

# 熟化方法对迷你甘薯品质和质构特性的影响

杨 焯, 俞涵琛, 陆国权\*

(浙江农林大学薯类所, 浙江省农产品品质改良技术研究重点实验室, 临安 311300)

**摘要:** 为提高甘薯加工产品的质量, 建立起感官评价与仪器分析之间的相关性模型, 采用质地分析仪(质构仪), 对7种经不同熟化方法处理的薯块进行感官评价和TPA测试, 并对甘薯的质构指标与理化指标之间进行相关性和主成分分析, 结果表明, 熟化后的甘薯硬度与胶黏性、咀嚼性达到极显著正相关( $r=0.991$ 、 $r=0.991$ ), 最大黏附力与弹性达到极显著正相关( $r=0.773$ ), 黏附性与胶黏性、咀嚼性达到显著负相关( $r=-0.768$ 、 $r=-0.785$ ), 胶黏性与咀嚼性达到极显著正相关( $r=0.995$ )。感官硬度与质构硬度、胶黏性、咀嚼性达到了极显著正相关( $r=0.946$ 、 $r=0.931$ 、 $r=0.939$ ), 感官黏度与质构硬度、胶黏性、咀嚼性达到了极显著负相关( $r=-0.906$ 、 $r=-0.895$ ), 感官甜度与质构硬度、咀嚼性达到了显著负相关( $r=-0.775$ 、 $r=-0.769$ )。由此可见, 感官评价项目中硬度、黏性和甜度与仪器测得的指标相关性普遍较好, 尤其是仪器指标中的硬度、胶黏性和咀嚼性, 而感官纤维感、香味和整体口感与仪器指标的相关性较弱。感官评定指标以质构的仪器测定为变量得到的线性回归方程即预测方程中, 可以对感官硬度、感官黏度、感官甜度进行预测, 得到预测方程, 且相关系数均大于0.77, 决定系数 $R^2$ 均大于0.600。经过显著性检验可以看出回归方程均具有统计学意义( $P<0.05$ )。因此可以用仪器测定熟化甘薯质构参数自变量来对感官评定的硬度、黏性、甜度因变量进行预测, 从而达到用仪器测定来代替感官评定熟化甘薯质构的目的。

**关键词:** 甘薯; 熟化; 感官指标; 质构指标; 主成分分析

中图分类号: TS 255.3

文献标志码: A

文章编号: 1005-9989(2016)08-0045-06

DOI: 10.13684/j.cnki.spkj.2016.08.015

## Effect of aging method on texture characteristics and quality of mini sweet potato

YANG Ye, YU Han-chen, LU Guo-quan\*

(Institute of Root & Tuber Crops of Zhejiang A & F University, The Key Laboratory for Quality Improvement of Agricultural Products of Zhejiang Province, Lin'an 311300)

**Abstract:** In order to improve the quality of sweet potato processing products, establish a correlation model between the instrument analysis and sensory evaluation in this paper, texture analyzer (TPA), sensory evaluation and TPA test of seven kinds of potato by different curing treatment, and the sweet potato texture between the index and physicochemical indexes analysis, correlation and the principal

收稿日期: 2016-03-01

\*通讯作者

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项基金项目(CARS-11-B-18)。

作者简介: 杨焯(1991—), 女, 湖北宜昌人, 硕士, 研究方向为食品加工与安全。

component analysis showed that the cooked sweet potato hardness and gumminess, chewiness was significantly correlated ( $r=0.991$ ,  $r=0.991$ ), the maximum adhesion force and elasticity was significantly correlated ( $r=0.773$ ), adhesion and adhesiveness, chewiness significantly negative correlation ( $r=-0.768$ ,  $r=-0.785$ ), adhesive and chewing to achieve significant positive correlation ( $r=0.995$ ). The sensory hardness and quality structure hardness, adhesiveness, chewiness reached extremely significant positive correlation ( $r=0.946$ ,  $r=0.931$ ), viscosity and sensory quality structure hardness, adhesiveness, chewiness reached extremely significant negative correlation ( $r=-0.906$ ,  $r=-0.895$ ), sensory sweetness and quality structure hardness, chewiness reached significant negative correlation ( $r=-0.775$ ,  $r=-0.769$ ). Thus, sensory evaluation items in hardness, stickiness and sweetness and instrument measuring index correlation is generally good, especially instrument index of hardness, adhesiveness and chewiness, and sense of sensory fibres, flavor and overall taste and instrument index of weak correlation. Sensory evaluation to texture instrument was obtained for the variable linear regression equation is forecast equation, the sensory hardness and viscosity of sensory and sensory sweetness prediction, prediction equations were obtained, and the correlation coefficients were greater than 0.77, decision coefficient  $R^2$  were higher than 0.600. After the significant test, we can see that the regression equation has statistical significance ( $P<0.05$ ). So you can instrument determination of cooked sweet potato quality structure argument of sensory evaluation of the hardness, adhesiveness, the sweetness of the dependent variable to predict, so as to achieve with instrumental determination instead of sensory evaluation of cooked sweet potato texture of the objective.

**Key words:** sweet potato; ripening; sensory evaluation; texture analysis; principal component index

甘薯是旋花科一年生草本块根植物，是世界上非常重要的食粮、饲料作物，并且也可以当作工业原料及能源材料<sup>[1]</sup>。甘薯因为其充足的营养价值和特别的风味，深受广大消费者欢迎<sup>[2]</sup>。随着社会的发展和科技的进步，中国的甘薯消费已经转移到加工为主阶段，而消费者对甘薯消费品质也呈现多元化要求，对甘薯加工的质量，只有提高产品的品质，才能拉动消费，促进甘薯产业发展。

对甘薯的品质评价，目前，国内食品质构的研究逐渐增多，通过果蔬质构来判断果蔬的受欢迎程度已变得越来越重要。国外有更多对食品质构的研究，比如乳酪<sup>[3]</sup>、香肠、面条、果实(桃、杨梅、苹果、柑橘等)、番茄<sup>[4]</sup>、萝卜<sup>[5]</sup>等，并有更多的深入，但关于甘薯质构的研究报道很少。关于甘薯的品质评价，一直以来选用较多的是理化指标和感官评定，但是感官评定结果的可重复性、稳定性较难把握，而且没有可以量化的指标，缺乏一定科学性。尽管理化指标可以定量，但存在甘薯个体性差异、产地地区等差异，较难作出统一的理化指标评价标准。因此，建立具有科学性、客观性、统一性的评价标准是甘薯品质评价体系中亟待解决的问题。今后对于甘薯的品质研究也应逐渐建立起感官评价与仪器分析之间

的相关性模型，进一步完善甘薯质地评价体系。

不同加工方式的甘薯，其质地存在较大差异。选择烘烤、蒸煮或者微波熟化等方式熟化，可能与甘薯结构的硬度、弹性、黏附性、咀嚼性等存在联系。从古至今，对甘薯质量好坏的评定通常都借助直接的感官效果。本研究采用质地分析仪(质构仪)来测定不同熟化处理甘薯的质地参数，并分析熟化甘薯的质地参数与其感官评价指标之间的相关性，建立以质构指标为变量的感官评定预测模型，为甘薯熟化质地评价提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

薯型相似，质量在(70~100)g之间的迷你甘薯，品种为“心香”，浙江农林大学薯类作物研究所提供。

TMS-PRO物性测试仪：美国Food Technology Corporation；美的电磁炉；蒸锅；高压锅；烤箱；微波炉。

### 1.2 材料的加工流程

通过预实验，以薯块正好完全熟化为标准，确定7种不同的熟化方案：

(1)常规蒸熟：在不直接接触水的前提下蒸汽蒸熟，常压蒸35 min。

(2)高压蒸熟:在不直接接触水的前提下加压蒸汽蒸熟,高压蒸15 min。

(3)包装蒸熟:先将甘薯用保鲜膜密封包装,然后利用蒸锅蒸汽蒸熟,包蒸40 min。

(4)满水煮熟:将甘薯直接放入水中煮熟,常压煮20 min。

(5)压满煮熟:将甘薯直接放入水中高压煮熟,高压煮15 min。

(6)微波熟化:用保鲜膜包好甘薯直接放入微波炉中微波熟化,微波3 min。

(7)烘烤熟化:直接放入红外线烤箱烘烤熟化,上下火控温220 ℃烤30 min。

### 1.3 感官评定

表1 熟化甘薯感官评价标准

感官指标	(0□.9)分	(2□.9)分	(4□)分
质地	柔软、软烂	适中	干面
黏性	甘薯呈分散状物	甘薯较黏着	甘薯呈胶黏的团块
甜度	无甜味	较甜	很甜
纤维感	纤维量明显	纤维量适中	光滑无纤维
香味	淡	中	浓郁
总评	综合品质差	综合品质一般	综合口感好

食品感官检验,是通过人体的感官器官对食品的各项质量特征作判断,后对实验结果记录并统计分析的方法。食品感官评价是研究食品感官品质属性结构一种方式。感官评定中采用双盲法测试,该方法能减少受试者从测定到形成概念之间,偏好、常识经验、价格、广告等许多因素对结果的影响。品尝前,未对薯块熟化的方法做任何介绍,样本随机放置,通过取样品尝鉴定。本实验选取15位有食品感官鉴定经验的人员组成感官鉴定小组。先明确本次感官评定实验的目的、

意义及注意事项。感官评定由每个评定成员独自进行,互相不接触,每个样品评定之间用凉开水漱口。感官评价采用5分制,评分标准参见表1,最后归类统计平均值<sup>[12]</sup>。

### 1.4 质构仪测定条件

在此实验中,根据薯型将熟化的薯块切成长宽15 mm、高10 mm的长方体,选用P/75圆盘挤压探头,测试前速度1.5 mm/s,测试速度1 mm/s,测试后速度1.5 mm/s,压缩比为60%。测定指标为硬度、最大黏附力、黏附性、弹性、内聚性和咀嚼性。每种样品10次重复,取平均值。

### 1.5 感官与质构数据统计分析

应用SPSS17.0统计分析软件对实验数据进行统计分析。通过分析得到7种熟化方式的甘薯的感官评定、质构指标的平均值、标准差(感官评定的异常数据将被去除),数据以“均值±标准差”的形式表示,其后标出数据间的差异显著性。计算不同样本的感官评定平均值和仪器测定平均值的皮尔逊(Pearson)相关系数,然后应用线性回归分析建立多元回归方程<sup>[14]</sup>,其中Y是独立的感官评价指标, $Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+\dots+b_7X_7$ , $X_1$ 、 $X_2$ …… $X_7$ 分别是仪器测定指标, $b_0$ 是当 $X_1=X_2=\dots=X_7=0$ 时的截距常数。 $b_1$ 、 $b_2$ …… $b_7$ 分别是 $X_1$ 、 $X_2$ …… $X_7$ 的参数统计。用线性回归方法建立方程,得到每个独立的感官评定指标关于仪器测定数据的预测模型。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同熟化方式的迷你甘薯各指标感官评价结果

从表2结果中看出,感官评定中,微波熟化

表2 甘薯的感官评价数据

试样编号	感官硬度	感官黏性	感官甜度	感官纤维感	香味	整体口感
1常压蒸	3.2±0.8 <sup>b</sup>	2.9±0.8 <sup>a</sup>	3.2±1.1 <sup>a</sup>	3.5±0.9 <sup>a</sup>	3.2±0.8 <sup>ab</sup>	3.6±0.8 <sup>ab</sup>
2高压蒸	3.3±0.9 <sup>b</sup>	2.5±0.9 <sup>ab</sup>	2.4±0.9 <sup>ab</sup>	3.1±1.0 <sup>a</sup>	2.6±1.0 <sup>bc</sup>	3.3±0.8 <sup>bc</sup>
3包蒸	2.5±1.0 <sup>b</sup>	3.0±1.0 <sup>a</sup>	3.2±1.1 <sup>a</sup>	3.3±1.0 <sup>a</sup>	3.1±0.9 <sup>ab</sup>	3.8±0.7 <sup>ab</sup>
4常压煮	2.6±1.1 <sup>b</sup>	3.1±0.9 <sup>a</sup>	3.1±0.9 <sup>a</sup>	3.5±0.9 <sup>a</sup>	3.0±1.0 <sup>ab</sup>	3.6±0.6 <sup>ab</sup>
5高压煮	3.0±0.8 <sup>b</sup>	2.8±0.9 <sup>a</sup>	2.7±0.9 <sup>ab</sup>	3.3±1.0 <sup>a</sup>	3.0±0.8 <sup>ab</sup>	3.7±0.7 <sup>ab</sup>
6微波	4.2±0.6 <sup>a</sup>	1.9±0.7 <sup>b</sup>	2.0±0.8 <sup>b</sup>	3.1±1.0 <sup>a</sup>	2.2±0.8 <sup>c</sup>	3.0±1.1 <sup>c</sup>
7烤	3.3±1.0 <sup>b</sup>	2.9±0.9 <sup>a</sup>	3.0±1.1 <sup>a</sup>	3.4±1.0 <sup>a</sup>	3.6±0.8 <sup>a</sup>	4.0±0.5 <sup>a</sup>

注:同一列中不同肩标字母表示差异显著(P<0.05)。

的甘薯硬度最高,和其余6种熟化方式的甘薯硬度差异极显著,包蒸熟化的甘薯硬度最低,可能是包蒸甘薯保水性最好,水分的存在降低了甘薯感

官硬度;在感官黏性评定中,微波熟化的黏性最低,与其余6组差异性较大,剩余6组之间感官黏性无明显差异;在感官甜度评定中,常压蒸、常

压煮、包蒸和烤制的甘薯甜度较高，与甜度最低的微波熟化的甘薯差异显著，而高压蒸、高压煮熟化的甘薯甜度介于2种情况之间；7种熟化方式的感官纤维感皆无明显差异，原因在于熟化方式并不能改变甘薯本身原有的纤维含量；在香味的感官评定中，烤制甘薯的得分最高，微波熟化甘薯香味得分最低，两者差异极显著，具体影响香味成分的物质会在下文章节进一步阐述；在整体口感的评价中可以看出，烤制甘薯较佳，微波熟化甘薯整体口感较差。

表3 不同感官属性相关性分析

属性	感官硬度	感官黏度	感官甜度	感官纤维感	香味	整体口感
感官硬度	1					
感官黏度	-0.906**	1				
感官甜度	-0.805**	0.938**	1			
感官纤维感	-0.560	0.785*	0.869*	1		
香味	-0.549	0.820*	0.835*	0.748	1	
整体口感	-0.677	0.861*	0.834*	0.682	0.968**	1

注：\*在0.05水平(双侧)上显著相关；\*\*在0.01水平(双侧)上显著相关。

根据感官评价得分对不同感官属性作相关性分析，结果如表3所示，感官硬度与黏度、甜度达到了极显著负相关( $r=-0.906$ ,  $r=-0.805$ )；感官黏度与甜度达到了极显著正相关( $r=0.938$ )，与纤维感、香味、整体口感呈显著正相关( $r=0.785$ ,  $r=0.820$ ,  $r=0.861$ )；感官甜度与纤维感、香味、整体口感均达到了显著正相关( $r=0.869$ ,  $r=0.835$ ,

$r=0.834$ )；纤维感与香味、整体口感无显著差异，香味与整体口感达到极显著正相关( $r=0.968$ )。

熟化甘薯的评定整体口感与黏度、甜度、香味显著相关，当薯块越黏着、甜度较高、香味较浓郁时，整体口感较佳，整体口感与硬度相关性不高的原因可能在于不同人对不同硬度甘薯喜爱程度不同，一些喜欢干面状的薯块而一些偏爱柔软的薯块。由于实验中所用甘薯品种都为心香，甘薯本身纤维含量无明显差异，因此得到的整体口感与感官纤维感的相关性不高。

## 2.2 不同熟化方式的迷你甘薯各指标质构测定结果

采用美国FTC公司型号为TMS-PRO食品物性测试仪对不同熟化处理后的甘薯心香进行TPA(Texture Profile Analysis)测试<sup>[8,16]</sup>。关于TPA的测试方法，主要是为了使仪器模拟人体口腔的咀嚼运动，一般是2次模拟牙齿压缩、拉伸动作，记录力与时间的关系并通过计算机绘制出。该方法能够克服传统检测的一些弊端，同时使评估参数的设定更为客观，这是评价食品质构的有效方法，又称全质构分析法<sup>[8]</sup>。实验方法对质地分析的仪器检测结果影响很大，对于同一类测试的物质，样品形状、大小、探头移动速度和传感器型号都应该一致。根据TPA质地特征曲线，可以分析出硬度、黏性、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性、回复性等质地特性参数。

表4 质构测定数据结果

试样编号	硬度/N	最大黏附力/N	黏附性	胶黏性	内聚性	弹性/mm	咀嚼性/N
1常压蒸	13.028±8.811 <sup>bc</sup>	-1.044±0.263 <sup>c</sup>	1.630±0.351 <sup>a</sup>	1.171±0.741 <sup>bcd</sup>	0.095±0.020 <sup>bc</sup>	1.761±0.373 <sup>bc</sup>	2.228±1.852 <sup>bc</sup>
2高压蒸	16.640±4.043 <sup>b</sup>	-0.873±0.397 <sup>bc</sup>	1.412±0.540 <sup>ab</sup>	1.389±0.476 <sup>bc</sup>	0.082±0.132 <sup>c</sup>	2.136±0.383 <sup>a</sup>	3.026±1.206 <sup>bc</sup>
3包蒸	9.305±1.805 <sup>cd</sup>	-1.283±0.188 <sup>d</sup>	1.420±0.188 <sup>ab</sup>	0.867±0.147 <sup>cd</sup>	0.094±0.010 <sup>bc</sup>	1.310±0.242 <sup>e</sup>	1.128±0.235 <sup>c</sup>
4常压煮	4.508±1.330 <sup>d</sup>	-0.634±0.102 <sup>a</sup>	1.225±0.223 <sup>bc</sup>	0.538±0.143 <sup>d</sup>	0.121±0.015 <sup>a</sup>	1.706±0.259 <sup>cd</sup>	0.937±0.351 <sup>c</sup>
5高压煮	7.567±3.151 <sup>cd</sup>	-1.103±0.214 <sup>cd</sup>	1.604±0.441 <sup>a</sup>	0.698±0.140 <sup>cd</sup>	0.100±0.254 <sup>b</sup>	1.394±0.334 <sup>de</sup>	0.950±0.237 <sup>c</sup>
6微波	34.696±7.061 <sup>a</sup>	-0.746±0.313 <sup>ab</sup>	0.789±0.236 <sup>d</sup>	3.698±1.403 <sup>a</sup>	0.105±0.022 <sup>ab</sup>	2.043±0.496 <sup>ab</sup>	7.989±4.935 <sup>a</sup>
7烤	18.177±10.530 <sup>b</sup>	-0.576±0.177 <sup>a</sup>	0.967±0.244 <sup>cd</sup>	1.755±1.084 <sup>b</sup>	0.095±0.015 <sup>bc</sup>	2.196±0.338 <sup>a</sup>	3.788±2.172 <sup>b</sup>

注：同一列中不同肩标字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

质构仪测定结果显示见表4：微波熟化甘薯硬度最高，质构硬度与其他6种熟化方式呈显著性差异，满水煮熟、压满煮熟、包装蒸熟这3种熟化方式得到的薯块质构硬度较低，其中满水煮熟硬度最低，且与微波、烘烤及蒸制的甘薯都有显著差异。原因可能是煮制的甘薯在直接浸入水中，熟化过程水分含量较高，降低了硬度。在对黏附性的测定中，微波熟化的黏附性最低，与除烘烤熟

化外的其他5种熟化方式呈显著性差异。内聚性反映的是咀嚼薯块时，薯块抵抗受损并紧密连接，使之保持完整的性质，7种熟化方式的薯块内聚性差异不大。在弹性的测定中，烘烤熟化、高压蒸熟和微波熟化的薯块弹性较高，且与其他4种熟化方式的弹性达到了显著性差异。咀嚼性是用于描述固态样品的特性，是硬度、内聚性、弹性三者的乘积，反映出果实在持续咀嚼过程中的抵抗

性,微波熟化的薯块咀嚼性最高,与其他6种熟化方式差异极显著,烘烤熟化的甘薯次之。

表5 质构仪测定参数之间的相关性

参数	硬度	最大黏附力	黏附性	胶黏性	内聚性	弹性	咀嚼性
硬度	1						
最大黏附力	0.338	1					
黏附性	-0.720	-0.720	1				
胶黏性	0.991**	0.366	-0.769*	1			
内聚性	-0.172	0.389	-0.302	-0.045	1		
弹性	0.636	0.773**	-0.606	0.586	-0.225	1	
咀嚼性	0.991**	0.438	-0.785*	0.995**	-0.049	0.659	1

注:\*.在0.05水平(双侧)上显著相关;\*\*.在0.01水平(双侧)上显著相关。

质构仪测定参数之间的相关性见表5,熟化后

的甘薯硬度与胶黏性、咀嚼性达到极显著正相关( $r=0.991$ 、 $r=0.991$ ),最大黏附力与弹性达到极显著正相关( $r=0.773$ ),黏附性与胶黏性、咀嚼性达到显著负相关( $r=-0.768$ 、 $r=-0.785$ ),胶黏性与咀嚼性达到极显著正相关( $r=0.995$ )。

### 2.3 感官评价与仪器测定参数结果的统计分析

不同加工方式的甘薯的仪器测定参数和感官评价之间的相关性分析见表6。从分析结果可知:感官硬度与质构硬度、胶黏性、咀嚼性达到了极显著正相关( $r=0.946$ 、 $r=0.931$ 、 $r=0.939$ ),感官黏度与质构硬度、胶黏性、咀嚼性达到了极显著负相关( $r=-0.906$ 、 $r=-0.895$ ),感官甜度与质构硬度、咀嚼性达到了显著负相关( $r=-0.775$ 、 $r=-0.769$ )。

表6 质地感官评价与仪器测定参数结果的统计分析

感官评价指标	仪器测定参数						
	X <sub>1</sub> 硬度	X <sub>2</sub> 最大黏附力	X <sub>3</sub> 黏附性	X <sub>4</sub> 胶黏性	X <sub>5</sub> 内聚性	X <sub>6</sub> 弹性	X <sub>7</sub> 咀嚼性
Y <sub>1</sub> 感官硬度	0.946**	0.333	-0.567	0.931**	-0.165	0.631	0.939**
Y <sub>2</sub> 感官黏度	-0.906**	-0.171	0.544	-0.905**	0.113	-0.437	-0.895**
Y <sub>3</sub> 感官甜度	-0.775*	-0.237	0.482	-0.763*	0.146	-0.460	-0.769*
Y <sub>4</sub> 感官纤维感	-0.659	-0.068	0.436	-0.622	0.382	-0.384	-0.621
Y <sub>5</sub> 香味	-0.547	-0.015	0.262	-0.559	-0.057	-0.158	-0.552
Y <sub>6</sub> 整体口感	-0.648	-0.121	0.302	-0.651	-0.035	-0.318	-0.655

注:\*.在0.05水平(双侧)上显著相关;\*\*.在0.01水平(双侧)上显著相关。

由此可见,感官评价项目中硬度、黏性和甜度与仪器测得的指标相关性普遍较好,尤其是仪器指标中的硬度、胶黏性和咀嚼性,而感官纤维感、香味和整体口感与仪器指标的相关性较弱。

### 2.4 感官评定预测模型的建立

为了确定熟化甘薯的感官评定与仪器测试之间的关系,以质构仪的各参数作为自变量,主要感官指标作为因变量,采用逐步线性回归分析,其结果见表7。

表7 感官评定指标以仪器测定参数为变量的线性回归方程

感官评定指标	回归方程	相关系数R	决定系数R <sup>2</sup>	显著性
感官硬度	$Y_1=2.361+0.054X_1$	0.946	0.896	0.001a
感官黏性	$Y_2=3.269-0.037X_1$	0.906	0.821	0.005a
感官甜度	$Y_3=3.323-0.036X_1$	0.775	0.601	0.041a
感官纤维感	无回归方程	—	—	—
香味	无回归方程	—	—	—
整体口感	无回归方程	—	—	—

注:—感官纤维感、香味、整体口感无法用仪器测定参数为变量的线性回归方程表示,相关性较低。

从表7分析结果中可以看出,感官评定指标以质构的仪器测定为变量得到的线性回归方程即预

测方程中,可以对感官硬度、感官黏度、感官甜度进行预测,得到预测方程,且相关系数均大于0.77,决定系数R<sup>2</sup>均大于0.600。经过显著性检验可以看出回归方程均具有统计学意义( $P<0.05$ )。因此可以用仪器测定熟化甘薯质构参数自变量来对感官评定的硬度、黏性、甜度因变量进行预测,从而达到用仪器测定来代替感官评定熟化甘薯质构的目的。

可见对于熟化的甘薯而言,部分感官评定指标可以用仪器测试指标得到预测。仪器测定的硬度越大,感官硬度越大,感官黏性越小,而对感官甜度的影响可能是通过黏性反映的。但感官上的纤维感、香味、整体口感不能用仪器测定来反映,分析其原因在于:实验所用的材料皆为心香,熟化方式并不能改变甘薯本身原有的纤维含量,而7种熟化方式的感官纤维感本身皆无明显差异,要得到感官纤维感与质构指标之间关系,还需对多个不同品种的熟化番薯进行研究;质构只能反映食品的组织状态、口感及味感,具体影响甘薯感官香味的因素并不在质构仪测定范围内,香味成分还需进行气相测定分析;对于不同人群

来说,对甘薯的质地偏爱不同,因此也就不能简单用仪器测定的参数数值高低来衡量人对熟化番薯的偏爱程度。说明人对食物物质特性指标评价与仪器定义的物性测定指标是有所区别的,虽然将影响综合口感的因素按力学作用性质分解成不同的参数进行考虑,但不仅是物性参数的选择,也取决于参加感官评定的人员是否能辨别和描述出各种感官特性。

### 3 结论

本实验研究了迷你甘薯心香经过不同熟化处理后,其感官指标、质构的仪器测定参数指标的差异性,以及两者之间的相关性,结果表明:

(1)感官评定中,微波熟化的甘薯硬度最高,包蒸熟化的甘薯硬度最低;微波熟化的黏性最低;烤制甘薯的感官香味得分最高,微波熟化甘薯香味得分最低,两者差异极显著,整体口感烤制甘薯较佳,微波熟化甘薯整体口感较差。

(2)质构仪器测定中,微波熟化甘薯硬度最高,满水煮熟、压满煮熟、包装煮熟这3种熟化方式得到的薯块质构硬度较低;微波熟化的黏附性最低;7种熟化方式的薯块内聚性差异不大;烘烤熟化、高压蒸熟和微波熟化的薯块弹性较高;微波熟化的薯块咀嚼性最高,烘烤熟化的甘薯次之。

(3)感官指标与质构指标之间存在较好的相关性。感官评价项目中硬度、黏性和甜度与仪器测得的指标相关性普遍较好,尤其是仪器指标中的硬度、胶黏性和咀嚼性,而感官纤维感、香味和整体口感与仪器指标的相关性较弱。

(4)通过感官评定指标,建立仪器测定参数为变量的线性回归方程,可以对感官硬度、感官黏度、感官甜度进行预测,得到预测方程。

#### 参考文献:

- [1] 朱秀珍,田希武,王随宝.甘薯发展前景及经济效益探讨[J].山西农业科学,2011,39(4):386-388
- [2] 梁美凤,夏延斌.甘薯在食品工业中的研究进展[J].工艺探讨,2008,(4):58-61
- [3] Lucey J A, Johnson M E, Horne D S. Perspectives on the basis of the theology and texture properties of cheese[J]. *Journal of Dairy Science*,2003,86(9):2725-2743
- [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] Meullenet J F, Lyon B G, Carpenter J A. Relationship between sensory and instrumental texture profile attributes[J]. *Journal of Sensory Studies*,1998,13:77-93
- [6] 宋红叶,赵日全.生物质能作物——甘薯开发利用现状及趋势[J].杂粮作物,2006,26(5):369-370
- [7] Wayne J Mclaurin, Stanley J Kays. Genetic Diversity in Sweetpotato Flavor[J]. *Sweetpotato Technology for the 21st Century*,1992:420-427
- [8] Jyh-Bin Sun, Ray F Severson, William S Schopenhauer, et al. Identifying Critical Volatiles in the Flavor of Baked 'Jewel' Sweetpotatoes (*Ipomoea batatas*(L.)Lam.) [J]. *Journal of the American society for horticultural science*,1995,120(3):468-474
- [9] P E Koehler, S J Kays. Sweetpotato flavor: quantitative and qualitative of optimum sweetness[J]. *Trumbull Connecticut, Food & Nutrition Press Inc*:1991,14:241-249
- [10] Stanley J Kays. Flavor- the Key to Sweetpotato Consumption[J]. *Acta Hort*,2006,703:97-105
- [11] 白亚丁,钱海峰,周惠明,等.仪器分析和感官评价对高水分米糕的品质研究[J].食品工业科技,2010,(1):91-94
- [12] 周杨,郑建仙.感官评定及质构分析对不同糖源制作麻糍的品质研究[J].粮食与饲料工业,2013,(9):31-34
- [13] 张建辉,徐晓云,王克勤,等.油炸马铃薯条的感官评价与仪器测定指标的相关分析[J].食品科学,2013,34(14):237-240
- [14] 李丹丹,李汴生,阮征.凝胶软糖质构特性的感官评定与仪器分析研究[J].食品工业,2011,(1):47-49
- [15] 陈玮,常忠义,高红亮,等.不同发酵剂生产的酸乳感官评定和质构分析[J].中国酿造,2012,(1):193-195
- [16] Wu Tianxia, Abbott J A. Firmness and force relaxation characteristics of tomatoes stored intact or as slices[J]. *Postharvest Biology and Technology*,2002,24:59-68
- [17] 阙建全.食品化学[M].北京:中国农业大学出版社,2002
- [18] 王宏海,戴志远,张虹,等.改善烟熏鱿鱼圈色泽的工艺研究[J].食品与发酵工业,2009,35(6):91-95