

# 植物生长物质的使用与绿色果品生产

汪良驹 姜卫兵 刘 晖 刘卫琴

(南京农业大学园艺学院, 南京 210095)

**摘 要:** 针对人们对植物生长物质的种种偏见, 阐述了植物激素与动物激素以及植物生长调节剂的重要区别, 提出了植物激素对人体无毒性, 植物生长调节剂可以运用于大多数绿色果品生产的建议。

**关键词:** 植物激素; 生长调节剂; 绿色果品生产; 公共安全

**中图分类号:** S 60; S 482. 8; R 155. 5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 02-0259-04

## About Application of Plant Growth Substances on Green Food Production

Wang Liangju, Jiang Weibing, Liu Hui, and Liu Weiqin

(College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** In order to eliminate prejudices against plant growth substances, the basic differences among plant hormones, animal hormones and plant growth regulators have been demonstrated in the paper. According to scientific analysis, the authors have proposed that natural plant hormones are harmless to human bodies and many plant growth regulators can be used in most of green food production.

**Key words:** Plant hormones; Growth regulators; Green food production; Public health

自从荷兰学者 K $\ddot{o}$ gl (1934) 证实植物体内存在自然生长素 (Auxin) 以来, 人们已经从植物体内提取出多种能够调节植物生长发育的极其微量的有机化合物。同时, 人们根据这些化学物质的结构与性质人工合成了大量的能够调节植物生长发育的化学物质, 并且已经广泛地运用于农业生产实践, 特别是园艺作物的生产, 并且大大提高了劳动生产效率。然而, 近年来, 社会上对植物生长物质的偏见流行很广, 影响很大。如果对此不做必要的科学辨析, 必将影响到今后的农业生产和人们的日常生活。

## 1 两种流行说法

第一种说法来自于民间。我们经常新闻媒体上看到一些劝说人们少吃“激素”处理过的瓜果的报道, 因为这些“激素水果”会引起儿童性早熟。也有的消费者见到市场上销售的畸形果 (如猕猴桃、草莓等), 便认为是“激素”使用过量, 如果食用, 同样也会诱发人体畸形。还有人认为, “激素”处理水果将导致品质劣变, 不耐贮运。第二种说法来自于官方, 特别是近些年来国家大力推崇绿色食品和有机食品的时候。国家在制定绿色食品生产规程中, 禁止所有作物在生产中使用有机合成的植物生长调节剂<sup>[1]</sup>。

## 2 植物激素与植物生长调节剂的区别

尽管日常生活中人们往往将植物激素和植物生长调节剂混为一谈, 然而, 在科学上它们有着严格的区别。所谓“植物激素”, 是指植物体内天然存在的能够调节植物生长发育的极微量的有机化合物, 如生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯等; 而植物生长调节剂是指人工合成的能够调节植物生长发育的化学物质, 如萘乙酸、多效唑等。在国际上, 植物激素和植物生长调节剂合称为植物

收稿日期: 2003-11-11; 修回日期: 2004-02-16

基金项目: 江苏省 2002 年度世界银行科研与推广项目计划资助

生长物质,但是,两者有着明显的区别,尤其在关系社会公共安全的时候。

众所周知,所有植物体都含有植物激素。没有植物激素,任何植物都不能正常生长发育。不管是否人为施用外源激素,人们日常生活中食用任何一种植物如水果、蔬菜、粮食等,都会摄入各种激素。不过,植物激素能够并且也只能调节植物生长。对于人体来说,它们根本不能起任何调节作用。因而,我们每天摄入的植物激素绝不会引起人体的毒性反应。将激素处理过的果实称为“激素水果”显然具有贬义并且有误导大众之嫌。

相反,植物体内不存在人工合成的植物生长调节剂,只是因为它们能够影响植物内源激素的合成、代谢或运输,对植物生长发育的调节作用有时比内源激素更有效,因而在农业生产上被广泛应用。使用这类物质时,必须选择合适的种类、浓度和使用方法,以免对人体和环境造成不良影响。

### 3 植物激素与动物激素的区别

一谈到“激素”,人们就很自然地想到喂了避孕药的黄鳝或者吃瘦肉精的猪,而产生惊慌。实际上,“植物激素”与“动物激素”是完全不同的两类物质。尽管它们都是生物体内的活性物质,都需要通过激素与受体(靶细胞)结合才能引起细胞生理学响应,但是植物体内只存在植物激素作用的靶细胞,而动物体内只存在动物激素作用的靶细胞,因而植物激素进入人体后,不可能产生类似于植物体内的生理生化反应。

乙烯可以用来催熟多种水果<sup>[2]</sup>,在植物学上被称为“成熟激素”。科学研究证明,乙烯之所以能引起果实成熟是因为这些果实中存在乙烯的“受体”<sup>[3]</sup>。只有与“受体”结合,乙烯才能引起果实的成熟。一些果实缺少乙烯受体,或者人为阻断乙烯与受体结合,果实成熟可以被大大推迟<sup>[4]</sup>。人体不存在乙烯“受体”,因而,即使瓜果中存在乙烯,也绝不可能引起儿童早熟。

有人提出,“激素”处理过的瓜果口味不好,没有营养。这可能与生产者使用不当有关。例如,在葡萄上,用 GA<sub>3</sub> 处理可以诱导无核果实,从而提高果实的商品性<sup>[5]</sup>。用 KT<sub>30</sub> 和 GA<sub>3</sub> 处理过的葡萄果粒显著增大,而可溶性固形物含量并未明显下降<sup>[6]</sup>。用 GA<sub>3</sub> 处理也能促进梨果成熟而不降低品质<sup>[7]</sup>。柿子、香蕉、鳄梨等采收后经过调节剂处理,反而会提高即食品质。有些果实之所以含糖量较低,与其说是“激素”处理的不良后果,倒不如说大都是生产管理不当或者果实采收过早造成的。我国许多果区,果园肥料,特别是有机肥和磷钾肥的施用量远远不能达到优质果品生产的要求;贪果惜疏,片面追求产量;或者为了抢占果品市场,不惜牺牲果实品质,在远未达到生长成熟期之前就匆忙采收。这样上市的果品品质与耐贮性下降怎能一味地怪罪于“激素”处理呢?如果只拿“激素”来开刀,必将更多地忽视果园其它管理措施的应用,这绝对不利于我国果品品质的提高。

有些果实,如菠萝、香蕉、芒果<sup>[8]</sup>、银杏<sup>[9]</sup>,由于含有特殊的化学物质,如甙类、蛋白质水解酶等,经常会引起某些过敏体质人群的过敏反应或者食用过多引起中毒。植物激素是小分子量物质,甚至连抗原性也不存在,不会引起人体的抗原抗体反应。为什么香蕉、芒果等可以作为绿色食品生产而绿色食品生产过程中不能使用植物激素呢?显然没有道理。还有些植物如大豆、茶和人参等都含有植物性雌激素物质,在人体内可以产生动物雌激素的生理效应,如果摄入过多,可能引起人体生殖系统疾病<sup>[10]</sup>。但是,这些均与植物激素无关。因而,与动物激素不同,植物激素对人体来说是有安全保证的,在农业生产上合理、正确、适量地使用不应该引起公共健康问题。

### 4 植物生长调节剂与果树安全生产

植物生长调节剂的合成与应用是上世纪 40 年代以来现代科学技术发展对人类的一大贡献。它们之所以受到人们的青睐是由于植物体内不存在分解这些物质的酶类,因而调节生长发育的效果比内源激素更为稳定,增产增收效果也更为明显。一些植物生长抑制剂类物质(如 PP<sub>333</sub>、B<sub>9</sub> 等)能够抑制

植物体内  $GA_3$  的生物合成, 对果树开花的促进作用是任何内源激素不能比的, 深受果农喜爱。然而, 正因为植物和人体都不能迅速分解它们, 所以就让人疑心可能存在食品安全隐患。只有正确选择高效低毒低残留药剂, 才有可能避免隐患发生。一些在果树上常用的植物生长调节剂的动物毒性效应见表 1。从中可以看出, 绝大多数植物生长调节剂是安全低毒的。

表 1 果树生产中常用的植物生长调节剂及其动物毒性

Table 1 Plant growth regulators (PGR) commonly used in fruit production and their animal toxicity

调节剂种类(别名) PGR species	常用浓度 Suitable conc. (mg/L)	动物毒性 Animal toxicity
矮壮素(CCC) Chlormequat	500 ~ 1000	低毒性。原药对雄性大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 833 mg/kg, 用 1000 mg/L 溶液饲喂大鼠 2 年, 无不良反应。
环丙嘧啶醇(嘧啶醇) Ancymidol	50 ~ 150	对人畜安全。大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 5000 mg/kg。大白鼠和狗以 8000 mg/L 饲喂 3 月未见异常。
比久( $B_9$ 、阿拉、丁酰肼) Daminozide	1000 ~ 2000	低毒性。原药对大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 8400 mg/kg(雌), 用 3000 mg/L 饲喂大鼠和狗 2 年, 无不良反应。
甲哌鎗(助壮素、缩节胺、调节啉) Mepiquat chloride	100 ~ 300	低毒性。原药对大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 1490 mg/kg, 急性经皮 $LD_{50}$ 为 7800 mg/kg。大鼠三代繁殖未见异常。对鱼、鸟、蜂无毒。无“三致”效应。
多效唑( $PP_{333}$ ) Paclobutrazol	500 ~ 1000	低毒性。原药对大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 2000 mg/kg, 对皮肤、眼睛有低度刺激作用。无“三致”效应。
烯效唑(S-3307) Uniconazole	20 ~ 50	低毒性。原药对小鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 4000 mg/kg(雄)和 2850 mg/kg(雌)。对兔眼有短期轻微反应, 对皮肤无刺激性。无“三致”效应。
氯吡啶(CPPU、 $KT_{30}$ ) Forchlorfenuron	1 ~ 5	人畜安全。原药对大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 2787 mg/kg(雄)和 1568 mg/kg(雌)。无“三致”效应。
噻唑隆(TDZ) Thidiazuron	1 ~ 2	低毒性。原药对大鼠急性口服 $LD_{50}$ 大于 4000 mg/kg, 对家兔眼有轻度刺激, 对皮肤无作用。无“三致”效应。在土壤中半衰期为 26 d。
萘乙酸(NAA) 1-naphthylacetic acid	10 ~ 20	低毒性。大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 3580 mg/kg, 兔经皮 $LD_{50}$ 为 2000 mg/L, 对皮肤、粘膜有刺激作用。
疏果安(甲萘威、西维因) Carbaryl	1000 ~ 2000	低毒性。大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 500 mg/kg(雌)和 850 mg/kg(雄)。以 200 mg/L 喂大鼠 2 年未见异常。
防落灵(2, 4-D) Dichlorprop	100 ~ 200	毒性中等。大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 375 mg/kg。对胎儿有致畸作用, 因而在生产上慎用。
抑芽丹(MH) Maleic hydrazide	500 ~ 1000	低毒性。大鼠急性口服 $LD_{50}$ 为 5000 mg/kg。但是慢性毒性试验发现对猴子有潜在致肿瘤性, 在食品生产上禁用。

另一方面, 在果树生产的不同阶段对生长调节剂使用的限制应该有所区别。例如, 利用植物生长调节剂打破种子休眠, 促进插条生根、嫁接成活、组织培养、果树脱毒等是优质苗木培育的常用技术。由于从苗木繁殖到开花结果往往需要 3 年甚至更长的时间, 因而即使在育苗中采用了生长调节剂, 也不会残留到果实中, 在这些生产环节中使用生长调节剂应该是完全允许的。另外, 利用生长调节剂促使果树矮化、侧枝发生以及花芽形成等可以在已经结果的树上进行, 也可以在未结果树上进行。如果在未结果树上进行, 也应该是安全的。

利用植物生长调节剂诱导无核果实、促进果实膨大、促进坐果以及疏花疏果等技术措施大多在果实生长的早期进行, 而且一般都在果实成熟前两月以上实施。既然在 A 级绿色食品生产中允许采收前 30 d 以上使用部分有机农药<sup>[1,11]</sup>, 同时在苹果化学疏除中允许使用西维因<sup>[12]</sup>, 那么也应该允许大多数高效低毒的植物生长调节剂在该时期内使用。特别是新近研制的高效低毒低残留的生长调节剂, 如 CPPU、TDZ 等在诱导果实膨大时的使用浓度为 1 ~ 5 mg/L<sup>[13]</sup>, 比常规农药使用浓度低 100 ~ 1000 倍, 而且半衰期短, 残留量低, 因而在绿色果品生产中应该大有前途。

至于 CPPU 处理往往会增加畸形果比例, 这可能是操作不当的结果。由于 CPPU 促进果实膨大的效应极为高效, 幼果不同部位药剂浓度的少量差异都会引起果实发育的不均匀。这一现象在没有施用调节剂的许多果实上也能见到, 如库尔勒香梨等<sup>[14]</sup>。因而畸形果的产生是因为施用生长调节剂后果

实不能均匀吸收生长调节剂造成的。在这一领域的研究过程中,今后应努力改进使用方法,增加果面药剂的均匀度,以避免畸形果发生,提高果品外观品质。

在果实成熟前后,利用萘乙酸、赤霉素等可以增加果实着色,减少裂果,防止采前落果或延迟果实衰老<sup>[15]</sup>。利用乙烯利可以促进果实成熟,改善品质<sup>[16]</sup>。尽管说这些都是低毒高效的植物生长物质,能够取得明显的经济效益,但是由于距离食用期太短,果实中的残留量需要首先明确。在绿色食品生产推广过程中,国家应该立即组织有关单位对此进行必要的科学论证。在得出最终结论前,可以暂时禁止在绿色食品采收前使用。在果品采收后,除非确实能够证明某种生长调节剂是安全可靠的,否则应完全禁止使用任何植物生长调节剂。目前已有研究指出,乙烯利不仅对人体没有致癌效应,反而还有抑癌作用,因而在果品催熟中合理使用是安全的。

## 5 结束语

20 世纪 80 年代末,由于人们怀疑 B<sub>9</sub> 可能有致畸作用,因而引起世界果品消费市场的一片恐慌,美国果农一年损失 1.3 亿美元。但是 1992 年世界卫生组织对 B<sub>9</sub> 的毒性效应进行了第二次评估,认为产品中偏二甲基肼含量低于 30 mg/kg 时可以安全使用。为此,美国学者提出,(1)任何食品的零风险都是不能保证的,(2)需要建立正规的公共健康避险评估制度,(3)植物生长调节剂能否使用应该建立在科学的基础上,而不是情感的基础上,(4)应该及时将事实真相告知公共<sup>[17]</sup>。这些建议对于我们今天讨论绿色果品生产也具有重要的参考价值。首先,我们不应该回避植物生长物质对农业生产的重要性,并且应该进行必要的科普宣传,分清植物激素与植物生长调节剂的严格区别;其次,应该继续寻找高效低毒低残留的植物生长调节剂,明确对果树生长发育的调节作用;再次,借鉴国际通用做法,迅速建立起科学公正的风险评估体制(包括数据库),明确何种生长调节剂何时在何种植物上使用具有最好的效果和最低的风险;然后,在科学基础上将事实告知于广大消费者,其目的是使现代植物生长物质的研究成果能够更好地为人类未来服务。

## 参考文献:

- 1 张建新. 食品质量安全标准法规应用指南. 北京: 科学技术文献出版社, 2002. 296 ~ 340
- 2 李迪云. 几种经济林果品催熟及生理生化变化研究. 广西林业科学, 1997, 26 (1): 8 ~ 11
- 3 Schaller G E, Bleecker A B. Ethylene-binding sites generated in yeast expressing the *Arabidopsis ETR1* gene. Science, 1995, 270: 1809 ~ 1811
- 4 Li Z G, El Sharkawy I, Bouzayen M, et al. Effects of cold treatment on ethylene biosynthesis and responsiveness during ripening of pear (*Pyrus communis* L.) fruits. 植物生理学报, 2000, 26: 283 ~ 288
- 5 Fellman C, Hoover E, Ascher P D, et al. Gibberellic acid-induced seedlessness in field-grown vines of "Swenson Red" grape. HortSci., 1991, 26: 873 ~ 875
- 6 王央杰, 李三玉, 王向阳. CPPU 对巨峰葡萄果粒肥大和内源激素水平的影响. 园艺学报, 1997, 24: 84 ~ 86
- 7 林大盛, 郑金士, 徐永江, 等. 梨果灵促进梨果实增大和提早成熟的效应. 上海农业科技, 1999, (3): 61 ~ 62
- 8 林志辉. 芒果引起过敏性皮炎 3 例报告. 海南医学, 1994, 5 (3): 199
- 9 肖 扬, 黄路圣, 徐曙东. 银杏急性中毒 16 例诊治体会. 江苏临床医学杂志, 2000, 4 (5): 399
- 10 邱东茹, 吴振斌. 环境雌激素对动物和人体的影响及其作用机制. 水生生物学报, 1997, 21 (4): 365 ~ 374
- 11 刘连馥. 中国绿色食品及水果、蔬菜产业发展的现状与前景. 中国食物与营养, 1999, (6): 38 ~ 41
- 12 秦玉川, 丁自勉, 赵纪文. 绿色食品——21 世纪的食品. 南京: 江苏人民出版社, 2002. 164 ~ 175
- 13 章春泉, 罗君琴, 郑益清. 最新激素 TDZ 在葡萄上应用效果初报. 浙江柑桔, 1998, 15 (3): 32 ~ 33
- 14 张大海, 徐庆岫, 李利民, 等. 库尔勒香梨果形变化规律研究. 新疆农业科学, 1999, (6): 261 ~ 263
- 15 张有林, 李 华, 陈锦屏, 等. 应用生长调节物质控制葡萄采后果粒脱落. 园艺学报, 2000, 27 (6): 396 ~ 400
- 16 Kumar P, Singh S. Effect of GA<sub>3</sub> and ethep on ripening and quality of mango cv. Amrapali. Horti. J., 1993, 6 (1): 19 ~ 23
- 17 Young F E. Critical environmental issues for food safety and quality. Proceedings Outlook' 90: 66th Agricultural Outlook Conference. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1990. 568 ~ 576