

微真空条件下基于色泽参数变化的西兰花叶绿素质量分数预测模型

王丽娇, 张圣杰, 李文香*, 王士奎, 孙树杰

(青岛农业大学 食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109)

摘要: 为研究微真空条件下西兰花叶绿素质量分数与其表面色泽变化的关系, 建立基于色泽参数($-a/b$ 值)变化的西兰花叶绿素质量分数预测模型, 将采后西兰花分别贮藏于压力为 53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa, 温度为 (3 ± 0.5) °C 的微真空及常压条件下, 通过定期随机取样测定西兰花色泽参数 $-a/b$ 值及叶绿素质量分数变化与回归分析, 建立叶绿素降解的预测模型。试验数据分析结果表明, 53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa 及常压条件下叶绿素质量分数、 $-a/b$ 值与贮藏时间之间的动力学模型分别为 $C_{chl_1} = -0.0085t + 0.9454$, $C_{chl_2} = -0.0706t + 0.7564$, $C_{chl_3} = -0.0714t + 0.7264$, $C_{chl_4} = -0.0812t + 0.7829$ 和 $-a_1/b_1 = -0.0143t + 1.3708$, $-a_2/b_2 = -0.01068t + 1.4568$, $-a_3/b_3 = -0.1271t + 1.4521$, $-a_4/b_4 = -0.146t + 1.5193$, 均符合零级动力学模型。根据叶绿素质量分数与色泽参数($-a/b$ 值)之间的线性关系, 建立微真空条件下基于色泽参数变化的叶绿素质量分数的预测模型, 分别为: $C_{chl_1} = 0.5985(-a/b) - 0.1087$ ($R^2 = 0.9976$), $C_{chl_2} = 0.6087(-a/b) - 0.1493$ ($R^2 = 0.9817$), $C_{chl_3} = 0.5593(-a/b) - 0.0837$ ($R^2 = 0.9977$), $C_{chl_4} = 0.5319(-a/b) - 0.0351$ ($R^2 = 0.9869$); 经模型验证表明, 应用色泽参数变化预测西兰花叶绿素质量分数是可行的。该研究结果为西兰花的无损检测提供了良好的理论支持。

关键词: 西兰花; 叶绿素; 色泽参数; 预测模型

中图分类号: TS 255.3 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2014)02—0204—06

Prediction Model for Chlorophyll Content in Post-Harvest Broccoli Based on Color Parameter Changes in Micro-Vacuum Conditions

WANG Lijiao, ZHANG Shengjie, LI Wenxiang*, WANG Shikui, SUN Shujie

(School of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: In order to explore the relationship between chlorophyll content and color changes of post-harvest broccoli in micro-vacuum conditions, a prediction model for chlorophyll content was established based on color parameter changes, freshly broccoli was stored in micro-vacuum conditions of pressure of 53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa and atmospheric pressure,

收稿日期: 2013-07-04

基金项目: 山东省自然科学基金联合专项项目(ZR2011CL009)。

* 通信作者: 李文香(1963—), 女, 山东安丘人, 工学博士, 教授, 硕士研究生导师, 主要从事农产品贮藏加工方面的研究。

E-mail: xiang7332@126.com

temperature of $(3\pm0.5)^\circ\text{C}$, a predictive model of chlorophyll degradation was established through measuring the color parameter $-a/b$ value, chlorophyll content changes and regression analysis. The results showed that: under 53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa and atmospheric pressure, kinetic models of $-a/b$ value and chlorophyll content with respect to storage time were established according to the test data: $C_{\text{chl}_1} = -0.0085t + 0.9454$, $C_{\text{chl}_2} = -0.0706t + 0.7564$, $C_{\text{chl}_3} = -0.0714t + 0.7264$, $C_{\text{chl}_4} = -0.0812t + 0.7829$ 和 $-a/b_1 = -0.0143t + 1.3708$, $-a/b_2 = -0.01068t + 1.4568$, $-a/b_3 = -0.1271t + 1.4521$, $-a/b_4 = -0.146t + 1.5193$, they all met zero order kinetic model. In addition, prediction models for chlorophyll content based on $-a/b$ value were further developed according to the linear relationship between chlorophyll content and $-a/b$ value: $C_{\text{chl}_1} = 0.5985(-a/b) - 0.1087 (R^2=0.9976)$, $C_{\text{chl}_2} = 0.6087(-a/b) - 0.1493 (R^2=0.9817)$, $C_{\text{chl}_3} = 0.5593(-a/b) - 0.0837 (R^2=0.9977)$, $C_{\text{chl}_4} = 0.5319(-a/b) - 0.0351 (R^2=0.9869)$; they were feasible to use the color parameters changes to predict the chlorophyll content of broccoli after verification. Results of the study provided good support for the non-destructive testing of broccoli.

Keyword: broccoli, chlorophyll content, color parameter, prediction model

西兰花, 俗称青花菜、茎椰菜等, 属十字花科芸薹属甘蓝变种。其营养物质丰富, 同时, 西兰花富含VC, 可延缓衰老、提高免疫力、增强肝脏的解毒功能; 食用富含高纤维的西兰花还可有效降低肠胃对葡萄糖的吸收, 是糖尿病患者的天然药膳^[1], 而且还含有抗癌作用的活性成分, 如硫代葡萄糖苷^[2]。西兰花价格随季节变化幅度大, 出口额大, 是速冻蔬菜的主要代表^[3], 但其呼吸旺盛, 常温下叶绿素迅速降解, 花球极易黄化变质。评价西兰花品质的指标主要包括新鲜度、色泽及营养成分等, 其衰老的原发过程和真正标志就是叶绿素的降解。而叶绿素是叶绿酸的酯, 在采后贮藏的过程中, 叶绿素在叶绿素酶和脱镁叶绿素酶的作用下^[4], 极易脱去分子中的植醇和卟啉环中的镁离子, 生成黄褐色的脱镁脱植醇叶绿素和脱镁叶绿素, 导致西兰花褪绿黄化。对于叶绿素质量分数的测定, 现阶段多采用分光光度计法, 除用于叶绿素提取的丙酮试剂有一定毒性外, 操作也比较麻烦, 且测量过程样品的采集会对西兰花造成一定的损失, 为此有学者通过探讨光谱特性来研究果蔬表面色泽的变化^[5]。

在果蔬采后贮藏加工过程中, CIE-Lab 系统是一种有效可信赖的评价色泽的方法^[6-7]。它利用色差计测定色泽参数来研究果蔬表面的色泽变化, 不仅操作简便没有破坏性, 而且可利用动力学进行研究和分析^[8-10]。由于贮藏期间西兰花叶绿素不断降解的

过程中 a 值(红度, 正值代表红色, 负值代表绿色)和 b 值(黄度, 正值代表黄色, 负值代表蓝色)^[11]均有明显的变化, 所以可通过 a 值和 b 值的变化了解采后西兰花褪绿黄化的情况。

果蔬采后贮藏加工过程中动力学的研究大多是从动力学变化的角度探讨果蔬品质的损失。其品质因子 Q (如色泽、硬度及固形物等)的损失率可以表示为: $dQ/dt = -k(Q)^n$, 式中 n 为反应级数; k 为反应速率常数; t 为贮藏时间。刁恩杰等(2010)^[12]建立了脱水菠菜在贮藏过程中颜色变化的动力学模型; 刘春泉等(2011)^[13]建立了毛豆仁低温冻藏期间叶绿素降解和色泽变化的动力学模型; 任珂等(2005)^[14]研究发现表面色泽参数 a 、 b 值的变化可衡量包装及不同温度对青花菜采后色泽变化的影响。大多数都集中在不同采后处理对叶绿素降解动力学模型的研究, 而微真空贮藏条件下西兰花采后色泽变化与叶绿素含量的相关性及其预测模型的研究尚属空白。“微真空贮藏”是在专利(CN 1530290A)^[15]技术基础上开发的一种轻度减压贮藏技术, 周莎莎等(2011)^[16]采用微真空设施对莱阳梨进行了贮藏试验, 并取得了良好的贮藏效果。作者在此基础上, 通过对微真空条件下西兰花叶绿素质量分数与色泽变化的相关性研究, 探讨叶绿素的降解规律, 建立叶绿素降解与色泽变化的预测模型, 以期采后西兰花贮藏过程中的无损检测提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 材料

西兰花:于2012年5月10日订购于青岛市城阳区蔬菜批发市场的经销商,选择新鲜洁净,花球紧密,花蕾未开,成熟度一致,大小适中,无病虫害及其它伤害的个体。

1.2 仪器

微真空贮藏设备:青岛农业大学食品科学与工程学院研制;电子分析天平:上海奥豪斯国际贸易有限公司;754型紫外可见分光光度计:上海光谱仪器有限公司;CR-400色彩色差计:日本柯尼卡美能达有限公司。

1.3 材料的处理

1.3.1 试验组的处理 将西兰花贮于压力分别为53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa及常压,温度为 (3 ± 0.5) ℃的微真空设备中,分别在第0,7,14,21,28,35,42,49天进行相关指标的测定。

1.3.2 验证组的处理 将西兰花贮于压力分别为53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa及常压,温度为 (3 ± 0.5) ℃的微真空设备中,分别在第1,8,15,22,29,36,43,50天进行相关指标的测定。

1.4 叶绿素质量分数的测定

采用分光光度计法,参照曹建康等(2007)^[17]的方法。

1.5 色泽的测定

西兰花表面色泽采用色彩色差计测定,用标准陶瓷板标定 $X=76.74$, $Y=81.07$, $Z=80.89$ 作为工作标准^[18]。将保鲜膜覆于西兰花上,选择其表面较为平整的点作为测量点,分别测 a 值和 b 值,计算色泽参数 $-a/b$ 值,每个样品取5个不同的点,取平均值。

1.6 色泽动力学模型建立的方法

采用EXCEL软件,利用回归方程建立色泽动力学模型。

2 结果与分析

2.1 叶绿素质量分数与色泽参数 $-a/b$ 值的变化及其动力学模型的建立

叶绿素是植物进行光合作用的重要色素物质。新鲜的西兰花中含有大量叶绿素,但随着贮藏时间的延长,叶绿素质量分数不断下降,导致西兰花褪绿黄化,是影响西兰花外观品质的关键^[19]。由图1可

以看出,不同压力条件下西兰花贮藏期间叶绿素质量分数均呈不断下降的趋势,贮藏前期下降速度较慢,贮藏至28 d时,53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa及常压下叶绿素的降解率分别为22.39%、32.81%、38.71%、40.30%,后期下降速度变快,至贮藏结束时,叶绿素的降解率分别为64.18%、70.31%、80.65%、85.07%,说明微真空条件下采后西兰花叶绿素的降解呈先慢后快的变化趋势,且在53.33~66.66 kPa条件下的叶绿素降解速率最小。

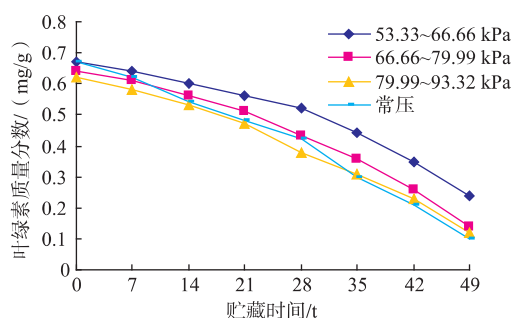


图1 不同压力条件下叶绿素质量分数随贮藏时间的变化
Fig. 1 Changes of chlorophyll content with storage time under different pressure conditions

经回归分析得,不同压力条件下叶绿素质量分数随时间的变化均符合零级动力学反应,53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa及常压下叶绿素质量分数的变化速率分别为: $dQ_1/dt=-0.0085$, $dQ_2/dt=-0.0706$, $dQ_3/dt=-0.0714$, $dQ_4/dt=-0.0812$,叶绿素降解的动力学模型分别为 $C_{chl_1}=-0.0085t+0.9454$, $C_{chl_2}=-0.0706t+0.7564$, $C_{chl_3}=-0.0714t+0.7264$, $C_{chl_4}=-0.0812t+0.7829$ 。

绿色色泽是西兰花最为重要的外观品质之一,在西兰花的贮藏过程中,色泽发生变化时, a 值和 b 值也会随之发生改变,其中, $-a$ 值主要是叶绿素呈现的颜色,叶绿素的大量损失造成 $-a$ 值的下降^[20],同时 b 值也不断改变,因此,可利用 $-a/b$ 值的变化表示其色泽的变化。从图2可以看出,贮藏前期在不同压力条件下, $-a/b$ 值下降缓慢,贮藏至28 d时,53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa及常压下 $-a/b$ 值分别下降了21.37%、24.03%、35.71%、41.98%,说明贮藏前期西兰花的黄化速度较慢;后期下降较快,至贮藏结束时, $-a/b$ 值分别下降了54.2%、61.24%、69.05%、75.57%。表明微真空条件下,采后西兰花在贮藏过程中绿色色泽不断消退而

逐渐黄化。

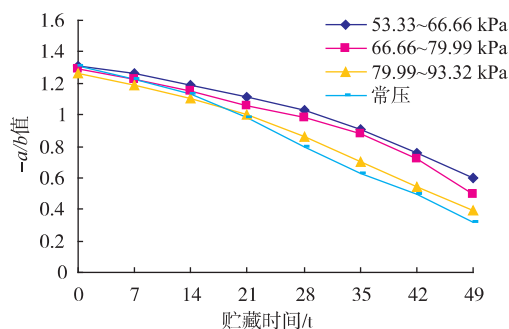


图 2 不同压力条件下颜色参数 $-a/b$ 值随贮藏时间的变化
Fig. 2 Changes of color parameter $-a/b$ value with storage time under different pressure conditions

经回归分析得,不同压力条件下 $-a/b$ 值随时间的变化均符合零级动力学反应,53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa 及常压下其色泽的变化速率分别为: $dQ_1/dt=-0.014\ 3$, $dQ_2/dt=-0.106\ 8$, $dQ_3/dt=-0.127\ 1$, $dQ_4/dt=-0.146$, $-a/b$ 值变化的动力学模型分别为: $-a_1/b_1=-0.014\ 3t+1.370\ 8$, $-a_2/b_2=-0.010\ 68t+1.456\ 8$, $-a_3/b_3=-0.127\ 1t+1.452\ 1$, $-a_4/b_4=-0.146t+1.519\ 3$ 。

2.2 基于色泽参数 $-a/b$ 值变化的西兰花叶绿素质量分数预测模型的建立

色泽参数 $-a/b$ 值与叶绿素质量分数之间的关系见图 3。由图 3 可以看出,不同压力条件下,西兰花 $-a/b$ 值与叶绿素质量分数的变化均呈线性正相关;经回归分析,53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa 及常压条件下建立基于西兰花 $-a/b$ 值变化的叶绿素质量分数的预测模型分别为: $C_{chl_1}=0.598\ 5(-a_1/b_1)-0.108\ 7(R^2=0.997\ 6)$, $C_{chl_2}=0.608\ 7(-a_2/b_2)-0.149\ 3(R^2=0.981\ 7)$, $C_{chl_3}=0.559\ 3(-a_3/b_3)-0.083\ 7(R^2=0.997\ 7)$, $C_{chl_4}=0.531\ 9(-a_4/b_4)-0.035\ 1(R^2=0.986\ 9)$ 。

2.3 模型验证

根据微真空条件下 $-a/b$ 值的动力学模型,可得西兰花采后在 1、8、15、22、29、36、43、50 d 时 $-a/b$ 的值,即预测值。与实测值进行比较,见图 4。经相关性分析得,53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa 及常压下回归方程分别为: $y_1=0.975\ 1x_1+0.034\ 8$, $y_2=0.926\ 3x_2+0.084\ 5$, $y_3=0.940\ 9x_3+0.067$, $y_4=0.954\ 6x_4+0.075\ 5$,复相关系数分别为: $R_1^2=0.973\ 6$, $R_2^2=0.949\ 3$,

$R_3^2=0.982\ 1$, $R_4^2=0.993\ 5$ 。证明应用西兰花色泽参数动力学模型能较好的预测 $-a/b$ 值的变化。

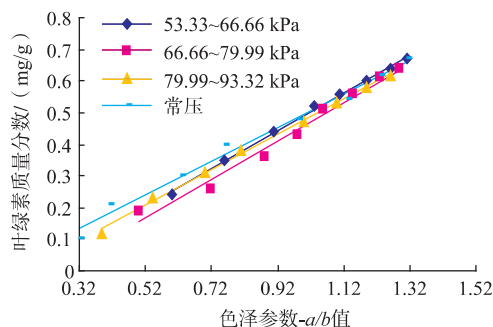


图 3 西兰花 $-a/b$ 值与叶绿素质量分数的关系图
Fig. 3 Diagram between broccoli $-a/b$ value and chlorophyll content

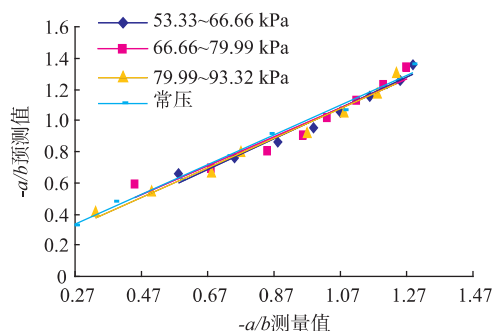


图 4 $-a/b$ 值预测模型预测值与测量值的相关性
Fig. 4 Correlation between actual and predicted values of $-a/b$ value

将 $-a/b$ 预测值代入微真空条件下基于西兰花 $-a/b$ 值变化的叶绿素质量分数预测模型中,得到西兰花叶绿素质量分数的预测值,将其与实测值进行比较,见图 5。

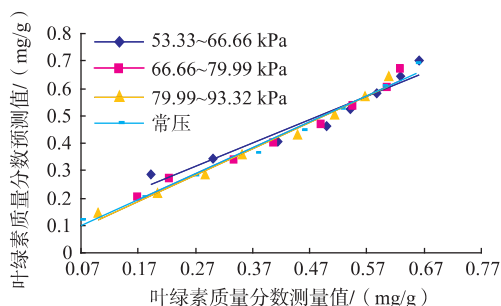


图 5 叶绿素模型预测值与测量值的相关性
Fig. 5 Correlation between actual and predicted values of chlorophyll content in broccoli

经相关性分析得,53.33~66.66、66.66~79.99、

79.99~93.32 kPa 及常压下回归方程分别为: $y_1=0.958\ 6x+0.027\ 6$, $y_2=0.937\ 8x+0.035\ 1$, $y_3=0.961\ 3x+0.024\ 6$, $y_4=0.955\ 4x+0.029\ 8$, 复相关系数分别为: $R_1^2=0.968\ 7$, $R_2^2=0.98$, $R_3^2=0.989\ 57$, $R_4^2=0.989\ 6$ 。证明不同微真空压力及常压条件下, 基于 $-a/b$ 值变化的西兰花叶绿素质量分数预测模型均能很好地预测叶绿素质量分数的变化。

3 结 语

从叶绿素的降解过程来看, 叶绿素质量分数呈一直下降的趋势, 且贮藏前期西兰花叶绿素降解速率较慢, 后期降解速率加快。其原因可能是在西兰花采摘的过程中, 由于产生了较多的机械伤, 果蔬自身的修复机制启动, 这种机制通常是通过自身旺盛的代谢功能促进伤口的愈合, 在此过程中会引起内源抗氧化酶活性的升高, 而酶活的升高降低了引起叶绿素氧化漂白的活性氧代谢, 从而抑制了叶绿素的降解。故西兰花在贮藏前期其叶绿素降解速率较慢。

不同压力条件下, 西兰花在采后贮藏过程中, 随着贮藏时间的延长, 叶绿素质量分数及 $-a/b$ 值均呈逐渐下降的趋势, 由试验数据的分析结果可得: 53.33~66.66、66.66~79.99、79.99~93.32 kPa 及常压条件下叶绿素、 $-a/b$ 值与贮藏时间之间的动力学模型分别为 $C_{chl_1}=-0.008\ 5t+0.945\ 4$, $C_{chl_2}=-0.070\ 6t+0.756\ 4$, $C_{chl_3}=-0.071\ 4t+0.726\ 4$, $C_{chl_4}=-0.081\ 2t+0.782\ 9$ 和 $-a_1/b_1=-0.014\ 3t+1.370\ 8$, $-a_2/b_2=-0.010\ 68t+1.456\ 8$, $-a_3/b_3=-0.127\ 1t+1.452\ 1$, $-a_4/b_4=-0.146t+1.519\ 3$, 均符合零级动力学模型; 通过线性回归分析, 建立基于色泽参数 $-a/b$ 值变化的叶绿素质量分数预测模型为: $C_{chl_1}=0.598\ 5(-a/b)-0.108\ 7$ ($R^2=0.997\ 6$), $C_{chl_2}=0.608\ 7(-a/b)-0.149\ 3$ ($R^2=0.981\ 7$), $C_{chl_3}=0.559\ 3(-a/b)-0.083\ 7$ ($R^2=0.997\ 7$), $C_{chl_4}=0.531\ 9(-a/b)-0.035\ 1$ ($R^2=0.986\ 9$); 进一步通过模型的验证, 证明该预测模型能较好的反映贮藏过程中叶绿素质量分数的变化, 为进一步应用无损检测技术预测微真空条件下西兰花的品质变化提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 马海燕, 张愨, 孙金才. 臭氧水和超声波协同作用在速冻西兰花中的应用研究[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(4): 538-542.
MA Haiyan, ZHANG Min, SUN Jincai. The application study of ultrasonic-ozone combined treatments in quick-frozen broccoli [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2010, 29(4): 538-542. (in Chinese)
- [2] 沈莲清, 苏光耀, 王奎武. 西兰花种子中硫苷酶解产物萝卜硫素的提纯与抗肿瘤的体外试验研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(5): 16-21.
SHEN Lianqing, SU Guangyao, WANG Kuiwu. Studies on purification and antitumor in vitro experiment of sulforaphane enzymolyzed from glucosinolate in broccoli seed [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2008, 8(5): 16-21. (in Chinese)
- [3] 张素文, 张愨, 孙金才. 水分含量对西兰花玻璃化转变温度的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(3): 28-32.
ZHANG Suwen, ZHANG Min, SUN Jincai. Effect of water content on the glass temperature of broccoli [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2008, 27(3): 28-32. (in Chinese)
- [4] 高持都, 胡小松, 廖小军, 等. 高压二氧化碳技术对叶绿素酶活性的影响研究[J]. 中国食品学报, 2010, 10(1): 55-60.
GAO Chidu, HU Xiaosong, LIAO Xiaojun, et al. Effect of high pressure dioxide on chlorophyllase activity [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2010, 10(1): 55-60. (in Chinese)
- [5] Tijskens L M M, Schijvens E P H M, Biekman E S A. Modelling the change in colour of broccoli and green beans during blanching [J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2001(2): 303-313.
- [6] Tian M S, Davies L, Downs C G, et al. Effects of floret maturity, cytokinin and ethylene on broccoli yellowing after harvest [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 1995, 6(2): 29-40.
- [7] Tian M S, Woolf A B, Bowen J H, et al. Changes in color and chlorophyll fluorescence of broccoli florets following hot water treatment [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1996, 121(2): 310-313.
- [8] Jhas N, Chopra S, Kingsly A R P. Modeling of color values for nondestructive evaluation of maturity of mango [J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 78(1): 22-26.

- [9] Godoy C, Monterubbianesi G, Tognetti J. Analysis of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit growth with exponential mixed models[J]. **Scientia Horticulturae**, 2008, 115(4): 368–376.
- [10] Goncalves E M, Pinheiro J, Abreu M, et al. Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) during blanching[J]. **Journal of Food Engineering**, 2007, 81(4): 693–701.
- [11] 徐凤, 杨震峰, 裴娇艳. 基于颜色参数变化的青花菜叶绿素含量预测模型[J]. 食品科学, 2011, 32(13): 54–57.
XU Feng, YANG Zhenfeng, PEI Jiaoyan. A prediction model for chlorophyll content in post-harvest broccoli based on color parameter changes[J]. **Food Science**, 2011, 32(13): 54–57. (in Chinese)
- [12] 刁恩杰, 李向阳, 丁晓雯. 脱水菠菜贮藏过程中颜色变化动力学[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 350–354.
DIAO Enjie, LI Xiangyang, DING Xiaowen. Kinetics of colour changes of dehydrated spinach during storage [J]. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, 2010, 26(8): 350–354. (in Chinese)
- [13] 刘春泉, 卓成龙, 宋江峰. 毛豆仁低温冻藏期叶绿素和色泽降解动力学[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(4): 858–862.
LIU Chunquan, ZHUO Chenglong, SONG Jiangfeng. Degradation kinetics of color and chlorophyll in frozen edamames [J]. **Jiangsu Journal of Agricultural Sciences**, 2011, 27(4): 858–862. (in Chinese)
- [14] 任珂, 屠康, 潘磊庆. 青花菜贮藏期间颜色变化动力学模型的建立[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 146–150.
REN Ke, TU Kang, PAN Leiqing. Modeling of the kinetics of color change of broccoli during storage [J]. **Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering**, 2005, 21(8): 146–150. (in Chinese)
- [15] 王世清. 微真空贮藏设施[P]. 中国专利: CN 1530290A, 2004–09–22.
- [16] 周莎莎, 吴爱现, 李文香. 微真空贮藏条件对莱阳丑梨保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(12): 320–323.
ZHOU Shasha, WU Aixian, LI Wenxiang. Effect of micro vacuum storage on the fresh-keeping of lai yang pear [J]. **Food Science**, 2011, 32(12): 320–323. (in Chinese)
- [17] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 中国轻工业出版社, 2007.
CAO Jiankang, JIANG Weibo, ZHAO Yumei. Experiment guidance of postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables [M]. **China Light Industry Press**, 2007. (in Chinese)
- [18] 裴娇艳, 杨震峰, 徐凤. 基于绿熟番茄果实 L^* 值的番茄红素含量预测模型建立[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 296–300.
PEI Jiaoyan, YANG Zhenfeng, XU Feng. Prediction model, based on L^* value, of lycopene content of mature green tomato [J]. **Food Science**, 2010, 31(10): 296–300. (in Chinese)
- [19] Ku V V, Wills R B H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli [J]. **Postharv Biol Technol**, 1999, 17(2): 127–132.
- [20] 王冬梅, 江连洲, 赵晓燕. 干燥过程中甘蓝叶绿素降解动力学研究[J]. 食品科学, 2012, 33(17): 64–67.
WANG Dongmei, JIANG Lianzhou, ZHAO Xiaoyan. Kinetic model of chlorophyll degradation in cabbage during drying process [J]. **Food Science**, 2012, 33(17): 64–67. (in Chinese)

科技信息

国家卫计委发布新标准 婴儿食品不可标称功能

国家卫计委日前在其官网发布了《预包装特殊膳食用食品标签》等4项新食品安全国家标准,《预包装特殊膳食用食品标签》明确规定:“不应针对0~6月龄婴儿配方食品中的必需成分进行含量声称和功能声称。”

很多婴儿食品会在标签上宣称具有特殊营养功能,这种带有误导性的做法今后将不被允许。国家卫计委日前在其官网发布了《预包装特殊膳食用食品标签》等4项新食品安全国家标准,《预包装特殊膳食用食品标签》明确规定:“不应针对0~6月龄婴儿配方食品中的必需成分进行含量声称和功能声称。”

在标签之外,一同发布的《特殊医学用途配方食品通则》针对进食受限、消化吸收障碍、代谢紊乱或其他特定疾病状态人群的营养需要制定了特别标准;《特殊医学用途配方食品良好生产规范》规定了生产企业的卫生要求和生产操作要求。《食品中致病菌限量》则对肉制品、饮料等11大类食品中的沙门氏菌、单核细胞增生李斯特氏菌等5种致病菌,做了限量规定。

[信息来源] 食品伙伴网. 国家卫计委发布新标准 婴儿食品不可标称功能 [EB/OL]. (2014-1-13). <http://news.foodmate.net/2014/01/253875.html>.