

# 米饭风味及其调香技术的研究进展

银玉容

(深圳市水产公司沙井分公司)

赖来展 杨雄

(广东省农科院生物所)

肖凯军

(华南理工大学轻化所)

**摘要** 本文概述了米饭风味研究和大米调香技术的进展,从米粒的结构和成分、米饭挥发性成分、米饭风味的影响因素以及米饭风味分析方法等方面进行了论述,并指出了今后米饭风味研究的方向。

**关键词** 大米 风味

大米是亚洲人的主食,我国有三分之二的居民喜食大米。随着人们生活水平的提高,人们不仅对大米的营养价值越来越注重,且对食用品质和风味的要求也越来越高。但是,市场上出售的许多大米,由于米放置时间过长,煮出的米饭粘性小,口感松散,没有弹性和柔软性,风味不佳,难以被消费者接受。另一方面,因为大米的品种不同,缺乏香米的特有香味,价格和档次难以提高。因此,对于米饭风味化学的研究及其调香引起许多学者的重视。近十年来,日本在这方面的研究甚多,我国近几年来也开始了这方面研究。本文对于米饭风味的研究情况和今后的发展方向综述如下。

## 一、米粒的结构和成分

稻米一般是经过脱壳、内外颖后,以糙米的形式储存起来,食用时再加工成精米,一般所说的生米气味是精白米的气味。糙米包括白米、红米、黑米均由果皮、种皮、外胚乳、胚乳及胚所组成,胚乳是米粒的最大部分,包括了糊粉层和淀粉细胞。糊粉层细胞中充满了微小的糊粉粒,含有蛋白质、脂肪、维生素、色素等,不含淀粉,是大米的重要营养素之一。淀粉细胞中充满了淀粉粒。胚由胚芽、胚茎、胚根和盾片组成。糙米再经过加工碾去皮层和胚,留下的胚乳,即为食用的大米。糠层、胚芽和加工时混入的碎米屑及米粉等合在一起称

作米糠,通常糙米加工成为精米时要分离出8~9%的米糠。

大米中,蛋白质约为10%,脂肪约为2.5%,并且含有0.2% VB<sub>1</sub>、0.6% VB<sub>2</sub>以及0.43% VB<sub>6</sub>和多种矿物质例如Fe, Mn, Zn和Cu等,而大米的主要营养成分大多数集中在糙米表面的糊粉层和胚芽上,因此,在米粒外层部分所含成分对米饭香气的形成有着重要关系。

## 二、米饭嗅香机理及风味的产生

1. 嗅香机理 有关嗅香机理先后出现二十多种学说,但是归纳起来不外乎两类,即微粒学说和波动学说。微粒学说认为香是由物质分子或粒子的物理、化学作用产生的,该作用由化学键或分子内部震动引起的。波动学说把香感觉的机理看作如听觉和视觉,所以该学说认为香是由香分子的震动产生的。以上各种学说按嗅香机理又可细分为振动学说、辐射学说、物理化学学说和化学学说等。

化学学说的前提是香物质必须是挥发性物质,香物质的挥发微粒进入鼻腔刺激嗅觉器官,嗅觉香受体(osmoceptor)与香分子或香团(osmophor, osmiophorgroup)发生化学结合或产生吸附形成一种结合体,该结合体溶于嗅觉器官中的水溶性类脂类物质中。此学说认为香与香物质的分子结构,种类和人的嗅觉生理构造等有关。

Wright 等人提出了振动理论(Vibrational theory),这种理论的出发点是:一个物质的特征嗅味与它的分子中某一部分或中心分子的特征振动频率有关。这种频率可以通过红外或拉曼光谱测定,重复出现的频率可以作为有同一嗅味的化合物。Wright 等论证在很多情况下的光谱性质与嗅味特征之间的关系,但仍有许多不协调的地方,有待进一步证实。

辐射学说认为从受香组织中辐射出红外线,被香物质吸收后产生香气。

此外,嗅觉有敏锐性、适应性、个人差异性等特点,并且受物理和生理因素的影响。

2. 米饭风味 米饭的风味是一种感觉,包括食物入口以后给予口腔的触觉、温感、味感和嗅感等四种感觉的综合。触感与温感是物理属性,味感和嗅感则是化学属性。在米饭中,触感、味感和嗅感对大米的风味产生重要的作用。触感主要指米饭的粘性、硬度和弹性;味感主要指米饭中成分对舌头味蕾的刺激作用,这种刺激是复合性的,嗅感则指米饭中挥发性分子刺激鼻腔内嗅觉神经所产生的刺激感,令人喜爱的称为香气,令人生厌的称为臭气。

米饭的粘性和硬度主要是糊化的淀粉和变性的蛋白质产生的,在咀嚼过程中通过牙齿的撕裂、切断和舌头的搅拌以及口腔的咀嚼等感受到的;米饭中的呈味物质溶于水后从味孔进入味蕾,刺激味细胞,主要表现为清甜味,大部分是由唾液酶作用产生的小分子糖类和氨基酸形成的。米饭中的挥发性成分,往往包含在米饭组织中,当进入口腔以后经过咬破咀嚼,香气才能充分释放出来,并通过咽喉部分回流进入鼻腔,因此产生嗅觉。目前,对于米饭风味的研究主要集中在对米饭香气的研究,即对米饭挥发性成分的研究。

### 3. 米饭的香气物质

(1)米糠的挥发性成分:精白米的气味虽不强烈但却富有特征,特别是刚加工不久的精白米,有一种新鲜的“糠臭”,这种气味是从糠

沾染到精白米上的。事实上,糠臭和米饭香味两者有很多共同成分。米糠经水蒸馏后的挥发性成分达 250 种以上,已对其中 170 种物质作出鉴定,其含量和对风味的作用如表 1 所示。

表 1 米糠的重要挥发性成分

化合物	含量	气味特征
内酯类	较多	香气温和,甜而浓重
甲酮类物质	少	香气甜而稍带酸气,
2-己酰噻唑	多	谷类香气
烷醛、烯醛	多	独特的青气臭
吡嗪类	少	爆米花焦香
4-己烯基苯酚	很多	腐烂稻草臭
4-己烯基创木酚	多	不愉快臭

(2)米饭的挥发性成分:从前已知硫化氢、乙醛和氨是形成米饭香气的挥发性成分,刚刚煮好的米饭有比较强烈的硫化氢和乙醛的气味,随着时间增加,这些低沸点化合物的气味逐渐挥发散失。接着闻到的气味是由较高沸点组成的,经过再次蒸煮的米饭,可以明显的闻到与米糠形成有关的气味。实验结果表明:米饭和米糠的挥发性成分从定性看没有太大的区别,两者水蒸馏时所得到的挥发性成分完全相同。将糙米加工为各种精度的精米后,分别煮成米饭,精度过高的米煮成的饭香气变弱,米粒外层部分的挥发性成分,特别是酮类等化合物,对米饭的形成作用较大。

据统计,从米饭中已鉴定出来的挥发性成分多达 120 种以上,这些主要挥发性成分如表 2 所示。

表 2 米饭的主要挥发性成分

化合物	含量	化合物	含量
烷烃类		酚类	
十二烷	很少	苯酚	中等
十五烷	很少	对甲酚	中等
十六烷	很少	愈创木酚	少
十七烷	很少	4-己烯基苯酚	很多
十八烷	很少	4-乙烯基愈创木酚	多
十九烷	很少	有机酸类	
二十烷	很少	己酸	少
二十一烷	很少	辛酸	少
烯烃类		月桂酸	少
苊烯	少	肉豆蔻酸	少
芳香族化合物		软脂酸	少
苯	很少	硬脂酸	少
甲苯	中等	油酸	少
乙苯	少	亚油酸	少
邻二甲苯	少	酯类	

表2 米饭的主要挥发性成分(续表)

化合物	含量	化合物	含量
对二甲苯	少	甲酸乙酯	多
间二甲苯	少	乙酸乙酯	很多
萘	中等	肉豆蔻酸甲酯	很少
醇类		油酸甲酯	少
乙醇	很多	油酸乙酯	少
戊醇	中等	杂环类	
3-甲基-1-丁醇	中等	吡啶类	中等
丁醇	少	吡啶	很少
己醇	中等	2-甲基吡啶	很少
庚醇	中等	3-甲基吡啶	很少
1-辛烯-3-醇	多	2-戊基呋喃	中等
醛类		吡嗪类	
3-甲基丁醛	中等	2-甲基吡嗪	少
戊醛	很多	2,5-二甲基吡嗪	很少
己醛	很多	2,6-二甲基吡嗪	很少
醛类		噻唑	中等
庚醛	多	2-乙酰噻唑	中等
辛醛	多	噻吩类	很少
壬醛	多	噻吩	很少
反-2-辛烯醛	中等	吡咯	少
苯甲醛	中等	其它吡咯	少
苯乙醛	中等	其它	少
糠醛	少	苯胺	很少
酮类		二苯胺	很少
2-庚酮	中等		
2-辛酮	少		
3-辛酮	少		
6-甲基-5-庚烯-2-酮	中等		

另外,Buttery 和 C. M. Paule 都发现香米饭和非香米饭的气味成分差别是香米饭含有爆米花的香味,而且香米饭中 2-乙酰-1-吡咯啉含量高而已醇含量低,但是非香米中己醇含量却很高;2-乙酰-1-吡咯啉与米饭的香气呈正相关性,己醇含量与米饭的香气呈负相关的关系。

### 三、影响米饭风味的因素

1. 大米种类和加工精度的影响 大米由于品种、产地不同,其淀粉、蛋白质、脂类等的组成、结构、性质以及酶的活性均不同,导致米饭的粘性、胀性、弹性和香味存在着差异。

直链淀粉含量高的大米,淀粉不容易糊化,粘度小,容易破碎,口感差;支链含量高的大米,淀粉容易糊化,粘度大,食味好。淀粉酶活性强的大米,淀粉容易水解生成麦芽糖和糊精,蒸煮的米饭粘性较强,适口性好。大米中的脂肪酶活性高,通过油脂氧化产生出一些羰基化合物(如醛、酮等),造成米饭的不新鲜。另外,食味好的米比食味差的米游离酸含量高。

2. 大米加工过程对风味的影响 在加工精度不同的大米中,形成米饭香气前体的成分组成不同,因此生成的香气也不相同。加工成的不同精度的精米分别煮成米饭时发现,精度为 92% 的米和精度在 85% 以下的米煮成的米饭在香气上存在明显的差别。精度高的米煮成的米饭香气变弱,精度为 92~85% 的外层部分中所含成分和米饭香气的形成有关。

Tsugita 等人研究了大米的破碎度对米饭挥发性成分的影响并鉴定出 40 种挥发性成分,结果发现米饭中的总挥发性成分的量随着粉碎程度的增大而升高,大米的表面积对米饭香气的形成有一定的作用。但是,碎米不耐保藏,影响大米的外观和食用品质,并且在蒸煮前淘洗时容易流失。

3. 大米储藏条件对风味的影响 大米储藏温度、时间和水分的变化对米饭风味起着重要作用。

大米储藏温度高,酶的活性太强,对风味产生不利的影响。淀粉被淀粉酶水解成还原糖,粘度下降,如果条件适宜,还原糖有可能继续氧化,生成二氧化碳或产生酒精和乳酸等,使米饭口感和风味发生劣变。另一方面,脂肪在脂肪酶的作用下发生水解,使大米带酸味,游离脂肪酸还可继续氧化产生对米饭不新鲜气味起主要作用的戊醛和乙醛。较高的温度可使蛋白质水解和变性,空间结构松散,米饭变硬,粘性减小。Tsugita 等人发现大米的储藏温度越高,米饭中游离酚酸的量越大,己醛和 1-己醇两种成分含量明显升高。

大米储藏一定时间后,煮成的陈米饭口感松散,没有弹性和柔软性,固有的香味消失,有一种不愉快的陈腐味。陈米饭的挥发性成分较少,低沸点组分占的比例相对较小,不新鲜的气味主要由一些游离脂肪酸和油脂氧化产生的一些羰基化合物(如醛、酮类等)造成的。

水分越高,大米的呼吸作用越强,酶活力越高,营养物质消耗得越多,对米饭的风味产

生不利的影晌。

#### 四、米饭风味成分的分析

1. 米饭风味的检验 目前主要还是通过人的嗅觉和味觉等感官进行米饭风味的检验,由于感官检验因人而异,一般采用统计感官检验法。统计感官检验法一般分为:一点检验法,两点识别检验法,两点嗜好检验法,两点双定检验法,三点识别检验法,一对两点检验法,顺序法和极限法等等。

米饭的粘度和硬度也可以采用流变仪进行测定,国外有专门模仿人的咀嚼动作测定食品粘性、弹性和柔软性的流变仪。

#### 2. 米饭挥发性成分的化学分析

(1)米饭挥发性成分的采集和浓缩:目前大多采用蒸汽蒸馏—萃取法和顶空气捕集法进行米饭挥发性成分的分析和浓缩。蒸汽蒸馏主要采用减压蒸馏法,可以减少热降解引起的后生物,然后使用低沸点溶剂提取蒸馏液。现在多使用 Likens - Nickerson 型, Schiltz 改进型和 MacLeod - Cave 改良型等装置进行这种先蒸馏后萃取的方法。由于顶空气体中某些挥发性气体代表米饭的真实风味,因此顶空气捕集法也是目前应用最广泛的方法之一,包括吹气冷冻法和多孔高聚物吸附法。

(2)米饭挥发性成分结构和含量的确定:气相色谱法和气相色谱—质谱联用分析法是米饭挥发性成分进行结构鉴定应用最广泛的方法之一,特别是七十年代毛细管色谱技术以及程序升温带微机的色谱仪的应用,使米饭的挥发性成分能够快速分析。利用核磁共振红外光谱也可以进行挥发性气体的结构鉴定。

此外,有一种专门用于香味分析的感官气相色谱仪,这种仪器通过色谱将香味的种种成分分离开来,然后一边采用热导池检测器或氢火焰电离检测器描绘其色谱图,一边通过人的嗅觉评价各种不同的香成分,熟悉的香气可以判断其化合物,不熟悉的香气可以判断出该成

分在整体香气中的作用。

#### 五、米饭风味的改善和调香技术

1. 大米不良气味的改善及调香 在陈米饭中不新鲜气味主要是一些游离脂肪酸和戊醛、己醛等羰基化合物。Yanamoto 等人在烹煮过程中添中赖氨酸可以有效地除去陈米的气味。Furuhashi 等人和周瑞芳等人曾先后利用 L-半胱氨酸和组氨酸改善陈米的不新鲜气味,这是由于氨基酸和陈米中羰基反应生成无色无味的物质的缘故。 $\beta$ -环糊精、葡萄糖酸- $\delta$ 内酯均可改善米饭的风味。 $\beta$ -环糊精是以  $\alpha$ -1,4-糖苷键结合成的环状低聚糖,环内侧为疏水基,环外侧为亲水基,环内有一定的空间,包埋了陈米饭中有许多异味的疏水性小分子物质,从而消除陈米的异味。另外在陈米粉中可以添加香米粉,由于香米粉中含有较多 2-乙酰-吡咯啉等香气成分,大大掩盖了陈米的不良气味。

目前,通过对米饭中的香味成分的分析,已经研制出不同大米香精和大米增香剂,有一些已经应用于大米的生产,对大米进行调香。在调配大米香精时,主要对大米挥发性成分的分析,通过对大米香精的头香、基香、体香、溶剂以及增效剂的选择,进行精心调配而成。在大米加工时,大米香精直接喷涂上光,生产免淘米。此外,从天然生物中直接提取香味成分,也生产了大米的增香剂。现在存在的主要问题是大米增香剂如何固定和保留等,这些问题有待进一步深入研究。

2. 米饭粘生和硬度的改善 放置时间较长的大米细胞壁变硬,不溶性直链淀粉增加,游离脂肪酸—直链淀粉复合物增多,淀粉分子链彼此结合更加紧密,这些都促使米饭的硬度增加,柔软性和粘性降低。日本的森高真太郎和佐竹利彦等采用添加有机酸、支链淀粉、酶制剂等方法使陈米的口感和粘性有所改善。葡萄糖酸- $\delta$ 内酯、蔗糖酯与柠檬酸对陈米粘性和弹性的改善起着重要作用。蔗糖酯作为

亲水性表面活性剂能使水分子容易渗透到米粒淀粉细胞的内部,使淀粉易于糊化,进而增加米饭的粘性。柠檬酸可增加米粒细胞的渗透性,增加淀粉分子之间的空间,降低米饭的硬度。此外,淀粉酶作用于淀粉,松弛了淀粉粒晶体结构,提高淀粉糊化率,增加了米饭的柔软性和弹性。

## 六、米饭风味研究展望

1. 深入研究米饭风味形成机理 目前,对于米饭风味形成研究应从以下方面进行:①在多种挥发性气体中,对于决定和主导米饭香味特征的成分和产生良好香味的成分,尚无结论,仍需进一步探讨;②米饭的风味是米饭的香气、滋味和软硬度等因素的综合体现。目前,对于米饭的气味研究较多,对于米饭滋味研究的比较少,需要从多方面研究米饭风味;③目前,静态研究较多,动态研究较少,应该采用热分析等动态的分析方法研究米饭在加热过程中成分的变化。

2. 进一步改善实验手段和实验条件 由于分析仪器虽然能够比较准确地分析物质含量,但是无法对米饭风味物质的呈香类型和呈香强度进行分析,而感官检验法受许多因素的影响则不太可靠,因此有必要把两者有机地结合起来,以求得两种方法的必然联系。另一方面,深入发展高效毛细管等快速分离法、气相色谱-红外光谱-数据联用和气相色谱-质谱-数据联用等分析方法,建立米饭气味成分的色谱数据库,以寻求更加快速、简便的分析方法。

3. 大米加工工艺和风味化学的有机结合

研究 由于米饭的风味受原料成分、大米加工方式和储藏条件的影响,故必须研究合理的大米加工方式和最佳的储藏条件,以产生最令人满意的米饭风味。可以通过不同种类的大米的搭配,特别是与营养价值高的黑米、红米等特种米的合理搭配,提高大米的营养水平和风味。此外,改变几种风味化合物的浓度,添加新的风味化合物或风味前体等对某种风味进行强化以及掩盖不良风味,同时,在免淘米和增香米等方面进行进一步研究。

4. 运用调香技术,开发新型大米增香剂 自然界中和人工制造的食品中存在着许多香味成分,可以利用比较先进的手段对香味成分进行大量分析工作,模拟米饭的香味,寻找新的米饭香型,增加新的种类。目前,国际上一些国家已经研制出呋喃类、吡喃类、噻吩类等新型食用香料,我们可以利用这些香料,通过新的调香技术配制出各种新型风味的米饭香味,例如麦芽香型、蔬菜香型、肉香型等新型大米增香剂。

此外,还需要进一步开发丰富的野生香料植物资源,从生物体中提取米饭香味的呈味物质,研制出天然米香剂。目前我国已经从云南的米香草中提取了香梗 8618 米的特征香气成分。通过微胶囊化,香味物质固定化等技术,避免大米在淘洗过程中香味成分的损失。

今后,商品米的发展方向应是研究米的营养、色、香、味、形的有机结合,以适应人类饮食营养结构的第五次革命。

(收稿日期:1997.5.27)

参考文献(略)

## 《农牧产品开发》杂志是您的挚友和参谋

本刊自问世以来,受到广大读者、作者的厚爱,在此表示感谢!为办好本刊,希望各界踊跃投稿。本刊辟有百字广告栏。欢迎广告中介服务,以优惠价刊发彩色、黑白广告。

1998年本刊改为双月刊,全年订价18.00元,邮发代号:18-221,各地邮局(所)办理订阅手续,也可与编辑部直接联系。