

蔬菜生物活性物质研究进展

宋 敏¹, 刘 伟², 郭世荣¹

(1. 南京农业大学园艺学院, 南京 210095; 2. 北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100089)

摘 要: 蔬菜中含有预防疾病, 具有保健作用的生物活性物质。现对蔬菜中常见生物活性物质的种类、保健作用、影响蔬菜生物活性物质含量的因素、提高蔬菜生物活性物质含量的途径以及生物活性物质的研究趋势等进行综述。

关键词: 蔬菜; 生物活性物质

中图分类号: S63 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2006)06-0060-03

生物活性物质(bioactive compounds)是食品、生物体内存在的能与人体各种机能产生生物活化效应的一类物质, 简单的说就是能够直接参与人体新陈代谢过程, 对维持人体最佳健康状态起着重要作用的物质。它们是新药、新功能食品、化妆品等中新功能成分的重要来源之一。近年来随着科学技术的不断发展, 人们健康意识的不断提高, 对植物来源的生物活性物质的认识和开发研究更加深入, 应用范围也越来越广。植物中生物活性物质的数量非常巨大, 大致可以分为以下五类^[1]: 碳水化合物及磷脂; 含氮化合物(生物碱除外); 生物碱类; 酚类; 萜类化合物。

蔬菜生物活性物质指的就是蔬菜中含有的可以调节人体生理功能、提高免疫力、预防疾病, 具有营养保健功能的化合物, 如有机硫化物、类胡萝卜素、类黄酮和多糖等。它们在维持和促进人体健康, 预防诸多慢性疾病方面具有突出的效果, 同时又是功能性食品的主要成分。

1 蔬菜中常见生物活性物质的种类及保健作用

1.1 大蒜油(garlic oil)

大蒜油是从大蒜中提取的一类与水不相溶的具有挥发性的浅黄色有机硫化物。大蒜油主要由大蒜辣素、大蒜新素及多种烯丙基和甲基组成的硫醚化合物, 另外还含有柠檬醛、芳樟醇、水芹烯、丙醛、戊醛等^[2]。大蒜油可以抗菌, 抗病毒, 提高机体的免疫力; 对心血管系统有保健作用, 能降血黏、抗血栓、降血压和血糖, 调节血脂; 抗肿瘤; 另外, 大蒜油还有很强的抗氧化、抗衰老、保肝护肝、增强体力的作用^[3]。

1.2 β -胡萝卜素(β -carotene)

β -胡萝卜素是一种重要的类胡萝卜素。它存在于胡萝卜、菠菜、辣椒、番茄和卷心菜等蔬菜中。胡萝卜是 β -胡萝卜素含量最高的蔬菜之一。 β -胡萝卜素具有以下几个方面的功能: β -胡萝卜素是维生素A的前体; 具有免疫功能, 能提高人体免疫系统抵抗病原体的能力; 具有抗氧化剂的功能, 能淬灭单线态氧和清除体内自由基的不良影响; 能预防癌症, 延缓癌症的发展; 促进细胞间连接交流等^[4]。

1.3 番茄红素(lycopene)

番茄红素也是一种重要的类胡萝卜素, 是植物和微生物

合成的一种脂溶性天然色素, 在人体内不能合成, 只能通过饮食来摄取。它主要存在于番茄、胡萝卜、西瓜、番石榴和葡萄等的果实以及红色棕榈油中, 而在其他蔬菜和水果中的含量很低。番茄红素在番茄中含量最高一般可达 30~140 mg/kg^[5]。同 β -胡萝卜素一样, 番茄红素也具有抗氧化、预防癌症、保护心血管、增强免疫等功能。此外还可以延缓肌体细胞衰老和器官老化、降脂^[6]; 作为保健品、化妆品、医药和食品的添加剂。

1.4 萝卜硫素(sulforaphane)

萝卜硫素是从十字花科蔬菜中提取出来的具有明显抗癌作用的异硫氰酸盐, 在绿菜花、芥蓝、花椰菜中含量较高。是迄今为止蔬菜中发现的抗癌效果最好的生物活性物质。它是最强烈的 Phase II 酶诱导剂, 能够刺激人或动物细胞产生仅对身体有益的 II 型酶, 同时抑制 I 型酶的产生, 使细胞形成对抗外来致癌物侵蚀的膜, 使致癌基因失去作用, 达到抗癌效果^[7, 8]。

1.5 花青素(anthocyanidin)

花青素, 又称花色素, 是一类广泛存在于植物中的水溶性天然色素, 属于类黄酮化合物, 是植物的主要呈色物质。葡萄是花色苷类色素的主要来源, 另外红橙、红莓、草莓、桑椹、山楂皮、茄子皮、紫薯、黑(红)米、牵牛花等都含有大量的花色苷类色素^[9]。大量研究表明^[10]: 花青素具有抗氧化、抗突变、预防心脑血管疾病、保护肝脏、抑制肿瘤细胞发生等多种生理功能。

除了上面介绍的几种, 蔬菜生物活性物质还有很多种, 科学家确信很多种类的蔬菜和水果具有潜在的保健功能。

2 影响蔬菜生物活性物质含量的因素

生物活性物质在蔬菜中的含量变化很大, 不同品种、不同生长环境以及同一植株的不同生长阶段、同一植株的不同部位含量都存在差别。

2.1 基因型差异

不同芸薹属蔬菜总硫代葡萄糖苷的含量有很大差异。Magrath 等指出品种间的硫代葡萄糖苷合成是由基因所控制的, 何洪巨等^[11]研究也发现蔬菜品种不同, 其所含硫代葡萄糖苷的类型和含量也不同。

张其骏^[12]通过研究 NANDRIN, CASCADE, NIGEL, NEVIS 和新黑田五寸 5 个胡萝卜品种中的类胡萝卜素发现:

*基金项目: 国家自然科学基金(编号: 30500345)

收稿日期: 2006-05-10

不同品种胡萝卜在栽培过程中 α 、 β -胡萝卜素形成及其积累的过程是不同的,品种间存在较大的差异,都以品种NEVIS中的 α 、 β -胡萝卜素含量最高。

番茄果实里的番茄红素含量是由多基因控制的数量性状。孟凡娟等^[13]报道影响番茄红素含量的遗传基因达17对以上。如引起 δ -胡萝卜素增加,番茄红素减少的Del基因;使番茄红素转变为 β -胡萝卜素的B基因,B基因的作用受修饰基因(MOB)的影响,当有MOB基因时,总胡萝卜素中番茄红素含量不到10%,果实呈橙色;Og^c基因能使番茄红素增加, β -胡萝卜素减少;高色素基因hp能大大提高番茄红素含量,但hp基因有明显的多效性影响,使发芽和生长缓慢,过早落叶等,从而影响了它在番茄育种中的应用;U基因使番茄果实成熟一致,一般认为含有U基因的果实番茄红素含量比非成熟一致的(U+)低。同时R、T、At在显性时也可提高番茄红素的含量。

2.2 环境因子

2.2.1 温度 生物活性物质的形成和积累需要一定的温度。Bartley和Robertson的研究结果表明:当温度低于10℃或高于30℃时,番茄红素的合成均受到抑制;当温度降低到14℃以下时番茄红素的合成活性显著下降,在温度高于32℃时活性被完全抑制,在18~26℃之间合成活性最高。李纪锁^[14]所得研究结果与上述一致。Terrence报道低温可以诱导拟南芥幼苗花青素的合成。

2.2.2 光照 适度的光照促进植物组织类胡萝卜素合成已是一个不容争辩的事实^[15]。李纪锁^[14]试验结果表明,番茄果实内番茄红素含量随着光照强度的减弱而相应降低,当遮光率达到100%时,番茄红素含量急剧降低,果实颜色由粉红色变成黄色。花青素也可以由光诱导产生,具有光保护作用。萝卜硫素是硫代葡萄糖苷的降解产物,而硫代葡萄糖苷的组分也受光照的影响。

2.3 植株营养调控

硫代葡萄糖苷的变化显著受植株营养状况的影响。氨基酸是硫代葡萄糖苷的合成前体,氮是形成氨基酸不可缺少的物质,硫是含硫氨基酸的组成部分,所以氮和硫直接影响着植株体内硫代葡萄糖苷的含量。氮饥饿后会诱导植物体内硫代葡萄糖苷发生反应^[16]。Zhao认为施氮肥和硫肥可大大提高油菜种子硫苷含量,且氮、硫之间存在正交互作用。

另外,在蔬菜生长过程中加入外源物质来调控植株的营养状况也影响生物活性物质的含量。收获前叶面喷施氨基酸可使不结球白菜叶片游离氨基酸增加;生菜叶片中可溶性糖含量提高^[17]。用茉莉酮酸酯处理油菜植株也可引起吲哚类硫代葡萄糖苷积累。

2.4 植物的生长阶段

一般来讲,在幼嫩的植物组织中,硫代葡萄糖苷生物合成活性较高,随着组织的成熟合成能力逐渐减弱。有研究发现,十字花科植物种子中硫代葡萄糖苷的含量是其嫩芽的10倍,而嫩芽是其植物成熟时的6~7倍^[18]。与此相反,番茄成熟度越高,番茄红素的含量也越高,最高可达每百克含番茄红素400 mg/100 g以上^[5]。

2.5 采后加工

对植物的切割、烹调以及发酵等过程,都会损伤植物细

胞,从而使芥子酶与硫代葡萄糖苷化合物接触,显著影响硫代葡萄糖苷的水平、水解程度以及最终产物的组分、风味和芳香^[1]。采用不同剂量的辐射处理富含类胡萝卜素的食品,会降低番茄红素以及 α -胡萝卜素或 β -胡萝卜素的含量,而黄色色素含量却明显增加^[1]。另外,有些活性物质在加工过程中发生很小的或不发生任何变化,例如番茄红素和 β -胡萝卜素有很好的热稳定性,甚至在强烈的或长时间的加热过程中仍有很高的活性。

3 提高蔬菜生物活性物质含量的途径

3.1 选育优良品种

选育优良品种是提高蔬菜生物活性物质含量最根本的方法。张其骏^[12]报道新黑田五寸、NANDRIN和NIGEL 3个不同品种胡萝卜间胡萝卜素含量存在很大差异,其中以NIGEL的胡萝卜素含量最高,其木质部和韧皮部中 α 、 β -胡萝卜素都相应的高于另外两个品种。但是不管哪个品种,木质部和韧皮部之间 α 、 β -胡萝卜素含量的差异都相当大,各品种木质部中胡萝卜素含量要比韧皮部中低的多,因此,选育木质部比例低而韧皮部比例相对较高的胡萝卜有可能提高新品种的 α 、 β -胡萝卜素含量。在番茄育种上有报道称Og^c基因(使番茄红素增加, β -胡萝卜素减少)和hp基因(可显著提高番茄红素含量)都是单基因隐性遗传,可以通过回交把它们转育到优良的杂交组合中去,从而育成高含量番茄红素的番茄品种^[13]。

过去几年中,利用拟南芥基因组序列结合功能基因组学研究法和QTL(数量性状位点)图谱鉴定出与硫代葡萄糖苷生物合成相关的基因。目前,利用基因工程来人为修饰硫代葡萄糖苷结构已成为可能。随着科学研究的深入,通过克隆与侧链延长有关的基因、乙醛脱代谢相关的CYP79(细胞色素P450同族物)以及次级修饰酶类基因,将设计出更符合人们需要的硫代葡萄糖苷类型^[18]。

3.2 栽培管理

栽培管理对蔬菜生物活性物质含量也有显著影响。在番茄生长过程中,氮磷不足则番茄红素含量减少,施加氮肥和喷施钙肥则番茄红素含量增加。当果实充分肥大以后,磷、硼缺乏时,果色着色不良;在果实肥大盛期,果内水分缺乏也会造成果实着色不良。土壤湿度增加,番茄红素含量降低。不同的灌溉条件(电导率 $< 2 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$ 和 $3 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$),番茄红素含量随电导度的增加而增加。所以在栽培上,为了提高番茄红素的含量,应加强肥水管理,增施磷钾肥,合理密植与整枝,促使茎叶生长繁茂,另外采用叶覆盖的方法,避免果实直接曝露在阳光下。

改变栽培方式也可以提高蔬菜生物活性物质的含量。采用有机营养液进行栽培可使小白菜中的 β -胡萝卜素和番茄中的番茄红素含量提高^[19]。不同番茄品种在春季分别定植于日光温室、塑料大棚、纱棚和露地,结果表明,各品种果实内番茄红素含量均以纱棚条件下最高^[14]。

3.3 提取分离方法

天然植物中花青素含量很少,在提取花青素时通常用含有少量盐酸或甲酸的甲醇做溶剂提取,其中酸能防止非酰基化花色苷的降解,然而在蒸发浓缩时这些酸会导致色素降解。后来用丙酮提取花青素,与用酸性甲醇相比,用丙酮提取

效果更好,消除了果胶的影响,并且提取温度低。A. I. Olives Barba 等^[20]探讨了用 HPLC 提取多种蔬菜中番茄红素和 β -胡萝卜素的最好条件。张其骏^[12]用不同比例流动相分离胡萝卜混合标样所得色谱图表明,各胡萝卜素的保留时间和分离度都有很大的区别。所以在提取过程中为了得到高胡萝卜素量应选择合适比例的流动相。

大蒜油提取方法不同出油率也不同,工艺参数直接影响出油率。孙丽芹等报道用酶法水蒸汽蒸馏法和溶剂法提取大蒜油所得产率都高于直接水蒸汽蒸馏法。魏金凤等用水蒸汽蒸馏法提取大蒜油所得最佳工艺条件为:发酵温度 50~55℃,发酵时间为 2~3 h,蒜泥加水量 1:4 为宜,蒸馏时间 1.5~2 h 为佳。而林松毅等研究报道蒸馏时间 1 h 时大蒜的出油率最高达到 0.133%。因此在实际生产中,应根据具体生产环境和设备条件来确定最佳的提取工艺。

4 研究趋势

目前对蔬菜生物活性物质的研究主要集中在以下几个方面:采用传统或基因工程的方法选育高活性物质含量的蔬菜品种;用栽培手段调控生物活性物质含量;优化提取分离技术;开发以蔬菜生物活性物质为功能因子的新功能食品。

为了预防和治疗疾病,生物活性物质仍是一个值得研究的课题。如何选择更有效的方法来提高蔬菜生物活性物质?如何开发利用生物活性物质对人体有利的一面,避免或消除其有害的一面?蔬菜生物活性物质在临床上对疾病究竟有怎样的治疗效果?这些问题都需要我们进一步去探讨。

随着对蔬菜生物活性物质的种类、保健作用和作用机理研究的逐步深入,相信会有更多新型的功能性食品进入市场。这对于推动我国蔬菜生物活性物质新产品的开发具有重要的现实意义。蔬菜生物活性物质的研究以及功能性食品的开发,不仅有益于国民的健康,也大大加强我国蔬菜及其加工产品在国际市场上的竞争力,创造巨大的经济效益。

参考文献:

[1] 唐传核.植物生物活性物质[M].北京:化学工业出版社,2005.10.

- [2] 林一琳.充满商机的大蒜油市场[J].中小企业科技,2003,(9):13.
- [3] 谭燕.现代保健医学的宠儿——大蒜油[J].中国保健营养,2003,(6):37.
- [4] 韩雅珊.类胡萝卜素的功能研究进展[J].中国农业大学学报,1999,4(1):5-9.
- [5] 冀智勇,吴荣书,刘智梅.番茄红素的保健作用及生产工艺的研究进展[J].中国调味品,2005,(10):4-9.
- [6] 张雅兰.抗衰老食物推荐(二)[J].长寿,2005,6.
- [7] Melinda C. Myzak, Roderick H. Dashwood. Chemoprotection by sulforaphane: Keep one eye beyond Keap1[J]. Cancer Letters, 2006, 233: 208-218.
- [8] 王见冬,袁其朋,钱忠明.萝卜硫素研究进展[J].食品与发酵工业,2003,29(12):76-80.
- [9] 杨秀娟,赵晓燕,马越,等.花青素研究进展[J].中国食品添加剂,2005,4:40-43.
- [10] 王日为,张丽霞,高吉刚.茶叶中花青素类物质研究展望[J].茶叶科学技术,2002,(4):4-8.
- [11] 何洪巨,陈杭, W. H. Schnitzler. 芸薹属蔬菜中硫代葡萄糖苷鉴定与含量分析[J].中国农业科学,2002,35(2):192-197.
- [12] 张其骏.胡萝卜类胡萝卜素及其品质的研究:[D].杭州:浙江大学硕士学位论文,2002.
- [13] 孟凡娟,王富.番茄果实内番茄红素的合成及影响因素[J].北方园艺,2001,5:15-17.
- [14] 李纪锁.番茄中番茄红素含量影响因素及遗传的初步研究:[D].北京:中国农业大学硕士学位论文,2003.
- [15] 徐昌杰,张上隆.植物类胡萝卜素的生物合成及其调控[J].植物生理学通讯,2000,36(1):64-70.
- [16] 李娟,朱祝军.植物中硫代葡萄糖苷生物代谢的分子机制[J].细胞生物学杂志,2005,27:519-524.
- [17] 武彦荣,高修瑞,陈贵林,等.外源氨基酸对不结球白菜和生菜品质的影响[J].西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(1):60-63.
- [18] 王忠英,王向阳.硫代葡萄糖苷及其降解产物异硫代氰酸盐[J].生命的化学,2005,25(4):342-344.
- [19] 刘伟.氨基酸态氮对蔬菜营养效应及有机营养液对蔬菜产量和品质影响研究[D].南京:南京农业大学博士学位论文,2002.
- [20] A. I. Olives Barba M., Camara Hurtado, M. C. Sanchez Mata et al. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables[J]. Food Chemistry, 2006, 95: 328-336.

树木冬剪大枝的方法

李明

园林树木冬季修剪是对树木整形中必不可少的一个中间环节,因树木生长习性、周围环境条件或枝条年龄的不同,致使一些树枝粗细不一,然而由于实际的需要或观赏上的需要等,在修剪时需要将一些大枝剪去。在冬季修剪这些大枝时,一般用锯操作,在实际操作中应注意以下几点。

1 修剪时间 一是在秋末树木落叶后至冬至以前,二是在早春树木萌芽之前的一段时间。注意进入深冬不易修剪,否则易受冻害。

2 剪除部位 应在大枝的基部锯断,锯口左右对称,不至斜,不留残桩。若大枝基部附近有小侧枝,可以在小侧枝的上部锯除。

3 剪枝方法 首先由大枝的下方向上锯进一半,然后再从上方向下锯,这样可防止枝干劈裂。但是因枝条重力作用有时会夹锯,故在锯除大枝时,可采用“分步作业法”或称“两次锯除”法,即先在离要求的锯口 20 cm 处,从枝条下方向上锯一切口,深度为枝干粗度的一半,然后再从上方从锯口处锯断,留下一段残桩,然后从锯口处再锯除残桩。

4 剪口护理 大枝锯除之后,会留下较大的伤口,并且表面粗糙,所以要用锋利的削枝刀把锯口周围的皮层及木质部削平,再使用波美 5°~10° 石硫合剂或 1%~2% 的硫酸铜液以及 40% 福美砷可湿性粉剂涂抹伤口,最后涂保护剂,起防腐防干和促进愈合的作用,这里有两种方法笔者试用后效果较好:保护蜡:用松香 2.5 kg,黄蜡 1.5 kg,动物油 0.5 kg 配制。先把动物油放入锅中加温火,再将松香粉与黄蜡放入,不断搅拌至全部融化熄火冷却后即成。使用时用火融化,蘸涂锯口。豆油铜素剂:豆油 1 kg,硫酸铜 1 kg 和熟石灰 1 kg,先将硫酸铜、熟石灰研成细粉末,将豆油倒入锅内煮至沸腾,把硫酸铜与熟石灰加入锅内搅拌。冷却后即可使用。

(河北省衡水市园林管理处,053000)