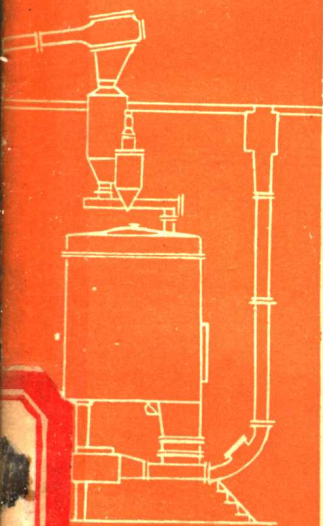


温士谦 编

植物油生产工艺问答



中国财政经济出版社

植物油生产工艺知识问答

温士谦 编

中国财政经济出版社

内 容 提 要

本书采用一题一论和问答形式，介绍油籽、油脂和油饼的主要成分、理化性质，油脂加工预处理的工序设备和操作原理，压榨法和浸出法制油的基本操作原理，毛油精炼等知识。可作国营植物油厂工人、技术人员业务自学用书，也可供中等粮食学校、技工学校师生和社队榨油厂职工学习参考。

植物油生产工艺知识问答

温 士 谦 编

*

中国财经出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷二厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 5.25印张 110,000字

1982年4月第1版 1982年4月北京第1次印刷

印数：1—15,000

统一书号：15166·098 定价：0.45元

目 录

一、油籽、油脂与饼粕	(1)
(一) 油籽的结构及其主要成分是什么?	(1)
(二) 何谓油脂? 它的主要成分和特性是什么?	(2)
(三) 油脂中一般含有哪些附带物质?	(5)
(四) 油籽中的蛋白质具有什么特性?	(8)
(五) 大豆、棉籽和菜籽中有什么特殊成分?	(10)
(六) 油籽变质有哪些因素? 如何防止?	(12)
(七) 油脂变质的过程和因素是什么? 如何防止?	(15)
(八) 如何防止饼的自然燃?	(19)
二、油籽的预处理	(21)
(一) 为什么要清籽? 几种主要清籽方法的工作原理 是什么?	(21)
(二) 如何脱除大豆皮壳?	(30)
(三) 油籽为什么要剥壳?	(32)
(四) 葵花籽剥壳机和壳、仁分离的构造原理是什么? ...	(32)
(五) 棉籽剥壳机与壳、仁分离的工艺构造原理是 什么?	(34)
(六) 花生剥壳机和壳、仁分离的工艺原理是什么? ...	(36)
(七) 为什么要轧胚?	(38)
(八) 轧胚机的工作原理是什么? 如何确定轧胚机的 辊径和生产能力?	(39)

(九)	为什么要蒸炒?	(42)
(十)	什么是蒸炒历程和最适宜入榨水分?	(44)
(十一)	何谓蛋白质变性? 如何掌握?	(45)
(十二)	脂肪和类脂在蒸炒过程中有什么变化?	(47)
(十三)	蒸炒过程中油脂色素有什么变化?	(49)
(十四)	何谓焦糖化作用? 碳水化合物在蒸炒过程中有什么变化?	(52)
三、压榨与浸出		(53)
(一)	200型和95型榨油机工艺结构上各有哪些特点?	(53)
(二)	动力螺旋榨油机的作用原理是什么?	(57)
(三)	如何测算螺旋榨的空余体积和压缩比?	(58)
(四)	如何估算动力螺旋榨油机的生产能力?	(61)
(五)	什么是榨油机的出油位置?	(62)
(六)	何谓压榨时间? 如何测定?	(64)
(七)	如何分离榨油机榨出的油、渣?	(66)
(八)	为什么采用预榨-浸出生产工艺?	(68)
(九)	溶剂油的主要物理特性是什么?	(70)
(十)	什么是罐组式浸出? 浸出罐的主要结构是什么? 如何操作?	(72)
(十一)	什么是过滤式浸出? 浸泡式浸出? 各有何优缺点?	(74)
(十二)	油脂浸出共包括哪几个系统? 它们的工艺流程是什么?	(75)
(十三)	何谓浸出速率? 为什么要采取多级逆流浸出或无级逆流浸出?	(79)
(十四)	平转式浸出器构造和操作的基本原理是什么? ...	(80)

- (十五) JY-35 型浸出器的结构和工艺原理是什么? (82)
- (十六) 油脂是如何从油料中浸提出来的? 如何计算浸出速率? (85)
- (十七) 什么是浸出物质的渗透性、滴干性和溶剂吸附量? 它对浸出速率有何影响? (87)
- (十八) 杯片厚度、颗粒粒径和浸出温度对浸出速率有何影响? (90)
- (十九) 如何进行浸出过程的物料衡算? (91)
- (二〇) 混合油溶剂蒸发的基本概念是什么? (94)
- (二一) 液膜蒸发器的工作原理是什么? 它的主要参数是什么? (96)
- (二二) 汽提塔和汽提蒸发的基本原理是什么? (99)
- (二三) 什么是溶剂蒸气的冷凝过程? 如何确定冷凝器的有关参数? (102)
- (二四) 分水器的作用原理是什么? (104)
- (二五) 为什么要进行自由气体的溶剂吸收? 什么是矿物油吸收法? (106)
- (二六) 浸出粕脱溶机有哪几种? 各有何优缺点? (109)
- (二七) 脱溶后的粕如何进行干燥与冷却? (112)
- (二八) 浸出油厂的安全常识 (114)

四、毛油精炼..... (119)

- (一) 毛油为什么要精炼? 精炼过程包括哪些方法和范围? (119)
- (二) 什么是油脂的沉降法预处理? (124)
- (三) 油脂过滤的基本原理是什么? (125)
- (四) 离心机如何分离皂脚和油脚? (127)
- (五) 水化脱胶的基本原理是什么? 如何操作? (129)

(六) 碱炼脱酸的基本原理是什么? 碱炼操作有哪几项要素?	(132)
(七) 什么是连续全封闭速混碱炼法?	(135)
(八) 什么是泽尼斯精炼法?	(139)
(九) 什么是物理精炼法?	(141)
(十) 脱色用活性白土有哪些特性? 它对脱色效率有哪些影响?	(144)
(十一) 油脂吸附脱色的基本原理是什么? 如何操作? ...	(147)
(十二) 食用植物油脱臭的基本原理是什么?	(152)
(十三) 脱臭工艺设备有哪些? 如何操作?	(156)
(十四) 什么是脱脂(冬化)与脱蜡?	(159)

一、油籽、油脂与饼粕

(一) 油籽的结构及其主要成分是什么？

油籽系由大量微小的细胞所组成，如大豆的细胞规格是：长 $68.4 \pm 1.10\mu$ （ $1\mu =$ 百万分之一米），宽 $23.5 \pm 0.68\mu$ 。这些细胞又由细胞膜及其内含物所组成。细胞膜的成分主要是纤维素和半纤维素。细胞内含物呈胶体状态，它是由亲水性的胶体相（包括蛋白质及其它物质的化合物）和憎水性的油相所组成。水存在胶体相中成为胶团的水化外膜。在原生质胶体中间有极小的通道，油便存在于这些通道的内部。因为原生质（蛋白质）对水有很大的吸引力，经过加水和加热，蛋白质即行膨胀，使细胞膜破裂，胶体破裂，蛋白质凝聚，经过压榨等方法，即可将油提出。

一般油籽除含有一定数量的油脂外，尚含有蛋白质、碳水化合物、矿物质、水分以及其它微量物质。几种主要油籽的化学成分列如表1-1。

从表1-1中所列成分来看，脂肪和蛋白质这两种主要成分集中存在于籽仁和籽芽内。因此在制油过程中为了提高饼粕质量（提高蛋白质含量）和减少油分损失，常在预处理中尽多地将籽壳分离出去。

另外，在各种油籽中尚含有多种微量成分，如大豆含胡

表1-1

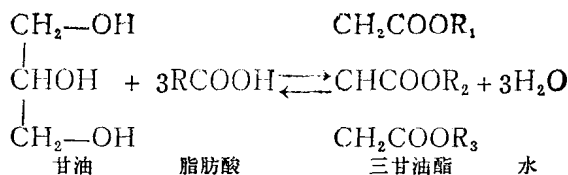
几种主要油籽的化学成分

		占 重 %	水分 %	蛋白质 %	碳水 化合物 %	脂肪 %	灰分 %	粗纤维 %	备 注
大豆	籽 仁	90	10.57	41.33	14.60	20.75	4.38	—	
	籽 芽	1.5	12.01	36.93	17.32	10.45	4.08	—	
	籽 壳	8.5	12.53	7.00	21.02	0.60	3.83	—	
花生	子 叶	} 69~ 72.4	—	32.36	6.67	52.78	1.72	1.63	
	胚 芽		—	23.17	21.82	44.91	2.33	1.83	
	荚 壳	21~29	—	3.295	17.46	1.25	1.26	72.14	
	种 皮	1.9~3.2	—	11.73	52.14	6.96	2.72	17.84	
棉籽	棉 籽	100	9.9	19.4	23.9	19.5	4.7	22.6	
	棉 仁	45~60	12	30.3	15.4	29.6	6.9	4.8	
	棉 壳	40~55	9.0	3.8	37.3	0.9	2.9	46.1	
蓖麻	籽 仁	75	6.46	19.24	2.91	66.03	2.89	2.47	
	籽 皮	25	6.46	5.79	9.15	3.22	4.28	71.1	
菜 籽		—	10~13	23~28	—	35~42	—	—	
葵花籽	籽 仁	57~60	—	27.44	10.2	55.87	3.3	3.23	干 基
	籽 壳	40~43	—	1.33	31.2	1.0	1.93	61.54	

胡萝卜素212~705微克/100克;维生素B₁9微克/克;维生素B₂2.3微克/克;维生素B₆6.4微克/克;维生素H0.61微克/克;菸酸20微克/克和抗坏血酸0.21毫克/克。每克花生干物质含维生素B₁5.9~8.7毫克和少量维生素E。

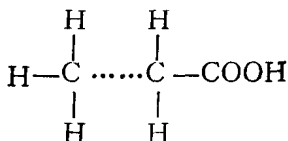
(二) 何谓油脂? 它的主要成分和特性是什么?

油脂系脂肪酸甘油酯的通称。它是由一个甘油分子和三个脂肪酸分子化合而成。其反应式如下:

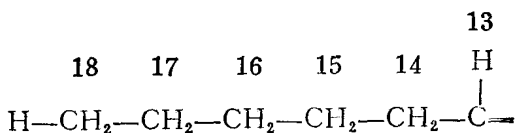


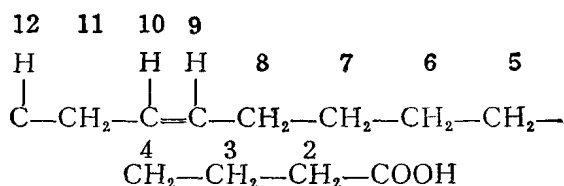
如果甘油酯中的三个脂肪酸相同，则为单纯三甘油酯；如果不同，则称为混合三甘油酯。由于脂肪酸在甘油酯分子中占总分子量的94~96%，因此它的组成对甘油酯的性质影响很大，在很大程度上油脂化学也就是脂肪酸化学。

植物油的脂肪酸一般是正常的单羧脂肪族化合物，总是含有一个羧基，接连在碳氢直链的末端，如



除异戊酸外，天然脂肪酸的碳原子皆为偶数。不同脂肪酸结构上的差异，主要在于链中的碳原子数和碳原子间存在着双键数量以及其地位上的不同。无双键的脂肪酸称为饱和脂肪酸，如棕榈酸（16烷酸）、硬脂酸（18烷酸）等；带有双键的脂肪酸称为不饱和脂肪酸，如油酸、亚油酸、亚麻仁酸等。不饱和脂肪酸按照碳的原子数、双键数和双键的地位来命名。如亚油酸的结构和命名方法如下：





9:10, 12:13十八碳二烯酸

一般油脂或混合脂肪酸的不饱和程度常以碘价来衡量，碘价愈高，不饱和程度也愈高。植物油也常以碘价做为分类标准，一般碘价在130以上的油脂称为干性油；碘价在100~130范围的油脂称为半干性油；碘价在100以下的油脂称为不干性油。脂肪酸不溶于水，但溶于醇、醚以及其它有机溶剂。在室温条件下，饱和脂肪酸多成固体状态，不饱和脂肪酸多成液体状态。只有油酸异构体——反油酸，在常温下却为固体状态。几种主要植物中的脂肪酸成分列如表1-2。从表中所列植物油中脂肪酸成分来看，大豆油、棉籽油、葵花籽油、花生油等都含有大量的亚油酸和相当多数量的油酸，适宜食用。菜籽油因含有大量的芥酸（含量约45~55%），可以做一般的食用油。蓖麻油因含有80~88%的蓖酸，不能用于食用。由于蓖酸是一种带有羟基的脂肪酸，它与别的植物油具有不同性质和用途。各种植物油的物理-化学特性列如表1-3。

从表1-3中明显看出，蓖麻油的特点是比重大，粘度高，碘价低。大豆油的比重和碘价也高于其它几种植物油，因此它介于半干性油和干性油之间。花生油和棉籽油由于脂酸冻点（分解脂酸的凝固点）较高，因而在低温下存放时会有部分硬脂析出。R-M价（表示油脂中挥发性脂肪酸多少），不皂化物等都表示油脂的纯度，R-M价愈高，不皂化物愈多，说

表1-2

几种主要植物油中的脂肪酸成分

类别	脂肪酸	分子式	脂 肪 酸 成 分 %					
			大豆油	花生油	菜籽油	棉籽油	葵花籽油	蓖麻油
饱和 和脂肪 酸	蔻 酸	$C_{15}H_{31}O_2$	—	0.4~0.5	0~1	—	—	—
	棕榈酸	$C_{16}H_{32}O_2$	6.0~8.0	6.0~9.4	1~3	19.6~23.4	3.5	—
	硬脂酸	$C_{18}H_{36}O_2$	3.0~5.0	3.1~6.3	0.2~3	1.9~2.7	2.9	8
	花生酸	$C_{20}H_{40}O_2$	0.4~1.0	5.1~7.1	0.4~2.4	0.1~0.7	0.6	—
	山嵛酸	$C_{22}H_{44}O_2$	—		0.6~2.5	—	0.4	—
	二十四烷酸	$C_{24}H_{48}O_2$	—		0.5~2	—	—	—
不饱 和脂肪 酸	十六烯酸	$C_{16}H_{30}O_2$	—	0.9~1.7	0~3	—	—	—
	油 酸	$C_{18}H_{34}O_2$	25~36	52.5~71.5	12~18	23.3~35.2	33.4	8~9
	二十烯酸	$C_{20}H_{38}O_2$	—	—	3~6	—	—	—
	芥 酸	$C_{22}H_{42}O_2$	—	—	45~55	—	—	—
	亚油酸	$C_{18}H_{32}O_2$	52~65	13~26.3	12~16	41.7~53.6	57.5	2~3
	亚麻仁酸	$C_{18}H_{30}O_2$	2.0~3.0	—	7~9	—	—	—
	蓖 酸	$C_{18}H_{34}O_2$	—	—	—	—	—	80~88

明油脂纯度愈低。

(三) 油脂中一般含有哪些附带物质?

采用不同方法制取的各种植物油中都含有不同数量的非甘油酯成分。经过精炼可以除去或大部分除去的有磷脂、磷水化合物、蛋白质以及许多不明性质的树脂状物质；部分除去的有游离脂肪酸、甾醇、色素、生育酚等成分。现将主要油脂中的非甘油酯成分和性质分述如下：

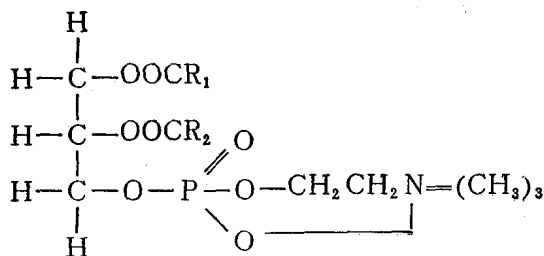
表1-3

几种主要植物油的物理-化学特性

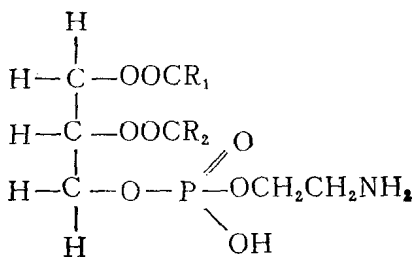
指 标	大豆油	花生油	菜籽油	精炼棉籽油	蓖 麻 油	葵花籽油
比重 15°C	0.922~0.934	0.917~0.921	0.91~0.918	0.913~0.927	0.95~0.974	0.925~0.927
折光指数 25°C	1.4722~1.4755	1.466~1.470	1.472~1.476	1.4697~1.4698	1.477~1.479	1.474~1.476
粘度(厘泊) 20°C	—	77	90	—	1000	—
碘 价	114~139	84~102	94~106	103~111	82~86	127~136
皂 化 价	188~195	188~195	167~180	194~196	176~187	186~194
硫 氨 价	77~85	67~73	—	60.9~65.5	—	—
R-M 价	0.2~0.7	0.2~1	0~0.4	—	0.5以下	0.5以下
不皂化物%	0.5~1.6	0.2~0.8	0.6~1.2	0.45~0.73	1以内	0.3~1.3
酸 价	0.3~3	0.08~6	0.5~10	0.04~0.08	—	0.6~2.4
脂酸冻点 °C	22~27	26~32	—	31.2~36.9	—	16~20

1. 磷脂

磷脂是一种含磷的类脂物。系为多元醇与脂肪酸和磷酸酯化后的化合物。磷酸顺次地和一个碱性含氮化合物结合。普通磷脂物质有两种：即卵磷脂和脑磷脂。它也可以被认为是三甘油酯，其中一个脂肪酸被磷酸替代，磷酸再和胆碱酯化即成为卵磷脂；磷酸和胆胺酯化即成为脑磷脂。其分子结构列如下式：



卵磷脂



脑磷脂

另外还有一种植物油磷脂是肌醇磷脂，其醇的成分不是甘油而是环己六醇 $\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH})_6$ 。豆油磷脂中约含环己六醇磷脂40%。磷脂溶解于脂肪和很多种有机溶剂，不溶于丙酮。卵磷脂溶于乙醇，但脑磷脂和环己六醇磷脂不溶于乙醇。磷脂与水或很弱的碱、盐或其它物质的水溶液相结合称为水化作用。

2. 甾醇

甾醇是油脂中不皂化物的主要成分。动物油脂中的特种甾醇是胆甾醇；植物油中甾醇统称为植物甾醇。大豆油甾醇含量为0.7%；棉籽油1.6%；花生油0.25%；菜籽油0.35%；玉米胚油1.2%。植物甾醇已被明确鉴定的是： β -谷甾醇($\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$)和豆甾醇($\text{C}_{29}\text{H}_{48}\text{O}$)。油脂经过碱炼，可除去一部分甾醇，因此碱炼制得的皂脚是制取甾醇的丰富来源。

3. 色素物质

从油籽中制出的植物油中含有不同的色素物质。最常见的油溶色素为叶绿素、胡萝卜素、棉酚及其生成物。叶绿素分子非常复杂。它的分子结构为 $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$ (α -叶绿素)。叶绿素是一种蜡状物质，使油呈绿色；它不溶于水，但溶于

醇和醚。豆油和橄榄油中都含有这种色素。一般每立升豆油约含有 150 微克叶绿素。大多数油脂所呈黄橙色是由于它含有胡萝卜素。从分子结构上来说，它是高度不饱和和碳键或异戊二烯排列在各种有环或无环的构造中。由于胡萝卜素是一种高度不饱和化合物，所以它易被氧化变成无色。上述 β -胡萝卜素 $C_{40}H_{56}$ 呈橙色，但它经醇化生成的叶黄素 $C_{40}H_{54}(OH)_2$ 则呈黄色。这种色素易被漂土或活性炭所吸附。

棉籽有一种特有的色素——棉酚 $C_{30}H_{30}O_8$ 。毛棉油中的棉酚含量为 0.08~2.0%。棉酚含有两个醛基和六个氢氧基。它是一种黄色结晶粉状物质，溶于乙醚和丙酮；不溶于水但比较溶于氢氧化铵水溶液。棉酚溶于浓硫酸时呈深紫色。棉酚的熔点为 $205^{\circ}\text{C}\sim 214^{\circ}\text{C}$ 。

4. 生育酚

植物油中普遍存在着一种阻氧化剂——生育酚，也即油性维生素E。已经鉴定查明的生育酚有三种结构体，即 α -， β -，和 γ -生育酚。近年来又发现有 δ -生育酚，它存在于棉籽油、花生油和麦胚油中。豆油中的 δ -生育酚含量高达占总生育酚的 30%。生育酚和其它阻氧化剂相似，很容易氧化。主要植物油中的生育酚含量为：棉籽油 0.09~0.11%；花生油 0.048~0.052%；大豆油 0.11%；玉米胚油 0.095%；米糠油 0.090~0.10%；蓖麻油 0.05%；葵花籽油 0.07%；菜籽油 0.055%。

(四) 油籽中的蛋白质具有什么特性？

油籽中都含有较多数量的蛋白质，提油后几乎全部存在

于饼粕内。油籽内的蛋白质是由下列元素和比例幅度组成(%)：

碳.....	50~55
氮.....	15~19
氢.....	6.5~7.3
氧.....	19~24
硫.....	0.23~2.4

有几种蛋白质还含有磷和铁。

蛋白质均由氨基酸组成。蛋白质与碱或酸或酵素作用就会分解成比较简单的化合物，水解的最终生成物为氨基酸。构成食品的氨基酸约有22种，其中八种为机体不能合成，必须从食物直接摄取的氨基酸，即赖氨酸、色氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸和苏氨酸，统称为主要氨基酸。大豆、花生等油籽都含有大量的上述八种氨基酸，因此它们的营养价值都很高。

氨基酸的分子结构是在单基或二基脂肪酸或氧化酸（碳原子数2~6）边侧的一个或两个氢原子为胺基所代替。如脂肪酸和氨基酸的通用分子式分别为： RCH_2COOH （脂肪酸）和 $\text{RCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ （氨基酸）。单氨基酸在水溶液中放出氢离子时呈酸性。在水溶液中放出氢氧离子时呈碱性。因此，氨基酸是一种两性电解质。

蛋白质的分子量很大，如麻仁球蛋白分子量为3,100,000。蛋白质一般呈两种分子形态：一种是原纤维型蛋白质；另一种是球型蛋白质(图1-1)。大多植物蛋白质属于后一种。在

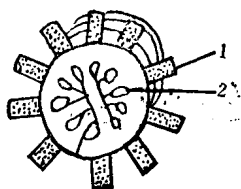


图1-1 球型蛋白质结构

1—亲水基；2—疏水基

球型蛋白质的分子表面上分布着有亲水基，它对水有很大的亲和力，蛋白质吸水后可以形成稳定的胶体系统，称为溶胶。溶胶干燥时很容易脱水，但胶体内部的水分就比较难以驱出。蛋白质受热和机械处理后就会发生变性，使球型蛋白质转变成原纤维型蛋白质。在制油工艺中，常以溶解于水的白朊、不溶于水但溶于10%食盐溶液的球朊和溶解于0.2%苛性碱溶液的谷朊等不同特性衡量其变性程度。如棉籽仁的水溶性蛋白质占总蛋白质含量的23.5%左右；10%食盐溶解性蛋白质占47%；0.2%烧碱溶解性蛋白质约占7%左右；其余21~22%左右皆称为不溶性蛋白质。大豆中的水溶性蛋白质含量较高，约占总蛋白质的70%以上。总溶解性蛋白质（包括水溶、盐溶和碱溶）占总量90%以上。我们经常食用的豆汁、豆腐和其它豆制品，就是利用大豆含有丰富的水溶性蛋白质这一特性而发展起来的。花生中的水溶性蛋白质含量随花生的品质和新陈程度而不同，一般占总蛋白质含量的60~80%。新鲜花生中的水溶性蛋白质含量较高，储存时间长和变质的花生中水溶性蛋白质有显著的降低。

（五）大豆、棉籽和菜籽中有什么特殊成分？

大豆中含有一定数量的尿素酶、胰蛋白酶抑制素、皂素等阻营养成分，因此大豆不宜生食。经过湿加热的大豆可以破坏这些阻营养成分的活性。