

卤水槟榔批量干燥加工工艺研究

吴耀森, 刘清化, 龙成树, 刘 军

(广东省现代农业装备研究所, 广东省农产品干燥加工工程重点实验室,
广州 510630)

摘要: 应用热泵干燥设备, 针对卤水槟榔批量干燥中温度和相对湿度2个主要影响因素设计了单因素干燥实验和多阶段循环干燥实验, 研究了槟榔的二次干燥特性。对干燥后的产品进行水分检测, 对卤水干燥均匀性、色泽、口感等方面进行综合评定, 并与传统库房自然阴干产品进行比较。单因素实验得到黏性物料的干燥应保持较高的相对湿度和较短的高温干燥时间, 且单一温度和相对湿度很难干燥有一定厚度的黏性卤水; 多阶段循环干燥实验结果表明采用常温高湿缓苏能较好促进槟榔入味, 较短时间的高温低湿干燥能较快达到除湿的目的, 防止卤水表面结壳严重, 并得到较优工艺缓苏阶段为参数25℃、80%, 干燥阶段为30℃、60%。采用缓苏-干燥-缓苏的干燥方式, 保证首尾阶段为缓苏段, 且缓苏干燥比为3:1。产品与传统阴干比较, 芳香气息更浓, 干燥时间更短, 提高了生产效率, 所得卤水干燥工艺对生产实践及实现自动化生产有重要意义。

关键词: 卤水槟榔; 热泵; 批量; 二次干燥; 阶段循环

中图分类号: TS 255.41 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2017)01-0120-06

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2017.01.027

Batch drying process of brine areca

WU Yao-sen, LIU Qing-hua, LONG Cheng-shu, LIU Jun

(Guangdong Agricultural Machinery Research Institute, Key Lab of GD for Agricultural
Products Dry Processing Engineering, Guangzhou 510630)

Abstract: Application of heat pump drying equipment studied betel nut secondary drying characteristics, a single factor drying experiment and a multi stage cyclic drying experiment were designed, aiming at the two main factors of the temperature and relative humidity in the batch drying process of brine areca. Moisture detection of dried products, uniform drying of brine, color, taste and other aspects of comprehensive evaluation and compared with the traditional warehouse natural dried products. Single factor experiment to get the sticky material should be kept relatively high relative humidity and high temperature drying time could not be too long, and the single temperature and relative humidity were difficult to dry which there was a certain thickness of the viscous brine. Multistage circulation drying experiment results showed that drying brine areca at room temperature with high wet tempering could better promote areca tasty, shorter time of high temperature and low humidity drying could quickly reach the dehumidifying to prevent serious brine crusts on the surface, and the superior technology had been obtained that the tempering stage was 25℃, 80%, and the drying stage was 30℃ and 60%. Tempering-dry-tempering was a good drying method, while ensure that both of stages were tempering and the tempering drying ratio was 3:1.

收稿日期: 2016-06-04

基金项目: 农产品干燥加工实验室建设及博士启动项目; 广东省2012年度省级现代农业科技提升专项(粤财农[2012]626号)。

作者简介: 吴耀森(1979—), 男, 广东广州人, 硕士, 高级工程师, 主要从事农产品加工装备的研发及推广应用的研究工作。

Compared with the traditional dried products, it had thicker aromatic flavor, shorten the drying time and improve the efficiency of the production. The drying process of the brine was of great significance to the production practice and automatic production.

Key words: brine areca; heat pump; batch; two times of drying; stage cycle

槟榔(*Areca catechu*)又称宾门、洗瘴丹、螺果,是棕榈科乔木槟榔树的干燥成熟种子,源于马来西亚,适合于常年气温较高的热带地区生长。我国种植槟榔的区域主要分布在海南、广东、福建、台湾等地^[1-2]。

槟榔的主要食用方式有鲜槟榔切片食用和经过蒸煮晾干配合佐料(卤水)食用,全世界约6亿人食用槟榔,是世界上仅次于烟草、酒精和咖啡的又一种普遍食用的嗜好品^[3]。槟榔、益智仁、砂仁、巴戟天合称我国四大南药,其果实中含有槟榔碱、鞣质和油脂等多种化学成分^[4]。适量食用槟榔有助于健齿、促消化、降血糖及抗抑郁的作用。有关研究指出,槟榔中槟榔碱的拟胆碱作用刺激M受体使机体兴奋,提升记忆和学习能力^[4-5]。咀嚼槟榔在我国湖南、海南等地是一种传统习俗,在世界范围内有长达两千多年的历史,并延续至今^[6]。据调研报道,集中于湖南和海南的食用槟榔已成为中国食品加工的一大产业,年产值达到(300~400)亿元^[7]。

槟榔极少采用鲜吃的食用方式,大部分槟榔以蒸煮后配合佐料的形式面向消费者。槟榔果蒸煮及干燥的研究已比较成熟,但是槟榔添加辅料(点卤)后二次干燥加工的研究还比较少。目前实践生产中,槟榔卤水干燥的方法主要采用盘子堆叠自然阴干的方式,这种晾片方式时间长、占地广、天气影响因素大且容易遭受鼠虫等污染。

热泵干燥技术是基于逆卡诺循环原理的一种高效除湿干燥技术,它能够有效地利用环境热源,高效、节能并已广泛应用于木材工业、纺织、制药、食品和农产品加工等行业^[8]。因此,论文应用热泵除湿干燥机,研究槟榔卤水干燥加工工艺,通过控制温度、风速、相对湿度、阶段时间等参数,以达到干燥卤水槟榔中卤水的目的,延长槟榔产品的保质期,同时对提高槟榔产业的经济效益有重要作用。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂及仪器

1.1.1 材料 槟榔果切片配辅料即市场上所说的槟榔产品,是现今食用方式最广的一种。市场流通的主要产品总体可分为2大类:烟果槟榔和青果槟榔,2种产品的初始原料相同,深加工的工艺不同。本次实验原料为青果槟榔,主要由油槟榔和卤水构成,质量比约为3:1,湖南某槟榔生产公司提供。

油槟榔:点卤前的槟榔壳,即槟榔果蒸煮切片去芯拌入槟榔油,称之为油槟榔,水分含量为(28~32)%。

卤水:主要成分为饴糖(麦芽糖)(30%~80%)、石灰粉(10%~40%)、卡拉胶(0.1%~0.3%)、甘油及薄荷、香精香料等整体呈碱性黏稠物质,水分含量为(39±1)%。卤水黏性较大,青果用量为对半开槟榔果腔的2/3,卤水最大厚度约为5 mm。

槟榔卤水干燥(二次干燥)要求:保证干燥完后槟榔壳水分为26%以上,槟榔中卤水完全干透,即将卤水水分降到20%以下。

1.1.2 仪器 GHRH低温热泵干燥机:广东省现代农业装备研究所研制,控温范围为(20~35)℃,湿度控制范围为40%~95%,风速为(0~5)m/s,可通过开停2组辅助风机来增大风速;TI213EL型号红外测温仪:测温范围为(-25~1200)℃,精度到1℃;MJ33梅特勒-托利多水分测定仪:瑞士,设定干燥温度为105℃,结果分辨率为0.01%;KA32L型KANOMAX风速测定仪:沈阳加野科学仪器有限公司,风速精确度为0.01 m/s;272-A型干湿温度计:河间市重光温湿度仪表厂,温度刻度精确度为1℃。

1.2 方法

1.2.1 青果槟榔生产加工工艺流程 采摘鲜果→蒸煮、入味→洗涤烘烤→分选、切片→去芯、入香→点卤水、加葡萄→二次干燥(晾片)→真空包装。本次研究的内容为二次干燥。

1.2.2 槟榔卤水干燥实验方法

1.2.2.1 单因素实验方法 湿度变量法:设定温度为27℃,湿度为40%、55%、70%、85%进行干燥

实验, 适时取样进行观察和检测其水分, 当产品内卤水凝结成块, 挤压槟榔壳两侧不出现熔融状且产品外壳柔软, 产品符合要求, 实验结束; 此外, 干燥耗时超过6 h实验结束。

温度变量法: 设定湿度为70%, 温度为20、25、30、35 ℃进行干燥实验, 同上检测产品是否合格。

1.2.2.2 分段干燥实验方法 分段干燥法, 即将干燥过程分成几个层次阶段, 主要控制变量为温度、相对湿度、阶段时间3个因素, 通过控制每一阶段空气干燥介质的物理性质以达到干燥槟榔卤水的目的。分段干燥实验中, 主要采取了低温和高温、低湿和高湿、控制阶段时间5个方面组合设计实验方案, 通过观察干燥过程中的槟榔壳及卤水的变化, 分析其干燥特性, 最终得到合理的干燥工艺, 低温即温度低于25 ℃, 高温即温度等于或高于30 ℃, 低湿湿度低于70%, 高湿湿度等于或高于70%。

1.2.3 产品的综合评定 槟榔产品评价指标主要有 X_1 含水量(26%~28%, 适中、偏高、偏低)、柔软度 X_2 (适当、较硬、硬)、外观色泽 X_3 (有、略有、无)、卤水干燥的均匀度 X_4 (干透、底层熔融、底层成水溶状)、口味 X_5 (好、较好、差)等, 随机选取10位经常咀嚼槟榔的消费者, 对干燥后的槟榔产品5项指标进行打分, 各项分为3个档次, 分值依次为10~8.5、8.5~7、7~6。综合评定分值为各项分数与权重乘积和求平均值 $\bar{Y}$, 见式(1)。根据该公司对干燥后产品5项指标的不同要求设定权重系数, 详见表1。

表1 青果槟榔卤水热泵干燥外观综合评定
各项指标权重系数

评分项目	含水量	柔软度	外观色泽	卤水干燥均匀度	口味
权重系数 ϵ_i	0.15	0.25	0.15	0.25	0.20

注: 权重系数 ϵ_i 中下标 i 与评价指标评分值 X_i 相对应。

产品综合评定分值计算公式为:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \epsilon_k \cdot X_k \quad \dots\dots\dots(1)$$

2 结果与分析

2.1 单因素实验分析

2.1.1 湿度对槟榔卤水干燥的影响 空气湿度是衡量空气介质干燥能力的重要指标之一, 相对湿度值越小则表示空气干燥吸水能力越小。槟榔中加入的卤水是一种混合的黏性物料, 因此干燥过程

中需要保持一定的湿度。温度为27 ℃, 相对湿度为40%、55%、70%、85%的干燥曲线见图1。

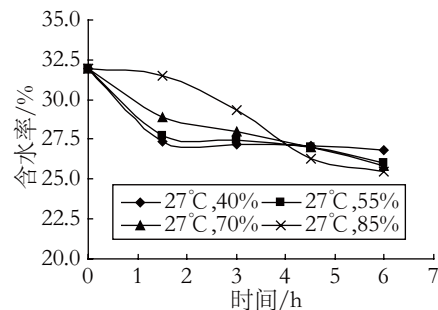


图1 不同湿度下槟榔卤水热泵干燥曲线

由图1曲线可知, 温度为27 ℃时, 干燥前期相对湿度越小曲线上表现为切线越陡, 斜率越小; 随着相对湿度的增大曲线逐渐平缓, 干燥1.5 h后, 相对湿度40%和55%干燥曲线后期几乎没有太大变化。主要原因在于干燥前期失水过快导致卤水表面结壳严重, 卤水上下分层, 热风几乎与湿物料进行传热传质, 所得产品外壳失水严重, 较硬无光泽, 而内部卤水下层依然成水溶状态。相对湿度为70%和85%的前阶段下降更加平缓, 其最终水分含量更低、卤水干燥均匀度更好。以上4种干燥方式所得产品卤水都未能达到干透的效果。

事实上, 主要除湿部分在于卤水, 而卤水为含糖较高的黏性物质, 相对湿度太低, 干燥速率太快卤水表面结壳严重, 反而不能达到降低物料水分, 尤其是降低卤水部分水分的目的。因此, 干燥过程中应保持的相对湿度约为80%, 防止前期卤水表面过快结壳。

2.1.2 温度对槟榔卤水干燥的影响 温度是衡量干燥能力的重要指标之一, 温度越高空气干燥能力越强, 但是对于混合黏性物料, 温度够高并不一定能够得到理想效果。当相对湿度为70%, 温度为20、25、30、35 ℃的干燥曲线见图2。

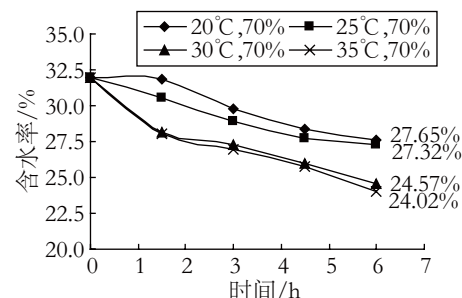


图2 不同温度下槟榔卤水热泵干燥曲线

由图2数据曲线可知, 当相对湿度为70%时, 温度从(20~30)℃曲线发生变化较为显著, 30 ℃和35 ℃曲线走势相差较少, 说明升高温度确实有

利于水分去除。当温度为20℃时,一段时间水分几乎保持平衡,主要是干燥温度低且前期库房湿度较高,而后随着干燥过程进行,热泵主机工作逐渐将库房湿度维持在设定湿度值附近,物料水分逐渐减少,但6 h后整体水分含量为27.65%,在厂家要求范围之内(26%~28%),但卤水水分含量较高,呈水溶状态,不符合要求。温度调高到25℃,曲线过渡平滑,前期流动卤水向油槟榔渗透较好,最终水分达到厂商要求,但是最底层卤水未能干燥,产品不合格。温度为30℃和35℃干燥曲线前期除湿较快,高温下卤水向油槟榔渗透性更好,但前期过快干燥也导致卤水内部水分往表面传送脱节,卤水表面结壳、开裂,上下分层严重,最终经过6 h干燥,油槟榔失水严重,卤水底层仍然未能干透,最终水分低于厂商要求,产品不合格。

事实上,温度的提高有2个方面的好处:其一,能够提高干燥除水的速率,缩短晾片的时间;其二,温度较高流动卤水向油槟榔渗透性更好,起到提高槟榔口感效果。然而,最终产品并未能达到厂商的要求。

综上图1和图2的分析可知,采用单一温度和相对湿度的干燥方式并不能达到最终干透卤水的目的:一方面因为卤水含糖量较高,表面极易结壳的物料特性;另一方面在于油槟榔物理结构使得流动卤水各部分的厚度不一,中间凹陷的部分卤水较为集中难以干燥。

2.2 多阶段实验结果分析

由于最初卤水为产品高水分部分(含水量取39%),油槟榔是产品低水分部分(含水量取30%),而干燥后的产品卤水含水量必须低于20%(含水量取20%)以保证卤水整体为固态,同时最终产品的含水量需高于26%,因此,油槟榔的含水量必须大于26%。通过计算得到槟榔初始含水量为32.25%,最终含水量取27%,计算得到油槟榔最终水分含量为28.81%。

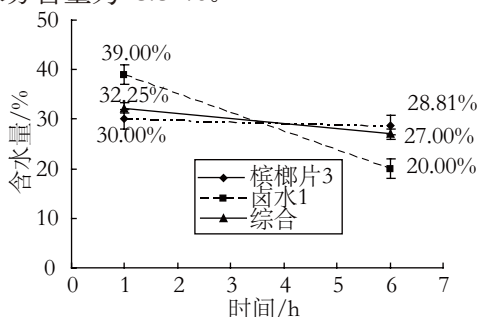


图3 槟榔干燥过程分析曲线

由图3结合上述单因素实验的分析结果可知,槟榔片和卤水初始水分不同导致槟榔卤水干燥过程中出现了局部干燥曲线交错现象,干燥过程采用单一参数很难达到干燥要求。因此,干燥过程中加入缓苏阶段有着重要的意义,采用多阶段缓苏-干燥交错循环的方式有可能最终达到干燥卤水的目的。以下叙述中,高温为(30~35)℃,常温为25℃,低温为20℃,高湿为75%及以上,低湿为55%及以下,干燥缓苏比为1:3。

2.2.1 低温高湿缓苏-高温低湿干燥

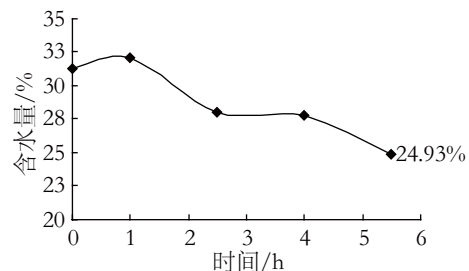


图4 低温高湿缓苏-高温低湿热泵干燥曲线

由图4曲线可知,干燥过程槟榔卤水的水分呈现阶梯下降的状况,其中缓苏阶段起到了使物料各部分水分差距缩小的作用,曲线开始阶段水分略有升高,可能因为库房湿度够高,低温高湿缓苏阶段物料吸收了潮湿空气中的水,缓苏过后槟榔经过了较短时间的高温低湿干燥除湿,而后再缓苏再干燥,最终所产品的水分为24.93%,低于厂商的要求,但是卤水干燥均匀度基本达到要求。

2.2.2 高温高湿缓苏-低温低湿干燥

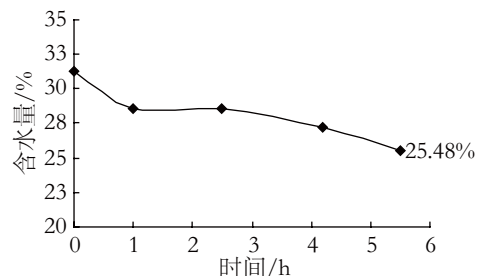


图5 高温高湿缓苏-低温低湿热泵干燥曲线

图5为高温高湿缓苏阶段,槟榔卤水的水分直线下降,原因在于高温下槟榔表面水分蒸发较快,而卤水表面逐渐下沉成凹弧面,前2 h即第一个缓苏阶段卤水表面光滑未出现裂纹,说明由内向外扩散水分和表面蒸发速率维持平衡,但随着进入低温低湿干燥阶段卤水表面出现裂痕、小孔和结壳现象,再次进入缓苏阶段时,卤水表面与下层卤水分分离,油槟榔变得干枯暗淡,所得产品最终水分低于厂商标准,卤水的干燥均匀度较差。

2.2.3 常温高湿缓苏-高温低湿干燥

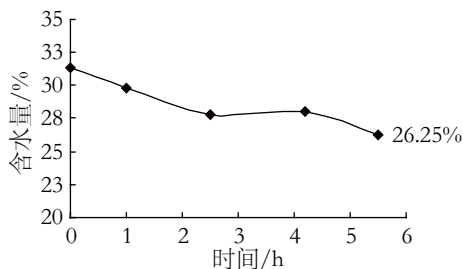


图6 常温高湿缓苏-高温低湿热泵干燥曲线

图6表明常温高湿缓苏过程中,物料水分较高的流体卤水向水分较低的油槟榔渗透,使两者水分梯度差距逐渐缩小,卤水逐渐变黏稠,随之进入短时间高温低湿干燥,槟榔卤水相应蒸发部分水分,但由于油槟榔表面积大于卤水蒸发表面积,再次进入缓苏阶段卤水中的水分将继续向油槟榔里渗透,同时也会向干燥的卤水表面转移水分,为了使两股水分牵引达到最大,必须保持卤水不出现分层现象,因此前期干燥时间不宜过长温度不能太高。得到最终产品的水分含量为26.25%,满足厂商要求,槟榔柔软度、卤水的干燥均匀度以及色泽都能达到较好的要求,且在口感上基本能够保持卤水的原滋原味,槟榔入味较好。

2.2.4 常温高湿缓苏-低温低湿干燥

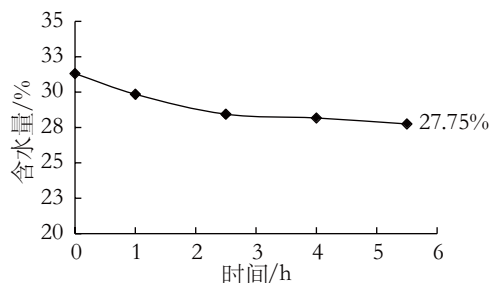


图7 常温高湿缓苏-低温低湿热泵干燥曲线

图7表明缓苏阶段采用常温高湿能够使卤水很好地入味油槟榔中,但是干燥阶段采用低温低湿的方式,由于温度太低干燥能力相对较弱,物料蒸发所需热量较少,整个干燥阶段最多将库内循环的空气介质水分降低,转入下一个较长时间的常温高湿缓苏阶段,热泵主机因为升温运行将导致库内相对湿度进一步降低,而最终无法达到缓苏的目的。最终检测产品的水分为27.75%,虽然在标注范围内,但是卤水水分干燥很少,大部分处于水溶状态,卤水干燥均匀性最差。

2.3 产品综合评定分析

根据食用槟榔NY/T 487-2002的规定,结合某厂家质检部门的建议,对多阶段干燥实验的产品进行了感官评定,低温高湿缓苏-高温低湿干燥、高温高湿缓苏-低温低湿干燥、常温高湿缓苏-高

温低湿干燥、常温高湿缓苏-低温低湿干燥4组实验及自然晾干产品(含水27.50%)对应的产品依次为A、B、C、D、E,综合评定结果见表2。

表2 多阶段热泵干燥槟榔产品综合评定

干燥产品代号	含水量	柔软度	外观色泽	卤水干燥均匀度	口感	综合评分
A	6.5	7.0	6.5	9.0	6.5	7.25
B	7.0	7.5	7.5	7.0	9.0	7.60
C	9.5	9.0	8.5	9.0	8.5	8.90
D	9.0	9.5	8.0	6.5	7.5	8.05
E	9.0	9.5	9.0	9.5	8.0	9.05

注:热泵干燥产品耗时为6.0 h,自然晾干产品耗时约为24 h,湖南某槟榔生产加工公司经验数据。

由表2数据可知,产品E即自然晾干槟榔产品的综合评分最高,自然晾干是槟榔卤水传统的处理方式,产品在市场获得了消费者的认可,但是这种产品晾干耗时间较长,约为热泵干燥的4倍,此外其晾片过程需要人为根据果片干燥程度调节装料盘的高度控制,自然晾片还受天气、鼠类等影响,这种生产模式难以满足生产需求。

产品C即常温高湿缓苏-高温低湿干燥所得产品,与自然晾干产品相近,且在口感上较自然晾干更好,原因在于短时间干燥能更好保持槟榔卤水中香精香料,配料卤水的味道损失较少。产品A缓苏阶段采用低温高湿槟榔纤维收缩变得更致密,而流体物质卤水在温度较低环境下渗透性差,干燥阶段采用高温低湿,能够迅速除湿,但由于前阶段渗透较少,油槟榔蒸发表面积大,所以油槟榔失去大量水,最终导致槟榔产品各项指标都相对较差。产品B采用高温高湿缓苏这种方式能够促进卤水向槟榔内渗透,因此槟榔的口感较好,但是长期高温高湿下油槟榔表面光泽较差,高温高湿下卤水始终处于流动状态,转低温低湿干燥,外壳遇冷变硬,卤水表面结壳,干燥均匀性较差。产品D缓苏阶段采用常温高湿,既能够保持油槟榔的湿分,卤水向油槟榔的渗透也能较好地进行,但是干燥阶段采用低温低湿,干燥能力不够,卤水表面遇冷迅速结壳,最终产品卤水干燥均匀性差。

综合上述数据分析知,传统自然晾干耗时长,香精香料散失较多;采用常温高湿缓苏-高温低湿干燥的多阶段热泵干燥方式,虽在产品色泽和干燥均匀度上面稍逊于自然晾干,但是仍然能够保持较高的品质,而且干燥耗时短,有利于实现槟榔加工自动化生产。

3 结论

本次实验立足于生产实践,旨在解决卤水槟榔批量干燥时间长等实际生产问题,抓住影响槟榔干燥的2个主要影响因子温度和相对湿度,在热泵干燥机下,展开了单因素实验和多阶段干燥实验,得到以下结论:

(1)对于槟榔卤水这种含糖较高的黏性物料,干燥过程中采用单一温度和相对湿度不能将卤水厚度达到5 mm及以上的完全干燥。

(2)采用常温高湿缓苏-高温低湿干燥的多阶段循环干燥方式,保证首尾段为缓苏段,干燥缓苏比为1:3,卤水槟榔干燥效果好,所得产品综合评分与传统自然晾干接近。

此外,槟榔卤水是由糖类等多种物质混合配制而成,不同厂商卤水配方中的物质种类大同小异,但卤水熬制原料比例相差较大,卤水在黏度、含水量以及渗透性方面会有所差别,需针对物料特性进行方案改善。总之,此次卤水槟榔热

泵干燥,打破了传统自然晾干在时间、空间、季节等方面的局限性,将成为实现槟榔的自动化加工生产重要举措。

参考文献:

- [1] 任军方,王文泉,唐龙祥.槟榔的研究概况[J].中国农学通报,2010,26(19):397-400
- [2] 黄玉林,袁腊梅,兰淑惠,等.槟榔提取物抗菌活性的研究[J].食品科技,2009,34(1):202-204
- [3] Gupta PC, Warnakulasuriya S. Global epidemiology of areca nut usage[J]. Addict Biol,2002,7(1):77-83
- [4] 陈峰,刘涛,李建军,等.槟榔的药用价值[J].中国热带医学,2014,(02):243-245
- [5] 王光,胡弼.槟榔碱的研究进展[J].国际病理科学与临床杂志,2010,30(2):171-175
- [6] 姜正,刘清,郭晶,等.槟榔预处理及热风干燥工艺条件优化[J].食品科学,2014,(16):46-51
- [7] 康效宁,吉建邦,李梁.槟榔烘制工艺中不安全因子分析[J].食品与机械,2015,(01):68-70
- [8] 龙成树,刘清化,李浩权,等.基于闭式热泵干燥机桑叶菜干燥工艺探讨[J].食品科技,2015,(11):53-57

欢迎订阅2017年《食品科技》

◎邮发代号: 2-681 ◎月刊

◎全国中文核心期刊 ◎轻工行业优秀期刊

国际标准大16开, 330页/期 精致印刷
可通过各地邮局订阅, 或直接汇款至本刊编辑部订阅
地址: 北京市西城区广安门内大街316号京粮古船大厦
邮编: 100053

全新的一年
期待与您一起见证
食品工业的发展

→2017年火热征订中←