

瓊麻濃縮葉蛋白之抽取試驗¹

林 禮 輝²

摘要：瓊麻 (*Agave sisalan*) 葉片及其製麻廢渣中含有 6—9% 粗蛋白，其中以水溶性及鹼溶性蛋白質佔大部分，約為純蛋白質之 85%。葉蛋白之抽出則以水及 0.03—0.1N 氫氧化鈉溶液為最佳溶媒。加稀鹽酸調節 pH 值至 3.5—4.0，則為較適宜之蛋白質凝聚法。蛋白質回收率依原料不同而異，鮮瓊麻葉片，濕式製麻廢渣及乾式製麻廢渣分別為 47%、66% 及 30%。

經一般成分及胺基酸組成分析結果發現，瓊麻濃縮葉蛋白之粗蛋白質含量 28.4%，粗脂肪 30.2%，粗纖維 4.5%，灰分 8.8%；必須胺基酸中則以羥丁胺酸及蛋胺酸含量稍低。將葉蛋白產品再經脫脂處理後可使粗蛋白質含量提高至 38%。抽取蛋白後之殘渣仍含有多量粗纖維及碳水化合物。

植物莖葉經壓榨後可以得到含有大量蛋白質成分之綠色漿汁稱之為葉蛋白 (Leaf protein)。將葉蛋白以凝聚沈澱及分離處理後所得到之固物形則稱為濃縮葉蛋白 (Leaf protein concentrate)⁽⁹⁾，簡稱 LPC。目前已有許多植物的莖葉被嘗試抽取其濃縮葉蛋白作為補充飼料或糧食，以補人類蛋白質資源之不足^(4,5)。

本省瓊麻年產量約 8 至 9 萬公噸，除製成纖維三千公噸⁽²⁾，利用率僅 3.5% 外，麻渣多屬廢棄物，殊為可惜。由於瓊麻產地集中，製麻工作四季不斷，且麻渣已經經過切斷、打碎及浸軟等原料處理過程，所以自瓊麻莖葉廢棄物抽取葉蛋白作為飼料蛋白資源時，具有原料價格低廉，取得容易，作業簡化，產地集中及不受季節影響等優點。此外尚有提高瓊麻收益，改善堆積場所環境之利益。抽取葉蛋白後之殘餘物質可再考慮作為沼氣醱酵原料，生產地域性能源。

本試驗係對鮮瓊麻及工廠廢棄之乾麻渣與濕麻渣等進行成分分析後，再以各種葉蛋白抽出及蛋白質沈澱方法加以處理，比較其抽取葉蛋白之效果。對於乾燥之濃縮葉蛋白成品進行一般成分與胺基酸組成分析，俾能了解其蛋白質品質及營養價值。抽取葉蛋白後之殘餘物亦加以分析，期能了解其再利用之可行性。

材料與方法

一、供試材料：

鮮瓊麻 (*Agave sisalana*, 英名 Sisal)：本所恆春工作站附近栽培之瓊麻，經刈麻刀刈下之葉片。

乾麻渣 (Dried sisal residue)：經工廠自動採纖機不經水洗方式採纖後所殘留之廢棄葉肉。

濕麻渣 (Wet sisal residue)：經水洗方式採纖後所得到的洗麻廢水中所含有之固形物，亦即廢棄葉肉。

二、葉蛋白抽出方法：以濃度為 0、0.001、0.01 與 0.1N 之醋酸、鹽酸、氯化鈉、氫氧化鈉及鉍

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1158 號。

2. 本所農業化學系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

水等溶液與瓊麻葉片或濕麻渣混合攪碎，溶液使用量為原料之2.5倍，連續抽出兩次後，以150目篩網過濾分離即可得到葉蛋白汁液。乾麻渣則加入 2.5倍量水或不同濃度氫氧化鈉溶液後以石磨機磨出葉蛋白漿汁，殘渣再以同樣方法抽取一次。

三、葉蛋白沈澱方法：將葉蛋白汁液以靜置24小時，加酸調節至 pH3.5 或4.0，加熱至 50°C或80°C 等 5 種方法處理，俟其沈澱後再予離心分離，沈澱物於50°C下乾燥後進行分析。

四、一般成分分析：水分，粗蛋白質，粗脂肪（乙醚抽出物），粗灰分及粗纖維等係依據美國 A. O. A. C. 方法分析之⁷⁾。全醣及五碳醣含量係依據實驗農藝化學分析法分析之³⁾。

五、蛋白質組成分析：水溶性、鹽溶性、醇溶性及鹼溶性蛋白分析方法係分別取試料20克，各加20倍容量之溶劑振盪 2 小時後，以離心器 (3,500r. p. m.) 分離；取一定量上澄液以 Gunning 修正法測定之⁸⁾，使用之溶劑則為水，5%食鹽液，60%酒精及 0.4% 氫氧化鈉溶液。不溶性蛋白含量係將粗蛋白減去可溶性蛋白及游離氮之值。

六、胺基酸組成分析：供胺基酸分析之樣品稱取500毫克，置於細頸試管中，加入10毫升 6N鹽酸，抽成真空後封口，置110°C 下水解24小時，經過濾及抽乾鹽酸後，加入pH2.2醋酸緩衝液，取約含一毫克蛋白質之水解物，注入 Yanagimoto Model LC-5A 自動胺基酸分析儀中測定之。

結果與討論

一、供試原料成分之比較：

由於目前瓊麻的主要利用成分為纖維，因此除了瓊麻纖維 (Sisal fiber) 組成與性質被廣泛分析外，有關瓊麻之一般組成成分分析資料，至今未能收集得到。

瓊麻纖維之取得大致經由兩種方式：(1) 直接刮肉分離纖維後將麻渣堆積現場，此為乾式採纖法；(2) 於刮肉同時噴水洗滌纖維，麻渣與水一同由水溝送到廢棄場所，此稱濕式採纖法。兩種方法在使用上各有利弊，而以後者使用較多。由於處理方式不同，得到的廢棄麻渣性質成分亦有差異。表 1 所示即鮮瓊麻葉片，乾麻渣與濕麻渣之一般組成成分分析值。表 2 為瓊麻葉片之蛋白質區分。

二、瓊麻葉蛋白抽出方法之比較：

取100克瓊麻葉片，以不同的抽出液500毫升，分兩次抽出葉蛋白汁液。抽出液加鹽酸或鹼液調至 pH4.0，靜置24小時後離心得得到之葉蛋白沈澱物，經 50°C 乾燥後分析其粗蛋白質含量，並計算產品收量及蛋白質回收率。

由表 3 不同抽出液對瓊麻葉蛋白抽出效果之比較可以看出，以水，0.001N 醋酸及 0.1N 氫氧化鈉

表 1：瓊麻葉片與製麻廢渣之一般成分分析值

Table 1. Composition of Sisal leaf and its residues of fiber manufacture

(%乾物重)

種 類 項目 Items	Substrates	瓊麻葉 Sisal leaf			濕麻渣 Wet residue	乾麻渣 Dry residue	
		(1)	(2)	(3)		(1)	(2)
乾物重 (%)	Dry product	16.87	14.61	17.26	5.71	13.17	11.57
粗灰分	Ash	9.12	7.38	8.94	11.73	17.96	17.70
粗蛋白	Crude protein	6.61	4.75	5.43	9.46	7.87	6.74
粗纖維	Crude fiber	25.46	27.35	29.32	51.58	14.05	3.31
粗脂肪	Crude fat	3.83	2.64	3.40	4.87	2.75	16.13
全 醣	Carbohydrates	27.37	57.88	52.91	22.36	57.37	56.12
五碳醣	Pentosane	13.91					

表 2：瓊麻葉片之蛋白質區分

Table 2. Partition of Sisal leaf protein

組 成 分	Composition	含 量 Content (%)	區 分 Partition (%)
粗蛋白質	Crude protein	6.61	100
純蛋白質	Simple protein	4.56	69
游離氮	Free nitrogen	2.05	30
可溶性蛋白質	Soluble protein	3.35	50.7 (100%)
水溶性蛋白	Albumin	1.17	(34.9)
鹽溶性蛋白	Globulin	0.29	(8.7)
鹼溶性蛋白	Glutelin	1.65	(49.3)
醇溶性蛋白	Prolamin	0.24	(7.2)
不溶性蛋白質	Insoluble protein	1.21	

表 3：不同溶液對瓊麻葉蛋白抽出效果之比較

Table 3. Effect of extrate solutions on the extraction of sisal leaf protein

抽 出 液	Extrate soln.	產品收量 (乾物重) Product (g. dry wt.)	粗 蛋 白 質 Gude protein (%)	蛋 白 質 抽 出 率 Protein recovery (%)
水	H ₂ O	1.07	23.3	22.3
醋 酸	Acetic acid 0.01N	1.04	25.7	24.1
醋 酸	0.01N	0.75	28.7	19.2
鹽 酸	Hydrochloric acid 0.001N	0.76	35.0	24.6
鹽 酸	0.01N	0.75	39.5	25.5
鹽 酸	0.1N	0.69	38.6	24.0
氯化鈉	NaCl 0.01N	0.71	39.2	25.0
氯化鈉	NaCl 0.1N	0.61	38.5	21.1
氯化鈉	NaCl 1 N	0.93	30.2	25.2
銨 水	Ammonia water 0.001N	0.86	40.2	30.8
銨 水	Ammonia water 0.01N	0.76	39.0	26.7
銨 水	Ammonia water 0.1N	0.92	41.9	34.7
氫氧化鈉	NaOH 0.001N	0.90	39.5	31.8
氫氧化鈉	NaOH 0.01N	0.88	38.2	30.1
氫氧化鈉	NaOH 0.1N	1.08	41.1	39.8

表 4：不同溶液抽出與不同蛋白質凝聚處理對瓊麻葉蛋白抽取之影響

Table 4. Effects of extract solution and protein coagulation treatment on the extraction of sisal leaf protein

抽 出 液 Extract solution	蛋白質凝聚處理 Coagulation treatment	產 品 收 量 (乾物重) Product (g. dry wt.)	粗 蛋 白 質 Crude protein (%)	蛋白質抽出率 Protein recovery (%)
水 H ₂ O	250ml 靜置24小時	0.76	24.3	19.7
	pH 4.0	0.76	28.8	23.5
	250ml pH 3.5	0.76	32.0	26.0
	50°C	0.65	34.2	23.5
	80°C	0.64	31.0	21.2
氫氧化鈉 NaOH 0.001N	250ml 靜置24小時	0.83	23.2	20.5
	250ml pH 4.0	0.87	26.9	23.1
	pH 3.5	0.84	28.5	23.4
	50°C	0.73	31.8	24.6
	80°C	0.71	31.0	23.5
水 H ₂ O	250ml 靜置24小時	0.68	21.1	15.3
	250ml pH 4.0	0.81	30.9	26.7
	pH 3.5	0.80	29.3	25.0
	50°C	0.65	19.7	13.8
	80°C	0.59	31.0	19.5
氫氧化鈉 NaOH 0.1N	250ml 靜置24小時	0.23	13.9	3.5
	250ml pH 4.0	1.15	33.6	44.7
	pH 3.5	1.19	37.1	47.1
	50°C	0.21	15.2	3.4
	80°C	0.24	15.5	4.0

抽出時能得到較多的產品收量。然而，就成品中之粗蛋白質含量而言，則以氨水或氫氧化鈉等鹼性溶液效果較好。表 2 之瓊麻葉蛋白成分中可溶性蛋白質組成主要為鹼溶性及水溶性蛋白質，因此以鹼性水溶液抽出應能得到較高的蛋白質抽出率；以醋酸溶液抽取時雖能得到較多的產量，但可溶性蛋白中之鹼溶性蛋白將無法回收而導致成品蛋白質含量偏低之現象。此試驗結果顯示以 0.1N 氫氧化鈉抽出時可以得到最大的產品收量，粗蛋白質含量及蛋白質回收量，每 100 克瓊麻葉可得到 1.8 克濃縮葉蛋白，粗蛋白質含量 41%，蛋白質回收率約 40%。

三、瓊麻葉蛋白沈澱方法比較：

利用蛋白質遇酸遇熱時會自行凝聚之原理，將用水及不同濃度之氫氧化鈉溶液抽出之瓊麻葉蛋白液，以加鹽酸調至 pH 4.0 或 3.5，與加熱至 50°C 或 80°C 等方法使之凝聚沈澱，而與靜置 24 小時自然沈澱法相比較，尋求最適宜之葉蛋白凝聚沈澱法。表 4 所示即不同蛋白質凝聚處理之瓊麻葉蛋白回收效

果之比較。由表 4 可見加酸調節至 pH3.5或4.0時可以得到良好的蛋白質回收效果。抽出液鹼性增強時，蛋白質凝聚處理方式對蛋白質回收量之影響也增大。靜置法比加熱法得到稍多的產品收量，但蛋白質回收量反而少，可見加熱法對蛋白質回收亦有助益。試驗結果顯示瓊麻葉蛋白之製造法以添加葉片2.5倍量之0.1N 氫氧化鈉溶液抽出一次後，再以水抽出一，將抽出液添加鹽酸調節至 PH3.5 後離心收集沈澱，於 50°C 下乾燥之效果為最好。依此方法抽出時每100克鮮原料約可得到1.2克濃縮葉蛋白成品，粗蛋白質含量約為37%，蛋白質回收量達47%。

四、濕式製麻渣及洗滌水之葉蛋白抽取：

由於製麻過程中有許多水溶性成分，如蛋白質、礦物質、醣類及水溶性維生素會流失於洗滌水中；若能加以回收，不但可得到濃縮葉蛋白成品，亦可減少廢水中之有機污染質；所以將濕式製麻廢水分為濕麻渣及洗滌水兩部分加以處理。

在洗滌水中添加鹽酸調節至pH4.0，靜置俟其沈澱後予以分離，風乾後以50°C乾燥之；則每公升洗滌水可以收回1.4—2.0克乾物重之濃縮葉蛋白成品，其粗蛋白質含量達25.8—30.9%。

將濕麻渣以水及0.1N氫氧化鈉抽出，再加鹽酸調節 pH 值至4.0，然後回收濃縮葉蛋白。表 5 所示即濕麻渣之濃縮葉蛋白抽取效果。由此表中可以看出以 0.1N 鹼液抽出較用水為好。又，由於濕麻渣之鮮原料中含水量較瓊麻葉片為高，因此單位鮮原料 100克所得到的產品收量亦較低。比較洗滌水及濕麻渣所得葉蛋白產品之粗蛋白質含量可以看出，瓊麻葉片在加工洗滌時，流入洗滌液之蛋白質所佔比例較低，大多仍存在於濕麻渣內。

表5：濕麻渣之濃縮葉蛋白抽取效果

Table 5. Extraction efficiency of sisal leaf protein concentrate extracted from wet residues

抽 出 液 Extract solution	產品收量 (乾物重) Product (g. dry wt)	粗 蛋 白 質 Crude protein (%)	蛋 白 質 抽 出 率 Protein recovery (%)
水 H ₂ O 250ml 250ml	0.61	38.3	43.3
氫氧化鈉 NaOH 0.1N 水H ₂ O 250ml 250ml	0.80	44.5	63.9

五、乾麻渣之濃縮葉蛋白抽取：

將乾麻渣以瓊麻葉蛋白之抽取法加以處理，收集其葉蛋白產品並分析其蛋白質含量，結果如表 6 所示。由表 6 顯示乾麻渣抽出之產品收量及蛋白質回收率均顯著低下，且以0.1N 氫氧化鈉抽出效果最差。推究其原因可能是乾麻渣在堆積期中蛋白質組成發生變化，或是以果汁機打碎 (mixing) 之方法不適用於乾麻渣之葉蛋白抽取。表 7 所示為將乾麻渣改以石磨 (stone mill) 研磨 (milling) 打漿後所得到的葉蛋白抽取結果。由此表中可以看出採用石磨磨漿法可以提高產品收量及蛋白質回收率，但是成品中之蛋白質含量則略呈降低現象，尤其是 0.1N 鹼液抽出之蛋白質含量比稀鹼液抽出者略差。又，乾麻渣之葉蛋白凝聚法似以加熱80°C處理為最好，可以得到較高的產品收量，此結果與瓊麻葉片蛋白處理結果不同。試驗結果顯示乾麻渣之葉蛋白抽取宜以0.03N鹼液用石磨磨漿後加熱80°C或靜置24小時後，分離蛋白質之方法予以處理。

六、瓊麻濃縮葉蛋白組成

自洗滌水、濕麻渣及乾麻渣所得之葉蛋白產品總稱之為瓊麻濃縮葉蛋白 (Sisal LPC)，其一

表6：以攪碎法自乾麻渣抽取瓊麻葉蛋白之抽出效果

Table 6. Extraction efficiency of sisal leaf protein extracted from dry residue by using mechanical mixing treatment

抽 出 液 Extract solution	蛋 白 質 凝 聚 處 理 coagulation treatment	產 品 收 量 (乾物重) Product (g. dry wt.)	粗 蛋 白 質 Crude protein (%)	蛋 白 質 抽 出 率 Protein recovery (%)	
水 H ₂ O	250ml	靜置24小時	0.69	33.6	22.5
		pH 4.0	0.72	32.8	22.9
		pH 3.5	0.76	32.8	23.9
	250ml	50°C	0.68	31.2	20.6
		80°C	0.78	33.1	25.0
	氫氧化鈉 NaOH 0.001N	250ml	靜置24小時	0.66	31.8
		pH 4.0	0.66	30.7	19.6
		pH 3.5	0.68	31.2	20.5
250ml		50°C	0.64	29.1	17.8
		80°C	0.70	31.5	21.4
水 H ₂ O		250ml	靜置24小時	0.75	30.2
		pH 4.0	0.73	31.2	22.0
	250ml	pH 3.5	0.72	30.4	21.2
		50°C	0.69	29.3	19.5
		80°C	0.74	30.7	22.0
	氫氧化鈉 NaOH 0.1N	250ml	靜置24小時	0.61	25.3
		pH 4.0	0.61	26.9	15.8
		pH 3.5	0.59	26.1	14.9
250ml		50°C	0.73	22.9	16.2
		80°C	0.85	24.3	19.9
水 H ₂ O					

表7：以石磨研磨法自乾麻渣抽取瓊麻葉蛋白之抽出效果

Table 7. Extraction efficiency of sisal leaf protein extracted from dry residue by using stone-milling treatment

抽 出 液 Extract solution	蛋 白 質 凝 聚 處 理 Coagulation treatment	產 品 收 量 (乾物重) Product (g. dry wt.)	粗 蛋 白 質 Crude protein (%)	蛋 白 質 回 收 率 Protein recovery (%)	
水 H ₂ O	250ml 靜置24小時	0.79	24.1	24.5	
	250ml pH 4.0	0.83	24.4	26.1	
	pH 3.5	0.84	24.7	26.7	
	50°C	0.78	25.1	25.1	
	80°C	0.76	25.4	24.7	
氫氧化鈉 NaOH 0.01N	250ml 靜置24小時	0.86	26.7	27.8	
	水 H ₂ O	250ml pH 4.0	0.80	26.8	27.8
		pH 3.5	0.81	26.7	27.8
		50°C	0.76	25.9	25.3
		80°C	0.81	27.0	28.3
氫氧化鈉 NaOH 0.03N	250ml 靜置24小時	0.93	25.5	30.5	
	水 H ₂ O	250ml pH 4.0	0.90	25.6	29.6
		pH 3.5	0.89	25.8	29.7
		50°C	1.00	21.9	28.2
		80°C	0.93	25.8	32.1
氫氧化鈉 NaOH 0.1N	250ml 靜置24小時	1.07	19.1	25.4	
	水 H ₂ O	250ml pH 4.0	0.86	25.8	28.6
		pH 3.5	0.85	26.2	28.6
		50°C	1.16	19.7	29.4
		80°C	1.31	19.7	33.2

般成分分析值及胺基酸組成分別列於表 8 及表 9。

表8：瓊麻濃縮葉蛋白之一般成分分析

Table 8. Composition of sisal LPC

項	目	Items	含	量	Content (%)
水	分	Moisture			4.95
粗	蛋白質	Crude protein			28.36
粗	脂肪	Crude fat			30.24
粗	纖維	Crude fiber			4.45
灰	分	Ash			8.84

由表 8 可以看出瓊麻濃縮葉蛋白除了含有多量的蛋白質外尚含有 30% 粗脂肪。若將此葉蛋白成品予以脫脂處理則粗蛋白質含量可再提高至 38.35%，且由張氏引用自 Buchanan 氏之報導中亦指出，加熱至 60°C 以上時，會引起脂質與蛋白結合，而使 LPC 之消化率降低，故用有機溶劑抽除 LPC 所含之脂質，不但可以改善 LPC 之顏色，且可增進其貯存性，增加葉蛋白之營養價值。

由表 9 胺基酸組成可以看出瓊麻濃縮葉蛋白中含有豐富的必需胺基酸組成，除了 羥丁胺酸與蛋胺酸含量略低外，其它均能符合 FAO 推薦標準，可稱為品質良好之蛋白質資源。

七、瓊麻葉蛋白殘渣組成：

表 10 所示為瓊麻麻渣與抽取葉蛋白後之殘渣的一般成分分析值。由此表中可以看出原料麻渣中之蛋白質，脂肪均被大量抽出，而粗纖維之抽出較少，殘渣中粗纖維所含比例因此增高。在今日能源缺乏時機，高碳水化合物與高纖維性作物，均被視為良好之酒精醱酵及沼氣醱酵原料。此葉蛋白抽取殘渣亦可作為嫌氣醱酵原料以生產能源，不僅能使瓊麻生產達到充分利用，同時對貧瘠土壤如恆春等地亦能提供飼料蛋白資源及能量資源。

結 論

自瓊麻麻渣抽取濃縮葉蛋白具有原料集中、廉價、生產連續與操作簡易等優點。經稀鹼液抽出，加酸沈澱或加熱 80°C 凝結處理所得到的葉蛋白成品品質良好，蛋白質含量達 28%，經脫脂處理後可提高至 38%，其殘餘物含有多量的纖維及碳水化合物，適宜作為嫌氣醱酵生產能源的原料。已被抽取葉蛋白之植物雖多，至今尚無任何有關瓊麻葉蛋白之報導。本研究係室內試驗結果，若欲實際應用時，尚應進行飼料飼育動物試驗與營養試驗等。Pirie 氏曾指出某些含有毒物質之植物，在葉蛋白抽出過程中，其有毒成分會被 pH4 之酸性水溶液移走，不存在於葉蛋白成品中⁽⁹⁾。又，本省畜產試驗所亦曾發表麻渣可調製成品質頗佳之青貯料，如用以飼養肉豬或犏牛時，可代普通新鮮飼料，對其發育以及各項消化成績並無不良影響⁽¹⁾。由此可以想見，瓊麻濃縮葉蛋白在應用時似無安全之虞。

表 9：瓊麻濃縮葉蛋白之胺基酸組成

Table 9. The amino acid composition of sisal LPC compared with the FAO provisional pattern

	胺 基 酸 Amino acid	瓊麻濃縮葉蛋白 Sisal LPC	FAO 推薦標準 FAO provisional pattern
必需胺基酸 Essential amino acid	離胺酸 Lysine	6.9	4.2
	蘇胺酸 Threonine	2.62	2.8
	纈胺酸 Valine	10.40	4.2
	白胺酸 Leucine	9.36	4.9
	異白胺酸 Isoleucine	5.39	4.2
	苯丙胺酸 Phenyl alanine	6.06	2.3
	色胺酸 Tryptophane	*	1.4
	甲硫胺酸 Methionine	1.33	
	非必需胺基酸 Non-essential amino acid	胱胺酸 Cystine	6.77
酪胺酸 Tyrosine		4.05	
丙胺酸 Alanine		5.22	
甘胺酸 Glycine		8.23	
脯胺酸 Proline		7.23	
穀胺酸 Glutamic acid		9.79	
絲胺酸 Serine		2.74	
	天門冬胺酸 Aspartic acid	4.49	
	精胺酸 Arginine	6.72	
	組胺酸 Histine	1.88	
		1.62	

* 未測定

表 10：瓊麻麻渣與抽取葉蛋白之殘餘物成分分析值

Table 10. Composition of sisal residue and extracted residue of sisal LPC

項 目 Item	濕 麻 渣 Wet residue		物 乾 麻 Dry residue	
	原 料 Material	抽 取 殘 餘 Extracted residue	渣 原 Material	料 抽 取 殘 餘 Extracted residue
乾物量 (%) Dry product	5.71	24.12	11.57	26.08
粗蛋白質 Crude protein	9.46	3.55	6.74	3.09
粗脂肪 Crude fat	4.87	2.21	3.31	2.72
粗纖維 Crude fiber	1.53	37.79	16.13	35.39
粗灰分 Ash	11.73	10.47	17.70	9.32
碳水化合物 Total carbohydrate	22.36	45.98	53.12	49.48
粗纖維/粗蛋白質 Crude fiber/crude protein	5.1 : 1	10.6 : 1	2.4 : 1	11.5 : 1

參考文獻

1. 臺灣省畜產試驗所年報臺灣省畜產試驗所編印 (1965)
2. 臺灣農業年報臺灣省政府農林廳編印 (1983)
3. 東京大學農學部農藝化學教室1960實驗農藝化學上卷改訂新版 p. 128, 134. 朝昌書店, 東京。
4. 張新雄1976科學農業24, 261—271
5. 張爲憲1971食品工業3, 9—18
6. 劉廷英、楊瑞森1979科學發展7, 1016—1021
7. Association of Official Agricultural Chemists 1970 A. O. A. S. 11th ed. Association. Washington D. C.
8. G. BCaganyraang et. al. 1966 Cereal Chemistry 43, 145.
9. N. W. Pirie 1982 Experientia 33, 28-31.

Extraction of Leaf Protein Concentrate from Sisal¹ (*Agava sisalan*)

L. F. Lin²

Summary

The leaves of sisal (*Agava sisalan*) and its fiber residue contained 5-9% crude protein. Most of them were water soluble (albumin) and alkaline soluble (glutelin) protein, about 85% of simple protein. The best solvent of leaf protein extraction were water and dilute alkaline solution. The suitable coagulation method for sisal protein is that adjust pH value to the range of 3.5 to 4.0 with dilute hydrochloric acid. The recovery of protein for fresh sisal leaves, wet fiber residue and dried fiber residue were 47%, 66% and 30%, respectively.

According to the chemical analysis and amino acid composition, the sisal LPC was found containing 28.4% crude protein, 30.2% crude fat, 4.5% crude fiber, 8.8% ash and less threonine and methionine.

Residues of protein extraction contained much more crude fiber and carbohydrate. Defat treatment could make the protein content of sisal LPC increased to 38%.

1. Contribution No. 1158 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant soil scientist Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.