

张宝成,王连华,李应禄,等. 遵义师院校园冬季绿色植物非结构性碳水化合物初探[J]. 江苏农业科学,2020,48(18):132-135.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.18.025

# 遵义师院校园冬季绿色植物非结构性碳水化合物初探

张宝成<sup>1,2</sup>, 王连华<sup>1</sup>, 李应禄<sup>3</sup>, 李德辉<sup>1,2</sup>, 黎芝秀<sup>1</sup>, 高智席<sup>1</sup>

(1. 遵义师范学院生物与农业科技学院, 贵州遵义 563002; 2. 遵义师范学院山地生态研究所, 贵州遵义 563002;  
3. 遵义市第三十三中学, 贵州遵义 563118)

**摘要:**为了研究校园绿化植物对冬季的适应性,研究了园林绿化植物与伴随杂草 4 种类型(观赏乔木、观赏灌木、观赏草本与杂草)的生理指标,分析了校园冬季绿色植物的非结构性碳水化合物和生理指标。结果表明,可溶性糖含量顺序从大到小依次为绿化灌木、绿化乔木、观赏草本植物、杂草;绿化乔木的淀粉含量最高,其次是绿化灌木和观赏草本植物,杂草的淀粉含量最低;非结构性碳水化合物的大小顺序与淀粉类似;杂草的叶绿素 a、叶绿素 b、胡萝卜素含量最高,观赏植物的较小;观赏植物采取了高的糖类储藏策略应对冬季的低温环境,而杂草采取了低储藏的积极应对策略。由于杂草非结构性碳水化合物(NSC)的特殊策略,在今后结合杂草的特性设计增加冬季的绿色景观。

**关键词:**杂草;观赏草本;绿化植物;可溶性糖;淀粉;叶绿素

**中图分类号:** S718.43      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2020)18-0132-04

随着城镇化的快速发展,绿化成为一项重要的工作<sup>[1]</sup>。绿化植物可愉悦人们的心情、降低噪音、减少降尘和水土流失<sup>[2]</sup>,还可以吸收大气 CO<sub>2</sub> 并释放氧气等重要生态功能。绿化植物的选择是绿化效果的关键,以往的园林绿化植物选择仅考虑抗寒性、抗旱性和耐盐碱性,而关于绿化植物叶片糖类的生理分配模式研究较少。非结构性碳水化合物(non structural carbohydrate, NSC)是植物代谢重要的物质,是植物整体碳收支的度量,可反映植物生长分配的物质以及对外界的适应<sup>[1]</sup>。冬季绿地绿色景观是绿化考虑的重要指标,绿化地除人工营造植物外还有杂草。目前,关于 NSC 的研究主要集中在森林生态系统,对人工绿化系统的研究比较缺乏。因此,对遵义师范学院冬季绿色植物中的 NSC 含量进行研究,以期为今后该区域园林绿化提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本研究材料来自遵义师范学院新浦校区冬常绿植物。

杂草有白叶蒿[*Artemisia leucophylla* (Turcz. ex Bess.) C. B. Clarke]、羊蹄(*Rumex japonicus* Houtt.)、小蓬草(*Erigeron canadensis* L.)、千里光(*Senecio scandens* Buch. - Ham. ex D. Don)、白车轴草(*Trifolium repens* L.)、野豌豆(*Vicia sepium* L.)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum* Hand. - Mazz.)、莲子草[*Alternanthera sessilis* (L.) DC.]、猪殃殃(*Galium spurium* L.)、水蓼(*Polygonum hydropiper* L.);观赏草本植物有牵牛[*Ipomoea nil* (L.) Roth]、金鸡菊[*Coreopsis basalis* (A. Dietr.) S. F. Blake]、麦冬[*Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker - Gawl.]、芭蕉[*Musa basjoo* Sieb. et Zucc.];绿化灌木有醉鱼草(*Buddleja lindleyana* Fort.)、接骨草(*Sambucus javanica* Blume)、海桐[*Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait.]、女贞(*Ligustrum lucidum* Ait.)、金森女贞(*Ligustrum japonicum* var. *Howardii*)、杜鹃(*Rhododendron simsii* Planch.)、红叶石楠(*Photinia × fraseri*)、茶[*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze]、八角金盘[*Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.];绿化乔木有樟[*Cinnamomum camphora* (L.) Presl]、柚[*Citrus maxima* (Burm.) Merr.]。由于遵义师院新

收稿日期:2020-03-06

基金项目:贵州省千层次创新型人才项目[编号:遵市科合人才(2016)4号];遵义师范学院博士基金[编号:遵师BS(2014)06、遵师BS(2014)07号];贵州省科技厅项目[编号:黔科合支撑(2018)2364];贵州省教育厅拔尖人才项目[编号:黔教合KY字(2018)064号];贵州省教育厅创新群体重大项目[黔教合KY字(2016)047号]。

作者简介:张宝成(1978—),男,陕西南郑人,博士,副教授,从事生理生态与碳循环相关研究。Email: bczhang@fudan.edu.cn。

校区建设时间较短,本研究选择木本植物生长 3 年以上且健康的植物,因此木本种类符合条件的仅上面 2 种。

## 1.2 样品测定与数据分析

采集了遵义师范学院校园绿地中的植物进行研究。用浸提法测定植物叶绿素含量,植物经三氯乙酸提取后用硫代巴比妥酸法比色测定丙二醛含量<sup>[3-5]</sup>。采用苯酚-浓硫酸法测定叶中可溶性糖含量,采用酸水解法测定叶中淀粉含量<sup>[6-7]</sup>。非结构性碳水化合物含量(NSC) = 可溶性糖含量 + 淀粉含量<sup>[8]</sup>。采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 软件进行试验

数据的处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 非结构性碳水化合物

由表 1 可知,遵义师范学院冬季绿色植物的可溶性糖、淀粉、NSC、丙二醛含量以及淀粉与可溶性糖比在研究组间差异显著( $P < 0.01$ )。总叶绿素和叶绿素 a 含量在 4 种类型组间差异显著( $P < 0.05$ )。胡萝卜素和叶绿素 b 含量在 4 种类型间差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 1 指标方差分析

指标	平方和	均方	F 值	P 值
可溶性糖含量	10 591.01	3 530.34	33.38	0.008
淀粉含量	11 667.37	3 889.12	55.87	0.003
NSC	34 684.70	11561.57	41.24	0.005
淀粉可溶性糖比	38.81	12.94	8.15	0.004
丙二醛含量	154.08	51.36	4.47	0.003
叶绿素 a 含量	0.60	0.20	2.57	0.040
叶绿素 b 含量	0.31	0.10	0.98	0.410
胡萝卜素含量	3405.82	1135.27	1.22	0.310
总叶绿素含量	1.74	0.58	2.96	0.030

由图 1 可知,绿化灌木的可溶性糖含量最高,杂草的可溶性糖含量最低。绿化乔木和绿化灌木的可溶性糖含量差异显著( $P < 0.05$ );绿化乔木与草本植物(观赏草本植物和杂草)的可溶性糖含量差异显著( $P < 0.05$ )。淀粉的含量从大到小的顺序依次为绿化乔木、观赏灌木、观赏草本、杂草。这 4 种植物类型叶片中淀粉含量差异显著( $P < 0.05$ )。非结构性碳水化合物含量从小到大的顺序与淀粉含量一致,木本植物(绿化灌木和绿化乔木)的含量高于草本植物(观赏草本和杂草)。

### 2.2 叶绿素含量

由图 2 可知,杂草的叶绿素 a 含量最高,其次是观赏草本,绿化灌木的叶绿素 a 含量的较低,绿化乔木的叶绿素 a 含量最低,绿化乔木与其他 3 种植物类型的叶绿素 a 含量差异显著( $P < 0.05$ )。杂草的叶绿素 b 含量最高,绿化乔木的叶绿素 b 含量最低。杂草的总叶绿素含量最高,观赏草本和绿化灌木的总叶绿素含量接近,绿化乔木最低,绿化乔木与其他 3 种植物类型总叶绿素含量差异显著( $P < 0.05$ )。杂草的胡萝卜素含量最高,绿化乔木的胡萝卜素含量最低。

由图 3 可知,绿化乔木的丙二醛含量最高,其次是绿化灌木,再次是杂草,观赏草本植物的丙二醛含量最低;绿化乔木与杂草、观赏草本和观赏灌木间的含量差异显著( $P < 0.05$ )。冬季这 4 种植物叶中淀粉和可溶性糖比值最大的是绿化乔木;杂草型的比值较大,观赏草本型次之,最小的是绿化灌木型;绿化乔木与其他 3 种植物类型差异显著( $P < 0.05$ )。

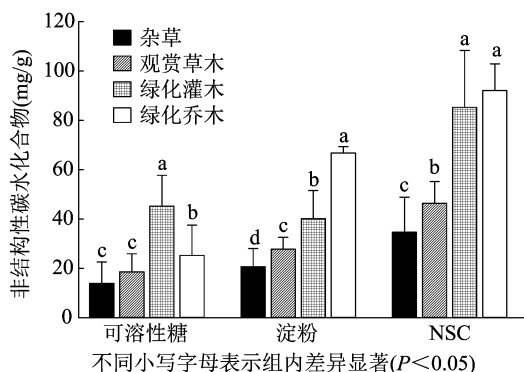


图1 不同类型冬季绿色植物非结构性碳水化合物

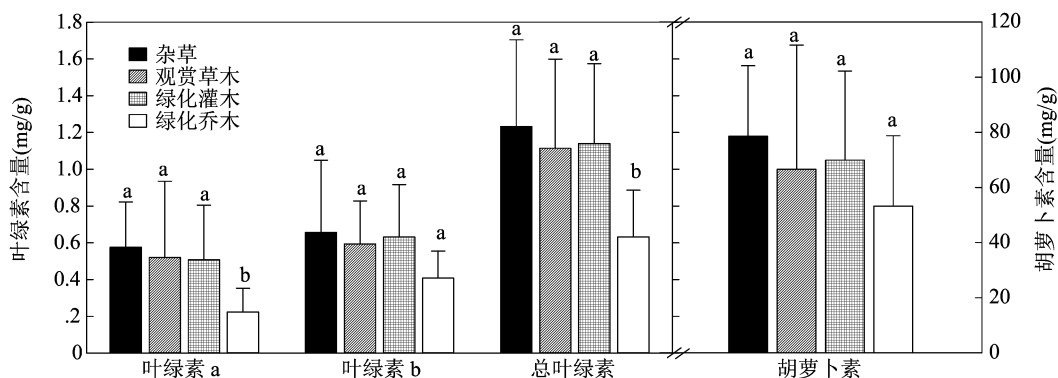


图2 冬季不同类型绿色植物叶绿素含量关系

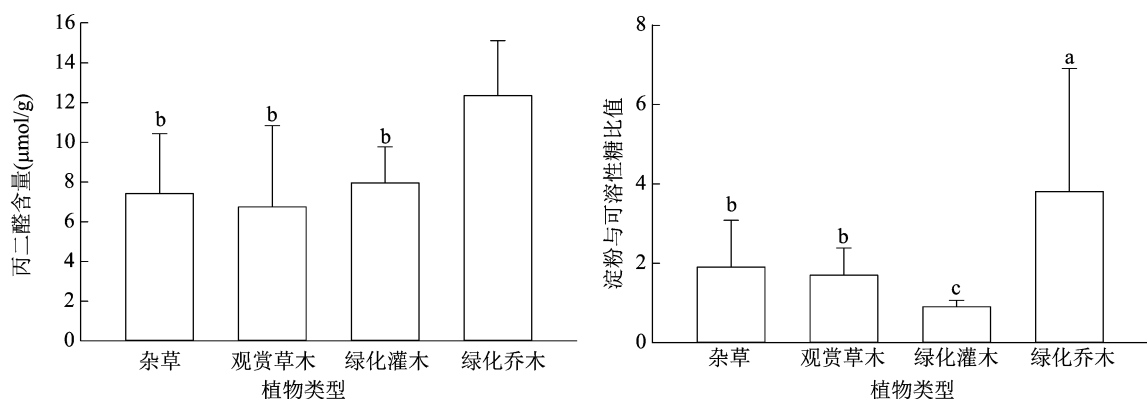


图3 不同类型冬季绿色植物的丙二醛与非结构性碳水化合物含量变化

### 3 讨论与结论

植物叶中的 NSC 是其光合作用重要物质,在植物体内起着重要的生理生化作用。目前关于植物叶中 NSC 的一种观点,即低温植物碳不平衡假说<sup>[9]</sup>,认为温度低产生的碳水化合物少,导致体内碳水化合物低<sup>[10]</sup>,影响其生长。另外,在环境胁迫下,植物通过增加体内的 NSC 改变渗透势来适应环境<sup>[11]</sup>,这些观点旨在解释海拔梯度的变化。大量的调查从北往南,乔木叶片中的淀粉、可溶性糖和 NSC 含量增加<sup>[12]</sup>。但是,该假说在解释本研究 4 种生活型植物须要深入研究。

NSC 主要为淀粉和可溶性糖<sup>[10]</sup>,其中可溶性糖可供植物呼吸等适应环境变化。先前的研究也表明可溶性糖是植物适应外界环境的重要指标<sup>[4]</sup>。植物中的 NSC 组分反映出体内碳收支状况<sup>[13]</sup>。过去观点认为,植物的 NSC 高,那么体内不受碳限制,反之,植物碳缺乏将会产生“饥饿碳”<sup>[14]</sup>。

有研究者提出不同生活型森林植物中乔木叶中的可溶性糖和非结构性碳水化合物最高,草本植物淀粉含量最大<sup>[12]</sup>,而本研究的结果表明绿化灌木

和乔木的可溶性糖、淀粉以及非结构性碳水化合物含量最大,其次是观赏草本和杂草。先前研究表明中国东北森林系统中 NSC 为 133.83 mg/g<sup>[12]</sup>和内蒙古树木 NSC 含量为 161 mg/g<sup>[6]</sup>,甘肃祁连山的圆柏 NSC 为 40 ~ 50 mg/g;江西校园绿化树木为 192.4 mg/g。本研究中冬季绿色乔木 NSC 平均含量为 92.06 mg/g,与上述研究有所差异,可能是研究的生态系统差异、生长区的日照时数、温度和降水以及土壤状况与之不同,另外,本研究的乔木为绿化植物樟和柚也可能是导致差异的原因。

大量的研究表明 NSC 在干旱和低温时含量最高<sup>[15-19]</sup>。与人工种植植物相比,冬季绿化地杂草的 NSC 储量低,表明它不受低温影响或者影响较小,它的丙二醛含量较低。NSC 的季节含量证实,常绿挪威云杉 NSC 在冬季含量最高<sup>[20]</sup>。本研究发现杂草叶中的可溶性糖和淀粉的含量均低于绿化灌木和乔木,NSC 含量也呈类似规律。可能是杂草叶叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素和胡萝卜素含量均高于绿化灌木和乔木,其光合作用强,因此更多的光合产物转向淀粉而非可溶性糖,导致其淀粉与可溶性糖比值高。而这些杂草出现在冬季,生理上可能更

有优势适应冬季环境,因此采取了“快生长,低储藏”策略,而常绿植物在冬季角质膜变薄、气孔和输导器官变弱<sup>[21]</sup>,光合作用降低采取防御策略适应冬季不良环境(图4)。

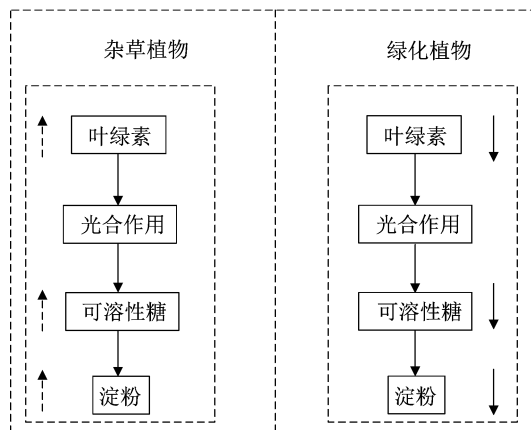


图4 不同类型植物储藏糖类适应环境可能机制

综上所述,杂草在冬季能够带来绿色景观,未来在园林绿化是否可以考虑利用这些杂草在绿地景观中的竞争优势<sup>[2]</sup>,降低管理人工投入,也为人工景观增加绿色。

本研究结论如下:(1)冬季绿地中杂草采取的低储藏糖类适应环境,而人工种植植物采取的高储藏糖类化合物的策略应对冬季环境。(2)杂草类的叶绿素含量较高,而人工种植植物的叶绿素含量较低。(3)今后的绿化设计中结合杂草的生理生态特性引入绿地,降低管理成本。

#### 参考文献:

- [1] 欧阳明,杨清培,祁红艳,等. 亚热带落叶与常绿园林树种非结构性碳水化合物的季节动态比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2014(2):105-110.
- [2] 张宝成,王平,金星. 观赏植物与生物入侵[J]. 北方园艺,2018(5):178-183.
- [3] 张宝成,陈通丽,李德辉,等. 喜旱莲子草浸提液对萝卜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子,2018,37(1):84-87.
- [4] 张宝成,彭艳,藏灵飞,等. 喜旱莲子草对喀斯特三种不同生境的可塑性反应[J]. 广西植物,2017,37(6):702-706,733.
- [5] 武维华. 植物生理学[M]. 北京:科学出版社,2003:315-317.
- [6] 印婧婧,郭大立,何思源,等. 内蒙古半干旱区树木非结构性碳、氮、磷的分配格局[J]. 北京大学学报(自然科学版),2009,45(3):519-527.
- [7] Buysse J, Merckx R. An improved colorimetric method to quantify sugar content of plant tissue[J]. Journal of Experimental Botany, 1993,44(10):1627-1629.
- [8] 刘骏,杨清培,杨光耀,等. 厚壁毛竹非结构性碳水化合物分配格局[J]. 江西农业大学学报,2011,33(5):924-928.
- [9] Leoš K, Körner C. Alpine plant Life: functional plant ecology of high mountain ecosystems[J]. Folia Geobotanica, 2004,41(8):41-4664.
- [10] 李迈和, Norbert K. 全球高山林线研究现状与发展方向[J]. 四川林业科技,2005,26(4):36-42.
- [11] 周永斌,吴栋栋,于大炮,等. 长白山不同海拔岳桦非结构碳水化合物含量的变化[J]. 植物生态学报,2009,33(1):118-124.
- [12] 李娜妮,何念鹏,于贵瑞. 中国东北典型森林生态系统植物叶片的非结构性碳水化合物研究[J]. 生态学报,2016,36(2):430-438.
- [13] 施征,白登忠,雷静品,等. 祁连圆柏光合色素与非结构性碳水化合物含量对海拔变化的响应[J]. 西北植物学报,2012,32(11):2286-2292.
- [14] Hoch G, Richter A, Körner C. Non-structural carbon compounds in temperate forest trees[J]. Plant Cell and Environment, 2003,26(7):1067-1081.
- [15] 胡启武,宋明华,欧阳华,等. 祁连山青海云杉叶片氮、磷含量随海拔变化特征[J]. 西北植物学报,2007,27(10):2072-2079.
- [16] Chapin F S, Shaver G R. Differences in growth and nutrient use among Arctic plant growth forms[J]. Functional Ecology, 1989,3(1):73.
- [17] Tissue D T, Wright S J. Effect of seasonal water availability on phenology and the annual shoot carbohydrate cycle of tropical forest shrubs[J]. Functional Ecology, 1995,9(3):518.
- [18] Newell E A, Mulkey S S, Wright J S. Seasonal patterns of carbohydrate storage in four tropical tree species[J]. Oecologia, 2002,131(3):333-342.
- [19] 孙永林,汤尚文,徐馨,等. 湖北麦冬叶片碳代谢对土壤干旱的响应[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):156-159.
- [20] Hou W. Seasonal fluctuation of reserve materials in the trunkwood of spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] [J]. Journal of Plant Physiology, 1985,117(4):355-362.
- [21] 史刚荣. 七种阔叶常绿植物叶片的生态解剖学研究[J]. 广西植物,2004,24(4):334-338.