

三种干燥方式对金华火腿片品质的影响

孟岳成, 郑柏根, 陈杰, 李延华, 袁杰, 吴勤

(浙江工商大学食品与生物工程学院, 浙江杭州 310018)

摘要: 研究不同干燥方式对金华火腿片品质的影响, 采用热风干燥、冷冻干燥、真空干燥对金华火腿片进行干燥处理, 从色泽、硬度、挥发性风味物质、复水性能等方面, 分析并比较三种干燥方式对金华火腿片干燥后品质影响的差异性。研究表明: 干燥方式对金华火腿片干燥前后总色差 ΔE 方面存在显著性影响 ($P < 0.05$), 且真空干燥明显优于热风干燥及冷冻干燥; 干燥后的金华火腿片硬度值较未干燥的新鲜火腿片硬度值变低, 其中热风干燥后硬度降低值最小为 2397.12 g, 即与新鲜样品硬度最接近; 真空干燥方式在挥发性风味物质含量中显著优于热风干燥和冷冻干燥, 占全部提取物的 98.69%; 干燥方式对复水率与复原率均有显著影响 ($P < 0.05$), 且冷冻干燥显著优于热风干燥和真空干燥, 其复水率与复原率达到 21.48%、75.60%。

关键词: 金华火腿片; 干燥方式; 品质

文章编号: 1673-9078(2014)12-170-175

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.12.029

Effects of Three Drying Methods on the Quality of Jinhua Ham Slices

MENG Yue-cheng, ZHENG Bo-gen, CHEN Jie, LI Yan-hua, YUAN Jie, WU Qin

(College of Food and Biological Engineering, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The aim of this study was to investigate the effects of three drying different methods, namely hot air drying, freeze drying, and vacuum drying, on the quality of Jinhua ham slices. The color, hardness, volatile flavor substances, and rehydration characteristics as a function of drying method were analyzed. The drying method had a significant influence on the total color change (ΔE , $P < 0.05$) of the Jinhua ham slices. Vacuum drying was much better than hot air drying and freeze drying. The hardness of dried Jinhua ham slices was less than that of fresh ham slices. Hot air drying caused the smallest reduction in hardness at 2397.12 g. Hence, the hardness of the ham slices after this treatment was the closest to that of fresh ham. However, vacuum drying was significantly better than the other two methods in terms of volatile flavor substance contents, which accounted for 98.68% of the total extracts. In addition, the drying method had a significant impact on the rehydration rate and recovery rate ($P < 0.05$). Freeze drying was substantially better than hot air drying and vacuum drying, with the rehydration rate and recovery rate reaching 21.48% and 75.60%, respectively.

Key words: Jinhua ham slices; drying methods; quality

金华火腿作为中华民族最具地方特色的传统畜产品之一, 素以肉质滋润、营养丰富、经久耐藏、芳香独特而名扬海内外^[1]。目前市场上出售的金华火腿成品大体上可分为三类, 即传统的以整个腿出售的第一代产品, 这种产品一般不适用于家庭食用, 主要消费层为宾馆和酒店。后来发展到以火腿分割块为代表的第二代产品, 这种产品虽免除了切割的麻烦, 但作调味料使用还不方便。随后发展到目前的以火腿汁、火腿精为代表的第三代产品, 这些产品虽看不到火腿原有的样子, 却保留了火腿原有的风味, 使用极为方便, 但是目前市场上相关产品极少^[2]。金华火腿生产周期长, 产品在完全自然条件下生产, 产品出品率低, 并

收稿日期: 2014-05-27

基金项目: 2014年浙江省大学生科技成果推广项目(新苗人才计划)

作者简介: 孟岳成(1963-), 男, 教授级高工, 主要从事食品加工的研究

通讯作者: 陈杰(1982-), 男, 讲师, 主要从事食品加工的研究

且产品的含盐量很高, 因此金华火腿目前的消费方式主要是作为调味料。生产具有金华火腿特殊风味的调味料, 一直受到生产企业和研究人员的关注^[3]。金华火腿干燥片能够满足消费者的消费形式, 而且还能使产品有更长的保质期, 具有很大的市场。

热风干燥、真空干燥和冷冻干燥是干燥方式中最常用的几种方式, 且在实际生产中也得到了一定程度的应用^[4]。然而, 这些干燥方式在火腿与火腿制品中的应用, 以及在这些干燥方式下金华火腿干片的特点, 国内外文献却鲜有报道。因此, 采用以上三种干燥方式, 对金华火腿切片后进行干燥具有重大意义, 同时, 通过分析三种干燥方式下金华火腿干片的色泽、硬度、挥发性风味物质、复水性能, 可以有效反映出各干燥方式的干燥效果。

1 材料与方法

1.1 主要材料及预处理

金华火腿：金字火腿股份有限公司。取金华火腿股二头肌部分，去除肌腱和筋膜，并顺着肌肉纹路切成20 mm×20 mm×2 mm大小的薄片，以备干燥。

1.2 主要仪器与设备

电子分析天平，AR1140，美国OHAUS国际贸易公司；九阳料理机，JYL-C020，九阳股份有限公司；电热恒温鼓风干燥箱，GZX-9240MBE，上海博迅实业有限公司医疗设备厂；真空干燥箱，Binder VD53，德国宾得公司；冷冻干燥机，FD-1C-5D，北京博医康实验仪器有限公司；色彩色差计，CR-400，柯盛行(杭州)仪器有限公司；物性测试仪，TA-XT2i，英国Stable Micro System公司；数显恒温磁力搅拌器，85-2，杭州仪表机电有限公司；气相色谱-质谱联用仪，Agilent6890N，美国安捷伦公司；气相色谱分析仪FID检测器，岛津201，日本岛津公司；萃取头，75 μm PDMS/CAR，美国Supleco公司。

1.3 试验方法

1.3.1 干燥方式

采用热风干燥时，将制备好的样品移至恒温鼓风干燥箱内，设置热风干燥温度为70℃，干燥3 h使样品干基含水率小于5%；用真空干燥时，将样品移至真空干燥箱内，真空度设置为0.2 kPa，温度设置为70℃，干燥5 h使样品干基含水率小于5%；采用冷冻干燥时，将样品移至冷冻干燥机内，真空度设置为0.1 kPa，冷阱温度设置为-50℃，干燥36 h使样品干基含水率小于5%。

1.3.2 色泽分析

采用色差计测量金华火腿干燥前后的色泽变化。用CIELAB表色系统表示物料的色泽，其指标包括L*、a*和b*值。L*代表亮度，定义黑色L*=0，白色L*=100，L*值越大，亮度越大；a*值代表物料的红绿度，正值越大，表明物料越偏向红色，负值越大，表明物料越偏向绿色；b*值代表物料的黄蓝度，正值越大，表明物料越偏向黄色，负值越大，表明物料越偏向蓝色^[5]。ΔE值表示待测样品与对照样品之间的色差值，ΔE越大，表明颜色变化越厉害，ΔE值按公式(1)计算。

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2} \quad (1)$$

注：L₀^{*}、a₀^{*}、b₀^{*}-干燥前金华火腿的亮度、红绿度、黄蓝度；L₀^{*}、a₀^{*}、b₀^{*}-干燥后金华火腿的亮度、红绿度、黄蓝度；ΔE-干燥前后金华火腿的总色差。

1.3.3 硬度分析

采用物性测定仪对金华火腿干片的硬度进行测试，设置测前速度为1.0 mm/s，测试速度1.0 mm/s，测后速度1.0 mm/s，触发力3 g，压缩距离2 mm，探头型号为HDP/CFS，数据收集率200 pps，感应源5 Kg；将样品放置于水平工作台中心，并采用质构仪自带软件对样品进行分析；硬度由曲线中最大的峰值表示，单位为“g”，其意义为完全折断该样品所需的力的大小。

1.3.4 挥发性风味物质分析

用顶空固相微萃取法对挥发性风味物质进行萃取，采用75 μm CAR/PDMS萃取头^[6]，使用时将固相微萃取头在气相色谱进样口250℃老化2 h以确保脱去可能吸附的风味物质；取2 g粉碎后的样品于20 mL萃取瓶中，加入5 mL超纯水，将萃取头插入样品瓶并推出萃取纤维头，并将萃取瓶置于60℃水浴锅中恒温吸附40 min，然后将萃取头迅速插入气相色谱仪进样口于250℃下解吸5 min。气相色谱采用HP-5MS弹性石英毛细管柱(30 mm×0.25 mm×0.25 μm)，载气为He气，流速为1 mL/min，以不分流方式进样。升温程序的起始温度40℃，保持5 min，再以5℃/min的速率上升至70℃保持5 min；接着以2℃/min的速率上升至90℃，保持3 min；再以3℃/min的速率上升至180℃，保持3 min；最后以5℃/min的速率上升至240℃并保持10 min。质谱条件为离子源采用EI源，离子源温度为230℃，电子能量为70 eV，扫描质量范围为33.0~550.0 m/z^[7]。之后对质谱图的每个峰利用计算机根据NIST谱库相配匹检索进行定性分析^[8]，再根据GC-FID的峰面积，利用面积归一化法^[9]计算挥发性风味成分及相对百分含量。

1.3.5 复水性能

取干燥后的样品置于100 mL烧杯内，加入50 mL蒸馏水后放于沸水中恒温水浴，每隔5 min取出，用滤纸吸干样品表面至无明显水迹后，测定其重量，重复测定直至恒重。复水率和复原率的计算公式分别如公式(2)和公式(3)^[10]。

$$R\% = \frac{M_2 - M_1}{M_2} \times 100\% \quad (2)$$

$$K\% = \frac{M_2}{M_0} \times 100\% \quad (3)$$

注：R-复水率；K-复原率；M₀-干燥前样品的质量，单位g；M₁-复水前样品的质量，单位g；M₂-复水后样品的质量，单位g

1.3.6 数据分析

每个试验重复三次；试验数据用spss 17.0软件进行显著性分析，利用origin 8.0软件进行作图。

2 结果与讨论

2.1 三种干燥方式对色泽的影响

由表1看出,干燥方式对黄度差值 Δb 不存在显著性($P>0.05$),即三种干燥方式对金华火腿片黄度差值无影响;干燥方式对亮度差值 ΔL 、红度差值 Δa 、总色差值 ΔE 存在显著差异($P<0.05$),且真空干燥制备的火腿干片在亮度差值 ΔL 、红度差值 Δa 、总色差值 ΔE 均显著低于热风干燥和冷冻干燥,即真空干燥方式对金华火腿片干燥后色泽变化影响最小。

热风干燥结束时,样品表面有少许氯化钠结晶析出,影响了水分从样品表面的进一步散失,降低了干燥效率,也使得样品的 ΔL 值和 Δa 值显著增加。在真空干燥和冷冻干燥方式下,样品没有产生像热风干燥一样的大量结晶析出,其亮度变化不如热风干燥大。

真空干燥与冷冻干燥相比,真空干燥是在高温条件下(70℃)进行的,而冷冻干燥在低温条件下(-50℃)进行,因而在真空干燥的条件下,金华火腿中的氨基酸与糖类物质会发生美拉德反应,发生非酶褐变,导致了真空干燥后样品的颜色与冷冻干燥相比 ΔL 值偏低;此外,由于金华火腿中存在亚硝酸钠,在加热后样品中的高铁一氧化氮肌红蛋白经过还原和球蛋白变性,转变成一氧化氮亚铁血色原,出现粉红色的腌肉色泽^[11],从而使得真空干燥下的产品具有更好的感官品质,其 Δa 值也与新鲜样品相比变化较小。

孙卫青等人的研究认为, Δb 值的微小变化可能与 ΔL 值和 Δa 值的较大变化具有等效效应^[12]。冯媛媛等人认为黄度值是切块火腿皮下脂肪的主要感官指标,其与样品中脂肪的氧化程度具有显著的相关性^[13]。本研究发现,三种干燥方式均能使干燥后的样品的黄度值增加且增加程度无显著差异($P>0.05$)。

表1 三种干燥方式对金华火腿片色泽的影响

Table 1 The effects of three drying methods on the color of Jinhua ham slices.

干燥方式	干燥前后色泽差值			
	ΔL	Δa	Δb	ΔE
热风干燥	27.39±1.36 ^a	-14.07±1.26 ^a	8.05±1.10 ^a	31.27±1.96 ^a
真空干燥	11.52±0.77 ^b	-0.29±0.38 ^b	7.24±0.79 ^a	13.99±0.59 ^b
冷冻干燥	19.17±2.40 ^c	-3.40±0.28 ^c	6.97±1.54 ^a	19.47±0.53 ^c

注: ΔL 、 Δa 、 Δb 、 ΔE 表示干燥前后的亮度、红度、黄度、总色差的差值;同一列标注不同字母表示有显著差异($P<0.05$)。

2.2 三种干燥方式对硬度的影响

由图1可看出,三种干燥方式对金华火腿干片硬

度均有显著差异($P<0.05$),其中热风干燥金华火腿片硬度最大(3956.67g),冷冻干燥干燥金华火腿片硬度最小(2676.25g)。而未干燥处理过的新鲜金华火腿片硬度为6353.80g,在干燥过程中,热风干燥相比于真空干燥和冷冻干燥,其主要丧失的是流动性较大的自由水,而真空干燥和冷冻干燥则能够除去一部分结合水,使得样品中蛋白质之间的结合作用力降低,在宏观上表现为样品更脆,更容易被折断;且由于结合水更多的被除去,使得样品的韧性降低,缺乏了水的凝聚力,造成样品内部疏松多孔,其硬度也随之降低。冷冻干燥与真空干燥相比,是由于冷冻干燥后的样品在恢复到室温过程中温度变化较快,并且冷冻干燥能在保持样品整体收缩性较小的情况下除去更多的水分,从而对样品的内部损伤较大,导致其内部产生许多细小的裂纹,使得其硬度大幅度降低。

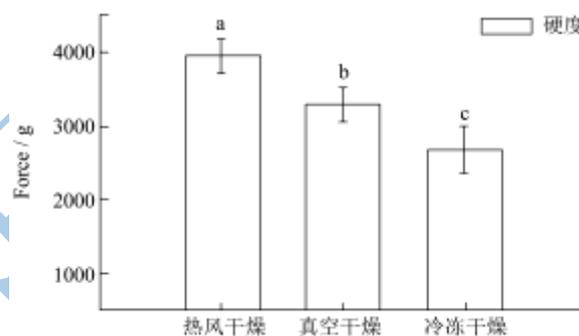


图1 三种干燥方式对金华火腿干片硬度的影响

Fig.1 The influence of different drying methods on the hardness of dried Jinhua ham slices

注:标注不同字母表示在0.05水平上有显著差异。

2.3 三种干燥方式对挥发性风味物质的影响

2.3.1 金华火腿片挥发性风味物质成分

图2至图5为未干燥和三种方式干燥后金华火腿片挥发性成分总离子流色谱图,由表2可以看出,金华火腿中的主要挥发性风味成分以醛类和酮类为主,其主要来源为碳水化合物、脂肪和蛋白质的代谢和降解。

其中,对新鲜样品风味贡献较大的物质为:2,5-辛二酮(28.62%)、壬醛(25.07%)、辛醛(12.42%)、1-辛烯-3-醇(11.97%)、庚醛(8.23%)、苯甲醛(6.48%),柠檬烯(1.26%),1-辛醇(1.11%)、共占全部提取挥发性成分的95.16%;对热风干燥样品风味贡献较大的物质为:壬醛(27.75%)、庚醛(21.83%)、1-辛烯-3-醇(13.49%)、辛醛(12.27%)、苯甲醛(6.65%)、十二烷(7.51%)、十四烷(5.47%),共占全部提取挥发性成分的94.97%;对真空干燥样品风味贡献较大的物质为:庚醛(20.07%)、1-辛烯-3-醇(18.39%)、壬醛(17.27%)、苯甲醛(13.31%)、

辛醛(10.98%)、十二烷(10.15%)、十四烷(3.96%)、顺,2-辛烯醛(2.94%), 共占全部提取挥发性成分的 97.07%; 对冷冻干燥样品风味贡献较大的物质为: 壬醛(26.65%)、辛醛(15.26%)、1-辛烯-3-醇(17.46%)、苯甲醛(12.05%)、十四烷(5.65%)、庚醛(5.02%)、顺,2-辛烯醛(3.31%), 3-辛烯-2-酮(2.83%)、庚醇(2.12%)、3,5-辛二烯-2-酮(2.00%)、癸醛(1.29%), 共占全部提取挥发性成分的 93.64%。

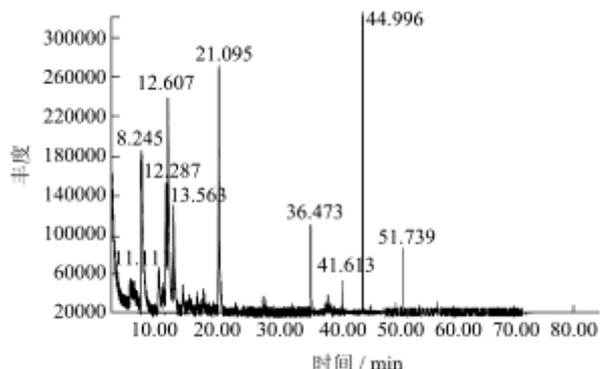


图 2 未干燥金华火腿片挥发性成分总离子流色谱图

Fig.2 The total ion chromatogram of volatile compounds in

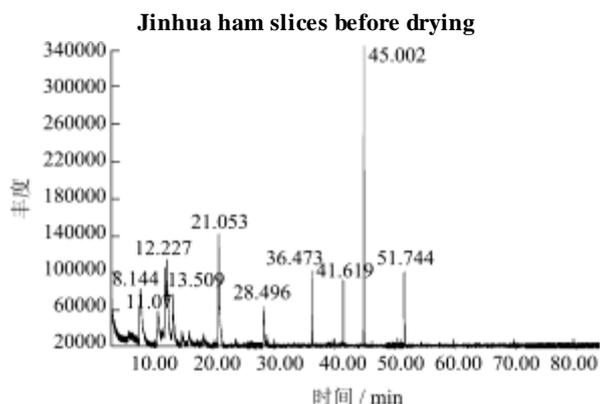


图 3 热风干燥金华火腿片挥发性成分总离子流色谱图

Fig.3 The total ion chromatogram of volatile compounds in

Jinhua ham slices dried by hot air

到目前为止, 已经从金华火腿中鉴定出的挥发性

表2 金华火腿片挥发性物质成分表

Table 2 Volatile flavor compounds in dried Jinhua ham slices

类别	R T	中文名称	相对百分含量/%			
			未干燥	热风干燥	真空干燥	冷冻干燥
醛	8.13	庚醛	6.87	15.91	17.48	4.11
	10.95	苯甲醛	5.41	4.85	11.59	9.87
	13.51	辛醛	10.36	8.94	9.56	12.50
	17.40	顺,2-辛烯醛	0.46	0.24	2.56	2.71
	21.07	壬醛	20.92	20.08	15.04	21.82
	25.17	顺,2-壬烯醛	0.23	ND	0.23	0.6
	16.12	苯乙醛	ND	0.61	ND	ND

转下页

风味化合物主要包括醇、醛、酮、羧酸、含硫化合物等^[14]。本研究中, 干燥前后均检出的挥发性风味物质有: 庚醛、苯甲醛、辛醛、顺, 2-辛烯醛、壬醛、癸醛、1-辛烯-3-醇、十二烷、十四烷、十九烷和萘等, 这些物质构成了金华火腿的主要风味成分, 分别占到未干燥、热风干燥、真空干燥、冷冻干燥金华火腿片全部提取物质的67.61%、97.00%、98.45%和91.55%。因此干燥方式对挥发性风味物质的产生效果由高到低依次为真空干燥、热风干燥、冷冻干燥。

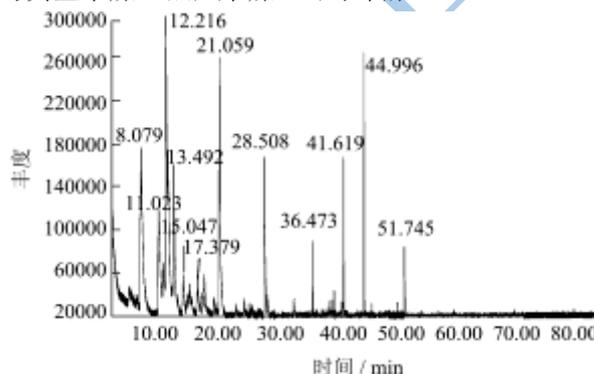


图 4 真空干燥金华火腿片挥发性成分总离子流色谱图

Fig.4 The total ion chromatogram of volatile compounds in

Jinhua ham slices dried by vacuum

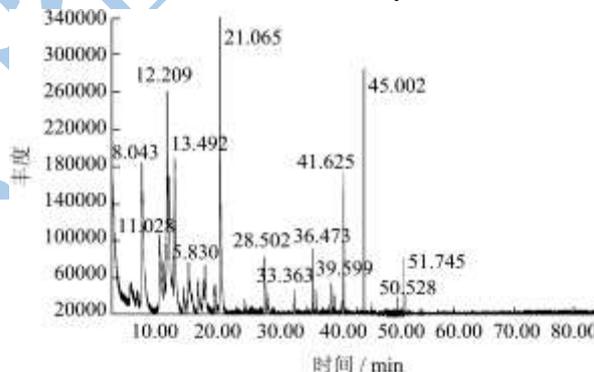


图 5 冷冻干燥金华火腿片挥发性成分总离子流色谱图

Fig.5 The total ion chromatogram of volatile compounds in

Jinhua ham slices dried by freezing

接上页						
	28.97	癸醛	0.53	1.08	0.72	0.91
	29.66	顺,顺,2,4-癸二烯醛	ND	ND	ND	0.06
	12.61	2,5-辛二酮	23.88	ND	ND	ND
酮	15.83	3-辛烯-2-酮	ND	ND	ND	2.32
	19.17	3,5-辛二烯-2-酮	ND	ND	0.31	1.64
	11.77	庚醇	0.75	ND	ND	1.74
醇	12.23	1-辛烯-3-醇	9.99	9.83	16.02	14.30
	18.58	1-十一醇	ND	0.66	ND	ND
	18.60	1-辛醇	1.11	ND	ND	ND
	15.05	柠檬烯	1.05	0.92	ND	ND
	28.62	十二烷	0.79	5.47	8.84	3.82
	39.10	5-甲基-十三烷	ND	ND	0.27	0.22
烃	40.04	3-甲基-十三烷	ND	ND	0.54	ND
	41.62	十四烷	0.89	3.99	3.45	4.63
	46.32	十九烷	0.12	0.18	0.22	0.26
	50.53	十六烷	ND	ND	ND	0.34
其他	26.38	萘	0.07	0.12	0.27	0.04

注：ND表示未检测出。

2.4 三种干燥方式对复水性能的影响

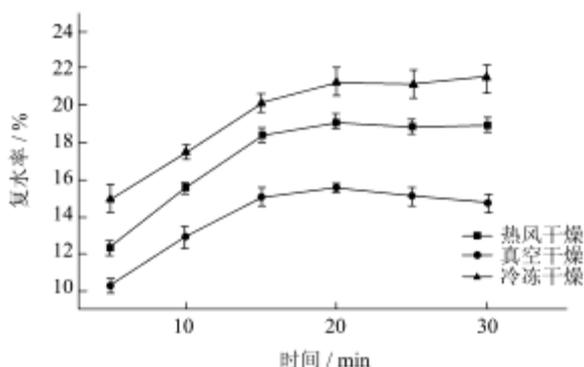


图6 三种干燥方式下金华火腿干片复水率随时间变化

Fig.6 The relationships between rehydration rates and time of dried Jinhua ham slices under different drying methods

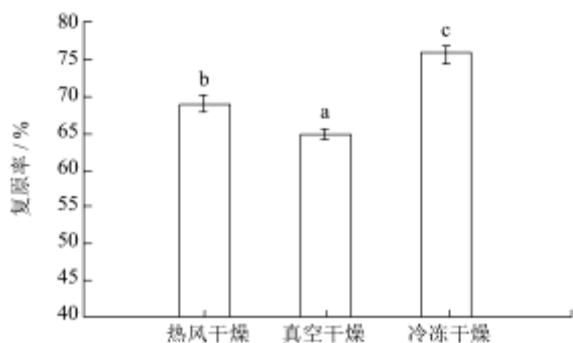


图7 三种干燥方式下金华火腿干片复原率

Fig.7 Effects of different drying methods on recovery rate of dried Jinhua ham slices

注：标注不同字母表示在0.05水平上有显著差异

从图6看出，干燥方式对金华火腿干片复水率有显著的影响 ($P < 0.05$)；30 min时冷冻干燥的复水率值最大为21.49%；而真空干燥复水率值最小为14.74%。复水过程中伴随着两个变化，即样品的吸水与样品中盐分及可溶性物质的溶解，分别使样品的质量增加和减少。在20 min左右时达到复水平衡。在复水前20 min，样品质量不断增加，表明样品吸水速率大于盐分及可溶性物质的溶解速率。在复水20 min左右时，样品水相中的风味物质浓度与溶液中风味物质的浓度达到一致，其质量不再发生显著变化。

图7为三种干燥方式下金华火腿干片的复原率。由图可知，干燥方式对金华火腿干片复原率有显著影响 ($P < 0.05$)；复原率值从高到低的干燥方式依次为冷冻干燥、热风干燥、真空干燥，其值分别为：75.60%、69.00%、49.88%。

热风干燥和真空干燥相比冷冻干燥经过更长时间的热处理，其蛋白质发生降解和变性，可溶性风味物质更易溶出，从而造成热风干燥和真空干燥的复原率低于冷冻干燥。真空干燥与热风干燥相比，其外形变化较小，导致其内部空隙较大，更容易导致可溶性风味物质的渗出，从而使得其复原率更低。

3 结论

采用三种方式干燥金华火腿片，比较分析其品质特性，研究结论如下：在色泽变化和挥发性风味物质

含量方面,真空干燥明显优于热风干燥和冷冻干燥;在复水性能方面冷冻干燥明显优于热风干燥和真空干燥,而采用热风干燥方式干燥后的金华火腿片硬度变化最小。

参考文献

- [1] 祖道海,宋焕禄,江新业,等.金华火腿重要香味化合物的分离鉴定及其生成机理初探[J].食品科学,2004,25(12):139-142
ZU Dao-hai, SONG Huan-lu, JIANG Xin-ye, et al. Isolation and identification of Jin-Hua ham flavor and their forming mechanism [J]. Food Science, 2004, 25(12): 139-142
- [2] 杨燕军.金华火腿精加工产品的研制[D].杭州,浙江大学,2005
YANG Yan-jun. The study of the Jinhua ham processed refine products [D]. Hangzhou, Zhejiang University, 2005
- [3] 王三丽,郇延军,张国农.新型火腿风味调味料的研究与开发[J].肉类工业,2007,8:16-19
WANG San-li, XUN Yan-jun, ZHANG Guo-nong. Study and development of new type flavoring for ham [J]. Meat Industry, 2007, 8: 16-19
- [4] 李瑞杰,张慙.不同干燥方式对胡萝卜片吸湿性及品质的影响[J].食品与生物技术学报,2010,29(3):342-349
LI Rui-jie, ZHANG Min. Drying methods affect the quality and hygroscopic capacity of carrot chips [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2010, 29(3): 342-349
- [5] Kotwaliwale N, Bakane P, Verma A. Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 7(8): 1207-1211
- [6] 章建浩,朱健辉,王莉,等.金华火腿传统工艺过程挥发性风味物质的分析研究[J].食品科学,2004,25(11):221-226
ZHANG Jian-hao, ZHU Jian-hui, WANG Li, et al. Analysis and research on volatile flavor compounds of jinhua ham during traditional processing [J]. Food Science, 2004, 25(11): 221-226
- [7] 田怀香.金华火腿风味物质研究及其风味基料的研制[D].无锡,江南大学食品学院,2005
TIAN Huai-xiang. Research on flavor components of jinhua ham and preparation of its flavoring base [D]. Wu Xi, The School of Food Science and Technology Jiangnan University, 2005
- [8] 王雪莹,黄明亮,王文昕.不同干燥方式下熟化香菇香气成分变化的比较研究[J].食品工业科技,2012,12:184-187
WANG Xue-ying, HUANG Ming-liang, WANG Wen-xin. Study on the change of aroma compounds in cooked lentinous edodes with different drying methods [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 12: 184-187
- [9] 宋瑶瑶.冷配送米饭的品质保持及其货架期研究[D].杭州,浙江工商大学,2012
SONG Yao-yao. Studies on the quality holding and sheif life of cold distributional cooked rice [D]. Hangzhou, Zhejiang Gongshang University, 2012
- [10] 刘书成,张常松,吉宏武,等.不同干燥方法对罗非鱼片品质和微观结构的影响[J].农业工程学报,2012,28(15):221-227
LIU Shu-cheng, ZHANG Chang-song, JI Hong-wu, et al. Effects of drying methods on qualities and microstructure of tilapia fillet [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(15): 221-227
- [11] 张洁,于颖,徐桂花,等.降低肉制品中亚硝酸盐残量的方法及研究进展[J].肉类工业,2010,2:49-52
ZHANG Jie, YU Ying, XU Gui-hua, et al. Methods and research progress of reducing Nitrite residue in meat products [J]. Meat Industry, 2010, 2: 49-52
- [12] 孙卫青,周光宏,徐幸莲.切片火腿色泽稳定性影响因素的研究[J].食品工业科技,2011,6:192-357
SUN Wei-qing, ZHOU Guang-hong, XU Xing-lian. Study on main influencing factors of discoloration of sliced ham [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 6: 192-357
- [13] 冯媛媛.驴肉在腌制过程中发色及保水性的研究[D].保定:河北农业大学,2012
FENG Yuan-yuan. Study on developing color and water-holding capacity of donkey meat during pickling process [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2012
- [14] Careri M, Mangia A, et al. Sensory property relationship to chemical data of Italian-type dry-cured ham [J]. J Food Science, 1993, 58: 968-972