

杨梅核破壳设备及工艺研究

Research on shell-cracking equipment and it's working parameter

黄亚芳^{1,2} 李珂^{1,2} 李宗军^{1,2} 李罗明^{1,2}

HUANG Ya-fang^{1,2} LI Ke^{1,2} LI Zong-jun^{1,2} LI Luo-ming^{1,2}

(1. 湖南农业大学食品科技学院, 湖南 长沙 410128; 2. 食品科学与生物技术湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410128)

(1. College of Food Science & Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China;
2. Hunan Provincial Key Laboratory of Food Science and Biotechnology, Changsha, Hunan 410128, China)

摘要:对杨梅核的破壳设备及工艺进行研究。使用自行设计的齿型对辊破壳机进行破壳工艺优化试验,试验结果表明,杨梅核的最佳破壳条件为:对辊机破壳转速 120 r/min;一级杨梅核采用的破壳辊间距为 6.5 mm,其破壳率可达 98.75%,实际得仁率为 11.62%;二级杨梅核采用的破壳辊间距为 3.5 mm,其破壳率可达 95.98%,实际得仁率为 11.21%;三级杨梅核采用的破壳辊间距也为 3.5 mm,其破壳率为 90.80%,实际得仁率为 9.91%。统计可得杨梅核总体破壳率高达 96.16%,总得仁率为 11.14%,即杨梅核仁的利用率可达 92.83%以上。

关键词:杨梅核;破壳;对辊机

Abstract: Bayberry seed shell-cracking equipment and it's working parameters were researched. The special equipment for that was prepared, and the optimization working parameters for bayberry seed shell cracking was achieved. Those optimal parameters are as follows: the cracking rotor runs 120r/min, the cracked rate for the first level bayberry nuclear 98.75% with the roller spacing 6.5 mm, and the naked seed obtained is 11.62%; for the second level, the cracked rate is 95.98% at roller spacing 3.5 mm, and naked seed obtained is 11.21%; for the third level, the parameters are 90.80%, 3.5 mm, and 9.91%. By statistical analysis, total shell cracked rate reaches up to 96.16%, total naked seed obtained is 11.14%, and the total utilization rate for bayberry seed is 92.83%.

Keywords: bayberry seed; cracking shell; rollers

在杨梅酒和杨梅果汁饮料加工过程中,副产物杨梅核占杨梅鲜果重量的 10%左右,而核仁占杨梅核重量的 11.40%~17.86%^[1,2]。杨梅核仁富含脂肪、蛋白质、维生素及矿物质

等营养成分^[3]。近年来研究^[4]发现杨梅仁具有防治肿瘤的功效,体外抑瘤试验结果表明杨梅核仁提取液对 803、823 细胞(胃癌)均有明显的杀伤抑制作用。杨梅核仁中油脂含量高达 60%以上,杨梅仁油中脂肪酸以油酸、亚油酸为主,含量均达 40%左右^[5,6];总不饱和脂肪酸达 83%以上,含有 0.1%左右的亚麻酸,是一种质量很好的保健油。据统计^[7],中国年产杨梅 100 万 t 以上,按 10%的得核率、14%的得仁率及 60%的含油率计算,经加工可得杨梅仁油 8 000 t 以上。目前小油种如橄榄油、油茶籽油、核桃油、葡萄籽油等逐步受到消费者青睐,市售油茶籽油、葡萄籽油、茶叶籽油价格均可达 10 万元/t 以上,杨梅核仁油作为一种新型小种油,原料来源于杨梅加工副产物,对其充分利用对提升杨梅综合利用价值与扩充小种油品类意义重大。

随着工业化的发展,生产中各类坚果和油料种子如核桃、花生、菜籽等^[8-10]的脱壳技术已逐渐实现自动化、机械化,主要包括挤压式、撞击式、剪切式及碾搓式剥壳机^[11],同时结合一些前期处理如干燥、冷冻等方式可提高破壳率。由于杨梅核的核仁与壳厚度比达到 1:1,核较小,且为坚硬木质结构,破壳极其困难,直接阻碍了杨梅核的综合利用。但目前关于杨梅核的破壳技术尚未有报道,市面上也没有用于杨梅核破壳的专用设备,研究者^[1,12,13]都是通过手工破壳的方法得到杨梅核仁。本研究立足于实际生产需求,利用自行研制的齿型对辊破壳机对杨梅核的破壳方法进行研究,以期解决杨梅核破壳难的问题,为杨梅核利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

杨梅核:杨梅酒制作工艺中榨汁加工后的副产物,湖南怀化靖州湘恒仕酒业有限公司提供。随机取样,经手工破壳计算得出该杨梅核的含仁率为 12%。

1.2 主要仪器设备

对辊破壳机:由对辊、调速电机、调速控制器、料斗和传动装置等组成,本实验室自行设计;

作者简介:黄亚芳(1989—),女,湖南农业大学在读硕士研究生。

E-mail:279272649@qq.com

通讯作者:李罗明

收稿日期:2015-03-29

擦洗机:400×500 型,湖南清河重工机械有限公司;
电子天平:TP-20KF 型,湘仪天平有限公司;
电子天平:TP-620A 型,湘仪天平有限公司;
方孔筛:1 号筛(孔径 8 mm)、2 号筛(孔径 7 mm)、3 号筛(孔径 6 mm),本实验室自制。

1.3 方法

1.3.1 清洁 使用搅拌型擦洗机将干燥后杨梅核进行擦洗处理(150 r/min,20~30 min),利用杨梅核相互摩擦去除核表面的残留肉柱,使其表面光滑。

1.3.2 筛选分级 按杨梅核的体积大小分级:将清洁后的杨梅核依次过 1、2、3 号筛,所得筛上物分别为一、二、三级杨梅核,去除肉柱粉尘。其中一级杨梅的最小处直径为 8~9 mm;二级杨梅核的最小处直径为 7~8 mm;三级杨梅核的最小处直径为 6~7 mm。

1.3.3 齿型对辊式破壳机辊子的设计 根据杨梅核的大小及辊式^[14]破壳机的特点(挤压力使之破壳),考虑到破壳效率方面(不卡齿、破壳效率,核仁完整性),选择辊齿为啮合的,齿型角为 20°,齿间距为 3.71 mm,分度圆到齿顶圆的距离为 3.37 mm,其他参数见图 1。

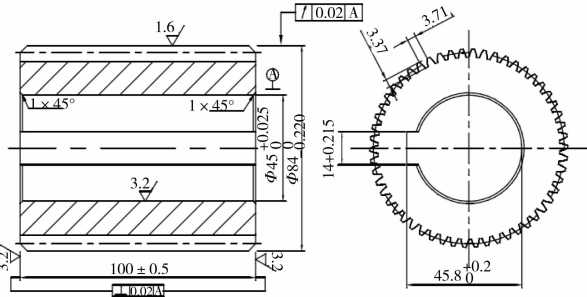


图 1 自行设计齿型对辊详细参数图

Figure 1 Toothed rolls detailed Parameters Figure

1.3.4 破壳试验 将分级后的杨梅核分别以不同的辊间距(d)及转速(v)进行破壳,并分别按式(1)~(3)计算其破壳率(P_1)、粉碎率(P_2)及实际得仁率(P_3)值,以考察破壳辊间距及转速对破壳效果的影响。

破壳率 = $\frac{\text{已破壳的杨梅核质量}}{\text{杨梅核总质量}} \times 100\%$ (1)

粉碎率 = $\frac{\text{被粉碎的杨梅核质量}}{\text{杨梅核总质量}} \times 100\%$ (2)

得仁率 = $\frac{\text{实际获得核仁质量}}{\text{杨梅核总质量}} \times 100\%$ (3)

(1) 破壳转速对破壳效果的影响:试验分别称取 5 份处理过的一级杨梅核,每份 500 g, d 为 6.5 mm,破壳转速 v 分别取 90,120,150,180,210 r/min 等 5 个梯度进行单因素破壳试验,观察 v 对 P_1 、 P_2 及 P_3 值的影响。

(2) 辊间距对破壳效果的影响:试验分别称取各级处理过的杨梅核,每份 500 g, v 为 120 r/min,一级杨梅核 d 分别取 5.0,5.5,6.0,6.5,7.0 mm 5 个梯度;二级杨梅核 d 分别取 3.0,3.5,4.0,4.5,5.0 mm 5 个梯度;三级杨梅核 d 分别取 3.0,3.5,4.0 mm 3 个梯度;分别进行单因素破壳试验,观察 d 对 P_1 、 P_3 值的影响。

2 结果与分析

2.1 分级情况

以 20 kg 杨梅核经过筛分称重得:一级杨梅核为 8.392 kg,占总质量的 42%;二级杨梅核为 7.879 kg,占总质量的 39%;三级杨梅核为 3.729 kg,占总质量的 19%。

2.2 破壳转速对杨梅核破壳效果的影响

由表 1 可知:随着破壳机转速的不断增大,杨梅核的破壳率也不断增大,这有利于杨梅核的破壳;同时,当破壳转速增大时,杨梅核的粉碎率也增大,导致一定程度的损失;随着破壳转速的增大,实际得仁率先增后减,在 120 r/min 处达到最高值 11.37%,而杨梅实际含仁率为 12%,两者相差 0.63%,说明破壳效果较好。因此,后续试验中将破壳转速定为 120 r/min。

表 1 破壳转速对破壳效果的影响

Table 1 The effects of broken rotational speed on craking effect

编号	转速(v) / ($r \cdot \min^{-1}$)	破壳率 (P_1)/%	粉碎率 (P_2)/%	实际得仁率 (P_3)/%
1	90	77.00	0.47	7.91
2	120	94.10	0.67	11.37
3	150	94.20	0.80	11.23
4	180	97.67	1.00	11.22
5	210	98.24	1.09	11.19

表 1 还表明:实际得仁率是破壳率与粉碎率两个因素共同作用的结果,实际获得的核仁等于破壳得到的核仁去除被粉碎的核仁,统计粉碎率 P_2 对后续优化试验无意义,因此后续试验中将不对粉碎率 P_2 值进行统计。

2.3 辊间距对杨梅核破壳效果的影响

2.3.1 一级杨梅核的破壳效果 由图 2 可知,随着辊间距的增大, P_1 、 P_3 值不断增大;直到辊间距超过 6.5 mm 时, P_1 、 P_3 值急剧减少, P_1 值低至 50.2%, P_3 值降低到 6.05%。可能是辊间距为 7 mm 时,对辊间的间距过大,导致体积稍小的杨梅核直接从对辊间隙滚过,没有受到足够的挤压力使其破壳。

因此,将一级杨梅核的破壳辊间距定为 6.5 mm,该条件下杨梅核的破壳率高达 98.75%,实际得仁率为 11.62%。

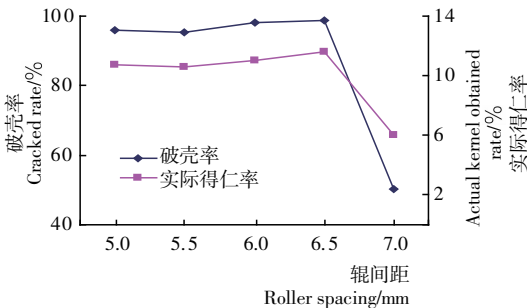


图 2 辊间距对一级杨梅核 P_1 、 P_3 值的影响

Figure 2 Impact on the first level Bayberry seeds' P_1 , P_3 values of different roller spacing

2.3.2 二、三级杨梅核的破壳效果 二、三级杨梅核在不同辊间距下的破壳效果分别见图 3、4。试验数据显示:二级杨梅核与三级杨梅核的破壳情况大致相似,杨梅核在破壳过程中,随着辊间距 d 值的增大, P_1 值不断减小,而 P_3 值呈先增后减的趋势。这是因为二、三级杨梅核本身的体积就相对较小,在辊间距不断加大时,体积偏小的杨梅核就无法获得足够的挤压力使其破壳,导致破壳率不断降低;而实际得仁率出现一段增长趋势(d 值在 3.0~3.5),是因为在辊间距适当增大时,杨梅仁破碎率下降,实际得仁率升高。

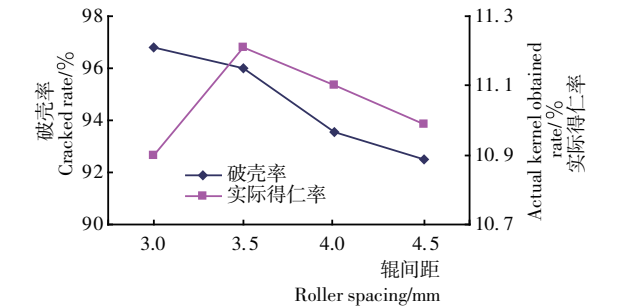


图 3 辊间距对二级杨梅核 P_1 、 P_3 值的影响

Figure 3 Impact on the middle-level Bayberry seeds' P_1 , P_3 values of different roller spacing

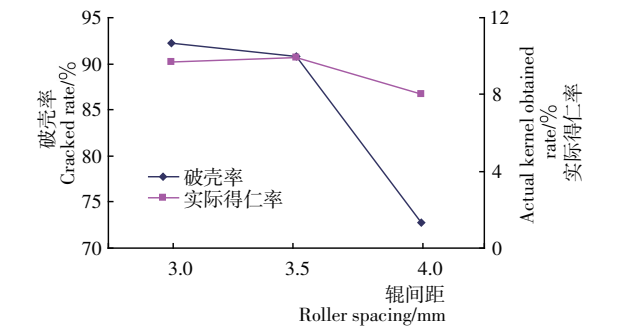


图 4 辊间距对三级杨梅核 P_1 、 P_3 值的影响

Figure 4 Impact on the last-level Bayberry seeds' P_1 , P_3 values of different roller spacing

因此,二级杨梅核的最佳破壳辊间距为 3.5 mm,该条件下杨梅核的破壳率为 95.98%,实际得仁率为 11.21%;三级杨梅核的最佳破壳辊间距也为 3.5 mm,该条件下杨梅核的破壳率高达 90.80%,实际得仁率为 9.91%。

2.4 验证实验

称取不分级的二、三级杨梅核混合样 500 g, d 取 3.5 mm, v 为 120 r/min,进行破壳,破壳率只有 84%,比分级破壳的破壳率低。原因可能是:① 二、三级杨梅核的体形差距较大,最小处直径差可达 2 mm,其他处直径差更大;② 对辊机的棍子两端都装有保护弹簧,使得双辊之间具有一定延展空间。当体积较大杨梅核(二级杨梅核)处于对辊之间时,会使对辊的辊间距增大,导致体积较小的杨梅核(三级杨梅核)受到的挤压力太小,而无法破壳。

3 结论

采用自行设计的齿型对辊机,将杨梅核筛选分级进行破

壳,综合破壳转速和辊间距对破壳率、粉碎率及实际得仁率等多方面因素,杨梅核仁的最佳破壳工艺为:将杨梅核过筛分级,一、二、三级杨梅核的破壳辊间距 d 依次为 6.5,3.5,3.5 mm,破壳转速 v 均为 120 r/min。杨梅核总体的破壳率高达 96.16%,总得仁率为 11.14%,杨梅核仁的利用率可达 92.83%。

本试验立足于实际生产需求,设计了一种适用于杨梅核破壳的专用齿型对辊机,并对杨梅核的破壳方法进行研究,初步解决了杨梅核破壳难的问题,有利于杨梅核仁的获取,对提升杨梅综合利用价值与扩充小种油品类意义重大。但关于破壳后核仁的分离技术还需进一步研究。

参考文献

1 纪予成. 杨梅核的综合利用[D]. 杭州:浙江大学, 2008.

2 倪亮. 杨梅生产废弃物资源化利用研究[D]. 杭州:浙江大学, 2007.

3 罗仓学, 雷学锋, 王振磊. 果蔬籽资源的开发及综合利用[J]. 食品科技, 2006, 31(5): 127~129.

4 刘川, 李伟. 杨梅核仁提取液对胃癌 (803,823) 细胞的杀伤抑制作用初步研究[J]. 中医药信息, 1998, 15(1): 56~56.

5 徐敏, 余陈欢, 熊耀康. 杨梅核仁油的 GC—MS 分析[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(4): 800~802.

6 董迪迪, 王鸿飞, 周增群, 等. 杨梅籽油的脂肪酸组成及其氧化稳定性的研究[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(2): 61~64.

7 陈方永. 中国杨梅产业发展现状, 问题与对策浅析[J]. 中国果业信息, 2012(7): 20~22.

8 武振华, 李瑞琴. 基于 TRIZ 理论的花生去壳装置的设计[J]. 现代制造技术与装备, 2013(6): 30~31.

9 钟海雁, 李忠海. 核桃生产加工利用研究的现状与前景[J]. 食品与机械, 2002(4): 4~6.

10 郭贵生. 油菜籽破壳分选技术与设备的研究[D]. 西安:西北农林科技大学, 2010.

11 张林泉, 龚丽. 剥壳机具的现状 & 效果改进方法的探讨[J]. 食品与机械, 2006, 22(4): 72~74.

12 Cheng Ji-yu, Ye Xing-qian, Chen Jian-chu, et al. Nutritional composition of underutilized bayberry (Myrica rubra Sieb. et Zucc.) kernels[J]. Food Chemistry, 2008, 107(4): 1 674~1 680.

13 Cheng Ji-yu, Zhou Shao-huan, Wu Dan, et al. Bayberry (Myrica rubra Sieb. et Zucc.) kernel: A new protein source[J]. Food Chemistry, 2009, 112(2): 469~473.

14 王泽河, 张丽丽, 张秀花, 等. 双辊式对虾粗定向方法的试验与研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 99~101.