

顾洪彪,施 曼,徐惠群,等. 施肥对北美红栎幼苗生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):195-197.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.065

# 施肥对北美红栎幼苗生理特性的影响

顾洪彪<sup>1,2</sup>, 施 曼<sup>1,2</sup>, 徐惠群<sup>2</sup>, 仲秀林<sup>2</sup>, 祝遵凌<sup>1,2</sup>

(1. 南京林业大学, 江苏南京 210037; 2. 江苏省彩色植物多角度开发工程技术研究中心, 江苏靖江 214500)

**摘要:**以北美红栎一年生播种苗为试验对象,通过对北美红栎进行不同肥料、肥量的处理与观察,探讨了不同施肥情况对北美红栎幼苗叶片中叶绿素各指标含量和可溶性糖含量的影响。结果表明:不同施肥处理对北美红栎叶绿素含量和可溶性糖含量均有不同程度的提高,在一定范围内,随着肥料施用量的增长,叶绿素和可溶性糖含量也相应增加;氮肥、复合肥对叶绿素 a 含量和叶绿素总量的影响达到极显著水平,对可溶性糖含量的影响达到显著水平;磷肥对叶绿素 a 含量的影响达到显著水平,对可溶性糖含量的影响达到极显著水平;4 种肥料对叶绿素 b 含量的影响均未达到显著水平;磷肥、复合肥的施用对叶绿素 a/叶绿素 b 的影响达到显著水平,而氮肥、钾肥对其无显著影响。

**关键词:**北美红栎;施肥;叶绿素含量;可溶性糖含量;氮代谢;调控关系

**中图分类号:** S792.180.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0195-03

北美红栎 (*Quercus rubra*), 别称美国红栎、红槲栎, 是壳斗科栎属的一种落叶乔木, 原产于北美东部和加拿大东南部, 现亚洲、非洲都有栽植。北美红栎能耐 -29℃ 低温, 是优良色叶树种<sup>[1]</sup>, 在北美和欧洲等地被广泛应用于各种公园、道路的景观绿化, 也可用于生态恢复<sup>[2]</sup>。该品种作为一种极具市场潜力的苗木新品, 在国内还没有推广应用。在实际育苗过程中, 要想提高育苗质量, 关键在于提高植物的光合作用能力。叶绿素是一类含脂的位于类囊体薄膜上的色素, 是植物进行光合作用的重要物质, 叶绿素含量的高低在一定程度上可以反映植物进行光合作用的能力, 从而影响植物的生长<sup>[3-4]</sup>。而可溶性糖是高等植物的主要代谢产物之一, 它作为代谢的中间产物或终产物, 调节植物生长、发育、抗性形成等多个生理过程, 同时参与胞内信号调节或转导过程, 对植物的正常生长有着重要作用<sup>[5]</sup>。本试验通过对北美红栎幼苗进行不同肥料、肥量的处理与观察, 探讨了不同施肥情况对北美红栎幼苗叶片中叶绿素各指标含量和可溶性糖含量的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2012 年 5—9 月在南京林业大学园林实验中心进行, 试验苗木为北美红栎一年生播种苗, 于 2012 年 3 月播种获得。试验共 4 种不同的肥料: 氮肥 (尿素, 含氮 46.4%)、磷肥 (过磷酸钙,  $P_2O_5$  含量 12%)、钾肥 (主要成分  $K_2HPO_4$ )、复合肥 (氮: 磷: 钾 = 15: 15: 15, 总含量 45%)。

### 1.2 试验设计

收稿日期: 2014-05-30

基金项目: 江苏省工程技术研究中心建设项目 (编号: BM2013478); 江苏省“青蓝工程”资助项目 (编号: 2012); 江苏高校优势学科建设工程资助项目 (编号: PAPD)。

作者简介: 顾洪彪 (1989—), 男, 江苏如皋人, 硕士, 主要研究园林植物应用、园林植物栽培等。E-mail: 961221529@qq.com。

通信作者: 祝遵凌, 博士, 教授, 主要研究园林植物应用、园林植物栽培等。E-mail: zhuzunling@aliyun.com。

播种 1 个月, 选择苗高相似、长势健康的北美红栎小苗若干株, 将幼苗移植到口径 15 cm、深 17 cm 的花盆里, 每盆 1 株, 所用泥土为准备好的黄土。移植前先用水利灌透苗床再起苗, 将起苗过程中根的损伤程度降到最低, 移植过程中每只花盆中的装土量控制一致, 以土壤表面低于盆口 1 cm 为准, 移植完后将土稍微压实, 及时浇水, 并将其置于户外阳光充足处, 盆底垫上托盘。

移苗后, 先进行缓苗处理, 再进行施肥预试验, 发现氮肥预试验组在单株施肥量达到 1.5 g 时, 便会发生烧苗现象, 通过参考壳斗科相关树种的施肥方法, 确定如下施肥方案: 择长势相似的幼苗 170 株, 分成 17 组, 其中 4 个氮肥组, 每组 10 株幼苗, 每株幼苗施肥量分别为 0.3、0.6、0.9、1.2 g; 钾肥、磷肥、复合肥分组方法与氮肥试验组相同, 每组每株幼苗施肥量更改为 1、2、3、4 g。另外, 设置 1 个空白对照组, 不施用任何肥料, 只进行正常的水分管理。施肥组施肥时间 6—9 月每月的 1 日, 具体施肥情况见表 1。施肥后, 对各组试验苗进行正常的水分管理, 并在每次下雨或浇水之后, 将从花盆底部渗出来流到托盘里的水再倒入花盆中, 以尽量减少自然或人为因素对已施用肥料量的影响, 减小误差, 确保试验数据的准确性。

### 1.3 测定指标与方法

测定的指标包括叶绿素 a、叶绿素 b 和可溶性糖含量, 叶绿素总量、叶绿素 a/叶绿素 b 通过计算得到。9 月上旬, 取不同小组北美红栎幼苗相同部位的成熟叶片, 清水冲洗、擦干, 去除叶中脉。采用丙酮-乙醇浸提分光光度法测定叶绿素含量, 萘酚比色法<sup>[6]</sup>测定可溶性糖含量。

### 1.4 数据处理方法

通过 Microsoft Excel 软件和 SPSS 19.0 进行试验数据的统计检验和方差分析等。

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对北美红栎幼苗叶片中叶绿素含量的影响

2.1.1 氮肥施用对北美红栎幼苗叶片中叶绿素含量的影响  
试验结果 (表 2) 表明, 氮肥的施用能明显提高北美红栎幼

表 1 各小组施肥种类及施肥量

处理	氮肥量 (g/株)	磷肥量 (g/株)	钾肥量 (g/株)	复合肥量 (g/株)
N1	0.3			
N2	0.6			
N3	0.9			
N4	1.2			
P1		1		
P2		2		
P3		3		
P4		4		
K1			1	
K2			2	
K3			3	
K4			4	
F1				1
F2				2
F3				3
F4				4
CK				

苗叶片的叶绿素含量。氮肥处理组的叶绿素各项指标均显著高于对照组,并在 0.6 g 处理下叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量、叶绿素 a/叶绿素 b 比值达到最大,超过 0.6 g 后,随着氮肥施用量增加,这些指标值逐渐降低,在 1.2 g 施用量时达到最小,但各项指标还是高于对照组。方差分析结果表明,氮肥的施用对叶绿素 a、叶绿素总量的影响极显著,对叶绿素 b、叶绿素 a/叶绿素 b 无显著影响。

表 2 不同氮肥处理对叶绿素各指标含量的影响

处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素总量 (mg/g)	叶绿素 a/ 叶绿素 b
N1	3.82	1.03	4.85	3.70
N2	3.94	1.05	4.99	3.75
N3	3.42	0.98	4.40	3.52
N4	3.34	0.95	4.29	3.41
CK	2.63	0.87	3.50	2.95
平方和	3.045	0.129	2.170	6.226
df	4	4	4	4
均方	0.761	0.032	0.543	1.556
f	8.871	0.964	8.025	2.62
显著性	0.003**	0.468	0.004**	0.099

注:“\*”表示影响显著( $P<0.05$ ),“\*\*”表示影响极显著( $P<0.01$ )。下同。

2.1.2 磷肥施用对北美红栎幼苗叶片中叶绿素含量的影响

由表 3 可知,一定量的磷肥施用能明显提高北美红栎幼苗叶片中叶绿素 b 含量,4 个磷肥处理叶绿素 b 含量均高于对照,并且在施用量为 3 g 时达到最大;叶绿素 a 含量随着磷肥施用量的增大而升高,在 3 g 时达到最大,其余施用水平均小于对照组;磷肥 2、3、4 g 处理组叶绿素总量均大于对照组;4 个磷肥处理组叶绿素 a/叶绿素 b 比值均小于对照组。叶绿素的各指标均呈现先增大后减小的趋势,且在磷肥 3 g 时达到最大。方差分析结果表明,磷肥的施用对叶绿素 a、叶绿素 a/叶绿素 b 比值的影响达到显著水平。

表 3 不同磷肥处理对叶绿素各指标含量的影响

磷肥	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素总量 (mg/g)	叶绿素 a/ 叶绿素 b
P1	2.18	1.13	3.31	1.93
P2	2.42	1.22	3.64	1.98
P3	2.85	1.34	4.19	2.12
P4	2.47	1.23	3.70	2.01
CK	2.63	0.87	3.50	2.95
平方和	0.751	0.277	1.298	0.573
df	4	4	4	4
均方	0.188	0.069	0.325	0.143
f	4.239	1.475	5.42	0.498
显著性	0.029*	0.501	0.061	0.038*

2.1.3 钾肥施用对北美红栎幼苗叶片中叶绿素含量的影响

由表 4 可知,钾肥的施用能提高北美红栎幼苗叶片中叶绿素 b 的含量,4 个钾肥处理组叶绿素 b 含量均高于对照组,并且在 4g 处理下达到最大,叶绿素 a 含量、叶绿素 a/叶绿素 b 只有 3、4 g 处理组高于对照组,而叶绿素总量 2、3、4 g 钾肥处理组均高于对照组。方差分析结果表明,钾肥的施用对北美红栎幼苗叶片中叶绿素的各项指标均无显著影响。

表 4 不同钾肥处理对叶绿素各指标含量的影响

钾肥	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素总量 (mg/g)	叶绿素 a/ 叶绿素 b
K1	2.25	1.01	3.26	2.24
K2	2.61	1.14	3.75	2.35
K3	2.92	1.09	4.01	3.14
K4	3.25	1.28	4.54	3.54
CK	2.63	0.87	3.50	2.95
平方和	1.686	0.15	2.573	4.664
df	4	4	4	4
均方	0.421	0.038	0.643	1.166
f	2.141	0.267	6.562	0.43
显著性	0.150	0.892	0.066	0.784

2.1.4 复合肥施用对北美红栎幼苗叶片中叶绿素含量的影响

由表 5 可见,复合肥的施用能明显提高北美红栎幼苗叶片中叶绿素的含量。复合肥处理组的叶绿素各项指标均显著高于对照组,并在 2 g 复合肥处理下叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素总量、叶绿素 a/叶绿素 b 比值达到最大,超过

表 5 不同复合肥处理对叶绿素各指标含量的影响

复合肥	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素总量 (mg/g)	叶绿素 a/ 叶绿素 b
F1	3.49	1.02	4.51	3.43
F2	4.12	1.13	5.25	3.70
F3	3.41	1.05	4.46	3.30
F4	3.14	1.03	4.18	3.15
CK	2.63	0.87	3.50	2.95
平方和	3.499	0.109	3.112	4.333
df	4	4	4	4
均方	0.875	0.027	0.778	1.083
f	11.912	1.04	7.151	3.753
显著性	0.001**	0.434	0.005**	0.041*

2 g 后,随着氮肥施用量增加,这些指标值逐渐降低。方差分析结果表明,复合肥的施用对叶绿素 a 含量、叶绿素总量的影响达到极显著水平,对叶绿素 a/叶绿素 b 比值的影响达到显著水平,对叶绿素 b 含量无显著影响。

2.2 施肥对北美红栎幼苗叶片中可溶性糖含量的影响

如图 1 所示,不同施肥处理对北美红栎幼苗叶片中可溶性糖含量均有促进作用,不同的施肥水平下其叶片中可溶性

糖含量均大于对照组,其中,氮肥试验组在单株施用量为 0.6 g 时达到最大;磷肥、钾肥、复合肥试验组的可溶性糖含量均随着单株施用量的增加而先增大后减小,且在 3 g 处理下达到最大。方差分析结果(表 6)表明,氮肥、复合肥的施用对北美红栎幼苗叶片中可溶性糖含量的影响显著,磷肥的施用对其叶片中可溶性糖含量的影响极显著,而钾肥的施用则对其叶片中可溶性糖含量无显著影响。

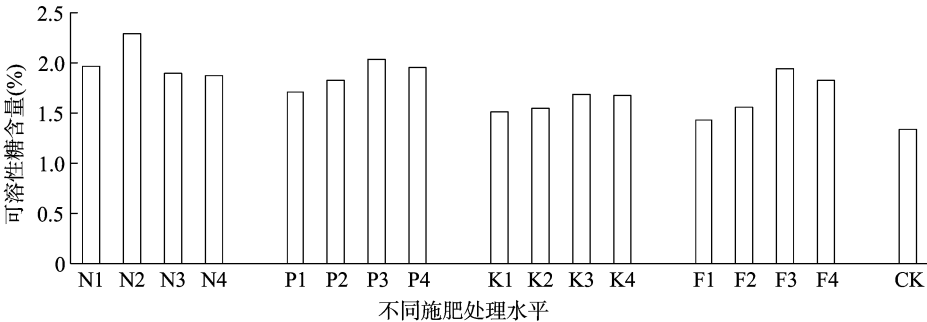


图1 不同施肥处理对可溶性糖含量的影响

表 6 不同施肥处理对可溶性糖含量影响的方差分析						
肥料	来源	平方和	df	均方	F	显著性
氮肥	组间	1.409	4	0.352	3.621	0.045 *
	组内	0.973	10	0.097		
磷肥	组间	0.882	4	0.220	8.301	0.003 **
	组内	0.266	10	0.027		
钾肥	组间	0.253	4	0.063	1.409	0.300
	组内	0.450	10	0.045		
复合肥	组间	0.791	4	0.198	5.289	0.015 *
	组内	0.374	10	0.037		

3 结论与讨论

不同施肥处理对北美红栎幼苗叶片叶绿素和可溶性糖含量均有不同程度的影响,在一定范围内,随着肥料施用量增加,叶绿素和可溶性糖含量也相应增加,超出范围后均呈现下降趋势。氮肥施用量 0.6 g、磷肥施用量 3 g、钾肥施用量 4 g、复合肥施用量 2 g 时,对叶绿素含量的影响均达到最大,在这个水平下,不同施肥处理对叶绿素含量的影响为复合肥 > 氮肥 > 钾肥 > 磷肥。氮肥施用量 0.6 g,磷肥、钾肥、复合肥施用量均为 3 g 时,对可溶性糖含量的影响均达到最大,在这个水平下,不同施肥处理对可溶性糖含量的影响为氮肥 > 磷肥 > 复合肥 > 钾肥。

氮肥、复合肥对叶绿素 a 含量和叶绿素总量的影响达到极显著水平,对可溶性糖含量的影响达到显著水平;磷肥对叶绿素 a 含量的影响达到显著水平,对可溶性糖含量的影响达到极显著水平;4 种肥料对叶绿素 b 含量的影响均未达到显

著水平;磷肥、复合肥的施用对叶绿素 a/叶绿素 b 的影响达到了显著水平,而氮肥、钾肥对其无显著影响。

氮肥和复合肥施用对北美红栎幼苗叶片中叶绿素 a 含量增长影响较大,磷肥和钾肥处理下的叶绿素 a 含量与对照组持平,说明氮肥对提高北美红栎幼苗叶片中叶绿素 a 的含量有重要作用。

不同肥料处理对北美红栎幼苗叶片中可溶性糖含量均有不同程度的影响,但氮肥的施用对其叶片中可溶性糖含量增加的影响明显较为突出。Sheen 等发现,玉米中的高氮信号可增强光合作用相关基因的表达,从而产生更多的糖<sup>[7]</sup>,本结论也粗略地验证了可溶性糖与氮代谢之间存在调控关系。

参考文献:

[1] 乔艳辉,王太明,吴德军,等. 北美红栎的播种育苗技术及园林应用[J]. 山东林业科技,2007(1):80.

[2] 丁 彤,黄成林. 北美红栎扦插繁殖技术的研究[J]. 安徽农业大学学报,2012,39(4):507-513.

[3] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1958.

[4] 王 忠,王三根,李合生. 植物光合作用[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[5] 陈俊伟,谢 鸣,秦巧平. 植物糖信号与激素信号之间的联系[J]. 植物生理学通讯,2005,41(3):279-285.

[6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

[7] Sheen J, Zhou L, Jang J C. Sugar as a signaling molecules[J]. Current Opinion in Plant Biology,1999(2):410-418.