

# 不同时期涂抹 KT-30 乳液对苹果幼树发枝的影响

孟 云, 马少锋, 邵建柱, 孙建设, 乔雪华, 马宝焜

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

**摘 要:**以 2 a 生矮化中间砧“红富士”苹果幼树为试材, 从萌芽前到 7 月份, 对中心干延长枝剪口以下 30~60 cm 缺枝部位涂抹 100 mg/kg KT-30 乳液, 研究不同时期涂抹 KT-30 乳液对促进苹果幼树芽体萌发及定位发枝的影响。结果表明: 4 月上旬、4 月下旬、5、6 与 7 月中心干延长枝剪口以下 30~60 cm 部位对照萌芽率分别平均为 43.7%、6.07%、0%、0% 与 10.75%。涂抹 KT-30 乳液后, 第 7~10 天芽体萌发, 从萌芽前 4 月 5 日到生长季 7 月 5 日, 各处理芽的平均萌芽率均大于 80%, 其中 5 月 25 日处理后萌芽率最高, 为 100%, 与其它处理时期的差异极显著。4 与 7 月处理的芽体成枝力低, 多抽生为短枝, 其中 7 月 25 日处理后成枝力最低, 为 0%, 极显著小于其它处理时期的, 并且抽生枝条成熟度较差。5 月 25 日与 6 月 10 日处理的芽体成枝力高, 分别为 66.0% 与 57.6%, 超长枝长度平均为 66.7 与 91.1 cm, 枝条生长健壮, 成熟度好。随处理时期的延后, 枝干比呈现减小趋势, 4、5、6 与 7 月分别平均为 0.43、0.40、0.38 与 0.28。

**关键词:**苹果; KT-30; 萌芽率; 成枝力; 分枝; 整形

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)12-0009-04

苹果矮砧密植栽培具有结果早、早期效益高、果实品质优良、省工、技术简化易推广等优点, 目前已在欧美日等发达国家普遍采用, 矮砧密植是世界苹果栽培的发展方向<sup>[1-3]</sup>。近年来, 我国在生产上也推广栽培了一些矮砧苹果树, 但是在幼树整形期, 中心干整形带中下部萌芽率低, 致使中心干光秃、分枝数量不足, 严重影响幼树早期枝量增加与前期产量。

目前, 生产上主要使用植物生长调节剂和人工刻芽<sup>[4-7]</sup>等技术促进幼树发枝, 国内外开展了许多利用生长调节剂促进苹果幼树发枝的研究<sup>[8-12]</sup>, 主要利用细胞分裂素具有克服顶端优势促进侧芽和侧枝形成的作用<sup>[13]</sup>, 处理时期主要集中于萌芽前, 同时也研发出了一些产品, 如国内研制的发枝素软膏和抽枝宝(主要成分为 6-BA)<sup>[11-12, 14-15]</sup>, 国外的 Promalin®(普洛马林, 有效成分为 6-BA 和 GA<sub>4+7</sub>, 二者各占 1.8%)<sup>[16-17]</sup>等。这些药剂对促进苹果幼树发枝都有一定的效果, 但是效果还不理想<sup>[17]</sup>, 尤其是发枝素和抽枝宝均为膏剂, 存在操作繁琐、耗费人力等不足。作为人工合成的细胞分裂素, KT-30 活性比 6-BA 高, 是 6-BA 的 10~100 倍。该试验

将 KT-30 制为乳剂, 不同时期在苹果幼树 1 a 生中心干整形带的缺枝部位用软毛刷蘸取涂抹芽体, 以期筛选出最佳处理时期, 促进苹果幼树萌芽抽枝, 做到定位发枝, 为矮砧密植苹果快速成形提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在河北省顺平县南神南国家苹果产业技术体系保定综合实验站进行, 以 2 a 生矮化中间砧“红富士”苹果幼树为试材, 品种为“红富士”短枝型芽变“天红 2 号”, 基础为八棱海棠, 中间砧为 SH40。南北行向定植, 株距 2 m, 行距 4 m, 树势较一致, 常规管理。

### 1.2 试验方法

试验在 2009 和 2010 年春季, 于 1 a 生芽体开绽后到萌发前, 每棵树于中心干剪口以下 30~60 cm 部位, 选取 5 个饱满芽, 用软毛刷蘸取不同浓度的 KT-30 乳液, 直接涂抹芽体, 对照涂抹不含 KT-30 的空白乳液。处理后记录萌芽时间和萌芽率, 冬季落叶后, 调查发枝数目、枝类组成、枝干比和分枝生长量, 筛选适合的药剂组合与浓度配比。

2011 年具体处理时期分别为 4 月 5 和 20 日, 5 月 5 和 25 日, 6 月 10 日, 7 月 5 和 25 日。试验设计采用随机区组, 每小区 6 棵树, 3 次重复, 每处理共 18 棵树, 以 2010 年冬季修剪时中心干延长枝剪口以下 30~60 cm 部位光秃缺枝的树为试材, 在该部位选取 5 个方位合适的未萌发芽, 涂抹 100 mg/kg KT-30 乳液, 每个处理时

**第一作者简介:**孟云(1985-), 女, 河北安国人, 在读硕士, 研究方向为果树栽培生理。E-mail: mengyun1111@126.com。

**基金项目:**现代农业产业技术体系专项资金资助项目(CARS-28); 河北省林业局资助项目(1117410)。

**收稿日期:**2012-04-09

期对照均涂抹不含 KT-30 的空白乳液,将乳液均匀涂抹到芽体上,并且稍微向四周的树皮扩展。不同时期处理后分别记录萌芽时间和萌芽率,冬季落叶后,统一测量各处理的分枝长度、分枝基部粗度及其着生部位中心干粗度,计算各处理枝类数目、超长枝平均长度和枝干比,对不同时期涂抹 KT-30 乳液在促进苹果幼树萌芽抽枝和定位发枝方面的效果进行比较。

### 1.3 数据处理

试验数据用 Excel 进行统计分析,DPS 7.05 版软件进行差异显著性测验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同时期涂抹 KT-30 乳液对苹果幼树萌芽抽枝的影响

2.1.1 对萌芽率的影响 每个处理时期对照均涂抹不含 KT-30 的空白乳液,不同时期处理后,对照也有一定的萌芽率,但是不同处理时期之间存在差异。由表 1 可知,萌芽前 4 月 5 日处理后对照萌芽率平均为 43.70%,

说明中心干延长枝剪口以下 30~60 cm 部位在自然情况下较难萌芽。4 月 20 日苹果树已经展叶,此时处理后,对照萌芽率平均为 6.07%,5 月 5 和 25 日及 6 月 10 日处理后对照萌芽率均为 0%,进入 7 月份降雨量增加,湿度增大,该部位有少量芽萌发,7 月 5 和 25 日处理后对照萌芽率分别平均为 12.83%与 8.67%,说明萌芽后,在整个生长季该整形带内的芽体在自然情况下几乎不能萌发。不同时期涂抹 KT-30 乳液后 7~10 d 芽体萌发,从萌芽前 4 月 5 日到生长季 7 月 5 日,各处理芽的平均萌芽率均大于 80%。其中 5 月 25 日处理萌芽率最高,为 100%,极显著高于其它处理时期的,其次为 7 月 5 日、4 月 5 日与 6 月 10 日处理的,平均萌芽率分别为 96.13%、89.87%与 86.88%,5 月 5 日处理后萌芽率为 81.36%,与 4 月 20 日处理的差异不显著。7 月 25 日处理后萌芽率最低,为 63.54%,与其它处理时期的差异极显著。

表 1 不同时期涂抹 KT-30 乳液对苹果幼树发枝和生长的影响

Table 1 Effects of painting KT-30 emulsion on buds in different time on branching and growth of young apple trees

时间 Date/月-日	萌芽率 Germination rate of buds/%		成枝力	分枝数* No. of laterals				超长枝长度	枝干比
	对照	处理	Branching	超长枝(>30 cm)	长枝(15~30 cm)	中枝(5~15 cm)	短枝(<5 cm)	Length of super	Trunk diameter/
	Control	Treatment	ability/%	Super long branch	Long branch	Medium branch	Spurs	long branch/cm	branch diameter
4-5	43.70aA	89.87cC	28.93dD	1.3dD	0aA	0.3eE	2.8cC	61.6dD	0.44aA
4-20	6.07dD	82.34eE	7.29fF	0.3fF	0aA	0.6dD	3.2aA	48.6eE	0.42bB
5-5	0.00eE	81.36eE	44.25cC	1.8cC	0aA	0.3fF	2.0eE	83.7bB	0.41cBC
5-25	0.00eE	100.00aA	66.00aA	3.3aA	0aA	0.7cC	1.0gG	66.7cC	0.40cC
6-10	0.00eE	86.88dD	57.55bB	2.5bB	0aA	0.6dD	1.2fF	91.1aA	0.38dD
7-5	12.83bB	96.13bB	18.73eE	0.9eE	0aA	1.0aA	3.0bB	35.0fF	0.28eE
7-25	8.67cC	63.54fF	0.00gG	0gG	0aA	0.9bB	2.3dD	0gG	

注:同列数据后标不同大、小写字母分别表示处理间差异达  $P<0.01$  和  $P<0.05$  显著水平。\*:分枝数的处理基数为 5。

Note: Values in the same column followed by different capital and small letters mean significant difference at  $P<0.01$  and  $P<0.05$  levels respectively. \*: No. of laterals came from 5 buds treated by KT-30 emulsion.

2.1.2 对成枝力和枝类组成的影响 由表 1 可知,5~6 月处理后成枝力高,其中 5 月 25 日处理的最高,为 66.00%,与其它处理时期的差异极显著,其次为 6 月 10 日与 5 月 5 日处理的,成枝力分别平均为 57.55%与 44.25%。4 月 5、20 日与 7 月 5 日处理后成枝力低,分别为 28.93%、7.29%与 18.73%。7 月 25 日处理后成枝力最低,为 0%,极显著小于其它处理时期的。5~6 月处理后,抽生枝条以超长枝为主。其中 5 月 25 日处理后抽生超长枝数量最多,每处理 5 个芽平均抽生 3.3 个超长枝,与其它处理时期的差异极显著,短枝平均仅抽生了 1.0 个,中枝 0.7 个。6 月 10 日与 5 月 5 日处理后,分别平均抽生 2.5 与 1.8 个超长枝,1.2 与 2.0 个短枝。4 月与 7 月处理后,抽生枝条多为短枝。4 月 5 与 20 日,每处理 5 个芽分别平均抽生 2.8 与 3.2 个短枝,超长枝平均仅抽生 1.3 与 0.3 个。7 月 5 与 25 日,每处理 5 个芽分别平均抽生短枝 3.0 与 2.3 个,中枝 1.0 与 0.9 个,7 月 5

日处理后仅抽生超长枝 0.9 个,7 月 25 日处理后没有超长枝抽生,可能与抽生枝条生长时间短有关。每个处理时期都没有抽生 15~30 cm 的长枝。

### 2.2 不同时期涂抹 KT-30 乳液对苹果幼树枝长、枝干比的影响

由表 1 可知,4 月 5 日、5 月 5 和 25 日与 6 月 10 日处理后,成枝力较高,每处理 5 个芽抽生超长枝数目均大于 1,平均长度为 75.8 cm,其中 6 月 10 日最长,平均为 91.1 cm,极显著大于其它处理时期的,其次为 5 月 5、25 日与 4 月 5 日处理的,平均长度分别为 83.7、66.7 和 61.6 cm。7 月 5 日处理后,由于生长期较短,平均仅抽生 0.9 个超长枝,生长量较小,平均长度仅为 35 cm,极显著小于其它处理时期的,并且枝条成熟度较差。7 月 25 日处理后,同样由于生长期短,没有抽生超长枝。

随着处理时期延后,枝干比(枝粗/干粗)呈现减小趋势。4、5、6 与 7 月份处理后,枝干比分别平均为 0.43、

0.40、0.38 与 0.28。

### 3 讨论

目前生产上推广的矮砧苹果品种主要为“红富士”，定植当年及第 2 年，在自然情况下发枝数目很少，不能满足快速成形与早期丰产的要求。前人研究与生产经验表明，在需要分枝的部位进行刻芽处理产生的枝条数量有限，并且操作相对复杂，耗费人力，而利用各种植物生长调节剂促进苹果幼树发枝，操作相对简单，发枝率高，对于实现果树早产、丰产具有重要意义<sup>[4-7,14-20]</sup>。前人研究多采用 6-BA 促进苹果幼树发枝，作为人工合成的细胞分裂素，KT-30 活性比 6-BA 高，是 6-BA 的 10~100 倍，该试验结果表明，在苹果幼树缺枝部位涂抹 100 mg/kg KT-30 乳液，可以促进萌芽抽枝，增加枝量，并且与使用 6-BA 相比，萌发的新梢生长健壮，叶片厚，浓绿，叶绿素含量高(数据未列出)。

前人利用植物生长调节剂促进幼树发枝的试验主要集中于萌芽前处理，处理时期有限，在生产中应用时存在局限性。该研究在不同时期进行促萌芽抽枝处理，结果表明，从萌芽前 4 月 5 日到生长季 7 月 5 日，在 1 a 生中心干缺枝部位，使用 KT-30 乳液涂抹未萌发的芽体，均可使萌芽率高达 80% 以上，增加枝量。但是不同时期处理后，成枝力、枝类组成、枝条生长势与枝干比存在差异。萌芽前后(4 月 5 日和 20 日)，处理的芽体萌发后多形成短枝。可能由于春季苹果幼树萌芽后，枝条顶端萌发的新梢迅速生长，新梢幼叶合成大量生长素(Auxin)<sup>[21]</sup>，随后由顶端向基部运输，形成顶端优势，间接抑制中下部芽体萌发生长<sup>[22]</sup>。此外，萌芽前后芽体外面被鳞片包裹，涂抹 KT-30 乳液后不易被芽体吸收。相反，对离体枝条试验结果表明，该时期在外源细胞分裂素的作用下，一旦打破顶端优势促进 1 a 生枝中下部大量萌芽抽梢，就会抑制顶端新梢生长，进而影响幼树增高生长(数据未列出)。5 月下旬到 6 月上旬在 1 a 生中心干的缺枝部位涂 KT-30 乳液发枝效果最好，不仅萌芽率和成枝力高，而且萌发的枝条生长健壮，成熟度好，枝干比较小，约为 0.39。可能与进入 6 月份新梢生长减慢，顶端优势削弱有关，同时 1 a 生芽外面的鳞片已经脱落，涂抹 KT-30 乳液后利于芽体吸收。此外，由于 6 月份中心干顶端的新梢已经有一定的生长量，此时中下部抽生的新梢迅速生长，对幼树的增高生长影响不大。刘志等<sup>[18]</sup>报道，在辽宁 6 月中旬对苹果树 1 a 生枝涂发枝素效果最佳，这可能是因为辽宁比河北的物候期稍晚。进入 7 月份处理后，抽生的枝条由于生长时间短，成熟度较差，以中短枝为主。另一方面，前人研制的抽枝宝和发枝素复合软膏用竹签或细枝条蘸取涂抹，难以涂抹均匀，由于膏剂比乳剂粘稠度大，即使用毛刷也很难蘸取涂匀，往往需要用手涂抹，与刻芽相比并不省工。该试验将

KT-30 制为乳剂，用软毛刷蘸取涂抹，操作方便，大大提高了工作效率。

关于定位定量发枝方面，与春季萌芽前后处理相比，5~6 月处理更具优势。春季苹果幼树萌芽前，受顶端优势的影响，中心干延长枝中下部的芽体难以萌发，但是仍然有一定的萌芽率，高的能达到 100%，低的仅为 0%，平均为 43.70%。所以，该时期涂抹 KT-30 乳液或人工刻芽等促进苹果幼树发枝，处理芽萌发的同时，非处理芽也会萌发，冬季落叶停长后，整形带内很容易出现分枝过多，冬剪时仍需疏除。然而进入 5 月份后，如果 1 a 生中心干中下部仍未萌芽抽枝而导致中心干光秃缺枝，该时期就可以在缺枝部位选取方位合适的芽体涂抹 KT-30 乳液，做到定位定量发枝，减少无效损耗。

### 4 结论

从萌芽前到 6 月份，对苹果幼树 1 a 生中心干中下部涂抹 100 mg/kg KT-30 乳液，均可使萌芽率高达 80% 以上，增加枝量。但以 5 月下旬到 6 月上旬处理最好，不仅萌芽率和成枝力高，而且抽生枝条生长健壮，成熟度好，枝干比合适。将剂型做成乳剂，用软毛刷蘸取涂抹，操作方便，工作效率高。

### 参考文献

- [1] 马宝焜,徐继忠,孙建设.关于我国苹果矮砧密植栽培的思考[J].果树学报,2010,27(1):105-109.
- [2] 邓丰产,马锋旺,束怀瑞.美国苹果生产新体系[J].西北林学院学报,2009,24(4):114-117.
- [3] 焦世德.意大利苹果矮砧密植栽培模式考察启示[J].西北园艺,2011(2):4-5.
- [4] 李洲,姚勇.刻芽和涂抽枝宝在苹果幼树上的应用研究[J].中国南方果树,2004,33(3):54-55.
- [5] Greene D W, Autio W R. Notching techniques increase branching of young apple trees[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1994(4):678-682.
- [6] Jung H, Lee J. Physical treatments influencing lateral shoot development in one-year-old 'Fuji'/M.9 nursery apple trees[J]. Horticulture, Environment and Biotechnology, 2008(5):265-270.
- [7] Elfving D C, Visser D B. Improving the Efficacy of Cytokinin Applications for Stimulation of Lateral Branch Development in Young Sweet Cherry Trees in the Orchard [J]. Hort science, 2007, 42(2):251-256.
- [8] Elfving D C. Factors affecting apple tree response to chemical branch-induction treatment [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1984, 109:476-481.
- [9] Elfving D C. Comparison of cytokinin and apical dominance inhibiting growth regulators for lateral branch induction in nursery and orchard apple trees [J]. Journal of Horticultural Science, 1985(4):447-454.
- [10] Jaumien F, Czarnecki B, Mitrut T, et al. Very similar effects of a mixture of GA<sub>3</sub> and BA (6-benzylaminopurine) and of GA<sub>4+7</sub> and BA on branching of some apple cultivars in nursery [J]. Acta Horticulturae, 1993, 329:35-42.
- [11] 黄卫东,韩振海,刘肃.6-BA 复合软膏对幼年苹果树萌芽抽梢和整形的影响[J].中国农业科技导报,1999(2):72-73.

- [12] 陈景顺,付友,边卫东,等. 抽枝宝促进富士苹果萌芽生长的效果[J]. 河北果树,1995,25(2):13-15.
- [13] Helgeson J P. The cytokinins [J]. Science,1968,161:974-981.
- [14] 查多禄. 发枝素对国光苹果萌芽发枝效果的研究[J]. 北京林业大学学报,1996,18(1):9-66.
- [15] 周兴本,于文越,郭修武. Promalin 和高效抽枝宝影响甜樱桃成枝力试验[J]. 北方果树,2006(6):13-14.
- [16] Elfving D C, Visser D B. Cyclanilide induces lateral branching in apple trees [J]. Hortscience,2005,40(1):119-122.
- [17] Elfving D C, Visser D B. Timing cyclanilide and cytokinin applications in the nursery to obtain desired lateral branch height in apple and sweet cherry trees [J]. Hortscience,2006,41(5):1238-1242.
- [18] 刘志,高爱农,张敏,等. 发枝素在苹果树上的应用效果[J]. 北方果树,1999(2):11,19.
- [19] 张庆伟,韩明玉,赵彩萍. 苹果苗木及幼树促分枝技术研究进展[J]. 果树学报,2011,28(1):108-113.
- [20] 咎燕,徐金涛,韩明玉,等. 普洛马林和不同短截处理对两年生苹果苗木分枝特性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,6(6):185-189.
- [21] Ljung K, Bhalerao R P, Sandberg G. Sites and homeostatic control of auxin biosynthesis in Arabidopsis during vegetative growth[J]. The Plant Journal,2001,28:465-474.
- [22] Booker J, Chatfield S, Leyser O. Auxin acts in xylem-associated or medullary cells to mediate apical dominance [J]. Plant Cell,2003,15:495-507.

## Effects of Painting KT-30 Emulsion on Buds in Different Time on Branching and Growth of Young Apple Trees

MENG Yun, MA Shao-feng, SHAO Jian-zhu, SUN Jian-she, QIAO Xue-hua, MA Bao-kun  
(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

**Abstract:** Based on painting 100 mg/kg KT-30 emulsion on different buds from 30 cm to 60 cm down the top of central shoot decapitated in last winter from April to July, effects of painting KT-30 emulsion on buds in different time on branching and growth of young apple trees were studied with two-year-old 'Red Fuji' apple trees on dwarfing inter-rootstocks. The results showed that natural germination rate of buds of the control from 30 cm to 60 cm down the top of central shoot decapitated in last winter in earlier April, later April, May, June and July was 43.7%, 6.07%, 0%, 0% and 10.75% on average respectively, and buds treated by KT-30 emulsion germinated on the seventh day, moreover, the germination rate of buds treated from April 5th to July 5th was all higher than 80%, the germination rate of buds treated on May 25th was 100% which was significantly higher than that treated in other time. Besides, buds treated in April and July with low branching ability almost grew to spurs, the branching ability was 0% which was the lowest when buds were treated on July 25th, and especially because of less growth time, all the buds treated in July grew to spurs or medium branches with bad maturity. However, buds treated on May 25th and July 10th had strong branching ability which was 66.0% and 57.6% on average, and the average length of super long branches with strong growth vigor and good maturity was 66.7 cm and 91.1 cm respectively. The ratio of branch diameter to trunk diameter showed a gradually decreasing trend as the treatment time delayed, which was 0.43, 0.40, 0.38 and 0.28 on average in April, May, June and July respectively.

**Key words:** apple; KT-30; germination rate of bud; branching ability; lateral branch; training