

一种低脂芝麻酱的工艺研究

马成¹, 刘淑芸¹, 孙汉巨^{1*}, 何述栋¹, 沈阳², 沈源², 马钢¹, 金日生¹, 裴慧¹

¹合肥工业大学食品与生物工程学院, 安徽 合肥

²安徽达园粮油有限公司, 安徽 灵璧

收稿日期: 2022年6月17日; 录用日期: 2022年8月8日; 发布日期: 2022年8月17日

摘要

本文以白芝麻为主要原料, 生姜、大蒜、牛肉、辣椒及花椒等为辅料, 开发了一款风味极佳、营养丰富的低脂芝麻复合酱。以感官质量作为评价指标, 通过单因素试验, 确定了芝麻的最佳焙烤温度与焙烤时间。随后, 以颗粒度和析油度为评价指标, 确定了芝麻酱的研磨时间。最后在上述实验的基础进行L₁₈(3⁶)正交试验, 优化低脂芝麻酱的制作工艺, 其结果为: 烘烤温度200℃、烘烤时间25 min、研磨时间15 min、芝麻酱100 g、生姜30 g、大蒜40 g、辣椒40 g、牛肉50 g及花椒2 g。最后, 对产品理化指标进行检测, 发现产品中粗脂肪含量比市售芝麻酱低22.29%, 粗蛋白含量及总糖含量比市售芝麻酱高8.41%和7.27%, 降低脂肪含量的同时有更高的营养价值。本研究结果将为低脂芝麻酱的产业化开发提供技术支持。

关键词

低脂, 芝麻, 胶体磨, 芝麻酱

Study on the Technology of Low-Fat Sesame Paste

Cheng Ma¹, Shuyun Liu¹, Hanju Sun^{1*}, Shudong He¹, Yang Shen², Yuan Shen², Gang Ma¹, Risheng Jin¹, Hui Pei¹

¹School of Food and Biological Engineering, Hefei University of Technology, Hefei Anhui

²Anhui Dayuan Cereals and Oils Co., Ltd., Lingbi Anhui

Received: Jun. 17th, 2022; accepted: Aug. 8th, 2022; published: Aug. 17th, 2022

Abstract

White sesame as the main raw material, ginger, garlic, beef, pepper and Chinese prickly ash as auxiliary materials, a low-fat sesame compound sauce with excellent flavor and rich nutrition was

*通讯作者。

文章引用: 马成, 刘淑芸, 孙汉巨, 何述栋, 沈阳, 沈源, 马钢, 金日生, 裴慧. 一种低脂芝麻酱的工艺研究[J]. 食品与营养科学, 2022, 11(3): 220-229. DOI: 10.12677/hjfn.2022.113026

developed. Taking sensory quality as evaluation index, the optimum roasting temperature and roasting time of sesame seeds were determined by single factor experiment. Then, the grinding time of sesame paste was determined by taking granularity and oil extraction degree as evaluation indexes. Finally, $L_{18}(3^6)$ orthogonal test was carried out on the basis of the above experiments to optimize the production process of low-fat sesame paste. The results were as follows: Baking temperature 200°C, baking time 25 min, grinding time 15 min, sesame paste 100 g, ginger 30 g, garlic 40 g, pepper 40 g, beef 50 g and Chinese prickly ash 2 g. Finally, the physical and chemical indexes of the product were tested, and it was found that the crude fat content of the product was 22.29% lower than that of the commercially available sesame paste, and the crude protein content and total sugar content of the product were 8.41% and 7.27% higher than that of the commercially available sesame paste, which had higher nutritional value while reducing the fat content. The results of this study will provide technical support for the industrialization development of low-fat sesame paste.

Keywords

Low Fat, Sesame Paste, Colloid Mill, Sesame

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

芝麻，又名脂麻、胡麻，一年生直立草本植物，是中国主要油料作物之一。芝麻中油脂、不饱和脂肪酸和蛋白质含量较高，还有芝麻素、芝麻酚、维生素 A、维生素 E、卵磷脂、钙、铁、铬等营养成分。芝麻常被加工成芝麻油、芝麻糊、芝麻酱等产品，其中芝麻酱因其浓香醇厚的独特风味而深受消费者喜爱。芝麻酱作为一种调味品，不仅拥有着独特的香味，还充当着人们日常生活中不可或缺的火锅伴侣，可拌凉菜，可佐食，对于厨房烹饪的用途也极为广泛[1]。芝麻酱中含有丰富的蛋白质，不仅有人体必需的各种必需氨基酸，还有多种微量元素，具有极高的保健作用。其中钙含量丰富，在日常吃饭中适量地食用芝麻酱，会对人体骨骼的发育和牙齿的生长有着正向的促进作用[2]。此外，由于芝麻酱中含有极其丰富的卵磷脂，这使得芝麻酱具有可以预防人体头发变白和脱发的功效[3]。在保健行业中有着广泛的应用。

近年来随着人们对健康膳食观念的重新认识和深刻理解，对市场上的芝麻酱的健康性也提出了比较高的要求，市场上现有的芝麻酱油脂高，纯芝麻酱的脂肪含量在 55%以上，不适宜肥胖人群和高血脂人群食用，更是与人们日益增长的健康饮食观念所冲突[4] [5]。此外，芝麻酱在生产过程中，因需要研磨芝麻导致芝麻的细胞组织被破坏，导致所生产出来的芝麻酱其油脂均匀地分散在芝麻酱中[6] [7]。这样的存在形式会使得芝麻酱更易氧化变质，大大降低了货架期，此外，也更加容易出现油酱分离的现象，极大地影响食用口感[8] [9]。所以研发一种低脂的芝麻酱并且可以商业化生产的生产线迫在眉睫。

低脂芝麻酱的研究不仅符合药食同源理念，更是顺应发展不断推动着我国芝麻酱行业的发展与变革，不断地为其注入新鲜的活力，使之完成蜕变和转型[10]。并且也为人们的健康做出贡献，我们力求在健康安全的基础上，通过优化芝麻的焙烤时间和温度，通过复合大蒜、生姜、辣椒、牛肉及花椒等辅料研发出一款具有极香风味的芝麻复合酱[11] [12] [13]。

2. 材料和方法

2.1. 试验材料及试剂

高品质的白芝麻(源自安徽达园粮油有限公司), 大蒜、生姜、干辣椒、花椒、盐、食用油及糖等(购于合肥大润发超市), 新鲜牛肉(购于合肥工业大学民族食堂), 对羟基苯甲酸(购于济南元素化工有限公司), 赤藓糖醇(购于上海诗丹德标准技术服务有限公司), 双乙酸钠(购于连云港诺信食品配料有限公司)。

2.2. 实验仪器

FA1604B 电子分析天平: 上海精密科学仪器有限公司; JC-FW-400A 粉碎机: 青岛聚创嘉恒分析仪器有限公司; SC-3614 高速冷冻离心机: 安徽中科中佳科学仪器有限公司; C22-IJ59E 电磁炉: 成都拓普壹科技有限公司; 101 电热鼓风干燥箱: 上海跃进医疗器械厂; ZG-YM1701 破壁机: 广东志高有限公司; HH-2 数显恒温水浴锅: 金坛市天瑞仪器有限公司。LDZX-30K 高压灭菌锅: 上海申安医疗器械厂; JML-100 胶体磨: 宁波骏丰伟业机械有限公司。

2.3. 低脂芝麻酱制备的工艺

2.3.1. 低脂芝麻酱制备的工艺流程

低脂芝麻酱工艺如图 1 所示。

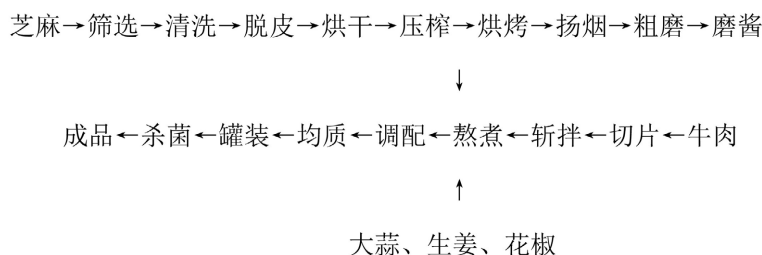


Figure 1. Technological process of low fat sesame paste

图 1. 低脂芝麻酱的工艺流程

2.3.2. 操作要点

1) 芝麻的筛选、清理

取足量的生芝麻筛选后去除杂质、干瘪粒以及有破损、发霉、劣质的芝麻。将筛选后的芝麻放入清洗容器中用蒸馏水清洗 3 次, 去除其表面尘土。

2) 芝麻的脱皮及烘干

将筛选洗净后的芝麻倒入与芝麻重量比 1:2 的清水中, 静置浸泡 30 min 后, 捞出进行脱皮处理。随后, 将芝麻放入清水中, 洗去褪去的外壳[14]。再将脱皮好的芝麻放入烘干机, 在 45℃ 烘干 12 h 至水分含量 $\leq 2\%$ 。

3) 压榨法制备低脂芝麻粕

称取 1500 g 左右的芝麻, 放在已经折叠完成、形状尺寸适合的纱布上, 系紧后放入干净的液压压榨油机内, 用 20~30 Mpa 的压力来压榨芝麻一次, 静置 30 min 后取出[15]。

4) 芝麻的烘烤及扬烟

将压榨过的芝麻在温度为 200℃ 的烘烤机中烘烤 25 min, 烘烤过程中不断搅拌, 随后取出扬烟。

5) 磨酱

将烘烤过的芝麻先用磨酱机粗磨后,再使用胶体磨研磨 15 min 完成磨酱。

6) 牛肉的处理

选取 500 g 瘦牛肉,去掉表面筋膜和多余肥油,使用组织破碎机破碎 5 min 成牛肉蓉。

7) 其余辅料的制备

在锅中加入 50 ml 调和油,点火加热,使油温快速上升至 220℃~230℃,调小火焰,倒入质量比为 1:1:1 的灯笼椒、板椒和秦椒共 40 g,炸 5 s 钟后,依次向锅中加入 30 g 生姜、40 g 大蒜、2 花椒,小火炒 3 min 后倒出备用。

8) 复合芝麻酱的熬煮

在锅中加入 50 ml 调和油,点火加热。取 50 g 牛肉蓉,先大火爆炒 3 min,后转文火依次加入炒制好的辅料(计量),100 g 胶体磨研磨后的芝麻酱和 50 g 水,翻炒至浓稠,使各种原辅料充分混合、渗透和熟化,制得的成品酱中水分含量:≤20%。

2.4. 试验方法

2.4.1. 单因素实验

1) 烘烤温度对低脂复合芝麻酱感官品质的影响

固定烘烤时间为 25 min,将五份压榨过的芝麻分别在焙烤温度为 180℃、190℃、200℃、210℃及 220℃的条件下烘烤,随后磨酱 30 min。以芝麻酱的色香味为评价指标确定最优的焙烤温度。改变烘烤时间,分别固定 15 及 35 min 重复上述试验。

2) 最佳烘烤时间的确定

固定烘烤温度为 200℃,将五份压榨过的芝麻分别在焙烤时间为 15、20、25、30 及 35 min 的条件下烘烤,随后磨酱 30 min。以芝麻酱的色香味为评价指标确定最优的焙烤时间。改变烘烤温度,分别固定 180℃及 220℃重复上述试验[16]。

2.4.2. 芝麻酱的物化性质测量

1) 颗粒度测量

将处理好的芝麻放入 200℃的烤箱中焙烤 25 min,先用磨酱机粗磨 10 min,后在研磨时间分别为 0、5、10、15 及 20 min 的胶体磨中研磨。对得到的这五种芝麻酱进行颗粒度的测定并分析其结果[17]。

2) 离心析油率的测定

取在 200℃,25 min 条件下烘烤、胶体磨研磨时间分别为 0、5、10、15 及 20 min 的芝麻酱各约 30 g,将其放入 50 ml 的离心管中,以 8000 r/min 离心 20 min 后,由于上清油的质量不好测定,去除上清油,测量剩余样品的质量。按照公式(1)计算离心析油率(Y)。

$$Y = (m + m_0 - m_1) / m * 100\% \quad (\text{公式 1})$$

式中:

m 为芝麻酱样品的质量(g);

m_0 为离心管的质量(g);

m_1 为剩余样品加离心管的质量(g)。

2.4.3. 正交试验

在单因素试验结果的基础上,对芝麻酱、生姜、大蒜、辣椒、牛肉、花椒这五个影响低脂复合芝麻酱的因素,进行 $L_{18}(3^6)$ 正交试验,以色泽、口感、组织形态、香气和滋味为评价指标,根据感官质量,确定芝麻酱、生姜、大蒜、辣椒、牛肉和花椒对低脂复合芝麻酱感官质量影响的主次顺序和最优组合[18]。

因素水平表如表 1 所示。

Table 1. Orthogonal experimental factor level table of seasoning formula

表 1. 配方正交实验因素水平表

水平	因素					
	A 芝麻酱(g)	B 大蒜(g)	C 生姜(g)	D 辣椒(g)	E 牛肉(g)	F 花椒(g)
1	50	20	20	20	30	1
2	100	30	30	30	40	2
3	150	40	40	40	50	3

2.4.4. 感官评价

本次试验的感官评价团队由严格挑选的 5 位具有不同饮食风格且有食品科学专业知识背景的人员组成。本次评分采用百分制，最终取平均值，具体评分标准见表 2。

Table 2. Sensory scoring criteria

表 2. 感官评分标准

项目	分值	参考标准
色泽(30%)	20~30	色泽呈酱红色，色泽度明显，无其他异色
	10~20	色泽呈酱红色，色泽度一般，少许其他异色
	0~10	色泽过深或过浅，无色泽度，有其他异色
口感(40%)	30~40	香味适中，无焦糊后的苦味，口感细腻光滑
	20~30	香味过淡，轻微焦糊后的苦味，有轻微颗粒感
	10~20	辛辣味或香料味过重、焦糊苦味较重，口感粗糙
风味(30%)	20~30	芝麻香味浓郁，肉香丰富，香料味适中，无其他异味
	10~20	芝麻香味一般，略牛肉、香料味，无其他异味
	0~10	芝麻、香料味及牛肉味过重，掺杂其他异味

2.4.5. 产品理化参数测定

以表 1 正交试验的结果作为最终产品的配方，调配出最佳配比的低脂芝麻复合酱，再对产品进行粗脂肪含量、总糖含量、酸价以及粗蛋白含量的测定。

粗脂肪用索氏提取法测定[19]；酸价用碱性滴定法测定[20]；总糖含量用菲林试剂法测定[21]；粗蛋白采用凯式定氮法测定[22]。

2.4.6. 统计分析

所有试验重复三次。采用 ORIGIN 2022 软件处理数据，结果以平均值 \pm 标准差表示。

3. 结果与分析

3.1. 单因素试验

3.1.1. 烘烤时间对芝麻酱感官质量的影响

烘烤时间对芝麻酱感官质量的影响由表 3 所示，在烘烤时间是 25 min 时，随着烘烤温度的增加，芝

麻酱的品质逐渐提升,但是当焙烤温度超过 25 min 时,芝麻酱品质开始呈现降低。这个结果可能是由于,当焙烤时间 < 25 min 时,芝麻熟化不完全,芝麻内的油脂及芳香物质未挥发出来,所制的芝麻酱色香味不足;当时间 > 25 min 时,芝麻出现焦化,表皮成深褐色,糊味出现,影响了芝麻酱的色香味。焙烤时间为 15 min 及 35 min 时,随温度的上升芝麻酱品质却分别出现一直提升和一直降低。可能是由于焙烤时间为 15 min 时,时间太短,使之出现未熟以及生涩味,焙烤时间为 35 min 时,时间太长,使之出现焦化以及糊味,影响了芝麻酱的品质。综上在焙烤温度为 200℃ 时为最佳。

Table 3. Effect of baking temperature on sensory quality of sesame paste

表 3. 焙烤时间对芝麻酱感官质量的影响

温度 (°C)	时间(min)				
	15	20	25	30	35
180	62.25 ± 2.11 ^{dC}	67.21 ± 1.64 ^{dC}	74.85 ± 3.15 ^{cB}	85.12 ± 2.94 ^{bB}	92.30 ± 1.43 ^{aA}
200	81.15 ± 1.85 ^{cB}	92.08 ± 1.95 ^{bA}	98.50 ± 1.23 ^{aA}	91.05 ± 2.58 ^{bA}	84.00 ± 2.03 ^{cB}
220	89.64 ± 1.63 ^{aA}	78.11 ± 2.30 ^{bB}	73.13 ± 2.75 ^{cB}	67.75 ± 1.57 ^{dC}	62.00 ± 1.24 ^{cC}

其中,小写字母(a、b、c、d 和 e)为时间的显著性差异分析,大写字母(A、B 和 C)为温度的显著性差异分析。

3.1.2. 焙烤温度对芝麻酱感官质量的影响

焙烤温度对芝麻酱感官质量的影响由表 4 所示,在焙烤温度时 200℃ 时,随着焙烤时间的增加芝麻酱的品质逐渐提升,但是当焙烤时间超过 25 min 时,芝麻酱的品质开始出现降低。整个变化过程可以分析如下:当焙烤温度较低时,芝麻熟化不完全,芝麻内的油脂及芳香物质未挥发出来,所制的芝麻酱颜色较浅且香味不足;当温度过高时,芝麻出现焦化,表皮成深褐色,出现焦糊味,影响了芝麻酱的感官质量。焙烤温度为 180℃ 及 220℃ 时,随时间的增加芝麻酱品质却分别出现一直提升和一直降低。可能是由于 180℃ 时,焙烤温度太低,使之出现未熟以及生涩味。220℃ 时,焙烤温度太高,使之出现焦化以及糊味,影响了芝麻酱的品质。综上在焙烤温度为 25 min 时为最佳。

Table 4. Effect of baking time on sensory quality of sesame paste

表 4. 焙烤温度对芝麻酱感官质量的影响

时间 (min)	温度(°C)				
	180	190	200	210	220
15	63.11 ± 3.26 ^{dC}	68.30 ± 1.53 ^{dC}	83.45 ± 1.82 ^{cB}	86.33 ± 2.57 ^{bB}	92.70 ± 3.68 ^{aA}
25	76.00 ± 2.68 ^{cB}	90.50 ± 2.66 ^{bA}	98.50 ± 1.99 ^{aA}	92.20 ± 1.49 ^{bA}	75.25 ± 3.72 ^{cB}
35	91.20 ± 1.03 ^{aA}	83.21 ± 3.21 ^{bB}	86.00 ± 2.95 ^{bB}	69.00 ± 2.79 ^{cC}	62.10 ± 1.33 ^{dC}

其中,小写字母(a、b、c、d 和 e)为温度的显著性差异分析,大写字母(A、B 和 C)为时间的显著性差异分析。

3.2. 不同研磨时间对芝麻酱理化性质的影响

3.2.1. 研磨时间对芝麻酱颗粒度的影响

不同研磨时间下芝麻酱的感官评价如表 5 所示,芝麻酱的颗粒度随着研磨时间的增大而变小,流动性随着研磨时间的增大而变更易流动。研磨过程中随着时间的推移,芝麻颗粒被研磨的越来越细,一些不易变的细碎的部分也开始被磨细,芝麻中含有的油脂被释放出来,颗粒度变细的同时,流动性也得到了增强。

Table 5. Sensory evaluation of sesame paste with different grinding time
表 5. 不同研磨时间下芝麻酱的感官评价

研磨时间/min	芝麻酱的感官
5	粒径较粗，有明显的颗粒感，不成流动状，稍显粘稠
10	较为细腻，可成流动状，颗粒感微弱。
15	很细腻，流动性良好，粘稠度合适。
20	与 15 min 的差别不大，比之更为细腻一些。

研磨时间对芝麻酱颗粒度的影响由图 2 可知，芝麻酱的平均粒径 $D[4.3]$ 和中位径 $D50$ 随着研磨时间的增大，先呈现下降后趋于平稳，在 0~5 min 中内下降剧烈，在 5~15 min 缓慢下降，后再 20 min 处趋于平缓。未研磨之前芝麻酱的粒径比较大，研磨之后的芝麻酱粒径变化较大，但当研磨时间过长，这种变化就不太明显了。这说明胶体磨研磨对芝麻酱的粒径有比较显著的影响，可以使芝麻酱的粒径变得很细小，而这种改变对芝麻酱感官品质的提升有着显著作用。

随着研磨时间的逐渐延长，芝麻酱的比表面积先是增大后降低。在一定的研磨时间范围内，总体上呈现一个正相关。比表面积在研磨时间 0~15 min 内是出现了一个比较快的增大，在 15 min 处达到最大，之后开始减小。比表面积越大，说明物质的粒径越细小。所以在适当的研磨时间范围内，胶体磨研磨对芝麻酱的粒径变小和变的更加均匀起着正向作用。图中当研磨时间超过 15 min 时，芝麻酱的比表面积开始变小，分析得可能由于研磨时间过长，使芝麻酱体系中出现了团聚现象，一些分散的颗粒有重新聚集了起来，导致了比表面积的减小。比较图中数据，平均粒径大于中位径，说明芝麻酱的中值粒径是大于中位径 $D50$ 的微粒占据优势，研磨时间越长，磨酱就会更细，从而出现了团聚现象，使得 15 min 后的比表面积开始减小。

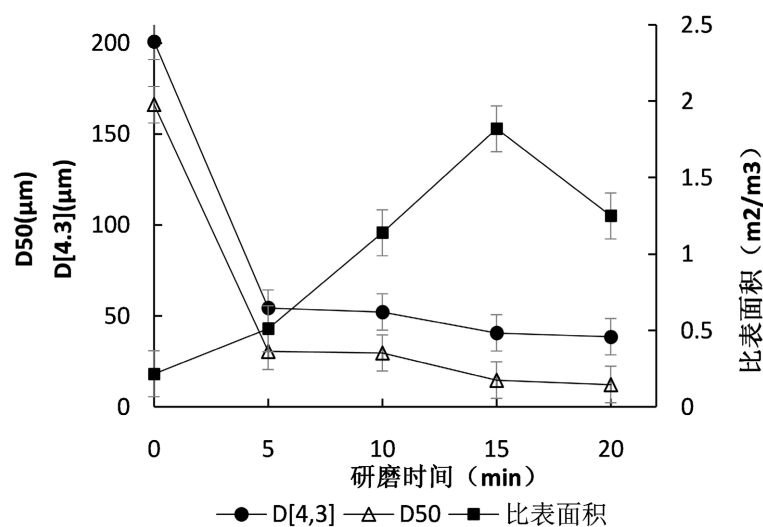


Figure 2. Effect of grinding time on the granularity of sesame paste
图 2. 研磨时间对芝麻酱颗粒度的影响

3.2.2. 不同研磨时间对芝麻酱析油度的影响

由图 3 可知，随着研磨时间的增加，芝麻酱的析油度呈稳步上升趋势。在一定的研磨时间范围内，总体上呈现一个正相关。在 0 min 时析油度最小，分析得研磨时间过短芝麻酱的粒径不够细，导致芝麻

酱中油脂释放并不彻底。随着研磨时间的增加,芝麻酱的粒径不断变细,使之芝麻酱中的油脂不断释放,最终呈现出析油度随着研磨时间的增加而上升。知 15~20 min 时芝麻酱析油度的增加逐步趋于平缓,分析知当芝麻酱粒径小到一定程度时,芝麻酱中的油脂逐步趋于释放完全,所以呈现出最终曲线趋于平缓。

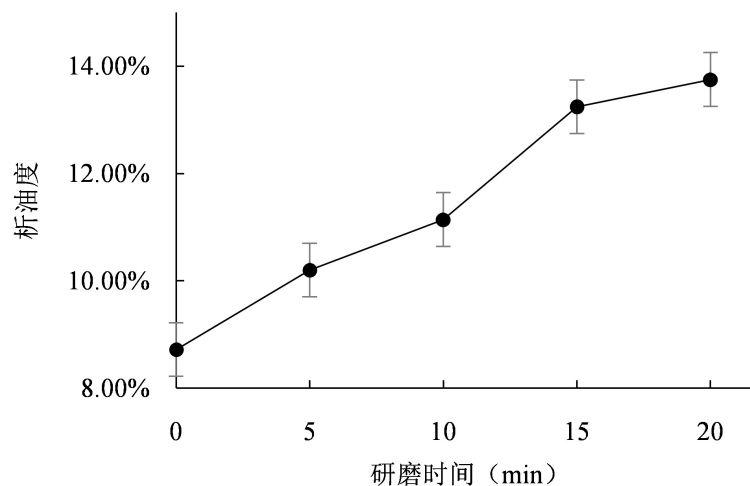


Figure 3. Effect of grinding time on oil separation degree of sesame paste

图 3. 研磨时间对芝麻酱析油度的影响

3.3. 低脂芝麻酱复配的正交试验结果分析

芝麻酱复配正交试验结果如表 6 所示,对低脂芝麻酱复配后感官质量的影响大小为芝麻酱 > 辣椒 > 牛肉 > 大蒜 > 花椒 > 生姜。通过极差分析,确定了六个因素的最佳组合 $A_1D_3E_3C_3F_2B_2$,最佳的原辅料配比为:芝麻酱 100 g、生姜 30 g、大蒜 40 g、辣椒 40 g、牛肉 50 g 及花椒 2 g。并在此条件下,进行 3 次平行验证试验,验证值与预测值的误差在允许误差 5%内,说明该模型合理可靠。

Table 6. Orthogonal test results of sesame paste

表 6. 芝麻酱复配正交试验结果

试验序号	因素						感官质量 (分数)
	A 芝麻酱(g)	B 生姜(g)	C 大蒜(g)	D 辣椒(g)	E 牛肉(g)	F 花椒(g)	
1	1 (50)	1 (20)	1 (20)	1 (20)	1 (30)	1 (1)	82.27
2	1	2 (30)	2 (30)	2 (30)	2 (40)	2 (2)	89.33
3	1	3 (40)	3 (40)	3 (40)	3 (50)	3 (3)	91.47
4	2 (100)	1	1	2	2	3	92.20
5	2	2	2	3	3	1	94.20
6	2	3	3	1	1	2	89.27
7	3 (150)	1	2	1	3	2	90.33
8	3	2	3	2	1	3	90.73
9	3	3	1	3	2	1	88.20
10	1	1	3	3	2	2	88.33

Continued

11	1	2	1	1	3	3	83.40
12	1	3	2	2	1	1	82.47
13	2	1	2	3	1	3	88.87
14	2	2	3	1	2	1	86.13
15	2	3	1	2	3	2	88.13
16	3	1	3	2	3	1	84.53
17	3	2	1	3	1	2	84.33
18	3	3	2	1	2	3	82.60
K ₁	92.81	87.76	86.42	85.67	86.32	86.30	
K ₂	89.80	88.02	87.97	87.90	87.80	88.29	
K ₃	86.79	87.02	88.41	89.23	88.68	88.21	
R	6.02	1.00	1.99	3.56	2.36	1.99	
因素主次	A > D > E > C > F > B						
最优组合	A ₁ D ₃ E ₃ C ₃ F ₂ B ₂						

3.4. 产品理化参数分析

芝麻酱产品理化参数由表 7 所示, 产品中粗脂肪含量比市售芝麻酱低了近 22.29%, 粗蛋白含量比市售芝麻酱高了 8.41%, 总糖含量市售芝麻酱高了 7.27%, 酸价也明显低于市售芝麻酱。综上, 此款芝麻酱营养价值更高, 且由于其酸价低, 更有利于贮藏期间的品质稳定, 不易氧化哈败。

Table 7. Physical and chemical parameters of sesame paste

表 7. 低脂芝麻酱产品理化参数

指标	低脂芝麻酱	市售芝麻酱
粗脂肪(%)	38.22 ± 1.15	60.51 ± 5.21
粗蛋白(%)	30.26 ± 2.52	21.85 ± 1.65
总糖含量(%)	18.51 ± 1.01	11.24 ± 2.12
酸价(mg/gKOH)	1.32 ± 0.15	2.05 ± 0.05

4. 结论

本文以白芝麻为主要原料, 辅以大蒜、生姜、牛肉、辣椒、花椒等辅料, 感官质量、颗粒度和析油度为指标, 依次通过单因素和 L₁₈(3⁶)正交试验, 得到一种风味极佳, 营养健康的低脂复合芝麻酱。产品的最佳制作工艺为: 烘烤温度 200℃、烘烤时间 25 min、研磨时间 15 min、芝麻酱 100 g、生姜 30 g、大蒜 40 g、辣椒 40 g、牛肉 50 g 及花椒 2 g。此制作工艺所得的低脂芝麻酱既有芝麻的醇香, 又有大蒜、生姜等辅料的香辣。同时, 由于油脂含量与普通芝麻酱相比降低了近 20%, 其口感更加清爽。通过检测产品理化指标, 发现产品中粗脂肪含量比市售芝麻酱低 22.29%, 粗蛋白含量及总糖含量比市售芝麻酱高 8.41%和 7.27%, 酸价也明显低于市售芝麻酱。本研究可为芝麻酱产品进一步的开发与利用提供理论依据。

参考文献

- [1] 檀静. 低脂芝麻酱的研制及感官风味评价的研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南工业大学硕士论文, 2018.
- [2] 张淼, 何莲, 贾洪锋. 不同加工方式对芝麻酱感官品质的影响研究[J]. 中国调味品, 2019, 44(7): 107-111
- [3] 麻梦含, 刘玉兰, 舒垚, 刘华敏, 王小磊, 马宇翔. 低脂芝麻酱制取工艺及品质研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(9): 66-70.
- [4] 刘素慧, 汪学德, 魏其超, 曹艳明. 芝麻品种对芝麻酱品质特性的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(2): 81-86+92.
- [5] 刘国群, 张淼, 黄晓琴, 邵雪梅, 文芬. 我国传统调味品芝麻酱掺假技术研究现状[J]. 中国调味品, 2017, 42(4): 174-177.
- [6] Aloui, F., Maazoun, B., Gargouri, Y. and Miled, N. (2016) Optimization of Oil Retention in Sesame Based Halva Using Emulsifiers and Fibers: An Industrial Assay. *Journal of Food Science and Technology*, **53**, 1540-1550. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2116-5>
- [7] Gills, L.A. and Resurreccion, A.V.A. (2000) Sensory and Physical Properties of Peanut Butter Treated with Palm Oil and Hydrogenated Vegetable Oil to Prevent Oil Separation. *Journal of Food Science*, **65**, 173-180. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15975.x>
- [8] Gorrepati, K., Balasubramanian, S. and Chandra, P. (2015) Plant Based Butters. *Journal of Food Science and Technology*, **52**, 3965-3976. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1572-7>
- [9] 马越美, 田珍, 楼之岑. 异叶败酱挥发油成分的分离与鉴定[J]. 中药通报, 1987(6): 40-41.
- [10] 尚艳娥. 标准化生产是质量的保证——芝麻酱生产行业存在的问题及原因分析[J]. 监督与选择, 2008(Z1): 32.
- [11] 李祥, 罗仓学. 纯天然辣味复合酱的研制[J]. 江苏调味副食品, 2001(4): 22-23.
- [12] 肖月娟, 贺建军. 紫菜花生营养调味酱[J]. 食品与机械, 2002(2): 28-29.
- [13] 陈水科, 陈键锋, 王林. 板栗芝麻复合调味酱工艺优化及品质研究[J]. 中国调味品, 2019, 44(3): 127-130.
- [14] 仇记红, 侯利霞, 张钊国, 汪学德, 曾国展. 浸泡及萌动对芝麻及芝麻酱品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 39-44.
- [15] 兰向东, 揭金潮, 周国磊, 田文秀, 张欣哲, 张若梅. 芝麻适度压榨工艺条件研究[J]. 食品科技, 2021, 46(1): 166-171.
- [16] 许仕文, 张国治, 李志建, 孙强, 黄纪念. 焙炒方式对芝麻酱品质的影响[J]. 中国油脂, 2022, 47(2): 136-142.
- [17] 黄小雪. 芝麻酱稳定性和品质的研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉轻工大学, 2020.
- [18] 刘素慧. 复合芝麻酱制备技术研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南工业大学, 2019.
- [19] 宋爱伟, 杨兵, 陈亚军, 王伟. 索氏法提取蓝莓籽油的工艺研究[J]. 广东化工, 2022, 49(6): 36-38.
- [20] Zhang, Q., Wu, J., Ma, P., Cai, J. and Zhang, Y. (2015) Acid Value Determination and Pre-Esterification of Crude *Euphorbia lathyris* L. Oil. *World Journal of Engineering and Technology*, **3**, 6-10. <http://doi.org/10.4236/wjet.2015.32007>
- [21] 任晓晨. 蘑菇中总糖含量的测定[J]. 现代食品, 2020(10): 180-181+186.
- [22] 李文韬, 周燕, 胡佳, 王蕾. 凯氏定氮法测定某未知含氮化合物氮含量[J]. 中国卫生标准管理, 2016, 7(24): 110-112.