

槟榔热加工中生物碱传质特性及其工艺参数优化

Optimization of heat process parameters and mass transfer characteristic of alkaloids from areca

龚茵茵 杨大伟 高晓婷

GONG Yin-yin YANG Da-wei GAO Xiao-ting

(湖南农业大学食品科技学院, 湖南 长沙 410128)

(College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

摘要:嚼食槟榔热处理加工过程中会产生生物碱损失。为减少其损失,以槟榔干果为试材,探讨煮洗槟榔、煮洗后干燥以及闷香后干燥等热处理对槟榔壳生物碱传质的影响。结果表明,热处理加工使槟榔生物碱从槟榔核中溶出转移到槟榔壳中,进而在壳内扩散至表面,转移和扩散的速率与煮洗温度、时间、次数和干燥温度、时间、干燥工艺等热处理因素密切相关;煮洗最优工艺参数为:饮用水煮洗,温度 75℃,煮洗 2 次,每次 50 min;煮洗后最优干燥工艺参数为:干燥温度 50℃,干燥时间 80 min;闷香后最优干燥工艺以分程干燥为宜,第 1 程 70℃干燥 30 min,第 2 程 80℃干燥 20 min,生物碱的损失率为 8.86%。槟榔果在热处理加工过程中的传质特性和最优工艺参数可为嚼食槟榔加工提供有益的参考。

关键词: 槟榔;生物碱;热处理;传质特性

Abstract: In order to reduce loss of alkaloids to improve chewing quality during the heat treatment process of areca, the dried areca were used as test materials to investigate the effect of factors about boiling wash and drying after wash as well as drying after flavoring on mass transfer of alkaloids in the shell of betel nut. Based on the mass transfer characteristics of alkaloids, the optimum parameters of heat treatment process were designed. The results showed that alkaloids from nuclear of areca will be dissolved out and transfer in the shell, then diffusing from the shell to the surface, the transfer and diffusion rate of alkaloids was closely related to the washing temperature and time, drying temperature and time as well as drying process. At the same time, the optimal process parameters for washing was that the areca were washed two times with 75℃ drinking water, each time for 50 min, the optimal drying process parameters after

washing was drying temperature 50℃ for 80 min, and the optimal drying process after flavoring was that the first drying phase was 70℃ for 30 min the second drying phase was 80℃ for 20 min, and the loss of alkaloids was 8.86%. The characteristics of mass transfer and the optimal processing parameters in the process of heat treatment can provide a useful reference for the processing of chewing areca.

Keywords: areca; alkaloid; heat treatment; mass transfer characteristic

槟榔(*Areca catechu* L.)为棕榈科(palmaceae)槟榔属(areca)植物槟榔的干燥成熟种子^[1]。槟榔作为一种咀嚼嗜好品,主要功能成分是生物碱,其含量越高,咀嚼品质越好。加工过程中,需对槟榔进行高温煮洗、煮洗后干燥以及闷香后干燥等热处理。上述热处理工艺参数对槟榔生物碱含量影响很大,从而影响咀嚼槟榔的品质与风味。目前,主要凭经验设计工艺参数,导致槟榔碱在热加工过程中大量流失,降低了槟榔的咀嚼品质。

槟榔壳和槟榔核中均含有生物碱,后者的生物碱含量远高于前者^[2]。槟榔碱经热处理极易挥发,而槟榔干果的壳主要由纤维素和木质素组成,这种疏松的槟榔壳质构有利于核中槟榔碱挥发进入壳中,然后在壳内传递至表面扩散到环境中。本试验拟通过槟榔核生物碱在壳中传质特性的研究,探讨热处理条件对槟榔壳生物碱含量的影响,在此基础上,设计最优的热处理工艺参数,最大程度减少热加工过程中槟榔碱的损失,提高嚼食槟榔的咀嚼品质与风味,为槟榔加工提供理论与试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

槟榔青果:干品,湖南宾之郎食品有限公司;
中药粉碎机:FW117 型,天津市泰斯特仪器有限公司;
电子分析天平:CP214 型,上海豪斯仪器有限公司;
恒温水浴锅:DFD-700 型,上海惠海电器设备有限公司;

基金项目:校企合作项目(编号:1017DS0400);海南省重大科技专项(编号:ZDKJ2016003-02)

作者简介:龚茵茵,女,湖南农业大学在读本科生。

通讯作者:杨大伟(1968—),男,湖南农业大学副教授,博士。

E-mail: yangdw0929@163.com

收稿日期:2016—03—31

电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9146A 型,上海精宏实验设备有限公司;

可见分光光度计:722s 型,湖南省计量检测研究所;

洞道干燥实验装置:DG-100D 型,浙江中控科教仪器设备有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 槟榔壳生物碱含量的测定 采用酸性染料比色法测定^[3]。以槟榔碱含量 X 为横坐标,吸光度 Y 为纵坐标作标准曲线见图 1,据回归方程计算生物碱含量。

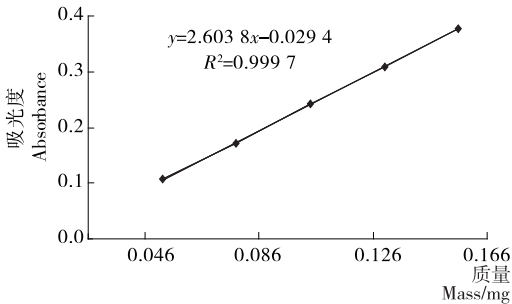


图 1 氢溴酸槟榔碱标准曲线

Figure 1 The standard curve of arecoline hydrobromide

1.2.2 槟榔生物碱在煮洗过程中的传质特性及工艺参数优化设计

(1) 槟榔生物碱在煮洗过程中的传质特性:按槟榔干果与饮用水为 1:5(g/mL)的比例煮洗,煮洗后测定槟榔壳生物碱含量,研究煮洗时间、温度和次数等单因素在不同水平状态下,生物碱在槟榔壳中的传质特性,每个处理重复 3 次,试验方案见表 1。

表 1 煮洗工艺单因素及其水平

Table 1 The single factor and level of washing technology

因素	水平	非处理条件
时间	20,30,40,50,60 min	温度 75 ℃,次数 2 次
温度	30,45,60,75,90 ℃	时间 50 min,次数 2 次
次数	1,2,3,4	时间 50 min,温度 75 ℃

(2) 煮洗工艺参数优化设计:在单因素试验基础上,用 $L_9(3^4)$ 表进行正交试验^[4],每个处理重复 2 次,以槟榔壳生物碱含量为试验指标,取平均值,探讨煮洗工艺最优参数。

1.2.3 槟榔生物碱在煮洗后干燥过程中的传质特性及最优干燥参数 槟榔煮洗后,以干燥温度 50 ℃ 为非处理条件、以干燥时间 40,60,80,100,120 min 为处理条件;同时,以干燥时间 80 min 为非处理条件、以干燥温度 40,50,60,70,80 ℃ 为处理条件,以槟榔壳生物碱含量为试验指标,制作干燥曲线,研究生物碱在煮洗后干燥过程中的传质特性及最优干燥参数。

1.2.4 槟榔生物碱在闷香后干燥过程中的传质特性及最优干燥工艺

(1) 闷香后槟榔果的干燥特性。将闷香后的定量槟榔果置于洞道干燥设备中进行干燥,以干燥温度 50,60,70,

80 ℃ 为处理条件,以相对湿度 40%和热风流量 1.5 m³/s 为非处理条件,每隔 3 min 记录一次槟榔果的重量,制作槟榔果干燥曲线。

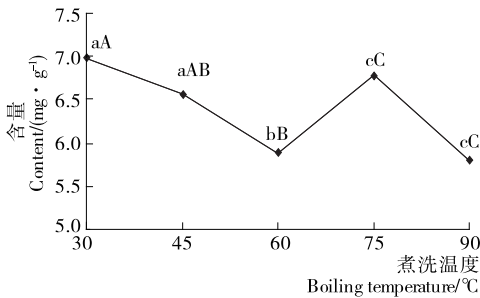
(2) 不同干燥工艺槟榔生物碱的传质特性及最优干燥工艺:以相对湿度 40%和热风流量 1.5 m³/s 为非处理条件,以干燥工艺为处理条件,分别是恒温干燥工艺:设置干燥温度 70 ℃,干燥时间 60 min。分程干燥工艺 I:第 1 阶段,干燥温度 70 ℃,干燥时间 30 min;第 2 阶段,干燥温度 60 ℃,干燥时间 50 min。分程干燥工艺 II:第 1 阶段,干燥温度 70 ℃,干燥时间 30 min;第 2 阶段,干燥温度 80 ℃,干燥时间 20 min。将定量的槟榔果置于洞道干燥设备中进行干燥,每隔 3 min 记录一次槟榔果的重量,制作槟榔果干燥曲线,测定槟榔平衡含水量时槟榔壳生物碱含量,研究不同干燥工艺槟榔生物碱的传质特性及最优干燥工艺。

1.2.5 试验数据统计 试验数据采用方差分析进行处理。

2 结果与讨论

2.1 槟榔生物碱在煮洗过程中的传质特性及工艺参数优化设计

2.1.1 煮洗温度对生物碱在槟榔壳中传质的影响及最优煮洗温度 不同温度煮洗槟榔时,槟榔壳生物碱含量随温度的变化趋势见图 2。



不同小写字母表示因素各水平在 0.05 显著水平上有显著差异,不同大写字母表示因素各水平在 0.01 显著水平上有极显著差异

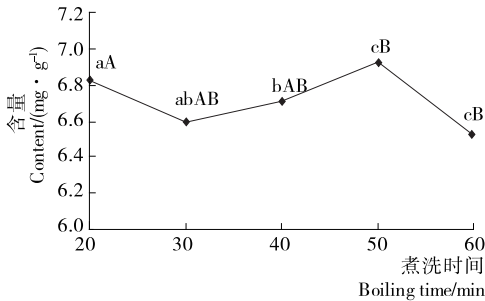
图 2 槟榔壳生物碱含量随煮洗温度的变化

Figure 2 The content of alkaloids from areca shell varies with boiling temperature

由图 2 可知,槟榔壳中生物碱含量随着煮洗温度的升高呈现 3 个阶段,第 1 阶段降低,第 2 阶段升高,第 3 阶段再降低,在 3 个阶段中 75 ℃ 时生物碱含量最高。在第 1 阶段降低是因为随温度升高,槟榔壳纤维逐渐软化,加快了槟榔壳中生物碱的溶出,因而槟榔碱含量降低。在第 2 阶段升高是因为随温度升高,槟榔核中的生物碱溶出转移到槟榔壳中,而槟榔核中的生物碱含量远大于槟榔壳,此时槟榔壳生物碱含量不但不会下降反而会升高。在第 3 阶段时,温度过高,槟榔纤维显著软化疏松,会加速槟榔壳中生物碱的溶出与挥发流失,导致槟榔壳中生物碱含量降低。对试验结果进行方差分析,得方差值 $F = 43.28 > F_{0.01(4,10)} = 5.99$,采用 SSR 法进行多重比较,结果表明,煮洗温度 30 ℃ 与 75 ℃ 之间没有显著差异,60 ℃ 与 90 ℃ 之间也没有显著差异;煮洗温度 45 ℃ 与 75 ℃ 之间无极显著差异;其余处理之间都有显著或

极显著差异。煮洗温度为 30,75 ℃ 时槟榔壳生物碱含量最高,但 30 ℃ 时,温度太低,不利于清洗及纤维软化,因此最优煮洗温度为 75 ℃。

2.1.2 煮洗时间对生物碱在槟榔壳中传质的影响及最优煮洗时间 槟榔壳生物碱含量随槟榔煮洗时间的变化趋势见图 3。



不同小写字母表示因素各水平在 0.05 显著水平上有显著差异,不同大写字母表示因素各水平在 0.01 显著水平上有极显著差异

图 3 槟榔壳生物碱含量随煮洗时间的变化

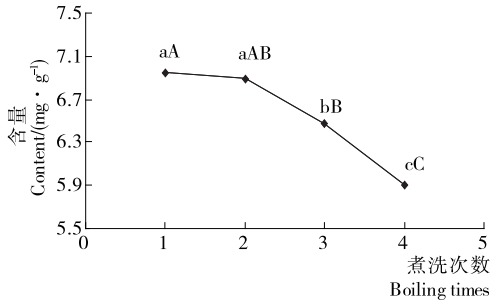
Figure 3 The content of alkaloids from areca shell varies with boiling time

由图 3 可知,槟榔壳中生物碱含量随煮洗温度的升高先降低后升高再降低 3 个阶段。槟榔壳中生物碱含量的阶段性变化是因为槟榔核中生物碱的溶出向壳中传递导致的:在 20~30 min 时,因时间短,热量还没有充分传递到槟榔核内部,槟榔核生物碱没有溶出扩散进入槟榔壳中,因而槟榔壳生物碱含量呈下降趋势;在 30~50 min 时,热量开始传递到槟榔核内部,使槟榔核生物碱溶出扩散进入槟榔壳中,因而槟榔壳生物碱含量呈上升趋势;在 50~60 min 时,槟榔壳生物碱大量扩散到煮洗介质中,生物碱含量呈下降趋势。对试验结果进行方差分析, $F=6.79>F_{0.01(4,10)}=5.99$,采用 SSR 法进行多重比较,结果表明,当煮洗时间为 50 min 和 20 min,20 min 和 40 min,30 min 和 60 min 时,处理之间没有显著和极显著差异;其余处理之间都有显著和极显著差异。考虑经济效益,应选择煮洗时间 20 min,但时间太短,达不到软化槟榔纤维的目的,咀嚼硬度大,口感差,因此,最优煮洗时间为 50 min。

2.1.3 煮洗次数对生物碱在槟榔壳中传质的影响及最优煮洗次数 槟榔壳生物碱含量随槟榔煮洗次数的变化趋势见图 4。

由图 4 可知,槟榔壳中生物碱含量随着煮洗次数的增加而降低。槟榔生物碱在水溶剂中有一定的溶解度,随煮洗次数的增加,槟榔生物碱的损失越多。对试验结果进行方差分析, $F=40.24>F_{0.01(3,8)}=7.59$,采用 SSR 法进行多重比较,结果表明,显著水平 0.05 和 0.01 时,煮洗槟榔 3 次和 4 次使生物碱含量显著降低,而煮洗 1 次和 2 次时生物碱含量无显著差异,但煮洗 2 次的清洗效果会比煮洗一次好,有利于纤维软化,改善槟榔的咀嚼口感,所以最优的煮洗次数为 2 次。

2.1.4 煮洗工艺参数正交优化试验结果与分析 以煮洗温



不同小写字母表示因素各水平在 0.05 显著水平上有显著差异,不同大写字母表示因素各水平在 0.01 显著水平上有极显著差异

图 4 槟榔壳生物碱含量随煮洗次数的变化

Figure 4 The content of alkaloids from areca shell varies with boiling times

度、时间和次数进行 3 水平正交试验,试验方案见表 2,试验结果及其统计分析见表 3、4。

表 2 煮洗工艺正交试验方案

Table 2 Orthogonal test scheme for the washing technology

水平	A 煮洗温度/℃	B 煮洗时间/min	C 煮洗次数
1	70	45	1
2	75	50	2
3	80	55	3

表 3 槟榔煮洗工艺的正交试验结果

Table 3 Orthogonal experimental results for washing areca

试验处理	A	B	C	空列	生物碱含量/ (mg · g ⁻¹)
1	1	1	1	1	6.61
2	1	2	2	2	6.75
3	1	3	3	3	6.34
4	2	1	2	3	6.80
5	2	2	3	1	6.57
6	2	3	1	2	6.86
7	3	1	3	2	6.64
8	3	2	1	3	6.98
9	3	3	2	1	6.93
k_1	6.57	6.68	6.82	6.70	$T=60.48$
k_2	6.74	6.77	6.83	6.75	
k_3	6.85	6.71	6.52	6.71	
R	0.28	0.09	0.31	0.05	

表 4 正交试验结果方差分析[†]

Table 4 Variance analysis of orthogonal experiment results

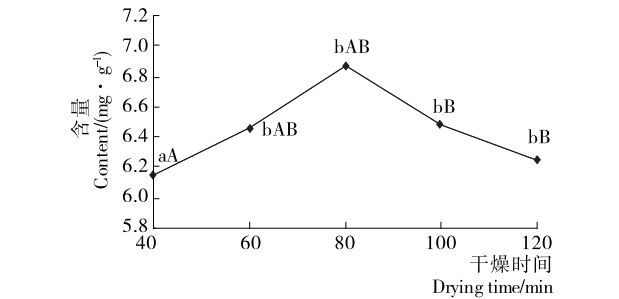
变异来源	SS	df	MS	F	$F_{\alpha(2,2)}$
A	0.13	2	0.063	29.48 *	$F_{0.05(2,2)}=19$
B	0.01	2	0.005	2.48	$F_{0.01(2,2)}=99$
C	0.19	2	0.094	44.48 *	
误差	0.004	2	0.002		
总变异	0.33	8			

[†] * 表示因素对试验指标有显著影响。

比较极差分析的 R 值与方差分析的 F 值,各因素对槟榔壳生物碱含量的影响情况是一致的。煮洗时间各水平对槟榔壳生物碱含量的影响没有显著差异,与单因素试验结果一致。各因素对试验指标影响的主次顺序为煮洗次数>温度>时间。最优煮洗工艺参数为:煮洗次数 2 次,煮洗温度 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$,煮洗时间 50 min 。在最优煮洗工艺条件下进行验证实验,槟榔壳生物碱含量达到 7.07 mg/g ,高于正交试验中任何处理,达到了正交设计的目的。

2.2 槟榔生物碱在煮洗后干燥过程中的传质特性及最优干燥参数

2.2.1 干燥时间对生物碱在干燥过程中传质特性的影响及最优干燥时间 煮洗后的槟榔在干燥过程中,槟榔壳生物碱含量随干燥时间的变化趋势见图 5。



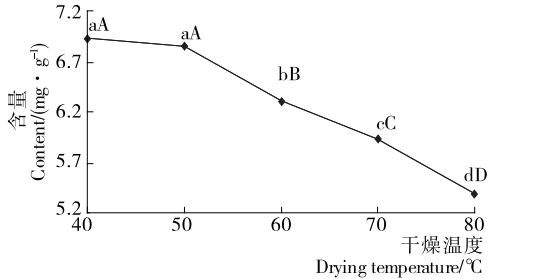
不同小写字母表示因素各水平在 0.05 显著水平上有显著差异,不同大写字母表示因素各水平在 0.01 显著水平上有极显著差异

图 5 槟榔壳生物碱含量随干燥时间的变化
Figure 5 The content of alkaloids from areca shell varies with drying time

由图 5 可知,槟榔壳中生物碱含量随干燥时间的增加先升高后降低,是因为煮洗后的槟榔含水量较高,干燥时槟榔壳中水分以液态扩散形式传递到表面,同时,槟榔核中的生物碱伴随水分的扩散传递至槟榔壳中,因此,随时间的增加,槟榔壳生物碱含量逐渐增加;当干燥时间超过 80 min 时,槟榔含水量显著降低,接近平衡含水量,槟榔壳中缺乏可扩散液态水,槟榔核中生物碱向槟榔壳中传递的速率大大降低,而槟榔壳生物碱继续向空气中挥发,因此,槟榔壳生物碱含量呈下降趋势。对试验结果进行方差分析, $F = 5.06 > F_{0.05(4,10)} = 3.48$,采用 SSR 法进行多重比较,结果表明,干燥 80 min 与其它干燥时间都有显著差异,干燥 80 min 与干燥 $40, 120\text{ min}$ 有极显著差异,而 $120, 100, 60, 40\text{ min}$ 之间没有极显著差异。综上所述,最优干燥时间为 80 min 。

2.2.2 干燥温度对生物碱在干燥过程中传质特性的影响及最优干燥温度 煮洗后的槟榔在干燥过程中,槟榔壳生物碱含量随干燥温度的变化趋势见图 6。

由图 6 可知,槟榔壳中生物碱含量随干燥温度的升高而降低,生物碱在槟榔壳中传递扩散至表面是一个熵增过程,吸热可加快该过程的速率,故温度越高,槟榔壳生物碱含量越低^[5]。试验结果经方差分析, $F = 134.69 > F_{0.01(4,10)} = 5.99$,用 SSR 法多重比较,结果表明, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间没有显著或极显著差异,其它处理间都有显著或极显著差异。考



不同小写字母表示因素各水平在 0.05 显著水平上有显著差异,不同大写字母表示因素各水平在 0.01 显著水平上有极显著差异

图 6 槟榔壳生物碱含量随干燥温度的变化
Figure 6 The content of alkaloids from areca shell varies with drying temperature

虑到 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 比 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干燥时间短,生产效率高,因此最优的干燥温度为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.3 槟榔生物碱在闷香后干燥过程中的传质特性及最优干燥工艺

2.3.1 不同温度的槟榔果干燥特性 闷香后的槟榔在干燥过程中,槟榔果含水量随干燥时间的变化趋势见图 7。

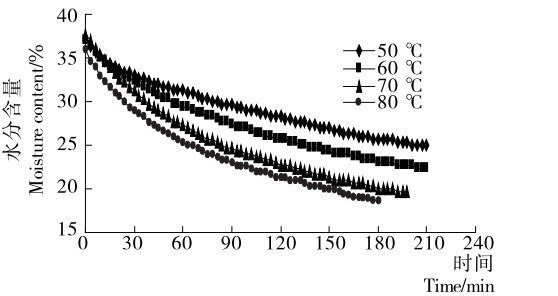


图 7 不同温度的槟榔果干燥曲线
Figure 7 Drying curves of areca catechu for different drying temperature

干燥曲线上任一点的切线斜率可以反映该点时刻的干燥速率。由图 7 可知,在 $0\sim 45\text{ min}$ 干燥阶段, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干燥速率没有明显差异;而 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干燥速率从开始到结束整个干燥阶段就没有明显差异,考虑到温度越高槟榔碱越容易挥发损失,生产实践中不宜选择 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 干燥槟榔果。另外,物料典型干燥曲线包括恒速阶段和降速阶段,2 个阶段之间有十分明显的临界点^[6],分析图 7 可知, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 30 min 后进入降速阶段, $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 20 min 后进入降速阶段,而 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 干燥 10 min 左右即进入降速阶段,这是因为槟榔干果的纤维素含量较高,果壳疏松多孔,同时,果壳开始干燥时的含水量较低,因此,水分的汽化面全部位于槟榔果壳表面的时间较短,呈现短暂的恒速阶段,而且,温度越高恒速阶段越短。上述干燥特性是槟榔果特有的,可为槟榔加工提供有益的指导。

2.3.2 不同干燥工艺槟榔生物碱的传质特性及最优干燥工艺 闷香后的槟榔果采用 3 种工艺干燥,其中干燥工艺 1: $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温干燥 60 min ;干燥工艺 2(分程干燥): $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 干燥

30 min再 60 ℃干燥 50 min;干燥工艺 3(分程干燥):70 ℃干燥 30 min再 80 ℃干燥 20 min。含水量随干燥时间的变化趋势见图 8。

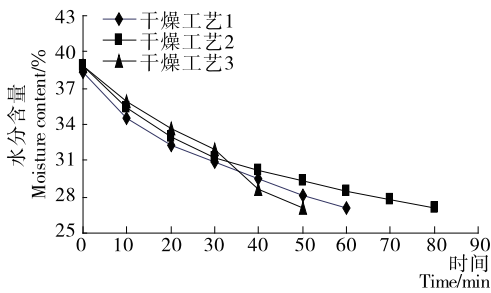


图 8 不同干燥工艺槟榔果干燥曲线

Figure 8 Drying curves of areca catechu for different drying methods

由图 8 可知,0~30 min 时,由于干燥温度相同,3 种干燥工艺的干燥速率基本一致;30 min 后,由于干燥温度不同,含水量的变化趋势有明显的不同,温度越低干燥时间越长。哪一种干燥方法有利于槟榔加工,还要结合槟榔壳生物碱含量综合考虑,不同干燥工艺条件下,槟榔壳生物碱含量见图 9。

由图 9 可知,干燥工艺 3 和干燥工艺 2 是分程干燥,干燥后槟榔壳生物碱含量比恒温干燥高。对试验结果进行 F 检验, $F=56.69>F_{0.01(2,6)}=10.92$,表明不同干燥工艺对槟榔壳生物碱含量有极显著影响。通过多重比较可知,分程干燥 70 ℃(30 min)~80 ℃(20 min)与另外两种干燥工艺达到

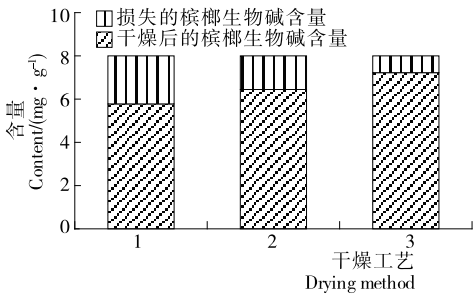


图 9 槟榔壳生物碱含量随不同干燥工艺的变化

Figure 9 The content of alkaloids from areca shell varies with different drying method

了极显著差异;而分程干燥 70 ℃(30 min)~60 ℃(50 min)与恒温干燥 70 ℃(60 min)之间没有极显著差异。恒温干燥 70 ℃(60 min)所需总干燥时间为 60 min,槟榔生物碱的损失率为 27.15%;分程干燥 70 ℃(30 min)~60 ℃(50 min)所需总时间为 80 min,槟榔生物碱的损失率为 19.89%;分程干燥 70 ℃(30 min)~80 ℃(20 min)所需总时间为 50 min,槟榔生物碱的损失率为 8.86%。综上所述,闷香后的槟榔果干燥工艺宜选择分程干燥方法,第 1 程 70 ℃干燥 30 min,第 2 程 80 ℃干燥 20 min,生物碱的损失率为 8.86%。

3 结论

综上所述,嚼食槟榔热处理加工过程中,为了降低生物碱的损失,提高其咀嚼品质,根据生物碱在槟榔壳中的传质特性,对煮洗、干燥等热处理工艺参数进行优化设计。研究表明,热处理加工使槟榔生物碱从槟榔核中溶出转移到槟榔壳中,进而在壳内扩散至表面,转移和扩散的速率与煮洗温度、时间、次数和干燥温度、时间、干燥工艺等热处理因素密切相关;基于生物碱的传质特性,煮洗最优工艺参数为:煮洗温度 75 ℃,煮洗 2 次,每次 50 min;煮洗后最优干燥工艺参数为:干燥温度 50 ℃,干燥时间 80 min;闷香后最优干燥工艺以分程干燥为宜,第 1 程 70 ℃干燥 30 min,第 2 程 80 ℃干燥 20 min,生物碱的损失率为 8.86%。槟榔果在热处理加工过程中的传质特性和最优工艺参数可为嚼食槟榔加工提供有益的参考。

参考文献

[1] 蒋晨凤,杨大伟,高晓婷.基于因素最少化的槟榔多酚错流提取条件研究[J].中国酿造,2015,34(9):87-91.
[2] 古桂花,胡虹,曾薇,等.槟榔不同工艺处理品中 3 种生物碱的含量比较[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(4):44-47.
[3] 高晓婷,杨大伟,蒋晨凤.基于多级错流提取槟榔生物碱的工艺优化[J].食品与机械,2015,31(6):182-185.
[4] 李安平,杨大伟.食品试验设计与分析[M].武汉:华中科技大学出版社,2013:160-161.
[5] 杨同舟.食品工程原理[M].北京:中国农业出版社,2001:270-272.
[6] 张慧君,王培清,赵象忠.食品加工技术原理[M].武汉:华中科技大学出版社,2015:310-311.

信息窗

韩国 CJ 第一制糖研究发现:大酱能提高免疫力

食品伙伴网讯 5 月 25 日,据韩媒报道,韩国 CJ 第一制糖通过动物实验研究发现:大酱有提高免疫力的功能,并将相关研究论文刊登在“Journal of Veterinary Science”兽医学、实验动物学领域的国际专业学术杂志上。

CJ 第一制糖将其公司销售的大酱产品制成干粉状后,注射到实验鼠体内进行了动物实验。结果发现:注射大酱的实验鼠群与对照群相比,体液免疫、细胞免疫、病原性病毒防

御能力等免疫相关的指标呈平均增加趋势,尤其是抵御消除病毒感染细胞或癌细胞的免疫细胞“NK 细胞”的活性更强。

相关研究人员称:通过此次研究,科学性地验证了大酱作为韩国传统酱类本身就有提高免疫力的功能,为使大酱成为全球健康长寿食品,CJ 第一制糖食品研究所还会不断进行后续研究。

(来源:www.foodmate.net)