

人工接种与自然发酵泡豇豆的质地研究

刘 洪¹, 车振明^{1*}, 陈 坤², 朱胜华¹

(1. 西华大学生物工程学院, 四川成都 610039;

2. 西华大学机械能与自动化学院, 四川成都 610039)

摘 要: 比较人工接种和自然发酵泡豇豆质地, 采用TA-XT2i质构分析仪对泡豇豆的质地进行测定, 优选出测试泡豇豆质地的参数。应用最优参数对人工接种与自然发酵泡豇豆的硬度、弹性、粘聚性、胶着性、咀嚼度、回复性等质地进行测定, 并结合感官评定根据测出的数据和相关曲线进行纵向、横向的对比分析。实验结果表明, 泡豇豆质地测定较优参数: 测试速率为2.0mm/s、力的大小为5.0g和压缩量为30%。泡豇豆各个质地指标呈显著相关, 感官评价与质地数据变化趋势基本一致, 人工接种比自然发酵泡豇豆的质地变化快, 成熟周期缩短, 保持了与自然接种泡豇豆一致的风味, 该研究为泡菜质地的变化提供一定的科学数据。

关键词: 豇豆, 质地, 参数, 评价, 分析

Research of texture of artificial inoculation and natural fermentation of pickled cowpea

LIU Hong¹, CHE Zhen-Ming^{1*}, CHEN Kun², ZHU Sheng-hua¹

(1. School of Bioengineering, XiHua University, Chengdu 610039, China;

2. School of Mechanical Engineering & Automation, XiHua University, Chengdu 610039, China)

Abstract: The texture of pickled cowpea between artificial inoculation and natural fermentation was compared and measured by using TA-XT2i Texture Analyzer, and optimized the test-parameters of the quality of a material of pickled cowpea. Then measured texture of the artificial inoculation and the natural fermentation of pickled cowpea from hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, resilience etc. According to the measured data and related regression model for longitudinal and transverse comparative analysis, combined with comprehensive analysis of sensory evaluation of pickled cowpea. The results showed that the more optimized test-parameters of pickled cowpea were: at a rate of 2.0mm/s, the force was 5.0g and compression value was 30%. The textures of pickled cowpea had significant correlation, basically sensual evaluation and texture data had same trend. The artificial inoculation changed faster and shorter than natural fermentation pickled cowpea at fermentation period, meanwhile maintained the consistent flavor with the natural pickled cowpea, this study provided some scientific data for the changes textures of kimchi.

Key words: pickled cowpea; texture; parameter; evaluate; analysis

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)14-0111-05

泡菜是一种历史悠久且风味独特的乳酸发酵蔬菜制品^[1]。泡菜不仅美味爽口, 而且营养丰富, 具有解腻开胃、促消化、增食欲的功效^[2]。泡豇豆作为典型的泡菜品种, 更是受到广大消费者由衷的热爱。豇豆含有优质蛋白质、脂肪、钙、铁、多种维生素、碳水化合物、烟酸、磷脂等营养成分^[3-5]。而且风味独特、具有促消化、增食欲等功效的泡豇豆(Pickled cowpea)更是国人餐桌上的美味佳肴。随着我国人民生活水平不断提高, 消费者对豇豆泡制后其营养成分的变化, 特别是质地的变化越来越关注。质构仪是目前广泛使用的食品质构分析仪器, 在食品质构的测定方面有诸多报道^[6-9]。质地特性是反映泡豇豆品质好坏的主要指

标之一, 对泡豇豆的口感有着至关重要的作用。感官评价是研究泡豇豆质地变化的常用方法, 但是往往由于评价方法选择不当、感官概念和文字定义的冲突、评测程序不统一以及品评者自身易受各方面因素影响等原因, 导致评价结果失真^[10]。目前对泡豇豆的质地研究还处在初步阶段。本文采用TA-XT2i质构分析仪对泡豇豆的质地进行测定, 优选出了质构仪质地多面分析测试参数, 分析了质地特性的相关性, 对人工接种和自然发酵泡豇豆的质地特性变化进行了感官分析、数据分析, 简单地说明了感官与质构的关系。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

泡豇豆半成品 实验室泡制的一个成熟周期内的豇豆; 泡豇豆成品 购自当地超市; 泡菜辅料 花椒、大蒜、姜、尖椒、冰糖和高粱酒, 均购自市场; 乳酸

收稿日期: 2011-11-16 * 通讯联系人

作者简介: 刘洪(1984-), 男, 硕士, 研究方向: 食品营养与安全。

菌I号 四川高福记生物科技有限公司。

TA-XT2i质构分析仪 英国Stable Micro System 有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 泡豇豆工艺^[11]

1.2.1.1 自然发酵的泡豇豆工艺 制作卤水→原料选择→预处理→装坛→注盐水→密封→成品

1.2.1.2 人工接种泡豇豆工艺 制作卤水→原料选择→预处理→装坛→注盐水→密封→成品

↑
加菌粉

1.2.2 感官评价标准 本实验的感官评价方法选取色泽及形态、香气、滋味、脆度四项指标综合得到最后的总体得分。实验选取6位课题组人员组成感官评价小组,评价结果取平均值为最终评价结果。感官评分计算:由评分小组决定四个指标在综合评分中的重要性关系为:脆度>滋味>色泽及形态=香气,并确定色泽及形态、香气、滋味、脆度在总体感官评分中的权重分别为50%、20%、15%、15%,得到最终总体得分的计算公式:总体得分=色泽及形态×15%+香气×15%+滋味×20%+脆度×50%。

1.3 质构仪参数优选

TPA测试是近年来发展起来的一种新型测试方法,主要通过对试样进行两次压缩的机械过程来模拟人口腔的咀嚼运动,利用力学测试方法来模拟食品质地的感官评价。为了减小测试过程中参数设置可能导致的误差,设计了参数优选实验,从压缩量(Strain)、压缩时力的大小(Force)和测试速率(Test speed)三个方面进行优选。样本规格为:粗细、长短大致相同的购自当地市场的成品泡豇豆^[14-19]。泡豇豆TPA测试典型分析图见图1。

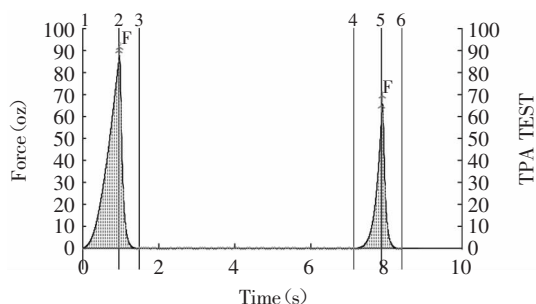


图1 泡豇豆TPA测试典型分析图

Fig.1 TPA test typical analytical curve of bubble cowpea

1.3.1 压缩量对各个质地特性测定的影响 用TA-XT2i质构分析仪对泡豇豆的质地进行测定,测试条件是:测前速率为2.0mm/s,测试速率为2.0mm/s,测后速率为5.0mm/s,力的大小为5.0g,压缩量分别设为10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%八个水平,采

用直径5.0mm的平底柱形探头P/5,每项测试重复5次。

1.3.2 测试时力的大小对各个质地特性测定的影响 用TA-XT2i质构分析仪对泡豇豆的质地进行测定,测试条件是:测前速率为2.0mm/s,测试速率为2.0mm/s,测后速率为5.0mm/s,压缩量为30%,力的大小分别设为3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0g六个水平,采用直径5.0mm的平底柱形探头P/5,每项测试重复5次。

1.3.3 测试速率对各个质地特性测定的影响 用TA-XT2i质构分析仪对泡豇豆的质地进行测定,测试条件是:测前速率为2.0mm/s,测试速率为2.0mm/s,力的大小为5.0g,压缩量为30%,测后速率分别设为1.0、2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0mm/s八个水平,采用直径5mm的平底柱形探头P/5,每项测试重复5次。

对压缩量、力的大小、测试速率所得的数据用Origin Pro 8.5进行作图分析。

1.4 TPA测试方法

用优选出来的TPA参数对自然发酵和人工接种泡豇豆进行测定。

2 结果与分析

2.1 TPA参数优选结果

2.1.1 压缩量对各个质地特性测定的影响 从图2可以分析出,随着压缩量的增加,泡豇豆的硬度、胶着性和咀嚼度三种品质呈明显的上升趋势,且在压缩量小于30%时,硬度、胶着性和咀嚼度三种品质变化较平缓,当压缩量大于30%时,硬度、胶着性和咀嚼度三种品质的质地特性发生突变呈上升趋势;泡豇豆的弹性、粘聚性和回复性三种品质呈下降的趋势,但是变化不显著。通过综合分析泡豇豆的六种品质随压缩量的增加而发生的变化可知,在压缩量为30%的时候曲线比较稳定,而压缩量小于30%的时候,由于探头未能与样品很好的接触,个体差异太大,压缩量大于30%的时候,由于组织破碎过度导致组织堆积而造成曲线波动较大,造成较大的误差。所以,根据以上分析及实际情况,选择压缩量为30%。

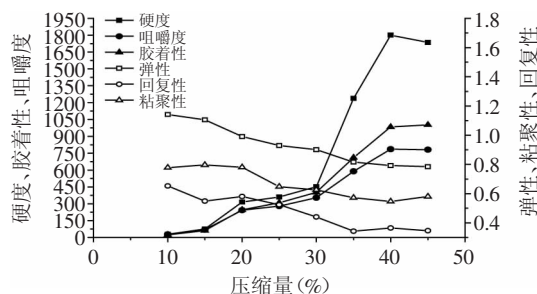


图2 压缩量对各品质的影响

Fig.2 Effect of different strain and compression rate on qualities

2.1.2 测试时力大小对各个质地特性测定的影响 从

表1 成品感官评分标准^[12-13]

Table 1 The standard of sensory degustation

项目	标准	得分
色泽及形态	色泽正常,新鲜、有光泽、造型美观,规格大小一致,无杂质、无异物,无霉花浮膜	100分
香气	具有本产品固有之香气,以及蔬菜应有之香气,无不良气味	100分
滋味	滋味鲜美,质地脆嫩,无咸苦及涩味	100分
脆度	具有泡豇豆固有的脆性,无柔软口感	100分

表2 成品泡豇豆各质地相关性数据

Table 2 Correlative data of qualities of finished bubble cowpea

指标	项目	硬度	弹性	粘聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
硬度	Pearson 相关性	1	-0.942**	-0.929**	0.998**	0.995**	-0.868**
	显著性(双侧)		0.000	0.001	0.000	0.000	0.005
弹性	Pearson 相关性	-0.942**	1	0.947**	-0.955**	-0.967**	0.895**
	显著性(双侧)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.003
粘聚性	Pearson 相关性	-0.929**	0.947**	1	-0.925**	-0.928**	0.874**
	显著性(双侧)	0.001	0.000		0.001	0.001	0.004
胶着性	Pearson 相关性	0.998**	-0.955**	-0.925**	1	0.999**	-0.872**
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.001		0.000	0.005
咀嚼性	Pearson 相关性	0.995**	-0.967**	-0.928**	0.999**	1	-0.880**
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.001	0.000		0.004
回复性	Pearson 相关性	-0.868**	0.895**	0.874**	-0.872**	-0.880**	1
	显著性(双侧)	0.005	0.003	0.004	0.005	0.004	

注:**表示在0.01水平(双侧)上显著相关。

图3可以分析出,随着力的增大,泡豇豆的硬度、胶着性和咀嚼度三种品质呈明显的上升趋势,当力大于6.0g以后,曲线的斜率呈现出陡增的效果,当力小于4.0g的时候,接近曲线端点,不能充分说明各个质地特性随力变化的趋势;而泡豇豆的弹性、粘聚性和回复性则呈现出下降的趋势,当在力的大小为5.0g左右时,曲线变化比较平缓,此时三种品质的变化较一致。综上,通过综合考虑泡豇豆六种品质的各自随力的大小变化的曲线特性,最终确定测试时力的大小为5.0g。

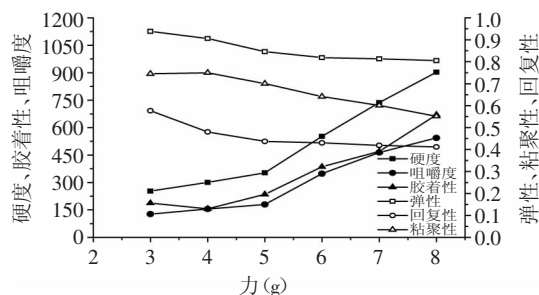


图3 不同的力对各品质的影响

Fig.3 Effect of different force on qualities

2.1.3 测试速率对各个质地特性的影响 由图4分析出,随着测试时探头的压缩速率不断增加,泡豇豆的弹性、粘聚性和回复性三种品质与测试速率呈正相关,而泡豇豆的硬度、胶着性、咀嚼度随着测试速率的增加而逐渐降低,所有的品质在测试速率为3.0mm/s以下时,曲线变化比较稳定,当测试速率大于4.0mm/s时,各曲线出现了不同程度的波动,差异较大,固本实验选择测试速率为2.0mm/s。

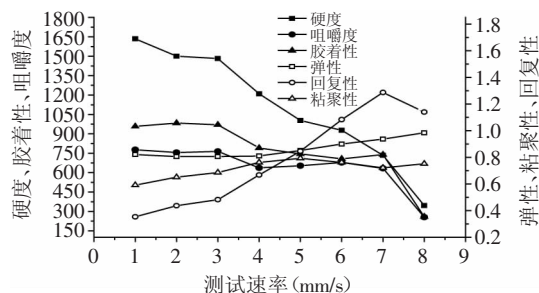


图4 不同的测试速率对各品质的影响

Fig.4 Effect of different test speed on qualities

通过对TPA参数进行优选,最终确定的TPA参数为:力5.0g,测试速率2.0mm/s,压缩量30%。

2.2 泡豇豆质地力学各参数相关性分析^[20]

采用优选出来的TPA参数对成品泡豇豆的质地力学进行测定,使用SPSS19.0统计分析软件对质地力学各参数进行相关性分析,得到表2相关性数据,说明各参数显著相关。

2.3 泡豇豆感官评价结果

表3 泡豇豆感官评分结果

Table 3 Results of sensory scoring of bubble cowpea

项目	时间(d)	脆度	色泽及形态	香气	滋味	总分
自然发酵	3	70	67	33	50	60
	4	80	67	33	50	65
	5	90	67	67	75	80
	6	90	100	100	100	95
	7	100	100	100	100	100
	8	90	100	100	100	95
	9	90	100	100	100	95
人工接种	3	80	67	33	50	65
	4	90	67	67	75	80
	5	100	100	67	50	85
	6	100	100	67	75	90
	7	90	100	67	75	85
	8	90	100	67	75	85
	9	90	100	67	50	80

通过对自然发酵和人工发酵泡菜感官品质的评定,从表3可以看出泡菜的感官品质得分都是先增大,达到最大值后下降;自然发酵泡菜在第7d感官评分最高,而人工发酵泡菜在第6d即达到最高。自然发酵泡菜在香气和口味方面优于人工接种发酵的泡菜,自然发酵泡菜的口感醇正,香气浓郁,人工接种泡菜香气单一。在一段时间的对比较发现,人工接种发酵泡菜在色值和脆度方面好于自然发酵的泡菜,人工接种泡菜颜色更加艳丽、失色较慢、脆度更好。

2.4 泡豇豆质地力学参数结果与分析^[21]

采用优选出来的TPA参数(力5.0g,测试速率2.0mm/s,压缩量30%)对自然发酵和人工接种泡豇豆的质地力学进行测定,结果见表4。

由表4看出,人工接种与自然发酵泡豇豆的硬度

表4 泡豇豆的质地力学结果

Table 4 The results of texture and mechanics of pickled cowpea

时间(d)		3	4	5	6	7	8	9
弹性	人工接种	0.828	0.813	0.792	0.792	0.745	0.712	0.699
	自然发酵	0.838	0.825	0.811	0.799	0.773	0.761	0.753
粘聚性	人工接种	0.564	0.529	0.501	0.473	0.452	0.449	0.428
	自然发酵	0.571	0.557	0.542	0.539	0.528	0.509	0.492
回复性	人工接种	0.495	0.476	0.463	0.457	0.436	0.429	0.425
	自然发酵	0.482	0.472	0.453	0.441	0.433	0.428	0.421
硬度	人工接种	2430.326	2318.576	2032.697	1863.921	1700.939	1655.369	1640.698
	自然发酵	2480.967	2430.559	2369.842	2138.524	2090.523	1998.367	1879.358
胶着性	人工接种	1370.704	1226.527	1018.381	881.635	768.824	743.261	702.219
	自然发酵	1416.632	1353.821	1284.454	1152.664	1103.796	1017.169	924.644
咀嚼度	人工接种	808.202	765.598	710.653	660.215	590.984	553.697	532.238
	自然发酵	905.369	878.872	821.325	768.378	691.358	623.147	600.257

表5 方差分解主成分提取分析表

Table 5 Total variance explained

成分	未转轴的特征值			特征值大于1者		
	特征值	变异系数(%)	累计稀释变异系数(%)	特征值	变异系数(%)	累计稀释变异系数(%)
感官	5.937	84.819	84.819	5.937	84.819	84.819
弹性	1.008	14.404	99.223	1.008	14.404	99.223
粘聚性	0.037	0.534	99.757			
回复性	0.015	0.210	99.967			
硬度	0.002	0.032	99.998			
胶着性	0.000	0.002	100.000			
咀嚼度	-2.102E-16	-3.003E-15	100.000			

随着时间的增加而减小,人工接种泡豇豆的硬度减小快,且趋势平滑,自然发酵泡豇豆,发酵速度慢,硬度减小慢。泡豇豆的弹性随着时间的增加而减小,但是变化的幅度平缓,人工接种的弹性减小快;自然发酵泡豇豆,发酵速度慢,弹性变化慢。泡豇豆的粘聚性随着时间的增加而减小,但是变化的幅度很平缓,人工接种的粘聚性减小快,自然发酵泡豇豆,发酵速度慢,粘聚性变化慢。泡豇豆的胶着性随着时间的增加而减小,人工接种的胶着性减小快,曲线平滑,自然发酵泡豇豆,发酵速度慢,胶着性变化慢。两类泡豇豆的咀嚼度随着时间的增加而减小,且减小的幅度均比较小,两曲线变化趋势平缓,没有多大的区别。泡豇豆的回复性随着时间的增加而减小,且减小的幅度均比较小,自然发酵的泡豇豆的回复性变化曲线平滑,人工接种的泡豇豆曲线变化斜率较大。

2.5 感官评价结果与质地力学各参数的相关性研究

使用SPSS19.0统计分析软件^[29]对感官评价结果与质地力学各参数进行主成分分析,见表5。

通过主成分分析方法可知,泡豇豆的感官评价得分与质地力学参数结果中的弹性、咀嚼度大体一致,而与粘聚性、回复性、硬度和胶着性相关性不显著。

综上所述,人工接种与自然发酵泡豇豆的硬度、弹性、粘聚性、胶着性、咀嚼度和回复性6个参数,随着发酵过程的进行,均呈现出降低的趋势,其中人工接种泡豇豆的质地力学参数,除了回复性高于自然发酵泡豇豆的回复性意外,其它5项参数明显低于自然发酵泡豇豆的质地力学参数。这可能是由于自然发

酵泡豇豆,发酵环境中微生物菌系复杂,存在着竞争,不利于乳酸菌^[29]的生长,发酵周期长,各项品质发生生理生化反应慢;而人工接种泡豇豆,加入了高活性、高纯度的促进泡豇豆发酵的乳酸菌剂,在发酵过程中迅速地促进泡豇豆的发酵环境的形成,促进泡豇豆的总酸、总糖、还原糖、维生素、蛋白质、氨基酸、有机酸、各种挥发性成分等品质的相互反应,有效地缩短泡豇豆的发酵周期,并且能显著地提高泡豇豆的各项品质。

3 结论

3.1 TPA测试参数

通过设定不同的测试速率、压缩程度和力的大小进行实验,结果采用硬度、弹性、粘聚性、回复性、胶着性、咀嚼度六个指标来进行参数优选。经测试发现六个指标均呈现出升高或降低两种变化趋势。但是,不同的测试速率、压缩程度和力的大小对测试的结果有很大的影响,在较大或者较小的测试速率下,六个指标变化波动很大;在较小的压缩量下,样品不能充分的受力,使得受力不均,造成极大的个体差异,而在较大的压缩量下,样品被压碎变形,使得测试结果与实际情况有很大的差异;过大或者过小的力,要么使得样品被破坏,要么使得压缩程度不够。鉴于此,优选出了TPA测试泡豇豆的参数:测试速率2.0mm/s,压缩量为30%,压缩力为5.0g。

3.2 泡豇豆TPA指标相关性

对泡豇豆的硬度、弹性、粘聚性、胶着性、咀嚼度和回复性六个指标进行了相关性分析,得出六个指标

显著相关。

3.3 感官评价

对两种泡豇豆进行了感官评价,从质地、口感、色泽、风味等方面对泡豇豆进行量化打分,得出两种发酵方式泡豇豆的感官得分基本上先上升后下降,即随着发酵过程的不断深入,从开始发酵到成熟过程,感官越来越好,但是人工接种优于自然发酵;当超过成熟阶段以后,发酵环境开始发生变化,泡豇豆的感官逐渐的下降,主要是由于泡豇豆的各种品质,比如:总酸、有机酸、氨基酸、总糖、还原糖、亚硝酸盐、微生物菌系等发生了生理生化的变化使得感官评分下降^[23-24]。

3.4 质构分析

对人工接种和自然发酵泡豇豆的质地力学参数进行了相关的测定,采用优选出来的泡豇豆TPA测试条件参数测定了泡豇豆的质构,得出了人工接种与自然发酵泡豇豆在发酵周期过程中硬度、弹性、粘聚性、胶着性、咀嚼度和回复性六个指标的变化规律,对其变化规律进行了简单的分析。

3.5 质构分析与感官评价的关系

通过主成分分析方法可知,泡豇豆的感官评价得分与质地力学参数结果中的弹性、咀嚼度相关性显著,因此可以通过测定弹性和咀嚼度来定性的描述泡豇豆的品质,从而丰富泡豇豆品质测定的方法,提高其准确性和可信度。从人工接种和自然发酵泡豇豆的感官评价得分上来看,人工接种泡豇豆发酵快,感官变化迅速,而自然发酵感官变化缓慢,且二者的评分都是先上升后下降。在进行质构力学特性研究的时候发现,六个指标的变化大体上是呈现曲线上升或者下降的趋势,没有出现感官评价中中间高两端低的现象。质构分析仪测定出来的数据,客观性更强,排除了感官评价人为因素的差异。

传统的感官鉴定方法一直是食品品质评价的主要手段,虽然该方法最具权威性,但是该方法不易标准化,而且在评价中易受评价员的嗜好、品味等不稳定因素的影响,从而导致实验结果的可靠性、可比性差,采用质构仪,可以克服感官鉴定方法中存在的不足。质构仪在食品品质评价中的应用也越来越广泛,其测定的结果具有较高的灵敏度和客观性。但应注意的是:质构仪毕竟只是仪器,其测定结果与口感品尝会有一定得差距,所以在进行食品品质测定时,应采用质构仪测定与感官评定相结合的方法。

参考文献

- [1] 杨瑞,张伟,徐小会. 泡菜发酵过程中主要化学成分变化规律的研究[J]. 食品工业科技, 2005, 26(2): 95-98.
- [2] 赵喜茹,郑其良. 影响泡菜的因素及其质量控制[J]. 江苏调味副食品, 2005, 22(1): 28-30.
- [3] 中国科学院植物研究所. 中国主要植物图说·豆科[M]. 哈尔滨: 科学出版社, 1955.
- [4] 周情操. 豇豆泡制加工适性评价及脆性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.
- [5] 周国林. 豇豆硝酸盐累积规律研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.
- [6] G A Gonzalez-Aguilar, J F Ayala-Zavala, S Ruiz-Cruz, et al. Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers[J]. Elsevier Ltd, 2004, 37: 817-826.
- [7] Lisa M Papageorge, Roger F McFeeters, Henry P Fleming. Factors influencing texture retention of salt-free, acidified, red bell peppers during storage[J]. Agric Food Chem, 2003, 51(5): 1460-1463.
- [8] YANG Zhenfeng, ZHENG Yonghua, CAO Shifeng, et al. Effects of storage temperature on the textural properties of Chinese bayberry fruit[J]. Journal of Texture Studies, 2007, 38(1): 166-177.
- [9] 刘亚平, 李红波. 物性分析仪及TPA在果蔬质构测试中的应用综述[J]. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2010, 30(2): 188-192.
- [10] 于泓鹏, 曾庆孝. 脆度的研究方法及其控制参数[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(3): 85-89.
- [11] 李斐. 泡菜的制作工艺及关键[J]. 中国调味品, 2005(11): 36-38.
- [12] 陈功. 中国泡菜的品质评定与标准探讨[J]. 食品工业科技, 2009, 30(2): 335-338.
- [13] 周国志. 食品分析与感官评定[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002(3).
- [14] 张翠明. 实验设计与数据处理研究生讲义[Z]. 西华大学, 2007.
- [15] 孙彩玲, 田纪春, 张永祥. TPA质构分析模式在食品研究中的应用[J]. 实验科学与技术, 2007, 5(2): 1-4.
- [16] 郭文川, 朱新华, 郭康权. 果品内在品质无损检测技术的研究进展[J]. 农业工程学报, 2001, 17(5): 1-5.
- [17] 宋钰兴, 邵兴锋, 张春丹, 程赛. 测试条件的变化对草莓质地剖面分析结果的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(13): 15-18.
- [18] 吴伟都, 董海英, 朱慧, 等. TPA及测试条件对湿面质构分析的影响[J]. 粮油加工, 2008(5): 84-86.
- [19] 岳森. 巧克力的力学特性及质地评价研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2009.
- [20] 徐志斌, 励建荣, 陈青. 杨梅果实采摘后品质变化规律的TPA表征[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(2): 114-117.
- [21] 张政, 罗庆熙. 黄瓜品质研究进展[J]. 长江蔬菜, 2004(6): 37-42.
- [22] 李文斌, 宋敏丽, 唐中伟, 等. 自然发酵泡菜微生物群落变化的研究[J]. 中国食物与营养, 2008(11): 22-24.
- [23] 黄业传, 曾凡坤. 自然发酵与人工发酵泡菜的品质对比[J]. 食品工业, 2005(3): 41-43.
- [24] 陈芸芸, 李巧云. 传统泡菜发酵过程中主要成分的动态分析[J]. 漳州师范学院学报: 自然科学版, 2009(2): 112-117.
- [25] 张文霖. 主成分分析在SPSS中的操作应用[J]. 市场研究, 2005(12): 31-34.