第10卷 第1期 无锡轻工业学院学报 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY Vol.10 1991 No.1

# 草莓汁的保鲜贮藏研究

张墨英 方式台 滕玉萍

（无锡轻工业学院）（合肥保健食品厂）（安徽省经委食品科技中心）

**摘要** 本文研究了草莓汁的保鲜贮藏，探讨了贮藏过程中影响草莓汁质量的三个因素（温度、保藏剂、pH值），提出了新鲜草莓汁贮藏的最佳工艺条件，为在不具备速冻条件时，运用一般中小工厂现有的温控及制冷条件保藏新鲜草莓汁开创了一条途径。

**关键词** 保藏；草莓汁；冷冻

草莓属蔷薇科，其果实色泽鲜艳、柔软多汁、酸甜适口，且馥郁芳香。草莓果实中含糖、酸、蛋白质、粗纤维、维生素C及多种微量元素，其所含的维生素C比桔子高300%，比苹果高50%，具有较高的营养价值。新鲜草莓果实除直接食用外常加工成各种草莓制品如草莓汁、草莓酒、草莓冻、草莓酱及其它具有草莓风味的食品。草莓极易腐烂，不易保藏。鲜果一般情况下贮藏1—3d就开始变色、变质。在0—1℃下，其贮藏也不宜超过5d。如若大量应市而又不能及时加工，加上保藏不妥，便会大量变质报废。仅合肥保健食品厂就因此而在1987年报废草莓624kg，1988年又报废高达2892.5kg，造成很大的经济损失。因而对草莓果实的保鲜贮藏研究引起了人们的极大关注。目前，最好的办法是在产地直接将草莓果实进行速冻冷藏。但在一般中、小工厂或产地并不具备速冻冷藏条件。因此对草莓的深度加工便受到草莓生产季节的严重影响。本研究依据一般中、小型工厂现有的温控及制冷条件，并辅之以食品保藏剂的应用，探讨草莓汁保鲜贮藏的可能性及最佳工艺条件。

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料及试剂

**1.1.1** 材料 草莓品种为宝交早生，1989年合肥地区产。挑选八九成熟的新鲜草莓果实，剥除坏果次果，摘除萼片和萼梗，用自来水浸泡后再用流动冷水冲洗（水流不宜太急），冲后沥干，以1‰$KMnO_4$浸泡5—10min，再仔细用冷水冲淋后沥干，打浆机打浆，过滤取汁，贮于食品塑料桶内备用。

**1.1.2** 试剂

a. 斐林氏A、B液。

b. 维生素C标准溶液 准确称取25mg维生素C用偏磷酸—醋酸溶液溶解并定容至25ml（为1mg维生素C/ml），吸取5ml置于50ml容量瓶中，加入偏磷酸—醋酸溶液至刻度，为100μg维生素C/ml。

本文1990年9月15日收到

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

c. 偏磷酸—醋酸溶液 称取15g偏磷酸，溶于40ml冰醋酸中，加水定容至500ml。

d. 硼酸—醋酸钠溶液 称取硼酸1g，加入50%醋酸钠溶液30mg，加水至1000ml。

e. 偏磷酸—醋酸—硫酸混合液 称取偏磷酸30g溶于80ml冰醋酸中，加入0.15mol/L硫酸至1000ml。

f. 邻苯二胺溶液 称取10mg邻苯二胺盐酸化物溶于50ml水中。

g. 双蒸馏水、活性炭及其它一些常用试剂。

### 1.2 主要仪器及设备

原子吸收分光光度计 (澳大利亚GBC公司)

F-4000荧光分光光度计 (日立公司)

721分光光度计 (上海第三分析仪器厂)

101—3型干燥箱 (上海实验仪器总厂)

### 1.3 实验内容及分析方法

**1.3.1** 实验内容 采用正交试验法，应用$L_9(3^4)$表，选取温度($T$)、食品保藏剂($P$)和pH值三个因素，每个因素分别取三个水平：温度$T$($T_1=30℃$，$T_2=0℃$，$T_3=-20℃$)，保藏剂$P$(一定浓度的$P_1$，一定浓度的$P_2$，一定浓度的$P_3$)，pH值($pH_1=2.0$，$pH_2=3.3$，$pH_3=4.0$)。正交试验安排见表6。各草莓汁试验样品均按表6相应条件在贮藏10d、20d、30d、40d、50d后分别测定其水分、固形物、总糖、总酸、维生素C、Ca、P、Fe、Cu及色泽。

**1.3.2** 分析方法

a. 水分测定 常压干燥法测定。

b. 固形物测定 常压干燥法测定。

c. 总糖测定 用斐林氏容量法测定[1]。

d. 总酸测定 用酸碱中和滴定法测定。

e. 维生素C测定 用荧光法测定。样品先进行预处理，然后用F-4000荧光分光光度计在激发波长350nm，荧光波长430nm处测定。

f. 微量元素Ca、Cu、Fe测定 用原子吸收分光光度法测定，测定参数如下：

| | 波长 (nm) | 狭缝 (nm) | 原子化方式 | 灯电流 (mA) | 增益 (v) | 标尺扩展 | 积分时间 (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ca | 422.7 | 0.5 | 空气-乙炔 | 4.0 | -380 | 1.000 | 1(双光速) |
| Cu | 324.7 | 0.5 | 空气-乙炔 | 4.0 | -364 | 1.000 | 1(双光速) |
| Fe | 248.3 | 0.2 | 空气-乙炔 | 6.0 | -536 | 1.000 | 1(双光速) |

g. 微量元素P测定 用钒钼酸吸收光度法测定[2]。

h. 色泽测定 以草莓汁样品原液作空白，用721分光光度计进行对比。

## 2 实验结果

### 2.1 新鲜草莓汁组分测定

新鲜草莓汁(不加保藏剂、不调pH、30℃)中各组分的含量结果如表1。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1　新鲜草莓汁各组分的含量

| 测定组分 | 水分 (%) | 固形物 (%) | 总糖 (%) | 总酸 (%) | 维生素C (ppm) | Ca (ppm) | Cu (ppm) | Fe (ppm) | P (ppm) | 色泽 | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 含量 | 93.8 | 6.2 | 5.73 | 0.43 | 850 | 137.69 | 0.61 | 9.91 | 323 | 原液 | 3.3 |

## 2.2 草莓汁贮藏一定时间后各组分的测定

以贮藏10d、30d、50d后组分的测定结果为例。

表2　草莓汁贮藏10d后组分的测定结果

| 试验号 | 水分 (%) | 固形物 (%) | 总糖 (%) | 总酸 (%) | Ca (ppm) | Cu (ppm) | F (ppm) | P (ppm) | 色泽 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 92.6 | 7.4 | 4.73 | 0.76 | 138.76 | 0.40 | 8.81 | 194 | 低于原液 |
| 2 | 87.5 | 12.5 | 4.90 | 0.49 | 124.44 | 0.67 | 6.82 | 324.9 | 低于原液 |
| 3 | 92.9 | 7.1 | 5.03 | 0.23 | 129.03 | 0.34 | 6.32 | 269.9 | 最低于原液 |
| 4 | 93.2 | 6.8 | 4.73 | 0.47 | 120.43 | 0.38 | 6.26 | 220.5 | 与原液同 |
| 5 | 91.5 | 8.5 | 5.73 | 0.28 | 143.84 | 0.47 | 7.04 | 291.5 | 低于原液 |
| 6 | 89.2 | 10.8 | 4.73 | 0.45 | 128.55 | 0.33 | 9.35 | 278.0 | 与原液同 |
| 7 | 89.5 | 10.5 | 5.03 | 0.49 | 133.99 | 0.28 | 5.74 | 346.7 | 与原液同 |
| 8 | 90.8 | 9.2 | 4.93 | 0.40 | 132.34 | 0.31 | 6.49 | 286.5 | 与原液同 |
| 9 | 92.6 | 7.4 | 4.93 | 0.43 | 101.22 | 0.32 | 5.59 | 247.5 | 偏低于原液 |

表3　草莓汁贮藏30d后组分的测定结果

| 试验号 | 水分 (%) | 固形物 (%) | 总糖 (%) | 总酸 (%) | Ca (ppm) | Cu (ppm) | Fe (ppm) | P (ppm) | 色泽 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 89.5 | 10.5 | 3.26 | 2.28 | 112.34 | 0.38 | 7.25 | 176.20 | 最低于原液 |
| 2 | 90.2 | 9.8 | 2.40 | 1.46 | 108.56 | 0.21 | 5.34 | 123.60 | 最低于原液 |
| 3 | 93.4 | 6.6 | 1.93 | 1.83 | 78.85 | 0.19 | 4.28 | 180.90 | 接近无色 |
| 4 | 89.8 | 10.2 | 3.13 | 1.21 | 115.30 | 0.25 | 6.27 | 164.70 | 偏低于原液 |
| 5 | 91.5 | 8.5 | 2.53 | 0.98 | 120.60 | 0.29 | 6.83 | 153.40 | 低于原液 |
| 6 | 92.8 | 7.2 | 3.23 | 1.03 | 105.80 | 0.24 | 4.78 | 172.20 | 偏低于原液 |
| 7 | 86.9 | 13.1 | 4.73 | 0.60 | 124.90 | 0.27 | 4.56 | 143.50 | 偏低于原液 |
| 8 | 93.4 | 6.6 | 4.43 | 0.43 | 132.50 | 0.28 | 5.48 | 165.30 | 稍低于原液 |
| 9 | 92.5 | 7.5 | 3.26 | 0.48 | 121.70 | 0.29 | 5.25 | 138.60 | 低于原液 |

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表4 草莓汁贮藏50 d后组分的测定结果

| 试验号 | 水分 (%) | 固形物 (%) | 总糖 (%) | 总酸 (%) | 维生素C (ppm) | Ca (ppm) | Cu (ppm) | Fe (ppm) | P (ppm) | 色泽 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 91.2 | 8.8 | 0.96 | 6.01 | 30 | 123.02 | 0.512 | 7.56 | 123.55 | 无色 |
| 2 | 89.7 | 10.3 | 0.83 | 3.58 | 146 | 120.91 | 0.462 | 6.64 | 134.99 | 无色 |
| 3 | 92.5 | 7.5 | 1.08 | 5.36 | 8 | 118.46 | 0.502 | 6.69 | 128.66 | 无色 |
| 4 | 91.7 | 8.3 | 2.34 | 4.92 | 87 | 124.82 | 0.527 | 6.65 | 99.24 | 低于原液 |
| 5 | 90.3 | 9.7 | 1.98 | 2.86 | 188 | 120.30 | 0.522 | 9.05 | 142.69 | 低于原液 |
| 6 | 88.9 | 11.1 | 2.46 | 3.78 | 355 | 111.02 | 0.423 | 5.65 | 130.19 | 低于原液 |
| 7 | 93.2 | 6.8 | 4.11 | 1.45 | 791 | 154.01 | 0.589 | 5.25 | 186.38 | 低于原液 |
| 8 | 89.8 | 10.2 | 4.16 | 1.13 | 773 | 132.43 | 0.465 | 5.50 | 134.61 | 稍低于原液 |
| 9 | 92.4 | 7.6 | 2.89 | 1.34 | 437 | 135.52 | 0.579 | 6.97 | 117.27 | 低于原液 |

从表2—表4的数据可见，草莓汁贮藏天数愈长，其总糖的百分含量愈少，而总酸的百分含量显著增加，维生素C损失较大，但固形物、各微量元素的含量均波动较小，色泽则明显减退。

## 3 结果与讨论

因篇幅关系，仅对9个草莓汁试验样品在贮藏50d后各组分的含量进行讨论。

**3.1 受影响较大的组分** 测定各组分的结果换算成转化率，求出各测定组分含量变化的极差$R$，根据$R$值的大小，确定草莓汁在贮藏过程中受影响较大的主要测定组分。

表5 草莓汁贮藏50d后各组分的转化率

| 试验号 | 水分 (%) | 固形物 (%) | 总糖 (%) | 总酸 (%) | 维生素C (%) | Ca (%) | Cu (%) | Fe (%) | P (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.77 | 41.94 | 83.25 | 1297.67 | 96.47 | 10.65 | 16.07 | 23.71 | 61.75 |
| 2 | 4.37 | 66.13 | 85.51 | 732.56 | 82.82 | 12.19 | 24.26 | 33.00 | 58.21 |
| 3 | 1.39 | 20.97 | 81.15 | 1146.51 | 99.06 | 13.97 | 17.70 | 32.49 | 60.17 |
| 4 | 2.24 | 33.87 | 59.16 | 1044.19 | 89.76 | 9.35 | 13.60 | 32.90 | 69.28 |
| 5 | 3.73 | 56.45 | 65.45 | 565.12 | 77.88 | 12.63 | 14.40 | 8.68 | 55.82 |
| 6 | 5.22 | 79.03 | 57.07 | 779.07 | 58.24 | 19.37 | 30.66 | 42.99 | 59.69 |
| 7 | 0.64 | 9.68 | 28.27 | 237.21 | 6.94 | 11.85 | 3.44 | 36.93 | 42.30 |
| 8 | 4.26 | 64.52 | 27.40 | 162.79 | 9.06 | 3.82 | 23.77 | 44.50 | 58.33 |
| 9 | 1.49 | 22.58 | 49.56 | 211.63 | 48.59 | 1.58 | 5.08 | 29.67 | 63.69 |
| $R_{max}$ | 2.24 | 33.88 | 53.22 | 855.03 | 71.25 | 8.03 | 11.65 | 11.04 | 10.97 |

注：$K$及$R$值略。 转化率 $= \dfrac{\text{草莓汁原液值} - \text{测定值}}{\text{草莓汁原液值}}$

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由表5 $R_{max}$值可见，草莓汁组分中受贮藏条件影响大小的顺序为：总酸＞维生素C＞总糖＞固形物＞Cu＞Fe＞P＞Ca＞水分，而以总酸、维生素C、总糖三个组分的$R_{max}$值为较大，因此可以认为这三种组分为考察草莓汁在贮藏过程中质量变化的主要指标。

### 3.2 影响最大的组分的最佳水平组合

根据总酸、维生素C、总糖指标的平均转化率与三因素的关系对各指标取最佳水平组合（选取对指标转化率影响小的水平组合）。以表5中贮藏50d后草莓汁三个主要指标的平均转化率作纵坐标，以三因素（$T$、$P$、pH）作横坐标得图1。

从图1可知，对总糖转化率影响最小的最佳工艺条件为$T_3P_1pH_1$，对总酸转化率影响最小的最佳工艺条件为$T_3P_2pH_3$，对维生素C转化率影响最小的最佳工艺水平为$T_3P_2pH_1$。因此，综合平衡草莓汁贮藏保鲜的最佳条件为$T_3P_2pH_1$，即最佳工艺条件为：－20℃、300ppm、pH＝2，这一条件为8号试验样品的贮藏条件。分析8号样品在贮藏过程中的色素变化，也可发现在10—50d的贮藏过程中，色素退色速度较慢。故8号试验样品的贮藏参数为理想的保鲜贮藏条件。

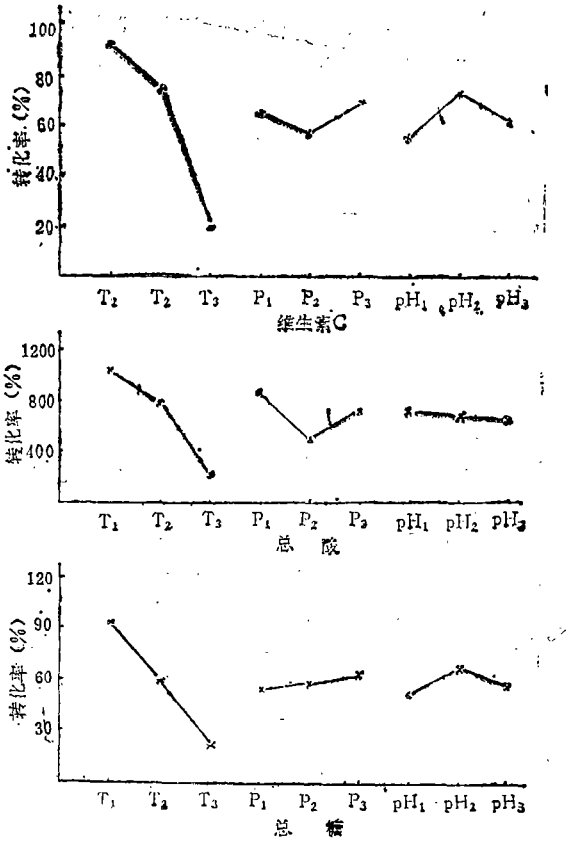


图1　维生素C、总酸、总糖转化率与三因素关系

草莓的颜色来自于食品苷类——花青素苷，它们的颜色主要由二个因子所控制：基本结构及pH值[3]。在苷的基本结构确定之后，pH值就成为决定因素。花青素在酸性条件下为红色，在中性条件下为紫色，碱性条件下为蓝色，但这只是考察它的初级结构和pH值来决定其颜色，在草莓汁贮藏过程中花青素苷类还会与其他物质例如金属离子起反应而改变其原来的颜色。花青素也易受温度的影响，对热很不稳定。草莓中含有多酚氧化酶（另文叙述），酚

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

酶引起褐变的最适pH值范围为6—8左右，因此应该把环境的pH值下降。维生素C在酸性条件下稳定。从以上分析可以看出，经试验得出的最优工艺条件符合草莓汁的特性。

### 3.3 综合评分

对保藏50d后的草莓汁中测定得的总酸、维生素C、总糖三项主要指标进行综合评分，比较得分大小，再次确定最佳工艺。其中总酸以50分计，它的含量与草莓汁的质量呈负相关，其评分的计算公式为

$$50-2\left(\frac{\text{测定值}-0.43}{0.43}\right)$$

(0.43为新鲜草莓汁中总酸的百分含量)；总糖以25分计，其评分的计算公式为

$$\frac{25\times\text{测定值}}{5.73}$$

(5.73为新鲜草莓汁中总糖的百分含量)；维生素C以25分计，其评分的计算公式为

$$\frac{25\times\text{测定值}}{850}$$

(850为新鲜草莓汁中维生素C的含量ppm)。将上述三项得分相加，即得评价草莓汁质量的综合得分。以1号样品为例，保藏50d后总酸为6.01%，总糖为0.96%，维生素C为30ppm，将它们代入上述公式：

总酸得分：

$$50-2\left(\frac{6.01-0.43}{0.43}\right)=24.05$$

总糖得分：

$$\frac{25\times0.96}{5.73}=4.19$$

维生素C得分：

$$\frac{25\times30}{850}=0.88$$

总得分为：24.05+4.19+0.88=29.12

**表6 正交试验及草莓汁贮藏后50d主要指标综合评分结果**

| | $T$ | $P$ | pH | 总酸得分 | 总糖得分 | 维生素C得分 | 总得分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 30℃ | $P_1$ | 2.0 | 24.05 | 4.19 | 0.88 | 29.12 |
| 2 | 30℃ | $P_2$ | 3.3 | 35.35 | 3.62 | 4.29 | 43.26 |
| 3 | 30℃ | $P_3$ | 4.0 | 27.06 | 4.71 | 0.23 | 32.00 |
| 4 | 0℃ | $P_1$ | 3.3 | 29.12 | 10.21 | 2.56 | 41.89 |
| 5 | 0℃ | $P_2$ | 4.0 | 38.70 | 8.64 | 5.53 | 52.87 |
| 6 | 0℃ | $P_3$ | 2.0 | 34.42 | 10.73 | 10.44 | 55.59 |
| 7 | −20℃ | $P_1$ | 4.0 | 45.26 | 17.93 | 23.26 | 86.45 |
| 8 | −20℃ | $P_2$ | 2.0 | 46.74 | 18.15 | 22.73 | 87.62 |
| 9 | −20℃ | $P_3$ | 3.3 | 45.76 | 12.61 | 12.85 | 71.22 |

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $k_1$ | 104.38 | 157.46 | 172.33 | $\Sigma$ | 500.02 |
| $k_2$ | 150.35 | 183.75 | 156.37 | | |
| $k_3$ | 245.29 | 158.81 | 171.32 | | |
| $k_1$ | 34.79 | 52.48 | 57.44 | | |
| $k_2$ | 50.12 | 61.25 | 52.12 | | |
| $k_3$ | 81.76 | 52.94 | 57.11 | | |
| $R$ | 46.97 | 8.76 | 5.32 | | |

由表6可见，以8号样品的结果得分最高(87.62)，根据$k$的大小也可选出最优工艺水平确实为$T_3P_2pH_1$，这与对图1进行的直观分析相吻合。

方差分析如表7。

表7　方差分析表

| 方差来源 | 偏差平方和 | 自由度 | 均方和 | $F_{比}$ | 显著性 | 最优水平 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_T$ | 245.13 | 2 | 245.13 | 78.07 | * | $T_3P_2pH_1$ |
| $S_P$ | 8.53 | 2 | 8.53 | 2.72 | | |
| $S_e=S_{PH}$ | 3.14 | 2 | 3.13 | | | |

*为影响显著，　$F_{比}=\frac{S_i}{S}$，　$i=T\cdot P$

从表7中可知温度、保藏剂、pH值这三个因素中，对总得分影响大小次序依次为温度＞保藏剂＞pH值。

根据最优工艺水平$T_3P_2pH_1$，可以算出它的理论得分。首先将9个样品的总得分相加得500.02，算出得分的总平均值μ为：μ＝500.02/9＝55.56，再计算这三个因素在最优水平下的平均得分与得分总平均值μ之差，称为该因素在该水平下的效应：

$$t_3=81.76-55.56=26.20$$

$$p_2=61.25-55.56=5.69$$

$$ph_1=57.44-55.56=1.88$$

最后将得分的总平均值μ与各效应值相加(考虑到实验误差，略去次要因素即最小的效应值$ph_1$)：$\mu+t_3+p_2=55.56+26.20+5.69=87.45$，此即为理论得分的预估值，与已进行的8号样品的得分值甚为相近。

## 4　结　论

温度－20℃，一定浓度的保藏剂$P_2$，草莓汁液的pH值调为2.0，此保藏工艺条件为最佳。在此条件下草莓汁贮藏50d后仍具有原有的香味，维生素C的含量损失甚小(其含量仍保持

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

新鲜样品的90.94%)，无不良异味，色泽鲜艳透明，基本上能保持其原有的营养及风味，这一贮藏工艺条件，适合于草莓果大量上市而工厂的加工能力又明显不足时，利用原有设备，就能较长时间贮藏新鲜草莓汁，较有效地避免草莓的腐败变质，为草莓、草莓制品、草莓风味制品的深度开发提供了必要的前提，具有广泛的适应性、实用性和推广价值。

## 致 谢

在试验中，得到了安徽省经委食品科技中心、合肥市保健食品厂和无锡轻工业学院高福成教授、周志副教授的热情帮助与指导，特致谢意。

## 参 考 文 献

1 上海商品检验局编.食品化学分析.上海科学技术出版社，1978
2 日本食品工业学会编辑委员会编;食品分析法，郑州粮食学院翻译.食品分析方法(上).四川科学技术出版社，1985
3 吴常豪.食物化学.香港徐氏基金出版，1964

# Studies of Refreshing Preservation of Fresh Strawberry Juice

Zhang Moying Fang Shitai Teng Yuping
(Wuxi Inst. of Light Ind.)

**Abstract** The refreshing preservation of fresh strawberry juice is studied in this paper. Three factors (temperature, preservative substance, pH)which influence the quality of strawberry juice in storage periods are discussed. The best technological conditions under which freshly extracted strawberry juice is stored are presented. This technological condition can be taken by average factories in which quick freezing cannot be realized but it is possible for them to have common temperature control and freezing to preserve fresh strawberry juice.

**Keywords** Preservation; Strawberry; Freezing

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net