

豆乳脫臭法的研究

戴 笠

(生物系)

一、導 言

最好的營養品，應有四種條件：第一，是營養完全，即食物三要素（碳水化合物，脂肪，蛋白質）俱全，各種維生素無缺。第二，要有口味。營養的東西，如果口味不好，甚至惹人嫌惡，還是要被拒絕食用的。第三，要價廉。營養而又有味的食品，假如價太昂，也難為一般勞動羣衆所接受。第四，有了上述三項條件，如應用不方便，或不便于保存，也不算最好的營養品，照這些條件看來，一般營養食品，魚、肉祇能算是營養品，甚至雞蛋和牛奶粉因價昂也不能算是最好的營養品。豆乳的營養條件怎樣？豆乳為豆的製品，豆的組成成分，照 L. H. Bailey^[1] 的記錄，其組成如下：

表 1.

組成成分	平均量
水分.....	8.00
灰分.....	4.61
脂肪.....	18.00
纖維素.....	3.50
蛋白質.....	40.00
戊醣酐.....	4.51
醣.....	7.00
類澱粉質.....	5.60

從表 1. 看來，豆具備食物三要素，尤以脂肪和蛋白質為最豐富。

若將豆製成豆乳，與牛乳比較營養成份，^[2] 如下：

表 2.

	豆乳	牛乳
水	89.25%	87.30%
蛋白質	3.15	3.42
脂肪	3.10	3.67
碳水化合物	3.02	4.78
灰分	0.45	0.73

照表 2 看來，豆乳與牛乳 含營養成份極相似。

至於維生素含量，照 Obtomo,^[8] 的研究豆乳中含有少量維生素 A，但照鄒氏*^[4] 研究，則謂豆乳中所含維生素 A 與牛乳畧同，而富于維生素 B。王氏*^[5] 以鼠來作試驗，其結果證明豆乳中維生素 A 比牛乳為少。照 Hayward^[6] 試驗了五十種豆，證明每 100 克豆中含有 10—210 γ 胡蘿蔔素。王氏*^[7] 謂維生素 B₁，比牛乳所含量多三倍，但維生素 B₂ 僅有牛乳含量的三分之一。Miller, Robbius^[8] 認為豆是供給我們維生素 A、B 和 G 的良好來源，但缺乏維生素 C。Bachrach^[9] 謂豆油含維生素 A 畧多，而缺維生素 D。

依照上述，豆中缺乏維生素 C 和 D。

豆中無機鹽大致還不算缺乏。鈣質少于牛乳，但含鐵成分，勝于牛乳。

若將豆蛋白質與牛乳酪蛋白質的營養價值，加以比較時，應以所含氨基酸為標準。按照 Sasaki^[10] 並參照 Osborne 及克拉普氏研究記錄，二者所得的氨基酸百分數如下表（表內有 * 號者為克拉普的記錄）。

表 3.

氨基酸的種類	豆蛋白質	牛乳酪蛋白質
天門冬氨酸	15.09	1.4
白氨酸	10.02	10.5
異白氨酸	2.38	—
綿氨酸	2.56	7.2
穀氨酸	16.6	15.5
乙氨酸	0.23	—
丙氨酸	4.12	1.5
脯氨酸	3.94	6.7
酪氨酸	3.82	4.5

氧化穀氨酸.....	13.20.....	—
苯丙氨酸*	3.9.....	3.2
組氨酸*	1.4.....	2.6
精氨酸*	5.1.....	4.8
鬆氨酸*	2.7.....	5.9
色氨酸*	1.37.....	1.5
胱氨酸*	1.18.....	0.07

照表 3 看來，豆蛋白質與牛乳酪蛋白質所含氨基酸的種類，多半相似，只有少數種類，在後者反而缺少。

豆中脂肪含量，僅次于蛋白質，照 Jamieson, [11] 的研究豆油中含卵磷脂 2—3.82%，頗適于營養。

就上述，豆中營養分，尤其是維生素 D，在營養上是有缺陷，若以少量蛋黃臨時加入，即可迅速得到改善，作者 [12] 曾經以白鼠作過試驗，證明結果與牛乳粉“Lactogen”所飼者畧同。用同樣成分的豆乳哺嬰兒五月，體重由 3280 克增至 5965 克。

就豆乳口味來說，是不好的。它的苦澀之味和豆氣，使人有嫌惡之感，在哺嬰過程中，引起不少人懷疑，以為我以成人所不願飲之食品，橫施之于嬰兒，由此可見豆乳口味嚴重的影响了它的應用價值。本文研究之目的，就在如何除去苦澀之味及豆氣，改善口味，以充分發揮豆乳之應用。

豆乳的苦澀之味及豆氣，究竟是什麼？

豆油也和其他的一些植物油一樣，常顯各種特殊氣味，Haller, Lassieur, [13] 發現在椰子油中有酮類物質。Salwy [14] 在棕櫚油中亦發現酮類物質。Marcelet [15] 曾從油中分離出不大好聞的物質，Nakamiya [16] 曾從不皂化的油分子游離出不飽和之碳氫化物 (gadusene)，顯特殊氣味。Jasperson 和 Jones [17] 從椰子，花生，棉子，向日葵油中蒸餾出來的一些物質，有強烈令人發嘔的氣味。豆中所含肥皂素 (Saponine) 亦為一種酮。

豆氣有人認為是豆油中含有不飽和脂酸所致。

除去豆氣，有人用水蒸汽及醋酸、二氧化硫、二氧化碳或氨，加以處理都會有效。A. A. Levinson, Y. L. Dickinson [18] 用壓力和熱以除去豆氣。Fridman [19] 將細豆粉 (含水 12%) 在消毒器內加溫度 120°—300°C 以去豆氣。Berczeller [20] 將

豆置蒸汽中 10--12 分鐘去豆氣，這些處理方法都會有一些效果，而且無大害於蛋白質。

Gill^[21] 浸全豆或碎豆於水中約 15 分鐘後，再置於 160°C 高溫中經過一個短時間，又如 Bishop^[24] 增加豆的正常含水量，再置於高溫一短時，以除去豆氣，均可奏效。

就上述文獻所提出的方法，有些手續太繁，有些應用物質消費太大，有些實際上對脫臭無大效果。如何以最簡單的方法，得到脫臭最大的效果，倒是值得注意的問題，只有這樣，才能符合廉價營養品的條件，爲了這個目的，作者進行下述的試驗。

二、試驗經過及結果

在我的初期試驗中，曾從降低豆油中的不飽和游離脂酸開始入手：

1. 在浸豆時加入強鹼，結果豆氣味是除了，但是製不成豆乳。

2. 用蒸汽吹入盛豆粒的瓶中，無論乾豆或濕豆，豆氣除去的不多，而蛋白質極易發生變化，亦難製成豆乳，若用真空抽氣法，在 100°C 以下，無論乾豆或濕豆，都難發生作用，即使用高溫（100°C 以上）在短時間處理下，亦難起作用，若用高溫時間較長，則蛋白質發生變化。用 Miller^[18] 方法，煮沸豆乳半小時之久，結果蛋白質已多凝固，雖然豆氣似乎可以減少，而另發生不快氣味，更甚於原豆乳。

3. 用高溫（100°C 以上）處理乾豆，豆則易變爲焦黃的顏色，蛋白質凝固，結果與一般鐵鍋炒的豆子相同，製不成豆乳。若在 100°C 以下雖經過 10 點鐘的處理，並無脫臭效果。

4. 在高溫的油中處理浸漲的豆粒，則發生泡沫極多，亦難達到試驗結果。若置於高溫的溫箱中，又不易在短時間內使全豆粒感受高溫，這說明在靜態的高溫空氣中，也不可能達到試驗結果。

5. 若以含 10% 水的豆在 130°C 油中，經半分鐘，顯然有脫臭效力，蛋白質亦無多大變化，但用這種以油傳熱的方法，既不方便，又覺浪費。

由上述初步試驗，可以了解的情況如下：

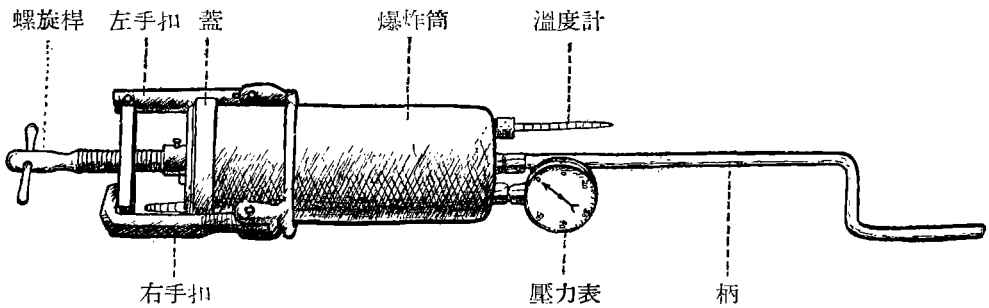
1. 低溫不能脫臭，須 100°C 以上才有效力。

2. 乾豆難以脫臭，乾豆在 100°C 以上，又容易使蛋白質變質。

3. 豆粒含水，在高溫短時間內有保護蛋白質不易變質的效能。

4. 片面地應用吹氣法或抽氣法在短時間內難以奏效，若將時間延長，會影響到蛋白質的變質。

根據這些情況，可以得出橫貫在本問題中的是豆氣和蛋白質的矛盾；豆氣對人類不適，蛋白質是人類的最好養料；要去豆氣需 100°C 以上的溫度， 100°C 以上的溫度如稍為作用時間長一些，就很容易使蛋白質發生變化，作用時間短了，在一般的情況之下，豆氣又不易除去。因此，如何去了豆氣又保存蛋白質，便成為解決本問題的中心工作。好在，在初步試驗中已發現含水的豆粒，在高溫短時間內蛋白質不容易變化，好像水有保護蛋白質的作用，而且抽氣或吹氣也多少可以除去豆氣；而水又可以化成蒸氣，這樣將含水飽和的豆粒置於密閉的容器中，加熱達到適當的溫度，使水化成蒸氣，增加壓力，以促進豆氣物質的氣化，經過短促的時間，突然打開密閉容器的蓋，藉壓力不平衡的狀態，使蒸氣挾帶豆氣集中的被迫出於豆粒之外，當有可能解決這個矛盾的問題，如何造成這種條件，便聯想起我國勞動人民製造爆穀的方法，當穀經過熱爆後，成為淡然無味；即由於高溫將米中水汽及揮發物質，隨爆炸而一起消失，於是乃採用爆炸法以除豆氣。



爆炸器

爆炸法所用的爆炸器，大約是勞動人民的創造，我們根據它的原理，加以改造，而成我們所用的爆炸器，(如圖)。基本部分，是一個圓形鐵筒，一端除一小孔通壓力表外，完全封閉，他端開放。筒端兩側有兩個手扣，一側手扣如「」字形，中通一螺旋桿，桿下連蓋，當螺旋桿用右手轉時，則將筒蓋提起，左轉則使筒蓋下壓，左側「」字形手扣上昇(由於「」字形手扣與筒側相連處，為一長圓形鑿孔，所以能夠上昇)。右側手扣，扣上「」字形手扣時，螺旋桿愈左轉，愈使蓋下壓，則右手扣(「」字形手扣)愈緊。若筒內因水氣化膨脹時，所顯出的壓力大小，可從壓力表上的度數查出。如果此時拉脫右側手扣，則筒內壓力衝口而出，壓力愈大，衝出力愈強，則發出爆

炸聲音愈大。勞動人民所創造的爆炸法，是用來使米爆炸為疏鬆多孔之米泡。製成米泡的方法：將米盛於筒中閉蓋，在爐火上加熱旋轉，則米中及筒氣體膨脹。達到一定的壓力後，突然將蓋開放，則米衝口而出，米中高壓氣體突從米質外衝，使米澱粉變為疏鬆多孔之米泡。這樣爆炸出來的米泡，香氣喪失，口味平淡，即由於高溫將米中水汽及揮發物質，隨開蓋減壓之一衝，放出於外。

我們採用爆炸法，並不是要使豆粒爆炸疏鬆，而是要藉此使豆所含水分變為蒸氣，加大壓力，同時，要使到因熱而發生豆氣與豆中的水蒸氣相混合，在突然開筒減壓時，蒸汽突挾豆氣外出，以達到豆脫臭的目的。

當豆受 10—20 磅壓力時，豆粒外觀是無變化的。到 20—30 磅壓力，則隨熱升高而脫皮愈多，並且豆粒愈大，則脫皮愈甚（當然個別的也有例外），因此，外觀的脫皮多少，可以報知脫皮的程度。另一方面，比豆色新鮮（即未爆炸前的顏色，即準備出芽的豆色）的程度，也是鑑別豆蛋白質變化的標準。如果豆皮脫去最多而豆色最鮮，即將成豆乳愈良。至於鑑別豆乳苦澀味道之有無、大小，截至現在為止，我們除口嘗以外，還沒有任何化學的或物理學的方法作為標準，好在二三磅壓力之差，影響豆乳口味已顯然不同，故鑑別仍以口嘗為主，脫皮多少，顏色鮮或暗，只供鑑別參考。

若用含水不同之豆，如 10%，20%，30%，40%，50% 各 100 克豆在 500c.c. 內容的爆炸筒中，作爆炸試驗；結果，含 50% 水之豆，經 2—3 分鐘，從 10 至 30 磅壓力之間，經過多次比較試驗，結果，在 28 磅壓力之下，爆炸處理後，豆皮許多被炸落，豆色新鮮，豆氣在爆炸時顯然可以嗅出，所製出豆乳，狀態良好，無豆氣，無苦澀味，無泡沫。其他含 40%，30%，20%，或 10% 水的試驗結果，則含水百分數愈少達到 28 磅壓力之時間愈長，豆色愈焦黃，豆乳愈難製成，這表示豆蛋白質受到的影響頗大。壓力少於 28 磅，則豆氣脫之不盡，多於 28 磅，如 30 磅，則顏色已變暗，壓力再大，則豆粒被炸為粉碎，顏色更暗，豆乳難成。

總結試驗經過：經我們試驗的結果，除去豆氣與保持蛋白質的營養有關的條件是溫度、水份、時間和壓力，而這些條件中，溫度是主要的。因為在一般情況下僅加溫即可以達到除臭的目的，但僅加溫則需要時間較長，因之，蛋白質變質，於是便要在密閉的容器內和一定的水份加溫，以促進豆氣的氣化和使水成為蒸汽，因而增加壓力，加速作用的進行。這樣，便可以縮短時間和通過爆炸使豆氣和蒸汽一併衝出。在急遽變化的空間，造成突然的變革狀態，豆氣便可以除得乾淨，蛋白質

便可以保持良好，蛋白質與豆氣的矛盾問題於是得到統一，問題便獲得解決。

最有興趣的，就是一次爆炸和二次爆炸的問題：根據試驗結果，二次15磅爆炸與一次30磅爆炸結果，大不相同，兩次15磅爆炸經過時間之和，少於一次30磅所經過的時間；而一次30磅所得之結果，就脫氣程度說，與二次15磅所得者，難分高下；而就保持蛋白質說，則二次15磅，蛋白質變化顯然大些，故用爆炸法以脫乳臭，應以一次為便。

豆乳濃縮即製成豆煉乳：照上述爆炸法爆炸處理之豆，可製成脫臭的豆乳，亦可照一般煉乳濃縮法，加定量砂糖在低減壓裝置下，除去大部分（80%）水分，豆乳便成為黃色半流體的煉乳。在常溫空中，可保持一週以上，並不變酸，適於罐裝。應用時，無論加冷熱沸過之水4至5倍，即稀釋為乳，飲用方便。

三、豆乳的經濟價值

現在一般人民生活提高，食物生產增加趕不上需要，肉類和油脂時感缺乏。豆乳中含油及蛋白質豐富，豆類食品應擴大利用，就可以幫助解決肉類及油脂缺乏問題。就從經濟價值來說：二斤豆約可得一斤豆乳乾質（僅以油及蛋白質約60%含量計，實際製豆乳時不能全部取出所有含量，現假定取50%），每斤豆約一角五分，則一斤豆乾質需原料價三角，新鮮肉類每斤時價九角二分，約有30%乾質（皮骨尚不在內），若以乾質計，每斤約為三元。這樣，豆乳乾質價與肉類乾質價相比，竟廉價10倍。製成豆乳粉，假定手續費加倍，每斤也不過六角，而每斤乳粉可用水稀釋為十斤，則每斤價不過六分。如此符合最好營養食品四項條件之豆煉乳，應予以充分利用。

爆炸豆的營養價值據何妣媛同學的化學分析，結果如下：

分析樣品	總氮量%	粗蛋白質%	粗脂肪%	總糖量%
爆炸後的豆	39.60	32.80	13.72	21.92
蒸熟未經爆炸的豆	39.85	35.40	17.25	24.07

由此可見已經爆炸脫臭的豆，與未爆炸的豆蛋白質的成分變化不大。檢查爆炸豆之氨基酸，得到16種。何妣媛同學並以爆炸豆與未炸爆豆製品，用白鼠作飼養比較試驗，結果二者大致相同。

四、總 結

豆乳脫臭用鹼化法，蒸汽吹入法，真空抽氣法或沸煮法，均不適用。截至現在為止，我們認為爆炸法是簡便而有效的方法：將浸漲的豆置于特用爆炸筒中封閉，加 100°C 以上的溫度，則豆中所含苦澀物質及水分變為氣體，在閉鎖之爆炸筒中造成高壓狀態，當達到 28 磅壓力時，突然開筒爆炸，同時豆中水蒸汽挾帶豆氣外出。這樣經過爆炸之豆，可製成的脫臭豆乳，可更製成煉豆乳或豆乳粉，以便隨時應用。

參 考 文 獻

- [1] L. H. Bailey : Cereal Chem. 12, 441-472 (1935).
- [2] C. V. Piper, Morse, The Soybean. Me-Graw-Hill, New-York, (1923).
- [3] Ohtomo : Rept. Central Lab. S. Manchuria Ry. Cal 4 B (1929).
- [4] Tso : Chinese J. physiol. 3, 353 (1929).
- [5] Wan : Chinese J. physical. S. 353 (1935).
- [6] Hayward : J. W. Oil and soap, 14, 314 (1937).
- [7] Wan : Chinese J. physiol. 5, 353, (1931), 6, 35 (1932).
- [8] Miller, Robblus : Hawaii Agr. Exp. sta. RPT. 1933, 24 (1944).
- [9] Bachrach : Quart. J. Pharm, 149 (1928).
- [10] Sasaki : J. Agr. Chem. Soc. Japan, 11, 321-330 (1935).
- [11] Jamieson : Oil & Soap, 12, 70 (1935).
- [12] Tai Lee : Science J. 59-61 (1948). (廣州中大理學院出版)
- [13] Haller, Lassieur : Compt. rend., 151, 687-699 (1911).
- [14] Salway : Chem. Soc. 111, 407-410 (1917).
- [15] Marcelet : Chem. rend., 202, 867-869 (1936).
- [16] Nakamiya : Paper Inst. P'phys. Chem. Reserch, Tokyo, 28, 16-25 (1936).
- [17] Jasperson, Jones : J. Soc. Chem. Ind., 66, 13-17 (1947).
- [18] A. A. Leviuson, J. L. Dickinson : U. S. Pat. 2162. 729 (1939).
- [19] Fridman : U. S. Pat. 1149, 495 (1946).
- [20] Berczeller : U. S. Pat. 1509, 076 (1924).
- [21] L. O. Gill : U. S. Pat. 2026, 676 (1936).
- [22] Bishop : U. S. Pat. 2000, 317 (1935).
- [23] Miller : U. S. Pat. 2078, 962 (1937).