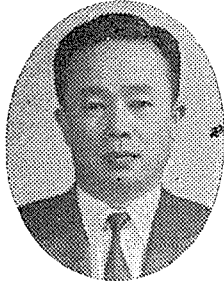


石油蛋白質製造의 動向과 展望



서울工大 朴 泰 源

1. 緒 論

現在 世界各國에서는 急激한 人口 增加에 따라 將來 豫想되는 食糧不足에 對備해서 새로운 食糧開發에 努力을 繼續하고 있다.

具體的으로 FAO의 食糧需給에 關한 資料(table-1)에 依하면 이제까지 食糧의 供給不足이 눈에 된다. 特別히 低開發國에 있어서는 앞으로 食糧供給의 不足이 繼續될 것으로 豫見되고 있다.

農産物의 生産物(table-2)과 榮養攝取量(table-3)을 보더라도 先進國과 低開發國等 地域에 따라 隔差가 있

으며 Asia 및 Africa 等地의 蛋白質資源 不足은 特別히 甚하여 蛋白質 飢餓에 依한 特殊한 疾病의 發生이나 死亡者數의 增加가 눈에 띄고 있다.

오늘의 世界人口는 約 33億이며 30年後 即 西紀 2,000년에는 65億으로 增加될 것이 豫想되고 있어 産業生産技術 發達에 依한 增産만으로는 到底히 이를 따르지 못할 것으로 보인다.

現在도 蛋白質의 不足量은 1,000萬%을 上廻하고 있으며 西紀 2,000年の 人口에 따른 蛋白質 需要가 6,000萬%이 될것을 考慮할 때 이같은 食糧과 蛋白質의 不足은 더욱 緊迫한 事態에 이를 것이다.

(table-1) Production, Demand and Balances of Foods (unit: million %)

Items		WORID			Developed Countries			Developing Countries			
		Demand	Production	Balance	Demand	Production	Balance	Demand	Production	Balance	
All graino	1961~1963	700.5	695.0	(-) 4.5	316.8	329.8	13.0	144.6	135.4	(-) 9.2	
	1975	Low	937.6	944.0	6.4	417.8	451.3	33.5	211.1	189.1	(-) 22.0
		High	953.1	990.9	27.8	426.2	453.3	27.1	219.4	219.5	0.1
wheat	1961~1963	228.8	226.7	(-) 2.1	86.7	105.6	18.9	50.3	37.8	(-) 12.5	
	1975	Low	292.7	303.5	10.8	104.8	143.1	38.3	74.8	53.1	(-) 21.7
		High	295.1	326.7	31.6	104.1	143.2	39.1	77.7	69.3	(-) 8.1
Rice	1961~1963	161.1	162.5	1.4	14.4	15.0	0.6	88.6	89.3	0.7	
	1975	Low	222.0	220.9	(-) 1.1	16.1	16.8	0.7	127.8	125.4	(-) 2.4
		High	228.5	234.4	5.9	16.1	16.0	(-) 0.1	132.6	137.5	4.9
Meat	1961~1963	63.6	63.6	0	38.6	37.9	(-) 0.7	13.1	13.7	0.6	
	1975	Low	87.3	84.3	(-) 3.0	50.4	49.6	(-) 0.8	20.0	18.4	(-) 1.6
		High	92.6	88.0	(-) 4.6	52.6	51.4	(-) 1.2	22.3	19.7	(-) 2.6
milk and Milk Products(Butterfat equivalent)	1961~1963	14.0	14.0	0	7.4	7.5	0.1	3.2	3.2	0	
	1975	19.2	18.3	(-) 0.9	8.6	8.8	0.2	5.8	4.6	(-) 1.2	

FAO Agricultural Commodities-Projections for 1975 and 1985
Low (High); Low (High) GDP Assumption

(table-2) Production of Agriculture and Fishing (1966)

(Unit: million %)

	World	Africa	North America	South America	Asia	Europe	Oceania
Population total (million)	3,353	318	299	169	1,867	449	17.8
Barley	115	1.8	15.3	1.1	27.8	39.8	1.3
Maize (corn)	238	16.1	117.3	21.9	41.3	32.9	0.2
Potatoes	294	1.9	17.0	7.1	41.7	137.0	0.9
Rice	254	5.9	5.0	8.1	232.1	1.5	0.2
Wheat	309	4.9	59.8	9.0	59.0	62.7	12.9
Total	1,210	30.6	214.4	47.2	401.9	273.9	15.5
	(361)	(96)	(717)	(279)	(251)	(610)	(871)
Fish catches	57	3.1	4.4	11.1	21.2	11.5	0.2
	(17)	(10)	(15)	(66)	(11)	(26)	(11)
Meat	71	2.7	17.2	6.3	16.1	18.4	2.4
	(21)	(8)	(57)	(37)	(8)	(41)	(135)

Source: Statistical Yearbook 1967, United Nations

() : Production per capita (kg)

(table-3) Calories and Protein in the Food Supplies per Capita per day

COUNTRY	YEAR	CALORIES		Protein
		Total (KCal)	% Animal Origin	Grams
United States	1965	3,140	38	92
Argentina	1965	3,230	28	89
Brazil	1964	2,950	15	71
Denmark	1965/66	3,310	45	95
France	1965	3,250	41	103
Ecuador	1963	1,830	15	44
United Arab Republic	1963/64	2,930	6	84
Iran	1960	2,050	12	60
India	1964/65	2,110	5	54
Pakistan	1965/66	2,280	11	52
Japan	1965	2,350	11	78
Australia	1965/66	3,190	44	92

Source: Statistical Yearbook 1967, United Nations

이같은 식糧 및 蛋白質의 供給不足에 對備한 可能性 있는 方法으로 醱酵에 依한 微生物菌體의 生産을 들 수 있다. 이들 微生物들은 間接的으로는 飼料로서 또 直接的으로는 食糧으로서의 機能을 갖고 있다.

이미 糖蜜, Pulp 廢液, 其他 炭水化合物을 資源으로한 微生物 醱酵은 實用化되어 널리 工業적으로 利用된지 오래며 特定地에 있어서는 이들 原料가 값싼 炭素源으로서 供給될 수 있으나 全世界 蛋白質需要에 比해 尠량에 不遇하여 다른 資源을 原料로 擇해 보려는 努力이 繼續되어 왔다.

一般的으로 礦物性油는 大分部의 生物에게는 不適當

한 培養基인데 細菌이나 酵母中에는 石油中에서도 잘 繁殖하는 것이 있고 이와같은 單細胞生物은 石油産業에 있어 때로는 많은 障害을 주고 있다. 예를 들면 貯藏 Tank 內에서 沈積物이 되고 pipe 나 pump 를 閉塞시키는 일도 있으며 또한 이들은 航空機의 Tank 內에서도 繁殖하여 燃料油에 有毒添加劑를 混入하여 그 成育을 抑制하지 않으면 Jet engine 을 停止시키는 事故를 일으키기도 한다.

그러나 이와같은 微生物은 過失로 海中에 投棄된 原油나 河川에 廢棄된 合成洗劑의 거품等을 分解하기도 하는 것을 볼때 반드시 害로운 作用만을 하는 것은 아닌 것으로 생각된다.

한편 石油를 生物에 먹여보려는 試圖은 오래 前부터 있었는데 1906年 Söhngen 은 細菌에 methane 을 먹여 後世의 石油醱酵의 着想을 낳게 하였고 1946年에는 Taggart 가 天然 gas 에 微生物을 作用시켜 脂肪酸 ester, alcohol 等을 製造하는 特許를 얻었고 1948年에는 Just 와 Schnabal 이 Paraffin 系 炭化水素에 細菌을 作用시켜 1kg의 細菌을 얻었으며 1954年에는 Beerströcher 가 石油醱酵에 依해 食用油脂나 蛋白質을 얻을 수 있을 것이라는 豫言을 했다. 그러나 石油로부터 食品을 工業적으로 製造하는 것은 困難한 것으로 생각되어 왔다.

그後 1963年 西獨 Frankfurt 에서 開催된 第六回 世界 石油會議에서 B.P.의 傍系會社인 Societe Franchaise des Pétrole BP의 Champagnat 가 發表한 「濃縮蛋白質 및 비타민 製造를 隨伴하는 微生物에 依한 脫蠟法」이라는 論題의 報文은 原料 Gas oil로부터 蛋白質

質과 流動點이 低下된 重油를 얻을 수 있다는 가능성을 證明한 것으로 石油醱酵의 빛나는 業績이라고 생각된다.

1966년에는 shell社에서 Methane을 原料로하여 蛋白質을 醱酵로 얻었고 昨年부터 佛蘭西의 Lavera 에는 1970年 稼動을 目標로 年産 16,000%의 石油蛋白工場이 B.P社에 依해 600萬\$을 들여 建設中이라하며 이分野의 展望은 相當히 좋은 것으로 생각되고 있다.

現在까지 食糧不足의 對策으로는 肥料나 機械를 効果의으로 投入하여 單位面積當의 穀物收穫高를 높이는 것이 고작이고 蛋白質의 課題로는 Textured Vegetable Protein과 海洋의 食糧資源을 利用하는 것으로 Fish Protein Concentrate 등에 期待를 걸수 있는데 農業이나 漁業에 依한 生産能力에는 限界가 있으며 工業的으로 蛋白質을 生産하는 方法, 特히 微生物에 依한 方法이 注目を 받아 別써 飼料用 蛋白이나 아미노酸類를 工業的 規模로 生産可能하게 되었다.

이 方法은 炭水化合物이나 炭化水素等の 非食物質을 原料로하여 氣象條件에 左右됨이 없이 世界의 어느 地域에서도 製造可能하다는 것이 特徵이며 또한 이 合成過程은 普通 常壓에서 高溫을 必要로 하지 않고 複雜한 裝置도 必要로 하지 않으며 그 合成速度가 産業生産에 비해 큰 利點을 갖고 있다.

그 一例로 1%의 可消化蛋白質이 300m³의 醱酵 tank에서 1日에 製造되는데 비해 同量의 蛋白을 農業으로 얻는에는 3個月을 要한다.

예를 들어 豌豆의 경우 播種부터 收穫까지 4ha의 土地와 相當한 勞力이 要求되고 40頭의 소로부터 同量의 蛋白을 얻는데 15~18個月을 要한다.

이와같은 微生物合成의 例로는 Chlorella, Torula yeast, Glutamic acid 生産菌體等을 들 수 있다. 그러나 石油로부터 製造되는 蛋白質이 무엇보다도 展望이 좋고 Penicilline의 發明이 人類에 貢獻한 것에 못지않게 將次 人類의 食糧問題에 크게 貢獻할 것으로 보이고 있다. 지금 2,000萬%의 蛋白質을 生産하는에는 4,000萬%의 石油가 必要한데 이것은 世界의 現 石油消費量의 4%에 不過하여 現在 石油埋藏量 3,900億 Bbl, 天然 gas埋藏量 1,040兆 8,070億 m³를 보더라도 石油蛋白을 製造하기 爲한 石油資源은 無限하다고 볼 수 있다. 前記 2,000萬%의 石油蛋白은 現在 年間 5,000萬%의 漁獲高의 魚類로부터 取하는 蛋白質보다도 많은 量이다. 아무튼 農士나 漁場을 갖고 있지 않더라도 油井이나 精油工場이 있으면 蛋白質生産이 可能한 셈이다.

前記 B.P, Shell社外에도 Gulf, Esso等の 石油會社 Nestle 食品會社 等에서도 이分野의 開發에 注力하고

있고 그 例로는 Africa의 Nigeria等을 들 수 있다. 또한 宗教的인 理由로 食品選擇에 制約을 받는 印度도 石油食品을 採擇할 第一候補로 指目되고 있다. 1967年 4月에 Mexico에서 開催된 第七回 世界石油會議에서도 이分野의 Panel discussion이 있었고 또한 1966年 7月의 國際微生物學會議에서도 「炭化水素類의 微生物學」이란 Section이 新設되어 學界에서도 많은 關心을 갖고 있는데 아직 黎明期에 있는 研究인만큼 發表되는 論文數도 적고 特히 石油蛋白製造分野는 産業的인 考慮로 特許단 얻고 秘密로하는 傾向이 많다.

여기서는 石油蛋白製造에 關聯하는 微生物, 石油原料, 菌의 培養, 醱酵工程, 製品의 性質, 經濟性, 展望 등에 關해서 略述하려고 한다.

2. 石油微生物

炭化水素를 唯一한 炭素源으로 資化할 수 있는 微生物은 Zobell, Beerstecher, Foster, Rogoff 등의 業績으로 現在 40屬 100種 以上이 알려져 있고 그들은 主로 Thiobacillus, Pseudomonas, Desulfobivrio, Micrococcus, Achromobacter, Bacterium, Bacillus, Mycobacterium, Corynebacterium, Noardia, Actinomyces, Candida, Aspergillus, Penicillium 등으로 이들의 存在는 그리 稀少한 것은 아니며 油田地帶나 精油所 附近은 勿論 밭이나 마당 또는 道路等の 土壤, 바다, 河川等の 水中에도 數는 적으나 廣範圍하게 分布하고 있다.

石油蛋白製造를 目的으로 할때 곰팡이는 增殖 速度가 느리고 또한 菌體의 分離가 不可能하고 滅菌하지 않는 條件下에서는 酵母나 다른 微生物로 即時 汚染되므로 問題되지 않으며, 酵母는 Lysine 含量이 많고 다른 雜菌에 依한 汚染이 制限될 만큼 낮은 PH에서도 成長이 可能하고 細菌보다 커서 培養 回數가 容易하다는 長點이 있다.

反面에 細菌은 酵母보다 蛋白質 含量이 많으며 成長率이 크고 比較的 簡單한 培地에서도 培養이 可能하며 工程을 若干 變更시켜 菌體中の 아미노酸 含量을 다소 調節할 수 있는 것이 特徵이다.

現在 石油蛋白製造用으로 Pseudomonas屬의 細菌과 Candida屬等の 酵母가 좋고 乾燥酵母收量으로는 Candida lipolitica, Candida Pelliculosa, Candida arborea 등이 優秀하다.

3. 石油原料

菌의 種類에 따라 資化되는 炭化水素의 種類도 틀리는 것이 普通이다. 또 炭化水素에 對해서도 構造나 炭素數의 多少에 따라 資化性이 難易하고 이것은 微生物의 特性外에 培養液의 分散度 또는 溶解度의 差에 依

해서도 影響을 받으므로 一律的으로 論할수는 없으나 大略 다음과 같은 法則이 發見되어 있다.

- 1) 鎖狀의 炭化水素는 環狀의 炭化水素보다 分解되
기 쉽다.
- 2) 鎖狀의 炭化水素中에서도 直鎖의 것이 제일 分解
되기 쉽고 側鎖가 많을 수록 分解되기 어려운 傾
向이 있다.
- 3) 鎖狀炭化水素 炭素數가 많은 것이 적은것 보다 分
解되기 쉽다. 그러나 炭素數가 20以上이면 常溫에
서 固體로 되므로 大多數의 菌이 제일 쉽게 分解
할 수 있는 것은 炭素數가 10부터 20까지의 直鎖
炭化水素이다.

其他 飽和와 不飽和의 差異 또는 芳香族炭化水素,
相互間의 分解性의 難易等에 對해서도 論議가 있으나
아직 一般的인 法則으로 하기는 困難하다. 따라서 實
驗室의으로는 炭素數 10~20 n-Paraffin, 特히 n-H-
exadecane 또는 Octadecane 이 使用된다. 一般的으로
는 入手하기 쉬운 安價인 炭化水素, 混合物로서 石油
製品 即 Gasoline, 燈油, 輕油, 流動파라핀, Paraffin
wax 등 또는 原油가 그대로 使用된다.

wax 나 Paraffin 을 많이 含有한 石油에 이 微生物
이 잘 繁殖하여 $C_{15} \sim C_{19}$ 의 n-Paraffin 을 使用하였을
때 酵母細胞의 蓄積이 活潑하다. 또 Methane, Propane
等の Gas 炭化水素를 使用하는데 特히 methane 은 地
上의 많은 物質中 제일 多量이며 安價이고 methane 으
로부터 製造되는 蛋白質이 다른 炭化水素로 汚染되지
않는 것을 生覺하면 제일 興味 있는 原料이다.

4. 菌의 培養

培地로서의 炭素源의 問題는 前記한 바와 같고 炭化
水素의 培養液에 對한 添加量의 比는 炭化水素의 種類
와 菌의 性質에 따라 0.01~10%로 範圍가 넓으나 添
加量이 적을수록 菌의 生育障害를 일으키는 念慮가 적
다고 한다.

窒素源으로는 無機의 암모니아態窒素가 良好하고 窒
酸態窒素 또는 尿素도 많이 利用된다. 無機鹽에 對한
要求도 P, K, Mg, 이 있으면 充分하고 Fe, Mn, Ca,
Zn, Cr, Mo 等の 微量이 存在하면 適當하다. 아미노酸
糖類等의 有機物의 影響도 重要하다고 생각된다.

炭化水素資化菌의 代表的인 培地組成은 다음 table-4
와 같다.

培養條件으로는 炭素源이 水不溶性인 것과 그 分解
反應의 大部分이 酸化인 故로 多量의 酸素(空氣)를 必
要하는 外에는 다른 微生物과 다를 바 없다. 即 適溫
의 範圍는 25~37°C 이고 最適 PH는 5~9.5의 中性
附近이 좋다. 培養系內의 炭化水素의 分散度와 酸素供

給量이 問題가되며 振盪培養, 通氣攪拌培養의 方法이
重要視된다.

(table-4) 炭化水素 分解菌의 培地組成

成 分	含 有 量		
	Bushnell & Hass	Raymond & Davis	Yamada & Takahashi
炭 化 水 素	50.0g	4.0g	70.0g
NH ₄ NO ₃	1.0	—	—
CO(NH ₂) ₂	—	—	3.5
(NH ₄) ₂ SO ₄	—	1.0	—
K ₂ HPO ₄	1.0	—	2.5
KH ₂ PO ₄	1.0	2.0	—
Na ₂ HPO ₄	—	3.0	—
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.2	0.2	1.0
Na ₂ CO ₃	—	0.1	—
CaCl ₂	0.02	0.01	—
FeSO ₄ · 7H ₂ O	trace	0.005	—
MnSO ₄	—	0.002	—
Ashed yeast extract	—	0.008	—
蒸 留 水	1.000ml	1.000ml	—
水 道 水	—	—	1.000ml

5. 醱酵工程

醱酵工程의 詳細한 것은 明確하지 않으나 一般的으로
알려진 工程은 다음 Fig-1과 같이 醱酵裝置에 石
油, 菌의 懸濁水, 培養媒體(磷酸鹽等을 加한 水溶液에
ammonia 를 導入) 그리고 空氣를 導入하고 25~37°C
의 溫度에서 醱酵시킨 后 細胞를 遠心分離하고 洗淨
工程을 經油, 最後에 乾燥하여 製品으로 하거나 蛋白質
단을 抽出, 製品으로 한다.

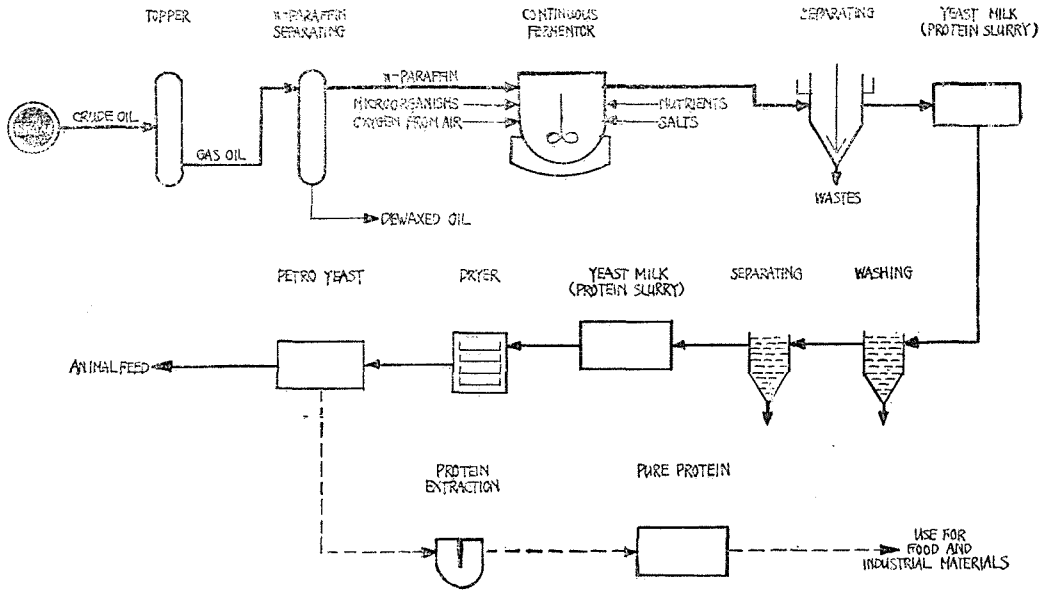
이때에 微生物의 增殖은 直鎖 paraffin 을 選擇的으로
代謝함에 依해 이루어지므로 原料인 石油의 脫蠟이
同時에 進行되며 原料에 對한 收率은 炭化水素에 따라
다르나 重質重油 10%을 原料로 使用할때 乾燥細胞質
1%과 脫蠟重油 9%이 생긴다.

Methane 으로부터 蛋白質을 얻는 方法으로 SHELL
의 工程을 보면 Methane 酸化菌을 HNO₃, H₂PO₄ 의
Ammonium 鹽 및 K鹽의 水溶液에 空氣를 吹入하면
서 Suspend 시키고 Methane 은 Bcmbe 으로부터 氣泡
로서 吹入하며 其他 必要한 培養劑를 附與한다.

이렇게 함으로서 高收率로 微生物의 增殖이 進行되
며 이것을 遠心分離하여 濃縮, 冷凍乾燥한다. 이 方法
은 아직 初期 段階이나 大略 約 40ton 의 天然 gas 로
부터 10%의 蛋白質을 생산할 수 있다고 생각된다.

이 SHELL-Methane 法은 液相에 依한 B.P. 이나 Esso
法과 달라서 液相에서 菌體를 分離해내는 工程을 省略

(Fig-1) 連續醱酵工程



할 수 있어 裝置가 單純化되는 것은 確實하다.

이 飼料強化用으로 使用될 것이나 人類의 食用으로도 展望이 좋을 것으로 생각된다.

6. 製品의 性質

이같은 製品의 形態에 對해 BP의 Champagnat는 「이 製品은 無味이며 不快臭도 없고 또한 더 純粹한 Polypeptide로도 할 수 있다. 이것은 肉이나 魚味에 가까운것도 있고 完全히 無味無臭의 것도 있다」라고 하고 있다.

또한 Esso의 Gunether는 「製品은 白色乾燥粉末로서 粉末牛乳다 비슷하고 惡味는 없다」고 言明하고 있다.

B.P 石油蛋白의 組成은 table-5와 같다.

또한 Esso의 製品分折値는 table-6과 같으며 約 50%의 蛋白質을 含有하고 있다.

B.P社의 菌體의 必須 아미노산 組成을 다른 動物性 蛋白食品과 比較해 보면 table-7과 같으며 組成으로 보면 Lysine, Threonine이 많고 動物蛋白의 Pattern에 가까운나 Methionine, Cystine이 적으므로 穀物蛋白質과 混合하므로써 均衡잡힌 蛋白源이 될 수 있다. 또한 table-8에서와 같이 各種水溶性 비타민 특히 B군이 많은 것도 좋은 傾向이다. 이와같이 榮養의으로 優秀한 石油蛋白은 干先은 乾燥酵母의 形態로 魚粉과 같

(table-5) B.P의 石油蛋白組成

	Analysis (% by wt)
Moisture	7.03
Dry Matter	92.97
Total Nitrogen	6.92
Proteins	43.6
Lipids	18.5
Carbohydrates	21.9
Ash	4.43
Calcium	0.211
Phosphorus	1.250
Potassium	0.500
Sodium	0.060

(table-6) Esso의 石油蛋白(Dry Basis)

	Yeast %	Bacteria % Typical Range
Protein (N×6.25)	54	62~73
Fats	10	10~15
Ash	7	6~12
Carbohydrates	26	10

(table-7) 石油蛋白의 아미노酸組成 및 그 比較

	wheat flour	Beef	Cow's milk	Dry Torula yeast	BP Protein vt. Concentrate
Protein (%)	13.2	59.4	33.1	44.4	43.6
Essential amino acids (% of protein)					
Leucine	7.0	8.0	11.0	7.6	7.0
Isoleucine	4.2	6.0	7.8	5.5	3.05
Valine	4.1	5.5	7.05	6.0	8.40
Threonine	2.7	5.0	4.7	5.4	9.10
Methionine	1.5	3.2	3.2	0.8	1.20
Cystine	1.9	1.2	1.0	1.0	0.10
Lysine	1.9	10.0	8.7	6.8	11.6
Arginine	4.2	7.7	4.2	4.1	8.0
Histidine	2.2	3.3	2.6	1.7	8.10
Phenylalanine	5.5	5.0	5.5	3.9	7.90
Tryptophane	0.8	1.4	1.5	1.6	1.17

(table-8) 石油蛋白의 水溶性 Vitamin

	Thiamine (B ₁)	Riboflavine (B ₂)	Nicotinic acid (pp)	Pantothe-nic acid	Pyridoxine (B ₆)	Cobalamine (B ₁₂)
Function	Carbohydrate metabolism	Oxidative dehydrogenation	Hydrogen transfer	Acetylation synthesis of fatty acids	Trans amination	purine synthesis
Effect of deficiency	beriberi	arrested growth	pellagra	arrested growth	dermatitis	pernicious anaemia
Daily requirement for adults (mg)	2	3	15	3	2	0.01
Foods (quantities in mg/kg)						
Beef	1~3	2	40~100	7~21	1~4	
Beef liver	5~10	16	75~275	30~60	5	8
Milk	0.3~0.7	1~3	1~5	1~4	1~3	
Cereals	0.5~7	1.0~1.5	10~30	5~20	3~6	
Oil cake	7~14	3~10	10~250	12~50		
Dry yeast	2~20 ※1	30~60	200~500	30~200	40~50	
Bp protien vt. Concentrate	3~16 ※1	75	180~200	150~192	23	0.11

※ 1 : Dependent on conditions of drying the final product.

table-9 와 같다.

7. 經濟性

石油蛋白은 精製炭化水素, 合成炭化水素, gasoline, 燈油, 輕油, 天然 gas 等 使用 炭素源으로서의 原料의 價格差에 따라 製造價格이 달라지며 一般的으로 原料費 0.25~5 ¢/LB, 原料以外的 運轉費 0.5~1 ¢/LB, 固定費 1~2 ¢/LB로 石油蛋白의 價格은 1.75~8 ¢/LB로 推定되고 있다.

實祭 Pennsylvania 大學의 Humphrey 教授에 依하면 美國에 있어서 炭素源으로서의 關聯物質의 價格은

(table-9) 炭素源의 價格 比較

炭 素 源	原 格 cents/lbs
Refining Hydrocarbon	2~4
Crude oil	1
Natural gas	0.25
Flue gas	0.04
Cereal grain	1.5~2.5
Cereal grain waste	1
Coal	0.5~1

또한 BP의 Evans가 1967년 MIT에서 있었던 Single cell protein 국제會議에서 提出한 石油蛋白質 製造價格의 構成要素에 關한 資料를 보면 table-10과 같으며 原料炭化 水素가 차지하는 比는 約 30%로서 石油蛋白質 製造價格의 가장 큰 比重을 차지하고 있다.

(table-10) Evans의 推算製造價 構成比 (yeast)

要 素 別	構 成 比 (%)
Raw Material	30
Fermentation	15
Separation, Drying, Packaging	15
Staffing and Maintenance	15
Interest for Capital	25
Total	100

實際로 BP에서 公表한 石油蛋白質의 價格은 \$118/ton이며 現在 商業 Base로 이를 生産할때 그 價格이 얼마가 될지는 不明이다.

Esso와 Nestle社에서 發表한 것을 보면 다음 table-11과 같이 1lb當 35Cent로 推定되고 있고 純粹한 蛋白質形으로 換算할때 脫脂粉乳는 1lb當 41Cent로 石油蛋白質이 값싼 便이나 大豆粉이나 落花生粉이 1lb當 12Cent인에 比하면 아극 高價이다.

(table-11) 石油蛋白質 價格比較表

Product	Price per lb.	Protein Content %	Price per lb. (pure protein)
Peanut flour	\$ 0.07	59	\$ 0.12
Soy flour	0.05	43	0.12
Cotton seed flour	0.05	50	0.10
Skim milk Powder	0.15	36	0.41
Torula yeast (food grade)	0.17	48	0.36
Casein (food grade)	0.40	100	0.40
Petroleum Protein	—	—	0.35

現在로서 적어도 n-Paraffin에 依한 石油蛋白質을 生産하는데 있어서는 技術的인 問題보다도 經濟的인 問題가 問題로 되어 있다고 할 수 있다. 이 問題도 soft detergent로서 straight chain의 dodecane을 中心으로 한 n-alkane의 生産이 漸次 大規模化되어 감에 따라 n-Paraffin이 싼 값으로 生産될 수 있는 可能性이

커지고 머지 않아 이 問題도 解決될 것으로 期待되며 一般의 原料로 부터 生産될 石油蛋白質의 單價도 生産技術이 進歩하고 大量生産體制를 갖추므로써 相當히 떨어져 工業化될 수 있을 것으로 생각된다.

8. 展望

石油蛋白質食品을 普及하는데는 一般大衆의 石油나 細菌에 對한 偏見을 어떻게 除去할 수 있는 가가 問題가 된다. 아무리 精製해도 石油蛋白質은 代用食品이란 印象을 甦할 수 없을 것이며 價格까지 高價여서 더욱 採摺될 餘地가 없다고 본다. 前述한 바와 같이 現在로서는 다른 蛋白質食品에 比해 高價이나 生産技術의 進歩와 量産에 依해 이 問題는 解決될 것으로 보여진다. 또한 石油는 燃料로서의 印象이 強하며 一般人에게는 微生物이나 細菌이라는 語彙가 病原菌과 같은 意味로 解釋되고 곧 疾病 또는 不潔을 聯想하게 되므로 이와 같은 菌으로부터 食品을 製造하면 아무도 먹을 사람이 없을 것이므로 一部 科學者間에는 이것을 單細胞蛋白質(single Cell Protein)이라 부르고 있다.

單細胞蛋白質이란 病原菌을 除外한 모든 微生物(單細胞生物)의 總稱이며 1967年 10月에는 美國 MIT에서 새로운 食糧資源의 開發을爲한 國際單細胞蛋白質會議가 있었다.

아무튼 처음에는 비타민이라고 속이거나 쌀, 밀 등에 混合하여 모르게 하지 않으면 안될 것으로 생각된다. 石油蛋白質의 食品形態로는 Biscuit, Cookie, Soup, 蛋白質強化穀食等外에 Sausage, Ham 등에 混合 使用하는 것 등을 생각할 수 있다.

石油를 原料로 하기때문에 생각할 수 있는 毒性에 對해서는 動物實驗에 依해 生體에 惡影響을 주지 않고 無毒性인 것으로 判明이 되었으며 現在까지의 實驗으로는 發癌性物質이 存在하지 않는 것으로 確認되었다.

前記한 바와 같이 現狀으로는 農土, 牧場, 海洋 등에서 얻을 수 있는 蛋白質質으로는 數十年內에 增加하는 世界人上에 完全히 供給하기는 어렵다고 생각되며 石油蛋白質食品의 價格이 適當한 水準까지 내리면 一般이 使用하게 될것으로 본다. 現在 世界의 大部分의 國家들이 이에 對한 生産研究를 繼續하고 있으며 우리나라에서도 가까운 將來에 이 問題가 實施될 날이 올 것으로 期待된다. ■