

# WARTOŚĆ POKARMOWA NASION ŁUBINÓW ORAZ WARTOŚĆ BIOLOGICZNA BIAŁKA ZESTAWÓW ZBOŻOWO-ŁUBINOWYCH W BADANIACH NA SZCZURACH LABORATORYJNYCH

Anna Kotlarz

*Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Szczecin*

## 1 WPROWADZENIE

Opłacalność produkcji zwierzęcej w dużym stopniu związana jest z kosztami poniesionymi na żywienie zwierząt, szczególnie w odniesieniu do intensywnej produkcji drobiu i trzody chlewnej, gdzie stanowią one 60 – 70% kosztów całkowitych. Intensywna produkcja wymaga zastosowania odpowiednich pełnoporcjowych mieszanek treściwych. Mieszanki powinny charakteryzować się wysoką koncentracją składników pokarmowych oraz odpowiednim zgodnym z zapotrzebowaniem zwierząt stosunkiem wysokiej jakości białka do energii. Spełnienie tego warunku pozwoli uzyskać wysoką produkcję przy możliwie jak najmniejszym zużyciu paszy, co w rezultacie obniży koszt jednostkowy produkcji.

Głównym komponentem mieszanek są zboża, które poprzez swój wysoki udział mogą dostarczać nawet ponad 50% białka ogólnego. Jest to jednak białko niepełnowartościowe charakteryzujące się głównie niedoborem lizyny. Pozostała brakująca ilość białka pochodzi z pasz wysokobiałkowych roślinnych i zwierzęcych. Mają one za zadanie, w jak największym stopniu uzupełnić niedobory aminokwasowe występujące w zbożach tak, aby uzyskany skład białka gotowej mieszanki odpowiadał zapotrzebowaniu zwierząt. Pasze pochodzenia zwierzęcego cechuje białko o wysokiej jakości, bogate w lizynę i aminokwasy siarkowe, niestety wysoka cena oraz możliwość zakażenia salmonellą, ogranicza ich zastosowanie. Z pasz roślinnych najbardziej zrównoważonym składem aminokwasowym, który można łatwo skorygować przez dodatek syntetycznych aminokwasów, wyróżniają się

nasiona soi oraz produkty jej przerobu stosowane powszechnie na całym świecie. Nie możemy jednak zapomnieć o tańszych krajowych paszach wysokobiałkowych, do których zaliczamy między innymi nasiona łubinu. Spośród wszystkich uprawianych gatunków, największą zawartością białka charakteryzują się nasiona łubinu żółtego, które w małym stopniu ustępują pod tym względem soi i produktom jej przerobu. Dlatego też w Polsce i innych krajach europejskich prowadzi się liczne badania naukowe dotyczące hodowli nowych odmian łubinów i ich wartości pokarmowej. W konsekwencji otrzymano odmiany o wczesnym zdeterminowanym typie wzrostu oraz również wcześniej dojrzewające tzw. odmiany termoneutralne. Cechy te niosą ze sobą tzw. pozorną odporność na choroby wirusowe - co jest szczególnie ważne ze względu na brak odporności genetycznej. Wprowadzenie tych cech do nowych odmian łubinu, poprzez zmianę architektury roślin, skrócenie okresu wegetacji zwiększenie odporności na choroby wirusowe, bardzo wyraźnie zwiększyło wierność plonowania.

Pomimo dość licznych badań dotyczących wartości pokarmowej nasion łubinów, niewiele z nich bezpośrednio wiąże się z biologiczną oceną białka, zwłaszcza w połączeniu z innymi paszami. Określenie najkorzystniejszej z punktu widzenia oceny biologicznej białka kombinacji zbóż i strączkowych, może pozwolić na oszczędne gospodarowanie białkiem poprzez ustalenie jego optymalnego poziomu w dawkach pokarmowych oraz określenie wielkości dodatku białka zwierzęcego i aminokwasów syntetycznych. Właściwe zestawienie pasz pod względem

jakości białka powinno przyczynić się do obniżenia kosztów produkcji mieszanek treściwych.

## 2 CEL BADAŃ

Celem podjętych badań było poznanie:

- wartości pokarmowej nasion najbardziej wartościowych zdaniem hodowców odmian łubinów, różniących się architekturą i tempem wzrostu roślin wchodzących do uprawy w momencie rozpoczęcia badań
- biologicznej wartości białka nasion wybranych odmian spośród trzech gatunków łubinu oraz czterech gatunków zbóż (jęczmienia, pszenicy, pszenżyta i żyta)
- z którymi z czterech zbóż wybrane odmiany łubinów, będą się najlepiej uzupełniały pod względem jakości białka w zestawach paszowych zbożowo-łubinowych ocenianych na szczurach laboratoryjnych.

## 3 MATERIAŁ I METODY

Podstawowy materiał doświadczalny stanowiły nasiona 9 odmian łubinów pastewnych, reprezentujące wszystkie trzy uprawiane w Polsce gatunki tych roślin. Spośród łubinów żółtych do oceny wytypowano odmiany Amulet, Juno, Manru, Parys, Popiel, Radames i Teo. Łubin biały reprezentowała odmiana Bardo, a wąskolistny Sur. Wymienione odmiany żółtego łubinu zaliczane są do dwóch typów morfologicznych: tradycyjnego (konwencjonalnego), w obrębie którego wyróżnia się rośliny o tradycyjnej strukturze i tempie wzrostu (Amulet, Parys) oraz rośliny termoneutralne o tradycyjnej strukturze i szybkim tempie wzrostu, wcześniej dojrzewające (Juno, Popiel, Teo) i epigonalnego typu roślin samokończących wegetację, o zredukowanych rozgałęzieniach łodyg i równomiernie dojrzewających nasionach (Manru, Radames).

Nasiona pochodziły z trzech kolejnych lat zbiorów 1992–1994, z Poznańskiej Hodowli Roślin – SHR Wiatrowo oraz z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – ZDHR Przebędowo. Oprócz nasion łubinów materiał doświadczalny stanowiło również ziarno 4 gatunków zbóż: jęczmienia (Kroton), pszenicy (Olcha), pszenżyta (Presto), żyta (Dańkowskie Złote) zakupione w Centrali Nasiennej w Gryfinie.

### 3.1 Oznaczenia chemiczne

Podstawowy skład chemiczny ocenianych nasion łubinów oraz zbóż oznaczono metodami konwencjonalnymi. Celulozę izolowano z paszy mieszaniną kwasów octowego i azotowego, a ligninę – stężonymi kwasami siarkowym i solnym (Jacyno i wsp. 1983). Pentozany oznaczono metodą orcynowa opisaną przez Majbaum–Katzenellenbogen (1969), sumę alkaloidów według Wiewiórowskiego i wsp. (1958), a zawartość 5-alkilorezorcynoli w ziarnie zbóż określono wg Jakubowskiego i Stuczyńskiej (1984).

Skład aminokwasowy białka po uprzedniej hydrolizie w 6 molowym HCl, oznaczono na automatycznym analizatorze produkcji czeskiej. Do oznaczenia metioniny i tryptofanu stosowano hydrolizę enzymatyczną (papainą). Metioninę w hydrolizacie określono metodą kolorymetryczną, podaną przez Pawlika (1972), a tryptofan – na zasadzie reakcji barwnej z p-dwumetyloaminobenzaldehydem – według Lombarda (Skibniewska i Kakowska – Lipińska, 1970).

Oznaczenia chemiczne pozwoliły na uchwycenie zmienności składu chemicznego nasion w obrębie odmian i kolejnych lat zbioru. Określony skład chemiczny nasion łubinów ze zbioru 1993 roku oraz ziarna zbóż posłużył również do ustalenia udziału tych pasz we wszystkich mieszankach doświadczalnych.

Na podstawie oznaczonego składu aminokwasowego białka nasion łubinów i ziarna zbóż obliczono Indeksy Osera – EAAI<sup>1</sup> oraz wartość odżywcza białka ziarna zbóż, nasion łubinów oraz przygotowanych na ich bazie zestawów zbożowo – łubinowych w postaci EAAIp<sup>2</sup> i wskaźników aminokwasów ograniczających (CSp<sup>2</sup>).

Przeprowadzone analizy chemiczne pozwoliły na określenie:

- podstawowego składu chemicznego badanych odmian łubinów i zbóż
- składu aminokwasowego ich białka
- udziału frakcji węglowodanów strukturalnych
- ilości alkaloidów w nasionach łubinów
- alkilorezorcynoli w ziarnie zbóż.

<sup>1</sup> Za wzorec przyjęto białko jaja kurzego

<sup>2</sup> Za wzorec przyjęto zapotrzebowanie szczurów na aminokwasy egzogenne w 100 g białka (NRC, 1978).

### 3.2 *Badania biologiczne*

Badania eksperymentalne na zwierzętach (szczurach laboratoryjnych) dotyczące wartości pokarmowej nasion i biologicznej oceny białka łubinów oraz zbóż, a także zestawów paszowych z ich udziałem przeprowadzono w trzech częściach obejmujących:

- oznaczenie współczynników strawności podstawowych składników pokarmowych nasion 9 odmian łubinów;
- ocenę wartości biologicznej białka nasion 5 wybranych odmian łubinów;
- ocenę uzupełniającego się wpływu białek łubinu i zbóż na biologiczną wartość białka zestawów paszowych zbożowo – łubinowych.

#### 3.2.1 *Określenie współczynników strawności składników pokarmowych nasion łubinów oraz ich wartości pokarmowej*

Eksperyment przeprowadzono metodą bilansową różnicową. Badaniami objęto 9 odmian łubinów: Amulet, Juno, Manru, Parys, Popiel, Radames, Teo, Bardo i Sur ze zbioru 1993 roku. Dla każdego etapu doświadczenia przygotowano po 9 izobiałkowych mieszanek doświadczalnych. Ich skład komponentowy przedstawiono w tabeli 1. Badania strawnościowe zrealizowano na 72 szczurach laboratoryjnych szczepu Wistar, w wieku ok. 50 dni i początkowej masie ciała ok. 205 g. Zwierzęta rozdzielono losowo do 9 grup, po 8 sztuk w każdej. W każdym etapie badań 10-dniowy okres właściwy poprzedzał 10-dniowy okres wstępny. W trakcie doświadczenia każdego szczura traktowano indywidualnie przeprowadzając w okresach właściwych obu etapów badań kontrolę ilości pobranej paszy i wydalonego kału. Pobrane próbki 9 mieszanek doświadczalnych oraz 72 próbki kału, każdorazowo po zakończeniu okresu właściwego przekazano do laboratorium, w celu ustalenia ich składu chemicznego.

Na podstawie zebranych w trakcie eksperymentu informacji obliczono współczynniki strawności zgodnie z ogólnie przyjętym schematem w metodzie różnicowej. Wyniki badań strawnościowych oraz składu chemicznego nasion posłużyły do obliczenia energii metabolicznej według równania regresji (Normy Żywienia Świń, 1993), zawartości białka strawnego oraz stosunku białkowo-energetycznego w badanych odmianach łubinów. Informacje na temat zawartości cukru i skrobi w nasionach łubinów

potrzebne do obliczenia energii metabolicznej, zaczerpnięto z danych nieopublikowanych (Kowieska, 1998).

#### 3.2.2 *Określenie jakości białka nasion łubinów metodami wzrostowymi*

Badaniami objęto: z żółtych łubinów odmianę tradycyjną Amulet, termoneutralną Teo i epigonalną Radames oraz łubin biały Bardo i wąskolistny Sur. Do oceny jakości białka posłużono się metodami wzrostowymi:

- proponowaną przez AOAC (1975) (za Rakowską i wsp., 1978) do oceny jakości białka pasz na podstawie współczynnika wydajności wzrostowej tego składnika PERstand (*protein efficiency ratio*);
- opracowaną przez Bendersa i Doela (za Rakowską i wsp., 1978) oceniającą jakość białka na podstawie wskaźnika retencji białka netto – NPR (*net protein ratio*).

W tym celu utworzono 5 grup doświadczalnych, otrzymujących białko badanych odmian łubinów i grupę zerową żywioną mieszanką bezbiałkową. Równolegle wprowadzono grupę kontrolną otrzymującą białko wzorcowe - kazeinę, której zadaniem było wyeliminowanie różnic związanych z reakcją szczurów na zmienne warunki zoohigieniczne (temperatura, wilgotność) w trakcie badań i umożliwienie porównania wyników z różnych doświadczeń. Eksperyment przeprowadzony zgodnie z wymogami metod wzrostowych, trwał 4 tygodnie i poprzedzony był 4 – dniowym okresem adaptacyjnym.

Zgodnie z wymogami metodycznymi (Rakowska i wsp. 1978) przygotowano 7 mieszanek. Ich skład komponentowy przedstawiono w tabeli 2.

Do badań wybrano 70 wystandaryzowanych szczurów laboratoryjnych szczepu Wistar, dzieląc je po 10 sztuk do każdej z grup. Zgodnie z założeniami metodycznymi zwierzęta były wyrównane pod względem masy ciała, wynoszącej średnio 60 g w wieku 21 – 28 dni.

Na podstawie zebranych w 4-tygodniowym doświadczeniu informacji oraz oznaczonej w mieszkankach zawartości azotu, określono przyrosty masy ciała szczurów lub ubytek masy ciała na diecie bezbiałkowej (g) oraz pobranie białka (g).

Otrzymane wartości posłużyły do wyliczenia współczynnika wydajności wzrostowej PER

i retencji białka netto NPR.

$$\text{per} = \frac{\text{przyrost masy ciała } (\Delta \text{ M.C.}) \text{ w okresie dośw. (g)}}{\text{spożycie białka (g)}}$$

$$\text{npr} = \frac{\Delta \text{ M.C.} + \text{ubytek m.c. na diecie bezbiałkowej (g)}}{\text{spożycie białka (g)}}$$

Otrzymane wskaźniki (PER i NPR) ocenianych pasz, korygowano wobec oznaczonego równolegle PER i NPR kazeiny, obliczając współczynniki poprawkowe (K), a w następnej kolejności PERstand i NPRstand.

$$K_{\text{PER}} = \frac{\text{standardowe PER kazeiny} = 2,5^1}{\text{PER kazeiny w danym doświadczeniu}}$$

$$K_{\text{NPR}} = \frac{\text{standardowe NPR kazeiny} = 3,4^2}{\text{NPR kazeiny w danym doświadczeniu}}$$

$$\text{PERstand} = K_{\text{PER}} \cdot \text{PER}$$

$$\text{NPRstand} = K_{\text{NPR}} \cdot \text{NPR}$$

### 3.2.3 Określenie uzupełniającego się wpływu białek łubinu i zbóż oraz biologicznej wartości białka zestawów paszowych zbożowo – łubinowych

Badania przeprowadzono tymi samymi metodami wzrostowymi omówionymi w rozdziale 2.2.2. Część eksperymentalna zrealizowana została w czterech seriach odpowiadających gatunkom zbóż - jęczmień, pszenica, pszenżyto i żyto. W każdej serii tworzone 6 grup doświadczalnych, z których 5 grup żywiono zestawami zbożowo-łubinowymi i 1 grupę mieszanką zbożową. W celu standaryzacji wyników równolegle wprowadzono grupę kontrolną.

Przygotowano łącznie 28 granulowanych mieszanek po 7 dla każdej serii badań. Przykładowy skład komponentowy mieszanek doświadczalnych i kontrolnej przedstawiono w tabeli 3. Wszystkie mieszanki (oprócz mieszanki żytniej) zawierały 100 g białka w 1 kg suchej masy. W 5 mieszankach zbożowo-łubinowych każdej serii 40% białka ogólnego pochodziło od 5 ocenianych odmian łubinów (Amulet, Radames, Teo, Bardo lub Sur) i 60% od wybranego gatunku zboża (np. jęczmienia). W mieszance zbożowej jedynym źródłem białka było wybrane zboże, a w mieszance kontrolnej kazeina. Do eksperymentu wybrano łącznie 280 wystandaryzowanych szczurów laboratoryjnych szczepu Wistar. Na każdą serię przypadło 70 zwierząt po 10 sztuk w grupie w wieku 21 –28 dni. Podstawowym kryterium doboru była masa ciała ok. 60 g.

<sup>1</sup> PER kazeiny oznaczone w warunkach standardowych

<sup>2</sup> NPR kazeiny ustalone na podstawie 5 doświadczeń realizowanych w warunkach Katedry

### 3.3 Statystyczne opracowanie wyników badań

Skład chemiczny nasion wszystkich badanych odmian łubinów scharakteryzowano jako wartości średnie z trzech lat zbioru 1992-1994 podając: średnią arytmetyczną (g/kg suchej masy), odchylenie standardowe, współczynnik zmienności.

Współczynniki strawności składników pokarmowych nasion badanych odmian łubinów oraz wskaźniki oceny biologicznej białka łubinów, zbóż i zestawów zbożowo-łubinowych przedstawiono jako wartości średnie uzyskane w badaniach biologicznych wraz z odchyleniami standardowymi.

W celu stwierdzenia istotności różnic występujących w strawności składników pokarmowych, oceny biologicznej białka badanych pasz zostały przeprowadzone obliczenia statystyczne metodą analizy wariancji jednoczynnikowej, a dla zestawów paszowych analizą wariancji dwuczynnikowej. Do określenia istotności różnic ( $P \leq 0,01$ ;  $P \leq 0,05$ ) posłużył test F oraz wielokrotny test rozstępu Duncana.

Dla określenia współzależności statystycznych obliczone zostały współczynniki regresji ( $b_{xy}$ ) oraz ich istotność ( $P \leq 0,01$ ;  $P \leq 0,05$ ) między następującymi czynnikami:

- 1 Pobranie białka mieszanek doświadczalnych - PERstand;
- 2 Udział argininy (g/16 g N) w łubinie i zbożu - pobranie białka mieszanki;
- 3 Udział argininy (g/16 g N) w łubinie i zbożu - PERstand;
- 4 Udział metioniny w sumie aminokwasów siarkowych (%) w łubinie, zbożu i zestawach zbożowo-łubinowych - PERstand;
- 5 Wskaźnik aminokwasu ograniczającego CS (%) łubinu, zboża i zestawów zbożowo-łubinowych - PERstand.

Zależności, które okazały się istotne (wysoki współczynnik determinacji  $r^2$ ) przedstawiono na wykresach liniowych w postaci linii trendu i równania regresji.

Obliczenia statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem programów komputerowych działających w środowisku Windows'95: Exel'97 i STATISTICA PL.

## 4 OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

### 4.1 Podstawowy skład chemiczny, frakcje węglowodanowe i związki antyżywniowe nasion łubinów oraz ziarna zbóż

#### 4.1.1 Łubiny

Jednym z podstawowych czynników branych pod uwagę w ocenie wartości pokarmowej pasz jest ich skład chemiczny (tabela 4). Spośród przebadanych łubinów żółtych największą zawartością białka ogólnego w suchej masie nasion wyróżnia się termoneutralna odmiana Teo (451,1 g) i tradycyjna Amulet (444,8 g), dorównując udziałem tego składnika śrucie poekstrakcyjnej sojowej. W nasionach łubinu białego Bardo występuje wyraźnie mniej białka 340,1 g, a najmniej 305 g w łubinie wąskolistnym. Kolejne lata zbioru badanych nasion łubinów różnicowały zawartość białka na poziomie współczynnika zmienności ok. 2-3% w odmianach Sur, Amulet i Juno oraz 6-7% w pozostałych odmianach z wyjątkiem Manru (10,2%).

Na uwagę zasługuje zawartość tłuszczu surowego w nasionach łubinu białego wynosząca 114,2 g/kg s.m. Jest ona około dwukrotnie większa niż u pozostałych gatunków. Nasiona łubinów są źródłem znacznej ilości włókna surowego. Najwięcej tego składnika występuje w łubinie wąskolistnym Sur (164 g s.m.), najmniej w łubinie żółtym Teo (139,2 g), w pozostałych odmianach ok. 150 g. Wartość smakową nasion pogarszają alkaloidy. Najwięcej tych substancji zanotowano w Popielu i Parysie, odpowiednio 1,762 i 1,614 g/kg s.m., najmniej w Amulecie 0,596 g. Pośrednią ilość oznaczono w łubinach Teo i Radames, ok. 1,2 g/kg s.m. oraz Bardo, Juno, Sur i Manru, ok. 0,8 g/kg s.m. Rok zbioru miał duży wpływ na nagromadzenie alkaloidów w nasionach. Otrzymane współczynniki zmienności (tabela 4) były wysokie, kształtujące się od 13,4% w Amulecie do 62% w odmianie wąskolistnej Sur. Wysokie współczynniki zmienności wyjaśniają brak zgodności wyników z piśmiennictwem. Podawana przez różnych autorów suma alkaloidów czasami znacznie odbiega od wykazanej w badaniach własnych.

#### 4.1.2 Zboża

Wyniki składu chemicznego zbóż (g/kg s.m.) podano w tabeli 4. Oznaczona zawartość białka

ogólnego w ziarnie zbóż potwierdza węglowodanowy charakter żyta (90 g białka ogólnego) oraz jęczmienia, pszenżyta i pszenicy (120,2-137,8 g). W oplewionym jęczmieniu w porównaniu z innymi zbożami znajduje się najwięcej włókna w 1 kg s.m. (49,4 g). Spośród znajdujących się w zbożach związków antyodżywczych oznaczono alkilorezorcynole. Największa ich ilość występuje w ziarnie żyta (1,19 g w s.m.).

### 4.2 Ocena jakości białka nasion łubinów oraz ziarna zbóż metodą chemiczną

#### 4.2.1 Łubiny

Średni udział aminokwasów egzogennych i wartość odżywcza białka nasion łubinów ze zbioru 1992-1994 ilustruje tabela 4. Największym udziałem lizyny która jest aminokwasem najczęściej deficytowym w zbożach, charakteryzuje się białko łubinu białego (4,65 g), wąskolistnego (4,47 g) i żółtych łubinów epigonalnych (ok. 4,5 g). Pierwszym aminokwasem ograniczającym, a więc decydującym w pierwszej kolejności o wykorzystaniu białka badanych łubinów, jest metionina, przy czym w białku łubinu wąskolistnego i białego jest jej więcej niż w żółtym, odpowiednio 1,01; 0,9 i 0,72-0,82 g/16gN. Należy również zwrócić uwagę na niski udział metioniny w sumie aminokwasów siarkowych, znacznie poniżej 50%. Dlatego zachodzi konieczność uzupełnienia niedoboru metioniny oraz poprawienia jej stosunku do aminokwasów siarkowych poprzez dodatek pasz bogatych w metioninę lub jej syntetycznego odpowiednika. Kolejnymi aminokwasami ograniczającymi wartość odżywcza białka badanych nasion są tryptofan i walina. Otrzymany indeks Osera (EAAI) charakteryzujący wartość odżywcza białka badanych gatunków był największy dla łubinu wąskolistnego (67,1) i białego (65,7). Białko łubinów żółtych cechuje niższa wartość indeksu Osera, ok. 60, kształtująca się na tym samym poziomie niezależnie od typu morfologicznego i tempa wzrostu rośliny. Zaobserwowano znaczną zmienność składu aminokwasowego białka różnych odmian w obrębie trzech kolejnych lat, wynoszącą ponad 10% głównie w odniesieniu do aminokwasów egzogennych: metioniny, izoleucyny, tryptofanu i histydy oraz w mniejszym stopniu aminokwasów endogennych z wyjątkiem proliny.

#### 4.2.2 Zboża

W tabeli 4 przedstawiono skład aminokwasowy ziarna czterech gatunków zbóż. Udział lizyny w białku jęczmienia, pszenicy, pszenżyta i żyta jest mniejszy niż w nasionach łubinu o ok. 20-37%. Mimo najwyższego udziału lizyny w białku żyta, w 1 kg suchej masy ziarna znajduje się najmniej tego aminokwasu (3,2 g), dla porównania w pszenicy - 4,7 g. Lizyna jest pierwszym aminokwasem ograniczającym wartość odżywcza białka jęczmienia i pszenżyta. Na uwagę zasługuje fakt, że w pszenicy lizyna jest dopiero trzecim z kolei aminokwasem niedoborowym, a w życie czwartym. Inaczej więc niż podaje się w piśmiennictwie, w którym lizyna zbóż zazwyczaj jest pierwszym aminokwasem ograniczającym. Pod względem zawartości metioniny, aminokwasu występującego w łubinach w znacznym niedoborze (0,72-1,01 g/16 g N), najmniej korzystnie oceniono żyto (1,41 g/16 g N). Dlatego można sugerować, że zestawienie łubinu z żytem nie przyniesie efektu w postaci uzupełnienia niedoboru tego aminokwasu w białku mieszanki tych dwóch pasz. Metionina jest też pierwszym aminokwasem ograniczającym jakość białka żyta. Wartość odżywcza białka zbóż określona wskaźnikiem indeksu Osera nie jest jednakowa. Najlepszym w stosunku do wzorca jaja kurzego okazał się jęczmień (70,7), natomiast najślabiej oceniono pszenżyto (58,1).

#### 4.3 Ocena nasion łubinów i ziarna zbóż w badaniach na zwierzętach

##### 4.3.1 Współczynniki strawności oraz wartość pokarmowa nasion łubinów

Obliczone na podstawie badań bilansowych na szczurach współczynniki strawności składników pokarmowych nasion łubinów przedstawiono w tabeli 5. Strawność suchej masy paszy jest wypadkową strawności wszystkich składników pokarmowych. Najkorzystniejszym układem współczynników strawności wszystkich składników pokarmowych wyróżnił się wąskolistny łubin Sur, a spośród łubinów żółtych odmiany: termoneutralna Popiel i epigonalne Radames i Manru. Sucha masa nasion Parysa i Bardo okazała się istotnie mniej strawna ( $P \leq 0,01$ ) od odmiany Sur, a odmiany Parys ( $P \leq 0,05$ ) od Radamesu i Popiela. Określona na szczurach laboratoryjnych strawność białka (79-88%) jest

zbliżona do wyników uzyskanych przez innych autorów w badaniach na trzodzie chlewnej. W badanych łubinach nie wykazano statystycznie istotnych różnic w strawności tego składnika. Stwierdzono wysokie (80,5-92,9%) współczynniki strawności tłuszczu. Na uwagę zasługuje duże zróżnicowanie współczynników strawności włókna. W najmniejszym stopniu trawione było włókno nasion Parysa oraz Teo (13 i 17%), co jest trudne do wytłumaczenia. Różnice w stosunku do pozostałych odmian były istotne ( $P \leq 0,01$ ).

Oznaczone współczynniki strawności posłużyły do ustalenia wartości pokarmowej badanych nasion łubinów ze zbioru 1993 dla szczurów laboratoryjnych (tabela 5), które reprezentują zwierzęta monogastryczne. Jak wykazały badania Egguma i wsp. (1985), wyniki badań na szczurach są wysoko skorelowane z wynikami otrzymanymi w doświadczeniach na prosiętach.

Wysoka energia metaboliczna łubinu białego (14,4 MJ/kg s.m.) jest rezultatem około dwukrotnie większej zawartości tłuszczu w nasionach połączonej z jego wysoką strawnością (93%). Najmniejsza wartość energetyczna nasion Parysa (13,0 MJ EM/kg s.m.) jest rezultatem małej strawności węglowodanów w nich zawartych oraz suchej masy. Na uwagę zasługuje niska wartość energetyczna nasion łubinu wąskolistnego Sur (13,3 MJ EM/kg s.m.), który charakteryzuje się najwyższą strawnością suchej masy (80,6%).

Odnosząc wzajemne proporcje aminokwasów egzogennych do potrzeb pokarmowych świń (tabela 5), białko łubinu charakteryzuje się ok. 45% nadmiarem treoniny w stosunku do lizyny, a więc może być uzupełnieniem białka pasz ubogich w ten aminokwas. Stwierdzono mały udział metioniny w sumie aminokwasów siarkowych (poniżej 50%). Relacje między tryptofanem i lizyną odpowiadają zalecanym normom (NŻŚ, 1993). Spośród badanych odmian Teo charakteryzuje się najlepszą wartością pokarmową pod względem zawartości energii metabolicznej, udziału białka strawnego oraz jego stosunku do energii.

#### 4.3.2 Ocena jakości białka nasion łubinów, ziarna zbóż i zestawów zbożowo-łubinowych metodami biologicznymi

Badania biologiczne zrealizowane dwiema metodami wzrostowymi na szczurach laboratoryjnych pozwoliły określić stopień wykorzystania białka nasion wybranych odmian łubinów (Amulet, Teo, Radames, Bardo, Sur) i ziarna zbóż (jęczmień, pszenica, pszenżyto, żyto). Celem tych badań była również biologiczna ocena białka zestawów zbożowo – łubinowych i udzielenie odpowiedzi na pytanie w jakim stopniu białko łubinu stanowiące 40% białka mieszanki uzupełnia niedobory aminokwasowe ziarna zboża wnoszącego do mieszanki pozostałe 60% tego składnika (tabela 2)

##### Łubiny i zboża

Spośród przebadanych odmian łubinów, najlepszymi pod względem wartości białka oznaczonej metodą biologiczną okazały się wąskolistny Sur, biały Bardo i żółty Amulet. Ich współczynniki wydajności wzrostowej białka PERstand oscylowały w granicach 0,80 – 0,93 (różnice statystycznie nieistotne – tabela 6), a wskaźniki retencji białka netto NPRstand 1,47 - 1,55. Białko łubinu żółtego Radames okazało się istotnie mniej wartościowe od Amuletu ( $P \leq 0,05$ ), Bardo i Sur ( $P \leq 0,01$ ).

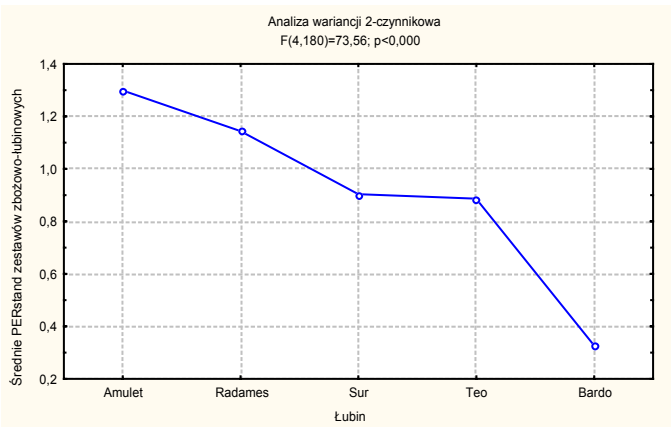
Wyniki badań biologicznych (tabela 6) nie do końca odpowiadają wartości odżywczej białka mierzonej indeksem Osera (EAAIp). Zbliżone natomiast relacje występują w odniesieniu do wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CSp) (tabela 7). Niski poziom wskaźników PERstand i NPRstand łubinów świadczy o tym, że dostarczona w mieszankach ilość białka o określonej jakości oraz energia, po zaspokojeniu potrzeb bytowych tylko w niewielkim stopniu wykorzystane zostały na przyrost masy ciała. Z porównywalnych wyników dwóch metod wzrostowych jedynie NPR uwzględnia zapotrzebowanie bytowe organizmu, mimo to obie wartości PERstand i NPRstand są wysoko ze sobą skorelowane ( $r = 0,99$ ;  $P \leq 0,01$ ).

Spośród wybranych do badań 4 gatunków zbóż jedyne istotne różnice wystąpiły pomiędzy białkiem pszenżyta i jęczmienia ( $P \leq 0,01$ ; tabela 6). Niezależnie od sposobu oceny białka wystąpiły te same relacje między zbożami (tabela 6 i 7). Najwyższe wartości wskaźników PERstand, NPRstand, EAAIp i CSp uzyskano dla ziarna

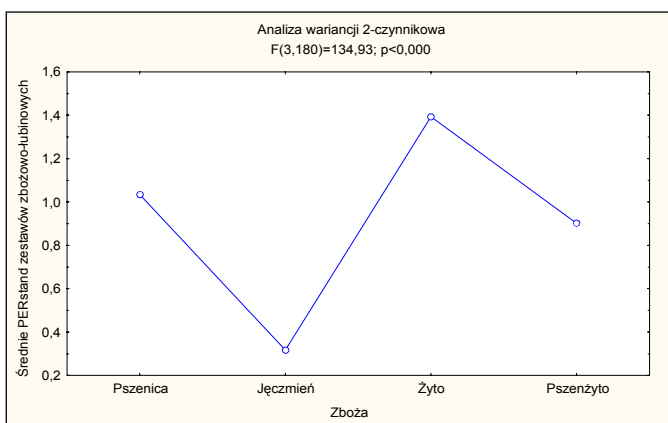
jęczmienia: 1,81; 2,54; 82,2; 59,0. Najmniej korzystnie oceniono ziarno pszenżyta (1,52; 2,36; 67,2; 48,6). Z badań biologicznych wynika, że zboża charakteryzują się o wiele wyższymi współczynnikami PERstand i NPRstand niż nasiona łubinów. Te same relacje występują między wskaźnikami aminokwasu ograniczającego CSp (tabela 7). W łubinach pierwszym aminokwasem ograniczającym jest metionina. Bardzo duży niedobór tego aminokwasu jest przyczyną niskiej jakości białka łubinów w stosunku do zboża mimo znacznej zawartości lizyny.

##### Zestawy zbożowo - łubinowe

Na podstawie wyliczonych indeksów Osera (EAAIp) i wskaźników aminokwasu ograniczającego (CSp) dla poszczególnych odmian łubinów i gatunków zbóż, można by sądzić, że najlepszym zestawieniem badanych pasz w mieszance powinno być połączenie łubinu z jęczmieniem, a najbardziej niekorzystnym z żytem (tabela 7). Uwzględniając jednak 60% udział białka zboża i 40% udział białka łubinu w 10% białka suchej masy mieszanki okazuje się, że badania biologiczne nie potwierdziły tych spostrzeżeń, a nawet ukazały zalety ziarna żyta. W porównaniu z innymi, zestawy z żytem dały średnio najlepsze wyniki (PERstand = 1,39) istotnie różniące się od pozostałych ( $P \leq 0,01$ ; tabela 6; rys. 1B). Wśród badanych łubinów średnio najkorzystniejszy wpływ na jakość białka wszystkich zestawów miała odmiana Amulet (PERstand = 1,3; tabela 5; rys. 1A). Średnie PERstand zestawów z udziałem tej odmiany istotnie różniło się od innych. Zwrócić jednak trzeba uwagę, że łubin Sur po wykluczeniu bardzo niekorzystnego zestawienia z jęczmieniem, był najlepszy w połączeniu z pozostałymi zbożami: żytem, pszenicą i pszenżytem (z wyjątkiem zestawienia Radamesu z pszenżytem). Wskaźnik PERstand zestawu Sur\_Ż był istotnie większy od zestawów Amulet\_Ż ( $P \leq 0,05$ ), Radames\_Ż oraz Bardo\_Ż ( $P \leq 0,01$ ); zestawu Sur\_P od wszystkich innych zestawów zawierających pszenicę ( $P \leq 0,01$ ); Sur\_PŻ od Teo\_PŻ ( $P \leq 0,05$ ) i Bardo\_PŻ ( $P \leq 0,01$ ) (tabela 7).

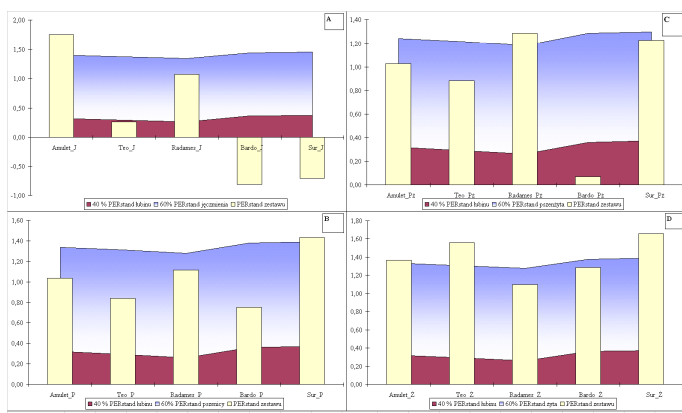


Rys. 1 A. Wpływ odmiany łubinu na wartość wskaźnika PERstand zestawów zbożowo-łubinowych.



Rys. 1 B. Wpływ gatunku zboża na wartość wskaźnika PERstand zestawów zbożowo-łubinowych.

Zestawami paszowymi, w których wystąpiło wzajemne uzupełnianie się białka określone współczynnikiem PERstand i NPRstand w relacji zboże-łubin, są: jęczmień-Amulet, pszenica-Sur, pszenżyto-Radames żyto-Amulet, żyto-Teo, żyto-Sur, (rys. 2ABCD).

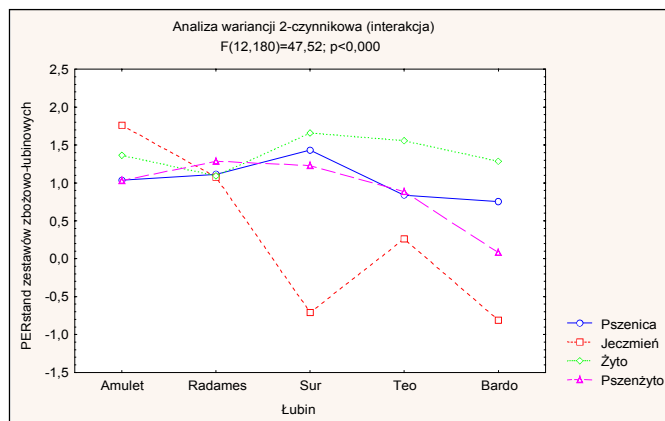


Rys. 2. Efekt wzajemnego uzupełniania się białek w zestawach paszowych na podstawie współczynnika wydajności wzrostowej PERstand: A – zestawy jęczmienia z łubinami, B – zestawy pszenicy z łubinami, C – zestawy pszenżyta z łubinami, D – zestawy żyta z łubinami.

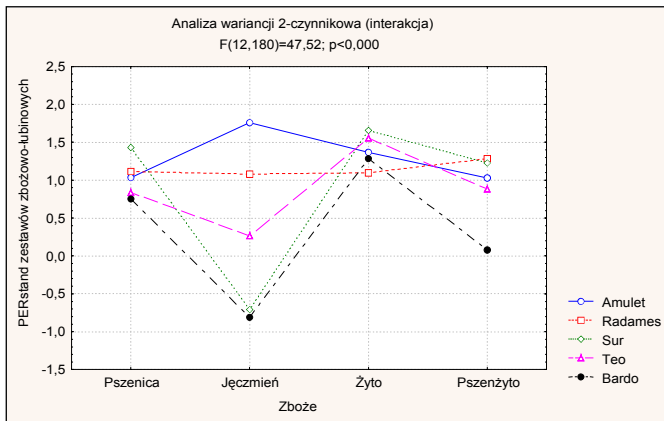
Chemiczna ocena wzajemnego uzupełniania się aminokwasów tylko częściowo pokrywa się z biologiczną (tabela 6 i 7). Z przedstawionych wskaźników EAAIp wynika, że wzajemne uzupełnianie się powinno wystąpić w zestawach pszenżyta lub żyta z łubinami żółtymi oraz pszenicy lub pszenżyta z łubinami białymi lub wąskolistnymi, natomiast wg CSp w zestawach z jęczmieniem lub z pszenżytem. Ocena biologiczna pokrywa się z chemiczną w przypadku zestawów jęczmienia z Amuletem, pszenicy z odmianą Sur, pszenżyta z Radamesem oraz żyta z Amuletem, Teo lub Sur.

Pozytywny, wyraźnie uzupełniający wpływ białka zbóż na ocenę biologiczną białka badanych odmian łubinów wystąpił w większości ocenianych zestawów paszowych i był efektem zmniejszenia dużego niedoboru metioniny występującego w nasionach łubinu. W niektórych zestawach z jęczmieniem ujawnił się niedobór lizyny lub izoleucyny ograniczających jakość białka zestawu (tabela 7).

Negatywne okazało się połączenie w zestawy paszowe jęczmienia z Teo, jęczmienia lub pszenżyta z łubinami Bardo oraz jęczmienia z odmianą Sur (tabela 7). Jęczmień i łubin Bardo były paszami, które najbardziej różnicowały zestawy pod względem współczynnika PERstand (rys. 3AB).



Rys. 3 A. Wpływ odmiany łubinu i gatunku zboża na wartość wskaźnika PERstand zestawów zbożowo-łubinowych.



Rys. 3 B. Wpływ gatunku zboża i odmiany łubinu na wartość wskaźnika PERstand zestawów zbożowo-łubinowych.

Reakcja zwierząt na pobrane mieszanki w nieefektywnych zestawach może wynikać z niekorzystnego układu dwóch pasz będących także zestawieniem różnych substancji antyodżywczych wspierających się razem czy potęgujących negatywne oddziaływanie na przemianę materii organizmu. Niektóre z nich obniżyły również smak pobieranej przez zwierzęta mieszanki. Na podstawie bardzo wyrównanych wskaźników EAAIp i CSp (tabela 7), można sądzić, że to czynniki pozabiałkowe prawdopodobnie były główną przyczyną istotnej w większości negatywnej interakcji odmiany łubinu i gatunku zboża na wielkość otrzymanych wskaźników PERstand. Zniwelowanie ich niekorzystnego wpływu na organizm zwierząt spowodowałoby zwiększenie przydatności nasion łubinów wszystkich trzech gatunków jako krajowych wysokobiałkowych komponentów mieszanek treściwych.

Tabela 1. Zawartość komponentów w mieszankach doświadczalnych z udziałem ocenianych odmian łubinów w I i II etapie badań strawnościowych (g/kg suchej masy)

Wyszczególnienie		Mieszanki doświadczalne <sup>1</sup>									
		A	Pl	B	J	Ps	T	S	M	R	
I etap	Mieszanka podstawowa	Śruta jęczmienna	805	800	795	800	800	805	795	800	800
		Śruta poekstrakcyjna sojowa	130	130	130	130	130	130	130	130	130
		<b>Śruta łubinowa</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
		Mieszanka* mineralna	35	35	35	35	35	35	35	35	35
		Mieszanka** witaminowa	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Suma	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
II etap	Mieszanka o zwiększonym udziale śruty łubinowej	Mieszanka podstawowa z I etapu	900	870	780	880	880	900	780	840	870
		<b>Śruta łubinowa</b>	<b>100</b>	<b>130</b>	<b>220</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>100</b>	<b>220</b>	<b>160</b>	<b>130</b>
		Suma	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

<sup>1</sup>Mieszanki doświadczalne zawierające nasiona jednej z odmian łubinu: (A)-Amulet; (Pl)-Popiel; (B)-Bardo;(J)-Juno; (Ps)-Parys; (T)-Teo; (S)-Sur; (M)-Manru; ®-Radames

## 5 WNIOSKI

1. Typ morfologiczny łubinów żółtych nie ma wyraźnego wpływu na skład chemiczny nasion i wartość odżywczą białka.
2. Analiza nasion z kolejnych lat zbioru 1992-1994 wykazała brak stabilności w ich składzie chemicznym, szczególnie w odniesieniu do zawartości alkaloidów.
3. Odmiana łubinu miała istotny wpływ na wielkość uzyskanych współczynników strawności wszystkich składników pokarmowych z wyjątkiem białka ogólnego.
4. Ocena biologiczna białka nasion łubinów i zbóż potwierdziła jego ocenę chemiczną mierzona wskaźnikiem aminokwasu ograniczającego CSp.
5. Wykazano brak zgodności między oceną chemiczną i biologiczną białka u większości zestawów zbożowo-łubinowych.
6. Średnio najkorzystniejszy wpływ na jakość białka zestawu paszowego miał łubin żółty Amulet (PERstand = 1,3) oraz żyto (PERstand = 1,39).
7. Brak efektu wzajemnego uzupełnienia się białek w większości zestawów paszowych oraz istotna negatywna interakcja (odmiana łubinu x gatunek zboża) ma odzwierciedlenie w obniżonych wskaźnikach PERstand i NPRstand i wynika prawdopodobnie z nałożenia się niekorzystnego działania związków antyżywnościowych tych pasz.

\*wg NRC USA 1976; \*\* wg AOAC 1975

Tabela 2. Udział komponentów (g/kg suchej masy) mieszanek doświadczalnych, mieszanki kontrolnej i bezbiałkowej użytych w badaniach biologicznych metodą wzrostową

Komponenty	Mieszanki doświadczalne <sup>1</sup>					Mieszanka kontrolna	Dieta bezbiałkowa
	A	T	R	B	S	K	0
Amulet	<b>229</b>						
Radames			<b>253</b>				
Teo		<b>212</b>					
Bardo				<b>317</b>			
Sur					<b>326</b>		
Kazeina						<b>108</b>	
Olej	70	67	67	38	59	80	100
Skrobia kukurydziana	654	671	635	598	570	742	850
Celuloza						10	10
Mieszanka mineralna*	37	40	35	37	35	50	30
Mieszanka witami- nowa**	10	10	10	10	10	10	10
Suma	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Białko ogólne	100	100	100	100	100	100	—
Ekstrakt eterowy	80	80	80	80	80	80	100
Składniki mineralne	50	50	50	50	50	50	30

<sup>1</sup>Mieszanki doświadczalne zawierające białko poszczególnych odmian łubinów:

(A)-Amulet; (B)-Bardo; (R)-Radames; (S)-Sur; (T)-Teo

\* wg NRC USA 1976

\*\* wg AOAC 1975

Tabela 3. Skład komponentowy (g/kg suchej masy) zestawów paszowych z udziałem jęczmienia i badanych odmian łubinów

Komponenty	Mieszanki doświadczalne <sup>1</sup>						Mieszanka kontrolna
	J	A J	T J	R J	B J	S J	K
Jęczmień	<b>831</b>	<b>499</b>	<b>499</b>	<b>499</b>	<b>499</b>	<b>499</b>	
Amulet		<b>91</b>					
Teo			<b>85</b>				
Radames				<b>101</b>			
Bardo					<b>127</b>		
Sur						<b>131</b>	
Kazeina							<b>108</b>
Olej	61	64	63	63	51	60	80
Skrobia	66	302	307	294	279	267	742
Celuloza							10
Mieszanka mineralna*	32	34	36	33	34	33	50
Mieszanka witami- nowa**	10	10	10	10	10	10	10
Suma	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Białko ogólne	100	100	100	100	100	100	100
Ekstrakt eterowy	80	80	80	80	80	80	80
Składniki mineralne	50	50	50	50	50	50	50

<sup>1</sup>Mieszanki doświadczalne (mieszanka jęczmienna i zestawy jęczmiennie-łubinowe zawierające białko w 40% pochodzące z łubinu i w 60% ze zboża): (J) - Jęczmień; (A\_J) - Jęczmień - Amulet; (B\_J) - Jęczmień - Bardo; (R\_J) - Jęczmień - Radames; (S\_J) - Jęczmień - Sur; (T\_J) - Jęczmień - Teo

\*wg NRC USA 1976; \*\* wg AOAC 1975

Tabela 4. Podstawowy skład chemiczny nasion badanych odmian łubinów<sup>1</sup> i zbóż<sup>2</sup> (g/kg s.m.) oraz skład aminokwasowy białka (g/16 g N).

Wyszczególnienie	Tradycyjne			Termoneutralne						Epigonalne						Jęczmień	Pszennica	Pszenzyto	Zyto			
	Amulet*		Parys*	Bardo**		Popiel*		Juno*		Teo*		Sur***		Manru*						Radames*		
	x	v (%)		x	v (%)	x	v (%)	x	v (%)	x	v (%)	x	v (%)	x	v (%)					x	v (%)	
Sucha masa (g/kg)	902	0,3	897	1,4	897	1,6	897	1,4	908	0,9	906	1,9	892	1,7	912	1,3	904	1,2	881	870	888	876
Popiół surowy	53	6,4	58	5,3	44	9,1	56	8,9	53	10,5	48	8,1	43	5,2	51	10,0	59	3,7	21	20	19	17
Białko ogólne	445	2,7	415	6,7	340	7,0	436	5,7	425	2,7	451	6,6	305	1,9	431	10,2	422	5,7	120	138	127	90
Ekstrakt eterowy	48	6,6	61	6,6	114	16,6	54	9,6	50	7,2	57	10,3	65	7,0	53	8,7	51	4,6	23	21	17	16
Włókno surowe	151	2,8	144	7,1	148	8,5	154	12,7	150	2,5	139	15,5	164	8,8	156	14,4	154	11,4	49	27	28	17
BAW	303	2,9	322	7,7	354	1,4	300	1,4	322	2,2	304	4,2	422	1,3	309	4,5	314	2,0	786	793	808	860
Alkaloidy	0,60	13,4	1,61	0,8	0,78	17,8	1,76	14,3	0,83	23,2	1,25	49,4	0,77	62,0	0,75	32,2	1,21	42,3	0,18	0,74	0,85	1,19
Alkilezorcynole	415	0,6	438	5,9	465	5,9	421	10,0	423	42	430	7,6	447	1,1	449	6,2	448	6,1	3,42	3,42	2,82	3,61
Lys	0,76	16,4	0,82	28,1	0,90	6,0	0,75	12,9	0,72	8,4	0,77	24,5	1,01	9,9	0,82	11,0	0,74	10,3	2,34	1,64	1,87	1,41
Met	150	3,5	1,68	14,7	1,42	13,9	1,73	21,0	1,49	10,1	1,51	7,3	1,65	27,0	1,46	4,3	1,61	14,1	1,73	2,34	2,21	1,27
Cys	362	5,0	3,70	2,4	4,08	5,3	3,45	6,5	3,23	10,0	3,69	9,1	4,11	3,3	3,86	6,7	3,76	3,8	3,53	2,59	2,64	3,02
The	308	9,9	2,95	20,5	3,34	15,9	2,81	12,4	3,30	18,9	3,24	11,6	3,22	19,8	3,19	11,4	3,06	11,2	2,74	2,44	2,23	2,28
Ile	0,67	19,7	0,61	7,7	0,75	5,6	0,66	9,8	0,78	12,2	0,65	16,1	0,93	3,6	0,75	11,6	0,69	2,6	1,02	1,25	0,81	1,17
Trp	2,79	6,2	2,87	12,9	3,29	9,4	2,82	10,8	2,98	8,1	3,04	9,6	3,31	8,6	3,12	9,0	2,92	3,3	4,73	3,48	3,35	3,24
Val	689	4,3	6,63	2,2	6,90	11,3	6,77	1,2	7,35	15,0	7,03	5,5	6,48	10,7	7,00	4,6	6,93	6,2	6,45	5,74	5,21	5,22
Leu	231	12,2	2,85	19,4	2,58	32,0	2,54	10,6	2,43	12,8	2,64	15,6	2,95	30,7	2,38	10,3	2,60	15,4	4,65	1,90	1,58	1,65
His	910	11,8	9,39	3,3	8,78	2,6	9,65	4,9	10,20	5,2	9,33	2,8	8,77	10,7	10,12	6,5	8,11	5,5	4,17	4,64	4,85	5,08
Arg	357	3,9	3,63	9,8	3,96	9,5	3,76	10,9	3,69	6,9	3,82	5,3	3,81	8,4	3,70	3,9	3,53	11,0	5,50	4,45	3,88	4,17
Phe	232	2,9	2,31	9,3	3,50	10,4	2,21	1,2	2,26	6,2	2,32	3,1	3,17	3,1	1,94	24,3	2,26	5,4	2,90	2,46	2,06	2,15
Tyr	59	1,9	60	4,3	66	2,9	59	2,0	60	1,8	61	3,1	67	4,9	61	1,3	61	2,9	71	64	58	58
EAAI	Met		Met		Met		Met		Met		Met		Met		Met		Met		Lys	Ileu	Lys	Met
Aminokwasy ograniczające	Tip		Tip		Tip		Tip		Tip		Tip		Tip		Tip		Tip		Ileu	Met	Ileu	Met
	Val		Val		Val		Val		Val		Val		Val		Val		Val		Try	Lys	Try	Val

\* Łubin żółty; \*\* Łubin biały; \*\*\* Łubin wąskolistny

<sup>1</sup> Wyniki z trzech kolejnych lat zbioru 1992-1994.

<sup>2</sup> Nazwy odmian podano w metodyce.

Tabela 5. Współczynniki strawności<sup>1</sup> (%), wartość pokarmowa 1 kg s.m. badanych nasion łubinów ze zbioru 1993 roku oraz stosunek lizyny do wybranych aminokwasów egzogennych [Lys :Met+Cys (Met) : The : Try]<sup>2</sup>.

Wyszczególnienie	Tradycyjne			Termoneutralne				Epigonalne	
	Amulet	Parys	Bardo	Popiel	Juno	Teo	Sur	Manru	Radames
Sucha masa	72 <sup>ac</sup>	67 <sup>aA</sup>	68 <sup>A</sup>	77 <sup>bc</sup>	71 <sup>ac</sup>	72	81 <sup>bb</sup>	75	77 <sup>bc</sup>
Białko ogólne	79	83	80	88	79	84	84	88	86
Ekstrakt eterowy	80 <sup>aA</sup>	92 <sup>B</sup>	93 <sup>B</sup>	88 <sup>b</sup>	92 <sup>B</sup>	90 <sup>b</sup>	89 <sup>b</sup>	93 <sup>B</sup>	93 <sup>B</sup>
Włókno surowe	42 <sup>DEac</sup>	13 <sup>A</sup>	44 <sup>BDEac</sup>	31 <sup>CEcd</sup>	44 <sup>BDEac</sup>	17 <sup>ACab</sup>	59 <sup>Bbc</sup>	51 <sup>BD</sup>	55 <sup>BDbde</sup>
BAW	85 <sup>Bbc</sup>	66 <sup>Aabd</sup>	67 <sup>Aabd</sup>	79 <sup>ce</sup>	85 <sup>Bbc</sup>	88 <sup>Bbc</sup>	84 <sup>B</sup>	73 <sup>ac</sup>	77
EM (MJ)	13,5	13,0	14,4	14,1	13,5	14,6	13,3	13,6	13,8
Białko ogólne (g)	437	415	315	407	412	471	306	380	395
Białko og. str. (g)	348	344	252	361	324	394	256	333	340
Białko og. strawne g / 1 MJ EM	25,7	26,5	17,5	25,6	24,0	27,0	19,3	24,5	24,6
Lys g / 1 MJ EM	1,34	1,36	0,95	1,11	1,28	1,30	1,02	1,24	1,19
Lizyna	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Met+Cys (Met)	52 (18)	60 (19)	49 (19)	74 (18)	53 (17)	55 (18)	49 (23)	55 (18)	60 (16)
Treonina	86	89	95	95	76	86	91	94	88
Tryptofan	20	15	18	19	21	18	21	19	17

<sup>1</sup> Wartości w rzędzie bez oznaczeń literowych oraz oznaczone z udziałem tej samej litery a, b, c, d, e nie różnią się istotnie przy  $P \leq 0,05$  i A, B, C, D, E przy  $P \leq 0,01$ .

<sup>2</sup> Prawidłowy stosunek Lys : Met+Cys (Met) : Thr : Try dla tuczników przyrastających 700 g dziennie wynosi 100 : 60 (30) : 62 : 18 (NŻŚ, 1993), a dla szczurów rosnących 100 : 87 (44) : 73 : 22 (NRC, 1978)

Tabela 6. Ocena istotności różnic wskaźników jakości białka (PERstand i NPRstand) nasion łubinów, ziarna zbóż oraz zestawów zbożowo-łubinowych<sup>1</sup> oznaczonych metodą biologiczną z uwzględnieniem zmienności wywołanej odmianami łubinów, gatunkami zbóż oraz wzajemną interakcją

Mieszanki	x dla gatunku zboża		Łubiny żółte						Łubin biały		Łubin wąskolistny		ZBOŻE	
			Tradycyjny		Termoneutralny		Epigonalny		Tradycyjny		Termoneutralny			
	PERstand	NPRstand	Amulet		Teo		Radames		Bardo		Sur		PERstand	NPRstand
ŁUBIN			0,80 <sup>ad</sup>	1,47	0,73 <sup>BCbd</sup>	1,42	0,65 <sup>Bbc</sup>	1,36	0,90 <sup>ACac</sup>	1,45	0,93 <sup>A</sup>	1,55		
Jęczmień	0,32 <sup>C</sup>	1,01	1,76	2,52	0,26	0,96	1,08	1,79	-0,81	-0,18	-0,71	-0,05	1,81 <sup>A</sup>	2,54
Pszenvica	1,03 <sup>Ba</sup>	1,72	1,03	1,74	0,84	1,52	1,11	1,79	0,75	1,40	1,43	2,16	1,70	2,48
Pszenvyżyto	0,90 <sup>Bb</sup>	1,63	1,03	1,80	0,89	1,59	1,29	2,07	0,08	0,67	1,23	1,96	1,54 <sup>B</sup>	2,36
Żyto	1,39 <sup>A</sup>	2,13	1,37	2,13	1,56	2,32	1,10	1,82	1,28	2,00	1,66	2,39	1,69	2,51
x dla odmiany łubinu			1,30 <sup>Aa</sup>	2,04	0,89 <sup>B</sup>	1,60	1,14 <sup>Ab</sup>	1,87	0,33 <sup>C</sup>	0,99	0,90 <sup>B</sup>	1,62		

Wartości w rzędzie i lub kolumnie bez oznaczeń literowych oraz oznaczone z udziałem tej samej litery a, b, c, d, nie różnią się istotnie przy  $P \leq 0,05$  i A, B, C przy  $P \leq 0,01$ . Istotność różnic PERstand i NPRstand jest identyczna.

<sup>1</sup> Kolorami zaznaczono zestawy, u których wystąpiło zjawisko wzajemnego uzupełnienia się białka dwóch pasz (pozytywna interakcja).

Tabela 7. Wskaźniki jakości białka (EAAIp, CSp)<sup>1</sup> nasion łubinów, ziarna zbóż oraz zestawów zbożowo-łubinowych<sup>2</sup> oznaczone metodą chemiczną

Mieszanki	Łubiny żółte						Łubin biały		Łubin wąskolistny		ZBOŻE	
	Tradycyjny		Termoneutralny		Epigonalny		Tradycyjny		Termoneutralny			
	Amulet		Teo		Radames		Bardo		Sur			
	EAAIp	CSp	EAAIp	CSp	EAAIp	CSp	EAAIp	CSp	EAAIp	CSp		
ŁUBIN	66,3	Met 25,0	66,8	Met 23,5	67,1	Met 25,0	71,6	Met 35,0	73,2	Met 38,1		
Jęczmień Kroton	78,2	Lys 63,9	78,0	Lys 63,2	78,2	Met 64,0	80,1	Lys 65,2	80,2	Ile 64,8	82,2	Lys 59,0
Pszenica Olcha	72,5	Met 47,8	73,5	Met 47,2	73,5	Met 47,8	76,0	Met 51,8	76,0	Met 53,1	74,4	Ile 58,1
Pszenżyto Presto	68,2	Met 53,2	69,2	Met 52,5	69,2	Met 53,2	71,8	Met 57,2	72,3	Met 58,4	67,2	Lys 48,6
Żyto Dańkowskie Złote	68,0	Met 42,5	69,1	Met 41,9	69,1	Met 42,5	71,4	Met 46,5	71,7	Met 47,8	67,8	Met 54,2

<sup>1</sup> Za wzorzec przyjęto zapotrzebowanie rosnących szczurów na aminokwasy (NRC, 1978)

<sup>2</sup> Kolorami zaznaczono zestawy, u których wystąpiło zjawisko wzajemnego uzupełnienia się białka dwóch pasz