

茉莉酮酸类物质与块茎形成

沈淞海 (浙江农业大学农学系, 杭州 310029)

郭奇珍 (厦门大学化学系, 厦门 361005)

一般认为, 马铃薯块茎的形成受两种以上的激素调控。赤霉素是促进伸长生长的激素, 它对块茎形成起抑制作用。由于块茎只有在短日照条件下才能分化形成, 而此时叶片中的赤霉素活性下降, 因此, 块茎形成的必要条件是赤霉素含量降低。此外, 还发现在块茎形成过程中细胞分裂素的含量急剧增加; 在马铃薯地下匍匐枝的无菌培养试验中, 细胞分裂素可诱导块茎形成; ABA 含量在块茎形成完成时达到高峰, 它可防止块茎二次生长, 使之进入休眠期。

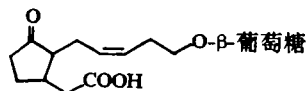
Gregory^[11]认为在短日照下的马铃薯叶中含有块茎形成物质 (tuber inducing substance, TIS), 由于它向地下部迁移, 从而促使块茎形成。后来用短日照培养的马铃薯作接穗嫁接于长日照的马铃薯上, 也能使长日照马铃薯形成块茎, 从而证明有 TIS 的存在。但是赤霉素、细胞分裂素、ABA 等已知的植物激素显然不是 Gregory 所预言的块茎形成物质, 因为在块茎形成初期地下匍匐枝必须停止伸长。因此, 推测块茎形成物质是一种生长抑制物。1989 年日本北海道大学农学部的吉原照彦和幸田泰则及其研究小组成功地从马铃薯叶中分离出能诱导块茎形成的活性物质 (TIS)^[7,8]。此后该研究小组发现茉莉酮酸类许多物质具有诱导块茎形成的活性^[4~6,9,10,14,15,17]。本文即主要介绍茉莉酮酸类物质的分离、鉴定、生理活性及其在植物界的分布。

• 292 •

1 块茎形成物质的活性测定、分离及结构测定

在含有适当浓度的待测块茎形成物质的培养基上, 马铃薯黄化徒长茎节上长出的匍匐枝可分化形成块茎。统计形成块茎的侧芽数和茎段上发生的侧芽总数, 二者之比即为块茎形成率, 也就是块茎形成物质的活性值^[12]。乙醇提取物需溶于水后再进行测定。块茎形成物质易溶于水和乙酸乙酯。

Koda 等^[13]将马铃薯叶片用乙醇提取, 浓缩后依次用正己烷、乙酸乙酯、水萃取, 经进一步纯化后, 得到高活性的结晶物质。经测定, 其分子式为 $C_{18}H_{28}O_9$, 结构式为:



即 ω -羟基茉莉酮酸的葡萄糖苷, 称为块茎酮酸 (tuberonic acid), 化学名称是 3-氧-2-(5'- β -D-吡喃葡萄糖氧基-2'-顺戊烯基)-环戊烷-1-乙酸 [3-oxo-2-(5'- β -D-glucopyranosyloxy-2'-cis-pentenyl)-cyclopentane-1-acetic acid]^[17]。

2 茉莉酮酸及其类似物的块茎形成活性

块茎酮酸的配糖体 (苷元) 是 ω -羟基茉莉酮酸, 它是茉莉酮酸的衍生物。茉莉酮酸及其衍生物在植物界中普遍存在, 被认为是植物界分布很广的内源生长调节物质^[17]。吉原和幸田^[7,8]测定茉莉酮酸及其类似物的块茎

收稿 1995-08-16

修定 1995-12-12

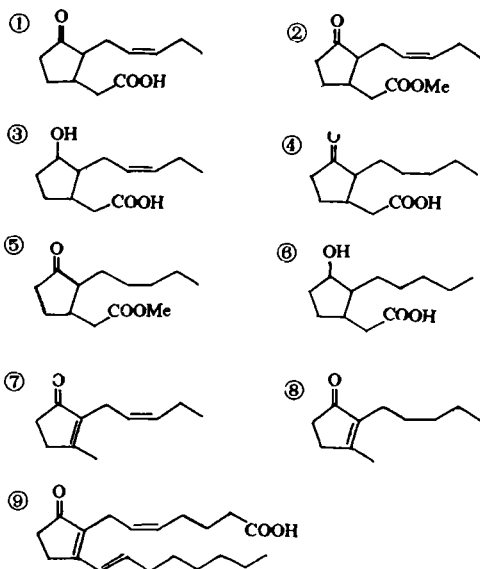
形成活性的结果(表 1)显示,茉莉酮酸及其甲酯和南瓜子酸均表现出强活性,其有效浓度范围为 $10^{-7} \sim 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;二氢茉莉酮酸甲酯、二氢南瓜子酸和二氢茉莉酮具有较弱的块茎形成活性;而二氢茉莉酮酸、茉莉酮及前列腺素等茉莉酮酸的结构类似物却完全没有块茎形成活性。可知高活性的结构要素是环戊酮(醇)的 α -位具有戊烯基, β -位含有 $-\text{CH}_2\text{COOR}$ ($\text{R}=\text{H}$ 或 CH_3) 基。

表 1 茉莉酮酸及其类似物的块茎形成活性

浓度/ $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	相对活性/%
①茉莉酮酸	67++
②茉莉酮酸甲酯	58++
③南瓜子酸	71++
④二氢茉莉酮酸	0
⑤二氢茉莉酮酸甲酯	22
⑥二氢南瓜子酸	18
⑦茉莉酮	0
⑧二氢茉莉酮	22
⑨前列腺素	0

对照的相对活力为 0, ++ 示强活性。

化合物结构式为:



3 块茎形成物质的分布

吉原和幸田^[7,8]普查了一些植物,结果发现甘薯、菊芋、甜菜、甘露子(*Stachys sieboldii*)、大豆、玉米、番茄及茄子的叶片均有块茎形成物质。所有这些植物的两种萃取液均有不同程度的活性。

4 结语

马铃薯块茎形成过程是由其叶片中的块茎形成物质——块茎酮酸转移到地下匍匐枝开始的。块茎酮酸是个抑制剂,可抑制赤霉素的作用,阻止细胞长轴方向的伸长,使块根或匍匐枝停止伸长,同时诱导细胞分裂素的生成,从而促进细胞分裂致使块茎膨大,最后由 ABA 诱导休眠而终止其二次生长。因此,块茎酮酸在块茎中对内源植物激素起调控作用,导致块茎膨大。

此外,我们分离到的月光花素甲也有促进马铃薯和甘薯块茎(根)形成、膨大的作用^[2,16]。50 年代用月光花嫁接到甘薯上后其块根迅速膨大,显示月光花叶片中可能含有块茎膨大物质,结果从月光花叶中分离出一种强活性物质月光花素甲(calonyctin A)。经结构测定,它是由 11-羟基 14(或 16)烷酸和牵牛子酸甲(nilic acid)与四个鼠李糖所组成的糖苷^[3],它也和茉莉酮酸类物质一样能促进马铃薯和甘薯块茎(根)的分化形成以及后期快速膨大^[1,2,16]。

参考文献

- 1 沈淞海. 月光花素及其生理活性. 植物生理学通讯, 1994, 30(6): 449
- 2 沈淞海, 沈海铭, 吴建华. 月光花素调控下甘薯的生长发育. 浙江农业大学学报, 1994, 20(3): 254
- 3 胡友川, 郭奇珍, Pastor R 等. 月光花素甲(I)(II)整体分子结构的测定. 有机化学, 1989, 9(2): 146
- 4 上田純一. Jasmonic acid and its related compounds. 植物の化学調節, 1991, 26(2): 173
- 5 中谷誠. Role of plant hormones in formation and thickening of tuberous roots in sweet potato. 植物物の化学調節, 1990, 25(2): 183
- 6 石川敬司, 中村研三. ジャスモン酸類(JA)にする植物

- 遺伝子の発現誘導(傷害刺激の情報伝達に関与するか). 化学と生物, 1992, 30(6): 340
- 7 古原照彦, 幸田泰則. パレイシヨ塊茎形成物質の生理と化学. 化学と生物, 1989, 27(1): 53
- 8 古原照彦, 幸田泰則. パレイシヨ塊茎形成物質. 植物の化学調節, 1989, 42(2): 147
- 9 幸田泰則, 古原照彦. 植物の内生形態制御物質に関する化学的研究. 植物の化学調節, 1993, 28(1): 8
- 10 奥村幸夫 松浦英幸, 古原照彦等. 塊茎形成誘導物質ジャスモン酸類の構造活性相関. 日本農芸化学会志, 1990, 64(3): 628
- 11 Gregory L. Some factors for tuberization in the potato plant. *Amer J Bot*, 1956, 43: 281
- 12 Koda Y, Okazawa Y. Detection of potato tuber-inducing activity in potato leaves and old tubers. *Plant Cell Physiol*, 1988, 29: 999
- 13 Koda Y, Omer E A, Yoshihara T *et al*. Isolation of a specific potato tuber-inducing substance from potato leaves. *Plant Cell Physiol*, 1988, 29: 1047
- 14 Koda Y, Kikuta Y, Taazki H *et al*. Potato tuber-inducing activities of jasmonic acid and related compounds. *Phytochemistry*, 1991, 30(5): 1435
- 15 Koda Y, Tahahashi K, Kikuta Y. Potato tuber-inducing activities of salicylic acid and related compounds. *J Plant Growth Regul*, 1992, 11(3-4): 215
- 16 Shen SH, Zen DL, Wu JH. Physiological effect of calonyctin on development and yield of potato. *Potato Research*, 1996(in press)
- 17 Yushihara T, Omer EA, Koshino H *et al*. Structure of a tuber-inducing stimulus from potato leaves (*Solanum tuberosum* L.). *Agric Biol Chem*, 1989, 53: 2835

书刊评介 Book Review

植物生理学通讯 *Plant Physiology Communications* 1996, 32(4): 294~295

《植物生长发育的化学控制》一书读后

周 燮 (南京农业大学, 南京 210095)

高等绿色植物的生长发育不仅需要温、光、水、肥、气等环境条件, 而且还受体内的多种微量高效的生理活性物质——植物激素的调节。用这些激素及具有类似效能的其它化学物质可以在相当大的程度上影响基因的表达、突破环境条件的限制、提高植物的产量和品质。有关这方面的理论和技术引起研究者的广泛关注并取得一定的进展。有一些国家还将植物的化学控制列为优先启动的开发项目。90年代以来, 我国使用赤霉素、缩节安、多效唑和乙烯利等调节剂的覆盖面已达每年两亿亩之多, 取得了显著的经济效益和社会效益, 前景方兴未艾。

然而, 长期以来在我国却缺乏一部适合于我国实情的植物化学调控原理和技术的专

著。潘瑞炽教授和他的助手李玲女士合写的《植物生长发育的化学控制》一书应运而生, 已于1995年秋问世。这部专著立论于近30年来我国众多学者的研究成果。全书篇幅适中(约20万字), 图文并茂, 收集文献多达300余篇(其中只有数篇来自国外)。从历史上看, 我国用于开发研究的植物生长调节剂几乎全都引自国外, 曾先后经历了生搬硬用、洋为中用, 以及植根于我国生产实际、面向农技市场的需求等阶段。为了使读者易于学习和查用, 书中侧重引用了国内资料, 并都注明出处, 成为本书的特色之一。

全书的体系与编排合理。第一章概述31种我国常用的调节剂, 并把它们分为生长促进剂、生长抑制剂和生长延缓剂三大类。尽管