

# Study on Processing Technology of Low Sugar Strawberry Jam

Dawei Chang, Chan Liu, Shuxing Liu\*, Baochai Fang, Chen Xv, Rongrong Ke

School of Food and Biological Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an Shaanxi  
Email: \*568670803@qq.com

Received: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2017; accepted: Jul. 10<sup>th</sup>, 2017; published: Jul. 13<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Strawberry's nutrition value is very high, while it is not easy to preserve. Jam production is an effective way of deep processing of fruit, which can improve fruit's comprehensive benefit. Traditional jam has more sugar and consumers' demand for low sugar products has significantly risen in an attempt to alleviate the health problems. The low sugar strawberry jam was produced by the low methoxyl pectin (LMP) gel mechanism. The influences of structure features, sensory quality and the color of the different added sugar content on the low sugar strawberry jam were studied by the method of the quality and structure analysis, chromatism analysis and sensory evaluation methods. Main conclusions were as follows: 1) only LMP was selected as gelling agent and the optimal formula was as follows: the amount of LMP added was 1.4%; the amount of CaCl<sub>2</sub> added was 1.4%; the amount of sucrose added was 20%. 2) Adding LMP with xanthan gum in the strawberry jam as gelling agent, the optimal formula was as follows: the LMP:xanthan gum = 2:1, the amount of gelling agent was 1.4%, the amount of CaCl<sub>2</sub> was 0.16%, the amount of sucrose added was 15%.

## Keywords

Strawberry, Low Sugar Jam, Sensory Evaluation, Low Methoxyl Pectin

---

# 低糖草莓果酱加工工艺研究

常大伟, 刘 婵, 刘树兴\*, 房宝钗, 徐 晨, 柯蓉蓉

陕西科技大学食品与生物工程学院, 陕西 西安  
Email: \*568670803@qq.com

收稿日期: 2017年6月23日; 录用日期: 2017年7月10日; 发布日期: 2017年7月13日

\*通讯作者。

## 摘要

草莓的营养价值很高,但季节性强且不易保存。果酱是果品深加工的有效途径,可提高果品综合效益。传统果酱含糖量高,随着消费者对健康食品的需求,开发低糖草莓果酱了受到广泛关注。本文利用低甲氧基果胶(low methoxyl pectin, LMP)的凝胶机理,制作了低糖草莓果酱。利用质构分析、色差分析以及感官评定对低糖草莓酱的颜色和质构特性及添加不同含量糖对低糖草莓果酱的影响进行研究。结论如下:1)添加低甲氧基果胶的草莓果酱的最优配方为:LMP添加量为1.4%,CaCl<sub>2</sub>的添加量为0.16%,糖的添加量为20%。2)添加LMP与黄原胶的草莓果酱的最优配方为:LMP:黄原胶 = 2:1,复配增稠剂添加量为1.4%,CaCl<sub>2</sub>的添加量为0.16%,糖的添加量为15%。

## 关键词

草莓,低糖果酱,质构分析,感官评定,低甲氧基果胶

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

草莓属蔷薇科多年生草本植物,又叫洋莓。草莓由于含有丰富的维生素、矿物质及微量元素深受国内外消费者的青睐。然而草莓采摘后的贮藏期很短,除鲜食外,大量的新鲜草莓需要通过特殊的保鲜工艺处理,以保证良好的品质及稳定的供应。深加工是提高草莓附加值的一种重要方式。目前市场上草莓加工产品主要有草莓汁、草莓罐头、草莓酒、草莓脯、草莓干和草莓酱等。

随着生活水平的提高,人们的消费需求也发生了很大的变化。对食品营养和口味的要求超过以往任何时期。将产品赋予良好的嗜好性和营养性,具有重要的意义和广阔的市场前景。低糖草莓果酱新产品的开发符合未来的发展趋势,对于果酱行业的发展也有着重要的意义。目前,市场上销售的果酱,按照固形物含量一般分为两类[1]:一类是传统果酱,可溶性固形物含量在60%以上,另一类就是低糖果酱,可溶性固形物含量在5%~55%之间。传统果酱的推广较为广泛,但由于传统果酱中含糖量偏高,所以现在市场上低糖果酱越来越受到消费者的欢迎。

在低糖果酱开发方面,张琪等[2]选择草莓与胡萝卜以1.5:1的配料比开发低糖果酱;仲山民等[3]选择常山胡柚为加工原料;Garrido等人[4]研究了不同配方制备的苹果酱的流变学、质构、颜色和可接受度的影响,并进行了构建模型和优化;张雁等[5]选择芦荟与苹果以3:7的比例开发低糖果酱。黄慧福等[6]对低糖苹果、草莓、胡萝卜的复合果酱配方进行了初步探索。赵文亚等[7]通过研究确定,当菱角浆与草莓浆质量比为7:3,混合浆与白砂糖的质量比为1:0.8,pH值为3.0,琼脂添加量为0.4%时,果酱具有较好的稳定性和理想的质构。Wang等[8]采用了果胶甲酯酶对富含高甲氧基的果胶进行了酶解工艺的研究以制备低糖果酱。Gómez等人[9]研究了不同的植物提取物添加到草莓果酱中对抑制微生物的影响并对果酱的理化特性和感官性质进行了分析。Buchweitz等人[10]研究了添加不同果胶对草莓中花青素稳定性的影响。Alba等人[11]研究了pH值对低甲氧基果胶(low methoxyl pectin, LMP)机械松弛的影响。韩万友等人[12]建立了不同pH值下LMP凝胶凝胶强度及破裂强度的数学模型,解释了不同pH范围的凝胶机理,为LMP在不同pH值下的应用提供了参考。

传统的草莓果酱存在耗糖多、热能值高、原料风味易被糖遮盖、不利人体健康等缺点。本课题主要开发低糖果酱产品，具有良好的市场潜力，并为制备其他浆果的低糖果酱提供借鉴。

## 2. 材料和方法

### 2.1. 材料

草莓、蔗糖：市售；低甲氧基果胶：郑州万博化工产品有限公司；柠檬酸、柠檬酸钠、氯化钙：国药集团化学试剂有限公司。

### 2.2. 主要仪器和设备

数显恒温水浴锅(HH-4)：金坛市江南仪器厂；实验室 pH 计(EL20)：梅特勒-托利多仪器上海有限公司；物性分析仪(TA.XTPLUS)：英国 Stable Micro System 公司；电磁炉(C21-SDHC15X)：浙江苏泊尔股份有限公司；分光测色计(CM-5)：柯尼卡美能达。

### 2.3. 试验方法

#### 2.3.1. 低糖草莓果酱的工艺流程

低糖草莓果酱的工艺流程如图 1 所示，其主要工艺操作要点如下：

1) 原料预处理：草莓选择成熟度适宜、品质优良，带有果梗、萼片的新鲜果，去除霉烂果，漂洗去掉泥沙；2) 热烫：将原料放入沸水中，烫漂 1 min 左右，使果肉软化，使打浆顺利进行，并且钝化酶类，防止褐变；3) 调配与浓缩：加入一定量的蔗糖、柠檬酸和复配增稠剂。调配时先加入氯化钙，加热浓缩约 10 min 后，根据口感需要加适量柠檬酸和蔗糖，继续浓缩至黏稠状(用筷子夹起不会迅速掉落为止)，使果酱有足够黏稠度，在浓缩接近终点时加入果胶溶液。浓缩过程的主要目的是脱除酱体中多余的水分，保证最终产品的风味；注意尽可能的避免加热浓缩过程温度对原料中活性成分的破坏；4) 灌装密封：浓缩达到终点后立即灌装，灌装时酱体温度不低于 85℃，酱体与瓶口留 3~4 mm 的顶隙，同时严防酱体沾染瓶口和外壁，灌装后立即密封；5) 杀菌：在 100℃的沸水中杀菌 10~15 min；6) 冷却：杀菌后采用分段冷却，防止果酱玻璃瓶因骤冷而爆裂。

#### 2.3.2. 低糖草莓果酱的感官评价方法

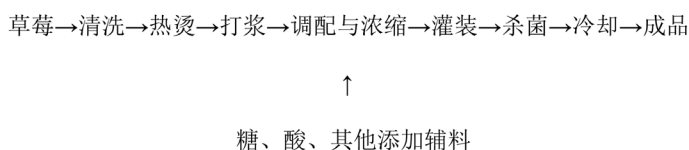
在感官实验室，将样品提供给 10 位经过培训的评价员，分别对各项指标进行评价并进行打分，其感官评分标准见表 1。

#### 2.3.3. 质构测定方法

果胶的质构特性检验采用 P/0.5 探头，质构仪的参数设定为：初始速度：1 mm/s，测试速度：1.5 mm/s，返回速度：10 mm/s，测试距离：33 mm，触发类型：Auto-6 g。

#### 2.3.4. 色差分析

采用 CM-5 型号的分光测色计进行测定，选取培养皿模式进行测定。



**Figure 1.** Flow chart of low sugar strawberry jam  
**图 1.** 低糖草莓果酱工艺流程图

**Table 1.** Sensory evaluation of low sugar strawberry jam  
**表 1.** 低糖草莓果酱感官评价表[6] [13]

项目	评分标准	得分
色泽(20)	酱体呈红色, 颜色均匀一致	13~20
	酱体为淡红色, 颜色基本均匀一致	7~12
	酱体不表现红色, 颜色不均匀	0~6
香气(20)	草莓香气明显, 无异味	13~20
	草莓香气较淡, 少有异味	7~12
	无草莓香气, 有异味	0~6
滋味(30)	酸甜适宜, 草莓果味浓, 无异味	21~30
	稍酸或稍甜, 草莓果味较淡, 基本无异味	11~20
	过酸或过甜, 无草莓果味有异味	0~10
组织形态(20)	细腻均匀, 粘稠度适中, 无分层析水, 无结晶, 无杂质	13~20
	基本均匀, 偏稀或偏稠, 分层析水较少, 结晶或杂质较少	7~12
	粗糙, 过稀或过稠, 分层析水较多, 结晶较多, 杂质较多	0~6
凝胶性(5)	酱体呈凝胶状态	4~5
	酱体基本不流散	3
	酱体中度流散	2
	酱体易流散或者呈冻状	1
	易涂抹, 涂层连贯均匀	4~5
涂抹性(5)	较易涂抹, 涂层稍不均匀或不连贯	2~3
	难涂抹, 涂层不均匀、不连贯	1

### 2.3.5. 试验设计

#### 1) LMP 添加量和 $\text{CaCl}_2$ 添加量对凝胶性能的影响

固定其他工艺参数不变, 其中 pH 为 3.4, 溶解温度为  $80^\circ\text{C}$ , 溶解时间为 15 min, 搅拌速率为 200 r/min。LMP 添加的量为 1.0%、1.2%、1.4%、1.6% 时, 分别添加  $\text{CaCl}_2$  的量为 0.08%、0.12%、0.16% 和 0.20%, 根据其组织状态和质构指标进行分析。

#### 2) 蔗糖添加量对凝胶性能的影响

在上述优化工艺参数条件下, 对蔗糖添加量进行单因素试验。分别将蔗糖添加量设定为 10%、15%、20% 添加于原料制成果酱, 对果酱进行评价。

#### 3) 以 LMP 为单一胶凝剂的果酱配方的正交实验设计

以 LMP 添加量、 $\text{CaCl}_2$  添加量、蔗糖的添加量 3 个单因素, 进一步进行感官评定。

#### 4) 复配增稠剂添加量正交实验

在果胶凝胶优化实验基础上, 将果胶和黄原胶进行复配进一步改进果胶的性质并进行感官评价。

### 2.3.6. 统计学分析

所有实验均重复 3 次, 计算平均值。根据正交实验的数据进行了直观性分析, 分析中, 根据各因素水平分别求解因素各水平下的总响应值  $K$  和平均响应值  $k$ , 并根据各水平下的  $k$  值求出因素对目标的效应极差, 从而确定最佳配方。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. LMP 的质构特性研究和 LMP 的感官评定(组织形态)研究

根据表 2 可知,在相同制备条件下,当  $\text{CaCl}_2$  添加量不变时,随着 LMP 的添加量的增加,LMP 的硬度和黏性有逐渐增大的趋势,而 LMP 的粘聚性却呈现先增大后下降的趋势。

在相同制备条件下,当 LMP 的添加量不变时,随着  $\text{CaCl}_2$  的添加量的增加,LMP 的硬度也呈现逐渐增大的趋势。随着  $\text{Ca}^{2+}$  浓度的增加,LMP 的凝胶能力也增加。当 LMP 为 1.6%, $\text{CaCl}_2$  含量为 0.20% 时最大。

同时随着 LMP 浓度的增加,LMP 的凝胶能力逐渐增强,而流散性降低,其涂抹性先增加后降低。当 LMP 添加量为 1.6% 时,LMP 凝胶能力最强,且不分泌汁液,稳定性较好,但其涂抹性较差;而当 LMP 为 1.0% 时,LMP 的凝胶能力较差,流散性较高,稳定性较差,放置一段时间后会析水的现象。综合分析,试验时应选用 LMP 含量为 1.2%、1.4%、1.6% 这三个梯度。试验中还对 1.8% 的 LMP 进行了测定,发现其凝胶能力虽然很强,但其组织形态呈现冻状,难以涂抹。

Yuliarti 和 Han 等人[14] [15] 研究表明,随着 LMP 和  $\text{Ca}^{2+}$  浓度的增加均使果酱的强度提高。其中随着 LMP 含量的增加,LMP 分子中羧基(-COOH)含量增加,降低了 LMP 分子间的斥力和氢键作用,因此增加了凝胶的网络结构,进而提高了凝胶强度。 $\text{Ca}^{2+}$  的作用是产生桥连, $\text{Ca}^{2+}$  通过“蛋盒”模型提供了结合区的形成。在  $\text{Ca}^{2+}$  和 LMP 游离羧基分子(-COO<sup>-</sup>)之间的离子键提供了酸诱导的凝胶化过程所需的氢键,因此强化了凝胶网状结构。

**Table 2.** Texture characteristic index of LMP

**表 2.** LMP 质构特性指标

序号	LMP/%	$\text{CaCl}_2$ /%	硬度/g	粘聚性	黏性/(g*sec)	组织形态
1	1.0	0.08	55.30	0.59	32.46	中速流散,易涂抹
		0.12	55.31	0.63	35.09	
		0.16	55.51	0.64	35.09	
		0.20	56.13	0.64	35.36	
2	1.2	0.08	71.57	0.67	49.07	流散缓慢,不分泌汁液,易涂抹,涂层较连贯均匀
		0.12	72.96	0.69	50.65	
		0.16	76.68	0.70	52.09	
		0.20	79.23	0.70	54.85	
3	1.4	0.08	78.27	0.61	47.89	不流散,呈冻状,不分泌汁液,易涂抹,涂层均匀
		0.12	80.72	0.78	55.16	
		0.16	83.38	0.69	58.52	
		0.20	85.72	0.83	61.12	
4	1.6	0.08	86.57	0.62	54.31	不流散,呈冻状,不分泌汁液,难涂抹,弹性较好
		0.12	90.94	0.63	57.57	
		0.16	94.04	0.67	62.14	
		0.20	94.43	0.68	67.72	

### 3.2. 蔗糖的添加量对于低糖草莓果酱的色差分析和感官评价影响

蔗糖的添加对于低糖果酱品质是一个十分重要的影响因素,适当增加蔗糖含量,由于蔗糖的羟基作用,会稳定果胶结合区的结构,提高果胶网络结构的形成,对于低糖果酱的物理化学性质具有稳定的作用[15] [16]。蔗糖还可以增加可溶性固形物含量,对于口感和色泽也有影响。在添加 LMP 和  $\text{CaCl}_2$  的基础上,添加蔗糖进一步改进果酱品质。如表 3 所示,随着蔗糖添加量的增加,果酱的感官品质得分呈现增大趋势,是由于糖的添加量的增加,改变了果酱的糖酸比,对果酱感官品质尤其是滋味影响较大。试验中,蔗糖的添加量为 15% 或 20% 时,感官评价较高。

对加糖后形成的低糖草莓果酱的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值进行了测定, $L^*$  值描述产品的明暗程度, $L^*$  值越大表明产品越清亮,褐变越轻微; $a^*$  值为红绿值, $b^*$  值为黄蓝值。 $a^*$ 、 $b^*$  值越大,表明果酱的颜色越偏向红、黄,果酱褐变越严重。随着蔗糖含量的增加,蔗糖添加量由 10% 提升至 15% 时, $L^*$  和  $b^*$  值下降明显,提示加工过程中产品亮度下降且偏黄;而蔗糖添加量由 15% 提升至 20% 时, $L^*$  和  $b^*$  值几乎无变化,对产品色泽几乎无影响,而  $a^*$  值在不同添加量几乎无变化,说明蔗糖对产品红色几乎无影响。

### 3.3. LMP 为单一凝胶剂的低糖草莓果酱正交试验感官评价

为进一步优化低糖草莓果酱的工艺,在单因素试验基础上,以 LMP 添加量、 $\text{CaCl}_2$  添加量、蔗糖的添加量 3 个单因素,选取 L9 正交表(表 4),进一步进行感官评定。

由表 5 可知,最优组合为 A2B2C3,即 LMP 添加量为 1.4%, $\text{CaCl}_2$  的添加量为 0.16%,糖的添加量为 20%。

### 3.4. 复配增稠剂添加量单因素实验

研究表明相对于单一增稠剂,复合增稠剂提高果酱的感官品质[17] [18]。在单一 LMP 基础上,进一步研究 LMP 复配黄原胶进一步改进果酱的性能。采用复配增稠剂添加量为 1.4% (LMP + 黄原胶),分别考察 LMP: 黄原胶为 2:1、3:1 和 4:1 时对果酱的影响。 $\text{CaCl}_2$  的浓度分别为 0.12%、0.14% 和 0.16%;蔗糖浓度分别为 10%、15% 和 20%。

由表 6 可以得出:最佳配方为 LMP:黄原胶为 2:1,糖的添加量为 15%, $\text{CaCl}_2$  含量为 0.16%。

**Table 3.** Effect of sugar content on color difference analysis and sensory evaluation of low sugar strawberry jam

**表3.** 糖的添加量对于低糖草莓果酱的色差分析和感官评价影响

序号	糖的添加量	$L^*$	$a^*$	$b^*$	感官评价
1	10%	37.43	19.39	15.41	酸味过重,粘稠度较好
2	15%	31.61	18.62	11.22	酸味较轻,粘稠度适中
3	20%	31.40	19.03	11.35	酸味较轻,粘稠度适中

**Table 4.** Orthogonal experimental design of low sugar strawberry jam

**表4.** 低糖草莓果酱的正交试验设计

水平	$\text{CaCl}_2/\%$	LMP/%	糖含量/%
1	0.12	1.0	10
2	0.16	1.2	15
3	0.20	1.4	20

**Table 5.** Results of orthogonal experimental design of sensory evaluation of low sugar strawberry jam  
**表 5.** 低糖草莓果酱感官评价正交试验结果分析

试验号	A LMP/%	B CaCl <sub>2</sub> /%	C 糖含量/%	感官评分
1	1 (1.2)	1 (0.12)	1 (10)	56.65
2	1	2 (0.16)	2 (15)	75.34
3	1	3 (0.20)	3 (20)	70.33
4	2 (1.4)	1	2	65.34
5	2	2	3	80.53
6	2	3	1	77.86
7	3 (1.6)	1	3	67.77
8	3	2	1	74.67
9	3	3	2	79.88
K <sub>1</sub>	202.32	189.76	209.18	Σ = 601.26
K <sub>2</sub>	223.73	230.54	220.56	
K <sub>3</sub>	222.32	228.07	218.63	
k <sub>1</sub>	67.44	63.25	69.73	
k <sub>2</sub>	74.58	76.85	73.52	
k <sub>3</sub>	74.11	76.02	72.88	
R	7.14	13.6	3.79	

注：以上结果为感官评价小组的平均分。

**Table 6.** Results of orthogonal experimental design of low sugar strawberry jam  
**表 6.** 低糖草莓果酱正交试验结果分析

试验号	A: LMP 黄原胶	B: 氯化钙/%	C: 糖含量/%	感官评价结果
1	1 (2: 1)	1 (0.12)	1 (10)	62.74
2	1	2 (0.16)	2 (15)	86.21
3	1	3 (0.20)	3 (20)	84.54
4	2 (3: 1)	1	2	73.22
5	2	2	3	78.54
6	2	3	1	63.87
7	3 (4: 1)	1	3	74.65
8	3	2	1	68.39
9	3	3	2	70.87
K <sub>1</sub>	233.49	210.61	195.00	Σ = 639.10
K <sub>2</sub>	215.63	233.14	230.30	
K <sub>3</sub>	213.91	219.28	237.73	
k <sub>1</sub>	77.83	70.20	65.00	
k <sub>2</sub>	71.88	77.71	76.77	
k <sub>3</sub>	71.30	73.09	79.24	
R	6.53	7.51	14.24	

注：以上结果为感官评价小组的平均分。

## 4. 结论

本研究选用新鲜草莓为原料,清洗热烫后打成果浆进行试验,研究了 LMP、CaCl<sub>2</sub> 添加量对凝胶特性和感官品质的影响,再进一步通过正交试验研究了加工中增稠剂的配比和糖的添加量对产品感官品质的影响。对草莓果酱的加工工艺进行优化,分析加工过程中果酱的感官品质、色差和质构的变化,为低糖草莓果酱的加工生产提供技术支持。根据果酱中质构和感官评分以及色差(L\*, a\*, b\*)的分析,获得了以下试验结果:优化的工艺配方为:LMP 添加量为 1.4%,CaCl<sub>2</sub> 的添加量为 0.16%,糖的添加量为 20%。或复配增稠剂添加量为 1.4%,LMP:黄原胶为 2:1,糖的添加量为 15%,CaCl<sub>2</sub> 含量为 0.16%。所得低糖草莓果酱感官品质为:颜色为红色、口感细腻、酸甜适口、具有草莓的浓郁香味、无异味、酱体均匀一致呈软胶凝状、具有一定的流散性、涂抹性良好、无杂质。

## 基金项目

陕西科技大学大学生创新创业训练计划(201610708005)。

## 参考文献 (References)

- [1] Willats, W.G.T., Knox, J.P. and Mikkelsen, J.D. (2006) Pectin: New Insights into an Old Polymer Are Starting to Gel. *Trends in Food Science & Technology*, **17**, 97-104.
- [2] 张琪. 草莓、胡萝卜复合低糖果酱的研制[J]. 食品科学, 2002, 23(8): 110-112.
- [3] 仲山民. 常山胡柚低糖果酱的加工[J]. 食品工业科技, 2002, 23(8): 101-102.
- [4] Garrido, J.I., Lozano, J.E. and Genovese, D.B. (2015) Effect of Formulation Variables on Rheology, Texture, Colour, and Acceptability of Apple Jelly: Modelling and Optimization. *LWT-Food Science and Technology*, **62**, 325-332.
- [5] 张雁, 池建伟, 徐志宏. 低糖芦荟苹果酱的制作[J]. 食品工业, 2001(5): 38-39.
- [6] 黄慧福, 周开聪. 苹果, 草莓, 胡萝卜复合低糖果酱加工的工艺研究[J]. 食品工业, 2013,34(4): 77-80.
- [7] 赵文亚. 菱角草莓复合果酱的研制[J]. 农产品加工学刊, 2008(2): 68-69.
- [8] Wang, Y., Lien, L. and Chang, Y. (2013) Pectin Methyl Esterase Treatment on High-Methoxy Pectin for Making Fruit Jam with Reduced Sugar Content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **93**, 382-388.
- [9] Gómez, F., Igual, M., Camacho, M.M., et al. (2013) Effect of the Addition of Plant Extracts on the Microbiota of Minimally Processed Strawberry Jam and Its Physicochemical and Sensorial Properties. *CYTA-Journal of Food*, **11**, 171-178.
- [10] Buchweitz, M., Speth, M., Kammerer, D.R. et al. (2013) Stabilisation of Strawberry Anthocyanins by Different Pectins. *Food Chemistry*, **141**, 2998-3006.
- [11] Alba, K., Kasapis, S. and Kontogiorgos, V. (2015) Influence of pH on Mechanical Relaxations in High Solids LM-Pectin Preparations. *Carbohydrate Polymers*, **127**, 182-188.
- [12] 韩万友, 董桂茹, 屈玉玲, 等. 不同 pH 下低甲酯苹果果胶凝胶模型建立及基于流变学的凝胶机理分析[J]. 中国农业科学, 2016, 49(13): 2603-2611.
- [13] 方亮, 赵慧芳, 屈乐文等. 三种黑莓果酱的研制与感官评价[J]. 食品工业, 2011,8: 10-12.
- [14] Yulianti, O., Hoon, A.L.S. and Chong, S.Y. (2016) Influence of pH, Pectin and Ca Concentration on Gelation Properties of Low-Methoxyl Pectin Extracted from *Cyclea barbata* Miers. *Food Hydrocolloids*, **17**, 237-244.
- [15] Han, W., Meng, Y. and Hu, C. (2017) Mathematical Model of Ca<sup>2+</sup> Concentration, pH, Pectin Concentration and Soluble Solids (Sucrose) on the Gelation of Low Methoxyl Pectin. *Food Hydrocolloids*, **66**, 37-48.
- [16] Fu, J.T. and Rao, M.A. (2001) Rheology and Structure Development during Gelation of Low-Methoxyl Pectin Gels: The Effect of Sucrose. *Food Hydrocolloids*, **15**, 93-100.
- [17] 夏其乐, 朱成, 邢建荣, 等. 蓝莓草莓混合果酱的加工工艺[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(3): 393-395, 401.
- [18] 崔志强. 低糖果酱开发现状与工艺要点研究[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(4): 38-43, 47.



**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjfn@hanspub.org](mailto:hjfn@hanspub.org)