

水分胁迫下磷对玉米叶片光合色素的影响*

曲 东¹ 王保莉² 山 仑³ 汪沛洪⁴

(1 西北农业大学资源与环境科学系, 2 实验中心, 4 基础科学系, 陕西杨陵 712100)

(3 中国科学院西北水土保持研究所, 陕西杨陵 712100)

摘 要 采用水培实验, 以 PEG 进行水分胁迫 (-0.5 MPa), 测定了有磷和缺磷情况下玉米苗期叶片中叶绿素、类胡萝卜素及原叶绿素酸酯随不同胁迫周期的变化。结果表明, 水分胁迫时磷能使叶绿素 a 和类胡萝卜素降解减慢, 表现为 Chl a/b 值增大及 Chl t/Caro 值随胁迫周期延长而呈 V 型曲线变化。干旱缺磷能造成原叶绿素酸酯相对积累, 是导致 Chl a 下降的重要因素。水分胁迫下叶绿素 a, b 和 Caro 及 Pchl 含量均呈下降趋势, 而交替变换水处理能减缓光合色素的分解。

关键词 水分胁迫, 光合色素, 磷, 玉米

中图分类号 Q945.11, S158.3

水分胁迫对作物的光合色素有显著影响, 可造成叶绿素 (Chl) 分解和类胡萝卜素 (Caro) 含量减少, 引起 Chl a/b 和 Chl/Caro 值改变^[1~3]。磷能有效地改善作物根系的生理性状, 增强其抗旱性能^[4,5], 磷缺乏可导致叶片光合效率降低^[6]。但是, 磷是否对作物光合色素的代谢产生影响, 目前尚未见报道。本文探讨了水分胁迫下磷对作物光合色素的影响, 为进一步认识磷营养在改善作物抗旱性能中的作用提供理论依据。

1 材料与方法

材料及实验设计 同文献[7]。

测定项目及方法 叶绿素提取采用刘道宏^[8]的方法; 叶绿素含量测定采用 Arnon^[9]的方法; 类胡萝卜素测定采用波钦诺克^[10]的方法; 原叶绿素酸酯含量测定采用 Anderson 和 Boardman^[11]的方法。

实验均选用功能叶片, 重复 2 次测定。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫下磷对叶绿素含量的影响

由表 1 可见, 正常供水时, 叶绿素均能保持比较稳定的含量水平, 而干旱胁迫时, 叶绿素 a 及叶绿素 b 均呈下降趋势。变换水处理中, Chl a 和 Chl b 都表现为胁迫时降低而复水后升高。 $+P$ 处理在水分胁迫时降低的程度较小, 而 $-P$ 处理下降迅速。 $+P$ 处理在变换水过程中变化幅度小, 干旱后复水时恢复能力强。从表 1 还可看出, 干旱胁迫下磷对 Chl b 的影响小于 Chl a 。

收稿日期: 1995-10-15

* 国家攀登计划 9219-5 专题资助项目。

表 1 不同处理下玉米叶片中叶绿素 a、b 含量 mg/g DW

No.	水分	磷水平	采样日期(日/月)											
			3/5		6/5		9/5		12/5		15/5		18/5	
			a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	正常供水	+P	22.36 (100)	6.845 (100)	23.06 (100)	7.530 (100)	22.82 (100)	7.057 (100)	20.93 (100)	6.936 (100)	20.87 (100)	7.993 (100)	20.88 (100)	7.308 (100)
2	变换水	+P	20.69 (92.5)	5.877 (85.9)	21.42 (93.0)	6.843 (90.9)	18.87 (82.7)	5.696 (80.7)	18.18 (86.9)	5.739 (82.7)	17.64 (84.5)	6.281 (78.6)	17.88 (85.6)	6.078 (83.2)
3	持续胁迫	+P	20.69 (92.5)	5.877 (85.9)	20.14 (87.4)	5.899 (78.3)	17.82 (78.1)	4.951 (70.2)	16.38 (78.3)	4.763 (68.7)	15.38 (73.7)	5.324 (66.6)	15.05 (72.1)	4.592 (62.8)
4	正常供水	-P	21.80 (100)	6.213 (100)	23.90 (100)	7.824 (100)	22.73 (100)	6.872 (100)	21.63 (100)	6.913 (100)	23.07 (100)	7.716 (100)	22.67 (100)	7.650 (100)
5	变换水	-P	18.73 (85.9)	5.327 (85.7)	21.28 (89.0)	6.820 (87.2)	18.79 (82.7)	5.223 (76.0)	18.34 (84.9)	5.474 (79.2)	16.89 (73.2)	5.767 (74.7)	17.39 (76.7)	5.889 (77.0)
6	持续胁迫	-P	18.73 (85.9)	5.327 (85.7)	18.89 (79.0)	5.685 (72.7)	16.69 (73.4)	4.692 (68.3)	15.38 (71.1)	4.893 (67.9)	15.90 (68.9)	5.046 (65.4)	15.54 (68.5)	4.641 (60.7)

注：() 中为相对正常供水处理的百分数，下同。

2.2 水分胁迫下磷对类胡萝卜素含量的影响

Caro 在不同处理过程中的变化见表 2,正常供水处理,磷对 Caro 含量影响不显著。持续干旱处理,Caro 含量迅速下降,其中+P 处理 Caro 含量降低程度相对较小,说明磷对其有一定影响。在变换水处理中,Caro 含量变化与叶绿素的变化趋势相同,但对于长时间胁迫下,+P 与 -P 处理都逐渐失去了恢复能力。

表 2 不同处理下玉米叶片中 Caro 含量变化 mg/g DW

No.	水分	磷水平	采样日期(日/月)					
			3/5	6/5	9/5	12/5	15/5	18/5
1	正常供水	+P	4.631 (100)	4.171 (100)	4.810 (100)	4.393 (100)	4.519 (100)	4.322 (100)
2	变换水	+P	3.934 (84.9)	3.944 (94.6)	3.894 (81.0)	3.765 (85.7)	3.359 (74.3)	3.208 (74.2)
3	持续干旱	+P	3.934 (84.9)	3.485 (83.6)	3.660 (76.1)	3.214 (73.2)	3.166 (70.1)	2.926 (67.7)
4	正常供水	-P	4.809 (100)	4.595 (100)	4.928 (100)	4.808 (100)	3.452 (100)	4.205 (100)
5	变换水	-P	4.039 (84.0)	4.214 (91.7)	3.850 (78.1)	3.896 (81.0)	2.445 (70.8)	2.974 (70.7)
6	持续干旱	-P	4.039 (84.0)	3.755 (81.7)	3.657 (74.2)	3.314 (68.9)	2.233 (64.7)	2.590 (61.6)

2.3 水分胁迫下磷对原叶绿素酸酯含量的影响

由表 3 可见,正常供水处理,+P 和 -P 对 Pchl 含量的影响并不显著。持续干旱处理中,Pchl 含量明显降低,-P 处理下降的较缓慢,+P 处理急剧下降,这与叶绿素的变化趋势有所不同。对变换水处理,+P 处理的 Pchl 含量变化幅度大,对水分变化反应敏感,而 -P 处理则相对变化较小。

表 3 不同处理下玉米叶片中原叶绿素酸(酯)含量

No.	水分处理	磷水平	采样日期(日/月)					
			3/5	6/5	9/5	12/5	15/5	18/5
1	正常供水	+P	2.441 (100)	2.732 (100)	1.787 (100)	2.046 (100)	2.356 (100)	2.469 (100)
2	变换水	+P	1.982 (81.2)	2.488 (91.1)	1.283 (71.8)	1.644 (80.4)	1.627 (69.1)	1.945 (78.8)
3	持续干旱	+P	1.982 (81.2)	2.143 (78.4)	1.202 (67.3)	1.285 (62.8)	1.378 (58.5)	1.336 (54.1)
4	正常供水	-P	2.270 (100)	2.981 (100)	1.348 (100)	2.149 (100)	2.264 (100)	2.156 (100)
5	变换水	-P	1.832 (80.7)	2.593 (87.0)	1.057 (78.4)	1.705 (79.3)	1.565 (69.1)	1.540 (71.4)
6	持续干旱	-P	1.832 (80.7)	2.257 (75.1)	0.983 (73.4)	1.513 (70.4)	1.528 (67.7)	1.367 (63.4)

3 小 结

磷在水分胁迫条件下能减缓 Chl 及 Caro 含量的降低。交替变换水过程中,有磷能使旱后复水时 Chl 及 Caro 较好地恢复。缺磷可造成 PChl 的相对累积,同时也使得 Chl a 含量急剧降低,而对 Chl b 的影响却与有磷处理相近。从叶绿素合成途径来分析,缺磷对由 Chl a 转化到 Chl b 的过程影响不大,而 PChl 含量的相对积累则表明缺磷可能导致 Chl a 的降解加剧。有关磷对叶绿素代谢的影响还有待进一步探讨。

叶绿素 a/b 的比值能反映 Chl 合成和转化的平衡关系。实验结果显示,随干旱胁迫 Chl a/b 值有所增大。其中+P 处理增加量为 2%~15%, -P 处理增加量为 0%~13%。缺磷时由于 Chl a 下降迅速,所以 Chl a/b 值略有减小。

水分胁迫对 Chl/Caro 比值的影响随胁迫时间增长呈“V”型变化趋势。导致这种现象的原因是 Chl 和 Caro 在干旱胁迫下的降解速率不同步。一些文献中曾引用 Duysen 和 Freeman(1976)的结果,说明轻度胁迫时 Chl/Caro 下降是由于 Caro 对干旱的反应不如 Chl 敏感。笔者的研究表明,当胁迫加剧时,Caro 含量亦能急剧下降,同时 Caro 又参与消除活性氧的过程,使之消耗量增大,故在较长时间的持续胁迫下,Caro 含量会比 Chl 含量下降得更快,引起 Chl/caro 值增大。干旱条件下磷的作用也使得 Chl/Caro 值增大。

参 考 文 献

- 薛崧,汪沛洪,许大全等.水分胁迫对冬小麦 CO₂ 同化作用的影响.植物生理学报,1992,18(1):1~7
- 王畅,李普安,张赞平等.夏玉米优良杂交种抗旱性能研究.见:赵可夫主编.植物抗性生理研究.济南:山东科学技术出版社,1992,88~98
- 蒋明义,荆家海.不同类型的稻种对渗透胁迫的反应及其膜脂过氧化[学位论文].陕西杨陵:西北农业大学,1989
- 梁银丽,陈培元.土壤水分和磷营养对小麦根系生长生理特性的影响.西北植物学报,1994,14(5):56~60
- 赵伯善,李生秀,李世清.豆科与非豆科作物对磷肥反应差异根源之探讨.干旱地区农业研究,1995,13(2):45~56
- 沈允钢,许大全.光合机构对环境的响应与适应.见:余叔文主编.植物生理与分子生物学.北京:科学出版社,1992,225~235
- 曲东,王保莉,山仑等.干旱条件下磷对玉米叶 SOD 和 POD 活性的影响.西北农业大学学报,1996,24(3):47~51
- 刘道宏.植物叶片的衰老.植物生理学通讯,1983,42(2):14~19

- 9 Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in BETA VULGARIS. Plant Physiol, 1949, 24:1~15
- 10 波钦诺克编,丁钟荣,荆家海译. 植物生物化学分析方法. 北京:科学出版社,1981,247~249
- 11 Anderson J M, Boardman N K. Studies on the greening of dark-grown bean plants. Aust J Biol Sci, 1964(17):93~101

Effect of Phosphorus on Photosynthetic Pigment of Maize under Water Stress

Qu Dong¹ Wang Baoli² Shan Lun³ Wang Peihong³

(1 Department of Natural Resources and Environment Protection,

2 The Central Laboratory, 3 Northwestern Insititute of Soil and

Water Conservation, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The changes of contents of chlorophyll (Chl), carotinioid (Caro) and Prochlorophyllide (Pchl) under the phosphorus containing and phosphorus-free conditions during different water stress periods were determined. The results showed that the contents of Chl a, Chl b, Caro and Pchl decreased, but with different rates. The value of Chl a/b was increased and the change of Chl/Caro appeared in a V-shape. Highly varied water treatment could decrease the decomposition of photosynthetic pigment. Phosphorus could efficiently reduce the decrease of Chl a and Caro. Water stress and P-free could cause the accumulation of Pchl content, which is the main cause that Chl a content decreases.

Key words water stress, photosynthetic pigment, phosphorus, maize

欢迎订阅 1997 年《西北农业学报》(季刊)

《西北农业学报》是西北五省(区)农业科学院和新疆青海畜牧(兽医)科学院联合主办的农牧业学术期刊。主要报道体现西北地方特色的农牧业各专业学科在基础理论研究和应用技术理论研究方面,具有创见的学术论文、领先水平的科研成果学术报告及有新意的综述等。主要读者对象是国内外农牧业科技人员,农业院校师生及高级农业技术管理和推广人员。

本刊为季刊,16开本,96页,另附进口铜版纸图版2~4页。国内外公开发行,邮发代号52—111,每期定价4.5元,全年18元。国外代号Q4380。

编辑部地址:陕西杨陵镇,陕西省农业科学院《西北农业学报》编辑部 邮编:712100