研 究 ノ ー ト

緑豆及び緑豆もやし中の含窒素成分
ならびに澱粉の抽出・回収

高 橋 浩 司*

Extraction and Recovery of Nitrogenous
Components and Starch from the
Mung Bean and its Sprout

KOJI TAKAHASHI*

The mung bean was immersed in water, homogenized and extracted with water several times. By this extraction, 74% of total N(TN) was recovered. Furthermore, by subsequent extraction with 0.2% NaOH, 13% of TN was recovered. 92% of water-extracted nitrogen was proteinous nitrogen, 84% of which was precipitated at pH4.5. Mung bean protein roughly resembled soybean in its amino acid composition and disc-gel-electrophoretic pattern. 78% of TN in the sprout was extracted by homogenizing with water, but its disc-gel-electrophoretic pattern indicated decreased molecular size. From the water-extract of mung bean, about 60% of starch could be presumably recovered. Some properties of this starch were as follows; moisture 11.13%, ash 0.04%, whiteness 83, and gelatinization temperature 62.1°C.

(Received Nov. 17, 1978)

緑豆中の澱粉は春雨の原料としてその利用価値は高いが、緑豆澱粉の製造に当ってその他の成分の回収・利用はあまり顧みられていない。また緑豆は発芽させてもやしとして多量生産、消費されているが、栽培時に産する不良個体や残余物はほとんど廃棄されている¹⁾のが現状で

ある。そこで食糧資源の高度利用の立場から、緑豆及び緑豆もやし中の主要成分である含窒素成分ならびに澱粉の抽出・回収の基礎的検討を試みた。

1. 実験及びその方法

(1) 試料及びその一般成分とアミノ酸組成

試料豆として 1975 年収穫 タイ 国緑豆、黒緑豆及び同年中国大豆、及び発芽後 6 日間経過したもやしを使用した。常法により定量した各試料の一般成分組成を Table 1 に日立 KLA-3 型にて常法通り行なったアミノ酸組成を表 2 にそれぞれ示す。

(2) 緑豆及び緑豆もやし中の含窒素成分と澱粉の抽出・回収

実験 I：含窒素成分と澱粉の双方を回収するため、緑豆を水に浸漬し吸水後パワーホモジナイザーでホモジナイズする Fig. 1 の方法をとった。すなわち水抽出を 4 回行ない遠沈して抽出液を得、その後タンパク態窒素、非タンパク態窒素、pH 4.5 可溶性窒素、同不溶性窒素、水抽出残渣の 0.2% NaOH 可溶性窒素区分にそれぞれ分

Fig. 1. Procedure for extraction and fractionation of nitrogenous components and starch in the mung bean

EN, AN, NEN, PN, NPN, APN, and ASN refer to Table 3

* 東京栄養食糧専門学校 (〒154 東京都世田谷区池尻 2-23-11)

Tokyo Eiyo Shokuryo College, Ikejiri 2-23-11, Setagaya-ku, Tokyo

Table 1. General Composition of Some Beans and their Sprouts (%)

		Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Crude ash
Mung bean	Bean	11.4	23.1 (26.1)	1.9	60.4	3.2
	Sprout	93.4	2.5 (39.0)	0.2	4.4	0.3
Soybean	Bean	11.2	37.3 (42.0)	18.6	28.3	4.6
	Sprout	89.4	4.8 (46.2)	1.3	3.8	0.7
Black matpe	Bean	10.5	22.8 (25.5)	1.8	61.0	3.2
	Sprout	92.9	2.2 (31.0)	0.2	4.4	0.3

(): % on dry basis.

画した。澱粉の回収は各水抽出ごとに水澱殿を 5~6 回繰返し、エチルアルコール脱水後の風乾重量を測定した。

実験Ⅱ：緑豆もやしに半量，等量，3 倍量の水，水酸化ナトリウムで調整した終 pH 10 水，0.4 M 塩化ナトリウムを加えホモジナイズした。4℃ で 1 時間放置後ガーゼろ過し，その液の 15,000 rpm 20 分遠沈上澄液の窒素量を測定し抽出率を求めた。

(3) 水抽出液のディスクゲル電気泳動：

7% ポリアクリルアミドを使用し，トリスグリシン緩衝液を用いて pH 9.4 で泳動し，1 チューブに付 2.5 mA で約 1.5 時間通電した。

(4) 回収澱粉の性状

水分は 110℃ 乾燥法，灰分は 550℃ 灰化法，白度は 452nm⁹⁾ の反射率，糊化温度は熱分析法⁹⁾によった。トルエン試験⁴⁾も行なった。

2. 実験結果及び考察

(1) 試料の一般成分及びアミノ酸組成

緑豆の主成分は Table 1 のように粗タンパク質 (約 23%) と炭水化物 (約 60%) で，黒緑豆と類似していたが大豆とは質的に異なっていた。炭水化物のうち約 83% は澱粉に相当する⁹⁾と考えられる。緑豆もやしでは乾物の約 39% が粗タンパク質であった。緑豆のアミノ酸組成 (Table 2) は酸性アミノ酸が非常に多く全アミノ酸の約 27% を占めるが，リジンやロイシンも比較的多い。しかし含硫アミノ酸は非常に少なかった。プロリンとグリシンの溶出の間に未同定の小ピークを認めた。大豆や黒緑豆のアミノ酸組成も同様の傾向であるので，緑豆タンパク質は大豆タンパク質と類似の栄養価値があり，利用においても大豆タンパク質のような種々の利用の可能性が示唆される。

(2) 緑豆及び緑豆もやし中の含窒素成分の抽出・回収の検討

抽出・回収は処理の簡便さを考慮して水抽出を基本と

した。緑豆をウィレーミルで粉碎し 10~36 倍量の水を加え 30℃ で 1~5 時間抽出しても約 20~30% の窒素が溶出するだけであったので，Fig. 1 に従い含窒素成分の抽出を行なった。その結果を Table 3 に示す。これにより平均約 74% の窒素が抽出された。この抽出残渣をさらに水酸化ナトリウム溶液で抽出しても約 13% の窒素が溶出するのみであった。従って吸水軟化後緑豆をホモジナイズする方法が効果的であると判断した。この抽出窒素成分のうち 90% 以上がタンパク態であり，塩酸で pH 4.5 に調整すると大豆酸沈殿量にほぼ等しい⁹⁾約 84% が沈殿として分離された。これは緑豆の全窒素の約 60% に当る。また抽出液を 3 分間煮沸後塩化カルシウムを 0.02 M 加えると沈殿凝固物を生ずるので，豆腐様カード生成が条件によっては可能と考えられた。

緑豆もやしの含窒素成分の抽出結果を Table 4 に示

Table 2. Amino Acid Analysis* of Several Beans

Amino acid	Mung bean	Soybean	Black matpe
Lys	82.2	70.1	71.5
His	27.3	26.4	27.5
NH ₃	235.9	214.5	215.4
Arg	60.1	61.8	51.2
Asp	117.3	114.4	112.9
Thr	39.3	44.6	40.6
Ser	66.4	63.9	73.4
Glu	158.0	173.4	197.2
Pro	43.0	41.4	41.0
Gly	70.1	75.2	63.6
Ala	65.5	63.4	58.7
Cys	5.6	13.6	4.1
Val	55.8	49.6	55.7
Met	9.9	10.3	12.9
Ile	45.5	47.7	43.7
Leu	82.2	76.5	78.3
Tyr	21.4	26.4	21.8
Phe	49.3	41.6	45.9

* residues based on 1,000 residues

Table 3. Nitrogenous Components¹⁾ in the Mung Bean and its Water Extract

EN		AN	NEN
73.8		13.4	12.8
PN 67.5(91.5) ²⁾	APN 60.2(83.7) ²⁾		
NPN 6.3(8.5)	ASN 12.0(16.3)		

1): N% based on total N in mung bean

2): N% based on EN

EN: extractable nitrogen with water, AN: extractable nitrogen in 0.2%NaOH soln, NEN: non-extractable nitrogen, PN: proteinous nitrogen, NPN: non-proteinous nitrogen, APN: acid precipitated nitrogen, ASN: soluble nitrogen at pH 4.5

Table 4. Dissolved Nitrogen¹⁾ with Some Extractants from the Mung Bean Sprout

Extractant volume ²⁾	Extractants		
	Water	pH 10	0.4 M-NaCl
×1/2	71.0	78.1	77.4
×1	78.1	81.5	78.1
×3	67.4	66.5	64.5

1): N% based on total N in sprout

2): based on sprout weight

す。亀山ら⁷⁾は 0.3~0.5M 塩化ナトリウムが抽出に効果的であるとしているが、本実験では抽出量は液の種類や量により顕著な影響を受けず、等量の水抽出により約80%が抽出された。従ってもやしの場合も抽出溶媒は水で十分と考えられる。この場合も pH4.5 で沈殿物を認めた。しかし抽出窒素成分のうち約50%は透析性窒素⁷⁾であるので、酸沈殿によるタンパク質の回収のみでなく低分子の回収も考え、その効率を上げるべきであろう。

(3) 抽出・回収タンパク質の電気泳動

緑豆水抽出液とその凍結乾燥品、酸沈殿物及びもやし水溶出液のライホゲル濃縮物、対照として別に調製した脱脂大豆水抽出液と酸沈殿物のディスクゲル電気泳動を行なった結果を Fig. 2 に示す。緑豆の水抽出液では6個の主なバンドが認められ、陰極側から1,4,5,6番目が他より呈色が強かった。大豆では大豆グロブリンと考えられる⁸⁾6~7個のバンドが認められ、陰極側より1,2,3番目は緑豆の1,3,4とほぼ同位置に現われたが他は一致しなかった。従って緑豆タンパクの性状は大豆タンパクと類似しているものの、分子量や荷電の点では多少異なっていると考えられる。緑豆の他の試料も同様のパターンを示したが、もやしから回収されたタンパク質には低分

Fig. 2. Acrylamide gel electrophoretic patterns of water extracts from the mung bean, its sprout and defatted soybean, and the iracid precipitated fractions

子化の傾向が強く認められた。

(4) 澱粉の回収とその性状

含窒素成分と同時に回収した澱粉量を Table 5 に示す。50 g の緑豆から4回の抽出操作により14.9 g が回収された。緑豆の炭水化物の83%が澱粉⁶⁾に当るので、本実験の回収率は約60%となる。回収澱粉の水分は10.13%, 灰分0.04%で無機質は比較的良く除去されていた。トルエン試験では殆んど着色しなかったが白度は83%と若干低い値を示したので、水沈殿のみでは完全には精製しがたいと考えられる。糊化温度は62.1℃で、別に調製された緑豆澱粉とほぼ同一⁸⁾であった。

なお本研究に当り 本学近藤泰男氏にご協力いただいた。又経費の一部は都私学協の補助金によった。併せて謝意を表します。

Table 5. Recovery* of Starch from Mung Bean by Water Extraction

Mung bean	Water extraction				
	1st	2nd	3rd	4th	total
50	9.3	4.1	1.2	0.3	14.9

* air dried weight (g) after ethanol dehydration

文 献

- 1) 農林省: もやし製造業の現状と問題点 (もやし製

- 造業実態報告書) 1976, p. 55.
- 2) 4) 二国二郎監修: 澱粉科学ハンドブック, 1977, (朝倉書店), p. 283, p. 286
- 3) 高橋浩司・白井邦郎・和田敬三・川村 亮: 農化, 52, 201 (1978).
- 5) 田主澄三・川村信一郎・笠井 忠: 栄養と食糧, 25, 38 (1972).

- 6) 山内文男・柴崎一雄: 肉の科学, 18, 1 (1977).
- 7) 亀山真美・増田 勉: 家政誌, 25, 370 (1974).
- 8) 越山育則: 化学と生物, 11, 138(1973); 白井正澄・渡辺 研・岡本 奨: 食品工誌, 21, 324 (1974).

(昭和53年11月17日受理)

米デンプン糊化液の流動方程式に 関する研究

久保田 清*・細川 嘉彦*
鈴木 寛一*・保坂 秀明*

Studies on the Flow Equation of Rice Starch Pastes

KIYOSHI KUBOTA*, YOSHIHIKO HOSOKAWA*,
KAN-ICHI SUZUKI and HIDEAKI HOSAKA*

The flow behavior of 5wt% rice starch pastes was measured at 20~80°C by using a capillary tube viscometer. The flow equation was expressed as follow:

$$\gamma = (1/K)(g_c\tau - g_c\tau_y)^n$$

where, γ : shear rate (sec^{-1}), τ : shear stress (g_f/cm^2), g_c : gravitational conversion factor ($\text{g}\cdot\text{cm}/\text{g}_f\cdot\text{sec}^2$). The flow parameters K , n and τ_y were calculated using a non-linear least square method. The value of τ_y could be overlooked, and the value of n was 1.2. The values of K which fixed $n=1.2$ and $\tau_y=0.0$ were expressed by following ANDRADE equation.

$$K = 5.41 \times 10^{-4} \exp(5.34 \times 10^3/R_g T)$$

where, T : measuring temperature ($^{\circ}\text{K}$), R_g : gas constant ($\text{cal}/\text{g}\cdot\text{mol}\cdot^{\circ}\text{K}$).

(Received Mar. 6, 1979)

デンプン糊化の速度論的な研究を, 流動特性の変化に着目し検討を行なっていくためには, デンプン糊化液の流動方程式の設定に関する研究を行なうことが必要となり, これまでに小麦, トウモロコシ, ジャガイモおよびサツマイモデンプン糊化液の流動特性方程式についての研究を行ってきた¹⁾。その後, 米デンプンを市販しているところがあるのを知り, 米デンプンについての流

動方程式についての研究も行なうことができたので報告する。

1. 実験方法

(1) 試料

島田化学工業製の米デンプン「マイクロパール」を5wt%の懸濁液とし, 糊化したものを試料として使用した。米デンプンの性状は, 説明書によると平均粒径 5.6μ , 水分14.0%, 灰分0.41%, 粗蛋白0.36% 粗脂肪0.07%である。

蒸留水に5wt%の米デンプンを加えた懸濁液500gを沸騰湯浴中で攪拌をしながら加熱をして糊化液とした。液温度が90°Cに達して30分間加熱を続行し, 最高加熱温度は95°Cであった。加熱して得られた糊化液は, 水を投入した水浴中で攪拌をしながら30°Cになるまで冷却をした。冷却に要した時間は, 約5分であった。冷却した糊化液は, 気泡を含んでいるため, ついで減圧乾燥機において, 30°C, 10 mmHgの条件下で15分間脱泡をした。脱気して得られた糊化液を, 初期重量になるように蒸留水の補充調整を行ない5wt%試料として供した。

(2) 実験装置

流動特性の測定に使用した装置は, 前報¹⁾および電子計算機利用の解説²⁾の中において図示している毛管形粘度計に同じである。これは2つの目盛付きの試料容器を毛管で連結をして恒温槽中に入れたものである。設定圧力をいろいろ変えて毛管内を通過する試料の体積流量を反復測定ができることと, 試料容器中の試料が磁気的に攪拌できるようになっていて, 懸濁液にも利用できるようなっていることが, この装置の特徴である。本実験に使用した毛管は, 内径0.286cm, 長さ26.4cmである。

測定温度を, 20~80°Cの範囲において一定として, 設定圧力差を2~35cmHgの範囲で変えて, 試料200ccを流動させるに要する時間を測定した。

* 広島大学水畜産学部食品工業化学科 (〒720 福山市緑町 2-17)
Department of Food Chemistry and Technology, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry
Hiroshima University, Fukuyama-shi, Hiroshima-ken