

油菜籽脱壳与仁壳分离设备研究

张 麟

(武汉工业学院机械工程系, 武汉 430023)

摘 要: 油菜籽是我国最主要的油料作物之一, 油菜籽脱壳制油新技术的推广应用, 将改变我国油菜籽加工的单一模式, 提高菜油和菜籽饼粕的经济价值和使用价值。介绍了该新技术的关键设备: 油菜籽脱壳与仁壳分离设备的研究情况。生产实践证明, YTPG 型机组是一种高效的油菜籽脱壳机组: 脱壳率高达 98% 以上, 仁中含壳率与壳中含仁率均小 2%, 前处理与后处理简单, 生产成本低, 便于推广应用。

关键词: 油菜籽; 脱壳; 仁壳分离; 设备

中图分类号: TS210.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0140-04

0 引 言

油菜籽是我国最重要的油料作物之一, 近三年来我国油菜籽年产量均超过 1 000 万 t, 并呈逐年增长之势, 油菜籽产量和菜油产量均居世界首位。油菜籽除含有 35% ~ 42% 左右的油脂外, 还含有 20% ~ 27% 左右的蛋白质, 从蛋白质的氨基酸组成来看, 油菜籽蛋白的营养价值与大豆蛋白以及联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)的推荐值非常接近^[6]。因此, 油菜籽不仅是主要的油料资源, 也是一个巨大的植物蛋白资源。但长期以来, 我国油菜籽制油工艺及设备还处于落后状态, 菜籽蛋白资源未得到充分合理的利用, 菜油品质也有待进一步提高。因此, 油菜籽加工技术的创新和发展问题已引起人们的高度关注和重视。油菜籽脱壳制油新技术的研究就是在这一背景下开展的。

现行传统的油菜籽制油工艺中, 油菜籽是不经脱壳而直接制油的, 其原因主要是: 油菜籽脱壳较困难。国外, 目前德国的菜籽脱壳技术研究比较深入, 如德国凯姆瑞亚·斯凯特(CMBRA SKET)公司与德国埃森综合大学食品工艺系合作的菜籽脱壳冷榨工艺中采用的菜籽脱壳机组, 该机脱壳需两步完成: 一次脱壳后, 还需将未脱壳整籽分离、回收, 再进行第二次脱壳^[8]。法国的菜籽脱壳机脱壳率 52% ~ 65%, 仁中含壳率 5% 左右^[1]。此外, 加拿大、美国等对油菜籽脱壳制油技术也进行了有关的研究。国内, 部分科研院所及大专院校也开展了菜籽脱壳技术的研究^[7,9]。但是, 到目前为止, 国内外对于油菜籽脱壳技术的研究均处于试用起步阶段, 尚未见推广应用的报道。

脱皮剥壳是带皮壳油料在制取油脂之前的一道重要工序, 一般情况下, 油料皮壳的存在对制油生产不利, 必须在制取油脂之前进行脱皮剥壳的预处理, 以期达到较理想的制油效果及获得便于开发利用的饼粕^[2]。油菜籽含有 12% ~ 19% 左右的壳, 壳中含有 30% 以上的粗

纤维, 菜籽中绝大部分的芥子碱、色素、植酸、单宁等抗营养物质也主要存在于菜籽壳中^[1], 不脱壳而直接制油的弊端是显而易见的。

油菜籽脱壳制油, 不仅可有效改善菜油的品质和色泽, 还可将菜粕的粗蛋白含量从 35% ~ 40% 提高到 45% ~ 48% (N × 6.25, 干基), 且颜色外观改变, 抗营养因子减少, 喂饲的适口性改善, 使脱壳菜粕成为可代替豆粕的优质饲用蛋白资源。油菜籽脱壳后制油, 还可以使制油设备磨损减缓, 使用寿命延长, 处理能力提高, 精炼工艺简化, 能耗降低, 有利于提高菜油和菜粕的经济价值和使用价值。

油菜籽脱壳机及仁壳分离机是油菜籽脱壳制油新技术的关键设备, 是油菜籽脱壳制油新技术推广应用的必要前提。本文就我们在油菜籽脱壳机组的研究方面所做的工作作一简介, 以供同行参考。

1 油菜籽脱壳及仁壳分离技术研究

1.1 油菜籽的生物学特征

成熟的油菜籽多为球形或近似球形, 也有呈卵形或不规则棱形的, 容重 560 ~ 620 kg/m³, 直径 1.27 ~ 2.05 mm。油菜籽主要由种皮和胚两部分组成, 胚乳已退化, 胚(仁)是主要部分, 有两片肥大的子叶, 色黄, 子叶内含有丰富的脂肪和蛋白质; 种皮(壳)较薄, 与子叶结合较紧密, 种皮颜色随品种、成熟程度的不同而呈现淡黄、深黄、红褐、黑紫等色, 有浮浅网纹, 习惯上根据种皮的主色调又有黄籽和黑籽之分。油菜籽种皮厚度随品种、种皮颜色的不同而有差异, 受产生种子的母体植株基因型控制, 且与种皮颜色呈高度正相关。解剖学研究表明: 一般深色种籽种皮结构中栅栏组织细胞大而厚, 其中沉积黑色素较多, 且种皮结构中纤维素含量也多, 网纹较明显, 因此, 一般黑籽种皮较厚, 其厚度约 26 ~ 28 μm, 黄籽种皮较薄, 其厚度约 14 ~ 22 μm。一般情况下, 种皮越薄, 其与子叶的结合附着力也越强, 脱壳越困难^[3]。

1.2 脱壳方法的试验及分析

按搓碾法、撞击法、剪切法、挤压法等油籽剥壳脱皮的典型方法原理及相关条件进行油菜籽的脱壳及仁壳分离试验, 进而在自行研制的综合试验装置上试验, 在

收稿日期: 2003-04-28

作者简介: 张 麟(1949-), 男, 教授, 主要从事新型粮油食品机械研究。武汉市汉口常青花园中环西路特 1 号 武汉工业学院机械工程系, 430023

此基础上进行改进并完成脱壳机及仁壳分离机的设计定型^[2~4]。从试验中得知:

1) 油菜籽籽粒受力方向与种皮强度或脱壳难易程度的关系不明显, 脱壳时可以不考虑油菜籽籽粒受力的方向性。

2) 由于油菜籽籽粒大小有差异, 一般情况下, 均采用籽粒分级脱壳处理的方法, 以改善脱壳效果。但分级处理必然带来工艺路线复杂, 以及设备投资和生产成本增加等弊端。不分级, 大小籽粒一同脱壳处理也能达到理想的脱壳效果, 应该是成熟的油菜籽脱壳设备研制者追求的目标。

3) 油菜籽脱壳可用多种方法实现, 但不同的方法各有利弊。搓碾法脱壳, 在搓碾作用下, 种皮与仁的结合逐步松弛, 与此同时, 磨片上的牙齿不断地对种皮进行切割, 使种皮破裂并与籽仁脱离; 由于油菜籽受到磨片的多次重复搓碾作用, 粉末度较大, 仁壳分离较困难; 通过调整磨片的转速、工作间隙, 改变牙齿形状及尺寸等, 情况有所改善。撞击法脱壳, 油菜籽籽粒借助离心力的作用, 高速撞击固定挡板, 撞击力适当时, 菜籽皮就会产生变形, 形成裂缝, 当其离开固定挡板时, 由于种皮与仁具有的不同弹性变形, 促使种皮裂开, 籽仁脱出, 达到脱壳目的; 撞击力过大, 仁壳破碎, 油脂渗出, 仁、壳及其碎屑相互粘附, 仁壳难以分离; 但由于油菜籽籽粒的大小、形状、轻重的不一致性, 撞击力难以控制一致, 过大过小都不利, 因此, 此法的脱壳率最高也只有 60%~80% 左右^[1,9]。剪切法脱壳, 油菜籽籽粒受剪切力作用, 种皮被切裂, 达到脱壳目的; 此法粉末度低, 但容易发生漏籽现象, 脱壳率不高。挤压法脱壳, 由于油菜籽的高含油率, 受到挤压作用后, 仁壳破碎, 油脂容易渗出, 造成仁、壳及其碎屑相互粘附的现象, 仁壳难以分离。同时利用多种脱壳作用, 取长补短, 将是克服上述用单一方法难以实现理想脱壳效果的有效途径。

4) 油菜籽经脱壳后所得的仁壳混合物, 还需要进行仁壳分离处理, 这也是油菜籽脱壳技术中的一个难题。可用风选、筛选或风选筛选相结合的方法实现仁壳分离; 德国还做过在电场中进行仁壳分离处理的试

验^[8]。仁壳分离效果的好坏, 与脱壳效果的好坏一样, 也是直接关系到油菜籽脱壳技术成功与否的关键问题。仁壳分离的效果不仅与风选的风速、筛选的筛孔尺寸等参数有关, 也与脱壳效果有关, 脱壳效果好, 仁壳分离简单易行, 脱壳效果不好, 难以达到仁壳分离的理想效果。

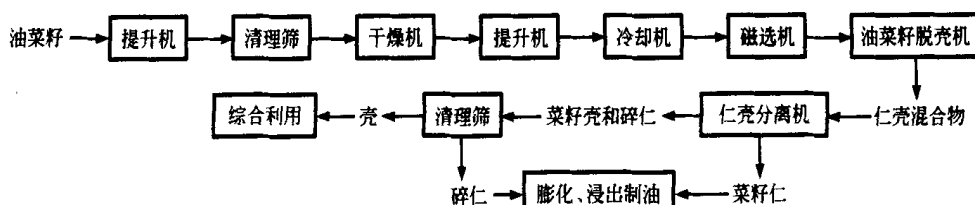
2 油菜籽脱壳及仁壳分离设备的研制及其工作原理

2.1 油菜籽脱壳及仁壳分离设备的研制

我院从 20 世纪 90 年代初就开始了油菜籽干法脱壳技术的研究。在多年研究的基础上, 1995 年完成了小试实验及样机设计。1996 年获国家实用新型专利授权。2000 年, 与四川省粮食局合作, 研制成功了 50T/d 和 100T/d 的 YTPG 型油菜籽脱壳样机组各一套, 并在四川郫县油厂进行了调试试验。2001 年 8 月该样机在四川广汉油厂进行生产试验, 成功完成了 100 余吨油菜籽的脱壳加工, 并进行了脱壳菜籽仁榨油的试验。2002 年 8 月, 在四川新都毗河油厂建成的国内第一条“油菜籽脱壳、挤压膨化、浸出制油新工艺”中试生产线上, 我院研制的 YTPG100 型油菜籽脱壳机及仁壳分离机成功地投入了正常生产^[6]; 2002 年 9 月 20 日, 该项目通过了湖北省科技厅主持的现场鉴定会(鉴定证书编号: 鄂科鉴字[2002]第 22422011 号), 鉴定会对整条生产线的鉴定结论为: “该新工艺属国内首创, 达到国际先进水平”; 对油菜籽脱壳机组的鉴定结论为: “YTPG100 型油菜籽脱壳机组脱壳率高达 98%、脱壳效果好, 运行稳定, 达到国内领先水平”。

2.2 油菜籽脱壳及仁壳分离的工艺流程

油菜籽原料经清理, 除去大小杂物及瘪籽, 干燥处理至含水率<8% 并进行冷却后, 送入油菜籽脱壳机进行脱壳加工。脱壳后的仁壳混合物再送入仁壳分离机进行仁壳分离, 一次分离出的菜籽仁即可达到要求的技术指标, 直接送后工序膨化、浸出制油。分离出的壳中还含有少量碎仁, 还需要进行筛选, 筛选后的壳可达到要求的技术指标, 筛下的碎仁也送后工序制油。工艺流程如下:



2.3 YTPG 型油菜籽脱壳机组的工作原理

YTPG 型油菜籽脱壳机组主要由以下设备组成: 油菜籽脱壳机、仁壳分离机、风机、旋风分离器、分选筛及配套输送设备等, 其核心设备是油菜籽脱壳机和仁壳分离机。油菜籽原料经清理、干燥、冷却、除铁等处理后, 不需分级, 大小籽粒一同送入油菜籽脱壳机进行脱壳加工。与其它机型原理不同的是, 其它类型油菜籽脱壳机一般只利用一种脱壳作用, 如撞击作用、挤压作用、剪切

作用或搓碾作用等进行脱壳, YTPG 型油菜籽脱壳机综合利用了剪切、挤压、搓碾等多种作用同时进行脱壳, 因此, 其脱壳效果更优于国内外现有的各种机型。油菜籽脱壳机脱壳处理后的仁壳混合物需送入仁壳分离机进行仁壳分离。仁壳混合物落到仁壳分离机的筛面上, 利用脱壳后的仁、壳各组份悬浮速度的差异, 在筛和风的共同作用下, 筛面上的物料呈悬浮状态并自动分成壳

和仁两层,密度小的壳浮在上面用风吸走,密度大的仁则沉在下层,从仁壳分离机前端出口排出,送至后工序制油,一次分离出的仁即可达到要求的技术指标。风吸走的壳经旋风分离器收集后,由关风器排出,排出的壳中还带有少量的碎仁,还需要进一步进行筛选,分离出壳中自带的碎仁,使壳中含仁率达到合格指标。YTPG100 型油菜籽脱壳机组的主要技术参数:处理量 100 t/d;一次脱壳率> 98%;仁中含壳率< 2%;壳中含仁率< 2%;总动力 27 kW;原料含水率要求< 8%;原料不需要进行分级处理。

3 生产应用情况及其结果分析

3.1 生产应用情况

2002 年 8 月,在四川新都毗河油厂建成的国内第一条油菜籽脱壳、挤压膨化、浸出制油新工艺实施生产线上,我院研制的 YTPG100 型油菜籽脱壳机组成功地投入了正常生产^[6],生产应用情况如下:

油菜籽原料经清理、烘干、冷却、除铁处理后,用 YTPG100 型油菜籽脱壳机及仁壳分离机进行脱壳(脱壳率 98%)、仁壳分离,获得含壳率小于 2% 的菜籽仁。菜籽仁经轧坯,再经调质处理,使物料水分及温度达到要求后,喂入我院与合作单位共同研制的 PHJ100 型高油份油料挤压膨化机加工。膨化机挤压压榨出菜籽仁中部分油脂,挤压毛油酸价 2.7 mgKOH/g,色泽(25.4 mm)Y35,R10.0;其余物料膨化成直径 6.5 mm,膨化系数 1.1.69,容重 480~ 495 kg/m³ 的多孔状结构膨化颗粒料,膨化料残油率 25% (干基),膨化料送后工序浸出取油。在后工序的浸出取油中,膨化料由于多孔状结构,溶剂易于向物料内渗透,混合油也易于向

外扩散,浸出器采取加大溶剂喷淋量、适当提高溶剂比的措施,使浸出成品粕残油率达 1.1%,粗蛋白 48% (以上数据均摘自四川省粮油产品质量监督检验站的川质检委字第 327~ 333 号检验报告)。挤压毛油和浸出毛油再分别进行精炼得成品菜油。

3.2 结果与分析

1) 从生产应用情况看,在 YTPG100 型油菜籽脱壳机组运行正常后,影响脱壳率和仁壳分离效果的主要因素就是入机油菜籽的含水率。适宜的油菜籽含水率能保证籽粒种皮有一定脆性,使其受外力作用时容易破裂;同时,又可保证仁有一定塑性,可减少仁粒的破碎率。由生产中得知,入机油菜籽的含水率在 5%~ 8% 之间时,脱壳率可保持在 98% 以上,仁壳分离后的仁中含壳率小于 2%。另外,油菜籽烘干后的冷却、吸风口风速的合理控制等也有影响,也应该加以重视。经脱壳机加工处理过的油菜籽脱壳状况好(见表 1),由表 1 可见,YTPG100 型油菜籽脱壳机脱出的仁粒以自然分瓣的半仁为主,粉末度小,且仁粒不渗油,无仁壳粘附现象发生,仁壳分离简单易行。仁通过一次性分离即可达到仁中含皮率小于 2% 的指标。由于脱壳率高,几乎没有未脱壳整籽,因此,还省去了未脱壳整籽分离及回收重脱壳工序。仁壳分离机中分离出的壳中还含有少量碎仁,还需要进一步筛选,使壳中含仁率达到小于 2% 的指标,筛选出的碎仁收集后再送去制油。油菜籽原料含水率在 10% 左右时,也可以进行脱壳加工,但脱壳率会下降几个点。生产实践表明,YTPG 型油菜籽脱壳机组完全能适应车间的生产环境,能长期、连续、稳定地生产,设备运转良好,脱壳效果能稳定保持在最佳状况。

表 1 脱壳后物料的组成

Table 1 Composition of materials after peeling

未脱壳整籽	整仁	半仁(自然分瓣)	1/4 瓣仁	仁末	整壳	半壳	1/4 壳	壳末
1~ 2	0.7~ 1.6	53.4~ 76.1	10.6~ 19.7	2.1~ 3.0	7.3~ 9.7	4.4~ 6.5	0.4~ 0.8	0.3~ 0.5

2) YTPG100 型油菜籽脱壳机组的主要技术指标参数,均由四川省粮油产品质量监督检验站和四川希望粮油有限公司毗河油厂化验室测定。脱壳率 $\eta_{\text{脱}}$ 的测定,在油菜籽脱壳机出口取样,然后按 $\eta_{\text{脱}} = D_{\text{籽}} / D_{\text{总}} \times 100\%$ 求得,式中 $D_{\text{总}}$ 为脱壳后仁壳混合物试样的总质量, $D_{\text{籽}}$ 为从试样中挑选出的未脱壳整籽质量。仁中含壳率 $\eta_{\text{含皮}}$ 的测定,在仁壳分离机出口取样,然后按 $\eta_{\text{含皮}} = D_{\text{皮}} / D_{\text{总仁}} \times 100\%$ 求得,式中 $D_{\text{总仁}}$ 为仁壳分离后仁试样的总质量, $D_{\text{皮}}$ 为从试样中挑选出的壳质量。壳中含仁率 $\eta_{\text{含仁}}$ 的测定,在壳清理筛出口取样,然后按 $\eta_{\text{含仁}} = D_{\text{仁}} / D_{\text{总皮}} \times 100\%$ 求得,式中 $D_{\text{总皮}}$ 为壳清理筛出口处壳试样的总质量, $D_{\text{仁}}$ 为从试样中挑选出的仁质量。从生产应用情况看,入机油菜籽的含水率是影响脱壳率和仁壳分离效果的主要因素。由图 1 可知,随着含水率的增大,脱壳率减小,仁中含壳率增加。含水率在 5%~ 8% 时,脱壳率可保持在 98% 以上,仁中含壳率低于

2%。

3) 油菜籽脱壳后,由于脱壳菜籽仁的含油量上升,粗纤维减少,物料弹性降低,采用普通的螺旋预榨机或普通膨化机榨油,难以建立适宜的压力和有效疏通油路,出油困难^[7]。此外,虽然有报道说采用特制的冷榨机可榨出脱壳菜籽仁的部分油脂^[8],但其冷榨饼的浸出制油问题尚需进一步进行试验研究。本项目首次在国内实现了油菜籽脱壳、挤压膨化、浸出制油工艺生产线全线走通,并实现正常稳定地生产,同时解决了油菜籽脱壳和脱壳菜籽仁膨化浸出制油的两道难题,使得油菜籽脱壳制油加工新技术的实施及油菜籽脱壳机组的推广应用切实可行。

4) 在 YTPG 型样机研制成功的基础上,为适应大型油厂的需要,目前正在研制 200~ 300 t/d 处理量的大型油菜籽脱壳机、仁壳分离机及其配套辅助设备。

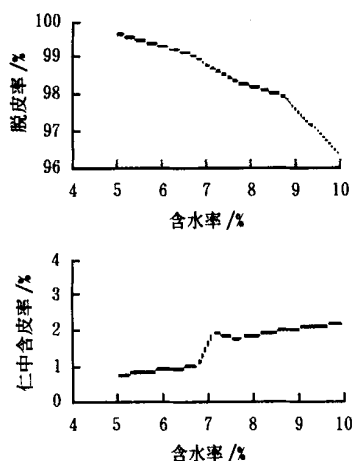


图 1 脱壳率、仁中含壳率与原料含水率的关系

Fig 1 Relationship among the peeling rate, the rate of hull contained in kernel and the rate of water in raw materials

4 结 语

与国内外目前已研制的各种油菜籽脱壳机组相比, 我们研制的 YTPG 型油菜籽脱壳机组, 通过生产实践证明, 具有以下特点:

- 1) 脱壳率高。一次脱壳率超过 98%, 远高于其它机型。
- 2) 脱壳效果好。脱壳后的自然分瓣半仁及整仁的比例高达 75% 左右, 粉末率低于 3%, 且仁粒不渗油, 无仁壳粘附现象发生, 仁壳分离简单方便, 一次仁壳分离即可达到仁中含壳率小于 2% 的技术指标。
- 3) 前处理简单。脱壳前, 油菜籽不需要进行分级

(其它机型一般要求分级), 大小籽粒均可一同完成脱壳处理; 油菜籽含水率小于 8% 即可达到理想的脱壳效果 (其它机型一般要求油菜籽含水率低于 5%)。

4) 后处理简单。脱壳后, 由于脱壳率高, 粉末率低, 几乎没有未脱壳整籽, 只需对仁、壳两种物料进行分离, 简单易行, 且可省去其他机型必备的未脱壳整籽分离及回收重脱壳工序。

5) 结构合理, 操作方便, 产量大, 生产成本低, 运行稳定可靠, 有良好的推广应用前景^[5]。

[参 考 文 献]

- [1] 刘大川. 植物蛋白工艺学[M]. 北京: 中国商业出版社, 1993, 12~ 17, 64~ 67.
- [2] 雕鸿荪. 油料预处理及压榨工艺学[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 1985, 143~ 168.
- [3] 张 麟. 油菜籽干法脱皮技术研究[J]. 中国油脂, 1996(3): 43~ 46.
- [4] 张 麟, 等. 油菜籽脱皮机的试验研究[J]. 农机与食品机械, 1997(1): 5~ 6.
- [5] 张 麟. 高效油菜籽脱皮机组的研制[J]. 中国油脂, 2002(5): 13~ 14.
- [6] 刘大川, 张 麟, 等. 油菜籽脱皮、挤压膨化、浸出制油新工艺的中试研究[J]. 中国油脂, 2003(1): 17~ 20.
- [7] 余礼明, 等. 油菜籽脱壳与分离设备研究[J]. 中国粮油学报, 2002(5): 40~ 43.
- [8] H. J. 拉泽洪, 等. 菜籽脱皮冷榨的理论和实践[J]. 中国油脂, 2000(6): 50 ~ 54.
- [9] 黄凤洪, 等. 菜籽干法脱皮技术研究[J]. 中国油脂, 2000(6): 48~ 49.
- [10] 吉 平, 等. 沙棘籽脱壳方法及装置的试验研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(4): 258~ 263.

Research and development of equipment for peeling rapeseed and separating hull and kernel

Zhang Lin

(Mechanical Engineering Department, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Rapeseed is one of the most important oil crops in China. The expansion and application of the new technique to rapeseed peeling will change the single processing mode to make rapeseed oil in China. Furthermore, it can improve the economic and application value of rapeseed oil and rapeseed cake. The new technical key equipment is about the development of equipment for peeling rapeseed and separating kernel and hull and it is introduced in this paper. The facts of production have proved that the YTPG type machine is high efficient peeling rapeseed equipment. And it reaches more than 98% peeling rate, less than 2% hull contained in rapeseed kernel and less than 2% kernel contained in hull. Furthermore, the processes of pre-treatment and post-treatment are simple and convenient, and the products cost less. Popularization and application are convenient and easy.

Key words: rapeseed; peeling; separation of hull and kernel; equipment