

何首乌营养器官碳水化合物日变化及生境差异性

陆 敏¹, 沈国明²

(1. 天台平桥镇中学, 浙江 天台 317203; 2. 浙江大学 生命科学院 浙江 杭州 310058)

摘 要:以何首乌为材料, 研究根、茎、叶的碳水化合物含量在4种生境下的变化, 旨在研究植物碳水化合物累积日变化和生境差异性的机理。结果表明: 各营养器官蔗糖及还原糖含量的日变化与光照强弱基本一致, 但茎中蔗糖含量有2个高峰, 而淀粉含量与光照强弱相反。4种生境下, 叶片中淀粉含量变化不大, 林下根积累淀粉最多, 林缘叶片中蔗糖含量最多, 林窗的茎中各种糖含量均较高, 开旷地叶片还原糖含量最高。

关键词: 碳水化合物含量; 生境差异性; 何首乌; 营养器官

中图分类号: S 567.23⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)05—0185—03

何首乌(*Polygonum multiflorum* Thunb.)为常用滋补品, 中国药典1990年版收载的何首乌为蓼科(Polygonaceae)蓼属(*Polygonum*)植物何首乌的块根。何首乌有“补肝肾、益精血、壮筋骨、延年不老”之功效^[1], 为此何首乌药用价值的研究一直受到国内外诸多研究者的关注。邓文龙等^[2]研究表明, 何首乌能保护超氧化物歧化酶(SOD)、抑制脑中单胺氧化酶活性, 调节免疫系统机能, 并具有明显的降血脂、防治动脉粥样硬化, 促进肾上腺皮质功能和保肝等作用。在有效成分的研究上, Nanaka等^[3]分离得本苯乙炔甙类、聚合原花青素类和蒽醌等。何首乌有效成分二苯乙烯甙对神经细胞有保护作用^[4]。李建北等分离得到多胺、没食子酸、胡萝卜甙及穆平马兜铃酰胺、胡桃醌等^[5]; 另外还有磷脂及一些微量元素^[6,7]。

植物的次代谢产物来自于其光合同力, 而何首乌的其光合产物的特性却一直未受关注。现主要探讨何首乌营养器官碳水化合物含量的日变化及生境差异性, 为此选择了晴朗天气光照强度不同的6:00、9:00、12:00、14:00、16:00、19:00等6个时间点及光照强度相同的14:00选取了林下、林缘、林窗、开旷地等4种生境, 分别对何首乌营养器官碳水化合物含量进行了研究, 以便为今后研究何首乌的品质积累资料。

1 材料与方法

研究所用材料于2008年4月上旬采自浙江省临海

北固山(E 121°41', N 28°54')发育良好的野生何首乌成熟叶片、当年生茎以及多年生块根。每个试验组的成熟叶片、当年生茎以及多年生块根均来自同一植株。材料采回实验室后, 洗净、凉干, 剪成小块, 在150℃下处理30 min, 再在75℃下烘干至恒重, 研磨, 过40目筛^[7]备用。

每种处理重复3次。光照强度的测定使用JD-3型数字式照度计(型号: 120260; 产地: 上海康为医疗科技有限公司), 在离地面3.50、120 cm 3个高度分别测定3次, 取其平均值, 再按 $1\,000\text{ lx} = 18\,\mu\text{M} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 换算光照强度。蔗糖、还原糖及淀粉含量的测定按王台等^[8]的方法进行。

2 结果与分析

2.1 何首乌营养器官碳水化合物含量的日变化

测定何首乌营养器官碳水化合物含量日变化在开旷地进行, 其光照强度见表1。何首乌根中蔗糖含量日变化与光照强度相一致, 呈明显的峰线, 峰顶位于光照强度最高的12:00; 还原糖含量日变化呈平峰, 峰顶位于14:00; 而淀粉含量日变化呈明显的谷线, 最低点在光照强度最高的12:00(图1.A)。

表1 不同采摘时间的光照强度

采摘时间	6:00	9:00	12:00	14:00	16:00	19:00
光照强度/ $\mu\text{M} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	63	297	673	562	261	54

何首乌茎中蔗糖含量日变化呈明显的双峰线: 6:00~12:00随光照强度的升高而上升, 12:00时为第一高峰(较高), 12:00~14:00随光照强度减弱而下降; 14:00~16:00随光照强度减弱而上升, 16:00时为第二高峰(较低), 16:00以后随光照强度的减弱而下降; 还原糖含量日变化与叶片中一致; 淀粉含量日变化呈明显的谷线, 最低点位于光照最强的12:00(图1.B)。

何首乌叶片蔗糖含量日变化呈钝峰线, 峰顶在

第一作者简介: 陆敏(1976-), 女, 本科, 现从事植物生理生态研究和中学自然科学教学工作。E-mail: lm5330@yahoo.com.cn。
通讯作者: 沈国明(1975-), 男, 博士, 讲师, 现从事植物逆境生理与分子生物学教学和研究工作。E-mail: gmshen@yahoo.cn。
基金项目: “973”计划资助项目(2007CB109305)。
收稿日期: 2009-12-14

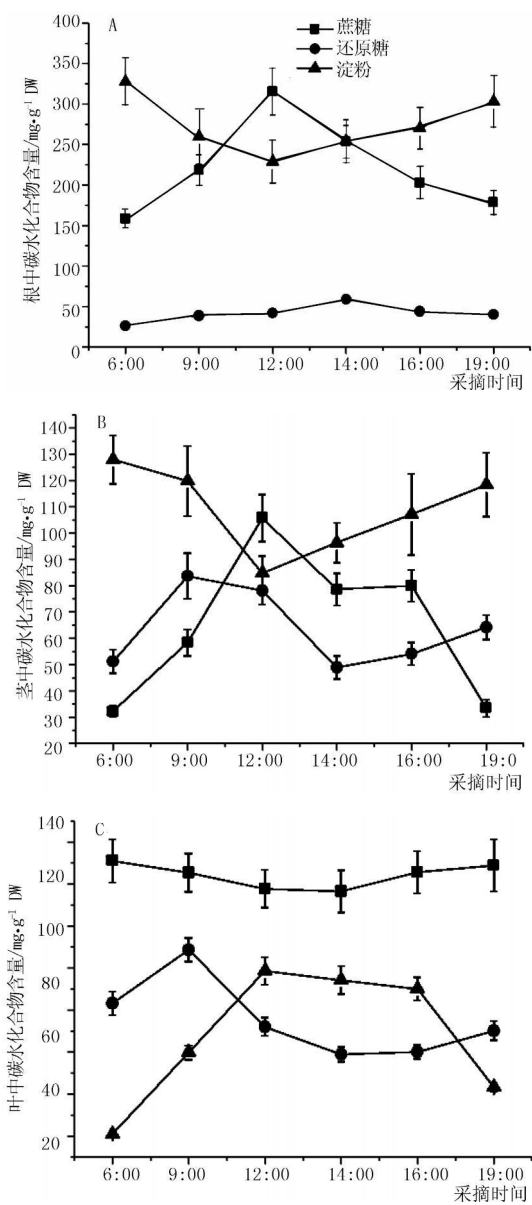


图1 何首乌不同采摘时间碳水化合物含量
注: A: 根; B: 茎; C: 叶。

12:00, 在12:00以前随光照强度的升高而直线上升, 12:00~16:00间变化不大, 16:00以后随光照强度的减弱而急剧下降; 还原糖含量日变化呈峰—谷线, 在6:00~9:00以前是随光照强度的升高而上升, 9:00达到顶峰以后逐渐下降, 到14:00为最低, 14:00~16:00间变化不大, 16:00以后又回升; 淀粉含量日变化与光照强度相反, 呈明显的谷线, 但最低点不是在光照强度最高的12:00, 而是在14:00(图1.C)。

由此可以看出何首乌各营养器官中蔗糖含量的日变化在叶片与根中均呈明显的峰线, 但在茎中呈双峰线, 还原糖含量的日变化在叶片与茎中相一致, 均呈峰—谷线, 在根中呈平峰线。淀粉含量的日变化均呈明显

的谷线。

2.2 何首乌营养器官碳水化合物含量的生境差异性

在块根中蔗糖含量: 林缘>林下>开旷地>林窗; 还原糖含量: 开旷地>林缘>林窗>林下; 淀粉含量: 林下>林窗>林缘>开旷地(图2.A)。在茎中蔗糖含量: 林窗>林缘>开旷地>林下; 还原糖含量: 林窗>林下>开旷地>林缘; 淀粉含量: 林缘>林窗>林下>开旷地(图2.B)。在叶片中蔗糖含量: 林缘>林窗>开旷地>林下; 还原糖含量: 开旷地>林缘>林窗>林下; 淀粉含量4种生境变化不大(图2.C)。

表2 不同生境的光照强度

生境	林下	林缘	林窗	开旷地
光照强度/ $\mu\text{M} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	19	452	94	609

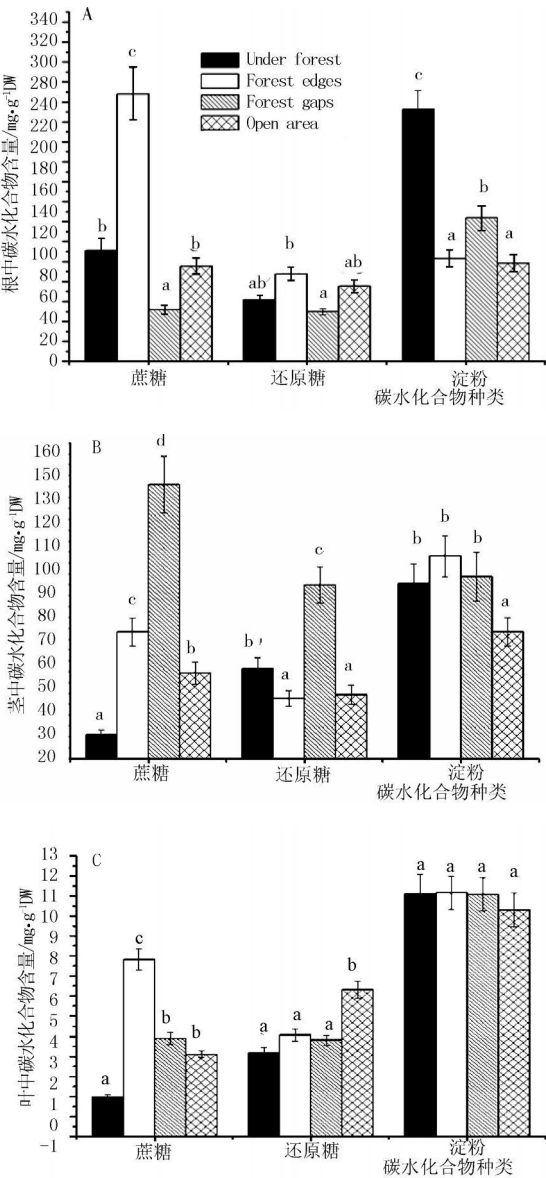


图2 何首乌营养器官碳水化合物含量的生境差异性

因此, 叶片与茎中碳水化合物含量在林下、林缘及林窗相一致; 茎与块根中碳水化合物含量在林缘、林窗

及开旷地相一致; 叶片、茎及块根中碳水化合物含量林缘及林窗相一致。

3 结论与讨论

1 d 中, 何首乌茎的蔗糖含量日变化呈双峰线, 说明何首乌茎的蔗糖运输在 1 d 内存在 2 个高峰。林缘叶片中积累蔗糖最多, 说明光照越强何首乌的光合效率不一定高(在该研究进行过程中, 日温的变化幅度为 20~28℃, 因此不存在中午温度过高, 叶片呈“午休”现象; 或呼吸过于强盛, 消耗了较多的碳水化合物的现象。

植物的叶片是碳水化合物合成的主要场所, 而碳水化合物通常被认为是光合作用的唯一产物。一般地, 光照有利于蔗糖的合成, 光照弱或黑暗则有利于淀粉的合成, 淀粉和蔗糖间的分配受诸多因素控制, 其中果糖-2, 6-二磷酸(F-2, 6-P₂)起着关键作用, F-2, 6-P₂在细胞质中的含量甚微, 它的合成是由果糖-6-磷酸-2-激酶(F-6-P, 2-K)所催化, 而其水解则是由F-2, 6-P₂酶所催化。磷酸丙糖(DHAP 或 PGA)是F-6-P, 2-K 的抑制剂, 果糖-6-磷酸(F-6-P)和磷酸(P_i)是F-6-P, 2-K 的活化剂也是酶的F-2, 6-P₂抑制剂。F-2, 6-P₂抑制细胞质中果糖-1, 6-二磷酸酶(F-1, 6-P₂酶, 蔗糖合成的关键酶之一)的活性, 从而促进焦磷酸果糖-6-磷酸激酶的活性。光照强时, 光合速率较高, 叶绿体内形成较多的 PGA 运输到细胞质, 细胞中积累较多的 PGA。相对较少的 P_i, 高的 PGA/P_i 比就抑制 F-6-P, 2-K 的活性, 因而抑制F-2, 6-P₂的形成, 从而减少对F-2, 6-P₂酶的抑制, F-2, 6-P₂水解加快, 所以在中午形成较多的蔗糖。淀粉的含量日变化呈明显的谷线的原因是: PGA 形成较少, 运输到细胞质的 PGA 就较少, 相对较高的 P_i, 低 PGA/P_i 就抑制F-2, 6-PM2 酶的活性, 使较多的F-2, 6-P₂得以形成, 减慢蔗糖合成速率, 保

留在叶绿体中的 PGA 就流向淀粉的合成, 从而形成较多的淀粉^[9]。但何首乌根中碳水化合物和积累并不是叶片中合成碳水化合物多, 块根中积累的碳水化合物也多。虽然何首乌叶片、根中蔗糖含量的日变化基本与光照强度相一致, 但茎中蔗糖含量变化呈双峰线; 林下根中蔗糖含量大于开旷地及林窗。此外, 林窗的茎中各种糖类含量均较高, 这是因为何首乌的维管束是周木维管束^[10], 可能是这种维管束不利于在林窗生境下碳水化合物的运输, 造成了有机物运输滞留现象, 但有关这方面的假说是否成立, 有待进一步的研究。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(上册) [M]. 上海: 上海科技出版社, 1988: 1135.
- [2] 邓文龙, 龚世蓉. 何首乌研究进展 [J]. 中草药, 1987, 18(3): 42.
- [3] 张兰, 李林, 李雅莉. 何首乌有效成分二苯乙烯甙对神经细胞保护作用的机制 [J]. 中国临床康复, 2004, 8(1): 118-120.
- [4] Nonaka G I, Miwa N, Nishioka I. Stilbene glycoside gallates and proanthocyanidins from *Polygonum multiflorum* [J]. Phytochemistry, 1982, 21(2): 429-432.
- [5] 李建北, 林茂. 何首乌化学成份的研究 [J]. 中草药, 1993, 24(2): 115-118.
- [6] 李军, 徐国钧. 中药首乌类的研究 III 磷脂的含量测定 [J]. 中草药, 1994, 25(11): 578-579.
- [7] 吴文化, 潘瑞焱. 茉莉酸甲酯对水稻幼苗叶片中碳水化合物含量及苯丙氨酸解氨酶和多酚氧化酶活性的影响(简报) [J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(3): 178-180.
- [8] 王台, 肖翊华, 刘文芳. 光敏核不育水稻育性诱导和转换过程中叶片内碳水化合物的变化 [J]. 作物学报, 1991, 17(5): 369-375.
- [9] 陆时迈, 徐祥生, 沈敏健. 植物学(上册) [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1994: 119.
- [10] 潘瑞焱, 董愚得. 植物生理学 [M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 1997: 98-106-111.

Study on Diurnal Changes and Habitat-variability in Vegetative Organs of Carbohydrate Contents in *Polygonum multiflorum* Thuna

LU Min¹, SHEN Guo-ming²

(1. Tiantai Pingqiao Junior High school, Tiantai, Zhejiang 317203; 2. College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang, 310058)

Abstract: To investigation the mechanism of plant carbohydrate accumulation with diurnal changes and habitat differences, *Polygonum multiflorum* Thuna as a material in this experiment, we investigated the changes of carbohydrate in roots, stems, and leaves under four habitat-variability. The results indicated that the diurnal changes of sucrose and reduced sugar were almost consistent to the strong or weak of diurnal illumination changes in vegetative organs, except the contents of sucrose in stems, while the contents of starch were opposite to diurnal illumination changes. Under the four habitat-variability, the changes of starches in leaves are not variations. Under forest, roots accumulate more starch than other three habitat-variability. Sucrose contents were highest in the leaves on forest edges, while all carbohydrates were accumulated high in stems on forest gaps. While reduced sugars were accumulated highest in open area.

Key words: carbohydrate contents; habitat-variability; *Polygonum multiflorum* Thuna; vegetative organs