

植物激素在马铃薯块茎形成发育过程中的作用

全 锋, 张爱霞, 曹先维

(华南农业大学园艺系, 广州 510642)

摘 要: 块茎形成和发育是马铃薯生长期间的一个重要环节, 也是产量形成的关键。植物激素是少量高效的生长调节物质, 在块茎形成发育过程中发挥着重要作用。本文就马铃薯块茎形成发育和植物激素二者之间的关系进行综述。

关键词: 马铃薯; 块茎; 植物激素

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1001-0092 (2002) 01-029-04

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 是茄科茄属多年生草本块茎植物, 在世界粮食作物中位居第四。在我国, 还是重要的蔬菜作物, 因而兼有粮菜共同的特点: 高产、早熟、用途多、分布广^[1,2]。马铃薯块茎是典型的储藏器官, 它含有丰富的营养物质——蛋白质、糖类、矿物质盐类和 Vc 等多种维生素成分, 而且含量均显著高于其它粮食作物。

植物激素是指一些植物体内合成, 并从产生之处运送到别处, 对生长发育产生显著作用的微量有机物^[3], 目前, 主要有五种: 生长素类 (IAA)、赤霉素类 (GA)、细胞分裂素类 (CTK)、乙烯 (ETH) 和脱落酸 (ABA), 其中前三类是促进生长的物质, 脱落酸是一种抑制生长的物质, 乙烯是促进器官成熟的物质。

在马铃薯块茎的形成及发育过程中, 五类激素分别起着不同的作用, 而且在不同时期施用和施用不同浓度都会影响到块茎的发育^[4], 而且由于植物具有微量刺激的独特特点, 因而在国内外的研究报道较多。

马铃薯块茎的形成过程是由两个相对独立的阶段: 匍匐茎形成阶段和匍匐茎顶端膨大阶段组成的, 这两个阶段的发育分别受不同的因素控制^[5]。

或可以称为同一因素在这两个不同阶段具有不同的作用。

1 激素对匍匐茎形成的影响

作为块茎形成的第一阶段, 匍匐茎形成的质量和数量将直接影响到块茎的生长发育。

匍匐茎实际上是马铃薯地下茎节上的腋芽水平生长的侧枝。经试验证明, 马铃薯腋芽同时具有发育成侧枝和匍匐茎的潜力^[2], 而发育的最终结果就取决于体内激素水平和外界环境, Booth (1963) 试验证明, 只有在较强的顶端优势存在的前提下, 才能产生匍匐茎^[6]。对于激素的作用, 有试验表明, 赤霉素 GA 能够促进匍匐茎的形成, 而且在 IAA 存在的前提下, 还能刺激匍匐茎的发育, 这也说明, IAA 也具有促茎匍匐茎的作用, 但是, 细胞分裂素的作用却正好相反, 它具有促进叶枝形成的功能^[7~10]。可见, 马铃薯主茎上侧芽究竟发育成匍匐茎还是叶枝, 取决于体内细胞分裂素和赤霉素的比较关系。乙烯作为一种逆境胁迫产物, 抑制匍匐茎的发育^[11], 脱落酸 ABA 和生长延缓剂也具有抑制匍匐茎伸长的作用^[42]。

此外, 马铃薯匍匐茎的形成和发育也受光周期的影响, 长日照促进匍匐茎的形成, 而短日照却相反, 这可能是因为长日照促使 GA 含量增加^[12]。

2 激素对块茎形成和发育的影响

马铃薯块茎是由匍匐茎顶端停止极性生长, 由

收稿日期: 2001-09-24

作者简介: 全锋 (1978—), 男, 华南农业大学园艺系蔬菜专业硕士研究生, 从事马铃薯栽培研究。

倒数第二个伸长的节间膨大发育而成的。激素对马铃薯形成的作用不尽相同。有报道认为, 脱落酸和细胞分裂素类物质是块茎形成的主要刺激物^[13,14], 但根据多方面深层次的试验证明, 目前较为一致的看法是: 马铃薯块茎形成受多种激素综合调节, 而外界因素是通过刺激植株体内激素成分和比例变化的结果而起作用的^[1,15]。

2.1 赤霉素对块茎形成的影响

赤霉素在块茎形成过程中的作用是最为肯定的, 它具有抑制或延迟块茎形成的作用^[11,16~18]。在块茎形成过程中, 外源施加赤霉素 GA, 不但使单茎结薯数减少, 而且也使块茎重量减轻^[15]。也有报道认为, 由于 GA 的重要作用始终贯穿整个生长过程中, 因而外界环境对块茎形成的影响也是通过 GA 起作用的, 比如长日照和高温, 都因能使 GA 类物质的含量增加而抑制块茎的形成^[19,20], 同样, 施用氮素可以使 GA 类物质的活性提高, 同样起到抑制块茎形成的效果^[21]。

也有报道分析, GA³ 本身并不是块茎形成刺激物^[17], 而且, 李灿辉试验证明^[22], CCC 和 B9 (GA³ 合成抑制剂) 及 ABA (GA³ 效应拮抗剂) 在长日照和短日照加光间断条件下不能诱导结薯, 而且在全黑暗诱导结薯条件下, 也未表现出促进结薯和显著提高产量的效果。郭予榕 (1996)^[45] 试验证明: 赤霉素与 6-BA 混合处理可以增加块茎重量, 而且认为赤霉素的这种提高块茎重量的作用可能是通过调节植株体内 6-BA 的平衡实现的。

2.2 细胞分裂素对块茎形成的影响

细胞分裂素类物质对块茎形成具有促进作用^[23,24], 同时它也可以促进匍匐茎的形成。但宋占平^[25]、Koda^[26] 对 CTK 具有促进块茎形成的作用持相反观点, Ewing 也报道称用 BA 处理“叶一芽”插条推迟块茎的形成^[19]。出现这两种情况可能是由于细胞分裂素的作用决定于与其他激素的共同作用或作用时间不同的缘故^[2]。比如具有较高浓度的 GA 时, 细胞分裂素促进叶枝的形成^[11], 而且在李灿辉的试验中, 在离体培养条件下, BA 虽能延缓衰老, 但在全黑暗条件下, 却没有促进结薯的作用, 同样在长日照和短日照加光间断条件下也不能诱导结薯。也有报道认为^[4,28], 在试管块茎形成过程中, BA 浓度和 BA 加入时间对块茎形成有明显影响, 加入时间过

早, 抑制小苗正常生长; 加入时间过晚又误过了匍匐茎顶端膨大的时间, 使结薯数减少。田长恩^[43] 试验称细胞分裂素可以诱导匍匐茎顶端膨大, 从而可以促进薯块的形成膨大。

2.3 乙烯对块茎形成的影响作用

关于乙烯在马铃薯块茎形成过程中的作用, 有截然不同的两种观点。一方面称乙烯具有促茎块茎形成的积极作用^[29,30]; 也有乙烯抑制块茎形成的报道^[31,34], 并称乙烯的抑制作用主要是通过抑制细胞分裂素对亚顶端分生组织的促进作用, 不利于淀粉积累所致。Vregdenhil (1989)^[11] 认为这种分歧主要来源乙烯具有匍匐茎伸长和块茎发生的双重作用, 但他也认为乙烯对后者的抑制作用是很短暂的, 因而可以认为乙烯是具有促进块茎形成的作用的。

2.4 脱落酸对块茎形成的影响作用

在现有的有关脱落酸在马铃薯块茎形成过程中的作用的报道中, 促进和抑制的报道都有。刘梦芸^[15] 认为内源 ABA 含量随块茎形成而增加, 而且外加 ABA 对块茎有明显的促进作用。Wareing (1980) 也有类似报道^[32]。但 Qareney (1982)^[33] 和 G. Hussey (1988)^[28] 等却提出异议。而且也有报道称^[21,31], 在离体条件下, ABA 不能诱导匍匐枝茎段产生块茎。郭得平^[34] 认为, ABA 本身并不诱导块茎形成, 它的主要作用是抵消 GA 类物质的活性。而且蒙美莲 (1994)^[35] 等的试验认为 ABA 与 GA³ 处于一定平衡水平, 才开始形成块茎, 且在块茎形成期间, ABA 与 GA³ 的比值一直较高。同时, 在这一试验中, 也肯定了 GA³ 对块茎形成的抑制作用和 ABA 对块茎形成的促进作用, 但是认为二者发生作用并没有完全的相关性。

2.5 生长素对块茎形成的影响作用

生长素是最早发现的植物激素, 但有关它在块茎形成过程中的作用和报道却很少, 而且现有报道观点也不一致。李曙轩^[36] 和胡云海^[37] 认为 IAA 对块茎形成有促进作用。杜长玉 (2000)^[44] 试验认为: 生长素类物质是马铃薯生长发育必须的调节物质, 具有延长光合时间, 促进根系发育, 从而显著提高产量的作用。而 Kumar (1974)^[18] 报道称大于 5 μm 的 IAA 抑制块茎形成, 同样也有 IAA 对块茎形成没有明显效果的报道^[14,15]。

3 其它生长调节剂在块茎形成过程中的作用

3.1 B₉对块茎形成发育的影响作用

B₉是一种植物生长延缓剂,具有抑制茎叶伸长的作用^[3]。在马铃薯块茎形成生长过程中,施用B₉能同时延缓地上部和匍匐茎二者的生长,而且在一定浓度和时期施用,能调节营养物质的运输方向,使更多的同化物转移向块茎,增加块茎数目,加快块茎膨大速度,进而提高块茎产量^[39,40]。

3.2 多效唑对块茎形成发育的影响作用^[41~43]

多效唑(PP₃₃₃)能抑制植物内源生长素和赤霉素的合成,加速乙烯和脱落酸的合成,从而有效控制茎叶生长,促使光合产物及时向块茎转运,提高产量。同样施用多效唑可以增加薯块个数,使薯形变大,中大薯含量提高。但是,过高浓度的PP₃₃₃(>300 ppm)却会导致产量下降,这可能是浓度过高,抑制茎叶生长,限制光合面积。PP₃₃₃的最佳施用时期是初花期。

综上所述,在马铃薯块茎的形成和发育过程中,各类植物激素都发挥着不同的作用,而且也存在部分协同作用,这也更充分证明:马铃薯块茎的形成和发育是受多种激素共同调节作用的。在今后的科研生产中,我们应科学合理地应用各类激素,为生产服务。同时要进一步确定各类激素及其相互间的确切作用,以及它们的最佳施用时间和浓度。

参 考 文 献

- [1] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 中国农业出版社, 1995.
- [2] 徐欣, 连勇. 马铃薯块茎发育机理的研究 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11 (2): 115—119.
- [3] 潘瑞炽, 董愈得. 植物生理学 (第三版) [M]. 高等教育出版社, 1995.
- [4] 柳俊, 谢从华等. 马铃薯试管块茎形成机制的研究—BA对试管块茎形成与膨大的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1995, 9 (1): 7—11.
- [5] P. M 哈里斯. 马铃薯改良的科学基础 [M]. 农业出版社, 1984.
- [6] Bouth A. The role of growth substances in the development of stolons In the Growth of the Potato. eds JD Ivans and FL Milthorpe. Butterworths, London, 1963.
- [7] Kumar D and Wareing P F. Factors controlling stolon development in the potato plant. New Phytol., 1972, 71: 639—648.
- [8] Woolley D J and Wareing P F. The role of roots, cytokinins and apical dominance in the control of lateral shoot formation in *Solanum andigena*. Planta. 1972, 10 (5): 33—42.
- [9] Pont Lezica R F. Evolution des substances de type gibberellins chez la pomme de terre pendant la tuberisation, en relation avec la longueur du jouret la temprature. Potato Research. 1970, 13: 323—331.
- [10] Swith O E and Rappaport L. Gibberellins, inhibitors, and tuber formation in the potato. *solanum tuberosum*. American Potato Journal. 1969, 46: 185—191.
- [11] Vreugdenhil D and Strik P C. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*). Physiol Plant. 1989, 75: 525—531.
- [12] Wareing P F. Substance S (F Skoog, ed) Springerverlag. 293—300.
- [13] 郭得平. 植物激素与马铃薯块茎形成 [J]. 植物生理学通讯, 1991, 27 (2): 130—133.
- [14] 白宝璋. 马铃薯块茎形成与光周期和植物激素关系的研究进展 [J]. 吉林农业大学学报, 1986, 8 (2): 4—9.
- [15] 刘梦芸, 蒙美莲等. GA₃、IAA、CTK和ABA对马铃薯块茎形成调控作用的研究 [J]. 内蒙古农牧学院学报, 1997, 18 (2): 16—20.
- [16] Hammes P S and Nel P C. Control mechanisms in the tuberization process. Potato Research, 1975, 18: 262—272.
- [17] Kumar D and Wareing P F. Studies on tuberization of *solanum andigena*. New phytol., 1974, 73: 833—840.
- [18] Okazawa Y. physiological studies on the tuberization of potato plants. J Fac Agric Hokkaido Univ, 1976, 55: 267—347.
- [19] Ewing E E. In Davies P J (ed), plant hormones and their role in plant growth and development. Martinus Nijhoff Publishers, Netherlands, 1987, 515.
- [20] Menzel B M, Ann Bot 1983, 52: 65.
- [21] Koda Y and Okazawa Y. Jap J Crop Sci, 1982, 52: 582.
- [22] 李灿辉, 王军等. 离体培养条件下植物生长物质对马铃薯块茎形成的影响 [J]. 马铃薯杂志, 1998, 12 (2): 67—73.
- [23] Palmer C E and Smith O E. Cytokinins and tuber initiation in the potato *solanum tuberosum* L. Nature, 1969, 221: 279—280.
- [24] Palmer C E and Smith O E. Effects of kinetin on tuber formation on isolated stolons of *solanum tuberosum* L. cultured in vitro. Plant and Cell Physiology, 1970, 11: 303—314.
- [25] 宋占平. 细胞分裂素对块茎形成的影响 [J]. 西北师范大学学报 (自然科学版), 1992, 28 (1): 55—60.
- [26] Yasunori Koda and Yozo Okazawa. Detection of potato-Induction Activity in Potato Leaves and Old Tubers. Plant and Cell Physiology, 1988, 29 (6): 967—974.
- [27] Hussey G and Stacey N J. Factors Affecting the Formation of in vitro Tubers of Potato (*Solanum Tuberosum* L.). Annals of Botany, 1984, 53: 565—578.
- [28] Catchpole A H and Hillman J. Effect of thylene on tuber initiation in *Solanum tuberosum* L. Nature, 1969, 223: 1387.

脱毒马铃薯不同大小种薯应用试验

马众文, 胡金和, 刘宗发

(南昌市农科所, 江西 南昌 330009)

中图分类号: S532

文献标识码: B

文章编号: 1001-0092 (2002) 01-032-02

1 前言

脱毒马铃薯生产技术是应用现代农业技术的设施农业, 脱毒后的种薯, 在继代繁殖过程中, 不可避免地重新感染病毒, 逐年积累加重, 最后完全失去使用价值, 加之生产用种单个重量大, 在生产上需大调大运, 造成了运费高、易感病的后果。而种薯微型化, 能较好的控制病原菌的侵染, 且易于贮藏运输, 因而是马铃薯种薯生产发展的趋势。为探讨生产用种的最佳种薯大小, 特进行本试验。

收稿日期: 2001-06-30

作者简介: 马众文 (1958—), 男, 南昌市农科所所长, 高级农艺师, 从事马铃薯栽培技术研究。

2 材料与方法

2.1 供试处理

本试验设 A: 5~10 g, B: 20~25 g, C: 45~50 g 三个处理。

2.2 试验设计

本试验设在南昌市农科所试验地, 采用随机区组设计, 3次重复, 3行区, 行长 10 m, 株距 60 cm, 行距 16.7 cm, 小区包沟面积 20 m²。

2.3 试验条件

供试品种为脱毒薯中薯 3 号, 二级原种, 由农科所大棚春种繁殖, 自然通过休眠, 50 g 种薯进行一次掰芽后, 催芽播种。9 月 15 日播种, 沟种。

[29] Garcia-Torres L and Gomez-Campo C. In vitro tuberization of Potato sprouts as affected by ethylene and gibberellic acid. *Potato Research*, 1973, 16: 73-79.

[30] Mingo-Castel AM, Smith OE and Kumanoto J. studies on the carbon dioxide promotion and ethylene inhibition of potato ex-plants cultured in vitro. *Plant physiol*, 1975, 57: 480-485.

[31] Wareing PF and Jerming AMV. The hormonal control of tuber-ization in potato. In *Plant Growth*, 1980.

[32] Qarrie SA. Droopy: a wilted mutant of potato deficient in abscisic acid. *Plant and Cell Environ*, 1982, 5: 23-26.

[33] 郭得平, 应振士等. 植物激素与马铃薯块茎形成 [J]. *植物生理学通讯*, 1991, 27 (2): 130-133.

[34] 蒙美莲, 刘梦芸等. 赤霉素和脱落酸对马铃薯块茎形成的影响 [J]. *马铃薯杂志*, 1994, 8 (3): 134-137.

[35] 李曙轩. 植物生长调节剂与蔬菜生产 [M]. 上海科学技术出版社, 1992.

[36] 胡云海, 蒋先明. 植物激素对微型薯形成的影响 [J]. *马铃薯杂志*, 1992, 6 (1): 14-20.

[37] 田长恩. 植物生长调节剂在马铃薯生产中的应用 [J]. *马铃薯杂志*, 1993, 7 (4): 223-226.

[38] 白嵩, 刘美良等. B⁹对马铃薯生长和产量的影响 [J]. *吉林农业科学*, 1996, 4: 87-89.

[39] 蒲育林, 王克敏, 王瑞英. 植物生长调节剂 B⁹对马铃薯微型种薯产量的影响 [J]. *马铃薯杂志*, 1994, 8 (3): 162-164.

[40] 童相兵, 严飞龙等. 烯效唑对马铃薯产量影响的探讨 [J]. *马铃薯杂志*, 1999, 13 (4): 221-222.

[41] 郭洪云. 不同浓度 PP₃₃₃对秋作马铃薯某些生理特性的影响 [J]. *马铃薯杂志*, 1996, 10 (4): 225-226.

[42] 于品华, 戴朝曦等. 多效唑对无土栽培马铃薯微型种薯的生长和产量的影响 [J]. *甘肃农业大学学报*, 1995, 30 (2): 160-163.

[43] 杜长玉, 李东明, 张志龙. 不同生长素在马铃薯上应用效果的研究 [J]. *中国马铃薯*, 2000, 14 (3): 137-140.

[44] 郭予榕. 生长调节剂对马铃薯某些生理特性的协同效应 [J]. *河南科学*, 1996, 14 (增刊): 36-38.