

细胞照片(放大3000倍)。同图5相比,可以看出恒温浸取过的柚皮细胞细胞壁均匀完整,没有“孔洞”现象。在热力作用下部分细胞发生质壁分离现象,但细胞膜相对较完整。

由以上的透射电子显微镜的照片分析可知,微波浸取之所以比传统加热浸取速度快,回收率高,主要是因为微波作用下,一部分细胞的细胞和细胞膜已经被破坏,有利于细胞内物质的渗出。造成这种现象的原因可能是电子微波的非热生物效应——“电穿孔”现象。

在本研究中,从能量角度考虑,尽管微波量子能量不能破坏物体内的共价键,但对氢键、范德化力、疏水相互作用、盐键等赖以维持生物大分子高级结构的次级键具有一定的破坏或削弱作用<sup>[4]</sup>。这些次级键是维持生物大分子空间构象、生物膜结构的作用力。从前面的透射电子显微镜的照片可以看出,在微波作用下,柚皮细胞的细胞壁中一些化合物间的价键可能已经被破坏,由于价键的破坏,细胞壁的某一部分变薄,其阻碍固液浸取作用的势垒被削弱,在电磁场能量的作用下,细胞壁表面会随机形成“微孔”,使离子很容易穿过细胞壁,导致细胞膨胀,细胞壁进一步变薄,从而引起微孔迅速变大。由于细胞内外渗透压的不同,造成细胞质外喷,形成电穿孔。由于这些“微孔”的存在和微波的选择性加热,加速了细胞内一些物质的渗

出,提高了浸取时有效组分的质量。

### 3 结论

3.1 在一定功率的微波作用下,蒸馏水、柚皮一水、柚皮的升温趋势基本一致,都随时间的增加而线性升高,其中柚皮的温升最快,其次为柚皮一水,蒸馏水稍慢。

3.2 在微波辐射下,从柚皮中提取天然色素的浸取效率大约是传统加热方法的30倍,并且天然色素的纯度较高,能源消耗少,这有利于工业化生产。

3.3 透射电子显微技术的结果显示,在微波作用下,一部分细胞的细胞壁和细胞膜已经被破坏,有“孔洞”产生,因此,有利于细胞中组分的浸出,并在此基础上提出了细胞壁的“电穿孔”机理。这为微波浸取比传统加热浸取效率高、纯度好提供了一定的理论依据。

### 参考文献

- 1 MacDougall D. B. *Coloring of Food, Drugs, and Cosmetics*. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, USA 1999 ISBN: 0-8247-0215-8. *Food Quality and Preference*. 2000, 11(3): 255.
- 2 李巧玲. 微波辐射下柚皮中天然食用色素的浸取. 华南理工大学博士学位论文, 2001, 36~72.
- 3 张兆煌, 钟若青编译. 微波加热技术基础. 第一版. 电子工业出版社, 1988: 231.
- 4 王保义, 王长广. 电磁场非热生物效应机理研究. 电子科技导报, 1997, (2): 5~7, 20.

## 脱水马兰加工特性的研究

顾青 蒋予箭 杭州商学院食品科学与工程系 浙江 310035

朱睦元 浙江大学生命科学院 杭州 310012

**摘 要** 通过在不同风速(52℃、56℃、60℃)和不同微波输出功率(150W、225W和300W)条件下对马兰进行脱水干燥试验,结果表明,热风干燥时间较长,效率较低,微波干燥随着输出功率的提高干燥率也相应增加,利用微波干燥可以从热风干燥可以从热风干燥所需的200~400min缩短到5~8min,同时,微波干燥能更好地保持马兰的色泽,并有更高的复水性。

**关键词** 马兰 热风干燥 微波干燥 复水性

**Abstract** Kalimeris indica samples were dried by using the following drying processes; hot air drying (52, 56 or 60℃ at 1.5m/s) or microwave drying (at 150W, 225W, or 300W power). The drying of Kalimeris indica took place in the falling rate of drying time with respect to increasing temperature. In MW drying higher drying rates were observed at the higher power level. These results showed that the drying time of Kalimeris indica sample was shortened from 200~400min by hot air drying to the 5~8min range when dried by microwave energy. Microwave for drying Kalimeris indica was better in colour with the highest rehydration property.

**Key words** Kalimeris indica Hot air drying Microwave drying Rehydration

马兰 [*Kalimeris indica* (L.) Sch - Bip], 属菊科, 是野生植物之一, 分布于我国西部、中部、南部、东部各地区<sup>[1]</sup>。春天摘其嫩茎叶食用, 是人们十分喜爱的一种野生蔬菜; 马兰还具有较高的药用价值, 全株可入药, 具有清热、解毒、利尿、消肿之功效。马兰中的各种营养成分均很丰富, 除含有纤维素、蛋白质、糖类、脂肪等营养成分外, 还含有可观的微量元素、胡萝卜素和多种维生素, 如钙、磷、钾、胡萝卜素、维生素 A 和维生素 C 都具有较高的含量<sup>[2,3]</sup>。

为了延长马兰的货架期, 脱水干燥是一种很好的保贮方法, 脱水蔬菜是利用各种脱水技术把蔬菜的含水率降到安全水分形成的产品。目前, 传统的脱水马兰干燥工艺是先杀青, 再在阳光下晒干或热风烘干, 但这些方法生产的马兰色、形、味等质量较差, 严重影响马兰的食用质量和销售价格, 制约了脱水马兰生产的发展。近年来, 国外对微波干燥技术的研究非常重视, 该技术的应用将日益广泛<sup>[4,5]</sup>。微波干燥方法的特点是加热时间短, 内外温度一致, 其热传递方向从内向外与温度传递方向也一致。这种方法同时能够更好地阻止干燥过程中物料组织结构的收缩, 增加干燥率和复水效果。为探讨脱水马兰加工特性及工艺, 本试验通过热风干燥、微波干燥对马兰脱水处理的特点、产品的脱水效果、复水性能、剪切力等进行了研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料: 市售新鲜马兰

### 1.2 设备: S. C. 101 型鼓风电热恒温干燥箱 浙江省嘉兴新胜电器厂

WL-5001 型微波炉 上海第十八无线电厂

TA-XT<sub>2</sub> 型物性测定仪 英国超级仪器公司

电热恒温水浴锅 上海医疗器械五厂

TG328A 电光分析天平 上海天平仪器厂

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 干燥前准备

(1) 清洗原料, 去杂, 去泥, 剔去过老或纤维多的部分。

(2) 将马兰投入 80℃ 护绿液中烫漂 2min → 取出迅速置于流动的清水中充分冷却 → 凉干

#### 1.3.2 干燥实验方法

干燥过程中定时观察和记录物料的重量, 当干燥至试样重量基本不变时, 即认为达到平衡含水率  $X_e$ , 停止干燥。水分比用于表示一定干燥条件下物料还有

多少水分未被干燥除去, 水分比用  $MR = (X - X_e) / (X_0 - X_e)$  表示, ( $X_e$  为平衡含水率,  $X_0$  为初始含水率,  $X$  为干燥中某个时刻的含水率。)

(1) 热风干燥: 在风速为 1.50m/s 下, 分别用 52℃、56℃、60℃ 的干燥温度, 进行干燥试验, 干燥过程中每 10min 记录物料的重量, 直到物料达平衡含水率。

(2) 微波干燥: 分别以微波输出功率为 150、225、300W 进行干燥试验, 每隔 0.5min 记录物料的重量, 直到物料达平衡含水率。

#### 1.3.3 复水性对比试验

复水性通常是指物料干制后重新吸回水分的程度, 可用复水比表示, 复水比 ( $R$ ) =  $W_i / W_d$ , ( $W_i$  为复水试样在某一时刻的重量,  $W_d$  为干燥物料的重量。)

#### 1.3.4 剪切力对比试验

剪切力是衡量脱水蔬菜物性的重要指标之一。本实验测试前速度为 4.0mm/s; 测试速度为 2.0mm/s; 距离为 100mm。

## 2 结果与讨论

### 2.1 热风干燥中温度对马兰干燥的影响

在一定风速下, 风温对干燥速率的影响见图 1, 图 1 显示了在不同干燥温度下干燥时间与水分比 ( $MR$ ) 的关系, 可以看出风温对干燥速率的影响较显著, 风温越高, 干燥速度越快。马兰在干燥温度为 60℃ 时, 干燥时间为 200min; 干燥温度为 56℃ 时, 干燥时间为 350min; 干燥温度为 52℃, 干燥时间为 400min 以上。从脱水马兰外观来看, 在 60℃ 干燥时, 马兰的茎干部的色泽变微褐色; 在 56℃ 干燥时, 马兰的茎和叶的色泽保存较好, 叶片鲜绿; 在 52℃ 干燥时, 马兰的色泽与 60℃ 时干燥时相近, 且最终含水率较高, 干燥不彻底。热风干燥的马兰有碎片, 外观不是很理想。

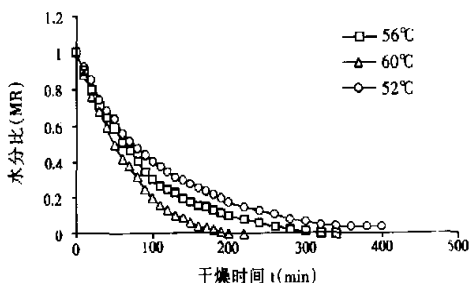


图 1 不同温度下马兰含水率变化曲线

从马兰热风干燥  $MR-t$  曲线可以看出, 试样在干燥后阶段的干燥速率趋向缓慢, 这可能由于马兰组织

结构的损坏而导致水分传送率的下降。

## 2.2 微波中功率对马兰干燥的影响

图2显示了不同微波输出功率对于干燥的影响,在三个微波输出功率150、225、300W下,马兰的脱水干燥时间分别为8、6、5min。与热风干燥相比,大大缩短了干燥时间。由于微波的作用,可使物料内部和表面之间造成一个很大的水蒸气压力差,加速了物料内部水蒸气的快速散发<sup>[6]</sup>。Medeni M.<sup>[7]</sup>应用微波干燥4.3mm香蕉片的干燥时间为13~27min,由于马兰呈薄片状,与干燥介质接触的面积较大,所用的干燥时间为5~8min,虽然干燥时间不尽相同,与热风干燥相比,微波干燥可以节约脱水生产时间。

微波干燥能够很好地保持马兰原有的形态、色泽,其中,在微波输出功率为225W条件下,脱水马兰干燥均匀,基本无碎片,且具马兰特有的清香味。

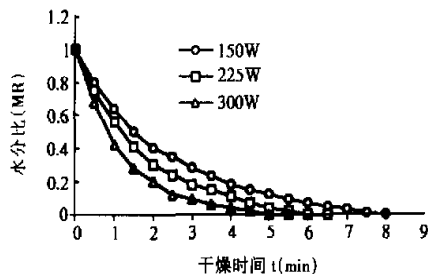


图2 不同微波功率下水率变化曲线

## 2.3 复水性比较

复水特性是评价干燥产品质量的重要指标。如图3所示,微波干燥的马兰复水性能较好,热风干燥的相对要差。在输出功率为225W条件下的微波干燥马兰,其最高复水比可达9.0,而在56℃热风干燥下,最高复水比为6.5。

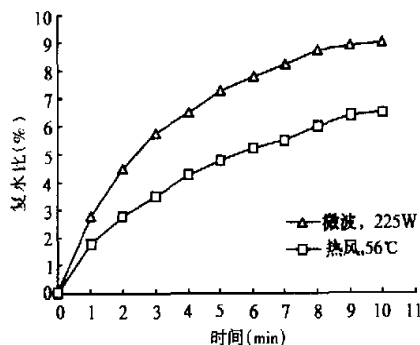


图3 不同干燥方法下脱水马兰的复水曲线

物料在干燥过程中伴随着许多复杂的物理和化学的变化,微波干燥能提高脱水马兰的复水性能,可

以推测微波干燥对马兰组织细胞的损害较小,干燥后的细胞具有较高的回复性能。

## 2.4 剪切力的试验

剪切力变化可以间接反映蔬菜的质地及脆度。干燥温度的不同,干燥物料经复水后的剪切力也不相同,如图4所示。实验中新鲜马兰的初始剪切力为2085g,经56℃干燥并复水后的马兰的剪切力为2062g,所以56℃干燥对物料剪切的影响最小,这也说明基本保持了原有新鲜马兰的质地。52℃、60℃处理的试样的剪切力与新鲜马兰的相距较大,试样复水后变软。从图5可知,经微波225W干燥并复水后的马兰剪切力为1985g,与新鲜马兰的2012g最接近,在150W、300W条件下,复水后马兰的剪切力分别达1905g、1898g,均能保持新鲜马兰原有的质地及脆度。

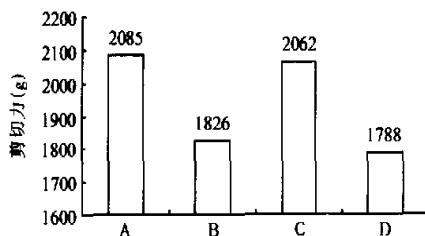


图4 不同干燥温度对剪切力影响的比较

图4 不同干燥温度对剪切力影响的比较

## 3 结论

3.1 通过试验结果分析,干燥温度和微波输出功率均能影响脱水速度、成品品质,适当的干燥温度和微波输出功率可以提高马兰的脱水效果。应用微波干燥生产脱水马兰,可以减少生产时间。马兰热风干燥所需时间为6h,而微波干燥只需6min,可以大大提高效率。

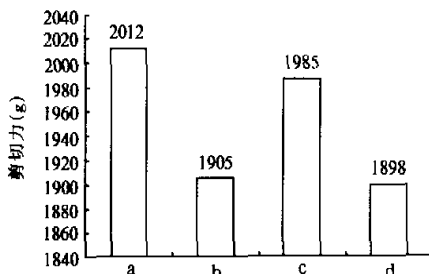


图5 不同微波功率对剪切力影响的比较

图5 不同微波功率对剪切力影响的比较

3.2 热风干燥由于热传递的不均一性,使物料形状干缩;由于物料受热时间长,物料的色泽、复水性等品

质影响较大。微波干燥能保持物料的形状,复水性好,剪切前后变化不大。

3.3 本实验通过热风干燥和微波干燥的比较,采用微波干燥方法收到了较好的效果,但在实验生产中还要进一步研究,为工厂化生产脱水马兰提供更可行的方法。

#### 参考文献

- 1 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志(74). 北京: 科学出版社, 1985, 97 ~ 109.
- 2 雷学仿, 彭珊珊, 张奇凤. 马兰菜中的营养元素. 广东微量元素科学, 1999, (6): 15 ~ 18.
- 3 高宣亮, 秦洁贞编著. 关于营养和食疗的现代认识. 人民卫生出版社, 北京, 1998: 296 ~ 297.
- 4 Drouzas A E. et al. Microwave/vacuum drying of model fruit. *Journal of Food Engineering*, 1999, 39(2): 117 ~ 122.
- 5 李里特, 李秀婷, 张友龙. 微波加工果蔬脆片的研究. *食品科学*, 1995, 16(11): 20 ~ 23.
- 6 Lin, T. M., Durance, T. D., & Scanman, C. H.. Characterization of vacuum microwave air and freeze dried carrot slices. *Food Research International* 1998, 4, 111 ~ 117.
- 7 Medeni M.. Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*, 2000, 44, 71 ~ 78.

## 淀粉种类对甘薯膨化食品品质的影响

雷鸣 卢晓黎 何自新 四川大学轻工与食品工程学院 成都 610065 T62 A

**摘 要** 纯甘薯制品膨化质量差, 适量添加淀粉可显著提高膨化度、改善产品品质。本研究以常用的高温膨化方式, 考察了马铃薯、木薯、甘薯及玉米淀粉对甘薯制品膨化度和感官质量的影响。结果表明, 淀粉添加量在 40% 左右甘薯膨化质量最佳; 不同淀粉对膨化度的影响不同, 马铃薯淀粉 > 木薯淀粉 > 甘薯淀粉 > 玉米淀粉。

**关键词** 淀粉 甘薯 膨化

**Abstract** The puffed pure sweet potato was of poor quality. Suitable starch was added to notably raise puffing degree and improve quality. This paper dealt with general high temperature puffing system to, investigate the ingredients potato, cassava, sweet potato or corn starch used in sweet potato puffing to study the effects of puffing degree and the quality of sense organs. Result showed that when, starch was added around 40% sweet potato puffing quality was best. Different effects of puffing degree were observed in the order as different starches, potato starch > cassava starch > the starch of sweet potato > corn starch.

**Key words** Starch Sweet potato Puff

甘薯是我国的种植历史已有 400 余年, 年产量逾 1 亿吨, 居世界之首。随着科学技术的进步, 甘薯以其丰富的营养及保健价值, 引起了人们的极大关注。近年来, 以甘薯为原料的食品开发已成为国内、外食品研究热点之一。但由于新鲜甘薯水分、糖分含量较高, 淀粉含量相对较低, 所以薯类膨化食品一般以马铃薯为原料, 鲜甘薯为原料的较为鲜见。

笔者在进行以新鲜甘薯为原料生产膨化食品产业化的基础上<sup>[1]</sup>, 进一步探讨了常用的、不同种类淀粉对甘薯膨化食品膨化度及质构所产生的影响, 旨在为甘薯膨化食品的深度开发提供必要的基础数据和理论指导。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

鲜甘薯: 白鲸 4 号, 四川资阳产

马铃薯淀粉(甘肃宁夏产)、木薯淀粉(广西南宁产)、玉米淀粉(吉林长春产)、甘薯淀粉(四川成都产); 符合 GB8884-88 相关规定。

棕榈油: 海皇牌, 马来西亚产

#### 1.2 仪器、设备

SH10A 型快速水分测定仪, PHS-25 型酸度计, QW-6 型切片机, KXH101-14 型恒温干燥箱, CX FAB25 型蒸煮锅及其它实验室常规仪器、设备。

#### 1.3 实验方法

##### 1.3.1 实验原理

从食品的膨化机理来看<sup>[2]</sup>: 膨化是利用相变和气体热压效应, 使被加工物料内部的液体瞬间升温汽化、增压膨胀; 并依靠气体的膨胀力使组分中高分子物质结构变性, 而成为具有网状组织结构特征、定型