

不同成熟度对散叶生菜采后生理品质的影响

石蕊¹, 陈湘宁^{1,2*}, 许丽¹, 常希光³, 黄健³, 郭松岩³ (1. 北京农学院食品科学与工程学院, 北京 102206; 2. 农产品有害微生物及农残检测与控制北京市重点实验室, 北京 102206; 3. 北京优质农产品产销服务站, 北京 100101)

摘要 [目的] 研究不同的采收成熟度对散叶生菜采后生理品质的影响。[方法] 通过对生菜采后贮藏期间的失重率、含水量、呼吸强度、 V_c 、叶绿素等理化指标和感官指标的测定, 以及对散叶生菜不同成熟度指标的规定, 研究未成熟、成熟和过熟 3 种不同成熟度对生菜采后生理品质的影响。[结果] 试验表明, 成熟和过熟的生菜衰减值率低于未成熟的生菜, 成熟和未成熟生菜的褐变及腐烂程度低于过熟生菜。未成熟生菜易失水失重, 贮存至第 9 天时, 失重率较过熟生菜高 11.69%, 失水率高于过熟生菜 7.11%。过熟生菜易脱水, 贮存至第 9 天时, 叶绿素下降率高于未成熟生菜 17% 左右。过熟生菜容易受到机械损伤, 出现黄褐色斑点、褐变、腐烂和其他生理疾病, 且具有强烈的苦味和韧性, 严重影响产品品质; 成熟生菜相对未成熟生菜不易损伤且叶片呼吸速率相对较低, 低于未成熟生菜约 26 mg/(kg·h); 成熟生菜相对过熟生菜贮藏期可延长 3 d, 相对未成熟生菜贮藏期可延长 2 d, 产量高, 各质量指标最为理想。[结论] 试验建议根据成熟度标准考虑适时采收, 选择优质的成熟生菜以保证最大经济效益以及最优的生菜质量。

关键词 生菜; 散叶; 成熟度; 标准; 采后生理

中图分类号 S371 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)12-03700-04

Effects of Maturity on Postharvest Physiology and Quality of Leaf Lettuce

SHI Rui, CHEN Xiang-ning et al (Department of Food Science and Engineering, Beijing Agricultural College, Beijing 102206; Beijing Key Laboratory of Harmful Microorganisms and Pesticide Residues Detection and Control on Agricultural Product, Beijing 102206)

Abstract [Objective] To study effects of different harvesting maturity degree on lettuce postharvest physiological quality. [Method] This paper studied the effects of immature, mature, overmature, 3 different maturity on lettuce postharvest physiological quality by deal with the determination of lettuce weight loss rate, water content, respiratory intensity, V_c , chlorophyll and other physicochemical index and sensory indexes during postharvest storage, and the provisions of leaf lettuce different maturity index. [Result] The results showed that: the mature and overmature lettuce decay rate is lower than the immature lettuce. Mature and immature lettuce browning and decay degree is lower than overmature lettuce. Immature lettuce is easy to lose water and weight, the weight loss rate is 11.69% higher than the overmature lettuce and water loss rate is 7.11% higher than the overmature lettuce after stored for 9 days. Overmature lettuce is easy to decolour, chlorophyll decreased rate is about 17% higher than that of immature lettuce after stored for 9 days. Overmature lettuce susceptible to mechanical injury, appear brown spots, browning, decay and other physiological disease, and have a strong bitter taste and toughness, seriously affect the product quality. The mature lettuce is not easy to damage relatively than immature lettuce and leaf respiration rate is about 26 mg/(kg·h) lower than immature lettuce. The storage period of mature lettuce may be extended for 3 days than overmature lettuce, and may be extended for 2 days than immature lettuce, it has a high yield and each quality index is the most ideal. [Conclusion] Harvesting at proper time according to maturity degree and selecting high quality maturity lettuce was suggested, so as to guarantee the maximum economic benefit and the optimal quality of lettuce.

Key words Lettuce; Leaf; Maturity; Standard; Postharvest physiology

生菜富含多种营养物质, 与其他叶类蔬菜相比, 含水量较高, 口感清脆、爽口, 深受人们喜爱。生菜中营养物质种类丰富, 是 V_c 、 V_E 等多种维生素和钙、磷、钾等多种矿物质的重要来源, 还含有琥珀酸、苹果酸等丰富的有机酸^[1-3]。此外, 生菜富含可消除脂肪、具有减肥功效的膳食纤维。生菜茎叶中的莴苣素具有镇痛催眠、降低胆固醇、辅助治疗神经衰弱的作用, 甘露醇等有效成分具有利尿及促进血液循环的作用^[4-6]。生菜还有清肝利胆、养胃的功效, 适宜胃病、维生素缺乏、体型肥胖、高胆固醇、神经衰弱、肝胆病患者等人群食用^[7]。不论结球或散叶生菜, 其茎叶在老化前都可随时采摘供食用, 但不同成熟度采摘的生菜在贮藏期间表现出不同的贮藏性。许多农户多以销售及运送货物时间的方便等为依据, 而忽略生菜采收的最佳时期, 常常在不恰当的时候进行采摘, 导致采后损耗较大^[8]。适时采收对生菜的生产销售至关重要。适当的采收成熟度不仅可提高生菜产量, 还是影响叶类蔬菜采后生理品质变化及货架期的主要决定因素之

一^[9-10]。为探寻采收成熟度对叶类蔬菜采后生理品质的影响, 笔者通过调研及试验确定了散叶生菜的采收成熟度标准, 并以北京种植、销售量最大的美国大速生为例, 依据成熟度标准选取未成熟(生长期为 30 d)、成熟(生长期为 60 d)及过度成熟(生长期为 80 d)的生菜, 在最佳贮藏条件下贮藏, 每天对其失重率、含水量、叶绿素含量、呼吸强度、 V_c 含量及感官质量进行测定及评价, 以研究不同采收成熟度对生菜采后生理品质的影响。

1 材料与方法

1.1 材料 供试生菜品种为美国大速生, 根据制定的不同成熟度标准采摘于北京金六环农业种植园。主要试剂: 无水乙醇、丙酮、正己烷、抗坏血酸、磷酸氢钠、氢氧化钠、草酸、2,6-二氯酚靛酚、氯化钠, 以上试剂均为分析纯。主要仪器: KQ-500DE 超声波清洗机, 昆山市超声仪器有限公司; TU-1810 紫外可见分光光度计, 北京普析通用仪器有限公司; L530 台式低速离心机, 湖南赫西仪器装备有限公司; DW-HW138 超低温冰箱, 北京奥赛利特科技发展有限公司; AL204 电子天平, 梅特勒-托利多仪器有限公司; GXH-3051 果蔬呼吸测定仪, 北京均方理化科技研究所。

基金项目 现代农业产业技术体系北京市叶类蔬菜创新团队建设项目(5075299014)。

作者简介 石蕊(1989-), 女, 北京人, 硕士研究生, 研究方向: 蔬菜加工及保鲜。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事果蔬加工及保鲜研究。

收稿日期 2014-04-02

1.2 方法

1.2.1 散叶生菜成熟度标准及采收方法。

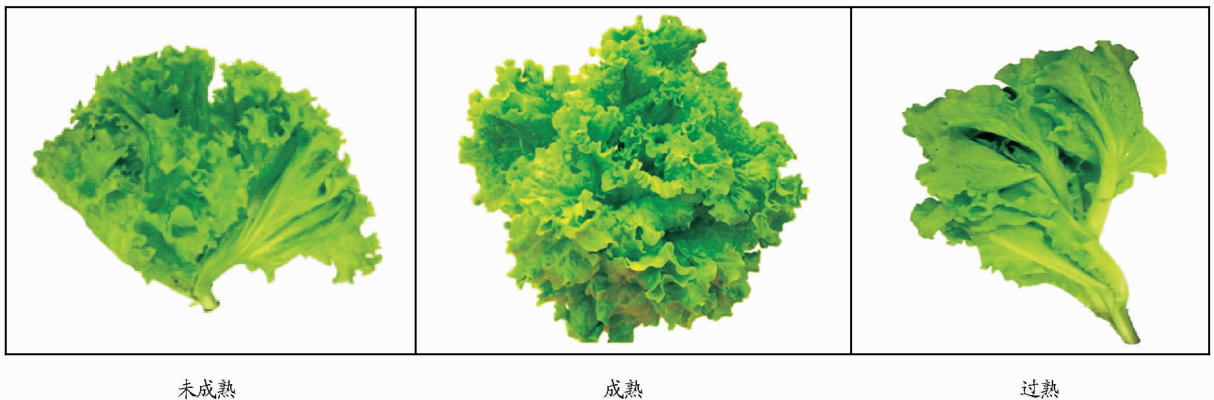
1.2.1.1 散叶生菜成熟度标准。散叶生菜采收成熟度标准

是基于叶片数量、尺寸、颜色、开展度等发育程度来划分。散叶生菜(品种:美国大速生)成熟度评价指标如表 1 及图 1 所示。

表 1 散叶生菜成熟度评价指标

成熟度	生长期//d	叶片数量//片	叶片颜色	叶开展度//cm	叶片尺寸//cm	叶片质地	株高//cm	单株重量//kg
未成熟	<50	<20	淡绿	<20	功能叶长<10,功能叶宽<10	柔软	<10	<0.15
成熟	60~70	20~40	翠绿	20~40	功能叶长 10~20,功能叶宽 10~20	脆嫩	10~20	0.15~0.50
过熟	>70	>40	绿色	>40	功能叶长>20,功能叶宽>20	有一定硬度	>20	>0.50

注:品种为美国大速生。



注:品种为美国大速生。

图 1 散叶生菜成熟程度

成熟的散叶生菜(美国大速生品种)生长期需达到 60 d 以上,株高需至少达到 10 cm,重量需至少达到 0.15 kg,开展度需至少达到 20 cm。植株半直,成熟的散叶生菜叶片充分长大,功能叶长宽约 15 cm,立叶片倒卵形,略有皱褶,水分充足、颜色翠绿,质地脆嫩。过早采摘的生菜为未成熟生菜,未成熟的生菜未形成固有香味,单株重量小,产量低。过晚采摘则为过熟生菜,过熟生菜口感差,味苦。未成熟及过熟生菜各质量指标均不理想,影响经济效益。

1.2.1.2 散叶生菜采收方法。叶类蔬菜采后的自身生理代谢作用及微生物侵染都会严重影响其品质^[11-13]。散叶生菜受机械损伤导致组织失去抵抗力,易受到细菌的感染而造成腐烂,刺激乙烯的释放^[14]。采收过程中引起的机械伤在以后的各个环节中无论用何处理也不能完全恢复,且加大采后包装、运输、贮藏和销售过程中的损耗,大大影响贮藏保鲜的效果,降低经济效益。因此,采收过程应尽量避免机械损伤。

采收时应注意:①注意避免雨淋,采收前 10 d 停止灌水和追施化学氮肥,以免散叶生菜产品含水量过高,易造成机械损伤而感染病害,且不利于贮运。②选择温度较低的早晨或傍晚采收,采收时产品用洁净冷水冷却或用稻草、菜叶或布料等遮盖。③采收时注意戴手套,并用刀从根基部截断,放入塑料周转箱内,装卸、运输时要轻拿、轻放。④修剪时,去除根部并去掉黄叶、病叶及不卫生、不可食用的外叶,保持外叶上无泥渍、杂质、水滴。剔除腐烂、异味、黄叶、焦边、烧心、胀裂、膨松、侧芽萌发、抽苔、冻害、病虫害、机械伤等明显不合格生菜。

1.2.2 测定方法。

1.2.2.1 失重率的测定^[15]。每头生菜收货后送到实验室立即称重(HW,收获重量)之后,冷藏储存后称重(SW,存储后重量)。每个生菜单体的重量损失率为:

$$WL(\%) = (1 - SW/HW) \times 100$$

1.2.2.2 含水量的测定^[16]。生菜叶用商业搅拌器匀浆,3 个样本(每个样品取 10 g),每个样本均取自匀浆,称重为鲜重(FM)。然后,将其放置在传统烘箱中,80 ℃条件下烘 24 h,再次称重,以获得干质量(DM)。含水量计算公式为:

$$WC(\%) = (FM - DM)/FM \times 100$$

1.2.2.3 呼吸强度的测定^[17]。利用呼吸强度测定仪测定。该试验采用果蔬呼吸测定仪测定 CO₂ 浓度,从而计算生菜的呼吸速率。用乳胶管将碱石灰吸收瓶、呼吸室、分析器连接好。检查气密性并且调零后用空瓶做本底,记录平衡时间及本底数据。然后将菜放入呼吸室,调节流速,密闭平衡,达到平衡数值后记录分析器读数,减去本底数值得到 CO₂ 浓度。按下式计算:

$$\text{呼吸强度} [CO_2 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})] = (w_2 - w_1) \cdot V \cdot M \times 1000 / V_0 \cdot m_s \cdot t$$

式中, w_1 为空白试验密闭容器中 CO₂ 总量(%), w_2 为测定后密闭容器中 CO₂ 总量(%), V 为密闭容器内总体积(L), M 为 CO₂ 的摩尔质量(g/mol), V_0 为测定温度下 CO₂ 摩尔体积(L/mol), m_s 为测定用果蔬的重量(g), t 为测定时果蔬呼吸时间(h)。

1.2.2.4 叶绿素含量的测定(分光光度计法)^[18]。取 0.5 g

的冷藏碎叶,加9 ml的正己烷和15 ml的乙醇(1:2)丙酮混合液,置于5℃黑暗贮藏5 h,每隔15 min振动1次。反应后加入25 ml的1 mol/L NaCl溶液,振荡,在4℃10 000 r/min离心30 min。

在分光光度计下测量1 ml上清液在波长644及662 nm下的吸光度。按下式计算叶绿素的含量(mg/kg):

$$\text{叶绿素 a 含量} = 10.05A_{662} - 0.766A_{644}$$

$$\text{叶绿素 b 含量} = 16.37A_{644} - 3.14A_{662}$$

$$\text{叶绿素含量} = \text{叶绿素 a 含量} + \text{叶绿素 b 含量}$$

1.2.2.5 维生素 C 含量测定。采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定^[19]。

1.2.2.6 感官评价^[20]。感官质量评价小组由5名经过感官训练的成员组成。对样品的视觉质量的变化做出评价。考虑样品外观的光泽度、新鲜度和色彩的均匀性和强度等对其视觉质量特征进行评价。样品用喜好等级1~9的数字来打分,数值愈高表示较为偏爱,具体评价标准如表2所示。

表2 感官评价指标

指标	评价标准	得分//分
褐变	无	9
	轻微褐变	7
	褐变	5
	褐变较重	3
	严重	1
质地	脆	9
	较脆	7
	软或韧	5
	较软或较韧	3
	更软或更韧	1
香气	清香味	9
	有香气	7
	香气淡	5
	香气不明显	3
	异味	1
水浸	无	9
	有水浸	7
	水浸	5
	水浸较重	3
	水浸严重	1
味道	甜	9
	微甜	7
	无味	5
	有异(苦)味	3
	异(苦)味重	1

1.2.3 数据处理。采用Excel 2007软件对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同成熟度生菜贮藏期失重率的比较 蔬菜的鲜重是影响蔬菜商品价值的一个重要指标。蔬菜采后失水及呼吸作用对有机物质的消耗,是造成蔬菜采后失重的主要原因。不同成熟度生菜失重率的变化如图2所示,3种不同成熟度的生菜在贮藏期内的失重率均呈现上升趋势。未成熟生菜失重率上升最快,从第2天的2.45%上升为第9天的18.90%。其次是成熟生菜,而过熟生菜失重率上升最为缓慢,从第2天的1.37%上升为第9天的8.58%,仅上升了7.21个百分点。

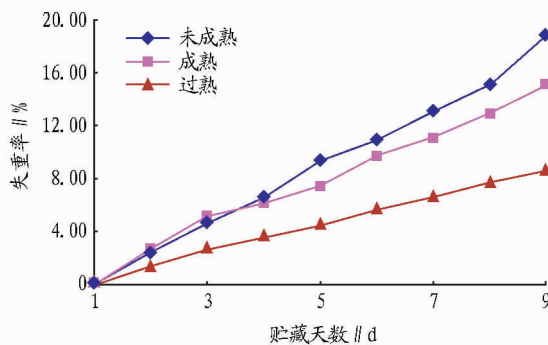


图2 不同成熟度散叶生菜失重率的变化

2.2 不同成熟度生菜贮藏期含水量的比较 含水量是衡量生菜新鲜程度的重要指标,一般失水率高于5%就会引起萎蔫和皱缩,降低蔬菜品质。不同成熟度生菜含水量不同,成熟生菜初始含水量最高,为94.97%;而未成熟生菜含水量最低,为85.76%。3种不同成熟度的生菜随贮藏期的延长,含水量均呈下降趋势,失水率增加(图3)。0~3 d由于蔬菜本身的营养供给,水分含量下降幅度较小;第4天未成熟生菜较其他2个成熟度生菜提前进入失水率急剧上升阶段。过熟生菜从第6天失水率才开始明显急剧上升。第9天未成熟生菜含水量已经由初始的85.76%降低为64.98%,含水量下降率为24.23%,而过熟生菜仅为17.12%。

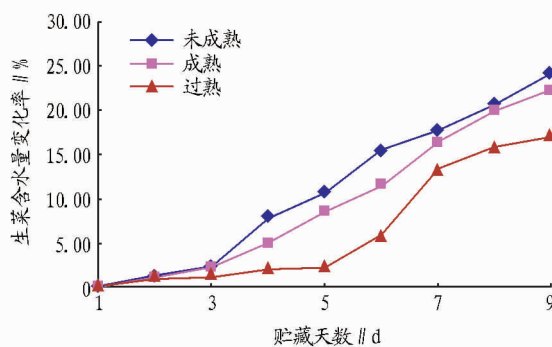


图3 不同成熟度散叶生菜含水量的变化率

2.3 不同成熟度生菜贮藏期叶绿素含量的比较 贮藏初期,成熟与过熟生菜叶绿素含量高于未成熟生菜,过熟生菜含量为25.73 mg/kg,而未成熟生菜叶绿素含量仅为21.53 mg/kg。随贮藏时间的延长,不同成熟度叶用生菜叶绿素含量的变化率如图4所示,成熟与过熟的生菜叶绿素含量均呈现先上升后下降趋势,而未成熟生菜叶绿素含量呈持续下降趋势。未成熟生菜叶绿素含量下降最少,仅下降15.2 mg/kg,下降幅度最为缓慢,下降率为70.73%。过熟生菜的叶绿素含量下降幅度最大,从贮藏第1天的25.73 mg/kg下降到第9天的3.16 mg/kg,降低了22.56 mg/kg,下降率为87.71%。

2.4 不同成熟度生菜贮藏期呼吸强度的比较 如图5所示,不同成熟度生菜呼吸强度的总体变化均呈上升趋势,其中未成熟生菜上升趋势最为明显,随贮藏天数的延长其呼吸强度波动也为最大,一直保持较高水平。这是因为依然处于生长期的未成熟生菜各种生理机能还处于非常活跃的状态,

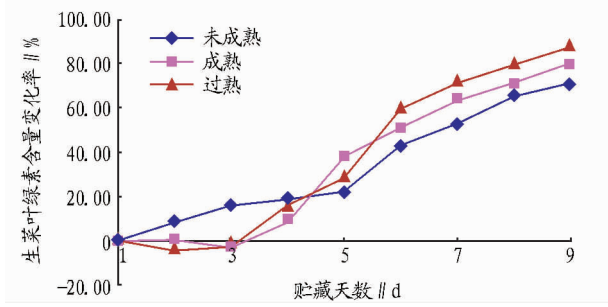


图4 不同成熟度散叶生菜叶绿素含量的变化率

因此较其他2种成熟度的生菜来说,未成熟的生菜呼吸强度明显高于其他两者;过熟生菜从贮藏第2天起呼吸强度高于成熟生菜,这是由于过熟生菜受机械损伤及生理疾病的影响,呼吸作用增强;成熟生菜的呼吸强度一直处于较低水平,其生理机能相对稳定。

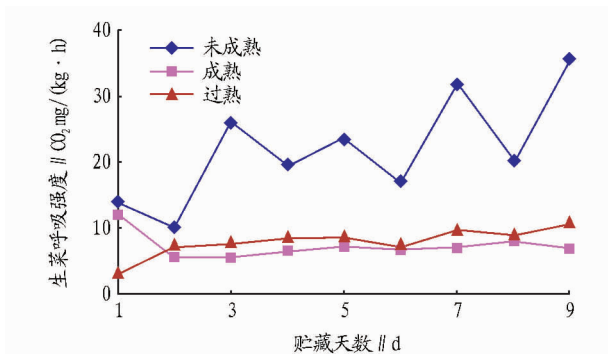


图5 不同成熟度散叶生菜呼吸强度的变化

2.5 不同成熟度生菜贮藏期 V_c 含量的比较 V_c 含量高低

的测定是评价生菜营养价值的重要指标之一,V_c含量变化率如图6所示,生菜贮藏期间V_c含量均呈下降趋势。成熟生菜在贮藏期内V_c含量的下降趋势最为缓慢,V_c含量由贮藏第1天的110 mg/kg下降至贮藏第9天的80 mg/kg,仅下降了27%;而过熟生菜V_c含量随贮藏时间的延长下降最为明显,贮藏至第9天下降了46%。

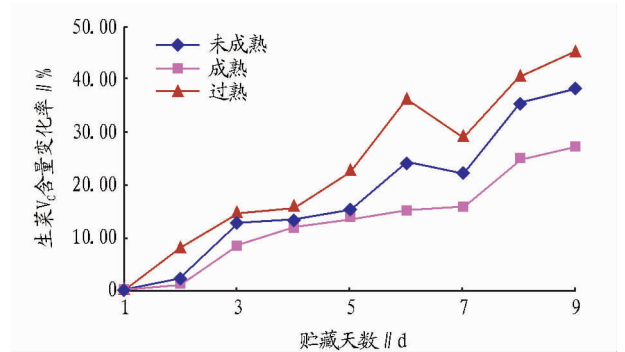


图6 不同成熟度散叶生菜V_c含量的变化率

2.6 不同成熟度生菜贮藏期感官评价的比较 由图7所示,生菜的各种感官指标均随贮存时间的延长而下降。贮存至第3天生菜已经萎蔫腐烂,各项指标均显示从第6天开始生菜就失去商品性,除未成熟生菜褐变分值最高,香气分值最低外,其他各项指标均显示为成熟生菜分值最高,过熟生菜分值最低。

试验结果显示,未成熟生菜失重率、失水率及呼吸强度上升趋势最为明显,且随贮藏天数的延长其呼吸强度波动也为最大,一直保持在较高水平。出现这种情况的原因是:未

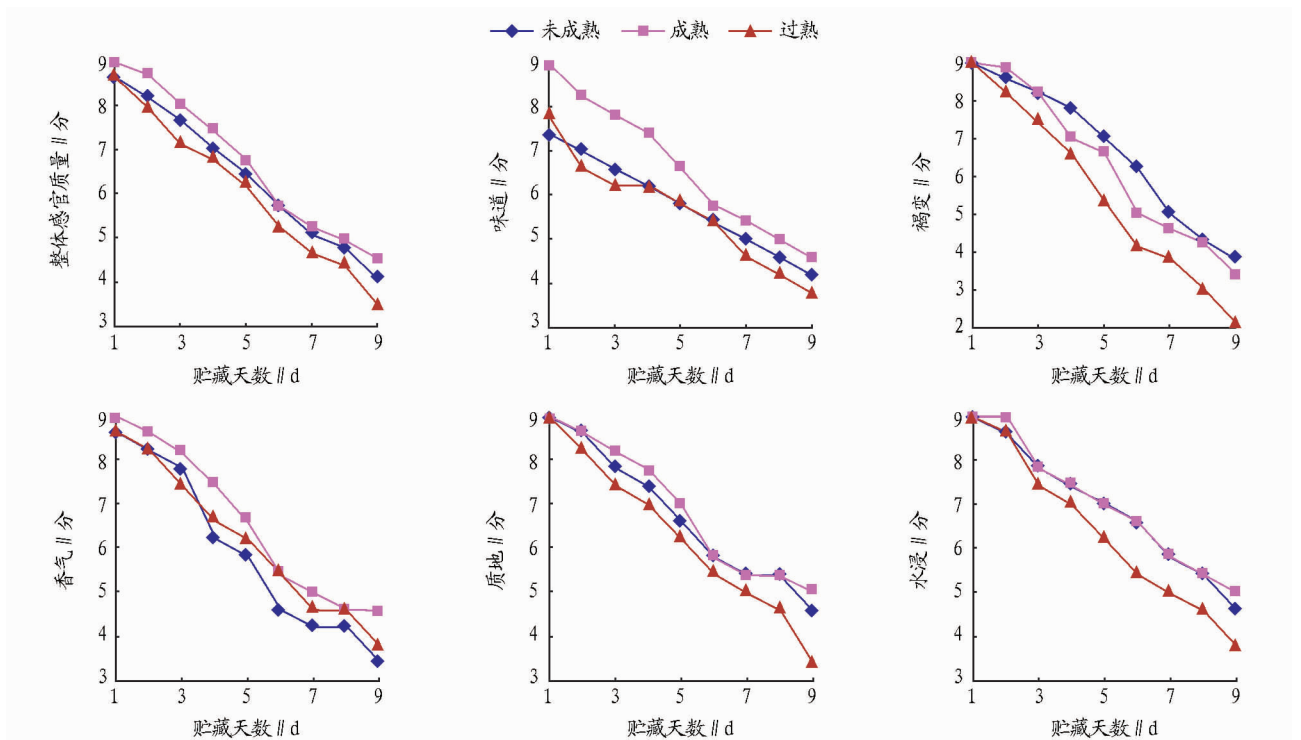


图7 不同成熟度散叶生菜感官评价各指标的变化

了茶农增收,茶企增效,为霍山茶业再创辉煌将起重要作用。

参考文献

- [1] 衡永志,唐应芬. 霍山黄芽恢复生产三十年回顾与展望[J]. 茶业通报, 2004,26(1):34-35.
- [2] 陈椽. 茶业通史[M]. 北京:农业出版社,1984.
- [3] 叶晨,章传政. 霍山黄芽的名茶成因分析[J]. 现代农业科技,2014(6):
- [4] 孙志国,熊晚珍,王树婷,等. 安徽茶类地理标志与非物质文化遗产保护[J]. 安徽农业科学,2011,39(13):8150-8151,8179.
- [5] 彭邦发. 霍山黄芽采摘加工技术[J]. 安徽农学通报,2012(15):155-157.
- [6] 衡永志,燕,余长虹,等. 霍山黄芽机制工艺技术[J]. 茶叶机械杂志,

1998(4):16.

- [7] 衡永志,唐应芬,徐志明. 关于霍山县清洁化茶叶加工厂基本建设思路[J]. 茶业通报,2006(3):123.
- [8] 衡永志,王启珍,张圣轩. 浅谈提升霍山县茶产业发展思路[J]. 茶业通报,2011(3):123.
- [9] 张圣轩,衡永志. 浅谈霍山县茶叶生产质量安全可追溯体系建设思路[J]. 茶业通报,2012(2):91-92.
- [10] 张圣轩,衡永志. 浅谈霍山县茶叶生产中存在的主要问题及对策[J]. 中国茶叶,2012(7):23.
- [11] 衡永志,徐明香. 浅谈霍山县低产茶园改造技术[J]. 茶业通报,2011(1):32-33.

(上接第 3703 页)

成熟生菜采收后依然处于生长期,各种机能也都处于非常活跃的状态,因此较其他 2 种成熟度的生菜,未成熟的生菜衰老变质更快,反而不易贮藏,采后损耗率更高。在整个货架期间,未成熟生菜 V_c 含量下降趋势相对于过熟生菜较为缓慢,这可能是由于虽然未成熟生菜呼吸强度最高,但在发育早期就含一定量的 V_c ,采摘后仍会少量合成 V_c 。未成熟生菜及过熟生菜 V_c 含量下降趋势均明显高于成熟生菜,这可能是由于未成熟及过熟生菜的呼吸作用较成熟生菜强,使呼吸底物消耗的有机物增加,合成 V_c 的底物不足,从而 V_c 含量下降较明显。

虽然过熟生菜生理机能最为稳定,但其容易受机械损伤及生理疾病的影响,加速呼吸作用以及乙烯的产生,导致组织代谢增强,消耗大量营养物质及能量。同时机械损伤也破坏了过熟生菜正常细胞中酶与底物的空间分隔,扩大了与空气的接触面,为微生物的侵染创造了条件,出现黄褐色斑点、褐变、腐烂和其他生理疾病,严重影响生菜产品品质;过熟生菜 V_c 含量下降趋势显著是因为随着呼吸作用的进行,有机物逐渐减少,合成 V_c 的底物不足,使 V_c 含量持续减少。有机酸等物质使生菜具有特殊芳香气味,这些物质大多都不稳定,在贮藏保鲜过程中很容易分解与挥发。采收成熟度与贮藏环境均会影响这些气味的产生与释放,最佳采收成熟度及贮藏环境有助于生菜芳香气味的形成,反之会使生菜产生异味。

成熟生菜因充分成熟,已经基本停止生长,生理机能相对稳定,稳定呼吸强度一直处于较低水平,表面又形成良好的保护结构,采后失重率、失水率低,因此相对于未成熟生菜及过熟生菜,成熟生菜更耐贮藏。

综上所述,采收过早或过晚均对生菜的品质和耐藏性带来不利影响。采收过早,生菜大小和重量不达标,且色泽、风味和品质也会受到影响,耐藏性差;采收过晚会因为已经过熟开始衰老而不耐贮藏。因此应根据推荐的成熟度标准而考虑适时采收,选择优质的成熟生菜,才能保证生菜具有最理想的经济效益及最优品质。

3 结论

该试验结果表明,成熟和过熟的生菜衰减率低于未成熟的生菜,成熟和未成熟生菜的褐变及腐烂程度低于过熟生菜。成熟生菜比过熟生菜有更好的味道(少苦味,味较甜),采后问题较少,具有最大的存储寿命,产量高,各质量指标最为理想。未成熟生菜叶子质地软,易损坏,且叶片有较高的

呼吸速率,易失水失重,产量低,各质量属性不达标,影响经济效益。过熟生菜具有强烈的苦味和韧性,虽衰减率最低,但更易脱色、受到机械损伤,易受细菌感染,出现黄褐色斑点、褐变、腐烂和其他生理疾病,严重影响产品品质。因此,建议根据成熟度标准考虑适时采收,选择优质的成熟生菜以保证最大经济效益以及最优质量。

参考文献

- [1] JAMIE P, SALTVEIT M E. Postharvest changes in broccoli and lettuce during storage in argon, helium, and nitrogen atmospheres containing 2% oxygen[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002,26(1):113-116.
- [2] 荣建华, 闵光, 赵思明. 不同贮藏方式对生菜品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2007,26(4):574-576.
- [3] 李喜宏, 陈杨, 邢亚阁, 等. 生菜专用保鲜膜的研制与应用[J]. 食品工业科技, 2008(10):209-210.
- [4] RICO D, MARTIN-DIANA A B, BERRY-RYAN C. Optimisation of steamer jet-injection to extend the shelf-life of fresh-cut lettuce[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008,48(3):431-442.
- [5] 王宏, 董大远. 清洗剂对生菜贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2006,27(8):153-155.
- [6] 刘宜生. 蔬菜生产技术大全[M]. 北京:中国农业出版社,2000:256.
- [7] 陆国岐, 罗莎红. 生菜品种繁育及生产关键技术[J]. 上海蔬菜, 2011(5):14-15.
- [8] BARG M, AGUERO M V, YOMMI A, et al. Evolution of plant water status indices during butterhead lettuce growth and its impact on post-storage quality[J]. Journal of the Science and Food of Agriculture, 2008,89:422-429.
- [9] KADER A A. Quality and safety factors: Definition and evaluation of fresh horticultural crops. In: Postharvest technology of horticultural crops [J]. University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002,331:279-285.
- [10] SHEWFELT R L. Postharvest handling: A systems approach [M]. Second edition. San Diego: Academic Press, 2009:461-477.
- [11] CHEN X N, LI B J, MENG L C, et al. Research progress in preservation of postharvest leafy vegetables[J]. Advanced Materials Research, 2013, 749:401-407.
- [12] 孟令川, 吕莹, 陈湘宁. 鲜切菜贮藏保鲜技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2013,29(9):190-196.
- [13] 陈湘宁, 钟思琼, 金文斌, 等. 膜包装鲜切蔬菜中主要腐败菌的分离与鉴定[J]. 中国食品学报, 2012,12(5):154-160.
- [14] 朱东兴, 曾峰丽, 郁达, 等. 叶菜采后生理与贮藏保鲜研究及应用[J]. 保鲜与加工, 2006,6(1):3-6.
- [15] AGUERO M V, PONCE A G, MOREIRA M R, et al. Lettuce quality loss under conditions that favor the wilting phenomenon[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011,59(2):124-131.
- [16] ROURA S I, DAVIDOVICH L A, DEL VALLE C E. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area[J]. LWT - Food Science and Technology, 2000,33(1):53-59.
- [17] 金文斌, 董嫣然, 岳溪, 等. 乳酸钙处理对鲜切菠菜生理生化的影响[J]. 食品工业科技, 2013,34(19):303-307.
- [18] 韩育梅, 赵丽芹, 张曦, 等. 河套蜜瓜采后生理与保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2006(3):19-22.
- [19] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2001:134-138,246-248.
- [20] 张学杰, 叶志华. 高压对鲜切生菜感官品质的影响[J]. 食品科学, 2013,34(7):140-143.