



适宜冻干脆片加工的草莓品种筛选

郑丽静¹, 王宝刚², 晋彭辉¹, 安 菲³, 韦 强¹, 王福东¹, 武冬雪¹

(1. 北京市农业技术推广站, 北京 100029; 2. 北京市农林科学院 林业果树研究所, 北京 100097; 3. 十堰市农业科学院, 湖北 十堰 442000)

摘要:为促进冻干草莓的工厂化生产,以红颜、章姬、桃熏、圣诞红为试材,进行冻干加工,通过比较真空冷冻干燥不同品种草莓脆片的加工特性,并进行感官评价(口感、色泽、气味、质地等),初步筛选出适宜冻干脆片加工的草莓品种有圣诞红、章姬和红颜。

关键词:冻干;脆片;草莓;品种;筛选

草莓又叫红莓、洋莓等,属于浆果类水果,果肉多汁,香甜可口,具有很高的营养价值和一定的药理功能,深受广大消费者的青睐^[1-2]。据报道,每 100 g 草莓果肉中含糖 8~9 g、蛋白质 0.4~0.6 g、维生素 C 50~100 mg,比苹果、葡萄高 7~10 倍。而它的苹果酸、柠檬酸、维生素 B₁、维生素 B₁₂,以及胡萝卜素、钙、磷、铁的含量也比苹果、梨、葡萄高 3~4 倍^[3]。

京郊草莓种植面积大,产量高。2016 年北京草莓种植面积为 0.07 万 hm²,产量达 1 万 t^[4]。但草莓制品的加工环节相对比较薄弱,加工制品种类比较少,多以鲜食为主。草莓皮薄多汁,容易损伤,采收期短,上市集中,自然保鲜期短,耐贮性差,易腐烂,不便运输,损耗率高,加之草莓季节性较强,若采摘高峰期鲜果未得到很好地贮藏,将导致价格大幅下降,使果农蒙受损失。贮运保鲜与加工技术配套体系的相对滞后,限制了草莓的远销及生产的大规模化^[5-6]。开发满足不同市场需求的冷链流通保鲜配套技术体系,增加适应不同市场需求的加工产品,是解决这一问题的重要途径。

真空冷冻干燥(简称冻干)技术,是先将湿物料冻结到共晶点^[7]温度以下,使水分变成固态的冰,然后通过抽真空将物料中的水分由固态(冰)直接升华为气态(水蒸气)而排出物料之外,通过真空系统中的水汽凝结器(捕水器)将水蒸气冷

凝,从而在低温低压下获得高品质干燥制品的技术^[8-9]。

将草莓进行冻干加工,高真空、低温的环境条件,能最大限度地保持其原有的营养、色泽、形态和风味,复水性好,贮运销方便,大大延长贮藏期,提高草莓的附加值^[10-13]。脱水草莓干是老少皆宜的休闲食品,有着广阔的市场前景^[14]。

物料本身的理化特性对冻干加工有很大的影响,物料的品种是影响预冻效果、升华干燥、解析干燥时间的重要因素。如不同物料的共晶点不同,冻干加工过程中,预冻温度的选择与共晶点温度密切相关,预冻的最低温度应低于物料的共晶点温度;不同物料干燥的难易程度不同,品种不同,最高许可温度、含水量等均存在差异,干燥的时间也不同^[15]。草莓中含糖量越高,干燥速率越慢,冻干草莓粉的含水量越高^[16]。本试验以红颜、章姬、桃熏、圣诞红为试材,进行切片冻干加工,通过比较真空冷冻干燥不同品种草莓脆片的加工特性,筛选出京郊适宜冻干脆片加工的草莓品种,以期为冻干草莓片的工厂化生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试草莓品种 4 个,即红颜、圣诞红、章姬、桃熏,均采自北京鑫城缘果品专业合作社,九成熟,选取新鲜、大小均匀一致、无病虫害的果实用于试验。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 将草莓进行去蒂,杀菌(2%的食用盐溶液浸泡 3 min 左右),清洗(清水洗 2 次)处理,然后采用无菌刀进行切片(6~8 mm)处理,3 次重复,采用 LGJ-100F 型真空冷冻干燥机进行

收稿日期:2018-01-27

基金项目:北京市农业技术推广站 2018 年科技新星培养资助项目(PXM2018_036204_000053)。

第一作者简介:郑丽静(1987-),女,硕士,农艺师,从事农产品贮藏与加工技术研究与示范推广工作。E-mail:zhenglijing.2008@163.com。

通讯作者:韦强(1968-),男,硕士,高级农艺师,从事农产品贮藏与加工技术研究。E-mail:jzs2004108@163.com。

冻干处理。冻干工艺参数参考前人研究改进,预冻阶段:−30 ℃,3 h;升华阶段:−20 ℃,0.5 h;−5 ℃,1 h;5 ℃,4 h;15 ℃,8 h;20 ℃,0.5 h;解析阶段:40 ℃,1.5 h;50 ℃,2.5 h。升华阶段真空度设置为 70~90 Pa,解析阶段真空度设置为 40~60 Pa。

1.2.2 测定项目与方法 ①共晶点、共熔点的测定:共晶点温度、共熔点温度采用 LGJ-100F 型真空冷冻干燥机自带共晶点、共熔点测试功能测定。②冻干速率和失重率:冻干速率参考刘娟娟等^[17]的计算方法进行,见公式(1);失重率按公式(2)进行。

$$\text{冻干速率}(\%) = \frac{(\text{冻干前总重} - \text{冻干后总重})}{\text{冻干后总重} \times \text{冻干时间}} \times 100$$
$$\text{失重率}(\%) = \frac{\text{冻干前总重量} - \text{冻干后总重量}}{\text{冻干前总重量}} \times 100$$

(1)

(2)

表 1 冻干草莓感官评分标准

Table 1 The sensory score standard of freeze-dried strawberry					
外观形态 Shape	口感 Taste	色泽 Color	脆度 Brittleness	气味 Flavor	分值/分 Score
外观完好,无皱缩变形	比鲜果酸甜度更佳	比鲜果颜色更佳	脆度极好	比鲜果香气更为浓郁	20~25
外观较完好,稍显皱缩、变形	与鲜果酸甜度基本一致	与鲜果颜色基本一致	脆度好	与鲜果香气一致	15~20
皱缩变形明显	比鲜果略酸甜,但口感较好	比鲜果颜色微次	脆度一般	比鲜果香气微淡	10~15
皱缩、变形较重	比鲜果酸,微甜,口感一般	与鲜果颜色差异大,发白	脆度较差,软绵	略带鲜果香气	5~10
不成形	无甜味,极酸	鲜果颜色消失,出现褐变	脆度极差,绵软,发黏	鲜果香气消失	0~5

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2016 和 SPSS 20 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 4 个草莓品种工艺参数观测结果

由表 2 可看出,桃熏对预冻温度的要求最高,其预冻温度必须低于 −17.0 ℃,圣诞红对预冻温度的要求最低。预冻温度越低,能耗越大。共熔点以圣诞红最高(−12.0 ℃),桃熏最低(−15.8 ℃)。一般共熔点越高,升华干燥的速率越快,能耗成本越低^[15]。冻干速率以桃熏最快,章姬、圣诞红次之,红颜较慢,这可能与桃熏含糖量低有关。由此得出,桃熏较其它品种不适宜冻干加工。

2.2 理化指标检测结果

由表 3 可知,4 个品种间失重率存在极显著性差异,由高及低依次为桃熏>章姬>圣诞红>

③失水率:水分含量采用 MA150C-000230V1 水分测定仪测定;失水率按照公式(3)进行计算。

$$\text{失水率}(\%) = \frac{\text{冻干前含水量} - \text{冻干后含水量}}{\text{冻干前含水量}} \times 100$$

(3)

④色泽变化:随机抽检成品,采用 NS810 分光测色仪测定 L,a,b 值。⑤维生素 C 含量(Vitamin C,VC):VC 含量参考(GB5009.86-2016 食品中抗坏血酸的测定)第三法 2,6-二氯靛酚滴定法进行测定。⑥可滴定酸含量(Titratable Acidity,TA):可滴定酸含量参考聂继云等^[18]的方法,采用电位滴定仪法测定。⑦可溶性固形物含量(Total Soluble Solid,TSS):可溶性固形物含量参考聂继云等^[18]的方法,采用 PAL-1 数显折光仪测定。⑧感官评价评分标准:感官评价评分标准参照魏明英^[19]的方法并进行完善(表 1)。

红颜。红颜、圣诞红失水率无显著性差异,两者均

表 2 4 个草莓品种工艺参数观测结果

Table 2 Test results of process parameters in four strawberry varieties			
品种 Varieties	共晶点/℃ Eutectic point	共熔点/℃ Congruent melting point	冻干速率/ (1·h ⁻¹) Freeze-dried rate
红颜	−16.1	−13.3	0.37 Cc
章姬	−16.8	−15.6	0.44 Bb
桃熏	−17.0	−15.8	0.61 Aa
圣诞红	−14.7	−12.0	0.45 Bb

不同小写字母表示差异显著(P<0.05);不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。下同。
The different lowercase letters in the same line mean significant difference(P<0.05);The different capital letters in the same line mean extremely significant difference(P<0.01). The same below.

与其它2个品种间存在极显著性差异,桃熏和章姬失水率也存在极显著性差异。

VC保留率以桃熏(98.07%)、红颜(97.34%)较高,两者差异不显著,但均与其它2个品种存在极显著性差异;章姬(86.58%)、圣诞红(87.25%)保留率较低,两者差异不显著。TSS以红颜、桃熏损失较多,分别为22.29%、21.83%,两者间无显著性差异,均与章姬存在极显著性差异;圣诞红损失最少,仅1.28%,与其它3个品种均存在极显著性差异。TA保留率以红颜(96.03%)较高,圣诞红(84.72%)最低,两者差

异极显著,且均与章姬、桃熏差异不显著。

感官评价得分以圣诞红(95.4)最高,桃熏(64.6)最低,两者差异极显著,桃熏与其它3个品种均存在极显著性差异;章姬与红颜、圣诞红间均无显著性差异,4个品种加工前后均未出现皱缩、变形。其中,圣诞红口感较好,偏甜,符合东方人喜甜,西方人喜酸的特点,且肉质较硬,切割易成型,成品脆性好。桃熏较其它3个品种质地软,切割不易成型,成品脆性差且口感较差,甜味较淡。

表3 4个草莓品种理化指标检测结果

Table 3 Test results of physical and chemical indexes in four strawberry varieties							
品种 Varieties	失重率/% Weight lessness rate	水分含量/% Moisture content	失水率/% Dehydration rate	VC保留率/% VC retention rate	TSS保留率/% TSS retention rate	TA保留率/% TA retention rate	感官评价得分 Sensory score
红颜	88.33 Dd	2.25 Cc	97.55 Aa	97.34 Aa	77.71 Cc	96.03 Aa	87.8 Bb
章姬	90.71 Bb	2.85 Aa	96.90 Cc	86.58 Bb	89.20 Bb	89.08 ABbc	89.8 ABab
桃熏	92.67 Aa	2.57 Bb	97.25 Bb	98.07 Aa	78.17 Cc	93.44 ABab	64.6 Cc
圣诞红	90.06 Cc	2.2 Cc	97.53 Aa	87.25 Bb	98.72 Aa	84.72 Bc	95.4 Aa

2.3 色差分析结果

由表4可知,4个品种的草莓外表皮亮度(L值)均有所下降,章姬下降幅度最小,桃熏下降幅度最大;红色程度(a值)增加,其中以桃熏增加幅度最大,章姬增加幅度最小;黄色程度(b值)章姬下降最大,桃熏最小。草莓切面,红颜、圣诞红亮度稍有下降,章姬、桃熏有所增加,章姬增加更为明显;红颜、桃熏红色程度增加,红颜增加明显,章

姬、圣诞红有所下降;桃熏黄色有所增加,章姬、红颜、圣诞红黄色下降较为明显。草莓冻干前后色泽变化与李共国等^[6]的研究结果存在一定的差异,这可能与草莓品种、个体间差异、检测方法等的因素有关,还有待于进一步反复试验验证。比较得出,桃熏的色泽变化受冻干加工影响更为明显。

表4 4个草莓品种冻干前后色差检测结果

Table 4 The result of color differences detection of four strawberry varieties before and after freeze-dried								
项目 Item	章姬 Zhangji		桃熏 Taoxun		红颜 Hongyan		圣诞红 Shengdanhong	
	冻干前 Before	冻干后 After	冻干前 Before	冻干后 After	冻干前 Before	冻干后 After	冻干前 Before	冻干后 After
	freeze-dried	freeze-dried	freeze-dried	freeze-dried	freeze-dried	freeze-dried	freeze-dried	freeze-dried
表皮	L	45.84	45.17	76.56	64.87	36.81	30.93	40.71
	a	36.48	36.85	11.68	30.14	31.23	31.81	26.89
	b	24.89	14.28	13.60	12.23	18.61	11.74	16.87
切面	L	69.23	73.38	84.91	87.24	59.74	58.44	70.87
	a	21.71	19.73	-1.36	1.93	19.30	31.04	19.21
	b	20.18	12.09	6.39	8.08	16.53	12.05	19.15

3 结论与讨论

综合检测分析结果,初步筛选出适宜冻干脆

片加工的草莓品种3个:圣诞红、章姬和红颜。但这仅仅是一次试验的结果,还有待于进一步结合

实际生产耗能,反复试验验证。

真空冷冻干燥技术高真空、低温的环境条件,有效地保持了草莓的色、香、味、形及营养成分,如VC的保留率高达98.07%,可溶性固形物含量的保留率高达98.72%。试验发现,真空冷冻干燥技术较适于质地硬且含糖量低的草莓品种的加工。

冻干草莓片脱水彻底,贮运销方便,附加值明显提高,天然营养卫生,老少皆宜,发展前景广阔。此外,将冻干技术用于外观商品性较次果,如个头小、外形不美观等的草莓,一方面可以提高残次果的利用率,减少浪费,增加果农收入;另一方面,开发草莓新产品,可为多途径、深层次开发利用草莓资源提供平台。

目前,关于草莓的真空冻干加工有了一定的研究,但仍然存在一定的问题,如加工工艺方面,如何通过在线监测样品的水分含量控制干燥结束的时间,以实现精准加工,减少能耗,降低企业生产成本等,都还有待于进一步的试验研究开发。

参考文献:

- [1] 范方宇. 草莓粉喷雾干燥加工工艺的研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2006:1-2.
- [2] 吴晓慧,顾龚平,张卫明. 草莓综合利用及时研究进展[J]. 中国野生植物资源,2003,22(3):5-9.
- [3] 黄松连. 草莓片的真空冷冻干燥工艺的研究[J]. 广西轻工业,2007(6):74-75.
- [4] 2016年全国各地蔬菜、西瓜、甜瓜、草莓、马铃薯播种面积和产量[J]. 中国蔬菜,2018(1):18.

- [5] 苑社强,牟建楼,徐立强,等. 真空冷冻干燥工艺生产草莓粉的技术研究[J]. 制冷学报,2007(5):59-62.
- [6] 李共国,马子俊. 草莓真空冷冻干燥研究[J]. 食品与机械,2003(3):18-19.
- [7] 程远霞,陈素芝,谢秀英. 食品共晶点和共熔点试验研究[J]. 食品工业,2004(1):49-51.
- [8] 刘军,彭润玲,谢元华. 冷冻真空干燥[M]. 北京:化学工业出版社,2016.
- [9] 江家伍,徐伟君. 提高真空冷冻干燥速率的研究[J]. 包装与食品机械,2002,20(2):5-8.
- [10] 史碧波,罗晓妙. 果蔬粉的加工现状及应用[J]. 中国食品添加剂,2005(3):86-88.
- [11] George W O. Freeze-drying[M]. New York: Wiley-VCH, 1999:58-109.
- [12] 王伟,何俊萍,王明空,等. 真空冷冻干燥草莓粉工艺研究[J]. 中国食品学报,2007,7(6):113-117.
- [13] Stapelfeldt H, Nielsen B R, Skibsted L H. Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidativestability of whole milk powder[J]. International Dairy Journal,1997,7(5):331-339.
- [14] 张余诚,孙晋快,房士宝. 真空冷冻干燥制取脱水草莓片[J]. 冷饮与速冻食品工业,1999(3):3-6.
- [15] 张国治. 速冻及冻干食品加工技术[M]. 北京:化学工业出版社,2008:239-261.
- [16] 刘军,彭润玲,谢元华. 冷冻真空干燥[M]. 北京:化学工业出版社,2016:230-238.
- [17] 刘娟娟,方旭波,陈小娥,等. 冻干鱿鱼熟片的预冻工艺参数优化[J]. 粮油食品科技,2013,21(2):86-89.
- [18] 聂继云. 果品质量安全分析技术[M]. 北京:化学工业出版社,2009:10-38.
- [19] 魏明英,胡太健. 水果冻干片原料筛选[J]. 农产品加工(学刊),2013(6):625-26.

Screening of Strawberry Varieties Suitable for Freeze-dried Chips Processing

ZHENG Li-jing¹, WANG Bao-gang², JIN Peng-hui¹, AN Fei³, WEI Qiang¹, WANG Fu-dong¹, WU Dong-xue¹

(1. Beijing Agriculture Technology Extension Station, Beijing 100029, China; 2. Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100093, China; 3. Shiyuan Academy of Agricultural Sciences, Shiyuan 442000, China)

Abstract: In order to promote the factory production of freeze-dried strawberry, we free dried four strawberry varieties including Hongyan, Zhangji, Taoxun and Shengdanhong and compared vacuum freeze-drying processing property and sensory evaluation (taste, color, smell and texture, etc) of the stawberry. The results showed that strawberry varieties Shengdanhong, Zhangji, and Hongyan were suitable varieties for freeze-dried chips processing.

Keywords: freeze-dried; crisps; strawberry; varieties; screening

(该文作者还有张松阳、满杰,单位同第一作者)