

光照强度与桃汁褐变的相关性探讨

刘万敏

(北京农学院气象教研室, 102208)

提 要

太阳光的照射能引起桃汁贮藏过程中褐变的发生。当阳光的光照强度累计值达到 90—99 万 lux·h 时, 桃汁褐变的发生率可能为 70% 左右。在整个反应过程中, 光可能起“催化剂”的作用。

关键词: 光照强度 桃汁 贮藏 褐变 催化剂

前 言

果脯在贮藏加工过程中易发生褐变^[1], 果汁也不例外。从通俗意义上讲, 褐变 (Browning) 是指食品在加工和贮藏过程中颜色发生改变的一种现象。这种颜色的改变, 不仅影响食品的外观、风味, 而且还会造成营养物质的丢失, 甚至食品的变质。比如: 人体必需氨基酸——赖氨酸(限制性氨基酸), 就很容易在“美拉德反应”(Maillard reaction, 褐变反应之一种) 中丢失, 从而导致蛋白质营养价值降低。鉴于此, 寻求褐变发生的原因与解决途径, 对确保食品的营养有重要现实意义。果汁(如桃汁、草莓汁、枣汁等)在贮藏期间, 发生褐变的因素很多, 光是重要影响因素之一。光对油脂食品的贮藏有影响, 曾有文献报导^[2], 但作用机理不明。本文仅以桃汁为试验对象, 来探讨光对其贮藏的影响及作用。现将 1992 年 8 月至 1993 年 5 月期间的试验结果简述如下。

1 材料与方 法

悬浮型果肉桃汁由北京农学院食品科学系食品生物化学、营养研究室自制与提供。设 5 个处理。处理 1: 强直射光照射; 处理 2: 弱直射光照射; 处理 3: 强散射光照射; 处理 4: 弱散射光照射; 处理 5: 对照。太阳光照射的强弱, 以桃汁放的试验位置和时间人为地划

分与确定。另外, 顺设一组 40℃ 密闭系统的恒温对比试验。

每个处理用桃汁 4 箱, 随机取样。每箱 24 瓶, 每瓶 250g。纯白色玻璃瓶封装(果茶瓶型)。对照组置于光照强度平均为 50 lux·h 的阴暗干燥室内。各个处理的照射时间除处理 2 为每天 06—08 时、16—18 时外, 余均为 10—14 时。一日照射 4h, 每小时观测一次光照强度。4h 总值为光照强度的日累计值(lux·h)。照毕, 将各组处理箱放入对照室内。用“照度计”测定光照强度。

桃汁的颜色变化, 直射光照射组(即处理 1, 处理 2)每天观察一次。散射光照射组, 原则上每 10 天(处理 3)或 1 个月(处理 4)观察一次, 当阳光的光照强度累计值达 80×10^4 左右 lux·h 时, 改两天(处理 3)或 5 天(处理 4)观察一次。

桃汁褐变与否, 以桃汁的颜色变化为准。方法是: (1) 肉眼观察。当瓶中的桃汁颜色由无色或浅黄色转微红色时, 视为“褐变”。(2) 对于有争议, 一时定不了的“可疑瓶”, 则通过开瓶后的三氯化铁“定性试验”确定。方法是: 将三氯化铁液加入经高速离心(1 万转/分)处理过的透明桃汁液中。若溶液转草绿或暗黑色, 则为“未褐变瓶”。仍为三氯化铁液本色, 则为“已褐变瓶”。或通过羟甲基糠醛

(HMF)的“定量测定”进一步确定之^[2-4]。

40℃密闭系统恒温处理,同样取桃汁4箱,每箱24瓶,总计96瓶。将桃汁置于40℃恒温箱中,每天1h。80h(即20天)时,试验告一段落。桃汁颜色的变化,每天观察记录一次。

2 试验结果

表1 光照强度累计值 $\sum I/10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 和桃汁的褐变瓶数 $M/\text{瓶}$

处理	N	$\sum I$	M	N	$\sum I$	M	N	$\sum I$	M	N	$\sum I$	M	N	$\sum I$	M
1	1	25.1		3	72.0		4	95.9	70	5	121.1	94	6	144.0	95
2	7	84.0		8	97.2	62	9	108.0	86	10	119.6	90	11	132.5	94
3	32	88.9	1	34	94.5	68	38	105.6	92	40	111.1	94	44	122.6	95
4	220	87.1	10	225	90.0	18	250	99.0	80	225	101.4	91	265	106.0	95

注: N 为观测天数。

2.2 从附图还可看到各点的分布明显地呈S形曲线。对各点配合以 Logistic 方程 $y = 100/[1 + \exp(35.659 - 0.379)]$ 时,更进一步证实和看出: 散射光照强度的累计值与桃汁贮藏期间的褐变率相关更为密切 ($r = 0.997$)。即开始时,褐变的发生速度较慢,当光照强度的累计值达到 $90 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 以上时,随着光照强度累计值的增加,褐变的速度几乎呈直线上升趋势,而在 $100 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 之后,试样的90%已褐变,桃汁的褐变速度又开始变慢。

各散点配合以 Logistic 曲线方程的回归关系显著性检验表明:光照强度累计值与桃汁的褐变率之间的差异极为显著(表2, $F > F_{0.01}(1,9) = 10.56$)。

表2 Logistic 曲线方程的回归关系显著性检验

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	临界值
回归	1	13003.81	13003.81	1445.88*	$F_{0.05}(1,9) = 5.12$
离回归	9	84.94	8.99		$F_{0.01}(1,9) = 10.56$
总变异	10	13088.75			

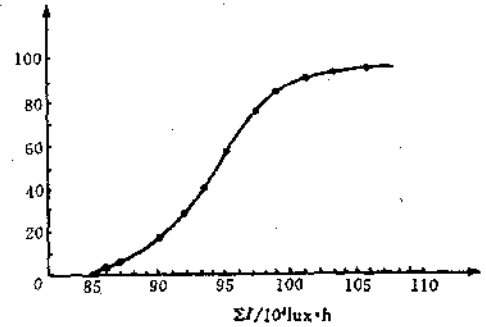
注: * 表示差异极显著

2.3 表3资料表明:当太阳光的光照强度累计值在 $90 \times 10^4 - 99 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 区间时,直射光组的桃汁褐变率为69%,散射光组的褐变率为72%。当光照强度累计值达 $125 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 时,褐变率均在95%以上。

2.4 40℃恒温处理期间,在80h时发现3瓶桃汁褐变。褐变率为3%。

3 讨论

2.1 从处理1至处理4均可明显看出,在贮藏过程中桃汁的褐变程度与阳光照射的光照强度累计值($\text{lux} \cdot \text{h}$)关系密切(表1)。处理4的数据表明:两者呈极显著的正相关($r = 0.9826$)。这就是说,随着光照强度累计值的上升,桃汁的褐变率也显著上升。



附图 弱散射光光照强度累计值 $\sum I$ 与桃汁褐变率 y 的相关曲线

表3 直射光与散射光时/桃汁褐变率 $R/\%$ 比较

光类型	80-89		90-99		100-109		110-124		≥ 125			
	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R		
直射光	1	-	-	70	73	-	-	24	25	94	98	
散射光	2	-	-	62	65	69	24	25	4	4	90	94
直射光	3	1	1	67	70	72	24	25	3	3	95	99
散射光	4	10	10	6	70	73	15	16	-	-	95	99

注:光照强度累计值单位为 $10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$
注: R 为平均褐变率, M 为褐变瓶数; 光强累计值单位为 $10^4 \cdot \text{lux} \cdot \text{h}$ 。

3.1 从试验结果看,无论太阳的直射光照射或散射光照射,当达到一定光照强度累计值时,均对桃汁的稳定性有破坏作用(表1)。

3.2 从处理1至处理4的资料说明:当太阳光的光照强度累计值达到 90×10^4 — $99 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 时,桃汁的褐变率为70%左右,是褐变高峰期。鉴此,我认为 $90 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 时,可能是桃汁大量褐变出现的临界值。

3.3 从处理1与处理2的对比试验资料初步显示,太阳的蓝紫光对桃汁稳定性的冲击作用可能要大于红光。

3.4 根据本试验所得 logistic 曲线方程得出:

$$\hat{y} = \frac{100}{1 + \exp(35.6596 - 0.379x)}$$

欲控制桃汁褐变发生率在0.01%以下时,光照强度的累计值应小于 $58 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 。

3.5 桃汁发生褐变是由于酚类物质的存在,特别是绿原酸的存在。酚类物质很易氧化。氧化后则转变成有色的醌^[2,3,4]。我认为,鲜桃经高温处理制成桃汁后,酶促褐变已不存在或影响甚微。非酶促褐变则占主导地位。在非酶促褐变中,“光”有可能起“催化剂”作用。

3.6 温度对反应速度有影响,文献中早有大量记载。在试验条件下,当瓶中果汁受到太阳光的直射,由于升温所引起的褐变效应,通过

“保温试验”基本可以排除。

4 结语

4.1 试验证实,光对食品的贮藏有影响。为了将其影响减少到最低限度,光照强度最好控制在 $50 \times 10^4 \text{lux} \cdot \text{h}$ 以下。

4.2 为了避免食品在销售过程中受到太阳的直射光或散射光的照射作用,食品出厂时,宜用有色或遮光的容器包装(比如锡箔包装,易拉罐包装等)。

4.3 食品存放期间的稳定与否,受多种因素的制约,其中气象环境因子(比如温度、光、湿度等)有不可低估的作用。

4.4 此类数学模型对某些果汁饮料的贮藏有参考意义,对指导和确定贮藏条件,包装材料、保质期等有关问题,有着较现实的经济价值。

致谢:在研究的过程中,得到杨宝英,尹立富两位先生的指导,在此表示谢意!

参考文献

- 1 尹立富等. 烘房湿度与杏脯褐变的相关性探讨. 北京:食品科学,1993年第1期.
- 2 天津轻工业学院等. 食品生物化学. 北京:轻工业出版社,1988,10,8.
- 3 蒋硕健等. 有机化学. 北京大学出版社,1989:288.
- 4 杨文政. 果树生理研究技术. 郑州:河南科学技术出版社,1982:232.

The Correlative Research Between Intensity of Sunlight Rays and Browning of Peach Juice

Liu Wanmin

(Beijing Agricultural College, 102208)

Abstract

The sunlight rays can cause browning during the storage of peach juice. When the accumulative value of sunlight rays intensity reaches upto 0.9—0.99 million Lux · h, the browning of peach juice could be to the extent of about 70%. The sunlight may act as a “catalyzer” during the entire reaction course.

Key Words: the intensity of sunlight rays peach juice storage browning catalyzer