



萝卜肉质根的辣味物质研究

沈奇

汪隆植

(江苏省农科院蔬菜研究所 南京 210014) (南京农业大学园艺系)

摘要 在分析国内外萝卜辣味问题研究结果的基础上,对萝卜肉质根辣味物质(MTB-ITC)的结构与性质、在萝卜植株内的生理作用、在肉质根中的含量与分布及其定量测定方法等进行了综述,以期对萝卜辣味的进一步深入研究提供参考,对萝卜高品质栽培与育种起到积极的作用。

关键词 萝卜 辣味物质(MTB-ITC) 测定方法

萝卜 (*Raphanus sativus* L.) 是重要的十字花科蔬菜之一。市场在要求萝卜品种丰富、满足周年供应的同时,也日益强调萝卜的品质。辣味是影响萝卜品质的重要因素。

1 辣味物质

早在1846年, Pless发现萝卜肉质根蒸馏物中有一种含硫的油具有辣味,当时对这一辣味物质的分子结构还不清楚⁽¹⁾。随着化学分析技术的进步,1966年Palle Friis⁽¹⁾用气相色谱和质谱仪联用的方法(GC-MS),鉴定出萝卜肉质根中含有4-甲基硫基-3-丁烯异硫氰酸盐葡萄糖苷(4-Methylthio-3-Butenyl Glucosinolate, MTB-GSL),它是引起辣味的前体物质。

萝卜肉质根的辣味是由4-甲基硫基-3-丁烯异硫氰酸盐(4-Methylthio-3-Butenyl Isothiocyanate, MTB-ITC)引起的,是萝卜肉质根中MTB-GSL的水解产物。由于它是一种微量物质且具挥发性,因此有关萝卜辣味物质的研究有一定难度。美国、日本、加拿大等国在MTB-ITC的结构、性质、分布以及测定方法上做了些研究,并取得进展,而国内有关这方面的研究极少^(2,3,4)。

2 MTB-ITC的结构与性质

十字花科及其近缘植物体内普遍存在异硫氰酸盐葡萄糖苷(俗名:芥子油糖苷。英文缩写为GSL),它是十字花科蔬菜具有特殊口味的原

因⁽⁷⁾。GSL的结构通式是

不同植物或同一植物的不同部位中所含的GSL,其R基团不一样⁽²⁾。如甘蓝叶和萝卜叶中主要的GSL为3-吡啶甲基异硫氰酸盐葡萄糖苷,而萝卜肉质根中共有4种GSL,其中主要的GSL是MTB-GSL,其余3种的R基团是吡啶类的,且含量极少。

MTB-GSL本身无辣味,在萝卜肉质根中与MTB-GSL同时伴存的有芥子酶,存在于细胞的特定部位⁽⁸⁾。当细胞被破坏(如牙齿咀嚼)时,内源芥子酶在体内L-抗坏血酸的活化下(pH=5.5~8.0),将MTB-GSL水解成MTB-ITC,MTB-ITC作用于人的味觉神经而引起辣味。

MTB-GSL的合成前体是氨基酸,但其中间步骤还不十分清楚。由MTB-GSL水解成的

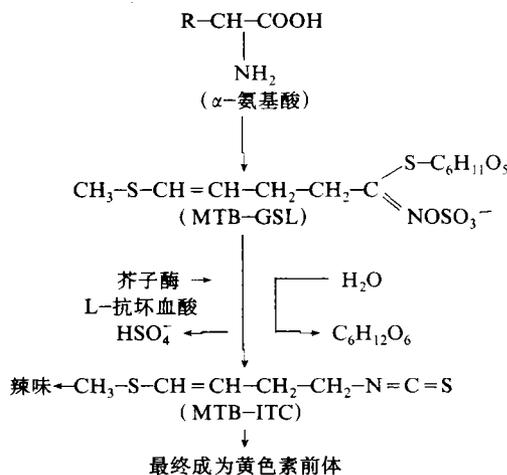


图1 MTB-ITC的形成与分解



收稿日期: 1995-10-23; 修回日期: 1996-04-25.

MTB-ITC 极不稳定, 在水溶液中无需酶的作用就很快分解, 最后生成黄色素^[3,7] (图1)。

MTB-ITC 为一种黄色油状物, 具挥发性, 能溶于水、乙醇、二氯甲烷等有机溶剂。

3 MTB-ITC 的生理作用

MTB-ITC 的前体 MTB-GSL 是萝卜体内新陈代谢产生的次生物质。它对维持萝卜基本的生命活动尚无确定作用, 而对昆虫及病原菌有防御作用。芥子酶与它共存, 共同形成防御网络。此外, 以植物二次代谢产物为系统分类学指标的化学分类法, 也利用 GSL 或 ITC 的分析值。

对于人体, MTB-ITC 首先能作用于味觉神经, 引起辣味, 同时也有抗菌、消炎和镇痛的作用。MTB-ITC 对人体的不利影响是它能减少碘向甲状腺的供给, 促使甲状腺肿大。

除了辣味是影响萝卜品质的重要因素外, 对于加工用的萝卜, 其加工品的颜色也是一个不可忽视的因素。MTB-ITC 的最终分解产物是黄色素的前体, 因此它的含量也直接影响萝卜加工品的颜色。

4 含量与分布

1990 年 Kunio OKANO^[9] 研究表明: MTB-ITC 的含量与萝卜肉质根辣味是呈正相关的。1995 年作者将样品的口感辣味等级与其中 MTB-ITC 含量相比较指出: 只有当 MTB-ITC 的含量在榨汁液 中达到 100 $\mu\text{mol}/100\text{mL}$ 以上时, 多数人才能尝出辣味; 其含量在 100~200 $\mu\text{mol}/100\text{mL}$ 时, 一般人口感较辣, 但不影响萝卜的生食; 当含量超过 200 $\mu\text{mol}/100\text{mL}$ 时,

人们感觉非常辣, 不适合生食。

1985 年 Carlson^[6] 对 109 个分别来自美国、日本、韩国的萝卜品种进行测定, 发现其肉质根中 MTB-GSL 的含量在 100~300 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 鲜重。

有关 MTB-GSL 在肉质根不同部位的分布, 1991 年 Gensho ISHII^[3] 作了研究 (图2)。

Gensho ISHII 认为萝卜肉质根真根部顶端 (A) 的韧皮部含有最多的 MTB-GSL, 向木质部和根头部 (D) 的方向逐步减少, 根头部的内层木质部 (F) 含量最少。

5 MTB-ITC 的定量测定方法

能否准确、快速地测出 MTB-ITC 的含量是有关萝卜辣味研究的前提。

MTB-ITC 的测定方法有两类^[4,5], 一类是测定肉质根中 MTB-GSL 的含量, 对 MTB-GSL 的测定, 称为测“潜在辣味”(Potential pungency); 另一类是直接测榨汁液中 MTB-ITC 的含量, 这被称为测“表观辣味”(apparent pungency)。

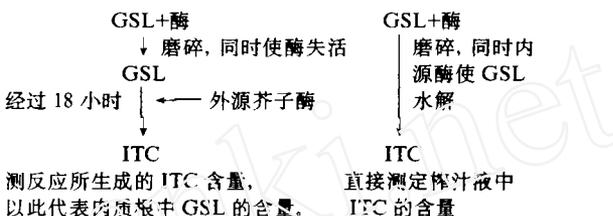


图3 MTB-ITC (GSL) 的测定方法

溶液中 MTB-ITC 的测定方法有比色法、滴定法及气相色谱法和高压液相色谱法。

1990 年 Kunio OKANO^[4] 提出“萝卜肉质根辣味的快速测定法”, 这是一种直接测定榨汁液中 MTB-ITC 含量的方法, 测定的是“表观辣味”, 与人们生食萝卜时的口感更加一致, 且这一方法简便、精确, 是研究萝卜肉质根辣味时一种切实可行的方法。它有以下突出优点: ①测定的是“表观辣味”, 与口感更加一致。②MTB-GSL 由内源酶水解, 不需外加芥子酶, 操作方便。③用二氯甲烷提取萝卜汁中的 MTB-ITC, 操作简便, 提取完全, 且二氯甲烷这一药品容易获得, 成本低。④用气相色谱法测溶液中 MTB-ITC 的含量, 精确度高, 重复性好。此法自 1990 年提出以后, 在日本被广泛用于对栽培品种辣味的调查和研究。

MTB-ITC 是一种微量物质, 测定时注意它在水溶液中的不稳定性和挥发性, 操作要迅速准确。

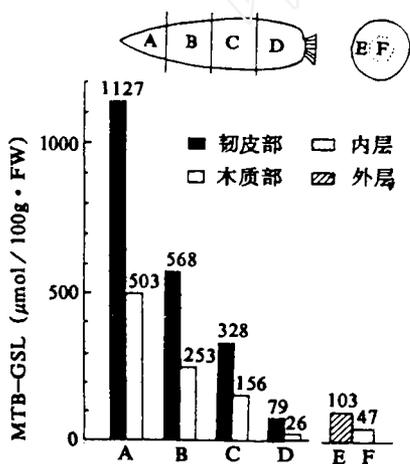


图2 肉质根中 MTB-GSL 含量的分布



一种营养丰富的新绿叶菜——菜用土人参

庄馥萃

(厦门华侨亚热带植物引种园 厦门市 361002)

随着人民生活提高,对珍稀蔬菜需求日增,新的绿叶菜(如落葵、豆瓣菜)日益受到欢迎。但近年国外开发利用的一些原产于热带的绿叶菜种类,国内尚未栽培,有待引种开发。如近年在印度和东南亚等地受到注意的菜用土人参。

菜用土人参,系马齿苋科土人参属植物,学名为 *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd.。其国外名称: Water leaf·Ceylon-spinach·Philippines spinach·Lagos bilogi(英); Grasse(法); Espinaca de Filipinas·Verdologa France's(西班牙); Gbure(西非)等。

菜用土人参的食用部分为带有成熟叶的嫩梢,其质地细嫩,煮后柔滑,味美。通常炒吃或作汤菜;也有鲜吃或拌入沙拉中食用;在西非则用来制蔬菜沙司。它与菠菜类似,草酸含量较高。此外还有药用价值:在印度被认为是糖尿病患者的良好食物,又有强身之效;在南美,用其茎叶捣碎外敷,

表 菜用土人参与菠菜营养成分比较

营养成分 ^①	菜用土人参		菠 菜
	Saikia 等 (1994)	Rifai (1993)	《中国蔬菜栽培学》(1987)
水分 (%)	90.71	90~92	91.8
能量 (KJ) ^②		105	113
蛋白质 (g)	2.57	1.9~2.4	2.4
脂类 (g)	0.19	0.4~0.5	0.5
碳水化合物 (g)	4.02		3.1
纤维 (g)	0.95	0.6~1.1	0.7
灰分 (g)	1.56	2.4	1.5
钙 (mg)	231.5	90~135	72
磷 (mg)	43.2		53
铁 (mg)	2.79	4.8~5.0	1.8
胡萝卜素 (mg)		3	3.87
硫胺素 (mg)		0.08	0.10
核黄素 (mg)		0.18	0.13
尼克酸 (mg)		0.30	0.6
抗坏血酸 (mg)		31	39

注:①每 100g 食用部分含量;②原为 Cal, 已换算。

综上所述,4-甲基硫基-3-丁烯异硫氰酸盐是萝卜肉质根的辣味物质。它在萝卜汁中的含量是萝卜辣味的科学实用的定量指标。有关 MTE-ITC 的研究还远远不够,特别是有关它的形成与环境的关系以及遗传规律方面迫切需要深入研究,可为萝卜高品质的栽培和育种提供理论依据。

参考文献

- 1 Palle Friis and Anders kjer. 4-Methylthio-3-butenyl Isothiocyanate. The Pungent Principle of Radish Radish Root. Acta. Chem. Scand. 1966, 20 (3): 698~705
- 2 SANG J P, Minchinton I R, JOHNSTONE P K and TRUSCOTT R J W. Glucosinolate Profiles in the seed, root and leaf tissue of cabbabe, mustard, rapeseed, radish and swede. Can. J. Plant sci 1984, 77~93
- 3 Gensho ISHII. Glucosinolate in Japanese Radish, Rophanus sativus L. JARQ, 1991, 24, 273~279
- 4 Kunio OKANO, Jiro ASANO and Gensho ISHII. A

- Rapid Method for Determining the Pungent Principle in Root of Japanese Radish (*Raphanus sativus* L.) J. Japan Soc. Hort. sci., 1990, 59 (3): 545~550
- 5 Gensho ISHII, Ryoyosu SAIJO and Junya MIZUTANI. A Quantitative Determination of 4-Methylthio-3-Butenyl glucosinolate in Daikon (*Raphanus sativus* L.) Roots by Gas Liquid Chromatography J. Japan. Soc. Hort. Sci, 1989, 58 (2): 339~344
- 6 Diana G Carlson, M E Dasenbichler, and C H VanEtten, C B Hill and P H Williams. Glucosinolates in Radish Cultivars J. Amer. soc. Hort. sci. 1985, 110 (5) 7: 634~638
- 7 石井现相. アブラナ科植物の香味形成と芥子油. 化学と生物, 1993, 31 (11): 745~749
- 8 Andrew P Wilkinson, Michale J C Rhodes and Roger G Fenwick. Myrosinase Activity of Cruciferous Vegetables J. sci Food Agric, 1984, 35: 543~552
- 9 Kunio OKANO, Jiro ASANO and Gensho ISHII. Contents of Pungent Principle in Roots of Japanese Radish (*Raphanus sativus* L.) Cultivars J. Janpan soc. Hort. sci, 1990, 57 (3): 551~558