

应用实践

油茶果脱壳技术与设备研究

李文林, 彭宣炎, 杨 博, 黄凤洪

(中国农业科学院 油料作物研究所, 武汉 430062)

摘要:对油茶果生物学特性进行了研究,根据其特点采用挤压、搓碾的脱壳方式研制了带有锥形辊筒结构的油茶果脱壳机。油茶果含水量和辊筒转速是影响脱壳效果的主要因素,适宜的脱壳工艺条件为油茶果含水量40%~60%、辊筒转速120~180 r/min,在此工艺条件下,脱壳率大于等于92%,产量大于等于2 t/h。

关键词:油茶果;脱壳机;辊筒结构

中图分类号:TS223.2;TS222 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)04-0151-04

Dehulling technology and device for oil-tea camellia fruit

LI Wenlin, PENG Xuanyan, YANG Bo, HUANG Fenghong

(Oil Crops Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430062, China)

Abstract: The biological features of oil-tea camellia fruit were studied. According to the features, the extruding, grind and rub way were adopted to design an oil-tea camellia fruit dehulling device with tapered roller structure. The water content and velocity of roller were the main factors affecting the results of dehulling for oil-tea camellia fruit. The fitting dehulling conditions were confirmed as follows: water content 40%~60%, velocity of roller 120~180 r/min. Under these conditions, the dehulling rate was more than 92%, and the output was more than 2 t/h.

Key words: oil-tea camellia fruit; dehulling device; roller structure

油茶是我国特有的木本油料,与油棕、油橄榄、椰子被誉为世界四大木本食用油料,在我国长江以南被广泛种植。油茶籽全籽含油26%~39%,而茶仁含油则高达40%~50%。油茶籽油中油酸含量高达80%,脂肪酸组成与橄榄油极为相似,被誉为“东方橄榄油”,具有很高的经济价值^[1]。油茶主要种植在南方山区,现在还缺乏成熟的油茶果脱壳机,只能采用晒干,果壳自然炸裂再人工分拣茶籽的方法,该方法时间长、效率低、人力成本高,且受天气影响,制约了油茶产业的发展^[2]。

目前已有不同结构的油茶果脱壳机^[3-18],但存

在脱壳率不高、效率低、茶籽破损率高的问题。由于油茶果大小不一,现有技术只能对大小相对统一的油茶果进行脱壳。油茶果果壳含水量较高,不便于破壳,现有技术在破壳过程中力度较大易使茶籽破碎,脱壳后果壳与茶籽难分离,易结块堵塞在脱壳机内。通过对油茶果的力学研究,表明其破壳率与其破壳力的加载速率有关,破壳方式的不同会影响果壳内籽的完整性。本文通过研究油茶果的生理学特性,确定适宜的脱壳方式,研制了脱壳设备,并研究了油茶果含水量和辊筒转速对脱壳率和产量的影响。

1 油茶果脱壳机的研制

1.1 油茶果的生物学特性

为选择一种适合油茶果的脱壳方式,对油茶果的生物学特性进行了研究。油茶果呈圆形,外壳呈青绿色。单粒油茶果直径从3~6 cm不等,质量从12.15~42.58 g不等,存在明显差异。质量与直径的相关性系数 $R^2=0.7661$,质量增大,直径有增大的趋势,说明油茶果的大小不均一,脱壳分离存在相

收稿日期:2017-08-06;修回日期:2017-09-05

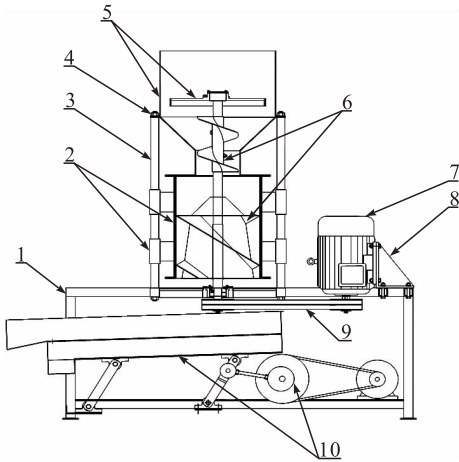
基金项目:公益性行业(农业)科研专项(20130307);中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP-2013-OCRI)

作者简介:李文林(1977),男,副研究员,博士,主要从事油料加工技术和装备研究(E-mail) wenlinli2005@163.com。

通信作者:黄凤洪,研究员,博士生导师,博士(E-mail) huangfh@oilcrops.cn。

当技术难度。油茶青壳籽间距为 2.0 ~ 5.5 mm 不等,平均值为 3.3 mm,这表明籽和壳之间并非紧密相连,适于采用碾搓法脱壳。这些数据为脱壳分离系统中机壳和辊筒间距的设计提供了依据。

1.2 结构特点



注:1. 机架;2. 外壳;3. 导向轴;4. 轴固定螺母;5. 料斗组件;6. 辊筒组件;7. 主电机;8. 主电机固定架;9. 皮带传动组件;10. 偏心轮分离筛组件。

图1 油茶果脱壳机结构简图

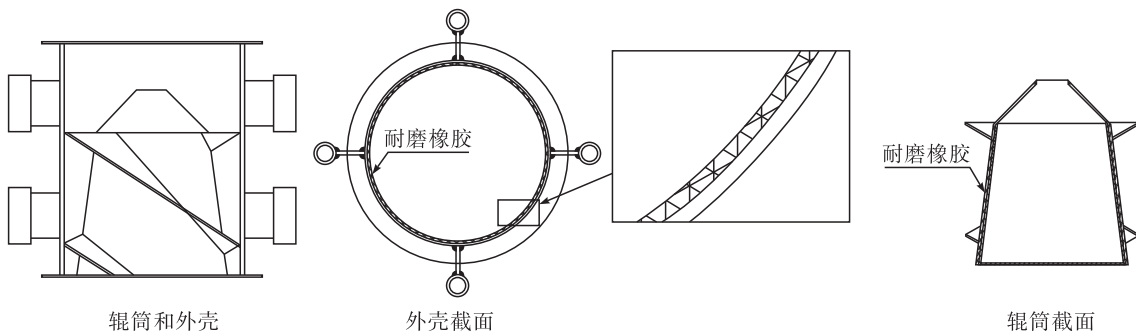


图2 辊筒和外壳结构

1.3 工作原理

如图1所示,油茶果通过进料系统进入辊筒和外壳组成的空腔内,在辊筒螺旋筋的带动下转动,由于辊筒采用锥形结构,辊筒与机壳的间隙从上至下逐渐变小,利用搓碾原理,青果在位于辊筒和机壳之间受力而脱壳,较大的油茶果在上部分破开,小的在下部分破开。辊筒上有螺旋筋,破壳后的果壳与茶籽直接被推出辊筒内,不会堆积而使果壳与茶籽被碾碎,同时缩短了脱壳的时间。辊筒外表面与机壳内壁上设置有橡胶,在脱壳过程中果壳和茶籽不会受到破损,不但保证了茶籽的完整性,还有利于茶籽和果壳的下一步分离,大大降低了茶籽的含杂率。橡胶上设有斜纹,辊筒上设有螺旋纹,强化了物料的输送,油茶果在位于辊筒和机壳之间不产生打滑现象,有利于油茶果的脱壳。

油茶果脱壳机的总体结构如图1所示。根据油茶果颗粒大小不一致、壳和籽有一定间距等特点,选择挤压和搓碾的脱壳原理,采用独特的辊筒设计,如图2所示,辊筒与外壳上都固定有耐磨橡胶,能减少辊筒的刚性,辊筒采用锥形结构,焊接有螺旋筋,辊筒与外壳的间隙上大下小,不同大小果的茶果都能破壳,不需要提前分级。脱壳后果壳与籽混合在一起落到振动筛上,通过振动筛的抖动,使大小不同的果壳和茶籽分离。油茶果脱壳机的主要参数见表1。

表1 油茶果脱壳机的主要参数

项目	参数值	项目	参数值
辊筒大径/mm	264	分离筛电机功率/kW	2.2
辊筒小径/mm	200	主电机功率/kW	3
辊筒长度/mm	245	生产能力/(t/h)	2
圆筒筛长度/mm	330	外型尺寸/mm	1 530 × 530 × 1 220
辊筒转速/(r/min)	120 ~ 180	重量/kg	900

辊筒部分采用垂直结构,利用自由落体的原理,油茶果脱壳后快速通过辊筒与机壳的间隙,由于油茶果的含水量很高,这样避免了油茶果被挤压粘连在一起不易于分离。调节机壳在导向轴的上下位置,可以调节辊筒与机壳之间的间隙,能适用于不同大小的油茶果脱壳。

脱壳后果壳与茶籽一起落到分离筛上,分离筛在偏心轮的带动下前后抖动,分离筛上设置有孔洞,其孔径比大部分茶籽大,在抖动时,茶籽从孔洞落入到下层的出口,较大的果壳就被堵在上方,从而实现了果壳与茶籽的分离。

2 油茶果脱壳工艺技术的研究

在开发出油茶果脱壳机的基础上,进一步研究了影响油茶果脱壳效果的因素,确定适宜的脱壳工艺条件。

2.1 实验材料

涟源市祥兴农林科技开发有限公司通过市场购得的商品油茶果。

2.2 分析方法

取样方法:参照 GB 5491—1985;油茶果含水量测定:参照 GB/T 144891—1993;脱壳率测定:取脱壳后混合样 200 g 左右($W_{总}$),挑出未脱壳的果及半果称重($W_{籽}$),脱壳率 = $(1 - W_{籽}/W_{总}) \times 100\%$ 。

2.3 实验结果与分析

2.3.1 油茶果含水量对脱壳效果的影响

收获的油茶果含水量较高,一般在 40% 以上,果皮较厚,不易干燥,所以提高其在高含水量时的脱壳率能有效降低成本。将油茶果进行干燥或者加水处理,造成实验样品的水分梯度,在辊筒转速为 120 r/min 时脱壳,测定油茶果的含水量、脱壳率。实验结果如图 3 所示。

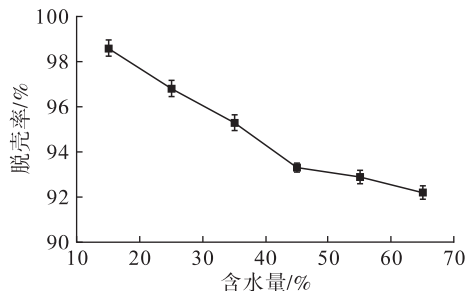


图3 油茶果含水量对脱壳率的影响

从图 3 可知,脱壳机在相同的辊筒转速下,随着油茶果含水量的增加,脱壳率下降。当含水量高于 40% 时,脱壳率下降缓慢且都高于 92%,而刚采摘的油茶果含水量一般在 40% ~ 60% 之间,且油茶果干燥耗时耗能,所以油茶果含水量宜控制在 40% ~ 60%,此时脱壳率在 92% 以上。

2.3.2 辊筒转速与脱壳率和产量的关系

将含水量为 40% 的油茶果在不同的辊筒转速下进行脱壳,分别测定脱壳率、产量。实验结果如图 4 和图 5 所示。

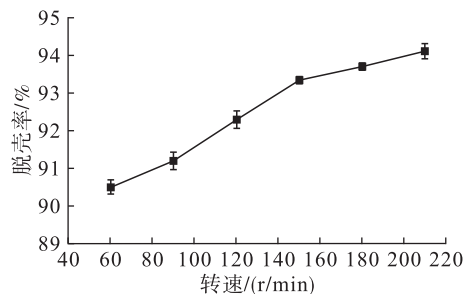


图4 辊筒转速对脱壳率的影响

从图 4 可知,辊筒转速在 60 ~ 180 r/min 范围内,随着辊筒转速的增大,脱壳率增加;辊筒转速小

于 120 r/min 时,脱壳率低于 92%;在 120 ~ 180 r/min 范围内,脱壳率受辊筒转速影响较小。

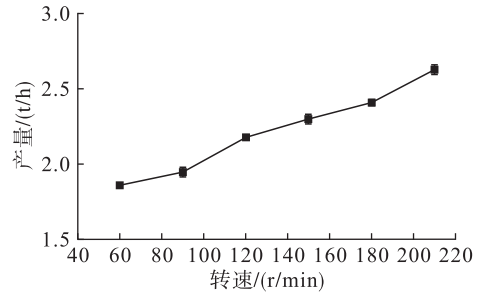


图5 辊筒转速对脱壳机产量的影响

从图 5 可知,随着辊筒转速的增大,产量增加,通过相关性分析,相关系数 $R = 0.985$,查表 $R_{0.01} = 0.883$, $R > R_{0.01}$,辊筒转速与产量极显著正相关,即产量随着辊筒转速的增加而增大。在辊筒转速大于 120 r/min 时,产量大于 2 t/h。

3 结论

通过对油茶果生物学特性的研究,确定了以挤压和搓碾的方式脱壳,并据此设计出了采用独特辊筒结构的油茶果脱壳机,研制的油茶果脱壳机已获得发明专利(专利号 L201410555553.3)和实用新型专利(专利号 L201420607219.3)。对油茶果脱壳工艺的研究表明,油茶果含水量以及油茶果脱壳机的辊筒转速对脱壳效果影响较大,适宜脱壳的油茶果含水量为 40% ~ 60%,辊筒转速控制在 120 ~ 180 r/min,在此工艺条件下,一次性脱壳率可达 92% 以上,产量大于 2 t/h。

采用耐磨橡胶因其具有柔性降低了油茶果脱壳后茶籽的破损率,提高了茶籽的完整性,为避免橡胶对茶籽造成污染,将进一步采用食品级天然橡胶。为了提高茶籽和果皮的分离效果,将根据果壳与茶籽的比重差较大和外形尺寸差异大的特点,采用风选与两层振动筛结合的方法,提高分离效果。

参考文献:

- [1] 黄凤洪,李文林,夏伏建,等.油茶籽脱壳机的研制与应用[J].农业工程学报,2006,22(11):147-151.
- [2] 李晓霞,郭玉明.带壳物料脱壳方法及脱壳装备现状与分析[J].农产品加工(学刊),2007(4):83-86.
- [3] 涂立新,涂立宏,王志伟.油茶果剥壳机:CN201220304390.8[P].2011-01-05.
- [4] 樊涛,吴兆迁,曲振兴,等.油茶果脱青皮机的设计[J].林业机械与木工设备,2011,39(10):35-36.
- [5] 杜国山.油茶果脱壳机:CN201210289183.4[P].2013-01-02.

滴后进入罗茨真空机组。这样不但降低系统的压降,而且缩减了真空管道的管径,从而降低了安装材料的投资成本。同时由于平焊法兰容易焊接变形,造成密封不严,真空度无法达到要求,采用榫槽法兰更为合适。

精馏塔塔顶甲酯蒸气蕴含大量潜热能,由于回流和采出都需要将这些甲酯蒸气冷凝下来,这样需要消耗大量的循环水/导热油冷却。而升温后的循环水/导热油还需要冷媒冷却,造成热能的浪费,不符合国家节能减排政策。如果采用粗甲酯和 C16 脂肪酸甲酯精馏塔塔顶甲酯蒸气换热,粗甲酯由常温升温到 150℃,部分甲酯蒸气被冷凝下来,未冷凝的甲酯蒸气再由循环水/导热油冷凝,这样不但回收了热量,而且减少了水耗等。

4 设备选型要点

为了避免脂肪酸甲酯高温变质,选用蒸发速度快、物料停留时间短的降膜式再沸器。甲酯在换热管内呈液膜状向下流动,由于传热系数较大,使得物料迅速蒸发,缩短了再沸器内停留时间,可有效地防止热分解反应的发生^[4-5]。在高温下,不饱和脂肪酸甲酯易发生热聚合反应。长时间运行情况下,聚合物容易在换热管内结垢,进而影响产热效率。为了方便换热管道的污垢清理,建议降膜蒸发器的列管长度不超过 3 m。这样不但方便了管道污垢的清理,而且缩短了物料的停留时间,对减少污垢的产生有利。

由于塔釜黏性组分较多,容易污染填料,造成填料效率偏低;同时提馏段负荷大,为减少压降,采用比表面积较小的 252Y 型规整填料。精馏段

在高真空状态下,气相的密度小,流速较大,气相动能因子较大,填料传质效率快速降低,为保证传质效率,采用比表面积更大的 352Y 型规整填料和较高的填料高度。由于熬脚塔进料组分以植物沥青为主,物料黏度大,更容易引起填料的结垢,造成填料堵塞,进而影响填料的传热效率。为了杜绝此种情况发生,采用了 IR #25 散堆填料,与鲍尔环相比,其压降低 30%,持液量更低、处理能力更大,效率更高,相对于规整填料更容易清理,从而有更长的使用寿命。

5 结语

通过多塔连续精馏分离工艺,实现了生物柴油(混合脂肪酸甲酯)中甲酯之间的分离,获得的 C16 脂肪酸甲酯纯度达 90% 以上、C18 脂肪酸甲酯纯度达 99% 以上,甲酯得率约为 85%,四塔生物柴油得率约 7%,植物沥青得率约 7%。该工艺可有效开发生物柴油下游高附加值产品,为生物柴油产业的发展提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] 余林强. 多塔连续真空精馏生产高品质 C16 和 C18 脂肪酸甲酯[J]. 化学工程与装备,2016(8):33-36.
- [2] 陈五花,陈建. 生物柴油低温蜡晶析出的热力学规律[J]. 中国粮油学报,2014,28(8):69-72.
- [3] 杨运财. 脂肪酸甲酯混合物的分离及其溶解性能研究[D]. 杭州:浙江工业大学,2008.
- [4] 刘玉花,张志恒,肖红. 脂肪酸甲酯精制分离装置设计要点[J]. 煤炭与化工,2015,38(12):134-136.
- [5] 金宇,曹锋州. 真空精馏高沸点热敏性物质中降膜再沸器的优化设计[J]. 广州化工,2012,40(15):195-198.
- [6] 郭传真. 油茶果籽分离装置的设计与试验研究[D]. 武汉:华中农业大学,2011.
- [7] 郭华. 智能茶果剥壳系统:CN201320636814.5[P]. 2014-04-09.
- [8] 蓝峰,崔勇,苏子昊,等. 油茶果脱壳清选机的研制与试验[J]. 农业工程学报,2012,28(15):33-39.
- [9] 李阳,王勇,邓腊云,等. 揉搓型油茶果分类脱壳分选机的脱壳和清选效果研究[J]. 湖南林业科技,2015,42(2):38-42.
- [10] 黎子明,苏子昊,谢舒. 油茶果脱壳清选机组设计[J]. 农业工程,2014,4(6):99-100.
- [11] 刘浩,王焱清,袁博. 油茶果脱壳与清选关键技术及工艺研究[J]. 湖北工业大学学报,2015,30(1):65-68.
- [12] 吕文德,章红强,吕秋英. 一种油茶果脱壳机:CN201220304390.8[P]. 2012-12-16.
- [13] 唐湘,谢方平,李旭,等. 油茶果破壳力学特性试验研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2015,35(4):435-440.
- [14] 熊平原,王毅,吴卓葵,等. 一种油茶果脱壳机:CN201410755093.9[P]. 2015-04-08.
- [15] 杨树松,李立君,高自成,等. 基于挤压揉搓方法的油茶果破壳性能的试验研究[J]. 农机化研究,2015(9):173-175,179.
- [16] 张风,杨志斌,张劲夫. 油茶鲜果剥壳机械原理[J]. 湖北林业科技,2013(3):21-23.
- [17] 朱金明,朱建军. 油茶脱壳机精选分离装置:CN201420287402.X[P]. 2014-12-10.
- [18] 唐湘,谢方平,李旭,等. 油茶果脱壳装置设计及试验[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2014,40(6):665-668.

(上接第 153 页)