

W. SZKILLĄDZIOWA

WARTOŚĆ BIOLOGICZNA BIAŁEK MAŁK ŻYTNICH I PSZENNYCH RÓŻNYCH WYMIAŁÓW OZNACZONA METODĄ WZROSTOWĄ

Z Zakładu Higieny Żywnienia PZH

Praca niniejsza jest wstępną częścią badań nad możliwościami uzupełniania białek małek żytnich białkami innych produktów roślinnych i zwierzęcych oraz nawiązaniem do badań z lat ubiegłych (1, 2, 3) nad uzupełnianiem białka 50-procentowej mąki pszennej. Dla porównania żyta z pszenicą oprócz małek żytnich uwzględniono w tych badaniach również mąki pszenne. W pracy tej oznaczano wartość biologiczną białka małek żytnich trzech różnych wymiałów, a mianowicie: 0 — 98⁰/₀, 0 — 87⁰/₀ oraz 0 — 45⁰/₀. Mąki te są najczęściej używane do wypieku żytniego chleba razowego, sitkowego i lubelskiego. Z małek pszennych zbadano mąki o wymiale 0—98⁰/₀ (pszenno-razowa) oraz 0—50⁰/₀-owym; ta ostatnia ma u nas bardzo szerokie zastosowanie kulinarne.

METODYKA

Do badań wybrano jako zasadniczą metodę wzrostową Osborna Mendla i Ferry (4).

Ponieważ mierniki każdej ze znanych metod oznaczania wartości biologicznej białka, zarówno chemicznych jak i biologicznych, opierają się na ogół na różnych przesłankach fizjologicznych oraz ponieważ w trakcie badań metodą wzrostową natrafiono na pewne trudności zastosowano więc oprócz niej i inne, a mianowicie metodę McColluma i Shukersa (5), następnie jako pomocniczą — metodę oceny chemicznej Blocka i Mitchella (6, 7) oraz metodę Bendera i Millera (8, 9). Wyniki badań tą ostatnią metodą zostaną opisane w następnej pracy.

Mianownictwo w dziedzinie oznaczania wartości biologicznej białek nie jest jeszcze ustalone i ogólnie przyjęte; większość autorów używa określenia „wartość biologiczna białek” tylko do wyników uzyskanych metodą Thomasa-Mitchella opartą na bilansie azotowym; wielu jednak badaczy, jak Columbus i jego współpracownicy, określenie to stosują do wszystkich metod.

W niniejszej pracy (jak zresztą i w dotychczasowych publikacjach Zakładu Higieny Żywnienia) używane będzie określenie „wartość biologiczna białka” w przypadkach odnoszących się do wszystkich metod z wyraźnym zaznaczeniem, jaką metodę stosowano.

Blizsze dane dotyczące zasady i wykonywania oznaczeń wartości biologicznej białek metodą wzrostową Osborna Mendla i Ferry zostały podane w poprzednich pracach Zakładu Higieny Żywnienia (1, 2, 7).

Postępowanie wg zmodyfikowanej przez McColluma i Shukersa metody wzrostowej (5) oraz jej zasada będzie opisana poniżej.

Opis metody Blocka i Mitchella został również podany w poprzednich publikacjach naszego Zakładu (2, 7).

W celu uwzględnienia białka strawnego w otrzymanych wynikach strawność badanych mąk oznaczono metodą klasyczną (10).

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Do doświadczeń użyto 242 białych, wystandaryzowanych szczurów z hodowli Zakładu Higieny Żywności PZH, o wadze wyjściowej około 50 g. Liczba zwierząt w poszczególnych grupach wynosiła 7—12 sztuk. W okresie doświadczenia prowadzono ścisłą kontrolę spożycia diety i przyrostu wagi zwierząt.

Źródło białka diet dla szczurów stanowiły mąki żytnie lub pszenne wyżej wymienionych wymiałów. Przy każdej serii doświadczeń uwzględniano kontrolną grupę zwierząt, karmionych „dieta jajową”, czyli taką, w której źródłem białka było wyłącznie całe jajo suszone, przy poziomie białka dostosowanym do diet badanych. W tych ostatnich poziom białka ($N \times 6,25$)* wynosił około 9% z wyjątkiem diety z 45%-owej mąki żytniej, w której było niespełna 6% białka. Reszty składników odżywczych (poza białkiem) w ilościach pokrywających zapotrzebowanie szczura wg norm podanych przez *Farrisa* i *Griffitha* (11) dostarczały następujące produkty: olej roślinny, cukier, skrobia pszenna, mieszanka soli mineralnych Nr 2 Osborna i Mendla (12) i tran; mieszankę witamin grupy B, przygotowywaną wg *Hawka* i *Summersona* (12), podawano szczurom codziennie *per os*. Wszystkie diety były izokaloryczne i zawierały około 400 kcal na 100 g. Szczegóły w sprawie techniki przeprowadzania doświadczeń na zwierzętach metodą wzrostową (opis klatek, sposób przyrządzania i kontroli spożycia diety, sposób karmienia, rejestracja wagi szczurów itd.) zostały podane w poprzednich publikacjach (1, 2, 7).

Na podstawie danych doświadczalnych zostały obliczone współczynniki wydajności wzrostowej białka każdej mąki, tj. średni przyrost wagi szczura w gramach na 1 gram spożytego białka. Jako wartość biologiczną badanych białek, przyjęto procentowy stosunek współczynników białka diety grupy doświadczalnej do grupy kontrolnej (całego jaja).

Oznaczano również strawność białka wszystkich mąk metodą klasyczną, wykorzystując do tego celu szczury używane do oznaczania wartości biologicznej białek metodą wzrostową, podczas ostatniego okresu tego doświadczenia.

Otrzymane współczynniki wydajności wzrostowej i wartości biologicznej białek zostały przeliczone na białko strawne.

W przypadku mąki żytniej 45%-owej, w której poziom białka wynosił około 6%, z konieczności odstąpiono od wymagań metody wzrostowej i zastosowano — podobnie zresztą jak B. Sure — niższy poziom białka w dietach dla zwierząt doświadczalnych. Autor ten oznaczał współczynnik wydajności wzrostowej różnych produktów spożywczych, między innymi produktów zbożowych, przy zastosowaniu diety o poziomach białka już od 5% (16).

* Użyto tego współczynnika ze względu na późniejsze prace nad uzupełnieniem białek mąk żytnich innymi produktami.

Ze względu na niski poziom białka w diecie, zawierającej mąkę żytnią 45⁰/₀-ową (co w metodzie wzrostowej może nasunąć przypuszczenie, że przyrost wagi ciała spowodowany był głównie nagromadzeniem się tłuszczu w organizmie szczura), zastosowano w odniesieniu do tej mąki, a przy tym i mąki pszennej 50⁰/₀-owej oznaczonej metodą wzrostową, dodatkowo zmodyfikowaną przez McColluma i Shukersa.

Modifikacja polega na oznaczeniu przyrostu białka w całym cieiele szczurów podczas 6-tygodniowego okresu doświadczenia w porównaniu z ilością zjedzonego białka w tym okresie. Do oznaczeń tych wykorzystano te same szczury, które były używane przy metodzie Osborna, Mendla i Ferry.

Wobec tego przed rozpoczęciem okresu karmienia zwierząt dietami badanymi usypiano jedną z dobranych grup zwierząt oraz oznaczano zawartość białka w ich tuszy. Ilość oznaczonego białka traktowano jako „białko początkowe” dla innych grup.

Po skończonym doświadczeniu, to znaczy po 6 tygodniach żywienia dietami badanymi, z uwzględnieniem kontroli spożycia i przyrostów wagi, zwierzęta zabijano przez usypianie eterem oraz oznaczano w tuszach poszczególnych grup (osobno u samic i samców) zawartość białka, czyli tzw. „białko końcowe”.

Uśpione szczury, po dokładnym zważeniu, umieszczano w słojach Wecka (osobno samce i samice z każdej grupy) i autoklawowano przez 45 minut przy naciśnięciu 1 atm. Następnie szczury w całości przekręcano trzykrotnie przez maszynkę do mielenia mięsa. Po przekręceniu każdej partii szczurów maszynką dokładnie oczyszczono, resztki pozostałe na narzędziach pomocniczych (np. łyżka, pinceta, skalpel) splukiwano gorącą wodą z tryskawki, zbierano do parcownicy, odparowywano do gęstej konsystencji i dołączano do całości. Tak przygotowane tuszki suszono w suszarce gazowej w temperaturze 60 — 70°. Po wysuszeniu tuszki pozostawiano przez pewien czas w temperaturze pokojowej na powietrzu dla wyrównania się wilgotności, dokładnie ważono i ponownie czterokrotnie przekręcano przez maszynkę do mielenia mięsa w celu otrzymania maksymalnie rozdrobnionych i wymieszanych próbek. Przygotowane w ten sposób próbki tusz przechowywano w słojach ze szlifem. Zawartość N oznaczano metodą Kjeldahla w 2,5 — 3,0 gramowych naważkach (zwiększając odpowiednio dodatek H₂SO₄). Spalanie przeprowadzano w 500 ml kolbach. Po spaleniu zawartości kolby Kjeldahla przenoszono bez strat do 250 ml kolby miarowej; dopełniano wodą do kreski i do destylacji odmierzano pipetą 50 ml roztworu. Po wykończeniu analiz, na podstawie zawartości „białka początkowego” oraz „białka końcowego” badanych zwierząt, obliczano wartość biologiczną białek według następującego wzoru:

$$\text{W.B.B.} = \frac{\text{Białko tuszy końcowe} - \text{Białko tuszy początkowe} \times 100}{\text{Białko spożyte}}$$

W każdej serii doświadczeń uwzględniona była grupa zwierząt na diecie jajowej, wobec czego wartość biologiczną badanych białek można było oznaczyć w stosunku do jaja.

Obok badań biologicznych na szczurach obliczono wartość biologiczną białek badanych mąk na podstawie ich składu aminokwasowego, stosując

metodę oceny chemicznej Blocka i Mitchella. Dane do obliczeń zaczerpnięto z wyników badań Zakładu Higieny Żywnienia nad składem aminokwasowym żyta i jego przetworów (13) oraz z tablic Harveya (14).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki otrzymane metodą wzrostową Osborna Mendla i Ferry przedstawiono w tabeli I. Zostały one podane jako średnie z wartości otrzymanych w kilku doświadczeniach.

Tabela I

Wartość biologiczna i strawność białka mąk żytnich i pszennych z różnych wymiarów oznaczone metodą wzrostową Osborna Mendla i Ferry

Nr diety	Źródło białka w diecie	Liczba doświadczeń	Średni poziom białka w diecie %	Średni dzienny przyrost wagi g	Średnie dzienne spożycie białka g	Współczynnik wydajności wzrostowej	Wartość biologiczna białka		Współczynnik strawności
							ogólnego	strawnego	
1	Mąka żytnia 98%-owa	5	8,3	0,91	0,66	1,38	53,6	77,7	0,69
	Jajo(dieta jajowa kontrolna)	5	8,4	2,63	1,02	2,57	100	100	0,91
2	Mąka żytnia 87%-owa	2	8,5	0,81	0,64	1,27	52,5	75,0	0,70
	Jajo (jw.)	2	8,3	2,06	0,85	2,42	100	100	0,89
3	Mąka żytnia 45%-owa	4	5,3	0,21	0,34	0,62	29,5	40,1	0,72
	Jajo (jw.)	2	6,5	1,28	0,58	2,10	100	100	0,91
4	Mąka pszenna 98%-owa	2	8,7	0,84	0,70	1,20	47,4	67,4	0,70
	Jajo (jw.)	1	9,5	2,75	1,11	2,48	100	100	0,91
5	Mąka pszenna 50%-owa	1	8,8	0,36	0,57	0,63	22,6	27,6	0,82
	Jajo (jw.)	1	8,9	2,72	0,96	2,83	100	100	0,91

Przedstawione powyżej dane wykazują prawie jednakową wartość biologiczną białek ciemnych mąk żytnich: dla 98^o/_o-owej mąki żytniej wartość ta wynosi 54^o/_o, a dla 87^o/_o-owej mąki żytniej średnio 53^o/_o. Podobnie przedstawia się sprawa po przeliczeniu na białko strawne.

Przy porównaniu między sobą wartości biologicznej mąk żytnich wszystkich trzech badanych wymiarów można stwierdzić, że wartość ta dla ciemnych mąk żytnich jest wyższa niż dla jasnej mąki żytniej dla której wynosi ona średnio 30^o/_o. Wskazywałoby to na możliwość spadku wartości biologicznej wraz z obniżeniem wymiaru żyta. Należy tu jednak przypomnieć, że poziom białka w dietach nie był równy (patrz str. 192). Z jasnej mąki żytniej (45^o/_o-owej) nie można było sporządzić diety o wyższym poziomie białka niż 5—5,5^o/_o, zamiast 8—9^o/_o-owego poziomu zastrzeżonego przez autorów zastosowanej tu metody.

Wyniki otrzymane przy takim poziomie białka w diecie doświadczalnej (5^o/_o) trudno jest porównać z wynikami przy wyższym poziomie, gdyż dzienne spożycie białka przez zwierzęta różni się między sobą znacznie. Pomimo to jednak dokonano porównania, ponieważ przy każdym do-

Tabela II

Wartość biologiczna białka (WBB) 45⁰/₀-owej mąki żytniej i 50⁰/₀-owej mąki pszennej oznaczona metodą wzrostową z modyfikacją McColluma i Shukersa*

Grupa	Źródło białka w diecie	Poziom białka w diecie %	Waga szczura		Białko zjedzone (Bz) g	Początkowe białko tuszy g	Przyrost białka w tuszy (ΔB) g	$\frac{\Delta B}{Bz}$ 100 dla białka:		WBB w stosunku do białka całego jaja	
			początkowa g	końcowa g				ogólnego %	strawnego %	ogólnego %	strawnego %
I	Mąka żytnia 45%-owa	5,31	54,2	64,0	14,56	9,09	2,36	16,2	22,8	38,2	48,8
II	„ „ „	5,31	54,6	63,2	15,40	9,06	2,07	13,4	18,9	31,6	40,5
III	„ „ „	5,31	54,2	61,3	14,27	9,09	1,74	12,2	17,2	28,8	36,8
	średnio	—	—	—	—	—	—	—	—	33,5	42,0
IV	jajo	6,53	54,5	107,0	25,71	9,14	10,81	42,4	46,7	100	100
V	mąka pszenna 50%-owa	8,84	52,0	67,2	23,87	8,74	3,80	15,9	19,7	27	30
VI	jajo	8,90	52,1	166,7	40,50	8,76	23,47	57,9	63,8	100	100
VII	kontrola	—	54,7	—	—	9,19	—	—	—	—	—

świadczeniu uwzględniona była kontrolna grupa zwierząt na diecie jajowej, z dopasowanym poziomem białka do diet badanych.

W celu zaś wyjaśnienia przytoczonych powyżej zastrzeżeń, przeprowadzono serię doświadczeń z wyrównanym do 5% poziomem białka w dietach z mąk wszystkich trzech wymiałów żyta. Wyniki tych doświadczeń są w opracowaniu i zostaną ogłoszone oddzielnie.

Przy rozpatrywaniu wyników wartości biologicznej białka badanych mąk pszennych (tab. I) widać, że wartość ta dla 98%-owej mąki pszennej wynosi średnio 47%, a jasnej 50%-owej mąki pszennej — 24% (zgodnie z wartością otrzymaną w latach ubiegłych (2, 3).

Z powyższego wynika, że różnica pomiędzy wartością biologiczną białka obu mąk pszennych ciemnej i jasnej jest podobna do różnicy znalezionej dla ww. mąk żytnich. Różnica ta zwiększa się znacznie po przeliczeniu na białko strawne.

Jeżeli chodzi o porównanie wartości biologicznej badanych mąk żytnich i pszennych, to z tabeli I wynika, że mimo zastrzeżeń dotyczących poziomu białka w dietach (p. wyżej), mąki żytnie wykazują nieco wyższą wartość biologiczną białka niż pszenne analogicznych wymiałów i to zarówno w odniesieniu do białka spożytego, jak i strawnego. Jest to zgodne z danymi ogłoszonymi dotąd w piśmiennictwie (15, 16, 17).

Różnice te potwierdzają również wyniki ko do mąk jasnych żytnich i pszennej, otrzymane przy zastosowaniu metody wzrostowej w modyfikacji McColluma i Shukersa (tabela II).

Z tabeli II widać że wartość biologiczna białka dla mąki żytniej wynosi 35% a dla mąki pszennej 28%.

Dla porównania wyników oznaczeń biologicznych z wynikami oceny chemicznej, wartość biologiczną białka wszystkich badanych mąk obliczono metodą Blocka i Mitchella. Wyniki te są przedstawione w tabeli III.

Tabela III

Wartość biologiczna białka mąk żytnich i pszennych oznaczona różnymi metodami

	Metoda wzrostowa Osborna Mendla i Ferry			Modyfikacja met. wzrostowej Mc Colluma i Shukersa		Met. Chem. Blocka i Mitchella*)	Amino- kwas ogranic- zający
	ilość dośw.	białko		ilość dośw.			
		ogólne	strawne				
Mąka żytnia 98%	5	54	70	—	—	41	tryptofan
Mąka żytnia 87%	2	52	68	—	—	39	„
Mąka pszenna 98%	2	47	61	—	—	40	lizyna
Mąka pszenna 50%	1	23	25	1	28	35	„
Mąka żytnia 45%	4	30	36	3	33	37	tryptofan

* Obliczenia zostały wykonane na podstawie wyników uzyskanych w Zakładzie Higieny Żywnienia (13) oraz tablic składu aminokwasowego Harveya (14).

Z tabeli III wynika, że wartość biologiczna białka mąk żytnich badanych wymiałów obliczona metodą Blocka i Mitchella wynosi 41, 39 i 37%, a mąk pszennych 40 i 35%.

Wskazuje to na małą różnicę pomiędzy wartością biologiczną białka badanych mąk zarówno z odniesieniem do rodzaju zboża, jak i wysokości wymiału. Aminokwasem ograniczającym dla mąk żytnich jest tryptofan, a dla pszennych lizyna (tab. III). Oprócz wyżej wymienionych aminokwasem ograniczającym w obu rodzajach badanych mąk jest metionina, której zawartość w białku zarówno mąk żytnich, jak i pszennych jest mniej więcej taka sama. Jednak wobec faktu, że aminokwas ten może być w pewnym stopniu zastąpiony przez cystynę, niedobór jego odgrywa tu mniejszą rolę.

Sprawa porównania wartości biologicznej białka mąk żytnich na podstawie ich składu aminokwasowego została bliżej omówiona w jednej z prac Zakładu Higieny Żywnienia (13).

Na podstawie tabeli III można ponadto stwierdzić, że wyniki otrzymane za pomocą badań biologicznych są na ogół wyższe od otrzymanych na podstawie teoretycznych obliczeń.

WNIOSKI OGÓLNE

Na podstawie omawianej pracy można wysunąć następujące wnioski:

1. Oznaczona za pomocą metody wzrostowej wartość biologiczna białek mąk żytnich z 98% i 87%-owego wymiału (mąki ciemne) nie wykazuje różnic.

2. Wartość biologiczna białek mąk żytnich jest nieco wyższa od wartości mąk pszennych analogicznych wymiałów.

3. Mimo zastrzeżeń podanych wyżej (p. str. 194) odnośnie do poziomu białek w dietach dla zwierząt doświadczalnych można stwierdzić, że wartość biologiczna białka mąk ciemnych żytnich i pszennych jest znacznie wyższa niż jasnych.

4. Wyniki obliczone wg metody Blocka i Mitchella wykazują, że różnice pomiędzy wartością biologiczną białka mąk zależnie od rodzaju zboża i wysokości wymiału są mniejsze niż to wynika z badań biologicznych. Ponieważ dotyczy to również 45%-owej mąki żytniej, przeprowadzone zostaną w tym kierunku dalsze badania z zastosowaniem innej metody.

B. ШКИЛОНДЗѢВА

БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТОИМОСТЬ БЕЛКОВ РЖАНЫХ И ПШЕНИЧНЫХ МУК РАЗЛИЧНЫХ ПОМОЛОВ ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ МЕТОДОМ РОСТА

Содержание

Определено биологическую стоимость трех ржаных мук различных помолов (0 — 99%, 0 — 87%, 0 — 45%) и двух мук пшеничных 0 — 98%, 0 — 50% помола применяя метод роста Osborna, Mendla и Ferry, метод химической оценки Blocka и Mitchella, а в некоторых случаях модифицированный метод роста McColluma и Schukersa. Основываясь на полученных результатах пришли к следующему заключению:

1. Биологическая стоимость белков мук ржаных из 98%-го и 87%-о помола (темные мук) не проявляют разницы.

2. Биологическая стоимость белков ржаных мук немногим выше нежели стоимость пшеничных мук того же самого помола.

3. Несмотря на некоторые оговорки относительно уровня белка в приготавливаемых

диетах для экспериментальных животных, удостоверено, что биологическая стоимость белка темных ржаных и пшеничных мук выше нежели мук светлых.

4. Вычисленные результаты по методу Blocka и Mitchella показывают, что разница между биологической стоимостью мук в зависимости от вида хлебов и высоты помола — меньше нежели показывают биологические исследования.

W. Szkiłłądziowa

BIOLOGICAL VALUE OF PROTEINS DETERMINED BY THE GROWTH METHOD IN RYE AND WHEAT FLOUR OF DIFFERENT DEGREE OF GRINDING

Summary

Biological value was determined in rye flour of three different degrees of grinding (0— 98%, 0— 87%, 0— 45%) by employing Osborn Mendel and Ferry's growth method, Block and Mitchell's chemical evaluation method and in some cases the modified growth method by McCollum and Shukers.

On the basis of the results obtained the following conclusions were drawn:

1. The biological value of proteins of rye flour from 98% and 87% grinding (dark flour) does not show any difference.
2. The biological value of proteins of rye flour is a little higher than the value for wheat flour of analogical degree of grinding.
3. In spite of some objections in reference to the level of proteins in the diets for the experimental animals it can be stated that the biological value of protein in dark rye and wheat flour is higher than that of light flour.
4. B.V. computed on the basis of amino-acids content according to Block and Mitchell's method show that the differences between the biological value of protein in flour depending upon the kind of grain and the degree of grinding are lower than the results of the biological investigations.

PIŚMIENNICTWO

1. Muszkatowa B., Rudowska-Koprowska J., Szkiłłądziowa W.: Roczniki PZH, nr 2, str. 123, 1956. — 2. Szkiłłądziowa W., Muszkatowa B.: Roczniki PZH nr 6, str. 529, 1957. — 3. Muszkatowa B., Szkiłłądziowa W.: Przemysł Spożywczy Nr 5, str. 211, 1957. — 4. Osborne T. D., Mendel T. B., Ferry E. L.: J. Biol. Chem., 37, 223, 1919. — 5. Szczygiel A.: Podstawy fizjologii żywienia, Warszawa, 1956, str. 197. — 6. Block R., Mitchell H. H.: Nutr. Abstr. a. Rev., t. 16, str. 249, 1946. — 7. Szkiłłądziowa W., Rudowska-Koprowska J., Muszkatowa B.: Roczniki PZH, nr 2, str. 142, 1956. — 8. Bender A. E., Miller D. S.: Bioch. J., 53, VII, 1953a. — 9. Miller D. S., Bender A. E.: Brit. J. Nutr., 9, 4, str. 382, 1955. — 10. Grekowicz M.: Roczniki PZH, 3, 41, 1952.
11. Farris E. J., Griffith J. Q.: The Rat in the Laboratory Investigation 1949. — 12. Hawk Ph. B., Oser B. L., Summerson W. H.: Practical Physiological Chemistry, Philadelphia, str. 1054 i 1163. — 13. Kurzepa H., Bartnik J., Trzebska-Jeske I., Morkowska W.: Roczniki PZH, nr 6, 1959. — 14. Harvey P.: Tables of the Amino-Acids in Foods and Feedingstuffs, Commonwealth Agricultural Bureaux Farnham Royal Buck 1956. — 15. Sure B.: J. Agr. Food Chem. 3, 789, 1955, cyt. wg Nutr. Rev. 16, 56, 1958. — 16. Sure B.: J. Agr. Food Chem., 2, 1108, 1954, cyt. wg Nutr. Rev. 3, 9, 1955. — 17. Kon. S., Markuze Z.: Bioch. J. XXV, nr 2, str. 1476, 1931.

Otrzymano: 28.X.1959 r.

Adres autorów: PZH, Warszawa, Chocimska 24.