

生食萝卜冬季贮藏期间质构特性的变化

王成慧, 林 多, 杨延杰

(青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:以秋延后栽培的 3 个生食萝卜品种为试材, 采用质构仪(CT3-4500 型)研究其冷藏 3 个月内的质构特性变化。结果表明:萝卜‘潍县青’的肉质根质构参数变幅较小, 感官品质维持较好, 极耐贮藏;‘里外青’在贮藏后期, 硬度明显升高, 粘力和咀嚼性与硬度分别呈极显著、显著正相关($R=0.88^{**}$ 、 0.84^{*});‘绿到根’贮藏 28 d 后, 质构参数硬度、粘力、咀嚼性分别下降 6.88%、23.32%、21.98%, 硬度与弹性呈极显著正相关($R=0.91^{**}$), 萝卜肉质根软化, 营养成分耗竭, 不耐贮藏。

关键词:生食萝卜;贮藏;质构特性

中图分类号:S 631.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)10-0133-04

山东是生食水果萝卜的主要产区, 水果萝卜相对于普通萝卜, 肉质组织致密、味甘多汁、质脆爽口, 根形正, 色泽美观^[1-2], 不但营养丰富还兼具保健功效。随着人们生活水平的提高和保健意识的增强, 对生食水果萝卜的周年需求逐渐加大。萝卜属于典型的种子春化型作物, 冬春反季节栽培极易春化, 易抽薹, 产量品质剧降。秋季是萝卜栽培的主要季节, 品质好, 产量最高^[3]。为满足冬季和早春市场的供应, 目前贮藏仍是解决低成本冬季和早春萝卜上市的主要手段。但随着贮藏时间的延长, 萝卜肉质根容易发芽抽薹、水分散失、营养损耗等导致肉质根变软、糠心^[4-5], 影响其食用品质及商品性。因此, 研究生食萝卜在贮藏期间的质构变化十分必要。

质地多面分析(Texture profile analysis, TPA)检测仪器被广泛应用于果蔬质地的测定中, 如香蕉^[6]、甜樱桃^[7]、苹果^[8]、桃^[9]、荏梨^[10]、黄瓜^[11]、杨梅^[12]、莴笋^[13]、甘薯^[14]和冬瓜^[15]等。目前对萝卜肉质根质地特性的评价大多局限在人为的感官评定, 受主观因素影响误差较大, 不利于萝卜规模化、标准化贮藏条件的确定和萝卜贮藏的商品质量评价, 而国内外应用仪器检测萝卜质地的研究甚少, 关于贮藏期间萝卜品种间质地特性差异的研究更是鲜见报道。为探讨生食萝卜冬季贮藏期间质构的变化及品种间差异, 该试验以 3 个秋延后栽培的生食萝卜品种为试材, 应用 CT3-4500 型质构仪对贮藏 3

个月内的萝卜肉质根质地变化进行测定研究, 以期从质地特性角度研究生食萝卜贮藏期间的变化提供理论依据, 进而为生食萝卜适宜贮藏条件及耐贮指标确定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

生食萝卜品种为‘潍县青’、‘里外青’、‘绿到根’, 分别由天津市津科力丰种苗有限公司、济南益友科丰种苗有限公司、昌邑市隆达种业有限公司提供。

1.2 试验方法

于 2012 年 9 月 19 日播种于青岛农业大学蔬菜基地。每小区 24 株, 种子直播, 常规管理。11 月 24 日, 挑选大小一致的肉质根, 塑料袋封口袋藏, 置于 2℃冷库中进行贮藏。定期随机取肉质根测定相关指标, 完全随机设计, 3 次重复。

1.3 项目测定

萝卜质构参数采用 CT3-4500 型质构仪(Brookfield, 美国)进行测定。将肉质根中部的表皮去掉, 选取 TA 3/100 型号的探头, 试验采用质构 TPA 模式。质构仪参数如下, 预测试速度 2 mm/s, 测试速度 1 mm/s, 返回速度 1 mm/s, 2 次压缩时间间隔 5 s。探头测试距离为 10 mm, 触发点负载为 5 g。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 进行处理分析及制图。

2 结果与分析

2.1 不同萝卜品种贮藏期间硬度变化

由图 1 可知, 贮藏后 14 d, 萝卜硬度下降, ‘里外青’下降速度最快, 贮藏第 14 天的硬度比贮藏 0 d 的小 1.07 N, ‘绿到根’下降幅度最小, 为 0.38 N。贮藏 28 d

第一作者简介:王成慧(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜营养生理。E-mail:chwang1001@126.com.

责任作者:杨延杰(1972-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail:yangyanjie72@163.com.

基金项目:山东省现代农业产业技术体系资助项目(SDAIT-02-022-06);山东省农业重大应用技术创新资助项目(6210y5)。

收稿日期:2014-01-16

后,‘潍县青’的硬度变幅较小,在 11.03~11.25 N 之间;贮藏 42 d 后‘里外青’硬度一直上升,始终高于‘潍县青’和‘绿到根’;‘绿到根’的硬度持续下降,贮藏后 98 d 比贮藏后 28 d 下降了 0.71 N。这与感官评定的结果一致。

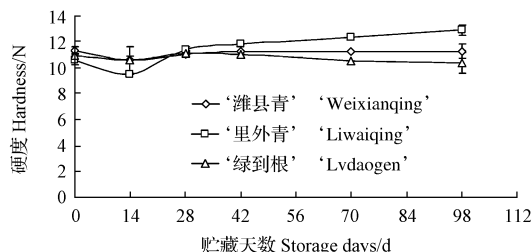


图 1 不同萝卜品种贮藏期间硬度的变化

Fig. 1 Changes of hardness of different varieties radish during storage

2.2 不同萝卜品种贮藏期间粘力变化

由图 2 可知,萝卜‘潍县青’和‘里外青’在贮藏期间粘力呈上升趋势,贮藏后 98 d 的粘力分别是贮藏 0 d 的 1.66 倍和 1.41 倍。贮藏 14 d 后‘潍县青’的粘力始终高于‘里外青’。‘绿到根’粘力在贮藏第 28 天达到最高(413.75 g),比‘里外青’高 66.75 g;随后迅速下降,到贮藏后 98 d 最低,为 335.50 g。

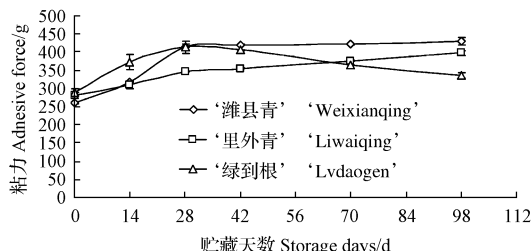


图 2 不同萝卜品种贮藏期间粘力变化

Fig. 2 Changes of adhesive force of different varieties radish during storage

2.3 不同萝卜品种贮藏期间粘性变化

由图 3 可知,粘性呈现先上升后下降的趋势,在贮藏第 28 天最高,萝卜‘潍县青’、‘里外青’、‘绿到根’分别

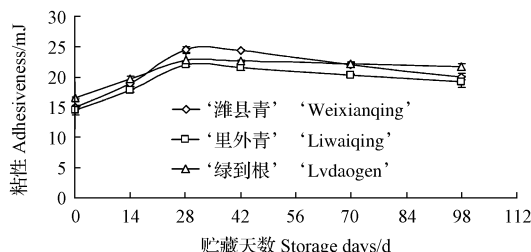


图 3 不同萝卜品种贮藏期间粘性变化

Fig. 3 Changes of adhesiveness of different varieties radish during storage

增加了 63.77%、51.05% 和 37.30%;贮藏 98 d 后,‘绿到根’粘性最高,‘潍县青’次之,‘里外青’最小。

2.4 贮藏期间不同萝卜品种弹性变化

由图 4 可知,不同萝卜品种弹性的变幅在 9.50~9.88 mm 之间,表明在 3 个月的贮藏时期内,肉质根受到压力后的恢复能力无明显变化。‘潍县青’弹性在贮藏第 42 天最高,其弹性为 9.88 mm,‘里外青’、‘绿到根’在贮藏第 28 天最高,其弹性为 9.68、9.86 mm。‘里外青’在贮藏 28 d 后弹性一直低于‘潍县青’和‘绿到根’。

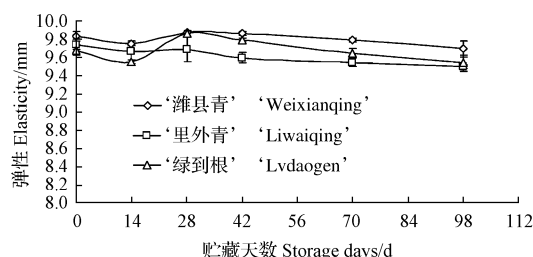


图 4 不同萝卜品种贮藏期间弹性变化

Fig. 4 Changes of elasticity of different varieties radish during storage

2.5 不同萝卜品种贮藏期间咀嚼性变化

萝卜‘潍县青’的咀嚼性在贮藏第 28 天比贮藏 0 d 升高了 10%,随后维持在较稳定水平,贮藏 28 d 后的咀嚼性明显高于‘里外青’和‘绿到根’;‘绿到根’咀嚼性在初期开始上升到贮藏第 14 天时达到高峰,随后开始下降;‘里外青’咀嚼性呈先下降后上升的趋势,贮藏第 98 天的咀嚼性最高,是最低的贮藏第 14 天的 1.3 倍。

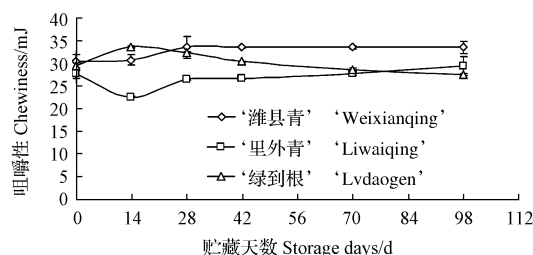


图 5 不同萝卜品种贮藏期间咀嚼性变化

Fig. 5 Changes of chewiness of different varieties radish during storage

2.6 质构参数之间的相关性分析

由表 1 可知,萝卜‘里外青’的粘力、咀嚼性与硬度之间存在极显著、显著正相关(R 值分别为 0.88**、0.84*),弹性与硬度、粘力之间呈显著、极显著负相关。‘潍县青’、‘绿到根’的粘性和粘力达显著正相关,‘潍县青’的咀嚼性和粘力呈极显著正相关(R 值为 0.98**),‘绿到根’的弹性和硬度之间呈极显著正相关。从而表明粘力、咀嚼性高而弹性差的‘里外青’其硬度大,粘性高的‘潍县青’和‘绿到根’其粘力也大。

表 1 不同萝卜品种各项质构参数
相关性(R)矩阵Table 1 Correlation(R) matrix of textural parameters of
different varieties radish

	不同品种 Different varieties	硬度 Hardness	粘力 Adhesive force	粘性 Adhesiveness	弹性 Elasticity	咀嚼性 Chewiness
硬度 Hardness	‘潍县青’	1.00				
	‘里外青’	1.00				
	‘绿到根’	1.00				
粘力 Adhesive force	‘潍县青’	0.22	1.00			
	‘里外青’	0.88**	1.00			
	‘绿到根’	0.31	1.00			
粘性 Adhesiveness	‘潍县青’	-0.01	0.85*	1.00		
	‘里外青’	0.51	0.7	1.00		
	‘绿到根’	-0.02	0.83*	1.00		
弹性 Elasticity	‘潍县青’	0.15	-0.06	0.38	1.00	
	‘里外青’	-0.80*	-0.93**	-0.48	1.00	
	‘绿到根’	0.91**	0.56	0.36	1.00	
咀嚼性 Chewiness	‘潍县青’	0.38	0.98**	0.84*	0.07	1.00
	‘里外青’	0.84*	0.5	0.05	-0.45	1.00
	‘绿到根’	0.39	0.54	0.01	0.29	1.00

注: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.Note: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

3 结论与讨论

萝卜肉质根贮藏初期,由于水分散失,萝卜肉质根中可溶性糖与还原糖含量升高^[16-17],粘力、粘性升高,硬度呈下降趋势;随着贮藏时间的延长,肉质根木质素、纤维素含量增加^[17-18],硬度变大,粘性、弹性下降,粘力因品种不同而呈现不同的变化。该试验结果表明,贮藏期间,萝卜‘里外青’硬度变化幅度最大,贮藏 98 d 时硬度比贮藏 0 d 时硬度升高了 22.0%,且与弹性之间达到显著负相关($R = -0.80^*$),粘力升高,木质化程度较深;‘潍县青’在贮藏期间硬度、弹性几乎不变,咀嚼性变化较小,粘力在贮藏 28 d 后趋于平稳,表明淀粉与糖含量损失较小;‘绿到根’在贮藏后期硬度、弹性、粘力、咀嚼性明显下降,可能是肉质根抗氧化物质的合成能力下降较快,抗氧化能力不断耗竭,加速了衰老与死亡^[19],导致变软、糠心。‘潍县青’在贮藏期间,质构参数变幅较小,内部成分和内部结构较稳定,是耐贮藏的品种;‘绿到根’贮藏 28 d 后,各质构参数明显下降,肉质根内水分、营养成分大量损耗,不宜作为生食萝卜贮藏品种。粘性与粘力的变化趋势不一致,这与杨绍兰等^[10]在茡荠质地测定中的结果不同,这与质地评价的种类差异有关。

潘秀娟等^[20]研究表明,应用 TAXT 2i 质构分析仪分析苹果果实的硬度、脆性、凝聚性和咀嚼性,“嘎啦”苹果比“富士”苹果更易出现绵软型特征;郑铁松等^[21]在草莓的质地分析中采用英国 CNS-FARNELL 公司质构仪,发现不同浓度的 1-MCP 对草莓的硬度、僵化度和断裂能量的影响较大,而对断裂力、回复能量和平均负荷的影

响不明显。可见,果实种类不同,不同种类质构仪对其质构特性测定结果也不同。张平等^[22]以 TAXTplus 型物性测试仪的穿刺模式来研究沙窝萝卜的质地特性,认为屈服力、屈服能、平均硬度、脆性及果皮黏着度可以客观评价沙窝萝卜复杂的质地变化;该试验运用 CT3-4500 质构仪的 TPA 模式对不同品种生食萝卜贮藏期间的质地变化进行分析,结果表明,不同萝卜品种的硬度、粘力、粘性、弹性及咀嚼性在贮藏期间的变化及其相关性不同。不同型号的质构仪对同一种类产品器官的质构参数测定结果差异也较大,因此不同果蔬质构特性的测定方法及评价指标的确定还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 姚星伟,李素文,王洲,等.我国水果萝卜品种类型及产业发展对策[J].中国蔬菜,2007(8):42-44.
- [2] 何启伟,苏德恕,赵德婉.山东蔬菜[M].上海:上海科学技术出版社,1997:37.
- [3] 汪隆植,何启伟.中国萝卜[M].北京:科学技术文献出版社,2005:1-6.
- [4] 孙慧,汪隆植.春秋季节栽培萝卜糠心机理的研究[J].园艺学报,1998,25(2):170-174.
- [5] 冯文婷.萝卜的冬季贮藏技术[J].四川农业科技,2007(1):58.
- [6] Salvador A, Sanz T, Fiszman S M. Changes in colour and texture and their relationship with eating quality during storage of two different dessert bananas[J]. Postharvest Biol Tec, 2007, 43(3): 319-325.
- [7] Muskovics G, Felfldi J, Kovcs E, et al. Changes in physical properties during fruit ripening of Hungarian sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars[J]. Postharvest Biol Tec, 2006, 40(1): 56-63.
- [8] Harker F R, Maindonald J, Murray S H, et al. Sensory interpretation of instrumental measurements: texture of apple fruit [J]. Postharvest Biol Tec, 2002, 24(3): 225-239.
- [9] Apostolopoulos C, Brennan J G. Identification of the main textural characteristics of canned peaches and the effects of processing variables [J]. Journal of Texture Studies, 1994, 25(4): 383-402.
- [10] 杨绍兰,杨玉群,张新富,等.1-甲基环丙烷和乙酰水杨酸处理对茡荠果实质构性能的影响[J].北方园艺,2012(5):1-4.
- [11] Kohyama K, Nagata A, Tamakib Y, et al. Comparison of human-bite and instrument puncture tests of cucumber texture [J]. Postharvest Biol Tec, 2009, 52(2): 243-246.
- [12] Yang Z F, Zheng Y H, Cao S F, et al. Effects of storage temperature on textural properties of Chinese bayberry fruit [J]. Journal of Texture Studies, 2007, 38: 166-177.
- [13] 董鹏,易俊洁,王蓉蓉,等.超高压处理白萝卜和茼蒿贮藏期间品质的变化[J].中国食品学报,2012(9):158-164.
- [14] Bolanle O, Johnson A, Lawerence A, et al. Texture profile analysis applied to pounded YAM [J]. Journal of Texture Studies, 2001, 38: 355-372.
- [15] 李志刚,袁慧蓉,石建春.鲜切冬瓜贮藏过程中质构品质变化分析[J].山西农业大学学报,2010,30(3):270-273.
- [16] 徐为民,郑安俭,严少华,等.萝卜采后生理与保鲜技术研究进展[J].江苏农业学报,2007(4):366-370.
- [17] 李寿田,周健民,朱世东,等.萝卜贮藏期间木质素、纤维素和可溶性糖含量变化及其与糠心的关系[J].安徽农业学报,2001(3):255-258.
- [18] 李寿田,龚义勤,周健民,等.萝卜贮藏期间木质素含量变化与糠心的关系[J].园艺学报,2001(6):562-564.

不同覆土材料对双孢蘑菇子实体生长的影响

赵志顺, 逢振茹

(抚顺市农业特产学校, 辽宁 抚顺 113123)

摘要:以双孢蘑菇为试材,研究了泥炭、棕壤土、泥浆不同配比覆土材料配方对双孢蘑菇出菇时间、双孢蘑菇产量、子实体大小以及质量的影响。结果表明:50%泥炭+50%棕壤土覆土双孢蘑菇的综合指标较好,优于其它处理,故将泥炭与棕壤土按一定比例混合,再选用适当的覆土方式,可使双孢蘑菇人工栽培实现高产优质。

关键词:双孢蘑菇;覆土材料;影响;产量

中图分类号:S 646 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)10-0136-02

覆土是双孢蘑菇栽培过程中的一个重要环节。双孢蘑菇菌丝长满培养料后,必须覆土才能诱导原基形成。不同土质因其孔隙度、持水率、盐浓度、pH 值、微生物群等存在差异,从而对双孢蘑菇原基形成和子实体生长发育产生不同程度影响,最终影响着双孢蘑菇产量、质量和整齐度^[1]。

农田土、河泥、泥炭等多种土质均可作为覆土材料。该试验研究了 3 种不同覆土材料不同结合对双孢蘑菇

出菇时间、产量和质量的影响,旨在对双孢蘑菇栽培工艺进步提供一些可以借鉴的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菌株 Ag2796,栽培种为自制麦粒菌种;泥炭取自当地区(抚顺地区);农田土为当地玉米地表面 20 cm 以下的棕壤土,棕壤土晒干、拍碎、过筛,泥粒直径≤1 cm;泥炭、棕壤土按照体积比配制,配方 A:100%泥炭;配方 B:50%泥炭+50%棕壤土;配方 C:100%棕壤土;配方 D:泥浆(棕壤土加水搅拌而成)。上述 4 种配方的覆土均用石灰调节酸碱度为 pH 7.2~7.5,并经过严格的常规消毒。

第一作者简介:赵志顺(1965-),男,本科,高级讲师,研究方向为食用菌资源调查和栽培及其病虫害防治。E-mail: zzsletter@126.com.

收稿日期:2014-01-15

[19] 陈守江,姜松. 果蔬贮藏过程中内源总抗氧化活性的变化[J]. 食品科学,2004(6):172-175.

[20] 潘秀娟,屠康. 质构仪质地多面分析(TPA)方法对苹果采后质地变化的检测[J]. 农业工程学报,2005(3):166-170.

[21] 郑铁松,李雪枝. 草莓 1-MCP 保鲜过程中质构性能的研究[J]. 食品科学,2006(11):41-44.

[22] 张平,李志文,王莉,等. 基于穿刺测试的沙窝萝卜质构特性分析[J]. 食品研究与开发,2012,33(10):196-199.

Changes of Texture Properties of Raw Radish During Storage in Winter

WANG Cheng-hui, LIN Duo, YANG Yan-jie

(Horticultural College, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Taking 3 different varieties raw radish as materials, the changes of texture properties during 3 months cold storage were studied by texture analyzer (CT3-4500). The results showed that the change ranges of texture parameters of radish 'Weixianqing' was small and sensory quality maintained in a good state, which was the most suitable for storage. Hardness of radish 'Liwaiqing' in anaphase storage increased, and there was significant positively correlated between adhesive force and chewiness ($R=0.88^{**}, 0.84^{*}$). The hardness, adhesive force and chewiness of radish 'Lvdaogen' reduced 6.88%, 23.32% and 21.98% after the 28 d storage time, respectively, while hardness showed significant positively correlated with elasticity, ($R=0.91^{**}$). Fleshy root of radish 'Lvdaogen' was soft and its nutrient was exhausted, which was not able for storage.

Key words: raw radish; storage; texture properties