

醋豆感官特性分析及其质构控制研究

陈亚珍, 林珮璇, 李艳杰, 葛慧芳, 林河通, 陈继承

(福建农林大学食品科学学院, 福建福州 350002)

摘要: 为了研究质构变化对醋豆感官特性的影响, 完善醋豆的品质控制体系, 本文利用定量描述分析法(Quantitative descriptive analysis, QDA)对醋豆的感官特性进行评定与差异性分析, 研究其与质构特性之间的相关性, 并基于醋豆质构感官品质预测模型以及响应面法优化醋豆的加工工艺。结果表明: 不同浸泡时间所得醋豆在适口性的感官强度上有极显著差异 ($p<0.01$), 外观的感官强度上显著差异 ($p<0.05$), 色泽、豆香、醋香和酸度表现为无显著差异, 且质构仪所测指标对感官评价结果有良好的预测性, 模型方程为 $Y=-10.368-0.01X_1+0.124X_2-15.173X_3$ 。响应面优化得到 3 个因素影响显著性大小依次为醋豆比>浸泡时间>浸泡温度; 最佳加工工艺参数为: 醋豆比 4.3、浸泡温度 25 °C、浸泡时间 67 d, 此条件下适口性得分最高为 6.60, 醋豆品质最优, 为进一步完善醋豆的品质控制研究体系提供了理论依据。

关键词: 醋; 大豆; 感官分析; 适口性; 质构; 响应面

文章编号: 1673-9078(2019)03-186-192

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.3.028

Study on Sensory Properties and Texture Control of Vinegar Soaked-soybean

CHEN Ya-zhen, LIN Pei-xuan, LI Yan-jie, GE Hui-fang, LIN He-tong, CHEN Ji-cheng

(College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: In order to explore the effect of texture on the sensory characteristics of vinegar soaked-soybean and improve the quality control system of vinegar soaked-soybean, quantitative descriptive analysis method (QDA) was used to evaluate and analyze the sensory characteristics of vinegar soaked-soybean in this work. The correlation between sensory characteristics and texture properties of vinegar soaked-soybean were studied. The processing of vinegar soaked-soybean was optimized by the quality prediction model and response surface methodology. The results indicated that there were significant differences in the sensory palatability ($p<0.01$) and sensory appearance ($p<0.05$) of different groups of vinegar soaked-soybean, and no significant difference in color, flavor and acidity. Furthermore, the sensory evaluation results could be predicted by the indicators measured by texture analyzer and the model equation was $Y=-10.368-0.01X_1+0.124X_2-15.173X_3$. The response surface optimization obtained that the significant effects order of three factors were followed by vinegar-soybean ratio > soaking time > soaking temperature. The optimal soaking conditions of response surface methodology that provided the maximum palatability (6.60) were determined as follows: vinegar-soybean ratio 4.3, soaking temperature 25 °C and soaking time 67 d. The quality of vinegar soaked-soybean was optimal at this condition. It provided a theoretical basis for further improving the quality control system of vinegar soaked-soybean.

Key words: vinegar; soybean; sensory analysis; palatability; texture; response surfaces

醋豆的保健功能在坊间广泛流传, 而早在我国古代医著《五十二病方》和《本草纲目拾遗》中就有关于醋豆之记载。醋豆由整粒生大豆和食醋浸泡而成, 有着抗氧化^[1-3]、抗衰老^[4]、降血脂^[4,5]和降血压^[5,6]等

收稿日期: 2018-11-18

基金项目: 福建省自然科学基金项目 (2016J01105)

作者简介: 陈亚珍 (1993-), 女, 硕士, 研究方向: 粮食、油脂及植物蛋白工程

通讯作者: 林河通 (1967-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 农产品加工及贮藏工程; 陈继承 (1978-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 生物技术与功能性食品 (共同通讯作者)

作用, 但是由于醋豆的制作工艺缺乏系统优化, 产品的酸度、外观和适口性等方面的品质评价参差不齐。在研究谷物、肉类和果蔬等食品时, 发现质构仪仪器参数与感官评定结果存在高度的相关性^[7], 且能够弥补感官评价的缺陷。质构测定法不仅能更客观、定量描述食品的硬度、咀嚼性、内聚性和弹性等物性特征, 而且误差小、易操作, 已广泛用于食品的物性分析和品质控制^[8-10]。

近年来, 许多科学家开始研究质构特性与感官评价结果之间的相关性, 并利用质构仪的分析指标对制品品质进行优化控制^[11-15]。赵廷伟^[16]等对不同面条的

感官评定与质构仪检测结果的相关性进行研究,发现不同宽度面条的折断压力有助于客观评价面条的感官评定得分、适口性等指标。刘刚等^[17]为加强对韩式泡菜产品质量的控制,用质构仪测定质构特性指标研究其发酵过程中质构物性的变化。

醋豆现有研究多局限于其功能与特性,关于质构仪在醋豆品质控制方面的应用研究几乎没有,同时国家行业有关醋豆的生产和品质控制标准缺失。本研究首先采用定量描述分析法评定醋豆的感官特性,旨在筛选出与醋豆感官品质具有显著相关性的指标,研究醋豆感官指标与其质构特性之间的相关性。最后,建立醋豆质构感官品质预测模型,并采用响应面法优化醋豆的加工工艺,进一步完善醋豆的品质控制研究体系。通过对醋豆质构变化的研究来更好地控制产品口感、提高产品接受度和改善产品质量。

1 材料与方法

1.1 材料与主要仪器设备

市售优质大豆;3年陈红曲老醋由福建永春老醋有限公司提供。

TA.XT Plus 质构仪,英国 Stable Micro Systems 公司;SKY-200B 恒温培养振荡器,上海苏坤实业有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 醋豆加工工艺流程

大豆→筛选→清洗→风干→老醋恒温振荡浸泡→捞出→沥干→醋豆

将浸泡不同的时间(15, 30, 45, 60, 75 d)得到的醋豆,分别编号为:579, 624, 317, 832, 186。

1.2.2 定量描述分析法

由10名评价员组成评定小组,每个评价员独立提出对醋豆的描述词汇,而后进行讨论挑选出代表性词汇,并给出每个词汇的定义^[18,19]。评价员各自品评,对这些描述词汇逐项进行评定打分,结果进行统计分析并用 QDA 图表示。

本试验采用数字评估为标尺,即评价员在1~7数字内给出醋豆各属性感受的强度高低。评分1代表“很弱”,2为“较弱”,3为“稍弱”,4为“中等”,5为“稍强”,6为“较强”,7为“很强”。

1.2.3 质构特性测定

取大小均一的醋豆进行试验,每个处理组测定10次,取平均值。探头类型 P50(直径为50 mm),测前速率 1.0 mm/s,测试速率 0.8 mm/s,测后速率 1.0

mm/s,压缩比例 40%,数据采集速率 200 pps,触发值 0.05 N,两次压缩间隔时间 5 s。

1.2.4 单因素与响应面优化试验

以适口性为指标,分别考察醋豆比(2:1、3:1、4:1、5:1、6:1 (m/m)),浸泡温度(5、15、25、35、45 ℃),浸泡时间(30、45、60、75、90 d)。考察某一因素时,其余条件固定为:醋豆比 4:1,浸泡温度 25 ℃,浸泡时间 60 d。

为优化醋泡加工的工艺参数,基于单因素结果,采用 Box-Behnken 模型对醋泡加工影响显著的因素(醋豆比、温度、时间)进行响应面设计,见表1。

表1 因素水平表

Table 1 Coding of factors and levels			
因素及代码	水平		
	-1	0	1
醋豆比 X ₁	3:1	4:1	5:1
浸泡温度(℃) X ₂	15	25	35
浸泡时间(d) X ₃	45	60	75

1.3 数据分析

采用 Design-Expert 8.0, SPASS 19.0 和 SigmaPlot 12.5 软件分别对试验结果进行设计以及相关性、方差、响应面、回归等统计分析。

2 结果与讨论

2.1 醋豆感官评定结果感官描述词汇及定义

2.1.1 感官描述词汇及定义

10名评价员依据定量描述分析法确定的醋豆感官描述词汇及定义见表2。

表2 醋豆感官描述词汇及定义

Table 2 Vocabulary and definition for sensory of vinegar

soaked-soybean	
描述词	定义
色泽	通过视觉获得的光感应,如红棕色、黑褐色
外观	指样品的表现状态是否完整,包括褶皱程度
适口性	评价用牙咬住样品所施加的力的大小及咀嚼时的咬劲
豆香	通过嗅觉感觉到的大豆香气
醋香	通过嗅觉感觉到的乙酸、乙酸乙酯香气
酸度	受柠檬酸、苹果酸等酸类物质刺激而通过味觉感知的味道

2.1.2 定量描述分析结果及 QDA 图

定量描述分析法作为一种综合性感官评定与分析方法,有定量剖析与描述食品感官品质的功能^[20,21]。

利用该法 10 名评价员对 579, 624, 317, 832, 186 共五种醋豆的感官特性进行了分析评定, 评分统计结果见表 3, QDA 如图 1。

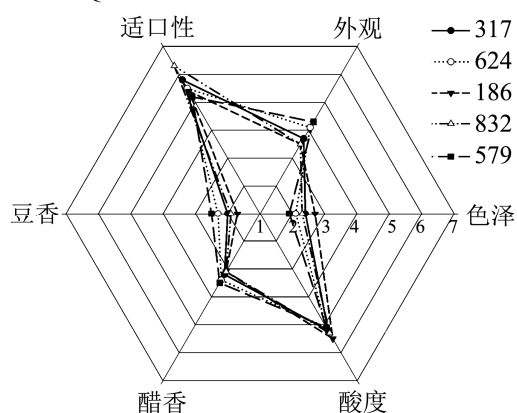


图 1 五种醋豆的 QDA 图

Fig.1 The QDA figure of five vinegar soaked-soybeans

由表 3 和图 1 可知, 不同浸泡时间所得的 5 种醋豆感官特性存在明显差异, 相同特性的强度也有所不同。在外观的感官特性上, 随着浸泡时间的增加五种样品强度依次减弱; 浸泡时间为 60 d 的样品 (编号 832) 在适口性上得分最高; 而在色泽的感官特性强度上浸泡 15 d 的样品 (编号 579) 比其它样品稍弱。在豆香、醋香和酸度的感官特性强度上 5 个样品几乎无区别, 其中豆香和醋香强度较弱, 而由于长期浸泡在老醋中使醋豆酸度强度稍强。因此, 该法能够区分和评定醋豆的感官特性强度与感官品质, 为醋豆工艺优化与质量控制提供一定的指导。

2.1.3 定量描述分析结果的方差分析

根据 $df_1=4$, $df_2=45$ 查得临界 F 值 $F_{0.05(4, 45)}=2.58$, $F_{0.01(4, 45)}=3.78$, 对 5 种醋豆进行方差分析所得色泽、

外观、适口性、豆香、醋香和酸度的 F 值分别为 2.25、3.28、5.08、1.94、0.91、0.90。对比之下, 可知 5 种醋豆在适口性的感官强度上有极显著差异, 在外观的感官强度上显著差异; 而色泽、豆香、醋香和酸度的 F 值都小于 F 检验分布表值, 则 5 种醋豆其相应的感官强度上表现为无显著差异。因此, 以适口性作为醋豆品质的主要评价标准之一, 具有一定的科学性和客观性。

2.2 醋豆适口性与质构参数的相关性分析及预测模型的建立

根据 2.1 定量描述分析法结果可知, 适口性可用作区分和评定醋豆感官品质的指标, 但其受个人主观因素的影响较大, 难以形成统一的标准。如表 4 所示, 本试验利用质构仪测定不同浸泡时间下的 5 种醋豆的质构参数, 其中硬度、咀嚼性和内聚性能较好描述固态样品的质构^[22]。硬度反映的是样品变形所需力的大小; 在食品咀嚼过程直到可吞咽状态时的抵抗性为咀嚼性; 内聚性则表示咀嚼过程中食物抵抗并紧密联系、保持完整的性质。结合表 3 适口性的感官评定和表 4 仪器测定的参数, 并进行相关性分析。结果可得适口性与硬度、咀嚼性、内聚性的相关系数 r 分别为: -0.434, -0.718, 0.962, 其中内聚性与适口性达到极显著正相关 ($p<0.01$), 咀嚼性与适口性达到显著负相关 ($p<0.05$), 说明质构测定的指标能够较为准确的反应醋豆适口性的实际状态。国内外多项研究表明质构仪压缩法测定的参数与感官指标存在显著的相关性^[23-26], 该结果也证实了这一点。

表 3 醋豆感官特性的品评得分表

Table 3 The sensory evaluation score of vinegar soaked-soybean

样品	色泽	外观	适口性	豆香	醋香	酸度
579	1.9±0.57 ^a	4.3±0.67 ^a	5.2±0.63 ^b	2.5±0.71 ^a	3.5±0.71 ^a	5.1±0.57 ^a
624	2.1±0.74 ^a	4.1±0.57 ^a	5.5±0.71 ^b	2.3±0.82 ^a	3.4±0.52 ^a	5.1±0.32 ^a
317	2.4±0.52 ^a	3.7±0.67 ^a	5.8±0.63 ^{ab}	2.0±0.67 ^a	3.2±0.63 ^a	5.2±0.63 ^a
832	2.3±0.67 ^a	3.5±0.53 ^a	6.3±0.48 ^a	1.9±0.74 ^a	3.1±0.57 ^a	5.3±0.48 ^a
186	2.7±0.67 ^a	3.5±0.71 ^a	5.4±0.52 ^b	1.7±0.67 ^a	3.1±0.57 ^a	5.5±0.71 ^a

注: 不同字母表示纵向差异性显著 ($p<0.05$)。

表 4 五种醋豆的质构参数结果

Table 4 The texture parameters of five vinegar soaked-soybeans

样品	579	624	317	832	186
硬度/N	60.383±2.71 ^a	57.550±2.36 ^a	50.370±0.92 ^b	45.378±1.32 ^c	40.067±0.97 ^d
咀嚼性/N	36.124±2.21 ^a	35.006±1.11 ^{ab}	30.801±1.00 ^c	32.340±0.479 ^{bc}	33.612±1.21 ^{abc}
内聚性	0.769±0.02 ^a	0.797±0.03 ^a	0.846±0.01 ^a	0.863±0.02 ^a	0.790±0.01 ^a

注: 不同字母表示横向差异性显著 ($p<0.05$)。

为了确定醋豆的适口性与质构参数之间的内在联系,以质构参数为自变量,硬度为 X_1 ,咀嚼性为 X_2 ,内聚性为 X_3 ,感官指标适口性为因变量 Y ,建立多元线性回归模型。通过逐步回归分析得到方程 $Y=-10.368-0.01X_1+0.124X_2-15.173X_3$,该方程可解释感官适口性变异的 99.2%,调整系数 R^2 为 0.898,说明拟合度较高;对模型的显著性检验表明 F 值达到了显著性水平($p<0.05$),则所建立的回归方程有效。同时在所建立的模型中,硬度、咀嚼性和内聚性的标准化系数分别为-0.193, 0.612, 1.409,说明适口性受内聚性的影响最大,其次为咀嚼性。综合分析说明硬度、咀嚼性、内聚性可以作为评价醋豆质构特性的重要参数,可以用质构参数的测定对感官适口性进行预测,从而达到用仪器测定代替感官评定醋豆品质的目的,也由此可知将质构特性参数作为醋豆品质优化的重要指标更为客观合理,易于标准化。

2.3 基于质构的醋豆响应面优化试验

2.3.1 单因素分析

以 2.2 所建立的回归模型为基础,通过硬度、咀嚼性和内聚性的质构测定获得醋豆适口性的感官得分。图 2a 为醋豆比(m/m)对适口性的影响。在 25℃,浸泡 60 d 的前提下,随醋豆比(m/m)增加,醋豆适口性呈先上升后下降趋势。醋豆比为 4 时,得分值最高,醋豆比为 2 时,得分值最低;不同醋豆比(m/m) (3~5) 制成的醋豆的感官评价之间存在显著性差异($p<0.05$)。

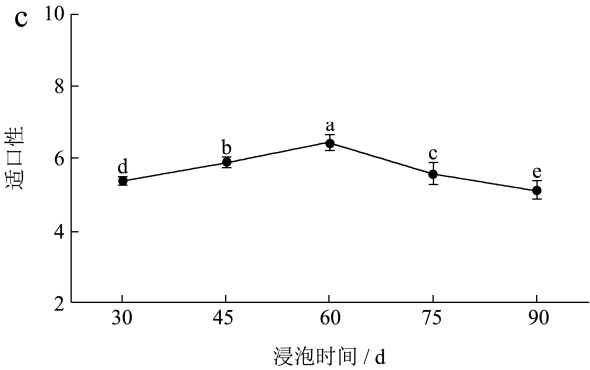
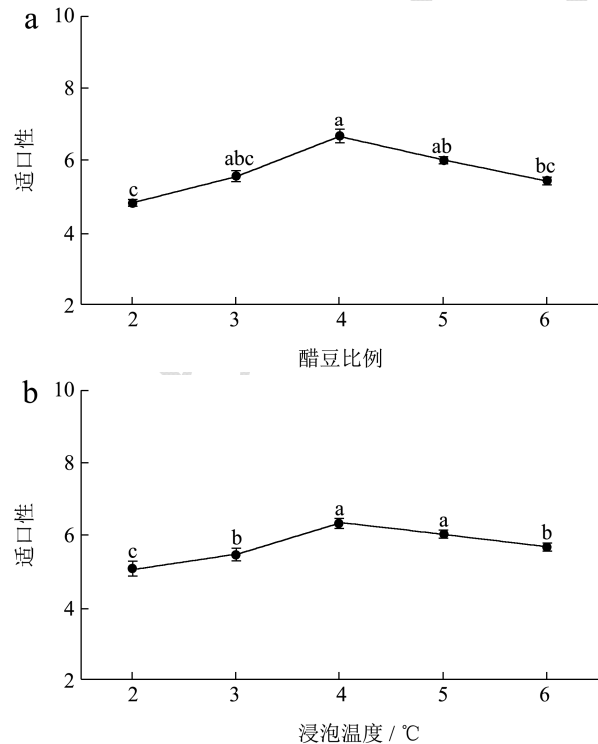


图 2 醋豆比、浸泡温度以及浸泡时间对适口性的影响

Fig.2 Effect of vinegar-soybean ratio, soaking temperature and time on palatability

图 2b 为浸泡温度对适口性的影响。在醋豆比为 4,浸泡 60 d 的前提下,随浸泡温度的升高,醋豆适口性呈先上升后下降趋势,这与相关文献的报道相似^[27]。对于适口性,不同浸泡温度(5~35℃)制成的醋豆之间存在显著性差异($p<0.05$),并且浸泡温度为 25℃时,测量值最高,5℃时最低。

图 2c 为浸泡时间对醋豆适口性的影响。在醋豆比为 4,浸泡温度为 25℃的条件下,随浸泡时间的延长,适口性呈先上升后下降趋势,这与相关文献的报道类似^[28]。对于适口性,不同浸泡时间(30~90 d)制成的醋豆之间存在显著性差异($p<0.05$),并且浸泡时间为 60 d 时,测量值最高,90 d 时最低。

表 5 响应面分析结果

Table 5 Results of response surface analysis				
试验序号	醋豆比 X_1	浸泡温度 $X_2/^\circ\text{C}$	浸泡时间 X_3/d	适口性
1	0	1	-1	5.40
2	0	-1	-1	5.17
3	0	1	1	5.87
4	0	-1	1	6.57
5	1	0	1	5.80
6	1	0	-1	5.37
7	-1	1	0	4.86
8	0	0	0	6.41
9	1	1	0	6.32
10	0	0	0	6.41
11	1	-1	0	5.59
12	0	0	0	6.41
13	-1	-1	0	4.63
14	0	0	0	6.41
15	-1	0	1	5.30
16	-1	0	-1	4.41
17	0	0	0	6.41

2.3.2 响应面试验结果与分析

2.3.2.1 模型的建立

根据表 5 的试验数据, 采用 Design-Expert 8.0 统计软件对各因素编码值和响应值进行回归拟合, 明确各因子对响应值的影响, 得到回归方程:

$$Y=6.41+0.49X_1+0.061X_2+0.40X_3-0.08X_1^2+0.13X_1X_2-0.11X_1X_3-0.26X_2^2-0.23X_2X_3-0.39X_3^2$$

2.3.2.2 回归方程方差分析及显著性检验

对响应值适口性的回归方程进行方差分析和显著性检验, 结果见表 6。由表可得: 模型的 $p=0.0010$, 该回归模型极显著, 相反, 失拟项 $p=0.0672>0.05$, 不显著, 模型的相关系数为 $R^2=94.80\%$, 校正决定系数为 $R^2_{Adj}=88.11\%$ 。说明该模型的拟合度良好, 且试验误差较小, 同时 $CV=4.22\%$, 说明试验稳定性好。即可用该方程对不同浸泡条件下醋豆感官适口性进行分析和预测。

表 6 适口性方差分析及显著性检验

Table 6 Variance analysis and significant test of palatability

变异来源	SS	df	MS	F	p (prob>F)	显著性
模型	7.45	9	0.83	14.17	0.0010	**
X_1	1.88	1	1.88	32.24	0.0008	**
X_2	0.03	1	0.03	0.51	0.4966	
X_3	1.27	1	1.27	21.79	0.0023	**
X_1X_2	0.063	1	0.063	1.07	0.3352	
X_1X_3	0.053	1	0.053	0.91	0.3728	
X_2X_3	0.22	1	0.22	3.70	0.0957	
X_1^2	2.67	1	2.67	45.73	0.0003	**
X_2^2	0.29	1	0.29	5.02	0.0601	
X_3^2	0.65	1	0.65	11.18	0.0124	*
残差	0.41	7	0.058			
失拟项	0.41	3	0.14	0.14	0.0672	
纯误差	0	4	0			
总值	7.86	16				

注: * $p<0.05$, ** $p<0.01$ 。

由表 6 的方差分析及显著性检验可知, 在醋泡大豆加工过程中, 除浸泡温度外, 其余因素对适口性的影响较为显著, 这可能是因为醋豆比的增加利于浸泡初期大豆的吸水膨胀, 经一定时间的浸泡, 醋豆感官品质显著升高。具体为醋豆比和浸泡时间的一次项 (X_1 和 X_2) 以及醋豆比的二次项 (X_1^2) 的影响达到极显著水平, 浸泡时间的二次项 (X_2^2) 的影响达到显著水平。此外, 比较各因素 F 值的大小还可以看出, 影响因素次序为: 醋豆比>浸泡时间>浸泡温度。

2.3.2.3 响应面分析及最优工艺确定和验证

回归模型中通过固定某一因素水平, 得到另外两个因素的交互影响结果, 见图 3 所示。

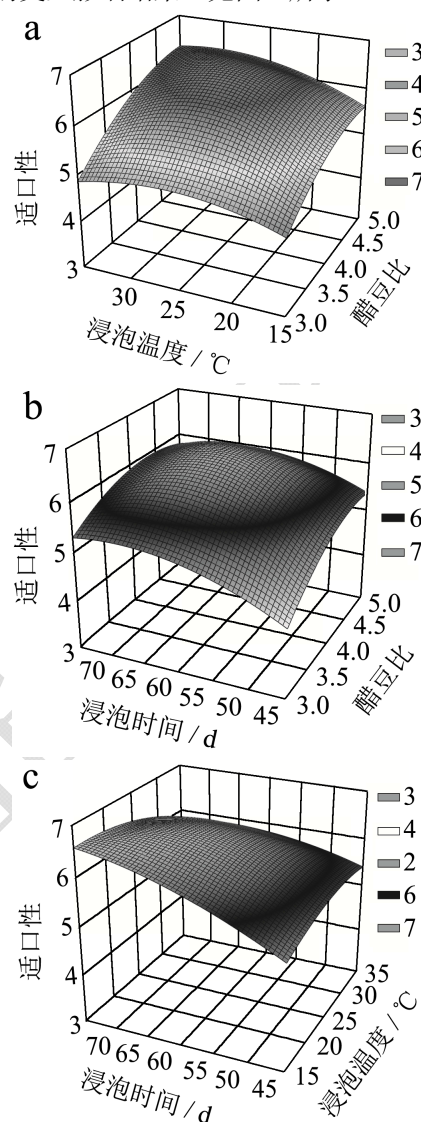


图 3 醋豆适口性的响应面图

Fig.3 Response surface of vinegar soaked-soybean palatability

图 3 中直观地反应了醋豆比与浸泡温度、醋豆比与浸泡时间的交互作用较为显著, 而浸泡温度与时间的交互作用不显著。这可能是因为醋豆加工阶段, 醋豆比对醋豆初期的吸水膨胀有很大影响, 使醋豆品质显著升高, 而浸泡时间对醋豆的适口性升高也起一定的作用。

当浸泡时间一定时, 适口性随着醋豆比和浸泡温度的增加分别呈现显著升高和缓慢升高的趋势; 当浸泡温度一定时, 适口性随着醋豆比和浸泡时间的增加分别出现显著升高的趋势; 当醋豆比一定时, 适口性随着浸泡温度和浸泡时间的增加分别出现缓慢升高和显著升高的趋势。醋豆比、浸泡温度和浸泡时间的增加, 都可以加速醋豆的浸泡过程, 提高醋豆的品质;

但浸泡时间太长,适口性变化不显著,醋豆加工周期延长,能耗增加。

通过 Design-expert 8.0 软件对 3 个因素(X_1 、 X_2 、 X_3) 进行优化的结果显示:当因素编码值为 0.27、-0.03、0.48 时, Y 可取最大值;即当醋豆比为 4.27、浸泡温度为 24.70 °C、浸泡时间为 67.20 d 时,可以得到醋豆适口性最大得分 6.57。为检验 RSM 法的可靠性,采用上述最优工艺进行醋豆加工试验,同时考虑到实际操作的便利,将醋豆加工的最佳条件修正为醋豆比 4.3、浸泡温度 25 °C、浸泡时间 67 d,实际测得的适口性得分为 6.60,与预测值进行比较得相对误差为 0.55%。因此可知,优化得到的工艺参数确切可靠,具有实用价值。

3 结论

本研究应用定量描述分析法确定了感官尺度和描述词汇,绘制了 QDA 图,对醋豆感官特征进行了评价和方差分析,结果表明不同浸泡时间所得醋豆在适口性的感官强度上有极显著差异,外观的感官强度上显著差异,色泽、豆香、醋香和酸度表现为无显著差异。通过适口性与质构特性的相关性分析及质构感官品质预测模型分析表明:两者关联性呈极显著($p < 0.01$),回归分析方程为: $Y = -10.368 - 0.01X_1 + 0.124X_2 - 15.173X_3$ 。该方程可解释感官适口性变异的 99.2%,表明质构仪所测指标对感官评价结果有良好的预测性。故在生产中可通过更加科学、可重复、可标准化的质构分析替代感官分析。以硬度、咀嚼性和内聚性预测评价醋豆的感官适口性并进行加工工艺优化,研究结果表明:随醋豆比、浸泡温度和浸泡时间的增加,醋豆适口性呈现不同程度的上升趋势,影响显著性大小为醋豆比>浸泡时间>浸泡温度。醋豆最优加工工艺:醋豆比 4.3、浸泡温度 25 °C、浸泡时间 67 d,在此条件下实际适口性达到一个较高得分 6.60,具有良好的品质。

参考文献

- [1] 王亚利,洪厚胜,张庆文,等.酿造醋及醋浸食品的保健功效[J].中国调味品,2008,33(9):31-35
WANG Ya-li, HONG Hou-sheng, ZHANG Qing-wen, et al. Health function of fermented vinegar and vinegar treatment food [J]. China Condiment, 2008, 33(9): 31-35
- [2] 陈玉婷,陈继承,田晶晶.食醋浸泡对大豆中异黄酮转化的影响[J].食品与发酵工业,2017,43(6):208-212
CHEN Yu-ting, CHEN Ji-cheng, TIAN Jing-jing. Study on isoflavone conversion in vinegar soaked soybean [J]. Food and Fermentation Industries, 2017, 43(6): 208-212
- [3] 陈芬,李莉,陈鸣丽,等.醋豆与大豆中脂肪酸含量的比较及营养学意义[J].生物技术,2008,18(1):73-75
CHEN Fen, LI Li, CHEN Ming-li, et al. Comparison of fatty acids(FA) in soybean after treating with vinegar and its significance [J]. Biotechnology, 2008, 18(1): 73-75
- [4] Chen J C, Wang J, Wang Z J, et al. Effect of *Monascus* aged vinegar on isoflavone conversion in soy germ by soaking treatment [J]. Food Chemistry, 2015, 186: 256-264
- [5] 刘曼西,陈芬.醋浸后大豆成分的变化及其营养学意义[J].食品与发酵工业,2004,30(2):66-71
LIU Man-xi, CHEN Fen. The change of components of soybean after treatment with vinegar and its significance [J]. Food and Fermentation Industries, 2004, 30(2): 66-71
- [6] 张月圆,陈佩瑶,刘露,等.醋制对黑豆蛋白含量及多肽 ACE 抑制活性的影响[J].大豆科学,2017,36(6):932-937
ZHANG Yue-yuan, CHEN Pei-yao, LIU Lu, et al. Effect of vinegar soaking on black soybean protein fractions content and their corresponding peptides' ACE inhibitory activity [J]. Soybean Science, 2017, 36(6): 932-937
- [7] 赵清霞,郑环宇,丁阳月,等.湿豆渣面包仪器质构与感官质构相关性分析[J].食品工业科技,2016,37(6):94-99
ZHAO Qing-xia, ZHENG Huan-yu, DING Yang-yue, et al. Analysis of the correlation between the sensory evaluation and texture instruments of fresh okara-wheat bread [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(6): 94-99
- [8] Srianta I, Ristiari S, Blanc P J, et al. Recent research and development of *Monascus* fermentation products [J]. International Food Research Journal, 2014, 21(1): 1-12
- [9] Chung C, Olson K, Degner B, et al. Textural properties of model food sauces: Correlation between simulated mastication and sensory evaluation methods [J]. Food Research International, 2013, 51(1): 310-320
- [10] 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
ZHANG Jian-hui, XU Xiao-yun, WANG Ke-qing, et al. Correlation analysis between sensory evaluation and instrumental measurement of French fried potatoes [J]. Food Science, 2013, 34(14): 237-240
- [11] 殷俊,梅灿辉,陈斌,等.肉丸品质的质构与感官分析[J].现代食品科技,2011,27(1):50-55
YIN Jun, MEI Can-hui, CHEN Bin, et al. Sensory evaluation and instrumental measurement of meatballs [J]. Modern Food Science & Technology, 2011, 27(1): 50-55
- [12] 杨烨,俞涵琛,陆国权.熟化方法对迷你甘薯品质和质构特

- 性的影响[J].食品科技,2016,41(8):45-50
- YANG Ye, YU Han-chen, LU Guo-quan. Effect of aging method on texture characteristics and quality of mini sweet potato [J]. Food Science and Technology, 2016, 41(8): 45-50
- [13] And C M L, Resurreccion A V A. Improved correlation between sensory and instrumental measurement of peanut butter texture [J]. Journal of Food Science, 2010, 67(5): 1939-1949
- [14] Blaker K M, Plotto A, Baldwin E A, et al. Correlation between sensory and instrumental measurements of standard and crisp-texture southern highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L. interspecific hybrids) [J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2014, 94(13): 2785-2793
- [15] Póltorak A, Wyrwisz J, Moczowska M, et al. Correlation between instrumental texture and colour quality attributes with sensory analysis of selected cheeses as affected by fat contents [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2015, 50(4): 999-1008
- [16] 赵延伟,吕振磊,王坤,等.面条的质构与感官评价的相关性研究[J].食品与机械,2011,27(4):25-28
- ZHAO Yan-wei, LYU Zhen-lei, WANG Kun, et al. Correlation between texture analyzer parameters and sensory evaluation of noodles [J]. Food & Machinery, 2011, 27(4): 25-28
- [17] 刘刚,邓钱江,汪淑芳,等.发酵过程中韩式泡菜质构变化的研究[J].食品工业科技,2017,38(15):112-116
- LIU Gang, DENG Qian-jiang, WANG Shu-fang, et al. Study on the change of Kimchi's texture characteristic during fermentation process [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(15): 112-116
- [18] 朱丽霞,甄文,王丽玲,等.新疆慕萨莱思感官特性定量描述分析[J].食品科学,2013,34(1):38-44
- ZHU Li-xia, ZHEN Wen, WANG Li-ling, et al. Quantitative descriptive analysis of sensory characteristics of Musalais from A'wati, xinjiang [J]. Food Science, 2013, 34(1): 38-44
- [19] 郑翠银,黄志清,刘志彬,等.定量描述分析法感官评定红曲黄酒[J].中国食品学报,2015,15(1):205-213
- ZHENG Cui-yin, HUANG Zhi-qing, LIU Zhi-bin, et al. Sensory evaluation of hongqu glutinous rice wine using quantitative descriptive analysis method [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(1): 205-213
- [20] Song S Q, Zhang X M, Hayat K, et al. Contribution of beef base to aroma characteristics of beeflike process flavour assessed by descriptive sensory analysis and gas chromatography olfactometry and partial least squares regression [J]. Journal of Chromatography A, 2010, 1217(49): 7788-7799
- [21] Puri R, Khamrui K, Khetra Y, et al. Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of Indian milk product *cham-cham* [J]. Journal of Food Science & Technology, 2016, 53(2): 1238-1246
- [22] Chen L, Opara U L. Texture measurement approaches in fresh and processed foods - a review [J]. Food Research International, 2013, 51(2): 823-835
- [23] Yang S, Li L, Qi B, et al. Quality evaluation of crisp grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*, C. ET V) based on instrumental texture analysis and cluster analysis [J]. Food Analytical Methods, 2015, 8(8):2107-2114
- [24] Odake S, Otoguro C, Kaneko K. Effect of calcium compounds on hardness and sensory evaluation of salted ume fruits [J]. Journal of Home Economics of Japan, 2010, 46(7): 641-648
- [25] 任范伟,朱兰兰,周德庆.秋刀鱼肉质感官评价与质构的相关性分析[J].南方农业学报,2016,47(11):1932-1938
- REN Fan-wei, ZHU Lan-lan, ZHOU De-qing. Correlation between meat quality sensory evaluation and texture of *Cololabis saira* [J]. Journal of Southern Agriculture, 2016, 47(11): 1932-1938
- [26] 俞艳,姜松.挂面质地的感官评定和仪器测定之间的相关性研究[J].食品工业科技,2016,37(12):134-138
- YU Yan, JIANG Song. Research of correlation between sensory evaluation and instrumental measurement of noodles texture [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(12): 134-138
- [27] Taiwo K A, Akanbi C T, Ajibola O O. Regression relationships for the soaking and cooking properties of two cowpea varieties [J]. Journal of Food Engineering, 1998, 37(3): 331-344
- [28] Edwards E J, Cobb A H. The effect of prior storage on the potential of potato tubers (*Solanum tuberosum* L) to accumulate glycoalkaloids and chlorophylls during light exposure, including artificial neural network modelling [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1999, 79(10): 1289-1297