

决于制造设备的型式及如何操作。通常认为：制造一种稳定的 O/W 型乳状液是困难的，因而掌握蛋黄酱的乳化技术是一种艺术。

蛋黄酱经典的制造方法是：将各种固体物料（蛋黄、芥末等）一起干磨，然后加少量醋（约 $\frac{1}{3}$ ），在激烈搅拌下徐徐加油，使成一很粘的“核心”，最后加进剩余的醋稀释至所要的组份。该工艺较一开始即加进全部的水相能获得较好的产品稠度。

制造蛋黄酱最常用的设备是真空混合机和胶体磨。而乳化效果很强的机型如均质机或超声波均质器却不适宜。胶体磨的操作是让物料通过高速转子（3600 r·p·m）和固定定子的环状间隙，物料在低度时入磨，在冲击、剪切、研磨力的作用下，达到均化、弥散效果，形成稠、糊状产品。动、静磨片之间的间隙大小决定着：物料乳化效果、最终产品粘度及设备处理量。混合机操作是维持慢速搅拌（475 r·p·m），以制备粗的乳状液，然后通过胶体磨达到奶油状结构。

蛋黄酱的连续生产工艺由预混合进料罐和两段混合过程组成。预混合罐除去部份醋以外，混合所有的组份，然后自流进第一混合单元。在泵入第二混合阶段时，加进剩余的醋溶液，以保证产品的醋平衡。

另外，加工过程的缺氧条件或充氮，能使产物的比重减轻，有效贮藏时间大为延长。

三、影响产品稳定性的因素

影响蛋黄酱乳状液稳定的因素有：蛋黄、相体积、粉末乳化剂、加料程序、混合方式、

操作温度、水质硬度、产品粘度及贮藏条件等。

1. 蛋黄内含卵磷脂 10%、胆甾醇 1.5%，卵磷脂是 O/W 型乳化剂，而胆甾醇是 W/O 型乳化剂。经验证明：当卵磷脂/胆甾醇 $< 8:1$ 时，体系即发生变形成 W/O 型乳化液，蛋黄酱产品的状态将被破坏。故此认为：蛋黄酱的乳化是依靠卵磷脂、胆甾醇的作用；体系成 O/W 型乳状液依靠加料顺序和制造工艺；而产品的稳定性能则主要依靠粉末乳化剂的作用效果。加 1~2% 的白色芥末粉即可维持体系稳定，粉细则乳化效率高。另外，采用新鲜鸡蛋，因蛋黄卵磷脂分解程度低，亦有利。

2. 制备 O/W 型乳化液的加料顺序和混合方法是：油相入水相-慢或水相入油相-快。

3. 过分的研磨亦不可取。否则颗粒太小，相界面体积增大，致使乳化剂达到其效能不足以维系的地步。

4. 最佳的乳化操作温度为：15~20°C。高温将使物料稀薄；而低温又使产品出现轻度化现象。另外，蛋黄酱是“生食品”，无需经过巴氏灭菌。为防止微生物污染，一些原料如鸡蛋、醋、佐料等可预先加热到 60°C、3 分钟，冷却后备用。

5. 酌加少量的胶（明胶、果胶、琼脂等）可以稳定产品，硬水则有不利影响。

6. 产品中若盐、醋含量偏高，稳定性降低。在水相中，醋酸浓度 2%、食盐浓度 10% 较宜。

7. 装瓶后的产品在贮藏期，防止高温和震荡，均有利于延长货架寿命。

食品风味和食用香料的生物合成

轻工部食品发酵所 石 煌

摘 要

本文详细综述了近年来采用生物技术合成食品风

味剂的研究成果。生物技术制造食品风味剂可分为两大类，一类为复合型风味如奶制品，肉香等，一类为

产生单一香料物质，如醇醛、酸、酯，杂环化合物。文中介绍一些产香的菌株和酶系，以及有关反应机制，特别对有生产价值者作了较详细说明。该技术制得食用香精香料为天然性，具有若干优点，是香精香料近年开发方向之一，亦是生物技术应用的新领域。

食品风味剂和香原料属于食品添加剂，在保持和改善食品感官质量和增加食品品种方面起重要作用。风味剂和香料有天然和人工合成的两大类，从消费者心里讲，天然来源的风味更受欢迎，虽然，从科学角度，不能断言天然的一定比人工合成的更安全，但天然风味有其风味醇厚，柔和，令人乐于接受的优点，这是人工合成的所不及的。但是传统的天然风味剂或香料生产方式为从含香的动植物体中萃取、蒸馏或从无风味的前体物质经类似烹饪的方式加工而获得的，往往受到原料来源，地区等限制，无法大量生产，价值昂贵。如果能利用生物催化剂酶或微生物代谢活动（实际也是利用微生物体内的酶）来制取风味剂和香料，则可以在短时间内获得大量产品。近十余年来，食品风味学者和生化学者在探索这方面的课题，并已做出显著成绩，就目前所得到的产物而言，它们确实与天然产品特性类似，深受欢迎，并且得到世界公认。WHO，FAO 所属的 CAC 下属食品添加剂委员会已明确定义，即通过发酵法等生物合成技术制得的风味属于天然范畴。这样又支持了该领域的开发，至今仍是方兴未艾。成为生物技术在食品科技领域中应用的一个重要分枝。

实际上，这在人类尚未建立酶和微生物概念之前，就已开始利用发酵法来制造食品了，如酸奶，奶酪，豆腐乳，果汁造酒，米酒等等。开始主要是为了延长食物的保存期，同时又增加了风味。随着现代化工业的演变，罐藏，冷冻等先进技术发展起来，发酵食品为延长食物寿命的作用越来越不重要，而利用它的特有的风味作用反而成为主要目的。

早期的发酵食品还很少使用纯的酶和微生物，多是自然发酵或留用“起子”（上一批发酵后的产品留少许作为下批菌种）的方式生产，

直到 1956 年 Hewitt 等人发现在食品加工过程损失的风味，可以通过添加某种酶制剂得以恢复，如热烫过的脱水鲜水芥，变为无味产品。从一种白水芥子中制取出一种酶制剂，也是无味无嗅的，将这种酶制剂添加到热烫后的水芥之后，几分钟，水芥的典型味道就可以恢复，这是食品工作者第一次有意识地利用生物技术制取风味的记载。后来发现，许多蔬菜如洋白菜，四季豆，洋葱等和一些水果都有类似现象，说明酶在风味形成中起重要作用，在热烫过程中，原果蔬中的风味受热挥发或分解，同时，酶也发生热失活，但风味的前体物可能是热稳定、不易挥发的化合物，当加入由新鲜果蔬中提取的酶，又会催化前体物转化为风味物质。

食物中的酶可来自多种渠道：1. 食品原料中固有的；2. 来自污染的微生物；3. 由特别加入的微生物所产生的；4. 向食品中特别添加的。第一类，虽然常常可以对风味做出贡献，但可惜，在食品加工中往往会受到破坏，使风味不能形成，或只能形成一部分。食品原料中所污染的微生物，一般通过食品加工中的杀菌工序，在成品中均已被杀死，它们所含的酶亦不起作用，如处理不当，这类酶往往促成异味产生，是需防止的。当然，传统的自然发酵食品，则是利用存在于食物原材料中自然存在的微生物，如泡菜等，但这需一定经验和控制条件，使所需菌呈优势生长。现代食品加工，则可以以纯种代替。而采用由第 3、4，两条道路进入食品中的酶，才能有意识地利用它发展风味。这些酶和微生物在食品加工中可以产生多种风味性产物，即有复合性的风味，又有包括酸、醇、酯、内酯、醛、酮等风味成分和香原料的单体，由生物技术得到这些配料后，可以进一步调出各种香气和香味。

复合型风味

1. 奶制品：奶中的乳糖转变成乳酸是发酵乳制品的基本过程。奶酪是其中一大类，盛行西方和中东，在奶酪发酵后的熟化过程中，其

中的脂肪，蛋白质和碳水化合物，在酶作用下发生不同程度的降解，而形成了一个复杂的含多种化合物的混合物，出现独特的风味。大多数奶酪主要风味成分为脂肪酸，它是由乳酸菌中的解脂酶作用于乳脂而放出的，解脂酶有各种不同品种，特异性不同，有专门水解短链脂肪酸酯的，有对长链脂肪酸酯水解能力强的，甚至仅对某一、二种脂肪酸起作用的。而不同的脂肪酸风味不一，所以要制取不同风味的奶酪，必须选择恰当的酶。以意大利型奶酪为例，它所用的菌种中产的解脂酶，对4—8℃的脂肪酸作用最大(图1)。而丁酸就是这类奶酪的典型风味物质。一般高碳脂肪酸常具肥皂味道，在奶酪中不适过多。总脂肪酸浓度过高，也会产生令人不愉快的味道，所以掌握条件和时间，控制水解是重要的。



图1 意大利乳酪菌种对脂肪酸水解的特异性

对另一些霉菌发酵型奶酪如青霉奶酪，其风味成分中除脂肪酸之外，来自蛋白质方面的降解物也起着很重要的作用，如肽和氨基酸，使之带有一定的鲜味。再者，青霉菌在脂肪酸浓度过高时会影响菌的生长，青霉菌会产生脱羧酶，使之经氧化脱羧而成为甲基酮，这是青霉菌自身的解毒作用，而甲基酮有特异风味，它积累起来成为了青霉奶酪的特异香味成分。

酸奶是发酵乳制品中的另一大类，该产品的风味在世界，包括我国都很盛行，它的风味不仅仅来自乳糖转化成的乳酸，在后熟阶段产生重要的风味成分“双乙酰”，乳酸可能是其前体，也可能是由糖代谢的三羧酸循环中产生的丙酮酸，经3—OH丁二酮而生成的。

2. 肉制品：刚刚屠宰后的肉是没有风味的，必须放置一段时间后，经后熟，动物体虽

然死了，但体内的酶会继续发生作用，生成某些是鲜味的核苷酸和氨基酸，即使如此，生肉的鲜味仍很差，必须经过烹调，这主要是因为肉中的氨基酸和糖类在烧制过程发生“米拉德”反应，生成一系列香味成分，这方面的研究和专著很多，从分离鉴定出的肉香风味成分看，它们几乎包含了有机化合物的各个集团，如各种醇、醛、酮、酸、酯、内酯(包括饱和的和不饱和的，脂肪族和芳香族)含氮杂环如吡嗪类和含硫化合物以及含硫杂环，在肉香中起着很重要作用。还有水解产生的单核苷酸。计有数百种化合物，它是一个各种成分混合的复合体。当然其中有起重要作用的主香化合物，有起背景作用的基底物质，各种类型的肉和不同制法的制品，化合物组成和比例均不同。

香原料单体

利用酶和微生物的作用，也可以制得各种单一的香料，它涉及到分解，合成，氧化，还原等各种生化反应过程，经过分离，纯化，可以得到单一的纯净化合物，供调配风味剂使用。

1. 低分子的羰基化合物

丁二酮(双乙酰) 酸奶中的香气成分丁二酮，在酸奶中是与其他香气混合而存在，使用乳酸链球菌纯种培养，由培养液蒸馏分离可得到纯净的双乙酰，它是由链球菌所分泌的酶催化作用的结果。生化路线如前所述。应用中发现，若在培养基中添加柠檬酸，丁二酮产率明显提高，这是因为丙酮酸的前体为柠檬酸的缘故。

纯双乙酰具典型而尖锐的奶油香气。用酸奶种子纯种培养后分离制备丁二酮，现已成为利用生物技术在生产上制取风味可行的技术之一。

2. 内酯 是一大类令人感觉十分愉快的香气化合物，广泛分布于水果，坚果，乳，焙烤等食品中，是配制香精的重要原料。

γ -癸内酯是目前已可以采用生物技术制造一个代表，它具有奶油香气和桃子香气。若

干株假枝酵母(*Candida*) 均可产生该酶系。可以蓖麻油为初始原料, 介脂酶先将蓖麻油分解产生蓖麻酸, 通过生物体特有的 β 氧化而生成羟基癸酸, 然后成环。

最近, 欧洲开发者提出了发酵后的提取工艺, 用酸化后蒸馏, 再以溶剂提取浓缩。产率可达 5g/l, 具有生产价值。同时发现酵母 *Sporobolomyces odorus* 会产生很强的水果, 特别是桃子香气, 但其 γ -癸内酯的量不高于 0.5 mg/l。因而推测在该反应体系中还存有其他香气化合物。

3. 酯类, 是食品中存在最普遍的香气的成分, 在葡萄酒, 白酒等酒中就可检出相当量的乙酸乙酯, 乙酸丁酯和乙酸戊酯等等数十种酯, 启发人们使用微生物发酵一定可以制得酯类。现已发现用酵母 *Hansenula anomala* 和 *Candida utilis* 可以制取乙酸乙酯, 培养液中浓度可达 4.5g/l, 具有生产意义。

在以甲苯为溶剂的体系中, 用羧酸如 4-OH 丁酸和 W-OH-十五烷酸, 以此酶系作用, 可以得到相应的 γ -丁基内酯和大环的十五烷基内酯。这菌所产酶系另一重要特点是在低温下仍可正常作用, 在 -22°C 下, 其酯化速度仅仅有极小降低。见图 2

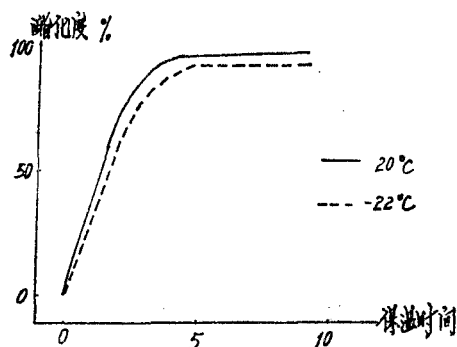


图2 *Mucor meinelii* 酶活与温度关系

该特性对于制取风味剂是十分有利的, 在低温下可以防止挥发而保留完整香气。

4. 吡嗪 是一类含氮的杂环化合物, 在焙烤食品, 坚果, 肉香中均鉴定出许多吡嗪类衍生物。它是调制香精的不可缺少的一大类香原料。甚至在蔬菜风味中也含该类化合物, 如 2

一甲氧—3—异丁吡嗪是柿子椒的特征风味物之一。

而有些吡嗪衍生物会导至食品异味, 这也是值得注意的, 如 *Pseudomonas taetrolens* 菌株可以产生 2—甲氧基—3—异丙基吡嗪, 这些化合物若出现在牛奶中, 会出现霉味。

5. 清香或青草味化合物 在生物体内广泛存在的脂肪氧化酶, 可以使不饱和脂肪酸氧化形成“氢过氧化物”, 由裂介酶催化, 这类“氢过氧化物”裂介形成挥发性的羰基化合物。形成果蔬的清香味, 如黄瓜中所含的油酸和亚油酸, 在脂氧化酶作用下生成 9—氢过氧化物, 然后裂介成了 3—顺—壬烯醛和 2—反, 6—顺—壬二烯醛具有黄瓜特有的清香、而在西红柿和苹果中由 13—氢过氧化物裂介成 3—顺—乙烯醛及异构成 3—反—己烯醛, 它们给出水果清香。但是该酶系往往存在于植物组织的细胞内, 用其制取风味受到一定限制。有人发现苹果皮上产生的风味比果肉内强, 所以可用“皮”为酶制剂, 如将果皮削下, 在室温下密闭容器中贮存 1~2 天, 则可产生相当强的风味。

但如果类似的反应发生在大豆油中, 则会在豆油中产生似青草样的异味, 称为“回味”, 它是氧化哈败的前期, 大豆蛋白制品中的豆腥味也来自这类反应。

生物技术生产风味剂(复合的)或香原料单体, 近十余年的发展已经从实验室走向生产。虽然目前采用该法生产尚不够广泛, 但从已成功例子, 说明它具有很强的生命力。它有天然风味的醇厚味正, 柔和, 令人愉快接受的特点, 又可不受原料, 地区限制, 克服无法从动植物天然提取的缺陷。由于微生物种类极多, 经过菌种选育, 有希望通过不同菌种制造出现已存在的绝大部分香原料, 而且还可以发现目前还未发现的新的优质风味原料。

参考文献略