



# 植物资源学

王振宇 刘荣 赵鑫 编著



中国科学技术出版社

# 植物资源学

王振宇 刘 荣 赵 鑫 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

植物资源学/王振宇,刘荣,赵鑫编著. —北京:  
中国科学技术出版社,2007.1

ISBN 978-7-5046-4602-6

I. 植... II. ①王... ②刘... ③赵... III. 植物资源 IV. Q949.9  
中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第161607号

自2006年4月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

科学普及出版社发行部发行

北京三木印刷厂印刷

\*

开本:787毫米×1092毫米 1/16 印张:18.5 字数:438千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5046-4602-6/Q·126

印数:1—2500册 定价:40.00元

---

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、  
脱页者,本社发行部负责调换)

# 前 言

森林中蕴藏着丰富的植物资源,全世界目前有 80% 生物活性成分存在于植物中,在食品、医药及生化制造业中有 60% 的原料来自于植物,如野菜植物、油脂植物、淀粉植物、芳香植物、色素植物、甜菜植物、功能食品植物、药用植物、能源植物等。对这些植物的开发利用以及制造工艺的研究,对发展林特产品加工工业,繁荣经济,培养新的经济增长点有十分重要的意义。林产品制造业是我国的支柱产业之一,也是各经济强国的支柱产业,在全球经济越来越趋向一体化的今天,发达国家利用其科技优势,对我国森林产品制造业形成了巨大的威胁和挑战,能否提高产品的质量并且不断有新产品问世,使我国林业产业不断升级并在激烈的国际竞争中占有一席之地,提高植物资源开发利用的科技水平已成为关键之所在,也是保持国家经济稳定、快速发展的重要保证。森林植物资源的开发利用是提高林产品效益及大幅度增加其附加值的重要手段。本书对充分利用植物资源,提高植物资源的利用率、生产效率和经济效益、开发新产品和新技术以及提高林特产品的技术含量和附加值具有一定的指导作用。通过本书可以使读者了解植物资源的概念、研究内容、研究现状、发展趋势以及植物资源的化学成分、功能特性、开发利用的基本原理与方法。

责任编辑 鲍黎钧  
封面设计 萌萌  
责任校对 林华  
责任印制 安利平

# 目 录

第一章 绪 论 .....	( 1 )
第二章 油脂植物 .....	( 5 )
第一节 概 述 .....	( 5 )
第二节 我国主要油脂植物 .....	( 20 )
第三章 淀粉植物 .....	( 39 )
第一节 概 述 .....	( 39 )
第二节 我国主要淀粉植物 .....	( 43 )
第四章 香料植物 .....	( 58 )
第一节 概 述 .....	( 58 )
第二节 我国主要香料植物 .....	( 64 )
第五章 色素植物 .....	( 82 )
第一节 概 述 .....	( 82 )
第二节 我国主要色素植物 .....	( 86 )
第六章 甜味剂植物 .....	( 101 )
第一节 概 述 .....	( 101 )
第二节 我国主要甜味植物 .....	( 105 )
第七章 饮料植物 .....	( 112 )
第一节 概 述 .....	( 112 )
第二节 我国主要饮料植物 .....	( 113 )
第八章 山野菜植物 .....	( 141 )
第一节 概 述 .....	( 141 )
第二节 我国主要山野菜植物 .....	( 143 )
第九章 树脂、树胶植物 .....	( 160 )
第一节 树脂概述 .....	( 160 )
第二节 树胶概述 .....	( 162 )
第三节 我国主要树脂、树胶植物 .....	( 164 )

第十章 鞣料植物 .....	(186)
第一节 概 述 .....	(186)
第二节 我国主要鞣料植物 .....	(188)
第十一章 纤维素植物 .....	(199)
第一节 概 述 .....	(199)
第二节 我国主要纤维素植物 .....	(200)
第十二章 农药植物 .....	(209)
第一节 概 述 .....	(209)
第二节 我国主要农药植物 .....	(212)
第十三章 多功能植物 .....	(229)
参考文献 .....	(256)

# 第一章 绪 论

植物资源是人类生存和发展的物质基础之一。随着现代工业和科学技术的发展,人口的不断膨胀,世界将面临越来越严重的资源、粮食、能源、人口、环境等五大难题,并且已成为制约世界经济发展的重要因素。这五大难题都和资源丰度存在着极其密切的关系,尤其是和作为人类生存和发展物质基础的生态系统第一生产者——植物资源的关系越来越密不可分。因此,研究森林植物资源的开发、利用和保护,为人类提供必要的食品、药品、生物制品、工业原料、能源和优良的环境有着十分重要的生态、经济和社会意义。

## 一、植物资源的概念

联合国环境规划署对资源的定义:“所谓资源特别是自然资源,是指一定时间、地点的条件下能够产生经济价值的、以提高人类当前和将来福利的自然环境因素和条件”。它指的是只有那些在某种条件下能产生经济价值的自然环境因素和条件才是资源,那些目前不具备开发利用价值的自然环境条件和因素都不能算资源。但在将来,只要它们具备产生经济价值的条件,就可成为资源;在什么时间、什么地点具备开发利用条件,它就成为该时该地的资源——这是一种狭义资源的定义,不包括潜在资源。对植物资源的概念有广义和狭义两种解释。

**广义的植物资源:**植物资源是地球上或生物圈内一切植物的统称。植物是自然界的第一生产力,是人类维持和延续生命的基本物质条件,又是人类赖以生存的环境和生产建设的重要原料来源。

**狭义的植物资源:**经过人类生活或生产实践活动,筛选出来的某些植物种类,可为人类提供各种原料,并在国民经济中占有一定地位,具有生产价值的再生资源。

我国著名植物学家吴征镒教授给植物资源定义为:“一切有用植物总和”。

综上所述,植物资源就是:可以被人类直接或间接利用的一切植物的总称。

## 二、我国植物资源的分类

### (一) 油脂植物资源

世界上有万种以上,我国已发现的油脂植物有近千种,分别属于 100 多个科。其中尤以菊科、豆科、樟科、山茶科、十字花科、大戟科、芸香科、卫矛科和蔷薇科等。

### (二) 淀粉植物资源

我国大约有 400 余种,分属 50 多个科:壳斗科、鼠李科、柿树科、禾本科、蓼科、百合科、天南星科、旋花科、豆科、防己科、睡莲科、桔梗科、菱科、银杏科、檀香科等。

### (三) 香料植物资源

全世界 60 多科,1500 余种。我国芳香植物约有 300 余种,分属于 60 多科,170 余属,其



中重要的有 20 多科:樟科、芸香科、唇形科、桃金娘科、伞形科、禾本科、蔷薇科、牻牛儿苗科、松科、柏科、莎草科、木犀科、龙脑香科、檀香科、橄榄科、葡萄科、金缕梅科、金粟兰科、毛茛科、堇菜科等。

#### (四) 色素植物资源

我国约有 130 余种:葡萄科、杜鹃花科、菊科、忍冬科、茜草科、锦葵科、紫草科等。

#### (五) 甜味植物资源

我国约有 50 多种,分属于 10 余科:豆科、棕榈科、菊科、葫芦科、白花菜科等。

#### (六) 饮料植物资源

全世界各国果树总计 60 科,分布在我国的就是 51 科 293 种:蔷薇科、鼠李科、猕猴桃科、胡颓子科、柿树科、杜鹃花科、木兰科等。

#### (七) 山野菜植物资源

我国约有 300 余种,分属于 35 个科:蓼科、堇菜科、菊科、桔梗科、马齿苋科、藜科、伞形科、百合科、商陆科、苋科、十字花科、蔷薇科等。

#### (八) 保健品植物资源

我国约有 400 余种,分属于 50 多科:五加科、豆科、松科、蔷薇科、胡颓子科、桔梗科、列当科、百合科、木耳科、多孔菌科、茄科、齿菌科、白蘑科、薯蕷科、木兰科、景天科等。

#### (九) 树枝树胶植物资源

全世界高等植物中约有 10% 的科属含有树脂,其中的 2/3 分布在热带地区。我国主要树脂树胶植物:豆科、龙脑香科、漆树科、橄榄科、藤黄科、安息香科、金缕梅科、百合科、大戟科等。

#### (十) 鞣料植物资源

我国主要鞣料植物:胡桃科、豆科、蓼科、蔷薇科、大戟科、漆树科、壳斗科、桃金娘科等。

#### (十一) 纤维素植物资源

我国主要纤维素植物:香蒲科、蝶形花科、景天科、卫矛科、夹竹桃科、鸢尾科、杨柳科、槭树科、豆科等。

#### (十二) 农药植物资源

我国主要农药植物:伞形花科、菊科、天南星科、豆科、大戟科、百合科、罂粟科、苦木科、卫矛科、瑞香科、马兜铃科等。

### 三、我国植物资源系统的特点

植物资源的共同特点是:

#### (一) 资源分布的地域性

影响食用植物资源地理分布和自然组合因素有三种:

(1) 地球与太阳的相对位置及其运动变化的特点,造成太阳光、热能量在地球表面不同纬度上分配不均,进而引起植物的不同分布。

(2) 地形、地貌、地质条件的不同,使地表各地区,不同高度上阳光、温度、空气、水分的分配不均,造成土壤类型和植物群落分布上的差异。

(3) 影响植物资源分布的另一个重要因素就是人类的经济活动,特别是人类通过育种、驯化、引种、种植工程。如三北防护林工程、天然林保护工程等,都在不同程度地影响着植物资源的分布;大面积种植林木、牧草、兴修水利可以改造荒漠化土地、保持水土、调节水源、改善气候条件,能在相当范围内影响植物资源的再分配。

由于影响植物资源形成的基本因素是恒定的、有规律的,所以植物资源的形成和分布具有一定规律性。在我国植物资源的分布体现了规律性和不均衡性。我国地貌较为复杂,高山占我国陆地总面积的1/2,平原占1/10,其余为低山、盆地、丘陵。我国南北之间纬度相差49°以上,不同地区在光能、热量上存在很大差异,东半部自北到南可分为寒温带、温带、亚热带和热带,植物资源分布呈规律性变化。

## (二) 资源有限性

现实植物资源的质量、数量是有限的,发展潜力是无限的。现实资源的有限性是指在特定时间、地点条件下,任何植物资源的质量和数量都是有限的,不仅可利用的质量、数量有限,储存的质量和数量也是有限的。

在特定的时间、地点条件下,人类的科学技术水平,开发利用资源的能力、范围、种类也是有限的。

现实植物资源虽然是可再生资源,但在特定的时间、地点条件下同样是有限的。它们的再生能力不仅要受其自身遗传因素的制约,植物的繁殖需要一定的时间、数量和条件。

从发展的观点看,植物资源开发利用的潜力又是无限的。植物资源是具有可更新能力的可再生资源,不同的植物资源其更新能力不同,更新所需周期也不同,如果消耗超过其更新能力和更新速度,资源就会受到破坏,如能充分、合理、有效的加以开发利用植物资源的开发潜力又是无限的。

## (三) 资源的多样性

(1) 植物资源都有多种物质成分组成,各种成分都有其用途。如红松松子,其松子仁是一种高级干果,种子油可做食用油料,种子中所含的不饱和脂肪酸可做功能性食品,具有抗衰老、降血脂、降血压的功能。

(2) 即使仅由一种物质成分构成的某种植物资源同样会具有多种用途。如淀粉植物中的淀粉可以作为食品添加剂,还可以用于酿酒、制糖,还可以作为报价品种的赋形剂等。

(3) 不同物质成分组成的不同植物资源,仍可具有相似的理化性质,生物学特性和经济特性。植物资源具有的多用性和多功能性,决定着资源开发利用时,必须根据其可供利用的光度和深度,实行综合开发、综合利用。

## (四) 资源的整体性

植物资源之间是互相联系、互相制约的统一整体。每种植物都有自己的最佳生态位、生态阈,一种植物的生长为其他植物的生长创造了一定的生存条件,同时也依赖于其他植物所创造的生态环境而生存。植物之间的关联度越大,说明一种植物对另一种植物的依赖性就越大。

### (五) 时效性

(1) 植物品种、特性不同,其时效性也不同,任何一种植物都有其生命周期,植物体营养物质的合成与代谢都是受季节、时间制约的。

(2) 植物资源质量的优劣必然影响产品的命运,产品的竞争实质就是植物原料的竞争、质量的竞争、技术的竞争、科技含量的竞争,竞争过程中时间就是决定因素。

(3) 产品和技术都是有寿命周期的,不同的植物资源也有不同的开发利用寿命周期,处于不同寿命周期的资源其效益大小是不同的。大多植物的质量及营养物的含量在采收季节相对较高,过期采收就会影响产品的质量。

### (六) 可替代性

现实生活中,很多食用植物资源是可以相互替代的,但任何植物之间的替代都是相对的、有一定限度的。根据可替代限度不同,可划分为:固定替代、变动替代、完全替代和不能替代4种类型。

(1) 固定替代,是指单位甲种植物可以代替一定比例的乙种植物,以满足某种需要,两种植物比例保持不变,所开发的食品产品也保持不变。如在果酒酿造工业中,用越橘替代葡萄。

(2) 变动替代,是指两种植物的替代没有固定比例关系。甲种植物用于替代乙种植物时,随着甲种植物投入量的增加,能替代的乙种植物量随之逐步减少。但当甲种植物增加到一定限度之后,无论在增加多少,也不能增加到乙种植物的投入量减少到0,即无论如何增加甲种植物的投入量,也不能将乙种植物完全替代。如在人体必需的三大营养源中(蛋白质、油脂、碳水化合物),无论如何增加淀粉植物食用量,也不能替代油脂植物中成分在人体中的生理功效。

(3) 完全替代,是指一种植物可以完全替代另一种资源的功能。如稻米替代小麦。

(4) 不可替代,是指某些植物由于具有特殊功能,其他植物不能替代。每一种植物由于受着特定遗传因素的影响,所以其细胞内代谢途径及产物不同于其他植物。某一特定植物可产生特定的化学物质,是其他植物所不具备的。如薄荷中的薄荷脑,亦称薄荷醇  $C_{10}H_{20}O$ ,其化学名称为1-甲基-4-异丙基环己醇,具有特有的强烈薄荷香气和凉爽味道,其特殊气味是任何植物所不能替代的,可应用于食品及制药工业。

## 四、植物资源利用发展趋势

植物资源学的研究对象是森林中一切有生态、经济价值的植物,其重点是森林非木植物资源,如山野菜植物、饮料植物、浆果植物、药用植物、油脂植物、香料植物、淀粉植物、甜味植物、色素植物、农药植物、树脂树胶植物等。对植物资源开发利用的发展趋势:

(1) 从营养成分的角度研究其活性因子,从功能机理的角度研究分析化学结构。

(2) 在研究单一营养成分与活性物质的基础上,开发具有新的功能价值的植物资源。

(3) 对植物中有效成分的分离、提取、纯化和结构测定方面的研究。

(4) 发展绿色食品,从植物原料到食品生产的全部工艺过程,进行安全、无污染、无公害研究。

## 第二章 油脂植物

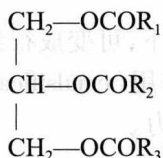
### 第一节 概述

#### 一、概念

油脂是一种富含热能的营养素,广泛地存在于动植物体内,是构成动植物体的重要成分之一。机体内油脂以结构脂肪和贮存脂肪两种形式存在。结构脂肪处于细胞内。为构成细胞原生质的组成成分,贮存脂肪主要存在于脂肪组织中,在高等动物中主要存在于皮下结缔组织、大网膜、肠系膜等,具有润滑、防震、防寒以及通过分解而提供能量等功能。油脂植物是指处于野生状态或半野生状态有一定含油量(10%以上)的植物。植物的油脂多存在于果实、种子、花粉、孢子、茎、叶、根等器官。

#### (一) 油脂结构

油脂是油和脂肪的总称,习惯上把在常温(一般室内的温度约在20℃)下呈液体的称作油(oil),呈固体的或半固体的称作脂肪(fats),但这种称呼是没有严格界限的,从化学结构来看,油脂是酯类,植物界中存在的油脂大多是各种长链脂肪酸甘油酯的混合物。一般称为油(液态)的,其中脂肪酸的烃基多数是不饱和的,而一般称为脂肪(固态)的,其中脂肪酸的烃基多数是饱和的。油脂的结构通式如下:



从甘油酯的结构来看,式中 $R_1, R_2, R_3$ 为各种脂肪酸的烃基,这3个脂肪酸可以是相同的,也可以是不同的。若构成甘油酯的3个脂肪酸基相同,则称为单纯甘油酯(simple tri-acylglycerol),否则称为混合甘油酯(mixed tri-acylglycerol),而且这种不对称结构有D、L异构体。甘油的3个羟基全部与脂肪酸酯化时,这个结构就称为三酰基甘油或三酰甘油(tri-acylglycerol),如果甘油只有一个羟基或两个羟基被脂肪酸酯化,则分别称为单酰甘油(mono-acylglycerol)和二酰甘油(diacylglycerol)。

从油脂的脂肪酸(fatty acid)组分的分析来看,组成脂肪的脂肪酸成分比较复杂,现已从各种油脂中水解得到100多种脂肪酸,这些脂肪酸一般含4~34个碳原子,但其中较多的是含12个碳原子以上的高级脂肪酸。油脂中所含的脂肪酸,有饱和的,也有不饱和的,其中以软脂酸(十六酸,又称棕榈酸)、硬脂酸(十八酸)、油酸(十八烯酸)及亚油酸(十八二烯酸)等几种最为重要。通常来说,脂肪分子有4种形式: $GS_3, GS_2U, GSU_2$ 和 $GU_3$ ,显示了油脂分子中

饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的差别。G 表示甘油基, S 为饱和脂肪酸组分, U 为不饱和脂肪酸组分。

动、植物体内含有丰富的饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸,而且某些不饱和脂肪酸是人体不能合成的,如亚油酸,而这些脂肪酸又是人及哺乳动物所必需的,当体内缺乏这些脂肪酸时,会引起脂肪酸缺乏症,如鳞屑性皮炎等,因此必须从饮食中补充摄入这些脂肪酸,人们就把人(以及哺乳动物)体内需要而又不能在体内合成的这些脂肪酸称为必需脂肪酸。

## (二) 油脂的理化性质

### 1. 溶解性

脂肪的一个主要特点是一般不溶于水,而溶于乙醚、丙酮、氯仿、苯、石油醚及四氯化碳等非极性溶剂。但这不是绝对的,由低级脂肪酸(如丁酸)所构成的脂肪就溶于水。脂肪在水中的溶解度随脂肪酸分子中所含碳原子数的增加而降低。即使是完全不溶于水或很少溶于水的脂肪,在高温高压下也能大量溶于水。

### 2. 熔点

脂肪的熔点取决于所含脂肪酸的成分,脂肪酸都有固定的熔点。如果饱和度相同,则脂肪酸的熔点随碳原子数的增加而升高,当碳原子数相等时,不饱和脂肪酸的熔点比相应的饱和脂肪酸要低。硬脂酸的熔点为  $70^{\circ}\text{C}$ ,而引入一个双键,如油酸,其熔点则降至  $14^{\circ}\text{C}$ ,而且双键加入的越多熔点也就越低。因此,天然脂肪的熔点与其所含的某一主要成分的脂肪酸密切相关。例如三硬脂酰甘油和三软脂酰甘油约在  $60^{\circ}\text{C}$  左右熔化,而三油酰甘油在  $0^{\circ}\text{C}$  时已为液体。植物油含有大量的油酸、亚油酸以及其他在常温下为液态的不饱和脂肪酸,因此植物油在常温下为液体。另外,脂肪的熔点常高于凝固点,例如三硬脂酸甘油酯熔点为  $71.5^{\circ}\text{C}$ ,但凝结成固体温度是  $52.5^{\circ}\text{C}$ 。脂肪的熔点与脂肪酸组成有关,组分中不饱和脂肪酸和低分子脂肪酸比例高则熔点低。

### 3. 乳化作用

脂肪虽不溶于水,但在乳化剂作用下,可变成很细小的颗粒,均匀地分散在水里面而形成稳定的乳状液,这个过程称作乳化作用(emulsification)。所谓乳化剂是一种表面活性物质,能降低水和油两相交界面的表面张力。

### 4. 氧化作用

天然油脂暴露在空气中相当时间后,就会产生一种刺鼻臭味,称为酸败(rancidity)。油脂酸败的主要原因有二:一是空气中的氧使其氧化分解,二是微生物等的作用。油脂中不饱和脂肪酸的双键受到空气中氧的氧化作用后成为过氧化物,继续分解产生低级醛、酯、羧酸和醛或酮的衍生物,这些物质使油脂产生臭味。油脂酸败的另一个原因是暴露或脂肪酶将油脂水解成低级脂肪酸,再经过一系列的化学变化后生成  $\beta$ -酮酸,这个过程称为  $\beta$ -氧化( $\beta$ -oxidation)。生成的  $\beta$ -酮酸脱羧而成低级酮类。

## (三) 功能性油脂开发

功能性油脂一类具有特殊生理功能的油脂,包括多不饱和脂肪酸及磷脂等,比较引人注意的多不饱和脂肪酸主要有亚油酸、 $\gamma$ -亚麻酸、二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA),磷脂有卵磷脂、脑磷脂、肌醇磷脂、丝氨酸磷脂等。其中,亚油酸为必需脂肪酸; $\gamma$ -亚麻酸对降低胆固醇具有特殊功能;二十二碳六烯酸(DHA)和二十碳五烯酸(EPA)可降低

血小板凝取,降血脂、改善血液流变性,预防冠心病;DHA有健脑功能,对提高记忆力、判断力,防止大脑衰老有特殊作用,并有抗癌效果;磷脂是含有磷酸根的一类脂化合物,对生物膜的生物活性和机体内的正常代谢有重要调节功能。

据统计,高等植物中约有7%的种类某一器官(多为种子)油脂含量为10%以上,这就为发掘功能性油脂资源提供了广阔的前景。近年来,两种新型功能性油脂:共轭亚油酸和结构脂质,因其所具有的多种有益功能作用日益引起人们的注意。

### 1. 共轭亚油酸(CLA)

CLA是一类在9与11位、10与12位或11与13位碳原子处含有顺式或反式共轭双键的十八碳二烯酸,是亚油酸(9Z,12Z-18:2)分子的几种位置与立体异构体的通称。目前,已发现在多种动、植物及人体的某些组织中广泛存在。作为一种新型的功能性油脂,CLA及其无毒的衍生物,如盐类可以添加到人或动物的日常食品中,对人及动物具有很好的保健作用。大量研究证实,CLA具有抑制癌症和肿瘤的形成、减肥、调节免疫功能、防止动脉粥样硬化、降低胆固醇以及缓解骨质疏松症等多种生物活性功能。

### 2. 结构脂质

结构脂质又称重构脂质,就是指通过改变天然脂质中脂肪酸的组成和各种脂肪酸在甘油三酯中的位置,将具有特殊营养或生理功能的脂肪酸结合到特定位置,从而最大限度发挥各种脂肪酸的物理和功能性质的一种特殊脂肪。简而言之,结构脂质就是天然油脂的改性产品,仍具有天然油脂的风味和物理性能。

结构脂质因基脂肪酸组成不同而具有各种不同的生理功能(有些功能仍需进一步做临床试验):加强Sn-2位脂肪酸的吸收,例如亚油酸可治疗囊肿性纤维化,促进其他脂质的吸收,降低血清甘油三酯和胆固醇含量,保护网状内皮组织,弱化蛋白质代谢,促进氮平衡,降低热量脂肪,提高免疫功能,防止血栓症,防癌,抗癌,用于肠道内外营养。

## 二、分 布

我国拥有热带、亚热带、暖温带、寒温带及青藏高寒区域,植被多种多样,植物区系成分复杂,植物种类繁多,现已查明的油脂植物种类之多在世界上是屈指可数的,探讨其分布特点有其意义。

植物的亲缘系统研究尽管还不完善,但是前人和我们都已发现,各科(属)含油丰富与否差别极大,有些科(属)富含油脂我们称之为富油科(属),有些则相反我们称之为贫油科(属)。我们所说的富油科(属)是指该科果实、果仁、种子或种仁,其含油量一般在20%以上,并在国产该科中占有较多的属或较多的种。

世界上油料植物有万种以上,我国有千种以上,特大科有4个:菊科(Compositae)、禾本科(Gramineae)、豆科(Leguminosae)及兰科(Orchidaceae)。据有关报道中,豆科有29种(平均含油量16%),禾本科2种(平均含油量16%),菊科24种(平均含油量25%),兰科则未发现。从这一结果看,含油的种数和它们各自的巨大种数相比,不能算富油科,虽然它们中间有许多重要油料植物,如:大豆、向日葵、红花和小葵子及米糠、玉米胚等,充其量也只是它们中有些富油的类群,如菊科的向日葵亚族。

我国大约有50个含100~1000种的大科。其中含500种以上的大科,如杜鹃花科(Eri-

caceae)等,这次分析出有可资利用的油脂植物,其数种类也不算多。如:唇形科(Labiatae)仅发现22种(平均含油量29%)、玄参科(Scrophulariaceae)3种(平均含油量45%)、蔷薇科(Rosaceae)40种(平均含油量31%)、伞形科(Umbelliferae)3种(平均含油量16%)、毛茛科(Ranunculaceae)6种(平均含油量26%)。以上这些科从有关分析资料看,都不能算富油大科。但某一些科中的属,如蔷薇科的李属(*Prunus*)、唇形科的香薷属(*Elsholtzia*)可称为富油属。

含100~500种的大科中有6个富油科,它们是:大戟科、樟科、茶科、芸香科、葫芦科、卫矛科。它们的含油量在33%~44%之间,估计有20%左右的种属油脂植物。6科共发现油脂植物197种,因此它们是富油科。应该注意到它们还有74%~88%的种我们对其含油情况调查了解不够,从这6个科中发现更多的含油植物是完全有可能的。

还有一些大科,如:十字花科(Cruciferae)有23种(平均含油量34%)、木犀科(Oleaceae)有16种(平均含油量19%)、忍冬科(Caprifoliaceae)有16种(平均含油量21%)为油脂植物。它们中间有富油属,如薹苔属(*Brassica*)及荚迷属(*Viburnum*)。

含10~100种的中、小科中我们发现14个富油科,其中平均含油量在19%~29%之间有5科57种;平均含油量在30%~58%之间,有9科131种。

上述20个富油的大、中、小科共已发现油脂植物382种。油脂植物不均匀分布于各科的事实,进一步分析可以看出这与植物的亲缘系统有密切的联系。

### 三、分离提取工艺

#### (一) 预处理

预处理首先是去杂(包括去铁块和石块)。

对于棉籽油厂接下来的步骤依次为:脱绒→剥壳→壳仁分离→轧坯→蒸坯。

对于大豆油厂接下来的步骤依次为:清筛→调节水分→脱皮→破碎→软化→轧坯→湿热处理。

有些制油厂家也采用挤压膨化预处理工艺,这方面知识经《油脂科技》及《中国油脂》的一再报道和国内外油脂科研机构、大专院校及油厂的生产实践,此法在我国并不陌生。其优点是增加产量,降低部分消耗(例如蒸气、溶剂、吸风及粉末收集设备的能耗等)及降低对大豆轧坯的要求。而且在机膛内料坯受到强有力挤压及剪切,有利于油细胞的破裂,从而提高油脂获得率。其缺点是挤压设备容易磨损,增加修理费用。豆粕尿素酶活性难于控制在规定数值之间,豆粕色泽也较一次浸出的差些。

由此可见,传统的预处理主要是通过机械处理(如破碎、轧坯、压榨等)和热力处理(如蒸炒、软化等)的单一或联合作用,使油料具备理想的取油条件,但由于机械处理对油料细胞的破坏程序有限,热力处理又会使油料中的蛋白质等变性较大,影响取油效果以及取油后油料的进一步利用。生物技术在酶工程领域的进展为油脂工业开辟了一个崭新的领域。酶解预处理既是一种新兴植物油料预处理方法,也是一种有效的植物油料预处理方法,应用酶解预处理技术进行油脂制取具有许多优越性,随着酶制剂成本的降低及酶品种的增加,植物油料酶解预处理的研究和应用正逐渐开展和深入并日趋成熟。

酶解预处理的作用原理:

在植物油料中,油脂存在于植物油料籽粒的细胞内,并且通常与其他大分子物质(蛋白

质和碳水化合物)结合在一起,构成脂蛋白、脂多糖等复合体。酶解预处理利用可降解植物油料细胞壁纤维素骨架的酶的降解作用来破坏油料的细胞壁,使包裹在细胞壁内的油脂游离出来,同时通过可水解油脂复合体的酶进一步分解脂蛋白、脂多糖等复合体,使油脂获得充分的释放。此外,酶的作用还可防止油脂由于脂蛋白膜开成的乳化状态或新脂性固体的吸附所造成的部分油脂难以提取情况的发生,增加油脂后期的可提取性,最终达到预处理的目的。目前常用的酶制剂主要有纤维素酶(CE)、半纤维素酶(HC)、果胶酶(PE)、蛋白酶(PR)、 $\alpha$ -淀粉酶( $\alpha$ -AM)、 $\alpha$ -聚半乳糖醛酸酶( $\alpha$ -PG)和 $\beta$ -葡聚糖酶( $\beta$ -GL)等。

酶解预处理技术的取油工艺与传统的取油工艺相比,条件温和,脱脂后的油料粕(渣)中的其他成分变性小,蛋白质的可消化性和其中可利用的氨基酸量也较高,提高了油脂副产品的再利用效率;设备取油效率提高,降低了能耗;油脂获得率高;油脂质量较好,色素含量低,稳定性好;减少环境污染,产生的工业废水较少,且含有毒物质少,易于进行厌氧法废水处理。

目前应用较成熟的工艺主要有:水相酶解预处理取油工艺、溶剂-水相酶解预处理取油工艺和低水分酶解预处理取油工艺。这3种工艺的主要区别在于酶处理的环境以及适用的对象不同。



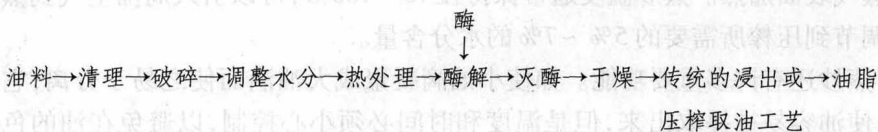
### 1. 水相酶解预处理取油工艺

该工艺特点在于以水作为分散相,酶在此水相中进行水解,使油脂易于从油料固体粒子中逸出,利用固体粒子良好的亲水性,使固体粒子分散水相而与油脂分离。该工艺已被用于花生、大豆、葵花籽、棉籽等油料果实和种子的取油。



### 2. 溶剂-水相酶解预处理取油工艺

该工艺特点在于在水相酶解预处理提油工艺基础上,加入与水不相溶的有机溶剂萃取油,以增加油脂的分离效果。





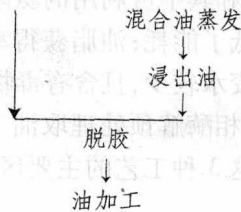
### 3. 低水分酶解预处理取油工艺

该工艺是在传统取油工艺基础上改进而得,酶解作用是在较低水分含量下进行,减少了油水分离工序,并且没有废水产生。前述两种工艺均适用于油料果实或种子,不同的是,此工艺只适用于油料种子,特别是含油量较高的种子。

#### (二) 常用提取方法

最有效的提油方法是先用机械压榨提取约 60% 的油,再用溶剂浸出法提取残留物中的油脂。最普遍的提取工艺如下所示:

油料→油籽清理→预热→破碎/轧坯→蒸炒→压榨→膨化→溶剂浸出→粕脱溶→粕粉碎/造粒



#### 1. 种子清理

种子中含有少量的植物碎屑、杂草种子、粮食种子及其他杂质,这些必须在提油前除去。种子清理过程包括三个阶段:风选去除尘土及非常轻的物质;筛选去除大的粒子;再一次筛选去除不需要的杂质。设备通常组合成套。杂质在种子中的残留量一般要求低于 2.5%。

#### 2. 预热(软化)

预热工序很有必要,这是因为环境温度较低,尤其是冬季生长的地区,为此在轧坯前将油籽温度升至 30~40℃,使油籽变得柔软而避免粉碎。预热设备可以采用热空气或蒸气直接加热的流化床或者用蒸气盘管加热的回转窑。必要时在加工中可用调节经过设备的空气流办法来调节油籽的水分含量。轧坯前理想水分在 7%~9.5% 范围。

#### 3. 轧坯

用光辊轧坯机对预热后的籽粒进行轧坯。可以进行两段轧坯:第一段轧坯厚度为 0.4~0.7mm,第二段轧坯厚度为 0.2~0.3mm。进行两段轧坯操作的主要原因是籽粒小,在第一次轧坯时通常允许有少量整籽通过。然而,许多厂家用单级轧坯就能得到满意的结果,避免了整籽通过轧辊,并取得合适的坯厚。轧坯破碎了细胞壁,使一些油只用简单压榨法就能从油籽中分离出来。压榨后饼中残留的油脂如今能够更有效地用己烷对预榨饼浸出提取出来。合适的轧坯料在后续蒸炒工序中更容易处理,而在压榨时只需要较少的机械能。这对于取得低残油的粕是重要的,因而是一种经济的操作。

#### 4. 蒸炒

在此工序中,料坯的加热既可以在层式蒸炒锅,也可以在带蒸气盘管的旋转式蒸炒设备内用间接蒸气表面加热。蒸炒温度通常保持在 75~100℃,可以引入周围空气到蒸炒设备将料坯水分调节到压榨所需要的 5%~7% 的水分含量。

另外,蒸炒还有许多重要功能。如使小油滴凝聚成大油滴而使之易于分离;它也能使蛋白质变性,使油容易被提取出来,但是温度和时间必须小心控制,以避免在油的色泽和含油量、料坯蛋白质降解以及料坯渗透性等方面产生不利影响。蒸炒对酶的活性也有影响,令人