

三种便携式蓄冷保温箱 在韭黄保鲜应用中的效果比较

张静荣, 肖云茹, 郁小森, 王毅, 毕阳*

(甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃兰州 730070)

摘要:韭黄是韭菜经过软化栽培的一种产品,但是易腐烂变质,本实验比较了三种蓄冷保温箱对韭黄的保鲜效果。以新鲜韭黄为试材,分别放入保温箱、组装箱和泡沫箱中,通过在箱中加入蓄冷剂,测定保温期间3种箱内外温湿度及韭黄品质的变化,比较3种蓄冷保温箱的保温能力和对韭黄的保鲜效果。结果表明,保温箱能有效保持箱内较低的温度和湿度,有效抑制了韭黄的失重、腐烂和转绿,保持了韭黄的抗坏血酸(V_C)和可溶性固形物(TSS)的含量,同时也保持韭黄良好的感官品质,相比较之下,保温箱可使韭黄的保鲜延长至4 d,组装箱内的保鲜可达3 d,泡沫箱内的保鲜仅为2 d,因此,保温箱具有较好的保温能力,能更好起到对韭黄的保鲜作用。

关键词:韭黄,保温箱,低温,品质

Comparison of application effects of three kinds of portable insulation incubator in fresh keeping of chives

ZHANG Jing-rong, XIAO Yun-ru, YU Xiao-sen, WANG Yi, BI Yang*

(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Hotbed chives is a kind of product that cultivated by leek softening, but it easy to rot and sicken. Three kinds of storage effect of cold insulation box of fresh chives were compared in this experiment. Using fresh chives as test materials, and they were put into the incubator, assembly box and foam box. By adding the coolant in the box, the temperature and humidity inside and outside of the 3 kind boxes and the quality changes of hotbed chives were determined, and the heat preservation ability of 3 kinds of cold storage thermal insulation box and the preservation effect of hotbed chives were compared. The results showed that the incubator could keep the lower temperature and humidity inside the box, effectively inhibited the weight loss, rot and turn green of hotbed chives, kept the content of V_C and TSS in the hotbed chives, and kept good sensory quality of hotbed chives at the same time. In contrast, The heat insulation box can make the fresh of chives extended to 4d, assembled box preservation can reach 3 d, the foam box preservation was only 2 d, so, the incubator had a better insulation capacity than others.

Key words: chives; insulation incubator; low temperature; quality

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2017)17-0279-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.17.054

韭黄是韭菜 (*Allium tuberosum* Rottlerspreng) 经过软化栽培后的黄化产品。其叶片外观黄白、质地细嫩、香气浓郁,是我国北方地区的冬季特色蔬菜。但韭黄采后寿命很短,常温下 2~3 d 便迅速萎蔫、开始腐烂^[1-2]。因此,有效延长韭黄的采后寿命,扩大物流的范围一直是生产中亟待解决的问题。

低温贮藏是维持叶菜采后品质的常用方法。在低温条件下,叶菜的生理代谢活性低,由细菌引起的腐烂可被有效抑制^[3]。虽然采用冷藏运输可有效维持韭黄的采后品质,扩大物流范围,但存在运输成本高,环境破坏等问题。此外,由于韭黄气味特殊,在

配货运输的情况下易导致串味。因此,有必要开发改善韭黄采后物流的贮藏新技术。有研究表明,保温箱结合蓄冷可有效实现果蔬的保温物流^[4-5]。该技术具有简便、节能及环保的特点,已广泛应用于多种果蔬的保温运输。例如,泡沫箱内置蓄冷剂可有效延长油麦菜的保鲜时间,提高保鲜效果^[6]。但是泡沫箱存在易燃、易开裂、承重能力有限、保温时间不长等缺点。此外还有气调保鲜等技术能够有效的维持果蔬的品质,但是气调保鲜技术存在前期投资较大,而且对技术人员的要求较高等缺点^[7]。因此,开发新型的蓄冷保温技术和设备是解决当前我国果蔬

收稿日期: 2017-01-20

作者简介: 张静荣(1993-),女,硕士研究生,研究方向:果蔬采后生物学与技术, E-mail: 1668787104@qq.com。

* 通讯作者: 毕阳(1962-),男,博士,教授,研究方向:果蔬采后生物学与技术, E-mail: biyang@gsau.edu.cn。

基金项目: 国家“十三五”科技支撑计划项目(2013BAD19B00)。

采后保温运输的关键。

本实验拟采用新型保温箱和组装箱对韭黄进行模拟蓄冷保温保鲜运输,以普通泡沫箱为对照,通过比较在3种便携式蓄冷箱中贮藏后韭黄品质的差异,筛选出韭黄采后保鲜运输的最佳蓄冷保温方式,以期减少物流期间的损失,最大限度地维持韭黄的品质。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

供试韭黄 于2015年12月份购于兰州市安宁区桃海市场,选叶柄粗壮、叶色黄亮、无损伤、无病害的韭黄作为供试材,于当天运抵甘肃农业大学采后生物学与技术实验室,于0~4℃下预冷待用。

L92-1 温湿度自计仪 杭州路格科技有限公司;WYT-32 折光仪 厦门中村光学仪器厂;

UV-2450 型紫外可见分光光度计 日本岛津;H-1850R 型台式高速冷冻离心机 长沙湘仪离心机有限公司;传统聚苯乙烯泡沫箱(箱体厚25 mm,外观尺寸590×378×350 mm)由兰州诚盛泡沫包装厂提供。可拆卸式组装箱(箱体厚26 mm 外观尺寸604×382×348 mm,简称组装箱)和双温数显蓄冷保温箱(箱体厚52 mm 外形尺寸800×500×500 mm,简称保温箱) 北京市农林科学蔬菜研究院提供。

1.2 实验方法

1.2.1 产品的包装及蓄冷 将预冷后的韭黄按每700 g一把捆扎放置在泡沫箱、组装箱及保温箱中,每箱各放5 kg;将2个在-18℃下冷冻24 h的蓄冷板(外观尺寸435×275×28 mm)分别装置在每个蓄冷箱的两侧,蓄冷板和韭黄之间用纸板隔开;最后盖上箱盖后,用封口胶在封口处缠绕2圈密封。

1.2.2 箱内外温湿度的测定 将L92-1温湿度自计仪分别放在保温箱内部及箱子顶盖外表面,不间断的记录保温箱内外的温湿度的变化。

1.2.3 失重率的测定 采取的重量法。

1.2.4 腐烂率的测定 采取观察统计法。

腐烂率(%)=(腐烂韭黄根数/调查韭黄总根数)×100 式(1)

1.2.5 可溶性固形物(Total soluble solids,TSS)含量的测定 随机抽取韭黄15条,切碎后在研钵中研磨,过滤后将汁液滴于WYT-32折光仪上测定折光糖的含量。

1.2.6 抗坏血酸(V_c)含量的测定 参照 Mcerlain 等^[8]的方法。称取3 g韭黄样品,加入10 mL 1% HCl 研磨匀浆,转移到50 mL 离心管中,加入10 mL 蒸馏水,于10000×g离心10 min。样品测定:取0.2 mL提取液,加入盛有0.4 mL 10% HCl 的10 mL 离心管中,再加入4.4 mL 蒸馏水,混匀。以蒸馏水为空白,在243 nm处测其OD值。待测碱处理液制备:取0.2 mL 提取液,2 mL 蒸馏水,0.8 mL 1 mol/L NaOH 溶液依次加入10 mL 离心管中,15 min后加入0.8 mL 10% HCl,1.2 mL 蒸馏水混匀。以蒸馏水为空白,在243 nm处测其OD值,即可计算出样品中 V_c 的含量。

V_c 含量($\mu\text{g/g}$)=($m \times V_a$)/($Ma \times V_e$) 式(2)

式(2)中: m 为从标准曲线上查得的 V_c 质量/ μg ;

V_c 标准曲线:

$$Y = 59.535X + 5.899 \quad R^2 = 0.9971$$

V_a 为样品定容体积(mL); V_1 为吸取样品溶液的体积(mL); Ma 为样品质量(g)。

1.2.7 叶绿素含量的测定 参考朱广廉等^[9]方法。称取5 g韭黄样品,加入96%的乙醇提取液在黑暗或弱光条件下充分研磨后,转入10 mL 玻璃试管,用96%的乙醇提取液冲洗研钵,将所有冲洗液转入玻璃试管,用提取液补充至10 mL,玻璃试管置于黑暗条件下或包上锡箔纸浸提3 h,继续浸提至其完全变白。取浸提液200 μL 于96孔板,提取液调零,测定663 nm和645 nm处吸光值,分别记为 A_{663} 和 A_{645} 。每处理重复3次。按下式计算:

$$\text{叶绿素 a 含量}(\text{mg/g}) = 0.01 \times (12.7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645}) \times D \div m \quad \text{式(3)}$$

$$\text{叶绿素 b 含量}(\text{mg/g}) = 0.01 \times (22.9 \times A_{645} - 4.68 \times A_{663}) \times D \div m \quad \text{式(4)}$$

式中, D :稀释倍数(10); m :样本质量(g)。

上述各项测定每一时间点均重复3次。

1.2.8 感官评价 由15个专业人员组成的评价小组,在保温的第2 d和第4 d,在每个处理中随机抽取50根韭黄进行感官评价,重复三次。根据表1制定的感官评价标准,对叶片颜色、不良气味、外观及可售率等情况,按分制法进行评分。

表1 韭黄的感官评价标准

Table 1 Sensory Evaluation

评分(分)	叶片颜色	不良气味	外观	可售率(%)
9~10	叶片黄亮	无	正常	100
6~8	叶片鲜黄	有	少量萎蔫	90
3~5	少量叶片转绿	明显	少量萎蔫及腐烂	80
0~2	多数叶片绿化	浓郁	部分萎蔫及腐烂	50

1.3 数据处理

全部数据用Excel 2007 计算平均值和标准误,并绘制图表。

2 结果与讨论

2.1 贮藏期间三种保温箱内外温湿度的变化

贮藏期间,室外温度和相对湿度一直维持在(18 ± 2)℃和55%±2%。随着保温时间的延长,三种蓄冷箱内温度均呈先小幅下降后大幅上升的趋势,但保温箱和组装箱内温度始终低于泡沫箱,其中以保温箱的保温效果最好(图1A)。第2 d时,保温箱和组装箱内温度分别低于泡沫箱9.4℃和8.7℃。贮藏期间,三种蓄冷箱内空气相对湿度均呈现逐渐升高的趋势,但保温箱和组装箱内的相对湿度均显著低于泡沫箱,其中以保温箱内的相对湿度最低(图1B)。泡沫箱内相对湿度在1.5 d时就达到了饱和,组装箱3.5 d时才接近饱和,保温箱4 d才达到饱和。由于保温箱采用了真空板和聚氨酯的复合结构,加之密封性好,能有效维持箱内的低温,延缓湿度的升高。虽

然组装箱也采用了真空板和聚氨酯复合结构,但由于可拆卸而导致密封性不强,保温效果次之。

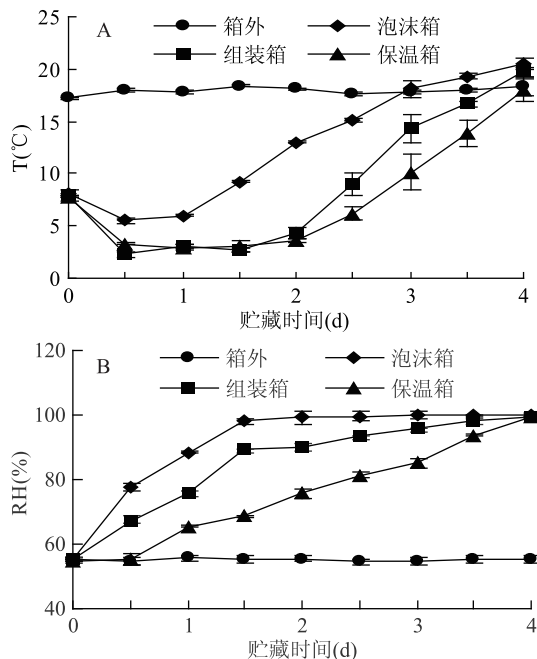


图1 贮藏期间三种保温箱内外温度(A)和相对湿度(B)的变化

Fig.1 Changes of temperature(A) and relative humidity(B) inside and outside of three kinds of cooling box during storage

2.2 贮藏期间三种保温箱内韭黄失重率和腐烂率的变化

贮藏期间,三种蓄冷箱内韭黄的失重率均呈逐渐增加的趋势。其中以保温箱的失重率最低,其次为组装箱(图2A)。第2 d时,保温箱和组装箱的失重率分别低于泡沫箱 76.3% 和 38.1%。保温箱和组装箱内韭黄较低的失重率与这两种箱对低温的良好保持能力密切相关。泡沫箱内韭黄的较高失重率与其保温效果不佳相关。2 d 时,由于泡沫箱内升温较快,导致蒸腾加快,失重率迅速升高^[10],3 d 时,三种蓄冷箱内的湿度先后接近饱和,蒸腾速率减缓,失重率均逐渐趋于平缓^[11]。贮藏期间,泡沫箱、组装箱和保温箱内的韭黄分别在 2、3 和 4 d 后开始出现腐烂,其中以保温箱内的韭黄腐烂率最低,其次为组装箱(图2B)。保温箱和组装箱内较低的腐烂率与这两种箱良好的维持低温能力密切相关,由于韭黄的腐烂主要由软腐细菌引起,低温可有效抑制这类细菌的繁殖与生长^[12]。

2.3 贮藏期间三种保温箱内韭黄 TSS 和 V_c 含量的变化

三种保温箱内韭黄贮藏期间的 TSS 含量整体呈稳定不变但是略微有下降的趋势,但之间的变化有所差异,保温箱呈现先降低后升高的趋势,组装箱则逐渐降低,泡沫箱呈先略微升高然后降低的趋势,1 d 时,韭黄的 TSS 含量出现升高,一定程度上是由于泡沫箱较高的失重率使得 TTS 比例升高(图3A)。第4 d 时,保温箱内韭黄的 TSS 含量最高,分别高于泡沫箱和组装箱 6.8% 和 10.8%。保温箱内韭黄 TSS 含

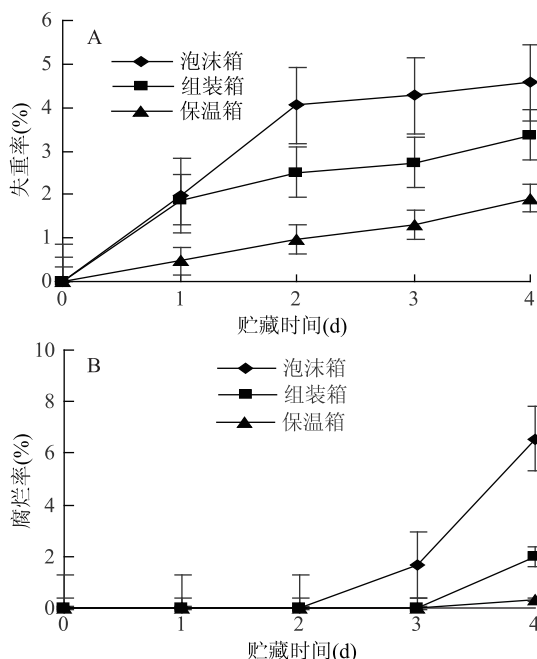


图2 贮藏期间三种保温箱内韭黄失重率(A)和腐烂率(B)的变化

Fig.2 Changes of weight loss(A) and rotting rate(B) of hotbed chives in three kinds of cooling box during storage

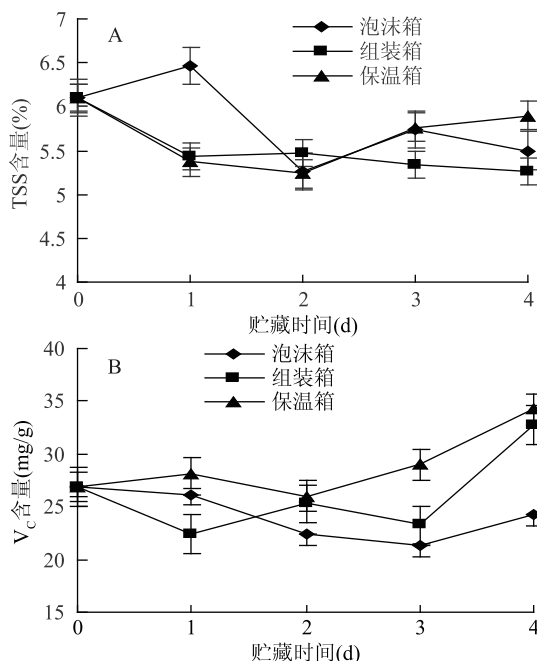


图3 贮藏期间三种保温箱内韭黄 TSS(A)和 V_c (B)含量的变化

Fig.3 Changes of TSS(A) and V_c (B) of hotbed chives in three kinds of cooling box during storage

量较高的原因是保温箱内韭黄的失重率较低使得 TSS 含量降低,但是因为其保持的良好低温有效降低了韭黄的呼吸强度,使呼吸底物消耗减少^[13],该结果与李正国等人在青花菜品质上的研究结果一致^[15]。 V_c 是一种抗氧化剂,具有清除自由基,延缓离体叶片衰老的作用。贮藏期间,保温箱和组装箱内韭黄的 V_c 含量整体呈先降低后上升的趋势,泡沫箱则整体

降低,保温箱内韭黄 V_c 含量始终高于组装箱和泡沫箱,在第 4 d 时,保温箱和组装箱内韭黄的 V_c 含量分别高于泡沫箱 29.3% 和 26.4%。保温箱和组装箱内韭黄 V_c 含量的升高可能与低温黑暗条件下促进 V_c 的合成有关,而泡沫箱内韭黄 V_c 的分解则可能与箱体透光和较高温度促进其分解有关^[14]。

2.4 贮藏期间三种保温箱内韭黄叶绿素含量的变化

贮藏期间,三种蓄冷箱内韭黄的叶绿素 a 的含量均呈现先升高后降低的趋势。泡沫箱中韭黄的叶绿素 a 含量的增高趋势明显,保温箱和组装箱内韭黄的叶绿素 a 含量则略有增加,第 4 d 时,保温箱和组装箱内韭黄的叶绿素 a 含量分别低于同期泡沫箱 43.4% 和 47.8% (图 4 a)。同样,贮藏期间,三种蓄冷箱内韭黄的叶绿素 b 含量则整体平稳。泡沫箱中叶绿素 b 含量略有增加,保温箱和组装箱内韭黄的叶绿素 b 含量则略有降低(图 4b)。贮藏期间泡沫箱中较高的叶绿素含量与箱体材料的透光性和温度较高有关,由于叶绿素的合成依赖于光和温度,光催化原叶绿素酸酯氧化还原酶,使原叶绿素酸酯被还原为叶绿素酸酯,进而合成叶绿素 a 和叶绿素 b^[15]。而保温箱和组装箱内韭黄的较低叶绿素水平则与其良好的避光性和保持低温的性能密切相关。

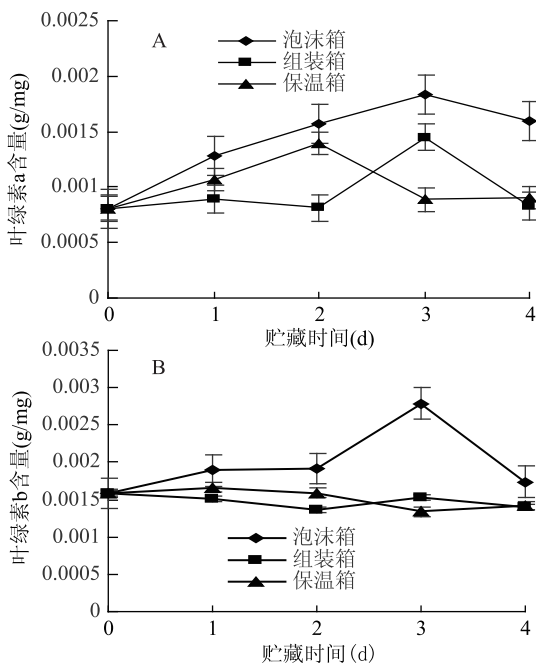


图4 贮藏期间三种保温箱内韭黄叶绿素 a(A)和叶绿素 b(B)含量的变化

Fig.4 Changes of chlorophyll a(A) and chlorophyll b(B) of hotbed chives in three kinds of cooling box treatment during storage

2.5 贮藏期间三种保温箱内韭黄感官品质的变化

贮藏的第 2 d 和第 4 d 时,保温箱内韭黄的感官评价分值均高于组装箱和泡沫箱(图 5)。第 4 d 时,保温箱内韭黄与贮藏第 2 d 时相比除叶片出现轻微的绿化现象外,仍然维持着较好的感官品质;组装箱中的韭黄与贮藏前相比除少量叶片萎蔫及绿化外,感官品质尚可。泡沫箱内韭黄在第 2 d 时叶片便开

始软化,且绿化开始出现,第 4 d 时叶片发生腐烂,且出现不良气味,完全失去商品价值。

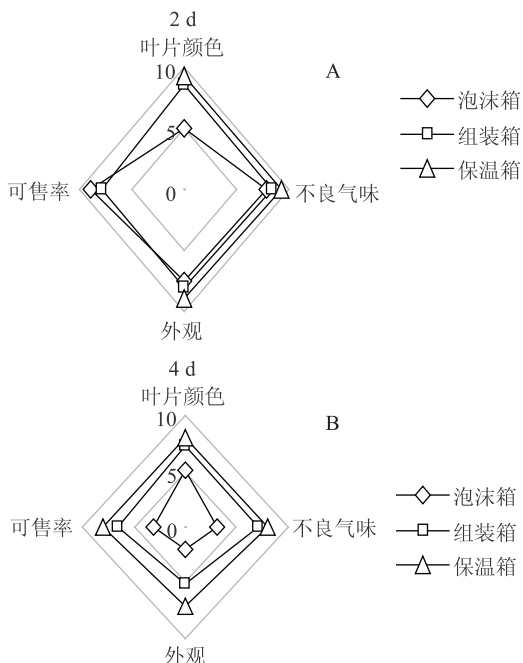


图5 贮藏期间三种保温箱内韭黄感官品质的变化
Fig.5 Changes of sensory quality of hotbed chives in three kinds of cooling box during storage

3 结论

通过比较发现,第 2 d 时,保温箱和组装箱的失重率分别低于泡沫箱 76.3% 和 38.1%。第 4 d 时,保温箱的腐烂率最低,分别约占组装箱和泡沫箱的二分之一和四分之一,4 d 时,保温箱内韭黄的可溶性固形物含量 TSS 含量最高,分别高于泡沫箱和组装箱 6.8% 和 10.8%;保温箱和组装箱内韭黄的 V_c 含量分别高于泡沫箱 29.3% 和 26.4%。贮藏的第 2 d 和第 4 d 时,保温箱内韭黄的感官评价分值均高于组装箱和泡沫箱。保温箱良好的保温效果主要是由于箱体采用了聚氨酯保温材料以及其箱体的不可拆分性,可使其有效维持箱内较低的温湿度,抑制了保温期间的韭黄失重、腐烂和绿化,保持了韭黄良好的感官品质,可使韭黄的保鲜延长至 4 d。虽然组装箱也采用了聚氨酯保温材料,但由于箱体可拆卸组装的特点使其密封性降低,保温效果不及保温箱,韭黄在其内的保鲜可达 3 d。泡沫箱由于其箱体采用的是聚苯乙烯保温材料,仅具备短期的保温能力,韭黄在其内的保鲜仅为 2 d。

参考文献

- [1] 张丙云,郑艳霞,王永刚.鲜切韭黄保鲜技术的研究[J].食品工业科技,2010(4):336-338.
- [2] 张恩让,傅木琳,孟钰,等.不同保鲜处理对韭菜保鲜效果的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2003(S1):13-15.
- [3] 常丽新,李林,霍军华.低温贮存条件下荠菜品质的变化[J].食品科技,2004(12):81-82,85.

(下转第 323 页)

的研究[J].中国油料作物学报,2013(5):604-607.

[20]王红,付晓华,王利军,等.应用激光拉曼光谱法检查核桃油的掺假[J].理化检验:化学分册,2014,50(1):23-26.

[21]Huang F, Li Y, Guo H, et al. Identification of waste cooking oil and vegetable oil via Raman spectroscopy [J]. Journal of Raman Spectroscopy, 2016, 47(7):860-864.

[22]陈敏,宋君.食品中有机磷农药残留检测的前处理方法[J].山西农业科学,2016,44(9):1412-1415.

[23]刘燕德,张宇翔,何冰冰.便携式拉曼光谱仪用于亚胺硫磷的快速检测[J].中国农机化学报,2015,36(6):256-259.

[24]刘燕德,何冰冰.基于便携式拉曼光谱仪的氧乐果含量定量分析[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2014,42(2):136-141.

[25]Luo H, Huang Y, Lai K, et al. Surface-enhanced Raman spectroscopy coupled with gold nanoparticles for rapid detection of phosmet and thiabendazole residues in apples[J]. Food Control, 2016, 68:229-235.

[26]Xie Y, Mukamurezi G, Sun Y, et al. Establishment of rapid detection method of methamidophos in vegetables by surface enhanced Raman spectroscopy[J]. European Food Research and Technology, 2012, 243(6):1091-1098.

[27]邵伟,仇敏,吴炜.食品或饲料中三聚氰胺的危害、检测方法及其启示[J].中国酿造,2008,23:92-94.

[28]张溱,杨练根,张娜,等.用于调味品中非法添加物测定的便携式激光拉曼检测仪[J].光学精密工程,2016,24(10):203-211.

[29]Liu F, Zou M, Zhang X, et al. Development of Portable Raman Spectrometer and Its Application for Determination of Melamine(1)[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2011, 39(10):1531-1536.

[30]Mecker L C, Tyner K M, Kauffman J F, et al. Selective melamine detection in multiple sample matrices with a portable Raman instrument using surface enhanced Raman spectroscopy-active gold nanoparticles[J]. Analytica Chimica Acta, 2015, 733(6):48-55.

[31]Cheng Y, Dong Y. Screening melamine contaminant in eggs with portable surface-enhanced Raman Spectroscopy based on gold nanosubstrate[J]. Food Control, 2011, 22(5):685-689.

[32]王巧华,刘亚丽,马美湖.表面增强拉曼光谱检测鸡蛋蛋

清内三聚氰胺的定量方法研究[J].光谱学与光谱分析,2015,35(4):919-923.

[33]翟毓秀,郭莹莹,耿霞,等.孔雀石绿的代谢机理及生物毒性研究进展[J].中国海洋大学学报:自然科学版,2007,37(1):27-32.

[34]顾振华,赵宇翔,吴卫平.表面增强拉曼光谱法快速检测水产品中的孔雀石绿[J].化学世界,2011,52(1):14-16.

[35]周伟娥,凌云,张元,等.食品中合成色素的前处理与检测分析方法研究进展[J].中国食品添加剂,2015(9):150-156.

[36]李言,谢云飞,钱和.表面增强拉曼光谱快速检测赤藓红[J].食品工业科技,2013,34(11):307-312.

[37]陈思,邹平,骆鹏杰.拉曼光谱法快速检测硬糖中的诱惑红[J].食品与机械,2016,32(4):76-79.

[38]陈启振,曾勇明,林惠真,等.表面增强拉曼光谱在食品人工合成色素的现场快速筛查中的应用[J].厦门大学学报,2016,55(5):754-759.

[39]黄梅英,李攻科,胡玉玲.表面增强拉曼光谱法定量检测食品中香豆素[J].分析化学研究报告,2015,43(8):1218-1223.

[40]吕慧英,李高阳,范伟.采用便携式拉曼光谱仪测定白酒中乙醇含量[J].食品科学,2013,34(24):107-109.

[41]马寒露,英董,张孝芳.拉曼光谱法快速检测掺入梨汁的浓缩苹果汁[J].分析测试学报,2009,28(5):535-538.

[42]司真民,武荣国,康頔璞.用便携式拉曼光谱仪获取烟草花叶病毒的表面增强拉曼光谱[J].光散射学报,2010,22(4):309-311.

[43]韩斯琴高娃,包琳,陈炳伟,等.SERS检测牛奶中磺胺二甲嘧啶[J].食品与药品,2016,18(3):161-165.

[44]周红武.便携式拉曼光谱仪中荧光抑制方法的研究[D].苏州:苏州大学,2013.

[45]Kelly J F, Blake T A, Bernacki B E, et al. Design Considerations for a Portable Raman Probe Spectrometer for Field Forensics[J]. International Journal of Spectroscopy, 2012, 1(1):1-15.

[46]崔永胜.便携式拉曼光谱仪关键技术研究[D].杭州:浙江大学,2014.

[47]Yu Y, Cui Y, Zhang X, et al. The research of digital circuit system for high accuracy CCD of portable Raman spectrometer [J]. International Symposium on Photoelectronic Det., 2013, 8910(5755):27.

(上接第282页)

[4]Brosnan T, Sun D. Precooling techniques and applications for horticultural products a review [J]. International Journal of Refrigeration, 2001, 24(2):154-170.

[5]吴丽媛,宋文吉,高日新,等.基于板式冰冷的冷藏库恒温特性的实验研究[J].制冷学报,2012(33):66-69.

[6]高凯,张娜,杨秀茹,等.蓄冷剂在油麦菜保鲜中的应用研究[J].保鲜与加工,2010(3):30-32.

[7]尹淑娟.浅谈果蔬气调贮藏保鲜技术[J].科教文汇:下旬刊,2012(1):132+154.

[8]McErlain L, Marson H, Ainsworth P, et al. Ascorbic acid loss in vegetables: adequacy of a hospital cook-chill system [J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2001, 52(3):205-211.

[9]朱广廉,钟海文,张爱琴.植物生理学实验[M].北京:北京

大学出版社,1990:43-44.

[10]陈洪国,彭永宏.常温泡沫箱加冰运输条件下荔枝的温度、品质、呼吸和乙烯释放变化[J].果树学报,2001,18(3):155-159.

[11]李正国,高雪.贮藏温度对青花菜品质的影响[J].中国蔬菜,2000(4):9-12.

[12]毕阳.果蔬采后病害:原理与控制[M].北京:科学出版社,2016:107-110.

[13]陈雷,秦智伟.甜瓜采后生理和贮藏保鲜研究进展[J].北方园艺,1999,129(6):24-27.

[14]关秀杰,张雪,繁志强.不同储存条件对蔬菜中V_C含量的影响[J].现代农业科技,2009(12):26,29.

[15]朱军伟,谢晶,林永艳,等.贮藏温度和包装方法对两种叶菜采后品质的影响[J].食品与机械,2012(4):175-178.