

糌粑中风味物质研究

扎西穷达¹, 刘吉爱¹, 李姣¹, 王军^{2,*}

(1. 西藏自治区食品药品检验研究院, 西藏 拉萨 850000; 2. 中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要: 采用固相微萃取-气相色谱质谱联用法来测定糌粑中风味物质。在糌粑中鉴定出 17 中风味物质, 主要风味化合物为己醛、己酸、2-丁基-2-辛烯醛、反-2-辛烯醛、苯甲醛和 3-辛烯-2-酮。主要贡献的香气特征为青香、果香、脂香和坚果香。

关键词: 糌粑; 风味物质; 固相微萃取; 气相色谱质谱联用法; 香气

Study on the Flavor Substances of Zanba

ZHA xiqionga¹, LIU Ji-ai¹, LI Jiao¹, WANG Jun^{2,*}

(1. Tibet Food and Drug Inspection and Research Institute, Lhasa 850000, Tibet, China; 2. College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry was used to determine flavor substances in Zanba. 17 flavor substances were identified in Zanba. The main flavor compounds were hexaldehyde, caproic acid, 2-butyl-2-octenal, trans-2-octenal, benzaldehyde and 3-octene-2-ketone. The main aroma features were green incense, fruity, fatty and nutty.

Key words: Zanba; flavor substances; solid phase microextraction; gas chromatography mass spectrometer; aroma

基金项目: 2015 年西藏自治区重点科技计划(2015XZ1G60)

作者简介: 扎西穷达(1984—), 女(藏), 主管药师, 本科, 研究方向: 食品理化检测。

* 通信作者: 王军(1975—), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 食品化学以及食品安全。

- 最新医学信息文摘, 2018, 18(24): 114-16
- [9] 邵礼梅, 许世伟. 山药化学成分及现代药理研究进展[J]. 中医药学报, 2017, 45(2): 125-127
- [10] 冯艳平. 决明子降血脂有效成分探讨[J]. 中国医药指南, 2013(5): 258-259
- [11] 杨永久, 刘安军, 曹东旭, 等. 决明子活性成分对四氯化碳肝损伤的保护作用[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(3): 155-158
- [12] 刘安军, 李琨, 高献礼, 等. 决明子 SC I 中通便有效成分研究[J]. 食品科技, 2004, 34(11): 93-96
- [13] 刘舰杭, 欧阳军. 高脂饲料对大鼠血脂、体重的影响[J]. 中国现代医生, 2009, 47(14): 23-24
- [14] PAN D, ZHANG D, WU J S, et al. Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant activities of a novel proteoglycan from *Ganoderma lucidum* fruiting bodies on db/db mice and the possible mechanism[J]. PLOS One, 2013, 8(7): 1-10
- [15] 刘大美, 毕宏生, 解孝锋, 等. 茶多酚体内抗氧化作用研究进展[J]. 山东医药, 2013, 53(16): 82-84
- [16] 袁前发, 唐思梦, 陈思羽, 等. 黄芪多糖与辛伐他汀对高脂血症大鼠治疗效果的动态对比研究[J]. 中国医药导报, 2017, 14(23): 8-12
- [17] 陈平艳. 阿托伐他汀片不同给药时间对冠心病伴高脂血症临床疗效的影响[J]. 当代医学, 2016, 22(11): 138-139
- [18] 张迪, 宋占春, 赵越超, 等. 阿托伐他汀治疗 X 综合征并高脂血症的效果[J]. 中国当代医药, 2018, 25(23): 151-154
- [19] 王宇辉, 周超凡. 中药降脂研究进展[J]. 中国中药杂志, 1999, 4(3): 184
- [20] 何菊英, 刘松青, 彭永富, 等. 决明子降血脂作用机制研究[J]. 中国药房, 2003, 14(4): 202-204

收稿日期: 2018-09-09

引文格式:

扎西穷达,刘吉爱,李姣,等. 糌粑中风味物质研究[J].食品研究与开发,2019, 40(5):53-58

ZHA xiqionga, LIU Jiai, LI Jiao, et al. Study on the Flavor Substances of Zanba[J].Food Research and Development, 2019, 40(5):53-58

糌粑是藏族人民的主食,它是青稞传统加工后的产品^[1]。吃糌粑已经形成藏民族的一个共同的特征^[2]。自改革开放以来,随着西藏经济社会的发展,西藏人民饮食丰富多样化,主食逐渐加入了大米、面粉等,然而藏族人早餐仍旧食用糌粑,糌粑的主食地位依然没变^[3]。青稞播种在四五月期间,而八到十月期间收割。糌粑是将青稞洗净、晾干、炒熟后磨成的面粉,它营养丰富,适宜高原山区耐寒地区的需要^[4]。

目前,对糌粑营养物质研究发现:糌粑中营养成分比较丰富,主要有粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维素、总糖、氨基酸和矿物质^[5]。因此糌粑能促进胃肠蠕动,对糖尿病、冠心病、高血压等具有辅助治疗的作用,但糌粑含有大量矿物质,造成了西藏地区大多数人患有结石病^[6-7]。对糌粑理化指标的研究,发现糌粑理化指标参差不齐,主要原因是糌粑的加工、质量控制和标准不统一等现象存在^[8-10]。

由于西藏旅游业的发展和市场的开拓,国内外游人对糌粑产生兴趣越来越多,糌粑食品发展是必然的趋势,目前市场上已有糌粑制作饼干、糌粑保健食品等,为了使国内外市场更好的接受糌粑产品,了解和改善糌粑口感至关重要^[11-13]。本次试验通过对糌粑的风味物质检测和分析,为了解糌粑中风味物质的种类提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 试验材料

糌粑 1、糌粑 2、糌粑 3、糌粑 4、糌粑 5:西藏拉萨市八一农贸市场。

1.1.2 仪器设备

7890-5977 气相色谱-质谱联用仪分析色谱仪(gas chromatography mass spectrometer, GC-MS): 美国安捷伦公司;固相微萃取(solid phase microextraction, SPME)、萃取纤维头(50/30 μm DVB/CAR/PDMS、65 μm PDMS/ DVB、75 μm CAR/ PDMS): 美国 Supelco 公司;万分之一天平:梅特勒公司;15 mL 螺口萃取瓶:美国 Supelco 公司;磁力搅拌水浴锅:力辰科技。

1.2 仪器方法

1.2.1 色谱条件

色谱柱:DB-wax 柱(30 m $\times$ 250 μm $\times$ 0.25 μm);进样口:250 $^{\circ}\text{C}$;流速:1.5 mL/min;柱温:40 $^{\circ}\text{C}$ 保持 4 min,以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升到 170 $^{\circ}\text{C}$ 保持 2 min,以 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升到 230 $^{\circ}\text{C}$ 保持 5 min;进样方式:不分流模式。

1.2.2 质谱条件

传感温度:240 $^{\circ}\text{C}$;离子源温度:230 $^{\circ}\text{C}$;四极杆温度:150 $^{\circ}\text{C}$;扫描:全扫描;电力方式:EI;溶剂延迟:3.0 min。

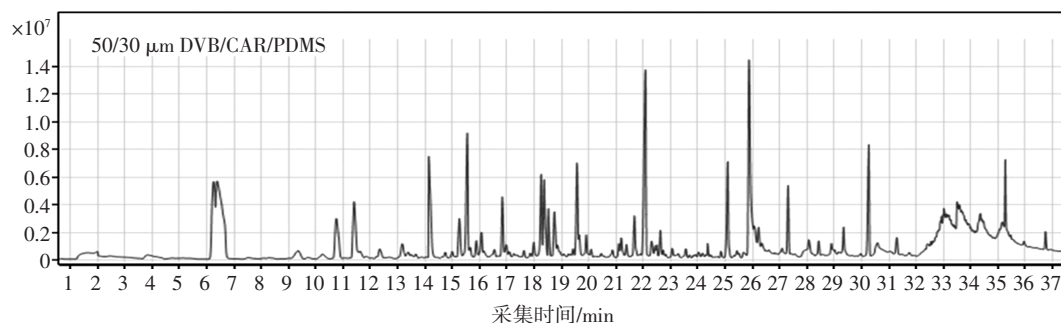
2 结果与分析

2.1 方法条件对结果影响

2.1.1 不同萃取头对结果的影响

称取 2 g 糌粑 1 样品置 15 mL 螺口萃取瓶,分别用 50/30 μm DVB/CAR/PDMS、65 μm PDMS/DVB 和 75 μm CAR/PDMS 3 种萃取纤维头进行萃取。图 1 为 3 种不同萃取纤维头分离出的风味物质色谱图。

75 μm CAR/PDMS 鉴别出的风味物质峰面积响应值(1.6×10^7)高于 50/30 μm DVB/CAR/PDMS(1.4×10^7)和 65 μm PDMS/DVB(9×10^6),鉴别出的风味物质在



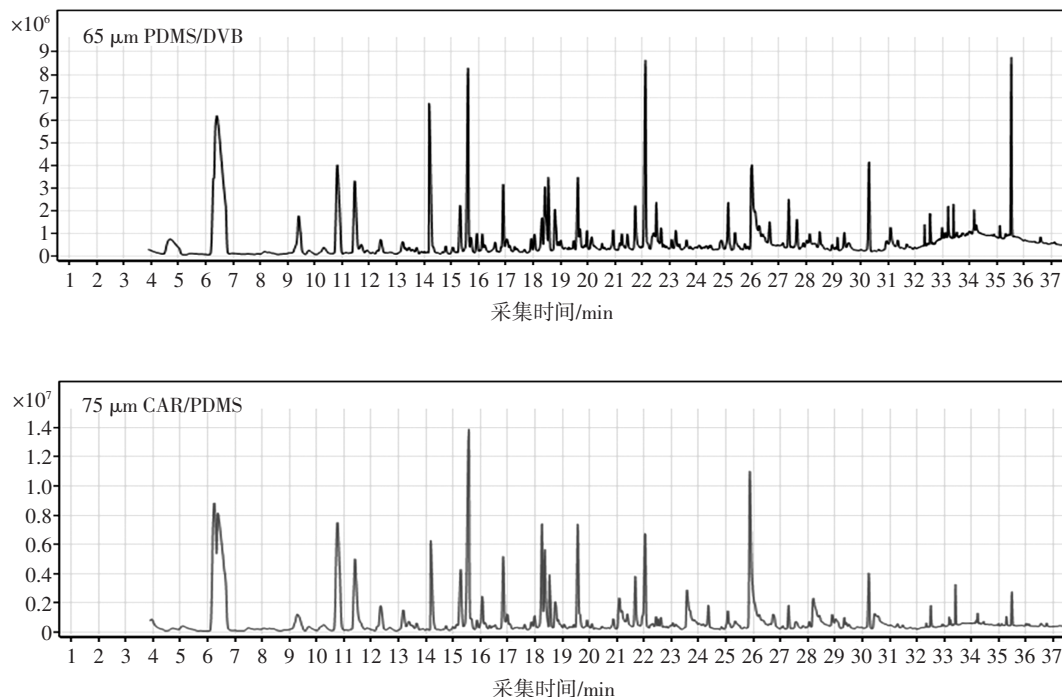


图1 不同萃取头峰面积响应值

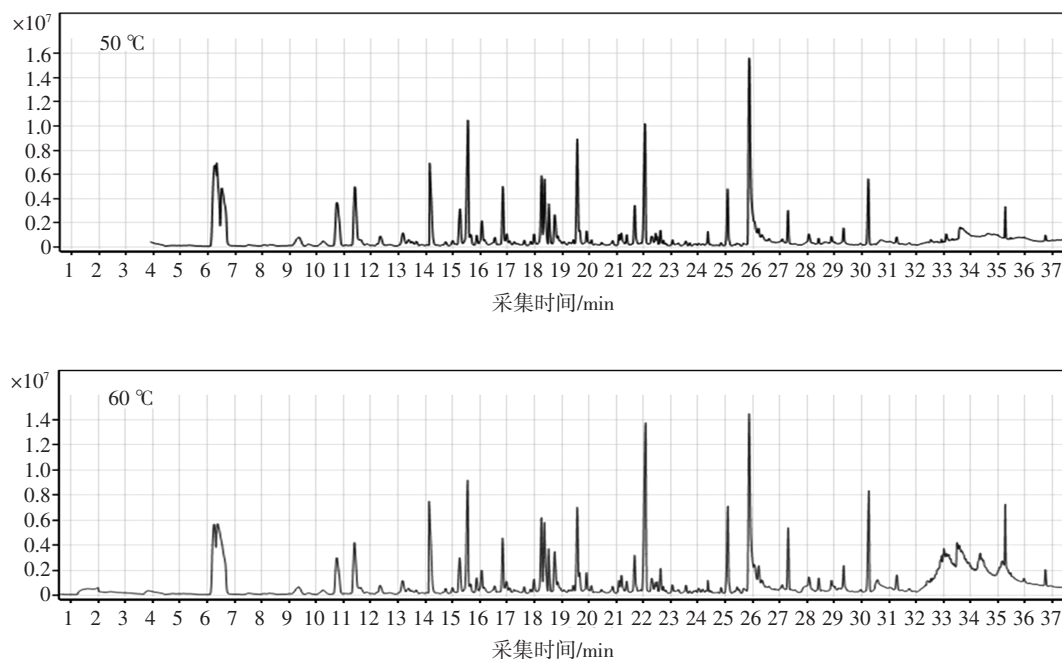
Fig.1 Peak area response values of different extraction heads

75 μm CAR/PDM 和 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 化合物质相近。65 μm PDMS/DVB 下鉴别出的风味物质化合物最少。这是由于萃取纤维头的纤维涂层不同,糌粑中挥发性物质吸附也不同,在 65 μm PDMS/DVB 主要吸附极性挥发性物质(胺类、胺基芳香类等),而 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 主要吸附 C3-C20 化合物的分离^[14],因此综合上述选用 75 μm CAR/PDMS 萃取。

2.1.2 不同萃取温度对结果的影响

称取 2 g 糌粑 1 样品置 15 mL 螺口萃取瓶,用 75 μm CAR/PDMS 萃取纤维头萃取,萃取时间 30 min,水浴萃取温度分别设计 50、60 $^{\circ}\text{C}$ 和 70 $^{\circ}\text{C}$,GC-MS 进行色谱图对比。3 种不同萃取温度下,糌粑 1 样品总离子流图和面积响应值见图 2。

3 种不同温度下糌粑 1 样品,在 GC-MS 鉴别出风



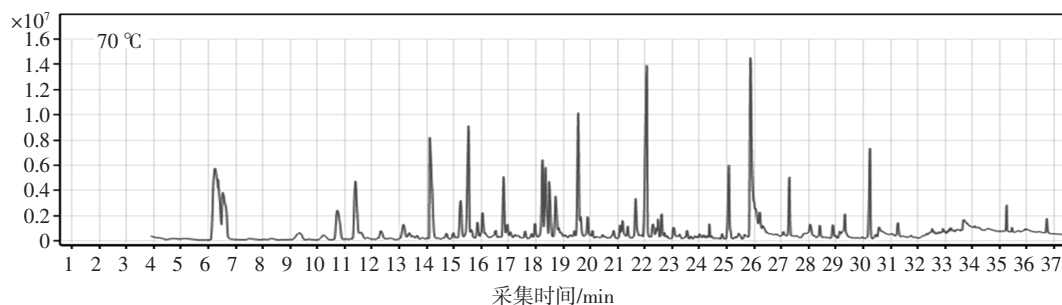


图 2 不同萃取温度峰面积响应值

Fig.2 Peak area response values of different extraction temperatures

味物质一致,但在 50 °C 下萃取的峰面积响应值在 1.6×10^7 ,在 60 °C 和 70 °C 峰面积响应值在 1.4×10^7 ,在 50 °C 萃取温度时峰面积响应值最高。这是由于随着萃取温度增加,糌粑中一些挥发性风味物质分解成更小的化合物物质所致,峰面积响应值也随之逐渐下降。故本方法选用 50 °C。

2.1.3 不同萃取时间对结果的影响

称取 2 g 糌粑 1 样品置 15 mL 螺口萃取瓶,用 75 μm CAR/PDMS 萃取,在水浴 50 °C 下分别萃取 20、30、40、50 min,结果见图 3。图中总峰数为糌粑样品在 75 μm CAR/PDMS 萃取后,出峰最多的总数;峰数为在 75 μm CAR/PDMS 萃取后,分别 20、30、40、50 min 时出峰总数。

由图 3 可知,在 40 min 后萃取物质最多,因此选用 40 min 萃取。

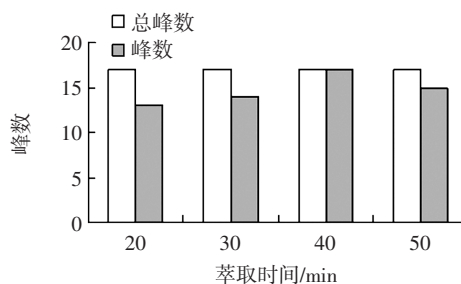


图 3 不同萃取时间对糌粑风味物质萃取影响

Fig.3 Effects of different extraction time on the extraction of Zanza flavor substances

2.1.4 不同样品处理方法对结果的影响

取两份糌粑 1 样品各 2 g, 其中一份加入 5 mL 蒸馏水, 分别用 75 μm CAR/PDMS 萃取, 在水浴 50 °C 下萃取 40 min。图 4 为糌粑 1 样品和糌粑 1 样品加入 5 mL 蒸馏水总离子流图。

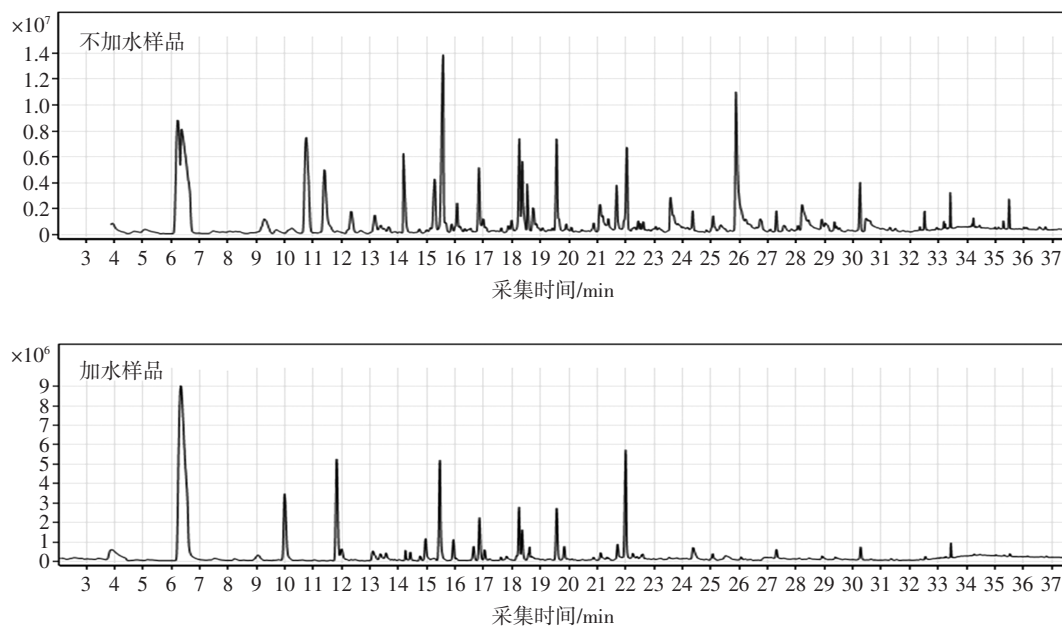


图 4 不同样品提取方法对萃取效果的影响

Fig.4 Effects of different sample extraction methods on the extraction result

从图 4 可以看出,不加水糌粑 1 样品萃取后峰面积响应值为 1.6×10^7 ,而样品中加入蒸馏水萃取后响应值为 9×10^6 ,且未加蒸馏水样品中萃取出的化合物物质明显较多。因为样品加水后,萃取头不易吸附糌粑中挥发性风味物质。故本试验采用样品称取 2 g 后直接萃取。

2.2 糌粑风味物质结果

2.2.1 糌粑中风味物质汇总

采用固相微萃取(SPME)结合气相色谱质谱联用仪(GC-MS)分析和鉴别糌粑中的风味物质,使用 NIST 库检索进行化合物鉴定,选用匹配度均在 900 以上。糌粑中风味物质汇总见表 1。

表 1 糌粑中风味物质汇总
Table 1 Summary of flavor substances in Zanba

化合物名称		糌粑 1	糌粑 2	糌粑 3	糌粑 4	糌粑 5
醛类	己醛	+	+	+	+	+
	壬醛	+	+	+	+	+
	辛醛	+	+	+	+	+
	庚醛	+	+	+	+	+
	苯甲醛	+	+	+	+	+
	反-2-辛烯醛	+	+	+	+	+
	反式-2,4-庚二烯醛	+	+	+	+	+
酸类	2-丁基-2-辛烯醛	+	+	+	+	+
	己酸	+	+	+	+	+
	丁酸	+	+	+	+	+
	戊酸	+	+	+	+	+
醇类	戊醇	+	+	+	+	+
	1-辛烯-3-醇	+	-	-	+	+
酮类	3-辛烯-2-酮	+	+	+	+	+
	3,5-辛二烯-2-酮	+	+	+	+	+
其他	2-正戊基呋喃	+	+	+	+	+
	2-甲基戊酸酐	+	+	+	+	+
总计		17	16	16	17	17

注: +表示样品中含有该化合物; -表示样品中未检测到该化合物。

从表 1 看出,5 种不同糌粑样品,鉴定出 16~17 种风味物质,其样品间种类相近。其中糌粑的风味物质中醛类(8 种)最多,其次是酸类(3 种)、醇类(2 种)、酮类(2 种)和其他类(2 种)。

2.2.2 糌粑中风味物质含量结果分析

通过上述鉴定,得到 17 种糌粑风味物质,对这些风味物质通过峰面积计算峰面积百分比,分析出糌粑中主要风味物质,糌粑中风味物质的含量见表 2。

从表 2 峰面积百分比得出,糌粑风味物质中峰面积百分比比较高化合物为己醛、苯甲醛、反-2-辛烯醛、2-丁基-2-辛烯醛、己酸和 3-辛烯-2-酮;其次为壬

表 2 糌粑中风味物质的含量
Table 2 The content of flavor substances in Zanba

出峰顺序	化合物名称	化学式	保留时间/min	峰面积百分比/%
1	己醛	C ₆ H ₁₂ O	6.4	12.9
2	庚醛	C ₇ H ₁₄ O	9.4	0.39
3	2-正戊基呋喃	C ₉ H ₁₄ O	10.8	1.9
4	戊醇	C ₅ H ₁₂ O	11.5	2.5
5	辛醛	C ₈ H ₁₆ O	12.4	0.64
6	壬醛	C ₉ H ₁₈ O	15.3	2.6
7	3-辛烯-2-酮	C ₈ H ₁₄ O	15.6	10.2
8	反-2-辛烯醛	C ₈ H ₁₄ O	16.1	11.6
9	1-辛烯-3-醇	C ₈ H ₁₆ O	16.9	4.0
10	反式-2,4-庚二烯醛	C ₇ H ₁₀ O	17.7	6.4
11	苯甲醛	C ₇ H ₆ O	18.3	10.3
12	3,5-辛二烯-2-酮	C ₈ H ₁₂ O	18.4	6.5
13	2-甲基戊酸酐	C ₁₂ H ₂₂ O ₃	21.7	3.9
14	2-丁基-2-辛烯醛	C ₁₂ H ₂₂ O	22.1	11.8
15	丁酸	C ₄ H ₈ O ₂	23.1	0.66
16	戊酸	C ₅ H ₁₀ O ₂	24.5	1.27
17	己酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	25.9	12.8

醛、反式-2,4-庚二烯醛、戊醇、1-辛烯-3-醇和 2-甲基戊酸酐;峰面积百分比较少化合物为辛醛、庚醛、丁酸、戊酸和 2-正戊基呋喃。其中糌粑风味物质中醛类占 56.6 %、酮类占 16.6 %、酸类占 14.6 %、醇类占 6.5 %、其他类占 5.7 %。因此可以看出糌粑中主要风味物质为醛类物质。

2.2.3 糌粑中主要风味物质分析

糌粑中起到主要风味的物质为己醛和己酸,其次分别为 2-丁基-2-辛烯醛、反-2-辛烯醛、苯甲醛和 3-辛烯-2-酮。现对糌粑中主要风味物质进行分析,经查找文献,对糌粑主要风味物质香气特征进行描述,见表 3^[15-17]。

表 3 糌粑主要风味物质香气特征

Table 3 The main flavor and aroma characteristics of Zanba

化合物名称	英文名称	CAS 号	香气特征
己醛	hexana	66-25-1	具有脂香、青香、青草样香气
己酸	caproic acid	142-62-1	有类似羊的气味
2-丁基-2-辛烯醛	2-butyl-2-octenal	13019-16-4	具有果香、青香、甜香,成熟的果汁香味
反-2-辛烯醛	(E)-oct-2-enal	2548-87-0	具有青香、脂香
苯甲醛	benzaldehyde	100-52-7	具有特殊的杏仁气味
3-辛烯-2-酮	3-OCTEN-2-ONE	1669-44-9	具有坚果与果香的复杂混合香

从表3糌粑主要风味物质的香气特征描述可知,糌粑的主要香味为青香、果香、脂香和坚果香。

3 结论

本次通过固相微萃取(SPME)结合气相色谱质谱仪(GC-MS),对萃取方法中萃取纤维头的选择、萃取温度、萃取时间和样品处理等进行对比,建立糌粑风味物质检测方法,最终采用优化方法:称取2 g样品,75 μ mCAR/PDMS萃取纤维头萃取,水浴温度为50 $^{\circ}$ C,萃取平衡40 min,在气相色谱质谱联用仪(GC-MS)解析3 min。该方法跟其他香气萃取和浓缩收集相比,具有快速、节约样品、节约试剂耗材等优点。

采用固相微萃取(SPME)结合气相色谱质谱联用仪(GC-MS)鉴定出糌粑中含有17种风味物质,其中醛类占56.6%、酮类占16.6%、酸类占14.6%、醇类占6.5%、其他类占5.7%,主要风味化合物为己醛、己酸、2-丁基-2-辛烯醛、反-2-辛烯醛、苯甲醛和3-辛烯-2-酮。主要贡献的香气特征为青香、果香、脂香和坚果香。

通过本次试验研究,补充对糌粑风味物质研究,开发糌粑风味产品,为发掘更多糌粑中营养成分及产品质量监督控制等方面提供科学依据。

参考文献:

- [1] 苟安春,李良.青稞产品开发大有可为[J].大麦科学,2004(4): 40-44
[2] 杨洁琼.饮食人类学中的糌粑及其社会文化意义[J].美食研究,

- 2017(2): 18-21
[3] 次顿.糌粑加工质量控制研究进展[J].西藏科技,2016(6): 3-5
[4] 贡保草.试析藏族糌粑食俗及其文化内涵[J].青海民族学院学报(社会科学版),2003,29(1): 61-65
[5] 何峰,卫郑霞.糌粑中营养成分的测定[J].现代食品,2016(3): 106-109
[6] 陈宗礼,贺晓龙,张向前,等.陕北红枣的氨基酸分析[J].中国农学通报,2012,28(34): 296-303
[7] 张静,郝记明,吉宏武,等.吉尾鱼酶解蛋白粉的营养组成与评价[J].现代食品科技,2008,24(4): 387-389
[8] 次顿,达珍,白玛玉珍,等.西藏糌粑主要理化指标及质量现状研究[J].西藏科技,2011(3): 18-21
[9] 谭大明,吴雪莲,邱晨,等.西藏自治区酥油、糌粑、青稞酒、风干牛肉质量安全调研[J].食品科学,2011(2): 368-371
[10] 次顿,达瓦,周秀兰,等.糌粑加工关键点及控制技术研究[J].西藏科技,2010,213(12): 9-10
[11] 杨希娟.青稞糌粑加工工艺研究[J].食品工业,2016,37(8): 78-81
[12] 李原,侯霞,罗英.西藏自治区糌粑产品品牌营销探析[J].中国集体经济,2010(19): 73-74
[13] 赵雯玮,刘吉爱,李姣,等.糌粑及其研究进展[J].粮食与饲料工业,2017(3): 29-32
[14] 胡国栋.固相微萃取技术的进展及其在食品分析中应用的现状[J].色谱,2009(1): 1-8
[15] 左勇,叶碧霞,杨小龙,等.甜面酱风味物质的研究进展[J].中国调味品,2016,41(2): 139-142
[16] 孙宝国.食用调香术[M].北京:化学工业出版社,2003: 75-494
[17] 王永倩.油条风味分析评价及其形成机理初步研究[D].合肥:合肥工业大学,2017: 9-23

收稿日期:2018-07-31



《食品研究与开发》

FOOD RESEARCH AND DEVELOPMENT

企业拓展市场、提升影响力的首选媒体