

植物種자의 蛋白質資源 利用문제

梁 熙 天

(全北大 農科大學)

지금 約 20億의 사람들이 充分한 食物을 얻을 수가 없는 실정이고, 날마다 約 15,000명이 不充分한 食事나, 營養不足을 補充해 줄 蛋白質이나 비타민 不足 때문에 死亡하고 있다. 蛋白質이 極히 不足하면, Kwashiorkor라고 하는 어린이의 蛋白質缺乏症이 생기는데, 이런 病에 걸리지 않을 수 없는 貧困한 사람들의 食事を 補強하여 주기 위해서 맛이 좋고 값이 싼 蛋白質資源을 開發하는 데 수 많은 食品科學자들이 努力하고 있다. 粉乳같은 것이 充分量 있으면 必要量의 蛋白質을 供給할 수 있겠으나 이것은 比較的 값이 비싸고 消費地에 輸入해 들여 올 경우에는 더욱 高價로 된다. 一般的으로 食用에 쓰이지 않는 魚類로부터 調製한 魚粉은 값싼 蛋白質源이 될 수 있고, 옥수수, 수수, 綿實粉 등의 混合物로 만든 蛋白質含量 29%인 Incaparina(穀類混合物)도 값이 싸다. Incaparina나 이와 類似한 製品은 元來, 中南美에서 生育하고 營養價가 아주 높고, 값이 싼 穀物類를 利用하는 데에서 부터 開發된 것으로,

蛋白質系統食品이 缺乏되고 있는 여러나라에서 값싸게 利用할 수가 있다. (第1圖 참조). 이밖에도 여러 種類의 植物種자를 食糧이나 飼料의 蛋白質資源으로서 利用하려는 努力이 傾注되고 있으며, 실제로 蛋白質缺乏狀態에 있는 나라들에서도 求할 수 있는 原料로부터 大量으로 生産해 낼 수가 있는 것이기 때문에, 몇가지 이 方面의 知識을 간단하게 綜合해 보고자 한다. 오래 전에 Van Etten등을 비롯한 여러 研究者들이 Journal of Agricultural and Food Chemistry誌에 214種의 被子植物種자의 아미노酸組成에 대하여 報告한 바 있는데, 이것은 種類가 다른 植物種자의 窒素化合物의 分布에 關해서 基礎的인 情報를 提供하고 있다. 그 후에 47科 136屬의 165種의 植物種자의 아미노酸 組成의 分析結果를 追加해서 都合 379種을 總合적으로 考察한 바 있다.

(Van Etten, C H, Kwolek, WF, Peters, J Eand Barclay, A S; S Agr Food Chem, 15, (6), 1077-1089 (1967))

蛋白質源食糧의 評價는 언제나 그 아미노酸組成에 基礎를 두는데, 이들은 FAO에서 提唱하고 있는 必需아미노酸의 所要패턴과 比較함으로써 그 蛋白質의 優劣을 가리고 있다. 머지않아 世界人口의 爆發的 增加때문에 深刻해질 食糧危機에 對處하기 위해서는 食糧이 될 수 있는가 없는가란 判斷하는 하나의 基準으로서, 아미노酸 패턴의 문제는 매우 重要하다.

從來에 開發途上國들에서는 一般的으로 蛋白質資源을 穀物과 其他의 栽培種자에 大部分 依存하고 있

料理用비타민 粉末	68g
옥수수 가루	7g
粉 乳	10.7g
卵	14g
Incaparina	14.5g

第1圖 Incaparina와 다른 食品에서 取할수 있는 단백질 가격의 비교

있다. 種子는 그 有效營養成分含量이 많아 濃厚하고 貯藏이 比較的 容易하고, 때에 따라서는 必要한 場所에 局限해서 生育시킬 수 있는 點등 利點이 많다. 이러한 食糧資源은 보다 좋은 品種, 그리고 農事試驗등에 의해서 보다 많이 增産 할 수 있다. 또한 貯藏 및 加工方法도 改良되어 갈 것이다. 그런데 잘 알려져 있지 않은 國內에 植物이나 野生種을 定着시키면, 食糧의 生産性이 보다 向上 될 것이다. 新品種은 耕種의 一環으로 編入시켜 發展하게 할 수 있을 것이고, 또한 잘 알려져 있지 않는 植物의 組成分이 모두 알려져면, 工業原料로서 利用될 수 있는 새로운 것들을 發見할 수 있을 것으로 생각된다. 그들은 이런 觀點에서 여러가지 知見을 披瀝하고 있다.

1. 試料와 實驗方法

1650點에 이르는 試料의 粗蛋白質, 脂肪 및 其他成分을 分析하여 檢討한 후에 選定하였다. 試料를 調製하여 加水分解시켜 蛋白質을 아미노酸으로 分解하고 Spackman, Stein 및 Moore의 方式에 의해서 分析하였다. Aspartic acid와 Hydroxyproline의 分離에는 150cm Column을 使用하여 30°C와 50°C에서 溶出하였다.

使用한 試料植物은, 콩科 24, 겨자科 19, 영거시科 18, 지치科와 대극과 각각 5를 비롯하여 47科 136屬으로 되어있는 165種의 植物이다. 被子植物中의 7種은 單子葉이고, 154種은 雙子葉이며, 裸子植物 4種에 대하여는 以前에 報告한 것이다.

2. 아미노酸의 組成과 그 偏差

1) 平均組成과 平均値의 偏差

379種의 種子, 種子十果皮, 또는 種子一果皮의 粗蛋白 및 油脂含量의 乾物換算値는 다음과 같다. 粗蛋白(NX6.25)는 平均 27.9%, 最高最低는 5.6~71.0%, 標準偏差 10.2이고, 油脂는 平均 26.9%이고, 最高最低는 0.8~66.0%, 標準偏差 15.2이었다.

379種에서의 各 아미노酸의 平均値는 第1表에 나

第1表 379種 種子의 아미노酸 組成의 集約

아미노酸	窒素 16g당 아미노酸의 g		標準偏差	相對標準偏差 379種
	平均	最高-最低		
lysine	4.39	7.5~1.3	1.19	27.1
methionine	1.56	3.5~0.5	0.469	30.1
arginine	8.58	20.1~3.1	2.57	29.9
glycine	4.58	12.6~2.6	1.00	20.6
histidine	2.27	4.3~1.2	0.396	17.4
isoleucine	3.60	5.8~1.7	0.543	15.1
leucine	6.05	13.7~3.2	0.947	15.7
phenylalanine	3.87	10.1~2.0	0.792	20.5
tyrosine	2.88	5.3~1.6	0.601	20.9
threonine	3.31	5.0~1.6	0.562	17.0
valine	4.52	6.7~2.3	0.698	15.4
alanine	3.96	8.8~1.5	0.709	17.9
aspartic acid	8.41	14.5~4.2	1.51	17.9
glutamic acid	16.76	33.1~8.6	3.36	20.0
proline	4.33	11.3~1.1	1.27	29.3
serine	4.12	6.7~2.3	0.645	15.7

타낸 바와 같은데, 그들이 以前에 200種에 대하여 報告한 값과 같았다. 相對標準偏差를 보면, 가장 크게 變動하는 것은 arginine, lysine, phenylalanine 및 tyrosine이고, 全 379種에서는 lysine, methionine, arginine, glycine, phenylalanine, tyrosine, glutamic acid 및 proline이 가장 變動이 컸다. (相對標準偏差의 幅 20.0~30.1). 그 나머지 아미노酸에서는 15.1~17.9의 幅이었다. 이 集計에서, 種皮나 果皮組織에만 存在하는 hydroxy proline은 除外되고 있다.

lysine, isoleucine 및 valine 含量의 頻度分布圖은 보면, 中心에서 對稱型으로 나타난다. 頻度分布가 中心에 集中되어 있는 것을 許容한다면, methionine, leucine, 및 phenylalanine도 對稱型이라 할 수 있다. 나머지 아미노酸은, 中心에서 兩端을 向해서 크게 퍼지면서 흩어져 있다. 이것은 特定品種의 種子에서는, 아미노酸 類綠化合物, 未確定아미노酸 또는 窒素鹽基等을 含有하고 있어서, 分析할 때에 既知의 아미노酸의 位置에 함께 溶出되어 있기 때문일 것이다. 化분과의 2種에서 leucine含量이 特히 많았는데, 微生物檢定法에 依한 報告를 參考해 보아도 多數의 化분과 및 그 亞科인 포아폴亞科에 이 程度의 高 leucine 含量인 것이 있다는 것을 알 수 있

第2表 科別로 集計한 平均值와 (LSD) (最少有意差) (5試料 또는 그 以上을 分析한 科에 대한것)

科名	화분과	백합과	명아주과	겨자과	장미과	콩과	대극과	아욱과	미나리과
N ^a	5	6	5	92	5	70	10	9	8
蛋白質(%)	18.80	31.52	24.88	27.34	39.48	36.18	27.75	26.80	21.83
脂肪(%)	7.50	25.43	12.30	31.48	40.50	6.87	43.73	18.14	23.39
lysine	2.66	3.85	4.70	5.20	2.46	5.11	3.47	4.57	4.43
methionine	1.92	1.90	1.72	1.52	0.76	1.01	1.96	1.49	1.71
arginine	4.72	10.85	9.04	6.84	10.02	8.38	11.15	9.44	5.51
glycine	3.70	4.33	5.52	5.17	4.56	4.09	4.52	4.91	6.03
histidine	2.08	2.02	2.74	2.36	1.98	2.43	2.26	2.48	2.11
isoleucine	3.88	3.27	3.60	3.60	2.70	3.45	4.11	2.97	3.91
leucine	9.42	5.10	5.72	5.95	5.90	6.08	6.08	5.42	5.46
phenylalanine	5.08	3.65	3.78	3.72 ^b	2.80	3.72 ^c	4.34	3.92	4.00
tyrosine	3.30	3.00	3.10	2.81 ^b	2.96	2.91 ^b	2.53	2.77	2.50
threonine	3.40	2.88	3.20	3.83	2.30	3.04	3.27	3.10	3.24
valine	4.96	4.73	4.44	4.73	3.66	3.70	5.44	4.06	4.94
alanine	6.24	3.65	3.78	4.02	3.32	3.51	4.33	3.86	4.34
aspartic acid	7.02	8.52	7.88	7.06	9.32	9.15	10.37	9.27	10.74
glutamic acid	23.84	16.92	14.96	15.24	20.88	15.52	16.21	15.20	18.99
hydroxyproline		0.77		1.32		0.20	0.26	0.16	0.75
N		(6)		(91)		(59)	(9)	(9)	(6)
proline	6.74	3.50	3.24	5.85	3.32	3.77	4.07	3.26	4.48
serine	4.28	4.07	4.08	3.81	3.38	4.22	4.66	4.27	4.29
ammonia態 N(%)	15.86	10.42	11.34	13.08 ^b	12.32	8.92	10.05	10.41	13.64

科名	지치과	꿀풀과	현삼과	박과	영거시과	標準偏差	LSD (5測定值)	LSD (9測定值)
N ^a	8	12	5	6	35			
蛋白質(%)	19.99	26.33	25.56	30.65	31.82	8.62	10.92	8.14
脂肪(%)	32.89	38.57	33.64	40.83	32.61	8.45	10.69	7.97
lysine	3.79	3.39	3.78	4.23	3.83	0.86	1.07	0.82
methionine	2.24	2.02	1.58	1.90	1.81	0.32	0.42	0.31
arginine	8.83	10.08	9.48	12.75	8.18 ^b	1.82	2.29	1.72
glycine	4.35	5.70	4.72	5.77	5.09	0.80	1.02	0.76
histidine	2.06	2.43	2.16	2.40	2.25	0.38	0.48	0.37
isoleucine	4.00	3.68	3.94	3.75	3.95	0.45	0.57	0.42
leucine	5.95	6.27	5.92	6.60	6.11	0.82	1.05	0.76
phenylalanine	3.96	4.73	3.84	4.50	4.19	0.72	0.90	0.68
tyrosine	3.41	3.63	2.94	3.28	2.62	0.52	0.65	0.48
threonine	3.33	3.26	3.40	2.73	3.30	0.40	0.51	0.37
valine	4.44	4.80	4.58	4.40	5.01	0.55	0.71	0.51
alanine	3.76	4.60	4.42	4.17	3.93	0.55	0.68	0.51
aspartic acid	8.20	9.13	8.66	8.63	8.34	1.17	1.47	1.10
glutamic acid	17.46	17.03	16.16	16.42	19.59	2.83	3.59	2.66
hydroxyproline	1.81	0.42			0.41	4.04	4.13	12.36 ^b
N	(7)	(10)			(28)			
proline	3.97 ^b	3.58	3.64	3.35	4.04	0.56	0.71	0.54
serine	4.34	4.55	4.42	4.40	4.13	1.89	2.40	1.78
ammonia, N(%)	11.86	9.64	12.40	7.78	12.36 ^b	11.48	14.51	10.83

註: Na 試料數(hydroxyproline을 除外한 것), b 試料數가 N-1, c 試料數가 N-2.

다. 다른 研究者의 報告에서는, 메밀 原穀中에도 高 leucine 値를 볼 수 있다.

2) 植物群間的 아미노酸組成的 對比

第2表에 全體分析結果의 平均値를 나타냈다. 表의 맨오른쪽에 同一科의 種間的 偏差로 計算한 觀測值에 對한 標準偏差를 나타냈다. 標準偏差에 包含되는 變動因子는, 環境效果和 같은, 種, 屬, 및 定量回數에 있어서의 變動을 包含하고 있다. 科가 다른 것의 平均値의 意味를 比較하는 것은, 試料數가 같지 않고, 같은 科에서도 屬이나 品種의 數가 같지 않기 때문에 아주 複雜해진다. 또한 注意하여야 할 것은 大部分의 경우 試料數가 같은 科內의 屬數의 5% 보다 적다는 事實이다.

科間的 比較에 있어서 5 또는 9個의 測定에 의한 各各의 平均値를 比較할 때에 適用할 수 있는 最少有意差(LSD)를 第2表의 오른쪽에 表示하고 있다. 만일 平均値의 差가 適應되는 LSD值를 넘으면, 그 平均値는 20회에 1회 정도가 틀릴 수 있는 確率로 有意差가 있다고 認定된다.

科와 組成間的 相關關係를 第3表에서 보면 다음과 같다.

低 lysine.....화분과와 장미과 高 lysine.....겨자과와 콩과 低 methionine.....콩과와 장미과 高 arginine.....과 高 glycine.....박과 低 arginine과 低 glycine.....화분과, 低 isoleucine.....아욱과와 장미과 高 leucine과 高 phenylalanine.....화분과 高 threonine.....겨자과, 高 valine.....대극과, 高 alanine과 高 glutamic acid.....화분과 高 proline.....화분과

平氏가 화분과 54種의 種子를 分析한 結果에서는 亞科가 다르면 아미노酸페틴이 다르다는 事實을 나타내고 있다. 옥수수과와 수수를 포함하는 포아풀亞科는 다른 亞科보다 leucine과 alanine이 특히 많다. 그런데 이 54種의 種子의 各 아미노酸의 平均値와 第2表에 나타난 화분과(단 5種類의 分析 平均値)의 分析平均値는 tyrosine과 proline을 除外하고는 平氏의 結果와 잘 一致되고 있다. 한편 種子間的 相對標準

偏差를 다른 研究者의 結果와 比較檢討해보면, 科間보다는 屬間的 偏差가 작다는 것을 알 수 있다. 그 밖에 栽培地나 栽培條件이 다르므로 생기는 品種間差에 의한 아미노酸含量的 變動도 어느 程度 생각할 수 있다.

3. 非蛋白態窒素

大部分의 種子試料에서, 加水分解를 하면 아미노酸으로서의 窒素의 回收率은 低下된다. 이것은 Amide態의 아미노酸에서 Ammonia가 生成되기 때문이다. 이 밖에도 加水分解할 때에 不安定한 threonine 및 serine도 Ammonia發生源으로 생각할 수 있다. 이와 같은 不安定한 아미노酸으로서는 몇몇 科와 種子에 存在하는 아미노酸으로 認定되어 있지 않은 Albidin과 같은 少數의 아미노酸類綠化合物의 경우도 마찬가지이다.

其他의 窒素源으로서는, 安定한 非蛋白態아미노酸(canavanine, α, β -diamino butyric acid 등)이 있다. 이들은 column chromatography上에서 分別이 되는 化合物도 있고, 蛋白質中의 아미노酸의 Peak와 重複되어 버리는 경우도 있다. Meister의 報告를 보면 年平均 10가지 정도로 아미노酸으로 認定되는 化合物이 判明되고 있다고 하며, 이들은 植物體로부터 比較的 높은 含量으로 分離할 수가 있다.

4. 種子蛋白의 食糧 및 飼料로서의 可能性

1) 蛋白質의 評價

Etten등이 分析한 種子中 100點 以上이 25% 以上의 脂肪을 含有하고 있기 때문에, 抽出處理를 하고 있는데, 이런 種子是 蛋白質과 脂肪 兩面의 給源이 된다.

많은 種子在 만일 그것을 效果의으로 生育시킬 수 있고, 栽培와 市場供給이 可能하다면 값이 싸고 아주 좋은 蛋白質源이 될 수 있다. 이 種子들은 蛋白質과 lysine을 多量 含有하고 있기 때문에 특히 關

發達上國의 主食인 穀物이나 감자類에 대한 좋은 蛋白質供給源이 될 수 있을 것이다.

2) 必須 아미노酸含量을 기초로한 蛋白質의 評價

FAO가 主唱하는 人間의 必須아미노酸 패턴과, 種子の 必須아미노酸量을 對比해서 種子の 蛋白質을 評價하여 檢討할 수 있다. 比較를 위해서, 옥수수, 쌀, 밀 그리고 콩에 대해서도 생각해 보기로 한다. 379種의 種子 中 半以上은 lysine을 充分히 含有하고 있다. 많은 栽培穀物은 lysine 含量이 낮기 때문

第3表 必須 아미노酸 패턴^a A/E比 (全必須아미노酸의 g당의 mg)

아미노酸	계란	옥수수	Opaque-2c	低蛋白質米	大豆	밀	Crambe	Lesquerella	Safflower
lysine	125	66	117	111	157	80	140	180	98
全含黃아미노酸	107	75	82	76	74	126	126	99	98
methionine	61	47	47	53	37	47	47	38	46
cystine	46	28	35	23	37	79	79	61	52
isoleucine	129	94	95	114	118	106	106	99	113
leucine	172	328	244	223	177	205	170	159	177
全芳香族아미노酸	175	217	209	205	205	233	186	178	221
phenylalanine	114	123	120	144	115	142	109	99	132
tyrosine	81	94	90	61	90	91	76	79	89
threonine	99	85	97	96	99	87	113	115	98
tryptophan	31	17	—	33	30	32	33	35	27
valine	141	118	137	142	126	130	128	135	162
E/T 比 ^b (g/g)	3.22	2.65	2.51	2.47	2.71	2.10	2.25	2.16	2.04
粗蛋白質(%)	—	10.5	10.6	7.3	61.0	15.9	49.0	31.0	60.0

註: a WHO (1965)方式으로 計算, b 種子の 窒素 1g當의 必須아미노酸의 g

3) 植物種子中的 有害物質

食物로 먹을려면, 만일 急性으로 또는 蓄積性으로 害毒을 주는 物質이 含有되어 있을때에는, 그것을 除外하거나 또는 不活性化 시킬 必要가 있다. 그러기 위해서는 우선 存在를 確認하고 除去하는 方法을 研究할 必要가 있다. 콩 科種子 中의 非蛋白質窒素化合物中에는 毒性이 있는 것이 알려져 있고, 잘 알려져 있지 않은 것도 毒性이 있을 疑心이 있다. 겨자種과 그 關連植物中의 thioglucoside 類는 goiter의 原因이 되기도 한다. 그러므로 이런것이 有害할 程度로 存在하면 抽出하여 除去하지 않으면 안된다. 實際問題로서 食用으로 할 때에는 加熱, 機械的

에 lysine缺乏이 가장 基本的인 問題점이다. 이 報告에서는 Cystine值가 不正確하기 때문에 特別하게 論議할 수는 없지만, methionine과 같은 量의 Cystine이 있다고 假定할지라도, 379種의 methionine 含量의 平均値는 最少必要量보다도 훨씬 적다. 이 사실은 穀類나 豆類에서도 마찬가지이다.

isoleucine도 缺乏되어 있다. 한편 大豆는 lysine과 마찬가지로 isoleucine 含量도 높다. tyrosine을 除外한 다른 아미노酸에 대하여 보면, 大部分의 種子が 이들을 充分히 含有하고 있다. 棉實은 methionine과 isoleucine 含量이 낮다.

離選擇的 抽出 등으로 有害物質을 不活性化하고 있다. 有害한 酵素를 加熱에 의해서 不活性化하는 例로서는 大豆의 trypsin阻害酵素나 Hemagglutinin이 알려져 있다. 이런 處理는 잘 해야지 注意하지 않으면, 單胃動物에 對한 蛋白質의 營養價를 낮게하는 수가 있다. 即 有効性 lysine이나 含黃아미노酸은 適度한 加熱로 因해서 減少한다. 不消化性인 外皮를 除去하면 高蛋白質化의 效果가 있는데, Safflower 種子是 45%의 外皮를 含有하고 있어서 그대로는 單胃動物에게는 不適當하나 機械的인 外皮除去와 脫脂에 의해서 粗蛋白質 60%까지 向上되며, 그 窒素의 90%가 아미노酸과 Amide態이다. thioglucoside나 그 加水分解物은 溶劑抽出에 의해서 除去 될 수 있다.