

## 感官评定与仪器分析在北豆腐品质评价中的应用

乔明武, 张莹, 杨月, 石佳楠, 宋莲军

(河南农业大学 食品科学技术学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 采用感官评定、质构测定及色泽测定对不同大豆品种加工的北豆腐的品质进行了研究。结果表明: 感官评定与仪器测定指标间具有良好的相关性。仪器测定指标中硬度、胶着性、咀嚼性、 $L^*$  值与感官的总体可接受性呈显著相关关系, 相关系数分别为  $-0.642$ 、 $-0.447$ 、 $-0.620$ 、 $0.624$ 。建立了各相关指标间的回归方程,  $F$  值及相关系数  $R$  均达到了显著水平。经聚类分析选出了适合加工北豆腐的大豆品种。

**关键词:** 感官评定; 仪器分析; 北豆腐

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2011)04-0648-04

## Applications of Sensory and Instrumental Analysis in North Tofu Quality Evaluation

QIAO Ming-wu, ZHANG Ying, YANG Yue, SHI Jia-nan, SONG Lian-jun

(College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China)

**Abstract:** North tofu quality were studied by sensory evaluation and instrumental analysis in this experiment. There were good correlations between sensory evaluation and instrumental analysis indexes of twenty four soybean varieties. Hardness, gumminess, chewiness and  $L^*$  of instrumental analysis were correlated with general acceptability. The correlation coefficients were  $-0.642$ 、 $-0.447$ 、 $-0.620$  and  $0.624$ , respectively. The regression equations of each correlated indexes were established. And  $F$  value and correlation coefficient reached significant level. Soybean varieties fit for North tofu processing were chosen by cluster analysis.

**Key words:** Sensory evaluation; Instrumental analysis; North tofu

随着人们健康饮食意识不断增强, 豆腐不仅在东方国家成为大豆食品的主要消费形式, 在西方也逐渐受到关注。美国的大豆食品以每年 10% 的速度递增, 豆腐作为一种保健食品越来越受到消费者的青睐<sup>[1]</sup>。目前, 感官评定法仍然是豆腐企业使用的主要评价方法, 对豆腐感官检验常采用单一质量指标<sup>[2]</sup>, 使结果存在一定局限性, 从而影响客观评价豆腐品质的准确性。质构分析法已在食品科学的研究中得到广泛应用<sup>[3-6]</sup>, 如面包、曲奇、谷物早餐等。

该研究以 24 个大豆品种为材料, 以  $MgCl_2$  为凝固剂加工北豆腐, 进行感官评定、质构测定及色泽测定, 研究感官评定与仪器测定指标间的相关性并建立回归方程, 选择适合加工北豆腐的大豆品种, 旨在为建立豆腐品质综合评价体系提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试品种

选用 24 个品种大豆(表 1), 2009 年收获于河

南省博爱农场。

表 1 供试大豆品种名称

Table 1 Soybean varieties in this experiment

序号	品种	序号	品种	序号	品种
No.	Varieties	No.	Varieties	No.	Varieties
1	中黄 30	9	周豆 11	17	郑引毛豆
2	郑 0175	10	小圆黄豆	18	郑 92116
3	中黄 13	11	郑 84-70	19	豫豆 29
4	徐豆 9 号	12	绿皮黄豆	20	郑 98120-5
5	中黄 41	13	天鹅蛋	21	郑 0620-2
6	周 0025-2	14	大黄豆	22	郑 0102
7	郑 94059	15	中豆 24(82-24)	23	郑 94059
8	周豆 16	16	白毛豆	24	郑 97196

#### 1.2 仪器设备

TA-XA PLUS 物性测试仪, 英国 Stable micro systems 公司; 分离式磨浆机, 沧州铁狮磨浆机有限公司; 恒温数显水浴锅, 天津泰斯特仪器有限公司; SC-80C 全自动色差仪, 北京康光仪器有限公司。

#### 1.3 北豆腐的制作

采用传统的北豆腐加工方法<sup>[9]</sup>, 称取 100 g 大豆, 洗净, 在 20℃ 下用水浸泡 12 h, 以 8 倍大豆质量

收稿日期: 2011-05-11

基金项目: 河南省科技攻关资助项目(082102110014)。

第一作者简介: 乔明武(1979-), 男, 实验师, 研究方向为食品科学。E-mail: mingwu0309@163.com。

通讯作者: 宋莲军(1969-), 女, 副教授, 硕士生导师, 从事食品科学研究。E-mail: slj69@126.com。

的水进行磨浆。将所得豆浆用 120 目筛过滤,加热至沸腾,并保持 5 min。待豆浆温度冷却到 80℃,添加 15 mL 0.6 mol · L<sup>-1</sup> MgCl<sub>2</sub>溶液,在 150 r · min<sup>-1</sup> 转速下持续搅拌 1 min。在 80℃ 下保温 20 min,然后破脑压榨得北豆腐成品。在 4℃ 下保存备用。

1.4 北豆腐品质的感官评定

参照 GB/T14159。挑选出河南农业大学食品

学院研究生 10 名,对北豆腐加工工艺和特性都比较了解,感官评价前将试样用 3 位数随机数字对试样进行编号,并放入带有编号的纸盘中,在光线良好、有隔板的实验室进行感官评价,感官评定各指标含义及评定标准见表 2。

表 2 北豆腐感官评价评分标准  
Table 2 The standard of sensory evaluation of North tofu

指标 Index	含义 Meaning	评价标准 Evaluation standard	
硬度 Hardness	通过牙齿间或舌头与上颚间 对北豆腐的压迫而感知到	较硬	7~9
		软硬适中	4~6
		较软	1~3
风味 Flavor	具有北豆腐所特有的豆香味,包括气味 和滋味,通过嗅觉和味觉感知到	有浓郁的豆香味及甜味,无异味	7~9
		豆香味及甜味较弱,无异味	4~6
		无豆香味及甜味	1~3
口感 Taste	北豆腐在口中的颗粒感强度	口感柔软、细腻、弹性适中,无粗糙的渣感	7~9
		口感稍硬或弹性较差或略带渣感	4~6
		口感僵硬,弹性差,有明显渣感	1~3
色泽 Color	具有良好的感官色泽,通过观察感知到	色泽为深黄色、均一、无其它颜色	7~9
		色泽为淡黄色、均一、无其它颜色	4~6
		色泽为白色、均一、无其它颜色	1~3
总体 可接受性 General acceptability	综合了北豆腐外观、色泽、风味、 口感和硬度,即评价员认为最好的	很好,可以接受	7~9
		一般,勉强接受	4~6
		很差,难以接受	1~3

1.5 北豆腐质构特性的测定

将北豆腐保存在 4℃ 下过夜,用 Φ20 mm 的取样器在北豆腐的中部取样,样品高 10 mm;然后采用物性分析仪所配备的 P50 铝制圆柱形探头进行北豆腐质构特性测定。测定参数设定如下:测前速度 2.00 mm · s<sup>-1</sup>;测中速度 0.80 mm · s<sup>-1</sup>;测后速度 2.00 mm · s<sup>-1</sup>;模式为 70.00% 压缩比;起始距离 30.00 cm;时间 3.00 s;压力 10.0 g。

1.6 北豆腐色泽的测定

参考 GB/T 12097-89,用全自动色差计测色(以 L\* 值,a\* 值和 b\* 值表示),每块北豆腐取 5 个不同位置进行测定,其中 L\* 值代表亮度或黑色,L\* 越大

则北豆腐越亮或越白,反之越暗;a\* 值代表红色,a\* 越大则北豆腐越红,反之越绿。b\* 值代表黄色,b\* 越大则北豆腐越黄,反之越蓝。

1.7 数据分析

用 SPSS 16.0 与 Excel 2003 软件进行统计分析  
与数据处理。

2 结果与讨论

2.1 北豆腐感官评定各指标间的相关性

对 24 种大豆制成的北豆腐进行感官评定,分析  
各指标间的相关性,结果见表 3。

表 3 感官评定各指标间的相关性  
Table 3 Correlations of sensory evaluation indexes

感官评定指标 Sensory evaluation indexes	硬度 Hardness	风味 Flavor	口感 Taste	色泽 Color	总体可接受性 General acceptability
硬度 Hardness	1				
风味 Flavor	-0.143	1			
口感 Taste	-0.647 **	0.200	1		
色泽 Color	0.353	-0.126	0.030	1	
总体可接受性 General acceptability	-0.554 **	0.189	0.485 *	-0.426 *	1

n = 24; \* 表示 r<sub>0.05</sub> = 0.406, 相关显著; \*\* 表示 r<sub>0.01</sub> = 0.521, 相关极显著。  
n = 24; \* indicated r<sub>0.05</sub> = 0.406, significant correlation, \*\* indicated r<sub>0.01</sub> = 0.521, highly significant correlation.

由表3可以看出,口感与硬度呈显著负相关;硬度与总体可接受性呈极显著负相关;口感与总体可接受性呈显著正相关;色泽与总体可接受性呈显著负相关。可见,感官指标中硬度、口感、色泽对总体可接受性影响较大。

表4 北豆腐质构特性及色泽指标的变异情况

Table 4 The variation of texture characteristics and color indexes of North tofu

指标 Traits	最小值 Minimum	最大值 Maximum	极差 Range	平均值 Mean	标准差 SD	相对标准偏差 RSD
硬度 Hardness	1058.613	7554.445	6495.832	4640.708	1912.254	2.427
弹性 Springiness	0.472	0.858	0.386	0.755	0.091	8.295
粘聚性 Cohesiveness	0.280	0.406	0.126	0.354	0.032	11.056
胶着性 Gumminess	108.128	867.569	759.441	317.978	211.101	1.506
咀嚼性 Chewiness	109.046	764.207	655.161	267.444	175.239	1.526
回复性 Resilience	0.035	0.095	0.060	0.070	0.018	3.861
L*	47.460	62.135	14.675	55.765	3.923	14.215
a*	0.430	4.270	3.840	1.840	0.980	1.878
b*	7.445	16.020	8.575	12.041	2.073	5.808

由表4可以看出,不同大豆品种制得北豆腐的硬度、胶着性、咀嚼性、L\*、a\*、b\*均有较大差异,说明这些指标具有代表性,而弹性、粘聚性、回复性的差异不大。

表5 北豆腐感官与仪器测定指标间的相关性

Table 5 Correlations between sensory evaluation and instrumental analysis indexes

	硬度 Hardness	风味 Flavor	口感 Taste	色泽 Color	总体可接受性 General acceptability
硬度 Hardness	0.405*	-0.146	-0.262	0.402	-0.642**
弹性 Springiness	-0.216	-0.116	0.18	-0.049	0.106
粘聚性 Cohesiveness	-0.383	-0.018	0.225	-0.168	0.191
胶着性 Gumminess	0.555**	-0.204	-0.283	0.291	-0.447*
咀嚼性 Chewiness	0.538**	-0.265	-0.464*	0.256	-0.620**
回复性 Resilience	-0.338	0.030	0.216	-0.181	0.073
L*	-0.212	0.092	0.243	-0.494*	0.624**
a*	-0.078	0.090	-0.199	-0.152	-0.054
b*	0.177	0.138	0.014	0.432*	0.17

由表5可以看出,感官硬度与质构仪测定硬度呈显著正相关;与胶着性、咀嚼性呈极显著正相关。感官口感与咀嚼性呈显著负相关。感官色泽与b\*值呈显著正相关;与L\*值呈显著负相关。胶着性与总体可接受性呈显著负相关;质构仪测定的硬度、咀嚼性与总体可接受性呈极显著负相关。L\*值与总体可接受性呈极显著正相关。可见,仪器测定的结果与感官评定结果具有一定的相关性。

表6 感官评定与仪器测定指标间的回归分析

Table 6 Regression analysis between sensory evaluation and instrumental analysis indexes

感官评定指标 Sensory evaluation indexes	回归方程 Regression equation	F值 F value	R
硬度 Hardness( $Y_1$ )	$Y_1 = 4.780X_2 + 5.201$	9.795**	0.555*
口感 Taste( $Y_2$ )	$Y_2 = -3.372X_3 + 7.568$	6.020*	0.464*
色泽 Color( $Y_3$ )	$Y_3 = -0.101X_4 + 0.162X_5 + 10.390$	6.590**	0.621**
总体可接受性 General Acceptability( $Y_4$ )	$Y_4 = -0.166X_1 - 3.107X_3 + 0.121X_4 + 8.906$	15.553**	0.837**

## 2.2 北豆腐质构特性及色泽指标的变异情况

豆腐作为一种蛋白凝胶物质,其主要的质地特性包括硬度、弹性、粘聚性、胶着性、咀嚼性和回复性等,色泽指标包括L\*、a\*、b\*,各指标的变异情况见表4。

## 2.3 北豆腐感官评定与仪器测定指标间的相关性

将感官评定指标与仪器测定指标进行相关性分析,结果见表5。

## 2.4 北豆腐感官评定与仪器测定指标间的回归分析

以仪器测定指标中影响感官评定结果较大的5个品质指标:硬度( $X_1$ )、胶着性( $X_2$ )、咀嚼性( $X_3$ )、L\*值( $X_4$ )、b\*值( $X_5$ )为自变量,以感官评定指标中的硬度( $Y_1$ )、口感( $Y_2$ )、色泽( $Y_3$ )、总体可接受性( $Y_4$ )为因变量,进行逐步回归分析,结果见表6。

从表 6 中可以看出,各回归方程的  $F$  值与相关系数  $R$  均达到了显著的水平,说明各方程是可靠的,可以很好的说明各自变量和因变量的动态关系。影响北豆腐总体可接受性的仪器测定指标主要有硬度、咀嚼性及  $L^*$  值。

2.5 聚类分析

以北豆腐的总体可接受性作为参考指标,通过聚类分析将所选大豆品种分为 3 类(表 7)。第 1 类大豆有中黄 30、中黄 13、徐豆 9 号、周 0025-2、周豆 11、84-70、绿皮黄豆、天鹅蛋、大黄豆、中豆 24(82-24)、豫豆 29、郑 98120-5、郑 97196,此类大豆制作的北豆腐硬度稍硬或过软,色泽较暗,口感一般,勉强接受。第 2 类大豆有郑 0175、中黄 41、小圆黄豆、白毛豆、郑引毛豆、郑 92116、郑 0620-2、郑 0102、郑 94059,此类大豆制作的北豆腐硬度适中,色泽较亮,口感良好,总体可接受性好,更适合加工北豆腐。第 3 类大豆有周 01-14、周豆 16,此类大豆制作的北豆腐硬度过大,色泽黯淡,口感僵硬,难以接受。

表 7 北豆腐总体可接受性的聚类分析

Table 7 Clustering analysis on general acceptability of north tofu

品种(系)	分类	距中心距离
Varieties (Lines)	Category	Distance
中黄 30	1	0.385
郑 0175	2	0.222
中黄 13	1	0.385
徐豆 9 号	1	0.385
中黄 41	2	0.222
周 0025-2	1	0.615
周 01-14	3	0.500
周豆 16	3	0.500
周豆 11	1	0.385
小圆黄豆	2	0.222
84-70	1	0.385
绿皮黄豆	1	0.615
天鹅蛋	1	0.385
大黄豆	1	0.385
中豆 24(82-24)	1	0.615
白毛豆	2	0.778
郑引毛豆	2	0.222
郑 92116	2	0.222
豫豆 29	1	0.615
郑 98120-5	1	0.385
郑 0620-2	2	0.222
郑 0102	2	0.778
郑 94059	2	0.222
郑 97196	1	0.615

3 结 论

对北豆腐的感官评定指标中,硬度与总体可接受性呈极显著负相关;口感与总体可接受性呈显著正相关;色泽与总体可接受性呈显著负相关。仪器测定指标中,胶着性与总体可接受性呈显著负相关;硬度、咀嚼性与总体可接受性呈极显著负相关; $L^*$  值与总体可接受性呈极显著正相关。建立了感官评定与仪器测定指标间的回归方程, $F$  值及相关系数  $R$  均达到了显著水平,影响北豆腐总体可接受性的仪器测定指标主要有硬度、咀嚼性及  $L^*$  值。经聚类分析得知,郑 0175、中黄 41、小圆黄豆、白毛豆、郑引毛豆、郑 92116、郑 0620-2、郑 0102 和郑 94059 这 9 种大豆制得的北豆腐硬度适中,色泽较亮,口感良好,总体可接受性好,更适合加工北豆腐。

参考文献

[1] Kevin K. Tofu comes of age[J]. Food Processing,1994,7:81-82.

[2] 姚敏. 营养保健豆腐的研究[J]. 食品工业科技,1994(5):41-44. ( Yao M. Research on nutritional health tofu[J]. Food Industry Technology,1994(5):41-44. )

[3] Shogren R L,Mohamed A A,Carriere C J. Sensory analysis of whole wheat/soy flour blends [ J ]. Journal of Food Science,2003,68:2141-2145.

[4] Dubost N J,Shewfelt R L,Eitenmiller R R. Consumer acceptability, sensory and instrumental analysis of peanut soy spreads [ J ]. Journal of Food Quality,2003,26:27-42.

[5] Dhingra S,Jood S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour [ J ]. Food Chemistry,2002,77:478-88.

[6] Dansby M Y,Bovell-Benjamin A C. Sensory characterization of a ready-to-eat sweet potato breakfast cereal by descriptive analysis [ J ]. Journal of Food Science,2003,68:706-709.

[7] 贾春利,黄卫宁. 美国杏仁月饼的感官与质构特性的研究 [ J ]. 食品科学,2004,25(11):34-40. ( Jia C L,Huang W N. Research on sensory and texture characteristics of American almond moon cake [ J ]. Food Science,2004,25(11):34-40. )

[8] 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 ]. 食品科技,2010,31(1):91-94. ( Bai Y D,Qian H F,Zhou H M,et al. Quality research on instrument analysis and sensory evaluation of high-moisture rice cake [ J ]. Food Technology,2010,31(1):91-94. )

[9] 陆启玉,王显伦,卢艳杰,等. 食品工艺学 [ M ]. 郑州:河南科学技术出版社,1998. ( Lu Q Y,Wang X L,Lu Y J,et al. Food technology [ M ]. Zhengzhou:Henan Science and Technology Press,1998. )