

# 植物生长物质及其在马铃薯生长发育研究中的应用\*

杨立军

(黑龙江省蚕业研究所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 介绍了不同生长素在马铃薯上应用效果的研究, 并分别讨论了植物激素及其它生长调节剂在马铃薯块茎形成发育过程中的应用。

**关键词:** 植物生长物质; 激素; 马铃薯

**中图分类号:** S 532      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002—2767(2005)01—0049—03

## Plant Growth Substances and Their Application in Potato

YANG Li-jun

(The Sericulture Institute of Heilongjiang, Harbin 150086)

**Abstract:** This paper introduced the result of hormones and plant growth regulators and discussed effect of plant hormone and other growth regulator on potato tuber formation.

**Key words:** plant growth substances; hormone; potato

### 1 植物生长物质

植物生长物质是一些可调节物质生长的微量有机物质, 它包括物质激素和植物生长调节剂, 此外还有一些天然存在的生长活性物质和抑制物质。目前公认的植物激素有五类: 生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、脱落酸与乙烯。此外, 油菜素甾体类、茉莉酸类、水杨酸类、多胺类等也有植物激素的特性<sup>[1]</sup>。

植物激素是植物体内产生的、调节植物生长发育的微量有机物质。各类激素的功能不同。生长素能促进细胞伸长和分裂, 并且有促进插枝生根、抑制器官脱落、控制性别和向性、维持顶端优势、诱导单性结实等作用。赤霉素的主要功能是加速细胞的伸长生长, 促进细胞分裂, 打破休眠, 诱导淀粉酶活性, 促进营养生长, 防止器官脱落等。细胞分裂素是促进细胞分裂的物质, 它能促进细胞的分裂和扩大, 诱导芽的分化, 延缓叶片衰老, 保绿和防止果实脱落等。脱落酸是抑制植物生长发育的物质, 可抑制细胞分裂和伸长, 还能促进脱落和衰老, 促进休眠, 调

节气孔开闭, 提高植物的抗逆性。乙烯是促进衰老和催熟的激素, 也可促进细胞扩大, 引起偏上生长, 促进插枝生根, 控制性别分化。植物激素的功能多种多样, 互相拮抗或互相协同, 共同对植物生长发育起调节控制作用。

植物生长调节剂是人工合成的具有类似激素活性的化合物, 包括生长促进剂、生长抑制剂和生长延缓剂等。油菜素甾体类可促进植物生长、细胞伸长和分裂, 促进光合作用, 增强抗性。茉莉酸能抑制生长和萌发, 促进衰老, 诱导蛋白合成。水杨酸可诱导生热效应和提高抗性, 并能诱导开花和控制性别表达。多胺能促进生长, 延缓衰老, 提高抗性。

### 2 不同生长素在马铃薯上应用效果的研究

生长素类物质是马铃薯生长发育必需的调节物质。动植物生长调节物质的研制与应用是农业科技革命的重要内容之一。关于生长素对马铃薯试管匍匐茎、块茎、扦插苗的影响、马铃薯在生长发育中内源激素的变化、马铃薯施用植物激素对产量和品质

\* 收稿日期: 2004—05—29

作者简介: 杨立军(1967—), 男, 黑龙江省龙江县人, 高级农艺师, 主要从事育种及科研管理工作。

的影响方面已有些研究报道。各种生长素喷施对产量及产量性状、生长发育、生理指标的效果在玉米、大豆等作物上已有报道。不同生长素对马铃薯的应用效果,尤其是各种生长素对各项生理指标的影响国内尚未见报道。自 1996 年以来,我们对马铃薯施用生长素类物质的效应进行了比较系统的研究<sup>[4]</sup>。

该试验用 4 种生长素喷施马铃薯,对其产量及产量性状、生长发育、生理指标的影响进行了系统的研究。其结果为,不同生长素对产量及产量性状、生长发育、生理指标具有不同的效果,其效果极显著的有 GA3、BA 两种,IAA、NAA 效果显著。试验设 5 个处理,BA(6 苄基腺嘌呤)、GA3(赤霉素)、IAA(吲哚乙酸)、NAA( $\alpha$  萘乙酸)、CK(对照),其浓度均为 20 mg/kg、450 kg/hm<sup>2</sup> 溶液。对生长发育效应调查结果表明,4 种生长素都具有增加株高和茎粗的作用,表现出长势强壮,植株繁茂,枯黄期延后,生育期延长 7~12 d。尤其延长了后期光合积累的时间,使块茎膨大期更加充分积累有机物,从而显著提高产量。

生理指标的测定结果表明,各种生长素都具有提高体内营养水平的作用,4 种生长素都极显著提高体内硝态氮、速效磷和速效钾的含量。这可能是因生长素物质促进了根系发育,使生长繁茂、植株健壮,从而提高了对土壤养分的吸收能力。GA3、BA 具有显著提高叶面积、叶绿素含量和体内氨基酸总量的效果,使光合强度和光合产物积累显著提高。在各项指标中,效果最显著的是叶面积系数和光合强度,使植株积累有机物速度加快,从而显著提高了产量。

产量性状调查和测定结果表明,4 种生长素都具有极显著提高大、中薯数量和重量的作用,使小薯的数量和重量显著降低,使其总薯数量和重量大幅度提高,从而提高商品薯的比率,其中 GA3、BA 的效果极显著高于 IAA、NAA,IAA、NAA 极显著高于对照。主要是由于喷施生长素后植株叶面积增大,光合效率等各项生理指标都很高,加之延长后期光合时间,使小薯变为大、中薯,从而使产量显著提高。测定结果还表明,各种生长素可显著增加块茎的淀粉含量,GA3 极显著高于 BA;BA 显著高于 NAA,极显著高于 IAA;NAA 极显著高于对照;IAA 显著高于对照。GA3、BA、NAA、IAA 分别比对照提高淀粉含量 512、31、201、123 个百分点。说明延长后期光合积累时间对提高淀粉含量相当重要。

总之,不同生长促进剂对马铃薯产量、产量性

状、生育性状以及生理指标的影响不同,但效果都显著,其位次是 GA3、BA、NAA、IAA,各性状、各生理指标之间以及与产量都具有显著的相关性和一致性。提高产量和品质主要在于:一是植株生长健壮,提高对 N、P、K 的吸收量,从而增加了光合面积和叶绿素的含量,提高光合强度,增加有机物的积累,使块茎增大和淀粉含量提高;二是各种生长素可延长马铃薯生长后期光合面积和时间,使生长后期的光合积累速度快、时间长、数量多,使其块茎膨大充分和淀粉积累充足,从而提高了商品薯的数量和产量。

### 3 植物激素在马铃薯块茎形成发育过程中的作用

块茎形成和发育是马铃薯生长期中的一个重要环节,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<sup>[3]</sup>。

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。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,这两个阶段的发育分别受不同的因素控制,或可以称为同一因素在这两个不同阶段具有不同的作用。

#### 3.1 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,而发育的最终结果就取决于体内激素水平和外界环境。Bouth(1963)<sup>[9]</sup>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。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 也具有促进匍匐茎发育的作用,但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。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例关系。乙烯作为一种逆境胁迫产物,抑制匍匐茎的发育脱落酸(ABA)和生长延缓剂也具有抑制匍匐茎伸长的作用。

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。

### 3.2 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,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<sup>[4]</sup>。

**3.2.1 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。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,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<sup>[5]</sup>。

也有报道分析,GA3 本身并不是块茎形成刺激物,李灿辉试验证明,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)试验表明: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 6BA 的平衡实现的。

**3.2.2 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,同时它也可以促进匍匐茎的形成。但宋占平、Koda<sup>[7]</sup>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。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。比如具有较高浓度的 GA 时,细胞分裂素促进叶枝的形成,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,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。田长恩的试验表明,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。

**3.2.3 乙烯对块茎形成的影响** 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进块茎形成的积极作用;也有乙烯抑制块茎形成的报道,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)<sup>[8]</sup>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,因而可以认为乙烯具有促进块茎形成的作用。

**3.2.4 脱落酸对块茎形成的影响** 有关脱落酸在马铃薯块茎形成过程中所起促进和抑制作用的都有报道。刘梦芸认为内源 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。但 Qareney(1982)<sup>[9]</sup>和 G. Hussey(1988)<sup>[10]</sup>等却提出异议。而且也有报道:在离体条件下,ABA 不能诱导匍匐枝茎段产生块茎。郭得平认为,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)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。

**3.2.5 生长素对块茎形成的影响** 生长素是最早发生的植物激素,但有关它在块茎形成过程中的作用却很少报道,而且现有报道观点也不一致。李曙轩和胡云海认为 IAA 对块茎形成有促进作用。杜长玉(2000)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,促进根系发育的作用,从而显著提高了产量。而 Kumar(1974)报道:大于 5  $\mu\text{m}$  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。

### 3.3 其它生长调节剂在块茎形成过程中的作用

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。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到块茎,增加块茎数目,加快块茎膨大,进而提高块茎产量。

多效唑对块茎形成发育的影响: 多效唑(PP333)能抑制植物内源生长素和赤霉素的合成,

# 高油玉米的饲用价值及在畜牧业中的应用前景

马延华, 孙德全, 李绥艳, 林 红, 潘丽艳  
(黑龙江省农科院作物育种所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 概述了高油玉米的主要特点和高油玉米的饲用价值, 并简要分析了高油玉米在黑龙江省畜牧业发展中的重要作用和应用前景。

**关键词:** 高油玉米; 饲用价值; 畜牧业

**中图分类号:** S 513      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-2767(2005)01-0052-03

## The High OIL Corn's Feeding Value and the Practical Prospect in Livestock Agriculture

MA Yan-hua, SUN De-quan, LI Sui-yan, LIN Hong, PAN Li-yan

(Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** The main characteristics of high oil corn was elaborated. The feeding value of high oil corn is much higher than those of common corn. The important effect and practical prospect in livestock agriculture of Heilongjiang province was analysed.

**Key words:** high oil corn; feeding value; livestock agriculture

高油玉米是运用现代科技手段育成的一种高附加值玉米新类型, 它是把优质、高产、多用途和高效

\* 收稿日期: 2004-08-29

第一作者简介: 马延华 (1977-), 男, 黑龙江省延寿县人, 实研, 学士, 从事玉米遗传育种研究。

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, 进而提高产量。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 ( $> 300 \text{ mg/kg}$ ) 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] 王忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 264-302.
- [2] 杜长玉. 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.

- [3] 全锋. 植物激素在马铃薯块茎形成发育过程中的作用[J]. 中国马铃薯, 2002, 16(1): 29-32.
- [4] 郭得平, 应振士. 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.
- [5] 蒙美莲, 刘梦芸. 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.
- [6] Bouth A. The role of growth substances in the development of stolons[A]. JD Ivans, FL Milthope. In the Growth of the Potato eds [C]. London: Butterworths, 1963.
- [7] Yaswnori Koda, Yozo Okazawa. Detection of Potato Induction Activity in Potato Leaves and Old Tubers[J]. Plant and Cell Physiol, 1988, 29(6): 976-974.
- [8] reugdenhil D, Strick PC. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*) [J]. Physiol Plant, 1989, 75: 525-431.
- [9] Wareing PF, Jerming AMV. The homonal control of tuberization in potato [M]. In Plant Growth, 1980.
- [10] Qarnie SA. Droopy. A wilty mutant potato deficient in abscisic acid [J]. Plant and Cell Environ, 1982, 5: 23-26.
- [11] Okazawa Y. Physiological studies on the tuberization of potato plants [J]. J Fac Agric Hokkaido Univ, 1976, 55: 267-347.