

不同品种半固态复合调味料的品质特性分析

徐吉祥¹, 孙楚楠², 楚炎沛¹

(1. 清远职业技术学院食品药品学院, 广东清远 511510) (2. 华中科技大学同济医学院, 湖北武汉 430074)

摘要: 选取拌面酱、烤肉酱、肉汤汁等高、中、低三种不同黏度值的半固态复合调味料(SCC), 存放于 30℃, RH 50% 恒温恒湿条件下, 通过色泽、滋味和气味、状态的感官评价, 及菌落总数、离心乳析率、黏度的跟踪检测, 分析关键指标的变化及其与酱料品质特性的关系。结果表明: 感官评价中的色泽、滋味和气味及状态随储藏时间的延长, 由试验初期的 10.0±0.0 分不同程度地劣变至实验结束时的 8.0±0.5, 6.0±0.7 及 4.0±1.0 分; 其中高黏度值的拌面酱色泽易发生褐变, 中黏度值的烤肉酱状态易稀化分解, 低黏度值的肉汤汁容易风味变差和口感恶化。菌落总数随储藏时间的延长, 由试验初期的 <10 cfu/100 g 不同程度地增长至实验结束时的 200±13、420±10 及 860±10 cfu/100 g, 低黏度值的肉汤汁明显会存在安全风险; 离心乳析率随储存时间有不同程度的增加, 其中中黏度值的烤肉酱由实验初期的 0 增加至试验结束时的 20.3%±0.5%; 黏度值随储存时间有不同程度的下降。结论: 综合考虑调味酱的不同品质特性及其随储存时间的变化情况, 建议常温储存条件下的保存期或保质期可分别设置为: 高黏度值的拌面酱为 6 个月, 中黏度的烤肉酱为 3 个月, 低黏度值的肉汤汁为 2 个月。

关键词: 不同品种; 半固态复合调味料; 品质特性; 研究

文章编号: 1673-9078(2019)09-176-181

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.9.022

Quality Characteristics of Different Semisolid Compound Condiments

XU Ji-xiang¹, SUN Chu-nan², CHU Yan-pei¹

(1. Qingyuan Polytechnic, Department of Food and Medicine, Qingyuan 511510, China)

(2. Huazhong University of Science and Technology, Tongji Medical College, Wuhan 430074, China)

Abstract: Different varieties of Semi-solid composite condiments (SCC) with high, medium and low viscosity, such as noodle paste with high viscosity, barbecue sauce with medium viscosity and meat soup with low viscosity, were selected and stored at 30℃ and RH 50% of constant temperature and humidity respectively. The changes of key indicators and their relationship with the quality characteristics of sauce were analyzed by sensory evaluation of color, flavor, taste, texture, total colony count, centrifugal milk precipitation rate and viscosity. The results showed that the color, flavor, taste and texture of sensory evaluation deteriorated from 10.0±0.0 scores to the corresponding 8.0±0.5, 6.0±0.7 and 4.0±1.0 scores at the end of the experiment with the prolongation of the storage time. The noodle sauce with high viscosity tended to brown, the barbecue sauce with medium viscosity tended to dilute and decompose, and the meat sauce with low viscosity tended to deteriorate the flavor and taste. The total number of the colonies increased with the storage time from the initial <10 cfu/100 g respectively to 200±13, 420±10 and 860±10 cfu/100 g at the end of the experiment, respectively, obviously the meat soup with low viscosity would have safety risks; the centrifugal emulsification rate increased and the viscosity value decreased with storage time. The medium viscosity of barbecue sauce increased from 0 to 20.3%±0.5%. Conclusions: Considering the different quality characteristics of SCC and their changes with storage time, it is suggested that the shelf life of them should be set as follows: 6 months for noodle sauce with high viscosity, 3 months for barbecue sauce with medium viscosity and 2 months for meat soup with low viscosity.

Key words: different categories; Semisolid compound condiment (SCC); quality characteristics; experimental study

半固态复合调味料(SCC)是由两种或两种以上的调味料, 添加或不添加辅料, 经加热搅拌, 充填密封, 冷却固化, 包装等工序加工而成^[1]。与传统调味料相比, 复合调味料具有便于储藏, 使用方便, 安全卫生等特点, 代表了世界调味品行业发展的新趋势^[2]。SCC 口感自然, 风味独特, 营养丰富, 无论是传统酿造产品的老企业, 还是复合调味品的专业生产商, 近年来都在下大力度开发各种风味酱、锅底料、烤肉酱、沙拉酱等, 并针对不同类型的调味料通过采取适当的杀菌及灌装方式, 来确保产品质量在保质期内的基本

收稿日期: 2019-03-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(31271885; 31471677)

作者简介: 徐吉祥(1977-), 男, 副教授, 在读博士, 研究方向: 食品加工与质量管理

通讯作者: 楚炎沛(1971-), 女, 高级工程师, 研究方向: 谷物食品科学、烘焙食品科学、食品配料与添加剂

一致^[3]。

半固态复合调味料融合了多种基础调味料的风味和营养，其不但是调味品市场发展的新趋势，而且是引领调味品行业发展新的增长点^[4]。SCC 由于水分含量较高，富含蛋白质、糖类和碳水化合物等成分，微生物容易繁殖、脂肪容易氧化酸败、蛋白质容易发粘、碳水化合物容易发酵变味等^[5]而影响到食品安全；也容易发生褐变、粘稠度降低、油水分离等感官状态的变化而影响到产品的品质优劣^[6]。确保 SCC 在保质期

内不发生食品安全和内在品质不稳定问题，即要考虑客户对保质期限的要求，又要与产品本身的各种理化指标相衔接，还要与本企业的设备处理能力相联系起来^[4]。本研究选取高、中、低三种不同黏度值的半固态复合调味品，在 30℃，RH 50%的恒温恒湿储存条件下，观察关键指标的变化情况及不同酱料的品质特性，基于实验和比较有充分的科学数据对不同的 SCC 的保质期做出正确判断。

表 1 实验样品的技术指标

Table 1 The specification of the samples

样品编号	固形物含量/(g/100 g)	食盐/(g/100 g)	Aw/(g/100 g)	黏度/(MPa·s)	脂肪/(g/100 g)
样品 1-拌面酱	45.21±0.31	12.17±0.06	0.79±0.41	(9.8±0.1)×10 ³	20.21±0.36
样品 2-烤肉酱	30.56±0.25	8.83±0.21	0.83±0.15	(5.9±0.2)×10 ³	12.37±0.73
样品 3-肉汤汁	12.43±0.67	6.51±0.54	0.95±0.26	(1.6±0.2)×10 ³	10.15±0.34

样品编号	还原糖(g/100 g)	总酸(g/100 g)	pH	菌落总数/(cfu/g)
样品 1-拌面酱	20.16±0.97	0.71±0.85	5.44±0.10	<10
样品 2-烤肉酱	10.33±0.34	0.43±1.10	4.84±0.07	<10
样品 3-肉汤汁	5.54±1.03	0.45±0.79	5.25±0.17	<10

表 2 实验样品的感官指标

Table 2 The sensory evaluation of the samples

样品编号	色泽	滋味和气味	状态
样品 1-拌面酱	红褐色，有光泽	有酱香和脂香气，无不良气味；甜咸适口，味鲜醇厚，无酸、苦、焦糊及其他异味	粘稠适度，无杂质
样品 2-烤肉酱	红棕色，有光泽	烤肉香气，无不良气味；肉味醇厚，无异味	细腻均匀一致，无杂质，无明显分层
样品 3-肉汤汁	浅灰色，有光泽	浓郁而醇厚的复合肉香气	挂壁均匀，流动速度慢

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

三种不同黏度值的即食类半固态调味料，均由两种以上的调味品，添加适当的辅料，经原辅材料预先处理，混合搅拌，加热灭菌，充填密封，包装冷却等工序加工而成。对照出厂标准确认合格后的初始检验指标参见表 1 和表 2。

BPG-9156A 精密鼓风干燥箱，上海一恒科学仪器有限公司；JG21002 型电子天平，上海天平仪器厂；YXQ2SG 462280 型压力蒸汽灭菌锅，上海博讯实业有限公司医疗设备厂；MJX-2160B2Z 型恒温培养箱，上海博讯实业有限公司医疗设备厂；HCB-1300V 超净工作台，海尔集团；HH-1 型数显恒温水浴锅，金坛市富华仪器有限公司；JB90-D 型强力电动搅拌机，上海标本模型厂；LXJ-11B 型低速离心机，上海安亭科学仪器厂；NDJ-5S 型数字式黏度计，上海精天电子仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品准备

对选定的三种不同黏度值的半固态复合调味品进行感官、理化及微生物指标检测并判定合格后，采用 NY15/PE80 塑膜分装成 400 g/包的测试样，每满一个月分别对 3 种样品进行取样检测分析。

1.2.2 感官评分

随机选取 10 位经验丰富的感官评价员对样品的色泽、滋味和气味、状态等感官要求^[1]进行评价打分，满分为 10 分，取平均值为最终得分。评分 8 分以上为品质基本稳定，6 分为可接受的极限值，6 分以下视为不可接受。

1.2.2.1 色泽评分

将酱料倒入白瓷盘内，观察酱的颜色、光泽及其变化，具有该产品的特有色泽 8~10 分，稍微有点暗淡无光泽 6~8 分，颜色暗淡无光泽且呈现出发乌/灰暗/褐变等异常 4~6 分。

1.2.2.2 滋味和气味评分

喜欢~10分,一般6~8分,不喜欢4~6分。

1.2.2.3 状态评分

取20g样品置于干燥的白瓷盘内,观察酱体在1min内的流散情况及酱体组织的粗细程度,理想的体态是:粘稠适度、保型性好(2分),组织细腻(2分),无沉淀板结(2分),无纹裂(2分)及油水析出现象(2分),满分为10分,与理想状态有偏差时即扣除该项分值。

1.2.3 菌落总数的测定

根据GB 47892-2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》进行测定^[7]。

1.2.4 离心乳析率的测定

采用离心沉淀法,准确称取样品50g至50mL离心管中,在30℃条件下以3000 r/min离心15min,记录上层液总重量(g,包括水层和油层)。离心乳析率=上层液总重量/50g×100%,计算值越接近0,样品的乳化稳定性越好^[8,9]。

1.2.5 黏度的测定

采用NDJ-5S数字式黏度计,3号转子12转速30℃条件下30s读出各样品的黏度值。黏度值越高,样品粘稠性越强^[8,9]。

1.3 数据分析

同一样品平行测定3次取平均值。试验数据采用Microsoft office excel及origin 8.0进行处理。

2 结果与分析

2.1 感官评价在储藏过程中的变化

2.1.1 色泽在储藏过程中的变化

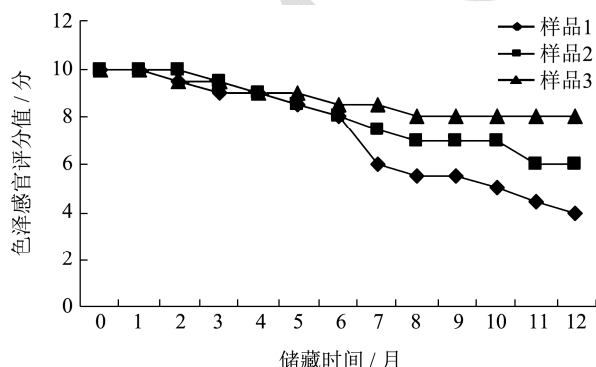


图1 色泽随储存时间的变化

Fig.1 Changes of color with storage time

由图1可知,样品1在前6个月10~8分呈缓慢递减趋势,6~7个月期间感官评价突降至6.0±0.7分,产品原有的光泽突然消失后变得暗淡无光且呈现出暗淡的棕褐色,最终降至4.0±1.0分势必影响到人的食欲

而不易被接受。样品2在整个观察期内光泽性虽有消失呈灰暗色,但最终尚不构成对食欲的影响。样品3的色泽变化不是很大,但在后期由于组织状态的不稳定而有一定的色泽偏差。分析原因主要在于,样品1中的固形物和还原糖含量相对样品2和3都较高,一方面由于色泽褐变程度与储藏时间和储藏温度呈正相关,另一方面高温储藏对色泽劣变的影响显著,且可固含量越高褐变越显著^[10,11]。由此可见,在长时间的储存过程中,高黏度值的调味品由于非酶褐变导致的色泽变化成为影响其保质期的关键因素。

2.1.2 滋味和气味在储藏过程的变化

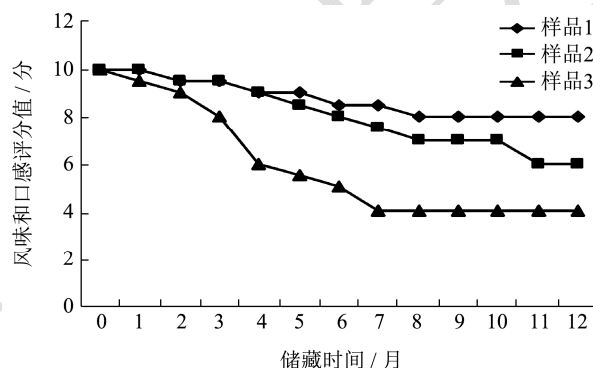


图2 滋味和气味随储存时间的变化

Fig.2 Changes of taste and smell with storage time

由图2知,样品1在整个观察期内滋味和气味在感官评分10~8变化不大,基本能保持原有的特征风味和口感。样品2随着储存时间的延长,由最初的10.0±0.0分喜欢变化至最终可接受的极限值6.0±0.7分。样品3则呈现明显的递减趋势,3个月之前能基本保持风味和口感的稳定,3~7个月期间由喜欢的8.0±0.5分锐减至不喜欢的4.0±1.0分,说明滋味和气味发生了明显的变化而变得难以接受。分析原因主要在于,样品3的水活度较高,固形物含量低,一方面内容物的不稳定容易沉淀分层和絮凝而使口感变差,另一方面长时间的储存会使乳液中油滴氧化,降低食品的营养价值而产生不良风味^[12,13]。由此可见,在长时间的储存过程中,低黏度值的调味品由于滋味和气味的恶化成为影响其保质期的关键因素。

2.1.3 状态在储藏过程中的变化

由图3知,样品1在6个月之后除表面有少量可见的析出物之外,基本上保持适度的粘稠度,食用和使用性能方面也无大的影响。样品2在3个月之后,由初期的10.0±0.0分即降至6.0±0.7分,7个月之后呈不可接受的4.0±1.0分,表现在原本光滑细腻均匀一致的状态呈现出了明显的油水析出及分层絮凝现象。样品3则在3个月之后,原本挂壁均匀、流速缓慢的状态,由于内容物的絮凝、沉淀等变得不均匀细腻而逐渐不

被接受。分析原因主要在于,水包油型的乳化体系热力学不稳定,会随着不同的物理化学过程而发生变化,一旦油滴聚集或者絮凝就会对乳液的稳定性产生影响^[14,15]。由此可见,在长时间的储存过程中,中黏度值和低黏度值的调味品由于状态的不稳定成为影响它们保质期的关键因素。

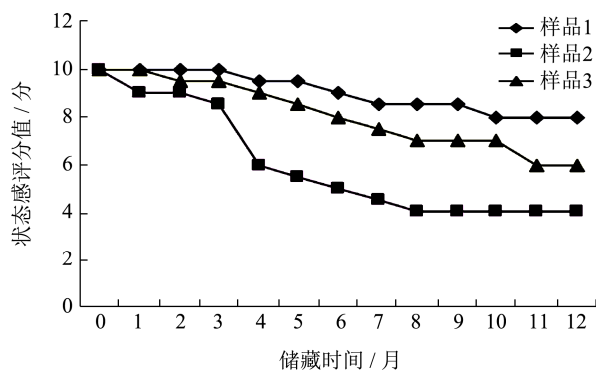


图3 状态随储存时间的变化

Fig.3 Changes of texture with storage time

综合以上感官分析,高黏度值的调味品在储存6个月之后会有明显的褐变而影响到感官的接受性,低黏度值的调味品在储存2~3个月之后会由于滋味和气味及状态的明显劣变而逐渐失去食欲,6个月之后已完全变的明显不可接受。中黏度值的调味品在3个月时由于状态的变化而影响到感官的整体接受性,8个月之后则变得完全不可接受。

2.2 菌落总数在储藏过程中的变化

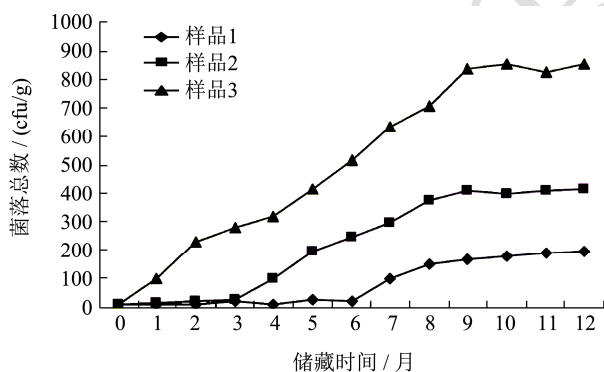


图4 菌落总数随储存时间的变化

Fig.4 Changes of total colonies count with storage time

由图4知,随着储存时间的延长,菌落总数由初始值的<10 cfu/g 均有不同程度的增加。样品1在前6个月相对比较稳定,6~9个月期间有较大的增长,12个月末增至近200 cfu/g,说明微生物不是高黏度值 SCC 在储存期内的主要变质因素。样品2在前3个月相对比较稳定,3~9个月期间有较大的增长,后基本稳定至500 cfu/g 以内,菌落总数远远低于标准的控制值,说明微生物也不会是中黏度值 SCC 在储存期内的

主要变质原因。样品3在第1个月即呈现出明显的增长趋势,3个月时的检测值(280 ± 20) cfu/g 已超过高黏度值 SCC 12个月后的水平(200 ± 13) cfu/g,6个月后的检测值(520 ± 15) cfu/g 也明显超过中黏度值 SCC 12个月后的水平(420 ± 10) cfu/g,12个月末增至接近标准限值1000 cfu/g,说明菌落总数将会是影响低黏度值 SCC 保质期的关键指标。分析原因在于,经过高温杀菌和热罐装的酱料产品,在3~6个月的短时间内微生物尚处于生长缓慢阶段或理想的抑菌状态,但随着存放时间的延长,尽管菌落总数的检测值能够完全符合 SCC 的微生物控制指标限值,但不同品质特性的 SCC 在存储的不同阶段,菌落总数超标的风险是不一样的。样品1会相对安全很多,样品3因水分活度大,固形物含量较低,常规的超高温瞬时灭菌和塑膜包装不能够达到很好的抑菌效果,尤其是在2个月以上的长时间储存过程中,温度等外在条件的波动很容易引起微生物超标而导致食品安全问题。由此可见,在长时间的储存过程中,低黏度值 SCC 由于菌落总数的增殖而成为影响其保质期的关键因素。

2.3 离心乳析率在储藏过程中的变化

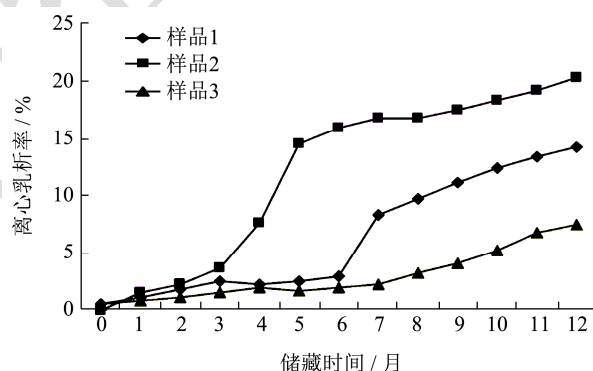


图5 离心乳析率随储存时间的变化

Fig.5 Changes of centrifugal Emulsion rate with storage time

由图5知,随着储存时间的延长,离心乳析率均呈现不同程度的上升趋势。离心乳析率在一定程度上体现了 SCC 的乳化稳定性。样品1在前6个月相对比较稳定,6~7个月由 $3.0\% \pm 0.3\%$ 至 $8.3\% \pm 0.5\%$ 有个明显的增长后仍呈现持续的增长态势。样品3在7个月之前都没有明显的离心乳析率,7~12个月虽有所显现,但最终的析出量 $7.5\% \pm 0.2\%$ 相当于高黏度值 SCC 6~7个月时的析出水平。样品2在3~5个月时的析出量明显较多 $3.7\% \pm 0.4\% \sim 14.5\% \pm 0.5\%$,相当于样品1存放12个月后的析出量 $14.2\% \pm 0.1\%$,之后尽管析出量有所减缓,但已经丧失了原有的组织状态。油滴的上浮和絮凝^[16]、蛋白质在酶和微生物作用下的降解^[17]等,都会促使酱料的质构稀化,样品1黏度值高,脂

肪含量也高,在6个月以上的储存过程中,原有的乳化状态容易破坏而析出油脂。样品2因配方中的固形物含量或增稠乳化稳定剂含量偏低,在3个月以上的存储过程中对质构的稳定性起不到很好的保护作用,导致离心乳析率相对较高。样品3因固形物含量和脂肪含量都相对较低,存放过程中组织状态的不稳定性更多的是由于絮凝沉淀而非上浮乳析。

2.4 黏度在储藏过程中的变化

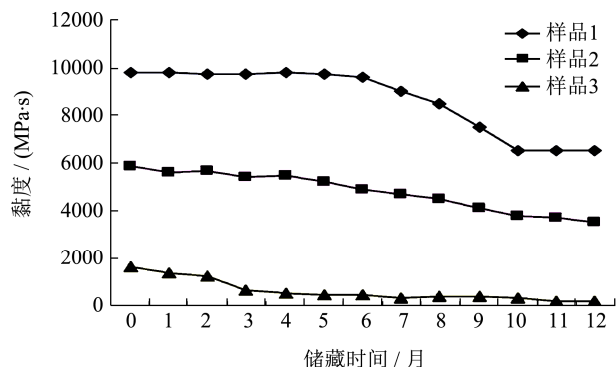


图6 黏度值随储存时间的变化

Fig.6 Changes of viscosity value with storage time

由图6知,随着储存时间的延长,黏度值均呈现不同程度的递减趋势。样品1在6~10个月由 $(9.6\pm0.1)\times10^3$ MPa·s 极速下降至 $(6.5\pm0.2)\times10^3$ MPa·s 后基本比较稳定,样品2在整个存储期间呈现的是缓慢递减趋势,与此同时微生物也有明显的增长,说明组织状态的稳定会是影响中黏度值 SCC 保质期的关键指标,因而最佳保质期设置在3个月比较合适。样品3在2~3个月有个很明显的降低后即逐渐失去原有的组织状态而几乎检测不出黏度值,一方面可能是微生物增长导致内容物的分解,另一方面也可能是组织状态的不稳定而导致感官状态的变化。

综合以上分析,在长时间的储存过程中,高黏度值的 SCC 在储存6个月之后,由于乳化状态的不稳定而导致油脂析出或黏度降低,低黏度值的 SCC 在储存2个月之后容易微生物超标及组织状态的破坏而不能确保品质的稳定性,中黏度值的 SCC 在储存3个月之后,会由于明显的油水析出或破乳离析而不能确保组织状态的稳定。

结合2.1中的感官评价分析,建议在常温储存条件下,高粘度 SCC 适宜保存6个月,中黏度 SCC 适宜保存3个月,低粘度 SCC 适宜保存2个月。如果延长产品的保存时间,可尝试通过改进生产工艺、包装方式或储藏方式等解决品质的稳定性问题。比如:对低黏度值的 SCC 经超高压灭菌后,采用玻璃瓶装或冷藏储存的方法来延长产品的保存期。

3 结论

分析讨论了不同黏度值的半固态复合调味品在30℃,RH 50%恒温恒湿的储存条件下,色泽、滋味和气味、状态等感官指标,以及菌落总数、离心乳析率、黏度等关键指标的变化情况,研究结果表明,高黏度值的 SCC 因固形物和还原糖含量高,容易发生褐变而影响产品色泽的稳定性,适宜的存放日期建议为6个月;中黏度值的 SCC 由于体态和黏度的变化而影响产品组织状态的稳定性,适宜的存放日期建议为3个月;低黏度值的 SCC 因固形物含量低,水分活度高,一方面微生物容易增殖而容易存在安全风险,另一方面由于脂肪的氧化、蛋白质的分解等容易腐败变质,适宜的存放日期建议为2个月。

参考文献

- [1] DBS 51/003-2016 食品安全地方标准 半固态复合调味料即食类[S]
DBS 51/003-2016 Food Safety Local Standard Semi-Solid Composite Seasoning Instant Food [S]
- [2] 贾洪峰,苏杨,周凌洁.我国复合调味料的研究进展[J].中国调味品,2014,39(5):129-133
JIA Hong-feng, SU Yang, ZHOU Ling-jie. Research progress of compound seasonings in China [J]. China Condiment, 2014, 39(5): 129-133
- [3] 宋钢.复合调味品的灭菌工艺及保质期确定[J].中国酿造,2013,32(2):124-128
SONG Gang. Determination of the sterilization process and shelf life of compound condiment [J]. China Brewing, 2013, 32(2), 124-128
- [4] 张洁,郝武斌,冯珍泉,等.液态复合调味料核心成分的应用分析[J].中国调味品,2016,41(12):147-151
ZHANG Jie, HAO Wu-bin, FENG Zhen-quan, et al. The application analysis of core components in liquid compound seasoning [J]. China Condiment, 2016, 41(12): 147-151
- [5] 孙楚楠,楚炎沛.食品保质期的影响因素分析[J].现代面粉工业,2018,32(5):23-27
SUN Chu-nan, CHU Yan-pei. Analysis of influencing factors of food shelf life [J]. Modern Flour Milling Industry, 2018, 32(5): 23-27
- [6] 徐吉祥,孙楚楠,楚炎沛.塑膜包装拌面酱保质期内品质稳定性实验研究[J].中国调味品,2019,44(6):15-19
XU Ji-xiang, SUN Chu-nan. Experimental study on the quality stability during the shelf life of noodle sauce with plastic film packaging [J]. China Condiment, 2019, 44(6):

- 15-19
- [7] GB47892-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S]
GB47892-2010 National Standard of Food Safety, Food Microbiological Examination Colony Count Determination [S]
- [8] 徐吉祥,楚炎沛.米糠多糖对芝士酱品质稳定性的优化研究[J].中国调味品,2017,42(7):156-159
XU Ji-xiang, CHU Yan-pei. Optimization research on rice bran polysaccharides (RBS) on quality stability of cheese sauce [J]. China Condiment, 2017, 42(7): 156-159
- [9] 徐吉祥,楚炎沛.用 Cream Cheese 生产芝士酱的工艺条件研究[J].中国调味品,2015,40(9):90-93
XU Ji-xiang, CHU Yan-pei. Study on processing of cheese sauce made with cream cheese [J]. China Condiment, 2015, 40(9): 90-93
- [10] 秦婕.复合铝箔小包装番茄酱储藏期间色泽变化影响因素的研究[D].石河子:石河子大学,2013
QIN Jie. Study on color variation during the storage of small package tomato paste with aluminum foil [D]. Shihezi: Shihezi University, 2013
- [11] 江英,陈龙,王陈强,等.不同温度储藏条件下番茄酱色泽变化及其动力学研究[J].食品科技,2014,12:281-284
JIANG Ying, CHEN Long, WANG Chen-qiang, et al. Research on color change and kinetics of tomato paste during storage at different temperature [J]. Food Technology, 2014, 12: 281-284
- [12] 邓伶俐,阙斐,韦何雯,等.乳液物理结构对食品体系氧化稳定性的影响[J].中国食品学报,2017,17(10):176-183
DENG Ling-li, QUE Fei, WEI He-wen, et al. The effect of physical structure of food emulsion on its oxidation stability [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(10): 176-183
- [13] Pikket Berendsen, Carme Gueell, Olivier Henry, et al. Premix membrane emulsification to produce oil-in-water emulsions stabilized with various interfacial structures of whey protein and carboxymethyl cellulose [J]. Food hydrocolloids, 2014, 38: 1-10
- [14] 曹传爱,李月,王超,等.亲水性胶体提高水包油型乳化体系的研究进展[J].食品研究与开发,2018,39(1):200-204
CAO Chuan-ai, LI Yue, WANG Chao, et al. Enhancement of oil/water emulsification system by interacting with specific hydrocolloids: A review [J]. Food Research and Development, 2018, 39(1): 200-204
- [15] Veljko Krstonosic, Ljubica Dokic, Ivana Nikolic et al. Influence of xanthan gum on oil-in-water emulsion characteristics stabilized by OSA starch [J]. Food Hydrocolloids, 2015, 45: 9-17
- [16] 王超,蔡浚泽,刘乾,等.预热处理对乳清分离蛋白水包油乳状液特性和物理稳定性的影响[J].食品工业科技,2017,38(19):21-26
WANG Chao, CAI Jun-ze, LIU Qian, et al. Influence of heat pretreatment on the characteristics and physical stability of whey protein isolate-stabilized rapeseed oil-in-water emulsions [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(19): 21-26
- [17] 吴飞林,赵明治,张瑶,等.蛋白质水解酶和样品预处理优化技术在蛋白质组学研究中的应用[J].生物工程学报,2016,32(3):306-316
WU Fei-lin, ZHAO Ming-zhi, ZHANG Yao, et al. Application of optimized multi-enzyme combination and sample pretreatment in proteomics [J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2016, 32(3): 306-316

(上接第 247 页)

- [22] 陆建明,张锡凤.食用菌液体菌种制备的研究进展[J].中国食用菌,2003,6:15-17
LU Jian-ming, ZHANG Xi-feng. Development on the study of production liquid strain in the edible fungi [J]. Edible Fungi of China, 2003, 6: 15-17
- [23] 王健,徐成生.应用液体发酵技术规模化生产食用菌菌种[J].广西园艺,2007,4:20-23
WANG Jian, XU Cheng-sheng. Apply the liquid fermentation technology to produce edible fungi [J]. Guangxi Horticulture, 2007, 4: 20-23