

物性分析仪测定鸭梨质构条件的优化

徐金涛, 高丽娟, 李龙飞, 张海娥, 乐文全, 郝宝锋

(河北省农林科学院 昌黎果树研究所, 河北 昌黎 066600)

摘要:以鸭梨果实为试材,采用物性分析仪 TPA 模式在不同压缩速度和目标形变量下,测定鸭梨果实的质地参数,以优化 TPA 模式评价的测定条件。结果表明:在 TPA 测定过程中,目标形变量对硬度、内聚性、弹性、粘附性、胶着性、恢复性、断裂性和咀嚼性等 8 个 TPA 参数的影响极显著($P \leq 0.01$);而压缩速度对硬度和胶着性影响显著($P \leq 0.05$),对断裂性极显著($P \leq 0.01$),对其它 5 个 TPA 参数影响不显著。选用 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 的压缩速度和 20% 的目标形变量作为鸭梨果实 TPA 模式下的测定条件,能够客观地反映鸭梨果肉组织的质地特征。

关键词:TPA;鸭梨;质构参数;条件优化

中图分类号:S 661.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)18-0029-05

物性分析仪 TPA(texture profile analysis)模式主要通过模拟人口腔的咀嚼运动,利用力学测试方法来模拟食物的质地感官,对于评价参数的设定更为客观,可全面反映食品的硬度、粘附性、弹性、内聚性、咀嚼性等,减小通过人口腔的主观评价带来的差异,是近几年发展起来的一种新型测试方法^[1]。在国外,TPA 测试被广泛应用于食品及水果品质的评价^[2-5]。在国内,TPA 测试还处在起步阶段,主要应用在食品方面^[6],在水果上应用相对较少^[7-11]。

鸭梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd. 'Yali')为河北省古老地方品种,属蔷薇科梨属白梨系统的优良品种之一,因适应性强,丰产性好,肉质细,脆而多汁,风味酸甜适中,素有“天生甘露”之称,深受人们的喜欢。目前对鸭梨果实质构特性方面的研究,多通过人的口腔主观评价。该试验针对鸭梨果实进行 TPA 质构参数的研究,目的在于阐述 TPA 测试的质构特性参数具体含义,明确测试条件对鸭梨果实质构参数的影响,优化 TPA 质构评价的测试条件,为今后更全面和准确地应用物性分析仪研究白梨系统果实质地特征和品质变化提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试成熟期鸭梨,采自昌黎果树研究所中五区梨园。选择果实大小及成熟度一致,且没有病、虫、伤害的果实进行试验。

1.2 试验方法

试验于 2015 年 10 月在河北省农林科学院昌黎果树研究所中五区梨园进行。采用 CT3-4500 物性分析仪(Texture Profile Analysis, CID, USA),参考高海生等^[7]的测定方法并加以改进。选取果实胴部(图 1),使用物性分析仪 TPA 模式,使其切面垂直于探头,另外相对的一面削成平面至于夹具台上(放平即可)。采用型号为 TA-41 的探头(直径 6 mm),压缩速度设置 1.0、2.5、5.0 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 等 3 个水平,目标形变量设置 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35% 等 7 个水平,其它条件一致。每个果实测定 2 次,每次选取 5 个果实用于测定,共重复 10 次。选取硬度、内聚性、弹性、粘附性、胶着性、断裂性、恢复性和咀嚼性等 8 个参数作为质地评价参数。

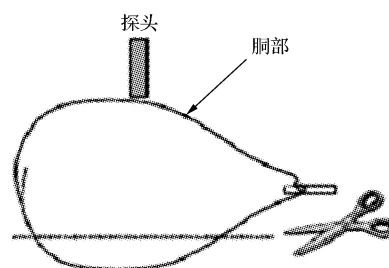


图 1 取样方式

Fig. 1 Sampling locations and orientation

第一作者简介:徐金涛(1984-),男,硕士,助理研究员,现主要从事果树栽培与栽培生理等研究工作。E-mail:swxujintao@aliyun.com.

责任作者:郝宝锋(1973-),男,本科,研究员,现主要从事果树植保与栽培技术等研究工作。E-mail:haobf1973@163.com.

基金项目:河北省农林科学院基本科研业务费资助项目(A2015020103);国家梨产业技术体系资助项目(CARS-29-23)。

收稿日期:2016-04-15

图2为TPA测试图谱。测试条件为测试速度 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 预测速度 $2.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 返回速度 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 触发点负荷 10 g 。以第1次压缩达到峰值的时间记为 t_1 , 第2次压缩从起始到峰值的时间记为 t_2 , 第1次压缩曲线的正面积(面积1+面积2)分别记为 S_1 、 S_2 , 第1次压缩曲线达到零点到第2次压缩曲线开始之间曲线的负面积3记为 S_3 , 第2次压缩曲线的正面积4记为 S_4 , 以双峰曲线第1个峰的最大值记为 P_1 , 试验过程中出现第1次明显断裂的力值记为 F_1 。硬度 = P_1 ; 粘附性 = S_3 ; 断裂性 = F_1 ; 弹性 = t_2/t_1 ; 内聚性 = $S_4/(S_1+S_2)$; 恢复性 = $S_2/(S_1+S_2)$; 胶着性 = $P_1 \times$

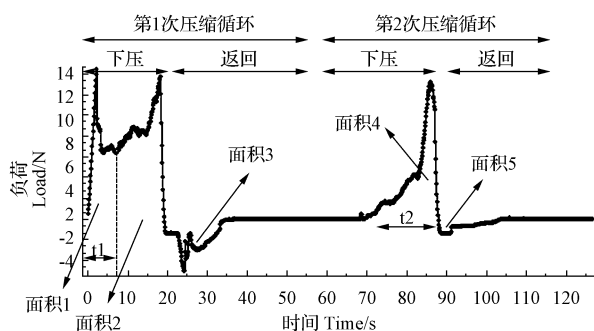
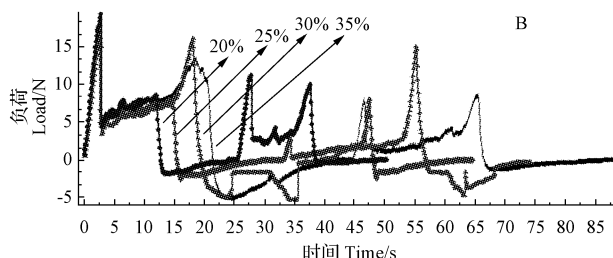
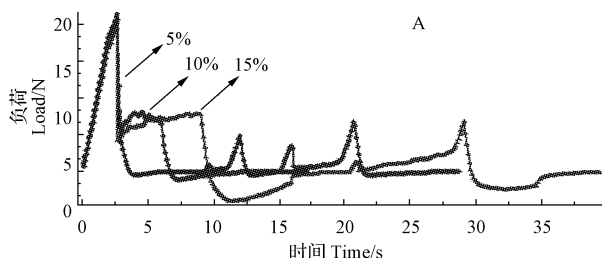


图2 鸭梨 TPA 测试结果

Fig. 2 Result of texture profile analysis for 'Yali'



注: A. 目标形变量 5%~15%; B. 目标形变量 20%~35%。

Note: A. Deformation at target 5%—15%; B. Deformation at target 20%—35%.

图3 不同压缩速度和目标形变量下的 TPA 曲线

Fig. 3 TPA curve at different deformation rates and deformation at target

2.2 鸭梨在不同测试条件下各参数的变化

2.2.1 硬度的变化 果肉在外力的作用下, 发生变形所需要的力被称为硬度。由图4-A可知, 目标形变量一致的情况下, 压缩速度越慢硬度越大, 压缩速度一致的情况下随着目标形变量的加大, 硬度值逐渐变小, 当目标

$S_4/(S_1+S_2)$; 咀嚼性 = $P_1 \times t_2/t_1 \times S_4/(S_1+S_2)$ 。以上参数由物性分析仪分析软件直接算出。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 20.0 软件对试验数据进行统计分析, 利用 Pearson 相关性进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同测试条件下鸭梨果实的 TPA 曲线图谱

图3为压缩速率 $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, 目标形变量从 5%~35%的 TPA 测试曲线。2.5 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 5 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 这2个速度下的 TPA 曲线与 1 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 速度下的 TPA 曲线对应出现峰值的时间上有差别, 线形相似(图未列出)。

由图3可以看出, 当目标形变量为 5%~15%时, 2次压缩的峰面积不同但是峰形基本一样, 都是单峰曲线, 说明试样处于弹性可恢复范围内; 当目标形变量在 20%~25%时, 第1次压缩的曲线峰形有1个明显的单峰右侧杂峰很多, 2次压缩的峰形不一致, 说明组织内部结构发生一定程度的破损; 当目标形变量达到 30%以上时, 第1次压缩有2个明显的单峰, 但是中间杂峰很多, 第2次压缩变为单峰曲线, 说明内部组织结构发生了不可恢复变形, 其组织的抵抗力下降, 说明内部组织结构受损严重。

表1

鸭梨果实质地多面分析(TPA)参数间的相关性分析

Table 1

Correlations analysis of textural parameters of 'Yali'

质构参数 Textural parameter	F值 F-value							
	硬度 Hardness	内聚性 Cohesiveness	弹性 Springiness	咀嚼性 Chewiness	胶着性 Gumminess	粘附性 Adhesiveness	断裂性 Fracturability	恢复性 Resilience
压缩速度 Compression speed	3.891 *	0.322	0.075	0.519	1.569 *	0.277	3.392 **	0.070
目标形变量 Deformation	3.787 **	59.937 **	176.793 **	33.518 **	12.800 **	29.266 **	4.737 **	209.159 **

注: * $P \leq 0.05$ 表示显著水平, ** $P \leq 0.01$ 表示极显著水平。

Note: * shows significant at 0.05 level, ** shows very significant at 0.01 level.

2.2.2 胶着性的变化 胶着性是指硬度和内聚性的乘积,用于表示半固态测试样品的黏性特性的指标。胶着性同硬度一样受二者影响显著。由图 4-B 可以看出,压缩速度越快,胶着性越大。同一压缩速度下,胶着性随着目标形变量的增加而增加,当目标形变量在 20%~25%时,胶着性比较稳定,甚至呈现降低趋势;当目标形变量达到 25%以上时,又呈上升趋势,这可能与鸭梨本身含糖量高有很大关系。从表 1 可以看出,压缩速度显著影响鸭梨的胶着性($P \leq 0.05$),而目标形变量极显著影响鸭梨的胶着性的变化($P \leq 0.01$)。

2.2.3 弹性的变化 弹性是指果实受压,再去掉压力时恢复原状的能力。由图 4-C 可以看出,弹性随着目标形变量的增大而逐渐增大,呈现直线上升的趋势。由图 4 可以看出,目标形变量达到 25%~30%时变化较平缓,

30%以后逐渐下降趋于一致,可能是由于内部组织结构逐渐被压紧实,恢复能力变弱所致。从表 1 可以看出,目标形变量对弹性值的影响很大,呈极显著相关($P \leq 0.01$),压缩速度对其影响不显著。

2.2.4 断裂性的变化 断裂性是指在一定形变量下,果实表面所能承受的断裂强度(试验过程中出现的第 1 次明显断裂的力值)。由图 4-D 可以看出,目标形变量在 20%时,断裂性趋于一致;目标形变量达到 20%以上时,呈现缓慢下降趋势,可能是由于组织结构逐渐被压紧实所导致。从表 1 可以看出,断裂性受二者影响均较大,呈极显著相关($P \leq 0.01$)。

2.2.5 内聚性的变化 内聚性能反映细胞间结合力的大小,它是评价咀嚼果肉时使果实保持完整的性质。内聚性受压缩速度影响较小,受目标形变量影响较大。由

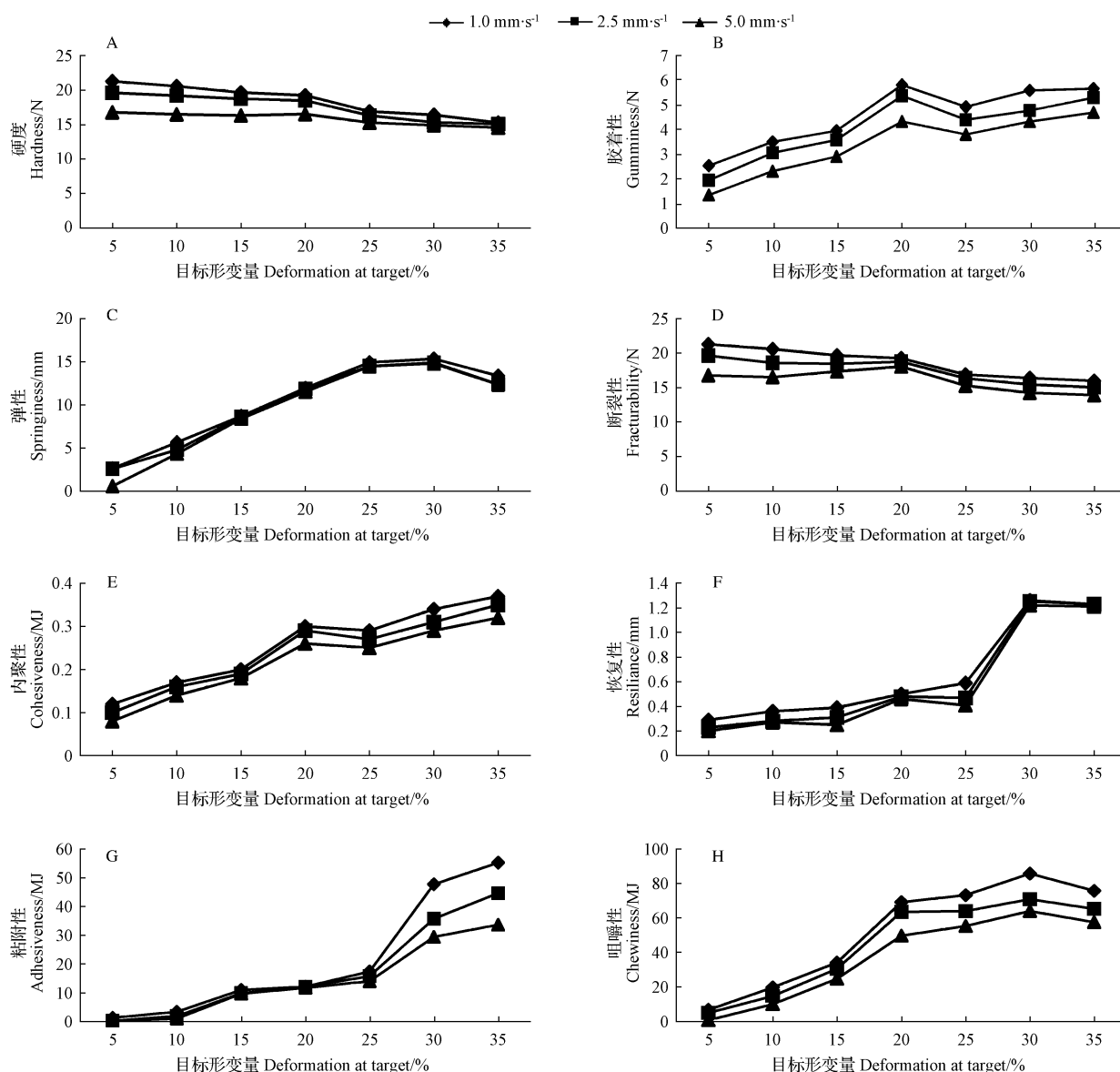


图 4 不同测试速度和目标形变量的 TPA 质构参数的变化

Fig. 4 TPA parameters of different test rates and deformation at target

图 4-E 可以看出,同一压缩速度下,内聚性表现为随着目标形变量的增加而逐渐增加的趋势,当目标形变量在 20%~25% 时变化不大,比较稳定,而 25% 以后处于上升趋势。从表 1 可以看出,内聚性与目标形变量呈极显著相关($P \leq 0.01$),而与压缩速度相关性不显著。

2.2.6 恢复性的变化 恢复性是指撤去压力后样品恢复的高度,即从目标力值或位移值下降至力为零的位移距离。由图 4-F 可以看出,当目标形变量在 5%~20% 时,恢复性差异不大,而在 20% 这一目标形变量下趋于一致;当目标形变量在 25% 以上时随着目标形变量的增加,逐渐增大;当达到 30% 时趋于最高点,后逐渐下降,可能是由于内部组织结构逐渐被压紧实所致,恢复能力在丧失所致。从表 1 可以看出,恢复性受目标形变量的影响较大($P \leq 0.01$),与压缩速度相关性不显著。

2.2.7 粘附性的变化 粘附性是评价咀嚼果肉时口腔克服果肉表面吸引力所需的能量。由图 4-F 可以看出,粘附性随着目标形变量的增加而增加,但是在 15%~25% 时,增加的比较缓慢,说明咀嚼果肉时口腔克服果肉表面吸引力所需的能量在此时比较恒定;当目标形变量达到 25% 以上时都呈现逐步上升趋势,有可能是由于目标形变量过大,使其果肉内部水分被挤压出一部分后,汁液粘稠所致。从表 1 可以看出,粘附性受压缩速度影响较小,受目标形变量影响极显著($P \leq 0.01$)。

2.2.8 咀嚼性的变化 咀嚼性是评价果实对咀嚼的持续抵抗能力。由图 4-H 可以看出,当目标形变量在 5%~20% 时,咀嚼性逐渐增大;目标形变量在 20%~25% 时,咀嚼性比较稳定,变化不大;目标形变量在 30% 时,上升到最大值之后逐渐下降。从表 1 可以看出,咀嚼性受目标形变量影响极显著($P \leq 0.01$),受压缩速度影响较小。

3 讨论与结论

该试验研究结果表明,不同压缩速度对鸭梨在硬度、胶着性和断裂性方面影响显著,但是 3 个压缩速度在这 8 个参数上表现出类似的变化趋势,为了避免冲击载荷,采用 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 的压缩速度作为进行 TPA 试验的速度。而目标形变量对这 8 个 TPA 参数有较显著的影响,其中目标形变量为 5%~20% 时,果肉组织结构相对较完整,未受到较大的破坏,果实硬度较高,果实胶着性、内聚性、恢复性、弹性、胶着性、咀嚼性和粘附性由于

目标形变量没有达到一定程度,影响比较小;目标形变量为 20%~25% 时,果实果肉组织表现出受到一定程度的压迫,组织结构逐渐受到破坏;当目标形变量达到 30% 以上时,果肉组织结构由于受到较大的形变量破坏,组织结构受到极大的破坏而衰减,综合以上因素,选择临界值 20% 的目标形变量作为鸭梨 TPA 模式测试的参考数值,因为此时果肉组织结构相对较完整,未受到较大的破坏,果实硬度较高,果实弹性、咀嚼性和凝聚性由于结构破坏而造成数值上的衰减程度相对较轻。综上,每一个测试条件的改变都会对测定结果产生一定影响,综合整体因素的变化情况,采用 $1.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 的压缩速度和 20% 的目标形变量作为物性分析仪 TPA 模式下测定鸭梨较好的测定条件。

该试验选用了北方地区常栽品种鸭梨作为研究对象,在以后的研究中还需要对不同类别不同品种的梨进行广泛而深入的研究,同时注意与感官评价相结合,从而使梨果实特性测定准确性得到进一步的提高。

参考文献

- [1] 袁成龙,董晓颖,李培环,等. TPA 质构分析硬肉桃果实采后质地变化[J]. 食品科学,2013(20):273-276.
- [2] LUCEY J A, JOHNSON M E, HORNE D S. Perspectives on the basis of rheology and texture properties of cheese[J]. Journal of Dairy Science, 2003,86(9):2725-2743.
- [3] SULLIVAN P, O'FLAHERTY J, BRUNTON N, et al. Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour[J]. European Food Research and Technology, 2010,231:441-453.
- [4] GOLIAS J, BEJCEK L, GRATZ P, et al. Mechanical resonance method for evaluation of peach fruit firmness[J]. Hortscience, 2003,30(1):1-6.
- [5] 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.
- [6] 梁辉,戴志远. 物性分析仪在食品质构测定方面的应用[J]. 食品研究与开发, 2006,27(4):119-121,118.
- [7] 高海生,贾艳茹,魏建梅,等. 用物性分析仪检测鸭梨和京白梨果实采后质地的变化[J]. 园艺学报, 2012,39(7):1359-1364.
- [8] 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, 2005,21(3):166-170.
- [9] 任朝晖,张昆明,李志文,等. 质地多面分析(TPA)法评价葡萄贮藏期间果肉质地参数的研究[J]. 食品工业科技, 2011,32(7):375-378.
- [10] 蔡冲,龚明金,李鲜,等. 枇杷果实采后质地的变化与调控[J]. 园艺学报, 2006,33(4):731-736.
- [11] 励建荣. 杨梅保鲜及深加工关键技术研究[D]. 杭州:浙江大学, 2001:25-33.

Optimization of Texture Determination of 'Yali' With Texture Analyzer

XU Jintao, GAO Lijuan, LI Longfei, ZHANG Hai'e, LE Wenquan, HAO Baofeng

(Changli Fruit Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Changli, Hebei 066600)

烟台地方黄瓜资源产量和品质性状的配合力及遗传力

曹守军, 李 涛, 张丽莉, 王虹云, 姜法祥, 姚建刚

(山东省烟台市农业科学研究院, 山东 烟台 265500)

摘 要:以 10 个优良烟台地方黄瓜种质资源为试材,对其产量和品质性状的配合力及遗传力进行了分析。结果表明:平均单瓜质量的广义遗传力和狭义遗传力均较高,在杂交后代早期世代选择即可有明显效果,而总产量、维生素 C 含量的广义遗传力和狭义遗传力均较低,受环境影响大。Lk1003 和 Hy913 除了个别性状的一般配合力效应值为负值外,其它性状的一般配合力效应值均为正值,在总产量、维生素 C、可溶性蛋白质、可溶性固形物含量上的特殊配合力效应值较高的组合中也都有种质资源 Lk1003 和 Hy913 的出现,在选育高产、优质的黄瓜新品种时可以利用种质资源 Lk1003 和 Hy913 作为亲本来进行杂交组合的配制。

关键词:烟台黄瓜;种质资源;配合力;遗传力

中图分类号:S 642.203.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)18-0033-03

黄瓜是我国最主要的蔬菜作物之一。近年来,随着生活水平的不断提高,人们对品质的要求也越来越高,一些风味、品质俱佳的地方特色黄瓜品种也得到越来越多人的喜欢。以白黄瓜为代表的烟台地方黄瓜属于华南型黄瓜,因其具有品质优良、营养丰富、口感鲜脆等特点,市场地位不断提高。杂交是当前培育黄瓜良种的主要手段^[1],决定能否选育出优良品种的关键在于亲本的

选择。配合力是黄瓜杂交育种选择亲本极为重要依据,根据亲本综合性状配合力的表现,组配优良组合,以提高育种效率,减少育种工作的盲目性^[2]。该试验以经多年纯化后的多代烟台地方黄瓜种质资源为试材,分析其产量和品质性状的配合力和遗传力,以期进行高产优质华南型黄瓜选育的亲本选择与选配提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用经多年自交纯化综合性状表现较好的 10 份烟台地方黄瓜种质资源为试验材料,其中母本为:Lz1013、Ly1008、Hy910、Hy913、Yt925,父本为:Hy903、Qx1018、Ly1007、Yt921、Lk1003。

1.2 试验方法

按不完全双列杂交法于 2013 年配制 25 个组合,2014 年定植,试验采用随机区组设计,每小区 18 株,3 次

第一作者简介:曹守军(1982-),男,硕士,农艺师,现主要从事蔬菜遗传育种及栽培技术等研究工作。E-mail:xiangyang820@163.com.

责任作者:李涛(1980-),男,博士,高级农艺师,研究方向为蔬菜育种与栽培。E-mail:ytnkyscs@163.com.

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-25-G-25);烟台市科技计划资助项目(2015NC034)。

收稿日期:2016-04-19

Abstract: To optimize the test parameters for texture profile analysis(TPA),the traditional varieties of 'Yali' were taken as the material to determine the related-texture parameters which changed at different compression speeds and deformations at target by using texture analyzer. The results showed that deformations had an extremely significant influence on eight TPA texture parameters such as hardness, cohesiveness, springiness, adhesiveness, gumminess, fracturability, resilience and chewiness ($P \leq 0.01$), while compression speed had significant influence on hardness and gumminess ($P \leq 0.05$), extremely significant influence on fracturability ($P \leq 0.01$), but had no influence on the other five TPA texture parameters. In conclusion, $1.0 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ compression speed and 20% compression degree were chosen as experimental conditions for TPA test, it could avoid the impact load of high speed on the tissue and objectively reflect objectively reflect the textural characters of 'Yali' flesh structure.

Keywords: TPA; 'Yali'; texture parameter; optimization of texture determination