą chromatografii gazowej

**THE EFFECT OF DIFFERENT AMOUNTS OF TRITICALE IN PIGS DIET
ON CHEMICAL COMPOSITION PHYSICAL AND SENSORY TRAITS AND
ON THE FATTY ACIDS PROFILE OF PORK MEAT**

S u m m a r y

Background. The aim of the research was to determine the effect of different amounts of triticale grains in pigs diets on meat quality and fatty acid profile. The experiment was performed with 100 Polish Landrace pigs. The pigs were fed with barley and wheat mixture (control group) and with triticale grains addition at the level of 20 %, 40 % and 60 %. Number of pigs in each group was 25 animals. After slaughter the meat content evaluation of pig carcass was done and analyse of quality and also chemical components of *longissimus lumborum* muscle.

Results and conclusions. It was found that the tested triticale grains in 60 % addition in diet had a significant effect on lowering of SFA level, increase level of MUFA acids and lowering of the ratio PUFA n-6/n-3 acids in LL muscle in comparison to control group. Fed with triticale addition had no effect on study physico chemical and sensorial traits and on the meatiness and fattness of carcasses and on the chemical composition of LL muscle.

Key words: triticale, feeding, fatteners, meat quality, fatty acid profile 