

黃豆發芽過程中嘌呤含量之變化

賴正國 邱一鳴 翁瑞光 徐盟傑 劉文鴻 駱錫能*
國立宜蘭大學食品科學系

通訊作者: 駱錫能

國立宜蘭大學食品科學系教授

宜蘭市神農路一段一號

Tel: 03-9357400 x 876

Fax: 03-9351829

e-mail: snlou@niu.edu.tw

Corresponding author: Prof. Dr. Shyi-Neng Lou

National Ilan University, Department of Food Science

No. 1, Sec. 1, Shen-Lung Road, I-Lan, Taiwan

Tel: 03-9357400 x 876

Fax: 03-9351829

e-mail: snlou@niu.edu.tw

黃豆發芽過程中嘌呤含量之變化

黃豆發芽過程中嘌呤含量之變化

賴正國 邱一鳴 翁瑞光 徐盟傑 劉文鴻 駱錫能*
國立宜蘭大學食品科學系

Changes of Purine Content in Soybean during Germination

Cheng- Kuo Lai , E-Mine Chiu, Rei-Gung Wong, Meng-Chieh Hsu, Wen-Hung Liu and
Shyi-Neng Lou*

Department of Food Science, National Ilan University, I-Lan 260, Taiwan, ROC

摘要

本研究探討黃豆之嘌呤含量分布及其於發芽過程中之變化，結果顯示，黃豆嘌呤物質以腺嘌呤和鳥糞嘌呤相關形式為主，且鳥糞嘌呤多於腺嘌呤，各部位之總嘌呤含量高低為胚軸 (372.32 mg/100g wet basis) >子葉 (181.65 mg/100g wet basis) >種皮 (28.02 mg/100g wet basis)，根據黃豆子葉、胚軸和種皮所佔的重量百分比，換算每 100 g 黃豆所含嘌呤含量，得知子葉含有最高量之嘌呤含量，156.56 mg/100g wet basis (占 90.8 %)，胚軸含有 12.96 mg/100g wet basis (占 7.5 %)，而種皮則僅有 2.89 mg/100g wet basis (占 1.7 %)。發芽過程中，黃豆持續吸收水分，造成固形物相對減少，因而嘌呤含量與其他各營養成分也隨之減少，發芽第一天水分含量由 4.13 % 增加至 62.81 %，嘌呤含量則減少 59 % 至 62.08 mg/100g wet basis，已達中嘌呤食品範圍。嘌呤含量與水分含量呈現良好的負相關， $r^2 = 0.9986$ 。換算乾物基礎比較時，發芽過程中黃豆之嘌呤含量實際是持續增加之現象。

關鍵字: 黃豆、嘌呤含量、發芽過程、胚軸、子葉、種皮

Abstract

The distribution of purine content in soybean and its changes during germination were investigated. The results indicated that the major purine substances in soybean were adenine and guanine related compounds, which the content of guanine was higher than adenine. The order of purine content related to various parts in soybean was as following: Embryonic axis (372.32 mg/100g wet basis) > Cotyledon (181.65 mg/100g wet basis) > Seed coat (28.02 mg/100g wet basis). However, considering the different weight percentage of the Embryonic axis, Cotyledon, and Seed coat in soybean, the distribution of the purine content in 100 g soybean were recalculated as 156.56 mg in Cotyledon, 12.96 mg in Embryonic axis, and 2.89 mg in Seed coat, which the distribution percentage in soybean was 90.8 %, 7.5 %, and 1.7 %, respectively. The moisture content increased during germination, meanwhile the solid content decreased. These resulted in decreasing of purine content and the proximate composition consequently. The moisture content increased from 4.13 % to 62.81 % rapidly and the purine content decreased from 172.41 mg/100g wet basis to 62.08 mg/100g wet basis at the first day during germination, the rate of reduction was 59%. Thus, the purine content of the soybean after one day germination could be classified to middle purine content food. A negative relationship between purine content and moisture content was observed significantly with the determination coefficient of $r^2 = 0.9986$. Based on the dry basis, the purine content of soybean increased gradually during the germination.

Keywords: soybean, purine content, germination, embryonic axis, cotyledon, seed coat

前 言

人體由於體內缺少尿酸分解酵素 (urinase)，因而嘌呤物質的最終代謝產物即為尿酸 (uric acid)，通常血液中尿酸含量若高於 6.5 mg/dL 時，即可被稱為高尿酸血症 (hyperuricemia)，由於已經超過血中尿酸的最大溶解度，極易沉積於關節部位導致痛風症(gout)的產生⁽¹⁻²⁾。醫學界及營養學界在治療痛風症患者時除了藥物治療外，亦採取飲食控制，減少由飲食中攝取過多嘌呤物質，以達控制病情的效果。黃豆為本省重要進口消費穀類之一，為良好的蛋白質來源，且含有具抗氧化和抗癌的異黃酮，其除了作為沙拉油的原料外，其餘均作為傳統黃豆產品等頗為消費大眾所喜愛。黃豆的嘌呤含量約為 145-171 mg/100g⁽³⁻⁹⁾，依據衛生署資料分類，食品的嘌呤含量分為 0-25、25-150、>150 mg/100g 等三類，分別為低、中和高嘌呤食品。另外何⁽⁵⁾提出 100 mg/100g 可為中、高嘌呤食品之界限，據此黃豆被歸類為高嘌呤含量食品，常被營養學界建議不適為高尿酸血症或痛風患者之食用。然而，加工過程會導致食品中嘌呤含量的改變，魚肉煉製品的嘌呤含量約為 53.1 ± 27.8 mg/100g wet basis⁽¹⁰⁾ 和 21.4 – 67.6 mg/100g wet basis⁽⁹⁾，其較一般水產品嘌呤含量低，吳郭魚與虱目魚煉製品製程中漂洗步驟會導致嘌呤含量減少約 60%^(11,12)，此外，吳郭魚⁽¹³⁾、草蝦^(14,15)、各種魚類^(16,17)、洋菇⁽¹⁸⁾和雞肉^(19,20)在水煮、蒸煮、烘烤和乾燥等過程中嘌呤含量均有不同程度之減少，其中以水煮過程減少嘌呤含量為最多⁽¹³⁻¹⁵⁾，草蝦水煮 5 分鐘可減少約 86%⁽¹⁵⁾，主要為腺嘌呤核苷酸與肌苷酸等流失於水溶液中⁽¹⁴⁾，吳郭魚的腺嘌呤和次黃嘌呤含量減少約 46%⁽¹³⁾，魚類水煮後的嘌呤含量減少約 30-60%⁽¹⁶⁾，洋菇水煮後核苷酸減少 60%⁽¹⁸⁾，但是草蝦水煮時間延長至 10 分鐘，其嘌呤含量又有增加⁽¹⁵⁾，且部份魚類⁽¹⁶⁾與雞皮^(19,20)的嘌呤含量在水煮後較水煮前為高，其原因被推測可能是部分水溶性蛋白質於水煮過程中亦伴隨流失，導致乾物基礎減少所致，而市售黃豆加工製品的嘌呤含量也皆比生鮮黃豆為低^(3,5,6)，因此以生鮮黃豆之嘌呤總含量作為判定指標的方式並不

恰當。近年來，發芽黃豆產品流行，發芽過程中黃豆的類黃酮、組成物質等含量均有改變，且抗氧化性明顯增加^(21,22)，國內坊間流傳發芽黃豆或是去皮黃豆可大幅減少嘌呤含量，並強調其營養價值，根據美國黃豆出口協會台灣辦事處網站資料指出發芽黃豆的嘌呤含量比未發芽黃豆者，稍微偏低，但未有大幅變化⁽²³⁾，然而其實際之嘌呤含量變化情形則較少完整研究。因此，本試驗針對黃豆之嘌呤含量分布及其於發芽過程中之變化加以探討，以為營養保健資訊之應用。

材料與方法

一、材料

(一)、市售黃豆(*Glycine max* (L.))作為發芽黃豆之材料，原產地為美國，採購自台北市萬霖貿易有限公司。

(二)、腺嘌呤(Adenine)、鳥糞嘌呤(Guanine)、黃嘌呤(Xanthine)和次黃嘌呤(Hypoxanthine)等嘌呤標準試劑購自 Sigma 公司 (St. Louis, MO, USA)。三氟醋酸、甲酸、磷酸二氫胺等為 GR 級試劑，購自德國 Merck 公司 (Darmstadt, Germany)。

二、方法

(一)、發芽處理

黃豆在遮光的環境下發芽。操作流程：黃豆放入容器內、經洗滌，加入 25~30°C 水浸漬 4~5 小時使其吸水(催芽)後，置於室內 22~23°C 的育苗盤中發芽。約經過一天即發芽(為第一天)，發芽後每隔 5~6 小時噴水一次，發芽期間計 6 天。

(二)、樣品製備

在育苗盤上分為六大區域，每天固定時間採樣一區，共六天。測量黃豆發芽長度及溼重

並記錄，隨後立即進行真空凍結乾燥，完全凍乾後稱重並研磨成粉末，置於-20℃下冷凍貯藏備用。

另外秤取黃豆約 200 g 作為不同部位嘌呤含量分布試驗之樣品，分別取其子葉、胚軸和種皮等三部分，收集各部份後凍乾並磨成粉末，冷凍貯藏備用，嘌呤含量分析時，隨機由各部份取三樣品分別進行分析。

(三)、嘌呤含量分析^(10,24)

1. 酸水解處理

秤取 100 mg 樣品於加蓋螺旋玻璃試管中，加入 0.5 mL 蒸餾水及 5 mL 三氟醋酸及甲酸 (1/1, v/v) 之混合分解液，振盪均勻後，置入沸騰水浴中，加熱水解 35 分鐘後，取出迅速流水冷卻，再以蒸餾水洗入圓底燒瓶中，於 50℃ 下減壓濃縮，加水濃縮三次至完全乾燥且無酸氣味後，加入 5 mL 緩衝溶液 (0.02 M $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ + 2.5 mM Dimethyloctylamine, pH = 3.0-3.2) 溶解之，經 0.22 μm 濾膜過濾，以 HPLC 分離定量嘌呤含量。

2. 高效能液相層析儀 (HPLC) 之分析條件

HPLC 設備採用 Shimazu Chromatograph System (Japan)，層析管柱為 Lichrospher 5C18, 4.6×250 mm (Merck, Darmstadt, Germany)，移動相配製為 0.02 M KH_2PO_4 溶液，加入 2.5 mM Dimethyloctylamine 混合均勻後，調整 pH 值至 3.0 - 3.2 之間，分析時進行等位沖提 (isocratic elution)，移動相流速為 1 mL/min，偵測器採用 SPD-M6A 陣列式偵測器 (Shimazu, Japan)，設定偵測波長為 UV 254 nm，樣品注入量則為 20 μL 。

3. 嘌呤含量之計算

嘌呤物質之定性以檢液所得波峰之滯留時間與標準試劑比較鑑別，並以陣列式 UV 偵測器掃描圖譜確定之。定量方式則以檢液所得波峰面積與標準試劑之標準曲線比較換算後得知。總嘌呤含量為個別嘌呤含量之總和，即總嘌呤含量(Total purine)= Adenine + Guanine + Hypoxanthine + Xanthine。

三、一般組成分析⁽²⁵⁾

水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分等組成分均依據 AOAC 之方法測定，而碳水化合物含量的計算為： $\text{碳水化合物 (\%)} = 100 \% - \text{水分 (\%)} - \text{粗脂肪 (\%)} - \text{粗蛋白 (\%)} - \text{灰分 (\%)}。$

四、統計分析

實驗資料以 SAS (Statistical Analysis System) 統計分析軟體⁽²⁶⁾進行變異數分析，並用 Duncan's test 比較各組間的差異 ($\alpha=0.05$)。

結果與討論

一、黃豆嘌呤含量之分布

黃豆子葉(Cotyledon)、胚軸(Embryonic axis)和種皮(Seed coat)等的腺嘌呤和鳥糞嘌呤含量均以胚軸的含量為最高，其次為子葉，種皮的含量最低，黃嘌呤和次黃嘌呤則皆未檢出 (表一)。計算各部位之總嘌呤含量分別得到子葉 181.65 mg/100g wet basis，胚軸 372.32 mg/100g wet basis，而種皮則僅有 28.02 mg/100g wet basis，胚軸總嘌呤含量約為子葉的二倍，種皮的十三倍。

由於黃豆顆粒中的子葉、胚軸和種皮的重量百分比分別為 86.2%、3.5%和 10.3% (表一)，

換算為每 100g wet basis 黃豆所含嘌呤含量，結果反而是子葉含有最高之嘌呤含量 156.56 mg/100g wet basis，胚軸則僅含有 12.96 mg/100g wet basis，而種皮中的含量則極低，僅有 2.89 mg/100g wet basis，總嘌呤含量則為 172.41 ± 6.68 mg/100g wet basis，與文獻資料之 145-171 mg/100g wet basis⁽³⁻⁹⁾相近，其與綠豆 167.93 mg/100g wet basis、黑豆 141.92 mg/100g wet basis 和紅豆之 139.89mg/100g wet basis (實驗室未發表數據)等均屬中或高嘌呤含量食品。

綜合以上，對完整黃豆而言，90.8 %的嘌呤物質存在於子葉中，胚軸所含的嘌呤物質則占有 7.5 %，僅有約 1.7 %的嘌呤物質存在於種皮中，一般坊間所稱，去皮黃豆之嘌呤含量較低之說法，其減少量極為有限。

二、發芽過程中一般成分之變化

發芽過程中發芽長度與一般成分之變化情形如表二，其發芽長度第一天為 0.54 ± 0.10 cm，約略與一般坊間發芽黃豆之長度接近，之後隨著時間的延長，快速增長，第四天之後均已達 15 cm 以上，第一天至第六天之增加長度分別為 0.54、1.76、7.26、6.06、4.19 和 5.55 cm，第三和第四天長度增加最多。觀察黃豆一般成分的變化，可知黃豆發芽第一天水分含量由 $4.13 \pm 0.75\%$ 上升至 $62.81 \pm 0.29\%$ ，增加 58.7%，相對地，蛋白質、脂肪、灰分和碳水化合物皆明顯下降，分別減少了 17.6 %、7.4 %、2.9 %和 30.9 %等，隨著發芽時間的延長，水分含量持續上升至第六天的 90 %左右，唯上升的幅度隨著時間延長而減緩，其餘之一般成分也伴隨著下降，發芽至第六天，蛋白質、脂肪、灰分和碳水化合物含量分別減少 28.2 %、13.1%、4.2 %和 40.7 %等，固形物僅剩餘不到 10 %。顯示，發芽過程中添加水分做為黃豆發芽之所需，黃豆於發芽初期因而吸取大量水分急劇增加其重量，相對導致其餘之一般成分含量顯著下降，蛋白質、脂肪、灰分和碳水化合物等營養成分皆有大幅減少。

比較黃豆發芽過程中乾物基礎之成分變化情形如圖一，發芽第一天碳水化合物含量明顯

減少，由 46.6 g/100g dry basis 減少至 37.0 g/100g dry basis，時間延長至第三天時，含量持續下降至最低點 31.9 g/100g dry basis，之後呈現上升趨勢，但是統計上並無顯著差異。而蛋白質含量於第一天由 33.6 g/100g dry basis 上升至 39.4 g/100g dry basis，發芽至第三天含量達最高，其值為 43.8 g/100g dry basis，隨後則無明顯的變化。脂肪含量在發芽第一天由 14.9 g/100g dry basis 明顯上升至 18.6 g/100g dry basis，至第三天其含量並無顯著變化，但是第四天後則持續減少，至第六天時含量僅有 12.3 g/100g dry basis。灰份含量於發芽第二天內均無明顯變化，第三天後有些微上升之情形，其值由 5.0 g/100g dry basis 上升至第六天的 5.9 g/100g dry basis，變化幅度小於 0.9 g/100g dry basis。Donangelo et al.⁽²⁷⁾研究指出黃豆發芽 48 小時後，碳水化合物含量減少 4.2%，而蛋白質增加 4.5%，脂肪則僅增加 1.3%，變化趨勢與本實驗結果相似，但是變化幅度較小，推測係不同樣品差異所致。另外，發芽過程中黃豆^(28,29)和其他豆類⁽³⁰⁾的碳水化合物減少，發芽 5 天後黃豆脂肪含量則減少 19.8%，而蛋白質含量有顯著增加至 21%^(28,31)，Kornberg and Beevers⁽³²⁾研究顯示發芽過程中貯藏性營養成分(如碳水化合物和脂肪等)會降解，其主要目的是在植物成長時提供能量給蛋白質生合成。推測⁽²⁸⁻³²⁾發芽初期碳水化合物和脂肪持續消耗作為能量來源，蛋白質含量持續增加以合成酵素或作為構成新組織之所需。

三、嘌呤含量變化與一般成分之相關性

表三為發芽黃豆嘌呤含量之變化，發芽第一天，芽長度約為 0.5 cm 時，腺嘌呤含量下降至 32.12 mg/100g wet basis，而鳥糞嘌呤含量亦減少至 29.95 mg/100g wet basis，總嘌呤含量明顯減少至 62.08 mg/100 g wet basis，總減少量為 59.25%，依據衛生署以及何氏⁽⁵⁾之分類資料已屬於中嘌呤食品範圍。之後隨著時間的延長緩緩減少，每天的減少幅度均在 8%以下且持續減小，總嘌呤含量第二天至第六天分別降至 55.44、45.83、33.05、28.90 和 23.19 mg/100g

wet basis 之範圍，發芽至第六天嘌呤含量已降至低嘌呤食品範圍。發芽過程中黃豆之嘌呤含量與水分含量呈良好負相關，決定係數(r^2)為 0.9986，顯示，發芽黃豆之嘌呤含量較未發芽者低之現象，應與發芽黃豆的水分含量增加有關。

以乾物基礎計算發芽黃豆之嘌呤含量變化(如圖二)，腺嘌呤含量由 82.12 mg/100g dry basis 增加至發芽第一天的 86.38 mg/100g dry basis，之後隨發芽時間延長持續增加，發芽第六天腺嘌呤含量達 124.72 mg/100g dry basis。鳥糞嘌呤含量變化相似，由 76.77 mg/100g dry basis 增加至發芽第一天之 80.54 mg/100g dry basis，發芽第六天則有 113.39 mg/100g dry basis。總嘌呤含量也隨著增加，第一天至第六天之增加比例分別為 5.0%、9.3%、25.0%、39.0%、45.3%和 49.8%，第六天則已達 238.10 mg/100g dry basis。第三和四天增加的比例最多，恰與發芽長度第三、四天增加最多情形相似。文獻指出發芽過程種子吸水後開始活化，並進行代謝作用包括核酸、蛋白質的合成與細胞的生長等，當胚根突出種殼，胚芽也開始生長，過程中新細胞不斷分裂形成或是延長⁽³³⁾。因此推測可能是細胞分裂成長，需要較多量之核酸相關物質，導致嘌呤含量的增加。

結 論

黃豆嘌呤含量約在 152-172 mg/100g wet basis 之間，其分布為子葉 90.8%、胚軸 7.5%、種皮 1.7%。發芽第一天芽長約 0.5 cm，黃豆大量吸水造成嘌呤含量相對減少約 59%，至 62.08 mg/100 g wet basis 屬於中嘌呤食品範圍，但是營養成分如蛋白質、脂肪和礦物質等也大幅減少約 50-60%。以乾物基礎計算結果，可知黃豆本身代謝過程中，其嘌呤含量則是持續增加，其餘一般成分之變化則因代謝所需各有消長。

參 考 文 獻

- (1) A. J. Clifford, J. A. Riumallo, V. R. Uoung and N. S. Scrimshaw: Effect of oral purines on serum and urinary uric acid of normal, hyperuricemic and gouty humans. *J. Nutr.*, **106**: 428-434 (1976).
- (2) D. P. Mertz: *Hyperurikaemie und Gicht*, 6th ed, p. 49, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Germany (1993).
- (3) 周政輝、吳淑靜、柯易昌: 市售黃豆加工食品之嘌呤含量分析。 *嘉南學報*, **27**: 185-194 (2001)。
- (4) T. Yokozawa, H. Nakagawa and H. Oura: Free adenine content of soybean cultivated in Hokkaido. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **38**: 129-133 (1985).
- (5) 何威德: 台灣常用食品的嘌呤和嘧啶含量之分析。 *中華營誌*, **12**: 41-62 (1986)。
- (6) A. Montag, I. Koelling, S. Jaenicke, R. Benkmann and S. N. Lou: Purine bases contents in foods. *Akt. Ernaehr.*, **14**: 243-247 (1989).
- (7) D. Brule, G. Sarwar, and L. Savoie: Purine content of selected canadian food products. *J. Fd. Comp. Anal.*, **1**: 130-138 (1988).
- (8) G. Wolfram and M. Colling: Gesamt puringehalt in ausgewaehlten Lebensmitteln. *Z. Ernaehrungswiss.*, **26**: 205-213 (1987).
- (9) T. Shinoda, Y. Aoyagi and T. Sugahara: Purine base contents in foods and effects of cooking methods. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **35**: 103-109 (1982).
- (10) 駱錫能、陳翠瑤、陳輝煌: 水產品嘌呤含量的分析。 *中華營誌*, **21**: 433-444 (1996)
- (11) S. N. Lou, H. H. Chen, P. Y. Hsu and D. H. Chang: Changes in purine content of tilapia surimi products during processing. *Fisher. Sci.*, **71**: 889-895 (2005a).
- (12) S. N. Lou, K. H. Fan, H. H. Chen, T. Y. Chen, C. L. Wang and Y. P. Tu: Changes in purine related compounds of milkfish surimi based products during processing. *Taiwanese J. Agri. Chem. Fd. Sci.*, **43**: 8-15 (2005b)
- (13) S. N. Lou, C. D. Lin and R. Benkmann: Changes in purine content of *Tilapia mossambica* during storage, heating and drying. *Food Sci. Agric. Chem.*, **3**: 23-29 (2001).

- (14) S. N. Lou, T. Y. Chen and S. H. Yang: Changes in purine related compounds of grass shrimp (*Penaeus monodon*) under various cooking duration. *J. Chin. Agric. Chem. Soc.*, **36**: 443-450 (1998).
- (15) S. N. Lou: Effect of thermal processing on the purine contents of grass shrimp (*Penaeus monodon*). *Food Sci.*, **24**: 438-447 (1997).
- (16) S. N. Lou, T. Y. Chen, C. D. Lin and H. H. Chen: Effect of cooking on purine contents of some fishes. *Food Sci.*, **24**: 258-262 (1997).
- (17) D. Brule, G. Sarwar and L. Savoie: Effect of methods of cooking on free and total purine bases in meat and fish. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, **22**: 248-251 (1989)..
- (18) S. N. Lou and A. Montag: Change in the nucleostatus of mushrooms during storage and thermal processing. *Dtsch. Lebensm. Rundsch.*, **90**: 278-284 (1994).
- (19) L. L. Young: Purine content of raw and roasted chicken broiler meat. *J. Food Sci.*, **47**: 1374-1375 (1982).
- (20) L. L. Young: Effect of stewing on purine content of broiler tissues. *J. Food Sci.*, **48**: 315-316 (1983).
- (21) M. L. Lo' pez-Amoro' s, T. Herna' ndez and I. Estrella: Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *J. Fd Comp. Anal.*, **19**: 277 - 283 (2006).
- (22) C. Vidal-Valverde, J. F. I. Sierra, I. B. F. Lambein and Y.-H. Kuo: New functional legume foods by germination effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. *Eur. Food Res. Technol.* **215**:472-477 (2002).
- (23) 陳介武: 黃豆及其產品的嘌呤含量與其生理機能。美國黃豆出口協會台灣辦事處網頁資料 (<http://www.asaim.org.tw/p4-1-1.php?flag=about-26>) , (2003) 。
- (24) 駱錫能、邱一鳴、翁瑞光、徐可芳、曾嘉豪、施欣玫: 不同食品基質對嘌呤分析中酸水解條件之影響。 *宜蘭大學生物資源學刊*, 3: 85-91 (2006) 。

- (25) AOAC: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A. (1984).
- (26) SAS Institute, Inc.: *SAS User's Guide: Statistics*, 5th ed., SAS Institute, Inc., Cary, NC. (1985).
- (27) C. M. Donangelo, L. C. Trugo, N. M. F. Trugo and B. O. Eggum: Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. *Food Chemistry*. **53**:23–27 (1995).
- (28) H.-L. Bau, C. Villaume, J.-P. Nicolas and L. Mejean : Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. *J. Sci. Food Agric.* **73**:1-9 (1997)
- (29) M.M. Mostafa, E.H. Rahma and A.H. Rady: Chemical and nutritional changes in soybean during germination. *Food Chemistry*. **23**:257–275 (1987)
- (30) S. Jood, U. Mehta and R. Singh: Effect of processing on available carbohydrates in legumes. *J. Agric. Food Chem.* **34**:417-420 (1986)
- (31) C. K. Lee and R. Karunanithy : Effects of germination on the chemical composition of *Glycine* and *Phaseolus* beans. *J. Sci. Food Agric.* **51**:437-445 (1990)
- (32) H. L. Kornberg and H. Beevers: The glycoxylyate cycle as a stage in the conversion of fat to carbohydrate in castor beans. *Biochem. Biophys. Acta.* **26**:517–531 (1957)
- (33) W. G. Hopkins and N. P. A. Huener: Pattern in plant development. In: *Introduction to plant physiology*, 3rd ed. pp. 283-307. John Wiley & Sons, Inc, NJ, USA.

表一 黃豆部位之嘌呤含量分布

Table 1. Distribution of purine content in various parts of soybean*

Parts	Wt* %	Adenine	Guanine	Sum of purine	Total purine
		(mg/100g wet basis)			
				content in	based on whole
				various parts	soybean**
Cotyledon	86.2	74.04±5.53	107.61±5.39	181.65±7.72	156.56±6.66
Embryonic axis	3.5	159.80±12.57	212.52±12.91	372.32±28.02	12.96±0.45
Seed coat	10.3	12.05±1.95	15.97±2.47	28.02±3.14	2.89±0.32
Whole soybean****	100.0	70.62±4.79	101.79±4.67	172.41±6.68	

* Mean value (± S.D.,n=3)

** Sum of purine content in various parts × Wt %

***Whole soybean= Cotyledon×0.862+ Embryonic axis×0.035+ Seed coat×0.103

表二 黃豆發芽過程中發芽長度與一般成分之變化

Table 2. Changes in length of germ and proximate compositions of soybean during germination

Time (days)	Length of germ (cm)	Moisture	Protein	Lipid	Ash	Carbohydrate ^h
0 ⁱ	-	4.13±0.75 ^f	32.21±0.59 ^a	14.26±0.17 ^a	4.76±0.08 ^a	44.64±0.32 ^a
1	0.54±0.10 ^f	62.81±0.29 ^e	14.64±0.18 ^b	6.90±0.13 ^b	1.88±0.03 ^b	13.76±0.11 ^b
2	2.30±0.17 ^e	68.08±0.86 ^d	13.34±0.21 ^c	6.05±0.24 ^b	1.61±0.02 ^c	10.92±0.36 ^c
3	9.56±1.21 ^d	76.92±0.45 ^c	10.10±0.01 ^d	4.38±0.20 ^c	1.23±0.05 ^d	7.37±0.20 ^d
4	15.62±0.99 ^c	85.04±0.89 ^b	6.31±0.18 ^e	2.65±0.03 ^d	0.80±0.01 ^e	5.19±0.42 ^e
5	19.81±1.37 ^b	87.48±0.56 ^{ab}	5.34±0.08 ^f	1.95±0.02 ^e	0.69±0.01 ^f	4.54±0.26 ^{ef}
6	25.36±1.53 ^a	90.26±0.95 ^a	4.01±0.21 ^g	1.20±0.04 ^f	0.57±0.01 ^g	3.96±0.44 ^f

^{a-g} Mean values (±S.D. , n=3 for proximate compositions; n=12 for length) with the same superscripts in a column are not significantly different (p>0.05)

^h Carbohydrate % = (100 – moisture – protein – lipid – ash)

ⁱ Raw soybean

表三 黃豆發芽過程中嘌呤含量之變化

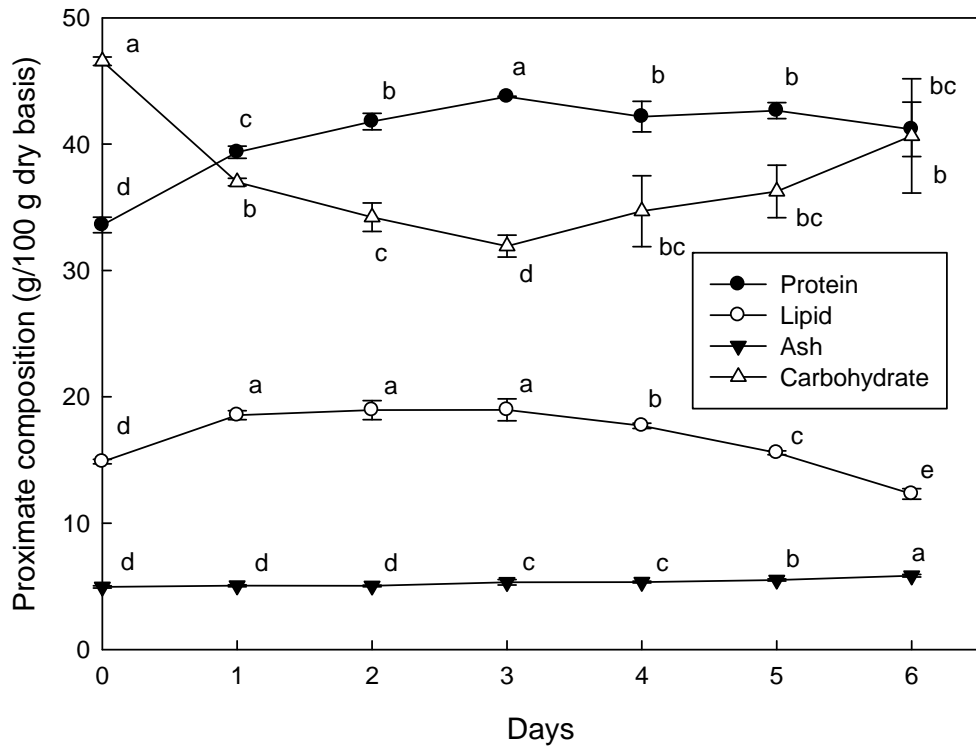
Table 3. Changes in purine contents of soybean during germination

Time (days)	Adenine	Guanine	Total purine ^h
	(mg/100g wet basis)		
0 ⁱ	78.73±0.70 ^a	73.60±0.61 ^a	152.34±0.93 ^a
1	32.12±0.32 ^b	29.95±0.66 ^b	62.08±0.74 ^b
2	28.90±1.47 ^c	26.54±1.39 ^c	55.44±2.02 ^c
3	23.86±0.32 ^d	21.97±0.32 ^d	45.83±0.45 ^d
4	16.92±0.50 ^e	16.13±0.56 ^e	33.05±0.75 ^e
5	15.07±0.34 ^f	13.83±0.18 ^f	28.90±0.39 ^f
6	12.15±0.40 ^g	11.04±0.41 ^g	23.19±0.58 ^g

^{a-g} Mean values (± S.D., n=3) with the same superscripts in a column are not significantly different (p>0.05)

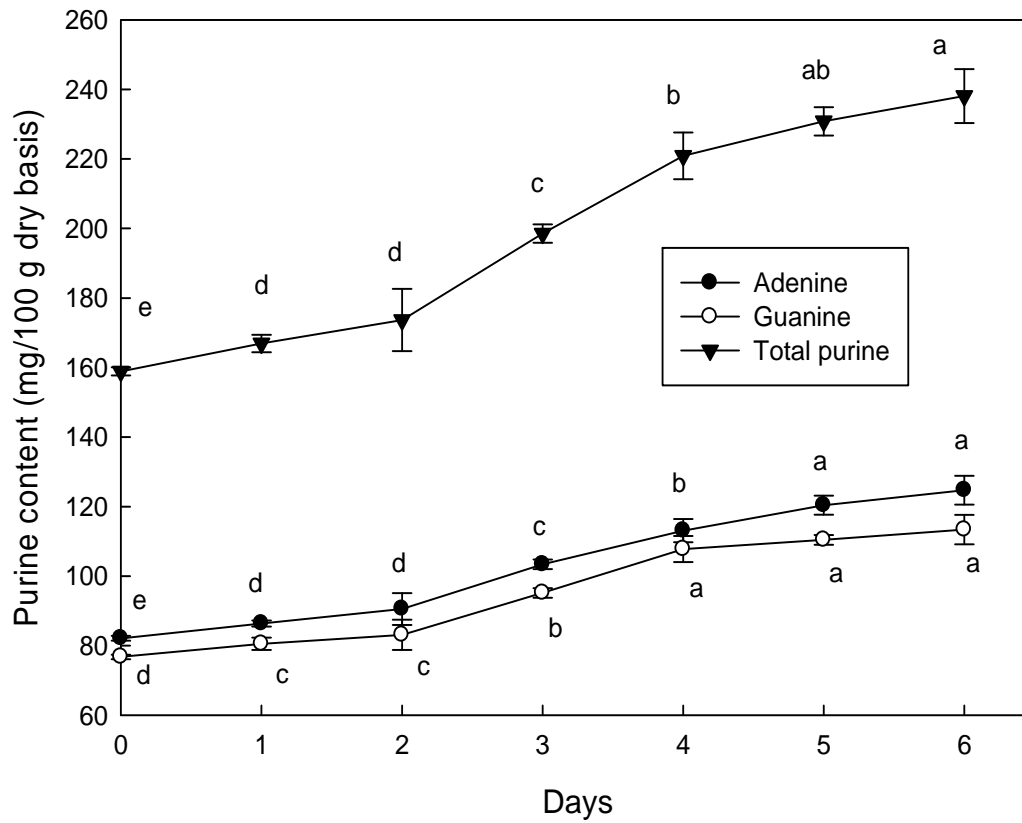
^h Total purine = Adenine + Guanine

ⁱ Raw soybean



圖一 黃豆發芽過程中乾基基礎一般成分之變化

Fig 1. Changes in proximate composition based on dry basis during germination of soybean. Mean values (n=3) with different letters within the same curve are significantly different ($p < 0.05$)



圖二 以乾基黃豆計算發芽過程中嘌呤含量之變化

Fig 2. Changes in purine content based on dry basis during germination of soybean. Mean values (n=3) with different letters within the same curve are significantly different (p<0.05).