

甘藷塊根與莖葉之蛋白質及胺基酸組成¹

鄭 心 嫻²

摘要：七個塊根用甘藷品種（系）與兩個莖葉用品種（系）於 1973 年與 1977 年在嘉義農業試驗分所栽植，並分析其蛋白質含量與胺基酸組成。塊根用品種（系）之塊根蛋白質含量在 3.20~7.27 % 之間，兩個莖葉用品種有效莖葉內之蛋白質含量分別為 10.76 % (HP-4) 與 13.22 % (臺農 25 號)。離胺酸 (Lysine) 含量以 g /100 g Protein 表示時，在七種甘藷塊根內為 3.19~5.52 %，HP-18 為 4.93 %。在有效莖葉內，HP-4 為 3.31 %，臺農 25 號為 4.33 %。經分析甘藷塊根與莖葉內胺基酸組成，並與 FAO 規定蛋白質中重要胺基酸含量標準比較，除酪胺酸 (Tyrosine) 與含硫胺基酸 (Total sulfur-containing amino acids) 之含量為限制因子外，其餘重要胺基酸之含量則均能符合需要。

本省飼料資源缺乏，多仰賴國外供應，近年來由於高蛋白甘藷品種之育成，將可替代部分現有飼料；飼料營養價值主要決定於蛋白質，除蛋白質含量外，其胺基酸之組成與分佈，亦極為重要。本試驗之目的在探討新育成甘藷品系 HP-18, HP-4 及其他栽培品種之塊根與莖葉中胺基酸分佈情形，提供配合飼料之參考。

甘藷塊根蛋白質含量之變異很大，Splittstoesser 氏以三個甘藷品種為材料，測定蛋白質含量介於 2~3 % 之間⁽¹³⁾；Purcell 氏在美國北卡羅來納州種植 99 個甘藷品種，分析其塊根乾物重之粗蛋白質含量變域為 1.72~9.14 %，並進一步指出，當胺基酸組成以 g/100 g Protein 表示時，除色胺酸及含硫胺基酸之含量以 FAO 標準成為限制因子外，其餘重要胺基酸之含量則均能符合需要⁽⁹⁾。

在國內之研究報告中，楊氏等曾分析本省各地區 17 個甘藷栽培品種塊根之粗蛋白質含量，介於 2.51~7.46 % 之間⁽⁵⁾；楊氏測定甘藷中粗蛋白質含量與離胺酸組成沒有相關性，甘藷中粗蛋白質的含量及其離胺酸組成似與品種及栽培條件有關⁽⁶⁾；李氏之報告亦指出 1.27~10.07 % 之變域，而大多數品種之蛋白質含量係在 4.4~5.2 % 之間⁽¹⁾；並曾說明不同品種，地區及年份對甘藷塊根粗蛋白質含量之影響，其中地區與品種之交感作用為極顯着，而品種與年份之交感作用則不顯著，品種間粗蛋白質之含量為 3.2~8.3 %，地區間之變域為 2.8~6.5 %，年份間之變域為 4.3~5.8 %，此外，栽培季節亦導致蛋白質含量間之差異⁽²⁾。

甘藷之莖葉亦可用為飼料，其營養價值也曾有分析報告。Purcell 氏測定甘藷品種 Centennial 與 Jewel，發現莖末端 (stem end) 蛋白質含量很高，在 20~30 % 之間⁽¹⁰⁾；陳氏之報告指出甘藷葉蛋白質組成，其離胺酸 (Lysine) 含量為 3.57 %⁽⁴⁾；李氏指出甘藷有效莖葉乾物粗蛋白質含量自 12.1~25.74 %，但以 19.5~20.5 % 之頻度最高⁽¹⁾。

陳氏報告甘藷蔓之飼料營養價值很高，為優良之粗飼料，且本省每年可生產 150 萬公噸以上，除普通採用為養豬之青飼料以外，尚有多量餘額可供牛、羊之需，若善加利用，對本省肉牛之增產當有極大幫助；唯一缺點乃如將甘藷蔓直接供飼豬，牛則有瀉性，因為瀉性而使飼料在消化道

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 848 號。

2. 本所農藝系技士。

停留時間較短而影響飼料之消化⁽⁴⁾。

材 料 及 方 法

本試驗之材料均為嘉義農業試驗分所提供，其中高蛋白甘藷品系 HP-18 與對照品種臺農 57 號及莖葉用品系 HP-4 與對照品種臺農 25 號係 66 年栽培，Centennial，沖繩 100 號，紅心尾，C₅₅₋₁₈₉，五斤種等五品種係 64 年栽培。

塊根及莖葉採收後，各稱量 500 克，塊根用茶擦擦成箄，莖葉則切成 2~3 公分長，分別置於 60°C 恆溫乾燥箱中，烘乾 24 小時後，稱其乾物重，再使用 Udy 磨粉器粉碎，經 50 mesh 網孔篩出，置於乾燥器內，供分析之用。

粗蛋白質測定係稱取 0.200 g 樣品粉末，加入濃硫酸 4 ml，加熱分解 2 小時後稀釋至 100 ml，再取 10 ml 稀釋液以擴散法測定其全氮量，再乘以 6.25，即為蛋白質含量⁽⁸⁾。

供胺基酸分析之樣品係稱取 500 mg 置於細頸試管中，加入 10 ml 定沸點之 6 N HCl，抽成真空後封口，置於 110°C 加水分解爐 24 小時，分解後經過濾及抽乾鹽酸，加入 pH 2.2 醋酸緩衝液，再取約 1mg 之蛋白質水解物樣品，注入 Yanagimoto Model LC-5 A 自動胺基酸分析儀中測定之^(7,12)。

結 果 與 討 論

一、不同甘藷品種塊根與有效莖葉之蛋白質含量

供試各甘藷品種塊根與莖葉之蛋白質含量列於表 1。64 年栽培 5 個品種塊根蛋白質含量之分佈為 3.85~7.27%，其中以 Centennial 最高（7.27%），沖繩 100 號次之（7.16%），而以紅心尾之 3.85% 為最低。66 年栽培高蛋白甘藷品系 HP-18，其塊根蛋白質含量為 5.37%，雖較對照品種臺農 57 號（3.20%）為高，但仍比 64 年栽培之部份品種為低，顯示品種與栽培年份間之差異，亦與李氏之結論符合^(1,2)。

66 年栽培供莖葉用品系 HP-4 之莖葉部蛋白質含量為 10.76%，較對照品種臺農 25 號（13.22%）為低，與李氏以沖繩 100 號與紅心尾二品種為材料所測得之 17.0~19.1% 比較，差距更為顯着⁽²⁾。

二、不同甘藷品種塊根與莖葉內之胺基酸組成

供試各品種之胺基酸組成亦列於表 1。就塊根而言，如胺基酸含量以 g/100 g Protein 表示，離胺酸 (Lysine) 含量介於 3.19~5.52% 之間，而以 Centennial 品種為最高，組織胺酸 (Histidine) 介於 1.42~2.94% 之間，精胺酸 (Arginine) 在 2.89~5.52%，息寧胺酸 (Threonine) 在 2.30~6.14%，胱胺酸 (Cystine) 之半量在 0.44~1.50%，纈胺酸 (Valine) 在 6.94~9.41%，甲硫胺酸 (Methionine) 在 2.06~4.53%，異白胺酸 (Isoleucine) 在 3.34~10.68%，白胺酸 (Leucine) 在 4.03~6.45%，酪胺酸 (Tyrosine) 在 0.63~2.43%，以及苯丙胺酸 (Phenylalanine) 在 4.45~6.91% 之間。64 年栽培之 Centennial 品種塊根中天門冬胺酸 (Aspartic acid) 與穀胺酸 (Glutamic acid) 與其他塊根用品種比較含量均為最低，但其重要胺基酸之總量亦為最高。66 年栽培之高蛋白品系 HP-18 塊根中各種重要胺基酸含量，均高於對照品種臺農 57 號，顯示較為平衡之胺基酸組成。

66 年栽培之莖葉用品系 HP-4 與對照品種臺農 25 號莖葉內各胺基酸含量示於表 1。HP-4 之離胺酸，白胺酸含量較臺農 25 號為低，甘胺酸 (Glycine)，異白胺酸，苯丙胺酸較高，其他重要胺基酸之含量則相似。如與其他品種塊根內胺基酸組成比較，則莖葉之蛋白質含量雖較高，但離胺酸與甲硫胺酸二重要胺基酸之含量却遠較 Centennial，沖繩 100 號等品種之塊根為低。

三、高蛋白質與莖葉用甘藷品系之蛋白質價值

蛋白質之價值即根據其供應重要胺基酸之能力而定，蛋白質內各種重要胺基酸如以適當比例分佈，稱之為高品質蛋白質。飼料中之蛋白質品質，對單胃動物尤為重要^(11,13)。人類及禽畜對胺基酸需要量，可藉平衡試驗（試驗中保持禽畜在氮平衡狀態下，所需之蛋白質或胺基酸最低攝入量估計）或飼養試驗予以測定⁽³⁾。

表 1. 不同品種（系）甘藷之蛋白質含量及胺基酸組成

Table 1. The protein content and amino acid composition of tuber roots and effective stems and leaves of sweetpotato cultivars

胺基酸 Amino Acid	塊根 Tuber Root							有效莖葉 Effective Stem and Leave	
	Centennial	冲繩100號	紅心尾	C ₅₅₋₁₈₉	五斤種	HP-18	臺農57號	HP-4	臺農25號
Lysine	5.52	5.09	4.32	3.88	3.19	4.93	4.03	3.31	4.33
Histidine	2.53	2.94	1.42	2.15	2.11	2.03	1.90	3.41	3.34
Ammonia	3.49	3.85	2.28	2.31	1.94	1.78	1.62	0.78	0.98
Arginine	4.39	3.46	3.47	4.12	5.52	3.94	2.89	4.21	4.17
Aspartic acid	13.30	17.41	16.97	21.62	20.35	17.28	20.23	10.46	10.53
Threonine	5.00	2.30	3.90	4.47	2.44	6.14	3.02	4.41	4.54
Serine	6.17	8.09	6.22	4.26	5.63	5.59	4.58	4.84	4.68
Glutamic acid	6.86	12.39	14.63	10.47	15.34	12.72	16.13	12.32	13.06
Proline	5.35	3.08	1.87	3.63	3.20	5.16	3.82	5.83	7.34
Glycine	4.45	4.98	6.11	4.38	4.97	4.89	4.23	7.35	5.89
Alanine	2.69	3.77	4.55	3.72	4.05	7.61	9.17	10.74	9.26
½ Cystine	1.32	1.00	0.89	0.49	1.50	0.82	0.44	0.21	0.17
Valine	9.07	7.93	8.09	9.41	6.94	8.19	7.54	9.17	8.95
Methionine	4.53	3.61	3.21	2.40	3.23	2.28	2.06	2.75	2.69
Isoleucine	10.68	8.30	8.96	7.45	8.51	3.90	3.34	5.16	4.34
Leucine	5.65	4.03	6.45	6.23	5.25	6.23	5.15	7.03	9.11
Tyrosine	2.34	2.43	0.63	2.30	2.13	2.14	1.72	2.72	2.36
Phenylalanine	6.91	5.33	6.02	6.72	5.71	5.05	4.45	5.94	4.63
Protein	7.27	7.16	3.85	5.85	4.65	5.37	3.20	10.76	13.22

* Tryptophan 另外定量中。

** 胺基酸含量以佔蛋白質百分率表示。(g/100 g protein).

Centennial, 冲繩 100 號, 紅心尾, C₅₅₋₁₈₉, 五斤種, 臺農 57 號, HP-18 七種品種(系)塊根重要胺基酸含量平均值列於表 2, 並與 FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) 規定蛋白質中重要胺基酸含量分佈之標準比較。

由表 2 可知, HP-18 品系塊根中各重要胺基酸, 除酰胺酸為限制因子, 而含硫胺基酸 (Total sulfur-containing amino acids) 與異白胺酸亦略嫌不足外, 其餘均超出 FAO 標準甚多; 又如以七個甘藷品種(系)塊根之重要胺基酸組成進行比較, 則僅酰胺酸之含量不足所需; Pur-

cell 曾以七個甘藷品種進行分析，亦指出色胺酸 (Tryptophan) 與含硫胺基酸為塊根蛋白質中之主要限制因子，但由於其他胺基酸含量甚高，因而建議甘藷塊根可用以補充其他植物蛋白質⁽⁹⁾，與本報告所獲知之結論相同。

以 FAO 之資料為比較標準，甘藷有效莖葉內蛋白質之營養價值與塊根中相似 (表 2)，HP-4 品系與臺農 25 號均以酰胺酸與含硫胺基酸之含量不足，就 HP-4 而言，離胺酸之含量亦略為偏低。針對以上結論與 Purcell 氏之報告⁽⁹⁾，可知含硫胺基酸為多數甘藷品種所缺乏，亦應為今後改良甘藷蛋白質品質之育種工作的重要目標。

表 2. 不同品種 (系) 甘藷重要胺基酸含量與 FAO 所定標準值之比較
Table 2. Comparison of the essential amino acids of sweetpotato cultivars with the FAO reference protein

胺基酸 Amino Acid	塊根 Tuber Root			有效莖葉 Effective Stem and Leave	
	FAO	HP-18	Mean*	HP-4	Tainung 25
Isoleucine	4.2	3.90	7.31	5.16	4.34
Leucine	4.8	6.23	5.57	7.03	9.11
Lysine	4.2	4.93	4.42	3.31	4.33
Methionine	2.2	2.28	2.93	2.75	2.69
Total sulfur	4.2	3.92	4.83	3.17	3.03
Phenylalanine	2.8	5.05	5.74	5.94	4.63
Threonine	2.8	6.14	3.90	4.41	4.54
Tyrosine	2.8	2.14	1.96	2.72	2.36
Valine	4.2	8.19	8.17	9.17	8.95
Chemical Score based on: Total sulfur	100	93	115	75	72
Tyrosine	100	76	70	97	84

* Centennial, 沖繩 100 號, 紅心尾, C₅₅₋₁₈₉ 五斤種, HP-18, 臺農 57 號之平均值。

**胺基酸含量以佔蛋白質百分率表示。(g/100 g protein).

誌謝：本報告承蒙劉博士大江斧正，特此誌謝。

參 考 文 獻

1. 李 良 • 1969 • 甘藷蛋白質含量之變異及其與其他性狀間關係之研究。中華農學會報 新 88 : 17~22。
2. 李 良 • 1975 • 環境因子對甘藷蛋白質含量影響之研究。中華農學會報 新 92 : 64~71。
3. 馬春祥 • 1976 • 禽畜營養與排泄物之再飼養。科學農業 24 (7、8) : 318~339。
4. 陳焜崧 • 1976 • 農藝副產物之飼料利用與改進。科學農業 24 (7、8) : 293~306。
5. 楊祖馨、蔡玉吉、許金土 • 1967 • 關於主食品之蛋白質營養問題之研究 第一報 關於臺灣省產食米與甘藷之蛋白質含量。中國農業化學會誌 5 (1、2) : 42~46。
6. 楊祖馨、蔡玉吉、許金土、柯華雄、陳順文 • 1975 • 關於主食品蛋白質營養問題之研究 (二) 臺灣省產食米與甘藷蛋白質中胺基酸之分佈。中國農業化學會誌 13 (1、2) : 132~138。
7. 鄭心嫻、呂宗佳、萬 雄 • 1977 • 暗玉米雙雜交種蛋白質含量及其胺基酸組成之研究。中華農業研究 26 (4) : 297~306。
8. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis (11th ed.). Method

- 14.063 The Association : Washington, D. C.
9. Purcell, A. E., H. E. Swaisgood and D. T. Pope. 1972. Protein and amino acid content of sweetpotato cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97 : 30-33.
 10. Purcell, A. E., W. M., Jr., Walter and F. G. Giesbrecht. 1976. Distribution of protein within sweetpotato roots (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 24(1) : 64-66.
 11. Sherrod, L. B. 1976. Triticale as a feed grain for ruminants. *Proc. Int. Symp. on Triticale (Lubbock, Texas) 1973,* : 125-130.
 12. Spachman, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Chromatography of amino acids. *Anal. Chem.* 30 : 1190-1206.
 13. Splittstoesser, W. E. and A. M. Rhodes. 1973. Protein and amino acid values of some tropical root crops. *Illinois Research.* 15(4) : 6-7. (En)Dcp. of Plant Breeding Illinois Univ., Urbana, Illinois, USA.

Protein content and amino acid composition in tubers and stems and leaves of sweetpotato cultivars¹

Hsing-Hsien Cheng²

Summary

Nine cultivars or lines of sweetpotato were grown at Chiayi, Taiwan in 1975 and 1977 and their protein contents and amino acid composition were determined in tuber roots and effective leaves and stems.

Protein contents in tuber roots of seven sweetpotato cultivars or lines ranged from 3.20 to 7.27%, protein content in effective leaves and stems was 10.76% for line HP-4 and 13.22% for cultivar Tainung 25.

Lysine contents, on a g/100g protein basis, ranged from 3.19 to 5.52% in the tuber roots and was 4.93% for the newly-developed high protein line HP-18. Respective values in the effective leaves and stems of HP-4 and Tainung 25 were 3.31 and 4.33 %.

Total sulfur-containing amino acids and tyrosine were limiting by comparison with the FAO reference protein. Other essential amino acids were in excess suggesting that sweetpotato protein may be useful in supplementing other plant proteins.

1. Contribution No 848 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Specialist chemist. TARI.