



低脂冰淇淋质构与感官评价的相关性研究

贺红军, 张雪婷, 邹慧, 蒋辉, 孙马龙, 孙承锋
(烟台大学生命科学学院, 烟台 264005)

摘要: 分别利用南瓜、大豆、菊粉以及变性淀粉作为脂肪的替代品, 制作脂肪替代度为60%的低脂冰淇淋。采用感官评价和质构仪器分析法分别对所制得的低脂冰淇淋品质进行分析, 然后使用SPSS19.0对感官评价与仪器分析结果进行主成分分析和相关性分析。通过因子和主成分分析, 感官评定得出2个主成分。通过相关性分析发现, 感官评价与质构特性参数二者之间在程度不同的相关性($r=-0.187\sim-0.991$, $P<0.05$ 或 $P<0.01$)。由感官评价和质构特性参数二者之间的相关性可知, 黏稠度和坚实度与TPA模式中的硬度、内聚性、胶黏性和弹性4个指标之间存在显著或极显著的相关性($r=-0.756\sim-0.991$, $P<0.05$ 或 $P<0.01$)。故选取主要感官指标为因变量, 仪器分析指标为自变量, 得到具有统计意义的感官指标平滑性和坚实度的回归模型, 为低脂冰淇淋的研究提供可行的评价方法。

关键词: 低脂冰淇淋; 质构; TPA; 感官分析

中图分类号: TS 277 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2015)02-0338-05

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2015.02.069

Correlation between texture and sensory evaluation of low-fat ice cream

HE Hong-jun, ZHANG Xue-ting, ZOU Hui, JIANG Hui, SUN Ma-long, SUN Cheng-feng

(College of Life Sciences, Yantai University, Yantai 264005)

Abstract: The fat in ice cream was substituted 60% by pumpkin, modified starch, soybean and inulin, respectively, and then the qualities of ice creams were evaluated using sensory evaluation and instrumental analysis. The correlation analysis between the sensory parameters and instrumental parameters were conducted using SPSS19.0. Three principal components of sensory evaluation were extracted by principal component analysis. Correlation analysis indicated that the correlation was significant between TPA analysis and sensory evaluation measure ($r=-0.187\sim-0.991$, $P<0.05$ or $P<0.01$). The instrumental parameters gumminess and smoothness were notably correlated with texture attributes ($r=-0.756\sim-0.991$, $P<0.05$ or $P<0.01$). Stepwise regression analysis was used to generate prediction equations with the parameters of TPA as independent variables, and the data of principal sensory attributes as dependent variable. The prediction equations of sensory gumminess and smoothness were significantly in statistics. This can provide a practical evaluation method of low-fat ice cream.

Key words: low-fat ice cream; texture; TPA; sensory analysis

收稿日期: 2014-08-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(31300789); 山东省自然科学基金项目(ZR2011CM026)。

作者简介: 贺红军(1967—), 男, 山东烟台人, 博士, 副教授, 研究方向为农畜产品加工与贮藏。



冰淇淋具有浓郁的香味、细腻的质构,因此受到很多人的喜爱。然而传统的冰淇淋脂肪含量很高,通常使高血压、肥胖病,以及追求苗条体态的人渴望而不可即^[1]。近几年来,欧美日等发达国家风靡功能性、低热量的食品^[2],其中也包括低热量保健冰淇淋^[3]。脂肪替代品不仅能替代全部或部分脂肪从而降低食品的热量,而且能模拟出脂肪在食品中的感官特性,从而弥补因减少脂肪给产品风味、口感和外观带来的不利影响^[4]。因此,利用低能量的脂肪模拟品替代脂肪在冰淇淋中的应用已经成为健康饮食中的热点^[5],评价低脂冰淇淋也变得尤为重要。

本次试验选择了含有丰富营养成分的南瓜、大豆、菊粉以及变性淀粉作为脂肪的替代品,制作出4种低脂冰淇淋,并对其感官及质构指标进行评价和测定。感官评价是利用人来测量对食物和口味的可接受性,是最直接的方法,但这种评价是依赖人生理和心理上的综合感受,易受人为因素的影响,而且评定程序复杂、耗时长^[6]。硬度、弹性、内聚性、胶黏性^[7]等质构特性可利用仪器进行客观的测定^[8],而且仪器操作简便、快速、灵敏度高,结果的重现性也比较好,并可避免人为因素对评价结果产生主观影响。张婷^[8]等人对咸鱼品质的质构与感官进行相关性分析,得出了两者之间有着较好的相关性。因此,本试验的目的是通过低脂冰淇淋的感官评价和仪器测定法,得到相关的参数,并用统计分析找出它们的相关性,使仪器测定很好地补充和替代感官评定^[9]。

低脂冰淇淋综合了低脂和冰淇淋的两重特点,使传统冰淇淋在营养价值上更进一步,又克服了低脂造成的冰淇淋难以接受的口感。采用质构仪和感官评价方法,研究分析2种方法之间的相关性,建立低脂冰淇淋的评价模型,并尝试用TPA方法中的各指标来定量描述感官评定结果,对低脂冰淇淋的研究和评价有着重要的学术意义和经济价值。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

脱脂乳粉:黑龙江省完达山乳业股份有限公司;白砂糖:山东嘉鑫糖业有限公司;淀粉:山东高密华圆糖业有限公司;多美鲜植物黄油:上海高夫食品有限公司;海藻酸钠:天津市福晨化学试剂厂;南瓜、大豆、变性淀粉、菊粉:市售。

1.2 主要仪器设备

烧杯;玻璃棒;LDZX-30KBS立式压力蒸汽灭菌器:上海申安医疗器械厂;HR7638均质机、IM3-B冰淇淋搅拌机:珠海飞利浦家用电器有限公司;FJ-200高速分散均质机:上海标本模型厂;TMS-Pro型质构仪:Food Technology Corporation。

1.3 冰淇淋配方

表1 冰淇淋配料表

替代品	脱脂乳粉 1%	蔗糖 1%	海藻酸钠 1%	淀粉 1%	黄油 1%	鸡蛋 1个	南瓜 1%	变性淀粉 1%	菊粉 1%	大豆 1%
南瓜低脂冰淇淋	12	13	0.3	2.4	4	1	6	-	-	-
变性淀粉低脂冰淇淋	12	13	0.3	2.4	4	1	-	6	-	-
菊粉低脂冰淇淋	12	13	0.3	2.4	4	1	-	-	6	-
大豆低脂冰淇淋	12	13	0.3	2.4	4	1	-	-	-	6

1.4 试验方法

1.4.1 工艺流程 原料处理→原辅料混匀→均质→杀菌→冷却→老化→凝冻→罐装→硬化→成品^[10]。

1.4.2 感官评价 在保证低脂冰淇淋完全符合国家食品安全要求的基础上,冰淇淋的感官指标决定了它在消费者中的受欢迎程度。本次试验感官评定采用1~9分的评分法,其中1代表极厌恶或感官评定指标不明显,9代表极喜欢或感官指标极明显。邀请8名经过一定感官评定培训的人员,对低脂冰淇淋进行感官评价,呈送顺序和品评顺序随机并根据评分表打分。使用的描述词汇、定义及

表2 冰淇淋感官评分标准

感官评价指标	指标定义	参照样品
黏稠度	将样品放入口中,轻轻地让样品在舌尖和上颌之间转动,评定液体在口中的流动容易程度	全麦饼干=1,热狗=5,淀粉软糖=9
平滑性	冰淇淋入口及融化过程中冰淇淋的爽滑性	黑麦饼干=0,马铃薯片=5,果冻=9
口融性	将样品放入舌尖和上颌之间,轻轻让样品在舌尖和上颌之间转动,判断当咽下之后口腔中所剩下样品量	凝固型酸乳=1,巧克力=5,硬糖=9
坚实度	咀嚼时能够感觉到抵抗变形的程度	奶油乳酪=1,法兰克福香肠=5,硬糖=9
粗糙度	样品表面能看见以及舌尖感觉到的颗粒状物的含量及大小	明胶布丁=0,马铃薯片=5,幼麦面包=9
易嚼性	将样品放在口腔中每秒钟咀嚼一次,评价当可将样品吞咽时所咀嚼次数或能量	奶油乳酪=1,全麦饼干=5,果汁软糖=9

在室温下迅速测定, 每个样品进行3次平行试验。测试条件为: 圆盘挤压探头P/75; 测前速率为60 mm/min; 测后速率与测前速率一致; 2次压缩之间的停留间隔0 s; 测试距离30 mm; 最小触发力0.3 N; 每项测试重复3次^[11]。测试温度对测试结果会有影响, 仪器测定统一在室温下进行。典型的质构特征参数定义为:

胶黏性(Gumminess): 探头上行时所受到的阻力, 第2次压缩的相对抵抗能力;

内聚性(Cohesiveness): 第2次压缩的相对抵抗能力, 表现为2次压缩所做正功之比;

弹性(Springiness): 样品在去除压力后恢复形变前的高度比率, 第2次压缩与第一次压缩的高度比值;

硬度(Hardness): 第一次压缩时的最大峰值, 代表使样品变性所需的力, 多数样品的硬度值出现在最大变形处。

1.4.4 感官评定结果与TPA测定结果的相关性分析

试验应用SPSS19.0统计软件, 对低脂冰淇淋感官指标进行因子分析和主成分分析, 并对各项质构特性(硬度、内聚性、胶黏性、弹性)的平均值与感官评定中质地指标(黏稠度、平滑性、口融性、坚实度)的平均值之间的皮尔逊(Pearson)相关系数进行分析, 最后进行回归分析, 建立分析预测模型。

2 结果与讨论

2.1 低脂冰淇淋的感官评价和TPA测试结果分析

由图1可以看出, 4种冰淇淋的感官评价存在明显差异, 变性淀粉为替代品制得的样品4项感官指标均较高, 而且与其他3种差异较大, 南瓜的感官评价最低。变性淀粉的黏稠度最大且明显高于其余3种, 可能是因为变性淀粉自身的黏性较高, 使得冰淇淋浆料的黏性提高。在平滑性指标中, 南瓜的样品明显低于其余3种, 而粗糙度则最高, 这可能是南瓜中有部分纤维组织混入到冰淇淋中, 使得样品的表面出现凹凸感。在易嚼性方面, 除南瓜外其余3种的样品比较接近, 这可能是

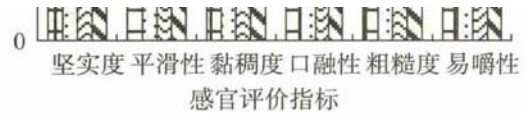


图1 低脂冰淇淋感官评价结果

由于南瓜样品的口融性较低, 在融化过程中咀嚼更为困难一些。

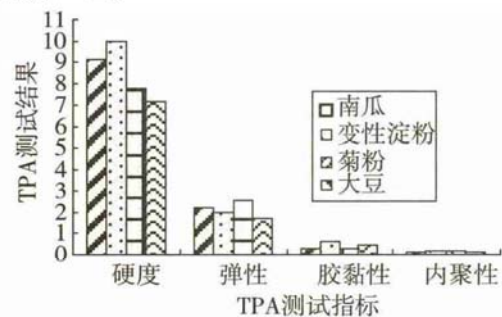


图2 低脂冰淇淋TPA测定结果

图2的质构指标结果反映出, TPA测定中4种冰淇淋的硬度、弹性、胶黏性和内聚性的差异。与感官评价结果相似, 变性淀粉为替代品的样品硬度值和胶黏性最高。一般情况下, 冰淇淋的持气量越大表现出的硬度就越小, 由于变性淀粉使得冰淇淋浆料的黏性较高, 搅打的过程中较难混入空气, 所以冰淇淋膨胀率随之降低、硬度增加。菊粉为替代品的样品表现出最大的弹性, 但与其余3种样品的差别不大。内聚性反映了冰淇淋的内部结合力, 保持冰淇淋的完整性, 可以看出4种样品的差别较小, 在一定程度上维持了冰淇淋的内部结合力。

2.2 感官评价的主成分分析

为了进一步分析感官指标对低脂冰淇淋的贡献程度, 对测定结果进行因子分析和主成分分析。

表3 低脂冰淇淋感官评定的各成分特征根与方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%
1	3.114	65.599	65.599
2	1.327	27.954	93.553
3	0.238	5.014	98.567
4	0.065	1.369	99.936
5	0.003	0.063	100.00

由表3可知, 低脂冰淇淋的主成分1和主成分



2和的特征值分别占总方差的百分比为65.599%、27.954%，累计分别达到了65.599%和93.553%，说明了这2个主成分已经能完全解释冰淇淋感官评定的情况，因此取前2个因子作为低脂冰淇淋的主成分。

表4 低脂冰淇淋感官评定的特征向量系数

感官评价指标	主成分	
	1	2
坚实度	0.45	0.21
平滑性	0.31	0.46
黏稠度	0.56	0.27
口融性	0.22	0.60
粗糙度	-0.18	0.25
易嚼性	0.12	0.18

利用特征值，采用正交旋转法将低脂冰淇淋感官评定结果的主成分因子进行旋转，得到各指标的特征向量系数。由表4可以看出，感官评定结果中，主成分1载荷较高的是坚实度和黏稠度，主成分2载荷较高的是平滑性和口融性。对于低脂冰淇淋来说，随着脂肪含量降低和黏稠度增大，会使得其膨胀率降低，进一步导致在冷冻的时候发生凹陷且硬度增加，融化时所需的时间也就越多。由此可知，感官评价中占主要作用的是坚实度、平滑性、黏稠度和口融性，因此，对于这4种指标的描述更为重要。

2.3 感官评价之间和TPA测试之间的相关性分析

表5 感官评定指标之间的皮尔逊相关系数

指标	坚实度	平滑性	黏稠度	口融性	粗糙度	易嚼性
坚实度	1.000					
平滑性	0.893*	1.000				
黏稠度	0.825*	0.569	1.000			
口融性	0.926**	0.896*	0.562	1.000		
粗糙度	0.341	-0.875*	0.454	0.625	1.000	
易嚼性	0.652	0.318	0.252	0.782	0.514	1.000

注：*表示在0.05水平的相关显著性，**表示在0.01水平的相关显著性，下同。

由表5可知，在感官评价分析中，坚实度与口融性之间存在着极显著的相关性，而且与平滑性和黏稠度都有显著相关性，说明坚实度对于感官评价的影响较大。平滑性还与口融性间存在着显著的正相关，与粗糙度存在显著的负相关，但与其他指标的相关性较低。这可能是因为样品较为平滑颗粒感不明显时，在口中所需的融化时间就越小，不会因为颗粒冰晶难以融化。黏稠度除了与坚实度存在显著相关性之外，与其他2个指标

的相关性都较小。这是由于样品如果较黏稠，其混入的空气较少膨胀率降低，难以维持蓬松的口感，甚至发生凹陷，使得冰淇淋变得较硬。

表6 TPA分析指标之间的皮尔逊相关系数

指标	硬度	弹性	胶黏性	内聚性
硬度	1.000			
弹性	-0.501	1.000		
胶黏性	0.763	0.941**	1.000	
内聚性	0.243	-0.525*	0.787*	1.000

由表6可知，在TPA测试指标的分析中，胶黏性与内聚性之间存在着显著的正相关性，说明胶黏性有助于维持冰淇淋内部结构，使其保持较稳定的形态。弹性除了与胶黏性存在极显著正相关外，还和内聚性存在显著的负相关性，说明了样品的弹性对其他指标有不同程度的影响。这可能是随着胶黏性的增加，样品的内聚性也有所增加，使得冰淇淋内部结构更加稳定，不易形变，因此样品的弹性也随之降低。硬度除了和弹性是负相关外与其他2个指标都是正相关，但是与内聚性相关性都较小，表示硬度和内聚性之间的影响比较小。

2.4 感官评定结果与TPA测定结果的相关性分析

感官品评质地指标与TPA测试所得质构特性参数之间相关性分析结果见表7。

表7 感官评价与TPA测试相关性系数表

指标	坚实度	平滑性	黏稠度	口融性	粗糙度	易嚼性
硬度	0.523	-0.991**	0.982*	0.643	0.553	-0.573
弹性	-0.441	-0.953*	0.787	0.249	0.345	-0.558
胶黏性	0.793	-0.756	0.858	0.768	0.218	0.324
内聚性	0.187	-0.942*	0.905*	0.537	0.376	0.296

表7相关系数的绝对值越大，表示相关性越强，相关系数越接近于1或-1相关度越强，相关系数越接近于0，相关度越弱。从表7中可以看出，感官指标中的口融性和黏稠度与TPA测试中各项指标为正相关；坚实度除了与弹性是负相关外与其他3个指标均为正相关；平滑性与TPA测试中的4个指标都是负相关；粗糙度与TPA测试中的4个指标都是正相关；易嚼性与硬度、弹性是负相关，其他2项都是正相关。

平滑性与硬度达到了极显著的负相关，且与弹性存在着显著的负相关。我们可以从关系系数中看出，平滑性与TPA测试中的4个指标的相关系数的绝对值在0.756~1.000之间，属于强相关的范围；黏稠度与硬度是显著相关，与内聚性的相关



系数也达到了0.905, 且与4个指标的相关系数都在0.787以上, 属于极强相关范围; 坚实度和口融性与TPA指标中的胶黏性的相关系数在0.768以上, 而与其他3个指标的相关性都较小。对于粗糙度和易嚼性来说, 它们与TPA测试中的4个指标的相关系数都较小, 说明人的感觉和仪器定义参数有一定的差别, 这2个指标很难通过仪器来描述。

综合以上分析可以看出, 感官评定指标平滑性和黏稠度与TPA测试中质构参数高度相关, 可以用TPA测试参数代替这2个感官评定指标。

2.5 感官评定和仪器测定之间回归模型的建立

由表7可以看出, 感官评定平滑性与黏稠度和TPA测试的各项指标有一定的联系性。相关性分析中, 相关系数的大小是否接近于1或-1可反映2个变量关系的联系程度, 但是相关系数较高只是能表明变量的变化是同向的, 并不能反映出变量之间的因果关系。所以选取感官评定指标与TPA测试中质构参数相关系数高的指标, 建立合适的回归方程, 用仪器测定的结果来描述感官评价。

为此, 分别以感官评价的平滑性和黏稠度为因变量, 以TPA测试的硬度、弹性、胶黏性、内聚性为自变量, 利用SPSS19.0统计分析软件, 建立2个多元回归方程。

$$Y_1 = -3.036 + 0.63X_1 - 0.518X_2 + 20.289X_3$$

式中: Y_1 为感官评价中的平滑性指标;

X_1 为TPA硬度指标;

X_2 为TPA弹性指标;

X_3 为TPA内聚性指标;

R^2 为0.972。

$$Y_2 = 12.682 - 0.039X_4 - 2.298X_5 - 9.944X_6$$

式中: Y_2 为感官评价中的黏稠度指标;

X_4 为TPA硬度指标;

X_5 为TPA弹性指标;

X_6 为TPA内聚性指标;

R^2 为0.992。

2个模型的模型拟合度都在0.972以上, 说明感官评价中的平滑性指标和黏稠度指标都可以用该模型来解释。由数学模型可知, 冰淇淋这类产品在做TPA测定时, 需要特别注意硬度、弹性、内聚性这3个指标。

3 结论

对于感官评定结果来说, 分别提取出低脂冰

淇淋的2个主成分, 方差贡献率达到了93.553%, 这样完全可以对冰淇淋的坚实度、平滑性、黏稠度和口融性进行解释。由此可知, 感官评价的指标很多, 但占主导作用的是坚实度、平滑性、黏稠度和口融性, 因此, 可以在以后的试验中主要对这4个指标进行评价。

从试验结果可以得出, 低脂冰淇淋的感官质地性状之间存在广泛的相关性, 而且与仪器分析的大部分参数也存在不同程度的相关性: 感官评价指标平滑性和黏稠度与TPA模式中的硬度、内聚性、胶黏性和弹性指标之间存在显著或极显著的相关性($r = -0.756 \sim -0.991$, $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。因此, 黏稠度和平滑性可以分别由TPA模式中的硬度、内聚性和弹性3个指标进行预测描述, 并建立回归方程得出拟合度在0.972以上的数学模型。这些结果进一步说明了低脂冰淇淋的评价必须结合感官评价和TPA仪器分析才能对其进行全面的评价, 为探讨用仪器的客观指标补充和完善感官评价的主观指标提供了可能性。

参考文献:

- [1] Carlos Mendez-Velasco, H Douglas Goff. Fat Structure in Ice Cream: A Study on the Types of Fat Interactions[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 29(1): 152-159
- [2] Rafael Silva Cadena, Helena Maria Andr é Bolini. Time-intensity Analysis and Acceptance Test for Traditional and Light Vanilla Ice Cream[J]. Food Research International, 2011, 44: 677-683
- [3] Carlos M é ndez-Velasco, H Douglas Goff. Enhancement of Fat Colloidal Interactions for the Preparation of Ice cream High in Unsaturated Fat[J]. International Dairy Journal, 2011, 21: 540-547
- [4] Thom Huppertz, Mary A Smiddy, H Douglas Goff, et al. Effects of High Pressure Treatment of Mix on Ice Cream Manufacture[J]. International Dairy Journal, 2011, 21: 718-726
- [5] 林婉玲, 杨贤庆, 李来好, 等. 脆肉鲩质构与感官评价的相关性研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(1): 1-7
- [6] 孙海涛, 刘景圣. 即食玉米质构的感官评定与仪器分析[J]. 食品科技, 2011, 36(6): 288-291
- [7] Mitsuru Taniwaki, Kaoru Kohyama. Mechanical and Acoustic Evaluation of Potato Chip Crispness Using a Versatile Texture Analyzer[J]. Journal of Food Engineering, 2012, 112(4): 268-273
- [8] 张婷, 吴燕燕, 李来好, 等. 咸鱼品质的质构与感官相关性分析[J]. 水产学报, 2013, 37(2): 303-309
- [9] Chan Wang, Qiang Huang, Xiong Fu. Physicochemical



扫描电镜法快速鉴别鱼翅干制品品质

洗燕萍^{1,2}, 董浩¹, 罗海英¹, 郭新东¹, 王莉¹, 覃芳芳¹, 吴玉銮¹, 赵谋明^{2*}
(1.广州市质量监督检测研究院, 广州 510110;
2.华南理工大学轻工与食品学院, 广州 510640)

摘要: 建立了基于扫描电镜法(SEM)的鱼翅干制品品质的微观形态的鉴别方法。在观察大量鱼翅干制品外观超微形态结构的基础上, 研究了鱼翅干制品的外表面、横断面以及翅针的超微结构的形貌, 获得了典型扫描电镜照片。结果显示, 假鱼翅与天然鱼翅的电镜图均有不同程度的差异, 利用特征照片可准确区别真假鱼翅干制品。该方法可简便、快速、直观地评价鱼翅干制品的品质, 弥补了PCR检测技术无法判断由鲨鱼下角料压模成的鱼翅干制品的局限性。

关键词: 鱼翅干制品; 扫描电镜; 掺假; 鉴别

中图分类号: TS 254.5⁺1 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2015)02-0343-05

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2015.02.070

Application of scanning electron microscope (SEM) in rapid identification of dried shark fin products

XIAN Yan-ping^{1,2}, DONG Hao¹, LUO Hai-ying¹, GUO Xin-dong¹, WANG Li¹,
QIN Fang-fang¹, WU Yu-luan¹, ZHAO Mou-ming^{2*}

(1.Guangzhou Quality Supervision and Testing Institute, Guangzhou 510110; 2.College of Light Industry and Food Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640)

Abstract: The identification method, which can characterize the micro-morphology of dried shark fin products quality based on scanning electron microscopy (SEM) was established. On the basis of the observation of large numbers of ultra-structural morphology features of dried shark fin products, the morphology features of dried shark fin products' outer surface, cross-section and shark fins needle were investigated and the typical SEM photographs of them were obtained. The results showed that the SEM



收稿日期: 2014-08-13 *通讯作者

基金项目: 国家质检总局科技计划项目(2013QK278)。

作者简介: 洗燕萍(1975—), 女, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向为食品安全分析技术。

Properties and Application of Micronized Cornstarch in Low Fat Cream[J]. Journal of Food Engineering, 2013,116(4):881-888

品科技,2012,37(7):116-118

[11] 杨莹莹,贺红军,郭萌萌,等.响应面法分析TPA测试参数对酸乳质构的影响[J].现代食品科技,2013,29(6):1282-1284

[10] 马川兰,崔惠玲.南瓜低脂冰淇淋的生产工艺研究[J].食