

油茶籽脱壳机的研制与应用

黄凤洪, 李文林^{*}, 夏伏建, 钮琰星

(中国农业科学院油料作物研究所, 武汉 430062)

摘要: 采用挤压和碾磨原理以及风筛复合分离原理设计开发出了油茶籽脱壳机。油茶籽含水率和辊筒线速度是影响脱壳分离效果的主要因素。适宜的脱壳工艺条件为油茶籽含水率 5%~20%, 辊筒线速度 8.90~10.00 m/s, 在此工艺条件下, 油茶籽脱壳率 $\geq 98.5\%$, 仁中含壳 $\leq 4\%$ 、壳中含仁 $\leq 1\%$ 。油茶籽脱壳机成功投入了生产实践应用, 获得了质量优良的油茶籽油和脱壳油茶籽饼粕, 提高了油茶籽加工的经济效益。

关键词: 油茶籽; 脱壳机; 油茶籽油; 油茶籽饼粕

中图分类号: TS223.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2006)11-0147-05

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.

Huang Fenghong, Li Wenlin, Xia Fujian, et al. Research and application of dehulling machine for camellia oleosa seed[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(11): 147-151. (in Chinese with English abstract)

0 引言

油茶是中国特有的木本油料, 与油棕、橄榄油、椰子被誉为世界四大木本食用油料, 在长江以南广泛种植, 年总产量为 1.2×10^6 t 油茶籽^[1]。油茶籽全籽含油率 26%~39%, 而茶仁则高达 40%~50%^[2]。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”^[3], 长期食用有利于防治高血压、血管硬化等疾病^[4]。油茶籽中含有 13%~18% 的茶皂素, 主要存在于油茶籽仁中, 具有抗渗、消炎、镇痛、灭菌杀虫等生理作用, 广泛应用于乳化剂、洗涤剂、发泡剂、防腐剂、杀虫剂和其它医药产品的生产中^[5,6]。脱毒后的油茶籽粕是优质的饲料蛋白源, 而油茶籽壳含有丰富的多缩戊糖、纤维素和木质素, 是制取木糖、糠醛的理想原料^[7,8]。因此油茶籽具有很高的经济价值。

由于油茶树主要分布在江南丘陵、山区的贫穷地带^[9], 交通不发达, 油茶籽加工主要是农户小作坊形式, 以 95 型小榨油机为主, 采用带壳一次压榨工艺, 生产的茶油品质差, 饼粕残油率高, 大多被作为肥料, 造成资源浪费, 严重影响了油茶籽的加工效益^[10,11]。油茶籽含有 35% 左右的壳, 壳含油量极低(小于 0.5%), 而油茶籽饼粕要求残油率 1%~2%, 因此带壳加工从壳中不但榨不出油, 反而会吸走部分油, 使出油率降低; 壳中纤维素和色素含量高, 带壳制油对榨油机磨损大, 也影响茶油

品质^[12,13]; 油茶籽脱壳后茶皂素和蛋白含量显著增加。因此油茶籽脱壳加工有利于提高油茶籽油的品质和得率, 有利于提高油茶籽饼粕的质量, 还有利于茶皂素的提取和油茶籽壳的综合利用, 使油茶籽这一宝贵资源得到合理的开发利用^[14,15]。

中国南方油茶籽产区现有的规模化油脂加工厂多为 50~100 t/h 的预榨浸出工艺, 主要加工菜籽。通过增加油茶籽脱壳设备, 就可适应油茶籽的加工。基于中国还没有专用的工业化油茶籽脱壳设备, 我们进行了油茶籽脱壳设备的研究, 并在油茶籽加工中得到应用。

1 油茶籽脱壳机的研制

1.1 油茶籽的生物学特征

为选择一种适合于油茶籽的脱壳方式, 对油茶籽的物料特性进行了研究。成熟的油茶籽呈三角形或棱形, 外壳呈黄褐色和有光泽。单粒油茶籽体积从 0.3~2.5 cm³ 不等, 重量从 0.461~1.463 g 不等, 存在明显差异。重量与体积的相关性系数 $R^2 = 0.5581$, 重量增大, 体积有增大的趋势, 但二者的相关性不大, 说明油茶籽的大小、比重不均一, 脱壳分离存在相当技术难度。油茶籽壳仁间距为 2~5 mm 不等, 平均值为 3.1 mm, 这表明仁和壳之间并非紧密相连, 适于采用挤压、碾搓法脱壳。同时这些数据为脱壳分离系统中筛板和辊筒间距及筛板孔径的设计提供了依据。

1.2 结构特点

油茶籽脱壳分离系统的总体结构如图 1 所示。根据油茶籽颗粒大小不一致、壳仁有一定间距、壳坚硬等特点, 选择挤压和碾磨的脱壳原理, 采用独特的辊筒设计, 如图 2 所示, 辊筒上 5 条螺旋筋与 10 条直筋有机结合, 当油茶籽在辊筒和圆筒筛板(如图 3 所示)之间运动时, 由于螺旋筋和直筋的推进速度的不同及辊筒的高速运转协同作用而脱壳, 获得良好的油茶籽脱壳效果, 且脱壳前不需分级; 根据油茶籽仁和壳的形状、比重等物化性质差异, 采用圆筒筛和吸风复合的工作原理, 设计新

收稿日期: 2006-01-10 修订日期: 2006-05-12

基金项目: 湖北省科技攻关计划项目(2004AA201C71); 武汉市重大科技攻关专项(2001200513208)

作者简介: 黄凤洪(1965-), 男, 湖北江陵人, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事油料加工技术研究。武汉市武昌区徐东二路 2 号 中国农业科学院油料作物研究所, 430062。Email: huangfh@public.wh.hb.cn

^{*}通讯作者: 李文林(1977-), 男, 江西南康人, 硕士, 助理研究员, 主要从事油料加工技术研究。武汉市武昌区徐东二路 2 号 中国农业科学院油料作物研究所, 430062。Email: wenlinli2005@163.com

颖的圆筒筛,在脱壳过程中使壳从筛孔部分分出,并与风选系统复合作用,实现仁与壳的高效分离。

表1 油茶籽脱壳机的主要参数

Table 1 Specifications of the dehulling device for camellia oleosa seed

参数	数值
辊筒直径/mm	200
辊筒长度/mm	520
圆筒筛直径/mm	245
圆筒筛长度/mm	540
辊筒线速度/ $m \cdot s^{-1}$	7.83~ 10.00
鼓风机电机功率/kW	1.5
鼓风机风量/ $m^3 \cdot h^{-1}$	6400
主电机功率/kW	7.5
生产能力/ $t \cdot h^{-1}$	2.5~ 3.5
外型尺寸/mm	1195×820×1750
装配质量/kg	800

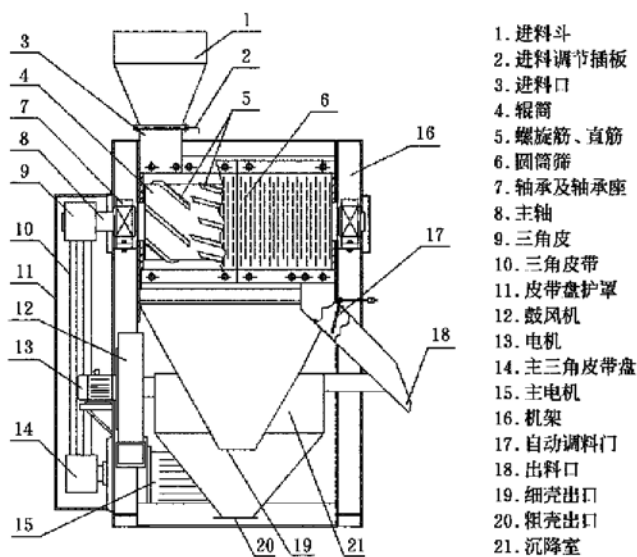


图1 油茶籽脱壳机结构简图

Fig. 1 Structural diagram of dehulling device for camellia oleosa seed

1.3 工作原理

如图1所示,油茶籽脱壳是在辊筒和圆筒筛板之间的空腔内进行的。油茶籽通过进料口进入辊筒和圆筒筛板所组成的空腔内,由辊筒前段斜度较大的五条螺旋筋推动进入后面十条倾斜度较小的直筋所在的腔内,油茶籽受到前段螺旋筋快速推进,进入后段推进速度较慢,且由于出料口自动调料门的控制,产生挤压作用,同时油茶籽又受到高速旋转辊筒的作用,被挤压和碾搓,使油茶籽破碎,达到高效率的脱壳。

油茶籽脱壳后,首先通过圆筒筛独特的筛孔筛出细壳,进行第一次分离,可分离出75%~88%的壳。第二次分离是通过吸风式风机将比较粗的油茶壳从仁中分出。当经过第一次分离后的物料从出料口出来后直接流向进风口,并在进风口处遇到一股向里的强烈气流,油茶壳被吸入风管并进入沉降室内沉降,然后通过输送设备回流入进料口,而较重的油茶籽仁则继续向下落,由出料口排出。仁壳通过两次分离后,仁中含壳率低,无需其它分离设备再次分离,可直接进入下道工序。

2 油茶籽脱壳工艺技术的研究

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

2.1 试验材料

市场购得的商品油茶籽。

2.2 分析方法

取样方法:参照GB5491-85;油茶籽含水率测定:参照GB/T144891-93;脱壳率测定:取脱壳后混合样200g左右($W_{总}$),挑出未脱壳的籽粒及半籽称重($W_{籽}$),脱壳率 $T(\%) = (1 - W_{籽}/W_{总}) \times 100\%$;壳中含仁率测定:称取分离后的壳200g左右,挑出其中的仁,称其重量,壳中含仁率 $(\%) = W_{仁}/W_{总} \times 100\%$;仁中含壳率测定:称取分离后仁200g左右,挑出其中的壳和籽,将籽剥离成壳和仁,合并壳并称重,仁中含壳率 $(\%) = W_{壳}/W_{总} \times 100\%$ 。

2.3 试验结果与分析

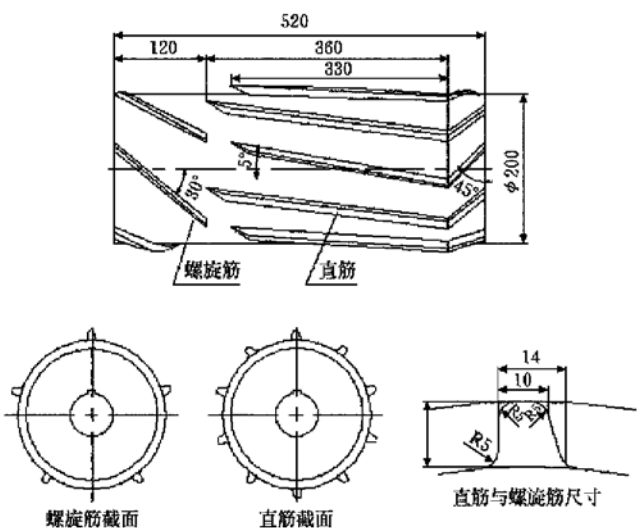


图2 辊筒结构

Fig. 2 Structure of roller

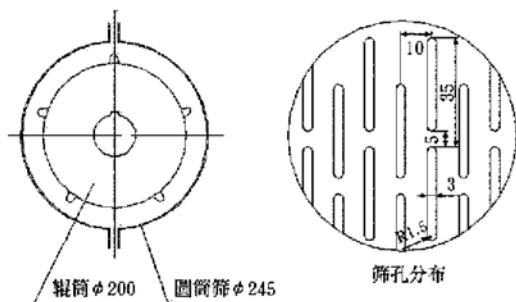


图3 圆筒筛结构

Fig. 3 Structure of cylinder sieve

2.3.1 油茶籽含水率对脱壳分离效果的影响

收获的油茶籽由于成熟程度、品种、产地不同,水份从 40%~20% 不等,在储藏和加工前必须进行干燥。由于油茶籽的外壳透水性差,干燥时能量消耗较大,因此提高脱壳设备对油茶籽含水率的适应范围有利于降低生产成本。

本实验将油茶籽进行干燥处理,造成试验样品的水分梯度,在辊筒线速度为 8.90 m/s 时脱壳,调节壳仁分离系统的进风量等参数,选择最佳分离条件,测定油茶籽的含水率、脱壳率、仁中含壳和壳中含仁率。试验结果如图 4 和图 5 所示。

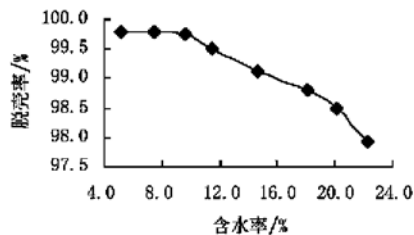


图 4 油茶籽含水率对脱壳率的影响
Fig.4 Effect of water content in camellia oleosa seeds on dehulling rate

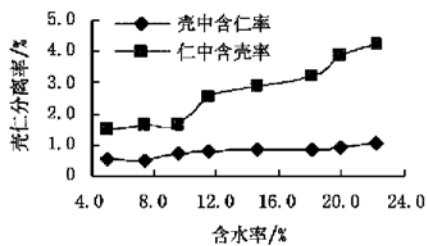


图 5 油茶籽含水率对壳仁分离效果的影响
Fig.5 Effect of water content in camellia oleosa seeds on separating results of hull and kernel

从图 4 可知,脱壳分离系统在相同的辊筒线速度下,随着水份含率的降低,脱壳率增大,仁中含壳率也相应降低。当水分含率高于 20% 时,脱壳率极易小于 98.5%。从图 5 可知,壳中含仁率与油茶籽的含水率关系不大,在含水率小于 20% 的情况下均小于 1%;仁中含壳率随含水率的增加而增加,在含水率小于 20% 的情况下均小于 4%。表明油茶籽含水率小于 20% 均可获得较好的脱壳和分离效果,但要使油茶籽含水率降低到 5.0% 以下,则要消耗大量能量,增加生产成本。因此,油茶籽脱壳的适宜含水率为 5%~20%,此时脱壳率在 98.5% 以上,壳中含仁率可控制在 1% 以下,仁中含壳率控制在 4% 以下。

2.3.2 脱壳机辊筒线速度与脱壳率、壳中含仁率、仁中含壳率、产量的关系

将含水率为 11.5% 的油茶籽在不同的辊筒线速度下进行脱壳,调节壳仁分离系统的进风量等参数,选择最佳分离条件,分别测定脱壳率、壳中含仁率、仁中含壳率、产量,试验结果如图 6、7、8 所示。

从图 6 可知,辊筒线速度在 7.83~8.90 m/s 范围

内,随着辊筒线速度的增大,脱壳率增加;辊筒线速度小于 8.90 m/s 时,脱壳率低于 98.5%;在 8.90~10.00 m/s 范围内,脱壳率受辊筒线速度影响很小,说明在较高辊筒线速度时,辊筒线速度增大,脱壳率不一定随之增加。

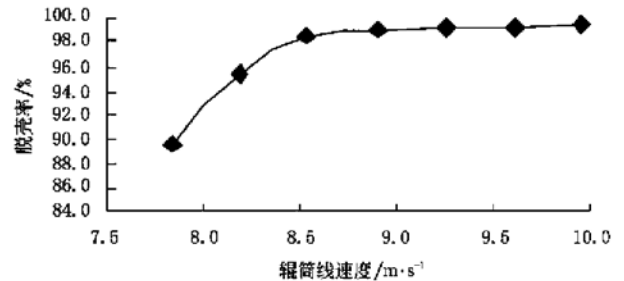


图 6 辊筒线速度对脱壳率的影响
Fig.6 Effect of linear velocity of roller on dehulling rate of camellia oleosa seeds

从图 7 可以看出,随着辊筒线速度的增大,产量增加,通过相关性分析,相关系数 $R = 0.989$,查表 $R_{0.01} = 0.874$, $R > R_{0.01}$,辊筒线速度与产量极显著正相关,即产量随着辊筒线速度的增加而增大。

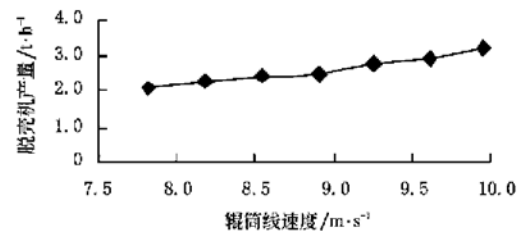


图 7 辊筒线速度对脱壳机产量的影响
Fig.7 Effect of linear velocity of roller on output of dehulling machine

从图 8 可以看出,辊筒线速度对壳中含仁率的影响不大,均可达到小于 1% 的要求,而辊筒线速度对仁中含壳率有一定影响,在辊筒线速度为 8.90~10.00 m/s 时仁中含壳率可小于 4%。综合考虑脱壳率、产量和分离效果等三方面的因素得出 8.90~10.00 m/s 为主要的工作辊筒线速度。

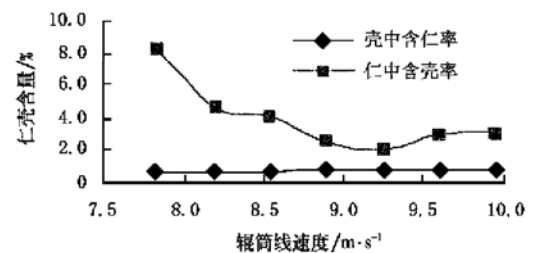


图 8 辊筒线速度对壳仁分离效果的影响
Fig.8 Effect of linear velocity of roller on separating results of hull and kernel

2.4 小结

通过以上的油茶籽脱壳分离试验,本项目研究的油

茶籽脱壳机适宜的油茶籽含水率为5%~20%，辊筒线速度控制在8.90~10.00 m/s，在此工艺条件下，一次性脱壳率可达98.5%以上，分离效果达到仁中含壳≤4%、壳中含仁≤1%。

3 生产应用情况

油茶籽脱壳机安装在武汉中排粮油公司50 t/d的预榨浸出生产线上，并成功进行了油茶籽脱壳制油工艺的工业化生产，其工艺流程见图9。

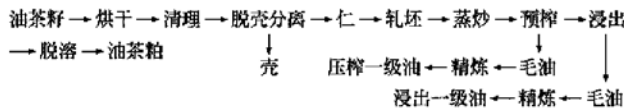


图9 油茶籽脱壳制油工艺流程

Fig. 9 Process flow diagram of dehulling and oil processing of camellia oleosa seed

经过长时间的开机运行，设备运转正常，无故障发生，抗疲劳性能优良，机械性能表现稳定，生产能力为3~3.5 t/h，与生产线配套良好。通过调整原料含水率、风机风量、辊筒线速度等参数，达到良好的技术指标。经分析检测（见表2，实际生产中脱壳率达99%，壳中含仁小于1%，仁中含壳2%左右，得到了较好的油茶籽脱壳分离效果。

表2 油茶籽脱壳机生产应用分析结果

Table 2 Application results of dehulling machine for camellia oleosa seed

序号	原料含水率/%	辊筒线速度/ $m \cdot s^{-1}$	脱壳率/%	仁中含壳率/%	壳中含仁率/%
1	14.65	9.63	99.34	1.58	0.77
2	12.51	9.52	99.42	1.84	0.81
3	18.19	9.94	99.18	2.26	0.92
4	16.80	9.73	99.25	2.02	0.89

表3 脱壳制油工艺制备的压榨油茶籽油检测结果

Table 3 Quality of oil produced from dehulled camellia oleosa seed

项 目	测定结果	压榨一级油茶籽油标准
色泽(25.4 mm 槽)	黄 35 红 2.0	≤黄 35 红 2.0
气味、滋味	具有油茶籽油固有的 气味和滋味，无异味	具有油茶籽油固有的 气味和滋味，无异味
透明度	澄清、透明	澄清、透明
水分及挥发物/%	0.01	≤0.10
不溶性杂质/%	0.01	≤0.05
酸值/ $mg \cdot g^{-1}$	0.3	≤1.0
过氧化值/ $mmol \cdot kg^{-1}$	1.5	≤6.0
溶剂残留量/ $mg \cdot kg^{-1}$	没有检出	不得检出
加热试验(280℃)	无析出物，罗维朋 比色：黄色值不变， 红色值增加0.2	无析出物，罗维朋 比色：黄色值不变， 红色值增加小于0.4
棕榈酸/%	8.76	/
硬脂酸/%	1.14	/
油酸/%	79.46	/
亚油酸/%	9.96	/
亚麻酸/%	0.68	/

脱壳加工提高了油茶籽油的品质，可降低精炼负荷。农业部油料及制品质量监督检验测试中心对脱壳制油的油茶籽油进行检测，结果见表3，完全达到国家压榨一级油茶籽油标准(GB11765-2003)，其脂肪酸组成与地中海橄榄油极为相似，且由于油茶的种植不施肥、不打农药，因此油茶籽油是一种纯天然的高档植物油。

油茶籽脱壳制油得到的油茶籽饼粕质量显著提高，具体指标对照如表4。与带壳饼粕相比，脱壳油茶籽饼粕蛋白质、可溶性糖和淀粉含量均提高1倍左右，而粗纤维含量下降1倍左右，显著提高了油茶籽饼粕的饲用效价，是良好的禽、畜、鱼的饲料源^[1]。另外脱壳饼粕茶皂素含量显著增加1倍左右，为饼粕进一步深加工提取茶皂素奠定了良好的基础。

表4 油茶籽饼粕质量对比

Table 4 Comparison of the quality of different camellia oleosa seed cakes

组 分	粗蛋白	粗脂肪	可溶性糖	淀粉	粗纤维	茶皂素	水分	灰分
脱壳油茶籽饼粕	14.15	0.86	9.10	15.25	26.20	19.15	6.20	5.89
带壳油茶籽饼粕	7.46	1.40	4.80	8.04	45.33	10.09	7.00	11.18

4 结 语

1) 采用挤压和碾磨脱壳原理以及风筛复合分离原理设计的油茶籽脱壳机具有结构简单、脱壳和壳仁分离同时进行，对原料水分要求低、脱壳分离效果好，设备操作简便，性能稳定等特点，实现了油茶籽的快速高效脱壳和壳仁分离。油茶籽脱壳机已获得国家专利，专利号为ZL 03 2 35852.0。

2) 通过对油茶籽脱壳工艺的研究，表明油茶籽含水率和脱壳机辊筒线速度是影响脱壳分离效果的主要因素。适宜的脱壳工艺条件为油茶籽含水率5%~20%，辊筒线速度8.90~10.00 m/s，在此工艺条件下，脱壳率≥98.5%，仁中含壳≤4%、壳中含仁≤1%。

3) 油茶籽脱壳机成功投入了生产实践应用，通过油茶籽的脱壳加工，获得了质量优良的油茶籽油和脱壳油茶籽饼粕，提高了油茶籽加工的经济效益。

[参 考 文 献]

- [1] 周素梅, 王 强. 我国茶籽资源的开发利用及前景分析[J]. 中国食物与营养, 2004, (3): 13-16.
- [2] 李良果, 谢新佑, 张 克, 等. 茶籽综合利用[J]. 中国油脂, 1997, 22(1): 57-59.
- [3] 王瑞元. 特种油脂的营养价值[J]. 粮油加工与食品机械, 2004, (1): 9-10.
- [4] 张根旺. 油料中功能性成分的研究开发与油脂工程技术的发展[J]. 中国工程科学, 2000, 2(3): 82-85.
- [5] 郑洪发, 黄亚辉. 茶籽的综合利用[J]. 茶叶通讯, 2000, (3): 43-45.
- [6] 杨坤国, 黄明泉. 茶皂素提取与精制方法的改进研究[J]. 林产化学与工业, 2001, 21(2): 44-48.
- [7] 杨坤国. 茶籽综合利用的研究、生产及应用[J]. 湖北化

- 工, 1996, (4): 30- 32.
- [8] 张 可, 钱 和, 张 添. 油茶籽的综合开发利用[J]. 食品科技, 2003, (4): 85- 86.
- [9] 郭应安. 茶油生产的研究与实践[J]. 中国油脂, 1999, 24 (6): 25- 26.
- [10] 阮海健, 李少华. 茶籽油加工现状及开发对策[J]. 粮油加工与食品机械, 2002, (8): 33- 34.
- [11] 王丽霞, 庞 杰, 陆 蒸. 茶油的加工和利用[J]. 粮油食品科技, 2004, 12(3): 35- 36.
- [12] 朱文鑫, 相 海, 刘期成. 油茶籽制油及综合利用[J]. 粮油加工与食品机械, 2004, (11): 42- 43.
- [13] 夏伏建, 黄凤洪, 钮琰星, 等. 油茶籽脱壳制油工艺的研究与实践[J]. 中国油脂, 2004, 29(1): 34- 35.
- [14] 钟科贤. 茶籽油及茶皂素加工技术[J]. 中国油脂, 2002, 27 (5): 92- 95.
- [15] 郭书普, 肖扬书, 范远景. 茶籽油加工工艺的探讨[J]. 安徽农业科学, 1996, 24(3): 285- 288.

Research and application of dehulling machine for camellia oleosa seed

Huang Fenghong, Li Wenlin^{*}, Xia Fujian, Niu Yanxing

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

Abstract: Dehulling machine for camellia oleosa seed with a dehulling principle of extrusion and mill and a separating principle of sifting and wind was designed and manufactured. The water content and linear velocity of roller are the most significant factors affecting the results of dehulling and separating camellia oleosa seed. The fitting dehulling conditions are confirmed: water content 5% ~ 20%, linear velocity of roller 8.90~ 10.00 m/s. Under the conditions mentioned above, dehulling rate is more than 98.5%, the content of kernels contained in hull is less than 4%, the content of hulls contained in kernel is less than 1%. The dehulling machine was put to use successfully. Camellia oleosa seed oil and dehulling camellia oleosa seed cake with high quality were obtained, which increased processing value of camellia oleosa seed.

Key words: camellia oleosa seed; dehulling machine; camellia oleosa seed oil; camellia oleosa seed cake