

光照、温度和水分对野生荞麦光合速率的影响*

夏明忠, 华劲松, 戴红燕, 杨 坪

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

【摘要】通过野生荞麦和栽培苦荞麦叶片光合速率对光照、温度、土壤含水量变化的反应, 表明野生荞麦与栽培苦荞麦对光照、温度和水分变化的反应差异明显, 野生荞麦叶片在利用光能和叶片光合速率的温度适宜范围, 以及对水分胁迫适应力等方面都强于栽培苦荞麦, 表现出较高的光合生产能力和较好的抗逆性。

【关键词】野生荞麦; 光合速率; 光照; 温度; 水分胁迫

【中图分类号】S517.048 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2006)02-0001-03

植物形态学、粉孢学和细胞学的研究, 认为野生荞麦和栽培荞麦同属蓼科 (Polygonaceae) 荞麦属 (Fagopyrum), 具有相同的染色体数目和形态特征^[1, 2, 3, 4]。中国是荞麦起源中心, 野生荞麦资源丰富, 类型多种多样, 依据其特征特性, 可分为一年生野生苦荞麦、多年生野生甜荞麦、一年生野生甜荞麦和多年生野生苦荞麦四大类^[4, 5, 6], 其多生长在荒坡、沟边、乱石丛及地势较高的地方, 尤其以前两种类型分布范围最为广泛, 在一些地区随处可见, 环境条件稍有改善, 便能迅速生长, 茎叶繁茂^[6]。因此, 开展野生荞麦与环境因素关系的研究, 尤其对光照、温度及土壤水分条件变化的研究, 对进一步开发利用野生荞麦种质资源, 提高荞麦育种水平具有重要意义。为此, 我们对几种类型的野生荞麦进行了这方面的基础研究, 以期野生荞麦的利用, 特别是育种工作提供一些参考。

1 材料和方法

试验于2005年在西昌学院高原及亚热带作物研究所试验农场(海拔1560m)进行。试验材料有多年生野生甜荞麦(金荞麦 *Fagopyrum cymosum* (Trev.) Meisn.、抽葶野荞麦 (*F. statice* Levl))、一年生野生苦荞麦(细柄野荞麦 *F. gracilipes* (Hemsl.) Danner ex Diels) 及栽培苦荞麦 (*F. tataricum* (L.) Gaertn.) 西荞1号。野生荞麦种来源于凉山州野生

荞麦原生境。试验采用盆栽, 盆钵直径38cm, 高35cm, 5月18日播种, 每盆种植4株, 按常规栽培条件进行管理。试验分别在荞麦三个生育时期进行, 苗期测定荞麦叶片光合速率对不同光照强度的反应, 于6月7日不同时间段测定相近温度(22.9℃~23.2℃), 而光照强度不同(不同时间段自然光照强度不同)条件下的叶片光合速率; 开花初期测定荞麦叶片光合速率对不同温度的反应, 于6月22日不同时间段测定相同光照强度(通过光合测定仪控制), 而温度分别为20℃、25℃、30℃条件下的叶片光合速率; 开花灌浆期测定荞麦叶片光合速率对水分亏缺的反应, 于7月2日将试验材料置于塑料大棚内, 开始对试验材料给予水分亏缺处理(48h不灌水), 以正常灌水(保持植株全天不萎蔫)植株为对照, 每个处理4钵, 在水分亏缺处理结束时(7月4日)分别测定叶片的光合速率和土壤含水量。光合速率的测定方法为每种处理水平取2钵8株荞麦, 每株荞麦分别取上、中、下层3片展开叶测定, 求24个测定值的平均值。光合速率测定使用美国CID公司生产的CI-310型便携式光合测定仪, 土壤含水量测定采用烘干法。

2 结果与分析

2.1 野生荞麦叶片光合速率对不同光照强度的反应
当测定温度相近时, 在110.82 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、

收稿日期: 2006-05-12

* 基金项目: 四川省教育厅重点科技项目四川野生荞麦资源研究(2005A042)。

作者简介: 夏明忠(1956-), 男, 西昌学院院长, 教授, 国务院特殊津贴专家, 四川省首批学术带头人, 主要从事豆类、洋葱、荞麦等作物的研究。

168. 97 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、462. 75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、1032. 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 四种不同光照强度下, 测得野生荞麦和栽培苦荞麦叶片的光合速率随光照强度的增加而提高(表 1)。在强光照(1032. 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)条件下, 抽葶野荞麦的光合速率为 23. 42 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, 金荞麦为 22. 34 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, 细柄野荞麦为 16. 72 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 。野生荞麦的叶片光合速率比西荞 1 号 14. 87 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 高出 12. 4% ~ 57. 5%, 野生荞麦的光合速率远明显高于栽培苦荞麦。在低光照强度(110. 82 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)条件下, 各种荞麦的光合速率虽然相差不大, 但野生荞麦的光合速率仍比栽培苦荞麦高。可见野生荞麦不论在低光照强度下, 还是高光照强度条件下, 特别是在高光照条件下, 具有较高的光合速率, 这种类型被张荣贵等(1980)称为光敏感类型^[7], 表明

野生荞麦比栽培苦荞麦更能有效利用光能。

从表 1 还可以看出, 当光照强度从 110. 82 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 增加到 1032. 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 时, 各种野生荞麦叶片的光合速率增长幅度也不一样, 增长幅度最大的是抽葶野荞麦, 其光合速率提高了 5. 54 倍, 其次是金荞麦, 光合速率提高了 5. 07 倍, 细柄野荞麦增长幅度较小, 光合速率提高了 3. 75 倍。这种不同变化幅度可能与不同野生荞麦的原生境, 如海拔高度、温度、光照等条件下长期形成的生理特性有关。通过对凉山州野生荞麦的地理分布调查, 抽葶野荞麦多生长于海拔 600m ~ 1100m 的金沙江流域地区, 细柄野荞麦在凉山州垂直分布高度超过海拔 2900m, 主要分布于海拔 1600m ~ 2400m 范围之间, 金荞麦主要分布于 1100m ~ 1900m 的地区,

表 1 不同光照强度条件下荞麦叶片的光合速率变化 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)

光照强度($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)	金荞麦	细柄野荞麦	抽葶野荞麦	西荞 1 号
110. 82	3. 68	3. 52	3. 58	3. 50
168. 97	5. 17	6. 16	5. 08	4. 13
462. 75	8. 37	9. 02	8. 42	6. 87
1032. 10	22. 34	16. 72	23. 42	14. 87

注:2005 年 6 月 7 日测定, 温度 22. 9 $^{\circ}\text{C}$ ~ 23. 2 $^{\circ}\text{C}$, 土壤含水量 13. 73%。

由于海拔高度不一, 原生境温度和光照等也不相同, 但其生理特性与生态因素的相关性尚不清楚。

2. 2 野生荞麦叶片光合速率对温度的反应

测定结果见表 2, 在其它条件相同, 温度为 20 $^{\circ}\text{C}$ 、25 $^{\circ}\text{C}$ 时, 各种荞麦叶片的光合速率均随温度的增加而增大, 且增加幅度明显。当温度达到 30 $^{\circ}\text{C}$ 时, 几种野生荞麦叶片的光合速率仍有少量增加,

但栽培荞麦西荞 1 号则表现为下降, 表明西荞 1 号叶片光合速率的适宜温度应在 30 $^{\circ}\text{C}$ 以下, 而几种野生荞麦叶片的光合速率的适宜温度还未超过最大值。金荞麦和抽葶野荞麦在 20 $^{\circ}\text{C}$ 和 30 $^{\circ}\text{C}$ 两种温度下光合速率都较高, 表明这两种野生荞麦叶片光合速率适宜温度范围大, 能保持较高的光合速率。与之相比, 栽培苦荞麦的适宜温度范围较小, 超过一定的

表 2 不同温度条件下荞麦叶片的光合速率变化 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)

温度($^{\circ}\text{C}$)	金荞麦	细柄野荞麦	抽葶野荞麦	西荞 1 号
20	1. 96	1. 86	1. 90	1. 86
25	3. 58	2. 02	3. 21	2. 56
30	3. 61	2. 13	3. 42	1. 22

注:2005 年 6 月 22 日测定, 光照强度 67. 84 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, 土壤含水量 13. 37%。

温度, 叶片的光合速率则急剧下降。

2. 3 土壤水分变化对野生荞麦叶片光合速度的影响

当土壤水分减少到超过一定限度时, 则植物叶内水分将急剧减少, 同时光合速率也开始减慢^[8]。从本试验中可以看出, 当土壤含水量降低到 6. 72% 时, 会引起荞麦叶内水分下降, 荞麦叶片都出现不同程度萎蔫, 特别是栽培苦荞麦西荞 1 号叶片萎蔫严重, 叶片光合速率比正常灌水的植株(土壤含水量

15. 53%) 都有较大的下降(表 3), 但不同种类的荞麦对土壤水分亏缺反应程度不同。在低土壤含水量(6. 72%) 条件下, 野生荞麦叶片的光合速率相对较高, 而西荞 1 号叶片光合速率为负值。野生荞麦中, 抽葶野荞麦叶片保持有 0. 97 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 的光合速率, 从光合角度来看, 该类型荞麦的抗旱性最强。野生荞麦抗旱性强, 与野生荞麦的植物形态结构有较大关系, 如根系发达、地下茎块状木质、叶片形态变

表 3 不同土壤含水量条件下荞麦叶片的光合速率变化 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)

土壤水分含量(%)	金荞麦	细柄野荞麦	抽葶野荞麦	西荞 1 号
15.53	2.97	2.95	3.13	2.88
6.72	0.42	0.36	0.97	-0.09

注:2005 年 7 月 4 日测定,光照强度 $232.67\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$,温度 21.29°C 。

化大、膜质等,这些都是对环境长期适应的结果。

3 讨论

试验结果表明,野生荞麦和栽培苦荞麦叶片的光合速率对光照、温度和水分变化反应差异较大。野生荞麦在 $110.82\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $168.97\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $462.75\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 、 $1032.10\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 光照条件下,叶片光合速率都比栽培苦荞麦高,能最大限度地利用光能。不同野生荞麦因其生态类型不同,其光合速率对光照强度的反映也不同,试验材料中,抽葶野荞麦比金荞麦和细柄野荞麦对光在遗传性上更有较高的光合特性。野生荞麦叶片光合作用的适宜温度范围比栽培苦荞麦大,在温度为 30°C 时也有较高的光合速率,其光合温度上限可能在 30°C 以上。野生荞麦对干旱有较强的适应能力,在土壤含水量为 6.72% 时,仍有一定的光合速率,而同一条件下

栽培苦荞麦的光合速率已为负值。因此,野生荞麦具有高光效、适应力强的特点,这些特点与原生态区环境,如海拔高度、温度等因素有直接关系,这种相关性还值得进一步研究。从生态学上讲,野生荞麦对光照、温度和水分等环境因素的反应是在长期进化中为了适应不同生态条件作出的一定反应。这种反应与适应性在类型上,而且主要是在基因型上,能形成适应这种条件的类型^[9]。因此,野生荞麦具有选育不同生态环境及栽培条件的高光效、耐瘠、抗旱的基因型,是比较理想的育种材料。

本试验是在盆栽条件下观测的叶片光合速率的变化,在原生境和大田群体条件下,荞麦生长和环境变化情况会有所差异,例如,我们发现野生荞麦经过人工栽培后,其植物形态特征发生了一些明显变化。所以需进一步研究原生境和大田群体条件下荞麦叶片光合速率对环境因素变化的反应,为荞麦育种和栽培起到更实际的指导作用。

参考文献:

- [1] 土井田幸郎. Cytological Studies in Polygonum and Related Genera I. Bot. Mag. Tokyo. 1960, 37: 337 - 340.
- [2] 朱凤绥等. 植物染色体 F - BSG 分带方法与带型[J]. 遗传, 1982, 4(3): 25 - 28.
- [3] 朱凤绥等. 荞麦不同类型的染色体研究初报[J]. 细胞生物学杂志, 1984, 6(3): 130 - 131.
- [4] 叶能干, 苟光前. 中国荞麦属的分类起源与演化[J]. 荞麦动态, 1993(1): 3 - 9.
- [5] 吴征镒等. 云南种子植物名录[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1984.
- [6] 林汝法主编. 中国荞麦[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994. 8.
- [7] 吉林省农业科学院主编. 中国大豆育种与栽培[M]. 北京: 中国农业出版社. 1987, 3.
- [8] 江苏农学院主编. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1986, 5.
- [9] 王金陵等. 大豆生态类型[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991, 3.

致谢:西昌学院农学系陈江波、刘小辉、颜俊、何国波等同学协助本试验,在此表示谢意。

Effects of Light, Temperature and Soil Water Content on Net Photosynthetic Rate of Wild Buckwheat

XIA Ming - zhong, HUA Jin - song, DAI Hong - yan, YANG Ping

(Xichang College, Xichang Sichuan 615013)

Abstract: By researching responses of leaf net photosynthetic rate on wild buckwheat and tartary (下转 6 页)

参考文献:

- [1] 傅家瑞. 种子生理, 1985: 77.
- [2] 林汝法. 中国荞麦, 中国农业出版社, 1994: 160.
- [3] 林汝法. 中国荞麦, 中国农业出版社, 1994: 156 - 157.
- [4] 刘鹏等. 酸铝浸种对荞麦种子萌发的影响, 种子, 2004, (23): 9 - 11.
- [5] 周化斌等. 锰对大豆种子萌发的影响, 种子, 2003, (4): 22 - 23.

The Primarily Study of Effect of Acid - Al on the Germination of Soaked Buckwheat Seeds

YU Qian - yuan, REN Ying - hong, LI Zai - sheng, YIN Fu - qiang

(Agricultral department, Xichang College, Xichang Sichuan 615013)

Abstract: Buckwheat seeds were soaked with different concentration of $KMnO_4$ (0.1%; 0.3%; 0.5%) for different time (1min; 3min; 5min) to determine the effect of $KMnO_4$ on germination of buck wheat seeds. The results showed that $KMnO_4$ inhibits obviously seed germination, and the ratio of germination reduces for increasing along with concentration of $KMnO_4$ and the time of soaking seeds.

Key words: $KMnO_4$; Buck wheat; Germination

(责任编辑:张荣萍)

(上接 3 页)

buckwheat to light, temperature and change of soil water content, it shows that responses of leaf net photosynthetic rate are different. Wild buckwheat is superior to tartary buckwheat in using the energy of photon, the suitable temperature range of leaf net photosynthetic rate, the adaptability for water deficit, they have higher photosynthetic efficiency and better duration.

Key words: Wild buckwheat; Net photosynthetic rate; Light; Temperature; Water deficit

(责任编辑:张荣萍)