

小磨香油*

—中國傳統上特殊的提油方法—

婁成後 閻龍飛 婁康後[△]

楊傳任 傅懷冉

(北京農業大學農業化學系)

一. 緒 論

芝麻在中國的產量佔世界第一位(每年約一百萬噸弱)。根據抗戰前的記載，全世界一半以上的芝麻出在我國。芝麻在國內的種植最為成功，產量高，成色又好^(3,4)。雖然我國出產的芝麻，大部份在國內消耗了，祇有八分之一供出口用，但是在國際貿易上，中國的芝麻仍佔第一位(每年十餘萬噸)，約佔芝麻貿易全額的三分之二。芝麻在國內的消耗，幾乎是全部作食用了，除去少數芝麻用作糖果糕餅外，主要的用途是製油。芝麻裏有一半是油，麻油是很通行的食用油，尤其是‘小磨’提出來的油，色味香俱佳，最為一般人所稱道。

‘小磨香油’是我國農產品加工裏一個很特殊的方法。需要的設備簡單，技術精巧。歷史的淵源，由來已久，現在已普遍地通行南北。不論鄉村或城市裏，都在應用，尤其以華北產芝麻的地區裏最為盛行。明崇禎宋應星的天工開物⁽¹⁾裏就提到：

“凡取油，榨油而外，有兩錢煮取法，以治蓖麻與蘇麻。北京有磨法，朝鮮有舂法，以治胡麻，其餘則皆從榨出也……”(芝麻舊稱胡麻，並有油麻、脂麻、巨勝等名稱)。

可見三百年前磨油在華北已經通用了。‘小磨香油’經過多年的改革，在小型手工業上，已達到相當完備的地步。與現行的油脂工業方法比較，‘小磨香油’有兩個特

[△] 本報告的研究調查工作，是1949年春季，我們在北京國立清華大學農業化學系進行的。婁康後現在青島國立山東大學任教。

* 1950年4月收到。

點：

1. ‘小磨香油’所需要的設備及加工過程，都極簡單，而所得的產量很高，較榨出法有過無不及。
2. ‘小磨香油’的色、味、香，一向爲大家所稱道，認爲是佐食調味的上品。

因爲這兩點，‘小磨香油’在工業都市裏，仍可以維持相當地位。但僅從工業的立場看，這兩點未必都是有利的：（1）以簡單的設備與加工，而能得到很高的產量，固然很好，如果太費人工，或是產量有限，在工業發展上勢必受到限制。（2）工業上及國際市場上的植物油，以‘無色、無味、無香’爲上品，而‘小磨香油’却適得其反！‘小磨香油’的長處，也恰好是它的缺點。因此，如果‘小磨香油’要在現代工業上取得地位，非要加以改良不可。

關於‘小磨香油’所用的方法，與所根據的原理，在科學文獻中，還未曾有人報告過。在這次初步的研究裏，我們發現‘小磨香油’所用的方法，非常簡單而巧妙，其所根據的原理，與最近發展的‘用水替油’的理論，不謀而合⁽⁴⁾。蘇聯的‘Skipin法’與‘Illjin法’，爲要增加已有壓榨設備與方法的產量，僅局部採用了這‘用水替油’的方法，而我們的‘小磨香油’，早已充分地利用了這個原則。

‘小磨香油’是利用‘用水替油’最完備的方法。在以前華北老解放區裏，因爲缺乏榨油的設備，從含油量較高的種子（如胡桃、花椒、蓖麻）中提取油脂，也利用類似的方法‘用水替油’，不過技術發展的程度，遠不如‘小磨香油’來得巧妙，產量也不高，正如天工開物所說：

“若水煮法，則並用兩釜將蓖麻蘇麻子碾碎入一釜中。注水滾煎其上，浮沫即油。以杓掠取，傾于乾釜內。其下慢火熬乾水氣，油即成矣。然得油之數，畢竟減殺……”

看上去，這祇是些在設備缺乏中不得已而爲之的辦法，不能與‘小磨香油’相提並論。不過研究‘小磨香油’加工的過程，明瞭了‘用水替油’的原理之後，對由蓖麻、花椒、胡桃提油的類似方法的改良，也許會有路可循，因之研究‘小磨香油’的方法，並不僅是爲求改良‘小磨香油’而已。

二. 加 工 過 程

‘小磨香油’在國內各地都可見到，華北因爲芝麻產量豐富，比較更爲流行。各處磨油的方法，大致相同，因爲地區的分別，傳授的參差，也不免有大同小異的地

方。產量的多少，因為技巧的不同，也很有些出入。許多小油坊，設在窮鄉僻壤間，代代相傳，私相授受，很少有四處觀摩與人商討的機會。再加零星收進的芝麻，成份不齊，產量時常會有高低，很難作準。反之，北京城內的幾家大油坊，大量分批地磨油，積聚多人多年的經驗，已漸進到半機械化的階段，對於採購芝麻有標準，對於產量有把握，對加工的過程也有了比較固定的程序。本文加工過程的敘述，大半是根據對北京城內大油坊的觀察，偶爾也提到鄉間作法不同的地方。

（一）芝麻的成份

芝麻的含油量特別高，大約是全重量的一半，隨品種與年成的不同而有出入。我們對加工的調查是1949年春季在北京附近進行的。這時磨油用的大半是1948年左右產的黃芝麻（霸王鞭品種），1948年是產芝麻的旺年，產量好，含油量也高。我們分析過城內磨油用的芝麻樣品三次，把平均的成份列成下表：

表1. 1948年黃芝麻的成份（以百分率計）

水 份	4.37
油 脂	58.40
蛋 白 質	21.65
灰 份	4.10

表1的芝麻含油量比一般的記載略高，這是因為當時磨油用芝麻的品質特別好的緣故。1949年秋潦，芝麻的產量與品質都大受影響。今年磨油用的芝麻的含油量祇有55%，而磨油的成績也不如本文所述的高，這裏要特別聲明一下。

（二）磨油坊的設備

一般說來，磨油坊的經營遠比‘榨油坊’來得簡單。在鄉間，一兩個人的力量就可以維持一個磨油坊。鄉下的‘油坊’設備可以弄得很簡單。最基本的設備也不過是：

- 一細石磨 —— 為磨芝麻用，用牲口推轉；
- 二鐵鍋 —— 一為炒芝麻及燒水；一為盛麻醬提油；
- 一木棒 —— 為攪拌麻醬用；
- 一銅皮製空心葫蘆 —— 為震盪分油用；

此外尚有油提、油鏟、油箕、簸籬等零星工具。

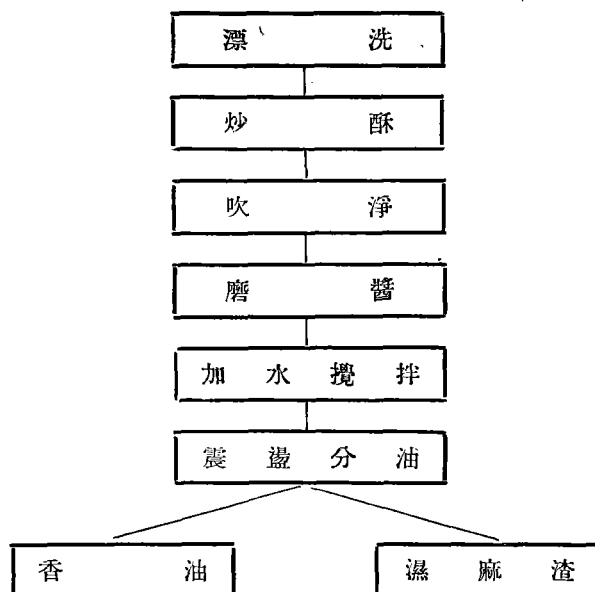
城裏的油坊規模大，設備也比較完備。大多數已經改用電力推動石磨，既經濟，又便利。芝麻炒過後的吹淨，也有用風車的。震盪分油，也有用電力推動的嘗試。每天磨油可以分成幾批來做；每批用芝麻150斤，由炒芝麻起到分油運渣為

止，由一人負完全責任，6—8 小時可以完工。1949 春季，每批可以保證出油 80 斤。上面說過，芝麻的含油量是 58%，所以實際平均的總產油量為芝麻含油量的 92%。

(三) 加工步驟

‘小磨香油’的加工步驟有如下表：

表2. ‘小磨香油’加工過程



1. 漂洗——把從市場採購來的芝麻稱出 150 斤，放在鍋裏漂洗。把乾癟的種子、空皮與浮土漂洗出去，再用罩籬撈出水裏飽滿的芝麻，讓沈下的雜質留在水底，最後把漂洗過的芝麻鋪開晾乾。

2. 炒酥——把乾芝麻分批放進鐵鍋裏，在柴灶上炒，不斷地用鏟翻動，免得靠火近的炒焦，直到濕氣趕盡，顏色灰黃，質地脆酥，輕輕地擱在手指間一捻就粉碎得出油，這樣便算炒好。炒芝麻要有經驗，炒不好的將來油不好分，影響產量很大。為要適合一般人的愛好，加強香油的顏色與氣味，普通油坊都炒得過焦一點。但專為產油量着想，就無需炒得這樣過火。

3. 吹淨——把炒過的芝麻放在簸籬裏迎風‘上揚’，或者放在‘風箱’裏使氣流吹走那些炒焦的細末（俗稱烟）和一些碎皮。焦末會影響將來油與渣的分清，需要除淨。

4. 磨醬——把吹淨的酥芝麻放進石磨的漏斗裏，石磨一面轉動，芝麻一面漏

進去。磨盤的紋路很細，是專為磨芝麻整的，磨幾批芝麻就要找石匠來重整一次。磨出的醬並不稠，可以自動流到鐵鍋裏。這種醬也就是北京雜貨店賣的芝麻醬，不過為吃用的芝麻醬炒得火候淺，顏色淡；為提油用的醬（俗稱坯子），顏色深，炒得比較過分。芝麻醬磨得愈細愈好，有個測驗的方法是，把醬點在姆指蓋上，輕輕用口把醬吹開，指甲上不留渣滓，才算合格。用電力轉磨比用牲口磨得又快又細，而且經濟。城廂的油坊也明白這點，只是限於財力，不能設置。

5. 加水攪拌——這是‘小磨香油’加工過程最要緊也最精彩的一步，這一步的目的是把適當份量的沸水拌進麻醬裏，用水把油從麻醬裏替出來。因此加水的多少，攪拌的輕重，溫度的調節……在在都可以決定產量的高低，處處都顯出工人的技巧。水加少了，油不能全部地被替出來；水加多了，油水要攪混在一起，分不清楚。攪拌得均勻與否，也會有同樣的毛病。大致說，100斤芝麻要加80斤左右的沸水，仔細的份量要看當時出油的情形決定。為要調節水量，沸水分幾次加進去。第一次最多，以後看情形陸續再分三、四次添加。各油坊加水量與攪拌方式各有參差。有些油坊起初水加得不够多，攪拌時水被麻醬裹在裏面，愈攪拌愈乾澀，非常吃力。我們覺得有些大油坊的辦法，第一次就將80%應加的沸水倒進去，用木棒大力攪拌，麻醬裏的油很快就被水替出來，無需經過乾澀難攪的階段，既省時間，又省氣力，最為合理。等到油與濕麻渣逐漸分開，再陸續加少量的水，讓濕麻渣達到合適的稠度，聚集在鍋底。等到木棒挑起的濕麻渣混進上面油層時，很快地又黏聚一團，沈降到油層底部，與濕麻渣合併在一起，攪拌的工作也就做得差不多了。攪拌順利時，前後祇要半點鐘，油渣兩層就可分清。這時鍋內的溫度約為攝氏五十餘度。

6. 震盪分油——油與濕麻渣雖然要經攪拌分成兩層，但是濕麻渣中很顯然地還裹着許多‘油泡’，這些油泡大小不等，都有逐漸上升與濕麻渣分離併進油層的趨勢。如果加以適當的震盪與轉動，更可以幫助‘油泡’逃出濕麻渣的網羅。用一個銅皮葫蘆在油層裏輕輕地轉動與震盪的目的也就在此。這雖是不費氣力的工作，但需要極大的耐心，與很長的時間，通常總要兩三個鐘點。等到這步快終了時，油與濕麻渣已分得非常清楚，濕麻渣逐漸地粘結在一起，成為一種膠糊狀的稠度，把提油瓢陷進濕麻渣裏提出時，油提上絲毫不粘渣滓。上面的油層可以很快地用瓢撇走。最後的一薄層油珠都可以用小鏟攏在一起，全部撇去。“耐心得像個撇油的”，是一句很恰當的俗語。

這樣得到的香油，質地很清，無須另外過濾。在我們調查的時期，城裏的大油坊，每批 150 斤芝麻由一個人負責，保證要交出 80 斤油；工人自己有個油罐，盛些多餘的油，準備為產量不足時添補的需要。按照交出的油量計算，平均產油量佔芝麻含油量的 92%。鄉間油坊所用的芝麻是由附近農家零碎搜集來的，品質不齊，油份比較低，技術效率都不如城裏。有時原料摻進受潮變質的芝麻，產量可以大受影響。但平時這些油坊大都可以維持 85% 的產油量。

濕麻渣大半是水，也有些油珠裹在裏面，濕麻渣的成份大約如下：

表3. 濕麻渣的成份

水	份	62.9%(60.0—64.7%);
油	量	3.0—7.0%;
比	重	1.102.

油撇淨後，把剩下的濕麻渣取出，鋪在地上曬乾，曬乾的麻渣龜裂成許多像瓦厚薄的碎片，堆積起來當作肥料出賣。也有人用濕麻渣當飼料餵羊的。普通油坊為要增加油的香味，把芝麻炒得過火，得到的麻渣往往太苦，不適於作飼料的用處。

三. 小磨香油與其他提油方法的比較

‘小磨香油’是根據‘用水替油’的原理，經過多年發展出來的方法，與現行的工業方法完全不同。現在不妨把這個方法與現行的工業方法比較一下。在現代工業上由植物種子提取油脂，不外兩種方法：(1)溶出法，與(2)壓榨法⁽⁴⁾。溶出法設備複雜，並且適用於含油量低的種子（如大豆），對含油量高的種子並沒有什麼特別好處，暫且可以擱開不談，所以祇與壓榨法作個比較。

(一) 產量的比較

芝麻在國內也有用壓榨法分油的，土法榨油的產量遠不如機器榨油的產量高。我們將最近顧毓珍的報告裏壓榨法的產油量⁽²⁾，與我們調查得到的‘小磨香油’的產量，作一比較，列成下表。

表4. 壓榨法與‘小磨香油’產量的比較(以百分率計)

方 法	含 油 量	產 量	效 率
壓 榨 法			
土 榨	50—56	41	78(73—82)
機 榨	50—56	45	85(80—89)
‘小 磨 香 油’ 法			
西 苑 油 坊	55—56	47—49	85(84—86)
城 內 油 坊	58—59	53.3	91(90—92)

由上表可見‘小磨香油’的提油效率遠超過土榨，就是與機器榨相比，也是有過無不及。

(二) 品質的比較

‘小磨香油’要經過幾次加熱加水的手續，‘香油’的品質也許因之而受到影響，我們特地把‘小磨香油’與冷壓及熱壓油的化學性狀，做過一些分析，結果比較如下表：

表5. 三種芝麻油品質的比較

	冷 壓 油	熱 壓 油	‘小磨香油’
比 重	0.918—0.919	——	0.919
碘 價	101	102	102
皂 價	192.5	192.5	194
酸 價	0.55	0.47	0.52
折 光 度(25°)	1.472	1.472	1.472
顏 色 比	1	——	6.5—8.7

由上表可見，除‘小磨香油’的顏色比冷壓油重七、八倍外，其他表上所列的物理的、化學的性質，並沒有顯著的不同處。

(三) 加工的比較

壓榨法與‘小磨香油’在加工程序上有兩點是互相抵觸的：

1. 壓榨法所用的種子祇可事先磨碎，但不能磨得太細，磨得細了產油量要減低。‘小磨香油’則相反：磨得愈細，產量愈好。
2. 壓榨法所用的種子，含水量最好不超過5%，否則產油量減低，‘小磨香油’加水的程度要超過50%以上，才能收效。

壓榨法上在加工上有一點爲‘小磨香油’所望塵莫及的，就是工業技巧的進步，每工每天所能生產的油量，已經用噸計，並且逐日在改進中。‘小磨香油’始終停留在小規模的手工業上，每天每工的最高產油量不能超過 100 斤，這與壓榨法比較，相差不止十幾倍。將來工業發達，‘小磨香油’若不能在技術上求改進，勢必至受到淘汰。

四. 用水替油的證據

在油脂工業研究裏，由植物種子‘用水替油’的理論，在以前文獻中也曾偶然有人提到過⁽⁶⁾，不過從未有人施諸實用。近來 Goldovskii 與其他蘇聯作者⁽⁴⁾，又在竭力提倡這種說法。Skipin 法與 Iljin 法就是應用這原理於含油量高的種子的方法⁽⁴⁾。Skipin 法是先把磨碎的種子，用適當水份、溫度處理，把種子的含油，局部地用水替出來，分開後再把剩下的碎渣烘去水份，按照正規的壓榨法提油。加這一步手續並不能多產油，但可以增加壓榨機的產量半倍到一倍。Iljin 法的目的是爲了改良產油效率而設計的。種子經過正常壓榨手續提出油後，把油餅打碎，通蒸汽進去增加水份，再來壓榨提油。這兩者都是補充正規壓榨的辦法。‘小磨香油’的分油與

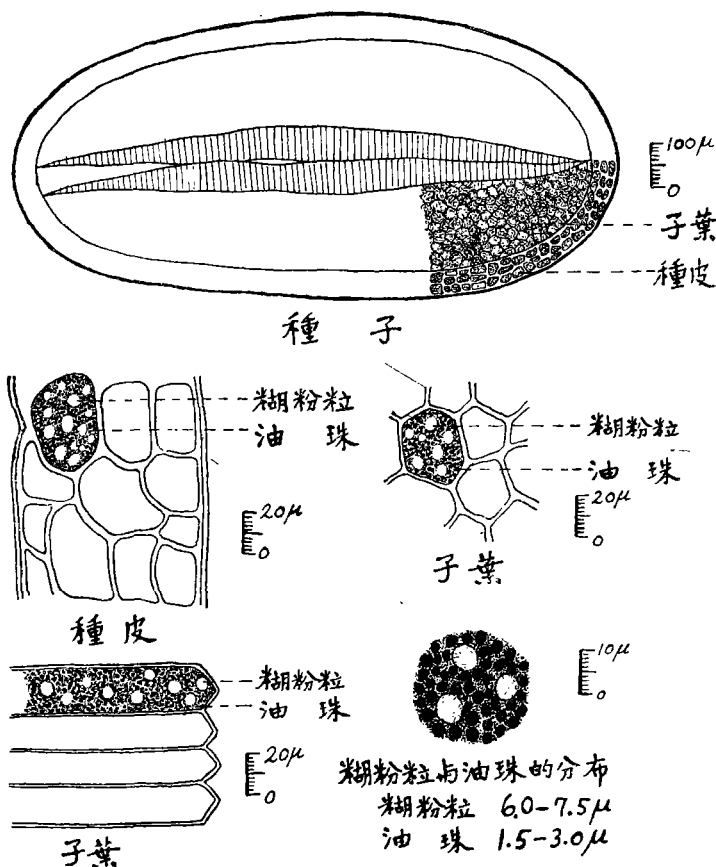


圖1. 芝麻種子的橫斷面(用 osmic acid 固定)

以上兩者不同，整個加工過程完全建立在這‘用水替油’的原理之上。以下我們舉出幾個做‘小磨香油’用水替油的證據。

(一) 顯微觀察與滯性變化

爲要了解油在種子中的分佈情形起見，我們特地把芝麻的油珠用鉬酸 (osmic acid) 固定，作橫斷面的切片，在顯微鏡下觀察。照圖 1 所示，油點在種子裏的分佈極密且廣，油珠的大小祇有 $1.5-3.0\mu$ 。這樣細微的分佈，若不加攪動，很難使油珠聚攏在一起。可是，一旦經過炒酥，情形就不同了，細胞的構造被熱破壞，油珠都聚攏一起，結成一片。再經過一次磨細，種子被磨得粉碎，浸潤分散在油裏，與在芝麻裏的情形恰好倒轉過來。這樣的芝麻醬若靜放幾個星期，上面也就會浮出一層清油來。同樣地用離心器處理，也可以分開兩層，不過這樣做祇能分出一部份油，大部份油仍然浸潤在麻醬裏，所以要全部分油，必須用水來頂替。

用膠體化學的術語來說，麻醬是固體在油裏的懸液 (suspension)。逐漸加水到麻醬裏，一邊加水，一邊攪拌，像普通人家用水調麻醬拌菜吃的辦法。最初水加得少，勢力單薄，水被打散，與麻渣聯在一起，被油團團裹住。在這段期間，油是連續相 (continuous phase)，水和麻渣是不連續相 (discontinuous phase)，或稱爲分散相 (dispersed phase)。水加得愈多，不連續相的成分愈多，麻醬的滯性 (viscosity) 就隨着增加。水份的添加就是不連續相的勢力的加強，在攪拌的時候，逐漸有聯合起來，變成連續相的趨勢。等到時機成熟，搖身一

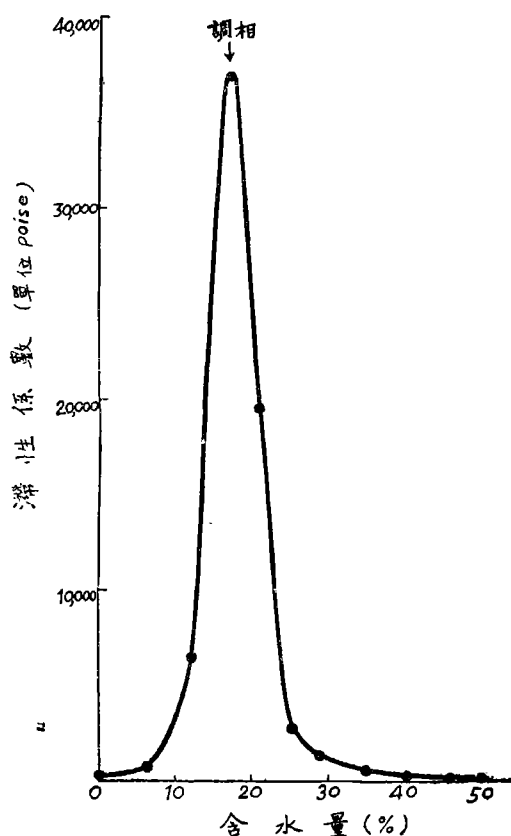


圖2. 麻醬調水與滯性的關係
(滯性係數是用Gardner mobilometer⁽⁷⁾測量得到的)

變，水把麻渣從油裏奪過來，自己聯成一系，油一部份被頂替出來，浮在上面，一部份變成油珠，分散在濕麻渣裏，演出膠體化學所說的‘兩相互調’ (phase reversal) 的現象 (簡稱調相)。在這個轉變時期，滯性的變化也轉換了方向 (如圖 2)，水變成連續相，再加水攪拌時，連續相添多了，滯性不但不增加，反而逐漸減低。圖 2 就表示滯性與麻醬調水的關係⁽⁷⁾，試驗的結果與上面的說法相符。

實際上，在‘小磨香油’加工時，一次加水很多，水很快地就把油從麻渣裏替出來，調相並不明顯。不過經過攪拌，有一部份油泡與油珠被裹在濕麻渣裏，須要長時期的震盪，藉着油比水輕，逐漸由濕麻渣裏浮上來。較高的溫度，加以合適的震盪，都幫助油與渣的分離。

油坊裏提過油的濕麻渣，經過分析，還有 3—7 % 的油存在裏面。把麻渣用蘇丹 III 紅 (Sudan III) 染色後，在顯微鏡下觀察，可以見到染紅的油珠分散在麻渣的各部。許多油珠的直徑有 5—30 μ ，用離心器還可以使油與麻渣分開。

(二) 水與油對麻渣的親和力

為什麼水會從麻醬裏把油替出來呢？最簡單的答覆是麻渣對水的親和力比油來得強。有兩個試驗可以證明這個解釋的正確。

1. 把麻醬分滴地滴到一杯水裏，麻醬一粒一粒的分別堆在水裏，並不聚成一片。2—3 小時後，麻醬滴被水浸入，漲得顯出裂痕；又過些時候，由裂縫裏擠出油珠來 (圖 3)，略微加熱搖動，油珠就脫離母體升到水面；最後麻醬的油珠都被擠出來，麻醬四分五裂，經過震動，碎成一片一片的，聚在杯底。

把提過油的濕麻渣用同樣的方法，滴進油裏，情形就完全不同，麻渣聚在油下面，結成一片，不再有變動。

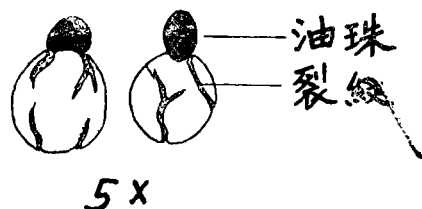


圖 3. 麻醬滴中油被水頂出的情形

2. 更直接的證據，是用量熱計測量乾麻渣對水與油的浸潤熱 (heat of wetting)。浸潤熱的絕對價值沒有多大意義，因為這要看麻渣烘乾與磨細的程度而定，不過它的相對價值，可以鑑別麻渣對水與油的親和力。

先將麻渣磨成細粉，放在烤箱中烘乾，再放進乾燥器中冷卻。取出定量的麻渣用普通量熱計的方法，測定在定量的水和油中所發出的浸潤熱。現在把結果列成下表：

表6. 乾麻渣的浸潤熱^①

液 體	浸 潤 熱 (cal/gm.)	比 例
油	0.14	1
水	6.5(3—9)	46.5

上表的數值雖然變異的範圍很大，可是油與水的浸熱相差幾十倍，毫無疑問地可以證明：水對麻渣的親和力遠超過油。

五. 加工 的 試 驗

‘小磨香油’的加工過程，可以小規模地用瓷碗玻璃棒在試驗室裏做。其中磨醬的手續，沒有合適的設備，不易辦到。單為表演用時，麻醬可以在雜貨店裏買到，以前的步驟可以省略。這樣小型分油，用100克麻醬，中間手續損失很大，通常只能達到85%的產油效率，不如大油坊產量那樣高。

加工試驗的主要目的，不僅是要在試驗室裏重覆‘小磨香油’的加工過程，而且要追求改良與工業化的途徑。在這方面因為限於設備與規模，僅做了一些初步的嘗試。

(一) 離心器試驗

‘震盪分油’是加工中最要耐心最費時間的一步，油珠所以能和麻渣分開，全靠油水輕重不同，地心引力的影響。我們若能人為地增加重力，油渣的分開不但可以加快，並且可以分得更清楚。離心器就是為解決這類問題而設計的，這與從牛乳裏分奶油的情形極其相似。最初靠重力分油，時間長效率又不好，引用離心器是牛乳加工上一件重大的改革。

我們試從濕麻渣做起。麻渣裏3—7%的油都在分散的油珠狀態；上節提到這些油珠顆粒不算太小，是在一種不穩定的分散狀態。按理我們可以利用離心器把這部份油從濕麻渣裏分出來；實際上，每次從油坊裏取來的新鮮濕麻渣，都可以用離心器分出些油來。並且由圖4所示，分油所需要的離心力並不高，只要在500倍地心引

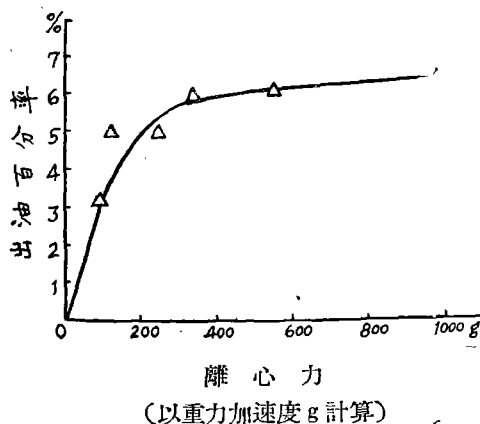


圖4. 用不同離心力分離麻渣內含油之曲綫

力以上就够了。普通離心器都可以超過這個標準。

其次，我們進一步試用離心器代替加工裏最煩難的分油工作。這裏因為離心器容量的限制，每次只能用25克的麻醬作試驗材料，如果用量能够大些，產油率與定油量的準確程度，都要好些。所有在試驗室小型油料加工的試驗，手續上的損失往往很大，與實際情形不盡相符，這也是不得已的事。

這次試驗從兩種麻醬着手，各加不同量的沸水，用棒調勻，在50°C 水溫箱內放置些時候，隨後在離心器（速度：每分鐘2000轉；旋轉半徑：13cm；旋轉時間：20分鐘）中分油，把出油百分率與加水百分率的關係畫一曲線，有如圖5。

照右圖看，對麻醬加水要有一定合適的量，油才能分得最多。這合適的加水量，兩種麻醬各自不同，大致說，與‘小磨香油’加水的總量相差不多。水加少了，油替不出來；水加多了，油水又要混在一起。

在這試驗裏，還有些細節沒弄清楚，如同加水攪拌的程度與技巧對出油的關係，離心器的速度，處理的時間……等等。大體說，這試驗證明：可以利用離心器代替‘小磨香油’裏

最煩難的震盪分油工作。將來的問題就是怎樣設計較大型的連續式的離心器，用來大量分油。這問題與牛乳用離心器分油的現代辦法的相似點，無需我們再來重述了。

（二）攪拌方法的改良

做‘小磨香油’加水攪拌是很需要技巧的一步，因為祇加水而不用力攪拌，水與麻醬接觸的機會有限，水就不能從麻醬裏把油替出來。倘使攪拌得過份，油水又有攪混成乳漿(emulsion)而分不清的危險。並且水要加得恰到好處，使濕麻渣既不稠，又不稀，不粘鍋，也不混油，分油時才不費事。這些都要靠技工的判斷與技

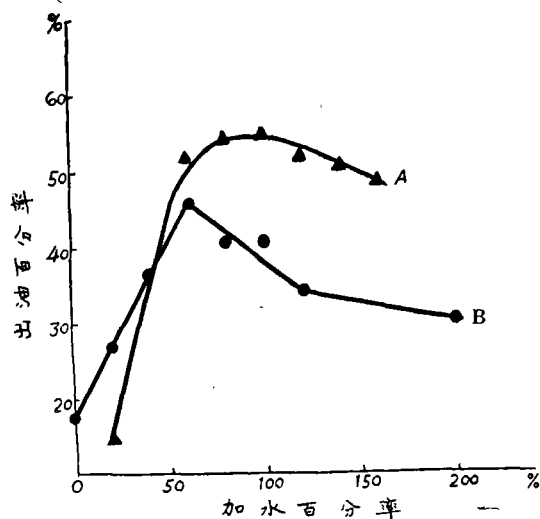


圖5. 加水量對從麻醬用離心器分出油量的影響

A大生油坊麻醬

B大有莊油坊麻醬

(本實驗所得出油百分率是以麻醬作基礎計算的，大生油坊麻醬因為失去水份，除去雜質，含油量增高為61%)

巧。若想大量生產，單靠個人的技巧是不夠的，必須要用機械的方法來代替攪拌。關於這方面，我們也做過一些初步的嘗試。

1. 我們試把麻醬分滴地滴進大量的沸水裏，醬滴堆積在水底，與水的接觸面積很大，放置幾小時，水逐漸浸透進醬滴裏，把油珠由裂開的醬滴擠出來，這時在底部加熱，油珠就都浮到上層，醬滴都被分散，連結成一片，聚在水底。這方法雖然可以用，但是需要時間太長。

2. 另外一個方法是把沸水放在麻醬上面，從底部緩慢地通進壓縮空氣的氣泡，逐漸使兩部分調勻，油珠漸漸聚集到上層來，就是不經過離心器，也可以得到相當高的產油效率，並且加水量只要超過合適量，多加些也不影響產油率。這些關係可以由下表表示出來。

表7. 用離心力與壓縮空氣處理麻醬的比較

麻 醬	加 沸 水	處 理 方 法	出 油 %
25gm. (含 油 61%)	25c.c.	用 離 心 器 分 離	54.8
25gm. (含 油 61%)	30c.c. 第一次 25c.c. 第二次 5c.c.	緩慢通進空氣泡	57.4

這方法究竟能否大量應用，還須要考驗。

此外還有些加工的問題，如芝麻加熱炒酥的程度與產油效率的關係。麻油的色、味、香都由炒酥而來，更改香油的品質，勢必要從減低加熱程度着手，但是熱加得不够，又會影響產油的效率，因此這問題很值得考慮，可惜因為缺乏加熱與磨醬的適當設備，對這問題不能做有系統的研討。僅根據我們的初步經驗、Skipin 的說法、與油坊技工的報告，我們相信：為要得到最高的產油效率，並無需將芝麻炒得像油坊所採的焦酥程度。現在油坊是為了適合主顧的嗜好，所以色濃味厚。香油顏色淺了，反而有摻假的嫌疑，於是芝麻往往炒得過火，麻渣苦得不適於做飼料用了。

六. 討 論 與 總 結

‘小磨香油’是我國傳統特有的油脂加工的方法，設備簡單，技術精巧，並且與最近主張‘用水替油’的原則，不謀而合。水之所以能在芝麻醬裏替出油來，最主要的解釋是因為水對麻渣的親和力比油強。水與麻渣的浸潤熱要比油大幾十倍！

根據我們的調查研究，在加工過程裏，應該注意的，有下列幾點，也許值得有些油坊的考慮。

- (1) 好芝麻最好不要同壞芝麻摻在一起磨醬，特別是受潮的芝麻影響產量最大。
- (2) 麻醬磨得愈細愈好，粗了時油珠被渣裹住，不能被水替出來。
- (3) 加水攪拌時，第一次加水就可以佔總加水量的80%，這樣水很快地滲進醬裏，直接把油替出來。無需經過先分散再‘調相’的階段；攪拌起來，徒然吃力，並沒有好處。

‘小磨香油’是個手工業，雖然產油效率比壓榨法高，而每個工人的產油量則極其有限，遠不能和現代工業上的壓榨法相比。‘小磨香油’想要在工業上立足，非得加以改良與工業化不可。本文討論到兩條工業化的途徑：(1)用離心器代替震盪分油；(2)用鼓動空氣代替人工攪拌。

‘用水替油’不僅限於‘小磨香油’，參考 Skipin 的方法，以及鄉下現存的設施，凡是含油量高的種子，都可能用類似的方法處理。許多工業技術上的問題，不是我們力所能及的，都有待各方面的努力。

在研究進行時，我們得到農業經濟系韓德章先生的多方幫助；北京大學植物學系主任張景鉞先生替我們製作芝麻的顯微切片；城內大生油坊、西苑大有莊油坊，給我們許多試驗的便利，並隨時供給樣品；謹在此聲明，並致謝意。本文中芝麻的油量分析，係由技士劉兆泉先生負責，機器壓榨係由吳頌文先生担任。

參考文獻

- (1) 宋應星 天工開物，明崇禎丁丑年出版。
- (2) 顧毓珍 1943. 中國十年來之油脂工業。中央工業試驗所油脂專報 No. 149.
- (3) 賀 閏 1949. 中國植物油脂。鄉村工業叢書第一種。
- (4) Bailey, A. E. 1945. Industrial Oil and Fat Products.
- (5) Jamieson, G. S. 1932. Vegetable Fats and Oils.
- (6) Haworth, A. A. 1939. The Soybean Industry. 2nd ed.
- (7) Perry, J. H. 1941. Chemical Engineer's Handbook.