

浓缩苹果汁色值与 5-HMF 含量在贮存过程中的变化规律

薛楠, 阮美娟, 董韩远, 乔晓兰

(食品营养与安全教育部重点实验室, 天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 以浓缩苹果汁为实验材料, 研究不同贮存温度下浓缩苹果汁色值、5-HMF 含量(5-羟甲基糠醛)的变化规律及其之间的关系. 结果表明: 在贮存过程中浓缩苹果汁的色值随贮存时间的延长而呈线性减小; 在贮存过程中浓缩苹果汁的 5-HMF 含量随着贮存时间的延长而呈线性增加. 随着贮存温度的升高, 5-HMF 含量变化速率加快. 在贮存过程中浓缩苹果汁色值的变化与 5-HMF 含量密切相关, 两者之间呈负相关.

关键词: 浓缩苹果汁; 色值; 5-HMF

中图分类号: TS275.5 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2011)06-0020-04

Regulation of Colour Value and 5-HMF Content of the Concentrated Apple Juice During Storage

XUE Nan, RUAN Mei-juan, DONG Han-yuan, QIAO Xiao-lan

(Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, Ministry of Education, College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: Based on the concentrated apple juice as an experimental material, the change regulation and relationships of the colour value and 5-HMF content in the concentrated apple during different storage temperature were studied in this paper. Results showed that the colour value decreased lineally with extending storage time, to the contrary, 5-HMF content increased lineally with extending storage time; the change rate of 5-HMF content is rising with the increasing storage temperature; the changes of the colour value was closely connected to 5-HMF content, the correlation between the two fit good linear relationships.

Keywords: concentrated apple juice; colour value; 5-HMF

我国的苹果产量居世界第一位, 约占世界苹果总产量的 41.2%. 苹果除了用于鲜食之外, 浓缩苹果汁是苹果深加工的主要途径之一. 但一直以来, 浓缩苹果汁加工过程中的果汁褐变、后混浊和二次混浊、营养损耗和芳香物质逸散等问题严重制约了我国浓缩苹果汁的生产和发展, 也对我国浓缩苹果汁的出口造成了一定影响.

浓缩苹果汁的色值是反映果汁颜色深浅程度、评价其质量的指标之一, 色值的高低可以反映出产品的稳定程度, 色值的测定是生产工艺流程中的重要一环. 除此之外, 色值也是国际性公认的浓缩苹果汁品质的评价标准, 色值降到一定程度 ($A_{440} < 45$) 以后, 浓缩苹果汁就基本失去商品价值.

在浓缩苹果汁贮存过程中, 色值变化受很多因素的影响, 例如时间、温度、5-HMF (5-hydroxymethyl furfuraldehyde, 5-羟甲基糠醛) 含量等. 果汁中的色素物质主要是酚类色素, 如花青素、花黄素和鞣质等, 这些色素都极不稳定, 在果汁加工和储藏过程中易发生褐变, 使果汁颜色加深, 色值指标下降, 并且对产品的品质产生不利的影响^[1]. 如何较好地对贮藏过程中浓缩苹果汁的色值变化进行预测, 提前对企业内现有产品库存按不同客户的要求进行合理安排, 避免重复多次检验并克服因浓缩苹果汁的色值原因给企业带来不应有的损失, 是果汁企业和研究人员亟需解决的课题.

5-HMF 是葡萄糖或果糖在酸性溶液中的脱水分

解产物,是美拉德反应、焦糖化反应及抗坏血酸氧化分解反应的共同中间产物^[2]。Maillard 反应通常先由游离氨基与还原糖的羰基反应生成糖胺,然后经 Amadori 重排形成 Amadori 中间产物,该中间产物继续反应形成呋喃和 5-HMF,此阶段反应速度快,5-HMF 不断积累,并参与美拉德反应后阶段的缩合反应形成类黑精色素,使食品色泽发生褐变^[3]。5-HMF 不仅是体系形成色素沉积的潜在条件,也是 Maillard 反应和非酶褐变的重要指示因子^[4]。

本文采用不同的贮存条件,在检测分析的基础上,寻找浓缩苹果汁贮存期间色值的变化规律。通过研究浓缩苹果汁贮存过程中 5-HMF 含量的变化规律,寻找其与色值之间的变化关系,为进一步解决浓缩苹果汁贮存过程中的褐变问题提供实验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

浓缩苹果汁,陕西省富平县国投中鲁果汁厂提供。

乙酸锌、亚铁氰化钾,天津市北方天医化学试剂厂。

PAL-1 型手持式阿贝折光仪, Pocket Refractometer Tokyo Tech Award 公司; 752E 型紫外分光光度计,天津市普瑞斯仪器有限公司。

1.2 方法

将同一批次的浓缩苹果汁在 4、14、24、34 °C 这 4 个温度条件下保存,跟踪监测浓缩苹果汁的色值和 5-HMF 含量。

色值采用分光光度计测定。将浓缩苹果汁稀释到糖度 11.5 Brix,在 440 nm 下测定其吸光度。

5-HMF 含量采用分光光度计检测^[5]。

2 结果与讨论

2.1 浓缩苹果汁在贮藏过程中色值和 5-HMF 含量的检测结果

浓缩苹果汁贮藏过程中色值和 5-HMF 含量的检测结果见表 1。

表 1 浓缩苹果汁色值和 5-HMF 含量检测结果

Tab.1 Test result of colours and 5-HMF content of the concentrated apple juice

时间/d	4 °C		14 °C		24 °C		34 °C	
	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)
1	78.87	4.319	78.87	4.319	78.87	4.319	78.87	4.319
4	78.34	4.388	77.37	4.488	74.07	5.516	73.90	5.436
7	77.84	4.436	75.83	4.704	70.10	6.002	64.80	6.469
10	77.39	4.496	73.86	4.899	66.48	6.297	59.07	7.518
12	77.04	4.557	72.60	4.975	63.53	6.437	54.37	8.396
13	77.00	4.606	71.44	5.012	61.93	6.742	50.37	8.649
16	76.89	4.724	72.36	5.139	58.83	6.872	47.83	9.008
19	76.43	4.763	71.63	5.374	56.86	6.167	44.93	9.561
22	75.88	4.818	71.26	5.878	54.40	6.962	41.30	9.976
25	75.46	5.038	70.53	6.184	51.67	7.176	38.62	10.312
26	75.23	5.112	69.18	6.273	51.63	7.238	36.90	10.625
29	74.72	5.378	69.17	6.347	49.86	7.461	33.21	10.941
33	74.25	5.499	68.83	6.427	48.70	7.969	31.43	11.579
42	72.98	5.712	67.87	6.606	45.37	8.311	29.62	11.924
49	71.87	5.938	65.42	6.796	41.90	9.418	-	-
57	70.37	6.318	63.37	6.917	39.80	9.720	-	-
65	69.17	6.514	59.96	7.804	36.97	10.420	-	-
73	67.74	6.662	57.13	8.629	33.61	10.870	-	-
79	65.88	6.845	55.52	8.833	31.73	11.060	-	-
88	64.47	6.936	52.63	8.964	29.77	11.470	-	-
100	62.68	7.422	51.11	9.132	-	-	-	-
112	60.47	7.567	49.71	9.383	-	-	-	-
124	58.82	7.842	47.44	9.642	-	-	-	-
135	57.79	7.906	46.88	9.814	-	-	-	-
146	55.21	8.218	43.96	9.988	-	-	-	-
157	53.72	8.544	41.31	10.241	-	-	-	-
168	51.99	8.796	39.14	10.482	-	-	-	-

续表

时间/d	4 °C		14 °C		24 °C		34 °C	
	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)	色值	5-HMF/(mg·L ⁻¹)
179	50.58	8.947	37.97	10.693	-	-	-	-
190	48.21	9.188	35.33	10.844	-	-	-	-
202	46.69	9.473	32.67	10.993	-	-	-	-
215	44.86	9.652	29.81	11.023	-	-	-	-
228	42.67	9.877	-	-	-	-	-	-
242	39.98	10.242	-	-	-	-	-	-
256	37.03	10.687	-	-	-	-	-	-
271	35.15	10.792	-	-	-	-	-	-
288	32.48	10.763	-	-	-	-	-	-
305	30.96	10.893	-	-	-	-	-	-
323	29.28	10.977	-	-	-	-	-	-

2.2 浓缩苹果汁色值在贮存过程中的变化规律

浓缩苹果汁色值在不同温度下贮存的变化规律

见图 1—图 4.

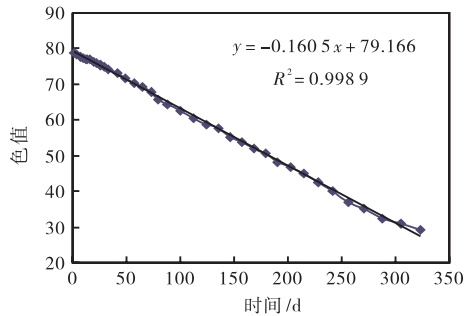


图 1 贮温 4 °C 条件下色值变化曲线

Fig.1 Change curve of 4 °C colour value

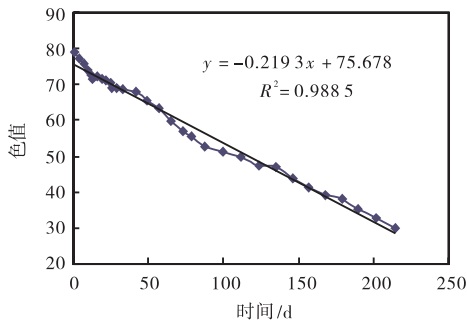


图 2 贮温 14 °C 条件下色值变化曲线

Fig.2 Change curve of 14 °C colour value

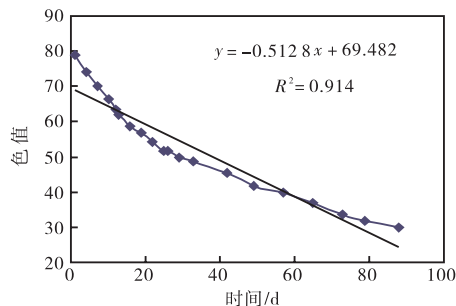


图 3 贮温 24 °C 条件下色值变化曲线

Fig.3 Change curve of 24 °C colour value

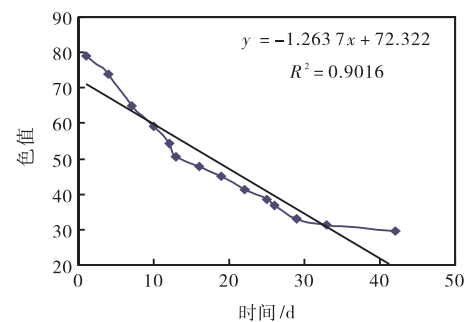


图 4 贮温 34 °C 条件下色值变化曲线

Fig.4 Change curve of 34 °C colour value

由图 1—图 4 可以看出,在 4 种不同贮存温度下,苹果汁的色值呈现统一的变化规律,即浓缩苹果汁的色值随贮存时间的延长而呈线性规律减小(相关系数 R^2 均在 0.9 以上);随着贮存温度的升高,色值变化速率加快。

浓缩苹果汁的色值在 4 种贮存温度下变化差异很大,低温(4 °C)在单位时间里色值变化很小,随着贮存时间的延长,色值变化的速率明显加快,常温(24 °C)的色值变化速度是低温(4 °C)的 4 倍,高温(34 °C)的色值变化速度是低温(4 °C)的 8 倍。由此可见,贮存温度对浓缩苹果汁的影响很大,低温更有利于浓缩苹果汁的贮存。

2.3 浓缩苹果汁中 5-HMF 含量在贮存过程中的变化规律

浓缩苹果汁中 5-HMF 含量在贮存过程中的变化规律见图 5—图 8.

由图 5—图 8 可知,在 4 种不同贮存温度下,苹果汁的 5-HMF 含量呈现统一的变化规律,即浓缩苹果汁的 5-HMF 含量随贮存时间的延长而呈线性规律增加(相关系数 R^2 均在 0.9 以上);随着贮藏温度的升高,5-HMF 含量变化速率加快。

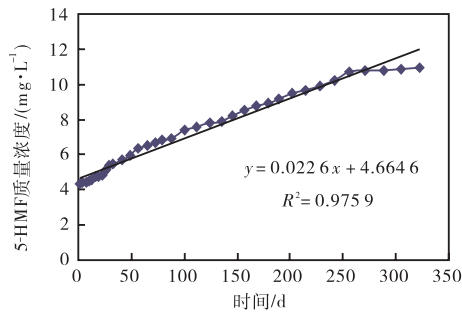


图5 贮温4℃条件下5-HMF含量的变化曲线
Fig.5 Change curve of 4℃ 5-HMF content

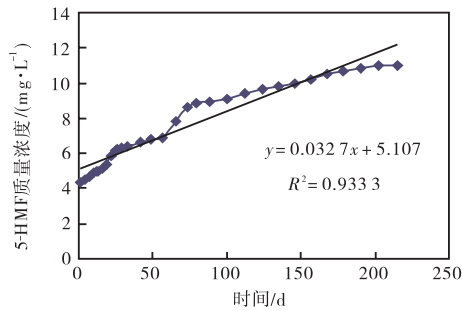


图6 贮温14℃条件下5-HMF含量的变化曲线
Fig.6 Change curve of 14℃ 5-HMF content

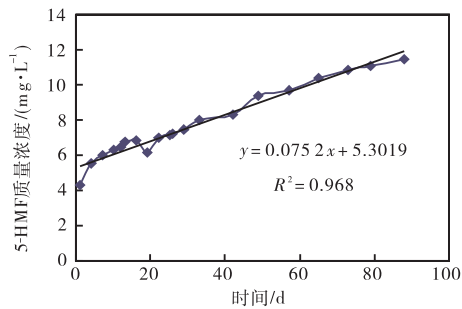


图7 贮温24℃条件下5-HMF含量的变化曲线
Fig.7 Change curve of 24℃ 5-HMF content

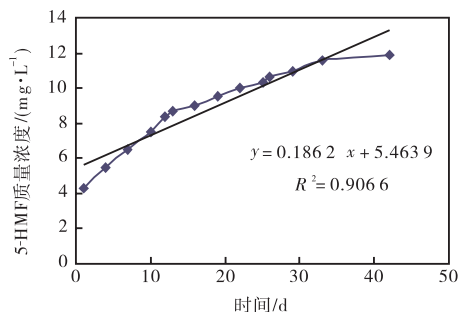


图8 贮温34℃条件下5-HMF含量的变化曲线
Fig.8 Change curve of 34℃ 5-HMF content

2.4 浓缩苹果汁中色值与5-HMF含量的关系

浓缩苹果汁中色值与5-HMF含量的关系如图

9—图12所示. 由图9—图12可以看出,5-HMF含量与色值的R²值普遍在0.9以上,说明其与色值间有很好的相关性.

赵树法^[6]对浓缩苹果汁在贮藏过程中5-HMF和还原糖与浓缩苹果汁的褐变关系进行了研究,结果表明贮存过程中随着苹果浓缩汁色值不同程度的变化,5-HMF含量的变化趋势不同.而本实验的结果表明,随着浓缩苹果汁色值的下降,5-HMF的含量呈现明显的上升趋势,5-HMF的含量与色值变化之间呈负相关.

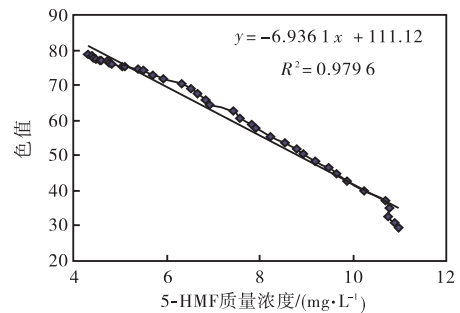


图9 贮温4℃条件下色值与5-HMF含量的关系
Fig.9 Relationship of 4℃ colour value and 5-HMF content

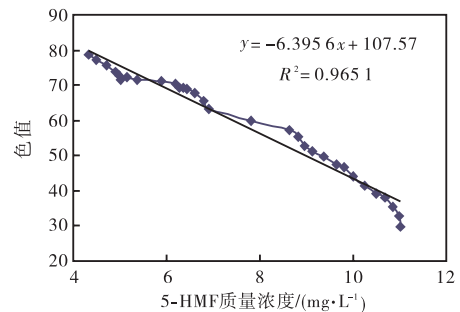


图10 贮温14℃条件下色值与5-HMF含量的关系
Fig.10 Relationship of 14℃ colour value and 5-HMF content

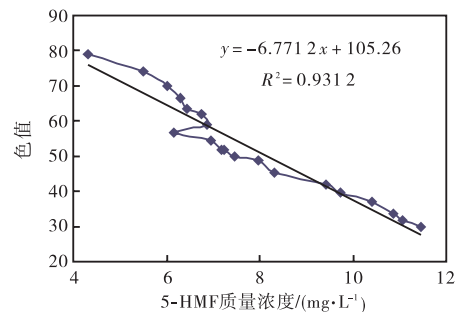


图11 贮温24℃条件下色值与5-HMF含量的关系
Fig.11 Relationship of 24℃ colour value and 5-HMF Content

(下转第64页)