

文章编号: 2096-4730(2023)01-0029-07

海捕三疣梭子蟹蟹糊加工工艺研究及其风味轮廓分析

许丹¹, 朱剑¹, 沈虹力², 陈云云², 张小军¹, 许文军¹, 何杰¹

(1. 浙江省海洋水产研究所, 浙江海洋大学海洋与渔业研究所, 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江省海水增殖重点实验室, 浙江舟山 316021; 2. 中国水产舟山海洋渔业有限公司, 浙江舟山 316000)

摘要:以新鲜海捕三疣梭子蟹为原料制备蟹糊,通过感官评价、基本营养成分、电子舌和挥发性风味成分来分析海捕三疣梭子蟹蟹糊的风味轮廓。结果表明:三疣梭子蟹蟹糊加工工艺和配方为鲜活三疣梭子蟹经冷链运输至实验室后,洗净、沥干,去除壳、鳃、脐等不可食用部位,剪成1 cm×1 cm×1 cm左右小块,加入4%食盐、2%黄酒、2%白糖,充分混匀,置于4℃冰箱内贮藏。由该工艺流程和配方制备的蟹糊具有海蟹固有的淡淡腥味,色泽较亮呈黄色,组织状态饱满且壳肉不分离,是一种健康低能量低脂低盐高蛋白加工品;经GC-MS检测发现蟹糊中共有47种挥发性风味物质,其中乙醛、己酸乙酯和醇类物质为风味主要贡献物质;电子舌结果数据表明该蟹糊具有滋味鲜美且持久,苦味较弱,无酸涩及其回味的优点。

关键词:海捕三疣梭子蟹;蟹糊;风味轮廓

中图分类号: TS254.4

文献标识码: A

Study on the Processing Technology and Flavor Profile Analysis of the Crab Paste of Marine *Portunus trituberculatus*

XU Dan¹, ZHU Jian¹, SHEN Hong-li², et al

(1. Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Marine and Fishery Institute of Zhejiang Ocean University, Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fishery Resource of Zhejiang Province, Zhejiang Province Key Laboratory of Mariculture and Enhancement, Zhoushan 316021; 2. China Aquatic Products Zhoushan Marine Fisheries Corp, Zhoushan 316000, China)

Abstract: The crab paste was prepared from fresh marine *Portunus trituberculatus* as raw material, and the flavor profile of the marine *P. trituberculatus* paste was analyzed through sensory evaluation, basic nutritional components, electronic tongue and volatile flavor components. The results showed that the processing process and formula of marine *P. trituberculatus* paste was that after the fresh *P. trituberculatus* was transported to the laboratory through the cold chain, washed and drained, the shells, gills, navels and other inedible parts are removed, and then cut into 1 cm×1 cm×1 cm small pieces, add 4% salt, 2% rice wine, 2% sugar, mix well, and stored in a refrigerator (4℃). The crab paste prepared by the process and formula had the inherent

收稿日期: 2022-08-19

基金项目: 浙江省重大农业技术协同推广项目(2020XTTGSC03); 浙江省省属科研院所扶持专项项目(HYS-CZ-202206); 浙江省省属科研院所扶持专项项目(HYS-CZ-202308)

作者简介: 许丹(1991-), 女, 浙江舟山人, 硕士研究生, 研究方向: 水产品加工与质量安全。

通信作者: 何杰. E-mail: he_0902@126.com

light fishy smell of sea crabs, the color was brighter and yellow, the tissue state was full and the shell and meat were not separated, and it was a healthy, low-energy, low-fat, low-salt and high-protein processed product; There were 47 volatile flavor substances in crab paste detected by GC-MS, among which acetaldehyde, ethyl caproate and alcohol were the main flavor contributors; Electronic tongue results showed that the crab paste had the advantages of delicious and lasting taste, weak bitterness, no sourness and aftertaste.

Key words: *Portunus trituberculatus*; crab paste; flavor profile

三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus* 捕捞区域性和季节性较强,市场销售途径多为活蟹直售,食用方式单一,无法有效提高三疣梭子蟹的附加值^[1]。因此研发海捕三疣梭子蟹精深加工产品很有必要,既有利于产品的贮藏、运输和销售,又能为消费者提供鲜美营养的蟹产品,同时还能提高社会效益和经济效益。近年来,消费者对螃蟹产品的需求呈现多样化。除了直接烹调,以海捕三疣梭子蟹为原料的加工产品也进入了大众视野。冷冻三疣梭子蟹块、冷冻三疣梭子蟹肉、去壳蟹肉等半成品,精深加工产品如蟹肉罐头、蟹肢、蟹糊、蟹油、蟹黄酱等^[2-4]。其中,蟹糊是将新鲜三疣梭子蟹经清洗、去杂、剪碎、拌入食盐、味精等调料品制成的传统腌制生食水产品^[5]。

风味是消费者对产品接受程度和偏好的重要决定因素^[6]。检测风味化合物的传统仪器方法包括气相色谱法和气质联用法,但预处理过程麻烦且检测成本昂贵;传统感官分析是评价色、香、味和品质的主要和常用手段,但主观性强,一致性差,难以量化,导致实验结果的标准化、可靠性和可比性差^[7]。与传统仪器分析不同,电子舌无需分离挥发性化合物,即可提供整体风味轮廓信息^[8]。然而,目前还没有应用该技术对蟹糊整体风味轮廓的研究报道。

本研究对蟹糊生产工艺进行全过程研究,并分析其营养成分和整体风味轮廓,以期为深入开展海捕三疣梭子蟹高值化利用加工科研工作提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 主要材料

海捕三疣梭子蟹(规格为 200~300 g):购自浙江省舟山国际水产交易市场;食用盐:中盐国本盐业有限公司;黄酒:湖州老恒和酒业有限公司;白砂糖:上海谷欣食品有限公司。

1.1.2 主要设备

GB204 电子天平(瑞士梅特勒托利多公司);K-350 半自动凯氏定氮仪(瑞士 BUCHI 公司);DRK-SOX316 脂肪测定仪(山东德瑞克仪器股份有限公司);7900 ICP-MS 等离子体电感耦合质谱仪(美国安捷伦公司);SA-402B 电子舌(日本 INSENT 公司);7890A-5975C 气质联用仪(美国安捷伦科技有限公司);50/30 μm PDMS/CAR/DVB (2 cm)萃取纤维头(美国 Supelco 公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 蟹糊加工工艺研究

原料验收及处理→调味腌渍→漂洗→腌制渗透→称量→包装→金探→贮藏。

鲜活三疣梭子蟹经冷链运输至实验室后,洗净、沥干。去除壳、鳃、脐等不可食用部位,剪成小块,加入食用盐、黄酒、白砂糖,充分混匀,置于 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱内贮藏。

1.2.2 感官评定

参照 GB 10136-2015《食品安全国家标准动物性水产制品》^[9]中感官要求对蟹糊进行感官评定。感官评定小组由专业人员 7 人组成,对蟹糊的色泽、滋味、气味和状态进行评分,表 1 为蟹糊感官评定表,蟹糊的综合得分:

$$Y=A_n\times 15\%+B_n\times 35\%+C_n\times 25\%+D_n\times 25\% \quad (1)$$

式中:Y 表示蟹糊感官评定总得分; A_n 、 B_n 、 C_n 、 D_n 表示各评定因子得分。

表 1 蟹糊感官评定表

Tab.1 Sensory evaluation of crab paste

评定因素	满分	评定标准
色泽(A)	25	25~20 分:色泽鲜亮,蟹糊呈现白色或亮黄色
		19~14 分:色泽稍暗,蟹糊呈白色糊或亮黄色
		13~8 分:色泽稍暗,蟹糊微微黑变
		7~0 分:色泽发黑,蟹糊黑变
滋味(B)	25	25~20 分:具有蟹糊固有滋味,无酸败味
		19~14 分:蟹糊固有滋味较淡,无酸败味
		13~8 分:无蟹糊滋味,略有酸败味
		7~0 分:无蟹糊味,有酸败味
气味(C)	25	25~20 分:具有蟹糊固有气味,无异味
		19~14 分:蟹糊固有气味较淡,无异味
		13~8 分:无气味,无异味
		7~0 分:无气味,略有腐败气味
状态(D)	25	25~20 分:组织饱满,壳肉相连
		19~14 分:组织较为饱满,壳肉相连
		13~8 分:组织饱满度差,壳肉易脱落
		7~0 分:组织饱满度差,壳肉分离

1.2.3 基本营养成分分析

蛋白质含量的测定参照 GB 5009.5-2016^[9];脂肪含量的测定参照 GB 5009.6-2016^[10];钠含量的测定参照 GB 5009.91-2017^[11];碳水化合物含量的测定按式(2)^[12]计算;能量值计算参照 GB 28050-2011^[13]。

碳水化合物含量=100-(蛋白质含量+脂肪含量+水分含量+灰分含量) (2)

1.2.4 电子舌分析

将 15 g 打碎后的蟹糊置于 250 mL 烧杯中,加入 30 mL 纯净水,搅拌均匀,4 000 r·min⁻¹ 离心 5 min,过滤后取上清液测试。

1.2.5 挥发性风味成分分析

采用陈瑜等^[14]的方法,并稍作修改。

前处理条件:取 5 g 蟹糊移入 15 mL 萃取瓶中,加入搅拌磁子后快速密封。选用 50/30 μm PDMS/CAR/DVB(2 cm)萃取纤维头,萃取温度 70 ℃,搅拌速度 500 r·min⁻¹,预热 15 min 后顶空萃取 40 min,于 250 ℃ 条件下解析 3 min,随后进样分析。

色谱条件:色谱柱为 HP-INNOWAX(60.0 m×250 μm, 0.25 μm);升温程序为起始温度 50 ℃保持 2 min,以 5 ℃·min⁻¹ 的速度升至 150 ℃,再以 10 ℃·min⁻¹ 的速度升至 230 ℃保持 10 min;气化室温度 250 ℃;传输线温度 240 ℃;载气 He;载气流量 1.0 mL·min⁻¹;不分流进样。

质谱条件:EI 源,电子能量 70 eV,离子源温度 230 ℃,四极杆温度 150 ℃,扫描模式为 Scan,扫描质量范围为 35~450 u。

1.2.6 数据分析

数据结果使用平均值±标准差表示。使用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。采用双尾 *t* 检验对试验结果进行差异分析,以 *P*<0.05 表示在统计学上存在显著差异。

2 结果与分析

2.1 蟹糊加工工艺关键控制环节

2.1.1 原料验收及处理

要求原料无异味、无腐败现象,原料梭子蟹要求新鲜无异味,无色变、个体饱满。

2.1.2 腌制渗透

调味时要求搅拌均匀,直至完全溶解,渗透间温度保持在 10 ℃以下 24 h。

2.1.3 金探

把装袋后的产品放在金属探测仪输送带上进行金属检测,探测灵敏度控制 $Fe \geq 1.5 \text{ mm}$, SUS(不锈钢) $\geq 2.5 \text{ mm}$, Non-Fe(非 Fe 检测片) $\geq 2.5 \text{ mm}$, 每 30 min 检测 1 次。

2.1.4 贮藏

检验合格的产品用干燥、清洁的专用车送入仓库贮藏,短暂保存置于 4 ℃冰箱内贮藏,长期保存需在 -18 ℃以下冷藏库中贮藏。

2.2 感官评定

分别对蟹糊的色泽、滋味、气味和状态以及总分进行评分,结果如图 1 所示。蟹糊滋味评分较高,表明腌制能较好地激发海捕三疣梭子蟹原有的海鲜风味;蟹糊气味评分较低,因在腌制过程中除添加食用盐、黄酒和糖外,未添加任何香精香料,只保留了海蟹固有的淡淡腥味;蟹糊色泽较亮,呈现黄色,组织状态饱满,壳肉不分离,证明该工艺流程制备的蟹糊产品有一个稳定的外观。

2.3 基本营养成分分析

海捕三疣梭子蟹蟹糊的蛋白质、脂肪、钠、碳水化合物含量如图 2 所示。海捕蟹三疣梭子蟹蟹糊蛋白质含量较高,为 $12.3 \text{ g} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, 营养素参考值为 20%;脂肪含量为 0;钠含量为 $0.45 \text{ g} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, 营养素参考值为 22%;碳水化合物含量为 $7.7 \text{ g} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, 营养素参考值为 3%, 蟹糊能量为 $340 \text{ kJ} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, 营养素参考值为 4%, 这些含量表明该产品是一种健康、低能量、低脂、低盐、高蛋白加工品,海捕三疣梭子蟹蟹糊具有独特的蟹糊滋味与细腻嫩滑的口感,感官品质优渥,既能满足大众对食品营养、风味的需求,又能达到对于健康饮食的追求。近年来,大众越来越关注高蛋白、低盐、低脂类食品,海捕三疣梭子蟹蟹糊紧跟市场发展趋势,满足了市场的需求,相信以蟹肉为原料的蟹糊制品将会越来越受到消费者的青睐。

2.4 电子舌分析

电子舌技术可表征海捕三疣梭子蟹蟹糊的滋味轮廓。该技术操作简单,可替代传统的感官评价,目前已被广泛应用于食品的快速检测^[7]。电子舌由 5 个传感器组成分别可以对酸味、苦味及其回味、涩味及其回味、鲜味及其丰富性、咸味进行表征。根据滋味雷达图结果显示(图 3),海捕三疣梭子蟹蟹糊的咸味、鲜味及其丰富性比其酸味、苦味及其回味、涩味及其回味响应值强,尤以鲜味丰富性上具有最高的响应值,表明海捕三疣梭子蟹蟹糊具有更持久的鲜味,这可能与海捕三疣梭子蟹含有较多的鲜味氨基酸有关。此外,电子舌测得的味觉指数无味点(电子舌显示数值为 0 或低于 0)为 0,如果数值低于 0,则认为样品中没有这种味道^[15]。结果显示,酸味、涩味及其回味均在无味点以下,这也表明由海捕三疣梭子蟹制备的蟹糊具有滋味鲜美且持久,苦味较弱,无酸涩及其回味的优点。

2.5 挥发性风味成分分析

采用 HS-SPME-GC-MS 定性定量检测蟹糊中的挥发性风味成分,根据总离子流色谱图,利用 NIST11 数据库(<https://webbook.nist.gov/chemistry/>)进行检索,运用面积归一化法对挥发性风味成分进行相对定量分

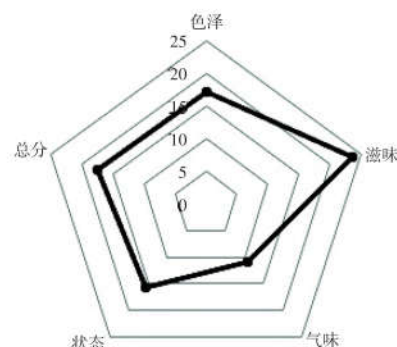


图 1 蟹糊感官评分图

Fig.1 Sensory evaluation of crab paste

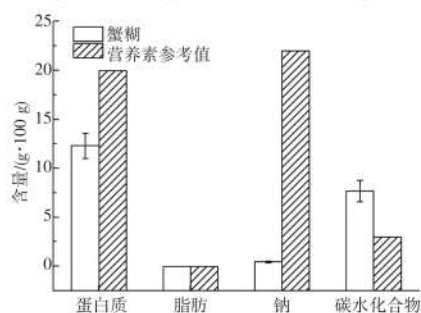


图 2 蟹糊基本营养成分

Fig.2 Basic nutrients of crab paste

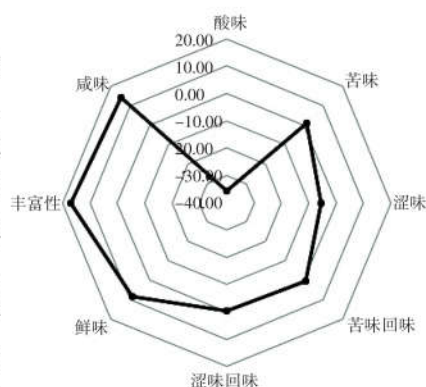


图 3 蟹糊有效味觉指标雷达图

Fig.3 Radar chart of effective taste index of crab paste

析,在蟹糊中共鉴定出 7 大类,合计 47 种挥发性风味成分,包括 11 种烷烃类、5 种醇类、3 种醛类、4 种酮类、9 种酸类、5 种酯类和 10 种其他化合物(各风味物质及其相对含量如表 2 所示),含量分别占挥发性总物质的 9.84%、47.11%、4.74%、0.26%、4.82%、1.21%和 2.30%。

烷烃类虽然相对含量也较多,但由于其自身阈值较高,通常对海鲜风味的整体作用较小,但蟹糊中存在一定含量的此类物质可使产品的口感更加鲜爽、醇厚^[16];醛类物质通常具有脂肪味,对蟹糊的风味产生影响不大,但含量较高的乙醛(4.35%)在一定程度上可赋予蟹糊清爽的芳香味;酮类物质具有甲壳类香气^[14],对蟹糊的整体风味起到了修饰作用;酸类物质在一定程度上可增加咸鲜味^[17],其中含量较多的乙酸(0.58%)能赋予蟹糊酸爽、辛辣的气味,对蟹糊口感有较大的影响,此类物质经常在发酵产品中检出^[18];酯类物质对蟹糊整体风味起到重要的柔和作用^[19],含量较多的己酸乙酯(3.08%)能赋予蟹糊苹果、香蕉等清新气味^[20]。蟹糊中醇类物质含量达 47.11%,为蟹糊主要挥发性风味物质,原因可能为蟹糊在制作过程中加入了黄酒,因此醇类物质含量较高,另一原因可能为醛类物质性质活泼易被还原为相应的酸类和醇类物质^[21-22]。

表 2 蟹糊中的挥发性风味成分

Tab.2 Volatile flavor components of crab paste

种类	序号	保留时间	挥发性风味物质	
			名称	相对含量/%
烷烃类	1	1.94	1,2,3-三甲基环戊烷	0.33
	2	2.08	1,1-二乙氧基乙烷	5.16
	3	3.37	环氧乙烷	2.51
	4	4.12	三甲基十四烷	0.06
	5	4.60	叔-丁基二甲基甲硅烷	0.09
	6	8.39	重氮乙烷	0.06
	7	10.03	正十九烷	0.13
	8	14.74	甲基环戊烷	1.24
	9	18.41	1,3-二甲基环戊烷	0.04
	10	24.81	环辛烷	0.18
	11	29.46	硅烷	0.04
合计				9.84
醇类	12	2.85	乙醇	46.67
	13	10.36	异戊醇	0.21
	14	17.58	正庚醇	0.03
	15	18.49	异辛醇	0.14
	16	20.24	正辛醇	0.06
合计				47.11
醛类	17	0.59	乙醛	4.35
	18	5.48	2-丁烯醛	0.14
	19	19.76	苯甲醛	0.25
合计				4.74
酮类	20	16.95	2-甲基乙酰苯酮	0.05
	21	25.19	5,6-二甲基-2-苯并咪唑啉酮	0.03
	22	31.52	8-环十六烯-1-酮	0.10
	23	33.77	4-氰基苯并苯基酮	0.08
合计				0.26
酸类	24	0.44	二羟基顺丁烯二酸	1.04
	25	17.68	乙酸	0.58
	26	23.01	肉桂酸	0.08
	27	26.13	琥珀酸	0.02

续表

种类	序号	保留时间	挥发性风味物质	
			名称	相对含量/%
酯类	28	26.20	正戊酸	0.53
	29	32.53	软脂酸	2.04
	30	34.15	十六碳烯酸	0.31
	31	34.39	油酸	0.1
	32	38.39	3-羟基丁酸	0.12
	合计			4.82
	33	11.21	己酸乙酯	3.08
	34	13.13	2-乙基-己酸乙酯	0.26
	35	28.92	2-哌啶羧酸甲酯	0.07
	36	31.23	棕榈酸乙酯	0.82
其他	37	32.10	邻苯二甲酸二甲酯	0.06
	合计			1.21
	38	1.18	3-甲氨基丙腈	0.30
	39	5.34	甲苯	0.39
	40	6.53	1-甲基-3,3-二苯基丙胺	0.11
	41	10.24	3-甲基腺嘌呤	0.07
	42	17.25	2-甲基-3-正丙基吡嗪	0.17
	43	17.44	2,3-二乙基吡嗪	0.32
	44	28.03	4-烯丙氧基乙酰苯胺	0.12
	45	28.59	苯酚	0.12
合计	46	31.89	3,5-二叔丁基苯酚	0.07
	47	34.27	吡咯并[1,2-a]吡啶	0.63
合计				2.30

3 结论

海捕三疣梭子蟹蟹糊生产工艺流程为先去除壳、鳃、脐等不可食用部位,剪成 1 cm×1 cm×1 cm 左右小块,加入 4%食用盐、2%黄酒、2%白砂糖,充分混匀,由该工艺流程和配方制备的蟹糊具有海蟹固有的淡淡腥味,色泽较亮呈黄色,组织状态饱满且壳肉不分离,是一种健康、低能量、低脂、低盐、高蛋白加工品;经 GC-MS 检测发现蟹糊中共有 47 种挥发性风味物质,其中乙醛、己酸乙酯和醇类物质为风味主要贡献物质,电子舌结果数据表明该蟹糊具有滋味鲜美且持久,苦味较弱,无酸涩及其回味的优点。

参考文献:

[1] 郑宽宽, 何 杰, 许文军. 海捕三疣梭子蟹的捕捞生产和研究现状[J]. 浙江海洋大学学报(自然科学版), 2019, 38(2): 161-167.

[2] LUO Haibo, LI Cheng, ZHOU Tao, et al. Effect of antibacterial treatments and natural chemicals on the quality and safety of marinated raw crab paste during storage at -20 ℃[J]. Journal of Food Safety, 2020, 40(4): e12 808.

[3] 高 岩, 王福田, 葛孟甜, 等. 风味蟹肉软罐头的工艺配方研究[J]. 肉类工业, 2018(10): 23-27.

[4] 王枫雅, 林 琳, 陆剑锋, 等. 性早熟蟹蟹油与四种食用油组成和理化性质比较[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(10): 225-232.

[5] 郑睿行, 丁 源, 邢家溧, 等. 蟹糊腌制过程中风味与质量品质动态变化及其相关性研究[J]. 食品与机械, 2020, 36(2): 32-37.

[6] 高 薇, 张兰威. 电子鼻对不同地理来源西藏开菲尔粒的发酵乳风味轮廓分析[J]. 食品科技, 2019, 44(12): 316-322.

[7] 许 丹, 朱 剑, 陈 瑜, 等. 智能感官分析技术结合传统感官评价对细点圆趾蟹蟹肉制品品质特性研究[J]. 浙江大学学报(理学版), 2022, 49(3): 336-343.

- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准动物性水产制品: GB 10136-2015[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [9] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中蛋白质的测定: GB 5009.5-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [10] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中脂肪的测定: GB 5009.6-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [11] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中钾、钠的测定: GB 5009.91-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [12] 郭艳东, 张 腾, 冯月梅, 等. 怒江峡谷 8 种中熟芒果营养成分分析与评价[J]. 中国食物与营养, 2022, 28(10): 87-93.
- [13] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准预包装食品营养标签通则: GB 28050-2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [14] 陈 瑜, 马剑锋, 许 丹, 等. 基于两步水解法制备三疣梭子蟹调味品的酶解工艺优化研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2022, 48(3): 321-335.
- [15] 魏 庆. 基于脂质和风味组学的泰和乌鸡与白羽肉鸡胸肉食用品质比较研究[D]. 天津: 天津农学院, 2021.
- [16] 蔺佳良, 蔡江佳, 何红萍, 等. 两种海洋甲壳动物挥发性物质的研究[J]. 中国食品学报, 2015, 15(9): 240-249.
- [17] FUJIMOTO A, ITOK, NARUSHIMA N, et al. Identification of lactic acid bacteria and yeasts, and characterization of food components of sourdoughs used in Japanese bakeries[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2019, 127(5): 575-581.
- [18] 田佳乐. 不同复配比例酸奶发酵剂的筛选及其发酵特性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2021.
- [19] LIU Chujiao, YANG Ni, YANG Qian, et al. Enhancing Robusta coffee aroma by modifying flavour precursors in the green coffee bean[J]. Food Chemistry, 2019, 281: 8-17.
- [20] MAJCHER M, JELEŃ H H. Comparison of suitability of SPME, SAFE and SDE methods for isolation of flavor compounds from extruded potato snacks[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22(6): 606-612.
- [21] MADRUGA M S, ELMORE J S, DODSON A T, et al. Volatile flavour profile of goat meat extracted by three widely used techniques[J]. Food Chemistry, 2009, 115(3): 1 081-1 087.
- [22] 荣建华, 熊 诗, 张亮子, 等. 基于电子鼻和 SPME-GC-MS 联用分析脆肉鲩鱼肉的挥发性风味成分[J]. 食品科学, 2015, 36(10): 124-128.