

抽薹进程中萝卜肉质根主要质地指标变化的研究

张美霞, 杨延杰, 林 多

(青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:以“日本青翠”、“水果沙窝”、“青科咋咋脆”和“绿到根”4个萝卜品种为试材,采用质构仪,研究分析了萝卜在抽薹过程中,不同薹高下萝卜的质构品质变化的规律和趋势。结果表明:不同萝卜品种在薹高0~30 cm时硬度、粘性、胶着性以及咀嚼性等主要质地指标受抽薹的影响较小,与感官品尝结果较一致;“水果沙窝”和“日本青翠”萝卜的综合品质在抽薹前期受抽薹的影响较小,与未抽薹时相比变化不明显,口感保持较好,适合作为青萝卜越冬栽培品种供应早春市场。

关键词:萝卜;抽薹;肉质根;质构特性

中图分类号:S 631.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0006-05

萝卜(*Raphanus sativus* L.)属十字花科萝卜属1、2年生草本植物,以其丰富的营养品质、珍贵的药用和保健价值深受广大消费者的青睐。在萝卜栽培过程中,受环境因素(低温、长日照、缺水等)、茬口安排不当和萝卜品种自身的因素影响导致萝卜肉质根营养匮乏而停止膨大生长,提早了生殖生长的进程,进而导致萝卜早期抽薹和肉质根糠心现象的出现。在越冬和春茬生产过程中,抽薹对生食萝卜的品质,尤其营养品质、质地指标和风味品质有很大程度的影响。

质构分析法(Texture Profile Analysis, TPA)是近年来用于测定食品果蔬质构特性的一种新型仪器测试方法。利用该法测定的指标参数如粘力、硬度、硬度形变量、咀嚼性及胶着性等指标在一定程度上能够反映果蔬质构的变化。目前,已有报道称将质构分析仪用于测定梨^[1]、葡萄^[2]、苹果^[3]、番茄^[4]、桃^[5]、马铃薯^[6]、荸荠^[7]、稻米^[8]、面包^[9]、肉制品^[10]、奶酪^[11]等食品品质的评价。但关于萝卜抽薹过程中质地品质变化的研究相对较少,该试验结合 TPA 分析法,主要对抽薹过程中萝卜的肉质根质地变化规律进行了研究分析,旨在揭示抽薹对萝卜肉质根品质变化的影响,为筛选越冬萝卜品种、确定采收期和生长周期,以及萝卜周年供应等方面提供参考依据。

第一作者简介:张美霞(1986-),女,硕士,研究方向为蔬菜品质生理。E-mail:meixiahappy2012@163.com.

责任作者:林多(1973-),女,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为蔬菜品质育种与营养生理。E-mail:linduo73@163.com.

基金项目:山东省现代农业产业技术体系资助项目(6621140);山东省农业重大应用技术创新资助项目(66210y5)。

收稿日期:2013-09-06

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“日本青翠”、“水果沙窝”、“青科咋咋脆”和“绿到根”4个水果萝卜品种。

1.2 试验方法

2012年10月23日,将供试萝卜种子播种于青岛城阳区上马基地。根据表1试验设计,于2013年2月开始,分批按照不同的抽薹高等级(代表不同的抽薹程度)挑选肉质根大小均匀的4个品种萝卜各5个,待测。

表 1 萝卜的薹高等级

Table 1 The rank criteria of stem height for radish

分类等级	0级	1级	2级	3级	4级	5级
Classification rank	0 rank	1 rank	2 rank	3 rank	4 rank	5 rank
薹高范围	0	0~10	10~30	30~50	50~70	70~90
Range of stem height/cm						
抽薹程度	无	轻微	轻微	较严重	较严重	严重
Degree of bolting						

1.3 项目测定

将待测的各个等级的萝卜肉质根在根中腰部去掉表皮,对各个等级的萝卜进行口感品评试验并使用CT3-4500质构仪(Brookfield,美国)及TA3-100型号的柱形探头对萝卜样品的硬度、硬度形变量、粘力、粘性、弹性、胶着性和咀嚼性等质构指标分别进行穿刺测定,测定参数设置为:探头下行和返回速度1 mm/s;循环2次;探头测试距离为10.0 mm;触发点负载为5 g。

1.4 数据分析

采用Excel 2007、DPS 7.05软件对试验数据进行数据统计并作图分析。

2 结果与分析

2.1 抽薹对萝卜感官品质的影响

由表 2 可知,随着薹高的增加,不同萝卜品种的糠心度和木质化程度总体上逐渐加重;含水量总体上随着薹高的增加而减少;硬度和脆度在抽薹进程中口尝变化较小。其中,薹高 0~2 级的“水果沙窝”和“日本青翠”糠心程度、木质化程度均较轻,水分偏多且无空洞,口感较好,适合生食。

表 2 不同薹高等级对应的萝卜品种的感官品质试验结果

Table 2 The results of sensory evaluation on root quality in different stems height

品种	糠心度	硬度	脆度	口感	水分	空洞	木质化程度
“青科咔咔脆”-0	微糠	硬	微脆	甜	中等	无	轻微
“青科咔咔脆”-1	微糠	硬	脆	甜	多	有	轻微
“青科咔咔脆”-2	严重	微硬	微脆	甜、辣	多	无	严重
“青科咔咔脆”-3	微糠	硬	脆	甜	多	无	轻微
“青科咔咔脆”-4	微糠	硬	脆	淡	少	无	严重
“青科咔咔脆”-5	严重	硬	微脆	淡	少	无	严重
“水果沙窝”-0	无	硬	脆	甜	多	无	无
“水果沙窝”-1	无	硬	微脆	甜	多	无	无
“水果沙窝”-2	无	微硬	微脆	淡	多	无	无
“水果沙窝”-3	微糠	硬	微脆	微甜	中等	无	轻微
“水果沙窝”-4	微糠	微硬	微脆	淡	少	无	严重
“水果沙窝”-5	微糠	硬	微脆	淡	少	无	严重
“日本青翠”-0	无	微硬	脆	淡	多	无	无
“日本青翠”-1	微糠	硬	脆	甜	多	无	轻微
“日本青翠”-2	微糠	微硬	脆	甜	多	无	轻微
“日本青翠”-3	严重	微硬	微脆	淡	中等	有	轻微
“日本青翠”-4	严重	微硬	微脆	微甜	少	无	轻微
“日本青翠”-5	微糠	微硬	微脆	淡	少	无	严重
“绿到根”-0	微糠	微硬	脆	淡、微辣	中等	无	轻微
“绿到根”-1	微糠	微硬	脆	甜、辣	中等	无	轻微
“绿到根”-2	微糠	微硬	微脆	甜、辣	少	无	轻微
“绿到根”-3	微糠	微硬	微脆	淡、辣	少	无	轻微
“绿到根”-4	严重	硬	脆	淡、辣	少	无	严重
“绿到根”-5	严重	硬	脆	淡	少	有	严重

2.2 抽薹对萝卜质构品质的影响

2.2.1 抽薹对不同萝卜品种硬度的影响 硬度是指食用样品时牙齿间用来压迫样品至破裂前变形所需的最大力。由图 1 可知,不同萝卜品种在抽薹前其硬度大小基本相等,但进入抽薹期,硬度变化各有不同。“青科咔咔脆”在抽薹后的前期硬度是随着薹高的增加而减小,在薹高 2 级时出现拐点,其硬度逐渐增加,在薹高 4 级时硬度达到最大值为 12.46 N。“水果沙窝”和“日本青翠”二者的硬度在薹高 2 级时均达到较低峰,其硬度值分别为 9.32 N 和 11.70 N。其硬度变化趋势与“青科咔咔脆”总体一致,均有随着薹高的增加硬度总体呈先下降后增高,再下降的趋势。“绿到根”在薹高 2 级时硬度与未抽薹的相比差异不大,在薹高 5 级时其硬度达到了最大值,为 15.20 N。

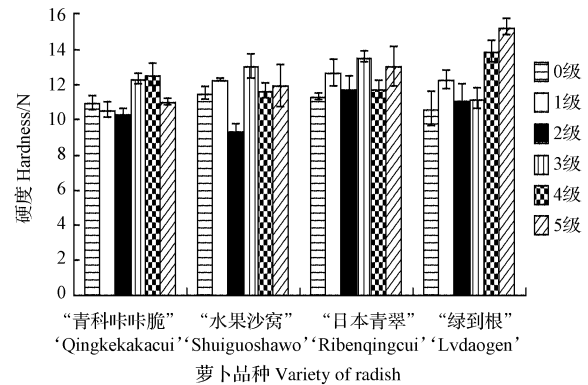


图 1 不同薹高对不同萝卜品种硬度的影响

Fig. 1 Effect of stem height on hardness in radish root

2.2.2 抽薹对不同萝卜品种硬度形变量的影响 硬度形变量是指用一定力咀嚼样品至破裂前变形所需的最大力。从图 2 可以看出,“青科咔咔脆”和“日本青翠”的硬度形变量整体上呈现增加趋势,且均在薹高 2 级时出现峰值后,分别在薹高 3 级和薹高 4 级时出现最低拐点,在薹高 5 级时分别达到最大硬度形变量值 8.22 mm 和 4.28 mm。“水果沙窝”硬度形变量差异变化较大,在薹高 2 级时达到最大值之后其硬度形变量减小且变化平缓。“绿到根”在薹高 0 级即未抽薹时硬度形变量最大,抽薹开始后迅速减小,随后维持在较稳定的水平。

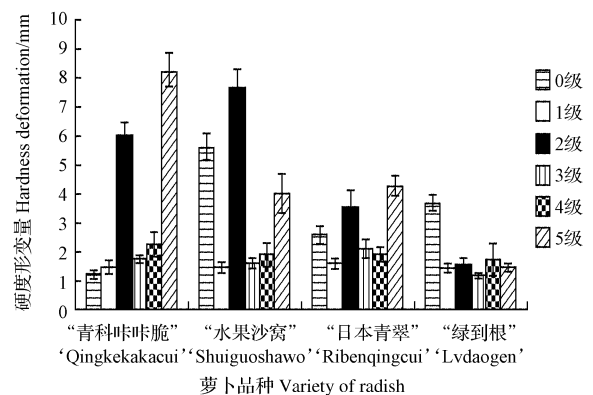


图 2 不同薹高对不同萝卜品种的硬度形变量的影响

Fig. 2 Effect of stem height on hardness deformation in radish root

2.2.3 抽薹对不同萝卜品种粘力的影响 粘力是指牙齿克服与样品接触的吸引力所需的力。由图 3 可知,在薹高 0 级即未抽薹时,采用 TPA 穿刺测定法对 4 个萝卜品种粘力值差异较小,其值分别为 315.3、302.5、304.6、308.5 g,说明在未抽薹时不同萝卜品种的粘力值基本一致;在萝卜抽薹之后,“青科咔咔脆”的粘力随着薹高而逐渐增加;“水果沙窝”的粘力变化不明显,趋势较平缓。在薹高 1 级时,“日本青翠”和“绿到根”的粘力分别增加了 16.5%和 17.9%;之后随着薹高的增加,二者的粘力变化趋势均为先减小后增加。

2.2.4 抽薹对不同萝卜品种粘性的影响 粘性代表着

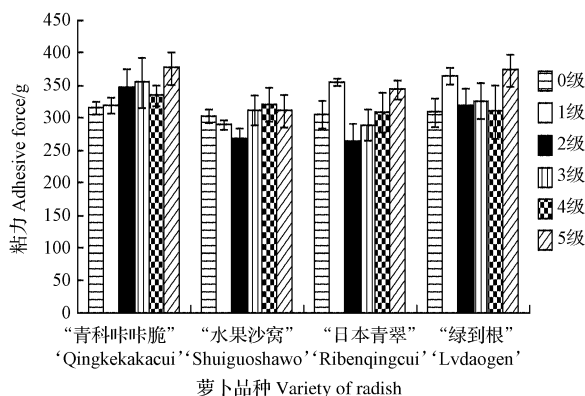


图3 不同茎高对不同萝卜品种粘力的影响

Fig. 3 Effect of stem height on adhesive force in radish root

牙齿克服与样品接触的吸引力所做的功。实际反映了生食萝卜时,萝卜在口里对舌头、上腭、牙齿等接触面粘着的性质。由图4可知,“青科咔咔脆”的粘性增加的趋势随着茎高的增加越来越平缓。在茎高2级时,“水果沙窝”和“日本青翠”二者的粘性值达到最低,分别为13.76 mJ和12.95 mJ。对于“日本青翠”和“绿到根”来说,粘性在茎高1级时达到了最大值之后随着茎高增加而有下降的趋势。但从茎高3级至茎高5级阶段,除“水果沙窝”外,其它3种萝卜品种的粘性持续增大了,这可能与肉质根含水量的多少有关。

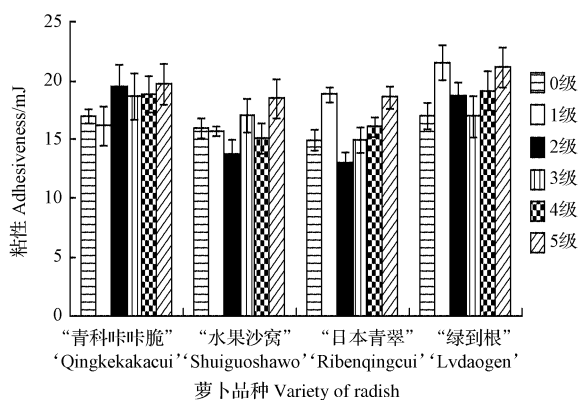


图4 不同茎高对不同萝卜品种粘性的影响

Fig. 4 Effect of stem height on adhesiveness in radish root

2.2.5 抽蔓对不同萝卜品种弹性的影响 弹性是指连续2次咬样品间样品恢复的高度。由图5可知,“青科咔咔脆”、“日本青翠”和“水果沙窝”的弹性变化趋势均为总体先上升后下降,在茎高3级时再有所上升。而在茎高5级时,前二者的弹性分别比未抽蔓(茎高0级)时增加了2.0%和3.3%,而“水果沙窝”的弹性却有所下降,下降了1.9%。与“青科咔咔脆”和“日本青翠”的弹性变化趋势不同,“绿到根”在茎高3级前期弹性变化处于稳定水平,从茎高4级开始弹性显著增加,在茎高5级时达到了最大值。茎高1级的“青科咔咔脆”、“水果沙窝”和“日本青翠”弹性均比未抽蔓时期所对用的弹性值大。从整

体来讲,“水果沙窝”在整个抽蔓过程中弹性平均值最大,达到了9.7 mm,说明“水果沙窝”经穿刺后更容易恢复原样,即咀嚼时更有嚼劲。

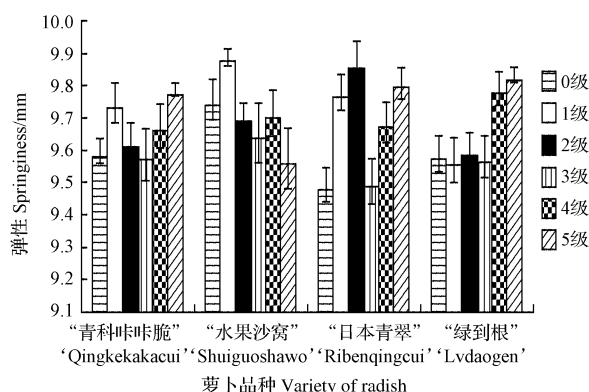


图5 不同茎高对不同萝卜品种弹性的影响

Fig. 5 Effect of stem height on springiness in radish root

2.2.6 抽蔓对不同萝卜品种胶着性的影响 胶着性表示咀嚼并吞咽一个没有弹性的样品所需的能量,此时萝卜的胶着性表示萝卜破裂成吞咽时的稳定状态所需的能量。由图6可知,“青科咔咔脆”的胶着性变化平缓。“水果沙窝”胶着性变化趋势与“青科咔咔脆”较一致,在各对应茎高下“水果沙窝”的胶着性均偏小。在抽蔓过程中,“日本青翠”和“绿到根”的胶着性随着茎高的增加有着先上升后下降再上升的趋势,二者有着相似的变化趋势。在茎高5级时,“日本青翠”和“绿到根”的胶着性增加较显著,比未抽蔓的胶着性高23.2%和63.7%。说明在抽蔓后期随着茎高的增加,水分含量逐渐减少,木质化导致的硬度也增加了,则咀嚼萝卜到吞咽状态时所需要的能量会增加。相对来说,在整个抽蔓过程中“水果沙窝”品种被咀嚼到吞咽状态时所需要的能量较少,比较容易被食用。

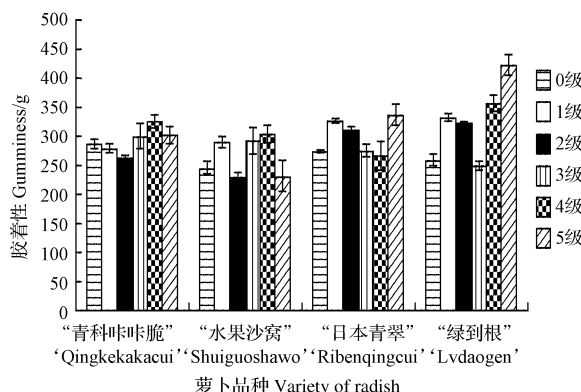


图6 不同茎高对不同萝卜品种的胶着性的影响

Fig. 6 Effects of stem height on gumminess in radish root

2.2.7 抽蔓对不同萝卜品种咀嚼性的影响 咀嚼性表示将样品放在口腔之中,每秒用相同的力咀嚼穿透样品一次直至样品达到吞咽状态时的咀嚼次数,也反映了试

验样品对咀嚼所产生的持续抵抗性。图7咀嚼性变化趋势与图6胶着性变化趋势相似,因此可以通过胶着性的变化来判断出咀嚼性的变化。由图7可知,在抽薹前期,“青科咔咔脆”和“水果沙窝”的咀嚼性在薹高2级时达到最低点,而“日本青翠”和“绿到根”在薹高3级前后咀嚼性出现了低拐点,其值与薹高0级的咀嚼性相似。由此可判断“青科咔咔脆”和“水果沙窝”分别在薹高0级和薹高2级时的咀嚼效果相当;“日本青翠”和“绿到根”在薹高3级的咀嚼性与未抽薹时的咀嚼效果一致。

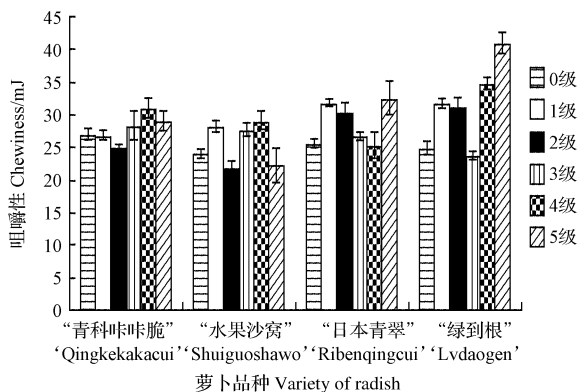


图7 不同薹高对不同萝卜品种的咀嚼性的影响

Fig. 7 Effects of stem height on chewiness in radish root

3 讨论与结论

越冬栽培的萝卜营养品质及商品性均优于冬藏萝卜,其原因在于贮藏期间的萝卜肉质根内营养成分严重损耗会直接导致萝卜品质尤其是食用口感的下降^[12-14]。而在冬季栽培的萝卜极容易发生肉质根未完全膨大就已抽薹的现象^[15]。如何确定越冬种植萝卜的商品性标准,需明确抽薹进程中的变化。该试验对深冬种植的萝卜受抽薹影响的质构品质变化研究得出,抽薹对不同质构指标变化的影响程度不同;且不同萝卜品种的同质构指标受抽薹的影响也不同。4个萝卜品种在未抽薹时的主要质构指标如硬度、胶着性和咀嚼性等的测量值大小基本一样,但进入抽薹时期后,各指标有着不同程度的变化且主要以薹高10~30 cm为转折点,在薹高30 cm以内的萝卜各品质指标没有受到抽薹太大的影响。尤其对于“水果沙窝”和“日本青翠”来说,硬度、胶着性和咀嚼性等指标在抽薹前期即薹高0~30 cm时受抽薹的影响较小,与未抽薹时相比变化不明显,且在口感方面与未抽薹相比几乎没有差异,能够供应青萝卜早春市场。采用TPA穿刺法和口感品评试验得出了较一致的结论,进而为菜农们确定抽薹对萝卜品质影响最小的优良品种和合适的收获时期提供指导意义。

采用TPA穿刺测定法对萝卜的质构性能进行检测有一定程度的可行性和可信度,其方法方便快捷,结果客观准确。将来需进一步应用质构仪对不同成长阶段

的萝卜肉质根质构进行完整的测量和精确的分析,并结合感官品评试验来建立一整套科学的、标准的、统一的萝卜质构评价标准。但并不是所有的果蔬的质构性能都适合采用质构测试仪测定,郑铁松等^[16]发现采用TPA测定法对草莓的质地指标进行分析发现,断裂力、回复能量和平均负荷这3个参数不能很好的反映不同处理的草莓保鲜效果。且在不同的果蔬质构特性参数间如硬度、粘力和粘性的相关性方面有着截然不同的分析结果^[1,17-18]。因此,质构仪在不同果蔬中的应用测定系统仍不够完善,需有待于研究出更加客观、准确的鉴定食用品质的系统和方法。

参考文献

- [1] 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茭梨果实质构性能的影响[J]. 北方园艺, 2012(5): 1-4.
- [2] 田海龙, 张平, 农绍庄, 等. 基于TPA测试法对1-MCP处理后葡萄果实质构性能的分析[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 104-107.
- [3] 姜松, 王海鸥. TPA质构分析及测试条件对苹果TPA质构分析的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(12): 68-71.
- [4] Lee S Y, Luna-Guzman I, Chang S, et al. Relating descriptive analysis and instrumental texture data of processed diced tomatoes[J]. Food Quality and Preference, 1999(10): 447-455.
- [5] Golias J, Bejcek L, Gratz P, et al. Mechanical resonance method for evaluation of peach fruit firmness[J]. Hort Science, 2003, 30(1): 1-6.
- [6] Zdunek A, Bednarczyk J. Effect of mannitol treatment on ultrasound emission during texture profile analysis of potato and apple tissue[J]. Journal of Texture Studies, 2006, 37(3): 339-359.
- [7] 王海, 屠康, 静玮, 等. 罐制过程中荸荠质构变化及其与淀粉特性的关系[J]. 农业工程学报, 2007, 23(4): 222-227.
- [8] 战旭梅. 稻米储藏过程中质构品质变化及其机理研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [9] Kadan R S, Robinson M G, Thibodeaux D P, et al. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread[J]. Journal of Food Science, 2001, 66(7): 940-944.
- [10] 陈磊, 王金勇, 李学伟. 仪器测定的猪肉质构性状与感官性状的回归分析[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 357-362.
- [11] Tudoreanu L, Dumitrescu L. Texture profile analysis of some romanian pasta filata cheese varieties[J]. Bulletin UASVM Agriculture, 2009, 66(2): 512-517.
- [12] 马德锐. 萝卜储藏期间生理变化的初步研究[J]. 园艺学报, 1965, 2(4): 226-228.
- [13] 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, 23(4): 366-370.
- [14] 张美霞, 林多. 越冬栽培与冬贮“潍县青”萝卜的品质比较[J]. 北方园艺, 2012(19): 30-31.
- [15] 祖艳侠, 梅斌, 郭军, 等. 春季露地耐抽薹萝卜品种比选[J]. 上海蔬菜, 2011(4): 21-22.
- [16] 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, 27(11): 41-44.
- [17] 吴丹丹, 陈瑜, 金邦荃. 储藏期猕猴桃质构变化的研究及人工咀嚼的建立[J]. 食品工业科技, 2010, 31(12): 146-149.
- [18] 宋肖琴, 张波, 徐昌杰, 等. 采后枇杷果实的质构变化研究[J]. 果树学报, 2010, 27(3): 379-384.

低温弱光下不同起源地辣椒叶绿素荧光参数的比较

吕晓菡, 柴伟国, 傅鸿妃

(杭州市农业科学研究院 蔬菜所, 浙江 杭州 310024)

摘 要:以 5 个不同起源地的辣椒种质为试材, 冬季在大棚内模拟低温弱光逆境, 研究了低温弱光下不同起源地辣椒叶片叶绿素荧光参数的差异。结果表明: 在相同的低温弱光逆境下, 不同辣椒种质的叶绿素荧光参数差异较大; 其中, 起源于土耳其的‘20805’PS II 最大光化学效率、通过 PS II 的电子传递速率 ETR 最大, 而起源于印度的‘印度魔鬼椒’相对最小; 由此可推测, 低温弱光下 5 个不同辣椒种质中‘20805’具有较高光能利用率和潜在生物产量的生物基础。

关键词:低温弱光; 辣椒; 叶绿素荧光参数

中图分类号:S 643.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0010-04

辣椒(*Capsicum annuum* L.)原产中南美洲热带地区, 是广为人们喜爱的喜温蔬菜, 亦是冬、春季设施栽培的主要作物, 但冬、春季温室的低温弱光抑制其生长发育, 致使产量和品质降低, 制约着设施辣椒冬、春季生产效益的提高和栽培面积的扩大。光合作用是受低温弱光影响较明显的生理过程之一^[1]。植物光能利用的量子效率是光合作用研究的基础, 而在植物对光能利用的过程中叶绿素起着关键的作用。叶绿素分子吸收光量子把叶绿素分子的电子从基态激发到激发态, 又通过光

化学反应、荧光发射和热能耗散等不同的去激途径回到基态^[2-3], 光量子的能量在此过程中被转移利用。由于荧光发射与光化学反应、热能耗散等过程间存在着对能量的相互竞争, 因此, 荧光产量的变化反映了光化学效率和热耗散的变化^[4-5]。国际上植物体内叶绿素荧光动力学的研究早已形成热点, 在光、温度等逆境生理研究中也得到广泛应用, 叶绿素荧光应用研究领域也在不断拓宽^[6-9]。该研究在低温弱光下, 通过检测不同起源地辣椒成株叶片的叶绿素荧光参数变化, 研究比较了各辣椒种质 PS II 光化学反应的量子效率及其变化规律, 进而筛选出对低温弱光适应性较强的辣椒种质材料, 为培育辣椒新品种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

5 种供试辣椒种质的起源地及气候型如下: 从国外

第一作者简介:吕晓菡(1982-), 女, 浙江新昌人, 硕士, 农艺师, 现主要从事辣椒育种和抗逆生理等研究工作。E-mail: huikelly@zju.edu.cn.

基金项目:浙江省重大科技专项资助项目(2011C02001); 杭州市科技发展计划种子种苗专项资助项目(20120332H02)。

收稿日期:2013-09-23

Study on the Texture Quality Changes of Radish Root During Bolting Process

ZHANG Mei-xia, YANG Yan-jie, LIN Duo

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

Abstract: Taking ‘Ribeningcui’, ‘Shuiguoshawo’, ‘Qingkekakacui’ and ‘Lvdaogen’ as materials, by using texture profile analysis (TPA), the regularity and tendency of radish textural changes during bolting process of 4 radish varieties at different stems height were studied. The results showed that, those two evaluations using texture profile analysis and sensory evaluation had a same result that the influence by bolting on the main texture quality indexes such as hardness, adhesiveness, gumminess, chewiness of different radish varieties was relatively smaller within 30 cm for stem height. Especially comprehensive quality of radish varieties ‘Shuiguoshawo’ and ‘Ribeningcui’ had no obvious changes and kept the original taste compared to that of them before bolting, which were suitable as green radish cultivar for planting in winter and were supplied to both needs of early spring market and resident life.

Key words: radish; bolting; root; texture property