

‘绿岭’核桃霜冻后剪除冻梢的生理效应研究

李美美^{1,2}, 赵建建^{1,2}, 宋新英³, 李保国^{1,2}, 齐国辉^{1,2}, 赵福洞^{1,2}

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省核桃工程技术研究中心, 河北 临城 053400;

3. 河北省野生动植物保护站, 河北 石家庄 050081)

摘 要:以 10 年生早实核桃‘绿岭’为试材,研究了剪除受冻梢与不剪除冻梢之间的生理效应差异,以减轻霜冻对核桃树造成的伤害。结果表明:4 月 20 日修剪、5 月 6 日修剪、对照的萌芽率分别为 69.05%、61.20%、56.32%,2 个修剪处理的显著高于对照,4 月 20 日修剪处理的极显著高于 5 月 6 日修剪处理的;坐果率分别为 79.66%、71.55%、63.31%,4 月 20 日修剪处理的显著高于对照;日平均液流速率分别为 4.73、4.02、2.52 cm/h,4 月 20 日修剪处理的日平均液流速率最大;净光合速率分别为 7.77、7.39、5.41 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,4 月 20 日修剪处理的最大;叶绿素 a 含量分别为 1.83、1.76、1.65 mg/g,叶绿素(a+b)含量分别为 2.56、2.49、2.30 mg/g;叶片全氮含量分别为 2.4005%、2.2512%、2.0533%,全钾含量分别为 1.6516%、1.4115%、1.3076%,均以 4 月 20 日修剪处理的最高;根系活力分别为 196.04、184.76、162.89 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;单果重分别为 12.21、11.57、10.53 g,每株树的产量分别为 3.67、2.99、2.03 kg;脂肪含量分别为 65.49%、65.32%、63.71%,总蛋白质含量分别为 20.60%、20.11%、19.72%,可溶性蛋白质含量分别为 2.26%、2.23%、2.17%,三者均以 4 月 20 日修剪处理的最高。

关键词:霜冻;‘绿岭’核桃;剪除冻梢;生理效应

中图分类号:S 664.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0012-05

霜冻是一种能使植物遭受冻害或死亡的农业气象灾害,在我国北方甚至某些南方地区频频发生,是我国农业生产上的重大灾害之一,对小麦、秋粮、果树、蔬菜等许多作物都能造成严重危害^[1-2]。到目前为止,国内外对霜冻做过大量的研究,大多数集中在霜冻的成因^[3-4],作物霜冻的致灾机理研究^[5]和全球气候变化对霜冻害发生趋势的影响研究上^[6-9]。早实薄皮核桃新品种‘绿岭’是河北农业大学和河北绿岭果业有限公司共同选育的优质早实薄皮核桃品种。2013 年 4 月 9 日,河北省大部分地区发生了百年不遇的霜冻灾害,导致大量新梢受冻,邢台市河北绿岭果业有限公司的核桃园也损失巨大。但生产实践中发现及时剪去受冻枝,新梢会很快伸出,从而将霜冻造成的危害降到最低,为此,该课题组于 2013 年 4 月 20 日和 5 月 6 日从光合速率、树干液流

和树体营养及果实产量品质的角度及时开展了修剪冻梢对‘绿岭’核桃树造成影响的研究,以期减轻霜冻伤害提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2013 年在河北省临城县河北绿岭果业有限公司核桃示范基地进行。该试验地位于太行山南段东麓丘陵区,年均日照 2 653 h,年平均气温 13℃,极端最高气温 41.8℃,最低气温 -23℃,无霜期 202 d,年均降水量 521 mm。

1.2 试验材料

主栽品种为‘绿岭’,授粉品种为‘上宋 6 号’和‘中林 5 号’等;株行距为 3 m×5 m;土壤为褐土性土,质地为壤土,常年施用有机肥。该树为 2003 年春季栽植,树形为单层高位开心形。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计,设 4 月 20 日剪除冻梢与 5 月 6 日剪除冻梢 2 个处理,以不修剪作对照。

1.4 项目测定

1.4.1 萌芽率调查 于 2013 年 5 月 21 日,用计数法调查各处理枝条萌芽率。萌芽率:统计各枝条的总芽数,萌芽后统计其萌发的芽数。萌芽率(%)=萌芽数/总芽

第一作者简介:李美美(1987-),女,河北保定人,硕士研究生,研究方向为经济林栽培生理。E-mail:824326077@qq.com.

责任作者:李保国(1958-),男,河北武邑人,教授,博士生导师,现主要从事经济林栽培生理和山区开发技术研究及经济林栽培教学等工作。E-mail:lbgs88@163.com.

基金项目:林业公益性行业科研专项资助项目(201004093);河北省科技支撑计划资助项目(11230115D)。

收稿日期:2014-09-22

数 $\times 100\%$ 。

1.4.2 坐果率调查 于2013年5月18日用计数法调查各处理枝条雌花数。8月13日,用计数法调查各处理枝条坐果率。坐果率($\%$)=果数/花数 $\times 100\%$ 。

1.4.3 液流的测定 于2013年5月6日至2013年6月23日从每个处理随机选择1棵树,用Probe12茎流计(美国Dynamics公司生产)连续测定茎流。在靠近树干底部距地面约0.3 m的树干向东的位置安装经过校正的监测液流的热脉冲探针。每周选取1个晴天和阴天的液流速率,连续选择3周,全天24 h测定,选用1 h后热平衡稳定的同时段数据计算值进行比较分析。同时,在样地内安装自动气象站,与数据采集器连接,实现树干液流和气象因子数据的同步自动采集,数据采集的间隔期为30 min。利用生长锥测量各样木的边材面积^[10]。

1.4.4 净光合速率和蒸腾速率的测定及水分利用效率的计算 5月29日,用LCi便携式光合分析仪测定叶片的净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr), $WUE=Pn/Tr$ 。

1.4.5 叶绿素含量的测定 5月30日摘下每棵树树冠中部成熟叶片3片立即采用郝建军等^[11]无水乙醇法测定叶绿素a、叶绿素b和叶绿素(a+b)的含量。

1.4.6 叶片全氮、全磷、全钾的测定 于7月23日从每个处理随机选取4棵树,从每株树的东南西北方向采集20片叶片烘干测叶片全氮、全磷、全钾含量。全氮含量采用凯氏定氮法测定^[12],全磷含量采用钼锑钒比色法测定^[12],全钾含量采用原子吸收分光光度计测定^[12]。

1.4.7 根系活力测定 于8月2日取1次根样,从每个处理中随机选择3棵树,从每株的树冠投影边缘内侧挖取宽约150 cm的土壤剖面,深度超过植株根系分布的最大深度(约0.7 m),在剖面上分0~20、20~40、40~60 cm等3个层次挖取根(带土团)。将带土团的根样放入自封袋中,每棵树每次需3个自封袋。取下的根样迅速带回室内,采用郑坚等^[13]的甲醇提取法测根系活力。

1.4.8 产量调查 于9月5日将核桃采摘后用烘干称重法测定单果重并计算产量。

1.4.9 果实品质测定 2013年9月16日从每株核桃树的东南西北方向各随机摘3个核桃,用游标卡尺量取每个核桃的纵、横、侧径,砸碎核桃,剥出核桃仁用改良索氏法^[14]测定每个核桃的脂肪含量,用凯氏定氮法^[15]测定每个核桃的总蛋白质含量和采用考马斯亮蓝G-250染色法^[14]测定每个核桃的可溶性蛋白质含量。

1.5 数据分析

试验数据采用Duncan新复极差法进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 剪除冻梢对‘绿岭’核桃萌芽率的影响

由表1可以看出,3个处理的萌芽率从高到低均依

次为4月20日修剪>5月6日修剪>对照。4月20日修剪极显著高于另外2个处理,5月6日修剪极显著高于对照,二者分别比对照高出22.60%和8.66%。说明霜冻后剪除冻梢极显著提高了‘绿岭’核桃的萌芽率,并且剪除越早,萌芽率越高。3个处理的核桃雌花数和坐果率从高到低均依次为4月20日修剪>5月2日修剪>对照。2个修剪处理的雌花数极显著高于对照,4月20日修剪和5月6日修剪处理分别比对照高出33.60%和30.95%,2个修剪处理之间无显著差异。4月20日修剪处理的坐果率显著高于对照,比对照高出25.83%,2个修剪处理之间无显著差异。说明霜冻后剪除冻梢能极显著提高‘绿岭’核桃的雌花数,雌花数的提高与剪除冻梢的时期早晚没有关系,4月20日修剪显著提高了‘绿岭’核桃的坐果率,而5月6日修剪则没有显著影响,说明坐果率的提高与剪除冻梢的时期有关,剪除越早越有效果,剪除晚了就不起作用了。

表1 不同剪除冻梢处理对‘绿岭’核桃萌芽率、雌花数及坐果率的影响

Table 1 Effect of different pruning cold branch treatments on budding rates, female flowers and fruit rate of ‘Lyuling’ walnut

处理 Treatment	萌芽率 The budding rate/%	雌花数 The number of female flowers/个	坐果率 Fruit setting rate/%
4月20日修剪 Pruning on Apr. 20 th	69.05 \pm 0.536A	387.00 \pm 18.248A	79.66 \pm 1.642a
5月6日修剪 Pruning on May 6 th	61.20 \pm 1.253B	379.33 \pm 12.503A	71.55 \pm 8.149ab
对照 CK	56.32 \pm 0.792C	289.67 \pm 16.442B	63.31 \pm 8.020b

2.2 修剪受冻枝对‘绿岭’核桃液流速率的影响

由图1可以看出,无论是晴天还是多云天气,3个处理的‘绿岭’核桃树液流速率从高到低均依次为4月20日修剪>5月6日修剪>对照。这是由于修剪受冻枝后树体需要从土壤吸收大量的水分来补充修剪口散失掉的水分,因此液流速率高,树体具有较高的生理活性,说明修剪受冻枝有利于树势恢复,而且越早修剪树势恢复得越快。

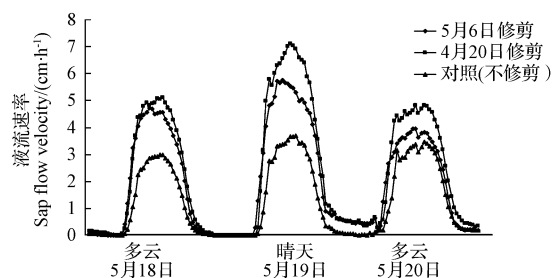


图1 霜冻后修剪与不修剪受冻枝对绿岭核桃树液流速率的影响

Fig.1 Effect of pruning cold branch and no pruning after frost on the sap flow velocity of ‘Lyuling’ walnut trees

2.3 修剪受冻枝对‘绿岭’核桃叶片净光合速率、蒸腾速率和水分利用效率的影响

由表 2 可以看出,3 个处理的核桃叶片净光合速率、蒸腾速率和水分利用效率从高到低均依次为 4 月 20 日修剪>5 月 6 日修剪>对照。4 月 20 日修剪和 5 月 6 日修剪处理的净光合速率分别比对照高出 43.62%和 36.60%,二者极显著高于对照,2 个修剪处理之间无显

著差异。3 个处理的核桃叶片蒸腾速率之间无显著差异。2 个修剪处理的水分利用效率显著高于对照,分别比对照高出 25.77%和 24.54%,2 个修剪处理之间无显著差异。说明霜冻后剪去冻梢提高了‘绿岭’核桃叶片的净光合速率和水分利用效率,对单叶的蒸腾速率没有显著影响,净光合速率与水分利用效率的提高与修剪时期没有关系。

表 2 修剪受冻枝对‘绿岭’核桃叶片净光合速率、蒸腾速率和水分利用效率的影响

Table 2 Effect of different pruning cold branch treatments on leaf net photosynthetic rate,transpiration rate and water use efficiency of ‘Lyuling’ walnut

处理 Treatment	净光合速率 Net photosynthetic rate/($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	蒸腾速率 Transpiration rate/($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	水分利用效率 Water use efficiency/($\text{CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)
4 月 20 日修剪 Pruning on Apr. 20 th	7.77±0.682A	3.79±0.378A	2.05±0.050aA
5 月 6 日修剪 Pruning on May 6 th	7.39±0.185A	3.63±0.056A	2.03±0.067aA
对照 CK	5.41±0.417B	3.35±0.309A	1.63±0.160bA

2.4 不同处理对‘绿岭’核桃叶片叶绿素含量的影响

由表 3 可以看出,3 个处理的叶片叶绿素 a 和叶绿素(a+b)含量从高到低均依次为 4 月 20 日修剪>5 月 6 日修剪>对照。4 月 20 日修剪处理的叶绿素 a 含量极显著高于对照,显著高于 5 月 6 日修剪处理的,5 月 6 日修剪处理的显著高于对照,4 月 20 日修剪处理的叶绿素 a 含量比对照高出 10.91%,比 5 月 2 日修剪处理高出 3.98%,5 月 6 日修剪处理的比对照的高出 6.67%。说明霜冻后剪除冻梢提高了核桃叶片的叶绿素 a 含量,而

且剪除冻梢时间越早,核桃叶片的叶绿素 a 含量越高。3 个处理的核桃叶片叶绿素 b 含量之间无显著差异。说明霜冻后剪除冻梢与否对叶绿素 b 含量无显著影响。4 月 20 日修剪处理的叶绿素(a+b)含量极显著高于对照的,5 月 6 日修剪处理的显著高于对照的,2 个修剪处理的之间无显著差异。说明霜冻后剪除冻梢提高了核桃叶片的叶绿素(a+b)含量,并且叶绿素(a+b)含量的提高与修剪时期无关。

表 3 不同修剪处理对‘绿岭’核桃叶片叶绿素含量的影响

Table 3 Effect of different pruning treatments on leaf chlorophyll content of ‘Lyuling’ walnut

处理 Treatment	叶绿素 a 含量 Chlorophyll a content/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	叶绿素 b 含量 Chlorophyll b content/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	叶绿素(a+b)含量 Chlorophyll (a+b) content/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
4 月 20 日修剪 Pruning on Apr. 20 th	1.83±0.026aA	0.73±0.030A	2.56±0.054aA
5 月 6 日修剪 Pruning on May 6 th	1.76±0.033bAB	0.73±0.041A	2.49±0.073aAB
对照 CK	1.65±0.004cB	0.65±0.026A	2.30±0.023bB

2.5 不同修剪处理对‘绿岭’核桃叶片氮、磷、钾含量的影响

由表 4 可以看出,3 个处理的核桃叶片全氮、全磷、全钾含量从高到低均依次为 4 月 20 日修剪>5 月 6 日修剪>对照。4 月 20 日修剪的叶片全氮和全钾含量均

极显著高于另 2 个处理的,5 月 6 日修剪的全氮和全钾含量极显著高于对照的。3 个处理的核桃叶片的全磷含量之间无显著差异。说明霜冻后剪除冻梢提高了核桃叶片的全氮和全钾含量,并且剪除越早效果越好。

表 4 不同修剪处理对‘绿岭’核桃叶片氮、磷、钾含量的影响

Table 4 Effect of different pruning treatments on leaf nitrogen phosphorus and potassium content of ‘Lyuling’ walnut

处理 Treatment	全氮 Total nitrogen content/%	全磷 Total phosphorus content/%	全钾 Total potassium content/%
4 月 20 日修剪 Pruning on Apr. 20 th	2.4005±0.0933A	0.0044±0.0009A	1.6516±0.0319A
5 月 6 日修剪 Pruning on May 6 th	2.2512±0.0296B	0.0043±0.0001A	1.4115±0.0044B
对照 CK	2.0533±0.0342C	0.0033±0.0003A	1.3076±0.0082C

2.6 不同处理对‘绿岭’核桃根系活力的影响

由表 5 可以看出,3 个处理的根系活力从高到低依次为 4 月 20 日修剪>5 月 2 日修剪>对照。4 月 20 日修剪处理极显著高于另 2 个处理,5 月 6 日修剪处理极

显著高于对照,4 月 20 日修剪处理比对照高出 20.35%,比 5 月 6 日修剪处理高出 6.11%,5 月 6 日修剪处理的比对照高出 13.43%。说明霜冻后剪除冻梢能够提高核桃的根系活力,并且剪除时间越早,根系活力越高。

表 5 不同修剪处理对‘绿岭’核桃根系活力的影响

Table 5 Effect of different pruning treatments on root activity of ‘Lyuling’ walnut

处理 Treatment	根系活力 Root activity/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)
4月20日修剪 Pruning on Apr. 20 th	196.04±1.801A
5月6日修剪 Pruning on May 6 th	184.76±3.491B
对照 CK	162.89±2.087C

表 6 不同修剪处理下‘绿岭’核桃产量

Table 6 The yield of ‘Lyuling’ walnut under different pruning treatments

处理 Treatment	密度 Density/ m^2	果个数 Fruits of average plant/株	单果重 Mean fruit weight/g	株产 Yield of per plant/kg
4月20日修剪 Pruning on Apr. 20 th	3×5	300.33±2.517A	12.21±0.21aA	3.67±0.058A
5月6日修剪 Pruning on May 6 th	3×5	258.00±4B	11.57±0.07bA	2.99±0.025B
对照 CK	3×5	192.33±4.16C	10.53±0.2cB	2.03±0.015C

2.8 不同处理对‘绿岭’核桃果实品质的影响

由表 7 可知,3 个处理的核桃三径、脂肪含量、总蛋白质含量和可溶性蛋白质含量从高到低均依次为 4 月 20 日修剪>5 月 6 日修剪>对照。4 月 20 日修剪处理的核桃纵径极显著高于其它 2 个处理,5 月 6 日修剪处理的与对照之间无显著差异;2 个修剪处理的核桃横径显著高于对照,2 个修剪处理的之间无显著差异;3 个处理的核桃侧径之间无显著差异。说明剪除冻梢提高了核桃的纵径和横径,剪除时期越早,核桃的纵径提高得越多,而横径的提高与剪除的时期没有关系。2 个修剪处理的脂肪含量极显著高于对照,4 月 20 日修剪与 5 月

2.7 不同处理对‘绿岭’核桃果实产量的影响

由表 6 可知,3 个处理的果个数、单果重和株产从高到低均依次为 4 月 20 日修剪>5 月 6 日修剪>对照。4 月 20 日修剪处理的果个数和株产极显著高于其它 2 个处理的,5 月 6 日修剪处理的极显著高于对照的。2 个修剪处理的单果重极显著高于对照的,4 月 20 日修剪处理的显著高于 5 月 6 日修剪处理的。说明霜冻后剪除冻梢提高了‘绿岭’核桃的果个数、单果重和产量,并且剪除时期越早,其果个数越高,单果重越重,株产越高。

6 日修剪分别比对照高出 2.79%和 2.53%,2 个修剪处理之间无显著差异。4 月 20 日修剪的核桃总蛋白质含量极显著高于对照,高出 4.46%,5 月 6 日修剪处理的显著高于对照的,高出 1.98%,4 月 20 日修剪处理的显著高于 5 月 6 日修剪处理的。4 月 20 日修剪处理的核桃可溶性蛋白质含量极显著高于另外 2 个处理,5 月 6 日修剪处理的极显著高于对照的。说明剪除冻梢提高了核桃的脂肪含量、总蛋白质含量和可溶性蛋白质含量,其中,总蛋白质含量和可溶性蛋白质含量的提高与剪除冻梢时期的早晚有关,剪除越早,二者的含量越高。

表 7 不同处理下‘绿岭’核桃果实品质

Table 7 The fruit quality of ‘Lyuling’ walnut under different treatments

处理 Treatment	坚果三径 Nut three diameters/cm			脂肪含量 The oil content/%	总蛋白质含量 Total protein content/%	可溶性蛋白质含量 The content of soluble protein/%
	纵径 Longitudinal	横径 Diameter	侧径 Side			
4月20日修剪 Pruning on Apr. 20 th	3.85±0.047A	3.16±0.027a	3.31±0.100A	65.49±0.08A	20.60±0.197aA	2.26±0.01A
5月6日修剪 Pruning on May 2 nd	3.71±0.014B	3.15±0.029a	3.29±0.091A	65.32±0.303A	20.11±0.077bAB	2.23±0.01B
对照 No pruning	3.63±0.011B	3.09±0.013b	3.17±0.013A	63.71±0.245B	19.72±0.207cB	2.17±0.01C

3 结论与讨论

研究发现,核桃树遭遇到霜冻后及时剪去冻梢有利于树势的恢复,提高树干的液流速率,提高叶片叶绿素、氮、磷、钾含量和根系活力,以及提高产量和果实品质,从而将霜冻的危害降到最低。

到目前为止,国内外尚鲜见类似的研究报道。当核桃树遭到霜冻后,有些新梢被冻死,有的被冻到半死,有的新梢被冻的程度很轻,如果不剪除新梢的话,被冻死的新梢旁边会长出新的梢,但是另外 2 种冻梢附近就不会轻易长出健康的新梢,因为未被完全冻死的新梢还在

继续消耗着养分却不会再长好,当将这些新梢剪除后,它们附近的芽子得到了营养很快会长出,这就是该试验中 2 个修剪处理的萌芽率比不修剪处理的要高的原因。该试验中还发现,剪除冻梢越早,枝条的萌芽率越高,坐果率越高,说明剪除冻梢的时期越早,树势恢复越快,越有利于之前未萌发的芽子萌发、开花、坐果。

刚剪除冻梢后,整个树体从修剪口散失掉很大一部分水分,新梢萌发既要吸收大量的养分又要吸收大量的水分,因此 2 个修剪处理的液流速率要高于不修剪处理,其生理活性远远高于不修剪处理。该试验中 4 月 20 日修剪处理的液流速率、叶片净光合速率和水分利用效

率及叶片全氮、全钾含量、根系活力及果实产量与品质显著高于5月6日修剪处理的,这说明树体的恢复需要一段时间,剪除冻梢的时期越早,树体营养、水分恢复得越快。

综上所述,对受到霜冻的核桃树要积极采取及时剪除冻梢的措施,以使树势尽快恢复,尽快发新梢,以免浪费掉营养,将霜冻造成的损失降到最低。

参考文献

- [1] 杨虎,胡玉萍.霜冻灾害的研究[J].农业灾害研究,2012,2(1):54-61.
- [2] 霍治国,王石立.农业和农业生物气象灾害[M].北京:气象出版社,2009.
- [3] 张振文,陈武.新疆玛纳斯河流域葡萄霜冻发生规律研究[J].北方园艺,2011(7):24-26.
- [4] Meehl G A, Tebaldi C, Nychka D. Changes in frost days in simulations of twenty first century climate[J]. Climate Dynamics, 2004(23):495-511.
- [5] Jaglo-Ottosen K R, Gilmour S J, Zarka D G, et al. Arabidopsis CBF1 over expression induces COR genes and enhances freezing tolerance[J]. Science, 1998, 280:104-106.
- [6] Heino R, Brazdil R, Forland R, et al. Progress in the study of climate extremes in Northern and Central Europe[J]. Climatic Change, 1999, 42: 151-181.
- [7] Bonsal B R, Zhang X, Vincent L A, et al. Characteristics of daily and extreme temperature over Canada[J]. Climate, 2001(14):1959-1976.
- [8] Easterling D R. Recent changes in frost days and the frost free season in the United States[J]. Bull Am Meteorol Soc, 2002, 83:1327-1332.
- [9] IPCC. Climate change 2001: the physical science basis[R]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [10] 杨素苗,李保国,齐国辉,等.根系分区交替灌溉对苹果根系活力树干液流和果实的影响[J].农业工程学报,2010,26(8):73-79.
- [11] 郝建军,康宗利,于洋.植物生理学实验技术[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [12] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1982.
- [13] 郑坚,陈秋夏,金川,等.不同 TTC 法测定枫香等阔叶树容器苗根系活力探讨[J].浙江农业科学,2008(1):39-42.
- [14] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:184-185.
- [15] 中华人民共和国林业部技术司.中国林业标准汇编:营造林卷, GB7888-87, 森林植物与森林枯枝落叶层全氮全磷全钾全钠全钙全镁的测定(硫酸-高氯酸消煮法)[S].北京:中国标准出版社,1998.

Effect of Cutting-off Frozen Branch on Physiological Metabolism of ‘Lyuling’ Walnut After Frost

LI Mei-mei^{1,2}, ZHAO Jian-jian^{1,2}, SONG Xin-ying³, LI Bao-guo^{1,2}, QI Guo-hui^{1,2}, ZHAO Fu-dong^{1,2}

(1. College of Forestry, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000; 2. Research Center for Walnut Engineering Technology of Hebei, Lincheng, Hebei 053400; 3. Wildlife Protection Station of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050081)

Abstract: Taking 10-year-old walnut trees of ‘Lyuling’ as materials, physiological metabolism of cutting off frozen branch and no cutting off frozen branch in 2013 were studied, in order to reduce frost damage of walnut trees. The results showed that, the budding rates of pruning on April 20th and pruning on May 6th and CK were 69.05%, 61.20% and 56.32% respectively, and that of two pruning treatments were significantly higher than the control, and that of pruning on April 20th was very significantly higher than pruning on May 6th; the fruit rates of these three treatments were 79.66%, 71.55% and 63.31% respectively, and that of pruning on April 20th was very significantly higher than the control; the average whole day sap flow velocities of these three treatments were 4.73 cm/h, 4.02 cm/h and 2.52 cm/h, respectively, and that of pruning on April 20th was the biggest; net photosynthetic rates of these three treatments were 7.77 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 7.39 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 5.41 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively, and that of pruning on April 20th was the biggest; chlorophyll a content of these three treatments were 1.83 mg/g, 1.76 mg/g and 1.65 mg/g, respectively, the chlorophyll (a+b) content of these three treatments were 2.56 mg/g, 2.49 mg/g and 2.30 mg/g; the leaf total nitrogen content of these three treatments was 2.4005%, 2.2512% and 2.0533% respectively, the total potassium content of these three treatments was 1.6516%, 1.4115% and 1.3076%, respectively, and both the total nitrogen content and potassium content of pruning on April 20th were the biggest; the root activities of these three treatments were 196.04 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 184.76 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ and 162.89 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; the single fruit weight of these three treatments was 12.21 g, 11.57 g and 10.53 g, respectively, and the yield per plant of these three treatments was 3.67 kg, 2.99 kg and 2.03 kg; the oil content of these three treatments was 65.49%, 65.32% and 63.71%, and the total protein content of these three treatments was 20.60%, 20.11% and 19.72%, respectively, and the soluble protein content of these three treatments was 2.26%, 2.23% and 2.17%, respectively, and all of pruning on April 20th was the biggest.

Keywords: frost; ‘Lyuling’ walnut; cutting-off frozen branch; physiological metabolism