

真空浓缩糖液渗糖及热风干燥对糖姜质量的影响

李维新^{1,2}, 董铁生³, 何志刚^{1,2}, 梁璋成^{1,2}, 林晓姿^{1,2}, 魏巍^{1,2}

(1. 福建省农业科学院农业工程技术研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建省农业科学院农产品加工研究中心, 福建 福州 350003; 3. 福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013)

摘要: 以台湾大肥姜为原料, 研究了真空浓缩糖液渗糖及热风干燥对糖姜品质的影响, 并探讨了产品适宜贮藏的水分活度。结果表明: 采用真空度为 0.090~0.095 MPa 进行真空浓缩的糖液渗糖, 能减少产品褐变, 控制产品还原糖含量, 防止产品吸潮或返砂; 湿糖姜的热风干燥分为加速、恒速和降速 3 个阶段, 加速和恒速期均较短, 干燥过程大部分处于降速期, 其适宜的热风干燥工艺参数为在 70~80℃ 下干燥 7~9 h; 糖姜保持较好口感和良好贮藏性能的水分活度 $A_w \leq 0.69$ 。

关键词: 糖姜; 热风干燥; 真空浓缩; 水分活度

中图分类号: TS 201.1

文献标识码: A

Effects of vacuum concentrated sugar infusion and hot-air drying on qualities of sugar ginger

LI Wei-xin^{1,2}, DONG Tie-sheng³, HE Zhi-gang^{1,2}, LIANG Zhang-cheng^{1,2}, LIN Xiao-zi^{1,2}, WEI Wei^{1,2}

(1. Agricultural products storage and process research centre, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China; 2. Institute of agricultural engineering technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China; 3. Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: Effects of vacuum concentrated sugar infusion and hot-air drying were studied with Taiwan fat ginger on its qualities and proper water activity for preservation. The results showed that using concentrated sugar infusion of 0.09–0.095 MPa decreased the browning of products. It could control the product in reduced sugar content and preserve it from moisture absorption or crystallization. According to the speed of temperature rising, the process of hot-air drying for sugar ginger was divided into three phases of accelerating, constant speed and decelerating. The phases of accelerating and constant speed were relatively shorter than it of decelerating that carrying on the most of drying process. The appropriate drying parameters in this phase were 70–80℃ for 7–9 hours. By which, the sugar ginger maintained good taste with a favorable water activity ($A_w \leq 0.69$) for products stored.

Key words: sugar ginger; hot-air drying; vacuum concentrated sugar infusion; water activity

糖姜是以生姜为原料, 通过腌制、脱盐、糖煮、冷渗糖、烘干等工艺加工而成的一种高档休闲食品, 具有祛寒、祛湿、暖胃、加速血液循环等多种保健功能^[1]。糖姜在加工中极易发生褐变, 而导致产品呈现黑褐色, 影响产品外观。莫开菊等^[2]研究认为发生褐变的主要原因是酚类物质的氧化。但糖姜在烘干期间, 其颜色的加深, 主要是氨基化合物与还原糖之间发生的非酶催化的褐变反应生成棕色甚至是黑色的大分子物质类黑精或称拟黑素, 即

梅拉德反应 (Maillard Reaction), 高温能加速该反应的速度^[3]。蔗糖是生产糖姜必需的原料, 蔗糖在酸性条件下会水解转化为右旋糖和左旋糖, 从而提高糖液的饱和度, 抑制蔗糖结晶, 增大渗透压, 提高制品的耐贮性^[4-5]; 但糖姜产品中还原糖的含量有一定的限制, 对糖姜产品抗吸潮、返砂的适宜还原糖含量进行研究, 发现当产品的还原糖含量在 25%~30% 的范围内时, 能有效防止产品吸潮和返砂, 如还原糖的含量超过 30%, 产品极易吸潮^[6]。

收稿日期: 2011-08-26 初稿; 2011-09-15 修改稿

作者简介: 李维新 (1970—), 男, 副研究员, 主要从事农产品保鲜加工与食品发酵的研发工作 (E-mail: lwx406x@163.com)

通讯作者: 何志刚 (1964—), 男, 研究员, 主要从事农产品贮藏与加工研发工作 (E-mail: njgzx@163.com)

基金项目: 福建省科技计划重点项目 (2007S0010); 福建省财政专项——福建省农业科学院科技创新团队建设基金 (STIF-Y05); 福建省科技计划重点项目——星火计划 (2011S0090)

真空浓缩糖液是为了减少糖姜在长时间的高温下糖煮造成产品的颜色加深、还原糖含量过高,而采取真空浓缩糖液、常温多次渗糖的方法。

微生物是影响食品储藏稳定性的重要因素之一,要保证食品的质量,最基本的一点就是要防止微生物在食品中的生长和繁殖。与水分含量密切相关的水分活度(A_w)决定微生物生长繁殖所需要水的下限值^[7-8]。食物的安全性与食物的水分活度有着密切的关系,微生物有最低限度的 A_w ,如果食品中的 A_w 低于这一数值,微生物的生长繁殖就会受到抑制^[9-10]。笔者研究了真空浓缩糖液渗糖及热风干燥对糖姜品质的影响,并通过对不同 A_w 下产品的微生物的检测,确定了产品适宜贮藏的水分活度、产品的加工参数与保藏的控制性技术指标,为糖姜的加工提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 原料 台湾大肥姜,产于福建平和;柠檬酸,白砂糖等均为食品级。

1.1.2 仪器 RE-310 旋转蒸发器,巩义市予华仪器有限公司;SC69-02C 水分快速测定仪,上海恒平科学仪器有限公司;TMS-PRO 食品物性分析仪,美国 FTC 公司;DHG-9123A 电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验仪器有限公司;HD-3A 水分活度测定仪,无锡市华科仪器有限公司;SP-2100UV 紫外分光光度计,上海光谱仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 糖姜加工基本工艺流程 鲜姜→去皮→盐腌→切块→漂水脱盐→预煮→热渗糖→真空浓缩糖液→冷渗糖→烘干→拌糖→包装→成品

工艺要点:盐腌,去皮后的生姜按姜重的 20%加盐,并加 0.3%的柠檬酸;漂水脱盐,用清水漂洗盐姜,每天换水 3 次,漂洗 3 d;预煮:漂洗后的姜块,加水 2 倍,煮沸 30 min;热渗糖,按姜块 2 倍的比例加入 30%糖水,并加热煮至 30 min,并加糖使糖液糖度达到 50%以上;真空浓缩糖液,对热渗糖后的糖液进行真空浓缩,糖液浓度达到 70%以后,再次浸泡姜块。姜块为边长为 1 cm 的正方体,干燥前湿姜块的含糖量为 65%。

1.2.2 真空浓缩糖液渗糖对糖姜品质的影响 取经过糖姜前期加工后的 51.0%的糖液(pH 为 4.2)共 5 份,每份 500 g,在不同的真空度下进行浓缩(以常压浓缩为对照),使最终糖液的浓度达

到 70%。考查糖液沸腾温度、还原糖含量、浓缩时间、糖液的颜色等。

采用常压浓缩和真空浓缩(真空度 0.095 MPa)浓缩 51.0%的糖液至 70%,分别用浓缩糖液浸泡初次热渗糖的姜块 48 h,之后按照同一工序生产出糖姜产品,分别检测两种产品的总糖、还原糖,并检测吸潮和返砂情况。

1.2.3 热风干燥工艺对糖姜品质的影响

(1) 不同干燥温度下糖姜的干燥特性 称取已渗糖完毕的湿糖姜 5 份,每份 500 g,均匀平铺在托盘上,分别在 50、60、70、80、90℃下于热风干燥箱中烘至含水率为 18%。干燥过程中,每 1 h 快速称量姜块质量,计算失水率;用水分快速测定仪测出原料烘干前的含水率,通过失水率计算出不同干燥时间下姜块含水率,作含水率与干燥时间的曲线图及干燥速度曲线图。

(2) 干燥温度对糖姜品质的影响 称取已渗糖完毕的湿糖姜 5 份,每份 500 g,分别在 50、60、70、80、90℃下干燥,最终产品含水率为 18%~19%,考查不同干燥温度下的干燥时间、产品色泽及理化指标。

1.2.4 含水率对贮藏期间产品微生物的影响 湿糖姜在 70℃下烘干,每 1 h 取样 1 次,得到不同含水率的样品,并测定各个样品在 30℃时的水分活度;不同水分活度的糖姜产品用 PE 膜密封包装,置于 37℃下保温 7 d,检测各处理的细菌总数及霉菌和酵母菌总数。

1.2.5 检测方法 总糖及还原糖:菲林试剂滴定法;水分活度:HD-3A 水分活度测定仪测定;含水率:水分快速测定仪测定;细菌、霉菌和酵母菌:平板计数法;硬度、脆度:TMS-PRO 食品物性分析仪测定;糖液色泽:540 nm 时的 OD 值表示;产品吸潮返砂:糖姜产品置于培养皿中,敞开放置于阴凉干燥处,5 d 后观察产品表面是否吸潮;破开产品观察是否返砂。

2 结果与分析

2.1 真空浓缩糖液对糖姜品质的影响

2.1.1 真空度对糖液浓缩温度、蔗糖转化率、色泽等的影响 糖液的浓度越高,其沸腾的温度越高,浓缩时间会延长。但蔗糖长时间处在酸性介质和高温下,其水解产物会产生少量的羟甲基呋喃醛,还会产生美拉德反应而使产品的色泽加深;过高的沸腾温度还会加快糖液的转化,使糖液里还原糖含量过高而导致产品中的高还原糖而吸潮。

表 1 真空度对糖液浓缩温度、蔗糖转化率等的影响

Table 1 Effects of vacuum degree on concentration temperature and conversion rate of saccharose

真空度 (MP)	温度 (℃)	还原糖 (%)	总糖 (%)	转化率 (%)	浓缩时间 (min)	糖液色泽 (540 nm OD)
0(CK)	104~106	22.45	70.15	32.00	23	0.146
0.080	84~97	19.10	70.20	27.21	20	0.130
0.085	80~92	18.33	70.86	25.87	18	0.121
0.090	68~85	17.56	71.03	24.63	16	0.118
0.095	66~84	16.14	69.87	23.10	14	0.112

真空度越低，糖液中水分汽化的温度越高，浓缩时间越长。常压下糖液的汽化温度最高达到 106℃，浓缩时间为 23 min，而 0.095 MPa 的真空下糖液的汽化最高温度仅为 84℃，浓缩时间为 14 min；温度越高，浓缩时间越长，糖液的转化率提高，转化糖的含量增大，且糖液的褐变程度增大，致使糖液的色泽加深（表 1）。糖液的褐变，最终结果是使糖姜产品的颜色加深。因此，真空度在 0.09~0.095 MPa 下浓缩糖液，既可减少产品褐变，还能控制产品还原糖含量。

2.1.2 真空浓缩糖液对糖姜产品色泽、还原糖及质量的影响 采用真空浓缩糖液加工的糖姜产品，其还原糖含量为 28.52%，在适宜的抗吸潮返砂的范围内（25%~30%），产品色泽浅黄，不吸潮、不返砂。而常压浓缩糖液后加工的产品，还原糖含量为 35.45%，产品色泽较暗，存放后较易吸潮（表 2）。

表 2 真空浓缩对糖姜产品色泽、转化糖及质量的影响

Table 2 Effects of vacuum concentrated sugar infusion on the color, reduced sugar content and qualities of product

方式	还原糖 (%)	总糖 (%)	色泽	吸潮	返砂
真空浓缩	28.52	78.94	浅黄	不吸潮	不返砂
常压浓缩	35.45	79.47	深黄偏暗	吸潮	不返砂

2.2 热风干燥工艺对糖姜品质的影响

2.2.1 干燥温度对糖姜干燥时间的影响 影响热风干燥的因素包括干燥温度、风速、装载量、物料体积等多种因素，其中温度对糖姜的干燥起着决定性的作用。在风速、装载量、物料体积一定的情况下，不同温度下糖姜的干燥曲线及干燥速度曲线如图 1、图 2 所示。温度越高，糖姜产品达到相同水分的干燥时间越短。每个干燥过程明显分为 3 个阶段，即加速干燥阶段、等速干燥阶段和降速干燥阶段。在加速干燥阶段，干燥介质向物料传递热量，

一部分使其温度升高，加大内部水分向外扩散的速率，一部分用于汽化物料表面的自由水分。因为糖姜的初始水分含量较高，干燥初期其水分蒸发速率迅速上升。糖姜干燥过程中的等速干燥阶段较短，这可能是其内部组织结构比较紧密、产品含糖量较高而导致结合态的水分迁移速度受阻的缘故。同时，干燥温度越高，等速干燥的速度也越大。降速干燥阶段占整个干燥过程的大部分。

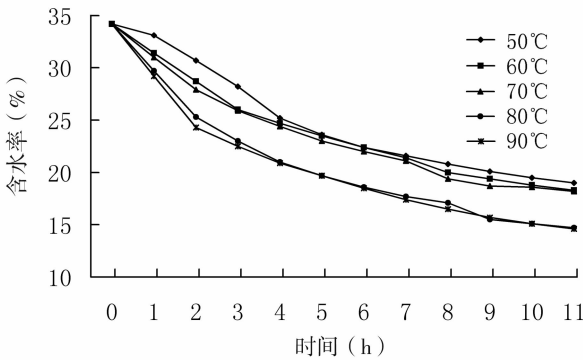


图 1 不同温度下糖姜的干燥曲线
Fig. 1 The drying curve of sugar ginger with different temperature

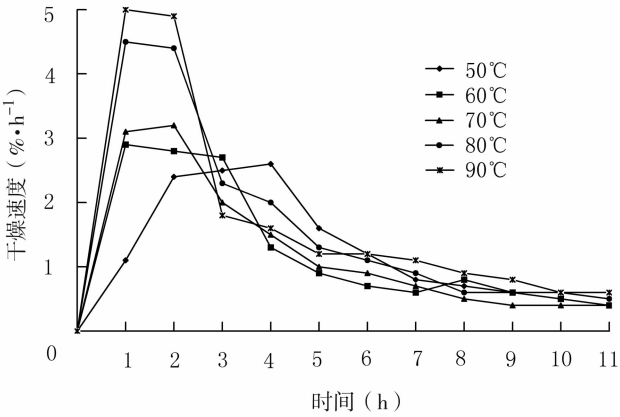


图 2 不同温度下糖姜干燥速度曲线
Fig. 2 The drying rate of sugar ginger with different temperature

2.2.2 干燥温度对糖姜品质的影响 糖姜在不同温度下干燥,当产品含水率达到 18%时,随干燥温度的提高,干燥时间缩短,50℃下需要 11 h,而 90℃只需要 6 h;随着干燥温度的升高,蔗糖转化为还原糖的转化率也增大,同时产品的硬度与脆度都降低。50℃时,产品还原糖含量为 20.2%,总的转化率为 25.1%,而 90℃时产品的还原糖为 32.8%,转化率达到 40.8%,这表明高温能促进

蔗糖的转化。前期研究表明当产品的还原糖含量在 25%~30%的范围内时,能有效防止产品吸潮和返砂,低于 25%易返砂,超过 30%则极易吸潮。同时,干燥温度越高,产品的色泽加深,这是因为高温能加速转化糖与氨基酸的美拉德反应。从产品的色泽、硬度、脆度、还原糖含量等方面综合考虑,糖姜的热风干燥温度以 70~80℃较为合适,其干燥时间为 7~9 h(表 3)。

表 3 不同干燥温度对糖姜品质的影响
Table 3 Effects of drying temperature on sugar ginger qualities

干燥温度 (℃)	干燥时间 (h)	总糖 (%)	还原糖 (%)	转化率 (%)	硬度 (MPa)	脆度 (MPa)	色泽
50	11	80.5	20.2	25.1	2.18	1.36	浅黄色
60	11	79.8	21.2	26.6	2.10	1.26	浅黄色
70	9	79.7	25.3	31.7	1.94	1.16	浅黄色
80	7	79.2	29.3	37.0	1.15	0.95	金黄色
90	6	80.3	32.8	40.8	0.91	0.90	黄褐色

2.3 水分活度对贮藏期间产品微生物的影响

糖姜产品的水分活度受含水率、含糖量、贮藏温度等多种因素影响,但含水率是影响 A_w 的主要因素。影响食品稳定性的微生物主要是细菌、酵母和霉菌,这些微生物的生长繁殖都要求有一定的水分活度才能进行一系列正常代谢。不同水分活度的糖姜产品 37℃保温 7 d 后,随着糖姜产品水分活度的降低,产品中的细菌总数、霉菌和酵母菌总数迅速下降,当糖姜产品的 $A_w \leq 0.71$ 时,产品中的霉

菌和酵母菌无法生长繁殖,此时其细菌总数为 $1\,000\text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ 。当产品的 $A_w \leq 0.69$,其细菌总数为 $950\text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$,符合国家标准。

因此,糖姜产品的安全 A_w 为 0.69,其含水率在 20%以下(图 3、图 4)。但糖姜产品的含水率不能过低,当含水率小于 17%时,产品的质地就变得较硬,口感较差。综合考虑产品的口感、硬度及安全 A_w ,认为产品的适宜含水率为 17%~20%。

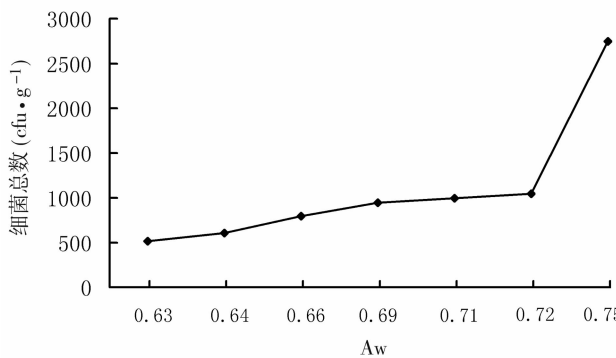


图 3 糖姜产品贮藏 7 d 后的细菌总数
Fig. 3 Total number of bacterial colony in sugar ginger after 7 days storage

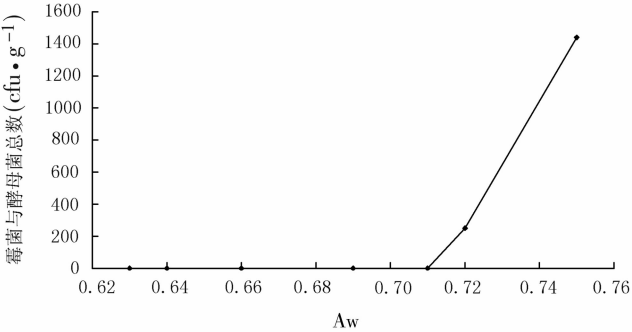


图 4 糖姜产品贮藏 7 d 后霉菌与酵母菌总数
Fig. 4 Total number of mold and yeast in sugar ginger after 7 days storage

3 结 论

3.1 采用真空度为 0.090~0.095 Mpa 时进行真

空浓缩的糖液渗糖,能减少产品褐变,控制产品还原糖含量,防止产品吸潮或返砂。

3.2 糖姜的热风干燥可分为加速期、等速期和降

速期3个阶段,加速和恒速期均较短,干燥过程大部分处于降速期。糖姜产品的热风干燥温度以70~80℃较为合适,干燥时间为7~9 h。

3.3 糖姜产品的安全 A_w 为0.69,保持较好口感和良好的贮藏性能的适宜水分含量为17%~20%。

参考文献:

- [1] 吴晓慧,顾龚平,张卫明,等.姜综合利用及深加工技术研究进展[J].中国野生植物资源,2003,(3):6-8.
- [2] 莫开菊,汪兴平,程超.糖姜片的无硫护色及加工工艺研究[J].农业工程学报,2005,(1):155-158.
- [3] 吴松,秦军.Maillard反应的机理研究[J].贵州工业大学学报:自然科学版,2005,134(4):17-20.
- [4] 叶兴乾.果品蔬菜加工工艺学[M].北京:中国农业出版社,2002:116-122.
- [5] 张志敬.果脯生产中转化糖的工艺[J].食品研究与开发,1997,(1):27.
- [6] 李维新,陈寿景,何志刚,等.阻抗糖姜吸潮返砂加工关键技术研究[J].农产品加工,2009,(2):65-67.
- [7] 卞科.水分活度与食品储藏稳定的关系[J].郑州粮食学院学报,1997,(12):41-48.
- [8] 李琳,万索英.水分活度(A_w)与食品防腐[J].中国食品添加剂,2000,(4):33-37.
- [9] ELIZABETH T E, ROSARIO D. Critical water activity for the preservation of lactobacillus bulgaricus by vacuum drying[J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 128: 342-347.
- [10] 余元善,肖更生,陈卫东,等.凉果加工技术及微生物控制原理[J].广东农业科学,2007,(4):70-72.

(责任编辑:林海清)