

不同品种菊苣在货架贮藏期内的色泽变化

张 懋^①

(博士后流动站)

J. De Baerdemaerker R. De Busscher E. Schrevens

(比利时天主教鲁汶大学)

摘 要 提出了判断不同品种菊苣在货架贮藏条件下色泽变化的一种实用光学方法。为了量化色泽变化采用了 RGB 数字化图象处理系统。借助 HICUPP 命令树把观察表面的颜色分割成独立的 4 个色区。将 6 种菊苣用于试验。采用综合分来比较样品在货架贮藏期间的红褐变化。讨论了在观察期间分割区之间的相互转化问题,单独考虑红区和褐区对色泽变化的影响及观察期间黄叶的生长现象。

关键词 菊苣; 色泽变化; 货架贮藏; 数字化图象处理

中图分类号 S609.3

Research on Color Change of Chicory During Different Shelf Storage

Zhang Min

(Motive Station for Postdoctoral Research, CAU)

J. De Baerdemaerker R. De Busscher E. Schrevens

(K. U. Leuven, Belgium)

Abstract The method of judging the color change during the shelf storage of different varieties of chicory by means of the RGB system is established. Four colour areas are segmented according to the HICUPP decision tree. In the experiments, a comprehensive index is used for estimating the unfavourable color change after comprehensive consideration of the area and degree of the color change. The translation among the segmented color areas is discussed, which explains that RGB values decrease during the shelf storage. In addition, the effects of red area and brown area on the color change are also discussed separately. The effect of commercial cut on the index are presented and analyzed.

Key words chicory; color change; shelf storage; digital image processing

收稿日期:1995-06-15

①张 懋,北京清华东路 17 号中国农业大学(东校区)104 信箱,100083

菊苣(*Cichorium intybus L.*)作为一种珍贵蔬菜,在欧洲已有2 200年的种植历史,它以其微苦微甜的口味深受欧洲人的喜爱^[1],如今已在美国、日本等国引种成功,逐渐成为一种国际型的大众蔬菜^[2]。贮藏中出现红褐内核是菊苣的四大质量缺陷之一^[3],目前尚无货架期内红褐内核形成和扩大方面的研究报道。当前有2种评价色泽变化的光学量化方法:一种是基于LCH系统(hue,chroma,value)的评价系统^[4],已为研究者所广泛采用,Thai等^[4,5]利用该系统研究了桃和西红柿贮藏过程中的色泽变化;另一种是最近发展起来的由红度、绿度和蓝度组成的RGB系统。在使用RGB系统进行数字化图象处理的研究中,针对某些水果已经得出3种色泽分割所需的算法(命令树)^[6,7],并用此对贮藏期内的苹果、桃和西红柿的色泽变化进行了测试评价^[8~10]。在机器成象系统的应用方面,一些技术难题已经解决。色元(pixels)和色元块(pixel windows)已用作成象系统的观察表面的色泽单元^[10~12]。图象色彩的分割技术也日趋成熟,并已应用于许多果蔬的色泽评价^[7,11,13,14]。

笔者根据货架贮藏期间菊苣沿轴切割面的色泽变化,尝试建立评价菊苣内部的色泽变化的数学模型,并找出品种与货架期寿命之间的关系。

1 试验材料、方法和仪器

1.1 成象系统

在成象系统中,样品放置在能吸收黑色光的光学台面上,被4个石英钨钨灯照亮。为了尽可能地避免镜反射,在光源与样品之间放置一个圆柱形漫射器。样品图象由RGB摄像机(JVC TK-1070E)摄取。图象由安装在16M RAM的PC486/66DX2上的成象软件包(TRUEVISION TARGA+,32 bit)处理。

1.2 样品处理和试验步骤

不同品种的新鲜菊苣购自比利时鲁汶菊苣研究中心。为了观察不同品种菊苣在货架贮藏期内(7 d)的内部色泽变化(主要是红褐内核的生成),采用了轴向剖切观察法。每个处理安排7个重复,每天测量1次;测完后用避光纸覆盖以免光线影响,立即放入模拟货架贮藏室内(气温18℃,相对湿度65%)保藏。

1.3 试验指标和数据处理

采用RGB系统进行样品图象色泽变化的数字化处理。为了构造HICUPP命令树,在色彩分割和试验中采用 r, g, b 值,它们与 R, G, B 的关系为: $r=R/(R+G+B)$, $g=G/(R+G+B)$, $b=B/(R+G+B)$ 。由TRUEVISION软件包可计算出色元块(8色元×8色元,约0.52 cm×0.59 cm)中的平均 R, G, B 值,再从所有样品中选取约600个 R, G, B 值用于色彩的分割。分割命令树如图1所示。3个目标函数 P_1, P_2, P_3 所用的阈值由分割曲线确定。

根据图1,所观察的样品区域中的色元块

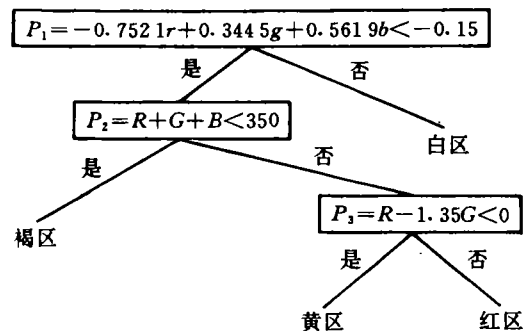


图1 菊苣贮藏中色彩分割命令树

可由 VISION3.12 软件自动地归于白、红、黄、褐这 4 个色泽区,相应地 $k=1,2,3,4$ 。货架贮藏期间样品红区和褐区色泽的变化可以预示货架寿命,而色泽变化的程度和区域是 2 个主要影响因素。为此,这里采用综合评分指标 S 来综合反映这 2 个因素。 S 值越小,被观察区域的红褐变化越严重。 $S=r_{2,4}/a_{2,4}$,其中 $r_{2,4}$ 是 n 个样品在红褐区内($k=2,4$) r 的平均值,有

$$r_{2,4} = \left(\sum_{i=1}^n A_i (\bar{r}_{2i} P_{2i} + \bar{r}_{4i} P_{4i}) \right) \left(\sum_{i=1}^n A_i (P_{2i} + P_{4i}) \right)^{-1}$$

式中 \bar{r}_k 是每个色元块中 r 的平均值; $a_{2,4}$ 为红褐区域所占的百分率,其表达式为

$$a_{2,4} = \sum_{i=1}^n A_i (P_{2i} + P_{4i}) \left(\sum_{i=1}^n A_i \right)^{-1}$$

2 试验结果及讨论

2.1 货架区内不同品种的红褐变化比较

试验中采用 2 个商业品种 (Focus 和 Sigma) 和 4 个实验室品种 (Viktoria, Totem, Pax 和 Final) 作为试样,试验结果见图 2。可以看出,与大多数实验室品种相比,2 个商业品种在货架贮藏期间综合分值较高,这与观察结果相符;Pax 在所有 6 个实验室品种中分值最高,而 Final 分值最低。因此,单从抗红褐角度考虑,Pax 很有希望成为又一商业品种。

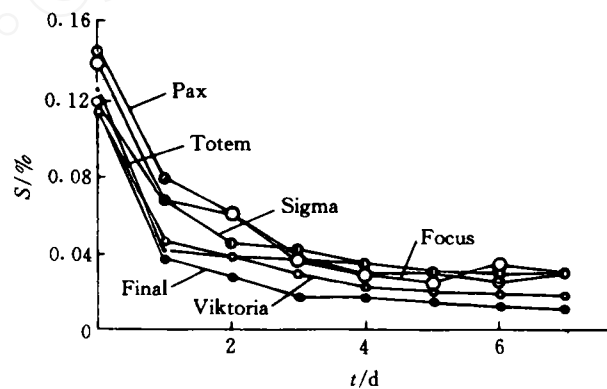


图 2 不同品种菊苣红褐区上的综合分比较

2.2 货架贮藏期菊苣色区的转换机理

2.2.1 货架贮藏对色区变化的影响

为了观察 4 个色区的变化,选取色泽变化最严重的 Final 作为测量对象。测量指标为区域百分率 η_k ,其表达式为

$$\eta_k = \left(\sum_{i=1}^n P_{ki} \right) n^{-1}$$

测量结果见图 3。可以看出,随着白区 (η_1) 的缩小,另外 3 个区域 (η_2, η_3, η_4) 都增大,即一部分白区转变为红区、黄区和褐区,在这期间红区比褐区增长快;但后 3 天红区却有所减小,而褐区的增长幅度很大,白区和黄区变化不大。因此可以认为此时部分红区转化为褐区,即随着贮藏时间的增长红区有转化成褐区的趋势。这样可以解释红区的综合分会随贮藏时间的增长而下降这一现象(褐变使 r 值下降),从而可以选择包括红、褐 2 个区域的综合分作为试验指标,因为这 2 个区域中的 r 平均值这时也有相同的下降趋势。

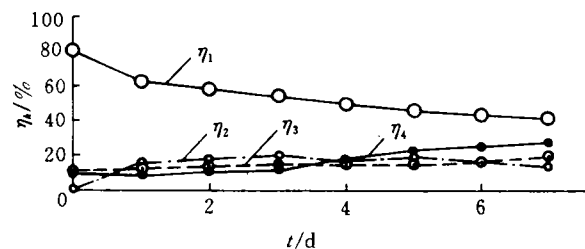


图 3 货架贮藏期间白区、红区、黄区和褐区 (相应为 1,2,3,4 区) 的相互转换

由观察可知,黄区的增长来源于贮藏期间叶子的增长。

2.2.2 不同品种红区和褐区的变化

虽然利用图3作了不同品种在红褐两区的综合比较,但仍需知道不同品种的红区和褐区在货架贮藏期内哪个变化更大。测试指标为平均区域比 a_k ,其计算式为

$$a_k = \left(\sum_{i=1}^n A_i P_{ki} \right) \left(\sum_{i=1}^n A_i \right)^{-1}$$

通过比较 a_2 和 a_4 ,可以分析红褐两区各自的变化。试验结果见图4。可以看出,在头3天中各

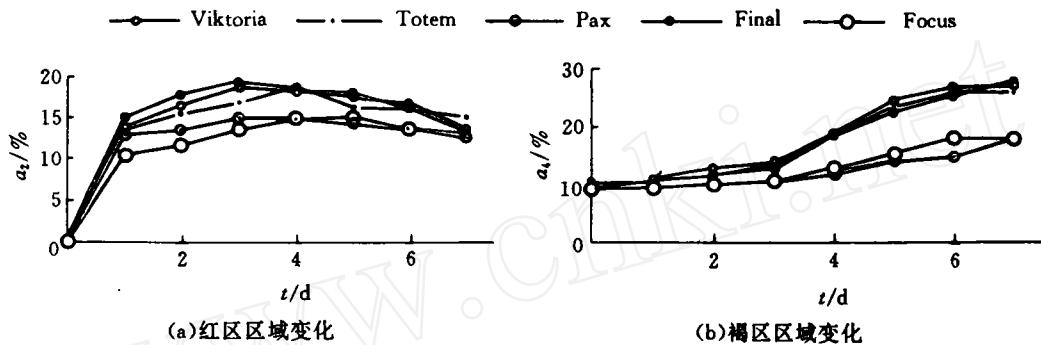


图4 不同品种菊苣红褐区域的变化

个品种的 a_2 值的增加幅度均大大超过 a_4 ,但从第4天起,结果正好相反。其原因可用红区转化为褐区的理论来解释。这说明在前3天中红区变化是主要的,但后3天以褐区变化为主。与其他3个品种相比,Focus和Pax的 a_2 和 a_4 值较小。

2.3 不同品种货架贮藏期内黄叶的生长

货架贮藏期内菊苣切割面上黄叶的生长是很有趣的现象,它代表了样品的活性。为了观察不同品种在这方面的差异,测试了黄区区域比 a_3 ,其结果见图5。可以看出,品种Totem和Focus的 a_3 值有明显的增加,而其他3个品种 a_3 值变化很小。这一结果与观察所得是一致的。

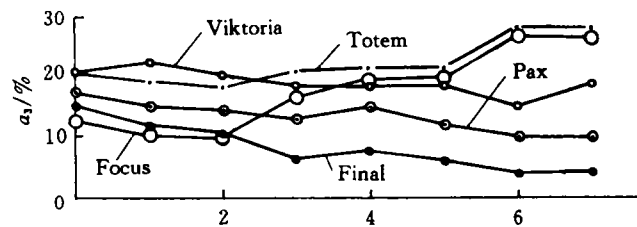


图5 不同品种菊苣黄区的变化

2.4 不同品种菊苣的根切面对综合分S的影响

以上所有分析都建立在对轴切面的观察上(为了观察红褐内核),但在超市中所见的产品都是切在根部的,消费者一般是通过这个切面来观察产品色泽的变化;因此笔者作了菊苣4个品种的根切面对综合分影响的试验,结果见图6。可以看出,贮藏天数相同时根切面的S值明显比轴切面高(比较图2与图6),因此,用轴切面来研究红褐变化似乎更为合理。从品种

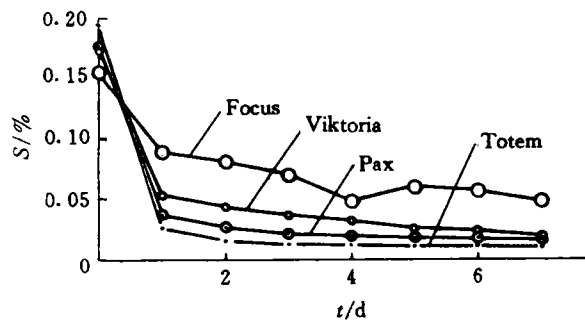


图6 不同品种菊苣的根切面对综合分S值的影响

角度看,Focus 仍较佳,而 Pax 的 S 值却相对较小。

3 结 论

1) 菊苣的分割色区为白区、红区、黄区和褐区。

2) 2 个商业品种(Focus 和 Sigma)和 1 个实验室品种(Pax)在货架贮藏期间有较强的抗红褐内核形成的能力,单从抗红褐角度看,Pax 很有希望成为又一商业品种;Final 的红褐变化最为严重。

3) 色区随贮藏时间的变化而相互转换,在前 3 天中红区扩大比褐区迅速,而后 3 天中则以褐区扩大为主。

4) 与其他品种相比,Focus 和 Totem 有较好的生长活性。

5) 贮藏天数相同时根切面的综合分值明显比轴切面高,用轴切面来研究红褐变化似乎更为合理。

参 考 文 献

- 1 Voirol E, Daget N, Schlienger C. Sensory analysis of chicory bitterness. Proc 5th Weurman Flavour Res. Oslo, 1987. 341~345
- 2 Rutherford P P, Phillips D E. Carbonhydrate changes in chicory during forcing. J Hort Sci, 1975, 50: 463~473
- 3 Reerink J. Research into factors and processes which influence the yield and quality of chicory: summary and recommendations. Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, 1992, 169: 15
- 4 Thai C N, Shewfelt R L. Peach quality changes at different constant storage temperatures: Empirical models. Trans of the ASAE, 1990, 33: 227~233
- 5 Thai C N, Shewfelt R L, Garner J C. Tomato color and firmness changes under different storage temperatures. ASAE Paper, No. 89-6596, 1989
- 6 Schrevens E, Raeymaekers L. Color characterisation of Golden delicious apples using digital image processing. Acta Horticulturae, 1992, 304: 159~166
- 7 Schrevens E, Neyens K, Verreydt, et al. Quality evolution of fruits by means of multivariate analysis on non-destructive parameters. China; ISHS International Symposium, 1993
- 8 Verreydt J, Schrevens E, Keulemans J, et al. Evolution of quality parameters of Jonagold apples by means of non-destructive measurements. Acta Horticulturae, 1992, 343: 63~66
- 9 Miller B, Delwiche M. A color vision system for peach grading. Trans of the ASAE, 1989, 32: 1484~1490
- 10 Vervaeke F, Schrevens E, Verreydt J, et al. The use of digitized video images for monitoring color and color evolution of Jonagold apples during shelf life. Proc 6th Int Conf Engi Food, Chiba, 1993, 1: 200~202
- 11 Davenel A, Guizard C, Labarre T, et al. Automatic detection of surface defects on fruit by using a vision system. J of Agri Engi Res, 1988, 41: 1~9
- 12 Upchurch B L, Throop J A. Effects of storage duration on detecting watercore in apples using machine vision. Trans of the ASAE, 1994, 37: 483~486
- 13 McClure J, Morrow C. Computer vision sorting of potatoes. ASAE Paper, 1987. No 87-6501
- 14 Corey K A, Tan Z Y. Regulating growth of witloof chicory during hydroponic forcing. Acta Horticulturae, 1992, 318: 161~167