



鲜百合凝固型酸奶的 加工工艺及品质研究

刘欢,梁琪*,米兰,毕阳,甘伯中

(甘肃农业大学食品科学与工程学院,甘肃兰州 730070)

摘要:以兰州鲜百合、鲜牛奶为主要原料,通过感官评价以及对酸度、黏度、持水力、质构性质等指标的测定,重点探讨了百合熟制方式、发酵剂添加量、发酵时间、蔗糖添加量、百合添加量等因素对百合酸奶品质的影响。实验表明,百合添加量影响到酸奶的口感、组织状态、黏度、持水力及质构特性。通过正交实验筛选出最佳条件:蔗糖添加量7%,百合添加量8%,发酵时间4h,发酵剂添加量0.05g/L。

关键词:鲜百合,凝固型酸奶,生产工艺,质构特性

Study on processing technology and quality of fresh lily set yoghurt

LIU Huan, LIANG Qi*, MI Lan, BI Yang, GAN Bo-zhong

(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The processing technology of a kind of set yoghurt with fresh Lanzhou lily was studied. Sensory evaluation, acidity, viscosity property, water holding capacity, texture properties had been determined. The method of processing lily, amount of fermentation agent and fermentation time, amount of sugar and lily was investigated, which was influenced quality of yoghurt. Results indicated that the amount of lily affect oral sense, viscosity property and texture properties. The best condition was determined through orthogonal test: sugar 7%, lily 8%, fermentation time 4h, and fermentation agent 0.05g/L.

Key words: fresh lily; set yoghurt; processing technology; texture properties

中图分类号: TS252.54

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2012)03-0199-05

百合是我国卫生部审批通过的首批药食两用植物之一,为百合科植物百合 *lilium browii* F.E. Brown Var *colohesteri* wils、细叶百合 *lilium pumilium* DC、卷丹 *lilium lamcifulium* Thumb 及同属多种植物鳞茎的鳞叶^[1]。经研究表明,百合主要含秋水仙碱等多种生物碱和蛋白质、脂肪、淀粉、钙、磷、铁及维生素B₁、维生素B₂、维生素C、β-胡萝卜素等营养物质,具有镇咳、祛痰、抗疲劳、耐缺氧、抗癌等保健功能。兰州百合鳞片硕大,肉质肥厚,质糯味甜,风味清香,是我国食用百合中的极品,为一种不可多得的食药兼优的保健食品^[2]。目前其加工产品种类主要集中在百合干、百合粉、真空包装百合产品上,尚未有对兰州鲜百合酸奶的研究,将鲜百合和酸奶相结合,集合二者丰富的营养,通过研究配方调和、工艺与品质,为西部地区乳品企业产品创新、拓宽酸奶的品种提供有价值的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

百合 采自兰州七里河区西果园乡;牛奶 无抗生鲜牛奶,甘肃农业大学奶牛场提供;蔗糖 市售,一级;YO-MIX300型菌种 丹麦丹尼斯克公司,由保加利亚乳杆菌 (*Lactobacillus bulgaricus*) 和嗜热链球菌 (*Streptococcus thermophilus*) 组成;复合稳定剂 明胶、变性淀粉、果胶、黄原胶。

DPH-9162型恒温培养箱 上海一恒科学仪器有限公司;BCD-539WF型冰箱 青岛海尔有限公司;TGL-20M高速台式冷冻离心机 湖南湘仪离心有限公司;NDJ-79型旋转式粘度计 同济大学机电厂;AL204型电子分析天平 梅特勒-托利多仪器有限公司;TMS-PRO型食品物性分析仪 美国FTC公司。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程

百合→筛选→剥瓣→清洗→熟制→打浆



蔗糖和稳定剂(溶于水)→鲜牛奶→均质→杀菌(90℃, 5min)→冷却→接种→发酵→后熟(24h)→成品

1.2.2 百合浆制备工艺 挑选表面光洁一致的新鲜

收稿日期:2011-04-11 * 通讯联系人

作者简介:刘欢(1986-),女,硕士研究生,主要从事农产品贮藏与加工研究。

基金项目:科技部科技人员服务企业行动项目(2009GJG10014)。

百合,将其剥成单瓣,分别采用蒸制和煮制的方法对百合进行熟制,取出熟制完的百合瓣,加入一定量的水,用打浆机打浆(百合浆待用,将作为附加部分加入牛奶中发酵)。根据百合浆的组织状态、口感、色泽做感官评价,确定其最佳制备工艺。

1.2.2.1 蒸制法 称取3份百合各5g,进行蒸制处理,蒸制10min,按照1:2、1:3、1:4的料液比,用打浆机进行打浆,观察其组织状态、色泽、口感。

1.2.2.2 煮制法 称取同样质量的百合,进行煮制处理,煮制10min,打浆方法同1.2.2.1。

1.2.3 各指标的测定

1.2.3.1 滴定酸度的测定^[3] 取酸奶样品10mL于锥形瓶中,用20mL蒸馏水稀释,加入质量分数为0.5%的酚酞指示剂0.5mL,用浓度0.1mol/L的NaOH标准溶液滴定到粉红色为终点,将所消耗的NaOH毫升数乘以10,即为酸奶酸度,消耗1mL为1°T。

1.2.3.2 持水力的测定^[4] 取酸奶样品10g装入离心管,室温(22±2)℃下离心,转速5000r/min,离心20min。倾去上清液,离心管倒置10min后立即称重,离心沉淀物与样品重量的比值即为持水力(WHC)。

1.2.3.3 黏度的测定^[5] 采用旋转式粘度计,根据粘度范围,选用二单元1×10的转子,在室温(22±2)℃下测试。在第30s时记录数据,黏度单位为mPa·s。

1.2.3.4 质构性质的测定^[6] 采用TMS-PRO物性测定仪,探头型号FT-2A,盘径38.1mm,测定条件如下:测试速度30mm/min,形变百分量35%,起始力0.5N。测定模式为TPA,采用压缩实验,主要测定指标硬度、胶粘性、弹性、内聚性。

1.2.3.5 感官评价^[7] 根据产品的口感、色泽和滋味、组织状态等指标进行综合评价,参与评定的专业人员为10人,取平均值。

表1 酸奶的感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard for yoghurt

指标	标准	分值
口感 (30分)	细腻润滑,味道柔和,爽口,酸甜适中	20~30
	较细腻润滑,味道较淡,酸甜适中	10~20
	较为粗糙,有粒状或沙状口感	0~10
色泽和 滋味 (40分)	有浓郁奶香味和百合味,色泽洁白,均匀一致	30~40
	奶香味和百合味较淡,色泽微黄,无生腥味	20~30
组织 状态 (30分)	无奶味,无百合味或有生腥味	0~20
	状态均匀细腻,不分层,无或有少量乳清析出	20~30
	状态较均匀,基本不分层,有少量乳清析出	10~20
	存在凝乳块或颗粒,明显分层,有大量乳清析出	0~20

表2 不同熟制方法的比较

Table 2 Comparing of different heating methods

料液比	熟制方式	
	蒸制	煮制
1:2	茶汤清亮、呈微褐色,有淡淡百合香味;百合浆不细腻、有渣;酸奶中有独特的百合清香	茶汤较浑浊、呈褐色,有百合微甜味;百合浆不细腻,有渣;酸奶中百合味淡
1:3	茶汤清亮、呈微褐色,有淡淡百合香味;百合浆细腻;酸奶中有独特的百合清香	茶汤较浑浊、呈褐色。百合甜味较浓;百合浆细腻;酸奶中百合味较淡
1:4	茶汤清亮、呈微褐色,有百合香味;百合浆细腻;酸奶中百合味淡,有乳清析出	茶汤较浑浊、呈褐色,百合甜味较浓;百合浆细腻;酸奶中百合味淡,有乳清析出

2 结果与分析

2.1 百合浆制备工艺的确定

按一定比例将百合浆与牛奶混合,依据酸奶的常规生产工艺进行发酵。对蒸制和煮制百合后茶汤的颜色、滋味,百合浆的组织状态及制成的百合酸奶的口感、组织状态、颜色、滋味等进行感官评价。

由表2看出,经蒸制后,茶汤清亮、有淡淡百合香味,而经煮制后,茶汤较浑浊、百合味微浓。说明经煮制后,百合的滋味有明显的损失。经蒸制后,利用1:2的料液比打浆后,浆液中带渣,不细腻;而用1:4的比例打浆,制作的酸奶百合风味较淡,且有乳清析出。在经蒸制后,用1:3的比例打浆,浆液细腻,制成的百合酸奶组织状态良好,乳香味与百合味相协调,百合滋味和营养都有较大的保持。

2.2 单因素实验

2.2.1 发酵剂添加量与发酵时间的确定 接种量的大小及发酵时间影响到酸奶的风味、组织状态、设备利用率等。图1和图2分别表示了酸奶发酵过程中的酸度和持水力测定结果。

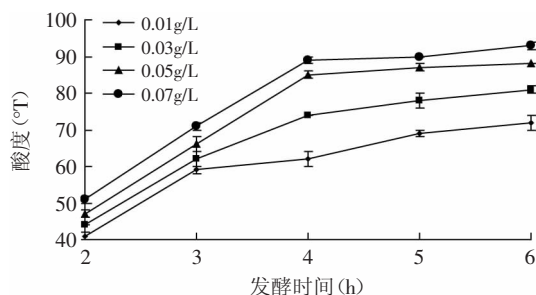


图1 发酵剂添加量和发酵时间对酸度的影响

Fig.1 Effect of the addition of fermentation agent and fermentation time on acidity

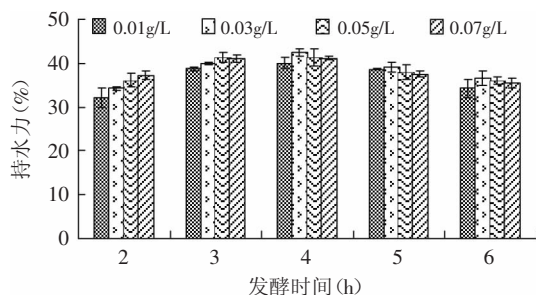


图2 发酵剂添加量和发酵时间对持水力的影响

Fig.2 Effect of the addition of fermentation agent and fermentation time on water holding capacity

由图1可以看出,随着发酵时间延长,百合酸奶酸度会随之增大。在2~4h,酸度增长较快,在发酵剂添加量0.01g/L,发酵时间4h时,酸度达到62°T,4h后,呈平稳增长,6h时酸度为72°T。随着发酵剂添加量的增加,产酸速度加快,发酵时间会缩短,酪蛋白形成的网络结构不能及时包裹乳中的水分,降低保水性,影响酸奶质量。由图2可知,当发酵时间超过4h,产品持水力呈下降趋势。如果接种量太小,发酵时间过长,酸奶的酸度增加,pH降低,微生物分泌的蛋白水解酶作用于奶蛋白质的作用增强^[8],在结构上引起酸奶中微小蛋白质亚胶体分子团改变,使得它们之间的亲合连接作用减弱,进而引起酸奶胶体的刚性降低和胶体分子团聚集成的蛋白质网络松散,结果是酸奶的持水力会降低,稳定性会下降。一般的,酸奶凝乳结束酸度在70°T左右,过高则酸味增强,易造成风味不佳,而且不利于连续化大量生产。综上所述,控制发酵剂添加量在0.03g/L左右,发酵时间在4h左右,酸度已达到75°T,并且持水力达到最大。

2.2.2 蔗糖添加量的确定 蔗糖添加量影响到酸奶的口感,加糖量太低,就会造成过酸的口感,加糖量太高,则口感又过甜。百合酸奶在蔗糖添加量不同的情况下,经后熟24h后,对产品做感官评价及测定滴定酸度,由表3可看出,随着蔗糖添加量的增加,对酸度的影响不大,只有略微下降,在感官评定实验中,蔗糖添加量在7%~8%时,酸甜适中,以此作为正交实验依据。

表3 蔗糖添加量对酸奶感官品质的影响
Table 3 Effect of the addition of sugar on sensory characteristics of yoghurt

蔗糖添加量(%)	滴定酸度(°T)	口感(后熟24h)
5	85	过酸
6	83	较酸
7	83	酸甜适中
8	81	酸甜适中
9	81	较甜

2.2.3 百合添加量的确定

2.2.3.1 百合添加量对酸奶感官品质的影响 百合的添加量直接影响到产品的口感、风味及组织状态。由于百合干物质的主要成分是淀粉,百合中的淀粉具有较好的溶解度、膨润力,使得在加热时,百合有良好的吸水性^[9],这样就使酸奶具有良好组织特性,可减少乳清的析出。由于百合本身风味清新、淡雅,由表4可看出,当百合添加量小于8%,容易造成百合风味不足的缺陷,百合营养价值也没能体现;但随着百合添加量在增大时,酸奶组织状态由细腻变得粗糙,乳酸发酵香味变淡,口感变差。综合以上分析,经

表4 百合添加量对酸奶感官品质的影响

Table 4 Effect of the addition of lily on sensory characteristics of yoghurt

百合添加量(%)	0	2	4	6	8	10	12
组织状态	++	+++	+++	++++	++++	+++	++
风味	乳香味浓,无百合香味	乳香味浓,百合香味淡	乳香味浓,百合香味淡	乳香味浓,百合香味淡	乳香、百合香味兼具,且风味协调	乳香、百合香味兼具,且风味协调	乳香味淡,百合香味过浓

注:“+”越多表示组织状态越佳。

实验得出,百合添加量不宜过大或过小,以求达到最佳的口感、风味和组织状态。

2.2.3.2 百合添加量对酸奶持水力、黏度的影响 百合的添加量又影响到酸奶的持水力和黏度,设定百合添加量为0%(对照)、2%、4%、6%、8%、10%、12%,测定酸奶后熟24h后的持水力、黏度。由图3可知,随着百合添加量的增加,与对照组相比,其持水力和黏度都有下降趋势,对照组的持水力和黏度最高,分别达到51.47%,496mPa·s。因为百合是以百合浆液形式添加,百合浆的添加量影响乳中干物质含量,随着百合浆液添加量的增多,单位质量的乳中干物质含量降低,即蛋白质含量降低,乳中蛋白质含量减少,使得乳蛋白质胶体结合水含量也相应减少^[10],故持水力下降。而原料乳的非脂乳固体影响着酸奶的黏度,随着百合添加量的增多,非脂乳固体含量降低,其中起凝固作用的酪蛋白、乳酸钙的含量也降低,酪蛋白形成的网络结构较疏松,引起粘稠度下降^[11],同时,还可能是由于百合中存在的某种物质破坏酪蛋白-磷酸钙的胶体结构,阻断蛋白质之间的相互作用,使得持水力和黏度下降。由图3可知,当百合添加量小于8%时,持水力和黏度的下降比较平缓,当大于8%时,下降速度加快,说明当百合添加量过大时,影响酸奶稳定性。

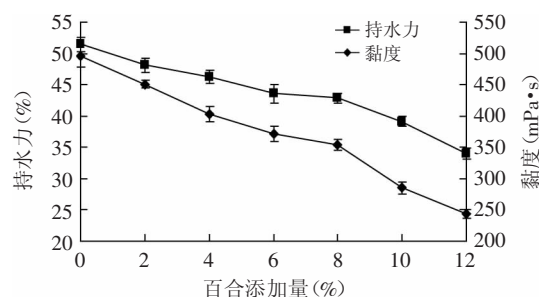


图3 百合添加量对持水力和黏度的影响

Fig.3 Effect of the addition of lily on water holding capacity and viscosity property

2.2.3.3 百合添加量对酸奶质构的影响 酸奶的质构特性直接影响酸奶的品质和人们对酸奶的接受程度,并且受到很多因素的影响^[12]。百合添加量对酸奶质构的影响见图4。

由图4可知,硬度随百合添加量的增加明显减小,胶粘性略有下降,弹性和内聚性变化平缓。在TPA测定中,硬度定义为给定变形下样品对于压缩的抵抗力。硬度大表明凝胶的网络结构坚实,抗形变能力强。结果表明,随着百合添加量的增大,酸奶凝胶抗形变能力减弱,因为构成发酵乳凝胶体纤维网状立体结构的支架是由酪蛋白颗粒形成的,这些酪

蛋白颗粒形成非常规则的链状形状,这种结构能够赋予酸奶较高的硬度、黏度^[13],随着百合浆液添加量的增多,单位质量的乳中总固形物含量降低,即酪蛋白含量降低,脂肪含量降低,结果由酪蛋白形成的凝胶网络结构疏松,脂肪球与酪蛋白的交联作用减弱,Sandoval^[14]的研究也指出脂肪球和蛋白质基质的交联作用增强可增加酸奶的硬度、胶粘性。同时酪蛋白之间的交互作用及乳凝胶内部键的强度减弱,因此酸奶内聚性减弱^[15],弹性也减弱。

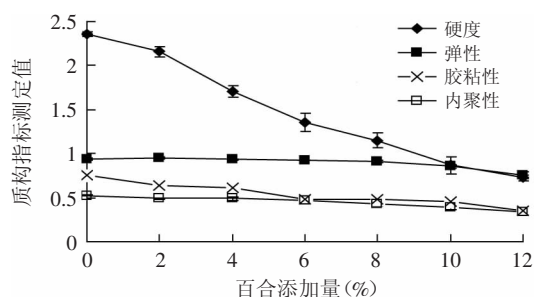


图4 百合添加量对质构性质的影响

Fig.4 Effect of the addition of lily on texture properties

2.2.3.4 贮存稳定性 如果控制好配料及操作环境,酸奶在低温条件下一般可以存放14d左右。将百合添加量为0% (对照)、2%、4%、6%、8%、10%、12%的产品放置4℃冰箱中冷藏14d,对组织状态进行评价。由实验结果可知,各组产品都未出现分层及沉淀现象,没有明显的乳清析出,说明各组产品的贮存稳定性都较好。

综合上述4组对百合添加量的讨论,经分析,百合的添加量直接影响酸奶的风味、口感、组织状态及稳定性,百合添加量过少,其独特的风味和营养价值未能体现,添加量过多又影响到酸奶的组织状态、口感和稳定性。将百合添加量控制在8%左右,能生产出较为理想的产品。

2.3 百合酸奶最佳工艺条件的选择

本研究采用正交实验法来确定最佳工艺条件。以发酵时间、发酵剂用量、蔗糖添加量、百合添加量四个因素为实验依据,每个因素选取三个水平,设计 $L_9(3^4)$ 正交实验,对成品进行感官品质评定,确定百合酸奶的最佳配方。

表5 百合酸奶的 $L_9(3^4)$ 正交设计表

水平	因素			
	A发酵时间 (h)	B发酵剂用量 (g/L)	C蔗糖添加量 (%)	D百合添加量 (%)
1	3	0.01	7	6
2	4	0.03	8	8
3	5	0.05	9	10

由表6中的极差分析可知,实验因素中对百合酸奶感官指标的影响大小为 $A>D>C>B$,即发酵时间>百合添加量>蔗糖添加量>发酵剂添加量,但因素B、C水平的改变对感官影响较小,以百合酸奶的感官评分为指标,凝固型百合酸奶的最适配方为 $A_2B_3C_1D_2$,即发酵时间4h,发酵剂用量0.05g/L,蔗糖添加量7%,百合添加量8%。

表6 正交实验结果

实验号	A	B	C	D	评分(分)
1	1	1	1	1	79
2	1	2	2	2	83
3	1	3	3	3	81
4	2	1	2	3	87.5
5	2	2	3	1	86
6	2	3	1	2	91
7	3	1	3	2	82.5
8	3	2	1	3	80.5
9	3	3	2	1	78
k_1	81	83	83.5	81	
k_2	88.2	83.2	82.8	85.5	
k_3	80.3	83.3	83.2	83	
R	7.9	0.3	0.7	4.5	

2.4 验证实验

由于正交实验结果中,因素B、C水平的改变对感官影响较小,考虑评价误差,对编号6做验证实验。实验工艺为:百合添加量8%,发酵剂添加量0.05g/L,蔗糖添加量7%,发酵时间4h。对百合酸奶做感官评价,由表7可知,验证结果为90.3分,与正交实验结果基本吻合。

表7 验证实验结果

序号	评分	平均分
1	90.5	
2	91.5	90.3
3	89	

3 结论

3.1 百合经蒸制10min后,以1:3的料水比进行打浆,所得的百合浆均匀,细腻,经这样的预处理后,能较大程度地保留百合的风味及营养。

3.2 基于对影响产品风味、口感、组织状态、稳定性等关键问题的探讨,本研究在测定酸度、持水力、黏度、质构特性的基础上,获得最佳制作工艺,制得的百合酸奶组织状态良好,存放稳定,无乳清析出,质构软嫩细腻,色泽仍保持纯酸奶的洁白本色,既有酸奶固有的香味,又兼具百合独特的清香。百合酸奶营养价值高,适合人群广泛,为兰州百合深加工提供了新途径。

参考文献

- [1] 中华人民共和国药典(二部)[M]. 1995:816-820.
- [2] 李轩,毕阳,张鹏,等. 百合泥加工工艺研究[J]. 食品工业科技, 2005(6):126-130.
- [3] 周光宏. 畜产品加工学[M]. 北京:中国农业出版社, 2005:183.
- [4] Serafettine C, Ihsan B. Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice)[J]. International Journal of Dairy Technology, 2003, 56(1):26-29.
- [5] Farnsworth J P, Li J, Hendricks G M, et al. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt[J]. Small Ruminant Research, 2006(65):113-121.
- [6] Pradyuman K, Mishra H N. Mango soy fortified set yoghurt: Effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties[J]. Food Chemistry, 2004(87):501-507.

- [7] 张水华. 食品感官鉴定[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2001:91.
- [8] 沈辉. 酸乳发酵凝乳过程中的理化性质和生物活性[J]. 无锡轻工业大学学报, 2000, 19(5):443-445.
- [9] 吉宏武, 丁霄霖. 百合化学成分及其淀粉粒结构与一般特性[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(2):33-43.
- [10] Joel I, ZHANG G N. Production and evaluation of some physicochemical parameters of peanut milk yoghurt[J]. Food Science and Technology, 2009, 42(6):1132-1138.
- [11] 陈培侨, 周洋, 陈英华. 非脂乳固体和脂肪含量影响酸牛乳粘度的研究[J]. 食品科学, 1998, 19(7):9-11.

- [12] 范宇, 陈历俊, 赵常新. 酸奶质构影响因素研究进展[J]. 中国乳品工业, 2009, 37(7):30-34.
- [13] Hassan A N, Ipsen R, Janzen T, et al. Microstructure and rheology of yogurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides[J]. Journal of Dairy Science, 2003, 86(5):1632-1638.
- [14] Sandova C O, Lobato C C, Aguirre M E. Microstructure and texture of yoghurt as influenced by fat replacers [J]. International Dairy Journal, 2004, 14:151-159.
- [15] 赵谋明, 卢延辉, 林伟锋, 等. 乳清蛋白对脱脂发酵乳的流变特性及贮存稳定性的影响[J]. 中国乳品工业, 2006, 34(2):4-6.

(上接第137页)

由表2可知, 生鲜鱼肉与煮熟鱼肉和蒸熟鱼肉中核苷酸物质含量差异显著($p < 0.05$), 煮熟后, 5'-CMP、5'-GMP、5'-IMP含量降低显著($p < 0.05$), 而蒸熟后5'-CMP、5'-GMP、5'-IMP和生鲜鱼肉比较, 含量降低更加明显。5'-UMP只在生鲜鱼肉中被检出, 在煮制和蒸制过程中未被检出。在检测过程中5'-AMP在三种加工过程中均未被检测出来, 这可能与水产品中5'-AMP含量极少有关。

加热导致镜鲤鱼肉中核苷酸类物质的变化主要来自于加热过程汁液的流失和核苷酸类物质自身热降解^[6], C.O. Mohan等^[7]在对加热后鱼肉中核苷酸类物质的变化研究, 发现与本实验相一致的变化趋势。5'-IMP在受热过程容易降解^[8], 并且热稳定性较差。研究表明, 猪肉^[9]和蘑菇^[10]等食品中, 5'-IMP含量在加热过程中也会大幅降低。

呈味强度值(taste activity value, TAV), 是指呈味物质在样品中的含量与该化合物的味道阈值之比。考察物质对滋味的贡献大小不是取决于呈味核苷酸含量的高低, 而是取决于其TAV。如果某物质的TAV大于1, 则说明该物质对滋味有重要贡献。镜鲤鱼肉中呈味核苷酸的呈味强度值见表3。

表3 镜鲤鱼肉中呈味核苷酸的呈味强度值
Table 3 Mirror carp flavor nucleotides TAV

呈味核苷酸种类	味道阈值 ^[11] (mg/100mL)	生鲜鱼肉 呈味强度值 TAV	煮制鱼肉 呈味强度值 TAV	蒸制鱼肉 呈味强度值 TAV
5'-GMP	12.5	2.17±0.17 ^a	1.79±0.25 ^b	1.71±0.23 ^b
5'-IMP	25	6.66±0.41 ^a	3.73±0.21 ^b	3.49±0.25 ^b

由表3可见, 生鲜鱼肉与煮熟鱼肉和蒸熟鱼肉呈味强度值差异显著($p < 0.05$)。5'-GMP和5'-IMP的呈味强度值在各种条件下均大于1。5'-IMP含量是衡量水产品新鲜程度的重要指标, 在生鲜鱼肉中含量高于煮制和蒸制条件, 并且5'-IMP含量在生鲜鱼肉中达到6.66, 说明5'-IMP对镜鲤鱼肉滋味有极其重要贡献。由于5'-CMP和5'-UMP的味道阈值数据尚未见文献报道, 所以本实验不讨论这二种核苷酸的呈味强度值。

3 结论

采用C₁₈液相色谱柱, 以甲醇和0.05mol/L磷酸二氢钾溶液pH为4.1条件下, 做为流动相。在紫外检测

器波长为260nm下, 以流速1mL/min等度洗脱, 可以将5种呈味核苷酸很好地分离。5'-GMP和5'-IMP对镜鲤鱼肉滋味有重要贡献。该方法简单、操作简便, 测定结果准确, 可以应用于肉类食品及水产品的呈味核苷酸的分析检测。

参考文献

- [1] 温泉, 吴轶. 采用高效液相色谱法测定猪肉中的呈味核苷酸[J]. 现代食品科技, 2010, 26(1):117-118.
- [2] MS Madruga, JS Elmore, et al. Determination of some water-soluble aroma precursors in goat meat and their enrolment on flavour profile of goat meat[J]. Food Chemistry, 2010, 123(2):514-516.
- [3] 张克英, 陈代文, 胡祖禹. 次黄嘌呤核苷酸和胶原蛋白与猪肉品质的关系研究[J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(1):56-59.
- [4] 李家胜, 王友明. 高效液相色谱法测定鸡肉中核苷酸及其降解物[J]. 科技通报, 2002, 18(4):324-325.
- [5] 陈德慰. 熟制大闸蟹风味及冷冻加工技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.
- [6] M Flores, E Armero, M C Aristoy, et al. Sensory characteristics of cooked pork loin as affected by nucleotide content and post-mortem meat quality[J]. Meat Science, 1999, 51(1):53-56.
- [7] CO Mohan, CN Ravishankar, TK Srinivasa Gopal, et al. Nucleotide breakdown products of seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks stored in O₂ scavenger packs during chilled storage[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2009, 10(2):272-278.
- [8] VM Gorbatov, YuN Lyaskovskaya. Review of the flavour-contributing volatiles and water-soluble non-volatiles in pork meat and derived products[J]. Meat Science, 1980, 4(3):209-213.
- [9] Lene Meinert, et al. Flavour formation in pork semimembranosus: Combination of pan-temperature and raw meat quality[J]. Meat Science, 2008, 80(2):249-258.
- [10] Isolde Sommer, et al. Effect of gamma-irradiation on flavour 5'-nucleotides, tyrosine, and phenylalanine in mushrooms (*Agaricus bisporus*) [J]. Food Chemistry, 2010, 123(1):171-174.
- [11] Chen D W, Zhang M. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Food Chemistry, 2007, 104(3):1200-1205.