

MARIA RAKOWSKA
Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa

PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA NIEKONWENCJONALNYCH ŹRÓDEŁ BIAŁKA W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA

Wstęp

Narastające potrzeby białka w skali światowej spowodowane ogromnym przyrostem ludności w krajach rozwijających się są impulsem dla rozwoju badań nad możliwością zdobycia w jak najkrótszym czasie nowych, bogatych źródeł białka.

Biorąc pod uwagę potrzeby białka dla żywienia ludności w Polsce w perspektywie najbliższych 15 lat, wydaje się konieczne rozpatrywanie wszystkich możliwości pokrycia zapotrzebowania na białko dla ludności przede wszystkim z konwencjonalnych jego źródeł przez:

1) wykorzystanie możliwości tkwiących w rozwoju rolnictwa i hodowli zwierząt domowych (wysokopienne i wysokobiałkowe odmiany zbóż, rozszerzanie upraw roślin strączkowych, rozszerzanie hodowli brojlerów);

2) rozwój rybactwa i przetwórstwa rybnego;

3) wykorzystanie rezerw białka tkwiących w mleczarstwie (na drodze pełnego wykorzystania białka mleka chudego i serwatki w żywieniu człowieka);

4) zmniejszenie strat żywności przy sprzęcie, produkcji, przechowywaniu i dystrybucji.

Z punktu widzenia zapotrzebowania fizjologicznego ilość żywności przeznaczanej na spożycie w Polsce w przeliczeniu na głowę ludności dostarcza dostateczną ilość kalorii i białka. Według danych Życkiego w latach 1967—1970 na głowę ludności w Polsce przypadało dziennie 90,8 do 91,5 g białka ogółem, w tym 44,7—45,7 g białka zwierzęcego, co stanowi 48,8 do 50%. Ponad 90—95% spożywanego białka pochodzi z żywności produkcji krajowej. Według przyjętych w Polsce norm żywienia, posiadających stosunkowo do innych współczesnych norm, wysoki margines bezpieczeństwa średnia ważona norma na białko, obliczona w oparciu o strukturę demograficzną ludności dla roku 1975 wyniesie 84 g białka ogółem, a w tym 45 g białka zwierzęcego.

Przyrost ludności do roku 1985 w Polsce, według przewidywań demografów, wyniesie 12—13⁰/₀.

rok 1970	rok 1985	
	I wariant przewidywań demograficznych	II wariant przewidywań demograficznych
	l u d n o ś ć w m l n	
32.961	36,815	37,501
	l u d n o ś ć w %	
100	112	113

W celu zabezpieczenia pokrycia zapotrzebowania na białko, to jest utrzymania wysokości spożycia na tym samym poziomie jak obecnie, które przyjęliśmy za fizjologicznie adekwatne, należy przewidzieć odpowiedni wzrost produkcji żywności z konwencjonalnych źródeł. W świetle danych prof. Okuniewskiego wzrost taki w rolnictwie jest możliwy i przewidywany. Niemniej jednak według obecnego rozeznania możliwości wzrostu produkcji rolniczej są bardzo napięte, stąd istnieje już obecnie potrzeba rozważenia możliwości wykorzystania do żywienia zwierząt i ludzi również białek niekonwencjonalnych.

Niekonwencjonalne źródła białka

Niekonwencjonalne źródła białka, a szczególnie produkcja jednokomórkowców i plechowców są bardzo interesującym zagadnieniem w skali ogólnoswiatowej. Dla naszego kraju zagadnienie to jest aktualne w odniesieniu do pośredniego zdobycia białka zwierzęcego dla żywienia ludzi, poprzez zwiększenie puli białka paszowego. Możliwe też, że niekonwencjonalne źródła białka znajdą zastosowanie w bezpośrednim spożyciu przez człowieka w dalszej perspektywie czasu. Stanowią one atrakcyjną dziedzinę badań naukowych jako wyraz poznawania nowych dróg ujarzmania potencjałów tkwiących w przyrodzie i podporządkowania ich potrzebom ludzkości.

Co należy rozumieć pod hasłem „niekonwencjonalne źródła białka”? Ogólnie rzecz biorąc można by tę grupę scharakteryzować zgodnie z określeniem „niekonwencjonalne“ jako źródła białka nie wykorzystane dotąd na szerszą skalę w żywności człowieka. Do grupy tej zalicza się:

I. Białko jednokomórkowców i plechowców znane pod angielskim skrótem SCP (single cell protein): a) bakterii, b) drożdży, c) grzybów, d) glonów zielonych i sinic, a nawet w pewnej mierze pierwotniaków i bakteriofagów.

II. Białko wyciągów z nasion oleistych: a) soi, b) rzepaku, c) słonecznika, d) orzecha ziemnego, e) nasion bawełny, f) sezamu.

III. Aminokwasy syntetyczne (w tym z syntezy bakteryjnej): a) kwas glutaminowy, b) lizyna, c) metionina, które przez zastosowanie do wzbogacania żywności podwyższają zawartość związków azotowych (kw. glutaminowy) lub jako aminokwasy ograniczające wzmagają wykorzystanie białka w żywieniu zwierząt doświadczalnych oraz w żywieniu ludzi.

Zgodnie ze stanowiskiem Komisji Doradców dla spraw zdobycia nowych, niezbędnych źródeł białka dla żywienia człowieka, znanej pod skrótem PAG (Protein Advisory Group) przy międzynarodowych organizacjach FAO (WHO) UNICEF, wszystkie klasy niekonwencjonalnych źródeł białka mogą być brane pod uwagę, jeśli spełniają trzy podstawowe warunki:

- 1) są całkowicie bezpieczne,
- 2) posiadają odpowiednią wartość odżywczą (białko, witaminy, składniki mineralne),
- 3) są ekonomicznie opłacalne.

Z punktu widzenia żywienia człowieka szczególnie interesujące są źródła taniego białka, które posiadają już w tej chwili charakterystykę opartą o wieloletnie doświadczenia w praktycznym żywieniu zwierząt użytkowych i doświadczalnych.

Już obecnie, zdaniem Komisji, istnieją dostatecznie udokumentowane dane, które wskazują, że niektóre gatunki drożdży, glonów zielonych i sinic oraz bakterii mogą być źródłem pożywienia bogatego w białka, witaminy i składniki mineralne dla odżywiania człowieka.

Bezpieczeństwo zastosowania do żywienia człowieka drożdży bądź masy bakteryjnej lub biomasy glonów i sinic zależy od jakości podłoża oraz warunków w jakich prowadzone są kultury tych szybko rosnących organizmów. Uzyskanie całkowicie bezpiecznego produktu dla żywienia zwierząt użytkowych oraz człowieka uzależnione jest od bardzo starannej kontroli szeregu czynników stosowanych w hodowli jednokomórkowców. Niezbędna jest kontrola zarówno mikrobiologiczna, biochemiczno-analityczna, jak i okresowo powtarzane testowanie biologiczne na zwierzętach doświadczalnych. Zawartość węglowodorów cyklicznych, metali ciężkich, nadmiernej ilości soli, jako znanych czynników toksycznych, musi być eliminowana z podłoża, jak również usuwana w procesie oczyszczania produktu przeznaczonego do spożycia.

Według danych Pokrowskiego (1968) w ZSRR prowadzono badania nad biologiczną wartością i bezpieczeństwem zastosowania w żywieniu drożdży hodowanych na węglowodanach ropy naftowej. Prace prowadzono w kilku instytutach równolegle, przy użyciu kilku pokoleń zwierząt użytkowych i doświadczalnych, włączając w to małpy. Studia te miały na celu ewentualne ujawnienie ogólnej toksyczności drożdży, ich działania rakotwórczego, teratogennego i mutagennego.

W wyniku doświadczeń na tysiącach zwierząt wykazano, że drożdże uzyskane z kultur prowadzonych na węglowodorach parafinowych (w skrócie HCH) ropy naftowej, nie zawierają związków cyklicznych (aromatycznych), nie posiadają własności toksycznych, rakotwórczych i leukemogennych ani też mutagennych i teratogennych (Pokrowski 1968, PAG 1970). Uwadze poddano również zastosowanie w żywieniu człowieka i zwierząt mięsa, mleka i jaj uzyskanych od zwierząt gospodarskich, żywionych dużą ilością drożdży uzyskanych z kultur na węglowodorach ropy naftowej. Nie notowano różnic w cechach organoleptycznych takiego mięsa i mleka, a także jaj w stosunku do produktów kontrolnych. Określając ponadto szereg wskaźników fizjologicznych, morfologicznych i biochemicznych u zwierząt doświadczalnych nie stwierdzono w tym przypadku zmian w metabolizmie po zastosowaniu w ich żywieniu mięsa, natomiast obserwowano zwiększoną akumulację tłuszczu w wątrobie i krwi po zastosowaniu w żywieniu jaj i mleka.

Zdaniem Komsji PAG odpowiednie szczepy drożdży uzyskane z kultur na HCH ropy naftowej nie różnią się pod względem wartości odżywczej od tych samych szczepów hodowanych na melasie, ługach posulfitowych i odpadkach roślinnych. Jednakże ze względu na bezpieczeństwo każda partia białka z drożdży otrzymanych na węglowodorach ropy naftowej, przeznaczona do żywienia człowieka, winna być poddana badaniom biologicznym i klinicznym.

Mniej danych istnieje w piśmiennictwie światowym odnośnie zastosowania do żywienia zwierząt bakterii (*Bacillus megatherium*, *B. subtilis*, *B. limius*, *B. anthracis*, *Escherichia coli*), hodowanych na węglowodorach ropy naftowej lub gazie ziemnym. Bakterie jako organizmy szybko rosnące, bogatsze w białko od drożdży i glonów, stały się obecnie punktem zwiększonego zainteresowania. Badania są jeszcze niewystarczające, ażeby można wyciągnąć wnioski o bezpieczeństwie ich użycia dla celów żywieniowych.

Zastosowanie większych ilości drożdży, a także ewentualnie białka bakterii do żywienia człowieka ogranicza wysoka zawartość kwasów nukleinowych (związków purynowych). Człowiek, w przeciwieństwie do innych ssaków, posiada niższą tolerancję w stosunku do zwiększonej

ilości kwasów nukleinowych, ponieważ końcowym produktem ich przemiany u *homo sapiens* jest kwas moczowy o znacznie niższej rozpuszczalności niż alantoina (powstająca w procesie dalszego utleniania kwasu moczowego) — produkt przemiany puryn u zwierząt. Nadmiar puryn w diecie ludzi, zwłaszcza osób wykazujących uczulenie na kwas moczowy, powoduje odkładanie się jego soli w tkankach stawowych (dna moczanowa), prowadzące do ostrego zapalenia stawów, ich zeszywnienia i bolesności.

Badania Scrimshawa (1970), Edosiena (1969) i Calloway'a (1969) wykonane na ludziach wskazują, że graniczną dawką, która nie powodowała podwyższenia kwasu moczowego we krwi jest spożycie 2 g kwasów nukleinowych dziennie, co odpowiada ok. 50 g drożdży (dostarczających ok. 20 g białka). W tabeli 1 przedstawiono dane zawartości kwasów nukleinowych w niektórych gatunkach bakterii i drożdży.

Tabela 1

Zawartość kwasów nukleinowych w niektórych artykułach żywności*) i mikroorganizmach

Produkt	Białko (% s. m.)	Kwasy nukleinowe (% s. m.)	Kwasy nukleinowe (% w stos. do białka)
<i>Streptococcus aureus</i>	75,5	11,6	15,4
<i>Bacillus anthracis</i>	58,1	4,4	7,5
<i>Escherichia coli</i>	78,5	12,8	16,3
Drożdże <i>Torula</i>	50,38	6,44	12,8
Drożdże piekarnicze (Maszewo)	47,78	5,77	12,1
Wątroba	65,6	2,6	3,9
Sardynki	64,2	1,4	2,2
Ikra ryb	70,3	4,1	5,7

*) Uwaga: dla porównania podano produkty żywności konwencjonalnej o najwyższej zawartości kwasów nukleinowych, cyt. według Millera S. A. (1968) [26].

Istnieją w technologii możliwości hodowli kultur jednokomórkowców, prowadzące do zmniejszenia ilości kwasów nukleinowych. Costo, Sinskij i Tanenbaum i wsp. (1970) uzyskali w skali laboratoryjnej drożdże o niższej zawartości puryn, po zastosowaniu enzymu rybonukleazy.

Prace w tym kierunku, jak również badania nad opracowaniem standardowych metod oceny biologicznego działania nowych źródeł białka, są uznane przez Komisję PAG aktualnie jako najbardziej pilne.

Produkcja białka poprzez hodowlę jednokomórkowców na odpadach rolniczych i przemysłowych jest najbardziej ekonomiczna, wydajna i opłacalna.

W produkcji glonów, podobnie jak w przypadku drożdży i bakterii, zachodzą te same możliwości przechodzenia niepożądanych substancji ze środowiska do badanych kultur. Ponadto glony są niesmaczne, a także stosunkowo nisko strawne. Czynniki te powodują ograniczenie możliwości zastosowania glonów w bezpośrednim żywieniu człowieka.

Tabela 2

Retencja azotu i strawność białka u wolontariuszy żywionych białkiem glonów i kombinacją glonów z innymi białkami

Badany produkt jako źródło białka	Strawność białka	Retencja azotu g/dzień
Mączka rybna	77	0,60
Mączka sojowa	80	0,67
Mączka z glonów	66	0,06
Mączka z glonów + mączka rybna	71	0,77
Mączka z glonów + mączka sojowa	72	0,30

Miller S. A.: Nutritional Factors in Single-Cell Protein, z książki Mateles R. I., Tanenbaum S. R. „Single-Cell Protein” The M. I. T. Press (26)

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań nad strawnością i retencją białka glonów oraz mieszanek mączki rybnej bądź sojowej z dodatkiem glonów, w porównaniu do białka mączek bez dodatku glonów.

Białko glonów charakteryzuje znacznie niższa strawność niż inne, powoduje ujemny bilans azotu ze względu na niezrównoważony skład aminokwasów.

Porównanie podstawowego składu chemicznego suszonych drożdży paszowych, piwowarskich i piekarskich oraz bakterii i glonów

Wyszczególnienie	Składniki w % s. m.					Piśmiennictwo
	białko N × 6,25	tłuszcz	błonnik surowy	popiół	węglowodany	
Drożdże:						
<i>Torula</i>	50,38	1,07	0,86	9,63	38,06	Bressani (4)
Piwowarskie	47,78	2,44	2,23	5,96	41,59	Bressani (4)
Piwowarskie	51,00	1,10	—	7,50	27,30	Buraczewski (5)
Piekarskie	45,00	2,00	—	8,50	44,50	Ziółkowski (49)
Drożdże w Maszewie	53,90	1,88	0,74	7,99	34,75	Siemaszko (38)
j. w. (melasowe)	49,10	1,40	—	11,00	31,7—43,1	Muszkatowa (27)
j. w.	43,9—52,8	7,0—8,1*	0,8—1,6	4,9—10,5	31,1	Buraczewski (5)
Produkowane						
w Wołczynie	47,84	1,27	1,05	7,86	40,93	Siemaszko (38)
Produkowane w Lublinie	45,21	1,10	0,65	23,52	28,87	Siemaszko (38)
Produkowane w Żyrardowie	49,73	0,98	0,32	11,43	37,22	Siemaszko (38)
Produkowane w Niedomicach	56,43	0,68	1,05	8,85	31,94	Siemaszko (38)
Bakterie <i>B. subtilis</i>	63,1	4,4	—	9,9	2,1	Miller S.A. (26)
Glony: <i>Chlorella</i>	60,15	—	—	—	—	Szkiłładziwa (42)
sinice suszone (<i>Spirulina</i>)	65,0	2,0	—	5,1	20,0	Miller S. A. (26)

* Tłuszcz oznaczony po kwaśnej hydrolizie według metody Szmidt—Bądzynskiego.

Wartość odżywcza białka drożdży, bakterii i glonów według różnych autorów

Źródło białka	D	NPU	BV	PER	Písmiennictwo
Drożdże <i>Torula</i>	85,0—88,0	—	32,0—48,0	0,9—1,4	Bressani (4)
Drożdże <i>Torula utilis</i>	84,8	27,0	31,8	—	Goyco i Asenjo (13)
Drożdże różne (średnio)	87,9	41,3	47,0	—	Goyco i Asenjo (13)
Drożdże różne	67,2—75,5	—	58,6—59,0	—	Bock (3)
Drożdże różne	—	—	34,0—84,0	—	Fink i Harold (12)
Drożdże <i>Candida</i> z Maszewa	—	41,0	—	—	Szkiłtądziowa (43)
Drożdże <i>Torula Candida</i> z Maszewa	80,8	56,2	69,5	—	Siemaszko (38)
Drożdże z Maszewa (melasowe)	84,8	44,8	53,3	—	Buraczewski (5)
Drożdże z Warszawy (piwowarskie)	81,3	48,1	70,2	—	Buraczewski (5)
Drożdże z Lublina	67,3	36,4	54,1	1,48	Lubczyński (24)
Drożdże z Żyrardowa	66,1	45,9	69,4	—	Siemaszko (38)
Drożdże z Niedomic	80,0	55,6	69,5	—	Siemaszko (38)
Drożdże z Wołczyzna	76,9	—	—	1,14	Pronczuk (32)
Bakterie					
<i>Bacillus megatherium</i>	62,3	34,5	55,6	—	Tanenbaum i Miller (47)
<i>B. hydrogemonas</i>	93,0	72,0	77,1	—	Lachance (23)
Białko mikroflory żwacza	73,7	—	79,9	—	Miller (26)
Glony					
<i>Chlorella</i>	—	46,0	—	—	Tablice FAO (10)
<i>Chlorella</i>	—	44,0	—	1,1	Szkiłtądziowa (42)
Since					
<i>Spirulina</i>	75,0	—	65,0	—	Pijanowski (30)

Zawartość aminokwasów białka jednokomórkowców i plechowców w porównaniu do białka jaja w mg na 1 gram azotu

Aminokwasy	D r o ż d z e			Bakterie <i>Bacillus megatherium</i> ¹⁾	G l o n y		
	Torula ¹⁾	Piwowar- skie ²⁾	Melaso- we ²⁾		Chlo- rella ³⁾	Chlo- rella ⁴⁾	Scene- dermus ³⁾
Izoleucyna	449	261	222	275	244	174	369
Leucyna	501	421	332	687	438	462	528
Lizyna	493	392	351	394	427	367	378
Suma aromatycznych: fenyloalanina	—	444	366	337	305	270	371
tyrozyna	319	247	200	—	—	—	—
Suma aminokwasów siarkowych: cystyna	—	197	166	—	—	—	—
metionina	—	141	116	—	168	101	141
Treonin	—	72	39	—	75	42	41
Tryptofan	—	69	77	—	85	116	109
Walina	315	274	237	300	93	59	100
Aminokwas ograniczający w % w stosunku do białka całego jaja (wzorzec wg FAO/WHO 1965)	86	77	72	—	208	379	282
	392	332	250	406	347	261	359
		41	34		49	29	41
		(cys. + met.)	(cys. + met.)		(cys. + met.)	(cys. + met.)	(cys. + met.)

¹⁾ wg Bressani (4)

²⁾ wg Buraczewskiego (5)

³⁾ wg Tabel zawartości FAO (10)

⁴⁾ wg Oznaczeń wykonanych w IŻŻ

Wartość odżywcza białka jednokomórkowców

W tabeli 3 przedstawiono dane charakteryzujące wartość odżywczą kilku szczepów drożdży, bakterii i glonów, według danych piśmiennictwa obcego i prac polskich. Drożdże zawierają od 44 do 56% białka. Zawartość popiołu w drożdżach zależy od stopnia ich oczyszczenia. Bakterie są bogatsze w białko od drożdży, zawierają go w ilościach od 55 do 80% suchej masy.

Jak widać z danych przytoczonych w tabeli 4, współczynniki strawności białka drożdży (D) wynoszą od 66,1 do 88,0%. Podkreśla się wpływ zawartości popiołu (składników mineralnych) w drożdżach źle oczyszczonych na strawność ich białka. Wysoka zawartość popiołu powoduje spadek strawności i wykorzystania białka jednokomórkowców. Stosunkowo bardzo duże różnice współczynników wykorzystania białka drożdży, mierzonego na podstawie bilansu azotu (BV) jak też przyrostem białka w tuszy szczurów (NPU i PER) świadczą o dużej zmienności szczepów drożdży (Bock 1968) oraz wpływie podłoża i stopnia oczyszczenia (Siemaszko 1970, Prończuk 1970).

Współczynniki strawności, jak i wykorzystania białka *Bacterium hydrogemonas* są wysokie, znacznie wyższe niż białka różnych szczepów drożdży i innych bakterii.

Sinice (*Spirulina*) charakteryzuje znacznie wyższe wykorzystywanie białka (BV—65%) w stosunku do glonów *Chlorella* (NPU—44 do 46%).

W tabeli 5 przedstawiono zawartość aminokwasów niezbędnych w kilku różnych szczepach drożdży. Wykorzystanie białka drożdży ogranicza zawartość aminokwasów zawierających siarkę, chemical score w stosunku do wzorca całego jaja wynosi 34—41%.

Drożdże zawierają stosunkowo wysoką ilość lizyny; z tego względu nadają się do wzbogacania produktów zbożowych. Według danych (Prończuk i wsp. 1972) dodatek białka drożdży w zakresie od 15 do 50% powoduje wzrost współczynnika wydajności wzrostowej białka (zestawienie na str. 85) mąki pszennej.

Jednakże wysokość dodatku drożdży do pieczywa jest ograniczona z powodu niekorzystnego ich wpływu na walory organoleptyczne (kolor, smak i zapach). Według prac przeprowadzonych w Instytucie Żywności i Żywienia (Muszkatowa i współautorzy 1972) we współpracy z Centralnym Laboratorium Przemysłu Piekarniczego, dodatek tylko ok. 3% suszonych drożdży jadalnych *Torula utilis*, z produkcji w Maszewie, nie był wyczuwalny w pieczywie, podczas gdy już nawet dodatek 5% drożdży powodował zmianę barwy, zapachu i smaku. Według badań na zwierzętach

Udział białka w ‰

drożdży <i>Torula candida</i>	mąki pszennej	PER
—	100	0,82
15	85	1,57
30	70	2,00
50	50	2,43
75	25	1,94
100	—	1,48

pięcioprocentowy dodatek drożdży do chleba pszenno-żytniego powoduje wzrost PER z 1,42 chleba kontrolnego do 1,92 chleba wzbogaconego. Należy przy tym mieć na uwadze, że drożdże są szczególnie bogate w witaminy grupy B, toteż zastosowanie ich, nawet w niewielkich ilościach, do wzbogacania pieczywa, posiada duże znaczenie dla uzupełnienia ilości witamin, które ulegają stratom w procesach mielenia ziarna zbóż.

W tabeli 6 przedstawiono porównawczo zawartość witamin w kilku szczepach drożdży w porównaniu do pełnego ziarna pszenicy.

Tabela 6

Zawartość witamin w różnych drożdżach w mg/100 g suchej masy w porównaniu do pełnego ziarna pszenicy

Witaminy	D r o ż d ż e				Pszenica pełna ziarno 4)
	Piekar-skie 1'2)	<i>Torula candida</i> 1)	Piwnie 3)	Paszowe 2)	
Tiamina	1,54 3,2	1,84	5,0— 36,0	1,8	0,48
Ryboflawina	5,41 3,6	5,39	3,6— 4,2	5,1	0,14
Witamina B ₆	1,95 4,2	3,79	2,5— 10,0	3,4	0,44
Niacyna	24,97 25,4	44,29	32,0—100,0	45,3	5,1
Kwas pantotenowy	— 18,2	—	10,0	8,7	1,18
Biotyna	— 0,13	—	0,5— 1,8	0,15	0,006
Kwas foliowy	— 1,8	—	1,5— 8,0	1,9	—
Kwas paraamino-benzoowy	— 3,6	—	0,9—10,2	0,8	—

1) Muszkatowa (27)

2) Ilnicka—Olejniczak (16)

3) Bressani (4)

4) Tabele Souci, Fachmann, Kraut (40)

Różnorodność form jednokomórkowców oraz różna wartość odżywcza ich białek nasuwają przypuszczenie, że w świecie drobnoustrojów mogą istnieć możliwości mutacji genetycznych, które obok zmian w ilości niepożądanych składników mogą prowadzić do zmian jakościowych białka.

Pożądanymi byłyby badania nad sztucznie wywołanymi mutantami drożdży, które wytwarzając większe wakuole komórkowe w stosunku do jądra komórkowego, charakteryzowałyby się niższą zawartością kwasów nukleinowych, natomiast posiadały białko o bardziej zrównoważonym składzie aminokwasów.

Substancje beztłuszczowe nasion oleistych stanowią bogate źródło taniego stosunkowo białka o wysokiej (z wyjątkiem białka orzeszków ziemnych) wartości odżywczej. W strefach klimatów ciepłych soja, fasola, orzechy ziemne, bawełna, sezam, orzech kokosowy mogą stanowić poważny wkład do pokrycia zapotrzebowania na białko, zwłaszcza ludności krajów rozwijających się. W krajach klimatów umiarkowanych wyższy udział mogą stanowić białka rzepaku i słonecznika, które dotąd stanowią źródło białka paszowego, natomiast dla człowieka nie były jeszcze stosowne.

W tabeli 7 przedstawiono zawartość białka i tłuszczu oraz wysokość produkcji światowej nasion roślin oleistych według danych Millera (1966), przy czym wymieniono czynniki antyżywniowe, zawarte w poszczególnych ich gatunkach.

Większość nasion roślin oleistych zawiera pewne czynniki antyżywniowe to jest niepożądane metabolicznie czynne substancje o charakterze inhibitorów enzymatycznych (np. inhibitor trypsyny w soi) oraz tioglukozydy, substancje toksyczne i wolotwórcze w roślinach krzyżowych, np. w rzepaku. Niewłaściwy zbiór i przechowywanie niektórych roślin oleistych, gdy ich wilgotność przekracza 13%, prowadzą do zakażenia pleśniami i grzybkami, szybko rozmnażającymi się na tak bogatym dla nich podłożu. Tak np. orzeszki ziemne (arachid) lub nasiona bawełny zebrane i przechowywane w stanie wilgotnym są podatne na zakażenie pleśnią *Aspergillus flavus*. Przerastająca grzybnia kropidlaka żółtego wydzielająca trującą dla człowieka i zwierząt substancję znaną pod nazwą aflatoksyna.

Substancje metabolicznie czynne i toksyczne nasion roślin oleistych stwarzają dodatkowe trudności w technologii preparowania białka z tych źródeł dla potrzeb człowieka, zwłaszcza że nie istnieją dotąd dostatecznie czułe metody ich wykrywania.

Komisja Ekspertów FAO (WHO) UNICEF w roku 1970 (materiały PAG) opracowała normy dopuszczalnej ilości aflatoksyn i gossypolu w mączkach dla dzieci oraz warunki technologiczne dla produkcji mączki

Tabela 7

Najważniejsze nasiona oleiste stosowane jako pożywienie (według Millera 1966)

Surowiec	Zawartość białka (średnio ‰)	Zawartość oleju (średnio ‰)	Produkcja globalna w tys. ton	Główni producenci	Trudności do zastosowania jako pożywienia
Soja	42	20	35000	USA, Chiny	Czynniki: anty-trypsynowy i he-mogluteninowy
Orzechy ziemne	27	48	14800	Indie Senegal, Nigeria	Aflatoksyny
Nasiona bawełny	30	30	20600	USA, ZSRR, Meksyk, ZRA, Brazylia, Pakistan	Gossypol, kwas malwalonowy, aflatoksyny
Sezam	25	50	1500	Chiny, Indie, Sudan, Meksyk	Błonnik, szczawiany
Słonecznik	30	40	6840	ZSRR, Argentyna, Urugwaj, Płd. Afryka, Turcja	Błonnik
Orzech kokosowy	8	65	3200	Filipiny, Indonezja, Cejlon, Indie, Malazja	Błonnik
Rzepak	22	43	5000	Chiny, Indie, Kanada, Polska, Francja	Glikozydy, błonnik

sojowej w celu pozbawienia jej własności inhibitora trypsyny i he-maglutenin.

Mączki z soi, arachidu, nasion bawełny oraz sezamu, które spełniają zastrzeżone warunki, stanowią w odpowiednio dobranych kompozycjach,

tanie i dobre źródło białka jako mieszanki mlekozastępcze dla niemowląt w krajach rozwijających się.

Dla warunków Polski najważniejszym źródłem mogą być nasiona rzepaku, w mniejszym stopniu słonecznika lub soi (te dwa ostatnie rodzaje nasion importowane są jako źródło tłuszczu). Szczególnie istotną cechą białek wytłoków z nasion rzepaku oraz słonecznika jest wysoka zawartość aminokwasów zawierających siarkę. Z tego względu są one wartościowym składnikiem do wzajemnego uzupełniania białka w żywieniu zwierząt gospodarskich, a nawet i człowieka, ponieważ aminokwasy zawierające siarkę, należą — obok lizyny — do najczęściej ograniczających wartość odżywczą białka. Białka rzepaku i słonecznika bardzo dobrze uzupełniają się z białkiem drożdży.

Ógrzewanie nasion roślin oleistych w procesie usuwania rozpuszczalnika po ekstrakcji tłuszczu powoduje obniżenie wartości odżywczej białka. Zatem warunki prowadzenia tego procesu powinny być ustalone w oparciu o wyniki doświadczeń biologicznych na zwierzętach laboratoryjnych. Podobnie wyosabnianie i oczyszczanie białek nasion oleistych, a zwłaszcza przy użyciu alkalicznej ekstrakcji powoduje bardzo istotny spadek wartości odżywczej białka, ponieważ niszczeniu ulegają zarówno aminokwasy zawierające siarkę (cystyna) jak i lizyna, w wyniku czego następuje silne obniżenie wykorzystania białka. Z wymienionych śrut nasion oleistych w Polsce jedynie śruta rzepakowa posiada znaczenie jako bogate źródło białka dla żywienia zwierząt. Ze względu jednakże na zawartość pewnych związków (tioglukozydów) i ich pochodnych posiada ograniczone zastosowanie zwłaszcza u zwierząt nieprzeżuwających (świnie najwyżej do 6% w mieszankach paszowych, drób do 3%). W większych ilościach może być skarmiana jedynie przez bydło (do 20% w mieszankach pasz treściwych).

Tioglukozy rzepaku mogą przejść do mleka, co powoduje niepożądany jego zapach oraz obniża przydatność żywieniową i technologiczną w produkcji serów (Hoppe 26). Wprowadzenie dodatkowego ogrzewania śrut rzepakowych powoduje częściowe usunięcie niepożądanych tioglukozydów, lecz jednocześnie powoduje wyraźny spadek wartości odżywczej białka (Kozłowska 27).

Badacze francuscy (cyt wg poz. 27) zaproponowali jednodobową fermentację śruty rzepakowej w wodzie, co powoduje rozkład tioglukozydów przy jednoczesnym wzbogacaniu w niezbędne aminokwasy na skutek syntezy białka przez bakterie kwaszące.

Zastosowanie w przetwórstwie żywności (produkty mięsne, pieczywo cukiernicze, sosy) białka mączki sojowej bądź izolatów białka soi ewentualnie rzepaku lub słonecznika obok podwyższenia zawartości białka posiada korzystny wpływ na konsystencję produktu. Hydrofobowe działa-

nie dodanego białka w postaci izolatów lub mączki soi powoduje zatrzymanie wody, co posiada znaczenie w utrzymaniu świeżości pieczywa oraz zmniejszeniu wycieku w przypadku wędlin (Johnson).

Tabela 8

Charakterystyka wartości odżywczej białka niektórych roślin oleistych (mg/g N)

Wyszczególnienie	Mączka sojowa		Promina D IŻŻ	Rzepak		Izolat białka rzepaku IŻŻ	Słonecznik		Jajo FAO
	FAO	IŻŻ		FAO	IŻŻ		FAO	IŻŻ	
Izoelucyna	302	336	259	213	148	259	256	231	415
Leucyna	489	380	483	421	320	489	386	406	550
Lizyna	380	395	264	314	200	403	195	244	400
Suma siarkowych	193	168	223	114	331	282	144	175	342
Suma aromatycznych	550	508	395	455	212	464	370	452	630
Treonina	267	246	238	254	212	261	191	238	311
Tryptofan	—	86	—	—	—	—	—	—	103
Walina	327	328	217	273	197	325	304	311	464
% aminokwasów egzogen- gennych ¹⁾		50			26	36		33	60
Strawność rzeczywista ²⁾		96	96			93			100
NPU ³⁾	61			66		66	58		100
PER ⁴⁾	2,32						2,1		3,8
BV ⁵⁾		75							100

¹⁾ Obliczono w stosunku do azotu ogólnego.

²⁾ Podano wyniki badania strawności rzeczywistej.

³⁾ NPU — net protein utilisation, co odpowiada polskiemu terminowi: współczynnik wykorzystania białka netto. Chemical score, obliczona wartość białka na podstawie składu aminokwasowego metodą Blocka i Mitchella, jako procent aminokwasu ograniczającego w stosunku do białka całego jaja.

⁴⁾ PER — protein efficiency ratio, co odpowiada terminowi polskiemu: współczynnik wydajności wzrostowej mierzonej przyrostem ciężaru szczurów żywionych danym białkiem.

⁵⁾ BV — biological value — wynik bilansu.

Zastosowanie wolnych aminokwasów do wzbogacania żywności i pasz

Poznanie roli niezbędnych aminokwasów w żywieniu człowieka i zwierząt, a także różnic w składzie pełnowartościowych białek pochodzenia zwierzęcego i niekompletnych białek roślinnych było powodem, dla którego podjęto badania, a następnie syntezę mikrobiologiczno-chemiczną wolnych aminokwasów.

Znane jest powszechnie szerokie zastosowanie, jakie w technologii żywności znalazł kwas glutaminowy.

Synteza lizyny jako aminokwasu najczęściej ograniczającego wartość odżywczą białek roślinnych (głównie zbożowych) jest obecnie prowadzona na bardzo dużą skalę — w efekcie czego jest stosunkowo tania. Koszt 1 kg lizyny wynosi obecnie około 2 dolarów. Prowadzi się również intensywne prace nad tanią syntezą (biosyntezą) metioniny, treoniny i waliny jako dalszych aminokwasów w drugim i trzecim stopniu ograniczających wartość odżywczą białek roślinnych. Synteza tych aminokwasów jest jednakże dotychczas droga.

Zastosowanie wolnych aminokwasów do wzbogacania żywności dla człowieka jest sprawą dyskusyjną (Komisja Ekspertów FAO/WHO 1970). Brak dotąd danych z badań na szeroką skalę w żywieniu ludzi, na podstawie, których można ocenić efektywność dodatku wolnych aminokwasów dla podniesienia wykorzystania białka mieszanej diety, jaką na ogół odżywiają się ludzie. Istniejące prace doświadczalne, wykonane na stosunkowo nielicznych grupach ludzi, były bądź zbyt krótkotrwałe, bądź też nie badano wzbogacenia za pomocą aminokwasów syntetycznych całej mieszanej diety człowieka, lecz jedynie pojedyncze produkty, jak chleb, gluten bądź ryż.

W celu podjęcia decyzji czy wolne aminokwasy stanowią potencjalny środek ekonomicznie opłacalny do wzbogacania mieszanego pożywienia głównie roślinnego ludność krajów rozwijających się z inicjatywy Departamentu Żywienia FAO podjęto w roku 1970 trzyletnie badania doświadczalne ludności 9 wybranych wsi w Tunisie, w których prowadzone są obserwacje efektywności wzbogacania pieczywa w lizynę wobec starannie dobranej grupy kontrolnej.

Zgodnie ze stanowiskiem Komisji FAO/WHO 1971 zastosowanie aminokwasów do wzbogacania pojedynczych produktów jako tzw. wzbogacanie rekonstytucyjne, to jest zmierzające do przywrócenia wartości odżywczej produktu przetworzonego przemysłowo w stosunku do wyjściowego surowca (np. białka mąki w stosunku do mąki z pełnego ziarna pszenicy) nie posiada uzasadnienia z chwilą, gdy dieta człowieka składa się z wielu produktów wzajemnie uzupełniających się. Efektywność wzbogacania za pomocą pojedynczych aminokwasów żywności dla człowieka, przy stosunkowo wysokim udziale białka zwierzęcego, jest wątpliwa.

W warunkach Polski nie należy przewidywać na okres najbliższych 15 lat zastosowania wolnych aminokwasów do wzbogacania bezpośrednio żywności dla człowieka. Wolne aminokwasy posiadają jednakże duże znaczenie dla uzupełniania mieszanek treściwych pochodzenia roślinnego dla zwierząt użytkowych.

Sugerowane kierunki rozwoju prac nad zwiększeniem puli białka dla żywienia człowieka

W sferach działalności resortu przemysłu spożywczego, pod adresem którego został przygotowany niniejszy artykuł, należałoby rozpatrzyć dwie zasadnicze drogi:

- 1) uruchomienie niedostatecznie wykorzystanych dla żywienia człowieka istniejących rezerw białka;
- 2) zdobycie nowych, niekonwencjonalnych jego źródeł.

W pierwszym z wymienionych zakresów, zdaniem autora niniejszego artykułu, należałoby zasugerować dla warunków Polski następujące kierunki:

- 1) zwiększenie wykorzystania białka chudego mleka dla żywienia człowieka poprzez proskowanie mleka chudego, zapewniające produkt wysokiej jakości, jako cenny materiał do wzbogacania pieczywa, makaronów i wyrobów całego szeregu artykułów przetwarzanych:

- 2) podwyższenie jakości serów twarogowych z mleka chudego;

- 3) opracowanie nowych typów atrakcyjnych napojów fermentowanych z mleka chudego;

- 4) baczniejsze zwrócenie uwagi na wykorzystanie możliwości wzajemnego uzupełniania się białka zestawów produktów spożywczych w układaniu kompozycji żywności przetwarzanej przemysłowo poprzez:

- zastosowanie białek mlecznych i roślinnych w przetwórstwie mięsnym oraz

- w recepturach konserw, dań mrożonych, w piekarnictwie i przemyśle cukierniczym,

- w gastronomii, a szczególnie w recepturach posiłków tak zwanych regeneracyjnych, w żywieniu zbiorowym, a także za pośrednictwem informacji poprzez środki masowego przekazu, w żywieniu domowym;

- 5) zmniejszenie strat w jakości białka w żywności przetwarzanej poprzez optymalizację procesów technologicznych stosowanych w przetwórstwie żywności.

W zakresie kierunków sugerowanych dla zdobycia nowych, niekonwencjonalnych źródeł białka należy wymienić w pierwszym rzędzie:

- 1) zagospodarowanie białka serwatki poprzez opracowanie technologii wytrącania białka bądź prowadzenie kultur drożdży, bakterii lub pleśni, które łącznie z pozostałym białkiem i solami serwatki mogłyby być cennym źródłem składników odżywczych dla żywienia zwierząt gospodarskich;

2) wykorzystanie białka roślin oleistych — rzepaku, słonecznika ewentualnie soi — poprzez izolację i oczyszczenie bogatych w aminokwasy frakcji białka beztłuszczowej pozostałości tych nasion;

3) udoskonalenie produkcji drożdży przez zastosowanie procesów oczyszczania, dezodoryzacji ewentualnie suszenia rozpyłowego w celu zdobycia produktu o zwiększonych możliwościach zastosowania do żywienia człowieka;

4) podjęcie badań nad poznaniem wartości odżywczej białka istniejących szczepów drożdży w celu wytypowania najkorzystniejszych wariantów dla celów produkcyjnych;

5) podjęcie badań o charakterze genetycznym zmierzających do uzyskania mutantów drożdży o zmniejszonej ilości kwasów nukleinowych, przy jednoczesnym korzystniejszym spektrum aminokwasów.

Należy jednakże mieć na uwadze, że największe możliwości leżą w produkcji żywności konwencjonalnej, przy uwzględnieniu dążenia do podwyższenia ilości dostatecznego białka w przeliczeniu na jednostkę powierzchni upraw rolniczych poprzez:

1) wprowadzenie wysokobiałkowych odmian roślin zbożowych,

2) zwiększenie areału pod uprawę roślin strączkowych — grochu, fasoli, a nawet soi oraz oleistych — rzepaku, słonecznika, które w przeliczeniu na plon białka znacznie przekraczają plony zbóż,

3) podwyższenie wskaźnika zamiany białka paszy na białko mięsa, mleka i jaj w produkcji zwierzęcej,

4) dążenie do zmniejszenia strat w sprzęcie i przechowywaniu płodów rolnych.

LITERATURA

1. Baade F.: Rok 2000 — ku czemu zmierza świat. PWE Warszawa 1962.
2. Berger S. — 1970. Problemy wyżywienia świata. Przem. Spoż. 24 (7—8) 298.
3. Bock H. D., Wunsche J., Hermann M.: Nouere Untersuchungen uber der Nutritiven Protein — vert von biosyntchesisch hergestellten Eiweiss futtermitteln Arch. Tierernähr. — 1968. 18 (5), 417.
4. Bressani R.: The use of yeast human food — w książce „Single celle protein” wyd. Mateles R. I. i Tanenbaum S. R. MIT Press 1968.
5. Buraczewski S., Lubaszewska S., Pastuszewska B., Buraczewska L.: Wartość odżywcza białka drożdży paszowych. Część I. Skład aminokwasowy i wartość biologiczna białka. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria B — Zootechniczna. 1972. Tom 94, Zeszyt 1, 111—121.
6. Calloway D. H. — 1969. Safety of single cell protein. PAG. Document 2 (23) 1.
7. Davidson J. N.: Biochemia kwasów nukleinowych. WPRiL Warszawa 1969.
8. Edosien J. C. — 1969. Yeast for human feeding new data on safety. PAG. Document 2(23)1.
9. FAO/WHO. Materiały Komisji „Protein Advisory Group” FAO/WHO, UNICEF PAG Statemnts. 1969 Nr 1—9 oraz PAG Gouidelines — N₂, 4 i 5.

10. FAO: Nutritional Studies No 24. Amino-Acid Content of Food and Biological Data on Proteins. FAO/UN Rome 1970.
11. FAO. Comité mixte FAO/OMS D'Experts de la nutrition. Huitieme rapport. Geneve, 9—18 November 1970. FAO/OMS, Rome 1971.
12. Fink H., Herold E. — 1956. Über die Eiweißqualität winzellinger Grünalgen und ihrer Leber nehere verhundente Wirkung, Hoppe-Seylers Ztschr., 305 (4—6), 182,
13. Goyco J. A., Asenjo C. F. — 1947. The net protein value of food yeast. J. Nutr. 33, 593.
14. Goyco J. A., Asenjo C. F. — 1949. New protein and growth promoting values of three different types of yeast prepared under indentical condition. J. Nutr. 38, 517.
15. Hrdlicka J., Pokorny J., Rutkowski A., Wójciak M. 1965. Über Rapseschrote 8 Mitt. Aminoseuren. Die Nahrung. Band 9, 1, 77—83.
16. Ilnicka-Olejniczak O., Lipiec M. — 1970. Preparaty drożdży suszonych i możliwości zastosowania ich w przemyśle spożywczym. Przem. Ferm i Roln. 14(5), 11.
17. Janicki J., Stawicki S., Szebiotko K. — 1969. Biosynteza białka i aminokwasów jako podstawowych składników żywności i pasz Przem. Spoż. 23(3)85.
18. Johanson D. W. — 1970. Functional Preperities of Oilseed Proteins. J. Am. Oil Chem. Soc. 10, 402.
19. Krakowska-Lipińska I., Skibińska T. — 1970. Badania nad zastosowaniem suszonych drożdży Candida do dań gotowych dla ludności w Polsce (praca w toku).
20. Korolczuk I., Rutkowski A. — 1971. Extraction of N-Compounds of Rapeseed Meal in Relation to pH. and Temperature. J. Am. Oil Chem. 50c. 80, 8.
21. Kozłowska H., Rutkowski A., Pogorzelska K.: Zastosowanie izolatów białkowych ze śruty rzepakowej przy produkcji kiełbas i pieczywa (Praca nieopublikowana, WSR Olsztyn).
22. Kusiorska K.: Nauka w walce z głodem. WP Warszawa 1966.
23. Lachance P. A.: Single-cell protein in space systems — w książce „Single-cell protein”, wyd. Mateles R. I. i Tanenbaum S. R., MIT Press 1968.
24. Lubczyński E.: Optymalizacja ilości dodawanych drożdży suszonych do mąki z punktu widzenia podwyższania wartości biologicznej białka. Praca magisterska wykonana w Katedrze Technologii i Higieny Żywnienia Człowieka SGGW. Warszawa 1970.
25. Milner M.: Białka nasion oleistych jako pożywienie — problemy i perspektywy, referaty i materiały II Międzynarodowego Kongresu Nauki i Technologii Żywności 22—27.VII.1966, pod red. Pijanowskiego E. WPLiS Warszawa 1966.
26. Miller S. A.: Nutritional Factors in single-cell protein — w książce „Single-cell protein”, wyd. Mateles R. I., Tanenbaum S. R., MIT Press 1968.
27. Muszkatoła B., Kwaśniewska I., Krakowska-Lipińska I., Nadolna I., Rutkowska U.: Badania nad przystosowaniem drożdży suszonych Candida do żywienia ludności w Polsce, a zwłaszcza do podniesienia wartości odżywczej produktów zbożowych. 1970 (praca w przygotowaniu do druku).
28. Okuniewski J. — 1970. Możliwości wzrostu produkcji rolniczej w Polsce do końca XX wieku. Przemysł Spożywczy 7—8, 293.
29. Pijanowski E. — 1969. Rok 2000, wyżywienie, człowiek i jego środowisko. Przem. Spoż. 23(11)465.

30. Pijanowski E.: Synteza żywności metodami niekonwencjonalnymi. Referat wygłoszony w dniu 6.IV.1970 r. w SGGW.
31. Prończuk A. — 1970. Możliwości produkcyjne i wartość odżywcza białka bakterii, drożdży i glonów. *Przem. Spoż.* 24(7—8)324.
32. Prończuk A., Bernacka T., Bartnik J. — 1971. Wpływ białka drożdży na uzupełnienie białka glutenu oraz na poziom białka i kwasów nukleinowych w wątrobie szczurów. *Roczniki Techn. i Chemii Żywienia* 20, 63—75.
33. Referaty i materiały II Międzynarodowego Kongresu Nauki i Technologii Żywności, Warszawa 1966 (Sekcja A. Nowe surowce i produkty białkowe s. 53—106). WPLiS Warszawa 1967.
34. Rice E. E. — 1970. Nutritive value of Oilseed Proteins. *J. Am. Oil. Chem Soc.* 10, 408
35. Rutkowski A. — 1969. Syntetyczna żywność. *Przem. Spoż.* 23(3)92.
36. Rutkowski A. — 1969. Biosynteza produktów białkowych z hodowli na węglowodorach. *Przem. Spoż.* 23(10)421.
37. Scrimshaw N. S., Young W. R., Udo U. U., Edozien J. C.: Effects of high levels of yeast feeding on uric acid metabolism of young men. *Nature* (w druku). Rękopis w posiadaniu autora referatu.
38. Siemaszko E.: Wartość odżywcza niektórych suszonych drożdży i bakterii oceniana na podstawie badań chemicznych i biologicznych. Praca magisterska wykonana w Katedrze Technologii i Higieny Żywienia Człowieka SGGW. Warszawa 1970.
39. *Single Cell Protein*, wydanie Mateles R., Tannenbaum I., MIT Press 1968.
40. Souci-Fachann-Kraut: Die Zusammensetzung der Lebensmittel Band II. Stuttgart 1962.
41. Szkiłładziowa W., Siczakówna J. — 1954. Próba zastosowania drożdży jadalnych do podniesienia wartości odżywczej potraw. *Roczn. PZH*, 5, 369.
42. Szkiłładziowa W., Pliszka B., Kaszubska H., Rakowska M., Kruś S. — 1969. Wartość odżywcza glonów. *Roczn. PZH* 20(2), 202.
43. Szkiłładziowa W., Rakowska M.: Badania nad wartością biologiczną i strawnością białka suszonych drożdży *Candida*. Doniesienie zgłoszone na konferencję zorganizowaną przez NOT i Komitet Technologii i Chemii Żywności PAN, Warszawa, listopad 1971.
44. Szkuta B.: Próby wytwarzania białkowego preparatu sojowego oraz ocena wartości odżywczej białka chleba wzbogacanego typem preparatem i mąką sojową. Praca magisterska wykonana w Katedrze Technologii i Higieny Żywienia Człowieka SGGW, Warszawa 1969.
45. 9-c Symposium International Sur Sources Nouvelles des Proteines dane l'alimentation Humaine Amsterdam 25—29 — November 1968. Wyd. LAAW Cattenbuch 44, Don Hoog 20 II Pays Bas.
46. Tannenbaum S. R., Mateles R. J., Capco G. R.: Processing of bacteria for production of protein concentrate w książce *World Protein Resources*, wyd. Gould R. F., *Advances in Chem. Series 57*. Amer. Chem. Socm. Washington DC, 1966.
47. Tannenbaum S. R., Miller S. A. — 1967. Effect of cell Fragmentation on Nutritive Value of *Bacillus megaterium* Protein. *Nature* 214(17), 1261.
48. Wilding M. D. — 1970. Oilseed Proteins. Present Utilisation Patern. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 10, 398.
49. Ziółkowski Z.: Suszenie drożdży. WPLiS Warszawa 1955.