

油菜籽两次撞击脱壳性能试验*

郭贵生, 吕新民, 党革荣, 郭康权

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 通过分析农产品物料的脱壳方法及原理, 并结合油菜籽的物理机械特性, 提出了油菜籽两次撞击脱壳方法。同时依据两次撞击脱壳方法设计制造了油菜籽脱壳装置, 并介绍了其结构和工作原理。在此脱壳装置上进行的油菜籽脱壳试验结果表明, 两次撞击法脱壳率大于75%, 粉末率小于5%; 随着油菜籽含水量的增加, 脱壳率和粉末率降低; 打板在主轴上的安装位置和打板高度均有最佳值。

[关键词] 两次撞击法; 油菜籽; 脱壳机

[中图分类号] S226.4; S565.409.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)10-0100-05

菜籽油在我国食用油消费结构中占60%以上, 是最主要的食用植物油种类。油菜籽榨油后出饼率达60%~65%, 菜籽饼粕含蛋白质400 g/kg, 其蛋白质含量比玉米高4~5倍, 比水稻高5~6倍, 此外还含有粗脂肪、纤维素、矿物质和多种维生素, 其营养价值与豆粕接近, 是畜禽的优质饲料来源^[1~4]。油菜籽的种壳质量约占全籽质量的12%~20%, 其中虽含有160 g/kg左右的油脂和180~200 g/kg的粗蛋白, 但所含的粗纤维却高达300~400 g/kg。此外, 全籽中90%以上的植酸、色素、单宁、皂素, 都存在于种壳之中。带壳制油时, 这些有毒物质和抗营养物质会转入菜籽油中, 使菜籽油的品质降低, 制得的菜籽油往往色深、味大、烟点高、含杂质多、口感差, 必须经过复杂的精炼工艺方能成为可食用的调合油和色拉油等。因此, 制油后所得的饼粕中粗纤维、抗营养素(植酸、色素、单宁、皂素、硫代葡萄糖甙、芥子碱等)含量高, 适口性和表现质量差, 限制了饼粕的开发利用^[5~7], 特别是作为饲用和食用菜籽蛋白质制品, 其利用率和使用前景都因之受到很大影响。所以在榨油之前, 对油菜籽进行脱壳处理就成为非常重要和必不可少的工序。

棉籽、葵花子和油桐籽等油料物料在榨油之前的脱壳(皮)工序已在油脂工业中被广泛采用^[8~10]。然而由于油菜籽颗粒直径较小, 壳仁结合紧密, 脱壳及壳仁分离难度较大等因素, 使油菜籽脱壳成为菜籽油加工行业的关键难题之一, 从而限制了脱壳这一环节在菜籽榨油工业中的广泛应用。本试验通过

分析其他农产品物料的脱壳方法与原理, 并结合油菜籽的物理机械特性, 提出了油菜籽两次撞击脱壳方法, 并自行研制了油菜籽脱壳装置, 对影响油菜籽两次撞击脱壳的主要因素进行了试验, 以期设计性能优良的油菜籽脱壳机提供参考。

1 油菜籽脱壳方法的研究

1.1 农业物料的脱壳方法

剪切法: 剪切法脱壳所采用的工作部件主要是转鼓与固定刀板。利用转鼓上的刀片与固定刀板上刀片的相对运动, 使物料通过其间隙时, 受转鼓上刀板和固定刀板相对运动产生的剪切力的作用, 达到切开种皮使其破裂而脱壳的目的。

搓碾法: 搓碾法所用设备的工作部件是间隙可调的固定齿盘和动齿盘, 齿盘上镶有间隙可调的磨片。利用齿盘间相对运动产生的搓碾作用, 当物料通过两盘的间隙时, 受到强烈的搓碾, 种壳与仁逐步松弛, 同时, 两磨盘上的牙齿不断地对种壳进行切撕, 最后将物料破碎, 并将壳、仁分离而达到脱壳的目的。

挤压法: 挤压法是利用两个表面具有一定形状的轧辊的相向转动进行脱壳的。待脱壳的物料进入相向转动的轧辊之间, 受到相向转动轧辊的挤压作用, 在挤压力的作用下物料的种壳首先发生变形, 当变形达到种壳的屈服极限时裂开, 由于轧辊的表面具有一定的齿形, 可对种壳进行剪切而使之破裂。因种壳的壳、仁粘附力较小, 破裂后的物料在运动过程

* [收稿日期] 2005-02-28

[作者简介] 郭贵生(1962-), 男, 陕西户县人, 副教授, 在职博士, 主要从事农业机械及液压与气压技术的研究。

中壳、仁分离。

撞击脱壳法: 撞击脱壳的主要工作部件由高速旋转的甩盘及固定在甩盘周围的粗糙壁板组成。在甩盘上布置有一定数量的挡板, 以使物料籽粒形成运动的流道并用出籽粒。当物料籽粒进入甩盘中心后, 高速回转的甩盘使籽粒产生一个较大的离心力, 在此离心力的作用下, 籽粒被加速并沿着甩盘挡板向外运动, 籽粒离开甩盘后将撞击在壁板面上。当籽粒的速度很高, 撞击力足够大时, 撞击在壁板面上的籽粒将发生变形, 进而形成裂缝。当已发生变形和带有裂缝的籽粒离开壁面时, 因壳、仁具有不同的弹性变形而产生不同的运动速度, 阻止了籽粒壳向外移动并促使其张开, 从而达到脱壳的目的。

1.2 两次撞击脱壳法

油菜籽的脱壳过程就是在外力的作用下使油菜籽的颗粒发生变形破裂, 从而使仁、壳分离。虽然脱壳的方法很多, 且从原理上讲不论哪一种方法都能对油菜籽进行脱壳, 但是要使脱壳率高而损失少, 能耗低, 工艺设备简单, 则应根据油菜籽的机械特性采用相应的脱壳方法, 并要考虑对脱壳后的物料进行仁壳分离。对油菜籽物理机械特性的研究表明, 油菜籽在外力的作用下, 首先发生一定的弹-塑性变形, 当这种弹-塑性变形达到一定程度时, 油菜籽将产生破裂, 若外力继续作用, 则继续产生变形, 同时将会出现油菜籽渗油, 仁、壳粘结。在剪切力的作用下, 同样首先发生塑性变形, 然后才被剪断。

剪切脱壳是靠转鼓刀板和固定刀板相对运动产生的剪切作用而脱壳, 对油菜籽这种粒径小且表面光滑的球型籽粒易造成漏籽, 而使脱壳率降低。

搓碾脱壳法虽然一次脱壳率较高, 但对粒径较小而且粒径的几何尺寸有一定差异的油菜籽而言, 磨片之间的间隙需足够小, 这使得磨片间隙难以控制。另外, 油菜籽在磨片之间受到多次连续的搓碾作用, 粉末量大, 易产生仁粒渗油和仁壳粘结现象, 因而损失增加, 后续壳、仁分离难度加大。此法主要用于较大粒径颗粒的脱壳。

挤压法脱壳对含油率高的油菜籽而言, 在挤压脱壳过程中将出现渗油及壳、仁粘结现象, 从而影响到后续壳、仁的分离。所以, 对含油率较高的油菜籽不宜采用挤压的脱壳方法。

撞击脱壳法是使物料获得一定的速度后撞击到固定的壁面上, 物料因受到强烈的冲击而破裂脱壳的方法。若冲击力适宜, 可保证被脱壳的物料具有一定的脱壳率和粉末率。对油菜籽脱壳而言, 应用这种

方法可避免其他脱壳方法在脱壳过程中出现的籽粒渗油和仁、壳粘结现象, 并且其脱壳工艺和设备相对简单。然而油菜籽的几何尺寸有一定差异, 不同大小的油菜籽撞击破裂的速度不同, 要使这些尺寸不同的物料获得相同的撞击速度而又能同时撞击脱壳, 并且能达到一次脱壳的质量要求, 相对较难。增加撞击速度可以提高脱壳率, 但粉末率和损失也相应增加。为此, 在第一次撞击脱壳后, 利用已脱和未脱物料在撞击后能量消耗和反弹位置的不同, 应再进行第二次撞击脱壳。未脱壳的油菜籽在经过第一次撞击后吸收了一部分能量, 将在其内部产生破裂痕迹, 也有利于第二次的撞击破裂。经两次撞击后仍未脱壳的颗粒, 分选后可再次进入脱壳装置脱壳。结合油菜籽的物理机械特性, 作者认为两次撞击脱壳法是油菜籽脱壳的理想方法。

2 试验装置

对各种脱壳方法比较分析认为, 应采用两次撞击脱壳法对油菜籽进行脱壳。试验装置见图1。

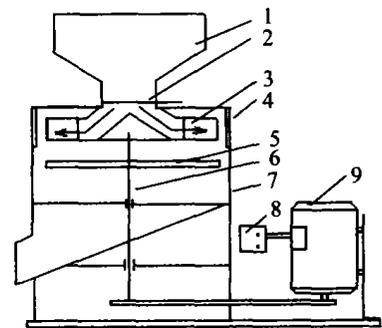


图1 油菜籽两次撞击脱壳试验装置示意图

1. 料斗; 2. 喂入量调节装置; 3. 离心甩盘; 4. 齿圈;
5. 复脱打板; 6. 传动轴; 7. 机架; 8. 调速器; 9. 调速电机

Fig. 1 Sketch of the experiment equipment

1. Hopper; 2. Feed and adjustment set; 3. Throwing plate;
4. Dentiform circle; 5. Rehuling board; 6. Transmission shaft;
7. Frame; 8. Actiyator; 9. Timing electrical machinery

试验装置的工作原理: 料斗中的油菜籽靠自重进入位于料斗下部的14个沿圆周均布的喂料小孔中, 小孔面积可调, 然后均匀下落到位于甩盘中心的均布物料圆锥上, 经过圆锥的均布和导向到达甩盘的表面。由于离心力的作用, 油菜籽向外运动进入由叶片形成的上下封闭的甩盘各流道中, 流道均匀分布以保证各流道的喂料量相同。进入甩盘各流道的油菜籽在甩盘高速旋转而产生的离心力作用下被加速, 并以很高的速度被甩出而撞击在带有轴向内齿的齿圈上, 由于撞击作用使油菜籽破裂而实现第一

次仁、壳脱离。油菜籽在甩盘上的运动是一个群体的随机运动过程,不可能使每一粒油菜籽都被加速到相同的速度,另外,每颗油菜籽的质量不同,其在甩盘上被加速的速度也不同,因此,部分油菜籽离开甩盘时的速度小于油菜籽撞击破裂所需的速度,故在撞击到齿圈后不会破裂,致使脱壳率下降。为了提高脱壳机的脱壳率,在甩盘的下部装有沿径向均匀分布的打板。由于油菜籽破裂所需能量与新生表面积成正比,而这部分能量来自油菜籽的动能,因此破裂脱壳的油菜籽将会损失较大的动能,未破裂脱壳的油菜籽能量损失较小。油菜籽在经过第一次撞击齿圈后,未破裂的油菜籽因其具有较大的动能而被反弹并在自身重力的作用下下落,当通过打板时,在高

速旋转的打板的作用下再次被撞击,以实现部分未脱壳油菜籽的再次撞击破裂而脱壳,从而提高了脱壳装置的脱壳率。

3 结果与分析

3.1 油菜籽含水量对脱壳率和粉末率的影响

含水量是油菜籽的重要物理参数,也是影响油菜籽撞击破裂的关键因素。为了研究油菜籽的含水量对其撞击脱壳率的影响,试验选取61, 78, 91, 104, 125和147 g/kg 6种不同含水量的油菜籽,在主轴转速(1 540 r/min)和喂入量(600 kg/h)等参数相同的情况下进行脱壳试验,结果见图2和图3。

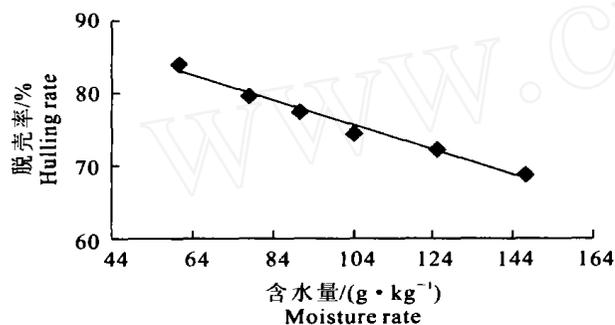


图2 含水量对油菜籽脱壳率的影响

Fig 2 Effect of moisture content on rapeseed hulling rate

由图2和图3可以看出,随着油菜籽含水量的增加,油菜籽的脱壳率和粉末率同时减小。由于油菜籽在撞击破裂之前要发生弹性和塑性变形,当油菜籽的含水量较低时,撞击破裂过程的弹性和塑性变形量较小,破裂需要的能量小,脆性较高;当油菜籽的含水量较高时,撞击破裂过程发生的弹性和塑性变形大,破裂需要的能量大,韧性较高。在撞击速度相同的情况下,含水量低时易破裂,脱壳率高,此时油菜籽的脆性大,壳、仁易断裂,脱壳的粉末率也较高;相反,含水量较高时,壳、仁的韧性强,不易断裂,脱

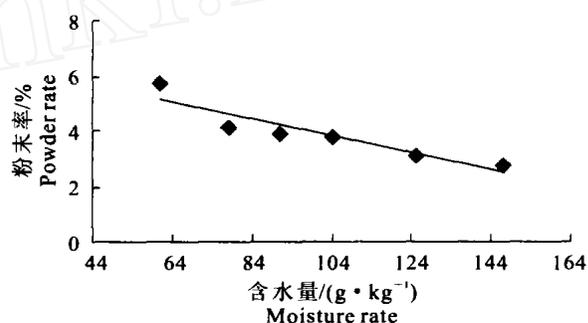


图3 含水量对油菜籽粉末率的影响

壳的粉末率亦较低。在本试验条件下,综合考虑脱壳率与粉末率,油菜籽含水量以78 g/kg为宜。

3.2 打板位置对油菜籽脱壳率和粉末率的影响

为了研究打板在主轴上的位置对油菜籽脱壳率和粉末率的影响,试验采用双打板,对称安装,并将打板分别安装在距离甩盘5~25 cm位置处,每间隔5 cm选取1个试验点。打板长度为46 cm,宽度为40 cm。油菜籽含水量为78 g/kg,主轴转速为1 540 r/min,喂入量为600 kg/h。图4和图5分别为打板位置对油菜籽脱壳率和粉末率的影响。

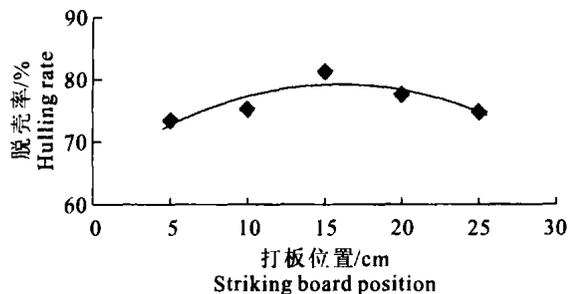


图4 打板位置对油菜籽脱壳率的影响

Fig 4 Effect of striking position on rapeseed hulling rate

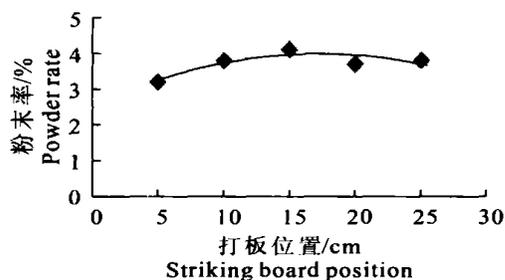


图5 打板位置对油菜籽粉末率的影响

Fig 5 Effect of striking position on rapeseed powder rate

由图4和图5可以看出,随着打板位置的下移,脱壳率和粉末率同时增加,当下移到15 cm处,脱壳率和粉末率有最大值,若继续下移打板,脱壳率和粉末率均降低。这是由于当打板安装在上部时,打板距甩盘较近,撞击在齿圈上的油菜籽反射后并未再次撞击在打板上,即未起到两次撞击油菜籽的作用;当打板下移时,撞击在齿圈上的油菜籽反射后被打板撞击,脱壳率和粉末率增加;若继续下移打板,再次撞击力减小,脱壳率和粉末率便随之减小。

3.3 打板高度对油菜籽脱壳率和粉末率的影响

打板高度分别设为1, 2, 3, 4, 5和6 cm,以研究打板高度对油菜籽脱壳率和粉末率的影响。试验用油菜籽含水量为78 g/kg, 主轴转速为1 540 r/min,

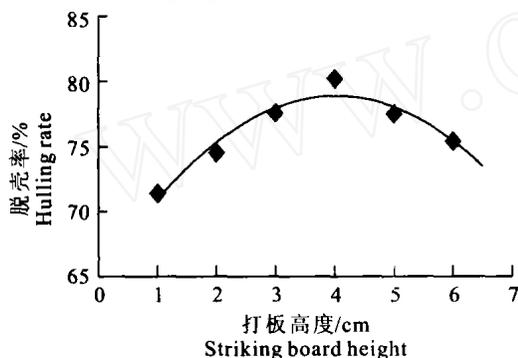


图6 打板高度对油菜籽脱壳率的影响

Fig 6 Effect of striking height on rapeseed hulling rate

喂入量为600 kg/h。

由图6和图7可以看出,随着打板高度的增加,脱壳率和粉末率均有先升后降之趋势。当打板高度较小时,因没有起到再次撞击的作用,脱壳率和粉末率均较低;但当打板高度太大时,打板在脱壳机内旋转形成的风力增强,油菜籽被再次撞击的机会减少,脱壳率和粉末率也降低。由于粉末率随着脱壳率而变化,所以打板的高度应根据制油生产工艺对脱壳率和粉末率的要求来选择。在相同试验条件下,无打板时,脱壳率为68%,粉末率为8.6%。所以只要打板的安装位置和打板的高度选择适当,可增加脱壳率并降低粉末率。

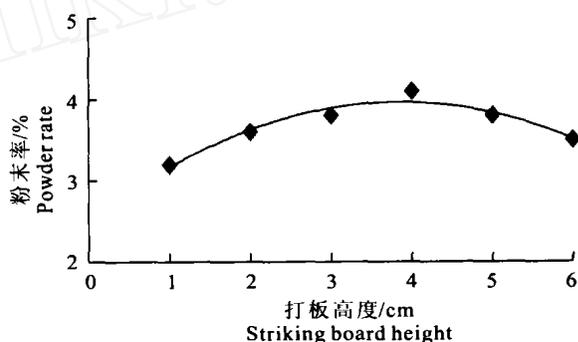


图7 打板高度对油菜籽粉末率的影响

Fig 7 Effect of striking height on rapeseed powder rate

4 结论

1) 两次撞击法能够实现对油菜籽的脱壳,在油菜籽含水量为78 g/kg, 主轴转速为1 540 r/min, 喂入量为600 kg/h时,脱壳率大于75%,粉末率小于5%。

2) 油菜籽的含水量是影响其脱壳的重要因素,随着油菜籽含水量的增加,脱壳率和粉末率均降低。

3) 打板在主轴上的安装位置和打板高度对油菜籽的脱壳率和粉末率有一定影响,且均有先升后降的趋势。

[参考文献]

- [1] 中国科学院油料作物研究所. 中国油菜栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1990
- [2] 郑竟成. 对优质油菜籽制油工艺技术的探讨[J]. 中国油脂, 2001, 26(5): 38- 39
- [3] 张麟. 油菜籽干法脱皮技术研究[J]. 中国油脂, 1996, 21(3): 43- 46
- [5] 张麟, 宋小毛, 张小燕. 油菜籽脱皮机的试验研究[J]. 农机与食品机械, 1997, 247(1): 5- 6
- [6] 拉泽洪 H J, 戴克 H D, 忻耀年. 菜籽脱皮冷榨的理论和实践[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 50- 54
- [7] 黄凤洪, 周立新. 菜籽干法脱皮技术研究[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 48- 50
- [8] 朱立学, 胡雪君, 余礼明. 小粒径种子去壳方法比较研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2000, 269(5): 18- 21
- [9] 占佳风, 邓秋华. 大豆脱皮方法的比较[J]. 中国油脂, 2003, 28(2): 12- 13
- [10] Singh K K, Wiesenborn D. Screw pressing characteristics of dehulled crambe seed[J]. A SAE, 2004, 47(1): 199- 204

Study on a rapeseed huller based on two-time striking

GUO Gui-sheng, LU Xin-min, DANG Ge-rong, GUO Kang-quan

(College of Mechanism and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: On the basis of analyzing the hulling methods and principles for general agricultural crop materials, combined with physical and mechanical properties of rapeseed, a hulling method of two-time striking was developed. Hulling equipment was made according to the two-time striking principle, and the structure and principle of the equipment were introduced. Based on the equipment, test results showed that: hulling rate was more than 75% and powder rate was less than 5%. With an increase of rapeseed moisture content, hulling rate and powder rate were increased. The fixed position on delivering axis and height of the striking board had the best value.

Key words: two-time striking; rapeseed; huller

(上接第99页)

Abstract ID: 1671-9387(2005)10-0097-EA

The decision-making analysis of the biggest variance of phenotype traits with principal component

LIU Lu, WANG Li-bo, GUO Man-cai, YUAN Zhi-fa

(College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: By using decision-making analysis of path analysis, this paper built a path analysis model for the biggest variance of phenotype traits with principal component and completed decision-making analysis and showed a way to judge the main weight-bearing trait, confinement trait and intermedial trait from principal component. So breeding operator can choose the traits from individual expression to achieve the expectation of genetic process by selection.

Key words: phenotype; combination character; principal component; path analysis; decision-making analysis