

干制方式对红枣V_C、还原糖和总酸变化的影响^{*}

张宝善, 陈锦屏, 李 强

(陕西师范大学 食品工程系, 陕西 西安 710062)

[摘 要] 研究了红枣中V_C、还原糖和总酸含量在干制过程中的变化规律。结果表明, 用自然方式干制红枣, V_C损失很大, 干制2 d, 损失率达90%以上, 还原糖含量随自然干制时间的延长而增加, 总酸含量下降; 用远红外辐射或热风干制红枣, 其V_C、还原糖和总酸含量在整个过程中均下降。方差分析结果表明, 两种干制方式对V_C和总酸影响显著, 对还原糖影响不显著, 干制温度和时间, 尤其是时间对V_C、还原糖和总酸含量均有极显著的影响, 用真空冷冻干制红枣, 其V_C、还原糖和总酸的损失很小。

[关键词] 红枣; 干制方式; V_C; 还原糖; 总酸

[中图分类号] TS201.4; S665.109⁺.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2004)11-0117-05

红枣(*Zizyphus jujuba* Mill)富含营养, 有很高的食用保健作用, 享有“补品王”、“活性维生素丸”等美誉^[1]。红枣采摘后除少量鲜食外, 绝大多数须经过干制才能长期存放和加工, 干制是红枣初级加工中最主要的方式之一, 其技术直接影响红枣的产品质量。目前, 红枣干制主要有自然干制、热风干制、远红外辐射干制和真空冷冻干制等生产方式^[2]。红枣系中国的特产果品, 在国外有关红枣的研究报道很少; 在国内, 对红枣的研究多集中于保健成分、药理及加工工艺等方面^[3], 而有关红枣在加工过程中营养成分的变化及损失的研究较少。本试验采用自然干制、热风干制、远红外辐射干制和真空冷冻干制4种方式干制红枣, 以红枣中最主要的营养成分V_C、还原糖和总酸为评价指标, 研究干制方式及其干制条件对红枣主要营养成分变化的影响, 获得4种方式干制红枣的最佳工艺参数, 以减少红枣在干制过程中营养物质的损失, 提高干制红枣的品质。

1 材料和方法

1.1 材料和主要设备

红枣: 陕西省佳县油枣, 采于2001-10。

设备: 远红外辐射恒温干燥箱(上海跃进医疗器械厂); 两炉一窗回火式烘房^[4]; 真空冷冻干燥机(北京冷冻干燥机厂); 低温冰箱(日本三洋公司)。

1.2 方 法

1.2.1 自然干制 将新鲜红枣随机分成若干份, 称

重, 平铺于烘盘上, 置于自然光下干制, 每隔24 h取样测定1次, 并记录天气温度。

1.2.2 热风干制和远红外辐射干制 将新鲜红枣置于烘盘上, 分别用热风烘房和远红外辐射干燥箱在60和80℃下干制, 每隔2 h取样测定1次。

1.2.3 真空冷冻干制 将新鲜红枣切成0.3~0.5 cm薄片, 于低温冰箱中在-25℃下迅速冻结, 用真空冷冻干燥机干制, 每隔2 h取样测定1次^[5]。

1.3 测定方法^[6]

提取方法: 将处理后的红枣用小刀沿果实纵向将果肉平分为两部分, 外层的称表层果肉, 内层的称深层果肉, 去核, 并将两部分果肉在低温条件下研磨, 定容, 在避光处静置2.5 h。测定方法: V_C用2, 6-二氯酚(2, 6-D)滴定法测定; 还原糖用斐林试剂法测定; 总酸用酸碱滴定法测定(以乳酸计)。数据以干制前新鲜红枣重量(FW)计算。

1.4 数据处理

采用DPS数据处理系统^[7]。

2 结果与分析

2.1 自然干制对红枣V_C、还原糖和总酸的影响

由图1可知, 随着干制时间的延长, 红枣失水量逐渐增加, 天气温度越高, 失水量越多。图2结果表明, 自然干制对红枣V_C的损失影响很大。干制第1天, 表层果肉V_C含量急剧下降, 从346.5 mg/kg降至83.7 mg/kg, 损失率达75.8%; 干制第2天, V_C

* [收稿日期] 2003-10-20

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2002K02-G16)

[作者简介] 张宝善(1968-), 男, 甘肃张掖人, 副教授, 博士, 主要从事果品蔬菜加工研究。

降至 28.4 mg/kg , 损失率达 91.0% ; 从第 3 天开始, 因其 V_c 含量很少, 变化幅度小, 曲线趋于平衡。说明自然干制对红枣 V_c 的破坏非常严重, 只干制 1~2 d, 即可将红枣中的大部分 V_c 破坏。深层果肉的 V_c 变化与表层果肉基本一致。此外, 试验还进行了将红枣同时置于高温天气和低温天气下、太阳直射处和阴凉处进行干制 1 d 的对比试验, 结果发现干制时天气温度越高, V_c 损失越大, 在太阳直射处干制比在阴凉处干制损失大。图 3 结果表明, 随自然干

制时间的延长, 表层果肉和深层果肉还原糖含量均呈上升趋势, 说明自然干制有促进红枣还原糖增加的作用, 其机理可能是自然干制时, 干制温度与红枣生理代谢温度相差不大, 红枣在自然干制过程中继续进行呼吸作用, 使其还原糖含量增加, 甜味增强^[8], 这还有待于进一步研究。由图 4 可知, 红枣总酸含量随自然干制时间的延长逐渐下降, 表层果肉和深层果肉的变化基本一致。

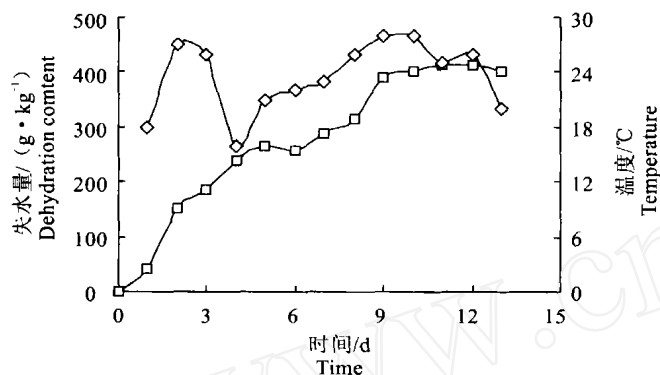


图 1 自然干制温度与红枣失水量的关系
—□—, 失水量; —○—, 温度

Fig. 1 Relationship between natural drying temperature and dehydrated content in Chinese jujube
—□—, Dehydration content; —○—, Temperature

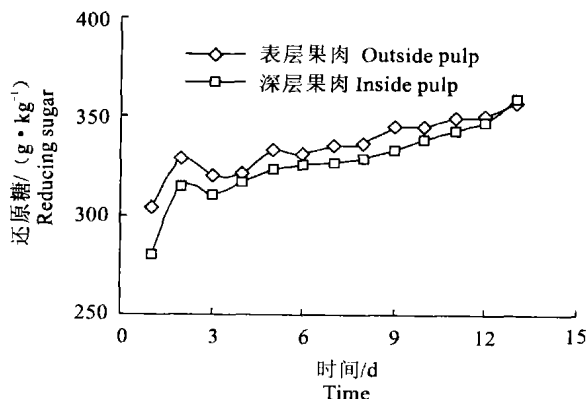


图 3 自然干制对红枣还原糖含量的影响

Fig. 3 Effects of natural drying on reducing sugar

2.2 热风干制和远红外辐射干制对红枣 V_c 、还原糖和总酸的影响

2.2.1 干制温度和时间对红枣 V_c 、还原糖和总酸含量的影响 将新鲜红枣用热风 and 远红外辐射干制, 分别于不同温度和时间下测定果肉 V_c 、还原糖和总酸含量, 结果见表 1。由表 1 可知, 用远红外辐射干制或热风干制红枣, V_c 、还原糖和总酸含量均随干制温度升高和时间延长逐渐降低。在相同干制

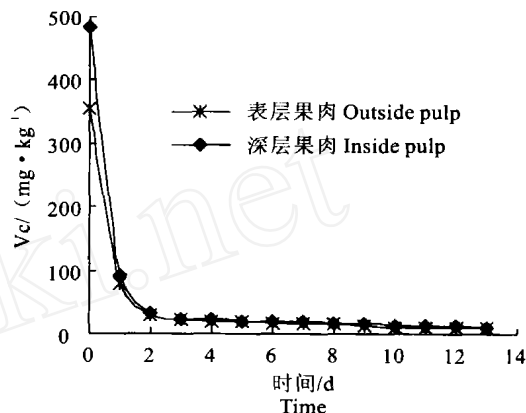


图 2 自然干制对红枣 V_c 含量的影响
Fig. 2 Effects of natural drying on V_c

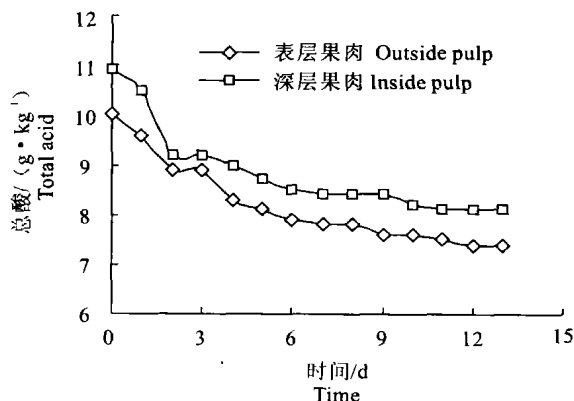


图 4 自然干制对红枣总酸含量的影响

Fig. 4 Effects of natural drying on total acidity
方式和温度条件下, 干制时间越长, 3 种物质的损失量越大; 烘干时间相同, 温度在 80°C 时的损失量明显大于 60°C 。 V_c 和总酸含量在干制中呈下降趋势, 与自然干制相同, 而还原糖变化趋势正好相反, 这可能与干制方式和温度有关。将表 1 中的数据用 DPS 系统进行三因素随机无重复方差分析, 结果见表 2。由表 2 可知, 干制方式对红枣 V_c 和总酸含量影响显著, 但对还原糖含量影响不显著; 温度和时间对红

枣 V_C 还原糖和总酸含量影响均显著, 尤其是干制时间对 V_C 和总酸的影响达到极显著水平。以上研究结果说明, 红枣干制过程中 V_C 还原糖和总酸的损失是干制方式、温度和时间综合作用的结果, 3 种因素从显著水平上看, 时间因素影响最大, 其次是温度和干制方式。

表 1 干制温度和时间对红枣 V_C 还原糖和总酸含量的影响

Table 1 Effects of drying temperature and time on changes of V _C , reducing sugar and total acidity in Chinese jujube							
温度/ Tempe- rature	时间/h Time	远红外辐射干制 Drying by far-infrared radiation			热风干制 Drying by hot air		
		V _C / (mg · kg ⁻¹)	还原糖/ (g · kg ⁻¹) Reducing sugar	总酸/ (g · kg ⁻¹) Total acidity	V _C / (mg · kg ⁻¹)	还原糖/ (g · kg ⁻¹) Reducing sugar	总酸/ (g · kg ⁻¹) Total acidity
60	0	486.9	142.4	6.9	486.9	142.4	6.9
	2	308.8	134.0	6.6	247.1	133.4	6.6
	4	287.9	130.3	6.3	193.6	125.4	6.2
	6	216.5	118.5	5.9	154.6	120.5	5.9
	8	162.0	106.3	5.7	95.8	108.4	5.6
	10	486.9	142.4	6.9	486.9	142.4	6.9
80	0	486.9	142.4	6.9	486.9	142.4	6.9
	2	254.8	124.0	6.4	131.5	122.0	5.7
	4	218.5	114.3	6.2	90.3	108.3	5.2
	6	195.7	101.4	5.8	63.0	95.3	4.8
	8	110.7	88.3	5.6	45.4	82.2	4.6
	10	486.9	142.4	6.9	486.9	142.4	6.9

表 2 干制方式对红枣 V_C 还原糖和总酸含量影响的方差分析 (邓肯氏检验, P < 0.05 为显著)

Table 2 A nalysis of variance table (Dumcan test, P < 0.05 was significant)					
变异来源 Variation source		自由度 Df	均方 M s	F 值 F value	显著水平 Significant level
V _C	因子 A (干制方式) Factor A (method of drying)	1	269.08	95.98*	0.000 608
	因子 B (温度) Factor B (temperature)	1	154.79	55.21*	0.001 751
	因子 C (时间) Factor C (time)	4	881.60	314.45**	0.000 030
	误差 Error	4	2.80		
还原糖 Reducing sugar	因子 A (干制方式) Factor A (method of drying)	1	0.23	5.71	0.075 151
	因子 B (温度) Factor B (temperature)	1	9.94	243.45*	0.000 099
	因子 C (时间) Factor C (time)	4	12.54	306.63*	0.000 032
	误差 Error	4	0.04		
总酸 Total acidity	因子 A (干制方式) Factor A (method of drying)	1	0.76	18.43*	0.012 708
	因子 B (温度) Factor B (temperature)	1	1.01	24.55*	0.007 737
	因子 C (时间) Factor C (time)	4	1.46	35.41**	0.002 221
	误差 Error	4	0.04		

2.2.2.60 热风干制对红枣果肉不同部位 V_C 还原糖和总酸的影响 图 5 结果表明, 红枣表层果肉和深层果肉的 V_C 含量均随干制时间的延长而降低, 干制前深层果肉的 V_C 含量明显高于表层果肉, 但干制 10 h 时二者 V_C 含量相近, 都下降至最低值。图 6 结果表明, 干制前红枣表层果肉的还原糖含量高于深层果肉, 随干制时间的延长, 表层果肉和深层果肉的还原糖都呈下降趋势, 两条曲线近似平行, 说明在干制时表层果肉和深层果肉中的还原糖减少量基本相近。由图 7 可知, 红枣表层果肉的总酸含量低于深层果肉, 在干制过程中总酸含量的变化与还原糖含量的变化一致。

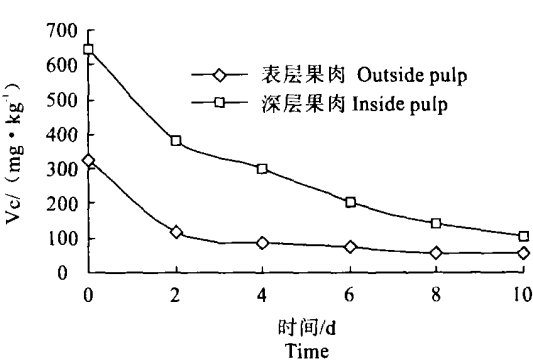


图 5 热风干制对红枣 V_C 含量的影响
Fig 5 Effects of drying with hot air on reducing sugar

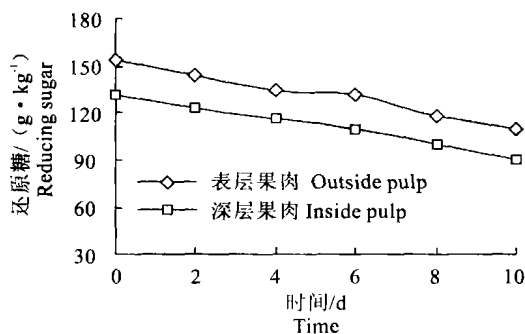


图 6 热风干制对红枣还原糖含量的影响

Fig. 6 Effects of dry with hot air on reducing sugar

2.3 真空冷冻干制对红枣 V_C、还原糖和总酸的影响

表 3 结果表明, 真空冷冻干制的红枣, V_C、还原糖和总酸含量的变化都很小, 干制 8 h, 红枣薄片已完全烘干, 此时 V_C 损失率只有 3%, V_C 在烘干前后减少量很少。另外, 用真空冷冻方式干制的红枣与 60℃ 热风干制 8 h 的相比, 前者 V_C、还原糖和总酸含量分别比后者多 332.9 mg/kg, 34.8 g/kg 和 1.7 g/kg; 试验还发现, 经真空冷冻干制的红枣果肉色

表 3 真空冷冻干制对红枣 V_C、还原糖和总酸的影响Table 3 Effects of vacuum freeze-drying on changes of V_C, reducing sugar and total acidity in Chinese jujube

时间/h Time	失水量/(g · kg ⁻¹) Dehydration content	V _C /(mg · kg ⁻¹)	还原糖/(g · kg ⁻¹) Reducing sugar	总酸/(g · kg ⁻¹) Total acidity
0	0.0	442.9	144.3	7.5
2	230.6	438.0	144.1	7.5
4	422.2	435.4	143.1	7.5
6	482.1	432.5	143.1	7.3
8	571.1	428.7	143.2	7.3

3 讨论

国内外有关果品干制的研究报道较多, 主要集中于干制设备、干制机理及动力学参数等方面, 对干制过程中如何提高果品品质, 减少营养物质损失的研究较少, 尤其是红枣。我国每年生产红枣 11 亿 kg, 占世界总产量的 95% 以上^[10], 其中每年约有 90% 的鲜红枣被干制, 其主要方式是自然和热风干制。本研究结果表明, 干制对红枣中营养物质的影响较大, 除真空冷冻干制外, 自然干制、热风干制和远红外辐射干制对红枣中营养物质的破坏性都极强, 大大降低了红枣的营养保健价值, 而自然干制、热风干制和远红外辐射干制 3 种方式是目前我国农户和红枣加工企业主要采用的干制方式。因此, 研究适宜于红枣干制的技术, 对减少营养成分的损失、提高干制红枣的品质有重要意义。红枣在干制过程中, V_C 的损失主要受光照、温度、水分活度、果实中多酚氧

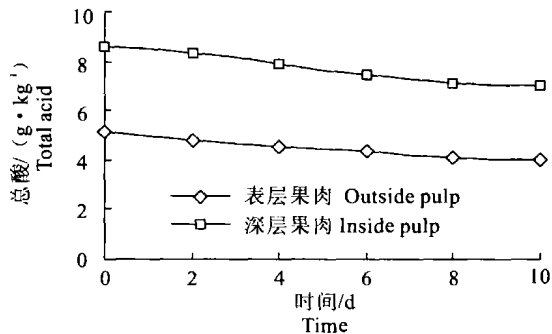


图 7 热风干制对红枣总酸含量的影响

Fig. 7 Effects of drying with hot air on total acidity

泽呈白绿色, 与干制前相比差别很小, 有明显的红枣香味, 而自然干制、热风干制和远红外辐射干制的红枣, 果肉都严重褐变, 呈红褐色。因此, 从营养物质的损失、果肉褐变和香气保存考虑, 真空冷冻干制是一种很好的干制方式, 干制后可获得高质量的红枣^[9]。但是真空冷冻干制红枣干制速度很慢, 且耗能高, 若将未破碎的整枣烘干至少需要 40 h, 从经济效益方面分析这种方式不适合于干制红枣。

化酶等诸多因素的影响。本研究结果表明, 光照对 V_C 的破坏力很大, 自然干制红枣 2 d 可破坏 90% 以上的 V_C, 而在避光条件下用热风 and 远红外辐射干制, V_C 的损失率相对较少。另外, V_C 的损失与红枣的呼吸作用密切相关, 红枣在干制过程中是一个活的生物体, 有极强的呼吸作用, 在诸多氧化酶作用下, V_C 氧化褐变或被破坏, 使果肉色泽加深。因此, 干制红枣时最好在避光条件下进行, 或通过钝化氧化酶、降低呼吸强度等技术措施防止 V_C 的损失^[11]。红枣在干制过程中还原糖的损失原因很多, 主要有: (1) 自身呼吸作用的消耗; (2) 干制过程中, 尤其是在高温条件下, 伴随水分的下降, Maillard 反应和焦糖化反应加剧^[8], 生成糠醛 (HMF) 等物质, 使其还原糖含量降低, 色泽加深, 果肉发苦。因此, 红枣干制时应尽可能降低干制温度, 缩短干制时间^[12]。红枣中的有机酸包括挥发性酸和非挥发性酸两类, 其在整个干制过程中都呈下降趋势, 损失的酸可能主要是

挥发性酸, 此外, V_C 本身是一种有机酸, 随着 V_C 的损失, 红枣的总酸含量也会下降, 有关这方面的研究还有待于进一步深入进行。

[参考文献]

- [1] 王 军, 张宝善 红枣的营养成分及其功能研究概况[J]. 食品研究与开发, 2003, 24(2): 68- 72
- [2] Ekechukwu O V. Review of solar-energy drying systems I: an overview of drying principles and theory[J]. Energy Conversion and Management, 1999, 40(4): 593- 613
- [3] Tripathi M, Pandey M B, Jha R N, et al Cyclopeptide alkaloids from Zizyphus jujube[J]. Fitoterapia, 2001, 72(6): 507- 510
- [4] 陈锦屏 红枣烘干技术[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2000
- [5] Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review [J]. Journal of Food Engineering, 2001, 49(9): 311- 319
- [6] 杨惠芬 食品卫生理化检验标准手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 1997
- [7] 唐启义, 冯明光 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [8] Boudhrioua N, Michon C, Cuvelier G, et al Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 55(11): 115- 121
- [9] Litvin S, Mannheim C H, Miltz J. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying[J]. Journal of Food Engineering, 1998, 36(4): 103- 111
- [10] 袁亚红, 高振鹏 我国红枣的产业化开发[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(增刊): 95- 98
- [11] 王 璋, 许时婴 食品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999
- [12] 陈锦屏, 穆启运 不同升温方式对烘干枣品质的影响研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(3): 237- 239

Effects of drying methods on changes of V_C, reducing sugar and total acidity in Chinese jujube

ZHANG Bao-shan, CHEN Jin-ping, LI Qiang

(Department of food Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: The changing regularities of V_C, reducing sugar and total acidity in the process of drying Chinese jujube were studied. The results showed that while drying Chinese jujube with natural method, the V_C content reduced rapidly, and merely dried for two days its loss rate would be higher than 90%. The reducing sugar content increased gradually and total acidity decreased when natural drying time extended. While drying Chinese jujube with far-infrared radiation or hot air, the contents of V_C, reducing sugar and total acidity reduced gradually in whole drying process. Analysis of variances indicated that two types of drying methods affected significantly the changes of V_C and total acidity, but not significantly the changes of reducing sugar. The drying temperature and time affected significantly changes of V_C, reducing sugar and total acidity. While drying Chinese jujube with vacuum freezing, the content of V_C, reducing sugar and total acidity reduced less.

Key words: Chinese jujube; drying methods; V_C; reducing sugar; total acidity