

# 大米经不同包装方式贮藏后蒸煮风味物质的变化

姜平, 张晖\*, 王立, 郭晓娜, 钱海峰, 齐希光

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 采用顶空固相微萃取(HS-SPME)与气相色谱-质谱联用(GC-MS)的方法,对在37℃、60%相对湿度的贮藏条件下,采用4种不同包装方式(自然密闭、充CO<sub>2</sub>、充N<sub>2</sub>或抽真空)的大米蒸煮后风味物质进行了比较研究。研究表明,自然密闭包装方式储藏后醛类、醇类和酮类物质较其他包装方式增加量均最为显著,这说明采用自然密闭包装方式贮藏的保鲜效果最差。通过对抽真空、充CO<sub>2</sub>或充N<sub>2</sub>这3种包装的醛类、醇类、酮类和2-戊基呋喃总量进行比较,发现抽真空包装或充CO<sub>2</sub>包装这两种包装方式可以较好的延缓米饭风味物质的劣变,保持大米的品质,充N<sub>2</sub>包装次之。

**关键词:** 顶空固相微萃取;风味物质;包装方式;贮藏

中图分类号:TS 206.6 文献标志码:A 文章编号:1673-1689(2012)10-1039-07

## Study on the Changes of Cooking Flavor Volatiles by Different Packing Ways of Rice after Storage

JIANG Ping, ZHANG Hui\*, WANG Li, GUO Xiao-na, QIAN Hai-feng, QI Xi-guang

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** A combined headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method has been employed for the analysis of the cooking flavor volatiles of rice. The rice were stored by different packing ways (natural hermetic storage, filling with carbon dioxide or nitrogen and vacuumizing storage) under the following conditions: temperature 37℃, relative humidity 60%. The research showed that the augment of aldehydes, alcohols and ketones was the most prominent by natural hermetic packing than other packing ways after storage. Through comparing the total alcohols, aldehydes, ketones and 2-pentylfuran of vacuumizing storage, filling with carbon dioxide and nitrogen, it was found that storage of vacuumizing and filling with carbon dioxide could postpone the deterioration of rice flavor volatiles and keep the quality of rice.

**Keywords:** headspace solid-phase microextraction, flavor volatiles, packing ways, storage

收稿日期: 2011-07-19

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD37B00)。

\* 通信作者: 张晖(1966-),女,江苏无锡人,工学博士,教授,博士研究生导师,主要从事粮食、油脂与植物蛋白工程方面的研究。

E-mail: zhanghui@jiangnan.edu.cn

大米是许多国家人民十分重要的主粮之一,它的蒸煮风味与质地对大米感官品质的影响很大。随着人民生活水平的不断提高,大米的品质越来越受到重视。大米通常是通过蒸煮后再食用的,所以研究大米蒸煮后产生的挥发性风味成分就显得十分必要了<sup>[1]</sup>。挥发性风味是食品能否为人接受的首要因子,也是香料、香精、化妆品、芳香疗法中的核心化学组成<sup>[2]</sup>。米饭的芳香性风味物质已经逐渐成为广大消费者所喜爱的特性,国内外已将挥发性风味物质确定为评价米饭品质的重要因素之一,近20年来米饭的风味物质越来越引起研究学者的关注。为了消除感官评价方法的主观性,目前已采用气质联用、液质联用、质谱仪、色度仪等仪器来评价米饭的滋味、香气、质地和色泽等<sup>[3]</sup>。

固相微萃取(SPME)是一种新的样本采集技术,它通过吸附/脱附技术,富集样品中的挥发性和半挥发性成分,能准确地反映出样品挥发性组分的组成,因而在食品、化工、香精油挥发性成分检测中广为应用<sup>[4]</sup>。而且顶空固相微萃取由于顶空中的分析物被浓缩富集在固相微萃取涂层上,因而能提高检出灵敏度几倍到几十倍。HS-SPME技术能有效地萃取大米中的挥发性成分,且重现性较好。

目前国内外对于这方面的研究主要集中在不同品种的稻米蒸煮后风味物质的差异、新鲜米饭和制成的米饭制品间的差异和预浸泡处理对米饭风味物质的影响,然而,经过不同包装方式贮藏后的大米其蒸煮后风味物质有何差异却鲜有报导。为此,作者采用顶空固相微萃取(HS-SPME)与气相色谱-质谱联用(GC-MS)的方法,对采用不同包装方式(自然密闭、充CO<sub>2</sub>、充N<sub>2</sub>或抽真空)贮藏的大米蒸煮后风味物质进行了分析比较。通过总结不同包装方式挥发性物质的变化规律,以期如何减少大米贮藏损失、提高大米贮藏品质提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

东北粳米(生态2号):购于无锡市三里桥粮油批发市场。采用4种包装方式(真空包装、充CO<sub>2</sub>包装、充N<sub>2</sub>包装和自然密闭包装)对其进行包装,每袋200g,置于37℃、60%相对湿度的智能恒温培养箱中进行加速贮藏。

智能恒温培养箱:宁波海曙赛福实验仪器厂;电子天平:梅特勒-托利多仪器上海有限公司;电饭煲:江苏海尔家电制造有限公司;Trace MS气质联用仪:美国Finingan公司;SPME手动进样手柄和75 μm碳分子筛/聚二甲基硅氧烷(CAR/PDMS)萃取头:美国Supelco公司。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 米饭样品的制备** 不同包装方式贮藏4个月后的大米各取50g于金属网笼中,用20℃自来水淘洗2遍沥干,分别放入耐高温蒸煮袋中,之后各补加65mL室温的自来水,封口后置于电饭煲中蒸煮30min并保温15min后进行风味物质的分析。

**1.2.2 米饭风味的分析** 采用顶空固相微萃取与气质联用技术(HS-SPME/GC-MS)进行分析。将萃取头插入蒸煮袋中,在65℃的萃取温度下萃取35min后进样,于250℃下解析5min后进行GC-MS分析。

气相色谱条件:DB-WAX毛细管柱;载气流量(He):0.8mL/min,不分流;柱初温40℃,保持4min,以6℃/min程序升温到70℃,再以10℃/min程序升温到230℃,保持8min。

质谱条件:接口温度为250℃,离子源温度为200℃,离子化方式为EI,电子能量70eV,检测电压350V,发射电流200μA。

由Xcalibur软件系统完成的样品检索结果与MAINLIB、NISTDEMO、REPLIB和WILLEY4个标准谱库对照进行成分鉴定,采用峰面积归一化法进行相对定量,求得各风味物质的相对质量分数。

### 1.3 统计分析

利用DPS v6.55版软件进行。

## 2 结果与讨论

经4个标准谱库检索并结合有关文献对5种米饭风味物质进行鉴定,各种风味成分的相对质量分数见表1。由表1可以看出,生态2号大米原始蒸煮后的风味成分共鉴定出46种,其中烃类36种,醇类4种,醛类3种,酮类1种,其他2种;真空包装贮藏蒸煮后风味成分共鉴定出40种,其中烃类28种,醇类4种,醛类2种,酮类1种,其他5种;充CO<sub>2</sub>包装贮藏蒸煮后风味成分共鉴定出42种,其中烃类31种,醇类2种,醛类4种,酮类1种,其他4种;充N<sub>2</sub>包装贮藏蒸煮后风味成分共鉴定出38种,

其中烃类 29 种,醇类 3 种,醛类 2 种,酮类 1 种,其他 3 种;自然密闭包装贮藏蒸煮后风味成分共鉴定

出 42 种,其中烃类 29 种,醇类 4 种,醛类 5 种,酮类 2 种,其他 2 种。

表 1 不同包装方式贮藏后的大米蒸煮后风味成分组成

Tab.1 Composition of cooking flavor volatiles by different packing of rice after storage

序号	名称	相对质量分数/%				
		原始	真空	充 CO <sub>2</sub>	充 N <sub>2</sub>	自然密闭
	烃类					
1	4-甲基庚烷	6.70±0.02 <sup>c</sup>	7.09±0.03 <sup>b</sup>	6.12±0.34 <sup>d</sup>	5.78±0.12 <sup>c</sup>	8.02±0.44 <sup>a</sup>
2	3-甲基己烷	1.69±0.32 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
3	4-甲基辛烷	0.45±0.23 <sup>b</sup>	0.35±0.02 <sup>d</sup>	0.43±0.00 <sup>b</sup>	0.40±0.00 <sup>c</sup>	0.55±0.04 <sup>a</sup>
4	4-异癸烷	0.69±0.04 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.58±0.03 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
5	癸烷	7.04±0.54 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.43±0.06 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.56±0.03 <sup>b</sup>
6	2,7,10-三甲基十二烷	2.10±0.21 <sup>a</sup>	0.44±0.10 <sup>c</sup>	0.43±0.06 <sup>c</sup>	0.58±0.03 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
7	正十一烷	14.17±0.43 <sup>c</sup>	25.44±2.24 <sup>a</sup>	14.64±2.11 <sup>d</sup>	18.33±1.66 <sup>b</sup>	16.31±1.12 <sup>c</sup>
8	正十五烷	4.54±0.11 <sup>b</sup>	5.03±0.74 <sup>a</sup>	1.71±0.25 <sup>d</sup>	3.93±0.04 <sup>c</sup>	0.38±0.00 <sup>c</sup>
9	4-乙基庚烷	0.49±0.06 <sup>b</sup>	0.44±0.03 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.53±0.10 <sup>a</sup>	0.10±0.02 <sup>d</sup>
10	4-甲基癸烷	0.76±0.00 <sup>c</sup>	2.95±0.01 <sup>c</sup>	3.06±0.06 <sup>b</sup>	1.19±0.02 <sup>d</sup>	3.41±0.05 <sup>a</sup>
11	5-甲基癸烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.52±0.16 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.52±0.03 <sup>a</sup>
12	2,7-二甲基十一烷	0.44±0.03 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
13	4,5-二甲基壬烷	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	6.86±0.24 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	5.63±0.33 <sup>b</sup>
14	1,4-二甲基反式环辛烷	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	1.36±0.02 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	2.22±0.13 <sup>a</sup>
15	2,6,10-三甲基十二烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.31±0.06 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
16	2,6,10,14-四甲基十六烷	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.51±0.03 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.44±0.04 <sup>b</sup>
17	环庚烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	1.27±0.11 <sup>a</sup>
18	正三十六烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.03 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	1.27±0.28 <sup>a</sup>
19	3,6-二甲基癸烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.75±0.12 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
20	2,6-二甲基壬烷	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	4.05±0.01 <sup>c</sup>	6.88±1.24 <sup>a</sup>	4.55±0.35 <sup>b</sup>
21	2,3,6,7-四甲基辛烷	0.78±0.06 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
22	十二烷	7.89±0.21 <sup>a</sup>	7.89±1.02 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>	6.10±0.57 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
23	2,6,6-三甲基辛烷	1.65±0.24 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.92±0.04 <sup>b</sup>	0.24±0.02 <sup>c</sup>
24	2,6,8-三甲基癸烷	0.17±0.00 <sup>d</sup>	0.37±0.03 <sup>a</sup>	0.26±0.00 <sup>c</sup>	0.32±0.01 <sup>b</sup>	0.27±0.04 <sup>c</sup>
25	2,4-二甲基十一烷	0.19±0.04 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.70±0.12 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
26	2,6-二甲基十一烷	0.54±0.06 <sup>c</sup>	0.79±0.13 <sup>a</sup>	0.70±0.02 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
27	正十六烷	0.22±0.00 <sup>d</sup>	0.10±0.00 <sup>c</sup>	4.32±0.32 <sup>a</sup>	3.33±0.21 <sup>b</sup>	0.71±0.05 <sup>c</sup>
28	2,8-二甲基十一烷	0.34±0.00 <sup>d</sup>	0.58±0.07 <sup>c</sup>	0.64±0.04 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.75±0.10 <sup>a</sup>
29	正十三烷	0.63±0.03 <sup>b</sup>	0.43±0.05 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.47±0.21 <sup>a</sup>
30	4,6-二甲基十二烷	0.42±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.28±0.04 <sup>a</sup>	0.30±0.04 <sup>c</sup>
31	2,6,11-三甲基十二烷	2.67±0.13 <sup>d</sup>	3.13±0.03 <sup>c</sup>	4.45±0.24 <sup>b</sup>	1.79±0.02 <sup>c</sup>	8.25±0.15 <sup>a</sup>

续表 1

序号	名称	相对质量分数/%				
		原始	真空	充 CO <sub>2</sub>	充 N <sub>2</sub>	自然密闭
32	正十四烷	0.43±0.03 <sup>b</sup>	0.19±0.02 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.54±0.16 <sup>a</sup>	0.42±0.05 <sup>b</sup>
33	5-甲基壬烷	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.12±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.87±0.22 <sup>a</sup>	0.27±0.03 <sup>b</sup>
34	3,5-二甲基辛烷	0.11±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
35	4-甲基十四烷	0.41±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.24±0.07 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
36	3-甲基十三烷	0.24±0.04 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
37	正十九烷	0.56±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>
38	正二十七烷	0.21±0.05 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
39	2,6,10,15-四甲基十七烷	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
40	2,3,5,8-四甲基癸烷	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.22±0.02 <sup>b</sup>	0.19±0.07 <sup>c</sup>	0.56±0.06 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
41	正十七烷	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.44±0.02 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.03±0.03 <sup>a</sup>	0.72±0.24 <sup>b</sup>
42	十八烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.83±0.03 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
43	植烷	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.76±0.04 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
44	4,6,8-三甲基壬烯	0.35±0.01 <sup>d</sup>	10.57±1.11 <sup>a</sup>	7.24±0.31 <sup>c</sup>	8.78±0.43 <sup>b</sup>	0.20±0.00 <sup>c</sup>
45	1-十五烯	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.97±0.03 <sup>b</sup>	1.46±0.03 <sup>a</sup>
46	7-甲基-1-十一碳烯	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	1.53±0.10 <sup>a</sup>	1.09±0.21 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
47	1-十七碳烯	0.91±0.05 <sup>b</sup>	1.36±0.42 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
48	2,4-二甲基-1-庚烯	21.31±1.78 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	12.14±0.23 <sup>d</sup>	12.31±0.04 <sup>c</sup>	14.41±0.16 <sup>b</sup>
49	1-十二烯	7.36±0.26 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
50	2,4-二甲基-1-癸烯	7.06±0.44 <sup>b</sup>	12.21±1.34 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
51	5-乙基-1-壬烯	0.00±0.00 <sup>d</sup>	9.14±0.52 <sup>a</sup>	5.42±0.12 <sup>c</sup>	7.83±0.66 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
52	十八烯	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.87±0.03 <sup>c</sup>	2.25±0.04 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	2.16±0.06 <sup>b</sup>
53	对甲氧基苯乙烯	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.14±0.02 <sup>b</sup>	0.23±0.03 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
54	苯	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.14±0.06 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
55	2-甲基辛基苯	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	7.62±0.56 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
56	3,3-二甲基丁基苯	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.07 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
57	乙基苯	0.09±0.03 <sup>b</sup>	0.30±0.12 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
58	邻二甲苯	0.27±0.04 <sup>c</sup>	0.09±0.02 <sup>d</sup>	0.38±0.10 <sup>a</sup>	0.29±0.06 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
59	对二甲苯	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.12±0.03 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
60	萘	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.12±0.05 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
	醛					
61	苯甲醛	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.24±0.03 <sup>a</sup>
62	庚醛	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>	0.53±0.13 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.71±0.21 <sup>a</sup>
63	壬醛	0.37±0.02 <sup>d</sup>	1.11±0.23 <sup>b</sup>	1.01±0.21 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	1.18±0.41 <sup>a</sup>
64	戊醛	0.20±0.01 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.28±0.04 <sup>b</sup>	0.36±0.06 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
65	辛醛	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.87±0.13 <sup>b</sup>	0.70±0.04 <sup>c</sup>	1.99±0.16 <sup>a</sup>

续表 1

序号	名称	相对质量分数/%				
		原始	真空	充 CO <sub>2</sub>	充 N <sub>2</sub>	自然密闭
66	3-甲基丁醛	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.30±0.05 <sup>a</sup>
	醇					
67	烯醇	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.38±0.03 <sup>b</sup>
68	3,7-二甲基-1-辛醇	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	5.82±0.34 <sup>a</sup>
69	3,7,11,15-四甲基-1-十六醇	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.56±0.01 <sup>c</sup>	1.26±0.23 <sup>b</sup>	3.02±0.43 <sup>a</sup>
70	2-丁基-1-辛醇	3.34±0.05 <sup>b</sup>	2.42±0.11 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	3.72±0.21 <sup>a</sup>	0.20±0.00 <sup>d</sup>
71	1-辛烯-3-醇	0.11±0.02 <sup>c</sup>	0.36±0.04 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.43±0.03 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
72	2-十八烷氧基乙醇	0.15±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
73	2-己基-1-癸醇	0.16±0.00 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
74	正己醇	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
	酮					
75	4-甲基-2-庚酮	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.47±0.02 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.61±0.07 <sup>a</sup>
76	5-甲基-2-己酮	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.33±0.14 <sup>a</sup>
77	对甲基苯乙酮	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.16±0.04 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
78	甲基庚烯酮	0.07±0.00 <sup>b</sup>	0.41±0.06 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
	其他					
79	正癸酸正癸酯	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.68±0.05 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
80	2-戊基呋喃	0.28±0.03 <sup>d</sup>	0.77±0.02 <sup>c</sup>	1.05±0.12 <sup>b</sup>	0.78±0.04 <sup>c</sup>	1.12±0.33 <sup>a</sup>
81	甲氧基苯基胍	0.45±0.07 <sup>a</sup>	0.23±0.03 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
82	4-苯甲酸基-3-吡喃酮	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.66±0.13 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>c</sup>	0.46±0.05 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
83	2-烯丙基-5-丁基对二苯酚	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.09±0.02 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
84	癸二酸	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.15±0.01 <sup>c</sup>	0.23±0.08 <sup>a</sup>	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.22±0.04 <sup>a</sup>

注:1.各成分的质量分数以检出物峰面积占总峰面积的百分数计,2.同行中标准差后具有不同角标者为差异显著( $P<0.05$ )。

把各种风味成分的相对质量分数按种类进行汇总,得到5种米饭中各类风味物质的质量分数,见表2。通过对4种包装方式贮藏与原始的各类风味物质相对质量分数的比较,可以看出,自然密闭包装方式贮藏后醛类、醇类和酮类物质较其他包装方式来说增加量均最为显著,这说明采用自然密闭包装方式贮藏的保鲜效果最差,而其他包装方式贮藏后醛类、醇类和酮类物质并无统一的变化规律。新鲜米饭含有的烷烃种类和质量分数较多,不管何种包装方式贮藏后其种类和质量分数减少,这是由于贮藏过程中烷烃可能转化为另外其他几种风味成分,从而影响整体的风味。

醛类挥发性物质质量分数是评价大米食味、鲜

度的重要指标,是近20多年来国内外的研究热点<sup>[5]</sup>。但Takashitsugita等<sup>[6]</sup>也指出,陈米米饭的不良风味不是几个烷烃醛的混合物,而是很多烷烃醛、烯炔醛、酮、醇和2-戊基呋喃等组份的混合物。根据这一理论,我们将真空、充CO<sub>2</sub>和充N<sub>2</sub>这三种包装的醛类、醇类、酮类和2-戊基呋喃总量进行比较,见表3。由表3可以看出,真空包装和充CO<sub>2</sub>包装贮藏后这4种风味成分的总量与原始情况接近,而充N<sub>2</sub>包装贮藏后总量有少量的增加,自然密闭包装贮藏后增加量最大,这说明真空包装和充CO<sub>2</sub>包装这两种包装方式可以较好的保持大米的品质,充N<sub>2</sub>包装次之,而自然密闭包装保鲜效果最差。这一结论也与Zhou等<sup>[7]</sup>的结果不谋而合。Zhou等指出,大米真空

包装后,还原糖含量、脂肪酸含量和质构特性只有很小变化,而充 CO<sub>2</sub>、充 N<sub>2</sub> 包装次之,自然密闭包装最差。而且有研究报导,使用脱氧剂或 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub> 包装等可以防止品质的劣变,尤其是风味物质。采用真空包装,可以降低包装内的氧气浓度,抑制大米的呼吸强度和霉菌的繁殖等,从而抑制大米陈变、发霉、生虫等,更好的保持大米的品质;由于大米具有吸附 CO<sub>2</sub> 的能力,使大米表面形成一层保护层从而处于“睡眠”状态,使脂肪酸、总酸、还原糖、粘度等变化相对较小,延长了有效保质期;充 N<sub>2</sub> 包装降低

表 2 挥发性成分的分类比较

Tab.2 Classified comparison of cooking volatile components

质量分数/%

处理方式	烃类	醛类	醇类	酮类	其他
原始	92.06	0.65	3.76	0.07	0.73
真空包装	92.63	1.22	3.10	0.41	1.90
充 CO <sub>2</sub> 包装	88.54	2.69	0.99	0.47	2.26
充 N <sub>2</sub> 包装	89.50	1.06	5.42	0.16	1.42
自然密闭包装	76.99	4.42	9.42	0.94	1.34

表 3 醛类、醇类、酮类和 2-戊基呋喃总量的分类比较

Tab.3 Classified comparison of total alcohols, aldehydes, ketones and 2-pentylfuran

质量分数/%

处理方式	醛类	醇类	酮类	2-戊基呋喃	总量
原始	1.22	3.10	0.41	0.28	5.01
真空包装	1.22	3.10	0.41	0.77	5.5
充 CO <sub>2</sub> 包装	2.69	0.99	0.47	1.05	5.2
充 N <sub>2</sub> 包装	1.06	5.42	0.16	0.78	7.42
自然密闭包装	4.42	9.42	0.94	1.12	15.90

了贮藏环境的氧气浓度,抑制了大米中微生物生长,对于减缓品质的变化起着重要的作用。

Chinkubu 对陈米臭味的成因解释是:氨基酸 Stekey 降解和脂肪自动氧化,产生的羰基化合物和游离脂肪酸的缘故,也包括菌相微生物的作用。Zhou 等<sup>[7]</sup>通过对比 35 °C 贮藏后存在脂肪氧合酶-3 和缺失脂肪氧合酶-3 的两种米饭的风味物质发现,缺失脂肪氧合酶-3 的米饭含有较少的醛类,有着较好的风味。这说明脂肪氧合酶-3 对风味物质的形成起到了十分重要的作用。

Champagne<sup>[8]</sup>指出脂类氧化产物对米饭的风味有一定的负面影响,脂肪分解产物过多将会有异常气味。Kobayashi F 等<sup>[9]</sup>也认为主要是由于不饱和脂肪酸的氧化产生的羰基化合物使得贮藏大米的风味物质发生了变化。大米中的脂肪含量虽然只有 2%,但化学性质很活泼,容易受到空气中氧气的影响,被水解、酸败和自动氧化变质。脂肪水解后产生具有臭气性质的低级脂肪酸,游离脂肪酸对稻谷陈化所起的作用,不仅能使大米酸度增加,蒸煮品质下降,而且因本身进一步氧化或水解,生成己醛和己酮等挥发性羰基化合物而使稻谷出现“陈米臭”,对人体产生危害<sup>[10]</sup>。

### 3 结语

作者采用不同包装方式贮藏大米并对其蒸煮后米饭的风味物质进行了分析研究,结果发现,真空包装和充 CO<sub>2</sub> 包装可以较好的抑制大米的陈化,保持良好的风味品质,而自然密闭包装的效果最差。大米贮藏过程中脂类物质是最主要的风味物质前体,因此控制脂类物质的变化是调控风味物质形成的重要途径。

### 参考文献:

- [1] ZENG Z,ZHANG H,ZHANG T,et al. Analysis of flavor volatiles of glutinous rice during cooking by combined gas chromatography-mass spectrometry with modified headspace solid-phase microextraction method [J]. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2009,22(4):347-353.
- [2] 吴时敏. 食用蘑菇产天然挥发性风味化合物研究进展[J]. **食品与生物技术学报**,2009,28(01):1-7.  
WU Shi-min. Progress in natural volatile flavor compounds from edible mushrooms [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2009,28(01):1-7. (in Chinese)
- [3] 莫紫梅,许金东,赵思明. 米饭品质的研究进展[J]. **粮食与饲料工业**,2008(11):5-8.  
MO Zi-mei,XU Jin-dong,ZHAO Si-ming. Research progress on cooked rice[J]. **Cereal & Feed Industry**,2008(11):5-8. (in Chinese)

- [4] 刘胜辉, 冼皓敏, 魏长宾, 等. 固相微萃取-气质联用法测定紫苏子挥发性成分[J]. 热带农业工程, 2009, 33(02): 42-45.  
LIU Sheng-hui, XIAN Kai-min, WEI Chang-bin, et al. Determination of volatile components of *Perilla* seeds using the SPME-GC-MS method[J]. **Tropical Agricultural Engineering**, 2009(02): 42-45. (in Chinese)
- [5] 陈玮, 李喜宏, 郭红莲, 等. 天津大米超长期贮藏的醛系物积累与调控研究[J]. 中国粮油学报, 2007, 22(06): 139-141.  
CHEN Wei, LI Xi-hong, GUO Hong-lian, et al. Volatile aldehyde component accumulation and adjusting for Tianjin rice during extra extended storage[J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**, 2007, 22(06): 139-141. (in Chinese)
- [6] Takashitsugita, Takeohta, Hiromichikato, et al. Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions[J]. **Agric Biol Chem**, 1983, 47(3): 543-549.
- [7] ZHOU Z, Robards K, Helliwell S, et al. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes[J]. **Journal of Cereal Science**, 2002, 35(1): 65-78.
- [8] Champagne E. Rice aroma and flavor: A literature review[J]. **Cereal Chemistry**, 2008, 85: 445-454.
- [9] Kobayashi F, Narahara Y, Ohmori K, et al. Effects of storage with a deoxygenating agent and a nitrogen-atmosphere package on the quality, especially flavor, of cooked stored rice[J]. **Food Science and Technology Research**, 2010, 16(2): 175-178.
- [10] 王正刚. 大米保鲜及大米新陈度快速检测技术研究进展[J]. 粮食加工, 2007, 32(03): 27-30.  
WANG Zheng-gang. Research progress on rice preservation and fast detection techniques of aging degrees[J]. **Food Processing**, 2007, 32(03): 27-30. (in Chinese)

## 科技信息

卫生部发布食品安全国家标准《蒸馏酒及其配制酒》和《发酵酒及其配制酒》

根据《中华人民共和国食品安全法》和《食品安全国家标准管理办法》规定, 经食品安全国家标准审评委员会审查通过, 卫生部发布食品安全国家标准《蒸馏酒及其配制酒》(GB2757-2012) 和《发酵酒及其配制酒》(GB2758-2012)。

《蒸馏酒及其配制酒》(GB2757-2012)与 GB2757-1981 相比, 修改了氰化物、锰的限量指标, 增加了标签标识的要求。《发酵酒及其配制酒》(GB2758-2012)代替 GB2758-2005《发酵酒卫生标准》, 取消了铅的限量指标, 修改了微生物限量指标。

[信息来源] 中华人民共和国卫生部. 关于发布食品安全国家标准《蒸馏酒及其配制酒》和《发酵酒及其配制酒》的公告 (卫生部公告 2012 年第 14 号)[EB/OL]. (2012-8-24). <http://www.moh.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/mohwsjdj/s7891/201209/55823.htm>