

doi:10.3969/j.issn.1005-1295.2020.01.002

NFC 复合梨汁的配方筛选及贮藏品质变化研究

范金波, 安佳鑫, 王雨, 李鑫芮, 吕长鑫

(渤海大学 食品科学与工程学院, 辽宁锦州 121013)

摘要:以黄冠梨为主要原料, 辅以丑橘、旱黄瓜制备了一种低糖功能型非浓缩还原(Not From Concentrate, NFC)复合果蔬汁, 并研究了其贮藏过程中品质变化规律。结果表明: NFC 复合果蔬汁 28 天贮藏过程中, 可溶性固形物和可滴定酸略有变化, 但不显著; 浊度和离心沉淀率与对照相比显著增加 ($P < 0.05$); 总酚含量呈现显著下降趋势 ($P < 0.05$)。另外, 贮藏过程中 NFC 复合果汁色差 $\Delta E < 2$, 说明色泽变化不显著。气味指纹分析仪(电子鼻)对贮藏期果汁进行风味识别, 能较好地区分风味变化。粒径分析表明 9 天内粒径变化不显著, 但是 28 天与 0 天相比, 平均粒径(D_{50})增加近一倍。综上, NFC 复合果蔬汁短期贮藏能较好地保持营养成分和色泽, 随着贮藏期的延长, 粒径增大, 风味显著变化, 稳定性变差。

关键词:黄冠梨; 非浓缩还原; 品质; 粒径; 电子鼻

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

Preparation of NFC Compound Fruit and Vegetable Juice and Its Quality Change During Storage

Fan Jinbo, An Jiixin, Wang Yu, Li Xinrui, Lv Changxin

(College of Food Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: A low-sugar functional NFC compound fruit and vegetable juice was prepared using crown pears as main raw material and ugly citrus and dry cucumbers as auxiliary raw materials, and the law of quality change during storage was studied. The results show that the soluble solid contents and titratable acid changed slightly but not significantly during the 28 days storage of NFC compound fruit and vegetable juice, and the turbidity and centrifugal sedimentation rate were significantly increased compared with the control ($P < 0.05$). The content of total phenol decreased significantly ($P < 0.05$). In addition, the color difference ΔE of NFC compound juice during storage was less than 2, indicating that the color change was not significant. Odor fingerprint analyzer (electronic nose) was used to recognize the flavor of fruit juice during storage period, which can better distinguish the flavor change. The results of particle size analysis show that the average particle size (D_{50}) was almost doubled in 28 days compared with that in 0 day. On the whole, the short-term storage of NFC compound fruit and vegetable juice could keep the nutrient composition and color better. With the prolongation of storage life, the particle size increased, the flavor changed significantly and the stability became worse.

Key words: crown pear; NFC (not from concentrate); quality; particle size; electronic nose

0 引言

在我国水果生产中, 梨的产量仅次于苹果, 根据国家统计局发布的《中国统计年鉴 2018》显示, 2017 年我国梨子产量达 1641 万吨。梨及其加工品风味独特, 营养丰富, 同时还具有助消化、润肺止咳、利尿、退热解毒等保健作用^[1-3]。梨除鲜食外, 生产果汁也是梨加工的主要方向^[4-5]。果汁按照加工方式不同可分为浓缩还原汁(FC)

和非浓缩还原汁(Not From Concentrate, NFC), 国内以 FC 为主^[6-7]。2015 年以来, 随着人们健康意识的增强, “近水饮品”异军突起, 此类产品爆发式的增长与目前的消费习惯相吻合, 清淡口感逐渐替代了甜味成为主流。NFC 果蔬汁是采用新鲜果蔬直接榨汁所获得 100% 纯鲜果的新型果蔬汁, 其加工过程中受热时间短, 营养成分损失少, 能够更好地保持新鲜果蔬的成分和风味, 符合人们对于健康的新需求^[8]。

收稿日期: 2019-07-02 修稿日期: 2019-07-24

基金项目: 国家重点研发计划专项(2017YFD0400704); 辽宁省高等学校产业技术研究院重大项目(000041803)

黄冠梨广泛分布在我国北方,适宜生长在干旱寒冷的地区,具有皮薄肉厚、质细松软多汁、风味酸甜适口等特性,富含蛋白质、维生素、膳食纤维、多酚类等多种营养成分,是适合果汁加工的品种^[9-11]。

目前国内外关于果汁浓缩汁的研究较多,而以梨为主要原料制备 NFC 果汁及 NFC 复合果蔬汁研究较少。本文以北方特有并具有独特风味黄冠梨为主要原料,开发清淡、低热量、富含果蔬功能性成分的新型 NFC 复合果蔬汁,并研究其贮藏过程中品质特性的变化规律,为梨的深加工提供一定支持。

1 材料与方法

1.1 材料和设备

黄冠梨、丑橘和旱黄瓜均购于当地超市,挑选大小均匀、无果皮褐变、无机械伤、无病虫害的果实为材料,保存于冷库中;食品级 D- 异抗坏血酸钠、没食子酸、Folin-Ciocalteu 试剂(北京百灵威科技有限公司)。

ML 104-02 电子天平(梅特勒-托利多仪器有限公司);CR-400 色彩色差计(柯尼达美能达公司);WYT-15 手持折光仪(泉州光学仪器厂);UV-2700 紫外可见分光光度计(日本岛津仪器有限公司);PEN3 电子鼻(德国 AIRSENSE 公司);WGZ-2000 浊度计(上海仪电物理光学仪器有限公司);TDL-5-A 低速离心机(上海安亭科学仪器厂);KQ-500DE 数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);HH-6 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司);WBL1008Q 破壁机(美的生活电器制造有限公司);BT-9300ST 型激光粒度分布仪(上海甄明科学仪器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 NFC 复合果蔬汁的研制

工艺流程:原料选择→清洗→去皮→切块→榨汁→护色→过滤→复配→均质→杀菌→灌装→成品。

(1) NFC 复合果蔬汁复配。将黄冠梨原汁、丑橘原汁和旱黄瓜原汁按照一定的比例进行复配,将调制好的复合果蔬汁在 30 ℃~40 ℃温度条件下均质 15 min,采用 85 ℃巴氏杀菌 20 min,杀菌后迅速采用经清洗并消毒的 100 mL 规格玻璃瓶热灌装,灌装后迅速密封。用流动水冲洗瓶身,

等待瓶子冷却到一定温度后再用冷水冷却到室温,然后冷藏。

(2) NFC 复合果蔬汁的感官评价。根据黄冠梨 NFC 复合果蔬汁的色泽、风味、口感和组织形态感官指标,参照文献^[12-14]制定感官评价标准,如表 1 所示。

表 1 感官评价标准

项目	评分标准	分值
气味 (30)	具有黄冠梨的芳香味,以及其他果蔬的香味(丑橘、苹果、葡萄、黄瓜等),香气协调柔和	21~30
	香气都较淡或只有一种原料的香气	11~20
	无果蔬气味,有异味	1~10
色泽 (20)	色泽均一明亮,颜色为橙黄色	16~20
	色泽较好,但不够明亮	11~15
	色泽暗淡,不够鲜亮	1~10
口感 (30)	口感清爽,酸甜适中,风味好	21~30
	口感不清爽有些发苦或发涩,偏酸或偏甜,风味一般	11~20
	口感较差,不协调	1~10
组织 形态 (20)	汁液均匀,无杂质	16~20
	汁液较均匀,有轻微絮状物,无杂质	11~15
	汁液不均匀稳定有大量沉淀或有杂质	1~10

1.2.2 NFC 复合果蔬汁贮藏期品质特性变化

1.2.2.1 浊度的测定

利用浊度仪,先用去离子水进行校准,再将样品倒入管中摇匀放入浊度仪中,待浊度仪的读数变化不大后进行读数。

1.2.2.2 可溶性固形物的测定

在室温下,采用手持折射仪测定 NFC 复合果蔬汁中可溶性固形物。

1.2.2.3 可滴定酸的测定

采用 GB/T12456-2008《食品中总酸的测定》中酸碱滴定法测定复合果汁中的可滴定酸含量。

1.2.2.4 离心沉淀率的测定

称取 20.0 g 的样品置于离心管中,以 3 000 r/min 的离心速度下离心 15 min,计算沉淀率。

$$\text{沉淀率}(\%) = \frac{\text{沉淀物重量}(g)}{20.0} \times 100\%$$

1.2.2.5 总酚含量的测定

总酚含量的测定采用 Folin-Ciocalteu 法测定^[15]。取 1 mL 样品加入 25 mL 比色管中,依次加入福林-酚试剂 0.2 mL, 15% Na₂CO₃ 溶液 2 mL,

80% 乙醇定容,室温下静置 60 min,于 765 nm 下测定吸光度。制作没食子酸标准曲线并得到吸光度与总酚质量浓度的方程, $y=0.072 4x+0.006 3$ ($R^2=0.999 2$),总酚含量为每毫升果汁相当的没食子酸的量,单位 $\mu\text{g/mL}$ 。

1.2.2.6 色值的测定

采用色差仪测定。将装有 100 mL 黄冠梨 NFC 复合果蔬汁的透明玻璃瓶放置室温,振荡,使其均匀,用全自动色差仪通过反射法测定果汁 L^* 、 a^* 、 b^* 值,实验采 Hunter LAB 表色系统进行色泽描述。

1.2.2.7 电子鼻测定香气成分

电子鼻测定分析条件,电子鼻传感器阵列主要性能及具体操作方法参考文献方法 [16]。数据分析取稳定后数据进行主成分分析 (PCA),线性判别分析及 Loadings 传感器贡献率分析。

1.2.2.8 粒径分布的测定

采用 BT-9300ST 型激光粒度分布仪检测复合果汁贮藏期粒径的变化规律。采用动态光散射法测定将样品加入到以水为介质的准备池中,样品稀释后用激光束照射,测定范围为 $0.1 \mu\text{m}$ – $1000 \mu\text{m}$ 。

1.3 统计分析

试验平行测定 3 次,结果表示为平均值 \pm 标准差;采用 SPSS 17.0 进行显著性分析,显著水平为 $P<0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 NFC 复合果蔬汁的研制

经过前期的预试验,初步确定表 2 配方。按配方分别制备 NFC 复合果蔬汁,从颜色上看主要分成两类,一类加胡萝卜呈现橙红色,而未加的

呈现橙黄色。选取 10 名本专业同学,进行感官评定培训,并对果汁产品进行感官评定,评分结果如表 2 所示,从结果来看同学们偏爱加了黄瓜和丑橘的样品,其中 6 号配方评分最高,其配方为黄冠梨:丑橘:早黄瓜 (10:9:1),因此后续试验以 6 号配方为研究对象。

表 2 NFC 复合果蔬汁配方设计及感官评分

样品	NFC 复合果汁原料	NFC 复合果汁配比	感官评分
1	黄冠梨:苹果:丑橘	8:1:1	81
2	黄冠梨:苹果:丑橘	7:3:2	80
3	黄冠梨:苹果:早黄瓜	5:4:1	85
4	黄冠梨:苹果:早黄瓜	5:3:2	86
5	黄冠梨:丑橘:早黄瓜	4:4:2	85
6	黄冠梨:丑橘:早黄瓜	10:9:1	92
7	黄冠梨:丑橘:早黄瓜	5:4:1	86
8	黄冠梨:葡萄:胡萝卜	5:4:1	82
9	黄冠梨:葡萄:胡萝卜	4:3:3	84
10	黄冠梨:葡萄:胡萝卜	10:9:1	85

2.2 NFC 复合果蔬汁贮藏期品质变化

2.2.1 NFC 复合果蔬汁贮藏期浊度变化

浊度代表在自然状态下体系的混浊程度,浊度值越高表示溶液的混浊度越高,是探究果汁稳定性的重要指标。果汁体系中含有大量的悬浮颗粒,这些颗粒由于布朗运动而相互碰撞聚集,逐渐变大。因此,果汁中的微粒数随着的贮存时间的延长而减少,而微粒体积增大,浊度增加。由表 3 可知,0~3 d 内浊度变化最显著 ($P<0.05$);而在 3~21 d 内,浊度趋于一个稳定阶段。0~3 d 内浊度变化明显可能是由于部分残留的酶类进一步分解所致,而后期随着储藏时间的延长,浊度无明显变化说明 NFC 复合果蔬汁稳定性良好。

表 3 NFC 复合果蔬汁贮藏过程中理化指标

时间/d	浊度 (FTU)	可溶性固形物含量 (%)	可滴定酸 / ($\text{mmol} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)	沉淀率 (%)	总酚含量 / ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
0	1611 \pm 5 ^c	11.23 \pm 0.13 ^c	0.469 \pm 0.013 ^{ab}	1.19 \pm 0.24 ^e	45.22 \pm 3.11 ^a
3	2102 \pm 7 ^a	11.24 \pm 0.05 ^c	0.441 \pm 0.004 ^b	1.33 \pm 0.08 ^d	34.41 \pm 2.15 ^b
6	2125 \pm 3 ^a	11.28 \pm 0.08 ^c	0.453 \pm 0.007 ^b	1.45 \pm 0.07 ^c	31.69 \pm 2.32 ^{bc}
9	2125 \pm 3 ^a	11.53 \pm 0.10 ^{ab}	0.469 \pm 0.010 ^{ab}	1.46 \pm 0.02 ^c	29.75 \pm 2.20 ^{bc}
14	2081 \pm 7 ^b	11.53 \pm 0.11 ^{ab}	0.481 \pm 0.013 ^a	2.43 \pm 0.10 ^b	28.09 \pm 1.78 ^{bc}
21	2092 \pm 4 ^b	11.68 \pm 0.05 ^a	0.476 \pm 0.011 ^a	2.50 \pm 0.05 ^{ab}	24.96 \pm 1.69 ^c
28	2089 \pm 7 ^b	11.68 \pm 0.07 ^a	0.464 \pm 0.009 ^{ab}	2.56 \pm 0.03 ^a	25.10 \pm 1.31 ^c

2.2.2 NFC 复合果蔬汁贮藏期可溶性固形物 (SSC) 变化

由表 3 可以看出, NFC 复合果蔬汁可溶性固形物含量贮藏期内在 11~12% 范围内上下波动, 后期略有增加, 说明黄冠梨 NFC 复合果蔬汁贮藏过程中较稳定。杨晓龙等研究 5 种秋子梨果实采后品质变化规律, 结果表明货架期内 SSC 没有显著变化, 说明原料本身 SSC 较稳定。其他复合果蔬汁研究中也得出同样的结论^[16-17]。

2.2.3 NFC 复合果蔬汁贮藏期可滴定酸 (TA) 变化

可滴定酸度, 是指食品中所有酸性物质的总称, 包括已解离的酸浓度。由表 3 可以看出黄冠梨 NFC 复合果蔬汁可滴定酸在 0~28 d 储藏过程中数据变化不大, 从差异显著性分析结果看, 9 d 内可滴定酸含量差异不显著 ($P > 0.05$), 14 d 后略有增加, 而后趋于稳定。这可能与黄冠梨 NFC 复合果蔬汁的变质程度有关, 即随保存时间延长, 黄冠梨 NFC 复合果蔬汁发生变质, 分解出酸性物质, 且随变质程度逐渐增大, 酸度也相应增大。

2.2.4 NFC 复合果蔬汁贮藏期离心沉淀率变化

果蔬汁饮料分为清汁和浊汁两种类型, 黄冠梨 NFC 复合果蔬汁为浊汁。由表 3 可知, 贮藏期内沉淀率一直在显著的增加 ($P < 0.05$), 14~28 d, 沉淀率趋于稳定。造成沉淀量增多的原因有许多: 第一, 果蔬汁残留的微生物繁殖可分解果蔬汁的果胶并产生沉淀; 第二, 破壁机搅拌不均匀, 果肉颗粒大小不一, 果蔬汁饮料中的果肉颗粒太大或太小, 或者果蔬汁饮料体系粘度低, 果肉颗粒在重力的作用下发生沉淀等。

2.2.5 NFC 复合果蔬汁贮藏期总酚含量变化

果蔬中含有大量的酚类物质, 酚类物质是果实在生长中代谢的次生产物, 水果及果汁中的酚类物质主要分两类: 酚酸和类黄酮类。黄冠梨中主要含有绿原酸、熊果苷、儿茶素、表儿茶素、咖啡

酸等酚类成分, 而且皮中含量最高。榨汁过程中, 试验加入 0.3% 异抗坏血酸钠防止在榨汁过程中发生明显性的褐变, 也可以防止果汁中的酚类物质发生氧化。黄冠梨中含有较多的多酚成分及其酶类, 容易发生酶促褐变, 且 80% 发生在果实的破碎压榨过程中^[18-19]。从表 3 可以看出, 黄冠梨 NFC 复合果蔬汁在保存的 0~3 d 内, 酚类物质明显减少; 储藏 3~14 d 酚类物质仍在减少, 但变化不大; 储藏 14~28 d 酚类物质在 25 $\mu\text{g/mL}$ 上下波动, 整体处于稳定状态。与浓缩汁相比文中酚类含量显著偏低, 其主要原因 NFC 复合果蔬汁在前处理进行了去皮^[20], 另一方面在储藏过程中, 酚类物质被氧化降解, 所以随着储藏时间的延长, 总酚含量整体呈下降趋势属于一个正常的现象。

2.2.6 NFC 复合果蔬汁贮藏期色泽变化

果汁的色泽是评定果汁品质优良的重要指标之一, 为了系统研究黄冠梨 NFC 复合果蔬汁在贮藏过程中的颜色变化, 测定色度 (L^* 、 a^* 、 b^* 值) 及色差 ΔE 变化是必要的。贮藏过程中时间 (d) 与色度 (L^* 、 a^* 、 b^*) 及 ΔE 的关系如表 4 所示。 L^* 值表示溶液的亮度, 其值越大表明溶液越亮, a^* 为负值且越大表示绿色越深, b^* 值为正值且越大表示黄色越深。从表 4 可得出, 果汁在贮藏过程中色泽变化即色度值 (L^* 、 a^* 、 b^*) 与贮藏时间有良好的相关性, 4 $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏 3 d 时, L^* 值、 b^* 值有一个显著的变化。在后期贮藏过程中, L^* 值随着时间的延长而变大, 但总体趋于稳定; a^* 值随着贮藏时间的延长而变小, 总体趋于稳定; b^* 值随着贮藏时间的延长变大, 后期趋于稳定无显著变化。 ΔE 随着贮藏时间的延长而变大, 说明色差变化显著增大, 颜色变化明显。同时, 红值 (a^* 值) 减小, 黄色度 (b^* 值) 增大, 这是由于黄冠梨 NFC 果蔬汁发生轻微褐变, 但总体比较稳定。

表 4 NFC 复合果蔬汁贮藏期色泽变化

贮藏时间 / d	L^*	a^*	b^*	ΔE
0 (对照)	33.65 \pm 0.12 ^b	-4.44 \pm 0.08 ^a	13.88 \pm 0.12 ^c	0.00
3	34.57 \pm 0.16 ^a	-4.41 \pm 0.25 ^a	14.61 \pm 0.13 ^b	1.17 \pm 0.01 ^e
6	33.68 \pm 0.23 ^b	-4.74 \pm 0.06 ^b	15.35 \pm 0.11 ^a	1.50 \pm 0.03 ^d
9	33.64 \pm 0.08 ^b	-4.91 \pm 0.04 ^{cd}	15.43 \pm 0.16 ^a	1.62 \pm 0.02 ^c
14	34.10 \pm 0.18 ^a	-4.99 \pm 0.05 ^d	15.47 \pm 0.16 ^a	1.74 \pm 0.00 ^b
21	34.34 \pm 0.16 ^a	-4.83 \pm 0.04 ^{bc}	15.38 \pm 0.10 ^a	1.70 \pm 0.01 ^b
28	34.61 \pm 0.25 ^a	-5.05 \pm 0.09 ^d	15.33 \pm 0.05 ^a	1.84 \pm 0.04 ^a

2.2.7 NFC 复合果蔬汁贮藏期香气变化

黄冠梨成熟果实中香气成分达 34 种,其中以酯类、醛类、醇类为主^[21]。本文主要采用电子鼻识别 NFC 复合果蔬汁贮藏过程中香气变化并进行分析。

主成分分析贡献率越大越能反映样品信息。因此样品在横纵坐标上越接近说明差异越小。图 1(a) 为不同储藏时间 NFC 复合果蔬汁的 PCA 图,两成分总贡献率为 97.07%,其中第 1 主成分和第 2 主成分贡献率分别为 91.11% 和 5.96%。由各样品在 PCA 图中的分布可知,不同储藏时间的样品分散,说明储藏过程中挥发性成分发生一定的变化,但是 PCA 图中分布无明显变化规律。

LDA 是研究样品所属类型的一种统计方法,其注重所采集的果汁挥发性物质成分响应值在空间的分布状态及彼此之间的距离分析^[22]。由图 1(b) 可知,第 1 主成分贡献率为 52.45%,第 2 主成分贡献率为 25.61%,两成分总贡献率达 78.06%。随着储藏时间的延长,气味差异显著,样品分布呈现明显变化趋势。在 0~3 d 内,随着储藏时间的延长 LD1 和 LD2 均逐渐上升;在 3~28 d 内,随着储藏时间的延长 LD1 和 LD2 均逐渐降低,说明黄冠梨 NFC 复合果蔬汁中某些主要挥发性成分的含量正逐渐变化。

Loadings 分析方法可区分 10 种传感器对 NFC 复合果蔬汁的敏感程度。零点坐标附近的传感器检测不敏感,跟零坐标较远的传感器反应越敏感。由图 1(c) 可知,第 1 主成分贡献率为 91.11%,第 2 主成分贡献率为 5.96%,总贡献率为 97.07%,说明可反映 NFC 复合果蔬汁的几乎全部信息。其中 2 号、6 号传感器对第 1 主成分贡献率较大,9 号传感器对第 2 主成分贡献率最大。根据传感器的性能描述,说明电子鼻检测到的挥发成分是氮化合物、有机硫化物等,此结果与南果梨汁挥发性成分相一致。

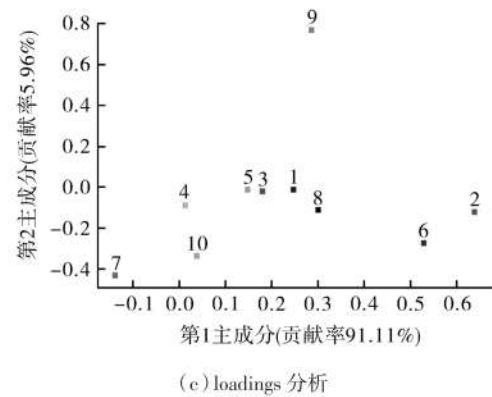
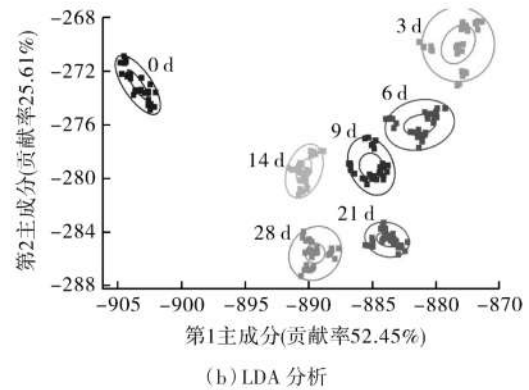
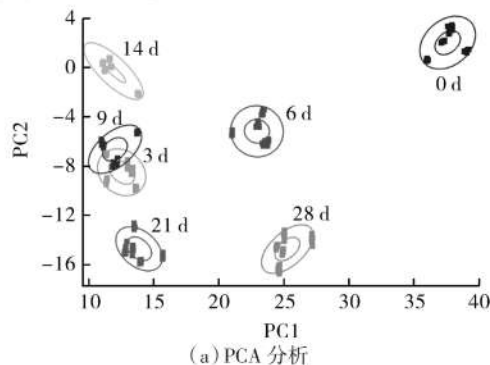
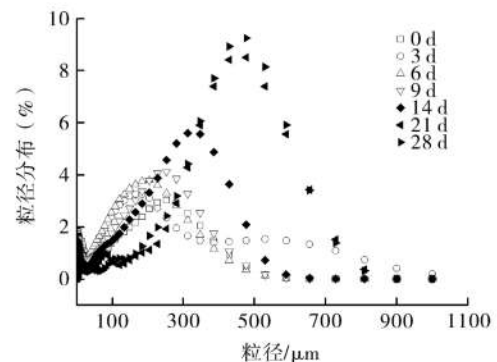


图 1 贮藏过程中 NFC 复合果蔬汁挥发性成分的变化

2.2.8 NFC 复合果蔬汁贮藏期粒径变化

果汁粒径大小,分布与稳定性密切相关^[23]。由图 2 可知,随着贮藏时间的延长粒径分布发生了显著的变化,从 0 d D_{50} 28.22 μm 增加到 28 d D_{50} 57.36 μm 平均粒径增加了近 1 倍,而 9d 内粒径分布没有显著性差异。本文粒径与文献报道相比,平均粒径较大^[24-25]。原因可能与 NFC 果汁的最小加工,不添加添加剂有关,再之本文 NFC 果汁制备过程中没有进行酶解工艺也是导致粒径偏大的原因,因此为进一步改善 NFC 复合果蔬汁的稳定性延长贮藏期,后续实验应开展酶解工艺优化研究。



3 结语

论文以黄冠梨为主要原料,辅以其它果蔬,通过复配和感官评价筛选出一种清淡、低热量 NFC 复合梨汁,并研究其贮藏过程中品质特性的变化规律。筛选出最优配方为黄冠梨:丑橘:旱黄瓜为 10:9:1,未添加甜味剂。结果表明:果蔬汁 28 d 贮藏过程中,其固形物含量、可滴定酸和色泽变化不大,而浊度和沉淀率随着贮藏时间的延长而增大,总酚含量显著降低,电子鼻识别出风味变化,粒径分析表明 9 d 内粒径变化不显著,但是 28 d 与 0 d 相比,平均粒径(D_{50})增加近一倍。综上,NFC 复合果蔬汁短期贮藏能较好的保持营养成分和色泽,随着贮藏期的延长,风味显著变化,稳定性变差。本文采用的是巴氏杀菌,热力杀菌一定程度上影响了贮藏期品质,非热杀菌技术在 NFC 果汁加工中的应用有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] Ankolekar C, Pinto M, Greene D, et al. In vitro bioassay based screening of antihyperglycemia and antihypertensive activities of Lactobacillus acidophilus fermented pear juice [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 13: 221-230.
- [2] Zenteno-Ramirez G, Juarez-Flores B I, Aguirre-Rivera J R, et al. Juices of prickly pear fruits (Opuntia spp.) as functional foods [J]. Italian Journal of Food Science, 2018, 30(3): 614-627.
- [3] 李光珍, 刘炳杰, 李杨, 等. 砷分子印迹 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 改性壳聚糖树脂对梨汁中砷的吸附作用 [J]. 中国食品学报, 2017, 17(5): 124-129.
- [4] 夏玉静, 王文辉, 贾晓辉, 等. 梨果加工制品市场调查情况分析 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(22): 340-343.
- [5] 焦媛媛, 杜丽平, 孙文, 等. 优良梨汁发酵乳酸菌的筛选与发酵性能分析 [J]. 食品科学, 2019, 40(2): 141-145.
- [6] 苟小菊, 田由, 郭玉蓉, 等. 16 个苹果品种非浓缩还原汁的理化特征分析 [J]. 中国农业科学, 2018, 51(4): 800-810.
- [7] 朱丹实, 刘贺, 曹雪慧, 等. 苹果浑浊汁稳定性研究进展 [J]. 包装与食品机械, 2017, 35(5): 50-54.
- [8] 苟小菊, 田由, 郭玉蓉, 等. 不同成熟期苹果品种非浓缩还原汁品质评价与分析 [J]. 中国农业科学, 2018, 51(19): 3778-3790.
- [9] 李丽梅, 赵哲, 何近刚, 等. 不同品种梨果实酚类物质和抗氧化性能分析 [J]. 食品科学, 2014, 35(17): 83-88.
- [10] 刘佩, 徐欣欣, 刘同信, 等. 过氧化氢处理对采后“黄冠”梨果皮褐变及果实品质的影响 [J]. 食品科学, 2017, 38(19): 241-247.
- [11] 朱春, 付瑞平, 毕艳红, 等. 荸荠梨复合饮料的加工工艺及稳定性的研究 [J]. 包装与食品机械, 2017, 35(4): 24-29.
- [12] 刘畅, 冯建文, 旷慧, 等. 红树莓柚子复合果汁配方优化 [J]. 食品工业科技, 2018, 39(3): 143-147.
- [13] 葛英亮, 马艳秋. 响应面法优化蓝莓澄清型果汁饮料工艺 [J]. 食品科学, 2012, 33(12): 52-57.
- [14] 陈思睿, 冯建文, 池明月, 等. 红树莓胡萝卜复合果蔬汁的研制 [J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(12): 208-215.
- [15] 范金波, 蔡茜彤, 冯叙桥, 等. 咖啡酸体外抗氧化活性的研究 [J]. 中国食品学报, 2015, 15(3): 65-73.
- [16] 吕长鑫, 刘苏苏, 李萌萌, 等. 超高压处理对南果梨汁杀菌效果及品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(6): 117-122.
- [17] 赵瑾, 杨瑞金, 赵伟, 等. 高压脉冲电场对鲜榨梨汁的杀菌效果及其对产品品质的影响 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(6): 239-244.
- [18] 张亚伟, 陈义伦. 不同品种梨汁酶促褐变因子及相关性 [J]. 中国农业科学, 2011, 44(9): 1880-1887.
- [19] Hsu J C, Heatherbell D A, Yorgey B M. Effects of variety, maturity and processing on pear juice quality and protein stability [J]. Journal of Food Science, 1990, 55(6): 1610-1613.
- [20] 陈树俊, 赵辛, 康俊杰, 等. 不同梨品种品质评价及温度对梨浓缩汁指标影响研究 [J]. 食品工业科技, 2015, 36(17): 326-329.
- [21] 李杰, 王雨, 李敏敏, 等. 不同萃取头对黄冠梨果实香气成分的影响 [J]. 河北农业科学, 2019, 23(1): 31-36.
- [22] 江琳琳, 潘磊庆, 屠康, 等. 基于电子鼻对水蜜桃货架期评价的研究 [J]. 食品科学, 2010, 31(12): 229-232.
- [23] 徐伟, 王贵新. 均质对毛酸浆果汁稳定性的影响及其粒径形态表征 [J]. 食品科学, 2016, 37(4): 68-72.
- [24] 刘鑫, 朱丹, 魏文毅, 等. 沙棘浑浊果汁稳定性的研究 [J]. 中国酿造, 2018, 37(6): 136-139.
- [25] 石天琪, 王子宇, 张霞, 等. 高压均质黄桃果汁的响应面法优化及稳定性表征 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(13): 19-24.

作者简介: 范金波 (1977), 男, 博士, 副教授, 研究方向为食品加工及分子营养, 通信地址: 121013 辽宁锦州市高新区科技路 19 号 渤海大学食品科学与工程学院, E-mail: jinbo_fan@hotmail.com.

通信作者: 吕长鑫 (1964), 男, 教授, 研究方向为果蔬加工, 通信地址: 121013 辽宁锦州市高新区科技路 19 号 渤海大学食品科学与工程学院, E-mail: lvchangxin6666@163.com.

本文引用格式:

范金波, 安佳鑫, 王雨, 等. NFC 复合梨汁的配方筛选及贮藏品质变化研究 [J]. 包装与食品机械, 2020, 38(1): 8-13.