

Przegląd zaleceń żywieniowych dotyczących **argininy** dla kurcząt brojlerów

Wykazano, że suplementacja paszy arginina (Arg) powyżej zalecanych przez producentów poziomów poprawia wskaźniki produkcyjne nowoczesnych brojlerów, jednoznacznie wskazując, że poziom Arg w paszy który pozwala uzyskać maksymalną wydajność może być wyższy w wysokowydajnych liniach genetycznych. Z uwagi na fakt, że wysokie poziomy lizyny (Lys) zwiększają aktywność arginazy nerkowej, a w konsekwencji zwiększają degradację Arg, stężenia zarówno Lys, jak i Arg powinny być badane jednocześnie, w celu określenia optymalnego stosunku Arg:Lys w paszy. Biorąc pod uwagę, że średni stosunek Arg:Lys podawany w literaturze wynosi 115, należy zaktualizować zalecenia żywieniowe dotyczące Arg. W celu określenia optymalnego poziomu Arg w paszy dla brojlerów przeprowadzono metaanalizę opartą na 116 obserwacjach z 10 recenzowanych artykułów. Dane wyjściowe dotyczące Arg obejmowały recenzowane badania opublikowane w latach 2001-2022. Przyrost masy ciała wzrastał ($P \leq 0,01$) wraz ze wzrostem spożycia Arg. Stosunek Arg:Lys w paszy oszacowano odpowiednio na 117 i 119 dla optymalnego przyrostu masy ciała i współczynnika wykorzystania paszy.

Ostatnio pojawiły się informacje o wyższych poziomach argininy (Arg) w paszy w odniesieniu do zalecanych wartości zawartych w tabelach żywieniowych (Murakami i wsp., 2012; Xu i wsp., 2018; Zampiga i wsp., 2018; Oliveira i wsp., 2022). Sugeruje to, że poziomy Arg potrzebne do uzyskania maksymalnej wydajności są większe u dzisiejszych brojlerów. Wysokie poziomy Arg w paszy opisane w literaturze mogą być związane

z kluczową rolą odgrywaną przez Arg w metabolizmie zwierząt. Oprócz zwiększania syntezy białek poprzez aktywację szlaku sygnałowego mTOR (Yao i wsp., 2008; Yuan i wsp., 2015), wiele niezbędnych cząsteczek, takich jak kreatyna, poliaminy, prolina, glutaminian, cytrulina i agmatyna, powstaje z Arg (Wu i Morris, 1998). Arg jest prekursorem w biosyntezie tlenu azotu, ważnej cząsteczki przekąźnikowej o funkcjach sercowo-naczyniowych, odpornościowych i reprodukcyjnych oraz jest niezbędna do proliferacji komórek T (Efron i wsp., 1991). W mózgu, tlenek azotu aktywuje uwalnianie hormonu luteinizującego, a w gonadach odgrywa istotną rolę w wywołaniu owulacji (McCann i wsp., 1999). Wydzielanie hormonu wzrostu jest stymulowane przez tlenek azotu w komórkach przysadki mózgowej (Luque i wsp., 2005). Arginina, prekursor proliny, jest również ważnym budulcem do syntezy kolagenu, który jest niezbędny do gojenia się ran skóry (Stechmiller i wsp., 2005). Poziomy argininy w paszy muszą być aktualizowane w oparciu o jej funkcje i wiele szlaków metabolicznych które wykorzystują ją w dużych ilościach.

Optymalne poziomy Arg w paszy dla osiągnięcia wysokiej wydajności brojlerów

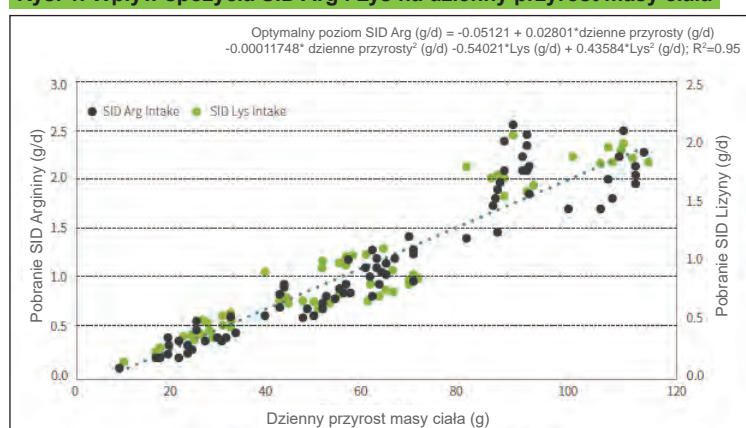
Antagonizm pomiędzy Arg i Lys w paszy został już dawno zdefiniowany (Austic i Scott, 1975). Efekt ten jest bardziej widoczny w przypadku nadmiaru Lys i marginalnym poziomie Arg (niski stosunek Arg:Lys) niż w przypadku

Tab. 1. Dane wykorzystane do metaanalizy

Opracowanie	Odmiana ptaków	Płeć	Fazy wzrostu	Ilość powtórzeń (n)	Badane poziomy argininy (n)
Kidd i wsp. (2001)	Ross 308	Koguty	Starter	8	8
Labaden i wsp. (2001)	Ross x Avian	Koguty	Starter-Grower-Finisher	4	4
Corzo i wsp. (2003)	Ross 308	Koguty	Finisher	8	4
Corzo i Kidd (2003)	Ross 308	Koguty	Grower	6	6
Atencio i wsp. (2004)	Avian	Koguty	Starter-Grower-Finisszer	6	5
Jahanian (2009)	Ross 308	Koguty	Starter	5	5
Corzo (2012)	Ross 708	Koguty, Kurki	Starter	8	5
Murakami i wsp. (2012)	Cobb 500	Koguty	Starter	6	5
Castro i wsp. (2019)	Ross 308	Koguty	Starter - Grower	6	5
Oliveira i wsp. (2022)	Cobb 500	Koguty	Starter - Grower	10	6

nadmiaru Arg (wysoki stosunek Arg:Lys) (Balnave i Brake, 2002). W rzeczy samej, wydajność brojlerów może ulec poprawie przy wyższym stosunku Arg:Lys (Murakami i wsp., 2012; Zampiga i wsp., 2018). W związku z tym że wysokie poziomy Lys zwiększają aktywność arginazy nerkowej, a w konsekwencji zwiększają degradację Arg (Austic i Scott, 1975), stężenie Lys i Arg w paszach powinno być badane jednocześnie, aby określić ich optymalny stosunek. Przeprowadziliśmy metaanalizę opartą na 94 obserwacjach z ośmiu recenzowanych artykułów w celu określenia optymalnych poziomów Arg w paszach dla kurcząt brojlerów (Ospina-Rojas i wsp., 2019), jednakże opublikowane niedawno wyniki badań typu dawka-odpowiedź z użyciem Arg należy uwzględnić w nowej metaanalizie. Dlatego też przeprowadzono nową metaanalizę opartą na 116 obserwacjach z 10 recenzowanych artykułów w celu określenia optymalnych poziomów Arg w paszy dla kurcząt brojlerów. Dane bazowe Arg obejmowały badania opublikowane w latach 2001-2022. Wykorzystano dane pozyskane w badaniach ptaków hodowanych w „normalnych” warunkach. Wykluczono dane pochodzące z badań dawka-odpowiedź brojlerów poddanych działaniu czynników zewnętrznych lub hodowanych w nieoptymalnych temperaturach, w takich badaniach przede wszystkim badano Arg i w pełni wykazano, że łagodzi ona niekorzystny wpływ na

Rys. 1. Wpływ spożycia SID Arg i Lys na dzienny przyrost masy ciała



wydajność brojlerów poddanych działaniu warunków stresowych. Jeżeli w doświadczeniu nie podano standaryzowanej strawności jelitowej (SID) zawartości aminokwasów, obliczono je przy użyciu współczynników strawności składników, zgodnie z propozycją Rostagno i wsp. (2017). Podsumowanie źródeł i niektórych warunków eksperymentalnych wykorzystanych w metaanalizie przedstawiono w tabeli 1.

Dane dotyczące przyrostu masy ciała (g/d) zestawiono ze spożyciem Arg i Lys (g/d) (rys. 1). Zaobserwowano pozytywną reakcję dotyczącą przyrostu masy ciała wraz ze wzrostem podaży Arg i Lys w paszy. Biorąc pod uwagę antagonizm między Lys i Arg w paszy, poziomy Lys zostały uwzględnione w równaniu w celu oszacowania optymalnych poziomów Arg. Istotna regresja kwadratowa ($P < 0,01$) została dopasowana na podstawie 116 obserwacji, aby przewidzieć dzienne spożycie SID Arg w celu osiągnięcia pożądanego przyrostu masy ciała podczas różnych faz wzrostu w zależności od spożycia SID Lys. Na przykład, optymalny poziom argininy SID wynoszący 1,485% byłby potrzebny do osiągnięcia dziennego przyrostu masy ciała 20,0 g u brojlerów karmionych 1,364% Lys od 1 do 7 dnia życia (tab. 2).

Tab. 2. Obliczone spożycie SID Arg w różnych okresach wzrostu zgodnie z równaniem przedstawionym na rysunku 2

Okres (dni)	Przyrosty (g/ptak/dzień)*	Pobranie paszy (g/ptak/dzień)*	SID Lys (%)*	Obliczony poziom SID Arg (g/dzień)*	Ilość spożytej paszy	Stosunek Arg/Lys
1-7	20,0	23,3	1,364	0,35	1,485	109
8-21	59,0	75,0	1,306	1,08	1,442	110
22-33	104,9	160,1	1,235	2,23	1,393	113
34-42	108,2	211,4	1,067	2,60	1,231	115

*Wartości z Rostagno i wsp. (2017)

Zalecany stosunek Arg:Lys dla brojlerów z linii towarowej Ross został zaktualizowany z 107 do 106-112, w zależności od okresu wzrostu (Aviagen, 2022). Podobnie, zalecany stosunek Arg:Lys dla brojlerów z linii towarowej Cobb wzrósł ze 105-108 do 108-110 dla Cobb 500 (Cobb-vantress, 2022). Jednak średni rekomendowany stosunek Arg:Lys podany w literaturze wynosi 115, wahając się od 105 do 125, w zależności od badanej zmiennej (tab. 3) (NRC, 1994, Lippens i wsp., 1997; Baker, 1997; Kidd i wsp., 2001; Corzo i Kidd, 2003; Jahanian, 2009; Corzo i wsp., 2012; Oliveira i wsp., 2022).

Współczynnik SID Arg:Lys w przypadku optymalizacji paszy do stymulowania reakcji układu odpornościowego jest wyższy niż przypadku optymalizacji paszy w kierunku uzyskania najlepszego FCR, a ten z kolei jest wyższy od poziomu potrzebnego do osiągnięcia maksymalnych przyrostów masy ciała. (Corzo i wsp., 2003; Jahanian, 2009). Corzo i wsp. (2012) wskazali, że kurczęta brojlery osiągają optymalny przyrost masy ciała i współczynnik wykorzystania paszy przy stosunku Arg:Lys wynoszącym odpowiednio 108 i 114. Stosunek SID Arg:Lys oszacowany na podstawie zaleceń żywieniowych Jahanian (2009) wynosił odpowiednio 115, 117 i 122, odpowiednio dla optymalizacji przyrostu masy ciała, współczynnika wykorzysta-

nia paszy i funkcjonowania układu odpornościowego. Oliveira i wsp. (2022) wskazali, że zwiększenie stosunku SID Arg:Lys w diecie z 94% do 124% liniowo poprawiło parametry przyrostów kurcząt brojlerów w wieku od 1 do 21 i od 22 do 44 dni, przy czym zalecany stosunek 124% zapewnił optymalny przyrost masy ciała i optymalny współczynnik wykorzystania paszy. Sugeruje się, że wyższe poziomy Arg wymagane do osiągnięcia maksymalnej wydajności są jeszcze wyższe u współczesnych kurcząt brojlerów. Na podstawie tych informacji oceniono wyniki testów dawka-odpowiedź z recenzowanych artykułów opublikowanych w latach 2012-2022. Wyniki testów dawka-odpowiedź zostały wyrażone w procentach w celu standaryzacji i porównania danych dotyczących wydajności brojlerów w różnym wieku. Najlepsza wydajność została uznana za referencyjną (100%), a ich odpowiednie poziomy SID Arg w paszy i stosunki Arg:Lys zostały ustawione na zero. Pozostałe testy zostały przedstawione w odniesieniu do wyżej opisanego testu referencyjnego. Modele regresji kwadratowej (QR) i liniowego plateau odpowiedzi (LRP) zostały wykorzystane do określenia stosunku Arg:Lys optymalnego dla przyrostu masy ciała i współczynnika FCR. Optymalny stosunek SID Arg:Lys oszacowano na 100-124 dla uzyskania optymalnego przyrostu masy ciała i 101-133 dla

Tab. 3. Stosunek rekomendowanych poziomów Aminokwasów do Lizyny dla kurcząt brojlerów (zaadaptowany z Campos i wsp., 2008)

Aminokwas	NRC (1994)	Normy Brazylijskie (2017)	Cobb (2022)	Ross (2022)	Literatura
Arg	114-118	107	108-112	106-112	115 (105-125)*
Lys	100	100	100	100	100
Met + Cys	73-71	74	75-78	74-78	74 (70-82)**
Thr	73	66	65-68	67	67 (63-73)**
Val	82	77	75-77	75-76	80 (77-82)**
Ile	73-80	67	67-68	67-69	69 (63-73)**
Trp	18-19	18	15-18	16	17 (14-19)**

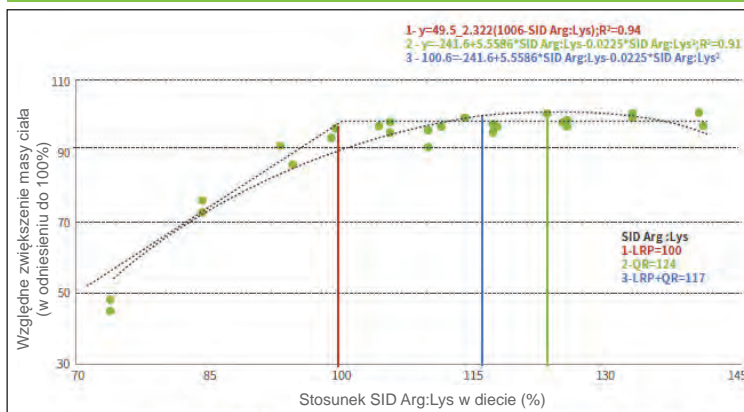
*Lippens i wsp. 1997; Corzo and kidd, 2003; Jahanian, 2009; Corzo i wsp., 2012; Dilger i wsp. 2013; Castro i wsp., 2019; Oliveira i wsp., 2022

**CVB 1996; Lippens i wsp., 1997; Baker 1997 i 2003; Mack i wsp., 1999

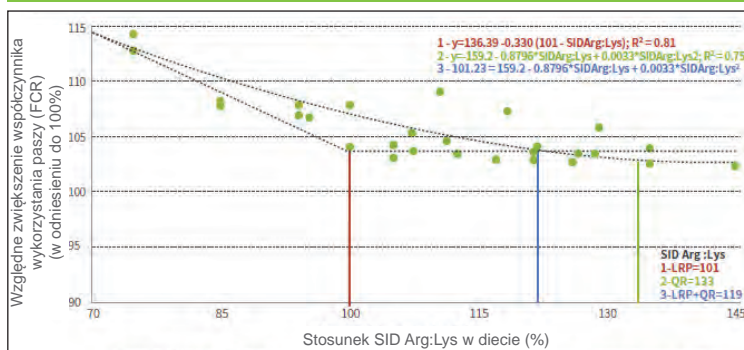
współczynnika FCR w oparciu odpowiednio o modele LRP i QR (rys. 2 i 3).

Pesti i wsp. (2009) poinformowali, że wymagania mogą być przeszacowane przez wykorzystanie modelu QR. Podobnie, Tavernari i wsp. (2012) wskazali, że model LRP jest znany z niedoszacowania wymagań żywieniowych. Następnie określono pierwszą wartość przecięcia LRP (na plateau) i dopasowanie kwadratowe (LRP + QR). Pierwsza wyznaczona wartość była doskonałym odzwierciedleniem zapotrzebowania, gdzie zalecana wartość nie była zawyżona lub zaniżona. Najlepszy stosunek Arg:Lys przy użyciu pierwszej wartości LRP i QR dla przyrostu masy ciała i współczynnika FCR oszacowano odpowiednio na 117 i 119. Wynik ten potwierdził, że stosunek Arg:Lys potrzebny do uzyskania maksymalnych przyrostów był wyższy u nowoczesnych brojlerów ze względu na wszystkie funkcje jakie pełni Arg i wiele ścieżek metabolicznych wykorzystujących Arg w metabolizmie brojlerów. Kluczowa funkcja Arg w gojeniu się ran i zmniejszaniu częstości występowania infekcji w wyniku zadrapań skóry na tuszy została zbadana u ptaków tylko w niewielkim stopniu. Suplementacja Arg w paszy może być strategią żywieniową mającą na celu zmniejszenie strat ekonomicznych u drobiu. W przeprowadzonym teście rosnące proporcje od 94% do 124% SID Arg:Lys liniowo zwiększały grubość i wytrzymałość skóry brojlerów w wieku 44 dni (Oliveira i wsp., 2022). Podobnie Corzo i wsp. (2003) stwierdzili liniową redukcję liczby infekcji wynikających z zadrapań tuszy brojlerów poprzez zwiększenie stosunku Arg:Lys z 94 do 147. Zmniejszenie liczby infekcji wynikających z zadrapań w przypadku stosowania diety z dodatkiem Arg jest związane z odpowiednim stanem odporności i zwiększonym poziomem wytrzymałości skóry właściwej. Rola Arg w poprawie gojenia się ran została dobrze udokumentowana u ssaków przez zwiększenie wytrzymałości skóry na pęknięcie i gromadzenie

Rys. 2. Wpływ stosunku SID Arg:Lys na względny przyrost masy ciała przy użyciu różnych modeli statystycznych



Rys. 3. Wpływ stosunku SID Arg:Lys na współczynnik wykorzystania paszy (FCR) przy użyciu różnych modeli statystycznych



się kolagenu naprawczego (Shi i wsp., 2003; Tong i wsp., 2004; Stechmiller i wsp., 2005).

Wnioski

Arginina ma szeroki i różnorodny wpływ na metabolizm, w tym syntezę białek, odporność, gojenie się ran, wydzielanie hormonów, neuroprzekaźniki, prawidłowe różnicowanie i wzrost komórek, rozszerzanie naczyń krwionośnych i aktywność przeciwutleniającą. Kilka z wyżej wymienionych procesów jest wywoływanych przez tlenek azotu, który pełni zaskakująco szeroki zakres funkcji fizjologicznych, a Arg jest jedynym jego skutecznym prekursorem u ptaków. Stosunek Arg:Lys w paszy oszacowano odpowiednio na 117 i 119 dla optymalnego przyrostu masy ciała i współczynnika FCR u współczesnych brojlerów. Jednak współczynniki te, mogą być bardziej znaczące w maksymalizacji funkcji układu odpornościowego i wytrzymałości skóry na pęknięcie. Wyższe poziomy Arg mogą stanowić interesującą strategię minimalizowania liczby przypadków odrzucenia tusz w przemyśle drobiarskim, zmniejszania liczby zakażeń wynikających z zadrapań oraz poprawy gojenia się ran a w rezultacie jakości tusz. ■

Artykuł sponsorowany.