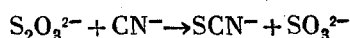


风 味 酶

华南工学院食品工程系 袁振远

风味酶(Flavorese)一词是1956年Hewitt等人首次提出来的[1]。风味酶的定名源于过去把催化合成的酶,在其词尾加一个“ese”;而在催化降解的酶的词尾加一个“ase”。例如过去把催化下列反应的酶称为Rhodahease(硫氰酸酶)



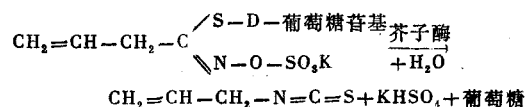
按现时国际酶学委员会的系统命称为Thi-
osulphate Sulphurtransferase(硫代硫酸转硫
酶, EC2.8.1.1)。但作为普遍名, Rhodanese
一词仍沿用至今。

由于风味酶的作用是合成各种食品的风
味, 这些酶的酶学特性尚未查明, 因此, 统称
之为风味酶。

无论是通过正常新陈代谢积累起来的风
味, 或者通过组织细胞被破坏后才产生的风
味, 都会在加工过程中(主要是加热)被失掉,
与此同时, 产生风味的酶也失活, 但产生风味
的前体却不一定消失。如果把那些催化产生风
味的酶添加到加工食品中, 则有可能使食品回
复原来新鲜的风味。这些酶的最好来源就是原
来未曾加工的新鲜食品。把食品特别是水果和
蔬菜用水抽提, 用丙酮把水抽提物中的蛋白质
沉淀出来, 风干或低温干燥后, 作为风味酶制
剂, 把它加到脱水的食品中, 可以使脱水食品
回复原来新鲜风味。此外, 当食品中存在有合
成某种风味的底物时, 添加某种风味酶则可使
食品具有某种风味。

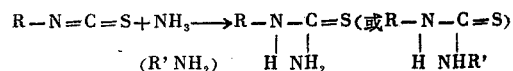
例如, 芥菜特别是芥菜籽中存在着异硫氰
酸酯葡萄糖苷。所谓异硫氰酸酯是具有 $\text{R}-$
 $\text{N}=\text{C}=\text{S}$ 结构式的一类化合物, 它们在生物体
中以葡萄糖苷的形式存在, 当它们受存在于生
物体内的葡萄糖硫苷酶(Thioglucosidase E C
3.2.3.1)的催化下, 水解生成葡萄糖及二硫氰
酸酯, 后者具有辛辣的香味。

葡萄糖硫苷酶是国际酶学委员会的系统命
名, 普通名有 Glucosinolase Sinigrinase(黑芥
子酶), Myrosin, Myrosinase(芥子酶), 芥子
硫酸酶(Myrosulfatase)。把这种酶和芥子联系
起来是因为虽然十字花科植物中都含有异硫氰
酸酯葡萄糖苷以及葡萄糖硫苷酶, 但在芥子中
特别丰富所致。芥子中的异硫氰酸酯葡萄糖苷
分子中的 R 是烯丙基, 这种糖苷称为黑芥子
苷(Sinigrin), 它受芥子酶的催化水解释出烯
丙基异硫氰酸酯, 俗称芥子油:



当芥子加水研磨制备芥辣时, 随着研磨时
间的延长, 辛辣味愈浓, 就是因为芥子酶催化
芥子苷水解, 产生的烯丙基异硫氰酸酯愈多所
致。

当芥子研磨成芥末时, 由于研磨是在干燥
的条件下进行的, 芥子酶受热被破坏, 残存的
芥子酶也由于在干燥的场合下不能发挥作用,
因此, 芥末的辛辣味仅是研磨前存在于芥子中
的烯丙基异硫氰酸酯所表现的。芥末在存放期
间, 异硫氰酸酯会缓慢地和氨或胺作用, 成为
无辛辣味的硫脲:



Konigsbacher 用微胶囊的葡萄糖硫苷酶
加到成品芥末或芥酱中, 可以延长它们的货架
期[2]。

葡萄糖硫苷酶可由萨氏曲霉(Aspergillus
sydwi)在含黑芥子苷的培养基中分离出来。
Tani 等人从阴沟肠杆菌(Enterobacter cloa-
cae)制备葡萄糖硫苷酶[3]。开创出风味酶不一
定要从新鲜食品中提取的先例。

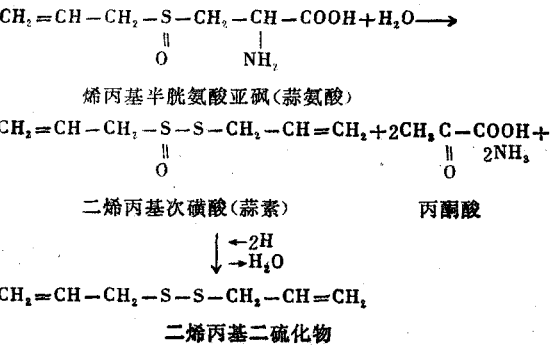
Bailey 等人分析了新鲜甘蓝的挥发性香气

的成分是异硫氰酸酯、二硫化物及三硫化物等^[4]。甘蓝的异硫氰酸酯与芥子油相似，因此可以借存在于芥菜中的葡萄糖硫苷酶把它释放出来，使它具有芥菜的风味。Schwimmer研究了风味酶对甘蓝风味的改变，结果如下表所示^[5]：

底 物	酶 源	风味的改变
经杀青的脱水甘蓝	未杀青的烫水甘蓝	稍有辛辣味，接近鲜甘蓝
经杀青的甘蓝	鲜甘蓝磨碎后的上清液 线粒体	辛辣，有异硫氰酸酯味 甘蓝心、大头菜的风味
经杀青后的甘蓝	芥菜	辛辣、辣根风味
经杀青后的甘蓝	洋葱	刺激性辛辣，洋葱风味，催泪

从 Schwimmer 的研究结果表明，经杀青后的甘蓝中的葡萄糖硫苷酶被破坏，未能释放出异硫氰酸酯，不具辛辣味，但用未杀青的脱水甘蓝的酶可使其回复新鲜时的风味，用鲜甘蓝的酶可获得更多的异硫氰酸酯，用芥菜的酶则更富辛辣味。

洋葱、蒜、十字花科植物（例如甘蓝、萝卜等）都含有烷基半胱氨酸亚砷类化合物（R—S—CH₂—CH₂·COOH）在蒜中 R 是烯丙基 $\begin{matrix} \parallel \\ \text{O} \end{matrix}$ NH₂，（CH₂=CH—CH₂—）在洋葱里，R 是正丙基及甲基（CH₃—CH₂—CH₂，CH₃—）在十字花科的作物中是甲基。这些亚砷类化合物在蒜酶（EC 4.4.1.4）的催化下裂解成为烷基次磺酸，再经还原成为烷基二硫化物。例如在蒜的场合下反应过程如下：



二烷基次磺酸和二烷基二硫化物都具有蒜香味和辛辣味，因此用洋葱的风味酶（包括蒜酶在内）处理甘蓝，可以获得更多的辛辣味。Schwimmer 曾用蒜的丙酮粉处理甘蓝却得不到蒜的风味，这可能是由于底物差异，或者某些辅酶（例如 NAD）被破坏所致。

Gremli 及 Wild 用番茄的抽提物处理喷雾干燥的番茄粉，可以回复新鲜时的风味^[6]，Hultin 及 Proctor 在经热处理的香蕉酱中添加香蕉的粗蛋白，可以回复新鲜香蕉的风味^[7]。

近年来有人研究利用微生物来增加食品的风味。日本学者服部等人^[8]从未成熟的青草莓中分离出一种卵孢霉（*Ospora suaveolens*），把它接种到经过杀菌的草莓酱中，产生比新鲜的成熟草莓风味更好的过熟风味。对葡萄、香蕉、桃及菠萝等的果酱或果汁，接种上述卵孢霉，也同样得到过熟的香气。德国学者 Askar 等^[9]从老熟的草莓分离出卵孢霉，培养这株卵孢霉提取其中的酶，加到果酱或果汁中可提高其风味。

食品风味的形成是一个生物化学的过程。无论是在生物体内形成的，或者是离体后才形成的，都要有两个先决条件：一是形成风味物质的底物；二是催化风味物质形成的酶系。所谓风味酶实质上是在有底物存在的前提下，催化这些底物形成某种风味的复合酶系。我们不能设想用丙酮沉淀芥菜抽提物制取的风味酶加到喷雾干燥的番茄粉中使其回复新鲜番茄的风味，或者获得芥辣味。笔者认为某些书刊介绍风味酶时，提出“从什么原料提取的风味酶，就可产生该原料特有的香气”。这种提法是不全面的。仅提出个人认识供同志们参考。

参考文献：

略