

W. SZKILLADZIOWA

WARTOŚĆ BIOLOGICZNA BIAŁKA MĄK ŻYTNICH I PSZENNYCH RÓŻNYCH WYMIALÓW OZNACZONA METODĄ BENDERA I MILLERA

Z Zakładu Higieny Żywnienia PZH

WSTĘP

Przy przeprowadzaniu metodą wzrostową badań nad wartością biologiczną białek mąk żytnich różnych wymiałów, opisanych w poprzedniej publikacji (1), natrafiono na pewne trudności w doprowadzeniu poziomu białka do wymaganych 8—10% w diecie z mąki 0—45% wymiału. Mąka ta zawierała tylko około 6% białka, a po sporządzeniu diety dla zwierząt, tj. po uzupełnieniu jej mieszanką soli mineralnych i tłuszczem (aby osiągnąć odpowiednią wartość kaloryczną) poziom białka obniżył się do około 5%. Ponieważ w przypadkach innych mąk zachowano 8 procentową zawartość białka w dietach zwierzęcych, wyniki uzyskane za pomocą metody wzrostowej dotyczące 45% oraz 98% i 87%-owych mąk żytnich, trudno było porównać między sobą.

Wobec tego w tej części pracy do oznaczenia wartości biologicznej białka zastosowano ogłoszoną niedawno metodę opracowaną przez *Bendera* i *Millera* (2, 3), opartą na podstawie retencji azotu w ciele szczurów doświadczalnych. Autorzy ci nie stawiają swojej metodzie specjalnych wymagań co do poziomu białka w diecie utrzymując, że przeprowadzenie oznaczenia jest możliwe nawet przy bardzo niskich poziomach tego składnika. *Bender* i *Miller* wyprowadzają wzór, na podstawie którego obliczają ostateczne wyniki, opierając się na następującej zasadzie. Wartość biologiczna białka (B.V.), oznaczona za pomocą bilansu azotowego (czyli procentowa ilość wchłoniętego białka zatrzymana w organizmie badanych zwierząt), pomnożona przez współczynnik jego strawności, określa tę część białka badanego produktu, która została odłożona w postaci białka tkankowego. Stanowi ona tzw. współczynnik wykorzystania białka netto (NPU — „net protein utilisation” = BV x strawność). Chcąc wyrazić ilość białka danego produktu istotnie użyteczną do budowy białek tkankowych (NPV — „net protein value”) należy zawartość białka ogólnego produktu pomnożyć przez współczynnik wykorzystania netto (NPU).

NPV = NPU x zawartość całkowitego białka w produkcie. Po przeprowadzeniu szeregu przekształceń wzorów matematycznych, których kolejne etapy można znaleźć w publikacjach wyżej wspomnianych autorów (2,4,5), ostateczny wzór określający NPU przybiera następującą formę:

$$\text{NPU} = \frac{B_f - B_k + I_k}{I_f}, \text{ gdzie}$$

- B_f = ilość białka w tuszy zwierząt na diecie badanej,
 B_k = ilość białka w tuszy zwierząt na diecie bezbiałkowej,
 I_f = spożyte białko w diecie badanej,
 I_k = spożyte białko w diecie bezbiałkowej*).

Opisana metoda posiada kontrolną grupę zwierząt na diecie bezbiałkowej, może więc być stosowana również do badań niskowartościowych białek oraz produktów spożywczych o małej zawartości białka. Ponieważ zwierzęta karmione takimi produktami przez dłuższy czas tracą jednak na wadze, nie można poddawać ich badaniom biologicznym przy zastosowaniu metody wzrostowej. Poza tym wyniki otrzymane na podstawie metody Bendera i Millera mają tę zaletę, są niezależne od ilości spożytej diety.

Ponieważ wstępne doświadczenia przeprowadzone tą metodą dały znacznie wyższe wyniki niż przeprowadzone metodą wzrostową, do omawianych badań włączono również i pozostałe mąki (98% i 87%-ową) w celu umożliwienia porównania względnych danych wartości biologicznych tych białek.

CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

W części doświadczalnej niniejszej pracy oznaczono wartość biologiczną mąk żytnich o wymiale: 0—98%, 0—87% i 0—45%, oraz mąk pszennych 0—98% i 0—50%.

Do doświadczeń użyto 290 białych, wystandaryzowanych szczurów o wadze początkowej 50—60 g. Poszczególne grupy liczyły po 8—10 sztuk. Podział na grupy był podobny jak przy metodzie wzrostowej. Zwierzęta (z każdego miotu po 1 szt. do każdej grupy) dobierano tak, by każda grupa zawierała jednakową liczbę samic i samców o jednakowej łącznej wadze (dopuszczalne różnice w granicach 1 — 2 g).

Badane diety posiadały skład taki sam jak w poprzedniej pracy (1), z tym że dla sprawdzenia czy poziom białka nie ma wpływu na otrzymane wyniki, stosowano poziomy od 5% do 9%. Zwierzęta karmione były tymi dietami przez 10 dni. W każdej części doświadczeń była uwzględniona jedna grupa zwierząt na diecie bezbiałkowej o następującym składzie: skrobia pszenna 80%, cukier 9%, olej roślinny 5%, tran 2%, mieszanka soli mineralnych Nr 2 Osera 4%. Dieta ta, podobnie jak inne diety doświadczone, dostarczała około 400 kcal na 100 g.

Ponieważ przy zastosowaniu metody wzrostowej, wartość biologiczna badanego białka jest określana w stosunku do białka całego jaja, a metody Bendera i Millera w stosunku do grupy zwierząt na diecie bezbiałkowej, dla utworzenia pomostu pomiędzy wynikami otrzymanymi oboma tymi metodami, w opisywanych doświadczeniach uwzględniono grupę zwierząt na diecie jajowej. Otrzymane wyniki wg metody Bendera i Millera przeliczono w stosunku do jaja. Jednak po takim przekształceniu wyników, różnice pomiędzy wartością biologiczną białka poszczególnych mąk znacznie się zmniejszyły, wprowadzając dodatkową trudność w interpretacji poprzednich wyników. Wobec tego ww. przeliczeń nie wzięto pod uwagę i wyniki uzyskane na podstawie metody wzrostowej

*) Dieta bezbiałkowa w warunkach doświadczeń zawiera jednak pewną znikomą ilość azotu.

wej oraz metody Bendera i Millera zostały potraktowane niezależnie od siebie.

Zwierzęta były umieszczone w takich samych klatkach jak przy metodzie wzrostowej.

Oznaczano zawartość białka w dietach oraz ich wartość kaloryczną. Ilość spożytego pożywienia ustalono na podstawie podanej do spożycia i pozostawionej przez zwierzęta suchej masy diety.

Po skończonym doświadczeniu zwierzęta usypiano eterem. Przed zabiciem stosowano 18-godzinne głodzenie zwierząt, co zaleca Dreyer (6) w celu zmniejszenia ilości treści przewodu pokarmowego. Dalsze postępowanie było nieco odmienne od postępowania autorów w oryginalnej metodzie, ale w efektach końcowych prowadziło do porównywalnych wyników w oparciu o oznaczenia Bf i Bk. Mianowicie po uspieniu szczury były autoklawowane w słojach Wecka, osobno samice i samce, rozdrabiane i przygotowywane do oznaczeń zawartości w nich białka identycznie jak przy metodzie wzrostowej z modyfikacją McColluma i Shukersa. Dokładny opis postępowania został podany w poprzedniej pracy (1).

Po wykonaniu wszystkich analiz obliczono zawartość białka w tuszach zwierząt na dietach badanych (Bf) oraz na diecie bezbiałkowej (Bk). Następnie obliczono ilości spożytych diet oraz ilości zawartego w nich białka If i Ik samic i samców osobno w każdej grupie. Na podstawie tych danych obliczono wg podanego na początku wzoru współczynnik wykorzystania białka netto (NPU) w procentach oraz wartość biologiczną (BV) dzieląc NPU wyrażone w procentach przez współczynniki strawności.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Otrzymane wyniki wartości biologicznej badanych białek metodą Bendera i Millera przedstawiono w tabeli I i na ryc. 1.

Poszczególne liczby są średnimi wynikami dla samców i samic kolejnych grup. Dane dotyczące grup zwierząt na diecie bezbiałkowej podano w tabeli II jako podstawę do obliczenia poszczególnych wyników za pomocą wzoru zasadniczego. (p. str. 295)

Otrzymane wyniki dotyczące mąk żytnich wszystkich trzech badanych wymiałów (98%, 87% i 45%) wykazują prawie jednakową wartość biologiczną; średnio 56%, 57% i 61%. Po przeliczeniu na białko strawne, wyniki te osiągają wartości odpowiednio wyższe — 81%, 84% i 85%.

Jeśli chodzi o mąki pszenne 98% i 50%-ową to wartości biologiczne ich białka ogólnego wynoszą średnio 53 i 44% oraz strawnego 78 i 53%, czyli że wartość ta spada tu wraz z obniżeniem wymiału.

Omawiane wyniki wskazują również na nieco wyższą wartość mąk żytnich niż pszennych, z tym że różnica ta zaznacza się bardziej w przypadku mąk jasnych.

Przytoczone powyżej wyniki są wyższe od wyników otrzymanych metodą wzrostową (1), podanych w poprzedniej pracy. Można by to wytłumaczyć tym, że obie te metody oceniają dane białko wg innych mierników (przyrost wagi zwierząt lub retencja azotu w tuszy).

Poza tym przy obu metodach przyjmuje się różny punkt odniesienia do obliczenia wyników: w metodzie Bendera i Millera tym punktem

Tabela I

Wartość biologiczna białek mąk żytnich i pszennych oznaczona metodą Bendera i Millera oraz strawności tych białek

Nr serii dosw.	Źródło białka w diecie	Poziom białka w diecie %	I * białko zjedz.	B * białko w tuszy	Wart. biol. białka		Współcz. straw- ności
					NPU ogólna	B. V. strawn.	
1	Mąka żytnia 98%	8,8 ♀ i ♂	38,84	79,29	56,3	81,6	0,69
2	Mąka żytnia 98%	9,21 ♀ ♂	32,68 36,87	54,42 59,96	51,0	73,9	
3	Mąka żytnia 98%	6,34 ♀ ♂	24,30 24,15	51,65 53,29	60,5 55,9	87,7	
	Srednio					81,0	
1	Mąka żytnia 87%	8,5 ♀ i ♂	39,47	81,47	61,0	87,1	0,70
2	Mąka żytnia 87%	8,87 ♀ ♂	26,15 32,67	53,89 54,90	54,1	77,3	
4	Mąka żytnia 87%	6,25 ♀ ♂	20,49 19,75	49,30 50,42	59,9	85,6	
6	Mąka żytnia 87%	5,38 ♀ ♂	17,62 19,37	49,38 52,52	60,2	85,6	
	Srednio				58,8	84,0	
3	Mąka żytnia 45%	6,21 ♀ ♂	17,84 16,50	48,03 48,84	61,0	84,7	0,72
4	Mąka żytnia 45%	5,35 ♀ ♂	16,72 16,07	47,95 50,80	61,4	85,3	
	Srednio				61,0	85,0	
1	Mąka pszenna 98%	8,3 ♀ i ♂	38,91	80,03	58,1	83,0	0,70
4	Mąka pszenna 98%	6,22 ♀ ♂	26,96 21,18	47,99 49,69	46,0	65,7	
8	Mąka pszenna 98%	8,33 ♀ ♂	32,22 26,59	54,04 54,42	54,8	78,3	
	Srednio				52,9	75,7	
7	Mąka pszenna 50%	8,12 ♀ ♂	27,3 28,5	52,08 55,30	42,7	52,7	0,82
8	Mąka pszenna 50%	8,84 ♀ ♂	27,1 29,4	49,05 52,63	44,5	54,3	
	Srednio				43,6	53,5	

* Ilości w gramach ogółem na każdą grupę zwierząt.

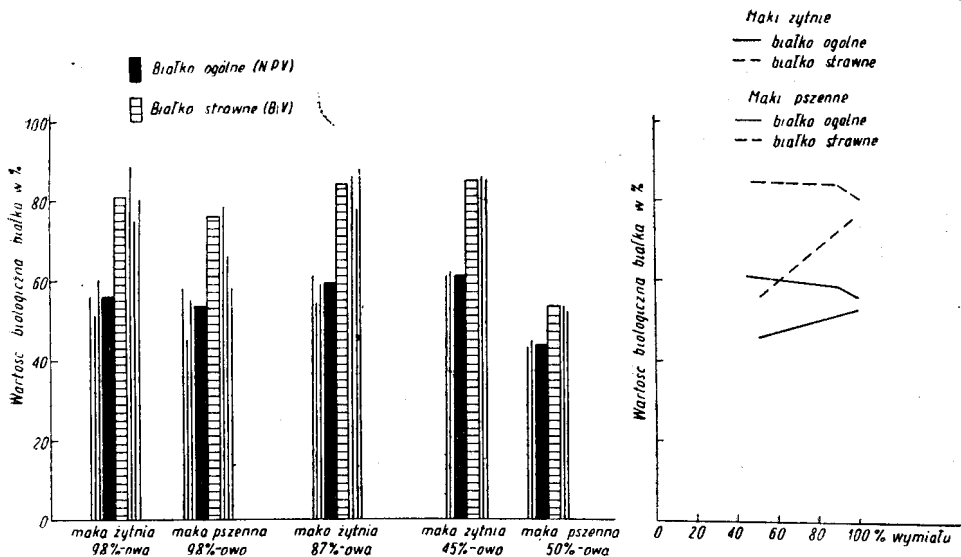
Tabela II

Białko spożyte oraz białko w tuszy zwierząt grup kontrolnych (na diecie bezbiałkowej)

Nr serii doświad.		Płeć	Białko spożyte I_k^*	Białko w tuszy B_k^{**}
1	Dieta bezbiałkowa	♀ i ♂	5,76	63,16
2	„ „	♀	3,31	41,76
		♂	3,44	43,82
3	„ „	♀	3,66	40,64
		♂	4,23	43,14
4	„ „	♀	0,84	37,86
		♂	1,07	39,69
6	„ „	♀	0,89	40,15
		♂	0,85	40,94
7	„ „	♀	1,22	42,06
		♂	1,33	43,98
8	„ „	♀	1,19	38,87
		♂	1,23	40,02

* Dieta bezbiałkowa w warunkach doświadczalnych zawiera jednak pewną znikomą ilość azotu.

** Ilość w gramach ogółem na każdą grupę zwierząt.



Ryc. 1. Wartość biologiczna białka mąk żytnich i pszennych oznaczona metodą Bendera i Millera.

jest końcowa zawartość azotu w tuszy zwierząt na diecie bezbiałkowej, natomiast w metodzie wzrostowej waga zwierząt lub wyjściowa zawartość azotu w ich tuszy (met. McColluma i Shukersa).

Jeśli chodzi o porównanie wyników opisywanych tu doświadczeń z wynikami podanymi w poprzedniej publikacji o mąkach (1) to bardzo małe różnice pomiędzy wartością biologiczną białek badanych mąk zarówno w odniesieniu do rodzaju zboża, jak i wysokości wymiału wykazują wyniki obliczone metodą oceny chemicznej Blocka i Mitchella. Są one jednak dużo niższe od wyników otrzymywanych metodą Bendera i Millera.

Oceniając otrzymane wyniki wartości biologicznej białka mąk żytnich trzech badanych wymiałów metodą wzrostową oraz metodą Bendera i Millera można by zaznaczyć, że przy określaniu tych wartości w skali bezwzględnej należałoby się raczej oprzeć na wynikach pierwszej z metod. Przemawia bowiem za tym dłuższy okres doświadczalny, w ciągu którego wyraźniej uwypukla się rzeczywista wartość biologiczna białka badanego produktu przez to, że zapasy białkowe zawarte w ciele zwierząt przy rozpoczęciu doświadczenia wywierają mniejszy wpływ na zmiany zachodzące w ciągu okresu doświadczalnego.

Natomiast w pewnych okolicznościach, np. gdy ze względów technicznych nie można zastosować metody wzrostowej, można się oprzeć na wynikach metody Bendera i Millera.

Na podstawie wyników uzyskanych tą metodą odnośnie do wartości biologicznej białka mąk żytnich różnych wymiałów, można by stwierdzić, że wartość ta nie wykazuje większych różnic, jak to wyżej zaznaczono. Podobnie przedstawia się sprawa, jeśli chodzi o wyniki obliczone metodą oceny chemicznej. Jednakże wyniki otrzymane przy zastosowaniu metody wzrostowej wskazywały na istnienie pewnych różnic, co jednak było trudne w interpretacji, wobec nie wyrównanego poziomu białka w porównywanych mąkach (1).

WNIOSKI OGÓLNE

1. Otrzymane wyniki wskazują na nieco wyższą wartość biologiczną mąk żytnich niż pszennych analogicznych wymiałów. Różnica ta bardziej zaznacza się w przypadku mąk jasnych.

2. Stwierdzono bardzo podobną wartość biologiczną białka mąk żytnich wszystkich badanych wymiałów. Natomiast białko ciemnej (98%) mąki pszennej wykazuje wyższą wartość niż białko mąki jasnej.

3. Wyniki wartości biologicznej białek wszystkich badanych mąk otrzymane metodą Bendera i Millera są wyższe niż otrzymane zarówno metodą wzrostową, jak i chemiczną polegającą na ocenie białek na podstawie składu aminokwasowego.

В. Шкилландзева

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКА РЖАНЫХ И ПШЕНИЧНЫХ МУК РАЗНЫХ ПОМОЛОВ ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ МЕТОДОМ BENDERA И MILLERA

Определено биологическую стоимость ржаных мук помола: 0 — 98%, 0 — 87% и 0 — 45% и пшеничных: 0 — 98% и 0 — 50% применяя метод Bendera и Millera. При исследовании употреблено было 290 белых стандартных крыс. На

основания полученных результатов констатировано высшую биологическую ценность ржаных мук нежели мук пшеничных таких-же помолсв. Эта разница отчетливо выступала при сравнении белых (светлых) мук. Констатировано также сходную биологическую ценность белка ржаных мук всех исследованных помолов.

Между тем белки темной (98%-ой) пшеничной муки имели высшую биологическую стоимость нежели белки светлой муки. Сравнивая результаты прежнего труда (1), в котором биологическую стоимость тех же самых мук было определено другим методом автор констатирует, что результаты определения биологической ценности белок всех исследованных мук методом Bendera и Millera выше нежели результаты полученные методом Osborna Mendla и Ferry, а также химическим методом опирающимся при оценке белков на основании аминокислотного состава.

W. Szkiłładziowa

THE BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN IN RYE AND WHEAT FLOUR OF VARIOUS EXTRACTIONS DETERMINED BY MEANS OF BENDER AND MILLER'S METHOD

Summary

The biological value was determined in rye flour and wheat flour of the following respective extraction: 0—98%, 0—87% and 0—45% and concerning wheat flour — 0—98% and 0—50% employing Bender and Miller's method, 290 white standard rats were used for the experimental work.

On the basis of the results obtained a slightly higher biological value was found in rye flour than in wheat flour of analogical extractions; the difference was marked in case of lighter flour. A very similar biological value of protein was found in rye flour of all the examined extractions. But the protein of dark wheat flour (98% grinding) revealed a greater value than protein of light flour. Referring to the previous study (1) where the biological value of protein of the same kind of flour was examined by means of other methods it can be stated that the results of biological value of all the mentioned kinds of flour obtained by means of Bender and Miller's method are higher than the ones obtained previously by Osborn Mendel and Farry's growth methods and by means of a chemical method consisting of the evaluation of proteins on the basis of the composition of aminoacids.

PIŚMIENNICTWO

1. Szkiłładziowa W.: Roczniki PZH, nr 4, str. — 295, 160 — 2. Bender A. E., Miller D. S.: Bioch. J., 53, VII, 1953a. — 3. Miller D. S., Bender A. E.: Brit. J. Nutr., 9, 4, str. 382, 1955. — 4. Bender A. E., Doell B. H.: Brit. J. Nutr., 11, str. 140, 1957. — 5. Bender A. E., Doell B. H.: Brit. J. Nutr., 11, str. 138, 1957. — 6. Freyer J. J.: Brit. J. Nutr., 11, 1, 1957.