

633.355, 636.086.358; 636.085.13'.2

5892 1

C2

218954

AKADEMIA ROLNICZA
W SZCZECINIE
WYDZIAŁ BIOTECHNOLOGII I HOBOWLI
ZWIERZĄT

Wioletta Biel

*Wartość odżywcza białka nasion wybranych
 odmian grochu oraz ocena ich udziału, jako źródło
 białka w zestawach paszowych dla zwierząt
 monogastrycznych.*

D-4125

MFN

2008

Instytut Zoologii i Żywności Zwierząt
Katedra Żywności Zwierząt
ul. Żywnościowa 10
71-431 Szczecin, Polska
Prof. dr hab. inż. inżynier

SZCZECIN 2008

AKADEMIA ROLNICZA
W SZCZECINIE
WYDZIAŁ BIOTECHNOLOGII I HODOWLI
ZWIERZĄT

Wioletta Biel

*Wartość odżywcza białka nasion wybranych
odmian grochu oraz ocena ich udziału, jako źródło
białka w zestawach paszowych dla zwierząt
monogastrycznych.*

D-1125



MFN 7288

Praca doktorska wykonana
w Katedrze Żywienia Zwierząt
i Gospodarki Paszowej
pod kierunkiem naukowym
Prof. zw. dr hab. Kruma Petkova

SZCZECIN 2002

AKADEMIA ROLNICZA
W SZCZECINIE
WYDZIAŁ BIOTECHNOLOGII I HODOWLI
ZWIERZĄT

Wioletta Biel



C2-D, 58921

Praca doktorska wykonana
w Katedrze Żywności Zwierząt
i Gospodarki Paszowej
pod kierunkiem naukowym
Prof. zw. dr hab. Krzysztof Piskorski

~~D-1125~~
MEN 88

D, 88 / 2015

Panu
Prof. zw. dr hab. Krumowi Petkovowi
składam serdeczne podziękowania
za pomoc w wyborze kierunku badawczego
oraz za cenne wskazówki i życzliwe konsultacje
przy realizacji i opracowaniu niniejszej pracy.

-AUTORKA-

SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	6
1. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA.....	8
1.1. Zarys uprawy oraz znaczenie gospodarcze grochu.....	8
1.2. Wartość pokarmowa grochu.....	13
1.2.1. Skład chemiczny.....	13
1.2.2. Sifatniki strawne.....	17
1.2.3. Wartość azotowa białka.....	18
1.3. Określenie wartości pokarmowej wybranych gatunków zbóż.....	20
1.4. Wartość azotowa białka zestawów zbożowo-grochowych.....	23
1.5. Zastosowanie nasion grochu w żywieniu zwierząt.....	25
2. CEL BADAŃ.....	26
3. MATERIAŁ I METODY.....	30
3.1. Materiał badawczy.....	30
3.2. Analizy chemiczne.....	32
3.3. Ocena składu aminokwasowego.....	32
3.4. Badania biologiczne.....	33
3.4.1. Określenie współczynników strawności składników grochu oraz ich wartość pokarmowa.....	33
3.4.2. Określenie wartości odżywczej.....	34
3.4.2.1. Mieszanki doświadczalne.....	34
3.4.2.2. Zwierzęta doświadczalne.....	35
3.4.2.2.1. Metoda wzrostowa.....	35
3.4.2.2.2. Metoda bilansowa.....	47
3.4.2.3. Ustalenie wpływu białka wyszyni grochu na wartość zestawów zbożowo-grochowych.....	46
3.5. Statystyczne opracowanie wyników badań.....	48
4. OPIS WYNIKÓW I DYSKUSJA.....	53

Dziękuję

Pani mgr inż. Izabeli Jaskowskiej

i Lidii Kowalczyk

za pomoc przy realizacji tematu pracy

oraz wszystkim współpracownikom Katedry

za okazaną serdeczność i życzliwość

-AUTORKA-

4.1. Podstawowy skład chemiczny nasion grochów oraz ziaren ziół.....	53
4.1.1. Groch.....	53
4.1.2. Zboża.....	56

SPIS TREŚCI	58
4.2.1. Groch.....	58

WSTĘP	6
--------------------	----------

1. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA	8
---------------------------------------	----------

1.1. Zarys uprawy oraz znaczenie gospodarcze grochu.....	8
1.2. Wartość pokarmowa grochu.....	13
1.2.1. Skład chemiczny.....	13
1.2.2. Składniki strawne.....	17
1.2.3. Wartość odżywcza białka.....	18
1.3. Charakterystyka wartości pokarmowej wybranych gatunków zbóż.....	20
1.4. Wartość odżywcza białka zestawów zbożowo-grochowych.....	23
1.5. Zastosowanie nasion grochu w żywieniu zwierząt.....	25

2. CEL BADAŃ	28
---------------------------	-----------

3. MATERIAŁ I METODY	30
-----------------------------------	-----------

3.1. Materiał badawczy.....	30
3.2. Analizy chemiczne.....	34
3.3. Ocena składu aminokwasowego.....	36
3.4. Badania biologiczne.....	39
3.4.1. Określenie współczynników strawności składników pokarmowych nasion grochu oraz ich wartość pokarmowa.....	39
3.4.2. Określenie wartości odżywczej białka nasion grochu.....	43
3.4.2.1. Mieszanki doświadczalne do badań biologicznych.....	43
3.4.2.2. Zwierzęta doświadczalne.....	44
3.4.2.2.1. Metoda wzrostowa.....	44
3.4.2.2.2. Metoda bilansowa.....	47
3.4.3. Uzupełniający wpływ białka nasion grochu na wartość odżywczą białka zestawów zbożowo-grochowych.....	48
3.5. Statystyczne opracowanie wyników badań.....	48

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW I Dyskusja	53
--	-----------

4.1.	Podstawowy skład chemiczny nasion grochów oraz ziaren zbóż.....	53
4.1.1.	Groch.....	53
4.1.2.	Zboża.....	56
4.2.	Wartość odżywcza białka nasion grochów oraz ziaren zbóż.....	58
4.2.1.	Groch	58
4.2.2.	Zboża.....	62
4.3.	Strawność i wartość pokarmowa nasion grochu	64
4.4.	Ocena wartości odżywczej białka nasion grochu, ziarna zbóż oraz zestawów zbożowo-grochowych.....	68
4.4.1.	Groch.....	69
4.4.2.	Zboża.....	74
4.4.3.	Zestawy zbożowo-grochowe.....	75
5.	WNIOSKI.....	81
	PIŚMIENNICTWO.....	83

WSTĘP

Powszechnym komponentem białkowym mieszanek oprócz podstawowego składnika jakim są zboża, jest poekstrakcyjna śruta sojowa oraz mączki pochodzenia zwierzęcego. Stosowanie mączek budzi coraz więcej obaw, wielu producentów pasz i tuczników z nich rezygnuje. Wskutek zamieszania w Unii Europejskiej wokół choroby powodującej gąbczaste zwyrodnienie mózgu (BSE – **B**ovine **S**pongiform **E**ncephalopathy), zachodzi potrzeba wykorzystania w żywieniu w większym stopniu niż dotychczas, szeroko dostępnych roślinnych komponentów białkowych. W związku z wycofywaniem mączek odzwierzęcych z pasz dla wszystkich zwierząt gospodarskich, stosowanie śruty poekstrakcyjnej sojowej może być kontrowersyjne w związku z wahaniem w podaży oraz wysoką i niestabilną ceną. Taką alternatywą mogą być nasiona krajowych strączkowych. Rośliną paszową, która w Polsce ma duże szanse powodzenia jest groch.

Znaczenie nasion strączkowych jako paszy dla zwierząt, zwiększyło się od drugiej połowy lat 80-tych zarówno na świecie, w Europie, jak i w Polsce. W krajach Unii Europejskiej powierzchnia uprawy samego grochu wynosi 1020 tys. ha, a średni plon z 1 ha — 4,7 tony. Głównymi producentami grochu są Francja, Dania oraz Wielka Brytania. Popularność ta wynika z jego wysokiego plonu oraz niskiej zawartości składników antyodżywczych. W kraju uprawa roślin strączkowych ma bogatą tradycję. Po okresie znacznego wzrostu produkcji nasion strączkowych w latach 1989-1991 (do 547 tys. ton), nastąpiło jej załamanie od 1992 roku. Wynikało to m. in. z wyjątkowo niekorzystnych warunków klimatycznych w tym okresie. W ostatnich 5 latach nastąpiło

zwiększenie powierzchni uprawy, wyższe plonowanie, co wpłynęło na wzrost zbiorów. Problem jednak w tym, że areał uprawy grochu wynosi zaledwie 35 tys. ha. Szersze wprowadzenie grochu w Polsce ma uzasadnienie zarówno ekologiczne, jak i agrotechniczne. Uprawa grochu dostarcza plonów ponad 33,2 dt/ha, co daje 681 kg czystego białka. Dodatkowo charakteryzuje się mniejszymi wymaganiami glebowymi niż pozostałe strączkowe, mniejszą podatnością na choroby i wcześniejszym terminem zbioru. Jest tym gatunkiem, w którym notuje się największy postęp genetyczny oraz największą liczbę rejestrowanych odmian. Wprowadzane do szerokiej produkcji odmiany charakteryzują się dobrym plonowaniem, wysoką zawartością i jakością białka, mniejszą ilością substancji antyodżywczych oraz nadają się do mechanicznego zbioru. Dane te zachęcają do uprawy grochu w Polsce w szerokim zakresie oraz stosowania go w dawkach pokarmowych dla zwierząt i w dietach dla ludzi. Jednocześnie wraz z wyhodowaniem nowych odmian tych roślin, ich wartość odżywcza musi być na nowo (w szerszym zakresie) weryfikowana. Wyniki niektórych autorów wykazały, że nasiona grochu siewnego z powodzeniem mogą stanowić nawet główny komponent białkowy w mieszankach dla monogastrycznych, zastępując importowaną soję. Efektywne wykorzystanie i ocena tej paszy w żywieniu, wymaga znajomości pełnego jej składu chemicznego. Wyniki analizy chemicznej nasion grochu siewnego wskazują, że wartość pokarmowa tych nasion jest uzależniona nie tylko od typu, ale i odmiany, jak również od warunków agrotechnicznych i klimatycznych.

Wymienione zalety nowych odmian grochu siewnego, a także korzyści ekologiczne związane z ograniczonym nawożeniem azotowym oraz rola grochu jako elementu zmianowania w intensywnej uprawie zbóż, wskazują na celowość szerszego wykorzystania tej rośliny w bilansie paszowym.

1. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Na podstawie wnikliwego zapoznania się z literaturą krajową i zagraniczną dotyczącą zagadnienia związanego z pochodzeniem, charakterystyką botaniczną, rozwojem, uprawą oraz wykorzystaniem grochu siewnego w żywieniu zwierząt i człowieka uszeregowałam zakres tej wiedzy na poszczególne podrozdziały:

1.1. Zarys uprawy oraz znaczenie gospodarcze grochu

1.2. Wartość pokarmowa grochu

1.2.1. Skład chemiczny

1.2.2. Składniki strawne

1.2.3. Wartość odżywcza białka

1.3. Charakterystyka wartości pokarmowej wybranych gatunków zbóż

1.4. Wartość odżywcza białka zestawów zbożowo-grochowych

1.5. Zastosowanie nasion grochu w żywieniu zwierząt

1.1. Zarys uprawy oraz znaczenie gospodarcze grochu

Groch siewny *Pisum sativum* L. *sensu lato* należy do rodzaju *Pisum* L. Jest rośliną strączkową, należącą do rodziny motylkowatych *Papilionacea*, podrodziny motylkowych *Papilionatae*. Nasiona grochu obejmują formy jadalne i pastewne. Dawniej stosowano podział na odrębny gatunek *Pisum arvense* – peluszka. Podział na groch siewny i peluszkę jest nie do przyjęcia ze względu na aktualny stan wiedzy z dziedziny genetyki i taksonomii. Jedynie z punktu widzenia praktyki rolniczej, całkowicie uzasadnione jest wyodrębnienie w ramach *Pisum sativum* L. *sensu lato*, form jadalnych białokwitnących przeznaczonych na gleby mocniejsze i form pastewnych (barwnie i białokwitnących) na gleby lżejsze. Ojczyznę grochu jest Azja. Pierwotne

centrum uprawnych form grochu występuje w Afganistanie. Jego nasiona znane były już we wczesnym neolicie (6750 lat p.n.e.). Według Castella i wsp. (1996) groch jest tą rośliną strączkową, która odgrywa czołową rolę jako potencjalne źródło białka paszowego w strefie klimatu umiarkowanego.

Pierwsze ślady upraw grochu na terenie obecnej Polski pochodzą z VII w.p.n.e. Do XII wieku uprawiano tylko formy o barwnych kwiatach. Natomiast informacje o formach biało kwitnących pochodzą z przełomu XII i XIII w. Na szeroką skalę uprawa grochu w Polsce rozpowszechniła się dopiero po I wojnie światowej (Jasińska i Kotecki, 1993).

Nasiona grochu siewnego różnią się barwą, wielkością oraz kształtem. Formy jadalne mają okrywą nasienną jasną, bezbarwną, pastewne — najczęściej — zabarwioną. Obecnie nie przywiązuje się większego znaczenia do barwy nasion odmian pastewnych. Natomiast w uprawie grochu jadalnego jest to ważna cecha, ponieważ w Polsce spożywa się chętniej groch o nasionach żółtych, a w innych krajach — groch zielony. Wielkość nasion jest uwarunkowana genetycznie, ale zmienia się również pod wpływem warunków uprawy. Masa 1000 nasion odmian jadalnych waha się od 200 do 300 g, a pastewnych od 120 do 250 g. Można zauważyć, że w latach o dużej ilości opadów uzyskuje się większe nasiona (Kotecki, 1990). Nasiona jadalne mają kształt okrągły, regularny, formy pastewne — nieregularny kształt z zagłębieniami.

Ogólnie odmiany grochu można podzielić według kilku kryteriów (Jasińska i Kotecki, 1993):

- użytkowania — jadalne, ogólnoużytkowe, pastewne;
- przydatności do kierunku uprawy — uniwersalne, na nasiona, zieloną masę;

- wymagań glebowych – gleby mocniejsze – jadalne, gleby słabsze – pastewne;
- długości łodyg – krótkołodygowe (30-40 cm), średniolodygowe (40-100 cm), długolodygowe (ponad 100 cm)
- zabarwienia liścieni – żółte, zielone;
- budowy liści – parzystopierzaste, wąsate;
- barwy kwiatów – białe (formy jadalne i niektóre pastewne), kolorowe (pastewne).

Groch można uprawiać z powodzeniem w całej Polsce. Wysiew nasion w takiej ilości (w zależności od masy 1000 nasion), by na 1 m² rosło około 80—100 roślin, powinien nastąpić jak najwcześniej. Wzrost zagęszczenia roślin do 120 szt/m² powoduje silniejszą konkurencję między roślinami o asymilaty i wodę, co powoduje zmniejszenie liczby strąków i nasion na roślinie. W rezultacie czego plon już nie wzrasta, a zwiększają się koszty zakupu materiału siewnego. Chłody w czasie wschodu gwarantują lepsze ukorzenie roślin i wcześniejszą oraz pełniejszą ich jaryzację, w wyniku której rośliny wcześniej i obficie kwitną oraz równomiernie dojrzewają (Hers, 1979).

Należy zwrócić uwagę na znaczenie nasion grochu jako doskonałego elementu płodozmianu przy intensywnej uprawie zbóż (Książak i Podleśny, 1994). Korzystne oddziaływanie grochu w zmianowaniu polega przede wszystkim na:

- poprawie bilansu azotu w glebie, gdyż dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi wzbogaca glebę w azot w ilości od 40 do 90 kg/ha;
- poprawia stan fitosanitarny gleby, poprzez zwiększenie mikrobiologicznej aktywności gleby, a w konsekwencji zmniejszeniu porażenia rośliny następczej przez choroby przenoszone za jej pośrednictwem;

- dobrze rozwinięty system korzeniowy i dobrze zacienienie gleby poprawiają jej właściwości fizyczne.

Najczęściej występującymi chorobami grochu są askochytoza, mączniak prawdziwy oraz zgorzel siewek. Najlepszym sposobem ochrony jest zapobieganie ich występowaniu poprzez stosowanie do siewu zdrowych nasion, prawidłowego zmianowania i wczesnego siewu. Do najgroźniejszych szkodników grochu zalicza się oprzędziki, mszyce, strąkowiec grochowy, pachówka strąkóweczka oraz wciornasek grochowiec. Najskuteczniejszym sposobem ich zwalczania jest odpowiednie zaprawianie nasion.

Uprawiane w Polsce gatunki grochów biało kwitnących i kolorowych dają w doświadczeniach przemianowych zróżnicowane plony nasion: od 3,9 do 4,6 t z ha i wyrównane plony białka: 1,0 t z ha (Wiatr, 1997). Od lat prowadzone są badania mające na celu określenie wpływu częściowego lub całkowitego zastąpienia poekstrakcyjnej śruty sojowej nasionami grochu (Stanek, 1999). W miejsce wycofywania z dawek pokarmowych mączek odzwierzęcych, w wyniku zagrożenia chorobą wściekłych krów BSE można oczekiwać zwiększonego zainteresowania nasionami strączkowymi, w tym grochu (Strzetelski, 2001; Urbańczyk, 2001).

W obecnych czasach osiągnięto wyjątkowo duży postęp w hodowli nowych odmian grochu, a zmiany w rejestrze odmian tego gatunku są o wiele szybsze niż u innych gatunków roślin uprawy polowej. Dąży się do pełniejszego poznania biologii, opracowania najodpowiedniejszej pod każdym względem technologii uprawy oraz przede wszystkim do wyhodowania bardziej plennych odmian. Nowe odmiany grochu charakteryzują się dobrym plonowaniem, wysoką zawartością i jakością białka, mniejszą ilością substancji antyodżywczych oraz nadają się do mechanicznego zbioru (Carrouee, 1995). Zachętą do uprawiania grochu może

być także uzasadnienie ekologiczne i agrotechniczne związane z ograniczeniem nawożenia azotowego i wczesnym zbiorem. Klimat i jakość gleb w Polsce stwarzają dogodne warunki do uprawy roślin strączkowych, jednak produkcja nasion strączkowych grubonasiennych jest nadal niewystarczająca.

W Polsce pomimo wielu kłopotów, z jakimi aktualnie borykają się hodowcy roślin, rozwój hodowli nowych odmian grochu jest intensywny i wciąż doskonalony. Świadczy o tym fakt, że około 40% spośród zgłoszonych do Rejestru w 1995 roku odmian znalazło się w badaniach po raz pierwszy (Wiatr, 1995). W latach 1997-1999 (tabela 1) wpisano do rejestru siedem odmian grochu, które charakteryzują się dobrą plennością i jakością (Szukała, 2000). Dodatkowo należy zwrócić uwagę na fakt, że wydajność z 1 ha w ostatnim 20-leciu przekroczyła 50% (Święcicki i wsp. 1997).

Tabela 1.

Cechy nowych odmian grochu zarejestrowanych w latach 1997-1999

Odmiana grochu	Plon nasion w dt/ha	Masa tysiąca nasion w g	Zawartość białka	Typ użytkowy
Bursztyn	50,5	271	22,3	Jadalny i ogólnoużytkowy
Jaspis	53,1	278	22,8	Jadalny i ogólnoużytkowy
Kolia	56,6	244	21,4	Jadalny i ogólnoużytkowy
Rola	56,2	255	22,2	Jadalny i ogólnoużytkowy
Kier	46,3	158	24,7	Pastewny nasienno-zielonkowy
Żuraw	43,2	217	23,7	Pastewny nasienno-zielonkowy
Wiato	55,6	198	23,8	Pastewny nasienny

Wysoka wartość odżywcza związana jest głównie z zawartością białka o korzystnym składzie aminokwasowym. Białko grochu jest bogate w lizynę i inne aminokwasy niesyntetyzowane w organizmie zwierząt i człowieka.

Charakteryzuje je również znaczna zawartość węglowodanów, głównie skrobi. W nasionach grochu, jak i innych strączkowych występują znaczne ilości włókna pokarmowego, który jest uważany za istotny składnik w żywieniu człowieka stosowany w profilaktyce chorób cywilizacyjnych trapiących kraje rozwinięte (Lipiec i Grela, 1996). Zaletą grochu jest również najmniejsza spośród strączkowych, zawartość substancji antyodżywczych. Jest on więc szczególnie cenną paszą dla monogastrycznych (Księżak i Podleśny, 1994). W świecie, nasiona grochu od dawna wchodzi w skład podstawowej racji pokarmowej ludzi, a także mają bardzo szerokie zastosowanie w żywieniu zwierząt, zarówno trzody chlewnej, drobiu, bydła, owiec i królików (Grosjean i wsp. 1991; Hoden i wsp. 1992; Barrier-Guillot i wsp. 1995).

1.2. Wartość pokarmowa grochu

1.2.1. Skład chemiczny

Groch siewny uprawiany w kraju ma zróżnicowany skład chemiczny w zależności od typu, jak i odmiany, głównie pod względem zawartości białka ogólnego, włókna surowego, bezazotowych wyciągowych oraz substancji antyodżywczych.

Niezwykle ważny jest kierunek hodowli zmierzający do zwiększenia zawartości białka w nasionach i poprawy jego składu aminokwasowego. Kraje Unii Europejskiej doprowadziły do dużego postępu w tym zakresie wprowadzając wiele nowych, wysokoplennych odmian grochu o wyższej zawartości białka w nasionach (Muehlbauer, 1996). Formy pastewne zawierają więcej tego składnika niż jadalne, odmiany długołodygowe więcej niż krótko- i średniołodygowe. Jego zawartość waha się przeciętnie od 20 do 27% suchej masy (Edwards, 1985; Gdala i wsp. 1992; Zduńczyk i wsp. 1997)

w zależności od czynnika genetycznego i warunków uprawy. Matyka i wsp. (1985) przeprowadzili analizę porównawczą składu chemicznego nasion strączkowych, w tym 14 odmian grochu jadalnego i 7 pastewnego. Zawartość tego składnika w obu typach była zbliżona. Średnia zawartość białka ogólnego w odmianach jadalnych wyniosła 235 g w kg suchej masy, a pastewnych – 248 g. Badania przeprowadzane w kraju w okresie ostatnich 15 lat dotyczące składu chemicznego nowych odmian nie wykazują znacznego wzrostu zawartości białka. Postęp w hodowli grochu zauważyli Borowska i wsp. (1995), podając, że o poziomie białka decydują przede wszystkim czynniki genetyczne, a także warunki środowiskowe, czy rok zbioru. Stwierdzono dużą zmienność w zawartości białka ogółem, wyższą charakteryzują się na ogół nasiona linii hodowlanych grochu należących do grupy o zabarwionej okrywie nasiennej. Z badań Petkova i wsp. (1991) wynika, że ilość białka w obrębie tych samych odmian jest uzależniona od roku zbioru.

Groch charakteryzuje się niską zawartością tłuszczu. Ilość ekstraktu eterowego w nasionach wynosi niewiele ponad 1,2% suchej masy (Alaviuhkola T., 1979; Lubowicki i wsp. 1990; Gdala i Buraczewska, 1997). Do wyjątków należą między innymi badania Bach Knudsen i wsp. (2001), którzy podają 2,3% tłuszczu w suchej masie. Na podstawie przeprowadzonych badań, Osek i Wasilowski (1999) podając procentowy udział kwasów tłuszczowych wykazali, że zarówno w całych nasionach, jak i poszczególnych frakcjach, ponad 80% sumy kwasów stanowiły kwasy nienasycone (UFA), a zwłaszcza wielonienasycone (PUFA).

Węglowodany strukturalne, na które nie działają enzymy własne przewodu pokarmowego zwierząt, trawione częściowo dopiero w jelicie grubym, są gorzej wykorzystywane przez trzodę chlewną oraz ograniczają wykorzystanie energii metabolicznej. Składniki podlegające fermentacji w

jelicie grubym dają tylko 60% energii, jaką dostarcza skrobia (Müller i Kirchgessner, 1986). Wiedza na temat zawartości poszczególnych frakcji węglowodanów strukturalnych, jak również łatwo rozpuszczalnych i łatwo przyswajalnych w nasionach grochu przyczynia się do racjonalniejszego wykorzystania ich w dietach dla monogastrycznych.

Poziom włókna surowego w nasionach grochu jest najniższy spośród wszystkich roślin strączkowych. Zawartość tego składnika waha się od 3 do 7% w suchej masie, przy czym jest większa w formach pastewnych. Według Longlanda i Lowa (1995) ilość tego składnika jest na poziomie ok. 6,5%. Jedynie w nasionach analizowanych przez Matykę i wsp. (1985) poziom włókna kształtował się następująco: w typie jadalnym 6,2—9,3%, pastewnym 6,2—9,9%. Flis i Zduńczyk (1997) badając frakcje włókna grochu z łuską i pozbawionego łuski stwierdzili zmniejszenie ilości zarówno włókna surowego od 63 g/kg s. m. do 11 g w bezłuskim grochu, jak i pozostałych frakcji – NDF, ADF i ADL. Należy pamiętać, że różne frakcje włókna w nasionach grochu wpływają negatywnie m. in. na strawność białka ogólnego czy substancji organicznej u świń (Hauschild i Koehler, 1991).

Zawartość węglowodanów w roślinach uzależniona jest, jak większość cech, zarówno od genotypu, agrotechniki oraz terminu zbioru (Grela i Winiarska, 1998). Ogólna zawartość węglowodanów w nasionach grochu wynosi ok. 67% i jest najwyższa w porównaniu z innymi strączkowymi (Pastuszewska, 1985; Waszkiewicz-Robak i Świdorski, 1993). Ilość związków bezazotowych wyciągowych w grochu jest zbliżona do wartości tego składnika w zbożach (Lubowicki i wsp. 1997). Zawartość i skład węglowodanów grochu różni się w zależności od typu czy odmiany (Perez i wsp. 1979). Groch jadalny jest uboższy w skrobię w porównaniu z pastewnym, ale bogatszy w bezazotowe wyciągowe.

Charakterystyczną cechą roślin strączkowych jest występowanie w nich substancji, które wpływają ujemnie na wykorzystanie składników pokarmowych oraz związków działających niekorzystnie na zdrowie i wzrost zwierząt. Groch w stosunku do innych strączkowych charakteryzuje się mniejszą zawartością substancji przeciwodżywczych (Cousin i wsp. 1993; Gatel i Champ, 1998). Czynnikiem przeciwodżywczymi w nasionach grochu, na które należy zwrócić uwagę to m. in. inhibitory trypsyny i taniny. Obecność ich jest głównym powodem ograniczonego wykorzystania grochu w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Za najważniejszy z nich uważany jest inhibitor trypsyny. Niekorzystny ich wpływ na wyniki produkcyjne potwierdzają badania Ernest (1984), Freire i wsp. (1989) oraz Leterme i wsp. (1990). W grochach mogą występować również związki fenolowe o ciężarze cząsteczkowym powyżej 500 – taniny (Hill i Tamminga, 1998). Taniny mogą stanowić od 0,45 g/kg w soi do 20 g/kg w nasionach bobiku (Liener, 1994). Można zauważyć zależność w zawartości tanin a kolorem kwiatów grochu. Występują one głównie w grochach kolorowo kwitnących na poziomie 13—27 g/kg (Savage, 1989). Odmiany o kwiatach białych zawierają do ok. 10 g tego składnika. Nowe odmiany charakteryzują się mniejszą ilością tych substancji. Igbasan i wsp. (1997) podają odmiany grochu beztaninowe (0 g w suchej masie). Do istotnych zagadnień związanych z obecnością tanin w nasionach grochu i ich ujemnym wpływem na działanie enzymów przewodu pokarmowego należy określenie w jakim stopniu związki te są odpowiedzialne za niższą wartość pokarmową, a zwłaszcza wykorzystanie białka tych roślin. W licznych badaniach prowadzonych nad tym zagadnieniem wnioski wyciągano bądź na podstawie porównania odmian o różnej zawartości tych związków, bądź dodając lub eliminując taniny przez usuwanie lub ogrzewanie łupiny nasiennej (Pastuszewska, 1985).

1.2.2. Składniki strawne

W funkcjonalnym i racjonalnym żywieniu ważna jest odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu składniki pokarmowe zawarte w danej paszy mogą być wykorzystane przez organizm. Aby określić wartość pokarmową pasz niezbędna jest wiedza nie tylko na temat ogólnej zawartości składników pokarmowych, ale również składników strawnych. Białko nasion grochu jest dobrze trawione i porównywalne ze strawnością śruty sojowej (Florek i wsp. 1995). Również wyniki badań podawane przez Grełę i wsp. (1992) wskazują na użyteczność nasion grochu jako komponentu mieszanek oraz zamiennika śruty sojowej. Z badań autora wynika, że groch może być stosowany w mieszankach z pszenżytem, a wyniki tuczu porównywalne są z innymi wynikami produkcyjnymi. Na uwagę zasługują dane z doświadczenia przeprowadzonego przez Namiotkiewicza i wsp. (1987) na cielętach. Stwierdzono, że mieszanki zawierające śrutę grochową pozwoliły uzyskać najwyższe przyrosty masy ciała cieląt i zapewniły najlepsze wykorzystanie paszy w porównaniu do mieszanek z innymi strączkowymi. Wyniki badań dowiodły, że groch może z powodzeniem zastąpić soję w mieszankach dla cieląt w wieku 26—120 dni życia.

Ważna jest również znajomość składu aminokwasowego oraz dostępności aminokwasów. Jak podaje Głapiś (1984) w badaniach na tucznikach żywionych nasionami strączkowymi dodatek aminokwasów wpłynął istotnie na ilość zatrzymanego w organizmie azotu. U tuczników otrzymujących dodatek aminokwasów syntetycznych zaobserwowano również poprawę strawności białka. Według Egguma (1992) strawność białka, bilans azotu u zwierząt monogastrycznych zależą od rodzaju i składu chemicznego włókna oraz jego podatności na rozkład w jelicie cienkim i grubym.



Należy zwrócić również uwagę na ilość polisacharydów nieskrobiowych, które w dawkach dla zwierząt obniżają strawność składników pokarmowych i ich wchłanianie w przewodzie pokarmowym (Gdała, 1998).

1.2.3. Wartość odżywcza białka

Wartość odżywcza, czyli przydatność do pokrycia potrzeb organizmu związanych z przemianami metabolicznymi jest funkcją zawartości, zbilansowania i biodostępności składników odżywczych. Jakość białka jest uzależniona od zawartości aminokwasów egzogennych i endogennych, od wzajemnych proporcji poszczególnych aminokwasów egzogennych, odpowiedniego dostarczenia energii niezbędnej do procesów syntezy białka ustrojowego ze źródeł pozabiałkowych oraz od strawności produktów białkowych (Gawęcki, 1998). Brak czy niedobór w dawce pokarmowej jednego lub kilku aminokwasów, niewłaściwy ich stosunek, a także niska przyswajalność, prowadzą do gorszego wykorzystania białka i innych składników odżywczych (Ochał, 1989). Pełna ocena wartości odżywczej białka obejmuje zarówno metody chemiczne, polegające na analizie ich składu aminokwasowego oraz metody biologiczne, określające wykorzystanie białka przez zwierzęta, najczęściej młode szczury (Hanczakowski, 1987). Zgodnie z zaleceniami FAO/WHO (1991) standardową metodą oceny jakości białka jest klasyczna, chemiczna metoda wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS- Chemical Score) według Blocka i Mitchella (1946). Inną ocenę, opartą na tych samych założeniach zaproponował Oser (1951) – zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAAI – Essential Amino Acids Index). Jak wynika z badań przeprowadzonych przez wielu autorów, aminokwasami ograniczającymi wartość odżywczą białka grochu są aminokwasy siarkowe: metionina z cystyną (Maciejewicz-Ryś i Kosmala,

1995; Stanek, 1999). Białko grochu jest bogate w lizynę – aminokwas ograniczający jakość białka zbóż. Przeciętna zawartość tego aminokwasu podawana przez Gatela (1994), Korniewicza i wsp. (1997) oraz Lubowickiego i wsp. (1990) kształtuje się na poziomie 6,2—7,9 g/16 g N i jest równa, a nawet wyższa w porównaniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej (Florek i wsp. 1995). Wartość odżywcza białka mierzona wskaźnikiem aminokwasów egzogennych EAAI waha się od 60,8 podawana przez Matykę (1996) do 73,8 według Osek i Wasiłowskiego (1999). Rozbieżności wynikają z różnego typu i odmiany grochu, warunków agrometeorologicznych, jak również od rodzaju zastosowanego wzorca białka.

Ocena chemiczna jakości białka jest niewystarczająca ponieważ stopień wykorzystania białka zależy również od innych czynników, m. in. udziału pozostałych składników pokarmowych czy związków antyodżywczych. Dlatego dla pełnej oceny wartości odżywczej białka należy zastosować metody biologiczne – wzrostowe lub/oraz bilansowe (Rakowska i wsp. 1978; Pisulewski i wsp. 1999).

Do najbardziej rozpowszechnionych metod biologicznych wzrostowych na zwierzętach należą: PER – wydajność wzrostowa białka oraz NPR – retencja białka netto. Najczęściej stosowanymi wskaźnikami metod bilansowych są BV – wartość biologiczna, TD – strawność rzeczywista oraz NPU – wykorzystanie białka netto. Porównanie tych metod nie wykazuje pełnej zgodności.

Badania przeprowadzone przez Borowską i wsp. (1995) wykazały brak zgodności w ocenie jakości białka grochu metodą chemiczną i biologiczną. W badaniach Cerioli i wsp. (1998) wskaźnik PER dla grochu wahał się od 1,53 do 2,25, podczas, gdy wartość dla soi wyniosła 1,95. Stanek (1999) dla grochu jadalnego odmiany Albatros (ulistnionej) podaje wartość wskaźnika

PER 2,18, NPU 64,5, a dla odmiany o zredukowanym ulistnieniu Piast odpowiednio: 2,17 i 66,1. Maciejewicz-Rys i wsp. (1985) podaje w przypadku wskaźników BV oraz TD wyższe wartości tych wskaźników dla grochu jadalnego (odpowiednio: 63,0; 90,0) w porównaniu z pastewnym (58,3; 89,0).

1.3. Charakterystyka wartości pokarmowej wybranych gatunków zbóż

W Polsce wykorzystuje się na cele paszowe, jak i w żywieniu człowieka głównie ziarno jęczmienia, żyta, pszenicy, pszenżyta i owsa. Ziarna zbóż charakteryzuje się małą lub średnią zawartością białka ogólnego: 10,0—14,0% w suchej masie (Matyka i wsp. 1990; Osek i wsp. 1994). Na jakość białka ziaren zbóż ma wpływ m. in.: udział poszczególnych frakcji białkowych w białku ogólnym, intensywność nawożenia azotowego, a także sposób uprawy. Zwiększenie nawożenia powoduje wzrost zawartości białka ogólnego, ale jednocześnie spadek udziału lizyny w białku, a jednocześnie wskaźnika EAAI (Barczak i wsp. 1994).

Ilość białka ziarna zbóż waha się w szerokich granicach, dla pszenicy 12,0—13,8 (Rutkowski i Boros, 1997), pszenżyta 9,0—14,2 (Świerczewska i wsp. 1989; Petkov i wsp. 2000), jęczmienia 12,5—14,6 (Jacyno i wsp. 1988; Koreleski, 1993).

Najbogatszym z przytaczanych zbóż w ekstrakt eterowy jest pszenżyto 22,7% w suchej masie, następnie pszenica – 20,4%, a najmniej tłuszczu jest w jęczmieniu 12,4% (Tywończuk i wsp. 1994a).

Włókno surowe jest jednym z czynników limitującym udział zbóż w mieszankach dla zwierząt. Zawartość tego składnika w suchej masie według

różnych autorów przedstawia się następująco: w pszenicy 27,2, w pszenżycie 28,3, największa w jęczmieniu 5,82 (Fabijańska, 1992; Lubowicki i wsp. 1997). Klocek i Osek (1995) obłuszczając ziarno jęczmienia, żyta i pszenżyta stwierdziły wpływ tego zabiegu w wybranych gatunkach zbóż na obniżenie włókna surowego. Dodatni wpływ łuszczenia uwidocznił się również w doświadczeniach na młodych świniach.

Składniki włókna, zwane też substancjami balastowymi spełniają ważną rolę w żywieniu człowieka jako niezbędny składnik pokarmowy diety. Od dawna zwraca się uwagę na zdrowotne właściwości ziarna roślin zbożowych (Michniewicz i Gąsiorowski, 1994). Niedobór włókna w żywieniu człowieka może powodować występowanie chorób cywilizacyjnych, takich jak: otyłość, uchyłkowatość jelit, a nawet rak jelita grubego. Nadmiar zaś może ograniczyć wchłanianie składników odżywczych i mineralnych. Wyniki badań podawane przez Illman i wsp. (1993) świadczą o tym, że wysokie spożycie włókna, pochodzącego głównie ze zbóż jest ujemnie skorelowane z występowaniem choroby wieńcowej. Największe ilości włókna znajdują się w zewnętrznych częściach anatomicznych ziarniaków, będącymi najczęściej produktami odpadowymi podczas procesu przemiału ziarna na mąkę (Grzesiuk i Kulka, 1988).

Zboża mają charakter pasz węglowodanowych o dużej wartości energetycznej. Głównym składnikiem jest skrobia, reszta to polisacharydy nieskrobiowe, które ze względu na swoje właściwości traktowane są jako związki antyodżywcze w żywieniu zwierząt. Według Bedforda i Classena (1992) powodują m. in. obniżenie wchłaniania składników pokarmowych, utrudniają dyfuzję enzymów trawiennych do substratów oraz ich wymieszanie z treścią pokarmową. Według Jamroz i wsp. (1994) w zależności od chemicznej budowy węglowodanów ulega zmianie zawartość poszczególnych lotnych kwasów tłuszczowych w jelitach kurcząt. Jednym z głównych

składników polisacharydów nieskrobiowych oprócz β -glukanów są pentozany. Wpływają one m. in. na obniżenie strawności i wchłanianie składników pokarmowych. Stanowią one 7—10% suchej masy ziarna żyta oraz 5—8% pszenicy (Antonίου i wsp. 1981; Saastamoinen i wsp. 1989; Annison, 1990). W pszenżycie ilość pentozańców kształtuje się na poziomie bardziej zbliżonym do pszenicy (Rakowska, 1986). Pozostałe składniki antyodżywcze występujące w ziarnach zbóż to m. in. alkilorezolcynole. Najwyższą ich zawartością w stosunku do innych zbóż (Rakowska, 1984) charakteryzuje się ziarno żyta (1100-1500 mg/kg). Zawartość ich jest częściowo uwarunkowana genetycznie a częściowo zależy od wpływu środowiska (Hanczakowski i wsp. 2001). Najbardziej na związki te wrażliwe są zwierzęta młode, choć ich negatywnemu działaniu na wzrost i zdrowie zwierząt nie przypisuje się już takiego znaczenia jak dawniej (Sokół, 1995; Kalač i Mika, 1997). Według najnowszych badań reakcja ta jest wynikiem działania polisacharydów nieskrobiowych, głównie pentozańców (Sokół i Fabijańska, 2001).

Wartość odżywcza białka zbóż jest ograniczana szczególnie pod względem zawartości lizyny i treoniny. Udział lizyny i treoniny według Maciejewicz-Ryś i wsp. (1993) w białku pszenżyta (3,34 i 3,19 g/16 g N) jest większy niż w pszenicy (2,59 i 2,53 g/16 g N). Największą zawartość tych aminokwasów w ziarnie jęczmienia (4,05 i 3,96 g/16 g N) podaje Koreleski (1993). Wskaźnik aminokwasów niezbędnych dla pszenicy wynosi 63,2, dla pszenżyta 56,7 (Lubowicki i wsp. 1997). Według Petkova i wsp. (1997) indeks ten dla pszenżyta jest wyższy: od 73,40 do 74,70. Jacyno i wsp. (1988) dla jęczmienia podaje EAAI równy 68,0.

Jakość białka określona w doświadczeniach na zwierzętach przeprowadzona przez Maciejewicz-Ryś i wsp. (1993) potwierdziła wysoko istotne współzależności: ujemną między zawartością białka ogólnego a

lizyną, dodatnią między lizyną a BV oraz BV a EAAI. Obserwując uzyskane średnie wartości BV dla pszenżyta z lat od 1983 (61,8) do 1991 (69,3) można stwierdzić, że poprawia się jakość białka nowych odmian pszenżyta. Niższą wartość wskaźnika BV dla pszenicy (62,0) stwierdzili Boros i Rek-Cieply (1997). Sokół (1995) najwyższe BV uzyskał dla jęczmienia (74).

Z porównania wskaźników wartości odżywczej białka zbóż przeprowadzonych w doświadczeniach na szczurach (Horaczyński i Buraczewski, 1982) i świnich (Horaczyński, 1983) wynika, że wartości BV i NPU otrzymane na szczurach są wyższe od odpowiednich wartości otrzymanych na świnich, strawność pozorna – na świnich istotnie wyższa. Múnchow i Bergner (1968) stwierdzili, że strawność białka można obliczyć dla świń na podstawie wartości uzyskanych w doświadczeniach na szczurach, a wskaźniki BV i NPU – mogą być wykorzystane w odniesieniu do świń z dużym przybliżeniem. Eggum (1973) porównując wartość odżywczą diet między dwoma gatunkami zwierząt stwierdził istotną statystycznie korelację ($r = 0,86$).

1.4. Wartość odżywcza białka zestawów zbożowo-grochowych

Znajomość składu aminokwasowego pozwala wzajemnie uzupełniać różne białka, w celu uzyskania zbilansowania aminokwasów, dostosowanych do zapotrzebowania organizmu na te składniki.

Bressani (1974) rozróżnia cztery typy uzupełniania lub wzbogacania białek:

- Typ 1. Połączenie białek równoważnych pod względem jakości. Wartość odżywcza białka mieszanki po wymieszaniu komponentów nie ulega zmianie;

- Typ 2. Łączenie białek o różnej jakości, które w różnym stopniu wykazują niedobór tego samego aminokwasu. Białko wysokowartościowe uzupełnia białko niższej jakości do pewnego poziomu, w którym uzyskuje się maksymalnie możliwe podwyższenie zawartości aminokwasu ograniczającego. Wartość odżywcza białka mieszanki podwyższa się do pewnego poziomu i dalej już nie ulega zmianie;
- Typ 3. Mieszanie białek niskowartościowych o różnych aminokwasach ograniczających. Wartość odżywcza białka mieszanki daje wyższą wartość niż poszczególnych jej komponentów;
- Typ 4. Połączenie białka wysokowartościowego przez dodanie do niego białka dobrze zbilansowanego pod względem aminokwasów. Jakość białka zestawu jest wyższa w wyniku wzrostu ilości aminokwasów egzogennych, zwiększenia przyswajalności białka poprzez lepsze zrównoważenie składu aminokwasowego.

O możliwości uzupełniania zbóż białkiem nasion grochu w mieszankach dla zwierząt świadczą badania m. in. Teera i wsp. (1978), Fuchsa i wsp. (1983). Wartość odżywcza białka grochu ulega zwiększeniu dzięki uzupełnieniu niedoboru aminokwasów siarkowych przez połączenie ze zbożami. Równocześnie białko grochu bogate w lizynę, aminokwas deficytowy ziaren zbóż wpływa dodatnio na wartość mieszanki. Wartość odżywcza białka zestawów zbóż i grochu jest z reguły wyższa niż poszczególnych komponentów i zależy od ich wzajemnych proporcji. Użyteczność w żywieniu zwierząt mieszanek grochu i pszenżyta w żywieniu tuczników potwierdzono w badaniach Tywończuka i wsp. (1994b), Florka i wsp. (1999). Również w połączeniu z ziarnem jęczmienia, nasiona grochu wpłynęły korzystnie na wyniki produkcyjne (Stanek, 1997).

W doświadczeniach bilansowych na zwierzętach laboratoryjnych Maciejewicz-Ryś i wsp. (1985) łącząc groch ze zbożami wykazał wyższą wartość odżywczą zestawów w porównaniu z odpowiadającymi im zbożami czy grochem. Wartość wskaźnika BV wyniosła od 69,6 dla mieszanki grochu pastewnego z pszenżytem do 77,9 dla mieszanki grochu jadalnego z jęczmieniem.

1.5. Zastosowanie nasion grochu w żywieniu zwierząt

Prowadzone są liczne badania nad wykorzystaniem grochu w żywieniu zwierząt. Wiele wątpliwości budzi jednak procentowy udział grochu w dawkach pokarmowych (Pastuszewska, 1985). Warunkiem odpowiedniego wykorzystania nasion grochu jako krajowego źródła białka jest kompleksowa ocena wartości pokarmowej nowych odmian, w celu odpowiedniego zbilansowania dawki pod względem wartości energetycznej i składu aminokwasowego. Liczne badania na tucznikach wykazały dużą przydatność tej paszy jako substytutu standardowego komponentu białkowego, jakim jest w mieszankach pełnoporcjowych poekstrakcyjna śruta sojowa. Badania przeprowadzone przez Osek i Wasiłowskiego (1999) na tucznikach wykazały, że wprowadzenie 15% nasion grochu w pierwszym okresie tuczu oraz 25% w drugim, jako częściowego zamiennika poekstrakcyjnej śruty sojowej, pozwoliło na uzyskanie podobnych wskaźników tuczu, jak w grupie żywionej mieszanką kontrolną zawierającą 15% soi. Podobne wyniki podaje również Groszkowska (1993) stosując 10, 15 i 20% nasion grochu. Badania wykazały, że zwierzęta otrzymujące w mieszance 10% grochu przyrastały lepiej niż zwierzęta żywione mieszanką kontrolną. Florek i wsp. (1995) udowodnił, że nie tylko udział grochu w mieszankach, ale również odmiana mają wpływ na efekty tuczu świń. Na pozytywne rezultaty stosowania w dawkach pokarmowych dla tuczników nasion grochu jako zamiennika śruty sojowej

wskazują również badania innych autorów (Grela i wsp. 1991; Lund i Hakansson 1986; Osek i wsp. 1999). Surdacki i wsp. (1993a, 1993b) wykorzystując nasiona zbóż i roślin strączkowych uzyskali korzystne przyrosty masy ciała, wykorzystanie paszy oraz dobre wskaźniki oceny rzeźnej. Badania przeprowadzone przez Hanczakowską i Urbańczyka (2001a) na tucznikach wykazały, że w dobrze zbilansowanych wysokoenergetycznych dawkach pokarmowych nasiona grochu w połączeniu z poekstrakcyjną śrutą rzepakową mogą być głównym źródłem białka, zapewniając dobre wyniki tuczu i wysoką wartość rzeźną. Również Fritz i wsp. (1990), Florek i wsp. (1999) stwierdzili pozytywny wpływ grochu na wyniki tuczu w mieszankach ze śrutą rzepakową. Badania przeprowadzone na lochach prośnych i karmiących oraz młodzieży hodowlanej wskazują, że istnieje możliwość stosowania nasion grochu w mieszankach dla tych grup zwierząt (Rapport Annuel, 1986; Czarnecki i wsp. 1992). Z badań przeprowadzonych przez Hanczakowską i Urbańczyka (2001b) wynika, że jest możliwe prawie całkowite zastąpienie śruty sojowej grochem w dawkach dla loch i w połowie dla warchlaków.

We Francji średni udział grochu w mieszankach dla tuczników wynosi 22% (Pastuszewska, 1995; Quemere, 1990). Należy pamiętać, że o możliwości stosowania grochu oraz innych strączkowych dla tuczników decyduje m. in. zawartość substancji antyżywniowych w tych paszach oraz udział pozostałych składników dawki, zwłaszcza pasz energetycznych i dodatków mineralno-witaminowych.

Również w dawkach dla przeżuwaczy źródłem białka, poza paszami objętościowymi są nasiona roślin strączkowych (Łozicki i wsp. 1999). Przeprowadzone badania na cielętach przeprowadzone przez Korniewicza i wsp. (1998) wykazały, że cielęta żywione mieszanką z udziałem nasion grochu pobierały ją tak samo chętnie, jak mieszankę ze śrutą sojową, a efekty

produkcyjne były takie same. Na podstawie uzyskanych wyników autorzy stwierdzili, że można zalecić praktyce rolniczej stosowanie nasion grochu jako komponentu białkowego mieszanek dla młodych cieląt w ilości od 30 do 40%. Również Namiotkiewicz i wsp. (1988) stosując groch w mieszankach dla młodych cieląt uzyskał najlepsze wyniki produkcyjne przy udziale 35% nasion grochu.

Z przeprowadzonego przeglądu piśmiennictwa krajowego i zagranicznego wynika, że warunkiem właściwego wykorzystania nasion grochu jako alternatywnego źródła białka dla zwierząt jest kompleksowa ocena wartości pokarmowej, a w szczególności jakości białka nowych odmian, uzyskanych dzięki postępowi genetycznemu w hodowli tej rośliny strączkowej. Wiedza wynikająca z badań chemicznych oraz biologicznych dotycząca jakości grochu może umożliwić jego szersze rozpowszechnienie jako krajowego roślinnego komponentu białkowego.

2. CEL BADAŃ

Dane piśmiennictwa krajowego i zagranicznego świadczą o tym, że zagadnienie dotyczące oceny grochu, jako źródła białka roślinnego jest bardzo aktualne. Dlatego też celem podjętej pracy było określenie wartości pokarmowej nasion nowych i najbardziej wartościowych zdaniem hodowców odmian grochu siewnego oraz stwierdzenie czy oceniane nasiona mogą być paszą szeroko stosowaną w żywieniu monogastrycznych. Wybrany cel badań starano się zrealizować poprzez wykonanie szeregu badań chemiczno-analitycznych oraz w eksperymentach na zwierzętach laboratoryjnych w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej AR w Szczecinie. Dla realizacji celu badań przyjęto następujący tok postępowania, składający się z trzech etapów:

Etap I.

Badania dotyczące składu chemicznego nasion 9 wybranych odmian grochu oraz trzech gatunków zbóż (jęczmień, pszenica i pszenżyto) będących podstawowymi komponentami mieszanek pokarmowych.

Analiza chemiczna objęła:

1. podstawowe składniki pokarmowe: sucha masa, popiół, białko ogólne, ekstrakt eterowy, włókno surowe i BNW
2. skład aminokwasowy białka
3. frakcje węglowodanowe: NDF, ADF, ADL, HCEL I CEL
4. substancje antyodżywcze: tanina, alkilorezorcynole

Etap II.

Eksperymenty na zwierzętach laboratoryjnych – białych szczurach szczepu Wistar - *Rattus norvegicus albinos* objęły:

1. oznaczenie współczynników strawności podstawowych składników pokarmowych wszystkich ocenianych odmian grochu;
2. obliczenie wartości energetycznej nasion grochu oraz udziału w nich białka ogólnego strawnego, korzystając z obliczonych współczynników strawności w badaniach własnych;
3. ocenę jakości białka wybranych odmian grochu na podstawie określonych wskaźników (EAAI, CS, PERstand, BV, TD, NPV) charakteryzujących wartość odżywczą białka — metodą chemiczną i biologiczną;
4. ocenę wartości odżywczej białka grochu w połączeniu ze zbożami
5. określenie uzupełniającego wpływu białka nasion grochu na wartość odżywczą białka zestawów.

Etap III.

Opracowanie statystyczne uzyskanych wyników z analiz chemicznych oraz badań biologicznych.

3. MATERIAŁ I METODY

3.1. Materiał badawczy

Zgodnie z podjętym tematem badań własnych i wskazanym do osiągnięcia celem badań podstawowy materiał doświadczalny stanowiły nasiona dziewięciu wybranych odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L. *sensu lato*) pochodzących z trzech kolejnych lat zbiorów: 1998, 1999 i 2000, co pozwoliło uchwycić zmiany w ich składzie chemicznym oraz wpływ warunków agrometeorologicznych.

Wytypowano do oceny odmiany grochu reprezentujące:

- groch biało kwitnący jadalny i ogólnoużytkowy: **Agra, Piast, Tegma, Tambo i Rola**
- groch biało kwitnący ogólnoużytkowy pastewny: **Kier**
- groch kolorowo kwitnący pastewny: **Wiato, Idol i Dawo.**

Oprócz nasion grochów materiał doświadczalny stanowiły również ziarna trzech gatunków zbóż: jęczmień odmiana **Kroton**, pszenica odmiana **Jawa**, pszenżyto odmiana **Bogo**.

Charakterystyka badanych odmian grochów oraz zbóż według Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych przedstawia się następująco:

AGRA – odmiana biało kwitnąca grochu siewnego wpisana do Rejestru Odmian w 1994 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia: SHR Sobótka. Średnio-późna odmiana o

średnich wymaganiach glebowych. Tradycyjne liście zostały zamienione na wąsy czepne. Stwarza to większą odporność na wyleganie do początku dojrzewania. Długość łodygi ok. 70 cm. Wyróżnia się największym plonowaniem spośród wszystkich odmian grochu badanych przez COBORU. Masa 1000 nasion 200-220 g. Odmiana przydatna do uprawy na zbiór suchych nasion z przeznaczeniem na konsumpcję - bardzo dobrze rozgotowuje się oraz na paszę .

PIAST – odmiana biało kwitnąca grochu siewnego wpisana do Rejestru Odmian w 1995 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia: SHR Łagiewniki. Odmiana średniowysoka. Masa 1000 nasion 277 g. Wąsy czepne zamiast liści. Odmiana wydaje bardzo wysoki plon nasion.

TEGMA – odmiana biało kwitnąca grochu siewnego wpisana do Rejestru Odmian w 1993 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia SHR Wiatrowo. Roślina średnio wysoka. Liście zastąpione silnie wykształconymi wąsami czepnymi. Nasiona kuliste, gładkie, okrywa nasienna bezbarwna, masa 1000 nasion 210 g. Przydatna do uprawy na zbiór suchych nasion z przeznaczeniem do konsumpcji i na paszę.

TAMBO – odmiana biało kwitnąca grochu siewnego wpisana do Rejestru Odmian w 1996 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia SHR Wiatrowo. Odmiana średniowczesna. Skrócona łodyga zwiększa odporność na wyleganie. Wysokość roślin około 90 cm. Nasiona żółte. Masa 1000 nasion 260 g. Liść normalny, parzystopierzasty, zakończony wąsem czepnym. Odmiana wydaje bardzo wysoki plon nasion.

ROLA – odmiana biało kwitnąca grochu siewnego wpisana do Rejestru Odmian w 1999 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach

k. Poznania. Miejsce wytworzenia SHR Wiatrowo. Odmiana średniowczesna, o skróconej łodydze. Nasiona żółte. Masa 1000 nasion 243 g. Liść normalny, parzystopierzasty, zakończony wąsem czepnym.

KIER – białokwitnąca odmiana grochu siewnego pastewnego wpisana do Rejestru Odmian w 1998 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia SHR Kosieczyn. Roślina wysoka o pokroju średniozwartym. Okrywa nasienna bezbarwna z czarnym znaczkim, typ użytkowy, nasienno-zielonkowy.

WIATO – odmiana grochu siewnego pastewnego (peluszka) barwnie kwitnąca z przebarwieniami antocyjanowymi, wpisana do Rejestru Odmian w 1998 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia SHR Wiatrowo. Odmiana o krótkiej (80-100 cm) średnio-sztywnej łodydze. Nasiona kształtu nieregularnego, jednobarwne, oliwkowo—beżowe, z ciemnym znaczkim. Masa tysiąca nasion około 180-200 g. Liść normalny, parzystopierzasty, zakończony wąsem czepnym. Odmiana bardzo plenna, przeznaczona wyłącznie na zbiór nasion na paszę.

IDOL – odmiana barwnie kwitnąca czerwopurpurowa grochu siewnego pastewnego (peluszka) wpisana do Rejestru Odmian w 1996 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce wytworzenia SHR Wiatrowo. Odmiana średniowczesna, karłowa, nasiona kształtu nieregularnego, barwne. Masa 1000 nasion 180 g. Liść tradycyjny, parzystopierzasty, zakończony wąsem czepnym, długość łodygi 80-100 cm. Uprawiana wyłącznie na zbiór nasion na paszę. Plon nasion wysoki.

DAWO – odmiana barwnie kwitnąca czerwopurpurowa grochu siewnego pastewnego (peluszka) wpisana do Rejestru Odmian w 1996 r. Hodowca: Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o. w Tulcach k. Poznania. Miejsce

wytworzenia SHR Wiatrowo. Odmiana średniowczesna, o krótkiej łodydze – odporna na wyleganie. Wysokość rośliny około 90 cm. Nasiona oliwkowo-brązowe, fioletowo nakrapiane. Masa 1000 nasion 250 g. Liść normalny, parzystopierzasty, zakończony wąsem czepnym. Odmiana bardzo plenna, przeznaczona na zbiór nasion na paszę.

KROTON – odmiana oryginalna jęczmienia wyhodowana w Kujawskiej Hodowli Roślin „Piaś” – Łagiewniki, wpisana do Rejestru Odmian w 1992 roku. Jest to odmiana ozima o przeciętnej mrozoodporności, średnio odporna na wyleganie, o dobrej zdrowotności poza podatnością na mącznika. Zawartość białka w ziarnie średnia, dobrze lub bardzo dobrze plonująca.

JAWA – odmiana pszenicy wyhodowana w Strzelcach. Jest to odmiana ozima pastewna, bardzo plenna, odporna na wyleganie. Należy do odmian wczesnych o średniej zimnotrwałości, dobrej odporności na mączniaka i rdzę. Odmiana przystosowana do intensywnych warunków uprawy.

BOGO – odmiana oryginalna pszenżyta wyhodowana w Małyszynie, wpisana do Rejestru Odmian w 1997 r. Jest to odmiana ozima. Charakteryzuje się bardzo wysokim i wiernym plonowaniem oraz dobrą mrozoodpornością i zimnotrwałością. Należy do odmian odpornych na występujące najczęściej choroby na poziomie odmian wzorcowych. Odznacza się wcześniejszym rozwojem i kwitnieniem. Średnia zawartość białka i podwyższona aminokwasów zasadowych (lizyny) czyni ziarno dobrą paszą dla zwierząt.

Materiał badawczy z poszczególnych lat zbioru poddano analizie chemicznej w Laboratorium Katedry Żywnienia Zwierząt i Gospodarki

Paszowej, AR w Szczecinie. Nasiona grochów ze zbioru z 1998 roku wykorzystano do badań biologicznych na zwierzętach laboratoryjnych.

3.2. Analizy chemiczne

Podstawowy skład chemiczny ocenianych nasion grochu, zbóż, mieszanek oraz kałów pochodzących z badań strawnościowych oznaczono metodą standardową opracowaną przez Henneberga i Stohmanna, (Skulmowski, 1974). Analizę białka ogólnego wykonano na aparacie Büchi B-324 (fotografia 1).

Składniki włókna oznaczono metodą detergentową przeprowadzoną w oparciu o metodę Van Soest'a (1963 i 1967):

- do oznaczenia włókna neutralno-detergentowego NDF (neutral detergent fiber) użyto siarczanu sodowo-laurylowego (Merc822050)
- do oznaczenia włókna kwaśno-detergentowego ADF (acid detergent fibre) użyto bromku cetylo-trój-metylo-amonowego (Merc 102342)
- ligninę ADL (acid detergent lignin) oznaczono przez hydrolizę próbki ADF w 72% kwasie siarkowym
- hemicelulozę HCEL (hemicellulose) obliczono z różnicy zawartości NDF i ADF
- celulozę CEL (cellulose) z różnicy zawartości ADF i ADL.

Pentozany w badanych nasionach grochów i ziarnach zbóż oznaczono metodą orcynową według Mejbaum-Katzenellenbogen (1969). Cukry wg PN-94-R-64784, skrobię wg PN-94-R-64785.



Fotografia 1. Destylarka UNIT B-324 do oznaczania azotu metodą Kjeldahla.

Spośród substancji antyżywniowych w nasionach grochu oznaczono taninę według Tyczkowskiej (1977), a w ziarnach zbóż alkilorezorcynole metodą podaną przez Jakubowskiego i Stuczyńską (1984).

Oznaczenia chemiczne pozwoliły na uchwycenie zmienności składu chemicznego nasion grochu w obrębie odmian i kolejnych lat zbioru. Skład chemiczny nasion ze zbioru z 1998 roku (tabela 2) posłużył do ustalenia udziału tych pasz we wszystkich mieszankach doświadczalnych.

3.3. Ocena składu aminokwasowego

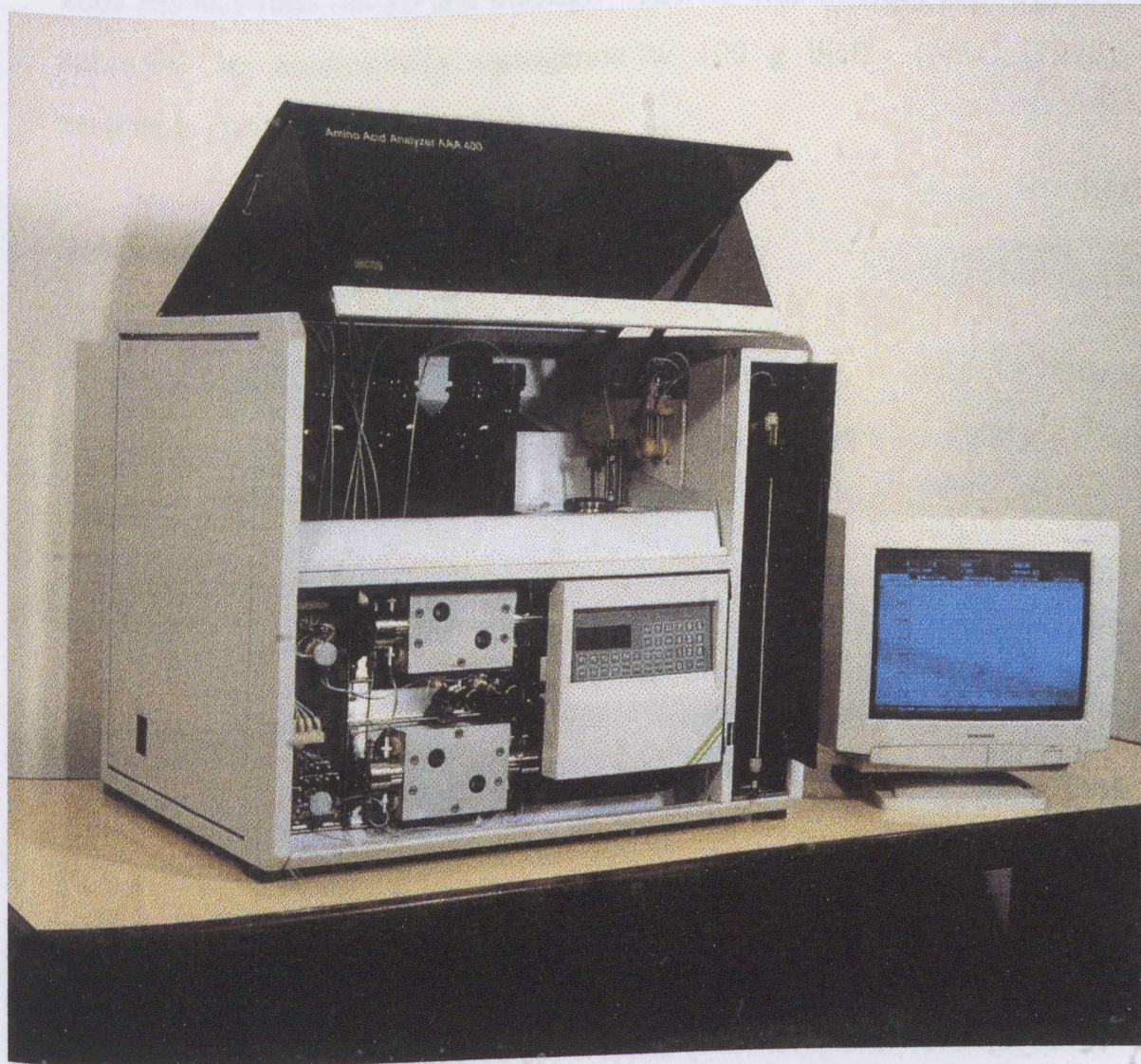
Udział aminokwasów w białku ocenianych odmian grochu, zbóż oraz zestawów zbożowo-grochowych, z wyjątkiem metioniny i tryptofanu, po hydrolizie próbek w 6 M HCl oznaczono na analizatorze produkcji czeskiej – AAA-400 (fotografia 2). W celu oznaczenia metioniny i tryptofanu próbki paszy hydrolizowano enzymatycznie papainą. W hydrolizacie oznaczono metioninę metodą kolorymetryczną podaną przez Pawlika (1972). Tryptofan natomiast oznaczony był metodą kolorymetryczną z p-dwumetyloaminobenzaldehydem wg Lombarda (Skibniewska i Kakowska-Lipińska, 1970).

Uzyskany skład aminokwasowy białka badanych nasion grochu posłużył do oceny wartości odżywczej białka tych pasz oraz przygotowanych na ich bazie zestawów grochowo-zbożowych mierzonej wskaźnikami:

- CS Blocka i Mitchella (Chemical Score) - wskaźnik aminokwasu ograniczającego;
- EAAI Osera (Essential Amino-Acid Index) - indeks aminokwasów egzogennych Osera.

Tabela 2.
Skład chemiczny nasion grochu (g/kg s.m.) z trzech kolejnych lat zbioru (1998-2000)

Wyszczególnienie	Biało kwitnące jadalne i ogólnoużytkowe															Biało kwitnące i ogólnoużytkowe i pastewne			Kolorowo kwitnące pastewne								
	AGRA			PIAST			TEGMA			TAMBO			ROLA			KIER			WIATO			IDOL			DAWO		
Rok zbioru	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Sucha masa	875,5	907,0	907,7	888,2	893,7	908,1	887,0	920,9	888,4	867,2	920,6	890,9	880,3	910,7	891,8	885,0	914,7	883,2	872,5	918,2	890,4	871,4	922,7	894,4	873,5	915,3	892,7
Popiół surowy	33,2	36,2	28,4	32,8	30,6	28,4	33,3	31,7	30,8	34,4	33,9	32,4	32,3	32,2	31,2	33,0	36,8	31,8	31,1	29,7	27,9	30,9	30,9	30,0	31,5	30,6	30,4
Białko ogólne	236,4	222,9	257,6	218,0	205,6	258,4	208,2	242,1	244,7	232,9	261,9	264,2	251,3	225,1	256,3	240,7	258,1	256,0	220,7	220,0	262,4	219,4	258,6	264,7	201,5	228,7	240,4
Ekstrakt eterowy	13,4	17,5	13,1	11,8	12,3	13,7	12,7	14,7	11,6	8,2	10,1	12,2	9,9	12,4	12,6	6,8	16,3	10,3	11,0	10,1	11,8	10,9	8,7	11,6	12,6	16,8	11,2
Włókno surowe	64,9	61,3	54,1	56,4	58,9	56,9	70,2	64,9	63,3	60,8	61,4	53,3	63,2	63,4	57,8	69,7	67,7	60,2	64,9	65,4	56,1	66,2	64,5	55,0	59,4	62,3	52,0
BNW	652,1	662,1	646,8	681,0	692	642,6	675,6	646,6	649,6	663,7	632,7	637,9	643,3	666,9	642,1	649,8	621,1	641,7	672,3	674,8	641,8	672,6	637,3	638,7	695,0	661,6	666,0
Cukry	71,7	69,5	67,2	69,4	73,4	64,5	80,5	75,3	72,4	76,8	73,6	69,4	70,0	67,5	67,8	75,5	73,8	69,6	73,8	67,5	68,7	69,5	65,2	67,1	64,1	63,4	68,3
Skrobia	432,7	442,8	431,0	437,5	425,6	396,9	343,7	355,7	360,0	302,2	306,9	323,8	298,3	292,3	292,4	278,6	285,0	306,7	433,4	419,2	424,4	242,8	342,0	346,2	348,9	344,3	342,7
NDF	329,98	375,41	338,55	410,04	335,46	330,14	293,69	394,61	364,19	243,19	369,10	381,37	263,18	337,21	321,86	294,01	395,96	321,86	313,86	425,51	382,64	336,58	411,51	368,63	322,99	413,88	379,28
ADF	63,50	65,71	98,68	56,74	56,39	95,14	66,29	94,58	98,09	65,73	61,92	86,98	74,66	101,78	102,80	68,93	75,74	102,80	64,72	97,58	96,14	70,46	126,04	125,56	62,81	114,54	113,99
ADL	10,74	10,58	7,27	5,40	10,07	8,92	9,02	6,19	6,41	6,69	8,04	6,85	7,84	6,92	7,06	11,98	6,67	7,06	11,68	15,24	13,48	17,44	31,10	20,91	15,33	14,86	12,99
HCEL	266,5	309,7	239,9	353,3	279,1	235,0	227,0	300,0	266,1	177,5	307,2	294,4	188,5	235,4	219,1	225,1	320,2	302,3	249,1	327,9	286,5	266,1	285,5	243,1	260,2	299,3	265,3
CEL	52,8	55,1	91,4	51,3	46,3	86,2	57,3	88,4	91,7	59,0	53,9	80,1	66,8	94,9	95,7	57,0	69,1	78,0	53,0	82,3	82,7	53,0	94,9	104,7	47,5	99,7	101,0
Pentozany	66,9	63,2	66,7	57,3	53,3	64,4	62,2	57,4	63,6	58,3	62,9	63,4	62,7	64,1	55,5	63,5	59,4	65,1	57,5	52,8	66,8	65,9	54,4	56,5	66,6	55,9	61,1
Tanina	3,08	3,20	3,53	2,81	2,13	4,51	3,04	2,39	4,05	2,65	3,04	3,70	2,95	3,64	3,81	2,82	2,83	3,74	7,91	7,19	6,85	8,38	6,83	5,25	6,18	6,34	6,95



Fotografia 2. Analizator aminokwasowy AAA-400 firmy INGOS.

3.4.1. Określenie współczynników strawności składników pokarmowych nasion grochów oraz ich wartość pokarmowa

Badaniem objęty 9 odmian grochu z zbioru z 1993 roku. Badania przeprowadzono metodą: kalambry – rozprósowa. Zgodnie z przyjętymi

Jako białko wzorcowe dla nasion grochu z trzech kolejnych lat zbioru i zbóż zastosowano białko jaja kurzego – EAAI_K oraz wzorzec zapotrzebowania szczurów na aminokwasy egzogenne w 100 g białka (NRC, 1978) dla zestawów zbożowo-grochowych.

3.4. Badania biologiczne

Badania eksperymentalne przeprowadzono na zwierzętach laboratoryjnych, szczurach *Rattus norvegicus albinos* - szczepu *Wistar* (fotografia 3) w trzech częściach obejmujących:

- oznaczenie współczynników strawności podstawowych składników pokarmowych 9 odmian grochu;
- ocenę wartości odżywczej białka 3 wybranych odmian grochów;
- ocenę uzupełniającego się wpływu białek grochu i zbóż na wartość odżywczą białka w zestawach zbożowo-grochowych.

W eksperymentach na zwierzętach wykorzystano nasiona grochu ze zbiorów 1998 roku. Badania zrealizowano w zwierzętarni oraz laboratorium Katedry Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej. Do wszystkich eksperymentów wybrano łącznie 272 wystandaryzowane szczury laboratoryjne z własnej hodowli.

3.4.1. Określenie współczynników strawności składników pokarmowych nasion grochów oraz ich wartość pokarmowa

Badaniami objęto 9 odmian grochu ze zbiorów z 1998 roku. Badania przeprowadzono metodą bilansową — różnicową. Zgodnie z przyjętymi



Fotografia 3. Samica szczura białego *Rattus norvegicus albinos* szczepu Wistar z młodymi

założeniami strawność składników pokarmowych, według tej metody ocenianej paszy oznaczono w dwuetapowych badaniach na podstawie różnic strawności poszczególnych składników pokarmowych zestawów paszowych – mieszanek z małym udziałem badanej paszy w I etapie badań oraz ze zwiększonym udziałem tej samej paszy w II etapie badań.

Dla każdego etapu doświadczenia przygotowano po 9 mieszanek doświadczalnych w postaci granul. Skład komponentowy diet przedstawiono w tabeli 3. Każda mieszanka zawierała wybraną odmianę grochu, np. mieszanka P zawierała w swym składzie odmianę PIAST. Mieszanki I i II etapu różniły się między sobą udziałem grochu (I etap – 10 g/kg s.m., II etap – 200 g/kg s.m.), z pozostałych komponentów do mieszanek podstawowych wprowadzono srućę owsianą, mieszankę mineralną i witaminową.

Badania zrealizowano na 72 szczurach, w wieku ok. 50 dni i początkowej masie ciała 210 g. Zwierzęta rozdzielono losowo do 9 grup, po 8 osobników w każdej. W każdym etapie badań 10-dniowy okres właściwy poprzedzał 10-dniowy okres wstępny. W trakcie doświadczenia zwierzęta przebywały pojedynczo w klatkach przemianowych. W okresach właściwych obu etapów badań przeprowadzano ścisłą kontrolę ilości pobranej paszy, wydalonego kału. W pobranych próbkach 9 mieszanek doświadczalnych oraz 72 próbkach kału każdorazowo po zakończeniu okresu właściwego oznaczano skład chemiczny.

Na podstawie zebranych w trakcie eksperymentu wyników obliczono współczynniki strawności zgodnie z ogólnie przyjętym schematem w metodzie różnicowej. Wyniki badań strawnościowych oraz skład chemiczny nasion posłużyły do obliczenia w badanych odmianach grochu:

Tabela 3.

Udział komponentów w mieszankach doświadczalnych z udziałem ocenianych odmian grochów w I i II etapie badań strawnościowych (g/kg suchej masy)

Wyszczególnienie		Mieszanki doświadczalne ¹									
		A	P	T	TM	R	K	W	I	D	
I etap	Mieszanka podstawowa	Śruta grochowa	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Śruta owsiana	855	855	855	855	855	855	855	855	855
		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 grochowej	Mieszanka podstawowa z I etapu	800	800	800	800	800	800	800	800	800
		Śruta grochowa	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		Suma	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

¹Mieszanki doświadczalne zawierające nasiona jednej z odmian grochu:
 (A)-AGRA; (P)-PIAST; (T)-TEGMA; (TM)-TAMBO; (R)-ROLA; (K)-KIER; (W)-WIATO; (I)-IDOL; (D)-DAWO
 * wg NRC USA 1995

- wartości energetycznej wyrażonej w megadžulach (MJ) energii metabolicznej, według równania regresji (Normy Żywienia Świń, 1993);
- zawartości białka strawnego;
- stosunek białkowo-energetyczny.

3.4.2. Określenie wartości odżywczej białka nasion grochu

Badaniami objęto trzy odmiany grochu:

- Rola: biało kwitnąca (jadalna i ogólnoużytkowa),
- Kier: biało kwitnąca (ogólnoużytkowa, pastewna)
- Wiato: kolorowo kwitnąca (pastewna).

Do oceny jakości białka zastosowano metodę wzrostową i bilansową.

3.4.2.1. Mieszanki doświadczalne do badań biologicznych

Zgodnie z wymogami metodycznymi (Rakowska i wsp. 1978) przygotowano 5 mieszanek w postaci granulek o średnicy 3 mm. Udział komponentów 3 mieszanek doświadczalnych badanych odmian grochów ustalono na podstawie ich oznaczonego składu chemicznego, w ten sposób, aby nasiona każdej badanej odmiany grochu wносиły 100 g białka do 1 kg suchej masy mieszanki. Grupę zerową stanowiła mieszanka bezbiałkowa. Równolegle wprowadzono grupę kontrolną otrzymującą białko kazeiny w celu wyeliminowania różnic związanych z reakcją szczurów na zmienne warunki zoohigieniczne (temperatura, wilgotność) w trakcie badań i umożliwienie porównania wyników z różnych doświadczeń. Do mieszanek doświadczalnych wprowadzono również olej sojowy, mieszankę mineralną i witaminową oraz skrobię kukurydzianą w ilościach pokrywających zapotrzebowanie na wszystkie składniki pokarmowe. Komponenty wprowadzono uzupełniając

niedobory ekstraktu eterowego i związków mineralnych w nasionach grochu, w ilościach: olej sojowy do 80 g, a mieszankę mineralną do 50 g. W mieszance kontrolnej 100 g białka w 1 kg suchej masy pochodziło z kazeiny. Ponadto do wszystkich mieszanek dodano po 10 g mieszanki witaminowej. Jako uzupełnienie do 1 kg suchej masy wszystkich mieszanek zastosowano skrobię kukurydzianą. Skład komponentowy mieszanek przedstawiono w tabeli 4.

3.4.2.2. Zwierzęta doświadczalne

Do badań wybrano 50 szczurów przydzielając je losowo po 10 osobników do każdej z grup. Zgodnie z założeniami metodycznymi (Rakowska i wsp. 1978) zwierzęta były wyrównane pod względem masy ciała, wynoszącej średnio 60 g w wieku 21–28 dni. Umieszczono je w pojedynczych klatkach przemianowych (fotografia 4). Paszę oraz wodę zwierzęta otrzymywały *ad libitum*.

3.4.2.2.1. Metoda wzrostowa

Eksperyment przeprowadzony zgodnie z wymogami metody wzrostowej, trwał 4 tygodnie, poprzedzony był 4 – dniowym okresem adaptacyjnym.

Podczas doświadczenia przeprowadzano co tydzień kontrolę masy ciała oraz pobranie mieszanek przez zwierzęta. W próbkach mieszanek oznaczono zawartość suchej masy i azotu ogólnego. Na podstawie wyników określono wskaźnik wydajności wzrostowej PER oraz PERstand (*protein efficiency ratio*) - proponowany przez Association of Official Analytical Chemist – AOAC (1975).

Tabela 4.

Udział komponentów (g/kg suchej masy) mieszanek doświadczalnych, mieszanki kontrolnej i bezbiałkowej zastosowanych w badaniach nad wartością odżywczą białka nasion grochów.

Komponenty	Mieszanki doświadczalne ¹			Mieszanka kontrolna	Dieta bezbiałkowa
	R	K	W	K	0
Rola	398,0				
Kier		415,5			
Wiato			453,0		
Kazeina				106	
Olej	76,1	77,2	75,0	80	100
Skrobia kukurydziana	478,8	461,0	426,1	754	850
Mieszanka mineralna*	37,2	36,3	35,9	50	30
Mieszanka witaminowa*	10	10	10	10	10
Suma	1000	1000	1000	1000	1000
Białko ogólne	100	100	100	100	—
Ekstrakt eterowy	80	80	80	80	100
Składniki mineralne	50	50	50	50	30

¹Mieszanki doświadczalne zawierające białko poszczególnych odmian grochów:

(R)-Rola; (K)-Kier; (W)-Wiato

* wg NRC USA 1995



Fotografia 4. Klatki przeznaczone do badań wartości odżywczej białka pasz.

$$PER = \frac{\text{PRZYROST MASY CIAŁA (Δ M.C.) W OKRESIE DOŚWIADCZALNYM (g)}}{\text{SPOŻYCIE BIAŁKA (g)}}$$

$$K_{PER} = \frac{\text{STANDARDOWE PER KAZEINY}}{\text{PER KAZEINY W DANYM DOŚWIADCZENIU}} = 2,5^*$$

* — PER kazeiny oznaczone w warunkach standardowych

$$PER_{stand} = K_{PER} \cdot PER$$

3.4.2.2.2. Metoda bilansowa

Eksperyment trwał 14 dni. Siedmiodniowy okres właściwy poprzedzony był siedmiodniowym okresem wstępnym. Podczas okresu właściwego przeprowadzono kontrolę pobranej diety, wydalonego moczu i kału od każdego szczura indywidualnie. Poziom wydalonego azotu metabolicznego kału i endogennego moczu ustalono stosując dietę bezbiałkową. Badania bilansowe przeprowadzono w trakcie badań wzrostowych. W efekcie określono:

- strawność rzeczywistą białka TD (*true digestibility*);

$$TD = \frac{N_{spoż} - (N_k - N_{met k}) * 100}{N_{spoż}}$$

- wartość biologiczną BV (*biological value*) według Thomasa-Mitchella (Rakowska i wsp. 1978);

$$BV = \frac{N_{spoż} - (N_k - N_{met k}) - N_m - N_{end m} * 100}{N_{spoż} - (N_k - N_{met k})}$$

gdzie:

$N_{spoż}$ - ilość azotu spożytego,

N_k - zawartość azotu w kale,

$N_{met k}$ - zawartość azotu metabolicznego wydalonego z kałem

N_m - zawartość azotu w moczu,

$N_{end m}$ - zawartość azotu endogennego w moczu

- wskaźnik NPV (*net protein value*);

$$NPV = BV * TD * \text{białko ogólne}$$

3.4.3. Uzupełniający wpływ białka nasion grochu na wartość odżywczą białka zestawów zbożowo-grochowych.

Część eksperymentalna przeprowadzona została w trzech seriach odpowiadających odpowiednim gatunkom zbóż – jęczmień, pszenica i pszenżyto. Utworzono w każdej serii 4 grupy doświadczalne, z których 3 żywiono zestawami zbożowo-grochowymi i 1 grupę mieszanką zbożową. Równolegle wprowadzono grupę kontrolną w celu standaryzacji wyników. Czas trwania eksperymentu, kryteria obserwacji oraz sposób określenia wartości odżywczej białka zestawów oraz zbóż jak w rozdziale 3.4.2.

Przygotowano łącznie 15 granulowanych mieszanek po 5 dla każdej serii badań (tab. 5-7). Mieszanki zawierały 100 g białka w 1 kg suchej masy. W mieszankach zbożowo-grochowych 25% białka pochodziło od ocenianych odmian grochów Rola, Wiato, Kier i 75% od gatunku zboża (jęczmień, pszenica i pszenżyto). W mieszance zbożowej źródłem białka było wybrane zboże, a w mieszance kontrolnej kazeina – w celu standaryzacji wyników. Uzupełnieniem każdej diety (mieszanki) do 1 kg suchej masy na podobnej zasadzie jak w rozdziale 3.4.2. był olej sojowy, mieszanka mineralna i witaminowa oraz skrobia kukurydziana.

3.5. Statystyczne opracowanie wyników badań

Skład chemiczny nasion wszystkich badanych odmian grochów scharakteryzowano jako wartości średnie z trzech lat zbioru 1998-2000 podając:

- średnią arytmetyczną (g/kg suchej masy);
- SD -odchylenie standardowe;
- V(%) współczynnik zmienności.

Tabela 5.

Skład diety (g/kg s.m.) zastosowany przy ocenie wartości odżywczej zestawów z udziałem jęczmienia i badanych odmian grochów

Komponenty	Mieszanki doświadczalne ¹				Mieszanka kontrolna
	J	R-J	K-J	W-J	K
Jęczmień	749,1	561,8	561,8	561,8	
Rola		99,5			
Kier			103,9		
Wiato				113,3	
Kazeina					106
Olej	61,1	64,8	65,1	64,6	80
Skrobia kukurydziana	150,7	232,7	228,7	219,5	754
Mieszanka mineralna*	29,2	31,2	31,0	30,8	50
Mieszanka witaminowa*	10	10	10	10	10
Suma	1000	1000	1000	1000	1000
Białko ogólne	100	100	100	100	100
Ekstrakt eterowy	80	80	80	80	80
Składniki mineralne	50	50	50	50	50

¹ Mieszanki doświadczalne (mieszanka jęczmienna i zestawy jęczmiennie-grochowe zawierające białko w 25% pochodzące z grochu i w 75% ze zboża): (J)- Jęczmień; (R-J)- Rola-Jęczmień; (K-J)- Kier-Jęczmień; (W-J)- Wiato-Jęczmień

* wg NRC USA 1995

Tabela 6.

Skład diety (g/kg s.m.) zastosowany przy ocenie wartości odżywczej zestawów z udziałem pszenicy i badanych odmian grochów

Komponenty	Mieszanki doświadczalne ¹				Mieszanka kontrolna
	P	R-P	K-P	W-P	K
Pszenica	627,4	470,5	470,5	470,5	
Rola		99,5			
Kier			103,9		
Wiato				113,3	
Kazeina					106
Olej	69,7	71,3	71,6	71,0	80
Skrobia kukurydziana	253,2	309,6	305,1	296,4	754
Mieszanka mineralna*	39,7	39,1	38,9	38,8	50
Mieszanka witaminowa*	10	10	10	10	10
Suma	1000	1000	1000	1000	1000
Białko ogólne	100	100	100	100	100
Ekstrakt eterowy	80	80	80	80	80
Składniki mineralne	50	50	50	50	50

¹ Mieszanki doświadczalne (mieszanka pszeniczna i zestawy pszeniczno-grochowe zawierające białko w 25% pochodzące z grochu i w 75% ze zboża): (P)- Pszenica; (R-P)- Rola-Pszenica; (K-P)- Kier-Pszenica; (W-P)- Wiato-Pszenica

* wg NRC USA 1995

Tabela 7.

Skład diety (g/kg s.m.) zastosowany przy ocenie wartości odżywczej zestawów z udziałem pszenżyta i badanych odmian grochów

Komponenty	Mieszanki doświadczalne ¹				Mieszanka kontrolna
	PŻ	R-PŻ	K-PŻ	W-PŻ	K
Pszenżyto	680,5	510,4	510,4	510,4	
Rola		99,5			
Kier			103,9		
Wiato				113,3	
Kazeina					106
Olej	67,8	69,8	70,1	69,6	80
Skrobia kukurydziana	203,1	272,0	267,5	258,7	754
Mieszanka mineralna*	38,7	38,3	38,1	38,0	50
Mieszanka witaminowa*	10	10	10	10	10
Suma	1000	1000	1000	1000	1000
Białko ogólne	100	100	100	100	100
Ekstrakt eterowy	80	80	80	80	80
Składniki mineralne	50	50	50	50	50

¹ Mieszanki doświadczalne (mieszanka pszenżytnia i zestawy pszenżytnio-grochowe zawierające białko w 25% pochodzące z grochu i w 75% ze zboża): (PŻ)- Pszenżyto; (R-PŻ)- Rola-Pszenżyto; (K-PŻ)- Kier-Pszenżyto; (W-PŻ)- Wiato-Pszenżyto

* wg NRC USA 1995

Współczynniki strawności składników pokarmowych nasion badanych odmian grochu oraz wskaźniki wartości odżywczej białka grochów, zbóż i zestawów zbożowo-grochowych przedstawiono jako wartości średnie uzyskane w badaniach biologicznych wraz z odchyleniami standardowymi:

- średnia arytmetyczna,
- SD – odchylenie standardowe

4.1.1. Groch

W celu stwierdzenia istotnych różnic występujących w strawności składników pokarmowych, wartości odżywczej białka badanych pasz przeprowadzono obliczenia statystyczne metodą analizy wariancji jednoczynnikowej, a dla zestawów paszowych analizą wariancji dwuczynnikowej. Zgodnie z zaleceniami Ruszczyca (1981), do określenia istotności różnic ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$) posłużył test F oraz wielokrotny test rozstępu Duncana.

Obliczenia statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem programów komputerowych działających w środowisku Windows'98: Statistica.pl.

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

4.1 Podstawowy skład chemiczny nasion grochów oraz ziaren zbóż

4.1.1. Groch

Podstawowym elementem oceny wartości pokarmowej pasz jest skład chemiczny. Wartości średnie podstawowych składników pokarmowych, zawartości frakcji włókna oraz związków antyżywniowych w g/kg s.m. nasion badanych grochów pochodzących z trzech lat zbioru 1998—2000 przedstawia tabela 8. Zawartość białka ogólnego w poszczególnych odmianach grochu była zróżnicowana. Największą zawartością białka ogólnego wyróżnia się biało kwitnąca jadalna odmiana Tambo (253,0 g). Najmniej białka zawiera kolorowo kwitnąca odmiana Dawo (223,5 g). Uzyskane wyniki są porównywalne z wartościami stwierdzonymi przez Korniewicz i wsp. (1997), Maciejewicz-Ryś i Ślusarczyk (2001) oraz Reblova i wsp. (1995). Niższe wartości w odniesieniu do badanych odmian podają Petkov i wsp. (1991). Przyczyną tych rozbieżności może być zmienność fluktuacyjna, wywołana wpływem warunków klimatycznych w poszczególnych latach. Dowodzą tego między innymi badania Gdali i Buraczewskiej (1997).

Spośród przebadanych nasion grochu największą zawartością tłuszczu wyróżnia się odmiana Agra (14,7 g). Najmniej tego składnika zawiera odmiana Tambo (10,2 g). Wartość ta jest zbliżona do uzyskanej przez Flisa i wsp. (1989) 9,8 g. Wyższą wartość (19,1 g) podaje Grela i wsp. (1992).

Tabela 8.

Średni skład chemiczny nasion badanych odmian grochu z trzech kolejnych lat zbioru 1998-2000 (g/kg s.m.)

Wyszczególnienie	Biało kwitnące jadalne i ogólnoużytkowe															Biało kwitnące i ogólnoużytkowe i pastewne			Kolorowo kwitnące pastewne								
	AGRA			PIAST			TEGMA			TAMBO			ROLA			KIER			WIATO			IDOL			DAWO		
	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)
Sucha masa (g/kg)	896,7	18,4	2,1	896,7	10,3	1,1	898,8	19,2	2,1	892,9	26,8	3,0	894,3	15,3	1,7	894,3	17,7	2,0	893,7	23,0	2,6	896,2	25,7	2,9	893,8	20,9	2,3
Popiół surowy	32,6	3,9	12,1	30,6	2,2	7,2	31,9	1,2	3,9	33,6	1,0	3,1	31,9	0,6	1,9	33,9	2,6	7,7	29,6	1,6	5,4	30,6	0,5	1,8	30,8	0,6	1,9
Białko ogólne	239,0	17,5	7,3	227,3	27,6	12,1	231,7	20,4	8,8	253,0	17,4	6,9	244,2	16,8	6,9	251,6	9,5	3,8	234,4	24,3	10,4	247,6	24,6	9,9	223,5	20,0	8,9
Ekstrakt eterowy	14,7	2,5	16,8	12,6	1,0	7,8	13,0	1,6	12,1	10,2	2,0	19,7	11,6	1,5	12,9	11,1	4,8	43,2	11,0	0,9	7,8	10,4	1,5	14,6	13,5	2,9	21,5
Włókno surowe	60,1	5,5	9,1	57,4	1,3	2,3	66,1	4,5	6,8	58,5	4,5	7,7	61,5	3,2	5,2	65,9	5,0	7,6	62,1	5,2	8,4	61,9	6,0	9,8	57,9	5,3	9,2
BNW	653,7	7,8	1,2	672,1	26,2	3,9	657,3	16,6	2,5	644,8	16,6	2,6	650,8	14,0	2,1	637,5	14,8	2,3	663,0	18,4	2,8	649,5	20,0	3,1	674,2	18,1	2,7
Cukry	69,5	2,3	3,3	69,1	4,4	6,4	76,0	4,1	5,4	73,3	3,7	5,1	68,4	1,3	1,9	73,0	3,0	4,1	69,9	3,2	4,6	67,3	2,2	3,2	65,3	2,7	4,1
Skrobia	435,5	6,4	1,5	420,0	20,9	5,0	353,2	8,4	2,4	311,0	11,4	3,7	294,4	3,4	1,2	290,1	14,7	5,1	425,7	7,2	1,7	310,3	58,5	18,9	345,3	3,3	0,9
NDF	348,0	24,1	6,9	358,5	44,7	12,5	350,8	51,8	14,8	331,2	76,5	23,1	307,4	39,1	12,7	337,3	52,7	15,6	374,0	56,3	15,1	372,2	37,6	10,1	372,1	45,9	12,3
ADF	76,0	19,7	25,9	69,4	22,3	32,1	86,3	17,4	20,2	71,5	13,5	18,9	93,1	16,0	17,1	82,5	17,9	21,7	86,1	18,6	21,6	107,4	32,0	29,8	97,1	29,7	30,6
ADL	9,5	2,0	20,6	8,1	2,4	29,9	7,2	1,6	21,8	7,2	0,7	10,3	7,3	0,5	6,8	8,6	3,0	34,5	13,5	1,8	13,2	23,2	58,9	254,3	14,4	1,2	8,6
HCEL	272,0	11,4	4,2	289,1	14,5	5,0	264,5	11,5	4,4	259,7	13,8	5,3	214,3	2,7	1,3	282,5	12,	24,3	287,9	4,0	1,4	264,9	58,4	22,0	274,9	5,7	2,1
CEL	66,4	1,1	1,7	61,3	3,5	5,7	79,1	3,6	4,6	64,3	3,2	4,9	85,8	0,6	0,7	68,0	3,3	4,8	72,7	1,6	2,1	84,2	0,3	0,4	82,7	2,5	3,0
Pentozany	65,6	2,1	3,2	58,3	5,6	9,7	61,1	3,2	5,3	58,2	5,3	9,0	60,8	4,6	7,6	62,7	3,0	4,7	59,1	7,1	12,1	58,9	6,1	10,4	61,2	5,3	8,7
Tanina	3,3	0,2	7,1	3,2	0,5	16,9	3,2	0,5	16,9	3,1	0,5	17,0	3,1	0,6	19,4	3,1	0,5	16,8	7,3	0,5	7,4	6,8	1,6	22,9	6,5	0,4	6,2

W porównaniu z innymi strączkowymi nasiona grochu zawierają najmniej włókna surowego. Najwięcej tego składnika występuje w odmianie Tegma (66,1 g) i Kier (65,9 g), najmniej 57,4 i 57,9 g odpowiednio w odmianach Piast i Dawo. Dane te są zgodne z wynikami poziomu włókna podawanymi przez Borowską i wsp. (1998) oraz Flis i Zduńczyka (1997). Natomiast Matyka i wsp. (1985) podaje nawet 78 g włókna surowego w odmianach biało kwitnących i 81 g w kolorowo kwitnących.

Analizując uzyskane wyniki, należy zwrócić uwagę na znaczne zróżnicowanie w składzie frakcji węglowodanowych pomiędzy biało a kolorowo kwitnącymi odmianami.

Największą koncentracją skrobi charakteryzuje się groch jadalny Agra zawierający jej 435,5 g w suchej masie. Najmniej natomiast stwierdzono w odmianie pastewnej, biało kwitnącej Kier (290,1 g). Wartości podobne podaje Bach Knudsen i wsp. (2001) porównując ze śrutą sojową (27 g) i jęczmieniem (587 g). Odmiany jadalne z badań własnych zawierają większe ilości cukrów: 68,4 g – 76,0 g, niż pastewne: 65,3-69,9 g. Jedynie pastewna odmiana Kier zawiera 73,0 g cukrów, ale jest to odmiana o kwiatach białych. Waszkiewicz-Robak i Świdorski (1993) podają w nasionach grochu od 65,5 do 67,05 g tego składnika.

Większą średnią zawartością frakcji ADF charakteryzują się odmiany kolorowo kwitnące. Najwięcej ADF stwierdzono w odmianie Idol (107,4 g), natomiast najniższą wartość stwierdzono w odmianie biało kwitnącej Tambo (71,5 g). Buraczewski i Buraczewska (1997) podają dla grochu 87 g ADF. Podobnie jest z ADL (ligniną) i celulozą, których więcej jest w odmianach kolorowo kwitnących. Wyniki te pokrywają się z danymi podawanymi przez Gdale i Buraczewską (1997). Grela i wsp. (2001) podaje w odmianie Agra

30,34% NDF, 10,15% ADF oraz 0,62% ADL w s.m. Pentozany (arabinoksylany), główne składniki polisacharydów nieskrobiowych, traktowane jako składniki przeciwodżywcze stanowią ok. 60% w suchej masie grochu zarówno biało, jak i kolorowo kwitnącego. Natomiast w przypadku węglowodanów łatwo hydrolizujących, stwierdzono wyższą zawartość BNW w odmianach biało niż w kolorowo kwitnących. Wartości badań własnych są zgodne z danymi bibliograficznymi, a niewielkie odchylenia mogą wynikać z różnic odmianowych.

Nasiona grochu, podobnie jak i inne rośliny strączkowe, zawierają czynniki antyodżywcze. Spośród nich w badaniach własnych oznaczono taniny. Istnieje zależność pomiędzy kolorem kwiatów, a zawartością tanin w całych nasionach grochu. Zawartość tanin w nasionach biało kwitnących wynosi około 3,2 g/kg s.m., a u odmian o kwiatach kolorowych od 6,5 do 7,3 g/kg s. m. Zależność tę stwierdzili również Bond (1976) oraz Pastuszewska (1985). Choć podawane przez tych autorów zawartości taniny były wyższe, odpowiednio: 10 i 20 g/kg s. m. Przyczyną niezgodności wyników może być odmienna metodyka oznaczeń, a także to, że w badaniach własnych przedstawiono odmiany nowsze, na co zwraca również uwagę Gatel (1994).

4.1.2. Zboża

Skład chemiczny badanych ziaren zbóż podano w tabeli 9. Ziarna zbóż są zaliczane do pasz węglowodanowych o średniej zawartości białka, co odzwierciedlają również wyniki badań własnych, gdzie stwierdzono od 133,8 g do 159,43 tego składnika. Otrzymane wartości są zgodne lub zbliżone z piśmiennictwem (Koreleski i wsp. 1985; Sokół i Drobot, 1990). W porównaniu do nasion grochu siewnego (tabela 7) w badanych zbożach znajduje się od ok. 1,5 do 2 razy mniej białka, 1,5 razy więcej związków

Tabela 9.

Podstawowy skład chemiczny badanych ziaren zbóż (g/kg s.m.)

Wyszczególnienie	Jęczmień	Pszenica	Pszenżyto
	Kroton	Jawa	Bogo
Sucha masa (g/kg)	888,2	854,3	852,0
Popiół surowy	25,1	16,4	16,7
Substancja organiczna	974,9	983,6	983,3
Białko ogólne	133,8	159,4	146,9
Ekstrakt eterowy	20,8	17,3	17,9
Włókno surowe	57,6	29,5	31,1
BNW	762,6	777,4	787,3
Cukry	28,15	52,91	40,26
Skrobia	570,5	678,9	470,9
NDF	289,0	484,6	400,0
ADF	54,6	22,2	21,8
ADL	18,1	9,6	7,3
HCEL	234,4	462,4	378,2
CEL	36,5	12,6	14,6
Pentozany	100,4	63,9	63,6
Alkilorezorcynele	0,17	0,72	0,85

bezasotowych wyciągowych oraz mniej włókna, szczególnie w przypadku pszenicy (2-krotnie). Wśród omawianych zbóż pszenica charakteryzuje się największą zawartością białka oraz najmniejszą ilością włókna surowego. Potwierdzają to również dane przedstawione przez Schleicher i wsp. (1989) oraz Rutkowskiego i Boros (1997).

Wyniki analiz włókna w ziarnach zbóż wskazują na określone tendencje wynikające z gatunku omawianego zboża. Największą ilość frakcji ADF i ADL stwierdzono w jęczmieniu 54,6 g w kg suchej masy, co potwierdzają również dane Amana i wsp. (1988). Również w przypadku celulozy największą ilość stanowi w jęczmieniu, następnie pszenżycie i pszenicy. Bach Knudsen i wsp. (1987) w jęczmieniu podaje 43 g/kg s. m., Englyst i wsp. (1983) — 16 g/kg s. m. w pszenicy.

Oznaczone pentozany, traktowane jako czynniki antyodżywcze w największym procencie suchej masy występowały w jęczmieniu (10%). Pszenżyto i pszenica zawierały ok. 6,4% tych arabinoksylianów. Według Annisona (1990) stanowią one 5—8% ziarna pszenicy.

Spośród antyżywnościowych składników zbóż w niniejszej pracy oznaczono alkilorezolcynole. Jęczmień zawiera mało alkilorezolcynoli - 0,17 g/kg s.m., pszenica 0,72 g, natomiast pszenżyto 0,85 g. Podobne wartości podają Annison i Chocta (1991) oraz Petkov i wsp. (1994).

4.2. Wartość odżywcza białka nasion grochów oraz ziaren zbóż.

4.2.1. Groch

Udział aminokwasów oraz wartość odżywczą białka nasion grochu z trzech kolejnych lat zbioru 1998-2000 umieszczono w tabeli 10, średnie

Tabela 10.

Skład aminokwasowy białka grochów (g/16 g N) z trzech kolejnych lat zbioru (1998-2000), wskaźniki aminokwasu ograniczającego (CS) oraz indeksy Osera (EAAI)

Wyszczególnienie	AGRA			PIAST			TEGMA			TAMBO			ROLA			KIER			WIATO			IDOL			DAWO		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Białko ogólne (g/kg s.m.)	236,4	222,9	257,6	218,0	205,6	258,4	208,2	242,1	244,7	232,9	261,9	264,2	251,3	225,1	256,3	240,7	258,1	256,0	220,7	220,0	262,4	219,4	258,6	264,7	201,5	228,7	240,4
Lys	6,76	8,36	5,83	6,12	7,68	5,65	5,95	6,94	4,96	6,27	7,24	5,96	5,87	7,77	5,83	5,56	6,94	5,75	6,45	7,58	5,16	5,46	6,89	5,03	6,87	7,41	5,91
Met	0,83	0,97	0,94	0,79	1,03	0,89	0,92	0,89	0,89	0,84	0,91	0,95	0,78	0,98	0,96	0,84	0,88	0,92	0,91	0,99	0,89	0,80	0,83	0,87	0,89	0,85	0,88
Cys	1,26	1,28	1,04	1,24	1,22	0,98	1,36	1,04	1,05	1,29	1,01	1,06	1,21	1,22	1,08	1,27	1,05	1,05	1,38	1,39	1,07	1,33	1,05	1,10	1,59	1,18	1,26
The	3,49	4,01	3,33	3,40	4,13	3,20	3,30	3,84	3,30	3,42	3,89	3,34	3,15	4,07	3,47	3,10	3,89	3,44	3,63	4,29	3,12	3,15	3,79	3,41	3,59	3,94	3,29
Ile	3,58	4,19	3,90	3,46	4,32	3,39	3,29	3,88	3,54	3,44	4,24	3,57	3,23	4,29	3,68	3,06	4,09	4,03	3,82	4,49	3,55	3,28	3,89	3,64	3,81	4,18	3,55
Trp	0,80	0,78	0,70	0,66	0,71	0,65	0,78	0,69	0,78	0,71	0,73	0,72	0,75	0,87	0,76	0,78	0,76	0,76	0,87	0,86	0,79	0,84	0,78	0,71	0,87	0,79	0,76
Val	4,15	5,02	4,31	3,78	5,17	3,96	3,70	4,72	4,03	3,89	5,02	4,00	3,75	5,02	4,14	3,47	4,87	4,64	4,07	5,42	4,12	3,79	4,45	4,23	4,12	4,94	4,14
Leu	6,09	7,39	6,52	6,18	7,30	5,83	5,56	6,64	5,86	5,89	7,11	6,01	5,47	7,15	6,11	5,22	6,90	6,32	6,50	7,70	5,97	5,63	6,68	6,45	6,45	7,24	5,98
His	2,47	2,38	1,85	2,26	2,38	1,85	2,04	2,23	1,81	2,18	2,28	1,86	2,44	2,23	1,80	2,52	2,12	1,91	3,09	2,80	1,87	2,50	2,17	1,80	2,27	2,19	1,69
Arg	8,28	12,41	10,11	8,17	14,43	9,07	7,48	9,42	9,88	8,16	11,35	8,73	7,14	10,49	8,84	7,50	9,08	9,48	9,27	9,24	10,04	7,35	9,10	10,18	8,90	9,70	9,05
Phe	4,24	4,87	3,87	3,83	4,68	3,89	3,67	4,45	3,78	4,13	4,34	4,16	3,30	4,83	3,96	3,80	4,51	4,02	4,52	5,33	4,00	3,88	4,44	4,00	4,30	4,85	4,11
Tyr	1,79	2,27	1,91	1,51	2,45	1,92	1,69	2,55	2,03	1,81	1,93	2,33	1,56	2,43	1,97	1,63	2,58	2,21	2,08	2,43	2,12	1,95	1,99	2,12	1,74	2,44	2,19
Asp	10,20	11,38	9,67	9,90	11,19	9,39	7,54	10,95	9,47	8,51	11,83	9,52	9,89	11,67	9,89	7,86	11,44	9,38	9,98	12,68	9,44	7,66	11,28	9,63	8,43	11,76	9,97
Ser	3,86	4,32	3,31	4,12	4,47	3,38	2,89	3,99	3,31	3,08	4,17	3,51	3,53	4,24	3,57	2,96	3,78	3,41	3,69	4,56	3,30	2,85	3,90	3,49	3,16	3,73	3,43
Glu	16,32	16,63	12,67	17,11	17,74	12,42	12,42	13,94	12,22	13,72	13,96	11,54	16,25	15,46	12,66	12,86	14,19	12,87	15,97	16,73	12,19	12,29	14,25	12,90	12,95	14,00	12,61
Pro	3,54	3,66	2,87	4,05	4,14	2,83	3,01	3,23	2,82	2,98	3,02	2,93	3,74	4,00	3,11	2,93	3,05	2,74	3,69	3,76	2,79	3,04	3,27	2,97	3,31	3,43	3,17
Gly	3,99	4,79	3,83	3,59	5,75	3,50	2,93	4,69	3,58	3,03	4,66	3,51	3,57	4,86	3,66	2,92	4,50	3,86	3,65	5,38	3,71	2,75	4,51	3,71	3,29	4,32	3,72
Ala	3,72	4,18	3,67	3,66	4,33	3,64	2,80	3,85	3,60	2,90	3,98	3,20	3,83	4,13	3,65	2,79	4,09	4,28	3,55	3,44	3,64	2,92	2,99	3,66	3,09	3,63	3,59
ΣAA	85,36	98,90	80,33	83,84	103,14	76,42	71,32	87,93	76,99	76,27	91,66	76,90	79,47	95,70	79,15	71,07	88,70	81,06	87,11	99,08	77,77	71,44	86,26	79,92	79,60	90,57	79,29
ΣEAA	32,99	39,15	32,34	30,98	38,70	30,34	30,22	35,63	30,30	31,70	36,41	32,10	29,08	38,62	31,97	28,72	36,47	33,14	34,23	40,48	30,79	30,11	34,80	31,57	34,21	37,82	32,06
CS _K	36,7	39,5	34,7	35,6	39,5	32,8	40,2	33,7	35,4	37,4	33,7	35,3	34,9	38,6	35,8	37,0	33,9	32,8	40,2	41,6	34,4	37,4	33,0	34,6	43,5	35,6	37,5
EAAI _K	61,8	70,4	60,8	57,5	70,2	56,9	57,9	65,3	58,5	59,2	66,8	60,0	55,4	71,3	61,0	55,1	67,4	62,3	64,8	74,8	59,0	57,8	64,9	59,7	65,1	69,3	61,0
CS _{NRC}	41,8	45,0	39,6	40,6	45,0	37,4	45,8	38,4	40,4	42,6	38,4	40,2	39,8	44,0	40,8	42,2	38,6	37,4	45,8	47,4	39,2	42,6	37,6	39,4	49,6	40,6	42,8
EAAI _{NRC}	74,1	81,0	73,3	69,7	80,4	68,6	70,5	76,3	70,6	71,6	77,4	72,5	67,5	82,2	73,4	67,2	78,3	74,9	77,5	83,9	71,1	70,6	75,8	71,9	77,4	80,0	73,4

Tabela 11.

Średni skład aminokwasowy białka grochów (g/16 g N) z trzech kolejnych lat zbioru (1998-2000), wskaźniki aminokwasu ograniczającego (CS) oraz indeksy Osera (EAAI)

Wyszczególnienie	AGRA			PIAST			TEGMA			TAMBO			ROLA			KIER			WIATO			IDOL			DAWO		
	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)	\bar{x}	SD	V(%)
Białko ogólne (g/kg s.m.)	239,0	17,5	7,3	227,3	27,6	12,1	231,7	20,4	8,8	253,0	17,4	6,9	244,2	16,8	6,9	251,6	9,5	3,8	234,4	24,3	10,4	247,6	24,6	9,9	223,5	20,0	8,9
Lys	6,98	1,28	18,33	6,48	1,06	16,39	5,95	0,99	16,64	6,49	0,67	10,29	6,49	1,11	17,08	6,08	0,75	12,30	6,40	1,21	18,93	5,79	0,97	16,81	6,73	0,76	11,29
Met	0,91	0,07	8,07	0,90	0,12	13,35	0,93	0,05	4,93	0,90	0,06	6,19	0,91	0,11	12,15	0,88	0,04	4,55	0,93	0,05	5,69	0,83	0,04	4,21	0,87	0,02	2,38
Cys	1,19	0,13	11,16	1,15	0,14	12,62	1,15	0,18	15,82	1,12	0,15	13,33	1,17	0,08	6,68	1,12	0,13	11,31	1,28	0,18	14,21	1,16	0,15	12,87	1,34	0,22	16,18
The	3,61	0,36	9,85	3,58	0,49	13,69	3,48	0,31	8,96	3,55	0,30	8,37	3,56	0,47	13,11	3,48	0,40	11,40	3,68	0,59	15,94	3,45	0,32	9,33	3,61	0,33	9,02
Ile	3,89	0,31	7,84	3,72	0,52	13,91	3,57	0,30	8,30	3,75	0,43	11,45	3,73	0,53	14,25	3,73	0,58	15,51	3,95	0,48	12,24	3,60	0,31	8,51	3,85	0,32	8,23
Trp	0,76	0,05	6,96	0,67	0,03	4,77	0,75	0,05	6,93	0,72	0,01	1,39	0,79	0,07	8,39	0,77	0,01	1,51	0,84	0,04	5,19	0,78	0,07	8,38	0,81	0,06	7,05
Val	4,49	0,46	10,31	4,30	0,76	17,57	4,15	0,52	12,54	4,30	0,62	14,48	4,30	0,65	15,12	4,33	0,75	17,35	4,54	0,77	16,87	4,16	0,34	8,08	4,40	0,47	10,63
Leu	6,67	0,66	9,93	6,44	0,77	11,93	6,02	0,56	9,26	6,34	0,67	10,61	6,24	0,85	13,58	6,15	0,85	13,88	6,72	0,89	13,18	6,25	0,55	8,83	6,56	0,64	9,71
His	2,23	0,34	15,00	2,16	0,28	12,85	2,03	0,21	10,38	2,11	0,22	10,41	2,16	0,33	15,13	2,18	0,31	14,19	2,59	0,64	24,64	2,16	0,35	16,24	2,05	0,31	15,33
Arg	10,27	2,07	20,16	10,56	3,38	32,06	8,93	1,27	14,27	9,41	1,70	18,07	8,82	1,68	18,98	8,69	1,05	12,05	9,52	0,45	4,76	8,88	1,43	16,09	9,22	0,43	4,61
Phe	4,33	0,51	11,69	4,13	0,47	11,48	3,97	0,42	10,64	4,21	0,11	2,70	4,03	0,77	19,04	4,11	0,36	8,84	4,62	0,67	14,52	4,11	0,29	7,18	4,42	0,38	8,69
Tyr	1,99	0,25	12,55	1,96	0,47	24,04	2,09	0,43	20,72	2,02	0,27	13,46	1,99	0,44	21,91	2,14	0,48	22,38	2,21	0,19	8,67	2,02	0,09	4,40	2,12	0,35	16,71
Asp	10,42	0,88	8,40	10,16	0,93	9,13	9,32	1,71	18,35	9,95	1,70	17,10	10,48	1,03	9,80	9,56	1,80	18,79	10,70	1,74	16,22	9,52	1,81	19,03	10,05	1,67	16,58
Ser	3,83	0,51	13,20	3,99	0,56	13,95	3,40	0,56	16,34	5,59	0,55	9,82	3,78	0,40	10,55	3,38	0,41	12,14	3,85	0,65	16,75	3,41	0,53	15,50	3,44	0,29	8,29
Glu	15,21	2,20	14,48	15,76	2,91	18,45	12,86	0,94	7,31	13,07	1,33	10,20	14,79	1,89	12,75	13,31	0,77	5,75	14,96	2,43	16,25	13,15	1,00	7,63	13,19	0,72	5,49
Pro	3,36	0,43	12,68	3,67	0,73	19,92	3,02	0,21	6,79	2,98	0,05	1,51	3,62	0,46	12,67	2,91	0,16	5,38	3,41	0,54	15,85	3,09	0,16	5,07	3,30	0,13	3,94
Gly	4,20	0,51	12,24	4,28	1,27	29,76	3,73	0,89	23,84	3,73	0,84	22,44	4,03	0,72	17,87	3,76	0,79	21,14	4,25	0,98	23,12	3,66	0,88	24,10	3,78	0,52	3,70
Ala	3,86	0,28	7,29	3,88	0,39	10,13	3,42	0,55	16,05	3,36	0,56	16,59	3,87	0,24	6,27	3,72	0,81	21,80	3,54	0,10	2,83	3,19	0,41	12,81	3,44	0,30	8,76
ΣAA	88,20	9,60	10,89	87,80	13,79	15,71	78,75	8,44	10,72	81,61	8,71	10,67	84,77	9,46	11,16	80,28	8,84	11,01	87,99	10,68	12,14	79,22	7,42	9,37	83,15	6,42	7,73
ΣEAA	34,83	3,76	10,79	33,34	4,65	13,96	32,05	3,10	9,67	33,40	2,61	7,82	33,22	4,89	14,72	32,78	3,89	11,86	35,17	4,91	13,97	32,16	2,40	7,46	34,70	2,91	8,39
CS _K	37,0	2,4	6,5	36,0	3,4	9,4	36,4	3,4	9,3	35,5	1,9	5,2	36,4	1,9	5,3	34,6	2,2	6,3	38,7	3,8	9,9	35,0	2,2	6,4	38,9	4,1	10,6
EAAI _K	64,3	5,3	8,2	61,5	7,5	12,2	60,6	4,1	6,8	62,0	4,2	6,7	62,6	8,1	12,9	61,6	6,2	10,0	66,2	8,0	12,1	60,8	3,7	6,0	65,1	4,2	6,4
CS _{NRC}	42,1	2,7	6,4	41,0	3,8	9,3	41,5	3,8	9,2	40,4	2,1	5,2	41,5	2,2	5,3	39,4	2,5	6,3	44,1	4,3	9,8	39,9	2,5	6,4	44,3	4,7	10,6
EAAI _{NRC}	76,1	4,2	5,6	72,9	6,5	8,9	72,5	3,3	4,6	73,8	3,1	4,2	74,4	7,4	9,9	73,5	5,7	7,7	77,5	6,4	8,3	72,8	2,7	3,7	76,9	3,3	4,3

wartości — w tabeli 11. Groch w porównaniu ze zbożami jest bogaty w lizynę. Charakteryzuje się najbardziej zbliżonym spośród wszystkich strączkowych do śruty poekstrakcyjnej sojowej składem aminokwasowym. Najwięcej lizyny zawiera białko grochu biało kwitnącego odmiany Agra (6,98 g/16 g N), najmniejszą ilość — odmiana kolorowo kwitnąca Idol (5,79 g/16 g N). Nieco wyższą wartość 7,45 g/16 g N podają Osek i Wasiłowski (1999). Maciejewicz-Ryś i Kosmala (1995) w przebadanych 12 odmianach grochu stwierdzili zawartość lizyny na poziomie od 6,0 – 7,5 g/16 g N. Należy podkreślić, że białko grochu jest bogatszym źródłem lizyny w porównaniu również z innymi strączkowymi, a w szczególności z soją (NŻŚ, 1993). Pod tym względem może doskonale uzupełniać o ten aminokwas dawki dla zwierząt. Według Hanczakowskiego i Szymczyk (1997) groch zawiera 6,8 g/16 g N, natomiast soja – 5,0 g. Groch jest ubogi w aminokwasy siarkowe: metioninę, cystynę i tryptofan. Poziom tych aminokwasów w badanych odmianach grochu jest niski. Zawartość metioniny waha się od 0,83 g/16 g N w odmianie Idol do 0,93 g/16 g N w Tambo i Wiato. Otrzymany poziom koresponduje z wynikami Egguma i wsp. (1989) oraz Korniewicz i wsp. (1997). Skład aminokwasowy decyduje o wartości odżywczej białka, a ściślej — ilość aminokwasów niezbędnych w nim zawarta. Białko grochu w porównaniu z białkiem bobiku czy łubinu charakteryzuje się najkorzystniejszym składem aminokwasów egzogennych (Florek i wsp. 1995). Suma aminokwasów egzogennych dla odmiany kolorowej pastewnej Wiato stanowi najwyższy poziom (35,17), wśród biało kwitnących jadalnych – Agra (34,83). Petkov i wsp. (1991) uzyskał wyższe wartości dla odmian pastewnych 47,03—52,99, dla jadalnych 47,65—48,45. Metionina wraz z cystyną okazały się aminokwasami ograniczającymi (CS) przydatność żywieniową białka wszystkich badanych odmian grochu, co pokrywa się z wynikami uzyskanymi przez Borowską i wsp. (1995). Wartość odżywcza określona metodą chemiczną na podstawie indeksu Osera (EAAI) była

najwyższa dla odmiany kolorowo kwitnącej Wiato (66,2). Białko grochów biało kwitnących cechuje niższa wartość tego indeksu (Tegma — 60,6). Potwierdzają to również badania Lubowickiego i wsp. (1990).

Na podstawie uzyskanych wyników z trzech kolejnych lat zbioru można zauważyć dużą zmienność w składzie aminokwasowym białka badanych odmian grochu.

4.2.2. Zboża

Skład aminokwasowy ziarna trzech badanych gatunków zbóż przedstawiono w tabeli 12. Zawartość lizyny jest prawie 2-krotnie niższa niż w nasionach grochu. Najwięcej zawiera je białko pszenicy 3,66 g/16 g N. Nieco wyższą wartość tego aminokwasu (4,10 g) podaje Lubowicki i wsp. (1997). Buraczewska i wsp. (1987) podają dla dziewięciu odmian jęczmienia wartość lizyny na poziomie 3,26—3,82. W badaniach własnych aminokwas ten jest pierwszym, który ogranicza wykorzystanie białka pszenicy, a pszenżyta i jęczmienia – drugim. Pierwszym aminokwasem ograniczającym jakość białka w pszenżycie i jęczmieniu jest tryptofan. Uzyskane wyniki potwierdza literatura (Erickson, 1985; Jacyno i wsp. 1988; Grela i wsp. 1992; Koreleski, 1993). Znacznie niższe wartości aminokwasów badanych zbóż podaje Kent (1983).

Wartość odżywcza, określona na podstawie zawartości aminokwasów egzogennych (EAAI) jest zróżnicowana. W stosunku do białka jaja kurzego najwyższy wskaźnik Osera stwierdzono dla pszenicy (65,1), następnie – pszenżyta (54,9) i najniższy dla jęczmienia (50,9). Dane te są niższe od podawanych przez Koreleskiego i wsp. (1985) oraz Koreleskiego (1993), którzy otrzymali dla pszenicy, pszenżyta i jęczmienia EAAI odpowiednio 74,4—84,1; 71,6—77,9 oraz 71,8—83,0.

Tabela 12.
 Udział aminokwasów w ziarnie badanych odmian zbóż (g/16 g N),
 wskaźniki aminokwasu ograniczającego (CS) oraz indeksy Osera

Wyszczególnienie	Jęczmień	Pszenica	Pszenżyto
	Kroton	Jawa	Bogo
Białko ogólne (g/kg s.m.)	133,80	159,40	146,95
Lys	3,19	3,66	3,02
Met	1,59	1,32	1,42
Cys	1,67	1,69	1,74
The	2,76	3,39	3,22
Ile	2,57	3,94	2,95
Trp	0,67	0,89	0,77
Val	3,53	4,61	3,87
Leu	5,31	7,63	5,77
His	1,55	2,68	2,04
Arg	4,82	5,73	5,62
Phe	4,00	5,58	4,31
Tyr	1,97	2,91	1,75
Asp	4,68	5,73	5,85
Ser	2,52	4,41	3,50
Glu	15,81	29,20	22,09
Pro	5,64	7,47	6,39
Gly	3,42	4,78	4,12
Ala	2,43	3,38	2,71
Σ AA	68,13	99,00	81,33
Σ EAA	27,25	35,61	29,01
CS _K	39,4 Trp	52,3 Lys	45,3 Trp
EAAI _K	52,8	67,5	56,9
CS _{NRC}	51,5 Trp	63,1 Lys	55,2 Lys
EAAI _{NRC}	63,7	79,3	68,6

4.3 Strawność i wartość pokarmowa nasion grochu

Doświadczenie przeprowadzono na szczurach – zwierzętach modelowych dla innych monogastycznych. Według Egguma (1973) współczynniki strawności w doświadczeniach na szczurach i świniami nie różnią się istotnie między gatunkami. Wyniki doświadczenia strawnościowego — współczynniki strawności podstawowych składników pokarmowych, obliczone na podstawie badań bilansowych na szczurach białych, a także stwierdzone statystycznie istotne różnice w strawności pomiędzy odmianami zawarto w tabeli 13. Najniższe współczynniki strawności białka uzyskano dla odmiany o kwiatach kolorowych Dawo oraz Wiato — ok. 67%. Współczynnik strawności dla odmiany Dawo był istotnie najmniejszy ($P \leq 0,05$). Najwyższy współczynnik strawności dla białka stwierdzono w odmianie biało kwitnącej jadalnej Rola – 79,0%. Zbliżone wartości współczynnika podaje również Petkov i wsp. (1991), gdzie również odmiany o kwiatach białych uzyskały wyższy wskaźnik. Stwierdzono bardzo wysokie współczynniki strawności ekstraktu eterowego (79,4—86,0%) w porównaniu z danymi zawartymi w Normach Żywienia Świń (1993).

Współczynnik strawności włókna dla odmiany Agra (43,4%) jest najwyższy oraz istotnie większy ($P \leq 0,01$) w porównaniu do Tegmy i Dawo. Florek i wsp. (1995) podaje dla odmiany biało kwitnącej wyższy współczynnik strawności włókna (59,2%), dla odmian o kwiatach kolorowych od 26,2—32,7%.

Współczynniki strawności bezazotowych wyciągowych są również niższe dla odmian o kwiatach czerwono purpurowych w porównaniu z odmianami o kwiatach białych. Najniższy współczynnik stwierdzono dla odmiany Wiato (81,4), który istotnie wysoko ($P \leq 0,01$) ustępował odmianie

Tabela 13.
Współczynniki strawności (%) składników pokarmowych badanych nasion grochów ze zbioru z 1998 roku

Wyszczególnienie	Biało kwitnące jadalne i ogólnoużytkowe					Biało kwitnące i ogólnoużytkowe i pastewne	Kolorowo kwitnące pastewne		
	AGRA	PIAST	TEGMA	TAMBO	ROLA	KIER	WIATO	IDOL	DAWO
Sucha masa	89,7 ^{aA} ± 7,7	87,8 ^{aA} ± 5,0	84,8 ^a ± 9,2	87,2 ^{aA} ± 6,3	88,4 ^{aA} ± 3,3	75,2 ^{bB} ± 13,5	87,5 ^{aA} ± 6,4	87,9 ^{aA} ± 5,7	85,1 ^a ± 7,8
Białko ogólne	76,9 ^a ± 6,5	75,8 ± 12,5	73,8 ± 16,0	77,7 ^a ± 10,1	79,0 ^a ± 7,3	77,1 ^a ± 8,0	68,9 ± 9,8	77,7 ^a ± 7,7	65,2 ^b ± 11,3
Ekstrakt eterowy	84,0 ± 2,6	81,0 ± 2,9	86,0 ^a ± 5,6	84,1 ± 3,8	81,5 ± 3,1	79,4 ^b ± 8,7	83,5 ± 2,2	82,9 ± 5,9	83,1 ± 2,7
Włókno surowe	43,4 ^{aA} ± 1,7	38,9 ± 2,4	34,8 ^{bcB} ± 2,0	36,8 ^{bc} ± 9,0	36,8 ^{bc} ± 4,0	37,8 ^{bc} ± 8,6	36,5 ^{bc} ± 4,9	36,6 ^{bc} ± 5,1	31,5 ^{cB} ± 4,0
BNW	95,8 ^{adA} ± 4,5	94,8 ^{dA} ± 3,8	89,0 ^{bdf} ± 3,6	91,5 ^{defA} ± 8,3	92,3 ^{defA} ± 5,4	89,8 ^{def} ± 4,1	81,4 ^{bcdeB} ± 6,3	87,0 ^{bdef} ± 5,0	87,9 ^{bef} ± 9,8

Wartości w rzędzie bez oznaczeń literowych i oznaczone z udziałem tej samej litery a, b, c, d, e nie różnią się istotnie przy P≤0,05 i A, B, C, D, E, przy P≤0,01

Agra, Piast, Tambo i Rola. Odmiana Agra osiągnęła najwyższą strawność BNW (95,8%). Zbliżone wyniki strawności tego składnika otrzymała Stanek (1997) dla odmiany Piast w doświadczeniach na wieprzkach.

Strawność suchej masy to wypadkowa strawności wszystkich składników pokarmowych (białka ogólnego, ekstraktu eterowego, włókna surowego oraz BNW). Najkorzystniejszym układem współczynników strawności wszystkich składników okazała się wśród grochów jadalnych białokwitających odmiana Agra, następnie Rola. Spośród pastewnych – odmiana Idol. Najgorzej przedstawiają się wyniki dla odmiany o kwiatach białych typ pastewny Kier.

Obniżone strawności składników pokarmowych dla odmian o kwiatach kolorowych mogły być spowodowane ponad dwukrotnie większą zawartością tanin w tych odmianach grochu w porównaniu z odmianami jadalnymi (tabela 2). Wpływ odmiany grochu na strawność składników pokarmowych zauważyli we wcześniejszych badaniach Alaviuhkola (1981) oraz Castaing i Leuillet (1981). Również Petkov i wsp. (1992) zwraca uwagę na różną strawność w zależności od typu i odmiany grochu.

Określone współczynniki strawności wykorzystano do określenia wartości pokarmowej badanych nasion grochu ze zbioru z 1998 roku dla szczurów laboratoryjnych, zwierząt modelowych dla monogastrycznych. Otrzymane wyniki badań na szczurach są wysoko skorelowane z wynikami uzyskanymi na prosiętach (Eggum i wsp. 1987). Dane z badań własnych umieszczono w tabeli 14.

Najwyższą wartość energii metabolicznej uzyskano dla odmiany Agra (14,9 MJ/kg s.m.). Odmiana ta charakteryzuje się dużą zawartością białka ogólnego oraz tłuszczu surowego (tabela 2). Dla odmiany tej stwierdzono

Tabela 14.
Wartość pokarmowa 1 kg s.m. nasion grochów¹ oraz stosunek lizyny do wybranych aminokwasów egzogennych
[Lys : Met+Cys : The : Try]²

Wyszczególnienie	Biało kwitnące jadalne i ogólnoużytkowe					Biało kwitnące i ogólnoużytkowe i pastewne	Kolorowo kwitnące pastewne		
	AGRA	PIAST	TEGMA	TAMBO	ROLA		KIER	WIATO	IDOL
EM (MJ)	14,9	14,7	13,5	13,6	13,8	13,3	13,1	12,8	13,0
Białko ogólne (g)	236,4	218,0	208,2	232,9	251,3	240,7	220,7	219,4	201,5
Białko og. str. (g)	181,8	165,2	153,6	180,9	198,6	185,5	152,0	170,4	131,3
Białko og. str. g / 1 MJ EM	12,2	11,3	11,4	13,3	14,3	14,0	11,6	13,3	10,1
Lys g / 1 MJ EM	1,07	0,91	0,92	1,07	1,07	1,01	1,08	0,93	1,07
Lizyna	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Met+Cys	31	33	38	34	34	38	36	39	36
Treonina	52	56	55	55	54	56	56	58	52
Tryptofan	12	11	13	11	13	14	13	15	13

¹Na podstawie składu chemicznego i współczynników strawności nasion ze zbioru z 1998 roku

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

najlepsze współczynniki strawności składników pokarmowych. Odmiany grochu o kwiatach kolorowych osiągnęły niższą wartość energetyczną, z których w odmianie Idol stwierdzono najmniejszą ilość energii (12,8 MJ/kg s.m.). Zbliżone wartości podaje Osek i Wasiłowski (1999) oraz Normy Żywienia Świń (1993). Korniewicz i wsp. (1997) podaje wyższą wartość energetyczną (15,81 MJ/kg s. m.) dla grochu odmiany Ametyst.

Białko strawne przypadające na 1 MJ EM wahało się na poziomie od 10,1 s.m. dla odmiany Dawo do 14,3 dla Roli. Petkov i wsp. (1991) podaje wartość pokarmową nasion grochu na podobnym poziomie, ale uzyskując korzystniejsze wartości dla pastewnych grochów.

Stosunek lizyny do wybranych aminokwasów siarkowych jest zbliżony do potrzeb pokarmowych trzody chlewnej. Należy jednak zwrócić uwagę na stosunek metioniny z cystyną, których stosunek nie przekroczył 40.

Wśród badanych odmian Rola charakteryzuje się dobrą wartością pokarmową pod względem udziału białka strawnego oraz jego stosunku do energii. Również wartość energii metabolicznej jest na wysokim poziomie. Ustępuje pod tym względem jedynie odmianie Agra i Piast.

4.4. Ocena wartości odżywczej białka nasion grochu, ziaren zbóż oraz zestawów zbożowo-grochowych

Doświadczenia biologiczne przeprowadzone dwiema metodami — wzrostową i bilansową na zwierzętach laboratoryjnych umożliwiły określenie w szerszym zakresie wartości odżywczej wybranych odmian grochu siewnego (Rola, Kier, Wiato) oraz ziaren zbóż (jęczmień, pszenica, pszenżyto). Określono również wartość odżywczą nasion wybranych odmian grochu w mieszankach ze zbożami, co umożliwiło odpowiedzieć na pytanie w jakim

stopniu nasiona grochu uzupełniają niedobory białka zbóż pod względem aminokwasowym.

4.4.1 Groch

Rezultaty oceny wartości odżywczej metodą chemiczną mierzona wskaźnikami CS i EAAI przedstawiono w tabeli 15, metodą biologiczną wzrostową w tabeli 16, bilansową – tabela 17.

Spośród przebadanych odmian grochu pod względem jakości białka określonej metodą chemiczną najlepszą okazała się odmiana kolorowo kwitnąca Wiato, zawierająca najwięcej aminokwasów egzogennych. Nie znalazło to jednak odzwierciedlenia w metodach biologicznych. Najwyższe wskaźniki PERstand, BV, TD uzyskano dla odmiany jadalnej Rola. Wartości omawianych wskaźników różniły się między sobą istotnie zarówno na poziomie $P \leq 0,05$ jak i przy $P \leq 0,01$. Rozbieżności w ocenie jakości białka metodą chemiczną i biologiczną świadczą o tym, że ostateczne wykorzystanie białka przez organizm zależy nie tylko od składu aminokwasowego, ale od szeregu innych czynników. Przede wszystkim od obecności, rodzaju i ilości związków antyodżywczych w mieszankach (Ernest, 1984; Pastuszewska, 1991; Kohlmünzer, 1993; Vidal-Valverde, 1999). W grochach przede wszystkim — od zawartości i poziomu tanin. Działanie fizjologiczne tych związków na zwierzętach polega m. in. na koagulacji białek śliny i śluzówki jamy gębowej, co nadaje paszy zawierającej taniny cierpki smak i jednocześnie obniża jej spożycie (McLeod, 1974). Taniny mają działanie toksyczne, stopień toksyczności zależy od rodzaju tanin i gatunku zwierząt. Szczury oraz kurczęta reagują na taniny obniżeniem spożycia paszy i tempa wzrostu. Dodatkowym czynnikiem może być skład i rodzaj węglowodanów w diecie (Pastuszewska i wsp. 1997).

Tabela 15.

Wartość odżywcza białka ($EAAI_{NRC}$, CS_{NRC})¹ nasion grochów, ziaren
zboż oraz zestawów zbożowo-grochowych²

Wyszczególnienie	$EAAI_{NRC}$	CS_{NRC}
GROCH SIEWNY		
Groch biało kwitnący jadalny ROLA	67,5	Met+cys *39,8
Groch biało kwitnący pastewny KIER	67,2	Met+cys 42,2
Groch kolorowo kwitnący pastewny WIATO	77,5	Met+cys 45,8
ZBOŻA		
Jęczmień KROTON	63,7	Trp 51,5
Pszenica JAWA	79,3	Lys 63,1
Pszenżyto BOGO	68,6	Lys 55,2
ZESTAWY GROCHOWO-ZBOŻOWE		
ROLA-KROTON	67,6	Trp 55,4
KIER-KROTON	69,2	Trp 57,7
WIATO-KROTON	72,9	Trp 60,0
ROLA-JAWA	83,0	Met+cys 60,0
KIER-JAWA	83,1	Met+cys 60,6
WIATO-JAWA	81,0	Met+cys 57,6
ROLA-BOGO	74,6	Met+cys 62,2
KIER-BOGO	74,8	Met+cys 63,0
WIATO-BOGO	77,2	Met+cys 63,4

¹za wzorec przyjęto zapotrzebowanie rosnących szczurów na aminokwasy (NRC, 1978)

²kolorem zaznaczono zestawy, u których wystąpiło zjawisko wzajemnego uzupełniania się białka dwóch pasz

Tabela 16.

Wartość odżywcza białka nasion grochów, ziaren zbóż oraz zestawów zbożowo-grochowych określona na szczurach metodą wzrostową

Wyszczególnienie	PERstand ¹
GROCH SIEWNY	
Groch biało kwitnący jadalny ROLA	1,40 ^{aA} ± 0,03
Groch biało kwitnący pastewny KIER	1,27 ^{bB} ± 0,02
Groch kolorowo kwitnący pastewny WIATO	1,21 ^{cC} ± 0,11
ZBOŻA	
Jęczmień KROTON	1,45 ^{aA} ± 0,08
Pszenica JAWA	1,50 ^{bB} ± 0,03
Pszenżyto BOGO	1,31 ^{cC} ± 0,04
ZESTAWY GROCHOWO-ZBOŻOWE	
ROLA-KROTON	1,47 ± 0,08
KIER-KROTON	1,40 ± 0,13
WIATO-KROTON	1,46 ± 0,12
ROLA-JAWA	1,43 ± 0,07
KIER-JAWA	1,40 ± 0,12
WIATO-JAWA	1,44 ± 0,13
ROLA-BOGO	1,44 ± 0,07
KIER-BOGO	1,43 ± 0,09
WIATO-BOGO	1,33 ± 0,07

¹ PERstand – współczynnik wydajności wzrostowej skorygowany wobec PER kazeiny, jako wzorca

Wartości w kolumnach bez oznaczeń literowych oraz oznaczone z udziałem tej samej litery a, b, c nie różnią się istotnie przy P≤0,05 i A, B, C przy P≤0,01

Tabela 17.

Wartość odżywcza białka nasion grochów, ziaren zbóż oraz zestawów zbożowo-grochowych określona na szczurach metodą bilansową

Wyszczególnienie	BV ¹	TD ²	NPV ³
GROCH			
Groch biało kwitnący jadalny ROLA	63,98 ^{aA} ± 1,83	89,27 ^{aA} ± 0,85	14,35
Groch biało kwitnący pastewny KIER	59,58 ^{bB} ± 2,01	87,61 ^{bB} ± 0,75	12,60
Groch kolorowo kwitnący pastewny WIATO	58,21 ^{bB} ± 1,03	85,15 ^{cC} ± 0,61	10,94
ZBOŻA			
Jęczmień KROTON	62,85 ^{aA} ± 0,61	89,45 ^{aA} ± 0,59	7,52
Pszenica JAWA	59,69 ^{bB} ± 0,81	86,46 ^{bB} ± 0,69	8,23
Pszenżyto BOGO	60,87 ^{cC} ± 0,61	88,18 ^{cC} ± 0,55	7,89
ZESTAWY GROCHOWO-ZBOŻOWE			
ROLA-KROTON	77,26 ± 0,55	89,02 ± 0,53	11,22
KIER-KROTON	76,37 ± 0,64	89,23 ± 0,65	10,94
WIATO-KROTON	75,83 ± 0,45	88,18 ± 0,58	10,40
ROLA-JAWA	69,03 ± 0,74	87,59 ± 0,43	11,03
KIER-JAWA	71,30 ± 1,58	86,39 ± 0,38	11,07
WIATO-JAWA	73,13 ± 1,38	90,17 ± 0,59	11,53
ROLA-BOGO	76,55 ± 0,74	88,51 ± 0,53	11,72
KIER-BOGO	72,30 ± 0,89	88,01 ± 0,53	10,84
WIATO-BOGO	70,18 ± 0,61	87,15 ± 0,52	10,12

¹BV - biological value - wartość biologiczna białka (%)

²TD - true digestibility - strawność rzeczywista (%)

³NPV - net protein value - wartość białka netto

Wartości w kolumnach bez oznaczeń literowych oraz oznaczone z udziałem tej samej litery a, b, c nie różnią się istotnie przy P≤0,05 i A, B, C przy P≤0,01

Wartości wskaźnika wydajności wzrostowej białka PERstand w badaniach własnych wahają się od 1,21 do 1,40. Olkowski (1995), badając dwa pokolenia roślin strączkowych uzyskał znacznie niższe wartości. Badania te wskazują na istotny wpływ typu i odmiany nasion na wskaźniki oceny biologicznej. Porównując wartość PER z bobikiem, czy łubinem – groch osiągnął najwyższą wartość tego wskaźnika. Mimo to jakość białka grochu nie jest wysoka w porównaniu do innych pasz podawanych przez Hanczakowskiego i Szymczyk (1997), np. do drożdży (PERstand=1,57), czy soi (PERstand=2,79). Natomiast badania Koreleskiego i wsp. (1987) nie wykazały w doświadczeniu wzrostowym na szczurach istotnych różnic w przyrostach zwierząt żywionych grochem i śrutą sojową.

Przeprowadzając ocenę jakości białka metodą bilansową za pomocą współczynnika BV, TD oraz NPV również nie stwierdzono zgodności z wynikami metody opartej na składzie aminokwasowym. Największy wskaźnik wartości biologicznej BV (63,98) i TD (89,27) uzyskano dla odmiany Rola. Ocenę biologiczną metodą bilansową przeprowadzili Maciejewicz-Ryś i Kosmala (1995) porównując 12 odmian grochu (10 jadalnego i 2 pastewnego) z poekstrakcyjną śrutą sojową, otrzymując wyższe wyniki niż w aktualnej pracy. Wartość odżywcza określona metodą bilansową wielu odmian grochu przewyższała wartość śruty sojowej, choć często towarzyszyła temu niższa strawność rzeczywista białka. Borowska i wsp. (1995) uzyskała wyniki BV od 69,0 do 81,7. Dla porównania wartość BV uzyskana przez Lubowickiego i wsp. (1998) dla kazeiny, uznawanej za białko wzorcowe wyniosła 84,1—85,3. Wartość NPU – iloczyn BV i TD według Henry (1965) grochu jest niższa od drożdży (82), czy soi (85). Wartość NPV, wskaźnik uwzględniający zarówno wartość odżywcza białka jak i jego zawartość, w badaniach własnych oscyluje między odmianami grochu od 20

do 40%. Według Maciejewicz-Ryś i Ślusarczyk (2001) odmiany pastewne są lepsze od jadalnych.

4.4.2. Zboża

Analizując jakość białka trzech wybranych gatunków zboża (jęczmień, pszenica i pszenżyto) różnymi metodami można stwierdzić, że najwyższą wartość odżywczą określoną na podstawie składu aminokwasowego uzyskano dla pszenicy (79,3).

Wybrane gatunki zbóż różnią się między sobą istotnie wysoko pod względem wskaźnika wydajności wzrostowej (tabela 16). Wskaźnik PERstand dla pszenicy jest najwyższy (1,50), następnie dla zwierząt żywionych jęczmieniem (1,45), a najniższy – pszenżytem (1,31). Kolejność ta wynika z faktu, że w przypadku monodiety białko pszenicy było najlepiej zbilansowane pod względem zawartości aminokwasów. Z przedstawionego w tabeli 12 składu aminokwasowego zbóż wynika, że lizyna – aminokwas najbardziej ograniczający wykorzystanie białka zbóż – występuje w największej ilości w białku pszenicy. Niewielki współczynnik PERstand (1,31) pszenżyta może wynikać również z obecności na najwyższym poziomie, w porównaniu do pozostałych zbóż substancji antyodżywczych. Liczne badania zwracają uwagę na obecność związków pogarszających smakowość paszy oraz niskocząsteczkowych węglowodanów, które mogą być przyczyną obniżania wyników produkcyjnych (Rundgren, 1988; Urbańczyk, 1987). Lubowicki i wsp. (1997) podaje wyższe wartości PERstand dla pszenżyta (1,54) w porównaniu z pszenicą (1,43). W niniejszej pracy dla jęczmienia uzyskano pośrednią między pszenicą a pszenżytem wartość PERstand równą 1,45. Koreleński (1993) podaje wartość wskaźnika PERstand od 1,26 do 1,56 dla ziarna jęczmienia.

Ocena białka metodą bilansową wykazała również istotne różnice wskaźników BV i TD pomiędzy badanymi gatunkami zbóż. Wartości wskaźników BV, TD były najwyższe dla jęczmienia (62,85; 89,45). Dla pszenicy uzyskano najniższe wartości (odpowiednio: 59,69; 86,46). Dane te są zgodne z podawanymi przez innych autorów (Yang i wsp. 1976; Villegas i wsp. 1980; Maciejewicz-Ryś i wsp. 1993 oraz Boros i Rek-Cieply, 1997). Również Horaczyński (1989) oceniając wartość odżywczą białka ziaren niektórych gatunków i odmian zbóż najwyższe wartości wskaźników BV i TD uzyskał dla jęczmienia ozimego, następnie dla pszenżyta i pszenicy. Średnie wartości wskaźników BV i TD były jednak wyższe od uzyskanych w niniejszej pracy. Wskaźnik NPV w badaniach własnych nie był tak zróżnicowany, jak w przypadku nasion grochu.

4.4.3. Zestawy zbożowo-grochowe

Na podstawie przeprowadzonych badań chemicznych i biologicznych oceny jakości białka nasion grochu w połączeniu z wybranymi zbożami (tabela 15, 16, 17) można stwierdzić, że wartość odżywcza białka zestawów, głównie dzięki uzupełnieniu niedoboru aminokwasów uległa znacznemu zwiększeniu.

Uzyskane wskaźniki CS oraz EAAI dla poszczególnych odmian grochu i gatunków zbóż świadczą o tym, że najlepszym zestawieniem powinno być połączenie grochu z pszenicą, choć nadal aminokwasami ograniczającymi wykorzystanie białka zestawu są metionina z cystyną, głównie ze względu na najniższą zawartość metioniny w danym zbożu w porównaniu z jęczmieniem czy pszenżytem. Jedynie w przypadku mieszanki grochu jadalnego z pszenicą wartości wskaźnika EAAI były wyższe niż dla pastewnej Wiato. Połączenie

odmiany Wiato z jęczmieniem i pszenżytem dało wyższe wskaźniki Osera, co potwierdzają również wyniki uzyskane przez Pisulewską (1995a, 1995b).

Badania biologiczne nie zupełnie potwierdziły spostrzeżenia uzyskane metodą chemiczną. W porównaniu z innymi zestawami mieszanka grochu z jęczmieniem dała najlepsze wyniki zarówno metodą wzrostową, jak i bilansową.

Najkorzystniejszy wpływ na jakość białka określoną metodą wzrostową w zestawie z jęczmieniem i pszenicą uzyskano dla odmiany pastewna o kwiatach kolorowych Wiato. Odmiana ta charakteryzuje się, mimo największej zawartości tanin (tabela 2), największą ilością aminokwasów egzogennych, zwłaszcza lizyny w porównaniu z pozostałymi odmianami (tabela 10). Jedynie w zestawie z pszenżytem ustępuje Roli – odmianie jadalnej.

Wyniki określone metodą bilansową potwierdzają pozytywne interakcje białka grochu i zbóż. Na podstawie wyników uzyskanych w badaniach biologicznych metodą bilansową zauważyć można, że najlepszą odmianą w zestawach jest odmiana Rola. Jedynie w połączeniu z pszenżytem uzyskano najgorsze wskaźniki. Wartości BV, TD dla zestawów z jęczmieniem oscyluje odpowiednio: 75,83—77,26; 88,18—89,23, z pszenicą: 69,03—73,13; 86,39—90,17, z pszenżytem: 70,18—76,55; 87,15—88,51. Wskaźniki poszczególnych zestawów różniły się między sobą istotnie wysoko (tabela 18 i 19). Wskaźnik uwzględniający zarówno jakość białka, jak i jego zawartość był dla wszystkich zestawów wyrównany (RPV ok. 11). Badania przeprowadzone przez Maciejewicz-Ryś i wsp. (1985) potwierdzają uzyskane wyniki metodą bilansową. Stwierdzono wyraźny uzupełniający wpływ białka nasion grochu na białka poszczególnych gatunków zbóż.

Tabela 18.

Istotność interakcji (odmiana grochu x gatunek zboża) w dwuczynnikowej analizie wariancji wskaźnika wartości odżywczej białka BV badanych zestawów

Groch	Zboże	Rozstęp	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			77,26	69,03	76,55	76,37	71,30	72,30	75,83	73,13	70,18
Rola	Jęczmień	1		0,000017*	0,087925	0,041543**	0,000021*	0,000025*	0,001450*	0,000030*	0,000017*
Rola	Pszenica	2	0,000017*		0,000017*	0,000021*	0,000054*	0,000049*	0,000025*	0,000030*	0,006391*
Rola	Pszenżyto	3	0,087925	0,000017*		0,654691	0,000025*	0,000030*	0,098953	0,000049*	0,000021*
Kier	Jęczmień	4	0,041543**	0,000021*	0,654691		0,000030*	0,000049*	0,192140	0,000054*	0,000025*
Kier	Pszenica	5	0,000021*	0,000054*	0,000025*	0,000030*		0,017807**	0,000049*	0,000090*	0,007506*
Kier	Pszenżyto	6	0,000025*	0,000049*	0,000030*	0,000049*	0,017807**		0,000054*	0,045667**	0,000056*
Wiato	Jęczmień	7	0,001450*	0,000025*	0,098953	0,192140	0,000049*	0,000054*		0,000117*	0,000030*
Wiato	Pszenica	8	0,000030*	0,000030*	0,000049*	0,000054*	0,000090*	0,045667**	0,000117*		0,000049*
Wiato	Pszenżyto	9	0,000017*	0,006391*	0,000021*	0,000025*	0,007506*	0,000056*	0,000030*	0,000049*	

* różnice istotne przy poziomie $P \leq 0,01$

** różnice istotne przy poziomie $P \leq 0,05$

Tabela 19.

Istotność interakcji (odmiana grochu x gatunek zboża) w dwuczynnikowej analizie wariancji wskaźnika wartości odżywczej białka TD badanych zestawów

Groch	Zboże	Rozstęp	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			89,02	87,59	88,51	89,23	86,39	88,01	88,18	90,17	87,15
Rola	Jęczmień	1		0,000030*	0,034996**	0,373001	0,000021*	0,000156*	0,001019*	0,000062*	0,000025*
Rola	Pszenica	2	0,000030*		0,000446*	0,000025*	0,000058*	0,079003	0,020103**	0,000021*	0,067305
Rola	Pszenżyto	3	0,034996**	0,000446*		0,004464*	0,000025*	0,050348	0,168961	0,000049*	0,000030*
Kier	Jęczmień	4	0,373001	0,000025*	0,004464*		0,000017*	0,000034*	0,000100*	0,000285*	0,000021*
Kier	Pszenica	5	0,000021*	0,000058*	0,000025*	0,00001*7		0,000049*	0,000030*	0,000017*	0,002315*
Kier	Pszenżyto	6	0,000156*	0,079003	0,050348	0,000034*	0,000049*		0,484472	0,000025*	0,000748*
Wiato	Jęczmień	7	0,001019*	0,020103**	0,168961	0,000100*	0,000030*	0,484472		0,000030*	0,000122*
Wiato	Pszenica	8	0,000062*	0,000021*	0,000049*	0,000285*	0,000017*	0,000025*	0,000030*		0,000017*
Wiato	Pszenżyto	9	0,000025*	0,067305	0,000030*	0,000021*	0,002315*	0,000748*	0,000122*	0,000017*	

* różnice istotne przy poziomie $P \leq 0,01$
 ** różnice istotne przy poziomie $P \leq 0,05$

Wśród badanych grochów średnio najkorzystniejszy wpływ na jakość białka - określona wskaźnikiem BV - wszystkich zestawów miała odmiana Rola (BV = 74,28; tabela 20). Średnie BV zestawów z udziałem tej odmiany istotnie różniło ($P \leq 0,01$) się od pozostałych odmian grochu. Natomiast pomiędzy wartościami średnimi BV zestawów zawierających odmiany Kier i Wiato nie stwierdzono istotnych różnic. Nie zanotowano istotnych różnic między wartościami średnimi w strawności rzeczywistej (TD) zestawów zawierających odmianę Rola i Wiato. Zestawy z tymi odmianami różnią się istotnie od zestawów zawierających odmianę Kier (tabela 20). Wartości średnie BV i TD zestawów zawierających jęczmień różnią się od zestawów zawierających pszenicę i pszenżyto.

Zaobserwowano istotne podniesienie wartości odżywczej białka większości mieszanek grochu ze zbożami, co jest dowodem na pozytywne uzupełnianie ich białka przez białko zbóż. Jednocześnie wartość odżywcza zestawów jest wyższa niż samych zbóż lub nie różni się na niekorzyść. Świadczy to o działaniu uzupełniającym białka grochu na białko zbóż, głównie w przypadku zboża o niskiej zawartości lizyny (jęczmień). Uzupełniający wpływ białka zbóż na wartość odżywczą białka badanych odmian grochu jest efektem uzupełnienia lub zmniejszenia niedoboru metioniny z cystyną występującego w nasionach grochu (CS).

Jak widać z przedstawionych wyników ocena białka metodą chemiczną nie do końca pokrywa się z biologiczną. Zwracają na to uwagę również Vidal-Valverde (1999) czy Wiryawan i Dingle (1995). Dlatego ważne jest, aby ocenę jakości białka nowych odmian grochu oraz innych strączkowych opierać nie tylko na wynikach składu aminokwasowego lecz równolegle na wynikach testów na zwierzętach. Wtedy można ujawnić negatywny wpływ czynników pozabiałkowych.

Tabela 20.

Ocena istotności różnic wskaźników wartości odżywczej określonej metodą bilansową zestawów zbożowo-grochowych z uwzględnieniem zmienności wywołanej odmianą grochu oraz gatunkiem zboża

Wyszczególnienie	Biało kwitnące jadalna i ogólnoużytkowa		Biało kwitnące i ogólnoużytkowe i pastewne		Kolorowo kwitnące pastewne		\bar{x} dla gatunku zboża	
	ROLA		KIER		WIATO		BV	TD
	BV	TD	BV	TD	BV	TD		
JĘCZMIEŃ KROTON	77,26 ± 0,55	89,02 ± 0,53	76,37 ± 0,64	89,23 ± 0,65	75,83 ± 0,45	88,18 ± 0,58	76,48 ^{aA} ± 0,80	88,81 ^{aA} ± 0,73
PSZENICA JAWA	69,03 ± 0,74	87,59 ± 0,43	71,30 ± 1,58	86,39 ± 0,38	73,13 ± 1,38	90,17 ± 0,59	71,15 ^{bB} ± 2,11	88,05 ^{bB} ± 1,66
PSZENŻYTO BOGO	76,55 ± 0,74	88,51 ± 0,53	72,30 ± 0,89	88,01 ± 0,53	70,18 ± 0,61	87,15 ± 0,52	73,01 ^{cC} ± 2,79	87,89 ^{bB} ± 0,76
\bar{x} dla odmian grochu	74,28 ^{aA} ± 3,84	88,37 ^{aA} ± 0,77	73,32 ^{bB} ± 2,47	87,88 ^{bB} ± 1,29	73,04 ^{bB} ± 2,50	88,50 ^{aA} ± 1,39	—	—

Wartości średnie w rzędzie i/lub w kolumnie dla danego wskaźnika bez oznaczeń literowych oraz oznaczone tą samą literą a, b, c nie różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$ i A, B, C przy $P \leq 0,01$.

5. WNIOSKI

Wyniki uzyskane w badaniach własnych oceny składu chemicznego nasion 9 odmian grochu siewnego, doświadczeń na szczurach laboratoryjnych dotyczące wartości odżywczej białka 3 wybranych nowych odmian grochu o zróżnicowanym typie oraz zestawów zbożowo-grochowych pozwalają przedstawić następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Skład chemiczny badanych odmian grochu uzależniony jest nie tylko od typu morfologicznego, ale i od odmiany, co należy brać pod uwagę przy właściwym bilansowaniu dawki dla zwierząt z udziałem tej rośliny.
2. Analiza nasion z trzech kolejnych lat zbioru wykazała brak stabilności w ich składzie chemicznym, co wskazuje na wpływ warunków agrometeorologicznych.
3. Białko grochu jest bogatym źródłem lizyny – aminokwasu deficytowego w białku zbóż, stąd powinno być cennym białkiem uzupełniającym dla zbóż przy bilansowaniu dawek pokarmowych.
4. Białko grochu jest ubogim źródłem aminokwasów siarkowych, a aminokwasem ograniczającym (CS) przydatność żywieniową tego składnika we wszystkich badanych odmianach była metionina z cystyną, co sugeruje ewentualne uzupełnianie dawki aminokwasami syntetycznymi lub odpowiednim gatunkiem zboża.
5. Wysoki wskaźnik EAAI świadczy o tym, że białko nasion grochu jest zbliżone zapotrzebowaniu zwierząt monogastrycznych na aminokwasy egzogenne.

6. Badane odmiany grochu różnią się istotnie strawnością białka ogólnego, włókna surowego oraz bezazotowych wyciągowych i należy zwrócić uwagę na odpowiedni typ i odmianę przy dobieraniu komponentów dawki.
7. Wartość energetyczna wyrażona w MJ energii metabolicznej jest wyższa dla odmian jadalnych (ok. 14 MJ) niż dla pastewnych (ok. 13 MJ).
8. Stwierdzony brak współzależności w ocenie jakości białka pomiędzy metodą chemiczną i biologiczną świadczy o wpływie czynników pozabiałkowych na ocenę odżywczą białka.
9. Wartość odżywcza białka określona metodami biologicznymi jest istotnie większa dla odmiany jadalnej Rola w porównaniu z pastewnymi białko jak i kolorowo kwitnącymi.
10. Połączenie białka grochu ze zbożami w mieszankach spowodowało wzrost wszystkich oszacowanych wskaźników jakości białka.
11. Najefektywniejszymi zestawami, w których 75% białka pochodzi ze zboża i 25% z grochu okazały się grochowo-jęczmienne.

Przedstawione wyniki analiz chemicznych i badań biologicznych upoważniają do stwierdzenia, że nasiona grochu mogą być krajowym źródłem białka w porównaniu z białkiem pochodzenia zwierzęcego oraz importowanej sruoty sojowej. Należy mieć na uwadze odpowiednie zbilansowanie dawki w energię i aminokwasy przy zastosowaniu odpowiedniego typu i odmiany grochu.

PIŚMIENICTWO

1. Alaviuhkola T. (1979): Peas and horsebean as feeds for pigs. *Sikatalouskoeaseman tiedote*. 2. Finlandia.
2. Alaviukhola T. (1981): Energia – Ja valkuaisnormikokeita lihasioilla v. 1975-1980. Hyvinkää. Maatalouden tutkimuskeskus.
3. Aman P., Graham H., Löwgren W. (1988): Dietary fibre in pig feeds. *Proceedings of the 4th Int. Seminar on Digestive Physiology in the pig*. Red. Buraczewska L., Buraczewski S., Pastuszewska B., Żebrowska T. Jabłonna. 120-127.
4. Annison G. (1990): Polysaccharide composition of australian wheats and the digestibility of their starches in broiler chicken diets. *Aust. J. Exp. Agric.* 30: 183-186.
5. Annison G., Choct M. (1991): Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effect. *World's Poult. Sci. J.* 47: 232-242.
6. Antoniou T., Marquardt R. R., Cansfield P. E. (1981): Isolation, partial characterization and antinutritional activity of a factor (pentosans) in rye grain. *J. Agric. Food Chem.* 29: 1240-1247.
7. AOAC (1975): *Official Methods of Analysis*. 12th ed. Washington D. C.: Association of Official Analytical Chemists.
8. Bach Knudsen K. E., Aman P., Eggum B. O. (1987): Nutritive value of Danish-grown barley varieties. I. Carbohydrates and other major constituents. *J. Cereal Sci.* 6: 173-186.
9. Bach Knudsen K. E., Canibe N., Sørensen H. (2001): Limitations in the use of peas (*Pisum sativum* L.) in diets for pigs and possible ways to overcome some of these problems. 4th European Conference on Grain

18. Legumes, Cracow. 122.
10. Barczak B., Cwojdzński W., Nowak K. (1994): Wpływ wzrastających dawek azotu na plon i jakość białka ziarna trzech odmian jęczmienia ozimego. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 414: 235-243.
11. Barrier-Guillot B., Métayer J. P., Grosjean F., Peyronnet C. (1995): Feeding value of pea presented in mash or pellets in adult cockerels, laying hens, broilers and turkey poults. 10th Europ. Symp. Poult. Nutr. Antalya. Turkey.
12. Bedford M. R., Classen H. L. (1992): The influence of dietary xylanase on intestinal viscosity and molecular weight distribution of carbohydrates in rye-fed broiler chicks. Xylan and Xylanase. Visser J. i wsp.(eds). Elsevier Sci. Publ. B. V.
13. Block R. J., Mitchell H. H. (1946): The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. Nutr. Abstr. Rev. 16: 249-278.
14. Bond D. A. (1976): In vitro digestibility of the testa in tannin – free field beans (*Vicia faba* L.). J. Agric. Sci. Camb. 86: 561-566.
15. Boros D., Rek-Cieply B. (1997): Zmienność wartości żywieniowej pszenżyta dla zwierząt monogastycznych. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Szczec. 175, Rol. 65: 21-25.
16. Borowska J., Giczewska A., Zadernowski R., Borowski J. (1998): New pea varieties – their technological and nutritional value. 2. Chemical composition of commonly raised pea varieties. Nat. Sci. 1: 183-196.
17. Borowska J., Zadernowski R., Markiewicz K., Pierzynowska-Korniak G., Kozikowski W., Święcicki W. (1995): Nowe odmiany grochu – ich wartość technologiczna i odżywcza. Cz. 1. Wartość odżywcza nasion odmian uprawnych i form kolekcyjnych grochu. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Technol. Aliment. 28, 119-131.

18. Bressani R. (1974): Complementary amino acid patterns. In: Improvement of protein nutriture. Washington D. C. Nat. Acad. Sci.
19. Buraczewska L., Schulz E., Schröder H. (1987): Ileal digestibility of amino acids in pigs fed barleys differing in protein content. Arch. Anim. Nutr. Berlin. 37 (10): 861-867.
20. Buraczewski S., Buraczewska L. (1997): Włókno pokarmowe w żywieniu trzody chlewnej. W: Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie. Mat. Konf. Nauk., Radzików, 24-25.04.1997. 129-140.
21. Carrouee B. (1995): Grain legumes in the European Union: Current status and prospect. Proc. 2nd Europ. Conf. On Grain Legumes. Copenhagen (DK) AEP 9-13 July.
22. Castaing J. Leuillet M. (1981): Etude de l'association mais / pois proteaginaires chez le porc charcutiers influence du taux d'incorporation, du mode de presentation et de la variete. J. Rech. Porc. France (ed) INRA-ITP. 13: 151-162.
23. Castell A. G., Guenter W., Igbasan F. A. (1996): Nutritive value of peas for nonruminant diets. Anim. Feed Sci. Technol. 60: 209-227.
24. Cerioli C., Fiorentini L., Prandini A., Piva G. (1998): Antinutritional factors and nutritive value of different cultivars of pea, chickpea and faba bean. . In : Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed. Jansman A. J. M., Hill G. D., Huisman J., van der Poel T. F. B. (eds). Wageningen. 43-46.
25. Cousin R., Tome D., Gaborit T. (1993): The genetic variation in trypsin inhibitor activity among varieties of pea (*Pisum sativum* L.). In: Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds. Proc. 2nd Intern. Workshop on Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds. Wageningen. 173-178.
26. Czarnecki R., Petkov K., Jacyno E., Lubowicki R., Wejksza D.,

- Owsiany J., Kawęcka M., Delikator B., Delecka A. (1992): Ocena przydatności ziarna grochu w żywieniu loszek i knurków. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Zootech.* 35: 159-171.
27. Edwards S. A. (1985): Effect of pea variety and inclusion rate in the diet on the performance of finishing pigs. *Anim. Prod.* 40: 545.
28. Eggum B. O. (1973): A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. 406 Beretn. Forsøgslab. København.
29. Eggum B. O. (1992): The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization. In *Dietary Fibre – a component of food nutritional function in health and disease*. Ed. T. F. Schweizer and C. A. Edwards. Springer-Verlag.
30. Eggum B. O., Chwalibog A., Danielsen V. (1987): The influence of dietary concentration of amino acids on protein and energy utilization in growing rats and piglets. 3. Diets of high biological value but with different protein concentrations. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 57: 52-64.
31. Eggum B., Hansen I., Larsen T. (1989): Protein quality and digestible energy of selected foods determined in balance trials with rats. *Plant Foods for Human Nutrition.* 39: 13-21.
32. Englyst H. N., Anderson V., Cummings J. H. (1983): Starch and non-starch polysaccharides in some cereal foods. *J. Sci. Food Agric.* 34: 1434-1440.
33. Erickson J. P. (1985): Triticale. A review of its nutritional value for livestock poultry. *Feedstuffs.* 50: 20-22.
34. Ernest T. (1984): Wpływ czynników antytrypsynowych nasion roślin strączkowych na aktywność enzymów przewodu pokarmowego kurcząt. *Rocz. Nauk. Zootech., Monogr. Rozpr.* 22: 219-253.
35. Fabijańska M. (1992): Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na wartość odżywczą ziarna jęczmienia w żywieniu tuczników. *Rozpr.*

34. Nauk. SGGW. 1: 46.
36. FAO/WHO (1991): Protein quality Evaluation. Report Series 51. FAO/WHO. Rome.
37. Flis M., Lewicki Cz., Tywończuk J., Fordoński G. (1989): Ocena wartości odżywczej nowych odmian różnych gatunków nasion strączkowych w żywieniu tuczników. I. Skład aminokwasowy nasion i strawność składników pokarmowych dawek z ich udziałem. Acta Acad. Agric. Techn. Olst., Zootech. 43: 25-32.
38. Flis M., Zduńczyk Z. (1997): Content and composition of dietary fibre in whole and dehulled legume seeds. W: Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie. Mat. Konf. Nauk., Radzików, 24-25.04.1997. 173-176.
39. Florek St., Rydzik Wł., Rusiecka I., Minakowski D., Seredyn Z. (1995): Wartość pokarmowa mieszanek z udziałem nowych odmian grochu w żywieniu tuczników. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Zootech. 43: 25-32.
40. Florek St., Stanek M., Purwin C., Gruszecki G. (1999): Nasiona grochu odmiany Mazurek w tuczu świń. Ann. Wars. Agric. Univ., Anim. Sci. 36: 99-103.
41. Freire J. B., Hulin J. C., Peiniau J., Aumaitre A. (1989): Effet de la cuisson-extrusion du pois de printemps sur la digestibilité des aliments de sevrage precoce du porcelet et consequences sur les performances jusqu'a l'abattage. J. Rech. Porc. France, 2: 75-82.
42. Fritz Z., Jarosz L., Preś J., Fuchs B. (1990): Wartość pokarmowa śruty poekstrakcyjnej z rzepaku odmiany Jantar w żywieniu tuczników. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Zootech. 32: 147-155.
43. Fuchs B., Fritz Z., Orda J., Krzywiecki S. (1983): Porównanie wartości pokarmowej nasion bobiku, łubinu i grochu w żywieniu tuczników. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Zootech. 140: 103-111.

44. Gatel F. (1994): Protein quality of legume seeds for non-ruminant animals: a literature review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 45(3-4): 317-348.
45. Gatel F., Champ M. (1998): Grain legumes in human and animal nutrition – up to date. Results and question marks. 3rd European Conference on Grain Legumes. Valladolid. 7-10.
46. Gawęcki J., Hryniewiecki L. (1998): *Żywienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu.* PWN. Warszawa.
47. Gdala J. (1998): Composition, properties and nutritive value of dietary fibre of legume seeds. A review. *J. Anim. Feed Sc.* 7(2): 131-149.
48. Gdala J., Buraczewska L. (1997): Chemical composition and carbohydrate content of several varieties of faba bean and pea seeds. *J. Anim. Feed Sci.* 6 (1): 123-135.
49. Gdala J., Buraczewska L., Grała W. (1992): The chemical composition of different types and varieties of pea and the digestion of their protein in pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 1: 71-79.
50. Glapiś J., Bury B., Ziółkowski B., Sujak E. (1984): Nasiona bobiku, grochu i łubinu w mieszankach dla tuczników. *Roczn. Nauk. Zootech., Monogr. Rozprawy.* 22: 167-178.
51. Grela E., Czech A., Pastuszak J., Niżniowska A. (2001): Zawartość składników włókna pokarmowego w nasionach roślin strączkowych. *Żyw. Człow. Metab. T. 2.* 820-825.
52. Grela E., Krasucki W., Król Wł., Krusiński R., Skórnicki H. (1992): Nasiona grochu w mieszankach z pszenżytem w żywieniu tuczników. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. EE. V. X.* 29:197-201.
53. Grela E., Skórnicki H., Zuba J. (1992): Efektywność mieszanek pełnodawkowych z udziałem nasion grochu i peluszki w żywieniu tuczników. *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 3: 13-24.
54. Grela E., Winiarska A. (1998): Użyteczność pokarmowa nasion lędzwanu siewnego i soczewicy w żywieniu zwierząt. *Strączkowe*

54. Rośliny Białkowe Soczewica Lędźwian. Wydawnictwo Akad. Rol. w Lublinie. 84-85.
55. Grela E., Wójcik S., Król W., Krusiński R. (1991): Efektywność mieszanek pełnodawkowych z udziałem pszenżyta i nasion strączkowych w żywieniu tuczników. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. EE. IX. 35*: 283-290.
56. Grosjean F., Bourdon D., Kiener T., Castaing J., Gatel F. (1991): Valeur alimentaire pour les porcs des pois français et importes. *Journées Rech. Porcine en France. 23*: 53-60.
57. Groszkowska A. (1993): Zastosowanie preparowanych nasion grochu siewnego w mieszankach dla świń. *Acta Acad. Agric. Olst., Zootech. 38*: 129-143.
58. Grzesiuk S., Kulka K. (1988): *Biologia ziarniaków zbóż*. PWN. Warszawa.
59. Hanczakowska E., Urbańczyk J. (2001a): Groch i łubin stosowany łącznie z poekstrakcyjną śrutą rzepakową jako zamiennik śruty sojowej w mieszankach dla tuczników. *Rocz. Nauk. Zootech. T. 28(2)*: 175-185.
60. Hanczakowska E., Urbańczyk J. (2001b): Groch lub łubin z poekstrakcyjną śrutą rzepakową w loch, prosiąt i warchlaków. *Rocz. Nauk. Zootech. T. 28(2)*: 187-199.
61. Hanczakowski P. (1987): Laboratoryjne metody oceny wartości pokarmowej białek. *Biul. Inf. Inst. Zootech. 1-2*: 77-90.
62. Hanczakowski P., Koreleski J., Wolski T. (2001): Składniki pokarmowe i antyodżywcze występujące w roślinach. *Inst. Zootech. Kraków*.
63. Hanczakowski P., Szymczyk B. (1997): Nowa metoda oznaczania wartości pokarmowej białek. *Biul. Inf. Inst. Zootech. 3*: 23-30.

64. Hauschild A., Koehler R. (1991): Influence of dietary fibre on digestibility of protein and organic matter of different pea genotypes in growing pigs. Proc. 6th Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition. Herning, Denmark. 21-23.
65. Henry K. M. (1965): A comparison of biological methods with rats for determining the nutritive value of proteins. Br. J. Nutr. 19: 125-135.
66. Hers J. (1979): Szczegółowa uprawa roślin. PWN. Warszawa. 499-507.
67. Hill G. D., Tamminga S. (1998): The effect of antinutritional factors in legume seed and rapeseed on ruminant nutrition. In : Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed. Jansman A. J. M., Hill G. D., Huisman J., van der Poel T. F. B. (eds). Wageningen. 157-171.
68. Hoden A., Delaby L., Marquis B. (1992): Pois protéagineux comme concentré unique pour les vaches laitières. INRA Prod. Anim. 37-42.
69. Horaczyński H. (1983): Badania nad wartością odżywczą białka ziarna jęczmienia. Roczn. Nauk Rol., Ser. B. 101. 4: 125-133.
70. Horaczyński H. (1989): Ocena wartości odżywczej białka różnych odmian zbóż na rosnących szczurach. Roczn. Nauk Rol., Seria B. 104. 4: 7-15.
71. Horaczyński H., Buraczewski S. (1982): Badania nad wartością odżywczą białka ziarna jęczmienia. II. Wpływ dodatku niektórych syntetycznych aminokwasów egzogennych na wartość odżywczą białka jęczmienia w testach na szczurach. Roczn. Nauk Rol., Ser. B. 101. 2: 23-36.
72. Igbasan F. A., Guenter W., Słomiński B. A. (1997): Field peas – chemical composition and energy and amino acid availabilities for poultry. Can. J. Anim. Sci. 77: 293-300.
73. Illman R. J., Storer G. B., Topping D. L. (1993): White wheat flour lowers plasma cholesterol and increases cereal sterols relative to

84. whole wheat, wheat bran and wheat pollard in rat. *J. Nutr.* 123: 1094-1100.
74. Jacyno E., Lubowicki R., Petkov K. (1988): Wartość pokarmowa mieszanek pełnoporcjowych dla trzody chlewnej ze zróżnicowanym udziałem żyta lub pszenżyta w zastępstwie jęczmienia. *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 4: 43-49.
75. Jakubowska S., Stuczyńska J. (1984): Kolorymetryczna mikrometoda ilościowego oznaczania zawartości 5-alkilorezorcyn w pojedynczych ziarniakach zbóż. *Biul. IHAR.* 152: 17-30.
76. Jamroz D., Wilczakiewicz A., Orda J., Skupińska J. (1994): Ileale und postileale Fermentation von Getreide- Kohlenhydraten bei Jungmastgeflügel. *Wien. Tierärz. Msch.* 81: 80-84.
77. Jasińska Z., Kotecki A. (1993): Rośliny strączkowe. PWN. Warszawa.
78. Kalač P., Mika V. (1997): Přirozené škodlivé látky vrostlinnych krmivech. *Praha.* 239-240.
79. Kent N. L. (1983): *Technology of Cereals.* 3 ed. Pergamon Press. Oxford.
80. Klocek B., Osek M. (1995): Wpływ łuszczenia zbóż na efekty odchowu prosiąt. W: *Koncentraty białkowe i energetyczne w mieszankach treściwych i dawkach pokarmowych.* *Mat. Konf. Nauk., Poznań,* 08-09.11.1995. 83-84.
81. Kohlmünzer S. (1993): *Farmakognozja.* Wyd. Lek. PZWL. 97. Warszawa.
82. Koreleski J. (1993): Wartość jęczmienia oplewionego i nie oplewionego w żywieniu kurcząt oraz skuteczność dodatku enzymów. *Rocz. Nauk. Zootech.* T. 20(1): 207-224.
83. Koreleski J., Rys R., Kubicz M. (1987): Nasiona nowych krajowych odmian łubinu, grochu i soi w żywieniu kurcząt rzeźnych i szczurów. *Rocz. Nauk Zootech., Monogr. Rozpr.* 25: 221-244.

84. Koreleski J., Ryś R., Kubicz M., Krasnodębska I. (1985): Ziarno zbóż o podwyższonej zawartości białka ogólnego w badaniach żywieniowych na kurczętach i szczurach. *Rocz. Nauk. Zootech., Monogr. Rozpr.* 23: 183-199.
85. Korniewicz A., Chrząszcz E., Czarnik-Matusiewicz H., Paleczek B. (1998): Udział grochu odmiany Ametyst w mieszankach dla cieląt. *Rocz. Nauk. Zootech. T.* 25(3): 113-125.
86. Korniewicz A., Okularczyk S., Korniewicz D., Ziółkowski T. (1997): Ekonomiczna i żywieniowa konkurencyjność wybranych odmian grochu. *Rocz. Nauk. Zootech. T.* 24(4): 321-331.
87. Korniewicz A., Ziółkowski T., Korniewicz D., Czarnik-Matusiewicz H., Paleczek B. (1997): Określenie optymalnej proporcji między zawartością grochu i śruty rzepakowej w mieszankach dla tuczników. *Rocz. Nauk. Zootech., Ann. Anim. Sci. Inst. Zootech. Kraków.* 24(4): 173-185.
88. Korniewicz A., Ziółkowski T., Paleczek B., Czarnik-Matusiewicz H., Korniewicz D. (1997): Zastąpienie białka soi białkiem grochu odmiany Ametyst w mieszankach pełnoporcjowych dla tuczników. *Rocz. Nauk. Zootech. T.* 24(4): 141-153.
89. Kotecki A. (1990): Wpływ układu warunków wilgotnościowych i termicznych na rozwój i plonowanie grochu siewnego odmiany Kaliski. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol. LII:* 69-82.
90. Książak J., Podleśny J. (1994): Zalecenia agrotechniczne. Technologie uprawy roślin. Groch siewny. IUNiG. Puławy. 3-9.
91. Leterme P., Beckers Y., Thewis A. (1990): trypsin inhibitors in peas: varietal effect and influence on digestibility of crude protein by growing pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 29: 45-55.
92. Liener I. E. (1994): Implications of antinutritional components in soya bean foods. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 34: 31-67.

93. Lipiec A., Grela E. (1996): Włókno pokarmowe – aktualne pojęcia i problemy analityczne. *Prz. Hod.* 5:15.
94. Longland A. C., Low A.G. (1995): Prediction of the energy value of alternative feeds for pigs. *Recent Advances in Animal Nutrition 2nd* Garnsworthy J. Wiseman. Nottingham University Press. 187-209.
95. Lubowicki R., Jacyno E., Petkov K., Seidler St., Haleczko T. (1990): Skład chemiczny nasion polskich odmian grochu siewnego i peluszki. *Szczec. Roczn. Nauk., Nauki Przyr. Rol.* T. V(2): 65-73.
96. Lubowicki R., Kotlarz A., Petkov K., Jaskowska I. (1997): Ocena składu chemicznego i wartości biologicznej białka ziarna pszenżyta, pszenicy i żyta. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Szczec.* 175, Rol. 65: 243-248.
97. Lubowicki R., Petkov K., Kotlarz A., Jaskowska I., Kowieska A. (1998): Chemiczna i biologiczna ocena jakości białka nasion wybranych odmian roślin strączkowych. W: *Aktualne kryteria jakości pasz przemysłowych.* Mat. Konf. Nauk., Lublin, 1998. 84-87.
98. Lund S., Hakansson J. (1986): Nutritional and growth studies with pea-crop meals and peas for growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. a. Techn.* 16:119.
99. Łozicki A., Dymnicka M., Krzyżeszewski J., Karaś J., Arkuszewska E., Gagucki M. (1999): Wpływ różnych komponentów białkowych, stosowanych w mieszankach treściwych dla krów, na produkcję mleka i zawartość w nim wybranych składników. *Ann. Wars. Agric. Univ., Anim. Sci.* 36: 43-49.
100. Maciejewicz-Ryś J., Ernest T., Kosmala I. (1993): Ocena wartości biologicznej białka krajowych odmian pszenżyta. W: *Produkcja pasz z roślin strączkowych, zbóż i rzepaku oraz ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt.* Mat. Semin Nauk., Puławy. 31-35.
101. Maciejewicz-Ryś J., Kosmala I. (1995): Wartość odżywcza białka nowych odmian grochu. W: *Koncentraty białkowe i energetyczne w*

- mieszkankach treściwych i dawkach pokarmowych. Mat. Konf. Nauk., Poznań, 08-09.11.1995.179-181.
102. Maciejewicz-Ryś J., Kosmala I., Zima J. (1985): Uzupełniający wpływ białka roślin strączkowych grubonasiennych na wartość biologiczną białka zbóż. Roczn. Nauk. Zootech., Monogr. Rozpr. 23: 217-226.
103. Maciejewicz-Ryś J., Ślusarczyk K. (2001): Skład chemiczny i wartość odżywcza białka nowych odmian grochu (*Pisum sativum* L.). Roczn. Nauk. Zootech. T. 28(2): 227-236.
104. Matyka S., Burczyńska-Niedźwiałek A., Korol W. (1985): Skład chemiczny nasion krajowych odmian roślin strączkowych grubonasiennych. Biul. Inf. Przem. Pasz. CLPP. 1: 3-10.
105. Matyka S., Korol W., Jaśkiewicz T., Bartuzi G. (1990): Tabele składu chemicznego ziarna zbóż. CLPP. Lublin.
106. Matyka S., Korol W., Jaśkiewicz T., Bielecka G. (1996): Skład chemiczny i wartość pokarmowa nasion roślin strączkowych. CLPP Lublin.
107. McLeod M. N. (1974): Plant tannins – their role in forage quality. Nutr. Abstr. Rev. 14. 11: 804-815.
108. Mejbaum-Katzenellenbogen W. (1969): Kurs praktyczny z biochemii. PWN. Warszawa.
109. Michniewicz J., Gąsiorowski H. (1994): β -glukany—ich rola w przemyśle i żywieniu człowieka. Postępy Nauk Rol. 1: 41-49.
110. Muehlbauer F. J. (1996): Grain legumes in the United States. Grain Legumes. 13: 25-26.
111. Müller H. L., Kirchgessner M. (1986): Some aspects of energy utilization in pigs. Pig News and Information. 7: 419-424.
112. Münchow H., Bergner H. (1968): Untersuchungen zur Proteinbewertung von Futtermitteln. 7 Mitteilung. Vergleich der

- Proteinverwertung bei Ratte und Schwein. Arch. Tierernähr. 18. 6/7: 484-490.
113. Namiotkiewicz J., Chrząszcz E., Kistowski T. (1987): Wartość pokarmowa białka różnych roślin strączkowych i śruty rzepakowej w żywieniu cieląt. Roczn. Nauk. Zootech., Monogr. Rozpr. 25: 45-58.
114. Namiotkiewicz J., Chrząszcz E., Kistowski T. (1988): Mieszanki treściwe o różnym udziale śruty grochowej dla cieląt. Roczn. Nauk. Zootech., Monogr. Rozpr. 26: 97-110.
115. National Research Council (1978): Nutrient Requirements for Laboratory Animals. 10. National Academy of Sciences. Washington. D.C.
116. National Research Council (1995): Nutrient Requirements of Laboratory Animals. National Academy Press. Washington. D. C.
117. Normy Żywienia Świń (1993): Wartość Pokarmowa Pasz. IFiZZ, PAN, Jabłonna, Omnitech Press Warszawa.
118. Ochał M. (1989): Zastępowanie importowanej soi nasionami łubinu i bobiku a efektywność produkcji trzody chlewnej. Biul. Inf. Przem. Pasz. 2:3-8.
119. Olkowski B. (1995): Porównanie wartości biologicznej białka nasion 2 pokoleń roślin strączkowych. W: Koncentraty białkowe i energetyczne w mieszankach treściwych i dawkach pokarmowych. Mat. Konf. Nauk., Poznań, 08-09.11.1995. 201-202.
120. Osek M., Klocek B., Janocha A. (1994): Wpływ różnych sposobów suszenia na strawność i wartość pokarmową ziarna zbóż. W: Współczesne zasady żywienia świń. Mat. Konf. Nauk., Jabłonna, 3-4.06.1997. 108-111.
121. Osek M., Krasucka Z., Wasilowski Z., Janocha A. (1999): Wpływ grochu pastewnego odmiany Grapis na wyniki poubojowe i walory smakowe mięsa tuczników. Ann. Wars. Agric. Univ., Anim. Sci. 36:81-

131. 89. Petkov K., Kawińska A., Jaskowska I. (2000): Wartość pokarmowa
122. Osek M., Wasilowski Z. (1999): Ocena wartości odżywczej nasion grochu pastewnego w żywieniu tuczników. *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 1 (4) ,47-57.
123. Oser B. L. (1951): Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. *J. Am. Dietetic Ass.* 27: 396.
124. Pastuszewska B. (1985): Czynniki wpływające na wartość pokarmową bobiku, grochu i łubinu dla zwierząt nieprzeżuwających. *Pr. Habilit. ZN im. Ossolińskich Wyd. Wrocław.*
125. Pastuszewska B. (1991): Lektyny, alkaloidy i glikozydy pirymidyny w nasionach roślin strączkowych – problemy przedstawione na seminarium w Holandii w 1988 roku. *Postępy Nauk Rol.* 3: 129-133.
126. Pastuszewska B. (1995): Nowe kierunki badań nad wykorzystaniem roślin strączkowych w żywieniu zwierząt. W: *Koncentraty białkowe i energetyczne w mieszankach treściwych i dawkach pokarmowych.* *Mat. Konf. Nauk., Poznań, 08-09.11.1995.* 121-122.
127. Pastuszewska B., Kowalczyk J., Ochtabińska A. (1997): Wpływ rodzaju węglowodanów i kwasu taninowego w diecie na drogi wydalania azotu – badania modelowe. W: *Współczesne zasady żywienia świń (2).* *Mat. Konf. Nauk., Jabłonna, 3-4.06.1997.* 117-121.
128. Pawlik I. (1972): Oznaczanie zawartości metioniny w niektórych materiałach paszowych. *Biul. Cent. Stacji Oceny Pasz. Czechnica.* 2: 39-42.
129. Perez J. M., Leuillet M., Bourdon D. (1979): Le pois dans l'alimentation du porc. *Techni-Porc.* 2. 2: 1-16.
130. Petkov K., Jacyno E., Lubowicki R., Nesterowicz K., Ordysińska L. (1991): Wartość pokarmowa nasion nowych odmian grochu i peluszeki w żywieniu świń. *Zesz. Nauk. Chów i hodowla trzody chlewnej.* PTZ.1: 149-157.

131. Petkov K., Kowieska A., Jaskowska I. (2000): Wartość pokarmowa łatwo hydrolizujących węglowodanów strukturalnych w niektórych odmianach pszenżyta. *Folia Univ. Agric. Stetin. 206, Agric. 82*: 215-218.
132. Petkov K., Lubowicki R., Łukaszewski Z. (1997): Pszenżyto w mieszankach i dawkach pokarmowych dla zwierząt gospodarskich. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Szczec. 175, Rol. 65*, 311-316.
133. Petkov K., Lubowicki R., Witczak A., Łukaszewski Z. (1994): Wpływ przechowywania ziarna zbóż na ich wartość energetyczną i skład chemiczny. W: *Współczesne zasady żywienia świń. Mat. Konf. Nauk., Jabłonna, 30-31.05.1994.* 105-107
134. Petkov K., Nesterowicz K., Jacyno E., Lubowicki R. (1992): Udział grochu i peluszki w gospodarce paszowej. *Prz. Hod. 4*: 24-26.
135. Pisulewska E. (1995a): Wpływ składu gatunkowego jarych mieszanek zbożowo-strączkowych na plon białka i zawartość aminokwasów. *Acta Agr. Silv., Ser. Agr. XXXIII*: 107-115.
136. Pisulewska E. (1995b): Zawartość i skład aminokwasowy białka ozimych mieszanek zbożowo-strączkowych w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. *Acta Agr. Silv., Ser. Agr. XXXIII*: 117-126.
137. Pisulewski P., Gibiński M., Achrem-Achremowicz B. (1999): Współczesne metody oceny białek roślinnych na przykładzie ziarna owsa. *Żywn. Nauka Technol. Jakość. 1(18)*: 196-204.
138. Polska Norma PN-94/R-64784. Oznaczanie zawartości cukrów.
139. Polska Norma PN-94/R-64785. Oznaczanie zawartości skrobi metodą polarymetryczną.

140. Quemere P. (1990): Synthèse des essais français et étrangers sur l'utilisation du pois proteagineux par les porcins (porcelets porc charcutiers et truies). *J. Rech. Porc. France*. 22: 133-150.
141. Rakowska M. (1984): Żyto – czynniki obniżające jego wartość żywieniową, kierunki prac selekcyjnych i technologicznych zmierzające do jej poprawy. *Postępy Nauk Roln.* 5: 41-60.
142. Rakowska M. (1986): Hodowla i uprawa pszenżyta. W: *Materiały konferencyjne. AR. SITR. Lublin*. 101-111.
143. Rakowska M., Szkiłładziowa W., Kunachowicz H. (1978): Biologiczna wartość białka żywności. NT. Warszawa.
144. Rapport Annuel (1986): Cereals et proteagineux. Stockage et conservation qualite. Utilisation per les Monogastriques. Pois de printemps pour truies. I. T. C. F. Paris. Avril. 18-19.
145. Reblova Z., Piskacova J., Farnikova L., Mościcki L., Matyka S. (1995): Influence of extrusion-cooking on antinutritive substances in rapeseed-legume concentrates. *Biul Nauk. Przem. Pasz.* 1:5-19.
146. Rundgren M. (1988): Evakluation of Triticale given to pigs, poultry and rats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 4. 19:359-375.
147. Ruszczyk Z. (1981): *Metodyka doświadczeń zootechnicznych*. PWRiL. Warszawa.
148. Rutkowski A., Boros D. (1997): Zawartość węglowodanów nieskrobiowych w zbożach pochodzenia krajowego. W: *Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie*. Mat. Konf. Nauk., Radzików, 24-25.04.1997. 215-219.
149. Saastamoinen M., Plaami S., Kumpulainen J. (1989): Pentosan and β -glucan content of finnish winter rye varieties as compared with rye of six other countries. *J. Cereal Sci.* 10: 199-207.

150. Savage G. P. (1989): Antinutritive factors in peas. In : Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds Huisman J., van der Poel T. F. B., Liner I. E. (eds). Pudoc: Wageningen: 342-350.
151. Schleicher A., Fritz Z., Fuchs B., Preś J. (1989): Zastosowanie pszenżyta w mieszankach dla tuczników. Biul. Inf. Przem. Pasz. 2: 45-51.
152. Skibniewska T., Kakowska-Lipińska J. (1970): Oznaczanie tryptofanu w produktach spożywczych. Roczn. PZH. 21. 3: 303-310.
153. Skulmowski J. (1974): Metody określania składu pasz i ich jakości. PWRiL. Warszawa.
154. Sokół J. L. (1995): Naturalne czynniki ograniczające wartość odżywcza białka zbóż. Postępy Nauk. Rol. 4: 95-105.
155. Sokół J. L., Drobot B. (1990): Porównanie składu chemicznego niektórych odmian pszenżyta z ziarnem żyta i pszenicy. Biul. Inf. Przem. Pasz. 3: 85-89.
156. Sokół J. L., Fabijańska M. (2001): Ziarno zbóż. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. T 3. Red. Jamroz D., Podkówa W., Chachułowa J. PWN. Warszawa. 214-224.
157. Stanek M. (1997): Zastosowanie nasion grochu w mieszankach pełnoporcjowych dla tuczników. W: Współczesne zasady żywienia świń (2). Mat. Konf. Nauk., Jabłonna, 3-4.06.1997. 85-89.
158. Stanek M. (1999): Efektywność wykorzystania nasion grochu jako krajowego źródła białka w mieszankach dla tuczników, Wydawnictwo ART. Rozpr. Habilit. Olsztyn.
159. Strzetelski J. (2001): Żywnienie zwierząt przeżuwiających mieszankami treściwymi bez udziału mączek mięsnych i mięsno-kostnych. W: Choroba szalonych krów (BSE). Mat. Konf. Nauk, Balice. 35-37.
160. Surdacki Z., Wielbo E., Stasiak A., Burdzanowski J., Kamyk P., Klocek B. (1993a): Skład morfologiczny półtuszy świń rasy wbp

170. tuczonych na mieszankach z różnym udziałem ziarna zbóż i nasion strączkowych, ubijanych przy 65 kg masy ciała. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. EE XI Zootech.* 15: 103-109.
171. tuczonych na mieszankach z różnym udziałem ziarna zbóż i nasion strączkowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. EE XI Zootech.* 14: 97-101.
161. Surdacki Z., Wielbo E., Stasiak A., Burdzanowski J., Kamyk P., Klocek B. (1993b): Wzrost i zużycie paszy u tuczników typu pork żywionych mieszankami z różnym udziałem ziarna zbóż i nasion strączkowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. EE XI Zootech.* 14: 97-101.
162. Szukała J. (2000): Nowe grochy i łubiny. *Top Agrar.* 2 : 60-61.
163. Świerczewska E., Scholtysek S., Riedel M. J., Grzybowska A. (1989): the effect of feeding triticale-containing diet on broiler production. *Ann. Wars. Agric. Univ., Anim. Sci.* 24: 17-23.
164. Święcicki W., Święcicki W. K. (1997): Historia, współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli roślin strączkowych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 446: 15-32.
165. Teer G., Fekete L., Marai G. (1978): Field pea as protei source for pig fattening. *Allatenyesztes.* 27 (6): 531-540.
166. Tyczkowska K. (1977): Metoda oznaczania kwasu taninowego w ziarnie sorga, *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 4: 40-45.
167. Tywończuk J., Falkowska A., Rapczyńska I., Lewicki Cz. (1994a): Strawność składników pokarmowych mieszanek z udziałem pszenżyta lub innych zbóż w żywieniu prosiąt. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Zootech.* 42: 69-76.
168. Tywończuk J., Lipiński K., Lewicki Cz., Rapczyńska I., Goschorski B. (1994b): Zastosowanie śruty poekstrakcyjnej rzepakowej „0” lub bobiku i peluszki w mieszankach z udziałem pszenżyta w żywieniu tuczników. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Zootech.* 42: 88-96.
169. Urbańczyk J. (1987): Zastosowanie pszenżyta w żywieniu trzody chlewnej. *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 1: 7-19.

170. Urbańczyk J (2001): Zamiennik białka zwierzęcego w żywieniu świń. W: Choroba szalonych krów (BSE). Mat. Konf. Nauk., Balice. 39-50.
171. Van Soest P. J. (1963): Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Preparation a fiber residues of low nitrogen content. J. A. O. A. C. 46, 5.
172. Van Soest P. J. (1967): Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Determinaton of plant cell wall constituents. J. A. O. A. C. 50, 50.
173. Vidal-Valverde C. (1999): To control seed quality of grain legumes. Grain Legumes. 23: 18-19.
174. Villegas E. M., Eggum B. O., Vasal S. K., Kohli M. M. (1980): Progress in nutritional improvement of maize and Triticale. Food and Nutrition Bulletin. 2. 1: 17-24.
175. Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F. (1993): Characteristics of saccharides contained in pulse seeds. Ann. Wars. Agric. Univ., Food Technol. Nutr. 20: 17-22.
176. Wiatr K. (1995): Groch siewny. Synteza wyników doświadczeń odmianowych. COBORU. 1069: 1-22.
177. Wiatr K. (1997): Groch siewny. Synteza wyników doświadczeń odmianowych. COBORU. 1122: 1-28.
178. Wiryawan K. G., Dingle J. G. (1995): Screening tests of the protein quality of grain legumes for poultry production. Brit. J. Nutr. 74: 671-679.
179. Yang S. P., Castro C., Harden M. (1976): Protein quality of triticale grain. Int. Triticale Symp. ICASALS Publ. 76-1. ed. Yang S. P. Lubbock. 117.
180. Zduńczyk Z., Godycka I., Amarowicz R. (1997): Chemical composition and content of antynutritional factors in Polish Cultivars of pea. Plant Food Hum. Nutr. 50: 37-45.



Biblioteka Główna
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie

CZ 58921



001-058921-00-0