

大白菜贮藏研究进展

王玮^{1,2}, 赵建锋^{1,2}, 孙玉东^{1,2}, 罗德旭^{1,2}, 张朝阳^{1,2}, 王玮玮^{1,2}

(1. 江苏省徐淮地区淮阴农业科学研究所, 江苏淮安 223001; 2. 淮安市设施蔬菜重点实验室, 江苏淮安 223001)

摘要 大白菜是我国种植面积最多的蔬菜之一,也是北方地区冬贮数量最大的蔬菜。近年来,我国学术界在大白菜贮藏相关理论研究、贮藏工艺等方面取得了一定的成果,总结并归纳了相关领域所取得的进展,并对该领域的研究方向进行了展望。

关键词 大白菜;贮藏;研究

中图分类号 S609+.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)34-0072-02

Research Progress of Storage of Chinese Cabbage

WANG Wei^{1,2}, ZHAO Jian-feng^{1,2}, SUN Yu-dong^{1,2} et al (1. Jiangsu Xuhuai Area Huaiyin Institute of Agricultural Science, Huai'an, Jiangsu 223001; 2. Key Laboratory of Facility Vegetable in Huai'an, Huai'an, Jiangsu 223001)

Abstract Chinese cabbage was vegetables which planting area was the largest in China, Chinese cabbage was the largest storing vegetable in northern China. The academic world have yielded positive results in theory and technics of storage in recent years. The research progress of related field was summarized, vegetables and put forward the prospecting of the developing trend of the storage.

Key words Chinese cabbage; Storage; Research

不同品种的大白菜,其耐贮性有所不同。目前研究普遍认为,晚熟品种相比早熟品种耐贮性较强,因为早熟品种呼吸强度大、活性强、休眠期也短,因而不耐贮藏。直筒型比圆球型的较耐藏,结球过紧实的不耐贮藏。耐贮性还与叶绿素的含量有关,叶色浓绿的品种比叶色浅的品种耐贮藏,外叶多的品种比外叶少的品种耐贮性强^[1-3]。另外,同一个品种,播种期和收获期的早晚,对其耐贮性也有影响,播种期过早的大白菜,其耐贮性较差,收获过早或过迟,也不利于大白菜的贮藏。因此,选择耐贮藏的大白菜品种是合理贮藏大白菜的前提条件。如华北、东北等地区种植的北京新3号、云南地区种植的鲁春白1号^[4]等,由于抗病、耐贮、耐运输,因此种植面积较大。赵鑫鑫等^[5]对3个地区、5个大白菜品种的贮藏试验结果进行比较分析,发现其中2个品种的贮藏损耗较低,品质及经济效益均较好,可作为冬贮型大白菜的主栽品种推广。张耀伟等^[6]通过对16个大白菜品种耐贮性研究表明,不同品种间耐贮性差异显著,其中颠F1-70、兴颠二号、北方99-1在短期贮藏和长期贮藏期间均表现为较好的耐贮性。对大白菜耐贮性与农艺性状的相关分析表明,耐贮性与短缩茎长/短缩茎宽、短缩茎长呈极显著正相关,与中肋凹度呈显著正相关,与短缩茎宽呈显著负相关。因此,可以利用短缩茎长/宽、短缩茎长作为大白菜耐贮性的鉴定指标。

1 环境因素与大白菜贮藏损耗间的相关性

1.1 温湿度 常规贮藏条件下,温湿度对大白菜的贮藏损失起着决定性作用。低温是贮藏大白菜的前提,低温可以抑制果蔬的呼吸作用,延缓后熟和保持果蔬品质。Zhang L P^[7]等利用低温处理小白菜,发现随着温度降低, V_c 和叶绿素的降解率随之下降,并伴随着呼吸频率和失重率降低,因此推断低温处理可有效抑制小白菜的生理活性,延长货架期。实践表明,大白菜适宜的贮藏温度是0~3℃,而温度越高,呼

吸作用越强,大白菜脱帮、烂叶、自然损耗就越多,温度低于0℃则易发生冷害。

但在同一低温条件下,湿度条件则起着决定性的影响。湿度越低,总损耗越大;湿度也不能太高,太高则大白菜叶柄基部易发生离层脱帮或腐烂。但如果不能获得低温条件而只能在较高的温度下贮藏时,则维持低湿条件反而可以降低总损耗。研究表明,最适宜大白菜贮藏的温湿度条件为温度0℃,湿度90%~95%^[8]。

1.2 气体条件 大白菜在贮藏过程中会产生一种植物激素——乙烯,这是降低大白菜商品菜率的重要原因。乙烯达到作用浓度时可导致白菜脱帮,并且致脱帮的作用会因温度提高而加剧。乙烯积累可加速外层叶片的衰老,提高生长点过氧化酶活性,促使再生长提前发生,进而导致脱帮损耗。因此,及时有效地降低贮藏环境中的乙烯积累就显得十分必要。

另外,贮藏中不断进行的呼吸作用会逐渐改变贮藏环境的气体条件,因此,有效调节贮藏的气体环境——气调贮藏,是果蔬保鲜的重要手段,也是目前国际上使用最普遍、效果最好、最先进的果蔬保鲜方法之一^[9]。有关气调贮藏理论的研究也在不断深入。有学者认为,采用低氧贮藏能够有效延缓大白菜等蔬菜的衰老进程,提高产品的耐贮性。另外,低氧还可抑制乙烯的生物合成,并推断认为植物体内的多胺物质可能与低氧贮藏能够延缓采后产品的衰老机制有密切关系^[10]。

CO₂对于保护果蔬品质也具有重要作用。一定浓度的CO₂能够抑制果蔬的呼吸作用,从而延长其保质期。有学者认为,连续维持贮藏环境4%~5%的CO₂浓度可以明显延迟白菜外叶的衰老,提高其贮藏商品菜率^[11]。另外,气调贮藏的效果受气体成分、温度和贮藏时间长短的综合影响。长期贮藏时,0℃条件下,2% O₂ + 1% CO₂的气体成分组合可以明显降低大白菜的贮藏损耗^[12]。赵越^[13]研究了不同气体比例气调包装对鲜切白菜的保鲜效果,并提出鲜切白菜气调包

作者简介 王玮(1981—),男,江苏淮安人,农艺师,硕士,从事蔬菜作物遗传育种研究。

收稿日期 2017-09-30

装的最优气体比例为 3% O₂ + 4% CO₂ + 93% N₂。华璐云等^[14]提出,优化的工艺参数为 1.44 mg/L 的臭氧水处理 5 min 同 5% O₂ + 20% CO₂ + 75% N₂ 的气调包装效果最好。

2 不同贮藏工艺对大白菜贮藏效果的影响

2.1 常规贮藏

传统上主要是根据各地气候条件的不同,从而采取相应的方法进行贮藏,主要有堆藏、埋藏、假植贮藏、窖藏等。其中堆藏是一种简易贮藏大白菜的方式,一般是作为预贮、少量贮藏和短期贮藏用。冬季最低气温不低于 -6 ℃ 的地区均可采用^[15]。如果最低气温在 -10 ~ -4 ℃ 的地方,可以采用埋藏法,也称沟藏。此法一般就地贮藏,省工省力。假植贮藏就是将白菜连根拔起,单株假植于沟内,沟的深度根据各地气温不同而异。窖藏主要应用于华北、东北和西北一带,根据各地气温的差异菜窖又分为地下式和半地下式。贮藏时,须先进行预贮,以除去菜体的田间热量,避免入窖后窖温急剧上升。在大白菜不受冻的前提下,入窖时间越晚越好,入窖太早会因窖温过高引起腐烂和脱帮。

2.2 冷库贮藏

近年来,冷库逐渐被广泛应用于蔬菜预冷保鲜。大白菜采用冷库贮藏,通过机械输送冷空气来调控库温,可以更有效地控制贮藏环境,但也提高了贮藏成本,适宜商品菜贮藏^[16]。范林林等^[17]研究了不同贮藏方式下大白菜叶绿素降解的变化,认为相比于传统窖藏,冷库贮藏能够有效延缓大白菜的水分损失,维持叶绿素含量,较好地抑制了参与叶绿素降解途径的相关酶活性,延缓了植物衰老进程,降低了贮藏损耗。

2.3 强制通风贮藏

为有效控制贮藏小气候环境,减少贮藏期间的乙烯积累,提高商品菜率,各地还开发出了强制通风贮藏技术^[18],特点是在原有菜窖的基础上增加了强制通风系统,此系统由风机、送风风道、匀风空间、码菜空间和出风口等组成。用强制通风调控大白菜贮藏适宜的温湿度环境,实现整个贮藏期不倒菜,节省用工,整个贮藏期的管理由全手工变成机械化。与传统方法相比,强制通风有效排除了大白菜自身产生的乙烯,使乙烯浓度控制在作用浓度之下;同时,还具有降温快、菜温稳定、湿度可控等优点。利用此技术贮藏 3 个月比传统贮藏损耗可减少 10% ~ 20%,并有效地提高了贮藏菜的品质。目前此法已在各地广泛推广应用。

2.4 气调贮藏

气调贮藏的原理是在机械冷藏的基础上,通过改变或调节贮藏环境中的气体成分浓度,主要包括 N₂、O₂、CO₂ 等气体的浓度,抑制果蔬呼吸的一种贮藏保鲜方法。近年来,我国气调库的设计和建造技术日趋成熟,如山东果树研究所研制的柔性气调库^[19],与国外同类产品相比具有造价低、运行成本低、管理方便等优点。王世清等^[20]对目前国内外气调库存在的常规普通充氮降氧速度缓慢、制氮机工作效率低下等问题,提出并建立了气调库内“先存后释”的有效快速降氧新模式。我国大白菜气调贮藏目前在实际生产上应用还不多,但有望成为今后贮藏保鲜的主流。

目前,作为自发式气调贮藏技术中最简便的一种贮藏方式,PE 保鲜袋包装贮藏已广泛应用于日常生活及各类商业活动中。王希卓等^[21]研究发现,保鲜袋包装的大白菜贮藏过

程中失重率、粗纤维低于无包装白菜, V_c 含量高于无包装白菜。对保鲜袋包装白菜的硝酸盐、亚硝酸盐含量的分析表明,低温 + 保鲜袋密闭包装有助于减少大白菜的硝酸盐、亚硝酸盐含量,有利于保证其营养品质。因此,家庭及一般贮藏推荐采用低温 + 保鲜袋密闭包装^[22-23]。但随着贮期延长,保鲜袋包装的白菜腐烂程度远高于无包装的白菜。因此,保鲜袋包装白菜的适宜贮藏期为 2 ~ 3 个月^[24]。

3 大白菜的生理生化特点对其贮藏效果的影响

大白菜在收获后仍然是活体,在贮藏过程中其体内仍进行着一系列的生理生化反应。在贮藏前期,新陈代谢和呼吸作用仍然较为旺盛,蛋白酶的活性较高,蛋白质和 V_c 含量下降较快,同时叶片衰老速度加快,粗纤维含量增长迅速;随着贮藏环境中温湿度调整到适宜标准后,大白菜的呼吸作用和新陈代谢活动逐渐维持在较低的水平,体内蛋白质和 V_c 降解速率降低,粗纤维含量增速减缓,对提高大白菜耐贮性、维持产品品质有重要意义。

由于蔬菜中产生的硝酸盐会生成为亚硝酸盐,亚硝酸盐在一定条件下可转化为亚硝胺,而亚硝胺具有强致癌性,因此,弄清楚硝酸盐和亚硝酸盐的积累变化规律具有十分重要的现实意义^[25-26]。一般情况下,在低温贮藏时,硝酸盐和亚硝酸盐的含量随着贮藏时间的延长均呈现先增加、后降低、再上升的趋势^[27],亚硝酸盐含量在贮藏前期有一个明显的“亚硝峰”^[28]。贮藏前 30 d 是亚硝酸盐含量积累的最旺盛期^[29],并且,不同品种的大白菜其硝酸盐、亚硝酸盐的积累变化规律不同,因此,这可能为不同品种大白菜确定合适的贮藏期提供一定的参考。另外, V_c 含量与亚硝酸盐含量的积累具有一定的负相关性,因此 V_c 可能有阻滞亚硝胺发生的作用。

4 发展趋势和展望

4.1 贮藏相关理论研究还须进一步深化

目前国内有关大白菜贮藏的理论研究主要还停留在生理生化等方面,研究的广度和深度都还不够。下一步要在现有的研究成果基础上,从遗传学角度加强对大白菜耐贮性遗传规律的分析,在分子水平上强化对代谢相关调控基因的研究,为选育耐贮型大白菜品种提供理论支撑。

4.2 加强对耐贮型专用化品种的选育工作

积极选育耐贮运的大白菜新品种。我国大白菜育种方向目前主要是选育高产、抗病、优质品种,目前尚无专用耐贮运品种选育相关报道。因此,要加强对耐贮运专用化品种的选育力度,集中选育一批高产、抗病、优质、耐贮运的大白菜专用型品种,满足市场尤其是北方地区对耐贮运大白菜优质品种的需求。

4.3 加快大白菜贮藏保鲜工艺技术和设施装备的转型升级

现有的贮藏保鲜技术主要是通过调控贮藏环境的温湿度来降低损耗,通过强制通风等措施减少乙烯积累,以控制大白菜的分解代谢。随着农产品贮藏保鲜理论、工艺技术的发展,要在现有的贮藏技术的基础上,进一步改进优化贮藏设施装备,研究开发贮藏新技术。比如开发全过程智能化贮

微胶囊化前和微胶囊化后有着较大的差别。虽然保存率都在下降,但是微胶囊化后下降幅度较缓,说明微胶囊壁材将花色苷包裹,减少了温度、光照外界条件对花色苷的影响,提高了花色苷的稳定性,从而延长了花色苷的保存时间,拓宽了花色苷的应用范围。

3 结论与讨论

采用单因素试验、正交试验获得的微胶囊造粒法制备黑果枸杞花色苷微胶囊的最佳条件为海藻酸钠添加量 2.0%, β -环糊精添加量 40.0%,明胶添加量 7.0%,氯化钙添加量 2.5%。此条件下制备的微胶囊包埋率较张元德^[17]采用复凝聚法制备的黑果枸杞花色苷微胶囊高,而且此方法制备的微胶囊颗粒大小较均匀,粒径范围可控。黑果枸杞花色苷微胶囊的制备,有效地缓解来自自然条件下温度以及光照因素对花色苷的影响,延长了黑果枸杞花色苷的保存时间,拓宽了黑果枸杞花色苷的利用领域,为其进一步开发提供了依据。

参考文献

- [1] 韩丽娟,叶英,索有瑞.黑果枸杞资源分布及其经济价值[J].中国野生植物资源,2014,33(6):55-57,63.
- [2] 矫晓丽,迟晓峰,董琦,等.柴达木野生黑果枸杞营养成分分析[J].氨基酸和生物资源,2011,33(3):60-62.
- [3] 韩爱芝,蒋卉,贾清华,等.响应面法优化黑果枸杞花色苷微胶囊制备工艺及其稳定性分析[J].食品科学,2016,37(10):82-87.

(上接第 73 页)

藏保鲜库,采取气调贮藏、减压贮藏、臭氧保鲜、辐照保鲜、脉冲强光处理等新工艺新技术,以逐步取代传统方法,引领大白菜贮藏保鲜技术的革命。

参考文献

- [1] 万文鹏,刘宜生.中国大白菜[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [2] 李玉松,朱立霞,陈卫星,等.大白菜贮藏的特性及基本原则[J].现代农业,2012(2):14.
- [3] 敖礼林.储藏中的大白菜脱帮原因和综合防控措施[J].科学种养,2015(1):59.
- [4] 徐家炳,张凤兰.我国大白菜品种市场需求的变化趋势[J].中国蔬菜,2005(5):36-37.
- [5] 赵鑫鑫,张云涛,李莹.5种耐贮藏型大白菜冬贮效果比较试验[J].蔬菜,2015(4):21-22.
- [6] 张耀伟,孙清芳,崔崇士.大白菜耐贮性鉴定及与农艺性状相关性研究[J].东北农业大学学报,2006,37(6):759-762.
- [7] ZHANG L P, XIE J, WANG T, et al. Study of physicochemical properties of Chinese small cabbage (*Brassica chinensis* L.) stored at four temperatures [J]. Advanced materials research, 2013, 690-693:1275-1281.
- [8] 纪文海,卢德馨,黄碧玉,等.不同温湿度条件与大白菜各种贮藏损耗形成的关系[J].园艺学报,1964,3(4):379-386.
- [9] THOMPSON A K. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables [M]. 2nd Edition. London: Printed and Bound in the UK by MPG Books Group, 2010:1-10.
- [10] 王健一,王春生.低 O_2 贮藏对大白菜、西葫芦及‘旭’苹果中多胺含量的影响[J].中国果菜,1991(1):31-33.
- [11] 王延.不同通风量对结球白菜通风贮藏效应的影响[J].食品科学,1993(10):50-52.
- [12] 冯双庆, LOUGHEED E C. 大白菜气调贮藏研究[J].北京农业大学学报,1990,16(4):399-404.

- [4] 张玲艳,王宏权.黑果枸杞花青素的提取及其抗氧化活性研究[J].食品工业,2014,35(12):88-91.
- [5] 田磊,蒋宝平,樊晓峰.黑果枸杞抗衰老作用研究[J].实用药物与临床,2015,18(10):1147-1150.
- [6] 段雅彬,姚星辰,陈湘宏,等.黑果枸杞对辐射损伤小鼠造血系统的保护作用[J].中药材,2015,38(6):1242-1246.
- [7] 赵晓辉,陶燕铎,邵贇,等.黑果枸杞红色素毒理学安全性评价[J].时珍国医国药,2011,22(2):373-375.
- [8] 孙建霞,张燕,胡小松,等.花色苷的结构稳定性与降解机制研究进展[J].中国农业科学,2009,42(3):996-1008.
- [9] 刘永,张林.枸杞色素微胶囊的制备[J].食品科技,2015,40(9):101-104.
- [10] YUAN C, JIN Z Y, XU X M, et al. Preparation and stability of the inclusion complex of astaxanthin with hydroxypropyl- β -cyclodextrin [J]. Food chemistry, 2008, 109(2):264-268.
- [11] 吴克刚,柴向华.食品微胶囊技术[M].北京:中国轻工业出版社,2006:1-28.
- [12] 邓靖,谭兴和,刘婷婷,等.肉桂精油- β -环糊精微胶囊的制备[J].中国粮油学报,2011,26(2):89-91,97.
- [13] 高凯,刘香军,刘霞,等.不同壁材丁香精油微胶囊保鲜剂性能研究[J].食品工业,2015,36(2):58-61.
- [14] 潘波,朱曙光,徐庆,等.维生素E微胶囊的制备及其干燥后释放性研究[J].干燥技术与设备,2014,12(4):16-21.
- [15] 吐尔逊,王选东,李婷.黑果枸杞色素的提取工艺研究[J].安徽农业科学,2007,35(4):1111-1112.
- [16] 闫亚美,冉林武,曹有龙,等.黑果枸杞花色苷含量测定方法研究[J].食品工业,2012,33(6):145-147.
- [17] 张元德.黑果枸杞色素微胶囊的制备[D].阿拉尔:塔里木大学,2010.

- [13] 赵越.鲜切油麦菜、白菜脉冲强光与气调包装联合保鲜研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2016:43-45.
- [14] 华璐云,雷桥,谢晶.臭氧协同气调包装对鲜切叶菜的保鲜作用研究[J].食品工业科技,2012,33(1):354-358.
- [15] 刘聆.大白菜的贮藏技术要点[J].农村经济与科技,2001,12(10):38.
- [16] 刘庆喜.贮藏大白菜的五种方法[J].蔬菜,2010(9):28-29.
- [17] 范林林,史君彦,吕佳煜,等.不同贮藏方式对大白菜叶绿素降解的影响[J].安徽农业科学,2016,44(20):86-89.
- [18] 高丽朴,王清,左进华.大白菜节能省工贮藏技术[J].中国蔬菜,2013(17):36-37.
- [19] 鲁墨深,王淑贞,张静,等.FACA系列柔性气调库[J].落叶果树,2001,33(4):33-35.
- [20] 王世清,张岩,姜文利,等.气调库的有效快速降氧新模式研究[J].农机化研究,2010,32(7):5-7.
- [21] 王希卓,孙洁,张凯,等.保鲜袋对白菜贮藏保鲜效果的影响[J].安徽农业科学,2016,44(27):72-74.
- [22] 宋莲军,赵秋艳,乔明武.不同贮藏方式对白菜中亚硝酸盐和 V_c 含量的影响[J].安徽农业科学,2007,35(36):12015,12047.
- [23] 马超,彭莉,王天文.气调包装蔬菜贮藏中硝酸盐与亚硝酸盐变化分析[J].北方园艺,2015(7):119-123.
- [24] 鲁奇林,王娜,冯叙桥,等.大白菜贮藏过程中硝酸盐和亚硝酸盐含量变化分析[J].食品科学,2014,35(18):151-155.
- [25] 曾瑶池,胡敏予.食物中N-亚硝基化合物与肿瘤关系的研究进展[J].中华肿瘤防治杂志,2008,15(2):151-155.
- [26] 朱效兵,水晶红.亚硝酸盐与人体健康[J].河套大学学报,2007,4(4):66-67.
- [27] 闫秋成,郭敏杰.蔬菜中亚硝酸盐与亚硝酸盐含量分析与评价[J].安徽农业科学,2012,40(7):3981,4035.
- [28] 鲍会梅.大白菜在贮存过程中亚硝酸盐含量的变化[J].食品研究与开发,2008,29(8):140-142.
- [29] 金同铭,何洪巨.贮藏大白菜亚硝酸盐亚硝酸盐的积累动向[J].北京农业科学,1993,11(2):20-22.