

# 不同拉枝角度对‘嘎啦’苹果顶芽及叶片碳氮含量的影响

余拱鑫, 韩明玉, 张满让, 赵彩萍

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**为了确定利于花芽分化的合理拉枝角度,研究了‘嘎啦’不同拉枝角度短枝顶芽及其相应部位的叶片和中长枝顶芽及其相应部位叶片的可溶性糖、淀粉及氮含量的变化。结果表明:随着拉枝角度的增大,各部位可溶性糖和淀粉含量增加,90°与110°短枝顶芽淀粉含量及90°与110°短枝顶叶可溶性糖含量差异不显著,其余差异显著;随着拉枝角度的增大,氮含量减少,差异不显著;各处理顶芽氮含量随时间延长呈下降的趋势,但中长枝顶芽在9月份却上升,各处理叶片氮含量在开始阶段呈上升的趋势,6月15~25日达到峰值,之后一直下降。随着拉枝角度增大,C/N值增大,但90°与110°之间差异不显著。

**关键词:**‘嘎啦’;拉枝角度;碳含量;氮含量

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)15-0009-04

砧木、修剪和拉枝是控制果树旺长,促进生殖生长的常用措施。砧木是用来控制整个树体大小及其旺长的主要措施之一,而修剪和拉枝是调节树体枝组结构及其旺长的主要措施<sup>[1]</sup>。Goldschmidt-Reischel<sup>[2]</sup>认为拉枝比修剪对促进苹果成花结果更有效,且能使苹果更早结果。拉枝已被证明是控制苹果树旺长和促进成花最为有效的手段,并且被广泛地应用于高密度栽培的高产、高效果<sup>[3]</sup>。拉枝操作简单、能够降低树体顶端优势,改善树体的通风透光条件、调节激素平衡<sup>[4]</sup>、促进果树成花、提高果实品质<sup>[5-7]</sup>。关于苹果拉枝角度的研究主要集中在其调节幼树生长,调节枝类组成<sup>[8-9]</sup>,影响果实产量品质等方面。前人的研究主要集中在效果方面,拉枝角度的作用机理方面,特别是对其影响的碳素、氮素的运输与积累研究较少。该试验通过对‘嘎啦’枝条进行不同的拉枝处理,研究短枝顶芽及其相应部位的叶片和中长枝顶芽及其相应部位叶片的碳素、氮素含量的变化,从而确定适合的拉枝角度,为生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在宝鸡市农业科技苹果专家大院进行。该果

园海拔 850 m,年平均气温 12.0~12.5℃,年降雨量 601 mm,无霜期 209 d。1998 年建园,以‘礼泉短富’为主栽品种,‘丽嘎啦’为授粉树, $M_{26}$  为矮化中间砧,树形采用细长纺锤形,株行距 2.5 m×4.2 m,树势健壮,有灌溉条件,土壤为黄粘土,管理水平高。

### 1.2 试验方法

于 2011 年 3 月选取生长势、负载量一致的‘嘎啦’苹果树共 18 株,除中心干外所有枝条角度拉成 70°、90°和 110°,各 6 株。

分别于 2011 年 5 月 15 日、5 月 25 日、6 月 5 日、6 月 15 日、6 月 25 日、7 月 25 日、8 月 25 日和 9 月 25 日采样。每次每处理采枝条基部(距离主干超过 20 cm)有 6~9 片叶的无果短枝(春梢、长度小于 5 cm)和中长枝(长度大于 5 cm)顶芽各 18 个及顶部叶片 2~3 片,组成混合样品,放入冰盒中带回实验室用去离子水冲洗 3 次。冲洗干净后,105℃杀青 30 min,80℃烘干至恒重,用于测定可溶性糖、淀粉和氮含量。

### 1.3 项目测定

可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定,淀粉含量采用高氯酸水解后,蒽酮比色法测定<sup>[10]</sup>;氮含量采用凯氏定氮仪测定<sup>[11]</sup>。

### 1.4 数据分析

用 SPSS 软件对数据进行方差分析和显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同拉枝角度可溶性糖含量的变化

由图 1 可知,除 6 月 25 日前后这段时间以外,‘嘎啦’苹果短枝顶芽随着拉枝角度的增大,其可溶性糖的含量在增加,而 6 月 25 日正是苹果停长期,以前是花芽

**第一作者简介:**余拱鑫(1986-),男,在读硕士,现主要从事果树生理研究。E-mail:yu19860521@163.com.

**责任作者:**张满让(1969-),男,硕士,在读博士,副教授,现主要从事果树生理研究工作。E-mail:zmrgrt@yahoo.com.cn.

**基金项目:**现代苹果产业技术体系资助项目(CARS-28);农业部‘948’苹果资助项目;陕西省苹果创新基金资助项目。

**收稿日期:**2012-04-24

形成的关键时间,90°和110°拉枝角度之间可溶性糖含量差异不大。‘嘎啦’苹果中长枝顶芽在6月20日以前,110°和90°拉枝角度下的可溶性糖高于70°拉枝角度的可溶性糖;但110°与90°拉枝角度之间可溶性糖呈交替高低状态。

‘嘎啦’短枝顶芽的可溶性糖含量在5月15日较高,之后降低,在6月份时又开始上升。从7月份开始‘嘎啦’短枝顶芽可溶性糖含量下降;但是90°和110°处理中长枝顶芽可溶性糖含量9月份时有所上升,‘嘎啦’中长枝顶芽变化波动较大。

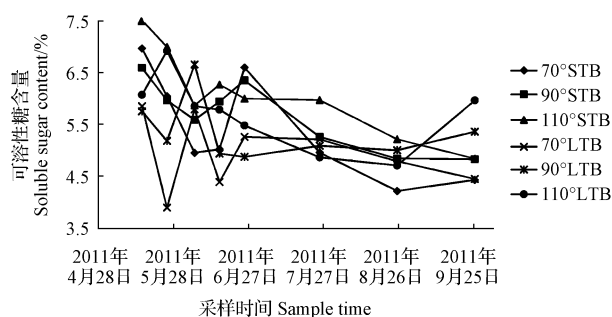


图1 ‘嘎啦’顶芽可溶性糖含量变化

注:STB;短枝顶芽;LTB;中长枝顶芽。以下同。

Fig. 1 Change of soluble sugar content in ‘Gala’ terminal buds

Note: STB; Short branches terminal buds; LTB; Long branches terminal buds. The same herein after.

由图2可知,在6月25日以前90°拉枝‘嘎啦’苹果的短枝顶叶的可溶性糖含量高于110°,6月25日以后110°高于90°;整个生长季节90°与110°短枝顶叶可溶性糖含量变化趋势相符,差异不显著;但均高于70°,且与70°差异显著。长枝顶叶的可溶性糖处理间差异不明显,与拉枝角度比较而言没有明显规律。

‘嘎啦’叶片可溶性糖含量在5月25日时达到较高的值,之后下降;70°和90°处理的短枝顶叶是在7月25日出现低谷,其余处理在6月25日时出现谷底;70°短枝和中长枝顶叶与110°长枝顶叶的可溶性糖含量在9月

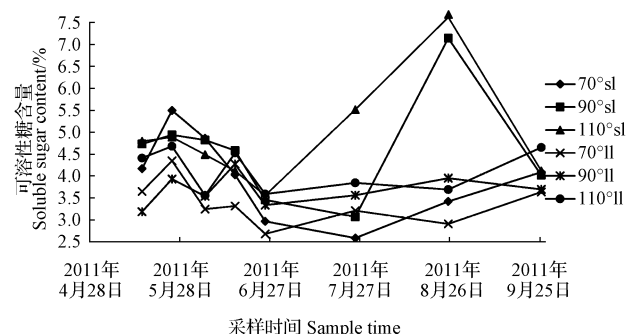


图2 ‘嘎啦’顶叶可溶性糖含量变化

注:sl;短枝顶部叶片;ll;中长枝顶部叶片。以下同。

Fig. 2 Change of soluble sugar content in ‘Gala’ tip leaves

Note: sl; Short branch tip leaves; ll; Long branch tip leaves. The same herein after.

份有所回升。同一拉枝角度下,短枝顶叶可溶性糖含量均高于中长枝顶叶,这也与‘嘎啦’苹果以短枝结果为主相符合。

## 2.2 不同拉枝角度淀粉含量的变化

由图3可知,随着拉枝角度的改变,‘嘎啦’苹果短枝顶芽的淀粉变化规律不明显;在6月15日以前和7月25日以后90°与110°短枝顶芽淀粉含量高于70°拉枝角度短枝顶芽淀粉含量,但90°与110°短枝顶芽淀粉含量高低交替变化。110°拉枝角度长枝顶芽的淀粉含量高于90°和70°拉枝角度,但90°和70°拉枝角度长枝顶芽淀粉含量变化规律不明显。

‘嘎啦’短枝顶芽淀粉含量5月15~25日间较高,然后下降,至6月15日时最低,然后回升,9月时达最大值。中长枝顶芽淀粉含量最低比短枝顶芽早,在5月25至6月5日间,在9月份时含量也较高。

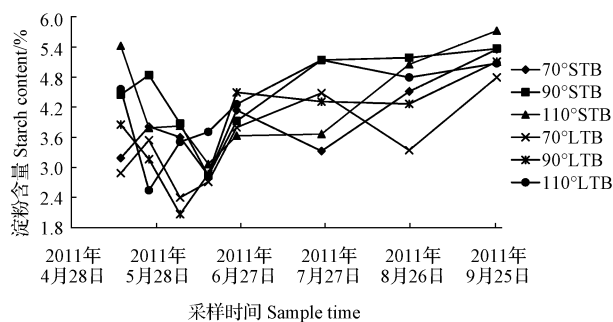


图3 ‘嘎啦’顶芽淀粉含量变化

Fig. 3 Change of starch content in ‘Gala’ terminal buds

由图4可知,除5月25日90°拉枝角度‘嘎啦’苹果短枝顶叶淀粉含量高于110°外,‘嘎啦’苹果短枝和中长枝顶叶的淀粉含量随拉枝的加大而升高。

‘嘎啦’70°和90°处理短枝顶叶淀粉含量在6月15日和8月25日出现2次低谷,110°短枝顶叶在6月15日出现最低值后一直上升,至9月最高。70°和90°中长枝顶叶在5月25日淀粉含量出现最大值,而110°处理在8月才出现最大值。

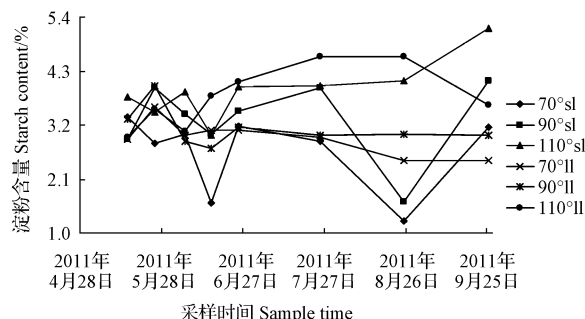


图4 ‘嘎啦’顶叶淀粉含量变化

Fig. 4 Change of starch content in ‘Gala’ tip leaves

## 2.3 不同拉枝角度氮含量的变化

由图5可知,‘嘎啦’苹果短枝顶芽的含氮量在110°拉枝角度最低,90°和70°拉枝角度短枝顶芽含氮量交替

上升;除了 90°拉枝在 5 月 15 日中长枝顶芽的含氮量高于 70°拉枝外,随着拉枝角度的加大,中长枝顶芽的含氮量在减少。

‘嘎啦’各处理顶芽氮含量随时间延长呈下降的趋势,但中长枝顶芽在 9 月份却上升。短枝顶芽 70°与 90°氮含量无差异,均高于 110°;中长枝顶芽 90°与 110°无差异,均低于 70°。

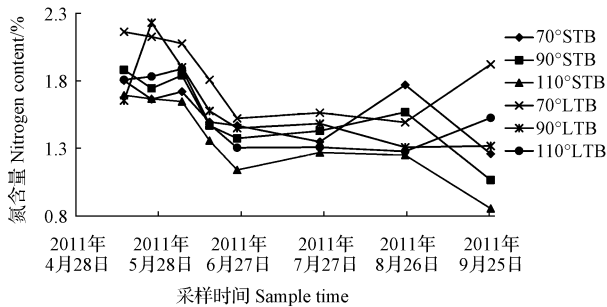


图 5 ‘嘎啦’顶芽氮含量变化

Fig. 5 Change of nitrogen content in ‘Gala’ terminal buds

由图 6 可知,‘嘎啦’苹果短枝顶叶含氮量在 8 月 25 日以前随着拉枝角度的增加而降低,110°和 90°短枝顶叶的含氮量差异不显著,但均明显低于 70°拉枝角度短枝顶叶含氮量;110°拉枝角度中长枝顶叶的含氮量低于 90°和 70°度拉枝的中长枝顶叶含氮量,70°和 90°的中长枝顶叶含氮量差异不显著。

各处理叶片氮含量在 5 月 15 日含量最低,然后呈上升的趋势,6 月 15~25 日达到峰值,之后一直下降。

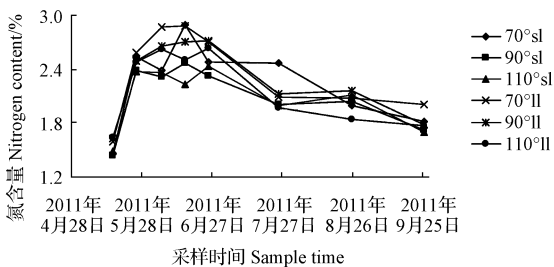


图 6 ‘嘎啦’顶叶氮含量变化

Fig. 6 Change of nitrogen content in ‘Gala’ tip leaves

#### 2.4 ‘嘎啦’不同拉枝角度 C/N 变化

由图 7 可知,随着拉枝角度的加大,无论短枝顶芽还是中长枝顶芽的 C/N 都在增加,70°拉枝角度 C/N 最低,110°最高;其变化趋势基本一致,这说明拉枝角度的加大有利于‘嘎啦’苹果花芽的形成。

‘嘎啦’短枝顶芽 C/N 值开始呈增长趋势,6 月 25 日出现 1 个小峰,然后下降,最后 9 月份值达到最大。中长枝顶芽在 5 月 15~25 日时 C/N 值下降,然后缓缓上升,最后 9 月时最大,70°处理 7 月份值最大,然后值减小。

由图 8 可知,‘嘎啦’苹果无论短枝还是中长枝顶叶的 C/N 都随着拉枝角度的加大而上升;但对于短枝顶叶

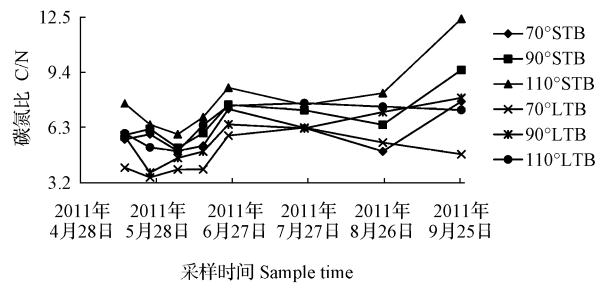


图 7 ‘嘎啦’顶芽碳氮比

Fig. 7 C/N of in ‘Gala’ terminal buds

而言在 6 月 25 日以前 90°和 110°拉枝角度的顶叶的 C/N 差异不显著;中长枝顶叶的 3 个处理在 6 月 5 日其 C/N 差异不显著。

‘嘎啦’叶片 C/N 值 5 月 15 最大,之后下降,6 月 25 左右最小,然后回升。

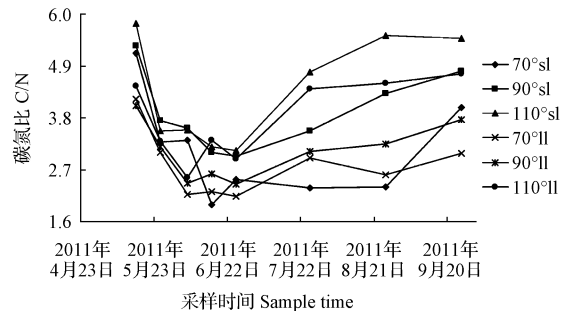


图 8 ‘嘎啦’顶叶碳氮比

Fig. 8 C/N of in ‘Gala’ tip leaves

### 3 讨论与结论

刘志坚<sup>[12]</sup>认为,通过开张枝条的角度,可以削弱顶端优势,达到缓和树势的目的;高建国<sup>[13]</sup>试验表明,红富士苹果开张角度可抑制枝条生长势,增加枝条受光面积,有利于养分的积累、促进果实增大。何世珑等<sup>[14]</sup>的幼树试验表明,开张角度后枝类组成发生改变,长枝所占比例小,中、短及叶丛枝所占比例大。吴鲜亮等<sup>[15]</sup>认为,枝条角度改变,长枝减少中短枝增多。拉枝角度越小,顶端优势越明显,在碳的积累方面,大拉枝角度处理后,由于减弱了顶端优势,消弱了枝条营养生长,光合产物的外运减少,使自身积累增多;开张角度较小的枝条其前端枝条更容易形成旺长,成为代谢较旺盛的部位,由于呼吸作用增强,有机营养物质消耗大,不利于积累碳素<sup>[16]</sup>。杨洪强等<sup>[17]</sup>认为,根系与地上部是一个完整的有机体,植株地上与地下通过物质和信息的相互影响而形成了密切相关性。枝条角度拉大后,削弱了极性生长,地上碳水化合物向根系运输减少了以及根系吸收的氮素向上运输的量也减少,形成了交互减弱的作用,使树势进一步缓和,有利于花芽分化和结果。

以上研究只是苹果的特定生长阶段的试验数据,而该文对‘嘎啦’苹果的整个生长季节的碳、氮变化作了详

尽研究,同时也证明了随着拉枝角度的增大,芽中的可溶性糖含量增加。氮素运输不同于碳素<sup>[18]</sup>,是由根系吸收向上运输,其分配方向受生长中心和蒸腾作用的影响<sup>[19-20]</sup>,较大开张角度枝条由于其上枝条不旺盛生长,在氮素竞争上处于劣势;较小拉枝角度的枝条由于相对旺盛生长,形成新的生长中心,在氮素竞争上占有有利位置,因而获得更多的氮素积累<sup>[21-23]</sup>。该试验表明,枝顶梢氮含量与拉枝角度呈负相关。但是,随着拉枝角度的增加,90°与110°处理间,氮含量没有显著性差异。

该试验通过对‘嘎啦’进行不同拉枝角度处理后发现,拉枝角度越大,芽及叶片的可溶性糖和淀粉含量增加。随着拉枝角度的增大,氮素的含量减少,但是差异不显著。C/N值与碳水化合物变化一致,但是90°与100°差异不显著。单独的碳素及单独的氮素含量都不足以影响花芽分化,C/N值才是影响花芽分化的关键。李永武等<sup>[6]</sup>研究认为,‘嘎啦’苹果在拉枝90°左右时,果实品质最佳;另外,拉枝角度过大,木质部受损,枝条易老化,果园管理要求就更高,该试验结果显示,90°与100°时C/N值差异不显著,因此可确定90°是‘嘎啦’苹果的较合适的拉枝角度。

#### 参考文献

- [1] Brown C S, Young E, Pharr D M. Rootstock and scion effect on carbon partitioning in apple leaves[J]. Hort J Am Soc Sci, 1985, 110: 701-705.
- [2] Goldschmidt-Reischel E. Regulating trees of apple and pear by pruning and bending[J]. Swed J Agric Res, 1997(27): 45-52.
- [3] Costes E, Lauri P E, Regnard J L. Analyzing fruit tree architecture: implications for tree management and fruit production[J]. In: Janick, J. (Ed) Hort Rev, 2006(32): 1-61.
- [4] 王磊,姜远茂,彭福田,等. 开张角度对苹果植株体内源激素含量及平衡的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(22): 4761-4764.
- [5] 韩明玉,李永武,范崇辉,等. 拉枝角度对富士苹果树生理特性和果实品质的影响[J]. 园艺学报, 2008, 35(9): 1345-1350.
- [6] 李永武,韩明玉,范崇辉,等. 富士苹果不同拉枝角度叶片营养物质含量和果实品质之间的关系[J]. 西北农业学报, 2007, 16(2): 161-164.
- [7] 杜荣,曲俊贤,赵增强,等. 不拉枝角度对嘎啦苹果叶片及产量和品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(2): 71-74.
- [8] 许家辉,张泽煌,陈长忠,等. 拉枝对枇杷枝梢生长于成花的影响[J]. 中国南方果树, 2004(1): 34-35.
- [9] 徐贵轩,李红建,宋哲,等. 不同拉枝角度对“望山红”苹果果实品质和枝类特性的影响[J]. 北方园艺, 2011(20): 24-26.
- [10] 高俊凤. 植物生理研究技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 101-103.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 263-268.
- [12] 刘志坚. 论拉、刻、剥技术在苹果树上的应用[J]. 北方园艺, 1994(1): 18-19.
- [13] 高建国. 红富士苹果树生长季修剪关键技术[J]. 西北园艺, 2005(4): 44.
- [14] 何世珑,周军,马恩明,等. 苹果幼树拉枝效应观察初报[J]. 宁夏农林科技, 1994(1): 21-23.
- [15] 吴鲜亮,何志爱,杨勇. 拉枝对苹果梨幼树生长发育的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2008(1): 54-55.
- [16] Mika A. Effect of shoot bending of apple trees on accumulation and translocation of <sup>14</sup>C-labelled assimilates[J]. Biologi Plantarum, 1969, 11(2): 175-182.
- [17] 杨洪强,束怀瑞. 苹果根系研究[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 52-53.
- [18] Bi B G, Scagelc F, Fuchigami L H. Effects of spring soil nitrogen application on nitrogen remobilization, uptake, and partitioning for new growth in almond nursery plants[J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2004, 79(3): 431-436.
- [19] Annick M, Bernard L, Jean-Marie L, et al. Carbon and nitrogen reserves in prune tree effect of training system[J]. Scientia Horticulturar, 1994, 57: 99-110.
- [20] Millard P, Proe M F. Storage and internal cycling of nitrogen in relation to seasonal growth of Sitka spruce[J]. Tree Physiology, 1992(10): 33-43.
- [21] Hyun-Hee H, Catherine C, Herve C, et al. Effects of shoot bending on lateral fate and hydraulics; invariant and changing traits across five apple genotypes[J]. Journal of Experimental Botany, 2007, 58(13): 3537-3547.
- [21] Francesca S, Giustino T, Martin T, et al. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (*Malus domestica*) [J]. Trees, 2007(21): 499-505.
- [23] Glover J D, Reganold J P, Andrews P K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000, 80: 29-45.

## The Effect of Branch Drawing on Carbon and Nitrogen Contents in Buds and Leaves of ‘Gala’ Apple

YU Gong-xin, HAN Ming-yu, ZHANG Man-rang, ZHAO Cai-ping

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** The change of the content of soluble sugar, starch, the nitrogen in apical buds and leaves of short branches and long branches of ‘Gala’ apple with different branch bending angles were studied. The results showed that the content of soluble sugar and starch was raised with the increasing of branch angles. The difference of content of starch in apical buds of long branch and soluble sugar in leaves of short branch between the branch angle of 90° and 110° was not significant, the other was obvious. With the increasing of branch angles, the content of nitrogen was declined, the different was not significant, the content of nitrogen in apical buds was declined with time, but the content of nitrogen in apical buds of long branches was raised in September. The content of nitrogen in leaves was showed an upward trend in its opening stages, the content was declined since peaked during June 15 to 25. The C/N was raised with the increasing of branch angles, but the different was not significant between the branch angle of 90° and 110°.

**Key words:** ‘Gala’; branch bending angles; content of carbon; content of nitrogen