

農産廢資源의 利用에 關한 研究

(第 9 報) 纖維素單細胞蛋白質의 아미노산
組成 및 그의 영향학적 가치

金炳弘·裴武

韓國科學技術研究所 應用微生物研究室

Studies on Microbial Utilization of Agricultural Wastes

(Part IX) Analysis of Cellulosic Single Cell Protein and
Their Amino Acid Patterns

B. H. Kim · M. Bae

Applied Microbiology Laboratory, Korea Institute of Science &
Technology, Seoul, Korea

(Received November 14, 1977)

ABSTRACT

Cellulosic single cell proteins produced from rice straw by three strains of cellulolytic bacteria were analysed for their composition and for their amino acid patterns. It was showed that they contains 52.2 ~70.3% of crude protein, 11.6~13.9% of crude fat and 11.5~18.1% of ash. The sulphur containing amino acids and threonine were analysed to be the limiting amino acid in the cellulosic SCP. The protein scores were calculated as 80.0 for *Cellulomonas flavigena* KIST 321, 78.00 for *Cellulomonas fimi* and 61.8 for *Cellulomonas aurogena* KIST 11. The nutritional value of the cellulosic SCP is discussed from the results.

서 론

식량 및 사료자원으로 사용될 單細胞蛋白質은 그
의 蛋白質 함량 및 蛋白質의 아미노산 조성으로
그 질이 결정된다. 본 연구에서는 전보⁽¹⁾에서 분
리, 동정한 섬유소분해세균을 NaOH로 처리한 볏
짚에 배양하여⁽²⁾ 생산된 섬유소단세포단백질의 蛋
白質 및 아미노산 조성을 분석하여 이들의 영양학
적인 면을 살펴보았다.

실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

토양에서 분리 동정한 섬유소자화세균⁽¹⁾ 세 균주
를 N NaOH로 처리한 볏짚을 함유한 배지에서 배
양하여⁽²⁾ 미자화 기질을 제거한 후 균체를 약 80°C
에서 감압건조하여 시료로 하였다.

2. 균체분석

조단백질은 Herbert⁽³⁾등이 기술한 Kjeldahl 법으

로 질소량을 측정하고 6.25배 하여 粗蛋白質量으로 하였다.

粗脂肪은 執行등의(4-5) 방법으로 균체 중의 조지방량을 측정하였다.

灰分 및 水分은 重量法으로 測定하였다(6).

아미노산은 Kohler등의(7) 方法으로 菌體를 산분해시킨 후 Beckman Amino Acid Autoanalyzer Model 116으로 정량분석하였다(8). 산분해 중 파괴되어 분석이 불가능한 아미노산중 tryptophan은 Spies등의(9-10) 方法으로 별도로 분석하였다.

실험 결과 및 고찰

1. 균체 분석

볏짚을 기질로 생산한 균체를 분석하여 표 1의 결과를 얻었다. 표 1에서 보는 바와 같이 조단백

Table 1. Chemical Composition of Cellulosic Single-Cell Protein Produced from Rice Straw.

	<i>Cellulomonas fimi</i> KIST 124	<i>C. aurogena</i> nov. species KIST 11	<i>C. flavigena</i> KIST 321
Crude protein	70.27	52.21	58.93
Crude fat	11.59	13.85	13.04
Ash	11.47	16.32	18.06

질함량이 52.2~70.3%로 미자화 기질을 쉽게 균체로부터 분리할 수 있는 세균을 사용한 다른 연구에서와 비슷한 수치이며, 조지방의 함량이 11.6~13.9%이었다. 한편 배양 중 小菌球(pellet)를 형성하는 사상균 혹은 방선균을 사용한 연구들에서는 미자화 기질을 균체로부터 분리가 어려워 최종산물의 단백질 함량이 훨씬 낮다. 즉 사상균의 경우 *Myrothecium*(12) 6.6%, *Sporotrichum*(13) 4.3%, *Trichoderma*(14) 21~26%, *Chaetomium*(15) 40% 등이며 방선균은 *Thermomonospora* 30%, *Thermoactinomyces*(17) 40%이다. 최종산물의 단백질 함량이 낮으면 사료 혹은 식량 자원으로 그 가치가 낮으므로 섬유소단세포단백질 생산균을 선정할 때 균의 증식속도, 배양조건, 균체의 특성 등과 함께 중요한 지표가 될 것이다.

2. Amino 酸 分析

볏짚을 基質로 배양한 균체 중의 아미노酸을 分析하여 FAO 표준단백질(18) 및 몇종의 재래 식품과 문헌에 나타난 섬유소단세포단백질의 그것과 비교하였다(표 2). 1973년 개정된 표준단백질에서 含硫黃 amino酸의 總量으로 나와 있으나 실험에서 cysteine 및 cystine을 분석하지 않아 1965년도 발표된 표준단백질과 methionzne을 비교하였다. *Cellulomonas flavigena* KIST 321은 표준단백질보다 threonine만이 적어 그 단백질가 80.00이었으며 나머지는 둘 혹은 세 가지의 아미노 酸이 표준단백질

Table 2. Essential Amino Acid Patterns of Cellulosic SCP Compared with Those of Other Protein Sources. (gr of Amino Acid in 100 gr of Protein)

Amino acid	FAO Reference(18) Protein		Milk(20) cow	Wheat(20) flour	Soya-bean(20) meal	<i>Cellulomonas</i> (11) <i>Alcaligenes</i>	<i>Thermomonospora</i> (16)	<i>Thermoactinomyces</i> (19)	<i>Cellulomonas fimi</i> KIST 124	<i>C. aurogena</i> nov. sp. KI ST 11	<i>C. flavigena</i> KIST 321
	1965	1973									
Isoleucine	4.2	4.0	5.1	4.2	4.9	4.74	3.36	10.39	4.98	4.12	4.33
Leucine	4.8	7.0	9.4	7.0	7.6	11.20	6.04	9.20	10.53	10.67	10.32
Lycine	4.2	5.5	7.7	1.9	6.2	6.84	4.83	6.30	5.33	8.40	5.51
Methionine	2.2					1.86			1.66	1.36	2.50
Total sulphur											
Amino acid	—	3.5	3.2	3.4	2.9		1.98	4.54			
Threonine	2.8	4.0	4.3	2.7	4.2	5.37	3.75	3.67	3.12	3.15	3.20
Tryptophan	1.4	1.0	1.5	0.3	1.3	—	—	5.58	1.15	1.28	1.07
Tyrosine	2.8										
Phenylalanine	2.8	6.0	10.1	5.5	8.4	7.03	3.86	12.29	6.87	7.32	6.97
Valine	4.2	5.0	6.6	4.1	5.0	10.71	13.60	4.09	9.01	8.15	7.00
Protein score		100	91.43	30.0	82.86	75.45	56.57	81.80	78.00	61.82	80.00

에서 보다 적어 그들의 단백질가가 *Cellulomonas flavigena*보다 낮아 61.82, 78.00이었다. Kohler 등⁽⁷⁾에 의하면 酸分解 中 threonine이 일부 파괴된다고 하므로 *Cellulomonas flavigena* KIST 321에서 limiting amino acid인 threonine의 양이 표에 나타난 것보다 많을 것으로 생각된다. 또한 이 균주는 식물성 단백질에서 가장 결핍되기 쉬운 lysine 및 methionine을 표준단백질보다 많이 함유하고 있어 곡류 등과 혼합하여 좋은 배합사료를 얻을 수 있을 것이다.

요 약

벼짚을 基質로 생산한 三種의 單細胞蛋白質의 成分 및 아미노酸의 組成을 分析하였다. 이들의 組成을 조단백질 52.2~70.3%, 조지방 11.6~13.9%, 회분 11.5~18.1%이었으며, 蛋白質은 80.0, 61.8, 78.0이었다. 이 결과를 바탕으로 이들의 蛋白質源으로서의 가치를 검토하였다.

참고 문헌

- 1) 裴 武, 金炳弘: 産業微生物學會誌, 2, 1 (1974).
- 2) 裴 武, 金炳弘: 産業微生物學會誌, 2, 79 (1974).
- 3) Herbert, D., P. J. Phipps & R. E. Strange: *Methods in Microbiol.*, Vol. 5B, 209 (1971).
- 4) 執行文昭, 大塚茂夫, 池内昌三, 相田雅彦: 日農化, 44, 380 (1970).
- 5) 執行文昭, 竹内昌昭: 日農化, 46, 27 (1972).
- 6) Association of Official Agricultural Chemists: *Official Methods of Analysis of A. O. A. C.* 10th ed., Washington (1965)
- 7) Kohler, G. O. & R. Polter: *Cereal Chem.*, 44, 512 (1967).
- 8) Spackman, D. H., W. H. Stain & S. Moore: *Anal. Chem.*, 30, 1190 (1958).
- 9) Spies, J. H. & D. C. Chambers: *Anal. Chem.*, 20, 30 (1940).
- 10) Spies, J. H. & D. C. Chambers: *Anal. Chem.*, 21, 1249 (1949).
- 11) Callihan, C. D. & C. E. Danlap: *U. S. National Technical Information Service*, PB No. 203, 620 (1971).
- 12) Updegraff, D. M.: *Biotechnol. Bioeng.*, 13, 77 (1971).
- 13) EK, M. & K. E. Eriksson: *Appl. Polym. Sci. Symp.*, 28(1), 244 (1975).
- 14) Peitersen, N.: In "*Symposium on Enzymatic Hydrolysis of Cellulose*", Bailey, M., Enari, & M. Linko eds, 407, Helsinki, (1975).
- 15) Moo-Young, M., D. S. Chahal, J. E. Swan & C. W. Robinson: *Biotechnol. Bioeng.*, 19, 527 (1977).
- 16) Crawford, D. L., E. McCoy, J. M. Harkin & P. Jones: *Biotechnol. Bioeng.*, 15, 833 (1973).
- 17) Nolan, E. J. & J. R. Forro: In "*Abstract of 5th International Fermentation Symposium*", 432 (1976).
- 18) FAO/UN: *Report of Joint FAO/WHO Expert Group on Protein Requirements FAO Nutrition Meetings Report Series.*, No. 37 (1973).
- 19) Bellamy, W. D.: In "*Single-Cell Protein II.*" Tannenbaum, S. R., & D. I. C. Wang Eds, 263, Cambridge, Massachusetts (1975).
- 20) Waslien, C. I.: *C. R. C. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 6, 471 (1975).