

四种保鲜膜对生菜贮藏品质的影响

李 静¹, 饶桂维^{2*}

¹浙江树人学院生物与环境工程学院, 浙江 杭州

²浙江树人学院交叉科学研究院, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年3月30日; 录用日期: 2022年5月18日; 发布日期: 2022年5月26日

摘 要

研究聚乙烯(PE)、聚乳酸(PLA)、聚氯乙烯(PVC)、偏氯乙烯-氯乙烯共聚物(VDC/VC)四种材质的保鲜膜对采后生菜常温贮藏期间品质的影响。以无膜包装作为对照, 通过定期测量不同保鲜处理下的生菜失重率、可溶性固形物含量、维生素C含量、叶绿素a含量、叶绿素b含量和总叶绿素含量的变化趋势对比出不同保鲜膜对生菜贮藏品质的影响。实验发现VDC/VC材质的保鲜膜能更有效地抑制采后生菜的水分流失及变质腐烂速度, 该处理下的生菜在d 6时的感官评分为7分, 失重率为2.47%, 均优于无膜对照组; PVC及VDC/VC材质保鲜膜能更有效地维持采后生菜叶绿素的含量变化, 在第6 d时, PVC处理下的生菜叶绿素a、b及总叶绿素含量分别为0.045 mg/g、0.016 mg/g、0.061 mg/g均高于其余4种不同保鲜处理下的生菜叶绿素含量; PLA材质的保鲜膜能更好地将VC含量保持在较高水平, 其中在6 d时, 该处理下的生菜VC含量有2.80 mg/g均大于其余3组不同包装材料的实验组; PLA保鲜膜能更有效地稳定生菜可溶性固形物含量的变化, 在第4~6 d时, PLA包装组变化幅度均为0.5%小于其余实验组。结果表明有保鲜膜包装比无保鲜膜包装更能延长采后生菜的货架期及商品价值。

关键词

生菜, 品质, 保鲜膜, 失重率, 可溶性固形物, 维生素C, 叶绿素

Effects of Four Preservative Film Packaging on Storage Quality of Postharvest Lettuce

Jing Li¹, Guiwei Rao^{2*}

¹School of Biotechnology and Environmental Engineering, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

²Interdisciplinary Research Academy, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

Received: Mar. 30th, 2022; accepted: May 18th, 2022; published: May 26th, 2022

*通讯作者。

Abstract

The effects of polyethylene (PE), polylactic acid (PLA), polyvinyl chloride (PVC) and vinylidene chloride-vinyl/chloride copolymer (VDC/VC) on the quality of postharvest lettuce during room temperature storage were studied. With no-film packaging as the control, the effects of different preservative films on the storage quality of lettuce were compared by periodically measuring the variation trends of weight loss rate, soluble solid content, vitamin C content, chlorophyll a content, chlorophyll b content and total chlorophyll content of lettuce under different preservation treatments. It was found that the VDC/VC fresh-keeping film could more effectively inhibit the water loss and decay rate of postharvest lettuce. The sensory score of lettuce under this treatment at d 6 was 7 points, and the weight loss rate was 2.47 %, which were better than those of the control group without film. PVC and VDC/VC fresh-keeping films could more effectively maintain the changes in chlorophyll content of postharvest lettuce. On the sixth day, the chlorophyll a, b and total chlorophyll contents of lettuce treated with PVC were 0.045 mg/g, 0.016 mg/g and 0.061 mg/g, respectively, which were higher than those of lettuce treated with four different fresh-keeping treatments. The fresh-keeping film made of PLA could better maintain the VC content at a high level, and at d 6, the VC content of lettuce under this treatment was 2.80 mg/g, which was higher than that of the three groups of different packaging materials. PLA fresh-keeping film could more effectively stabilize the change of soluble solid content in lettuce. On the 4th-6th days, the change range of PLA packaging group was 0.5% less than that of the experimental group. The results showed that the shelf life and commodity value of postharvest lettuce with preservative film packaging were longer than those without preservative film packaging.

Keywords

Lettuce, Quality, Preservative Film, Weight Loss Rate, Soluble Solid Content, Vitamin C, Chlorophyll

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生菜(lettuce)为菊科莴苣属具有叶片大、水分高、组织脆嫩的特点,其内部一些活性物质如酶和甲状腺活动激素等有利于刺激消化,增进食欲和降低胆固醇,此外,其内部的莴苣素、原儿茶酸、甘露醇等活性物质有利于促进血液循环,缓解神经衰弱同时也是抗癌的良药[1]。由于其口感质脆多汁、成本低,生菜不仅限于是日常餐桌上的家常小菜,其更多出现在类似于韩式烤肉店、海底捞火锅店、肯德基和健身餐等餐饮行业中,此外,据北京市农业局信息中心发布的信息所知,2014年生菜的消费高达17,200万千克,其每年所需的种植面积多达4402万平方米。由此可知生菜广受人们的欢迎,并且在餐饮市场中有较大的占比,但是生菜叶片大、水分高的特点也带来了易腐烂变质、货架期短、不易贮藏的问题,最终不仅会导致大量生菜的浪费还意味着种植所花费的土地、水、人力等资源的浪费[2]和温室气体排放量的上升[3]。为了缓解食物浪费,普通百姓能做的就是做好食物的贮藏保鲜工作,但是有很多人并不了解保鲜膜性能从而盲目挑选保鲜材料,因此会出现滥用保鲜膜的现象,并不是所有保鲜材料在使用后都能被大自然较好地分解,因此,滥用保鲜膜不仅会带来不佳的保鲜效果还会给环境带来不小的分解负担。

果蔬的保鲜技术总体上可以分为低温冷藏法、化学气调法、辐射保鲜法和气调保鲜法等[4],其中气调保鲜为最常见的保鲜方法,日常生活中的保鲜膜就属于气调保鲜中的被动气调保鲜法。常见的保鲜膜

有 PVC、PE、PVDC [4] [5] [6] [7] 和 PLA [8] [9] 等, 保鲜膜作为一种简单实用的保鲜方法广泛应用于樱桃、冬枣、生菜、嫩鲜蒜等果蔬的贮藏保鲜研究中。郝义等人[10]研究发现不同处理下的 PE 膜包装可以有效地减少甜樱桃果实的营养流失, 并且 PE 薄膜包装配合保鲜剂一起使用时保鲜效果会更好。此外, 有研究[11]发现 0.03 mm 的 PVC 膜能更好地保持嫩鲜蒜的完整紧凑, 并且在控制嫩鲜蒜呼吸作用和减少其还原糖、总糖、VC 和硬度等方面有显著的效果。罗毅诚等人[12]发现在生菜的贮藏保鲜中 PLA 比 PE 有更高的透湿透氧效果及良好的呼吸作用控制效果。可能受实验对象不同或者生产源不同等因素的影响, 保鲜膜之间并没有非常固定的性能强弱排序规律, 在姚军[13]和郝梅梅[14]的实验中, PVC 和 PE 的表现效果并不一致。此外, VDC/VC [15]作为一种结晶度和熔融度比 PVDC (Polyvinylidene chloride)更低, 性能不比 PVDC 差的材料在我国保鲜应用研究领域中出现较少, 因此, 仍需进行更多的试验获取更多的实验参数为保鲜技术的研究提供理论基础。

生菜水分多其内部的代谢活动旺盛, 因此在保鲜效果的测试中能更好地表现出不同保鲜膜的处理效果。本试验分别使用 PE、PLA、PVC 和 VDC/VC 四种保鲜膜对采后生菜进行密封包装, 以无膜包装的生菜作为对照, 通过对比(20~21)°C 条件下不同保鲜处理下的生菜根叶黄化褐变程度、失重率、可溶性固形物含量、维生素 C 含量、叶绿素 a、b 和总叶绿素含量, 研究不同保鲜膜包装对生菜贮藏品质的影响, 以期为人们挑选最佳保鲜膜提供参考以及为日后的保鲜研究提供理论基础。

2. 实验部分

2.1. 材料与仪器

新鲜散叶生菜购于本地农贸市场; 抗坏血酸购于广东省化学试剂工程技术研究开发中心; 丙酮、无水乙醇购于杭州青辰化学试剂厂; 水为超纯水; PE 保鲜膜购于江苏南通汇统塑胶机械有限公司; PLA 保鲜膜购于安徽聚美生物科技有限公司; PVC 保鲜膜购于嘉善魏塘街道工业园区; VDC/VC 聚合物材质的保鲜膜购于日本国东京都千代田区。

PE 膜: O₂ 透过率 15,344% ± 20% [cm³/(m²·24 h·atm)], CO₂ 透过率: 88,000% ± 20% [cm³/(m²·24 h·atm)], 透湿率: 63% ± 20% [g/(m²·24 h)]; 偏氯乙烯 - 氯乙烯共聚物(VDC/VC)膜: O₂ 透过率 60 [cm³/(m²·24 h·atm)], CO₂ 透过率 310 [cm³/(m²·24 h·atm)], 透湿量: 12 [g/(m²·24 h)]。

PLA 膜: O₂ 透过率 50,000 [cm³/(m²·24 h·0.1 MPA)], 透湿率: 1000 [g/(m²·24 h)]; PVC O₂ 透过率 17,235 [cm³/(m²·24 h·atm)], CO₂ 透过率: 82,420 [cm³/(m²·24 h·atm)], 透湿量 26.7 [g/(m²·24 h)]。

PL4001-L/01 电子天平、ME204E 电子天平, 梅特勒 - 托利多仪器(上海)有限公司; WAY-2S 折光仪, 上海精科、L6S 紫外分光光度计, 上海精科。

2.2. 实验步骤

2.2.1. 原料预处理

选取 20 颗菜叶脆嫩、无明显黄化褐变、品质优良的生菜, 从外到内筛选剔除受损菜叶, 并使 20 颗生菜均保持在 60 g~100 g。处理好的 20 颗生菜平均分成 4 份每份含有 5 颗生菜, 将每份中的 5 颗生菜分别用 PE、PLA、PVC、VDC/VC 四种材质保鲜膜和无膜 5 种不同方式进行包装处理, 并将处理好的生菜放置于(20~21)°C 条件下, 于贮藏第 0 d, 2 d, 4 d, 6 d 进行试验。样液制备: 将选取的生菜进行去除根部、清洗晾干菜叶、菜叶剪碎处理, 剪碎的菜叶需预留 5 g 左右并置于冷冻条件下储藏, 待后期用于 VC 含量测定, 剩余碎菜叶和蒸馏水 1:1 到入榨汁机进行 4 min 的榨汁处理, 最后用 4~5 层纱布将浆液进行过滤取得样液。

2.2.2. 感官评定

参照普红梅等人[16]的感官评定标准制定了如下表 1。以 5 颗生菜为一组, 由在读食品质量与安全专业大三学生 5 人进行评估。

Table 1. Sensory evaluation of lettuce after picking

表 1. 采后生菜感官评定

9 分	7 分	5 分	3 分	1 分
颜色鲜艳, 清脆多汁, 有清香, 无褐色斑点	颜色较鲜艳, 有清香, 质地略微软塌, 无褐色斑点	颜色黯淡, 略微褐变, 有异味	褐变严重, 叶片萎蔫, 有异味	严重腐烂, 有异味

2.2.3. 失重率计算

失重率(%) = $\frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100$ (式中 m_0 为生菜初始质量(g); m_1 为测量时的质量(g))。

2.2.4. 叶绿素含量的测定

参考中华人民共和国农业部发布的标准[17], 准确称取 0.5 g 样液于三角瓶中, 分别加入 5 mL 的丙酮和 5 mL 的无水乙醇, 三角瓶用封口膜密封, 并于室温下暗置提取 5 h, 提取反应完后进行过滤。以 1:1 (V: V) 的无水乙醇、丙酮混合液作为空白液, 分别在 645 nm 和 663 nm 处测定滤液的吸光度, 并设 2 次重复。最后将吸光度值分别代入(1)、(2)、(3)式中进行叶绿素 a、b 和总叶绿素含量的转换计算。

$$C_1 = (12.72 \times A_1 - 2.59 \times A_2) \times v \div (1000 \times m) \quad (1)$$

C_1 ——叶绿素 a 含量, 单位为毫克每克(mg/g)

A_1 ——试液在 663 nm 处的吸光度值

A_2 ——试液在 645 nm 处的吸光度值

v ——试液体积, 单位为毫升(mL)

m ——试样质量, 单位为克(g)

$$C_2 = (22.88 \times A_2 - 4.67 \times A_1) \times v \div (1000 \times m) \quad (2)$$

C_2 ——叶绿素 b 含量, 单位为毫克每克(mg/g)

$$C_3 = (8.05 \times A_1 + 20.29 \times A_2) \times v \div (1000 \times m) \quad (3)$$

C_3 ——总叶绿素含量, 单位为毫克每克(mg/g)

2.2.5. 可溶性固形物含量的测定

参考中华人民共和国农业部发布的标准[18], 通过使用折射仪测定待测样液的折射率。用滴定管吸取少量样液后, 均匀分散地滴 1~2 滴在折射仪的棱镜表面上, 读取折射仪上的数据, 并设 2 次重复, 最后结合(a)式进行含量的转换计算。

$$X = C \times \frac{m_0 + m_1}{m_0} \quad (a)$$

X ——样品可溶性固形物含量, 单位为百分数(%)

C ——样液可溶性固形物含量, 单位为百分数(%)

m_0 ——试样质量, 单位为克(g)

m_1 ——试样中加入蒸馏水的质量, 单位为克(g)

2.2.6. VC 标准曲线的绘制

参考高海荣等[19]的方法, 配制出 1.00 mg/mL 的 VC 标准溶液, 并在 265 nm 的波长条件下测量其稀释至 0.00、4.00、8.00、12.00、16.00、20.00 $\mu\text{g/mL}$ 时的吸光度, 以蒸馏水作为参比、VC 标准样品浓度为横坐标、吸光度值为纵坐标绘制标准曲线。最终得到 VC 浓度 C 和吸光度值 A 的标准曲线线性回归方程为 $A = 0.2121 \times C - 0.1812$, $R^2 = 0.9948$ 。

2.2.7. 生菜样液的提取及 VC 含量测定

准确称 2.0 g 左右的碎菜叶, 置于研钵中加入少量蒸馏水磨成匀浆, 转移至 100 mL 容量瓶中定容、摇匀, 过滤得到提取液。精确移取 2 mL 上述提取液转移至 10 mL 容量瓶, 用蒸馏水定容即得待测液。在以蒸馏水作参比的情况下, 于 265 nm 处测定待测液的吸光度, 最后将吸光度值带入标准曲线进行换算。

2.2.8. 数据处理

利用 Word 绘制三线表、采用 Origin 2019 进行绘图, 所有试验均重复三次, 取平均值。

3. 结果与分析

3.1. 不同包装处理对采后生菜品质变化的影响

生菜商业价值评估的第一步就是通过色觉、味觉、触觉观察其色泽、口感等外观品质。由表 2 可知, 在第 2~6 d 期间无膜包装的空白组的感官评分均低于有保鲜膜包装的实验组, 在此期间 4 种保鲜膜的感官评分无较明显的变化。在第 4~6 d 期间, VDC/VC 和 PE 包装组依旧保持较高的感官评分, PVC 和 PLA 包装组评分有所下降。在第 6 d 时可以观察到 VDC/VC 包装组的评分最高其次是 PE 包装组。因此有膜包装比无膜包装更能延长生菜的货架期, 在有膜包装组中 VDC/VC 包装组的评分最高, 其次是 PE 包装组。

Table 2. Sensory evaluation of lettuce after picking
表 2. 采后生菜感官评定

处理	贮藏天数(d)			
	0 d	2 d	4 d	6 d
空白	9	5	5	4
VDC/VC	9	9	8	7
PVC	9	8	6	5
PE	9	8	8	6
PLA	9	8	6	5

3.2. 不同包装处理对采后生菜失重率的影响

由于蒸腾作用, 生菜在贮藏期间会逐渐流失水分造成重量减轻。如图 1, 在(20~21) $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下无膜包装组和有膜包装组失重率均呈上升趋势, 其中无膜组失重率的变化差异最大。在第 2~6 d 期间, PLA 的失重率均大于其余 3 组有膜包装组, 失重率由 1.01% 上升到 9.99%, 波动起伏较大, 在第 0~4 d 期间, PE 包装组和 VDC/VC 包装组的失重率变化几乎相同均保持在 1% 左右; 在第 4~6 d 期间, PE 包装组的失重率有略微的向上波动, PVC 和 VDC/VC 包装组在此期间的变化幅度分别为 0.15%、0.69%, 变化幅度较平稳。因此, 有膜包装比无膜包装能更有效地减少水分流失, 有膜包装组中, VDC/VC 的失重率 < PE 失重率 < PVC 失重率 < PLA 失重率。

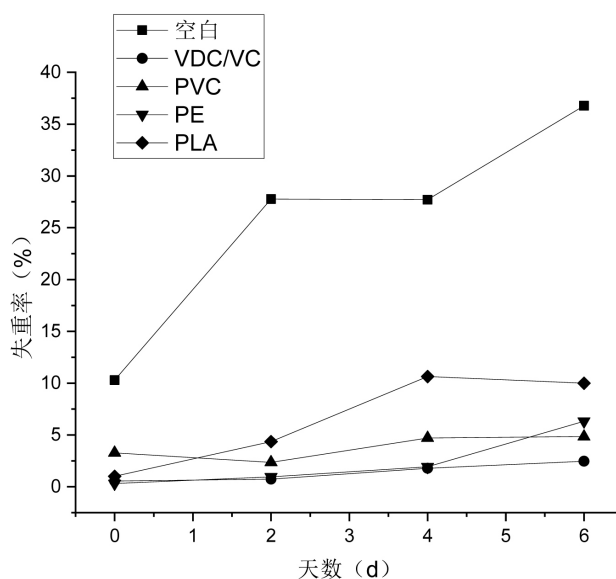


Figure 1. Changes in weight-loss rate of lettuce with different treatments after harvest
图 1. 采后不同处理下生菜失重率变化

3.3. 不同包装处理对采后生菜叶绿素含量变化的影响

随着贮藏天数的增加, 采后生菜叶绿素含量逐渐降低。由图 2 可知, 5 组不同处理下的生菜叶绿素含量均呈波动式下降, 与无膜对照组相比, 4 种不同的有膜包装均能将生菜叶绿素含量维持在较高水平。在 4 种有膜实验组中, PVC 包装下测定的叶绿素 a 含量变化幅度最大, PE 包装下测定的叶绿素 b 含量变化起伏最大, 在第 2~4 d 时, PVC 包装下测定的叶绿素 a 含量由 0.065 mg/g 降到 0.0091 mg/g, PE 包装下测定的叶绿素 b 含量由 0.045 mg/g 下降至 0.027 mg/g; 在第 2~4 d 时, VDC/VC 处理下的叶绿素含量变化则一直保持较稳定状态, 在此期间 VDC/VC 处理下测定的叶绿素 a、b 含量变化幅度分别为 0.0047、0.014 mg/g。虽然 PVC 的变化幅度较大, 但是在第 2 d 和 6 d 时 PVC 处理下的叶绿素 a、b 含量均高于其余 4 组, 综上所述, PVC 和 VDC/VC 包装组可以将叶绿素 a、b 含量维持在较高水平。

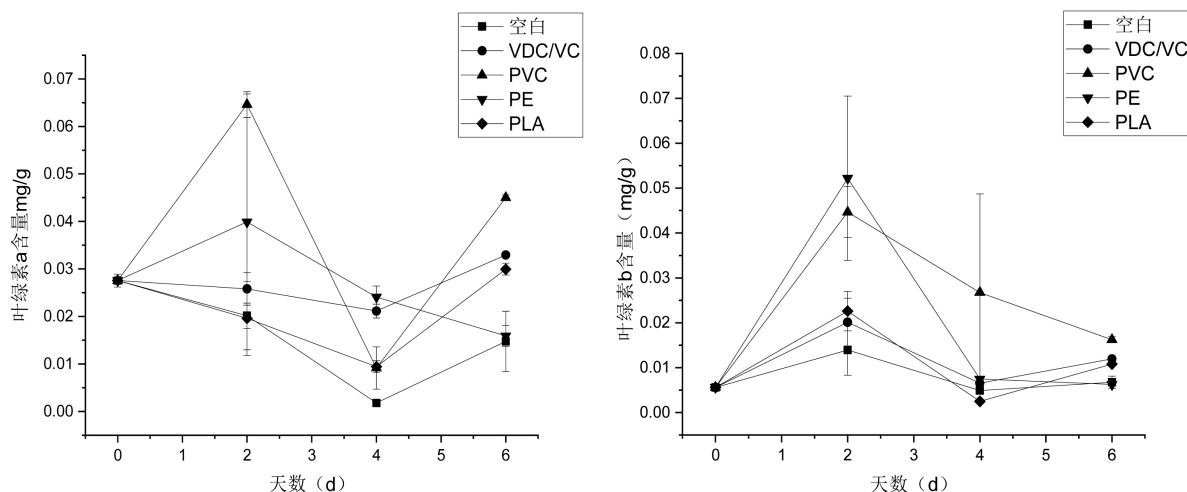


Figure 2. Changes in chlorophyll a and b contents of lettuce with different treatments after harvest
图 2. 采后不同处理下生菜叶绿素 a、b 含量的变化

总叶绿素与叶绿素 a 和叶绿素 b 有关, 由图 3 可知, 4 种保鲜处理下测得的总叶绿素含量高于对照组生菜。在(20~21)℃贮藏条件下第 2~6 d 时, PVC 包装下测定的总叶绿素含量及其变化幅度均显著大于其余 3 中包装下的总叶绿素含量, 其中在第 2~4 d 时, PVC 处理测定下的总叶绿素含量由 0.11 mg/g 降至 0.036 mg/g 变化幅度为 0.073 mg/g; VDC/VC 包装下的叶绿素含量变化幅度则一直处于较稳定的状态, 在第 2~4 d 和第 4~6 d 时该处理下的总叶绿素含量变化幅度分别为 0.018 mg/g 和 0.017 mg/g 总体变化幅度小于其余 4 组。PE 保鲜膜能将总叶绿素含量稳定维持 4 天左右, 而在第 4~6 d 时, PE 保鲜处理下测得的总叶绿素含量由 0.032 mg/g 降至 0.022 mg/g, 有略微下降。总体分析可知, PVC 实验组能将叶绿素含量维持在较高水平, 其次是 VDC/VC 实验组; VDC/VC 实验组能维持叶绿素含量在贮藏期稳定变化, 其次是 PLA 包装方式。

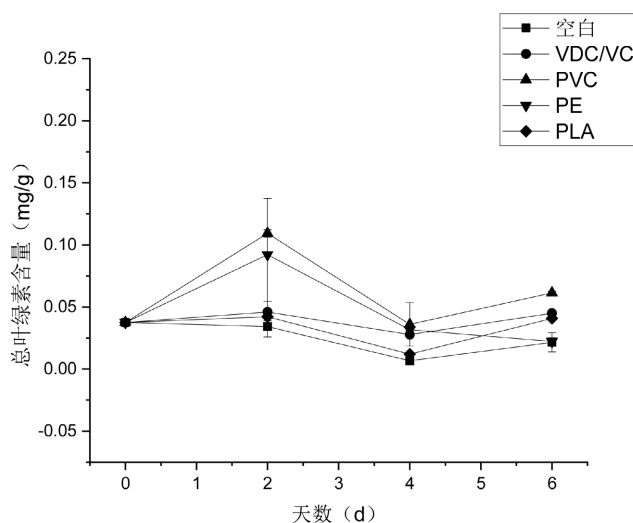


Figure 3. Changes in the total chlorophyll contents of lettuce with different treatments after harvest
图 3. 采后不同处理下生菜总叶绿素含量的变化

3.4. 不同包装处理对采后生菜 VC 含量的影响

3.4.1. 标准曲线

在 265 nm 波长下测定不同浓度的 VC 标准样品的吸光度值, 并绘制出如图 4 的标准曲线。线性回归方程为 $A = 0.2121C - 0.1812$, $R^2 = 0.9948$, 并且表示 VC 标样浓度在 0~20.00 $\mu\text{g/mL}$ 范围内呈良好的线性关系。

3.4.2. 样液中 VC 含量的测定

VC 在辅助人体内胶原蛋白合成等生理活动中起着重要作用。由图 5 观察出, 5 组不同处理下的生菜 VC 含量呈逐渐上升趋势。在第 0~2 d 时, PLA 包装组的生菜 VC 含量上升幅度较大, 并且在 2 d 时达到最高值 2.85 mg/g, 在此期间, PE 包装组下的生菜 VC 含量也呈缓慢上升趋势, VDC/VC 和 PVC 包装组的 VC 含量则呈明显下降趋势, 其中 PVC 包装组的 VC 含量下降幅度最大由 2.33 mg/g 下降至 1.65 mg/g 其次是 VDC/VC 实验组。在第 2~4 d 时, 空白组和 PVC 实验组下的 VC 含量呈明显上升趋势, 此期间 PVC 处理下测定的 VC 含量变化幅度较大由 1.65 mg/g 上升至 2.57 mg/g。在第 4~6 d 时, 空白组、PLA 和 VDC/VC 实验组呈明显上升趋势, 在 6 d 时 PLA 实验组和空白组的 VC 含量几乎相同, 此时 PLA 实验组的 VC 含量值为 2.80 mg/g。总体分析可知, 4 种保鲜膜均可以保持生菜 VC 含量, 但除了 PLA、PVC 实验组外, 其余有膜实验组均无法比较好的持续保持生菜 VC 含量。

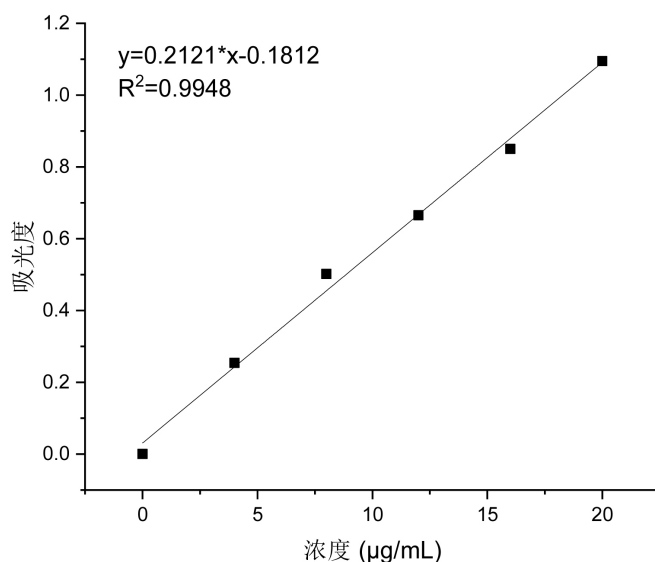


Figure 4. VC standard curve

图 4. VC 的标准曲线

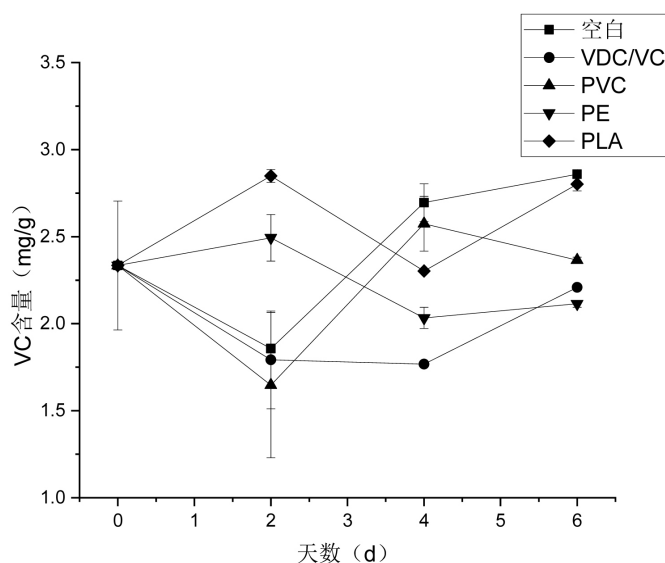


Figure 5. The change of VC content in the sample solution

图 5. 样液中 VC 含量的变化

3.5. 不同包装方式对采后生菜可溶性固形物(TSS)含量的影响

由图 6 可以看出, 4 组不同包装的实验组呈现先缓慢上升后缓慢下降趋势, 这是因为酶将采后生菜中的淀粉等多糖分解成小分子物质[20], 导致 TSS 含量在第 0~2 d 时呈上升趋势。在第 2 d 时, PE 包装下的 TSS 含量达到最大值为 17.5%。在第 4 d 时, PVC 包装下的 TSS 含量达到最大值为 13%, 但是在第 4~6 d 时, PVC 包装下的 TSS 含量由 13% 下降至 2.5% 下降幅度较大, 并在 d 6 时达到最低值。在第 4~6 d 时, PE 和 PLA 包装组的 TSS 含量均保持稳定状态, 此期间 PE 和 PLA 包装组变化幅度均为 0.5%, 在 6 d 时, 无膜处理组的 TSS 含量高达 32%, 说明经过六天的贮藏, 该组生菜成熟度跃升。总体分析发现, PLA 包装组的 TSS 含量变化幅度最小最稳定。

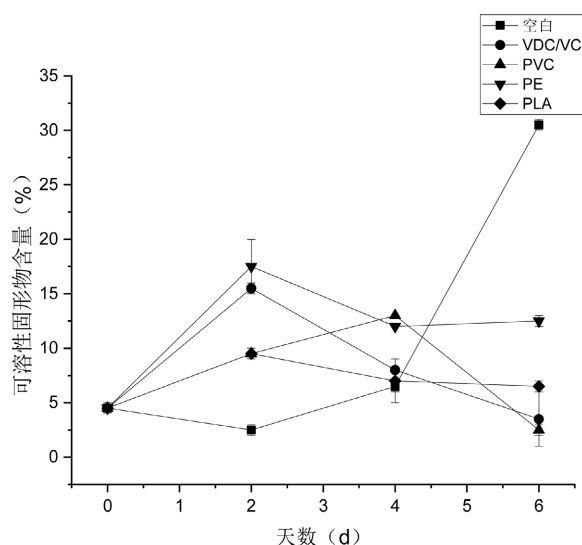


Figure 6. Changes in the soluble solid content of lettuce with different treatments after harvest
图 6. 采后不同处理下生菜的可溶性固形物含量的变化

4. 结论与讨论

本文研究了 5 种不同包装处理对采后生菜各项品质的影响, 相比于无膜包装, PVC、PE、PLA、VDC/VC 4 种材质的保鲜膜可以更有效地维持采后生菜的新鲜度及商品价值。在(20~21)°C 贮藏条件下, 不同处理的包装方式对采后生菜品质变化及失重率的影响结果基本一致, VDC/VC 在抑制采后生菜水分流失和褐变腐烂速度的效果最好, 在 6 d 时该处理下测定的感官评分为 7 分, 失重率为 2.47%, 生菜的质感色泽及损耗率均小于其余 4 组, 其次是 PE 实验组。由于 PLA 的透湿率较大, PLA 包装处理下的生菜失重率较大, 感官评分较低, 在 0~6 d 期间 PLA 包装处理下的生菜流失了 9.99% 的重量, 远大于其余三组实验组, 并且在 6 d 时, 该处理下的生菜感官评分为 5 分, 仅次于无膜对照组。此外, 与无膜对照组相比, 4 种不同的包装方式在一定程度上能维持生菜的叶绿素、可溶性固形物及 VC 含量, 但有些保鲜膜不能稳定持续。在采后生菜叶绿素 a、b 及总叶绿素的测定中, 相比于 PE 及 PVC 包装组, VDC/VC 实验组能更好地维持叶绿素含量稳定变化, 5 组不同处理下的生菜叶绿素含量变化幅度在 2 d~4 d 时有明显的差距, 此期间, VDC/VC 处理下的生菜叶绿素 a、b 及总叶绿素含量变化幅度为 0.0047 mg/g、0.014 mg/g、0.018 mg/g 远小于 PVC 及 PE 实验组的变化幅度。在采后生菜 VC 含量的测定中, 相比于其余 4 组包装方式, PLA 包装方式下的 VC 含量能较稳定上升, 其中在 6 d 时, 该处理下的生菜 VC 含量有 2.80 mg/g 大于其余 3 组不同包装处理的实验组; 在采后生菜 TSS 含量的测定中, PE 和 PLA 包装方式下的 TSS 含量变化能保持稳定状态, 在第 4~6 d 时, PE 和 PLA 包装组变化幅度均为 0.5% 小于其余实验组, 并且在 2 d 时, PE 包装下的 TSS 含量达到最大值为 17.5%, 在 6 d 时, PE 实验组测定的 TSS 含量为 12.5% 大于其余 3 组有膜实验组。

适宜的保鲜膜不仅可以延长生菜等果蔬的货架期, 提高其商品价值, 还可以节约食物、土地、水以及人力资源, 此外, 滥用保鲜膜的现象也会相对减少, 带给生态环境的分解压力也会减小。综上所述, 探索适宜的保鲜处理方式以延长采后生菜的货架期对生菜的贮藏保鲜研究、生菜的生产实践 and 环境保护具有重要意义。

本试验旨在通过设备简单、成本低、操作快捷的试验为人们挑选最佳保鲜膜提供参考以及为日后的保鲜研究提供理论基础, 但是如何将此方法应用于餐饮市场, 延长生菜商业价值是下一步的研究方向。

参考文献

- [1] 孟祥慧, 马鑫敏, 谷恒梅, 等. 超声-次氯酸钠-植酸联合处理提高鲜切生菜的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2021, 42(19): 336-341.
- [2] 高利伟, 成升魁, 曹晓昌, 等. 食物损失和浪费研究综述及展望[J]. 自然资源学报, 2015, 30(3): 523-536.
- [3] Muneeb, Y., Masui, T. and Fukushima, T. (2015) The Effects of Reducing Food Losses and Food Waste on Global Food Insecurity, Natural Resources, and Greenhouse Gas Emissions. *Environmental Economics & Policy Studies*, 17, 43-77. <https://doi.org/10.1007/s10018-014-0083-0>
- [4] 夏春丽, 高丽朴, 王清, 等. 蔬菜保鲜膜的应用研究进展[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(5): 166-173.
- [5] 李莉, 刘超超, 李蕾, 等. 我国水果包装现状及问题启示[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(2): 105-107.
- [6] 戴晋, 张运栋, 秦素研. 果蔬保鲜膜应用及前景[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(3): 89-91.
- [7] 贾旭, 彭新品, 王冰, 等. 塑料食品包装对环境的影响及对策探讨[J]. 中国环境管理, 2006(2): 35-37.
- [8] Avinc, O. and Khoddami, A. (2010) Overview of Poly(Lactic Acid) (PLA) Fiber: Part II: Wet Processing; Pretreatment, Dyeing, Clearing, Finishing, and Washing Properties of Poly(Lactic Acid) Fibres. *Fibre Chemistry*, 42, 68-78. <https://doi.org/10.1007/s10692-010-9226-7>
- [9] 侯哲. 聚乳酸可降解塑料食品包装研究进展及其设计应用[J]. 塑料科技, 2018, 46(6): 131-134.
- [10] 郝义, 纪淑娟, 韩英群, 等. 不同 PE 保鲜膜对甜樱桃果实贮藏性的影响[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(9): 141-144.
- [11] 赵春燕, 王淑琴, 刘诗阳, 等. 不同保鲜膜对嫩鲜蒜保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(4): 318-321+359.
- [12] 罗毅诚, 李亚娜, 罗瑞芬. PLA 和 PE 包装袋对西兰花贮藏品质的影响[J]. 包装工程, 2018, 39(3): 12-15.
- [13] 姚军, 耿新丽, 再吐娜·买买提, 等. 不同保鲜膜、保鲜剂处理对甜瓜贮藏品质的影响[J]. 中国农学通报, 2019, 35(19): 58-63.
- [14] 郝梅梅, 陈兰, 刘海娇. 不同保鲜膜包装对低温储藏铁皮石斛的保鲜效果影响[J]. 中国果菜, 2014, 34(2): 22-24.
- [15] 吕群. 偏氯乙烯共聚树脂的制备与应用进展[J]. 化工进展, 1999, 18(4): 38-40.
- [16] 普红梅, 杨芳, 张绍智, 等. 不同保鲜袋对意大利生菜的保鲜效果[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(12): 3880-3886.
- [17] 闫震, 聂继云, 程杨, 等. 水果、蔬菜及其制品中叶绿素含量的测定[J]. 中国果树, 2018(2): 59-62+72.
- [18] 聂继云, 李静, 徐国锋, 等. 水果可溶性固形物含量测定适宜取汁方法的筛选[J]. 保鲜与加工, 2014, 14(5): 62-64.
- [19] 高海荣, 赵爱娟, 王睿颖, 等. 紫外法快速测定中原地区 12 种蔬菜 VC 含量[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(6): 1131-1133+1136.
- [20] Zhan, L.J., Hu, J.Q., Ai, Z.L., et al. (2013) Light Exposure during Storage Preserving Soluble Sugar and L-Ascorbic Acid Content of Minimally Processed Romaine Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*). *Food Chemistry*, 136, 273-278. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.123>