

模拟运输条件下保鲜模式对菜心品质的影响

Effects of the fresh-keeping modes on quality of flowering

Chinese cabbage under simulated transportation

杨松夏¹ 吕恩利² 朱立学¹ 赵俊宏²

YANG Song-xia¹ LU En-li² ZHU Li-xue¹ ZHAO Jun-hong²

(1. 仲恺农业工程学院机电工程学院, 广东 广州 510225; 2. 华南农业大学工程学院, 广东 广州 510642)

(1. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 2. South China Agricultural University, College of Engineering, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

摘要:为掌握运输中气调保鲜、冷藏加湿保鲜和冷藏保鲜3种保鲜模式对菜心品质的影响,以多保鲜模式果蔬运输箱为试验平台进行菜心保鲜运输试验。结果表明,对于2 d以内的运输,3种保鲜模式菜心品质整体无显著性差异($P > 0.05$),均可以维持菜心较好的品质;对于2 d以上的运输,气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式可以显著地($P < 0.05$)抑制菜心失水和茎切口腐烂,而对于抑制TSS、 V_C 等营养物质分解的作用不明显;4 d以上的运输,气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式菜心品质差别不大且明显优于冷藏保鲜模式。整体而言,对于4 d以内的菜心运输可以选择气调保鲜、冷藏加湿保鲜和冷藏保鲜3种保鲜模式中的一种,而对于4 d以上的菜心运输选择气调或冷藏加湿保鲜为宜。

关键词:菜心;运输;保鲜;品质

Abstract: In order to obtain the effects of three fresh-keeping modes including the atmosphere controlling fresh-keeping mode, refrigerated-humidified fresh-keeping mode and refrigerated fresh-keeping mode on the quality of flowering Chinese cabbage in transportation, the fresh-keeping transportation experiments for flowering Chinese cabbage were carried out applied transportation compartment of multi fresh-keeping modes as experiment platform. The results indicated that, for the transportation within 2 days, the quality of 3 kinds of fresh-keeping modes had no significant difference ($P > 0.05$), and they could maintain flowering Chinese cabbage better

quality. For the transportation more than 2 days, controlled atmosphere fresh-keeping mode and refrigerated-humidified fresh-keeping mode could significantly ($P < 0.05$) inhibited water loss and decay, but the inhibition of TSS and Vitamin C decomposition was not obvious. For the transportation more than 4 days, the quality of controlled atmosphere fresh-keeping mode and refrigerated-humidified fresh-keeping mode had little difference, and they were better than the quality of refrigerated fresh-keeping mode obviously, in conclusion, any kind of three fresh-keeping modes was appropriate for the transportation within 4 days. However, both of controlled atmosphere refrigerated-humidified fresh-keeping modes was appropriate for the transportation more than 4 days.

Keywords: flowering Chinese cabbage; transportation; fresh-keeping; quality

菜心是华南地区周年种植供应的特色蔬菜之一,因其质嫩可口,深受消费者青睐。然而,因其采后流通过程中易发生失水萎蔫和衰老腐烂,导致采后的损失率高达20%~40%^[1]。为此,中国学者对采后保鲜进行了大量研究,但主要集中在贮藏环节贮藏温度^[2-3]、调节气体浓度^[4-5]、保鲜剂保鲜^[6-7]等方式对菜心保鲜品质的影响及保鲜参数优化方面,而对菜心运输中的保鲜研究较少。在运输环节,菜心运输中的保鲜模式主要为泡沫箱加冰保鲜和冷藏保鲜2种,其中泡沫箱加冰保鲜是普遍采用的保鲜模式,但长时间运输保鲜效果较差。此外,果蔬运输保鲜效果较好的冷藏加湿保鲜模式和气调保鲜模式也已经在果蔬运输中得到了应用,其中,可以调节保鲜环境温度、相对湿度以及气体成分的气调保鲜技术日益成熟^[8-9]。然而,目前暂未发现菜心运输中气调保鲜和冷藏加湿保鲜方面的研究和应用。

本研究拟运用具有制冷、加湿和调节 O_2 体积分数功能的3台保鲜运输试验平台,对同一批次新鲜菜心进行气调保

基金项目:国家科技支撑计划项目课题(编号:2015BAD18B0301);现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-33-13);广东省科技厅协同创新与平台环境建设专项(编号:2015A040404047)

作者简介:杨松夏,男,仲恺农业工程学院讲师,博士。

通信作者:吕恩利(1979—),男,华南农业大学教授,博导,博士。

E-mail: enlilv@scau.edu.cn

收稿日期:2017-12-09

鲜、冷藏加湿保鲜和冷藏保鲜试验,对比研究菜心在3种运输保鲜模式下保鲜品质的变化规律和保鲜效果,以期为菜心的保鲜运输提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 试验材料

供试菜心发育期为60 d左右,清晨采自广州市白云区菜园,菜心平均株高21.6 cm,平均直径1.0 cm。采购后立即运回实验室进行冷库预冷,菜心预冷至平均温度为6℃后从冷库中取出置于实验室内(实验室环境温度23~25℃),去除有伤病、折损的菜心后备用。

1.1.2 主要仪器

电子秤:BSA8201-CW型,精度0.1 g,量程8 200 g,北京赛多利斯科学仪器有限公司;

叶绿素仪:SPAD-502型,柯尼卡美能达公司;

数字折射计:PR-32α型,量程0%~32%,精度0.1%,ATAGO(爱拓)中国分公司;

具有制冷、加湿和调节O₂体积分数功能的多保鲜模式试验平台(见图1):本课题组自主研发。厢体尺寸(长×宽×高)为1 600 mm×1 100 mm×1 500 mm,厢体壁板为100 mm厚度的聚氨酯泡沫板。试验平台工作原理:控制器根据采集到的厢体内温度、相对湿度和O₂体积分数信息,控制执行机构(制冷机组、液氮罐、循环风机、超声波雾化振子和换气阀)工作,调节厢体内保鲜环境的温度、相对湿度和O₂体积分数参数值处于最佳的保鲜范围内^[10-11];振动系统通过厢体外控制电箱调节厢体内振动机工作台的振动加速度,模拟运输过程的振动情况。试验平台主要参数性能见表1。

1.2 试验处理方法

试验设3组处理,分别为气调保鲜模式、冷藏加湿保鲜模式、冷藏保鲜模式,具体处理如下。

菜心冷库预冷后立即用聚乙烯袋(长×宽:230 mm×160 mm,膜厚度0.05 mm,开孔率5%)包装,每袋菜心250 g

左右。菜心完成包装后放置于塑料筐(长×宽×高为450 mm×350 mm×150 mm)内,每筐8袋。每组处理设3次重复,共9个塑料筐。将塑料筐放置于振动机工作平台上并压紧固定。关闭试验平台厢门,运行控制系统,设定试验参数并开始试验。试验参数设定:气调保鲜模式温度3~5℃,相对湿度90%~95%,O₂体积分数3%~5%;冷藏加湿保鲜模式温度3~5℃,相对湿度90%~95%;冷藏保鲜模式温度3~5℃(相对湿度不进行控制,冷藏环境的相对湿度为45%~55%)^[12-13]。研究^[14-15]显示,运输中车厢的振动对蔬菜的保鲜品质也产生较大影响,为模拟路面运输中车厢的振动,选取车速为70~80 km/h条件下的振动水平作为振动输入,将振动机的加速度均方根值设定为0.25 g。试验共进行8 d,指标检测周期为2 d。

1.3 检测项目与方法

1.3.1 质量损失率 采用称量法^[16],按式(1)计算质量损失率。

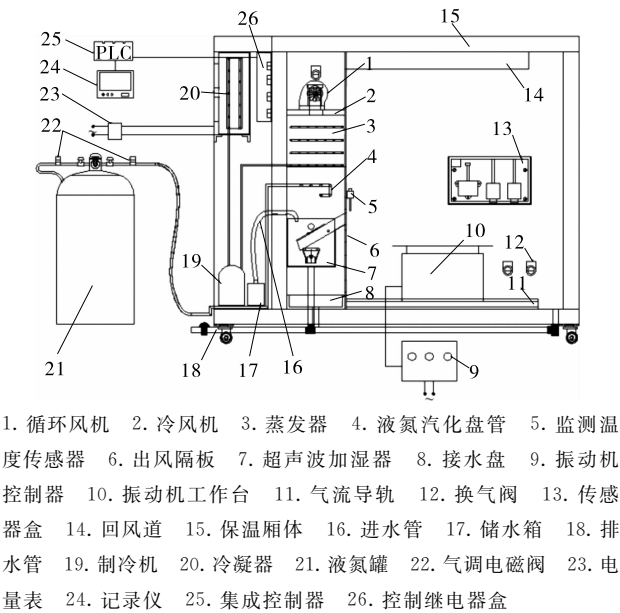


图1 试验平台结构示意图

Figure 1 Schematic diagram of experimental platform

表1 试验平台主要性能参数表

Table 1 Main performance parameters of experimental platform

设备名称	型号/性能参数	生产厂家
可编程控制器	SIMENS S7-300 型	西门子中国有限公司
温度传感器	量程-20~80℃,精度±0.3℃	广州市西博臣科技有限公司
相对湿度传感器	量程0%~100%,精度±3%	广州市西博臣科技有限公司
氧气体积分数传感器	量程0%~30%体积分数,精度±3%	深圳旺晟达科技有限公司
制冷机	制冷量4 650 W	广州绰盈制冷设备有限公司
循环风机	KINGBO ZNF295-G 24V 型	广州精博制冷设备有限公司
超声波加湿器	JAS-20-B 型	中山市红星电子厂
液氮罐	YDZ-175 型	北京市君方科仪科技发展有限公司
换气阀	jl-15 DN32CR03 型	天津君灵电子有限公司
振动机	ZY-4013 型	广州震宇试验设备有限公司

$$c = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%, \tag{1}$$

式中:

c ——质量损失率, %;

m_1 ——菜心运输前质量, g;

m_2 ——菜心运输后质量, g。

1.3.2 茎切口腐烂指数 菜心茎切口处较易发生失水和微生物感染,茎切口腐烂指茎切口处失水凹陷、颜色变深,严重的稍有腐烂。随机选取 20 株进行茎切口腐烂指数评定,茎切口腐烂指数评定标准:1 级, <5%;2 级, 5%~10%;3 级, 10%~15%;4 级, 15%以上^[17]。茎切口腐烂指数按式(2)计算:

$$SDI = \frac{\sum (N \times J)}{4 \times \sum N} \times 100, \tag{2}$$

式中:

SDI ——茎切口腐烂指数;

N ——相应腐烂级数对应菜心株数;

J ——腐烂级数, 为 1~4。

1.3.3 叶绿素 SPAD 值 叶绿素仪测出的 SPAD 值可以间接反映作物叶片中叶绿素的含量^[18-19]。随机选取 4 株菜心,每株菜心选 3 个叶片进行 SPAD 值测量,每个叶片测量 2 次,取平均值。

1.3.4 可溶性固形物(TSS)含量 随机选取 8 株菜心,剪碎后放入榨汁机榨取菜汁,将菜汁用纱布过滤取汁并搅拌均匀。采用数字折射计测定菜心的 TSS 含量。每次测量重复 3 次,取平均值。

1.3.5 V_C 含量 采用 2,6-二氯酚法^[20]。随机选取 100 g 菜心放入捣碎机,加入 100 mL 2%的草酸溶液捣碎,迅速捣成匀浆,称取 10 g 浆状样品移入 100 mL 容量瓶并稀释至刻度,摇匀后过滤,吸取 10 mL 放入锥形瓶,用 2,6-二氯酚溶液进行滴定。

1.3.6 感官评定 主要对菜心的色泽、形态和气味 3 项指标进行评分,每项指标 0~4 分,0 分为最差,4 分为最好,3 项指标总分作为感官评定值,具体的感官评定评分标准见表 2^[21-22]。

表 2 菜心感官评定标准
Table 2 Sensory evaluation principle of vegetables

分值	菜心色泽	菜心形态	菜心气味
4	鲜绿,色泽正常	叶边平整,无萎蔫	清香,固有气味,无异味
3	较绿,色泽较好,无黄化	叶边较平整,极少萎蔫	固有气味,无异味
2	黄化率<10%,色泽较差	叶边很少卷曲,较少萎蔫	固有气味,略有腐败气味
1	10%≤黄化率<30%,色泽很差	叶边卷曲,较多萎蔫	无固有气味,腐败气味
0	黄化率≥30%,无光泽	叶片明显卷曲,多萎蔫	腐败变质等异味

1.4 数据统计分析方法

试验数据采用 SPSS 21.0 软件进行统计分析,利用 Duncan 法进行多组样本之间的差异显著性分析, $P<0.05$ 表示差异显著。

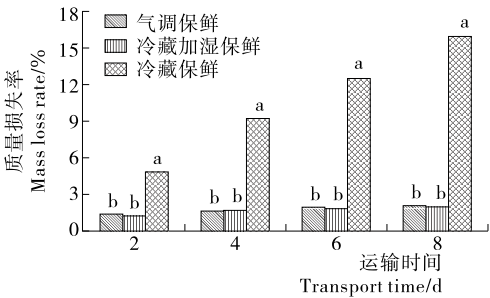
2 结果与讨论

2.1 质量损失率

蔬菜中含有大量的水分,蔬菜在贮藏期间的质量损失主要是由失水引起的,如果质量损失达到 5%,则其新鲜程度就会明显下降^[23]。运输条件下 3 种保鲜模式菜心的质量损失率变化见图 2。在运输过程中,3 种保鲜模式菜心的质量损失率逐渐上升,其他冷藏保鲜菜心的质量损失率显著($P<0.05$)高于其他 2 种保鲜模式,而气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式菜心的质量损失率较低,且两者之间并没有显著($P>0.05$)差异。由此可见,运输过程中增加运输环境的相对湿度可以显著抑制菜心的水分散失,而在 8 d 时间的运输中,降低 O_2 体积分数并没有起到明显抑制菜心水分散失的作用。

2.2 茎切口腐烂指数

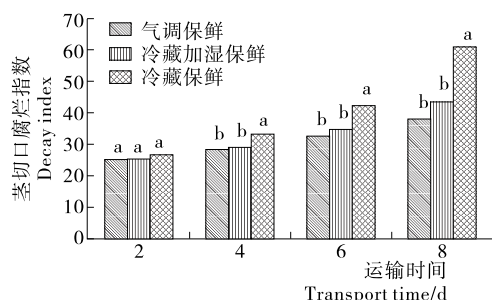
运输条件下 3 种保鲜模式菜心的茎切口腐烂指数变化见图 3。在运输过程中,3 种保鲜模式菜心的茎切口腐烂指数逐渐上升,前 4 d 菜心的腐烂指数上升较慢,4 d 后腐烂指数上升较快,且冷藏保鲜菜心的茎切口腐烂指数上升速度高



同一运输时间不同保鲜模式柱形图顶部的不同字母代表 3 种保鲜模式菜心质量损失率在 $P<0.05$ 水平上差异显著

图 2 菜心质量损失率随运输时间的变化
Figure 2 Changes of mass loss rate along with transport time

于其他 2 组。在运输期前 2 d,3 种保鲜模式菜心的茎切口腐烂指数无显著($P>0.05$)差异,4 d 后冷藏保鲜菜心的茎切口腐烂指数显著($P<0.05$)高于其他 2 种保鲜模式,可能由于失水过多破坏了菜心的代谢过程,导致抵抗病菌侵袭的能力下降;在运输的 8 d 中,气调保鲜和冷藏加湿保鲜菜心的茎切口腐烂指数无显著($P>0.05$)差异。由此可见,在运输前期,3 种保鲜模式对抑制菜心茎切口腐烂的作用无显著差异,在 4 d 以上的运输中,降低保鲜温度的同时增加运输环境的相对湿度可以显著抑制茎切口腐烂,而降低运输环境的 O_2 体积分数并未显著地抑制茎切口的腐烂。有关相对湿度



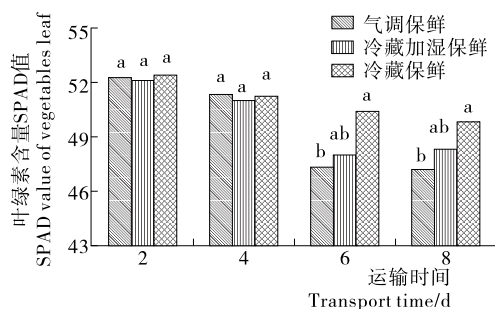
同一运输时间不同保鲜模式柱形图顶部的字母代表3种保鲜模式菜心腐烂指数在 $P<0.05$ 水平上差异显著

图3 菜心腐烂指数随运输时间的变化

Figure 3 Changes of decay index along with transport time and O_2 volume fraction for decay index of vegetable leaves still need further research.

2.3 叶绿素 SPAD 值

运输条件下3种保鲜模式菜心的叶绿素 SPAD 值变化见图4。在运输过程中,3种保鲜模式菜心的叶绿素 SPAD 值整体呈下降趋势,前4 d 3种保鲜模式菜心的叶绿素 SPAD 值下降速度均较慢;运输4 d后下降速度有所加快,气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式菜心的叶绿素 SPAD 值下降速度较快,且两者差异不显著($P>0.05$)。运输期前4 d,3种保鲜模式菜心的叶绿素 SPAD 值无显著($P>0.05$)差异;运输4 d后,冷藏保鲜模式菜心的叶绿素 SPAD 值显著($P<0.05$)高于气调保鲜模式。由此可见,3种保鲜模式叶绿素 SPAD 值的差异主要体现在运输4 d后,冷藏保鲜菜心的叶绿素 SPAD 值要高于其他2种保鲜模式,可能是4 d后冷藏保鲜菜心的失水较多导致菜心的叶绿素相对含量高于其他2种保鲜模式;对比气调和冷藏加湿2种保鲜模式发现,在8 d的运输时间内降低 O_2 体积分数并未有显著抑制叶绿体的分解。



同一运输时间不同保鲜模式柱形图顶部的字母代表3种保鲜模式菜心叶片叶绿素 SPAD 值在 $P<0.05$ 水平上差异显著

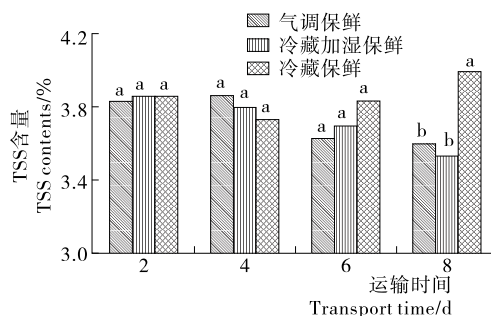
图4 菜心叶片叶绿素 SPAD 值随运输时间的变化

Figure 4 Changes of SPAD value of vegetables leaf along with transport time

2.4 TSS 含量

运输条件下3种保鲜模式菜心的 TSS 含量变化见图5。在运输过程中,气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式菜心的 TSS 相对含量呈下降趋势,而冷藏保鲜在运输4 d后 TSS 含量逐渐上升。运输期前6 d,3种保鲜模式 TSS 含量无显著($P>0.05$)差异,而运输至第8天时,冷藏保鲜菜心的 TSS 含量显

著($P<0.05$)高于其他2种保鲜模式。由此可见,在6 d的运输中,降低运输保鲜环境的 O_2 体积分数和增加运输环境的相对湿度没有起到延缓 TSS 分解的作用,而在运输后期,反而由于失水过多引起了冷藏保鲜模式菜心的 TSS 含量相对升高。



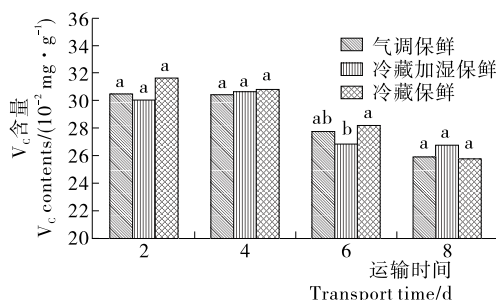
同一运输时间不同保鲜模式柱形图顶部的字母代表3种保鲜模式菜心 TSS 含量在 $P<0.05$ 水平上差异显著

图5 菜心 TSS 含量随运输时间的变化

Figure 5 Changes of TSS content of vegetables leaf along with transport time

2.5 V_c 含量

运输条件下3种保鲜模式菜心的 V_c 含量变化见图6。在运输过程中,3种保鲜模式菜心的 V_c 含量均逐渐下降,在运输4 d后下降速度有所增加。在运输过程中,3种保鲜模式菜心的 V_c 含量整体上无显著差异($P>0.05$),然而冷藏保鲜菜心的 V_c 含量略高于其他2种保鲜模式。由此可以看出,3种保鲜模式对抑制菜心 V_c 含量分解的作用无显著差异,增加运输保鲜环境的相对湿度和降低运输环境的 O_2 体积分数没有起到延缓 V_c 分解的作用。



同一运输时间不同保鲜模式柱形图顶部的字母代表3种保鲜模式菜心 V_c 含量在 $P<0.05$ 水平上差异显著

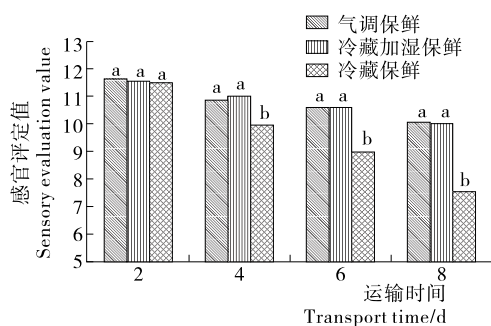
图6 菜心 V_c 含量随运输时间的变化

Figure 6 Changes of V_c contents of vegetables along with transport time

2.6 感官评定

运输条件下3种保鲜模式菜心的感官评定值变化见图7。3种保鲜模式菜心的感官品质逐渐下降,气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式菜心的感官品质下降较慢,而冷藏保鲜菜心的感官品质下降较快。运输期前2 d,3种保鲜模式菜心的感官品质无显著($P<0.05$)差异;运输2 d以后,气调保鲜和冷藏加湿保鲜模式菜心的感官品质显著($P>0.05$)好于冷藏

保鲜模式,而气调保鲜和冷藏加湿保鲜菜心的感官品质无显著差异($P>0.05$)。由此可见,在运输前期,3种保鲜模式对抑制菜心感官品质下降的作用无显著差异,运输4 d以后,增加运输环境的相对湿度可以显著地抑制茎切口的腐烂,而降低运输环境的 O_2 体积分数并没有起到显著抑制菜心感官品质下降的作用。



同一运输时间不同保鲜模式柱形图顶部的字母代表3种保鲜模式菜心感官评定值在 $P<0.05$ 水平上差异显著

图7 菜心感官评定值随运输时间的变化

Figure 7 Changes of sensory evaluation value of vegetables along with transport time

3 结论

(1) 随着运输时间的延长,气调保鲜模式下的菜心品质整体优于冷藏加湿保鲜模式和冷藏保鲜模式,说明在保证低温保鲜环境的同时,增加保鲜环境的相对湿度和降低 O_2 体积分数可以更好地维持菜心品质,延长菜心贮运输时间。

(2) 菜心不同的运输时间应选择不同的保鲜模式。就运输过程中菜心的品质而言,2 d以内的运输,冷藏保鲜、冷藏加湿保鲜和气调保鲜模式菜心的品质整体无显著性差异($P>0.05$),3种保鲜模式均能维持菜心较好的品质;2 d以上的运输,冷藏加湿保鲜和气调保鲜模式可以显著($P<0.05$)抑制菜心失水和茎切口腐烂,而对于抑制TSS含量、 V_c 含量等营养成分的作用不明显;4 d以上的运输,冷藏加湿保鲜和气调保鲜模式菜心保鲜品质差别不大,且明显优于冷藏运输。整体而言,4 d以内的菜心运输可以选择冷藏保鲜、冷藏加湿保鲜和气调保鲜3种保鲜模式中的一种,而4 d以上的运输则选择冷藏加湿保鲜或气调保鲜为宜。

本研究探索了不同保鲜模式下菜心的品质变化规律,明确了不同运输时间应选择的最优保鲜模式,为合理选择菜心运输保鲜模式和减少菜心运输腐烂损耗提供参考。然而,本研究中的保鲜参数均选择了最优的保鲜温度、相对湿度和 O_2 体积分数参数,研究结论对菜心保鲜运输的指导具有一定的局限性。因此,后续还需对低温、高湿、低氧协同保鲜条件下单一因素参数变化对菜心保鲜运输中的品质影响展开研究,以完善菜心保鲜模式与保鲜运输时间之间的影响关系,提高研究结论的适用性。

参考文献

[1] 姜晓阳,张昭其,杨暹,等.菜心采后生理及贮运保鲜技术研究

进展[J].保鲜与加工,2011,11(1):47-50.

[2] 李露露.不同贮藏温度和包装袋对菜心货架期品质的影响[D].广州:华南农业大学,2016:11-18.

[3] 黄曲英,苏蔚,刘少群,等.低温、包装和茉莉酸甲酯处理对菜心贮藏及品质的影响[J].广东农业科学,2009,36(12):126-138.

[4] 王惠惠,陈于陇,徐玉娟,等.高氧气调包装对鲜切菜心品质的影响[J].中国食品学报,2014,14(2):161-170.

[5] 张鲁斌,朱世江,王光.1-MCP对贮藏期间菜心衰老进程的影响[J].广东农业科学,2010,37(11):179-181.

[6] 张法梅,刘少群,苏蔚,等.茉莉酸甲酯处理对菜心耐贮性的影响[J].农业工程学报,2009,25(S1):87-91.

[7] 刘顺枝,孙茹,江月玲,等.壳聚糖涂膜对延缓菜心采后衰老效果的研究[J].食品科技,2012,37(10):43-47.

[8] SINGH A K, GOSWAMIT K. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables: A review[J]. Journal of Food Science and Technology, 2006, 43(1): 1-7.

[9] 吕恩利,陆华忠,杨洲,等.果蔬气调保鲜运输技术发展研究[J].农机化研究,2010,32(6):225-228.

[10] 韩谱,吕恩利,陆华忠,等.液氮充注气调保鲜运输厢内环境因素间耦合关系[J].农业工程学报,2012,28(17):275-280.

[11] 吕恩利,杨洲,陆华忠,等.保鲜运输用液氮充注气调的温度调节性能优化[J].农业工程学报,2012,28(13):237-243.

[12] 曾志雄,吕恩利,郭嘉明,等.叶菜保鲜环境参数的研究现状与分析[J].广东农业科学,2012,39(3):75-77.

[13] 关文强,陶晓彦,张娜,等.高湿度冰箱对青菜和西芹的保鲜效果[J].农业工程学报,2009,25(4):265-269.

[14] 董雪临,张超,马越,等.运输振动对鲜切生菜品质的影响[J].食品科学,2016,37(8):255-259.

[15] GARCIA-ROMEUE-MARTINEZ M A, SINGH S P, CLO-QUELL-BALLESTER V A. Measurement and analysis of vibration levels for truck transport in Spain as a function of payload, suspension and speed[J]. Packaging Technology and Science, 2008, 21(8): 439-451.

[16] 雷昊,谢晶,乔永祥,等.臭氧水清洗结合气调包装对鲜切杭白菜保鲜效果的研究[J].食品与机械,2017,33(6):110-113.

[17] 张丽红,司力珊.不同预冷、包装对出口菜心保鲜效果的影响[J].蔬菜,2004(12):30-32.

[18] 陈丽娜,吕顺,庄华才,等.华南特色大棚对夏季菜心栽培的影响[J].热带作物学报,2014,35(5):842-846.

[19] 宋廷军,何自涵,程艳,等.菜心叶片SPAD值与叶绿素含量的相关性分析[J].东北农业科学,2017,42(1):34-37.

[20] 李伟,张一珠,付正义,等.聚乳酸薄膜对西兰花的保鲜效果分析[J].食品科学,2016,37(14):270-273.

[21] 余江涛,谢晶.臭氧水处理结合气调包装对鲜切生菜保鲜效果的影响[J].食品与机械,2015,31(1):111-115.

[22] 孙树杰,韩晓洁,李文香,等.甘草、高良姜及其复合提取液对菠菜保鲜效果的研究[J].食品与生物技术学报,2012,31(5):537-541.

[23] 王安妮,史磊,孙莉,等.低温下相对湿度对菠菜与生菜保鲜效果的影响[J].食品科技,2013,38(7):38-42.