

# 生长素转运抑制剂-NPA 对梨树生长势调控的影响

马春晖, 宋伟, 李鼎立, 王然

(青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

**摘 要:**为探索梨树生长势调控途径,选用矮生型和普通型 2 种类型梨树为试材,对树体生长发育、激素类物质代谢调控,以及利用嫁接技术对 2 种类型间的互作机制等进行了试验研究。结果表明:普通型与矮生型梨树在生长发育上存在差异,矮生型在整个生长季节只出现 1 个生长高峰;2 种类型相互转接对抑制生长具有一定的作用;在生长期,使用 6-苄基腺嘌呤(BPA)、赤霉素(GA<sub>3</sub>)涂抹处理普通型梨树,对新梢生长有明显的促进作用;此外,生长素转运抑制剂 NPA 处理能够显著降低普通型梨树的生长势,矮化调节作用明显。以上结果表明,梨树生长势受内部物质的调控,NPA 对梨树生长势具有一定的调节作用。

**关键词:**梨;生长素;生长势;调控

**中图分类号:**S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)10-0001-04

梨树属多年生乔木,树体高大,给生产管理带来诸多不便,为便于现代化果园作业需求,人们长期以来将树体矮化控制作为一项重要的研究内容。另外,果树作物是砧木和接穗的复合体,是将优良的品种接穗嫁接到适应性强的砧木上来进行生产,这就需要从 2 个不同的遗传体中去探寻树体矮化的途径。从接穗品种来讲选择节间短、紧凑型的品种,即生产上称作的短枝型的品种十分关键,但遗憾的是优良品种难以找到这样的类型。因此,人们把希望寄托在砧木的矮化上。目前,通过大量的研究工作,已选育出一些具矮化树体的优良砧木,在生产上得到应用。如苹果的 MM 系、梨树的榲桲系、OHF 系等。但遗憾的是在梨矮化砧木研究中,榲桲系砧木难以与亚洲梨亲和,限制了在生产中的应用。因此,开展梨树生长势调控机制的研究对梨树生产十分重要。

砧木对树体生长存在调控作用,优良的矮化砧木能够使树体生长势得到有效控制,但长期以来,砧木对树体的调控机制仍然不十分清楚。一些研究指出,砧木限制水分和养分的转运,从而达到控制树体生长的目

的<sup>[1-2]</sup>;另外,砧木与接穗间激素类物质的转运调节也起着十分重要的作用,相关研究报道较多,主要集中在赤霉素类(GA)、生长素(IAA)、脱落酸(ABA)以及油菜素内酯等方面<sup>[3-7]</sup>。一些研究认为,由苹果砧木引起的接穗品种的早期生长停滞,可能是由于减少了 IAA 从接穗到根部的转运,或者是 GA 从根到接穗的转运<sup>[8]</sup>。外部涂抹和喷施与植物生长有关的生理生化物质能够影响植物生长势<sup>[9]</sup>。NPA(N-(1-Naphthyl)phthalamic Acid)是一种生长素转运抑制剂,一些研究指出,在苹果上使用 NPA 能够阻碍生长素的极性运输,抑制地上部产生的生长素往根中运输,使根中缺乏生长素导致根系生长受阻,从而影响地上部分生长<sup>[10]</sup>。相反,一些研究指出,砧木对地上部接穗的生长势调控作用不明显,甚至认为砧木对地上部接穗的影响主要在于促进树体的生殖生长,相应的减缓了营养生长<sup>[11-12]</sup>。综上所述,尽管在树势调控上相关研究较多,但仍然有许多不明之处,特别是梨树的树势调控研究更为稀少,有待进一步研究。

该研究选用欧洲矮化梨与亚洲梨的种间杂交后代中矮生型与普通型的实生苗为试材,通过激素代谢调控、转接等方法,探索梨树生长势调控机制,以期为梨树矮化密植栽培提供理论依据和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试植物材料选自普通型梨与矮生型西洋梨杂交 F<sub>1</sub> 代 1 年生实生苗,该群体后代中分化为 2 个明显的类型,一类为普通型,植株高大、节间长、无矮生表现;另一

**第一作者简介:**马春晖(1966-),男,博士,副教授,现主要从事果树栽培生理等研究工作。E-mail:machunhui2000@163.com.

**责任作者:**王然(1960-),女,博士,教授,现主要从事梨树育种等研究工作。

**基金项目:**国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-29-07);山东省优秀中青年科学家科研奖励基金资助项目(BS2011NY007)。

**收稿日期:**2015-01-23

类为矮生型,节间明显短缩、植株矮小紧凑。选取生长一致的普通型和矮生型实生苗作为试验用苗木,采用大盆盆栽方法,在温室内进行了苗木栽植。

## 1.2 试验方法

1.2.1 不同类型实生苗生长发育观察 苗木栽植后,自4月中旬开始至11月上旬,每隔15 d左右,对植株的生长量进行连续田间测量,调查2种类型梨实生苗年生长发育状况。

1.2.2 生长调控剂处理  $GA_3$  处理:配制浓度为500 mg/L 溶液,在试验植株普通型与矮生型苗木基部,

离地面10 cm处轻刮表皮不伤及韧皮部,用棉花蘸取 $GA_3$ 后,放置于基部刮伤处,然后用胶带封包固定;自顶芽萌发开始,每隔15 d涂抹1次,共3次;6-苄基腺嘌呤(BAP)处理:配制浓度为500 mg/L 溶液,在试验植株普通型与矮生型苗木上半部进行喷施,自顶芽展叶后开始,每隔15 d喷1次,共3次;NPA处理:配制浓度为50 mg/L 溶液,在试验植株普通型与矮生型苗木基部,离地面10 cm处轻刮表皮不伤及韧皮部,用棉花蘸取NPA后,放置于基部刮伤处,然后用胶带封包固定;自顶芽萌发开始,每隔15 d涂抹1次,共3次。

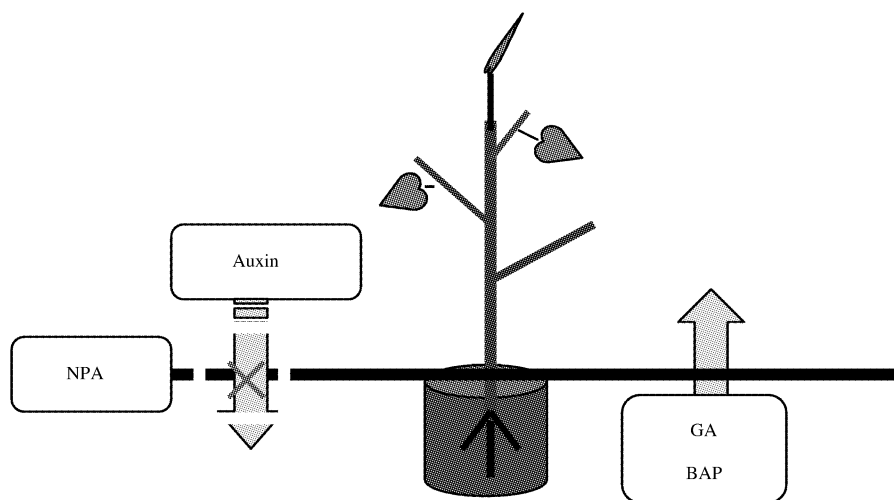


图1 NPA对植物生长素调控模式图

Fig.1 The auxin regulation pattern of NPA

1.2.3 矮生型与普通型相互转接试验 选择矮生型和普通型2种类型苗木各10株,从普通型和矮生型苗木上各自剪取接穗,取枝条中部位饱满芽作为接芽,植株相互对应,利用嫁接技术进行相互转接,接口位于离地面30 cm处,实现2种类型苗木的地上部与地下部对调,观察生长发育情况。

## 1.3 项目测定

用卷尺、游标卡尺测量新梢长度、粗度和节间长。

## 1.4 数据分析

利用Excel 2003和SPSS 17.0软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 普通型与矮生型梨树年生长发育变化

图2对苗木生长的周年连续监测结果显示,普通型梨树主茎(新梢)从4月中旬开始至6月上旬生长迅速,6月中旬至7月底生长缓慢,进入8月至10月上旬生长迅速,在1年中出现2个生长高峰,生长曲线呈双“S”型;而矮生型梨树在整个周年生长中,除5月初至6月中下旬出现1次生长高峰外,其余时间生长缓慢,从生长变化来看,1年中仅出现1次生长高峰,呈单“S”型。在生长

量差异上,普通型主茎在生长末期达202 cm,而矮生型仅为42 cm,二者差异显著。

试验表明,矮生型梨树植株矮小的原因,除生长缓慢以外,在生长模式上也存在不同,与普通型相比较,没有出现2次生长现象,这可能与自身体内激素代谢调控有关,这可为进一步了解梨树矮生机制提供参考。

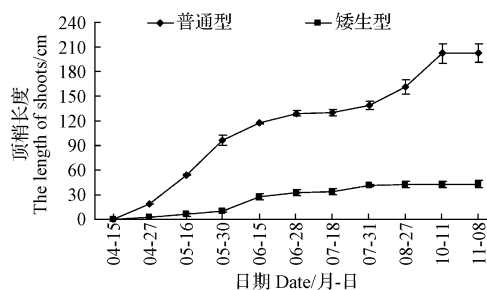


图2 普通型和矮生型梨树顶梢年生长量变化

Fig.2 The annual growth change of shoots of standard tree and dwarfed tree

### 2.2 BAP、 $GA_3$ 和 NPA 处理对树势的影响

由表1可以看出,普通型和矮生型梨树经BAP和 $GA_3$ 处理后,与对照相比较,新梢长度增加,节间数增

多,但节间长度减少。普通型和矮生型梨树经 NPA 处理后,新梢长度、粗度和节间长均低于对照。说明 BAP 和 GA<sub>3</sub> 处理能促进新梢发育和增加新梢节间数量,而

NPA 处理能够对梨树生长势起到一定的限制作用,特别是对普通型梨树的限制生长作用明显。

表 1 不同生长调控剂对 1 年生主茎生长发育的影响

Table 1 The influence of growth and development on the shoots of standard tree and dwarfed tree

类型 Type	处理 Treatment	茎长 Stem length/cm	粗度 Stem thickness/cm	节间长 Internode length/cm	节间数 Internode number
矮生型	BAP	52.7±2.3	1.2±0.1	1.1±0.1	56.7±7.6
	GA <sub>3</sub>	52.0±6.9	1.3±0.1	1.3±0.2	49.0±6.9
	NPA	40.0±1.8	1.1±0.2	1.2±0.1	38.0±4.5
	CK	48.5±4.8	1.3±0.2	1.3±0.3	42.5±2.4
普通型	BAP	122.5±11.2	2.1±0.3	3.8±0.8	36.0±1.9
	GA <sub>3</sub>	130.0±8.9	1.8±0.2	4.2±0.4	38.8±1.4
	NPA	97.5±2.2	1.6±0.2	3.6±0.7	31.0±1.8
	CK	124.3±13.5	1.8±0.2	4.0±0.6	38.7±1.4

### 2.3 不同类型梨树相互转接对树势的影响

表 2 表明,矮生型梨树转接到普通型后,受普通型梨树的影响,新梢长度比对照有所增加,粗度减少,节间长度无明显变化;而普通型嫁接到矮生型后,新梢长度和节间长都有所减少,粗度增加。表明矮生型梨树作为

砧木对普通型梨树生长势具有一定的限制作用,而普通型梨树作为砧木促进了矮生型梨树的生长势,这进一步验证了砧木和接穗之间的互作,这种互作受植物自身遗传特性的影响,矮生型能够在一定程度上限制地上部接穗的生长势。

表 2 普通型与矮生型转接处理对树体生长发育的影响

Table 2 The influence of growth and development on the shoots of standard tree and dwarfed tree with the treatment of intergraft

转接处理(接穗/砧木) Connection treatment(scion/rootstock)	1 年生主茎 One-year-old stem			
	茎长 Stem length/cm	粗度 Stem thickness/cm	节间长 Internode length/cm	节间数 Internode number
矮生型/普通型	53.33±5.75	1.16±0.17	1.09±0.23	29.83±3.97
对照(矮生型)	41.50±3.50	1.24±0.08	1.11±0.20	24.50±1.50
普通型/矮生型	153.50±15.02	1.51±0.55	4.66±0.49	24.33±4.32
对照(普通型)	167.67±14.01	1.24±0.12	3.36±0.42	47.67±7.09

### 3 讨论

普通型梨树受外界气候条件和树体养分的影响,在 1 年中新梢出现 2 次生长高峰,呈双 S 类型,然而矮生型梨树在 1 年中新梢的发育不十分清楚。该研究结果指出,普通型梨树在年生长过程中出现 2 次高峰,遵循一般生长规律,但矮生型梨树除出现第一次生长高峰外,后期生长平缓,无明显的二次生长高峰,说明普通型与矮生型在年生长发育上存在差异,可能是导致树体矮化的原因之一。Grochowska 等<sup>[8]</sup>研究发现,苹果矮化砧木 M9 在生长初期能够限制接穗生长,主要表现在接穗停长较早,说明矮化砧木能够起到及早结束生长的作用,减少二次生长,是导致接穗矮化的主要原因。这与矮生型梨树的生长相符合,因此,通过矮生型梨树的生长发育观察,有利于进一步去理解砧木的矮生机制。

目前,砧木与接穗间的互作研究主要集中在营养物质的转运、激素代谢和嫁接口亲和性等方面,一些研究指出,砧木对树势的调控主要是通过水分和养分的调节来实现对地上部接穗生长势调控<sup>[13]</sup>,嫁接口也在一定程度上能够限制部分物质的运输,实现对树体的调控<sup>[14]</sup>。另外,激素类物质的转运也是导致生长势减缓的重要因

素之一,如减少 IAA 从接穗到根的转运,或者 GA 从根到茎的转运<sup>[15]</sup>。砧木和接穗间的相互作用较为复杂,影响因素较多,为弄清砧穗作用机制,通过矮生型与普通型相互转接试验结果指出,转接后砧穗间存在一定的相互作用,矮生型转接到普通型后出现主茎生长量增加,而普通型转接到矮生型后主茎生长量出现降低,在一定程度上反映出砧木和接穗之间的互作,但这种互作效应是有限的,不能从根本上克服各自的生长特性,使矮生型恢复到普通型或者使普通型恢复到矮生型。

果树生长势调控与激素类物质代谢关系密切,历来受到研究者的关注,GA 能够刺激苹果新梢发育<sup>[9-10]</sup>。苹果根系能够合成 GA,并通过木质部转运到接穗,矮化砧木根系和新梢叶片中 GA 浓度比普通型低<sup>[16]</sup>,嫁接之后的第一年 M9 砧木能够减少接穗的平均长度和节间数量<sup>[17]</sup>,这一调控主要是通过减少 IAA 从接穗到根的转运,限制了根系生长和减少 GA 从根到茎的转运,抑制地上部接穗生长<sup>[18]</sup>。NPA 是一种生长素转运抑制剂,一些研究指出,在苹果上使用 NPA 能够阻碍生长素的极性运输,能够抑制树上部分产生的生长素往根中运输,根中缺乏生长素导致根系生长受阻,从而影响地上

部分生长<sup>[10]</sup>。在该试验中施用 BAP 和 GA 能够促进地上部主茎的生长,普通型最为明显,说明 BAP 和 GA 对植株的生长势具促进作用,与前人的研究结果相一致,同时增加了节间数目。NPA 施用后明显抑制了地上部主茎的生长,说明 NPA 对梨树植株的生长势具有一定的抑制作用,可能抑制了地上部生长素向根中的转运。在梨树上进一步验证了生长素调控的机制。与苹果的研究结果相一致。说明砧木对树势的调控主要与地上部生长素类物质的调节相关联。地上部与地下部生长素浓度的差异,也许是砧木实现对树势调节的主要原因之一,以上结果为揭示梨树生长势调控提供参考依据。

### 参考文献

- [1] 王中英,白瑞琴,吕晓燕.矮化中间砧和乔砧苹果树水势变化研究[J].园艺学报,1997,24(2):191-193.
- [2] 陈长兰.果树矮化砧和矮化中间砧的致矮机理研究[J].中国农学通报,2000,16(3):31-32.
- [3] Maria J G,George J B,George I S. Endogenous auxin and gibberellin levels in low and vigor apple seedlings[J]. Acta Hort,1984,146:125-131.
- [4] 牛自勉,王贤萍.内源激素在苹果短枝型品种预选上的应用[J].中国农业科学,1995,11(15):14-18.
- [5] 虞慧芳,曹家树,王永勤.植物矮化突变体的激素调控[J].生命科学,2002,14(2):85-88.
- [6] Bulley S M,Wilson F M,Hedden P,et al. Modification of gibberellin biosynthesis in the grafted apple scion allows control of tree height independent of the rootstock[J]. Plant Biotechnol J,2005(3):215-223.
- [7] Li H L,Zhang H,Yu C,et al. Possible roles of auxin and zeatin for initiating the dwarfing effect of M9 used as apple rootstock or interstock[J]. Acta Physiol Plant,2012,34(1):235-244.
- [8] Grochowska M J,Dziaziel U,Miszczak A. Active participation of the root/shoot transition region treated with triiodobenzoic acid in basipetal transport of 14C-indole-3-acetic acid and ethylene evolution in the stem of apple seedling[J]. Scientia Horticulturae,1994,59:207-215.
- [9] Robitaille H A,Carlson R F. Gibberellin and abscisic acid-like substances and the regulation of apple shoot extension[J]. J Amer Soc Hort Sci,1976,101(4):388-392.
- [10] van Hooijdonk B M,Woolley D J,Warrington I J,et al. Initial alteration of scion architecture by dwarfing apple rootstocks may involve shoot-root-shoot signalling by auxin,gibberellin,and cytokinin[J]. J Hort Sci Biotechnol,2010,85:59-65.
- [11] Lliso I,Juan B F,Manuel T. The dwarfing mechanism of citrus rootstocks F&A 418 and #23 is related to competition between vegetative and reproductive growth[J]. Tree Physiology,2004,24(2):225-232.
- [12] Seleznyova A N,Tustin D S,Thorp T G. Apple dwarfing rootstocks and interstocks affect the type of growth units produced during the annual growth cycle:Precocious transition to flowering affects the composition and vigour of annual shoots[J]. Annals of Botany,2008,101(5):679-687.
- [13] Nardini A,Gascó A,Raimondo F,et al. Is rootstock-induced dwarfing in olive an effect of reduced plant hydraulic efficiency? [J]. Tree Physiology,2006,26(9):1137-1144.
- [14] Jones O P. Effect of dwarfing interstocks on xylem sap composition in apple trees;effect on nitrogen,potassium,phosphorus,calcium, and magnesium content[J]. Ann Bot,1976,40:1231-1235.
- [15] 岳川,曾建明,曹红利,等.高等植物赤霉素代谢及其信号转导通路[J].植物生理学报,2012,48(2):118-128.
- [16] Yadava U L,Lockard R G. Absciscic acid and gibberellin in there ungrafted apple (*Malus sylvestris*) rootstock clones[J]. Physiol Plant,1977,40:225-229.
- [17] Costes E,Salles J C,Garcia G. Growth and branching patterns along the main axis of two apple cultivars grafted on two different rootstocks[J]. Acta Hort,2001,557:131-139.
- [18] Lockard R G,Schneideri G W. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple[J]. Hort Reviews,1981,3:315-375.

## Effect of an Auxin Transport Inhibitor-NPA on Growth Vigor of Pear (*Pyrus* spp.)

MA Chun-hui,SONG Wei,LI Ding-li,WANG Ran

(College of Horticulture,Qingdao Agricultural University,Qingdao,Shandong 266109)

**Abstract:** In order to explore the growth potential regulation pathway of pear tree,selecting the standard tree and dwarfed tree as the test materials. The difference in the growth,hormonal metabolism and interactions between standard tree and dwarfed tree were investigated. The results showed that there was difference in the growth between standard tree and dwarfed tree,the dwarfed tree only a growth peak in the whole growing season;the intergraft of two types had certain effect to the shoots growth;the period of growth,the standard and dwarfed tree treated by BPA and GA<sub>3</sub> treatment promoted growth of shoots;in addition,the NPA treatment could significantly reduce the growth of standard tree and dwarfed tree. The results showed that the pear tree growth potential was regulated by the endogenous hormones,the NPA had a modified for pear tree growth potential.

**Keywords:** pear;auxin;growth vigor;regulation