

技术专论

甜玉米微孔自发气调包装应用研究

李家政¹, 李晓旭², 王晓芸²

(1. 国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津 300384; 2. 天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 确定甜玉米的微孔包装参数及其保鲜效果。 **方法** 在40 μm 厚的聚乙烯(PE)保鲜袋(35 cm $\times$ 55 cm)上制备不同数量的微孔,孔径为(0.18 $\pm$ 0.005) mm,孔的数量分别为2, 3, 6, 9, 20, 50个。采用微孔袋对甜玉米进行包装,检测在0 $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏时不同时间袋内的气体浓度,抽样分析甜玉米的营养指标、乙醇含量及感官品质。 **结果** 甜玉米贮藏前期呼吸旺盛,后期呼吸强度下降,呼吸强度的变化会引起包装袋内氧气和二氧化碳浓度的波动;低氧或高二氧化碳有利于保持甜玉米中可溶性固形物、Vc含量和可溶性糖含量,但易造成乙醇的积累和异味的产生。 **结论** 在40 μm 厚的PE保鲜袋上制备6个直径为(0.18 $\pm$ 0.005) mm的微孔,对甜玉米的保鲜效果最佳,贮藏14 d,能保持良好的品质。

关键词: 微孔膜; 自发气调; 包装; 保鲜; 甜玉米

中图分类号: TB485.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)03-0031-05

Application of Micro-perforated Modified Atmosphere Packaging of Sweet Corn

LI Jia-zheng¹, LI Xiao-xu², WANG Xiao-yun²

(1. National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: To determine the micro-perforation packaging parameter as well as the preservation effects for sweet corn. Micro-perforated Polyethylene(PE)bags(35 cm $\times$ 55 cm) of 40 μm thickness with different numbers of perforations were prepared. The pore size was (0.18 $\pm$ 0.005) mm, and the numbers were 2, 3, 6, 9, 20 and 50, respectively. Sweet corns were packaged with the prepared micro-perforation bags and stored at 0 $^{\circ}\text{C}$. O_2 and CO_2 concentrations in the headspace of packaging were checked, and nutrition indexes, ethanol concentration and sensory quality were analyzed. The respiration rate of sweet corn during the early stage of storage was much higher than that during the late stage, which led to the fluctuation of oxygen and carbon dioxide concentrations in the headspace of packaging. Low oxygen and/or high carbon dioxide concentration was favorable for keeping higher total soluble solid, Vc and soluble sugar concentration in sweet corn but was liable to accumulation of ethanol and production of off-flavor. PE packaging film of 40 μm thickness with 6 perforations with a diameter of (0.18 $\pm$ 0.005) mm had the best preservation effects for sweet corn storage with fine quality for up to 14 days.

KEY WORDS: micro-perforated film; modified atmosphere; packaging; preservation; sweet corn

甜玉米又称水果玉米,富含多种营养物质,口感甜脆,易消化吸收,是一款老少皆宜的健康食品^[1]。甜玉米采后呼吸旺盛,籽粒易失水,营养物质消耗极快,甜度迅速下降,贮藏期较短。常温下甜玉米只能保鲜2~3 d,低温下最多保存2周^[2~4]。目前甜玉米主要采取速冻的方法进行贮藏^[5],但冷冻的甜玉米在解冻时会

收稿日期: 2014-04-29

基金项目: 天津市自然科学基金(13JCYBJC25600)

作者简介: 李家政(1965—),男,安徽舒城人,博士,国家农产品保鲜工程技术研究中心研究员,主要研究方向为果蔬保鲜膜的开发与自发气调保鲜应用。

影响其品质,且要在冷链下流通和运输,对设备和技术的要求都较高。

甜玉米能耐受较高浓度的二氧化碳,采用合适的氧气和二氧化碳浓度可以明显提高甜玉米的保鲜品质。Saltveit报道甜玉米适宜的气体条件是氧气体积分数为2%,二氧化碳体积分数为10%~20%^[6]。Gamals研究认为甜玉米的适宜气体条件是氧气体积分数为2%,二氧化碳体积分数为15%,在此条件下,甜玉米保存14 d品质良好(5℃下),较高的二氧化碳浓度可以保持甜玉米中的糖分、色泽和风味^[7-8]。由于微孔的CO₂/O₂透气系数比为0.773:1^[9],远低于普通保鲜膜(聚乙烯、聚氯乙烯)的CO₂/O₂透气系数比(4:1到6:1)^[10],因而微孔包装可以使包装袋内保持较高的二氧化碳浓度。微孔包装在耐二氧化碳果蔬保鲜上的应用有较多的文献报道^[11-14]。目前对甜玉米的气调包装虽有大量研究,但研究内容都集中在气体成分对甜玉米的保鲜效果上,对如何选择孔参数对甜玉米进行有效的微孔包装在国内外尚无报道。文中研究在0℃下采用不同厚度的聚乙烯膜包装甜玉米,根据包装袋内气体浓度变化选择适宜的膜厚度,制成不同孔数量的微孔袋包装甜玉米,分析不同包装内氧气和二氧化碳浓度及甜玉米的品质指标,为甜玉米的微孔包装应用提供直接依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1) 保鲜膜。由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供,包括普通聚乙烯膜(PE)和微孔聚乙烯膜,均制成35 cm×55 cm的保鲜袋备用。普通聚乙烯膜的氧气渗透系数为8760 mL/(m²·24 h·0.1 MPa),二氧化碳渗透系数为21 354 mL/(m²·24 h·0.1 MPa),透湿率为4.1 g/(m²·24 h),厚度分别为20,30,40和50 μm(分别用PE20,PE30,PE40,PE50表示)。微孔袋是在40 μm厚的PE保鲜袋上制备微孔后制成,微孔孔径为(0.18±0.005) mm,孔的数量分别为2,3,6,9,20,50个(分别用K2,K3,K6,K9,K20,K50表示)。

2) 甜玉米。2013年10月中旬采收于天津市杨柳青玉米种植园,采后立即运往国家农产品保鲜工程技术研究中心预冷5 h,后选择成熟度、大小均匀一致,无病虫害和机械损伤的带苞叶甜玉米进行包装、入库,库温为±0.3℃。

1.2 低温包装

1) 普通PE膜包装。对甜玉米采用不同厚度的PE保鲜袋包装,包装质量为(1.5±0.1) kg,扎口密封,置于±0.3℃的冷库中,定期对每个包装袋内的气体浓度进行测定。

2) 微孔袋包装。用微孔袋对甜玉米进行包装,包装质量为(1.5±0.1) kg,扎口密封,置于±0.3℃的冷库中,定期对每个包装袋内的气体浓度进行测定,并定期抽样进行指标测试。

1.3 气体含量及品质指标测定

包装袋内的氧气和二氧化碳浓度采用便捷式O₂/CO₂测定仪(PBI-200616-I型,丹麦丹圣公司)测定,失重率采用称重法测定,可溶性固形物(TSS)采用PAL-1型数字手持袖珍折射仪(日本爱宕公司)测定,维生素C(Vc)含量采用钼蓝比色法测定,可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[15]测定,淀粉含量采用酸水解法测定,乙醇含量采用静态顶空气相色谱法测定^[16]。

2 结果与分析

2.1 膜厚度的选择

将甜玉米用不同厚度(20,30,40,50 μm)的PE保鲜袋包装,袋内的氧气和二氧化碳体积分数见图1,各包装的气体浓度都具有相同的变化趋势。PE20包装袋内氧气体积分数在贮藏第5天时达到最低值(0.2%),二氧化碳体积分数达到最高值(10.7%)。随着膜厚度的增加,袋内氧气浓度逐渐下降,二氧化碳浓度逐渐上升。由此可见,即使是20 μm厚的PE保鲜袋,其内部的氧气体积分数也接近于0,在低氧浓度下,易引起甜玉米的厌氧呼吸,因此采用常规保鲜膜不适合甜玉米的保鲜包装,需要对保鲜膜进行打孔处理,提高袋内的氧气浓度。

在普通保鲜膜上打孔后,包装袋内的氧气浓度会上升,二氧化碳浓度会下降。由于甜玉米的二氧化碳适宜体积分数为10%~20%,因此打孔时不宜选择过薄的保鲜膜。文中选用40 μm厚的PE保鲜膜打孔。

2.2 不同微孔包装袋内的氧气与二氧化碳浓度

不同孔数的微孔袋对甜玉米袋内氧气和二氧化碳体积分数的影响见图2。由图2可知,K2和K3微孔

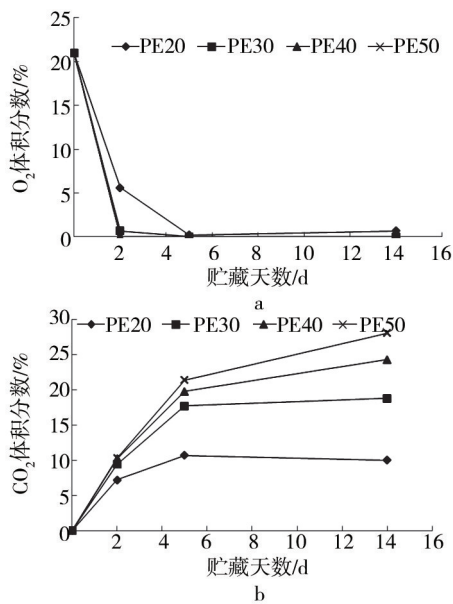


图1 不同厚度PE膜包装内的氧气和二氧化碳体积分数
Fig.1 Contents of O₂ and CO₂ in the headspace of PE bags of different thickness

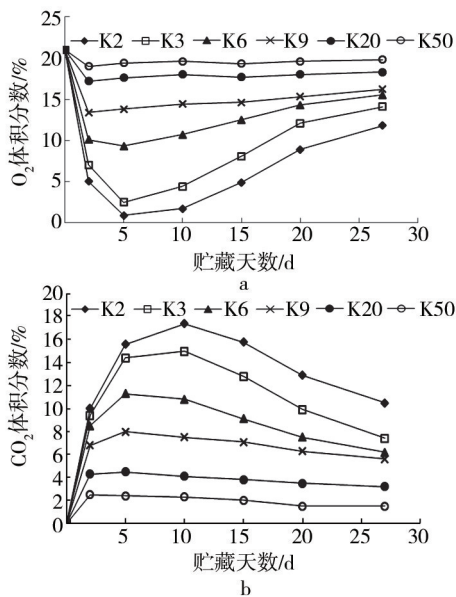


图2 不同包装内的氧气和二氧化碳体积分数
Fig.2 Contents of O₂ and CO₂ in different packaging

袋内的氧气体积分数在贮藏第5天时达到最低点,分别为0.9%和2.5%,随后氧气浓度不断升高;二氧化碳体积分数在贮藏第10天时达到最高点,分别为17.4%和15%,随后二氧化碳的浓度不断下降。随着孔数量的增加,袋内的氧气浓度依次增加,二氧化碳浓度依次降低。甜玉米在贮藏前期呼吸强度很高,后期呼吸强度下降明显,导致后期氧气浓度明显上升,二氧化碳浓度明显下降。甜玉米包装袋内这种气体浓度的大范围变化给其气调保鲜带来不利影响。

2.3 不同微孔包装对甜玉米失重率的影响

甜玉米因呼吸引起的营养消耗和蒸腾失水会导致质量损失。由图3可知,随着贮藏时间的延长,甜玉米的失重率呈上升趋势。贮藏前15 d,各处理的失重率急剧上升,贮藏后期趋于平缓,说明甜玉米贮藏前期的呼吸强度较后期高,这与袋内的气体浓度变化所反映的情况一致。随着孔数量的增加,失重率逐渐上升,这是因为袋内氧气浓度逐渐增加,呼吸强度逐渐增大,同时袋子的透湿率也逐渐增加。在贮藏27 d时,K50和K20的失重率与其他孔数的有明显差异,分别为1.48%和1.33%,其他孔数无显著差异,均在1.15%左右。

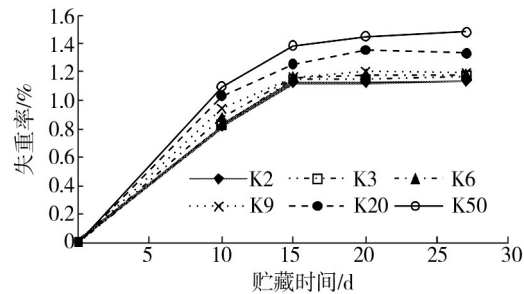


图3 不同包装内甜玉米失重率的变化
Fig.3 Weight loss rate of sweet corn in different packaging

2.4 不同微孔包装对甜玉米可溶性固形物含量的影响

不同孔数包装袋内甜玉米可溶性固形物的变化情况见图4。在整个贮藏过程中,随包装膜上孔数的增加,袋内的氧气浓度上升,二氧化碳浓度下降,营养物质消耗加剧,可溶性固形物含量呈下降趋势。15 d之前,K2包装内甜玉米的可溶性固形物略有上升,说明有非水溶性物质向可溶性物质转化,这种现象在其他文献中也有报道^[17-18]。15 d后,可溶性固形物含量下降趋势不明显,但不同包装内甜玉米的可溶性固形物含量仍有明显差异。

2.5 不同微孔包装对甜玉米Vc含量的影响

由图5可以看出,随着贮藏时间的延长,各包装内甜玉米的Vc含量均呈下降趋势,在贮藏前15 d,各包装的Vc含量下降缓慢,K2至K20的Vc含量均在83.3~85.6 mg/100 g之间,无明显差异,K50的Vc含量为75 mg/100 g,明显低于各包装。贮藏后期,各包装内甜玉米的Vc含量急剧下降,其含量随孔数的增加而逐渐下降,这说明随着氧气浓度的增加,Vc的消耗速率也随

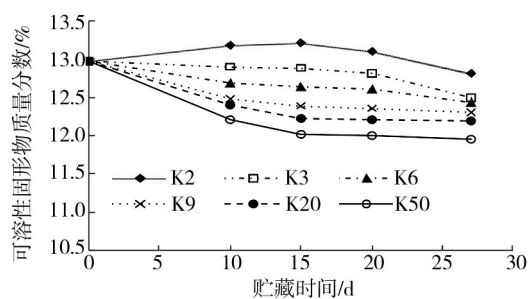


图4 不同包装内甜玉米可溶性固形物的变化

Fig.4 Changes in soluble solid content of sweet corn in different packaging

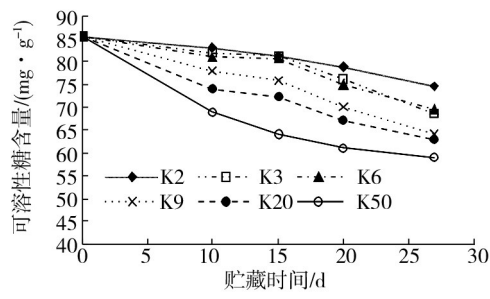


图6 不同包装内甜玉米可溶性糖含量的变化

Fig.6 Changes in soluble sugar content of sweet corn in different packaging

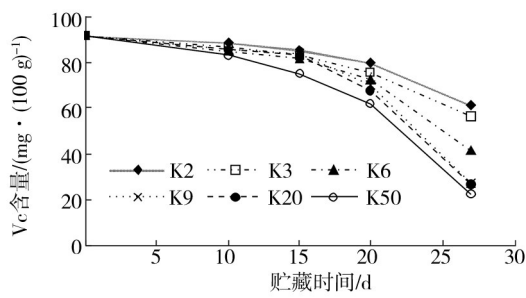


图5 不同包装内甜玉米维生素C含量的变化

Fig.5 Changes in Vc content of sweet corn in different packaging

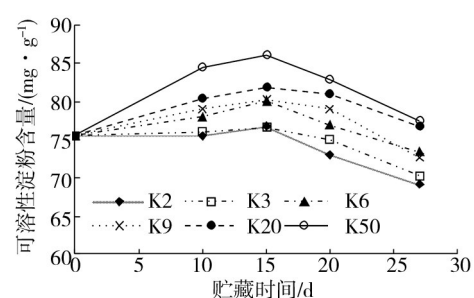


图7 不同包装内甜玉米淀粉含量的变化

Fig.7 Changes in starch content of sweet corn in different packaging

之增加。

2.6 不同微孔包装对甜玉米可溶性糖和淀粉含量的影响

由图6可知,在整个贮藏期间,可溶性糖的含量随着贮藏时间的延长呈下降趋势,说明甜玉米在贮藏过程中,可溶性糖在不断消耗。不同孔包装的甜玉米中可溶性糖含量差异较大,包装袋上的孔数目越多,袋内的氧气含量越高,可溶性糖含量越低,这与甜玉米呼吸速率越快有关。另外,不同包装的甜玉米中可溶性糖含量的差异还与可溶性糖向淀粉的转化有直接关系。甜玉米采后,其可溶性糖可以向淀粉转化,导致可溶性糖含量下降,淀粉含量上升,这种转化在多个文献中均有报道^[19-20]。文中对甜玉米中淀粉含量的测定结果也证实了这一推论。由图7可知,孔数越多的包装,甜玉米中淀粉含量越高,说明高氧含量会加剧可溶性糖向淀粉的转化。在前15 d,各包装中淀粉含量均高于初始值。对比图6—7可以看出,甜玉米中可溶性糖向淀粉的转化主要发生在前15 d,这种情况在孔数较多的包装中表现更为明显。

2.7 不同微孔包装甜玉米的乙醇含量

乙醇是果蔬采后次生代谢物质,果蔬在采后贮

藏过程中很容易积累乙醇。正常情况下,果蔬体内的乙醇含量较低,但低氧条件很容易积累大量的乙醇。甜玉米中乙醇的含量直接影响其风味。由图8可知,在整个贮藏期内,各包装的乙醇含量均呈上升趋势,随着孔数量的增加,乙醇含量逐渐降低。在贮藏前15 d, K2和K3中的乙醇含量明显高于其他包装。K6至K50包装的甜玉米乙醇含量较低,均小于0.1 mg/g。20 d后, K2和K3中的乙醇含量进一步增加, K6至K50包装的甜玉米乙醇含量也不同程度地升高。乙醇含量的快速增加会使甜玉米内产生一系列生理品质的变化。在贮藏过程中, K6至K50的乙醇含量在15 d前均较低,可以较好地保持甜玉米的风味。

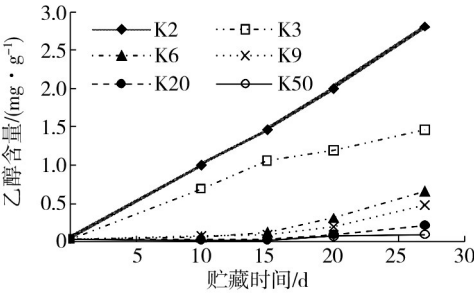


图8 不同包装内甜玉米中乙醇含量的变化

Fig.8 Changes in ethanol content of sweet corn in different packaging

2.8 不同微孔包装甜玉米的感官品质

0℃下贮藏至15 d,各包装的甜玉米均无发霉和腐烂现象发生,基本能够保持苞叶呈绿色,但孔多的包装甜玉米苞叶色泽稍浅。K2包装的甜玉米有明显异味,K3有轻微异味,K6基本无异味,这与其乙醇含量有关。随着孔数的增加,甜味逐渐变淡,口感也逐渐老化,这与可溶性糖含量降低、淀粉含量上升有关。贮藏20 d后,各包装内甜玉米苞叶颜色均变浅,孔多者苞叶显灰暗。K2异味重,K3有明显异味,K6,K9,K20内均有轻微异味。甜味和口感随孔数的增加而进一步下降,孔数越多,甜味和口感越差。

3 讨论

采用普通的保鲜膜包装不能为甜玉米提供合适的气体条件。在35 cm×55 cm的小包装条件下,透气性最高的20 μm厚PE保鲜袋内的氧气体积分数接近于0,而实际贮藏中大包装内氧气浓度会更低。甜玉米的贮藏需要进行微孔包装。

采后前15 d,甜玉米呼吸强度远高于后期。正常情况下可溶性固形物的下降、可溶性糖向淀粉的转化,以及采后失重主要发生在此阶段,Vc含量和乙醇的积累在此阶段并不明显,15 d之后Vc含量明显下降,乙醇含量逐步增加。

气调包装对甜玉米保鲜有显著效果。在0℃下采用微孔小包装,甜玉米的有效保鲜期在15 d左右。在此时间段,K2,K3虽较好地保持了甜玉米的水分含量、维生素C含量、甜度等营养指标,但其乙醇含量较高,异味严重。K6无异味,可溶性固形物、可溶性糖、Vc含量及口感均能保持较高水平,K9之后营养物质下降快,口感变差。综合考虑各项营养指标及感官品质,K6包装效果最佳。15 d之后,易出现异味,口感也变差,各种包装均不能保持其较好的品质。

由于甜玉米前期呼吸强度高,后期呼吸强度下降快,造成包装袋内氧气和二氧化碳浓度出现巨大变化,这对气调保鲜效果不利。文中选择在40 μm厚PE保鲜袋(35 cm×55 cm)上制备6个微孔(孔径为 (0.18 ± 0.005) mm)效果最佳,此包装袋内的氧气体积分数为9%~12.6%,二氧化碳体积分数为9.1%~11%。如果改变孔参数或膜厚度,使氧气含量适当下降,二氧化碳适当上升,有可能保鲜效果会更好一些。由于甜玉米本身生理特性的限制,即使采用更佳的包装参

数,也难以明显延长保鲜期。

4 结语

甜玉米贮藏前期呼吸旺盛,后期呼吸强度下降,呼吸强度的变化会引起包装袋内氧气和二氧化碳浓度的波动,这对甜玉米的自发气调保鲜效果带来不利影响。低氧或高二氧化碳有利于保持甜玉米中可溶性固形物含量、Vc含量和可溶性糖含量,但易造成乙醇的积累和异味的产生。35 cm×55 cm的小包装条件下,在40 μm厚的PE保鲜袋上制备6个直径为 (0.18 ± 0.005) mm的微孔,甜玉米的保鲜效果最佳,贮藏15 d能保持良好品质。

参考文献:

- [1] 张鹏,鲁晓翔,陈绍慧,等.国内外甜玉米保鲜技术研究进展[J].保鲜与加工,2013,13(2):61—64.
ZHANG Peng, LU Xiao-xiang, CHEN Shao-hui, et al. Research Progress of the Preservation Technology of Sweet Corn at Home and Abroad[J]. Storage and Process, 2013, 13(2):61—64.
- [2] 王清,高丽朴,郭李维,等.不同流通温度与包装方式对采后甜玉米穗品质的影响[J].保鲜与加工,2010,10(6):24—28.
WANG Qing, GAO Li-pu, GUO Li-wei, et al. Effects of Temperature and Packaging on Postharvest Storage Quality of Sweet Corn during Distribution[J]. Storage and Process, 2010, 10(6):24—28.
- [3] 刘霞,刘升,包建强,等.不同预冷方法、包装方式、规格和贮藏对甜玉米品质的影响[J].制冷学报,2011,32(5):67—70.
LIU Xia, LIU Sheng, BAO Jian-qiang, et al. Effect of Different Precooling, Packagings, Specifications and Storage on Quality of Sweet Corn[J]. Journal of Refrigeration, 2011, 32(5):67—70.
- [4] 蓝新伟,江素琼.鲜食期甜玉米采后营养成分风味和呼吸强度的变化[J].中国蔬菜,1993(1):13—16.
LAN Xin-wei, JIANG Su-qiong. Change of Nutrient Component and Respiration of Sweet Corn after Harvest[J]. China Vegetables, 1993(1):13—16.
- [5] 王玉兰,乔春贵,包和平,等.速冻保鲜处理对甜玉米营养品质特性的影响[J].吉林农业大学学报,1994,16(4):117—120.
WANG Yu-lan, QIAO Chun-gui, BAO He-ping, et al. Effects of Quick Freezed Fresh Keeping Treatment on Nutritional

(下转第64页)

- Ontology-Based Knowledge Presentation and Reasoning in Civil Aviation Emergency Decision[J]. Computer Engineering & Science, 2011, 33(4): 129—133.
- [13] 屈志毅, 张菲菲, 李一伟, 等. 基于本体的强对流天气查询系统[J]. 计算机工程, 2008, 34(18): 283—285.
- QU Zhi-yi, ZHANG Fei-fei, LI Yi-wei, et al. Weather Query System of Strong Convection Based on Ontology[J]. Computer Engineering, 2008, 34(18): 283—285.
- [14] 温立, 周书民, 王延章. 基于辅助决策的应急事件本体模型研究[J]. 情报杂志, 2010, 29(2): 131—134.
- WEN Li, ZHOU Shu-ming, WANG Yan-zhang. The Ontology Model of Emergency Event Based on Decision Support[J]. Journal of Intelligence, 2010, 29(2): 131—134.
- [15] 翟丹妮, 黄卫东. 基于语义网的应急案例知识表示研究[J]. 情报杂志, 2011, 30(8): 120—123.
- ZHAI Dan-ni, HUANG Wei-dong. Research on Knowledge Representation for Emergency Cases Based on Semantic Web [J]. Journal of Intelligence, 2011, 30(8): 120—123.
-
- (上接第 35 页)
- Quality Performances of Sweet Corn[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1994, 16(4): 117—120.
- [6] SALTVEIT M E. A Summary of Requirements and Recommendations for Controlled and Modified Atmosphere Storage of Harvested Vegetables[C]// Proceedings of 5th International CA Research Conference on Pullman, 1989: 78—86.
- [7] GAMAL S R. A Atmosphere Modification to Control Quality Deterioration During Storage of Fresh Sweetcorn Cobs and Fresh-cut Kernels[D]. Florida: University of Florida, 2004.
- [8] GAMAL S R, JEFFREY K B. Sweetcorn Tolerance to Reduced O₂ with or without Elevated CO₂ and Effects of Controlled Atmosphere Storage on Quality[J]. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 2003, 116: 390—393.
- [9] SILVA F M, CHAU K V, REECHT J K, et al. Tubes for Modified Atmosphere Packaging of Fresh Fruits and Vegetables: Effective Permeability Measurement[J]. Applied Engineering in Agriculture, 1999, 15(4): 313—318.
- [10] 李家政. 果蔬自发气调包装原理与应用[J]. 包装工程, 2011, 32(15): 33—38.
- LI Jia-zheng. Principle and Application of Modified Atmosphere Packaging (MAP) for Fruit and Vegetable[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(15): 33—38.
- [11] SANZ C, PEREZ A G, OLIAS R, et al. Quality of Strawberries Packed with Perforated Polypropylene[J]. Journal of Food Science, 1999, 64(4): 748—752.
- [12] LEE D S, KANG J S, RENAULT P. Dynamics of Internal Atmosphere and Humidity in Perforated Packages of Peeled Garlic Cloves[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2000, 35: 455—464.
- [13] TIM N A L. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Quality of Honeye and Korona Strawberries[J]. Food Science, 2008, 107: 1053—1063.
- [14] 李方, 卢立新. 果蔬微孔膜气调包装模型与试验验证[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 375—379.
- LI Fang, LU Li-xin. Theoretical Model and Experimental Validation for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables with Micro Perforated Film[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(4): 375—379.
- [15] 李晓旭, 李家政. 优化蒽酮比色法测定甜玉米中可溶性糖的含量[J]. 保鲜与加工, 2013, 13(4): 24—27.
- LI Xiao-xu, LI Jia-zheng. Determination of the Content of Soluble Sugar in Sweet Corn with Optimized Anthrone Colorimetry[J]. Storage and Process, 2013, 13(4): 24—27.
- [16] 纪淑娟, 尹竞男, 李家政, 等. 静态顶空气相色谱法测定蜜柚中乙醇和乙醛含量[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(4): 17—20.
- JI Shu-juan, YIN Jing-nan, LI Jia-zheng. Determination of Alcohol and Acetaldehyde in Pomelo by Static Head-space Gas Chromatography[J]. Storage and Process, 2010, 10(4): 17—20.
- [17] 张桂霞, 王英超, 石璐. 草莓果实成熟过程中 VC 和可溶性固形物含量的变化[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(12): 6995—6996.
- ZHANG Gui-xia, WANG Ying-chao, SHI Lu. Research on Changes of Vc Content and Soluble Solid Concentration Content during Strawberry Fruit Ripening[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2011, 39(12): 6995—6996.
- [18] 李家政, 毕大鹏. 不同保鲜膜包装对蜜柚冷藏效果和货架品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(s1): 315—319.
- LI Jia-zheng, BI Da-peng. Influence of Film Packaging on the Storage and Shelf-life Quality of Pumelo Fruit[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(s1): 315—319.
- [19] 王春辉, 王清章, 严守雷, 等. 气调对甜玉米贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(4): 2305—2307.
- WANG Chun-hui, WANG Qing-zhang, YAN Shou-lei, et al. Effect of Modified Atmosphere on Quality of Sweet Corn during Storage[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2011, 39(4): 2305—2307.
- [20] 龚魁杰, 朱立贵, 陈利容, 等. 鲜食糯玉米采后糖代谢变化[J]. 中国农学通报, 2010, 26(16): 72—75.
- GONG Kui-jie, ZHU Li-gui, CHEN Li-rong, et al. Changes of Carbohydrate Metabolism of Postharvest Fresh Waxy Corn [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(16): 72—75.