

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA BIOMASY DROŻDZY WYHODOWANYCH NA POŻYWCĘ WĘGLOWODORÓW ROPY NAFTOWEJ OKREŚLONA NA KURCZĘTACH

*Kazimierz Gawęcki i Hanna Lipińska*

Instytut Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej AR w Poznaniu  
Dyrektor: prof. dr Kazimierz Gawęcki

Nieznajomość wartości odżywczej, proponowanych jako nowe źródło białka dla zwierząt, drożdży z n-parafin ropy naftowej uniemożliwia zbilansowanie mieszanek z ich udziałem i na pewno jest jedną z przyczyn rozbieżności w wynikach testów. Biomasa drożdży wyhodowanych na różnych pożywkach jest pod wielu względami produktem niejednolitym [1, 2, 3], co znacznie ogranicza możliwość korzystania z cudzych oznaczeń przy kalkulacji ich wartości odżywczej. W pierwszym etapie obszernych badań, poświęconych przydatności drożdży parafinowych jako źródła białka dla zwierząt, starano się więc dostarczyć podstaw do tej kalkulacji. Niektóre z rezultatów uzyskanych na kurczętach streszczono poniżej.

### PRZEDMIOT I METODA BADAŃ

Przedmiotem badań były drożdże wyhodowane na pożywkę n-parafin ropy naftowej produkcji radzieckiej, NRD i japońskiej. Jako punkt odniesienia przyjęto powszechnie stosowane w krajowych mieszankach przemysłowych drożdże pastewne melasowe. Badane produkty poddano analizie chemicznej na zawartość podstawowych składników pokarmowych, określono skład aminokwasowy ich białka, jego wartość odżywczą (przy pomocy kilku metod) oraz przeprowadzono pomiar poziomu energii metabolicznej. Podstawową analizę chemiczną wykonano metodami konwencjonalnymi. Zawartość 17 aminokwasów (bez tryptofanu) oznaczono przy pomocy analizera Multichrom firmy Beckman. Jako kryteria wartości pokarmowej białka drożdży przyjęto następujące pomiary: strawność rzeczywistą (TD), wartość biologiczną białka według Thomasa Mitchella (BV), wykorzystanie białka netto (NPU) według Bendersa z modyfikacjami Bendersa-Doella oraz kalkulowane ( $NPU \times TD$ ), zawartość

białka całkowicie dostępnego ( $NPU = BV \times TD \times$  zawartość białka ogólnego w powietrznie suchej masie), NPR według Bendera-Doella oraz EAAI Oser'a. Biologiczne testy, zmierzające do oceny wartości białek wykonane na 14-dniowych kurczętach mieszańcach Cornish  $\times$  White Rock (materiał krajowy lub po importach firmy Lohman) i Leghornach. Z wyjątkiem testów, w których przedmiotem badań były drożdże radzieckie i w których wprowadzono kurki i kogutki (równy udział obu płci w podgrupach), pozostałe doświadczenia wykonano na kogutkach. Testy wykonano w indywidualnych klatkach do badań bilansowych. Standardem była albumina jaja kurzego, uzupełniona DL-metioniną do poziomu 5 g aminokwasu na 16 g N. Mieszanki mające charakter granulowanych diet półocyszczonych (12% białka) podawane były kurczętom do woli. EAAI według Oser'a wyliczono, porównując badane białka ze składem aminokwasowym albuminy jaja kurzego, użytej jako standard w badaniach biologicznych. Tak w testach biologicznych jak i przy wyliczaniu EAAI oceniano wartość białka drożdży nie uzupełnionych i uzupełnionych DL-metioniną.

Energię metaboliczną drożdży określono metodą Hilla-Andersona i dodatkowo przy pomocy metody Sibbalda-Slingera (drożdże radzieckie i NRD). W kalkulacji uwzględniono poprawkę na retencję N. Poziom pa-szy badanej w testach opartych o metodę Hilla-Andersona wynosił 40%, a standardem był zagęstnik fosforanowy. Zgodnie z metodą Sibbalda-Slingera wprowadzono do diet 10, 20 i 40% drożdży radzieckich i z NRD, a średnią wartość uzyskaną metodą równań, opisaną przez autorów [6]. Pomiary wykonano na kurczętach mieszańcach Cornish  $\times$  White Rock — krajowych i pochodzących po importach firmy Lohman — w wieku 4 tygodni rozmieszczonych indywidualnie.

## WYNIKI

Ogólny skład chemiczny badanych drożdży podano w tabeli 1. Zawartość białka ogólnego ( $N \times 6,25$ ) w testowanych produktach różniła się znacznie, nie osiągając w parafinowych drożdżach radzieckich i kontrolnych melasowych poziomu minimalnego (44%), wymaganego dla drożdży parafinowych przez Polskie Normy [5]. Najbogatsze w białko ogólne były parafinowe drożdże produkcji NRD, zbliżone pod tym względem do składu ustabilizowanych już co do jakości drożdży wytwarzanych przez British Petroleum Company [7]. Zawartość popiołu surowego utrzymana była w normie we wszystkich badanych produktach — tylko w drożdżach radzieckich przekroczyła ona nieznacznie dopuszczalną maksymalną ilość 10%.

W składzie aminokwasowym białka badanych produktów (tab. 2) ude-

Tabela 1

Skład chemiczny drożdży (w %)  
Chemical composition of yeast (in %)

Analizowane składniki Nutrients	Drożdże melasowe Molasses yeast	Drożdże parafinowe radzieckie Russian hydrocarbon yeast	Drożdże parafinowe niemieckie German hydrocarbon yeast	Drożdże parafinowe japońskie Japan hydrocarbon yeast
Sucha masa Dry matter	88,04	91,11	92,72	94,79
Białko ogólne Protein	42,38	43,30	63,98	53,45
Ekstrakt eterowy Ether extract	0,79	3,85	3,41	1,10
Związki bezazotowe wyciągowe N-free extract	37,53	33,74	18,11	30,39
Popiół surowy Crude ash	7,34	10,22	7,22	9,85

rza niski poziom aminokwasów siarkowych, co potwierdza wnioski innych autorów w odniesieniu do biomasy drożdży pastewnych różnego pochodzenia [1, 2, 3, 4, 7]. Nieco wyższym poziomem metioniny charakteryzowały się drożdże radzieckie, u których poziom aminokwasu przekroczył proponowane przez Bocka [3] minimum 1,4 g na 16 g N. Szczególnie niską zawartość metioniny stwierdzono w drożdżach z NRD i w kontrolnych melasowych. Zawartość lizyny w drożdżach parafinowych wynosiła od 5,526 (drożdże NRD) do 7,544 g na 16 g N (drożdże japońskie), a najniższy poziom tego aminokwasu stwierdzono w kontrolnych drożdżach melasowych. Różniła się bardzo suma oznaczonych 17 aminokwasów, wynosząca od około 68 (drożdże z NRD) do 97 procent (drożdże japońskie). Wyniki te (tab. 2) wskazywałyby na wysoki poziom związków azotowych niebiałkowych we wszystkich badanych drożdżach, oprócz japońskich. Najbogatsze w te związki byłyby w tym układzie parafinowe drożdże z NRD, wyróżniające się wśród badanych produktów najwyższym poziomem białka ogólnego. Skład aminokwasowy białka drożdży japońskich zbliżony był do składu biomasy produkowanej przez British Petroleum [7].

Strawność rzeczywista białka drożdży parafinowych określona na kurczętach była bardzo wysoka (tab. 3), przy czym drożdże produkcji japońskiej i NRD odznaczały się tutaj wyjątkowo wysokimi współczynnikami. Białko drożdży radzieckich i kontrolnych melasowych trawione było

Tabela 2

Skład aminokwasowy drożdży w g/16 g N

Amino acid composition of yeast g/16 g N

Aminokwasy Amino acid	Drożdże melasowe Molasses yeast	Drożdże par. radzieckie Russian yeast	Drożdże par. z NRD German yeast	Drożdże par. japońskie Japan yeast
Kw. asparaginowy Asparagine	7,880	9,184	7,770	11,088
Treonina Treonine	4,030	6,193	3,977	5,639
Seryna Serine	3,710	5,150	3,741	6,019
Kw. glutaminowy Glutamine	13,630	12,209	10,238	17,319
Prolina Proline	3,030	3,108	2,785	3,846
Glicyna Glycine	3,690	3,905	3,567	4,660
Alanina Alanine	5,360	5,613	4,419	6,217
Cystyna 1/2 Cystine	0,410	0,120	0,024	0,374
Walina Valine	4,140	2,108	4,180	5,307
Metionina Methionine	0,810	1,641	0,999	1,288
Izoleucyna Isoleucine	3,670	4,198	2,978	4,558
Leucyna Leucine	5,540	6,560	5,366	7,684
Tyrozyna Tyrosine	9,170	3,443	4,348	3,713
Fenylalanina Phenylalanine	2,710	3,634	3,434	4,614
Histydyna Histidine	1,360	1,552	1,365	1,952
Lizyna Lysine	5,440	6,287	5,526	7,544
Arginina Arginine	3,380	3,832	3,100	4,926
Suma	77,960	78,737	67,817	96,748

przez kurczęta w zbliżonym stopniu. W przeprowadzonych badaniach nie znalazły więc potwierdzenia wnioski niektórych autorów [1] o niskiej strawności drożdży, związanej prawdopodobnie z budową błony komórkowej i wysokim poziomem kwasów nukleinowych. Podobnie wysoką strawność związków azotowych drożdży, wyhodowanych na węglowodorach ropy naftowej, stwierdził Koči i Petraš [4] oraz Van Weerden i wsp. [7].

Wobec istotnego zróżnicowania wartości uzyskanych dla białka standardowego (w trzech testach poświęconych ocenie drożdży), pomiary wyrażono w liczbach empirycznych i w procencie standardu ( $BV^{st}$ ,  $NPU^{st}$  i  $NPR^{st}$ ). Jednocześnie umieszczono w tabeli 3 wartości uzyskane dla białka standardowego. Wyniki testu NPU (dane z bilansów) zaciemniają niską wartość dla białka standardowego, uzyskana na kurczętach Cornish×White Rock, podnosząca ponad 100  $NPU^{st}$  białek testowanych. Analizując wyniki przedstawione w tabeli 3 stwierdzić można, że białko drożdży ma wysoką, w porównaniu z albuminą jaja kurzego, wartość odżywczą. Podobnie wysokie wartości drożdży parafinowych uzyskali w badaniach na kurczętach Koči i Petraš [4]. W niektórych testach zarysowuje się pewna przewaga białka drożdży parafinowych nad melasowymi. Dodatek DL-metioniny w większości przyjętych kryteriów wyraźnie polepszył wartość pokarmową białka drożdży parafinowych i melasowych. Ujmujący syntetycznie zarówno jakość jak i zawartość białka, wskaźnik NPV Mitchella dzieli badane produkty na dwie grupy. Drożdże radzieckie i kontrolne melasowe mają wartość niższą w porównaniu z drożdżami z NRD i japońskimi, dostarczającymi prawie dwukrotnie tyle pełnowartościowego białka co pozostałe. Zbliża to wartość tych ostatnich do mączek rybnych, których NPV określone na szczurach kształtuje się w granicach 35-40.

Wyliczony w stosunku do składu aminokwasowego albuminy jaja indeks aminokwasów egzogennych Oser'a nieco inaczej — niż badania biologiczne — szereguje testowane białka (tab. 3). Wyraźnie wyższy niż pozostałe wskaźnik EAAI cechuje drożdże japońskie, a białko pozostałych produktów przyjmuje dość zbliżone wartości (najgorsze białko drożdży z NRD). Aminokwasami limitującymi wartość pokarmową białka wszystkich badanych drożdży w stosunku do albuminy jaja są aminokwasy siarkowe. Drugim aminokwasem limitującym białko drożdży japońskich i kontrolnych melasowych jest fenyloalanina, drożdży radzieckich walina, a z NRD — arginina.

Energię metaboliczną 1 g powietrznie suchej masy badanych drożdży przedstawiono w tabeli 4. Niezależnie od przyjętych metod pomiaru najwyższym poziomem energii metabolicznej charakteryzowały się drożdże z NRD, następnie radzieckie melasowe i najniższym — drożdże japońskie.



Wartość pokarmowa białka drożdży  
Nutritive value of yeasts protein

Drożdże Yeast (Kurzęta) (Chickens)	TD	BV	BV <sup>st</sup>	NPU kalkulowane (BV × TD) NPU calculated	NPV (BV × TD × × % białka w drożdżach) empiryczne (BV × TD × × protein content in yeast)		NPU <sup>st</sup>	NPR	NPR <sup>st</sup>	EAAI	Aminokwasy limitujące Limiting ami- no acids		
					NPU	NPU					I	II	
		Standard 69,04											
Melasowe Molasses yeast	83,92	55,77	80,77	46,80	19,83		85,58				65,00 <sup>1</sup>	met. + + cyst.	
Melasowe + DL- CWR <sub>k</sub> <sup>3</sup>						Standard 52,23							
-metionina Molasses yeast	87,98	70,63	102,30	62,14	26,33		112,27				78,00 <sup>2</sup>		
+ DL-methio- nine CWR <sub>k</sub> <sup>3</sup>													
		Standard 70,49											
Melasowe Molasses yeast	87,95	66,89	94,89	58,83	24,93	Standard 65,43	69,87						
Lg <sup>4</sup>						45,72							
Melasowe + DL- -metionina	92,48	81,06	114,99	74,96	31,77		90,84				59,44		



Drożdże Yeast (Kurzęta) (Chickens)	TD	BV	BV <sup>st</sup>	NPU kalkulowane (BV + TD) NPU calculated	NPV (BV × TD × % × białka w drożdżach) (BV × TD × × protein content in yeast)	NPU empiryczne NPU empiric	NPU <sup>st</sup>	NPR	NPR <sup>st</sup>	EAAI	Aminokwasy limitujące Limiting ami- no acids	
											I	II
		Standard 90,07				Standard 85,00						
Parafinowe nie- mieckie German hydro- carbon yeast CWR <sub>k</sub>	90,50	78,75	87,43	71,27	45,60	63,90	75,18	16,77	139,40	63,35 <sup>1</sup>		met. + cys. wal.
Parafinowe nie- mieckie + DL- -metionina German hydro- carbon yeast + DL-methionine CWR <sub>k</sub>	95,69	86,80	96,37	83,06	53,14	70,77	83,26	21,57	179,30	72,20 <sup>2</sup>		
		Standard 88,79				Standard 84,95						
Parafinowe ja- pońskie Japan hydro- carbon yeast CWR <sub>k</sub>	99,10	76,98	85,61	76,29	40,78	77,07	90,64	10,89		76,75		



Parafinowe ja- pońskie + DL- -methionina	97,40	80,36	90,14	78,27	41,83	76,51	89,47	11,67	84,40	84,85 <sup>1</sup>	met. + cyst. fenyl
Japan hydro- carbon yeast + DL-methionine CWR <sub>k</sub>						Standard 86,46					
Parafinowe ja- pońskie	95,07	81,12	102,08	77,12	41,22	70,53	81,57	11,11	72,00	95,20 <sup>2</sup>	
Japan hydro- carbon yeast CWR <sub>imp.</sub>											
Parafinowe ja- pońskie + DL- -methionina	99,71	88,69	110,91	88,43	47,26	83,65	96,47	13,35	85,10		
Japan hydro- carbon yeast + DL-methionine CWR <sub>imp.</sub>											

<sup>1</sup> Bez DL-metioniny — Without DL-methionine.

<sup>2</sup> Uzupełnienie DL-metionina — With DL-methionine.

<sup>3</sup> Cornish x White Rock — krajowe.

<sup>4</sup> Leghorny.

<sup>5</sup> Cornish x White Rock — importy.

Tabela 4

Energia metaboliczna drożdży  
Metabolizable energy of yeast

Drożdże Yeast	Kurczęta Chickens C. × Wh.R.	Metoda Method	EM kcal/l g pow. suchej masy EM kcal/lkg air dry matter	Wartości średnie Mean values
Melasowe Molasses yeast	krajowe po importach	Hilla-Andersona Hilla-Andersona	2,9531 2,5421	2,7476
Parafinowe radzieckie Russian hydrocarbon yeast	krajowe po importach krajowe	Hilla-Andersona Hilla-Andersona Sibbalda-Slin- gera	2,7012 2,7373 3,1372	2,8585
Parafinowe niemieckie German hydrocarbon yeast	krajowe po importach krajowe	Hilla-Andersona Hilla-Andersona Sibalda-Slin- gera	3,4928 3,0089 3,0793	3,1936
Parafinowe japońskie Japan hydrocarbon yeast	krajowe po importach	Hilla-Andersona Hilla-Andersona	2,6143 2,4292	2,5217

Krajowy materiał kurczący lepiej wykorzystywał energię pasz badanych. Uzyskane wartości kształtują się powyżej średnich danych tablicowych, które dla drożdży pastewnych różnego pochodzenia wahają się od 2,020 do 3,202 kcal w 1 g powietrznie suchej masy. Koči i Petraš [4] uzyskali dla drożdży wyhodowanych na węglowodorach ropy naftowej i podawanych kurczętom poziom energii metabolicznej równy 2,304 i 2,994 kcal, a dla melasowych — 2,708 kcal w 1 g. W doświadczeniach Van Weerdena [7] energia metaboliczna drożdży parafinowych (British Petroleum Company) wynosiła od 2,425 do 2,658 kcal w 1 kg paszy, co odpowiada uzyskanym w obecnym doświadczeniu wartościom dla drożdży japońskich. Ogólnie biorąc, poziom energii metabolicznej w drożdżach parafinowych zbliża się lub niewiele ustępuje dobrem mączkom rybnym, a napewno wyższy jest niż w śrucie sojowej.

#### WNIOSKI

1. Poziom białka ogólnego w drożdżach wyhodowanych na pożywkach węglowodorów ropy naftowej może się wahać w szerokich granicach, co wymaga sprawdzenia analitycznego w odniesieniu do każdej partii tej paszy i ustalenia odpowiednich, zagwarantowanych norm.

2. Strawność rzeczywista i wartość pokarmowa białka drożdży parafinowych są wysokie i nie mogą stanowić czynnika ograniczającego

wprowadzenie tej paszy do mieszanek dla kurcząt. Uzupełnienie białka drożdży DL-metioniną istotnie podnosi jego wartość pokarmową.

3. Energia metaboliczna drożdży parafinowych może się wahać w dość znacznych granicach (w przeprowadzonych testach wahała się od około 2,5 do 3,2 kcal w 1 g powietrznie suchej masy). Uzyskane średnie wartości wskazują, że poziomem energii drożdże parafinowe zbliżone są lub niewiele ustępują dobrem mączkom rybnym, a przewyższają śrutę sojową. Zastąpienie tych pasz w mieszankach dla kurcząt drożdżami parafinowymi — z punktu widzenia wyrównania poziomu energii metabolicznej — nie powinno nastęrczać trudności.

#### LITERATURA

1. Buraczewski S., Lubaszewska S., Pastuszewska B., Buraczewska L.: Roczn. Nauk rol. t. B-94-1, 1972 s. 111-121.
2. Bock H. D., Nehring K., Wünsche J., Herrmann U., Hoffmann B.: Sitz. Ber. Dt. Akad. d. Landw. Wiss Berlin t. 16 1967 s. 121.
3. Bock H. D., Wünsche J., Herrmann U., Hoffmann B.: Arch. Tierern t. 18 1968 s. 417.
4. Koči S. i Petraš G.: Polnohospodarstvo t. XVI 1970 s. 145.
5. Pasze sypkie. Zbiór Norm. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa 1968.
6. Sibbald J. R. i Slinger J.: Poultry Sci. t. 41 1962 s. 1282.
7. van Weerden E. J., Shacklady C. A., van der Waldroup P. W.: Br Poultry Sci. t. 11, 1970 s. 189.

*К. Гавенцки, Г. Липиньска*

#### ПИТАТЕЛЬНОСТЬ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ, ВЫРАЩЕННЫХ В ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ УГЛЕВОДОРОДОВ, НЕФТИ, ОПРЕДЕЛЕННАЯ НА ЦЫПЛЯТАХ

##### Резюме

Определено химический состав, питательность белка разными методами и метаболическую энергию дрожжей, выращенных на почве углеводородов нефти советского производства, ГДР и японского (контрольными были дрожжи из мелассы). Биологические исследования проведено на юных цыплятах.

Установлено большие различия в химическом составе дрожжей. Богатейшие в белок были дрожжи из ГДР (около 63%), а беднейшие советские и из мелассы (около 43%). Действительная удобоваримость и питательность белка дрожжей были высокие, а аминокислотами лимитирующими во всех веществах были серные. Метаболическая энергия 1 г воздушно сухой массы дрожжей колебалась от около 2,5 до 3,2 ккал, при чем наивысшие ценности принимали дрожжи из ГДР.

*K. Gawecki, H. Lipińska*

NUTRITIVE VALUE OF YEAST GROWN ON GAS OIL HYDROCARBON  
IN FEEDING CHICKENS

Summary

Yeasts grown on substratum of oil hydrocarbon, of Russian, GDR and Japanese production were investigated and compared with molasses yeast as control. Metabolizable energy, chemical composition and nutritive value of protein in them were determined. Biological tests were carried out on young chickens of Leghorn and Cornish × White Rock breeds.

There were great differences in chemical composition of the tested yeasts. GDR yeast was the richest in protein (about 63%), while Russian and molasses yeasts were the poorest (about 43%). The true digestibility and nutritive value of yeast protein were high. The limiting amino acids in all products were sulphuric amino acids. Metabolizable energy in 1 g air dry matter ranged from about 2.5 to 3.2 kcal, the highest value being that in yeast of GDR production.