

不同预处理对甜玉米粒干燥品质的影响

范东翠, 张 慜*, 王玉川, 陈慧芝

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 采用漂烫和 3% 盐水浸渍预处理, 研究真空冷冻干燥、高真空干燥和真空微波干燥 3 种不同的干燥方式对玉米干燥品质的影响。通过对硬度、脆度、色泽和感官评分等指标的综合分析, 表明 2 种预处理方式均能改善甜玉米粒干燥品质, 对高真空干燥影响最显著, 其中浸渍预处理产品的品质优于漂烫预处理, 但延长了干燥时间。

关键词: 甜玉米粒; 食品预处理技术; 干燥品质

中图分类号: TS 203 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2014)11—1154—06

Effects of Different Pretreatments on the Quality of Dried Sweet Corn Kernels

FAN Dongcui, ZHANG Min*, WANG Yuchuan, CHEN Huizhi

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The effects of blanching and 3% salt-water immersion pretreatments on the quality of dried sweet corn kernels by vacuum freezing drying, high vacuum drying, and vacuum microwave drying were investigated in this paper. The effect of different pretreatments on the hardness, crispness, color and sensory score of the dried product quality were studied. Parameters of included were used to evaluate the dried product quality. Results showed that using both two pretreatments, the quality characteristics of dried products were significantly improved compared with those without pretreatments. In addition, the pretreatments could significantly improve the quality of high vacuum dried sweet corn kernels. The quality of salt-water immersion pretreated dried products was better than that of blanching pretreated products. However, salt-water immersion pretreatment extended the drying time of sweet corn kernels.

Keywords: sweet corn kernels, food pretreatment technology, drying quality

甜玉米又称蔬菜玉米, 属禾本科, 玉米属, 是玉米的甜质型亚种, 是欧美、韩国和日本等发达国家的主要蔬菜之一。它含多种人体必需的蛋白质、糖

类、氨基酸以及维生素, 加上其具有甜、鲜嫩、香的特色而深受各阶层消费者青睐。

甜玉米粒干品是一种新兴果蔬型食品, 已经在

收稿日期: 2013-12-22

基金项目: 国家 863 计划重点项目(2011AA100802)。

* 通信作者: 张 慜(1962—), 男, 浙江平湖, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农产品加工与贮藏方面的研究。

E-mail: min@jiangnan.edu.cn

世界各国得到迅速发展^[1]。预处理是食品加工过程中的一个重要工序,很多加工品都需要这一单元操作。一般而言,预处理对最终产品的色、香、味、形和营养保持具有重要作用。国内外学者对果蔬加工的预处理做过许多研究^[2-6]。作者研究漂烫、盐水浸渍两种预处理方式对甜玉米干燥品质的影响,以期为实际应用提供一定的理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

速冻鲜玉米粒:购于华润超市,保存于超低温冰箱,初始水分约 76.8%。

1.2 仪器与设备

GZX-GF101-2BS 电热鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂;PB203-N 电子天平:梅特勒-托利多(上海)仪器有限公司;CR-400 色差仪:柯尼卡美能达(投资)有限公司;MVD-1 食品干燥试验机:上虞市心业医疗器械有限公司;HH-S 数显恒温油浴锅:金坛市精达仪器制造厂;A11 basic 研磨机:广州仪科实验室技术有限公司;物性分析仪:TA.XT Plus,英国 Stable Micro System 公司;YHW2S-OS 真空微波冻干机:南京亚泰微波能技术研究所。

1.3 实验方法

1.3.1 预处理方法 未处理(对照),热水漂烫(80℃烫 3 min),3%盐水浸渍 12 h。

1.3.2 干燥方法 分别采用真空微波干燥、真空冷冻干燥和高真空 3 种干燥方法,将预处理后的甜玉米粒干燥至含水率 5%左右。真空微波干燥:真空度 7 KPa,微波功率约 8 W/g;高真空干燥:真空度 100 Pa,功率 500 W,温度 50℃。真空冷冻干燥:真空度 100 Pa,功率 500 W,温度 50℃。

1.3.3 硬度和脆度的测定 用物性分析仪测定,测试条件如下:探头 P25;操作模式:测前速度 5 mm/s;测试速度 2 mm/s;测后返回速度 2 mm/s;变形量 30%,感应力 5 g,下压距离 5 mm。硬度值/g 等于曲线中力的峰值,即样品断裂所需要的最大力,数值越大,表明产品越硬。脆度值/g 以出现在下压探头第一次冲向样品过程中坐标图上的第一个明显压力峰值表示,值越小,表明产品脆度越好^[7]。每种样品重复 5 次,取其平均值。

1.3.4 色泽的测定 为了更准确地测定玉米粒的色泽,将其打粉后,采用色差计测定玉米粉的色差。

$L^*=0$ 表示黑色, $L^*=100$ 表示白色; a^* 值为“+”表示偏红,为“-”表示偏绿,值越大表示偏向越严重; b^* 值为“+”表示被测物偏黄,为“-”表示被测物偏蓝。每种样品重复 6 次,取其平均值。

1.3.5 感官评定 选取 10 位训练有素的感官评定员组成评价小组进行感官评定,主要从甜玉米粒的外观、质地、风味三个方面进行评定,满分 10 分,以 10 名评定员的平均评分为综合评分。其评分标准如下^[8]:

1)外观色泽:满分 4 分,边角整齐、膨化均匀、呈淡黄色、色泽均匀 3~4 分,有收缩,膨化均匀、色泽均匀 2~3 分;膨化不均匀、色泽不均匀 1~2 分。

2)质地:满分 3 分,内部结构疏松,质地酥脆、无粉质感 2~3 分;质地较酥脆、脆度一般、膨化较好 1~2 分;膨化不好、有焦糊 0~1 分。

3)风味:满分 3 分,有浓郁的玉米香味 2~3 分;玉米香味较淡 1~2 分;有焦糊味 0~1 分。

2 结果与讨论

2.1 不同预处理下的甜玉米粒干燥曲线

2.1.1 真空微波干燥 真空微波干燥综合了微波和真空的优点,既降低了干燥温度,又加快了干燥速度,具有快速、低温、高效等特点。但其过快的干燥速度会使果蔬切片等物料产生较大的变形,影响产品的外观品质^[9-11]。由图 1 可以看出,不同预处理干燥曲线大致相同,干燥速率先快后慢,呈逐渐下降的趋势。与未处理对比,通过漂烫预处理,缩短了干燥时间,提高了干燥速率;浸渍预处理延长了干燥时间,但不明显。微波真空干燥至水分质量分数 5%左右,漂烫处理组的干燥时间为 50 min,而浸渍处理组则需 60 min。

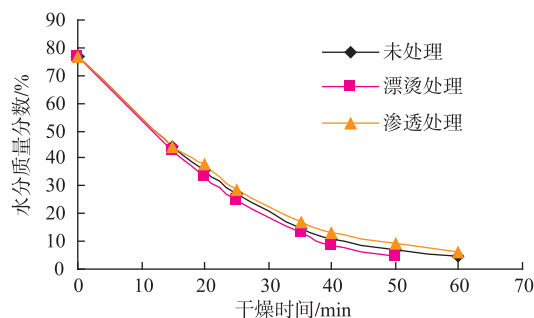


图 1 甜玉米粒的真空微波干燥曲线

Fig. 1 Drying curve of sweet corn kernels during microwave vacuum drying

2.1.2 真空冷冻干燥和高真空干燥 真空冷冻干燥曲线是在样品干燥期间,每隔1小时从干燥仓内取出样品,同时另外一批样品重新装入干燥仓进行干燥,直到规定的相隔时间。当样品达到设定的水分质量分数时干燥过程结束。图2显示,样品的水分质量分数随着冰晶体的升华按照对数曲线下下降,漂烫预处理速率大于浸渍速率,漂烫处理干燥9h,水分质量分数为4.38%,浸渍处理干燥10h,水分质量分数为6.11%。图3表明,高真空干燥同样漂烫处理速率大于浸渍速率,漂烫预处理干燥7h,水分质量分数为4.78%,浸渍处理干燥9h,水分质量分数为5.75%。原因可能是漂烫预处理破坏了甜玉米粒组织细胞,有利于水分的流出,而盐水浸渍,前期干燥速率较快,当干燥到一定时间后,随着水分的挥发,盐液浓度的增大,样品干燥时内部水分的迁移速率明显降低,产品干燥到要求的最低水分质量分数所需要的时间增加,干燥速率减小。其原因可能与物料表面吸收盐分和内部盐渗透脱水有关^[12-13]。

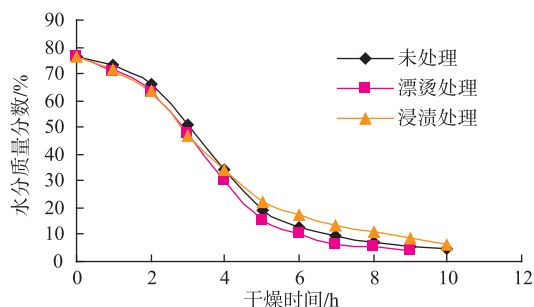


图2 甜玉米粒的真空冷冻干燥曲线

Fig. 2 Drying curve of sweet corn kernels during freezing drying

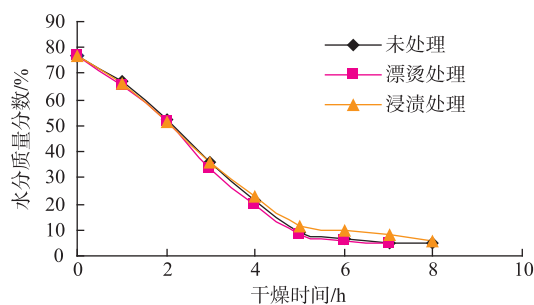


图3 甜玉米粒的高真空干燥曲线

Fig. 3 Drying curve of sweet corn kernels during high vacuum drying

2.2 漂烫预处理对甜玉米粒干燥品质的影响

2.2.1 漂烫对甜玉米粒硬度、脆度的影响 漂烫预处理是农产品干燥前一个重要的加工环节,其目的

主要杀灭果蔬中存在的各种氧化酶,同时能够去除果蔬产品细胞间隙中的空气,防止蔬菜在加工过程中变色、变味和营养成分的损失,从而提高产品的品质。

硬度和脆度是休闲食品重要的两个指标,直接影响到人们食用时的口感。由图4~5可知,经过漂烫预处理,硬度、脆度大小为真空冻干<高真空<真空微波,对照未处理,漂烫预处理能降低甜玉米粒硬度,影响最大的是高真空干燥,硬度由3912.8g下降至2256.1g,脆度由3138.7g降至2587.4g,明显改善了甜玉米粒的品质。原因可能是,漂烫过程中细胞壁及细胞间胶质大分子遭到破坏,导致细胞壁的松动和肿胀,同时可溶性物质及离子流失,从而降低了产品的硬度^[14]。除真空微波干燥硬度值在2800g以上,真空冷冻干燥和高真空干燥均能接受。

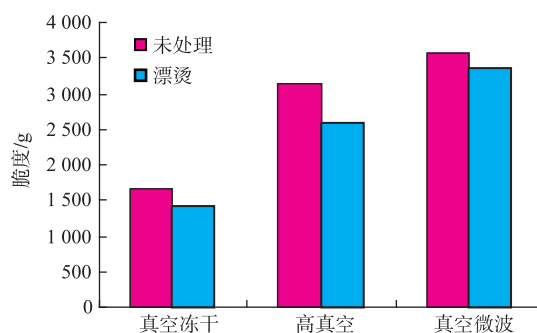


图4 漂烫预处理对甜玉米脆度的影响

Fig. 4 Effect of blanching pretreatment on the crispness of sweet corn kernels

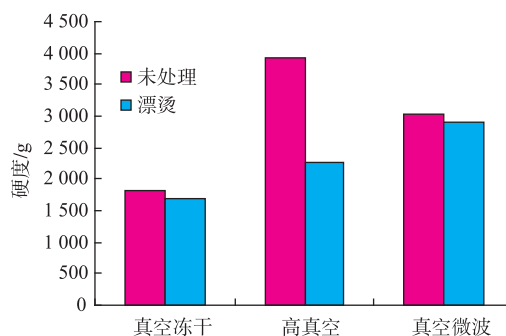


图5 漂烫预处理对甜玉米硬度的影响

Fig. 5 Effect of blanching pretreatment on the hardness of sweet corn kernels

2.2.2 漂烫对甜玉米粒色泽的影响 色泽是评价果蔬干燥产品品质的重要指标。漂烫预处理对甜玉

米粒色泽影响见表1。漂烫处理后,3种干燥方式 L^* 值均变小,冷冻干燥影响最大,由86.10降至81.60; a^* 值高真空减小,冻干和真空微波增大,但不明显。 b^* 值影响较小,在此未列出。甜玉米粒略有退色,原因可能是漂烫预处理使甜玉米粒中胡萝卜素分解^[13]。经预处理后,3种干燥方式中真空微波干燥漂烫预处理 L^* 值最小, a^* 最大,甜玉米粒明显偏红,偏黄,呈黄色,部分有焦糊,其原因可能是物料开始水分质量分数高,内部水分分布差异性,对微波吸收存在不均匀性,容易导致局部温度过高,到微波后期更不易控制,因此局部出现焦糊现象。

表1 漂烫预处理对甜玉米粒色泽的影响

Table 1 Effect of blanching pretreatment on the color of sweet corn kernels

组别		L^* 值	a^* 值
未处理	真空冻干	86.1±1.06 ^f	-2.3±0.43 ^a
	高真空	82.5±0.43 ^b	-0.4±0.30 ^e
	真空微波	73.1±0.12 ^b	2.45±0.26 ^d
漂烫	真空冻干	81.60±0.21 ^D	-1.55±0.37 ^b
	高真空	79.84±0.52 ^C	-1.32±0.49 ^b
	真空微波	70.35±0.68 ^A	2.97±0.07 ^e

注:同一列不同字母表示差异显著($p<0.05$)。

2.2.3 漂烫对甜玉米粒感官品质的影响 漂烫预处理后高真空干燥和真空微波干燥的玉米粒感官品质评分明显高于未处理的样品,见图6。分别由6.60升至7.36,由5.07升至4.20,真空冻干影响不明显。未预处理的真空干燥玉米粒有皱缩,而漂烫预处理的甜玉米粒没有皱缩。未预处理的真空微波干燥玉米粒呈黄褐色或黄色偏红,表面有焦糊现象,部分膨化,部分皱缩,膨化不均匀,有大气泡,漂烫预处理后呈黄色,个别焦糊,无大气泡。真空冻干、高真空干燥产品均为淡黄色,漂烫预处理明显改善了高真空和真空微波干燥产品的感官品质,这与Ramesh等人^[15]研究结果一致。

2.3 盐水浸渍处理甜玉米粒干燥品质的影响

2.3.1 盐水浸渍处理甜玉米粒硬度、脆度的影响 经盐水预处理,硬度大小为真空冻干<高真空干燥<真空微波干燥,见图7。与未处理对比,盐水浸渍均能降低甜玉米粒的硬度,对高真空干燥的甜玉米粒影响最大,硬度由3 912.81 g降至1 832.8 g。脆度大小为高真空<真空冻干<真空微波干燥,其中影响最显著的是高真空干燥,脆度由3 138.7 g降至1 832.8

g,明显改善了甜玉米粒的脆度。

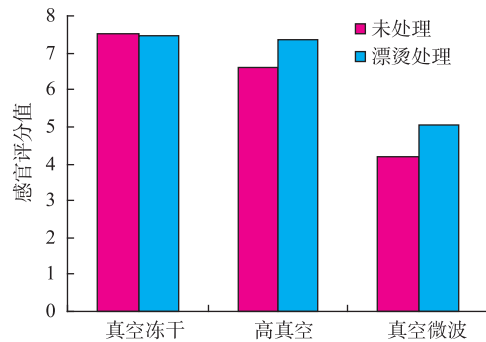


图6 漂烫预处理对甜玉米粒感官品质评分

Fig. 6 Effect of blanching pretreatment on the sensory quality of sweet corn kernels

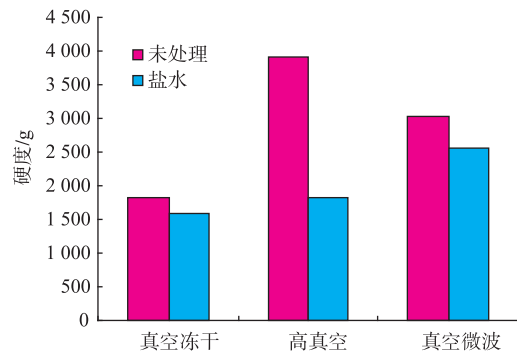


图7 盐水浸渍对甜玉米粒硬度的影响

Fig. 7 Effect of salt-water immersion on the hardness of sweet corn kernels

由图8可知,硬度在1 800~1 900 g范围内,产品的硬度居中,口感酥脆,故未处理真空冷冻干燥和盐水预处理高真空干燥甜玉米粒硬度和脆度比较适中,适合作为一种休闲食品。浸渍有利于维持产品的形状,改善产品的硬度和脆度^[16],有利于在膨化时得到均匀疏松多孔的结构^[17]。

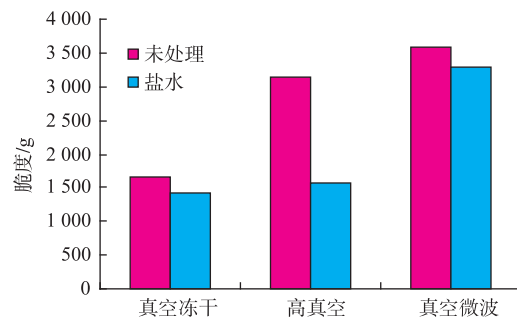


图8 盐水浸渍对甜玉米粒脆度的影响

Fig. 8 Effect of salt-water immersion on the crispness of sweet corn kernels

2.3.2 盐水浸渍处理甜玉米粒色泽的影响 表2显示,经盐水浸渍,真空冷冻干燥甜玉米粒 L^* 变小,高真空干燥变大,真空微波干燥变大, a^* 值分别增加,减少,减少。真空微波干燥影响最显著,浸渍后的甜玉米粒黄色,大部分膨化,有小气泡,口感较酥脆,但仍不能接受,盐水浸渍真空冷冻干燥和高真空干燥甜玉米粒色泽影响小,均能让人接受。低温干燥可充分保留新鲜的色泽^[18]。

表2 盐水浸渍对甜玉米粒色泽的影响

Table 2 Effect of salt-water immersion on the color of sweet corn kernels

组别		L^* 值	a^* 值
未处理	真空冻干	86.1±1.06 ^E	-2.34±0.43 ^a
	高真空	82.5±0.43 ^C	-0.40±0.30 ^b
	真空微波	73.1±0.12 ^A	2.45±0.26 ^d
盐水浸渍	真空冻干	83.57±1.28 ^{CD}	-2.25±0.17 ^a
	高真空	85.00±0.23 ^{DE}	-2.21±0.23 ^a
	真空微波	79.02±2.87 ^B	0.48±0.06 ^c

注释:同一列不同字母表示差异显著($p<0.05$)。

2.3.3 盐水浸渍处理甜玉米粒感官品质的影响 由图9可知,盐水预处理后高真空干燥和真空微波干燥的玉米粒感官品质评分明显高于未处理的样品,分别由6.60升至8.37,由4.20升至6.27,真空冻干影响不明显。真空干燥的玉米粒未处理有皱缩,漂烫预处理后甜玉米粒没有皱缩,色泽淡黄,表皮光滑,骨架结构完整,内部结构较疏松,口感酥脆,硬度适中,但冻干产品口感偏酥;真空微波干燥的色黄,有小气泡。浸渍有利于维持产品的形状,改

善产品的硬度和脆度,色泽影响不显著^[16],但高质量浓度盐水浸渍会破坏细胞组织,造成细胞质壁分离,引起细胞表面皱缩^[19]。

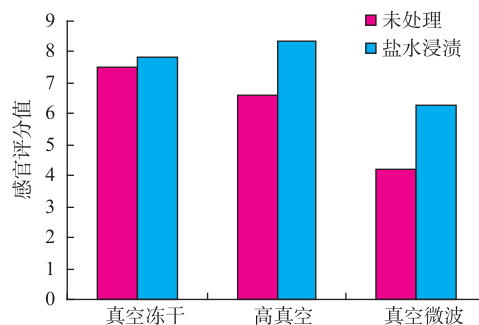


图9 盐水浸渍对甜玉米感官品质评分

Fig. 9 Effect of salt-water immersion on the sensory quality of sweet corn kernels

3 结语

1)与未处理对比,漂烫和盐水浸渍预处理均能改善3种干燥条件下的甜玉米粒品质,其中影响最大的是高真空干燥,二者相比,盐水浸渍预处理的甜玉米粒品质明显优于漂烫预处理,但延长了干燥时间。

2)3种干燥方式中,盐水浸渍预处理高真空干燥甜玉米粒淡黄,表皮光滑,骨架结构完整,膨化均匀,内部结构疏松,口感酥脆,硬度适中,而真空冷冻干燥,脆度过低,口感略逊色于高真空干燥,但未处理真空冷冻干燥产品与盐水浸渍预处理高真空干燥类似。综合考虑品质和生产成本,高真空干燥无疑是最好的选择。

参考文献:

[1] 陈智毅,徐玉娟,尹艳,等.甜玉米多酚类成分的测定[J].食品科学,2010,31(10):235-238.
CHEN Zhiyi, XU Yujuan, YIN Yan, et al. Analysis of polyphenol composition of different parts of an ear of sweet corn [J]. **Food Science**, 2010, 31(10): 235-238. (in Chinese)

[2] 毕金峰,方芳,丁媛媛,等.预处理对哈密瓜变温压差膨化干燥产品品质的影响[J].食品与机械,2010,26(2):15-18.
BI Jinfeng, FANG Fang, DING Yuanyuan, et al. Effect of different pretreatments on the product quality of explosion puffing drying for hami-melon[J]. **Food and Machinery**, 2010, 26(2): 15-18. (in Chinese)

[3] Chiewchan N, Praphraiphetch C, Devahstina S. Effect of pretreatment on surface topographical features of vegetables during drying[J]. **Journal of Food Engineering**, 2010, 101(1): 41-48.

[4] Rastogi N K, Nguyen L T, Balasubramanian V M. Effect of pretreatments on carrot texture after thermal and pressure-assisted thermal processing[J]. **Journal of Food Engineering**, 2008, 88(4): 541-547.

[5] Hiranvarachat B, Devahastina S, Chiewchan N. Effects of acid pretreatments on some physicochemical properties of carrot undergoing hot air drying[J]. **Food and Bioprocess Processing**, 2011, 89(2): 116-127.

[6] Pimpaporn P, Devahastina S, Chiewchan N. Effects of combined pretreatments on drying kinetics and quality of potato chips

- under-going low-pressure superheated steam drying[J]. **Journal of Food Engineering**,2007,81(2):318-329.
- [7] 刘霞,江宁,刘春泉,等.不同干燥方式对黑毛豆仁品质的影响[J].食品科学,2011,32(18):59-62.
LIU Xia,JIANG Ning,LIU Chunquan,et al. Effects of drying methods on the quality of black edamame [J]. **Food Science**,2011,32(18):59-62.(in Chinese)
- [8] ZHANG Jun,ZHANG Min,SHA N Liang. Microwave-vacuum heating parameters for processing savory crisp bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) slices[J]. **Journal of Food Engineering**,2007,79(3):885-891.
- [9] 王静,胡秋辉,辛志宏.真空微波与热风联合干燥蒜片的工艺研究[J].食品工业科技,2011,32(8):280-283,286.
WANG Jing,HU Qiu-hui,XIN Zhi-hong. Study on the combined drying of microwave-vacuum drying(MVD)and air-drying(AD)of garlic slices[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2011,32(8):280-283,286.(in Chinese)
- [10] CUI Z W,LI Ch Y,SUN Y. Combined and freeze drying of carrot and apple chips[J]. **Drying Technology**,2008,26(12):1517-1523.
- [11] 池金颖,张懋,陈凤杰.鱼味脆粒的真空微波干燥及保藏[J].食品与生物技术学报,2013,32(2):174-181.
CHI Jinying,ZHANG Min,CHEN Fengjie. Study on vacuum microwave drying and preservation of fish taste crisp[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2013,32(2):174-181.(in Chinese)
- [12] 田红萍,王剑平.胡萝卜渗透脱水实验研究[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2003,29(2):169-174.
TIAN Hongping,WANG Jianping. Effect of osmotic dehydration pretreatment of carrots [J]. **Journal of Zhejiang University: Agric & Life Sci**,2003,29(2):169-174.(in Chinese)
- [13] 高韩玉.脱水蔬菜预处理条件及其复水特性研究[D].合肥:合肥工业大学,2006.
- [14] Canet W,Akvarez M D,Luna P,et al. Blanching effects on chemistry,quality and structure of green beans (cv. Moncayo)[J]. **European Food Research and Technology**,2004,220(3-4):421-430.
- [15] Ramesh M N,Wolf W,Tevini D,et al. Microwave blanching of vegetables [J]. **Journal of Food Science and Technology**,2002,67(1):390-398.
- [16] 严启梅,牛丽影,袁春新,等.预处理对杏鲍菇脆片品质的影响[J].食品科学,2012,33(6):74-77.
YAN Qimei,NIU Lingying,YUAN Chunxin,et al. Effect of pretreatments on the quality of *Pleurotus eryngii* chips [J]. **Food Science**,2012,33(6):74-77.(in Chinese)
- [17] 阳辛凤.微波膨化加工芒果脆片的研究[J].食品科技,2008(9):31-34.
YANG Xinfeng. Study on the processing of mango chips by microwave puffing[J]. **Food Science and Technology**,2008(9):31-34.(in Chinese)
- [18] 陈凤杰,张懋.真空微波干燥重组鱼丸的研究[J].食品与生物技术学报,2012,31(7):703-711.
CHEN fengjie,ZHANG Min. The study of vacuum microwave drying restructured fish balls [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2012,31(7):703-711.(in Chinese)
- [19] 徐慧文,谢晶,汤元睿,等.金枪鱼盐水浸渍过程中渗盐量及品质变化的研究[J].食品工业科技,2014(12):349-354.
XU Huiwen,XIE Jing,TANG Yuanrui,et al. Study on the permeability of salt and quality change of tuna by the brine solution immersion freezing[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2014(12):349-354.(in Chinese)

会议信息

会议名称(中文):2014年(首届)抗菌科学与技术论坛

开始日期:2014-12-17

结束日期:2014-12-18

所在城市:北京市 东城区

主办单位:全国卫生产业企业管理协会抗菌产业分会

协办单位:中国科学院理化技术研究所

会议主席:江雷 中国科学院院士/中科院理化所研究员

摘要截稿日期:2014-09-30

联系电话:010-62521791/82543499

传真:010-82543499

E-MAIL:ciaa2001@126.com

会议网站:<http://www.kjj.com.cn/hyzx/news/2014-7-23/2014723131505.shtml>