

GENETYCZNE, INDYWIDUALNE I ŻYWIENIOWE CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA DZIENNE SPOŻYCIE I EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA PASZY U ŚWIŃ ROSNĄCYCH

Mirosław Tyra, Aurelia Mucha, Robert Eckert, Grzegorz Żak,
Martyna Małopolska

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Hodowli Trzody Chlewnej,
32-083 Balice k. Krakowa
e-mail: aurelia.mucha@iz.edu.pl

W produkcji trzody chlewnej podstawowym czynnikiem kosztotwórczym decydującym o rentowności produkcji są koszty paszy, stanowiące ok. 70% całkowitych kosztów produkcji. Zróżnicowanie w zakresie spożycia paszy i efektywności jej wykorzystania obserwowane u zwierząt utrzymywanych w różnych chlewniach wynika z szeregu czynników środowiskowych, w tym żywieniowych, mikroklimatycznych i behawioralnych. Z drugiej strony ogromny wpływ na te cechy mają czynniki genetyczne oraz predyspozycje indywidualne zwierząt. W opracowaniu przedstawiono, jaki wpływ na spożycie paszy i efektywność jej wykorzystania mogą mieć rasa zwierząt, ich genotyp, statut zdrowotny, wiek i stan fizjologiczny, jak również skład i zbilansowanie dawki pokarmowej, wybrane dodatki paszowe, substancje antyżywieniowe, forma podawanej paszy oraz dostęp do wody pitnej.

Słowa kluczowe: świnie, pobranie paszy, wykorzystanie paszy na 1 kg przyrostu

Bilans kosztów stałych i zmiennych ponoszonych na prowadzoną produkcję oraz uzyskiwanych z tego tytułu profitów jest ostatecznym wynikiem mówiącym o rentowności produkcji. W produkcji trzody chlewnej podstawowym czynnikiem kosztotwórczym są koszty paszy. Szacuje się, że ich udział to 70–75% wszystkich kosztów ponoszonych w procesie produkcji wieprzowiny (Pepliński, 2013). W porównaniu do innych zwierząt gospodarskich świnie posiadają zdolność do bardzo dobrego wykorzystania paszy na 1 kg przyrostu masy ciała. Zróżnicowanie w zakresie spożycia paszy i efektywności jej wykorzystania na jednostkę przyrostu obserwowane u zwierząt utrzymywanych w różnych chlewniach wynika z szeregu czynników środowiskowych i genetycznych (Douglas i in., 2015). Do pierwszej grupy można zaliczyć: warunki termiczne (temperatura), mikroklimat pomieszczeń (wilgotność, wentylacja, gazy), powierzchnię kojca przypadającą na jednego osobnika, liczebność grupy, dostęp do paszy czy ustalanie hierarchii po przegrupowaniach (Tyra i in., 2019). Spo-

śród czynników genetycznych najważniejszy wpływ na zużycie i wykorzystanie paszy mają rasa i genotyp świń. Do pozostałych istotnych czynników wpływających na te parametry należą stan zdrowotny, wiek i związana z nim masa ciała, płeć, stopień zbilansowania dawki pokarmowej czy forma podawania paszy.

Czynniki genetyczne (rasa zwierząt, genotyp)

Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że apetyt świń cechuje duża zmienność osobnicza i wpływa na nią szereg różnorodnych czynników, a rasa zwierząt jest czynnikiem, który w hierarchii analizowanych czynników plasuje się najwyżej.

Już w latach 80. ubiegłego wieku zauważono różnice w pobieraniu paszy w zależności od rasy świń. Sądzone, że obserwowane różnice w poziomie pobierania paszy pomiędzy rasami ojcowskimi i matecznymi wynikały z wielkości narządów wewnętrznych i długości przewodu pokarmowego, która różni badane grupy. Jednak badania histologiczne wykazały, że mimo niejednakowej budowy makroskopowej przewodu pokarmowego rasy ojcowskie świń nie różnią się zdolnością trawienną (pozorną) badaną do końca jelita grubego od ras matecznych (Raj i in., 2002). Z ekonomicznego punktu widzenia korzystny jest taki genotyp zwierząt, który warunkowałby duży apetyt we wczesnej fazie wzrostu, a obniżony w późniejszej. Pozwalałoby to na stosowanie żywienia do woli przez cały okres tuczu prowadząc do maksymalizowania efektów ekonomicznych produkcji poprzez najbardziej efektywne wykorzystanie pobranej paszy.

Potencjalny przyrost tkanki mięśniowej u świń różnicuje genotyp świń. Determinuje to zróżnicowane poziomy spożycia paszy obserwowane między osobnikami pochodzącymi z odmiennych linii genetycznych, a osobniki wytypowane do oczekiwanego wyższego tempa wzrostu charakteryzują się wyższym poziomem żerności niż świnię o dowolnym wzroście. Tak więc w celu zoptymalizowania spożycia paszy i efektywności jej wykorzystania ważna jest wiedza odnośnie genotypu posiadanych zwierząt, który determinuje tempo ich wzrostu, skład tkankowy tuszy, jak i sposób zachowań związany ze spożyciem paszy. Gdy świnię mają swobodny dostęp do paszy nieograniczonej w istotne składniki odżywcze, żerność zwierząt jest limitowana przez najbardziej pożądaną składnik pokarmowy, ograniczenia w zdolności zwierzęcia do połknięcia i trawienia żywności i (lub) możliwości metabolizowania przyswajalnych składników odżywczych pobranych w paszy. Oznacza to, że dokładna prognoza co do poziomu żerności u rosnących świń wymaga znajomości potrzeb bytowych osobnika i jego potencjalnych możliwości produkcyjnych wynikających z genotypu (predyspozycji do odkładania białka i lipidów w organizmie). Świnię o wysokim potencjale produkcji beztłuszczowej tkanki mięśniowej mają tendencję do niższej żerności w porównaniu do zwierząt odkładających w syntetyzowanej tkance znaczną ilość tłuszczu (Gu i in., 1991).

Postęp genetyczny obserwowany w zakresie zmniejszenia spożycia paszy zależy od kryteriów stosowanych w selekcji i środowiska, w którym świnię są utrzymywane. Jeżeli selekcja genetyczna ukierunkowana jest na zwiększenie mięsności tuszy i poprawę efektywności wykorzystania paszy u świń i odbywa się bez ograniczeń systemu żywienia, obserwujemy w doskonałej populacji mniejsze spożycie paszy. Jednak, gdy wzrasta tempo odkładania tkanki tłuszczowej, spożycie paszy znacząco

wzrasta. Jest to wyraźnie widoczna zależność. Selekcja w kierunku zwiększania mięsności i efektywności wykorzystania paszy jest antagonistyczna wobec przyrostów tkanki tłuszczowej, a tym samym zmniejsza się zapotrzebowanie na energetyczną paszę i obserwuje się spadek żerności. Wpływ czynników środowiskowych uwidaczniają badania, w których wytypowano zwierzęta predysponowane do wysokiego tempa odkładania beztłuszczowej tkanki mięśniowej, karmione paszą zoptymalizowaną pod kątem poziomu lizyny. W wyniku tych badań nie uzyskano zamierzonego efektu w postaci wyższego tempa wzrostu (potencjał odkładania tkanki mięśniowej wzrósł tylko nieznacznie) (Stern i in., 1994).

Postęp w zakresie genetyki molekularnej pozwala na lepsze zrozumienie podłoża genetycznego, które w istotny sposób decyduje o fenotypie zwierzęcia, a w przypadku zwierząt gospodarskich o ich wartości użytkowej. Od wielu lat poszukiwane są markery genetyczne mające powiązania z cechami produkcyjnymi, również związanymi z pobraniem i wykorzystaniem paszy, które pozwalałyby na ich wczesne monitorowanie. Analiza różnych genów pod kątem ich wpływu na powyższe cechy tylko w nielicznych przypadkach dała obiecujące wyniki. Jednym z takich genów jest gen receptora melanokortyny-4 (*MC4R*), kodujący transbłonowy receptor białka G, odgrywający ważną rolę w kontrolowaniu homeostazy energetycznej. Wykazano, że polimorfizm c.1426G>A ma związek z pobraniem paszy oraz współczynnikiem konwersji paszy (Davoli i in., 2012). Innym białkiem biorącym udział w kontroli bilansu energetycznego jest receptor typu A hormonu cholecystokininy (*CCKAR*) odpowiadający za regulację sytości. Stwierdzono istotny związek polimorfizmu g.471C>G genu *CCKAR* z dziennym pobraniem spożyciem paszy u świń pokolenia F2 Meishan x Landrace (Houston i in., 2006). Kolejnym genem, który analizowano w powiązaniu z cechami produkcyjnymi był gen leptyny (*LEP*). Leptyna jest wydzielana głównie przez tkankę tłuszczową i działa jako sygnał sytości w podwzgórzku regulując masę ciała i wydatek energetyczny. Przeprowadzone badania na świniach rasy landrace sugerują związek polimorfizmów c.2845A>T i c. 3469T>C z pobieraniem paszy (Kennes i in., 2001). Gen białka grupy wysokiej mobilności (*HMGAI*) ma również ścisły związek z cechami odkładania się tłuszczu. W przypadku tego genu wykazano, że polimorfizmy g.543T>C i g.1356C>T mogą być pomocne w selekcji na cechy związane z efektywnością wykorzystania paszy w populacji świń rasy duroc (Pu i in., 2016).

Czynniki indywidualne (status zdrowotny, wiek, stan fizjologiczny)

Stan zdrowia zwierząt jest ważnym wyznacznikiem ogólnej wydajności produkcyjnej zwierząt gospodarskich. Choroby pokarmowe takie jak kolibakterioza czy zakaźne zapalenie żołądka i jelit skutkują różnymi stopniami biegunki, co powoduje obniżenie strawności składników odżywczych i może spowodować nagle zmiany w poziomie pobierania paszy, obniża tempo wzrostu i efektywność wykorzystania paszy. Z kolei choroby układu oddechowego mogą obniżyć spożycie paszy poprzez zwiększoną gorączkę i ograniczone zdolności do pobierania tlenu wspierającego prawidłowy metabolizm. System immunologiczny odpowiadając na obecność czynników chorobotwórczych syntetyzuje i uwalnia do organizmu szereg związków zwanych cytokinami, które wpływają na pobranie paszy i wykorzystanie składników pokarmowych (Johnson, 1997). Wynikiem uruchomienia układu odpornościowego

w organizmie jest wprowadzenie zwierzęcia w stan wysokiego stresu (tzw. stres immunologiczny). Świnie wówczas używają fizjologicznych i behawioralnych strategii utrzymania homeostazy w czasie choroby. W organizmie zwierząt dochodzi do hamowania hormonów anabolicznych i wówczas obniża się spożycie paszy, a wraz z nim przyrost dzienny oraz efektywność wykorzystania paszy. Świnie z aktywnym systemem odpornościowym mają niższą żerność i efektywność wykorzystania paszy w stosunku do świń z niską aktywnością systemu odpornościowego (Johnson i von Borell, 1994). W badaniach tych autorów świnie, którym wstrzyknięto lipopolisacharyd (model infekcji bakteryjnej), spożywały o 31% mniej paszy w okresie 24-godzinnym w porównaniu do świń, które otrzymały w iniekcji sól fizjologiczną. Oprócz zmian w postaci zmniejszonej żerności i wpływających na zmniejszenie tempa wzrostu, zakażenie chorobą wpływa również w dużym stopniu na zużytkowanie spożytych substancji odżywczych do obronnych funkcji organizmu. U chorych zwierząt obserwuje się przekierowanie metaboliczne z kierunku budowy tkanki mięśniowej warunkującej odpowiedni przyrost tkanki mięśniowej w kierunku reakcji metabolicznych, które wspierają układ odpornościowy, a także przyspieszają rozpad białek mięśniowych (Webel i in., 1997).

Wiek, masa ciała czy stan fizjologiczny są ważnymi czynnikami, które także determinują żerność u świń. U rosnących świń zapotrzebowanie na składniki odżywcze jest wyższe w porównaniu do zwierząt, które osiągnęły dojrzałość osobniczą (dorosłe zwierzęta stadne). Zatem muszą one pobierać znacznie więcej paszy niezbędnej do zapewnienia codziennych potrzeb pokarmowych. W obrębie danej grupy rasowej odkładanie białka jest większe u knurków i wieprzków w porównaniu do loszek, ale różnice te ulegają zmniejszeniu wraz ze wzrostem poziomu mięsności zwierząt. Współczesne rasy i linie świń wybitnie mięsne charakteryzują się zwłaszcza w przypadku loch mniejszą pojemnością żołądka oraz gorszym apetytem niż zwierzęta sprzed dwu dekad, co skutkuje mniejszym pobraniem paszy. Efektem jest nadmierny ubytek masy ciała szczególnie w okresie laktacji (liczne mioty, wysoka mleczność), co uniemożliwia pełne pokrycie potrzeb pokarmowych karmiącej samicy. Zjawisko to nasila się w czasie upałów, gdy jest zmniejszone pobranie paszy przez lochy. Może to powodować niedobory pokarmowe skutkujące mniejszą mlecznością oraz wydłużeniem okresu od odsadzenia do wystąpienia kolejnej rui. Aby zminimalizować te skutki, dieta loch w okresie okołoporodowym powinna zawierać wysokoenergetyczne składniki o niskiej zawartości błonnika w celu zmaksymalizowania spożycia energii. Należy także zapewnić optymalny poziom aminokwasów, aby spełnić zapotrzebowanie na produkcję mleka i zminimalizować katabolizm tkanek (Tokach i in., 2019).

Czynniki żywieniowe (skład i zbilansowanie dawki pokarmowej, dodatki paszowe, substancje antyżywniowe, forma podawanej paszy, dostęp do wody pitnej)

Oprócz czynników środowiskowych i genetycznych istnieje szereg czynników związanych z samą paszą, które mogą wpływać na jej spożycie. Czynniki te obejmują zawartość energii, białka, aminokwasów wpływających na zbilansowanie paszy, obecność w paszy specyficznych dodatków paszowych (np. antybiotyków, środków zapachowych i smakowych, itp.), sposób przetwarzania paszy, rodzaj składników pa-

szy, jej formę i wygląd, a także dostępność wody pitnej. Wydaje się, że najważniejszym spośród powyżej wymienionych czynników żywieniowych wpływających na zdolność spożycia paszy i w efekcie efektywne jej przetworzenie na masę mięśniową jest właściwe zbilansowanie dawki pokarmowej, szczególnie w przypadku zwierząt młodych. Możliwość pobrania dużej ilości paszy zależy od czynnika ograniczającego, jakim są możliwości fizyczne wypełnienia jelit. U młodych, rosnących świń pojawia się fizyczne ograniczenie zdolności spożycia i trawienia paszy. Skład paszy pod względem zawartości składników odżywczych i zbilansowania składników jest ważnym wyznacznikiem żerności świń. Pierwszym planowanym, nielimitowanym składnikiem pokarmowym, jest energia pokarmowa. Świnie dostosowują ilość spożycia paszy w zależności od poziomu energii w ich diecie, aby osiągnąć docelowe spożycie energii (Marriott, 2010). Zwierzęta ważące 30–60 kg masy ciała mogą zmniejszać dzienne spożycie paszy, utrzymując stałe spożycie energii, dzięki wzrostowi koncentracji energii w paszy. Na zdolność świń do dostosowania spożycia paszy w odpowiedzi na zmiany poziomu energii w diecie może wpływać sposób, w jaki te zmiany są wywoływane. Oznacza to, że reakcja świni pod względem spożycia paszy na dodanie (lub usunięcie) tłuszczu do podstawowej receptury może nie być analogiczna do jej odpowiedzi na zmiany koncentracji energii spowodowane zmianami w proporcji głównych składników diety. Zwiększony poziom lipidów w diecie został powiązany ze spadkiem szybkości przechodzenia treści pokarmowej przez przewód pokarmowy, co z kolei, jak się sugeruje, przyczynia się do zwiększonej sytości i zmniejszenia spożycia paszy (Oresanya i in., 2008). Zawartość surowego białka w paszy i jej zbilansowanie pod względem aminokwasowym również mogą wpływać na żerność u świń (Schiaffon i in., 2018). Świnie karmione niskobiałkową paszą lub żywione z niedoborem jednego lub więcej podstawowych aminokwasów pobierają większą ilość paszy, celem uzupełnienia braków tych aminokwasów. Efekt ten będzie niezauważalny, gdy taką paszę niskobiałkową uzupełnimy w aminokwasy, przy założeniu, że jest poprawnie zbilansowana pod względem zawartości energii (Wang i in., 2018). Kolejnym składnikiem diety, którego poziom w dawce może być wyższy od pożądanego i może rzutować na mniejsze od optymalnego spożycie paszy, jest poziom włókna (Kallabis i Kaufmann, 2012). Ponadto czynnikiem ograniczającym żerność może być zdolność paszy do wiązania wody (Tsaras i in., 1998). Ważne jest zatem, aby predyspozycje zwierząt odnośnie możliwości spożycia paszy zostały zidentyfikowane i określone ilościowo na etapie bilansowania dawki pokarmowej. Podczas konstruowania takiej dawki pokarmowej należy też zwrócić uwagę na rodzaj i jakość składników paszy, które także mogą wpływać na ograniczenia anatomiczno-fizjologiczne ilości pobieranej paszy.

Oprócz grupy składników diety omówionych powyżej istnieje szereg różnorodnych dodatków paszowych dla świń poprawiających efektywność tuczu i wykorzystanie paszy. Uwzględnione w diecie świń probiotyki zwiększają efektywność produkcji przez poprawę zdrowotności zwierząt i odporności na stres oraz skrócenie czasu odnowy organizmu po przebytej chorobie. Mechanizm ich działania polega na zwiększeniu retencji azotu, przyrostu masy ciała i poprawie wykorzystania składników pokarmowych paszy (Rekiel, 2004). Najbardziej efektywne są one w żywieniu świń utrzymywanych w pomieszczeniach o niekorzystnych parametrach zoohigienicznych

i niskim poziomie higieny. Poprzez wpływ na aktywność enzymów kałowych zapobiegają i leczą biegunki różnego pochodzenia.

Drugą grupę dodatków paszowych stanowią środki smakowe i zapachowe zwiększające żerność świń. Są one wykorzystywane przede wszystkim w okresach, w których spodziewane jest mniejsze pobranie paszy. Przykładem może być okres po odсадzeniu prosiąt od loch, kiedy to zwierzęta narażone są na stres wywołany licznymi czynnikami, czy też u loch okres zaspokajania potrzeb bytowych i fizjologicznych w okresie laktacji (Jacela i in., 2010). Prosięta są w stanie rozróżnić różne karmy dzięki percepcji sensorycznej. Na tej podstawie uczą się kojarzyć właściwości paszy z następstwami po spożyciu, a to doświadczenie staje się ważnym czynnikiem w kontrolowaniu spożycia i doboru paszy (Forbes, 2009). Wykazano, że świniom mają zdolność rozpoznawania smaków związków, które opisano u ludzi jako słodkie, skrobiowe, umami, tłuste, słone, kwaśne i gorzkie. Hedonistyczne smaki, tj. słodkie, umami, skrobiowe i tłuste są powiązane z niezbędnymi składnikami odżywczymi i stymulują spożycie paszy. Natomiast smaki gorzkie, słone czy kwaśne są dla świń nieprzyjemne i powiązane z potencjalnymi czynnikami antyżywniowymi i toksycznymi, nadmiarem soli lub fermentacją bakteryjną (Roura i Navarro, 2018; Steensels i Depoortere, 2018). Ciekawym wydaje się, że odnotowano niewielką lub brak reakcji na substancje niewęglowodanowe (słodziki), o których wiadomo, że są słodkie dla ludzi (Glaser i in., 2000).

Oprócz dodatków wytwarzanych przemysłowo istnieje także grupa dodatków naturalnych wpływających na efektywność tuczu. Mechanizm ich działania polega na tym, że bioaktywne substancje występujące np. w ziołach wywierają ściśle określony wpływ na organizm zwierzęcy: między innymi regulują apetyt i spożycie paszy przez zwierzęta poprzez oddziaływanie na cechy smakowe i zapachowe, regulują funkcje trawienne przewodu pokarmowego (sekrecję żółci, enzymów trawiennych i motorykę jelit), stymulują bądź osłabiają metabolizm organizmu, przyczyniając się do zmiany wykorzystania składników pokarmowych paszy. Zioła mogą być stosowane w różnej formie, jako świeże, suszone, odwary, napary czy maceraty. Wykazano między innymi, że prosięta chętniej pobierają paszę, gdy zioła podawane są w formie naparów niż w formie suchej (Rekiel i Tokarska, 2000). Prowadzone prace nad zastosowaniem pojedynczych ziół lub różnych mieszanek ziołowych w żywieniu prosiąt, warchlaków i tuczników w większości przypadków wskazywały na lepszą efektywność wykorzystania paszy (Hanczakowska, 2004; Turyk i Osek, 2010). Zatem komponując skład mieszanek ziołowych, należy zwracać uwagę na właściwości substancji czynnych obecnych w roślinach oraz wymagania fizjologiczne zwierząt (Hanczakowska, 2004).

W paszy mogą pojawić się substancje niepożądane, wpływające nie tylko na zdolność spożycia paszy, ale także na efektywność jej wykorzystania przez organizm zwierząt. Są one określane mianem substancji antyżywniowych. Ważną grupę stanowią mykotoksyny, powstające głównie w wyniku nieprawidłowego przechowywania samej paszy, jak i produktów do jej produkcji. Karmienie świń ziarnem zanieczyszczonym mykotoksynami zmniejsza żerność i wydajność produkcji. Dokładny wpływ na wydajność u świń zależy jednak od rodzaju mykotoksyny (Nguyen-Ba i in., 2020). Do substancji antyżywniowych zaliczane są również między innymi alkaloidy, tanniny czy glukozynolany, choć ich ilość w nowoczesnych odmianach została znacznie

obniżona. Zawarte w nasionach roślin strączkowych (łubin, bobik, rzepak) nadają niezbyt przyjemny smak paszy, co prowadzi do zmniejszenia jej spożycia przez świnię (Hanczakowska i Świątkiewicz, 2015).

Na żerność świń duży wpływ ma forma paszy (sypka, granulowana) i sposób jej zadawania (na sucho czy mokro). Jednym z najważniejszych czynników determinujących wykorzystanie paszy przez świnię jest rozkład wielkości cząstek w paszy (Vukmirović i in., 2017). Zmniejszenie wielkości cząstek paszy umożliwia lepszy kontakt z enzymami trawiennymi. Jednak zbyt drobne cząstki, w przypadku paszy sypkiej, zmniejszają średnie dzienne spożycie paszy ze względu na obniżoną smakowitość, ale również negatywnie wpływają na zdrowie przewodu pokarmowego. W nowoczesnej produkcji świń stosuje się przeważnie suchą paszę w postaci granulatu, co wpływa na poprawę wskaźnika efektywności wykorzystania paszy. Na wskaźnik ten wpływa również sposób zadawania paszy. Lepsze efekty stwierdzono w przypadku żywienia na mokro w stosunku do żywienia na sucho u młodych świń rosnących (Moon i in., 2004). Uzyskano 6% wzrost żerności u rosnących świń żywionych śrutą w formie mokrej w porównaniu do żywienia tą samą mieszanką w formie suchej (Gonyou i Lou, 2000). Woda jest istotna dla różnych funkcji fizjologicznych, w tym trawienia i wykorzystanie składników pokarmowych (Thacker, 2001), jej dostępność ma wpływ na żerność świń, co przedstawiono powyżej. W przypadku wyższych temperatur obserwowany jest ponadto efekt pośredni wpływu dostępności wody na żerność świń. Wynika to z faktu łagodzenia skutków wysokiej temperatury, wpływając na odczucie komfortu cieplnego.

Podsumowując, należy stwierdzić, że aby w pełni wykorzystać potencjał genetyczny świń, trzeba pamiętać, iż spożycie i efektywność wykorzystania paszy warunkowane jest wieloma czynnikami środowiskowymi, takimi jak technologia utrzymania, żywienie, ale również związanymi ze składem i formą zadawanej paszy, wiekiem czy stanem fizjologicznym. Należy także zwrócić uwagę na wpływ czynników genetycznych, takich jak rasa czy genotyp zwierząt oraz powiązanie genów z cechami użytkowości tucznej. Kompleksowe poznanie wszystkich czynników mogących mieć wpływ na spożycie paszy i efektywność jej wykorzystania oraz ich wzajemne oddziaływanie jest ważnym elementem uzyskania wysokich wyników produkcyjnych.

Piśmiennictwo

- Davoli R., Braglia S., Valastro V., Annarratone C., Comella M., Zambonelli P., Nisi I., Gallo M., Buttazzoni L., Russo V. (2012). Analysis of MC4R polymorphism in Italian Large White and Italian Duroc pigs: association with carcass traits. *Meat Sci.*, 90: 887–892.
- Douglas S.L., Szyszka O., Stoddart K., Edwards S.A., Kyriazakis I. (2015). Animal and management factors influencing grower and finisher pig performance and efficiency in European systems: a meta-analysis. *Animal*, 9 (7): 1210–1220.
- Forbes J.M. (2009). Integration of pre- and post-absorptive factors in feed intake regulation and prediction with particular respect to the pig. W: *Voluntary Feed Intake in Pigs*, Torrallardona D., Roura E. (red.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 61–86.
- Glaser D., Wanner M., Tinti J.M., Nofre C. (2000). Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. *Food Chemistry*, 68: 375–385.

- Gonyou H.W., Lou Z. (2000). Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 78: 865–870.
- Gu Y., Schinckle A.P., Forrest J.C., Kuei C.H., Watkins L.E. (1991). Effects of ractopamine, genotype, and growth phase on finishing performance and carcass value in swine. II. Estimation of lean growth rate and lean feed efficiency. *J. Anim. Sci.*, 69: 2694–2702.
- Hanczakowska E. (2004). Ziola i preparaty ziołowe w żywieniu świń. *Wiad. Zoot.*, 3: 19–23.
- Hanczakowska E., Świątkiewicz M. (2015). Zastosowanie nasion bobowatych (strączkowych) w mieszankach z produktami rzeźpakowymi jako zamiennika śruty sojowej w żywieniu świń. *Wiad. Zoot.*, 3: 163–172.
- Houston R.D., Haley C.S., Archibald A.L., Cameron N.D., Plastow G.S., Rance K.A. (2006). A polymorphism in the 5'-untranslated region of the porcine cholecystokinin type A receptor gene affects feed intake and growth. *Genetics*, 174 (3): 1555–1563.
- Jacela J.Y., DeRouchey J.M., Tokach M.D., Goodband R.D., Nelssen J.L., Renter D.G., Dritz S.S. (2010). Feed additives for swine: Fact sheets – flavors and mold inhibitors, mycotoxin binders, and antioxidants. *J. Swine Health Prod.*, 18 (1): 27–32.
- Johnson R.W. (1997). Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. *J. Anim. Sci.*, 75: 1244–1255.
- Johnson R.W., von Borell E. (1994). Lipopolysaccharide induced sickness behavior in pigs is inhibited by pretreatment with indomethacin. *J. Anim. Sci.*, 72: 309–314.
- Kallabis K.E., Kaufmann O. (2012). Effect of a high-fibre diet on the feeding behaviour of fattening pigs. *Archiv. fur Tierzucht*, 55 (3): 272–284.
- Kennes Y.M., Murphy B.D., Pothjer F., Palin M.E. (2001). Characterization of swine *leptin (LEP)* polymorphisms and their association with production traits. *Anim. Genet.*, 32: 215–218.
- Marriott J.P. (2010). The response of the growing pig to changes in energy intake achieved through changes in dietary energy concentration versus restriction of feed intake. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, pp. 66.
- Moon J.S., Kwon I.K., Chae B.J. (2004). Effects of wet feeding of diets with or without food waste on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 17 (4): 504–510.
- Nguyen-Ba H., Taghipoor M., van Milgen J. (2020). Modelling the feed intake response of growing pigs to diets contaminated with mycotoxins. *Animal*, 14, Suppl. 2: 303–312.
- Oresanya T.F., Beaulieu A.D., Patience J.F. (2008). Investigations of energy metabolism in weanling barrows: The interaction of dietary energy concentration and daily feed (energy) intake. *J. Anim. Sci.*, 86: 348–363.
- Pepliński B. (2013). Wpływ opłacalności produkcji żywca wieprzowego na zmiany pogłowia trzody chlewnej w Polsce. Analiza regionalna. *Rocz. Ekon. Rol. Rozw. Obsz. Wiej.*, 100 (2): 75–87.
- Pu L., Liu X., Yue J., Zhang J., Wang L., Yan H., Hou X., Gao H., Zhang T., Zhang Y., Wu Q., Zhang L., Wang L. (2016). Study on *HMGAI* gene polymorphism site and its association with feed efficiency related traits in Duroc pigs. *China Anim. Husb. Vet. Med.*, 43: 3268–3274.
- Raj S., Weremko D., Skiba G., Fandrejowski H. (2002). Wpływ rasy świń na strawność energii. Materiały Konf. XXXI Sesji Żywniowej KNZ-PAN pt. Fizjologiczne podstawy żywienia zwierząt i ich praktyczne implikacje. Wrocław, 11-12.06.2002, 91.
- Rekiel A. (2004). Wpływ dodatków paszowych na produktywność tuczników. *Trz. Chł.*, 8–9: 115–119.
- Rekiel A., Tokarska G. (2000). Efektywność stosowania wybranych dodatków paszowych w produkcji świń. Część V. Ziola i inne dodatki. *Trz. Chł.*, 3: 46–49.
- Roura E., Navarro M. (2018). Physiological and metabolic control of diet selection. *Festschrift for Prof John L Black: celebrating 45 years of excellence in animal production science and application. Anim. Prod. Sci.*, 58: 613–626.
- Schiavon S., Dalla Bona M., Carcò G., Carraro L., Bunger L., Gallo L. (2018). Effects of feed allowance and indispensable amino acid reduction on feed intake, growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *PLoS ONE* 13 (4): e0195645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195645>.
- Steensels S., Depoortere I. (2018). Chemoreceptors in the gut. *Ann. Rev. Physiol.*, 80: 117–141.
- Stern S.K., Johansson L., Rydmer L., Andersson K. (1994). Performance testing of pigs for lean tissue growth rate in a selection experiment with low and high protein diets. 2. Correlated responses of lean percentage and growth rate. *Acta Scand. (Sect. A)* 44: 1.

- Thacker P.A. (2001). Water in swine nutrition. CRC Press, New York, NY, ss. 381–398.
- Tokach M.D., Menegat M.B., Gourley K.M., Goodband R.D. (2019). Review: Nutrient requirements of the modern high-producing lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. *Animal*, 13 (12): 2967–2977.
- Tsaras L.N., Kyriazakis I., Emmans G.C. (1998). The prediction of feed intake of pigs on poor quality foods. *Anim. Sci.*, 66: 713–723.
- Turyk Z., Osek M. (2010). Ziola w żywieniu trzody chlewnej. *Prz. Hod.*, 6: 7–10.
- Tyra M., Mucha A., Eckert R., Małopolska M., Żak G. (2019). Czynniki środowiskowe wpływające na dzienne spożycie i efektywność wykorzystania paszy u świń rosnących. *Wiad. Zoot.*, 2: 36–42.
- Vukmirović D., Čolović R., Rakita S., Brlek T., Đuragić O., Solà-Oriol D. (2017). Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition – A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 233: 133–144.
- Wang Y., Zhou J., Wang G., Cai S., Zang X., Qiao S. (2018). Advances in low-protein diets for swine. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 9 (60): 1–14.
- Weibel D.M., Finck B.N., Baker D.H., Johnson R.W. (1997). Time course of increased plasma cytokines, cortisol, and urea nitrogen in pigs following intraperitoneal injection of lipopolysaccharide. *J. Anim. Sci.*, 75: 1514–1520.

Zatwierdzono do druku: 24 XI 2021

MIROSLAW TYRA, AURELIA MUCHA, ROBERT ECKERT, GRZEGORZ ŻAK,
MARTYNA MAŁOPOLSKA

Genetic, individual and nutritional factors affecting daily intake and feed conversion efficiency in growing pigs

SUMMARY

In pig production, the most important cost driver for the profitability of production is the cost of feed, which accounts for around 70% of the total production costs. The differences in feed intake and feed conversion efficiency between animals from different piggeries, result from several environmental factors, including nutritional, microclimatic and behavioural ones. On the other hand, these parameters are greatly influenced by genetic factors and individual predispositions of the animals. The study discusses the effect which is produced on feed intake and feed conversion efficiency by animal breed, genotype, health status, age and physiological status, as well as composition and balancing of rations, feed additives, antinutritional substances, physical form of the feed, and access to drinking water.

Key words: pigs, feed intake, feed conversion ratio