

韩 博,朱 昱,陈希元. 贮藏期间浓缩葡萄汁营养成分及抗氧化活性的变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):336-338,346.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.109

贮藏期间浓缩葡萄汁营养成分及抗氧化活性的变化

韩 博,朱 昱,陈希元

(张家口学院医学基础部,河北张家口 075000)

摘要:为研究贮藏期间葡萄汁营养成分变化,采摘赤霞珠葡萄制作浓缩葡萄汁,分别测定在低温环境(4 ℃)以及常温环境(25 ℃)贮存条件下,其多酚、黄酮、花青素等成分以及抗氧化活性随时间的变化。试验结果表明,浓缩葡萄汁随着贮藏时期的延长,各类营养成分及抗氧化活性均出现下降趋势;低温环境(4 ℃)贮存的营养成分损失率显著低于常温环境(25 ℃)贮存;浓缩葡萄汁各类成分损失率均在加热至 100 ℃处理时达到最大;采取低温贮藏的方式以及较低温度的加热(不高于 60 ℃)是保持浓缩葡萄汁有益成分和抗氧化能力的较好方法。

关键词:葡萄汁;营养成分;抗氧化活性;低温储藏;损失率

中图分类号: TS275.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0336-03

红葡萄汁含有较多的原花青素、黄酮及多酚,能够防止动脉狭窄,有利于心脏健康,还能清除人体内的自由基,改善微循环,是一种健康饮料^[1]。浓缩葡萄汁可以保持原果汁的品质,提高葡萄汁的保藏性,节约存储成本,便于远距离运输。葡萄汁的贮藏条件直接影响到其营养成分,进而影响其货架期^[2]。由于外界环境(包括光照、温度)的作用,会使葡萄汁中的各类有益成分发生变化,对其品质有一定的影响^[3]。贮藏是葡萄汁加工流程中至关重要的工艺,而贮藏期间浓缩葡萄汁营养成分变化研究成果尚不多见。本文以河北省北部的“赤霞珠”葡萄为试验对象,以贮藏过程中浓缩葡萄汁的多酚、黄酮、花青素等成分为指标,探讨浓缩葡萄汁在不同贮藏条件下各类有益成分及抗氧化活性的变化规律,为葡萄产品的规模化和产业化提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

赤霞珠葡萄,2014 年 8 月 15—17 日采自张家口学院农林教学科研基地。

1.2 仪器及试剂

主要仪器:LBD-65 型便携式数显型糖度计(深圳市同奥科技有限公司),UV-754 型分光光度计(上海谱元仪器设备有限公司),CP214 型分析天平(沈阳天平仪器有限责任公司),HH-S26 型恒温水浴锅(上海蓝鲸事业有限公司)。

主要试剂:碳酸钠、浓氢氯酸、乙酸钠、无水乙醇,以上购自石家庄市化学试剂有限责任公司;DPPH·购自美国 Sigma 公司;福林酚试剂购自北京蓝博斯特生物技术有限公司。

1.3 方法

1.3.1 葡萄预处理 取采摘自农林教学科研基地的新鲜“赤霞珠”葡萄,经清洗、除梗、破碎,榨取鲜果汁;以电动离心

机分离,提取其上部透明液体部分,过滤,并测出出汁率为 80.5%。

1.3.2 葡萄汁浓缩 取 10 kg 预处理后的葡萄汁,在 -18 ℃环境冷冻处理 36 h,取出,在 25 ℃环境解冻沥汁,使可溶性固形物含量为 27 °Brix,冷藏备用。

1.3.3 浓缩葡萄汁多酚的测定 取浓缩葡萄汁 1 mL 注入 150 mL 容器中,加入 100 mL 蒸馏水稀释,再加入福林酚试剂以及浓度为 25% 的 Na₂CO₃ 溶液定容。在 24 ℃室温环境静置 3 h,设置波长 765 nm,测定吸光度,计算得到葡萄汁多酚含量^[4-5]。

1.3.4 浓缩葡萄汁黄酮的测定 取浓缩葡萄汁 1 mL,加入 1 mL 浓度为 5% 的亚硝酸钠溶液,摇匀,24 ℃室温环境静置 10 min;再加入 1 mL 浓度为 10% 的硝酸铝溶液,摇匀,24 ℃室温环境静置 10 min;然后加入 10 mL 浓度为 10% 的氢氧化钠溶液,摇匀,24 ℃室温环境静置 10 min。设置波长 510 nm,测定吸光度,计算得到葡萄汁黄酮含量^[6]。

1.3.5 浓缩葡萄汁花青素的测定 以示差法^[7-8]测定浓缩葡萄汁花青素含量。取浓缩葡萄汁 2 mL,以 pH 值为 1 及 pH 值为 5 的缓冲溶液分别定容至 30 mL。在 24 ℃环境静置 3 h,以去离子水为对照组,设置波长 520 nm,测定吸光度。浓缩葡萄汁花青素含量通过下面的公式计算:

$$C = (D_1 - D_5) \times V_1 \times V_2 \times n \times M / \mu$$

式中: C 表示浓缩葡萄汁花青素含量,mg/mL; D_1 为 pH 值为 1 时波长 520 nm 处花青素的吸光度; D_5 为 pH 值为 5 时波长 520 nm 处花青素的吸光度; V_1 为定容容积,mL; V_2 为原浓缩葡萄汁体积,mL; n 为定容容积与原体积之比,即稀释的倍数; M 为相对分子质量,浓缩葡萄汁为 450 g/mol; μ 为浓缩葡萄汁消光系数,取 29 600。

1.3.6 浓缩葡萄汁 DPPH 清除力测定 配制 DPPH 母液;首先取母液 25 mL 定容至 100 mL,摇匀静置。浓缩葡萄汁以蒸馏水稀释至 10 倍,结合 DPPH 吸收峰,设置波长 517 nm,测定其吸光度。则浓缩葡萄汁 DPPH 清除力通过下面的公式计算:

$$\text{清除力} = [1 - (D_1 - D_0) / D_0] \times 100\%$$

收稿日期:2014-10-06

基金项目:张家口市科技局 2013 年青年基金(编号:2013ZN058)。

作者简介:韩 博(1981—),男,河北阜平人,硕士,副教授,研究方向为食品科学与药学。E-mail:hanbozjk@163.com

式中: D_0 为不含抗氧化物情况下吸光度; D_1 为含抗氧化物情况下吸光度; D_j 为样液吸光度。

2 结果与分析

2.1 浓缩葡萄汁贮藏过程中多酚变化

由图 1、图 2 可知,随着时间延长,浓缩葡萄汁多酚含量呈下降趋势。取图 1、图 2 中的 30 d 测试数据进行 F 检验, $F=87.4$,远大于 $F_{0.01(9,20)}=3.37$, $P<0.01$,即不同处理方式间有极显著差异。接着引入最小显著差法对数据进行比较,基于最小显著差法的葡萄汁在 4℃ 环境及 25℃ 环境储存 30 d 的多酚含量比较结果见表 1。

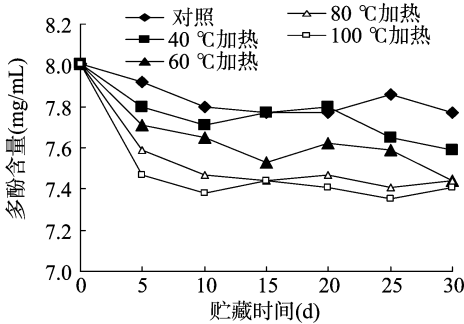


图1 4℃环境冷藏葡萄汁多酚变化

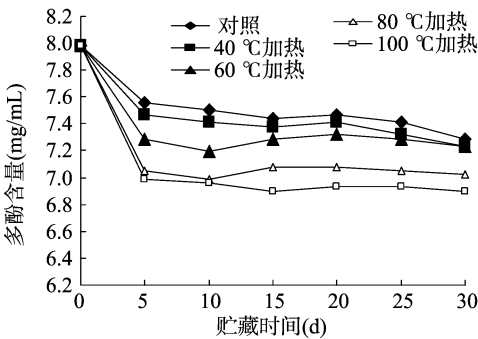


图2 25℃环境室温葡萄汁多酚变化

表1 葡萄汁 4℃环境及 25℃环境下 30 d 后多酚含量

贮存温度 (℃)	加热温度 (℃)	平均多酚含量 (mg/mL)	多酚损失率 (%)	差异显著性	
				0.05	0.01
4	对照组	7.86	13.0	a	A
	40	7.59	15.9	b	B
	60	7.50	16.8	b	B
	80	7.59	15.9	b	B
	100	7.56	16.2	c	C
	100	7.56	16.2	c	C
25	对照组	7.20	20.2	d	D
	40	7.17	20.5	d	D
	60	7.11	21.2	e	E
	80	6.96	22.9	f	F
	100	6.93	23.2	f	F
	100	6.93	23.2	f	F

表 1 表明,4℃ 环境冷藏葡萄汁多酚含量显著高于 25℃ 室温环境葡萄汁多酚含量。可知在葡萄汁贮存过程中,环境温度对多酚稳定性有着较为重要的影响;而环境温度不变的情况下,葡萄汁多酚含量随着加热处理温度升高而下降,因此处理温度也是对多酚稳定性有重要影响的因素。所以葡萄汁宜采取低温贮藏的方式。

2.2 浓缩葡萄汁贮藏过程中黄酮变化

由图 3、图 4 可知,随着时间延长,浓缩葡萄汁黄酮含量整体趋势基本呈下降,但趋势并不稳定。取图 3、图 4 中的 30 d 测试数据进行 F 检验, $F=36.5$,远大于 $F_{0.01(9,20)}=3.37$, $P<0.01$,即不同处理方式间有极显著差异。接着引入最小显著差法对数据进行比较,基于最小显著差法的葡萄汁在 4℃ 环境及 25℃ 环境储存 30 d 的黄酮含量比较结果见表 2。

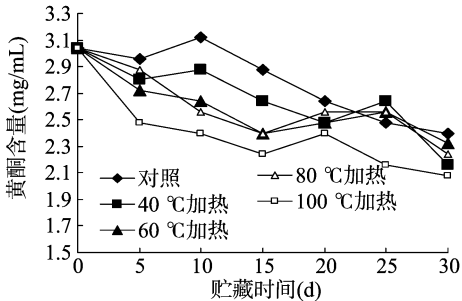


图3 4℃环境冷藏葡萄汁黄酮变化

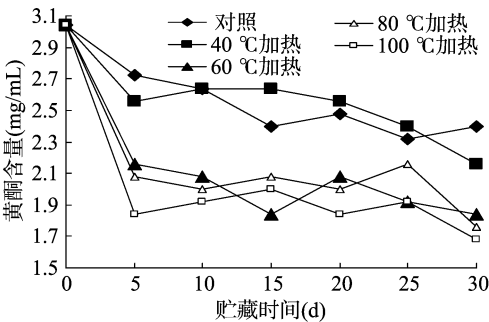


图4 25℃环境室温葡萄汁黄酮变化

表2 葡萄汁 4℃环境及 25℃环境下 30 d 后黄酮含量

贮存温度 (℃)	加热温度 (℃)	平均黄酮含量 (mg/mL)	黄酮损失率 (%)	差异显著性	
				0.05	0.01
4	对照组	2.64	14.0	a	A
	40	2.56	16.6	b	A
	60	2.40	21.8	c	B
	80	2.40	21.8	c	B
	100	2.08	32.2	c	B
	100	2.08	32.2	c	B
25	对照组	2.40	21.8	d	C
	40	2.08	32.2	d	C
	60	1.92	37.4	e	D
	80	1.92	37.4	e	D
	100	1.76	42.6	f	E
	100	1.76	42.6	f	E

表 2 表明,4℃ 环境冷藏葡萄汁黄酮含量显著高于 25℃ 室温环境葡萄汁黄酮含量($P<0.01$)。可知在葡萄汁贮存过程中,环境温度对黄酮含量下降率有着较为重要的影响,在低温环境中损失较慢;而环境温度不变的情况下,葡萄汁黄酮含量随着加热处理温度升高而下降,因此处理温度也是对黄酮稳定性有影响的重要因素。这同样证实了葡萄汁宜采取低温贮藏的方式。

2.3 浓缩葡萄汁贮藏过程中花青素变化

由图 5、图 6 可知,随着时间延长,浓缩葡萄汁花青素整体非常有规律地呈下降趋势。取图 5、图 6 中的 30 d 测试数

据进行 F 检验, $F=19.5$, 远大于 $F_{0.01(9,20)}=3.37$, $P<0.01$, 即不同处理方式间有极显著差异。接着引入最小显著差法对数据进行比较, 基于最小显著差法的葡萄汁在 4℃ 环境及 25℃ 环境储存 30 d 的花青素含量比较结果见表 3。

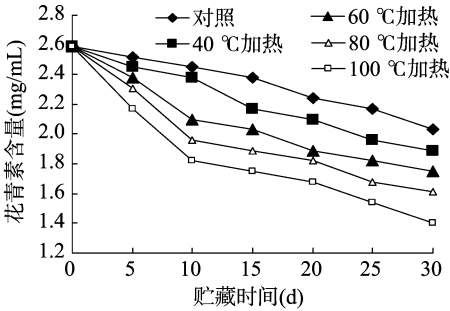


图5 4℃ 环境冷藏葡萄汁花青素变化

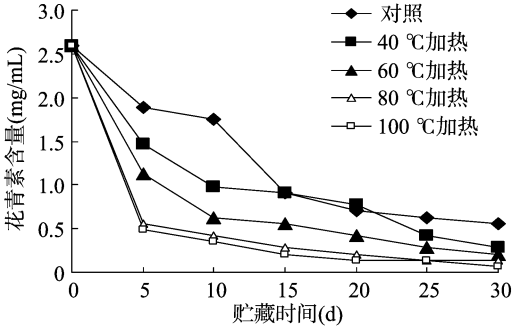


图6 25℃ 环境贮存葡萄汁花青素变化

表 3 葡萄汁 4℃ 环境及 25℃ 环境下 30 d 后花青素含量

贮存温度 (℃)	加热温度 (℃)	平均花青素 (mg/mL)	花青素损 失率 (%)	差异显著性	
				0.05	0.01
4	对照组	2.03	23.1	a	A
	40	1.75	33.7	b	B
	60	1.75	33.7	c	C
	80	1.61	39.0	d	D
	100	1.33	49.6	e	E
25	对照组	0.49	81.4	f	F
	40	0.28	89.3	g	G
	60	0.21	92.0	h	H
	80	0.07	97.3	i	I
	100	0.05	98.1	i	I

表 3 表明, 4℃ 环境冷藏葡萄汁花青素含量显著高于 25℃ 室温环境葡萄汁花青素含量 ($P<0.01$), 葡萄汁在 25℃ 室温贮存过程中, 花青素损失极大, 因此贮存温度对于花青素是一个非常敏感的因素。

2.4 浓缩葡萄汁贮藏过程中抗氧化能力变化

由图 7、图 8 可知, 随着时间延长, 浓缩葡萄汁抗氧化能力整体基本呈下降趋势。取图 7、图 8 中的 30 d 测试数据进行 F 检验, $F=68.3$, 远大于 $F_{0.01(9,20)}=3.37$, $P<0.01$, 即不同处理方式间有极显著差异。接着引入最小显著差法对数据进行比较, 基于最小显著差法的葡萄汁在 4℃ 环境及 25℃ 环境储存 30 d 的抗氧化活性比较结果见表 4。

表 4 表明, 4℃ 环境冷藏葡萄汁抗氧化能力显著高于 25℃ 室温环境葡萄汁抗氧化能力 ($P<0.05$)。可知采取低温贮藏的方式能够较好地维持葡萄汁抗氧化活性的稳定性。

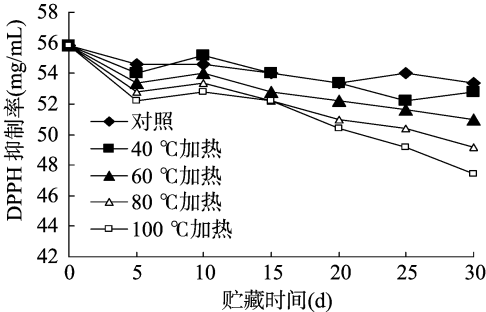


图7 4℃ 环境冷藏葡萄汁抗氧化能力变化

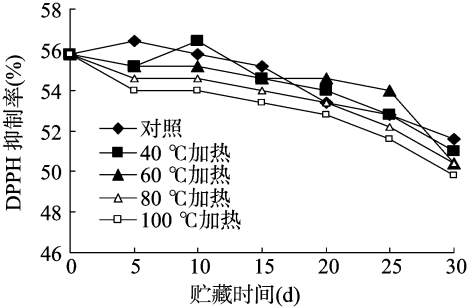


图8 25℃ 环境贮存葡萄汁抗氧化能力变化

表 4 葡萄汁 4℃ 环境及 25℃ 环境下 30 d 后抗氧化活性

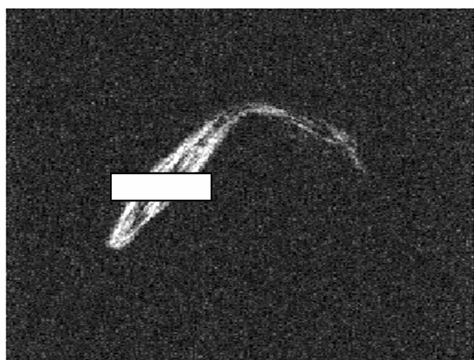
贮存温度 (℃)	加热温度 (℃)	DPPH 抑制率 (%)	抗氧化活性 损失率 (%)	差异显著性	
				0.05	0.01
4	对照组	52.36	4.9	a	A
	40	51.77	6.0	ab	AB
	60	51.68	6.2	abc	AB
	80	50.86	7.7	bc	B
	100	50.72	7.9	c	BC
25	对照组	52.75	4.2	d	CD
	40	52.20	5.2	d	D
	60	50.32	8.6	d	D
	80	48.55	11.8	e	E
	100	47.87	13.1	f	E

3 结论与讨论

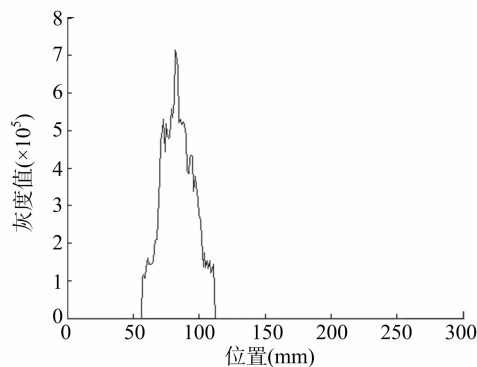
浓缩葡萄汁在贮藏期间, 各类营养成分均出现下降趋势, 包括多酚、黄酮、花青素等。在 40、60、80、100℃ 不同的温度加热过程中, 无论是低温环境 (4℃) 贮存还是常温环境 (25℃) 贮存, 浓缩葡萄汁各类成分损失率均在加热至 100℃ 处理时达到最大。

经过数据分析可知, 损失最多的为花青素含量, 低温环境 (4℃) 贮存加热至 100℃ 处理时损失率为 49.6%, 常温环境 (25℃) 贮存加热至 100℃ 处理时损失率高达 98.1%; 其次为黄酮含量, 低温环境 (4℃) 贮存加热至 100℃ 处理时损失率为 32.2%, 常温环境 (25℃) 贮存加热至 100℃ 处理时损失率为 42.6%; 再次为多酚含量, 低温环境 (4℃) 贮存加热至 100℃ 处理时损失率为 16.2%, 常温环境 (25℃) 贮存加热至 100℃ 处理时损失率为 23.2%; 而抗氧化活性损失率则只有在常温环境 (25℃) 贮存加热至 80℃ 和 100℃ 处理时损失率分别为 11.8% 和 13.1%, 超过 10%。可知在 25℃ 室温贮存过程中, 花青素损失极大, 因此贮存温度对于花青素是一

(下转第 346 页)



a. 所选取的金针菜菜叶的部分



b. 复水速度曲线

图9 干制金针菜复水前后质子密度像

状态,复水后改变干制金针菜组织中水的结合状态和水分分布,不同状态的水分发生了复杂的物理变化,这些变化反映了金针菜干制品的复水性能,与成像观察结果一致,所以可以根据干制金针菜复水后水分状态及含量的变化探索优化金针菜的干燥工艺,即为金针菜干制加工中质构参数的变化提供理论依据。

限于试验的工作量,本研究仅对干制金针菜复水前后进行测定试验,本试验结果作为初步的探索,今后尚须对不同干燥工艺金针菜复水过程中水分传递及变化进一步研究。

参考文献:

- [1] 王树元. 黄花菜的药膳兼用[J]. 中国烹调,1990(8):47.
- [2] 中国医学科学院药物研究所. 中药志[M]. 北京:人民卫生出版社,1979:556-562.
- [3] 邓放明,尹 华,李精华,等. 黄花菜应用研究现状与产业化开发对策[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2003,29(6):529-532.
- [4] Bertram H C, Dønstrup S, Karlsson A H, et al. Continuous distribution analysis of T_2 relaxation in meat—an approach in the determination of water-holding capacity[J]. Meat Science, 2002, 60(3): 279-285.

(上接第 338 页)

个非常敏感的因素,在 4℃ 条件下更有利于花青素的保持。浓缩葡萄汁贮存过程中抗氧化能力的损失程度则相对较小,但在低温贮藏条件下的抑制率也高于室温贮藏。所以采取低温贮藏的方式以及较低温度的加热(不高于 60℃)是保持浓缩葡萄汁有益成分和抗氧化能力的较好方法。

参考文献:

- [1] 仇农学. 现代果汁加工技术与设备[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [2] 张瑞宇. 现代物流中果蔬保鲜包装技术及其研究进展[J]. 包装工程,2003,24(1):71-73,76.
- [3] Costa C, Lucera A, Conte A, et al. Effects of passive and active modi-

- [5] Bertram H C, Andersen H J, Karlsson A H. Comparative study of low-field NMR relaxation measurements and two traditional methods in the determination of water holding capacity of pork[J]. Meat Science, 2001, 57(2): 125-132.
- [6] Hills B P. Applications of low-field NMR to food science[R]. Annual Reports on NMR Spectroscopy, 2006, 58: 177-230.
- [7] 余瑞鑫,顾振宇,韩剑众. 大米浸泡过程水分状态变化的低场核磁共振研究[J]. 食品工业,2010(1):12-15.
- [8] 李 然,李振川,陈珊珊,等. 应用低场核磁共振研究绿豆浸泡过程[J]. 食品科学,2009,30(15):137-141.
- [9] 张绪坤,祝树森,黄俭花,等. 用低场核磁分析胡萝卜切片干燥过程的内部水分变化[J]. 农业工程学报,2012,28(22):282-287.
- [10] 王 娜,陈卫江,林向阳,等. 核磁共振及成像技术中的基本序列在食品中的应用[J]. 农产品加工·学刊,2006(6):11-14,22.
- [11] 徐建国,徐 刚,张绪坤,等. 利用核磁共振成像技术分析胡萝卜干燥过程中内部水分传递[J]. 农业工程学报,2013,29(12): 271-276.
- [12] 艾志录,白 洁,黄忠民,等. 基于低场 NMR 技术对速冻汤圆粉团持水性能的研究[J]. 中国食品学报,2014,14(1):178-183.

fied atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 102(2): 115-121.

- [4] 李 静,聂继云,李海飞,等. Folin-酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J]. 果树学报,2008,25(1):126-131.
- [5] 田树革,魏玉龙,刘宏炳. Folin-Ciocalteu 比色法测定石榴不同部位总多酚的含量[J]. 光谱实验室,2009,26(2):341-344.
- [6] 张孟琴,张丽娜,王朝阳,等. 三叶木通果皮总黄酮的提取和含量测定的研究[J]. 食品工业科技,2010,31(1):250-253.
- [7] 张 燕,谢玫珍,廖小军. 热和紫外辐照对红莓花色苷稳定性的影响[J]. 食品与发酵工业,2005,31(3):37-40.
- [8] 冯建光,谷文英. 葡萄皮红色素的示差法测定[J]. 食品工业科技,2002,23(9):85-86.