

微生物의 食用化에 對하여

韓國科學技術研究所
食糧資料研究室長

權 泰 完

오늘날 微生物의 食用化가 자주 論議되고 있거니와 이에 대한 研究 또한 全世界의 活發히 進行되고 있는 터이다. 人類는 自古로 不知不識間에, 또는 意識의 으로 微生物 乃至는 그 構成分을 食用하여 온 것인데, 이제 새삼스러이 그 食用化가 問題되고 있는 것은 다름 아닌 世界食糧問題와 直結되는 것이다. 이제부터는 每年 世界人口가 倍加를 되풀이하여 增加하게 된다고 하니 從來의 農産方式에 依한 食糧生産에는 그 限度가 있는 것이고 이 엄청나게 불어나는 人口의 食糧을 어떻게 充分히 確保할 것인지? 果然 人類가 當面한 가장 深刻한 問題가 아닐 수 없다. 여기에 微生物의 大量生産을 통한 不足食糧의 確保가 한가지 方策으로서 脚光을 받고 登場하게 되는 것이다.

微生物中에는 二酸化炭素와 물만 있으면 光線照射下에서 光合成을 할 수 있는 藻類와 plankton이 있는가 하면, 無機物과 農産副産物이거나 적어도 直接食用되지 못하는 低質의 有機炭素源을 基質로 하여 大端히 빨리 繁殖할 수 있는 곰팡이와 酵母, 그리고 細菌이 있다. 이들 後者에 屬하고 있는 微生物들은, 在來의 農産方式에는 必然의 隨伴되는 時間的 및 空間的 制約을 容易하게 克服할 수 있기 때문에, 年中無休, 多尸表面과 最高條件下에서 晝夜로 大量培養이 可能한 것이다. 나아가서 이들 微生物體에는 蛋白質을 비롯하여 비타민과 같은 貴重한 營養素가 濃縮되어 있다는 附加的인 長點마저 있어서, 닥쳐올 飢餓를 念慮하고 있는 人類에게 새로운 希望을 던져주고 있는 것이다. 더욱이 最近에 와서는 炭水化合物以外에도 石油炭化水素가 이들 微生物培養에 있어서의 有機炭素基質로 쓰일 수 있다는 事實이 밝혀져서 그 希望의 幅을 더 한층 넓혀주고 있다.

특히 우리 나라와 같이 國土는 狹少한데 人口密度가 높은 나라에서는, 在來食糧의 單位面積當 生産을 올리고 그 資源을 保存効用하는 努力과 함께, 새로운 食糧資源, 即 食用微生物의 工業的 生産에 對하여서도 힘써

注力하여야 할 것이다. 晩時之嘆의 感은 있지만, 多幸히도 今年에 들어서는 國內에서도 여러 研究室에서 單細胞蛋白質(1)의 國內生産을 目標로 한 基礎研究가 活潑히 進行되고 있는 것이다. 勿論 이 時點으로부터 單細胞蛋白質의 工業的 生産에 이르기까지는 相當한 時間이 걸리겠지만, 本稿에서는 그러한 大量生産을 前提로 하여 이의 食用化에 對해서 몇 가지 簡單히 살펴보기로 한다.

새로운 蛋白資源으로서의 微生物

微生物의 食用化에 있어서 가장 매력적인 構成分은 菌體蛋白質이다. 大體로 酵母는 54%, 細菌은 62~73% (乾量基準)의 蛋白質을 含有하고 있거니와, 그 質도 良好하여 含黃아미노酸을 除外하고는 FAO 標準蛋白質에 견줄만한 것이다(2). 그러나, 微生物體가 가지고 있는 特殊한 性質 때문에, 우리의 良質의 蛋白質이 豊富히 들어 있다 하더라도, 그 菌體를 그대로 食用할 수는 없는 것이다. 여기에 그 理由와 對策을 살펴본다.

醱酵槽에서 나오는 菌體는 回收, 濃縮된 다음 이어서 熱處理로서 殺菌된다. 萬一, 殺菌되지 않은 生菌體를 그대로 먹었을 경우, 人體의 腸管內에 寄生하여 繁殖할 可望이 있는 것이며, 비타민과 같은 營養素를 奪取한다든가, 또는 다른 副作用을 人體內에 일으킨다. 또 熱處理에 依해서 菌體는 乾燥粉末化되어, 運搬 및 貯藏이 容易하게 되고, 나아가서는 아직도 活性을 가지고 있는 菌體酵素系를 破壞함으로써, 이로 因한 貯藏中의 製品의 品質을 低下시킬 수 있는 要因을 除去하게 된다. 勿論, 이와 같은 處理를 通해서 殺菌되고 乾燥된 製品을 얻을 수 있으나, 이 熱處理로 因하여 일어날 수 있는 蛋白質, 비타민, 그리고 脂肪等 營養素의 損失을 可能한限 막아야 하며 同時에 製品의 管能的 品質을 保護하도록 注意하여야 한다. 그러나 이 乾燥粉末化된 微生物菌體를 그대로 大量食用하기에는 不適當한 것이다. 무엇보다도 먼저 微生物의 細胞壁이 人

體 내에서 잘 소화되지 않기 때문이다. 細胞壁의 消化制限은 그 自體뿐 아니라 더 나아가서 微生物 細胞內의 營養分의 有用性마저 抑制하게 되는 것이다. (3). 그 뿐만 아니라 細胞壁의 아미노酸 組成을 살펴보면 通常 含源아미노산 및 芳香族을 이루지 못하여 良質의 蛋白質黃이 될 수 없으므로, 細胞內蛋白質로부터 細胞壁成分을 分離할 必要가 있다(表 1 參照).

<表 1> L. Casei細胞壁의 아미노酸組成(4)

아미노酸	g/100g	아미노酸	g/100g
arginine	없음	Valine	1.4
Histidine	없음	Aspartic acid	3.1
Lysine	2.3	glutamic acid	7.2
Leucine	1.4	Serine	0.6
Isoleucine	1.4	Proline	없음
methionine	없음	glycine	1.0
phenylalanine	없음	alanine	8.4
Tyrosine	없음	Diaminopimelic acid	6.7
Threonine	1.1		

또, 參考로 微生物細胞의 化學的 成分의 分布를 살펴 보면 다음과 같다(表2 參照).

微生物로부터 그 內容構成成分을 分離해 내는에는 自己消化, 酸加水分解, 酵素加水分解, 化學的 및 機械的 方法 등이 있다. 自己消化는 細胞壁을 分解하기 위하여 自家酵素的 活性를 利用하는 方法으로 더 많이 利用되고 있으나 (5, 6, 7), 이 工程은 比較的 느리며 (2~20時間), 收率이 그리 높지 못할 뿐 아니라 (50~60%)

<表 2> 微生物細胞의 化學成分의 分布(3)

細胞割分	主要成分
膜囊(Capsule)	複雜한 多糖類, Polypeptides
細胞壁(Cell Wall)	脂質糖類, Polypeptides, 아미노糖
細胞質(Cytoplasm)	
Cytoplasmic membrane	脂質蛋白質, RNA
Ribosomal fraction	蛋白質, RNA
Nuclear bodies	蛋白質, RNA, DNA
Mitochondria	脂肪, 蛋白質
Cell Sap	脂肪, 蛋白質, 多糖類, 其他 低分子化合物

無菌條件을 要求하게 된다. 酸加水分解에는 通常 鹽酸이 利用되는데 中和 工程으로 인하여 最終製品の 食鹽濃度가 높아진다(25%까지) 酵素加水分解에는 植物 또는 微生物에서 얻은 蛋白質加水分解酵素가 利用되는데 이것 亦是 그 工程이 느리고 一定한 溫度 및 PH가 要求되는데다가 無菌條件마저 考慮되어야 한다. 그 다음에는 butanol(8)이나 尿素(9)를 利用하는 化學的 方法이 있는데 實驗室規模로는 成功的이지만 大規模로 活用하

기에는, 使用한 藥品을 適切히 回收하는 方法을 考案해 내지 않는 限 大端히 비싼 工程이 되기 쉬운 것이다. 마지막 方法은 機械的인 細胞破壞이다. 여기에는, 例컨대 manton-Gaulin homogenizer(3) 같은 것이 쓰이는데, 細胞懸탁액을 高壓下에서 작은 噴出口로 放出시키므로써 應力과 超音波效果로서 微生物細胞壁을 좋은 收率(90~99%)로 破壞할 수 있는 것이다. 또 이 方法의 長點은 加水分解되거나 變性됨이 없이 元來의 特性을 그대로 가진 生蛋白質을 얻을 수 있다는 것이다. 이 方法 亦是 大規模로 處理한 經驗에 對해서는 아직 發表된 바 없고, 앞으로 많은 研究가 要請되고 있다. 勿論 어떠한 方法을 採擇할 것인가는 實際로 어떠한 微生物을 어떤 目的으로 어떤 規模로 處理할 것인가에 따라서 決定될 것이다.

微生物蛋白質의 營養價와 그 用途

細胞壁을 除去하면 그 內容物의 消化率은 全菌體보다 훨씬 向上된다(表3 參照).

<表 3> 菌體 및 內容物의 消化率(10)

	菌體	細胞內容物
B. megaterium	76	94
Torula yeast	65	95

또 한 예에서는 石油炭化水素養化菌으로부터 얻은 分離蛋白質의 消化率은 菌體의 그것의 배나 되며 牛乳 casein의 그것에 接近한다고 한다(9). 이와같은 事實을 통하여 細菌이나 酵母와 같은 微生物蛋白質의 消化率이 낮은 것은 이 蛋白質 固有의 것이 아니라, 오히려 消化되지 않는 細胞壁의 特殊한 構造에 의한 것임을 알 수 있다. 또 같은 實驗에 의하면 菌體와 그 內容物의 生物價 사이에는 別로 큰 差가 없는 것으로 보아서 細胞壁을 破壞하는 것은 內容蛋白質의 消化可能量을 增加시킬 뿐이지 그 蛋白質의 質을 向上시키는 것이 아님을 알 수 있다(10). 그러나, 이 分離蛋白質의 營養價는 그 必須아미노酸組成으로 볼 때 全卵蛋白質에는 미치지 못하나, 大豆蛋白質보다는 오히려 좋다는 것이다(9). 이 消化率問題 以外에도 蛋白質을 分離해 내야 할 理由의 하나로서는, 오히려 過重하게 含有되어 있는 核酸이나 其他 不必要한 物質을 除去하기 위해서이다. 아롱든 이와 같이 分離한 蛋白質이 營養價가 높고, 同時에 人體에 無毒無害하다는 事實이 嚴密한 實驗을 통해서 證明되어야 할 것이다.

이 分離된 蛋白質은 어떠한 形態로서 實際로 食用될 것인가? 變性되지 않게 分離한 生蛋白質은 다른 動物蛋白質과도 같이 分散, gel 形成, 물 및 脂肪吸收, Whipping 및 foaming 하는 性質을 가지고 있는 것이

期待되므로, 앞으로 適切한 食品添加劑로서 그 用途가 넓을 것으로 展望된다. 또 밀가루같은 것에 混合하여 빵이나 국수, 그리고 과자같은 製品으로 만들 수 있을 것이다. 이 때 制限아미노酸인 라이신을 補充하게 되므로, 製品의 蛋白質營養價를 높이는 營養強化劑의 役割을 할 것이다. 또 이 分離蛋白質을 利用하면, 變通 콩에서 만드는 두부같은 製品도 만들 수 있을 것이고, 나아가서는 요즈음 大豆蛋白質을 利用하여 成功한 纖維組織을 가진 여러 가지 肉製品(11)을 開發 할 수도 있어서 그 앞길은 洋洋하기만 하다.

參考文獻

- (1) 權泰完, 國際單細胞蛋白質會議에 다녀와서, 化學과 工業의 進歩, 8, 66 (1968)
- (2) Proteins grow on high-purity alkames, C & EN. Jan, p. 46(1967)
- (3) S.R. Tannenbaum, R.I. mateles. and G.R. Capco, Processing of bacteria for Production of protein Concentrates, in World Protein Resources, Advances in chemistry series 57, American chemical Society,

- Washington, D.C., p. 254(1966)
- (4) M, I kawa and E.E. Snell, *Biochem. Biophys. Acta*, 19, 576(1956)
 - (5) A. Champagnat and B. M. Laine, U.S. Patent 3, 268, 412(1966)
 - (6) Y. Takai, T. kuga and H Iwao, *Eiyogaku Zasshi*, 18, 32(1960)
 - (7) F. Yokota. Y. Takai and H. Jwao, *Eiyogaku Zasshi*, 18, 36(1960)
 - (8) H. Mitsuda, in First International Congress of Food Science and Technology, London, edited by J.M. Leitch, et al., 2, 529(1962)
 - (9) H. Mitsuda, *Kagaku Asahi*. p 40, Feb(1969)
 - (10) S.R. Tannenbaum, Factors in the processing of single-cell protein, in single-cell protein, edited by R.I. mateles and S.R. Tannenbaum, MIT Press p. 343(1968)
 - (11) 權泰完, 植物蛋白質肉, 기술협력, 9月號, 15(1968)

<70 P 에서 계속>

國際保健研究協調處(OIR=Office of International Research)

美國 國內의 保健研究에는 全國의 2000 研究機關을 망라하여 60個部門의 研究分野 28,000件에 研究助成費가 支給되고 있다. 이러한 行政事務는 研究助成部(DRG)가 맡아하고 있으며 NIH의 總豫算 43億弗에서 運營費를 除外한 大部分이 研究費로 支給되고 있다.

DRG 와는 別個로 1961년에 NIH 院長直屬機關으로 OIR 이 設置되어 NIH 全體豫算의 約 3%인 1400萬弗이 해마다 支出되고 있다.

海外로 나가는 1967年度 研究費는 45個國과 5個國際團體에 623件 約 850萬弗이며 東洋 10個國에는 아래와 같이 126件에 1,199,000弗이 支給되었다.

國 名	件數	研究費支給額(弗)
印 度	5	66,000
日 本	101	955,000
韓 國	2	18,000
태 바 는	6	117,000
말레이저어	1	6,000
파 키 스 탄	1	,0300
比 律 賓	1	3,000
싱 가 폴	1	7,000
台 灣	6	23,000
泰 國	2	19,000

끝으로 附言하고 싶은 것은 우리 나라 生物學者와 醫學徒들이 많은 課題를 提出하여 研究費를 支給받기 바라며 나아가서는 共同研究 또는 研究協定計劃 같은 것이 成立되기를 바라마지 않는다. ■