酵母蛋白質の栄養価

神 立 誠・松 井 永 一

(東大農学部農芸化学科)

On the nutritive value of yeast protein

MAKOTO KANDATSU and EIICHI MATSUI

(Dep. Agric. Chem., Fac. Agric., The Univ. of Tokyo.)

序

ビール酵母、酒精酵母及び木糖酵母等の栄養価に就ては従来多くの実験がなされており、その価値の高いことは一般に認められている。一方パルプ工場の副産物である所謂亜硫酸パルプ廃液は木材の成分の3分の1に相当する量を含み廃液として河川に流去されている。この亜硫酸パルプ廃液に就ては従来代用鞣皮剤、乳酸及び酒精等の製造研究が行はれていたが最近では糖分を利用して酵母の製造が企てられ、その栄養価も検討されている。吾国でも亜硫酸パルプ廃液より酵母製造が工業化せられ飼料として利用されようとしている。

著者等は亜硫酸パルプ廃液より製造された酵母蛋白質に就てその栄養価を白鼠を用いて検討したのでその結果を次に報告する。

実験及考察

(a) 一般成分

酵母(*Mycotorula Japonica*)は東洋紡績犬山工場で三輪により亜硫酸パルプ廃液より製造された乾燥酵母で外觀は少しく黒味をおびた暗黄色粉末で特有の酵母臭以外に異臭は感じられなかった。一般組成は第2表の如くである。比較のために用いたビール酵母は日本ビール黒工場より分与された泥状物を水洗、吸濾後、45~50°Cにて乾燥したもの、パン酵母は市販品を同様に乾燥したものである。

第1表 酵母の組成(水分以外乾物中%)

成 分	亜硫酸パ ルプ廃液酵母	ビール酵母	パン酵母
水 分	10.46	6.92	8.50
粗 蛋 白 質	43.81	59.17	59.20
純 蛋 白 質	39.63	49.96	50.09
粗 脂 肪	3.27	0.56	1.72
粗 纖 維	3.16	4.92	7.53
可溶性無窒素物	42.75	27.96	23.50
粗 灰 分	7.01	7.39	8.05

考 察

第1表によると亜硫酸パルプ廃液酵母は他の二つに比較すると粗蛋白質、純蛋白質共に約10%含量が低く、粗

脂肪含量は少し高く、可溶性無窒素物も可成高い。粗纖維はビール酵母とは大差ないが、パン酵母の約半量であり、他の分析値¹⁾と比較すると非常に高い。この一般成分の差異は製造上及び栄養価を検討する上にも考慮を要する点であろう。

(b) 窒素分布

供試酵母約10gをとり各溶剤10倍量を加えて振盪下に1時間抽出し、遠心沈澱して上澄をとり、沈澱は前と同様に処理して抽出を計3回反復し、上澄は合して一度濾過して溶剤を加えて定容とし、Kjeldahl法によって窒素を定量した。抽出は順次に行い、水溶性区分に就ては抽出全窒素より非蛋白態窒素を差引いて蛋白態窒素とし、他の区分に就ては全窒素をそのまま蛋白窒素と見做して算出した。

得た結果を第2表にあげる。(結果は二連の平均値である。)

第2表 酵母の窒素分布

含有率 窒素区分	乾物に対する%		窒素に対する%	
	全窒素	蛋白態窒素	全窒素	蛋白態窒素
全 窒 素	7.01	6.34	100.00	100.00
水 溶 性	2.16	1.49	30.75	23.43
10% NaCl 可 溶 性	0.59	0.59	8.42	9.32
0.3% NaOH 可 溶 性	2.16	2.16	30.81	34.07
冷0.3% NaOH 60%アルコール	0.29	0.29	4.07	4.50
熱0.3% NaOH 60%アルコール	1.51	1.51	21.47	23.74
全 可 溶 性	6.71	6.04	95.52	95.06
不 溶 性	0.28	0.28	3.99	4.41
合 計	6.99	6.32	99.51	99.47

考 察

供試酵母の全窒素中約95%が可溶性であって、そのうち水及稀アルカリ可溶性のものが約30%をしめ、次いで稀アルカリ含有熱アルコール可溶性のもの20%で次いで10% NaCl可溶性が約8%で、他は僅かである。水及稀アルカリ可溶性窒素の多いことは蛋白質の消化率も高いことが予想される。

2) 動物試験 a) 生長試験： 供試動物には生後約1カ月、体重40g内外の白鼠を用い、2週間予備飼育後、体重の点より対照区に幾分少ないものを組合せて各2〜3頭、早1〜2頭を1区として1950年12月下旬より100日間自由摂食として、常法の通り監理し、生長試験を行った。飼料の配合は第3表の通りで、蛋白質含量が夫々10、15%になるようにした。カゼイン、澱粉は市販品をそのまま、バターは水洗して用いた。無機塩には McCollum 塩混合物 No. 185、水溶性ビタミンとしては乾燥パン酵母に約3倍量の50%アルコールを加え逆流冷却器をつけて60〜70°Cに3時間抽出し、更にこの操作をもう一回反復して得た液を合せて減圧濃縮してアルコールを駆逐濃縮した液を着色環に入れて氷室中に貯え、1日1頭当酵母1g相当量を与えた。

配合した飼料の組成を第4表に示す。但し酵母エキスを除いてある。

第1図

第2図

第3表 飼料の配合割合(%)

	I 区	II 区	III 区	IV 区
	カゼイン 10%	パルプ廃液 酵母 10%	カゼイン 15%	パルプ廃液 酵母 15%
澱粉	79.0	64.5	73.5	51.8
カゼイン	11.0	—	16.5	—
酵母	—	25.5	—	38.2
無機塩	5.0	5.0	5.0	5.0
水洗バター	5.0	5.0	5.0	5.0
ビタミン抽出液	1cc.	—	1cc.	—

第4表 飼料の組成(%)

区分	I 区 カゼイン 10%区	II 区 酵母蛋白 10%区	III 区 カゼイン 15%区	IV 区 酵母蛋白 15%区
水分	15.38	14.38	15.02	13.50
粗蛋白質	10.17	10.88	14.65	15.69
粗脂肪	4.35	5.00	4.42	5.37
粗繊維	0.16	0.85	0.15	1.18
可溶無窒物	64.33	61.92	60.09	56.51
粗灰分	5.51	6.67	5.67	7.75

その結果は第1〜4図、第5、6表の如くである。

酵母蛋白の栄養価

第 3 図

酵 母 蛋 白 10% 区

第 4 図

酵 母 蛋 白 15% 区

第5表 白鼠体重表

区分	性別 番号	体 重 (g)			備 考
		開始時	終了時	増 量	
I	♂9	56.0	198.0	142.0	
	♂10	54.5	201.0	146.5	
	♀V	73.5	183.5	110.0	
平均				132.8	
II	♂8	63.0	186.5	123.5	
	♂3	82.5	184.0	101.5	
	♀VI	107.0	150.0	43.0	肝臓に寄生虫
	♀II	63.0	111.0	48.0	〃
平均				112.5	
III	♂6	67.0	219.5	152.5	
	♂11	50.5	228.0	177.5	
	♀III	77.5	176.0	98.5	
平均				142.8	
IV	♂4	86.5	234.5	148.0	
	♂5	83.5	200.0	116.5	
	♂7	75.5	214.5	139.0	
	♀I	96.0	158.5	62.5	肝臓に寄生虫
平均				134.5	

(増加体重平均には肝臓に寄生虫の認められたものは除外した。)

飼育中の動物の状態に就てはカゼイン10%及15%区では特に異状は認められなかった。

酵母蛋白10%及15%区では夫々のカゼイン区に比較すると少しく軟便の傾向が認められたが、特に外観上異状は認められなかった。摂食量はⅢ及Ⅳ区では1日当夫々15~20g, 17~24gであり、糞の排泄量も従って多かった。動物は実験終了後解剖した結果(Ⅲ)区♀Ⅱ, Ⅲ, (Ⅳ)区♀Ⅰの肝臓に寄生虫が多く見出された。

b) 消化試験： 生長試験終了後の動物をそのまま用いて常法により各飼料について消化試験を行った。予備試験3日間、本試験7日間として、markerには糞の色を考慮してカーミンを(Ⅰ),(Ⅱ)区には0.1%, (Ⅲ)(Ⅳ)区には0.5%の割合に使用し、糞は毎日16時頃採取した。得た結果を第8表に抄記する。

考 察

酵母の栄養価に就ては多くの研究があり、その優秀性が認められている。(1-3)酵母の含む各種の栄養素のうちで、実用上特に注目されるものは蛋白質とビタミンB群であって、蛋白質に就てはそのアミノ酸組成は牛乳カゼ

第6表 蛋白質消化試験

区分	性別 番号	飼料食 下量 (g)	摂取蛋 白質量 (g)	新鮮糞 量 (g)	風乾糞 量 (g)	風乾糞 中蛋 白質含 量 (g)	蛋白質 消化率 (%)
I	♀ I	107.07	9.73	8.60	5.00	40.24	79.3
	♂ 10	108.74	9.88	6.25	5.00	32.94	83.3
平均							81.3
III	♀ II	110.48	10.76	29.90	11.50	35.27	62.3
	♂ 3	120.81	11.77	36.90	17.00	29.94	56.8
平均							59.6
IV	♂ 4	149.68	21.79	42.05	21.50	37.24	73.1
	♂ 5	119.66	17.42	38.35	21.00	36.01	68.7
平均							70.9

インによく似ているが、チロシン、ロイシン及メチオニンが少い。(11-12) その栄養価は可成すぐれたものであることに就ても数多くの実験(4-10)があり、生物価66, 52, 70, (12-14)という報告があり、メチオニン含量の少い事が制限因子となっていて、之を補えばカゼインと同様の価値があるといわれている。(15-17) 又酵母は肝臓障害をおこすと唱えるものもあり、またこの事実を認めないものもある。(18-20) これらの諸結果と著者らの得たものとを比較すると飼料中の蛋白質含量が10%及15%の場合何れもカゼインに比較すると生長が劣り、特にカゼイン15%区の場合異常と思はれる♀IIIを除いた増体重平均は165.0gとなり酵母蛋白15%区の134.5gに比較するとその差が著しい。即ち酵母蛋白質はそれだけではカゼインに比較すると可成栄養価の低いもので、前述の研究者らの結果と一致している。この原因に就てはR.J.Block, (11)(12) A.A.Klose(15) らはメチオニンの不足であると認めているが、動物試験後約2年半共栓壺中に保存した試料中のメチオニン含量は粗蛋白質中1.23% (A.A.albanese(21) 法による*) であって、R.J.Block(11) らの値中最低値よりも低かった。時日を長く経過しているため、破壊されたおそれはあるが、メチオニン含量は高くないものと推定され、粗母蛋白質はメチオニンに不足し、これが栄養価の低い一つの原因と認められる。

酵母の粗蛋白質の消化率は60~70%で蛋白質としては余り消化は良くない。

要 約

亜硫酸パルプ廃液を用いて製造した酵母の蛋白質の栄養価に就いて研究して次の結果を得た。

(1) 酵母の全窒素の約95%は可溶性で、そのうち水溶性及稀アルカリ可溶性のものは夫々30%をしめ、次いで稀アルカリ含有熱アルコール可溶性のものが20%であっ

た。

(2) 蛋白質給源として酵母のみを蛋白質として飼料の10及15%を含む飼料を配合し、対照としてカゼインを用い、白鼠の成長試験を100日間行った結果、蛋白質含量10%及15%共に酵母はカゼインに劣り、特に15%区では差が大きかった。その原因の一つはメチオニン不足と推定した。

(3) 蛋白質の白鼠による消化率は60~70%で良好でなかった。

本研究の費用の一部は文部省科学試験研究費によるものである。又要旨は昭和26年5月日本畜産学会春季大会にて発表した。(1954, 8, 30. 受付)

引用文献

- (1) KELLNER O. (1924) : Die Ernähr. d. Landw. Nutztiere, 397, 637.
- (2) 鈴木幸三・波多野正 (1928) : 本誌, 3, 50.
- (3) 岩田久敬 (1937) : 飼料学, 307.
- (4) BICKEL A. (1942) : C. A., 37, 4442.
- (5) 角田英二・森本宏 (1943) : 畜産試験場報告, 47.
- (6) Fink H., Hock H., (1947) : C.A., 42, 3470.
- (7) DIEMAIR W., Curtze A., (1948) : C. A., 43, 1817.
- (8) 亀高正夫 (1950) : 本誌, 21, 171.
- (9) HARRIS E. E., HAJNY G. J., JOHNSON M. C., (1953) : Ind. Eng. Chem., 43, 1593.
- (10) 小原哲二郎, 野崎能孝 (1954) : 栄養と食糧, 7, 19.
- (11) BLOCK R. J., (1945) : Advances in protein chem., 2, 129.
- (12) BLOCK R. J., MITCHELL H. H., (1946-7) : Nutrition Abstracts & Revs., 16, 272.
- (13) BÜRGER M., NÄCKER J., (1949) : C. A., 44, 7398.
- (14) CRENCER H., LANG K., (1950) : Biochem. Z., 320, 284.
- (15) KLOSE A. A., FEVOLD., (1944) : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 56, 98, C.A., 41, 6609.
- (16) DIRR K., Ruppert A., (1949) : Biochem. Z., 319, 515.
- (17) LINDAU O., WORK E., (1951) : Biochem. J., 48, 337.
- (18) GRJÖRGY P., ROSE C.S., et. al., (1950) : J. Nutrition, 41, 265.
- (19) HOCK A., (1951) : Biochem. Z., 321, 302.
- (20) CREMER H., (1951) : Ibid., 321, 292.
- (21) ALBANESE A.A., FRANKSTON J.B., et al., (1944) : J. Biol. Chem., 156, 293.
- (22) SARE B., HOUSE F., (1949) : Arch. Biochem., 20, 55.

* 分析は内藤博氏の好意による。

Résumé

Studying on the nutritive value of protein of dry yeast (*Mycotorula japonica*) cultivated in sulfite waste liquor of wood, we obtained following results.

(1) About 95% of total nitrogen in the yeast was extractive and its amount in each solvent was determined to give the following value (% of total nitrogen) respectively : Water 30, dilute alkali 30, dilute alcoholic alkali 20.

(2) As the sole source of protein in the diets, which contained 10 and 15% protein respectively,

dried yeast was administrated to young albino rats for 100 days. When their growth was compared with the growth produced by the control diet which contained the same amount of milk casein, yeast protein showed to have lower nutritive value than milk casein in both cases, especially the difference was revealed highly in the 15% protein diet.

(3) The apparent digestibility of crude protein of yeast was within the range of 60-70% and not so great.