

文章编号:1673-1689(2005)04-0081-05

糖处理对冷冻猕猴桃块品质的影响

李淑媛, 张 慜

(江南大学 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡 214036)

摘 要: 采用护色剂 ZnCl_2 和糖(蔗糖、麦芽糖)对冷冻猕猴桃块进行处理, 然后分析其在冷冻贮藏过程中的性质变化。实验结果表明: 猕猴桃结合糖处理后, 其颜色的保持、营养成分的保留以及其玻璃化转变温度与只用护色剂 ZnCl_2 处理的猕猴桃相比, 得到了一定的改善。色差中代表绿色强弱的一a值的绝对值提高了近一倍, 营养成分维生素C的质量分数也由0.8683%提高到1.1966%, 玻璃化转变温度也由 -36.818°C 提高到 -31.345°C 。

关键词: 猕猴桃块; ZnCl_2 ; 糖; 维生素C; 色差; 玻璃化转变温度

中图分类号: S 37

文献标识码: A

The Effect of Sugartreatment on Frozen Kiwifruit Slices' Quality

LI Shu-yuan, ZHANG Min

(The Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: Kiwifruit slices were treated with ZnCl_2 and combined sugar (sucrose and maltose), then its qualities during storage were analyzed. The results showed that, by treating the slices with combined sugar, kiwifruit slices' color, Vitamin C and glass transition temperature were improved compared with those the treated by ZnCl_2 only. The absolute value of Hunter a increased from 2.63 to 5.74, the content of Vitamin C increased from 86.83mg/100g to 119.66 mg/100 g and the glass transition temperature increased from -36.818°C to -31.345°C .

Key words: kiwifruit slice; ZnCl_2 ; sugar; Vitamin C; glass transition temperature

猕猴桃是当今最年轻的栽培植物之一, 现今水果市场上的猕猴桃主要是指中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)。它是一种深受消费者喜爱的水果, 其果实细嫩多汁, 清香鲜美, 酸甜宜人, 营养极为丰富。它的维生素C质量分数高达100~420 mg/100 g, 比柑桔、苹果等水果高几倍甚至几十倍, 同时还含大量的糖、蛋白质、氨基酸等多种有机物和人体必需的多种矿物质。据美国 Rutgers 大学食品研究中心测试, 猕猴桃是各种水果中营养成分最丰富、最

全面的水果。在发达国家推荐的水果食品中猕猴桃果实中的维生素C、Mg及微量元素含量最高, 并且是维持心血管健康的重要营养成分。

目前在我国, 猕猴桃产品主要有保鲜猕猴桃、猕猴桃汁、猕猴桃果脯、猕猴桃罐头, 近来又出现了猕猴桃香槟酒、速冻猕猴桃块。猕猴桃在加工主要遇到的主要问题就是绿色消失的问题, 这严重影响了产品的外观和商业价值。目前也采用了各种方法来进行护绿, 其中最主要的方法是采用 Cu^{2+} 离子

收稿日期: 2004-09-20; 修回日期: 2004-12-04.

作者简介: 李淑媛(1979-), 女, 江西万载人, 食品科学与工程硕士研究生。

万方数据

进行护色,用 Cu^{2+} 代替叶绿素中的 Mg^{2+} 离子,以形成更为稳定的铜叶绿素,从而维持猕猴桃中的绿色^[1]。另外就是用 Zn 来取代叶绿素中的离子,形成锌叶绿素,从而提高其稳定性^[2],还有就是用抗坏血酸来护绿。用金属离子来进行护色的一个最大问题就是金属离子的超标问题。

为了解决这问题,作者通过真空渗糖结合前面的护色方法对猕猴桃进行护色处理。这样既然保持猕猴桃的绿色,又能防止金属离子超标的敏感问题。

1 材料与方法

1.1 材料

猕猴桃:市场上购买的猕猴桃,品种为新西兰美味猕猴桃(*A. deliciosa*),绿果肉,鲜样的固形物含量为 11% 左右。

所用试剂有: ZnCl_2 (分析纯),蔗糖(食品级),麦芽糖(食品级),2,6-二氯酚(分析纯),丙酮(化学纯),抗坏血酸(分析纯)。

1.2 主要实验仪器与设备

DSC-7 (differential scanning calorimeter); 美国 PERKIN ELMER; 752 紫外可见分光光度计: 上海精密科学仪器有限公司生产; WSC-S 测色色差计: 上海精密科学仪器有限公司生产; FA1104 电子天平(1/1000): 上海天平仪器厂生产; WAY 阿贝折光仪: 上海精密科学仪器有限公司生产; ZKJ-1 型循环水真空泵: 上海嘉鹏科技有限公司生产; BC/BD-388A 冷冻柜: 青岛海尔特种电冰柜有限公司产品。

1.3 试验方法

1.3.1 冷冻猕猴桃片的工艺流程 工艺流程: 新鲜猕猴桃切片→去皮、去心→漂烫→冷却护色→装盘→冷冻。

工艺要点: 1) 切片: 将猕猴桃切成 1 cm 厚的片,去皮、去心; 2) 漂烫: 将猕猴桃块放入沸水中漂烫 15 秒,然后放入护色液中进行护色; 3) ZnCl_2 护色处理: 将热烫好的猕猴桃块放入首先配制好的各浓度的护色液中进行护色处理,然后放入冷冻柜中进行冷冻保藏,一个星期后进行指标测试; 4) 结合糖处理^[11,13]: 将热烫好的猕猴桃块放入首先配制好的加有一定量 ZnCl_2 护色剂的糖液中,然后采用真空渗糖处理。处理好后再放入冷冻柜中进行冷冻处理,一个星期后进行指标测试。

1.3.2 猕猴桃中叶绿素 a、b 的测定方法 双波长分光光度法同时测定叶绿素 a、b。叶绿素 a、b 的提

取: 将新鲜样品洗净、去皮等,称取 5.0 g 至研钵中,加入少量碳酸钙中和细胞液中有有机酸和 80% 的丙酮,迅速磨成匀浆。在玻璃漏斗底部垫一小团脱脂棉,将匀浆通过脱脂棉过滤到 100 mL 的容量瓶中,加入 80% 的丙酮冲洗残渣以便能完全提取色素,再通过脱脂棉过滤到容量瓶中,然后用 80% 的丙酮定容到 100 mL,即得叶绿素的 80% 的丙酮提取液。

测定: 以 80% 的丙酮溶液作空白,于 663, 645 nm 处测得吸光度分别为 A_{663} 和 A_{645} , 代入方程: $ca = 12.7 A_{663} - 2.69 A_{645}$; $cb = 22.9 A_{645} - 4.68 A_{663}$, 其中 ca 、 cb 分别为叶绿素 a、b 的质量浓度 (mg/L)。

因此猕猴桃样品中叶绿素 a、b 的质量分数分别为:

叶绿素 a 的质量分数为: $(ca \times 0.1) / m$ (mg/100g)

叶绿素 b 的质量分数为: $(cb \times 0.1) / m$ (mg/100g)

此处: 0.1 代表是 0.1 L 的叶绿素提取液, m 是称取的猕猴桃样品质量^[3]。

1.3.3 维生素 C 的测定方法 2,6-二氯酚法^[4]。

1.3.4 颜色的测定方法 采用色差计测定猕猴桃的 Hunter a、b 值,其中 a 代表红/绿,当 a 值为负值时表示绿色; b 代表黄/蓝,当 b 为负值时表示蓝色^[5]。

1.3.5 可溶性固形物质量 阿贝折光仪法^[6]。

1.3.6 玻璃化转变温度的测定 利用 DSC-7 进行猕猴桃玻璃化转变温度的测定。测定条件为: 1) 温度由 30 °C 降到 -40 °C, 降温速率为 20 °C/min; 2) 由 -40 °C 升到 -5 °C, 升温速率为 10 °C/min; 3) 由 -5 °C 到 -35 °C, 降温速率为 10 °C/min; 4) 在 -35 °C 下保温 10 min; 5) -35 °C 降到 -40 °C, 降温速率为 5 °C/min; 6) 由 -40 °C 到 30 °C, 升温速率为 3 °C/min^[7,12]。

2 结果与分析

护色剂 ZnCl_2 的质量浓度分别为: 0, 61, 120, 223 和 411 mg/L。

2.1 护色剂 ZnCl_2 的护色效果

2.1.1 不同质量浓度的护色剂对色差值的影响

由图 1 中可以看出, $-a$ 值随着护色剂浓度的增加而增加, 在质量浓度为 223 mg/L 左右达到一个最高值, 其护色效果最好, 但在质量浓度为 411 mg/L 时却又出现下降的趋势。说明护色剂的质量浓度并非越大越好。

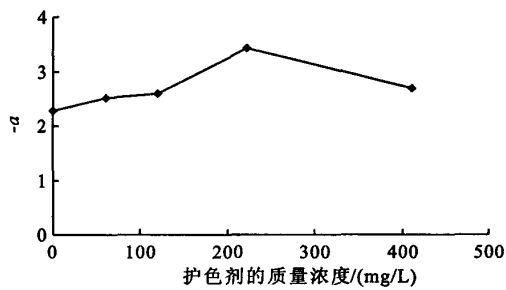


图 1 不同的护色剂浓度对色差值 a 值的影响
Fig. 1 The effect of concentration of ZnCl_2 on Hunter a in kiwifruit slices

2.1.2 不同质量浓度的护色剂对猕猴桃叶绿素的影响 从图 2 中可以看出,总叶绿素的质量均随着护色剂质量浓度的增加而提高,在质量浓度为 223 mg/L 左右达到一个最高值,而在 411 mg/L 处又出现了下降的趋势,这跟色差值变化趋势相一致。叶绿素 a 的变化趋势与总叶绿素的变化趋势相同,但叶绿素 b 的变化趋势跟前两者有所不同,其含量缓慢升高,在质量浓度为 61 mg/L 处出现一个小峰,然后又缓慢下降。这主要是因为叶绿素 b 的稳定性差于叶绿素 a 的缘故^[8]。

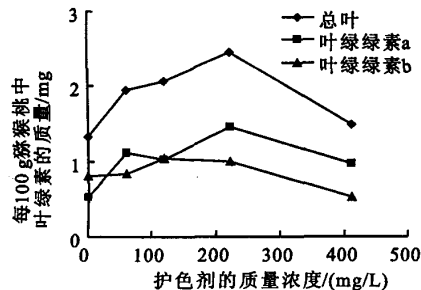


图 2 不同质量浓度的护色剂对猕猴桃中叶绿素质量分数的影响
Fig. 2 The effect of concentration of ZnCl_2 on chlorophyll in kiwifruit slices

2.1.3. 不同质量浓度的护色剂对猕猴桃维生素 C 含量的影响从表 1 中可以看出,护色剂的质量浓度大小对猕猴桃中维生素 C 含量的影响不是很大,最大值与最小值之差为 100 g 猕猴桃中含 6.77 mg,仅为最大值的 6.4%。原料不同,操作误差均可能影响其大小。

2.2 护色剂处理结合糖处理的护色效果

2.2.1 真空渗糖后护色剂 ZnCl_2 质量浓度对色差 $-a$ 值的影响 护色剂 ZnCl_2 质量浓度对冷冻猕猴桃块色差 $-a$ 值、叶绿素的含量以及维生素 C 含量的影响趋势在前面已经详细叙述了,为了简单明了本次试验就只选择 3 个浓度,其中一个是对照样即

不加护色剂只进行糖处理。

表 1 护色剂质量浓度对猕猴桃中维生素 C 质量的影响
Tab. 1 The effect of concentration of ZnCl_2 on Vitamin C in kiwifruit slices

护色剂的质量浓度/(mg/L)	100 g 猕猴桃中含维生素 C 的质量/mg
0	101.25
61	98.94
120	105.71
223	101
411	103.99

图 3 是真空渗糖后,护色剂 ZnCl_2 的质量浓度对猕猴桃色差 a 值的影响。从图中可以看出当猕猴桃经过真空渗糖后,护色剂的质量浓度只有达到 500 mg/L 时,才显示出其护色效果。另外从图中还可以看出,护色剂的质量浓度为 0 mg/L 也即不加护色剂只进行渗糖处理的猕猴桃,其色差 $-a$ 值为 -5.73 ,而护色剂质量浓度为 500 mg/L 时猕猴桃的色差 $-a$ 值为 -5.86 ,其绝对值仅提高 0.13,相对值只提高 2.27%。因此,当猕猴桃经过渗糖处理后,护色剂对色差 $-a$ 值的贡献不大。

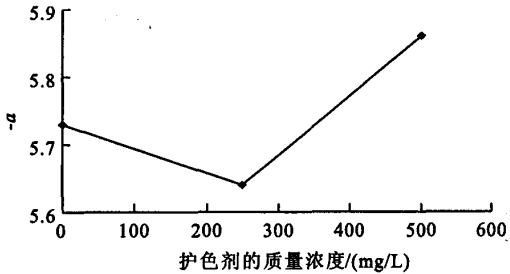


图 3 渗糖后护色剂的质量浓度对色差 a 值的影响
Fig. 3 The effect of concentration of ZnCl_2 after adding sugar on Hunter a in kiwifruit slices

2.2.2 真空渗糖后护色剂质量浓度对猕猴桃叶绿素质量的影响 从图 4 中可以看出,经过真空渗糖处理后,护色剂 ZnCl_2 的质量浓度对猕猴桃中叶绿素含量的影响不是很明显,其含量与对照样即护色剂质量浓度为 0 mg/L 的叶绿素含量相差无几。这说明,在进行真空渗糖处理,护色剂的加入对于保持猕猴桃叶绿素的贡献并不是很大。

2.2.3 护色剂质量浓度对猕猴桃中维生素 C 质量的影响 渗糖后护色剂质量浓度对猕猴桃中维生素 C 质量的影响见表 2。从表中可看出,护色剂的质量浓度对维生素 C 的影响不是很大,这跟表 1 结果类似。

2.3 两种处理方法的结果比较

2.3.1 两种处理方法对色差 a 值的影响 从图 5

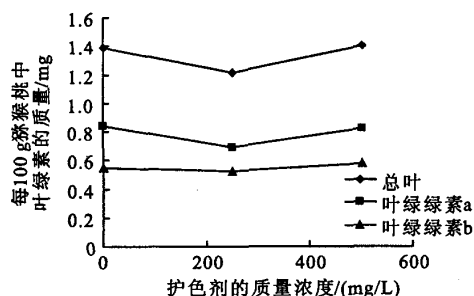


图4 渗糖后护色剂的质量浓度对猕猴桃中叶绿素质量的影响

Fig. 4 The effect of concentration of $ZnCl_2$ after adding sugar on chlorophyll in kiwifruit slices

中可以明显地看出,加入糖后对 a 值有很好的改善, a 值的绝对值提高了一倍左右. 而是否加 $ZnCl_2$ 护色剂对其影响不是很大.

表2 渗糖后护色剂质量浓度对猕猴桃中维生素C质量的影响

Tab. 2 The effect of concentration of $ZnCl_2$ after adding sugar on Vitamin C in kiwifruit slices

护色剂的质量浓度/(mg/L)	每100 g 猕猴桃VC的质量/mg
0	122.78
250	113.05
500	122.49

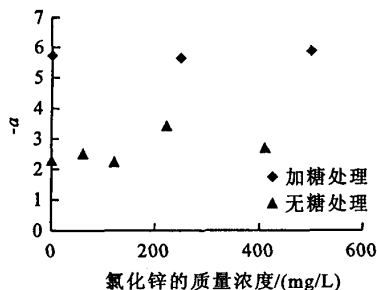


图5 渗糖与不渗糖处理的猕猴桃色差 a 值的变化

Fig. 5 The effect of two treatments on Hunter a in kiwifruit slices

2.3.2 两种处理方法对叶绿素含量的影响 从图6中可以看出不渗糖的猕猴桃叶绿素平均质量高于渗糖处理的猕猴桃,这可能是因为渗糖处理后,猕猴桃的汁液流失,从而影响到了叶绿素的质量.

2.3.3 两种处理方法对维生素C质量的影响 图7是渗糖与不渗糖对冷冻猕猴桃块中维生素C质量的影响. 从图中可以看出,渗糖处理的猕猴桃中维生素C质量明显大于不加糖处理的维生素,不经过渗糖处理的猕猴桃维生素C质量的质量分数为0.8683%,而经过真空渗糖处理后其维生素C的万方数据

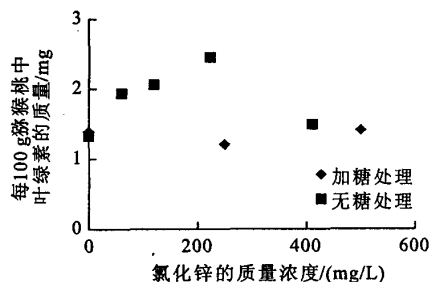


图6 渗糖与不渗糖处理的猕猴桃中总叶绿素含量的变化

Fig. 6 The effect of two treatments on chlorophyll in kiwifruit slices

质量提高到了1.1966%,提高效果非常显著.

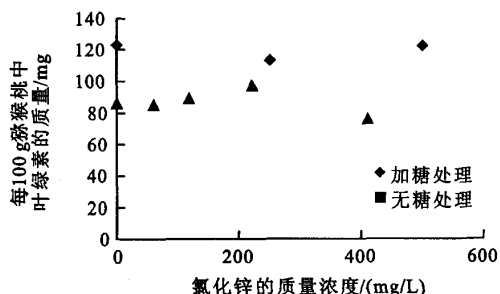


图7 渗糖与不渗糖处理的猕猴桃中维生素C含量的变化

Fig. 7 The effect of two treatments on vitamin C in kiwifruit slices

2.4 两种处理方法对猕猴桃玻璃化转变温度的影响

在水果中加入麦芽糖可以明显地提高其玻璃化转变温度^[13],因此,作者也试图在猕猴桃中加入麦芽糖,使其可溶性固形物含量达到20%左右,利用差式量热扫描仪(DSC-7)进行玻璃化转变温度的测定,结果如图8所示.

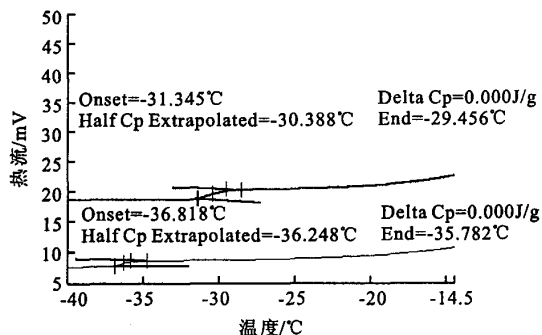


图8 渗糖与不渗糖处理对猕猴桃玻璃化转变温度的影响

Fig. 8 The effect of two treatments on glass transition temperature of kiwifruit slices

图中上面的线表示的是加入麦芽糖后猕猴桃的DSC曲线,其玻璃化转变温度为 -31.345°C ,下面的线表示的是没加麦芽糖即猕猴桃鲜样的DSC曲线,其玻璃化转变温度为 -36.818°C 。与鲜样相比,加入麦芽糖的猕猴桃玻璃化转变温度已经提高了 5°C 以上,提高效果很明显。

3 讨 论

图1、图2、表1分别说明护色剂质量浓度对冷冻猕猴桃颜色、营养成分的影响, Zn^{2+} 离子取代叶绿素中的镁离子后形成比较稳定的锌叶绿素,从而提高了猕猴桃中叶绿素的稳定性,但至于为什么锌离子过高反而又会使叶绿素质量下降,绿色不稳定,此原因还需进一步探讨。锌离子对猕猴桃中维生素C的影响不是很显著。

图3、图4、表2分别说明的是添加蔗糖后不同的护色剂 ZnCl_2 质量浓度对冷冻猕猴桃颜色、营养成分的影响,加糖的作用是去处猕猴桃细胞内的一部分水分,从而在冷冻过程中可以减少水分的结晶的形成,从而减少结晶对细胞的破坏。从而有利于猕猴桃营养成分以及颜色的保持。从图5、图6、图7的结果可以看出,加糖之后可以明显改善冷冻猕猴桃的色泽,提高冷冻猕猴桃的维生素C的质量,这主要是糖脱水作用的影响。另外,糖处理对提高冷冻猕猴桃叶绿素稳定性作用不是很明显,相反其效果还不如用护色剂 ZnCl_2 的效果好。但是,颜色的变化与叶绿素的质量并没有固定的关系^[9],感官上好的颜色并不代表其叶绿素质量就高,相反叶绿素质量越高,也并不代表其颜色就越好,这主要因为感官上表现出来的颜色不仅仅只受到色素质量的影响,

其周围环境也对感官的结果有一定的影响。

图8说明,在猕猴桃中加入麦芽糖后,其玻璃化转变温度明显增加。这主要也是因为麦芽糖的脱水作用。玻璃化转变温度的高低很大程度上是决定原料的水分质量,水分质量越高,玻璃化转变温度就越低,为了提高玻璃化转变温度,往往就是通过添加糖来降低原料的水分质量,提高原料的可溶性固形物。通过实验得知在猕猴桃中加入麦芽糖,使其可溶性固形含量达到20%左右,其玻璃化转变温度就明显增加了。

4 结 论

通过本研究,初步了解了冷冻猕猴桃块的品质与糖之间的关系。通过比较两种处理的结果,即只用护色剂 ZnCl_2 以及用护色剂 ZnCl_2 和糖结合的方法分别对冷冻猕猴桃块进行处理。实验结果表明:猕猴桃块经蔗糖处理后,其颜色的保持、营养成分的保留以及其玻璃化转变温度均得到了一定的改善,其中色差中代表绿色强弱的一a值的绝对值提高了近一倍,营养成分维生素C的质量分数也由0.8683%提高到1.1966%,玻璃化转变温度也由 -36.818°C 提高到 -31.345°C 。

食品的玻璃化保藏可以最大限度地保存食品原有的色、香、味,是今后水果保藏的方向^[10]。但因为水果水分含量很高,玻璃化转变温度很低,一般的冷藏条件很难达到,这是制约目前应用玻璃化保藏的根本原因。本文研究了提高猕猴桃的玻璃化转变温度的方法,这对今后企业发展水果的玻璃化保藏将有很现实的指导意义。

参考文献:

- [1] 林向东,张琪,马丽,等.猕猴桃加工过程中绿色保持方法的探讨[J].湖北工学院学报,2002,17(1):70-72.
- [2] 许牡丹,文怀兴,施卫省.猕猴桃复合营养饮料的护色与澄清[J].西北林学院学报,2002,17(2):69-72.
- [3] 汪志国,王静.双波长分光光度法同时测定叶绿素a、b[J].中国环境监测,1999,15(5):21-22.
- [4] 黄晓钰,刘邻渭.食品化学综合实验[M].北京:中国农业大学出版社,2001.
- [5] 黄光荣.绿色蔬菜叶绿素含量与颜色关系[J].江苏食品与发酵,1999(5):11-13.
- [6] 杨增军,张华云.果蔬贮藏学实验指导[R].莱阳:莱阳农学院,2000,7:9-46.
- [7] Leonard N Bell, Dergham E Touma. Glass transition temperatures determined using a temperature-cycling differential scanning calorimeter[J]. Journal of Food Science, 1996(4):807-810.
- [8] Fatima L Canjura, Steven J Schwartz, Raul V Nunes. Degradation kinetics of chlorophylls and chlorophyllides[J]. Journal of Food Science, 1991(6):1639-1643.
- [9] Leunda M A, Guerrero S N, Alzamora S M. Color and chlorophyll content changes of minimally processed kiwifruit[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2000, 24(1): 17-38.

(下转第96页)

参考文献:

- [1] Rusten B, Cook G M. Nitrification of municipal wastewater in moving-bed biofilm reactors[J]. *Water Environ Res*, 1995, 67(1):75—86.
- [2] Fowler H W, McKay A J. *Micobial Adhesion to Surface*[M]. London: Academic Press, 1980. 143—161.
- [3] 周平, 何嘉汉, 钱易, 等. 内循环生物流化床反应器载体挂膜特性的研究[J]. *环境科学学报*, 1998, 18(1):68—72.
- [4] Tjihuis L, Rekswinkel E, Van Loosdrecht M C M, *et al.* Formation and growth of heterotrophic aerobic biofilms on small suspended partical in airlift reactors[J]. *Biotechnology and Bioengineering*, 1994, 44: 595—608.
- [5] 周群英, 高廷耀. *环境工程微生物学*[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 232—234.
- [6] 国家环境保护总局. *水和废水监测分析方法(第四版)*[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 104—107.
- [7] 刘雨, 赵庆良, 郑兴灿. *生物膜法污水处理技术*[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 99—100.
- [8] Liu Y. Adhesion kinetics of nitrifying bacteria on various thermoplastic supports[J]. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 1995, 5: 213—219.

(责任编辑: 李春丽)

(上接第 85 页)

- [10] 何健. 论食品的玻璃化保藏[J]. *郑州轻工业学院学报(自然科学版)*, 2002, 17(3):54—56.
- [11] E Forni, A Sormani, S Scarlise. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots[J]. *Food Research International*, 1997 (30):87—94.
- [12] D Torreggiani, E Forni, I Guercilena, *et al.* Modification of glass transition temperature through carbohydrates additions: effect upon colour and anthocyanin pigment stability in frozen strawberry juices[J]. *Food Research International*, 1999(32):441—446.
- [13] Isabel Escriche, Ricardo Garcia-Pinchi, Juan A serra. comparison of must and sucrose as osmotic solutions to obtain high quality minimally processed kiwifruit slices[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2002, (37):87—95.

(责任编辑: 杨 萌)