

MAGDALENA KIERCZYŃSKA-GÓRSKA

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

NIEKTÓRE ASPEKTY STOSOWANIA SYNTETYCZNYCH AMINOKWASÓW W ŻYWIENIU ZWIERZĄT MONOGASTRYCZNYCH

Żywienie zwierząt, od których oczekuje się wysokiej produktywności, musi w pełni pokrywać ich zapotrzebowanie na składniki pokarmowe, a zwłaszcza egzogenne, w tym — aminokwasy, których organizm nie potrafi sam syntetyzować. Jakość białka paszy jest bowiem jednym z najbardziej istotnych czynników wpływających na gospodarkę azotową organizmu. Zarówno stopień syntezy białka jak i poziom jego katabolizmu uzależnione są od składu aminokwasowego białka dawki pokarmowej. Niebilansowane białko nie może być efektywnie wykorzystane. Niedobór, ale także nadmiar pewnych aminokwasów, może wywołać szereg niekorzystnych zjawisk, m.in. wzmożoną przemianę białek, zwiększone zapotrzebowanie na inne aminokwasy i niebiałkowe składniki dawki, zwiększone straty azotu i energii [4, 85, 83, 84, 80, 16, 17].

Większość pasz podstawowych stosowanych w żywieniu zwierząt monogastrycznych zawiera białka niepełnowartościowe pod względem zawartości niektórych aminokwasów egzogennych. Konieczność zaś ograniczania w dawkach pokarmowych udziału drogich i deficytowych pasz zawierających białka o wysokiej wartości odżywczej jest przyczyną stosowania dodatków syntetycznych aminokwasów uzupełniających niedoborowe białka pasz podstawowych. Najczęściej stosowane są dodatki syntetycznej lizyny i metioniny, jednak wyniki eksperymentów z zastosowaniem tych uzupełnień nie są jednoznaczne.

Dodatek syntetycznych aminokwasów do niepełnowartościowych białek podnosi na ogół ich wartość odżywczą [12, 81, 51]. Stwierdzono jednak, że wartość biologiczna (BV) białek uzupełnionych limitującymi aminokwasami jest niższa od przewidywanej na podstawie oznaczeń chemicznych [73].

Dobre efekty w żywieniu prosiąt oraz w tuczu świń obserwowane są najczęściej przy dodatku lizyny i metioniny do dawek o obniżonej zawartości białka ogólnego, zmniejszonym poziomie pasz pochodzenia zwierzęcego lub przy ich całkowitym zastąpieniu paszami roślinnymi, chociaż nie zawsze uzyskiwane wyniki (przyrosty masy ciała, jakość tusz,

retencja azotu) osiągają oczekiwany poziom [47, 48, 36, 108, 157, 86, 163, 104—107, 90, 15, 114, 140, 158, 5, 6, 71, 72, 76, 141, 164—166, 50, 35, 29, 30, 52, 79, 44, 168, 169, 162].

Pozytywny wpływ dodatku lizyny lub lizyny i metioniny, a także treoniny, obserwowano wielokrotnie w przypadku uzupełniania tymi aminokwasami diet zbożowych, zwłaszcza z dużym udziałem jęczmienia [146, 15, 45, 152, 51, 52, 102, 103, 133, 71, 59] oraz przy żywieniu świń dawkami zbożowo-ziemniaczanymi [109, 164, 166, 114, 140].

Uważa się także, iż dzięki wprowadzeniu syntetycznych aminokwasów możliwe jest znaczne obniżenie poziomu białka ogólnego w dawkach, a poprzez zaoszczędzenie pewnej ilości naturalnych pasz białkowych — zmniejszenie kosztów produkcji zwierzęcej, pod warunkiem jednak, że ceny aminokwasów nie są zbyt wysokie [101, 134, 153, 62, 154, 41].

Z obserwacji wielu autorów wynika jednak, że dodatek syntetycznych aminokwasów daje dobre efekty we wczesnych fazach wzrostu, natomiast w drugim okresie tuczu świń uzupełnienie dawki aminokwasami często nie ma wpływu na wyniki a czasem może nawet działać niekorzystnie [101, 105, 164, 8, 109, 13, 158, 154, 88, 161, 162].

Aminokwasem, który raczej rzadko daje pozytywne wyniki w żywieniu świń jest metionina, nawet jeśli uzupełnia ona pasze, w których występuje w niedoborze, np. drożdże, śrutę poekstrakcyjną sojową, nasiona roślin strączkowych a zwłaszcza bobik [146, 58, 148, 14, 158, 151, 141, 31]. W kilku pracach obserwowano jednak korzystny wpływ dodatku metioniny do niedoborowych dawek dla świń [167, 55, 118, 88].

Dodatek samej lizyny lub równoczesne stosowanie lizyny i metioniny dużo rzadziej wywiera niekorzystny wpływ na gospodarke azotową i wyniki produkcyjne w tuczu świń, chociaż niektórzy badacze uzyskali takie rezultaty [58, 71, 72, 31—34, 141, 160, 78, 50, 148, 89].

Brak reakcji tuczników na dodatek syntetycznych aminokwasów obserwowano w wielu pracach [123, 146, 99, 100, 163, 67, 158, 71, 89, 29, 30, 33, 58, 105, 15, 164, 166, 109, 93, 114, 151].

W szeregu wymienionych wyżej prac obserwowano niezgodność wyników produkcyjnych tuczu z wynikami bilansu azotu, najczęściej stwierdzając pozytywny wpływ dodatku aminokwasów na przyrosty masy ciała a negatywny lub brak oddziaływania na retencję i wykorzystanie azotu. Niezgodności te, a także niejednakowe wyniki uzyskiwane w doświadczeniach o podobnych założeniach, mogą być efektem działania różnorodnych czynników genetycznych, fizjologicznych i środowiskowych wpływających na przemiany i wykorzystanie składników pokarmowych w organizmie zwierzęcym.

Robinson [128] np. uważa, że reakcja zwierząt na dodatek aminokwasów zależy od płci, co wiąże się z różnym zapotrzebowaniem (większe zapotrzebowanie loszek na aminokwasy powoduje, że reagują one na dodatki pozytywnie częściej niż wieprzki).

Zdaniem Sokoła [145], zbyt duży dodatek syntetycznej lizyny do mieszanek złożonych z pasz pochodzenia roślinnego jest w żywieniu świń nieefektywny. Easter i Baker [44] stwierdzili, że zapotrzebowanie tuczników na lizynę, wyrażone w procentach dawki, zmniejsza się o 0,02% na każdy 1% spadku zawartości białka ogólnego w paszy. Większe dodatki, powodując niebilansowanie dawki, mogą wpływać niekorzystnie na produktywność zwierząt.

Istotne znaczenie dla wykorzystania aminokwasów uzupełniających niedoborowe białko ma także poziom energetyczny dawek [132, 156], źródło energii, a zwłaszcza rodzaj węglowodanów [45, 18], obecność innych niezbędnych składników, np. witamin [136].

Syntetyczne aminokwasy dodawane są najczęściej do białek lub dawek niedoborowych w ilości wynikającej z różnicy między zawartością tych aminokwasów w dawce kontrolnej i niedoborowej, przy czym termin „zawartość” oznacza zwykle ogólną ilość aminokwasów oznaczoną w analizie chemicznej. Ponieważ nie wszystkie składniki zawarte w paszy ulegają strawieniu, wchłonięciu i dalszemu wykorzystaniu w organizmie, uzupełnianie brakujących aminokwasów według tej zasady prawdopodobnie nie odpowiada rzeczywistemu zapotrzebowaniu zwierząt. Dostępność aminokwasów z białek różnych pasz (część strawiona, wchłonięta i wykorzystana na wszelkie potrzeby organizmu — według 43) nie jest jednakowa, a pierwszą przyczyną tej zmienności jest stopień trawienia białka, zależny m.in. od jego rodzaju i ilości, tempa przechodzenia treści przez przewód pokarmowy, obecności innych składników w paszy (zwłaszcza węglowodanów).

Pasze o większej zawartości białka przechodzą wolniej przez przewód pokarmowy, co może być korzystne ze względu na bardziej równomierne trawienie i wchłanianie aminokwasów, przy czym diety takie są też szybciej i w większym stopniu trawione niż nisko białkowe [26, 174, 179, 180, 25, 178].

Białka łatwiej rozpuszczalne (np. kazeina, gluten) są trawione i wchłaniane szybciej niż trudno rozpuszczalne — np. białka jęczmienia, kukurydzy, bobiku, soi [60, 130, 22, 175, 176, 178, 129].

Intensywność trawienia białek i wchłaniania aminokwasów zależy też od odcinka przewodu pokarmowego. W odcinkach jelita położonych bliżej żołądka procesy trawienia przeważają nad wchłanianiem aminokwasów, których absorpcja zachodzi w dalszych odcinkach jelita cienkiego [22, 69, 180, 178, 18].

Aminokwasami wchłanianymi zwykle najszybciej są: metionina, arginina, leucyna, izoleucyna i walina a najwolniej: lizyna, histydyna i treonina; aminokwasy egzogenne wchłaniane są szybciej niż endogenne [150, 98, 179, 180, 142, 178, 18, 92].

Wchłanianie aminokwasów jest też pod wpływem szeregu interakcji między nimi; aminokwasy mające największe powinowactwo do mechanizmów transportu (leucyna, arginina, metionina) są najbardziej aktywnymi inhibitorami wchłaniania innych aminokwasów [24, 18].

Rozpuszczalność białek, szybkość i stopień ich trawienia, a więc i dostępność aminokwasów, mogą być ograniczone przez ogrzewanie pasz, zwłaszcza w obecności cukrów redukujących [60, 27, 130, 39, 117, 46, 21, 45, 112], ich zamrażanie [155], działanie substancjami chemicznymi, np. alkoholem [42].

Według Dammersa [39], Buraczewskiego [23] i wielu innych autorów, najbardziej właściwą metodą określania dostępności aminokwasów jest badanie ich „strawności” (stopnia wchłaniania) a zwłaszcza „strawności” rzeczywistej lub „strawności” w jeńcie cienkim. Różnice w tym zakresie zależą od rodzaju białka ale także — od rodzaju aminokwasu. W wielu pracach stwierdzono znacznie niższą „strawność” rzeczywistą lizyny i innych aminokwasów pochodzących z białka jęczmienia niż z soi lub z białek pochodzenia zwierzęcego [39, 26, 45, 65, 138, 10]. Według Rerata i wsp. [126], „strawność” lizyny pochodzącej z jęczmienia wynosi 62%, z pszenicy — 76%. „Strawność” lizyny drożdży wynosi 63,7%, soi — 87,9% [10]. Niska jest dostępność („strawność”) lizyny z białka śruty bawełnianej [111, 10], wysoka — bobiku [2]. Dostępność metioniny z białka jęczmienia jest raczej wysoka, a według Forda i Hewitta [49] wynosi, zależnie od odmiany, 85—99,5%. „Strawność” poszczególnych aminokwasów różni się też zależnie od zestawu pasz znajdujących się w dawce i te same aminokwasy nie są wchłaniane zawsze w jednakowym stopniu [45, 65].

Wielu autorów uważa, że układanie zbilansowanych dawek pokarmowych i optymalne uzupełnianie pasz dla świń i drobiu aminokwasami syntetycznymi będzie możliwe tylko wówczas, gdy weźmie się pod uwagę rzeczywistą „strawność” aminokwasów z różnych pasz, a zwłaszcza — z różnych zestawów pasz [39, 65, 116]. Zasadę tę wprowadzono w 1979 r. w Danii w żywieniu świń, przyjmując dla wszystkich aminokwasów współczynnik strawności białka [wg 68] oraz w Holandii — w żywieniu drobiu [87].

Istotne znaczenie dla wykorzystania białka uzupełnionego syntetycznymi aminokwasami mogą mieć różnice w stopniu, szybkości i prawdopodobnie — miejscu wchłaniania aminokwasów uwalnianych z naturalnych białek oraz syntetycznych dodatków.

Aminokwasy syntetyczne wchłaniane są praktycznie w 100% [61, 159]. Wolne aminokwasy zawarte w paszy (np. aminokwasy syntetyczne) mogą być wchłaniane już w żołądku, przy czym proces ten zachodzi w niewielkim stopniu, zależnym od rodzaju i składu diety [23, 181]. O tempie wchłaniania wolnych aminokwasów świadczą wyniki doświadczenia Tasaki i Takahashi [150]. Autorzy ci stwierdzili, że z ekwimolarnej mieszaniny 18 aminokwasów, podanej do jelita cienkiego kurcząt, w ciągu 10 minut wchłonięciu ulegało od 62% (kwas glutaminowy) do 89% (metionina); lizyna była w tym czasie wchłaniana w około 80%. W doświadczeniu Taylora i Walkera [152], koncentracja lizyny w surowicy krwi żyłnej u szczurów wzrastała już po 30 minutach od podania diety z dodatkiem syntetycznych aminokwasów i była wyższa niż u szczurów otrzymujących albuminę. Cmiljanič [37], stosując dodatek tryptofanu do dawek dla świń, największą koncentrację tego aminokwasu we krwi żyły wrotnej stwierdził po 20 minutach od pobrania paszy; po 60 minutach wystąpił drugi szczyt będący efektem wchłaniania tryptofanu pochodzącego z białka paszy. W doświadczeniach Walza [159, 160], szybkość wchłaniania krystalicznej lizyny dodanej do owsa, była 2—3-krotnie wyższa niż wchłanianie lizyny naturalnej; w ciągu jednej godziny po karmieniu wchłonięciu ulegało 88%, a po trzech godzinach — 97% lizyny syntetycznej. Buraczewska i wsp. [20] stwierdzili, że zawartość lizyny i metioniny w rozpuszczalnej frakcji treści jelita szczurów nie zwiększała się po podaniu diet z dodatkiem tych aminokwasów w porównaniu z dietami nieuzupełnionymi, co świadczyło o bardzo szybkim wchłanianiu wolnych aminokwasów, szczególnie gdy dodawano je do trudno rozpuszczalnego białka (zeina w porównaniu z glutenem). Gupta i wsp. [60], Rolls [wg 117] oraz Rolls i wsp. [131], dodając wolne aminokwasy do diet zawierających różne białka, obserwowali w większości przypadków szybsze ich wchłanianie niż aminokwasów pochodzących z białek, z wyjątkiem glutenu i kazeiny. Oznacza to, że aminokwasy z niektórych białek mogą być wchłaniane równie szybko jak dodatki syntetyczne. Potwierdzają to także badania Lowa [92].

Rerat i wsp. [125] obserwowali szybsze wchłanianie wolnej metioniny w porównaniu z metioniną pochodzącą z białka mączki rybnej, chociaż tylko w ciągu pierwszej godziny po podaniu paszy. Według Pike'a [113], duża dostępność aminokwasów z białka mączki rybnej oraz ich wchłanianie we właściwych (dla syntezy białka) proporcjach, powoduje, że dodatek szybko wchłanianych syntetycznych aminokwasów narusza naturalną równowagę i zakłóca syntezę białka w organizmie.

Wielu autorów podkreśla, że wszystkie aminokwasy egzogenne muszą się dostawać do krwi, aby wykorzystanie białka z pokarmu i jego synteza w organizmie były efektywne [53, 54, 60, 7, 20]. Aminokwasy

endogenne, których równoczesna obecność jest także konieczna, są zdaniem Coxa i Muellera [wg 53] syntetyzowane w miarę potrzeby, pod warunkiem, że w paszy, oprócz aminokwasów egzogennych, jest dostateczna ilość azotu „endogennego” potrzebnego do syntezy aminokwasów niezasadniczych [64]. Według Robinsona i Bakera [129], stosunek azotu „egzo-” do „endogennego” w dawkach dla rosnących świń powinien wynosić około 0,7:1. Aminokwasy endogenne mogą być prawdopodobnie syntetyzowane z prostych związków azotowych, np. z mocznika lub soli amonowych [82, 145], chociaż zdaniem Sauberlicha [137] oraz Zimmermana [173], w żywieniu młodych, intensywnie rosnących organizmów, aminokwasy endogenne powinny być obecne w dawkach, gdyż poziom i tempo ich syntezy mogą być niewystarczające dla zapewnienia optymalnego wzrostu.

Pewien modyfikujący wpływ na ilość i proporcje między aminokwasami dostępnymi do syntezy białka mogą mieć aminokwasy wcześniej zgromadzone w organizmie w formie tzw. labilnych rezerw białka, uruchamianych w miarę potrzeby dla uzupełnienia brakujących aminokwasów [1, 45]. Koncepcję białka zapasowego potwierdzają badania innych autorów [m.in. 94, 96, 56, 115]. Według Saida i Hegsteda [135], Stocklanda i wsp. [147] oraz Egguma [45], organizm zwierzęcy wykazuje największą zdolność do gromadzenia lizyny oraz leucyny, tzn. aminokwasów o wolniejszym tempie katabolizmu [63]. Możliwość ta nie dotyczy raczej treoniny, tryptofanu, izoleucyny oraz aminokwasów siarkowych [57, 95, 96, 75], chociaż Anantharaman i wsp. [3] oraz Carpenter i Anantharaman [28], podając szczurom i kurczętom dietę bez metioniny, nie stwierdzili spadku retencji azotu i przyrostów masy ciała w porównaniu z żywieniem tych zwierząt białkiem dobrej jakości.

Uzupełnieniem niedoborowych białek paszy może być także azot endogenny wydzielany do przewodu pokarmowego i częściowo ponownie wchłaniany [143, 144, 179], jednak jego rola jako źródła aminokwasów dla organizmu nie jest w pełni poznana. Wątpliwe jest także znaczenie aminokwasów uwalnianych i syntetyzowanych przez bakterie w jelicie ślepym i grubym [177, 178, 66, 97, 92, 23, 87].

Podsumowując dotychczasowe rozważania, zmienne efekty stosowania syntetycznych aminokwasów w żywieniu zwierząt monogastycznych tłumaczyć można następującymi czynnikami:

- różną szybkością trawienia białek związaną z ich rozpuszczalnością i tempem przechodzenia treści przez przewód pokarmowy,
- różnym stopniem trawienia białek i wynikającą z tego różną dostępnością poszczególnych aminokwasów z białka paszy,
- nie równoczesnym uwalnianiem aminokwasów z białek pasz,
- selektywnym wchłanianiem aminokwasów z przewodu pokarmo-

wego i licznymi antagonizmami między nimi co może wpływać na proporcje między aminokwasami dostępnymi do syntezy białka,

— większą szybkością wchłaniania aminokwasów syntetycznych niż uwalnianych z białek naturalnych a w związku z tym ich ewentualną wzmożoną dezaminacją i dalszym katabolizmem co w rezultacie powoduje, że uzupełnienie staje się nieefektywne a cenne aminokwasy są tracone, ograniczając lub pogarszając nawet syntezę białka w wyniku niewykorzystania także aminokwasów wchłoniętych później — po strawieniu białka paszy,

— oddziaływaniem innych składników paszy na trawienie białek, wchłanianie aminokwasów i ich dalsze wykorzystanie (węglowodany, składniki mineralne, witaminy, antybiotyki, poziom energetyczny dawek),

— nieznaną dokładnego zapotrzebowania zwierząt na aminokwasy.

Szczególnie istotny wpływ na wykorzystanie białek uzupełnionych syntetycznymi aminokwasami wydaje się mieć szybkie tempo wchłaniania tych dodatków w porównaniu z aminokwasami pochodzącymi z białek większości pasz stosowanych w żywieniu zwierząt monogastycznych. W związku z tym nasuwa się pytanie, czy opóźnione podawanie syntetycznych aminokwasów lub opóźnienie ich wchłaniania z przewodu pokarmowego może przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania niedoborowego białka i uzupełniających go wolnych aminokwasów.

Najwcześniejsze prace z tego zakresu [Berg i Rose, wg 70, Geiger, 53, Henderson i Haris, wg 170] nie wykazały pozytywnego efektu opóźnionego podawania lizyny, metioniny ani tryptofanu. Zdaniem Geigera [wg 170], efektywne uzupełnianie brakującego aminokwasu możliwe jest w czasie nie dłuższym niż 4—5 godzin po podaniu paszy, kiedy w jelitach znajduje się jeszcze odpowiednia ilość niedoborowego białka.

Yang i wsp. [170] nie stwierdzili istotnych różnic między szczurami otrzymującymi syntetyczną lizynę wraz z paszą lub z opóźnieniem 4-, 8-, 12- i 16-godzinnym, chociaż zaznaczył się pewien spadek przyrostów masy ciała, wykorzystania azotu i wartości biologicznej białka przy dłuższych niż 8 godzin przerwach w podawaniu paszy i lizyny. W kolejnym eksperymencie Yanga i wsp. [171], który był powtórzeniem badań Geigera z 1947 r., opóźnione o 12 godzin podawanie lizyny dało gorsze wyniki niż uzyskane u szczurów otrzymujących równocześnie paszę i dodatek lizyny a także tryptofanu. W innym doświadczeniu tych samych autorów [171] wykazano, że lizyna podana z opóźnieniem może być jednak wykorzystana przez szczury, chociaż gorzej niż podana razem z paszą. Wyniki późniejszych badań Yanga i wsp.

[172] potwierdziły, że opóźniony o 12 godzin dodatek lizyny może być wykorzystany, natomiast jest to niemożliwe w przypadku tryptofanu.

Howe i Dooley [70] nie stwierdzili wpływu czasu uzupełniania niedoborowej w lizynę i treoninę diety na wzrost szczurów przy żywieniu ograniczonym, natomiast podawanie paszy i aminokwasów równocześnie było bardziej efektywne niż podawanie aminokwasów z 6-godzinny opóźnieniem przy żywieniu *ad libitum*.

Jabłoński i wsp. [74], badając optymalny czas uzupełniania diety glutenowej lizyną, stwierdzili najwyższe tempo wzrostu szczurów przy dodatku lizyny do paszy, a najniższe — przy podawaniu lizyny rozpuszczonej w wodzie po 2 godzinach po karmieniu. Natomiast najmniejsze zużycie paszy i najwyższy wskaźnik NPU były przy 1-godzinnym opóźnieniu w podawaniu lizyny. Stwierdzono też pozytywny wpływ opóźnionego o 1 godzinę dodatku lizyny na zawartość białka w tuszkach. Podawanie lizyny w diecie powodowało nadmierne otłuszczenie zwierząt.

Świtoniak i wsp. [149], podając szczurom metioninę 1 godzinę przed karmieniem, razem z paszą oraz 1 lub 2 godziny po karmieniu, stwierdzili największe przyrosty szczurów przy równoczesnym podawaniu metioniny i paszy; najmniej korzystne było 2-godzinne opóźnienie.

Rafalski i wsp. [121] nie obserwowali wpływu różnego czasu podawania metioniny na zawartość białka w ciele szczurów, natomiast aminokwas ten podawany 1 lub 2 godziny po karmieniu obniżał ilość tłuszczu w tuszkach. W innym doświadczeniu Rafalskiego i wsp. [122], w którym szczurom podawano wodny roztwór tryptofanu w różnym czasie w stosunku do paszy, najwyższe tempo wzrostu zwierząt oraz wskaźniki PER i NPU stwierdzono przy podawaniu tryptofanu 1 godzinę po karmieniu.

Jabłoński i wsp. [73], uzupełniając różne białka ich niedoborowymi aminokwasami stwierdzili, że jedynie dodatek tryptofanu opóźniony o 1 lub 2 godziny w stosunku do paszy, dawał lepszy wynik PER niż podawanie tego aminokwasu razem z paszą. Natomiast lizyna uzupełniająca gluten, metionina — kazeinę oraz metionina i cystyna — białko grochu były najbardziej efektywne przy równoczesnym pobieraniu białka i syntetycznych aminokwasów przez szczury. Opóźniony o 1 godzinę dodatek lizyny i aminokwasów siarkowych miał jednak korzystny wpływ na przyrost białka w ciele zwierząt w przeciwieństwie do opóźnionego dodatku tryptofanu.

Jedna godzina po karmieniu jako optymalny czas uzupełniania białka limitującym aminokwasem, stwierdzony w niektórych przytoczonych pracach, jest zgodna z obserwacjami innych autorów, że maksymalny przepływ treści z żołądka do jelita cienkiego i najbardziej intensywne

trawienie białek oraz wchłanianie uwolnionych aminokwasów następuje w tym właśnie czasie [69, 122, 178, 18].

Wyniki doświadczeń przeprowadzonych na świniach, którym wolne aminokwasy podawano z opóźnieniem w stosunku do paszy, również nie są jednoznaczne. Ostrowski i wsp. [110] stosowali w żywieniu tuczników dodatek syntetycznej lizyny i metioniny wraz z paszą lub w roztworze wodnym podawanym w 2 godziny po odpasie. Autorzy ci nie obserwowali różnicowania przyrostów dziennych, strawności i retencji azotu, stwierdzili natomiast niekorzystny wpływ opóźnionego podawania lizyny i metioniny na wykorzystanie białka (zużycie na 1 kg przyrostu) oraz na jakość rzeźną tusz. Walz [161, 162], dodając syntetyczną lizynę do mieszanki lub podając ją w trzech dawkach: 25% z paszą, 25% po 1 godzinie i 50% po 2 godzinach po karmieniu (roztwór wodny z dodatkiem sacharozy), nie stwierdził wpływu sposobu podawania tego aminokwasu na wyniki tuczu świń i metabolizm białka, chociaż u tuczników otrzymujących opóźniony dodatek lizyny dzienna retencja azotu wrastała dłużej, tj. do masy ciała około 85 kg, niż u zwierząt otrzymujących lizynę tylko wraz z paszą. Rerat i Bourdon [124] stwierdzili, że dodatek brakującego aminokwasu (lizyna) do niedoborowej dawki opóźniony o więcej niż 10 godzin jest niekorzystny a im dłuższa przerwa tym gorsze wyniki tuczu świń.

W kilku doświadczeniach porównywano łączne lub oddzielne podawanie pasz nisko i wysoko białkowych uzupełnionych syntetycznymi aminokwasami. Loughon i Gire [91] stwierdzili wyższe przyrosty świń i lepsze wykorzystanie paszy gdy oddzielnie podawana kukurydza była uzupełniona lizyną niż przy dodatku lizyny do śruty sojowej, przy czym czas podawania tych pasz (rano lub wieczorem) nie miał wpływu na wyniki. Natomiast Rerat i Bourdon [124] podkreślają, że w doświadczeniu o podobnych założeniach zwierzęta wyraźniej pozytywnie reagowały na dodatek lizyny w dawce wieczornej niż porannej. Witczak i wsp. [168] stwierdzili korzystny wpływ na retencję i wykorzystanie azotu przy uzupełnianiu lizyną i metioniną mieszanki nisko białkowej lub koncentratu białkowego i oddzielnym podawaniu tych pasz, natomiast uzupełnienie kompletnej mieszanki (pasza nisko białkowa z koncentratem) aminokwasami wpływało dodatnio na przyrosty masy ciała tuczników. Wyższe przyrosty przy łącznym podawaniu zboża i dodatku białkowego w porównaniu z oddzielnym podawaniem tych pasz obserwowali także Eggert i wsp. [wg 38] oraz Loughon i Gire [91].

Pozytywny wpływ na wykorzystanie syntetycznych aminokwasów dodawanych do paszy może mieć zwiększona częstotliwość ich podawania w ciągu doby. Badania Batterhama [8], Batterhama i O'Neill [11] oraz Batterhama i Murisona [9] wykazały, że rosnące świnię lepiej wy-

korzystują wolną lizynę gdy jest ona podawana 6 razy dziennie w porównaniu z jednokrotnym podawaniem całej dawki. Zdaniem tych autorów, dzięki większej częstotliwości karmienia, aminokwasy potrzebne do syntezy białka wchłaniane są w bardziej właściwych ilościach i proporcjach, co sprzyja lepszemu ich wykorzystaniu. Ocena zapotrzebowania na lizynę określona przy jednorazowym podawaniu uzupełnionej paszy jest, zdaniem Batterhama, nieprawidłowa; zapotrzebowanie to jest wówczas większe niż rzeczywiste a wynika z niepełnego wykorzystania lizyny podawanej jeden raz dziennie. Autor ten podkreśla, że wolna lizyna dodana do paszy skarmianej jeden raz dziennie jest wykorzystywana w około 50% w porównaniu z sześciokrotnym karmieniem. Podobną wartość można, zdaniem Batterhama, przyjąć dla innych aminokwasów [9].

Badania innych autorów potwierdziły wyniki prac Batterhama. Dwukrotne [125], czterokrotne [19, 119], sześciokrotne [161] a nawet dziewięciokrotne [40] podawanie paszy uzupełnionej syntetycznymi aminokwasami dawało lepsze efekty w żywieniu świń i szczurów niż mniej częste karmienie (wyższy stopień syntezy białka w organizmie, lepsze umięśnienie tusz, wyższe przyrosty masy ciała).

Raczyński i Buraczewska [120], w badaniach na szczurach, stwierdzili, że wpływ częstotliwości karmienia na wykorzystanie białka diety zależy od rodzaju tego białka. Białka zbilansowane (albumina jaja, kazeina) są wykorzystywane tak samo dobrze przy jedno- jak i czterokrotnym podawaniu: białka niedoborowe uzupełnione syntetycznymi aminokwasami mogą być lepiej wykorzystane przy częstszym podawaniu.

Opóźnione lub wielokrotne podawanie aminokwasów syntetycznych, mimo stwierdzonych w niektórych pracach korzystnych efektów takiego ich stosowania wydaje się zbyt pracochłonne i trudne do zastosowania w praktyce. Inną możliwością poprawy wykorzystania białka uzupełnionego syntetycznymi aminokwasami może być podawanie aminokwasów w formie preparatów, z których byłyby one uwalniane i wchłaniane z pewnym opóźnieniem w porównaniu z aminokwasami podawanymi w formie wolnej. Preparaty takie mogłyby być dodawane do mieszanek lub koncentratów białkowych bez konieczności opóźnionego lub częstszego ich podawania. W doświadczeniach Kierczyńskiej-Górskiej [77], zastosowanie żelatynowych preparatów lizyny i metioniny w żywieniu tuczników spowodowało zwiększenie przyrostów a także poprawę jakości tusz w porównaniu z dodatkiem aminokwasów w formie wolnej. Szczególnie dodatni wpływ miała „chroniona” lizyna, zwłaszcza gdy dodawano ją do śruty jęczmiennej będącej jedynym źródłem białka w mieszance. Aminokwasy „chronione” wykazywały

korzystny wpływ na wyniki produkcyjne w całym okresie tuczu w przeciwieństwie do aminokwasów wolnych, których dodatnie działanie zaznaczyło się tylko w początkowej fazie tuczu. Forma w jakiej podawano aminokwasy nie miała jednak wpływu na retencję i wykorzystanie azotu.

Badania nad różnymi sposobami poprawienia efektywności stosowania syntetycznych aminokwasów w żywieniu zwierząt monogastrycznych nie pozwalają w tej chwili na wyciągnięcie ostatecznych wniosków. Wydaje się jednak, iż rysują się pewne perspektywy w tym zakresie. Pogłębiający się deficyt i stały wzrost cen pasz białkowych, szczególnie tych, które zawierają białka o wysokiej wartości odżywczej, skłaniają do prowadzenia dalszych poszukiwań możliwości poprawienia wartości pokarmowej pasz podstawowych, między innymi poprzez poznanie warunków w jakich uzupełnianie dawek syntetycznych aminokwasami byłoby najbardziej efektywne.

LITERATURA

1. Allison J.B. i in.: *J. Nutr.*, 84, 4, 383—388, 1964
2. Anantharaman K.: *Proc. Nutr. Soc.*, 29, 1, 5A—6A, 1970
3. Anantharaman K., Carpenter K.J., Nesheim M.C.: *Br. J. Nutr.*, 22, 2, 199—205, 1968
4. Anderson J.T., Nasset E.S.: *J. Nutr.*, 36, 6, 703—720, 1948
5. Angelow A.S.: *Životnovodni Nauki*, 12, 6, 62—68, 1975
6. Baker D.H., Ketz R.S., Easter R.A.: *J. Anim. Sci.*, 40, 5, 851—856, 1975
7. Barrows C.H., Jr., Chow B.F.: *Protein and amino acid nutrition*, Ac. Press INC., LTD, NY and London, 117—142, 1959
8. Batterham E.S.: *Br. J. Nutr.*, 31, 2, 237—242, 1974
9. Batterham E.S., Murison R.D.: *Br. J. Nutr.*, 46, 1, 87—92, 1981
10. Batterham E.S., Murison R.D., Lewis C.E.: *Br. J. Nutr.*, 41, 2, 383—391, 1979
11. Batterham E.S., O'Neill G.H.: *Br. J. Nutr.*, 39, 2, 265—270, 1978
12. Bell J.M., i in.: *J. Nutr.*, 40, 5, 551—561, 1950
13. Bouard J.P., Castaing J., Leuillet M.: *J. Rech. Porcine en France*, 145—151, 1974
14. Braude R., Esnaola M.A.: *Br. J. Nutr.*, 30, 3, 437—445, 1975
15. Braude R. i in.: *Br. J. Nutr.*, 27, 1, 169—176, 1972
16. Brown J.A., Cline T.R.: *J. Anim. Sci.*, 35, 5, 1102 (abstr.), 1972
17. Brown J.A., Cline T.R.: *J. Nutr.*, 104, 5, 542—545, 1974
18. Buraczewska L.: *Rozprawa habilitacyjna*, PAN, Inst. Fizjol. Żyw. Zw., Jabłonna, zesz. 5, 1—77, 1976
19. Buraczewska L.: *3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr.*, Braunschweig, poz. 29, 1980
20. Buraczewska L., Buraczewski S., Raczyński G.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 126, 163—170, 1972

21. Buraczewska L., i in.: Roczn. Nauk rol., B, 94, 4, 123—134, 1973
22. Buraczewski S.: Roczn. Nauk rol., D, 124, 1—71, 1970
23. Buraczewski S.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 14, 1980
24. Buraczewski S., i in.: Proc. Nutr. Soc., 29, 2, 51A—52A, 1970
25. Buraczewski S., i in.: Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 126, 135—140, 1972
26. Carlson K.H., Bayley H.S.: J. Nutr., 100, 11, 1353—1361, 1970
27. Carpenter K.J.: Biochem. J., 77, 3, 604—610, 1960
28. Carpenter K.J., Anantharaman K.: Br. J. Nutr., 22, 2, 183—197, 1968
29. Chachułowa J., i in.: Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Zoot., 14, 7—22, 1978
30. Chachułowa J., i in.: Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Zoot., 15, 9—24, 1979
31. Chachułowa J., i in.: Roczn. Nauk rol., B, 101, 3, 183—198, 1983
32. Chachułowa J., i in.: Roczn. Nauk rol., B, 101, 3, 137—149, 1983
33. Chachułowa J., i in.: Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Zoot., w druku
34. Chachułowa J., Sokół J., Witczak F.: Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Zoot., 12, 9—20, 1976
35. Chachułowa J., Sokół J., Witczak F.: Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 192, 143—150, 1977
36. Clawson A.J., Barrick E.R., Smart W.W.G., Jr., J. Anim. Sci., 22, 4, 1027—1032, 1963
37. Cmiljanič R.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 24, 1980
38. Cunha T.J.: Swine feeding and nutrition. Interscience Publishers, INC, LTD, NY and London, 1957
39. Dammers J.: Praca doktorska, Inst. voor Veevoedingsonderzoek „Hoorn”, 1964
40. Danfaer A.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 41, 1980
41. Daub M.: W: Proc. International Conference on Feed Additives, Budapest, 1981
42. De Muelenaere H.J.H., Chean M.L., Harper A.E.: J. Nutr., 74, 2, 125—130, 1961
43. De Muelenaere H.J.H., Chen M.L., Harper A.E.: J. Agric. Food Chem., 15, 2, 318—323, 1967
44. Easter R.A., Baker D.H.: J. Anim. Sci., 50, 3, 467—471, 1980
45. Eggum B.O.: Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg, København, 406, 1973
46. Erbersdobler H., Weber G., Gunsser I.: Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde., 29, 6, 325—334, 1972
47. Evans R.E.: J. Agric. Sci., 54, 2, 266—272, 1960
48. Evans R.E.: J. Agric. Sci., 57, 1, 111—119, 1961
49. Ford J.E., Hewitt D.: Br. J. Nutr., 41, 2, 341—352, 1979
50. Fuchs B.: Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 192, 151—166, 1977
51. Fuller M.F., i in.: Br. J. Nutr., 41, 2, 321—331, 1979
52. Fuller M.F., Mennie J., Crofts R.M.J.: Br. J. Nutr., 41, 2, 333—340, 1979
53. Geiger E.: J. Nutr., 34, 1, 97—111, 1947
54. Geiger E.: J. Nutr., 36, 6, 813—819, 1948
55. Glapś J., Dejneka F.: Roczn. Nauk rol., B, 91, 1, 15—25, 1969

56. Gous R.M., Du Preez J.J.: *Br. J. Nutr.*, 34, 1, 113—118, 1975
57. Grimble R.F., Whitehead R.G.: *Br. J. Nutr.*, 24, 2, 557—564, 1970
58. Grzeszczak-Świetlikowska U.: *Praca habilitacyjna*, SGGW Warszawa, 1967
59. Gundel J., Babinszky L., Votisky E.: *VI Intern. Symp. Amino Acids*, Serock, Poland, 1981
60. Gupta J.D., Dakroury A.M., Harper A.E.: *J. Nutr.*, 64, 3, 447—456, 1958
61. Gupta J.D., i in.: *J. Nutr.*, 64, 2, 259—270, 1958
62. Hennig A., i in.: *Tagungsbericht*, 124, 143—151, 1974
63. Henry Y.: *3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr.*, Braunschweig, poz. 68, 1980
64. Henry Y., Pion R., Rerat A.: *World Rev. Anim. Prod.*, 12, 1, 9—32, 1976
65. Herrmann U., i in.: *Tagungsberichten* 124, 107—117, 1974
66. Holmes J.H.G., i in.: *Br. J. Nutr.*, 32, 2, 479—489, 1974
67. Homb T., Matre T.: *Z. Tierphysiol., Tierrernährg. u. Futtermittelkde*, 28, 2, 86—102, 1971
68. Homb T., Matre T.: *W: Paper dedicated to Professor Johannes Moustgaard*, The Royal Danish Agricultural Society, Copenhagen, 105—109, 1981
69. Horszczaruk F.: *Praca habilitacyjna*, PAN, Inst. Fizj. Żyw. Zw., Jabłonna, 1—78, 1970
70. Howe E.E., Dooley C.L.: *J. Nutr.*, 81, 4, 379—382, 1963
71. Ivan M., Farrell D.J., Edey T.N.: *Anim. Prod.*, 20, 2, 267—276, 1975
72. Ivan M., Farrell D.J., Edey T.N.: *Anim. Prod.*, 20, 3, 277—285, 1975
73. Jabłoński E., Banaszczyk B., Rafalski H.: *W: Postęp Naukowo-Techniczny a Intensyfikacja Produkcji Białka*, t. III, 679—691, 1978
74. Jabłoński E., i in.: *Roczn. PZH*, 26, 4, 463—469, 1975
75. Jabłoński E., Świtoniak T., Rafalski H.: *Roczn. PZH*, 28, 1, 37—43, 1977
76. Jarow I.I., i in.: *Životnovodstvo*, 6, 64—65, 1976
77. Kierczyńska-Górska M.: *Praca doktorska*, SGGW-AR Warszawa, 1982
78. Kierczyńska-Górska M., i in.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 239, 133—139, 1982
79. Kierczyńska-Górska M., i in.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 101, 3, 101—121, 1983
80. Kiriyama S., Suzuki T., Iwao H.: *Agric. Biol. Chem.*, 35, 12, 1844—1851, 1971
81. Koreleski J., i in.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 93, 4, 119—127, 1971
82. Koszarow A.N., i in.: *Sel.-Choz. Biol.*, 10, 1, 82—87, 1975
83. Kumta U.S., Harper A.E.: *J. Nutr.*, 70, 2, 141—146, 1960
84. Kumta U.S., Harper A.E.: *J. Nutr.*, 74, 2, 139—149, 1961
85. Kumta U.S., Harper A.E., Elvehjem C.A.: *J. Biol. Chem.*, 233, 6, 1505—1508, 1958.
86. Lebediew A.A.: *Životnovodstvo*, 6, 64—65, 1966
87. Lenis N.P.: *VI Intern. Symp. Amino Acids*, Serock, Poland, 1981
88. Lewicki C., Flis M., Tywończuk J.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 192, 119—130, 1977
89. Lewicki C., Flis M., Tywończuk J.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 192, 131—141, 1977
90. Lewicki C., Liss T.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 117, 117—122, 1971

91. Loughnon J., Gire A.M.: *Annales de Zootechnie*, 25, 3, 427—428, 1976
92. Low A.G.: *Br. J. Nutr.*, 41, 1, 147—156, 1979
93. Low A.G., Pittman R.J., Fulford R.J.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 71, 1980
94. Lubaszewska S.: Praca doktorska, PAN, Inst. Fizj. Żyw. Zw., Jabłonna, 1972
95. Lubaszewska S., Pastuszewska B.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 126, 179—183, 1972
96. Lubaszewska S., Pastuszewska B., Kielanowski J.: *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde*, 3, 1 3, 120—128, 1973
97. Mason V.C., Just A., Bech-Andersen S.: *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde*, 36, 6, 310—324, 1976
98. Matthews D.M.: *Proc. Nutr. Soc.*, 31, 2, 171—177, 1972
99. Meade R.J., Dukelow W.R., Grant R.S.: *J. Anim. Sci.*, 25, 1, 58—63, 1966
100. Meade R.J., Dukelow W.R., Grant R.S.: *J. Anim. Sci.*, 25, 25, 1, 78—82, 1966
101. Müller Z.: *Międzyn. Czas. Roln.*, 6, 60—62, 1966
102. Müller Z., i in.: *Biol. Chem. Výživy Zviřat*, 3, 5, 399—410, 1967
103. Müller Z., Rozman J.: *Biol. Chem. Výž. Zviř.*, 4, 5—6, 433—440, 1968
104. Navrátil B., Vlček A.: *Sbornik Vědeckých Praci, Výžk. Ustav Výž. Zviřat, Pohořelice*, 8, 19—43, 1970
105. Navrátil B., Vlček A.: *Sbornik Vědeckých Praci. Ustav Výž. Zviřat, Pohořelice*, 8, 59—79, 1970
106. Navrátil B., Vlček A.: *Biol. Chem. Výž. Zviř.*, 7, 4, 357—367, 1971
107. Navrátil B., Vlček A.: *Biol. Chem. Výž. Zviř.*, 7, 4, 367—376, 1971
108. Nielsen H.E., i in.: *J. Anim. Sci.*, 22, 2, 454—457, 1963
109. Ninkov V., Bokorov T.: *Zbor. Radova Ins., Stoc. Novi Sad*, 778, 127—150, 1974
110. Ostrowski H., i in.: *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 3/4, 5—21, 1972
111. Ousterhout L.E., Grau C.R., Lundholm B.D.: *J. Nutr.*, 69, 1, 65—73, 1959
112. Pieniążek D., Rakowska M., Kunachowicz H.: *Br. J. Nutr.*, 34, 2, 163—173, 1975
113. Pike I.H.: W: *Materiały z Sympozjum nt. „Produkcja i stosowanie mączek rybnych”*, Szczecin, 132—155, 1977
114. Poleacu J., Pálámaru E., Isar M.: *Tagungsbericht*, 124, 139—142, 1974
115. Ponomarenko W., i in.: *Roczn. PZH*, 28, 2, 181—186, 1977
116. Poppe S.: *Tagungsbericht*, 142, 77—83, 1976
117. Porter J.W.G., Rolfs B.A.: *Proc. Nutr. Soc.*, 30, 1, 17—25, 1971
118. Preš J., Fritz Z.: *Nowe Rolnictwo*, 5, 19—21, 1971
119. Raczyński G., Buraczewska L.: *PZH*, 31, 5, 479—485, 1980
120. Raczyński G., Buraczewska L.: *VI Intern. Symp. Amino Acids, Serock, Poland*, 1981
121. Rafalski H., Jabłoński E., Banaszczyk B.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 41a, 1980
122. Rafalski H., Jabłoński E., Ponomarenko W.: *Roczn. PZH*, 25, 2, 179—189, 1974
123. Reimer D., Meade R.J., Grant R.S.: *J. Anim. Sci.*, 23, 2, 404—408, 1964
124. Rerat A., Bourdon D.: *Annales de Zootechnie*, 24, 4, 788, 1975

125. Rerat A., Corring T., Laplace J.P.: 1-st EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Publ. 16, 97—138, 1976
126. Rerat A., i in.: J. Rech. Porcine en France, 39, 1979
127. Rerat A., i in.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 20, 1980
128. Robinson D.W.: Proc. Nutr. Soc., 24, 1, III—IV, 1965
129. Robinson K.R., Baker D.H.: J. Anim. Sci., 45, 1, 113—118, 1977
130. Rogers Q.R., i in.: J. Nutr., 72, 3, 331—339, 1960
131. Rolls B.A., Porter J.W.G., Westgarth D.R.: Br. J. Nutr., 28, 3, 283—293, 1972
132. Rosenberg H.R.: W: Protein and amino acid nutrition. Acad. Press INC, LTD, N.Y. and London, 381—417, 1959
133. Rozman J., i in.: Biol. Chem. Výživy Zviřat, 4, 5—6 441—447, 1968
134. Ryś R.: Przegląd Hodowlany, 15—16, 39—44, 1968
135. Said A.K., Hegsted D.M.: J. Nutr., 100, 11, 1363—1375, 1970
136. Sauberlich H.E.: J. Nutr., 74, 3, 289—297, 1961
137. Sauberlich H.E.: J. Nutr., 74, 3, 298—306, 1961
138. Sauer W.C., Giovannetti P.M., Stothers S.C.: Can. J. Anim. Sci., 54, 1, 97—105, 1974
139. Schadereit R., i in.: Tagungsberichte 142, 93—98, 1976
140. Schüler D., Bodenstein K.H., Voigt C.: Arch. Tierernährg., 24, 3, 227—233, 1974
141. Sharda D.P., Mahan D.C., Wilson R.F.: J. Anim. Sci., 42, 5, 1175—1181, 1976
142. Silk D.B.A., i in.: Br. J. Nutr., 33, 1, 95—100, 1975
143. Sinieszczekow A.D.: Vestnik Sel.-Choz. Nauki, 9, 5, 60—66, 1964
144. Snook J.T., Meyer J.H.: J. Nutr., 83, 1, 94—102, 1964
145. Sokół J.: Praca doktorska, SGGW-AR Warszawa, 1978
146. Soldevila M., Meade R.J.: J. Anim. Sci., 23, 2, 397—403, 1964
147. Stockland W.L., Meade R.J., Melliere A.L.: J. Nutr., 100, 8, 925—933, 1970
148. Świetlikowska U.: Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 101, 201—207, 1970
149. Świtoniak T., i in.: Roczn. PZH, 28, 1, 45—50, 1977
150. Tasaki I., Takahashi N.: J. Nutr., 88, 4, 359—364, 1966
151. Taverner M.R.: Anim. Prod., 20, 3, 413—419, 1975
152. Taylor T.G., Walker M.D.: Proc. Nutr. Soc., 34, 1, 1A, 1975
153. Tkaczew I.F.: Vestnik Sel.-Choz. Nauki, 9, 45—50, 1975
154. Tomme M.F., Krochina W.A.: Tagungsberichte 142, 101—113, 1976
155. Tooley P.J.: Proc. Nutr. Soc., 31, 1, 2A, 1972
156. Urbańczyk J.: Biul. Inf. Przem. Pasz., 17, 3, 24—33, 1978
157. Vipperman P.E., Jr., i in.: J. Anim. Sci., 22, 3, 674—678, 1963
158. Wahlstrom R.C., Libal G.W.: J. Anim. Sci., 38, 6, 1261—1266, 1974
159. Walz O.P.: Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde, 36, 3, 119—138, 1976
160. Walz O.P.: Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde, 36, 3, 139—150, 1976
161. Walz O.P.: 3-rd EAAP Symp. Protein Met. Nutr., Braunschweig, poz. 28, 1980
162. Walz O.P.: Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde, 46, 2, 113—124, 1981

163. Welch J.G., Cordts R.H., Vander Noot G.W.: *J. Anim. Sci.*, 25, 3, 806—808, 1966
164. Witczak F., Chachułowa J.: *Zesz. Nauk. AR w Warszawie, Zoot.*, 9, 31—41, 1973
165. Witczak F., Chachułowa J.: *Zesz. Nauk. AR w Warszawie, Zoot.*, 10, 10—21, 1974
166. Witczak F., Chachułowa J.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 97, 4, 25—36, 1976
167. Witczak F., i in.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, 101, 211—217, 1970
168. Witczak F., i in.: *Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Zoot.*, 16, 9—28, 1980
169. Witczak F., i in.: *Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Zoot.*, 14, 23—35, 1978
170. Yang S.P., Clark H.E., Vail G.E.: *J. Nutr.*, 75, 2, 241—246, 1961
171. Yang S.P., Steinhauer J.E., Mastersom J.E.: *J. Nutr.*, 79, 2, 257—261, 1963
172. Yang S.P., Tilton K.S., Ryland L.L.: *J. Nutr.*, 94, 2, 178—184, 1968
173. Zimmerman D.R.: *J. Anim. Sci.*, 40, 5, 871—874, 1975
174. Żebrowska T.: *Roczn. Nauk. rol.*, B, 93, 4, 77—88, 1971
175. Żebrowska T.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 95, 1, 115—133, 1973
176. Żebrowska T.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 95, 1, 135—155, 1973
177. Żebrowska T.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 95, 3, 85—90, 1973
178. Żebrowska T.: *Praca habilitacyjna, PAN, Inst. Fizj. Żyw. Zw., Jabłonna*, 1—51, 1975
179. Żebrowska T., Buraczewska L.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 94, 1, 81—96, 1972
180. Żebrowska T., Buraczewska L.: *Roczn. Nauk rol.*, B, 94, 1, 97—109, 1972
181. Żebrowska T., Żebrowska H., Low A.G.: *Proc. Nutr. Soc.*, 40, 2, 31A, 1981