

钙减轻紫外辐射伤害小麦幼苗的研究

黄晓华¹, 周 青², 马育国³, 赵 姬³, 戴玉锦³

(1. 南京师范大学化学与环境科学学院, 江苏 南京 210024; 2. 江南大学生物工程学院, 江苏 无锡 214036; 3. 苏州铁道师范学院, 江苏 苏州 215009)

摘 要: 采用室内水培实验方法,研究了紫外辐射(UV – B, 280—330 nm)对小麦幼苗的伤害与钙缓解紫外辐射伤害小麦幼苗的效应。结果表明,在紫外辐射胁迫下,低钙水平小麦的根长,根体积,根鲜重、干重,根数,苗高,叶面积,伤害面积,叶鲜重、干重等生长指标均明显低于对照植株。而高钙处理的小麦幼苗,各种生长指标的降幅低于低钙水平小麦幼苗。表明钙具有缓解紫外辐射伤害小麦幼苗的效应。

关键词: 钙 ;UV – B 伤害 ;小麦幼苗 ;生长指标

中图分类号: S131.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)06 – 0456 – 02

Alleviation of Damage on Wheat Seedlings Under Ultraviolet B – Radiation in the Presence of Calcium

HUANG Xiao-hua¹, ZHOU Qing², MA Yu-guo³, ZHAO Ji³, DAI Yu-jin³

(1. College of Chemistry and Environment, Nanjing Normal University, Nanjing 210024 China; 2. School of Biotechnology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036 China; 3. Suzhou Railway Teachers College, Suzhou 215009 China)

Abstract: Mitigative effect of calcium on wheat seedlings under UV – B(280—330 nm) radiation was studied. The results showed that the growth indexes of wheat seedlings on root length, volume, fresh weight, dry weight, and plant height, leaf number, leaf area, leaf damage area, leaf fresh weight and leaf dry weight with low calcium treatment were obviously reduced than wheat seedlings in control under UV – B stress. The decreasing degree of growth indexes for wheat seedlings in high calcium treatment were lower than in low calcium treatment. It is concluded that calcium can mitigate the damage of UV – B radiation on wheat seedlings.

Keywords: calcium ; UV – B radiation ; wheat seedlings ; growth index

紫外辐射增强对地球环境的影响,已引起国际科学界的广泛关注。大量研究显示,增强紫外辐射对植物群落、种群及个体的不同层次皆有负面效应^[1,2],如不及早应对,最终必将影响生态系统的稳定性与人类生存的安全性。缘此,国内外已从工程技术、环境、生态、生理等方面进行了卓有成效的研究。从已有的防护途径看,控制污染物(氟氯烃等)零排放的工程技术方法,虽为治本之策,但碍于各国经济发展不均衡,一时难以做到。而利用生物(基因,细胞)工程技术培养抗性、高产品种的工作,近期也恐难突破。因此,寻觅新的抗逆减灾方法,显得较为重要。本文借鉴逆境植物生理学中的钙调控理论^[3],选择植物生命周期中感受逆境最为敏感的幼苗期作为研究对象,初步探讨了钙对紫外辐射(UV – B, 280—330 nm)胁迫下小麦苗期素质的影响,现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 试材培养

收稿日期: 2000 – 10 – 31

基金项目: 南京师范大学资源生物技术省级重点实验室与苏州铁道师范学院学生创新研究二项基金资助

作者简介: 黄晓华(1958—),女,南京师范大学化学与环境科学学院教授。

春小麦(*Triticum aestivum* L.)“小偃 54”的种子用 0.1% HgCl₂ 消毒 8 min,无菌水漂洗 3 次后,置 25 ℃ 下催芽。露白后排列于尼龙网架上,在室内自然光照下水培。待长至一心二叶期时,去除幼苗胚乳,转入不同含钙水平的 Hoagland 营养液(塑杯 V = 100 mL)中。每 3 d 更换 1 次营养液,以确保溶液 pH 稳定。5 d 后,用作紫外辐射实验的材料。

1.2 钙浓度设置

参照袁清昌等实验方法^[4],设 2 个钙处理水平: 6 mmol · L⁻¹Ca²⁺(T₁); 2 mmol · L⁻¹Ca²⁺(T₂), 0 mmol · L⁻¹Ca²⁺ (CK)。每杯置 10 株小麦幼苗,每一处理 12 杯,分为 3 组,计 36 杯。

1.3 紫外辐射处理

模拟紫外辐射增加使用 40W UV – B 灯管(波长为 280—315 nm),灯管悬挂于植株的上方,发射的 UV – B 经 0.13 mm 醋酸纤维膜(Cellulose diacetate film)过滤后照射植物。辐射强度设定为 0.35 W · m⁻² 并经紫外辐射仪验证,每日照射 6 h,连续照射 7 d。为保持实验全程紫外辐射强度恒定不变,需不断调节灯管的高度。

1.4 生长指标测定

根系生长指标测定参照文献[5],排水法测定根系体积;根长为根系长度之和除以根数;重量法测定根系干重与湿重。叶

面积与伤害面积皆以透明方格纸法计算而得^[6]。所有数据均以 3 次重复的平均值与标准差表示。

2 实验结果

2.1 钙对紫外辐射胁迫下小麦根系生长的影响

根系乃陆生植物重要的吸收器官,其形态和长势直接影响植物对土壤中矿质元素的吸收。表 1 的实验结果显示,在高钙水平下(T₁),小麦植株的根数、根体积、根干重与对照植株相比差别不大,其它 3 项形态指标虽低于对照植株,但却高于低钙处理水平下(T₂)的小麦幼苗。相比之下,低钙水平下(T₂)的小

麦幼苗,根系的 5 项生长指标均低于对照植株。表明钙对紫外辐射胁迫下小麦幼苗的正常生长,起到一定程度的促进作用。

2.2 钙对紫外辐射胁迫下小麦地上部生长的影响

小麦地上器官是直接遭受紫外辐射的部位。表 2 的实验结果显示,低钙处理(T₂)且遭受紫外辐射胁迫的小麦植株,株高、叶片数、叶面积、叶鲜重与叶干重 5 项指标,皆明显低于对照植株。而经高钙处理(T₁)的小麦幼苗,除叶片数、伤害面积有别于对照植株外,株高、叶面积、叶鲜重及叶干重与对照植株的差异不甚明显。说明钙在一定程度上有减轻紫外辐射伤害小麦的作用。

表 1 钙对紫外辐射下小麦根系生长的影响 ($\bar{X} \pm S, N = 20$)

Table 1 Effect of calcium on root growth of wheat under UV - B radiation

处理	根长/cm	根数	根体积/cm ³	根鲜重/g	根干重/g
CK	6.08 ± 1.26(100)*	6.2 ± 0.14(100)	0.119 ± 0.05(100)	0.091 ± 0.007(100)	0.008 5 ± 0.000 4(100)
T ₁ + UV - B	4.78 ± 1.13(78.6)	6.0 ± 0.20(96.8)	0.096 ± 0.02(80.7)	0.074 ± 0.003(81.3)	0.008 2 ± 0.000 7(96.5)
T ₂ + UV - B	4.11 ± 0.47(67.6)	5.7 ± 0.24(91.9)	0.076 ± 0.05(63.9)	0.062 ± 0.002(68.1)	0.006 9 ± 0.000 1(81.2)

表 2 钙对紫外辐射下小麦地上部生长的影响 ($\bar{X} \pm S, N = 20$)

Table 2 Effect of calcium on the parts aboveground organ of wheat UV - B radiation

处理	株高/cm	叶片数	叶面积/cm ²	伤害面积/cm ²	叶鲜重/mg	叶干重/mg
CK	17.15 ± 0.36(100)	2.8 ± 0.01(100)	2.79 ± 0.02(100)	—	0.267 ± 0.024(100)	0.036 1 ± 0.000 3(100)
T ₁ + UV - B	16.32 ± 0.58(95.2)	2.0 ± 0.0(71.4)	2.69 ± 0.10(96.4)	1.17 ± 0.09(43.49)	0.214 ± 0.052(80.2)	0.029 2 ± 0.000 8(80.9)
T ₂ + UV - B	14.80 ± 0.23(86.3)	2.0 ± 0.0(71.4)	2.20 ± 0.09(78.9)	1.38 ± 0.03(62.73)	0.178 ± 0.002(66.7)	0.025 4 ± 0.000 3(70.4)

3 讨论

近来的大量研究指出,紫外辐射(UV - B)增强对作物的形态、生长、生物量、生理、生化特性等均产生不同的抑制作用^[7、8],但论及的对象多集中于大豆和水稻。最近,李元与王勋陵以春小麦为试材的实验证实,紫外辐射强度为 0.1 W · m⁻²(相当于兰州地区 O₃ 下降 20%) 时,兰州地区的春小麦减产 10.39% ~ 21.44%,而对苗期素质的影响却未提及^[9]。

本文的实验结果显示,在 0.35 W · m⁻² UV - B 辐射胁迫下,低钙水平(T₂)小麦幼苗的各项生长指标均呈下降趋势,苗期素质趋劣,此为小麦后期丰产埋下隐患。经高钙处理(T₁)的小麦幼苗,其根系生长指标中的根数、根体积、根干重,地上部指标中的株高、叶面积、叶鲜重及叶干重与对照植株相比差别不大。其它指标虽低于对照植株,但受紫外辐射损伤的程度,远低于低钙水平(T₂)的小麦幼苗。从而在总体水平上体现出钙对紫外辐射损害小麦幼苗有一定的缓解作用。

关于钙的作用机理,可能同钙在植物生命活动中扮演的多种作用,尤其是在逆境条件下,对保护酶系统(SOD、CAT、POD)与脂氧合酶(Lipoxygenase, LOX)活性的双向调节作用有关^[4、10]。微观研究证明,UV - B 损伤发生时,伴随着强烈的自由基反应和随之而来的膜系统的氧化^[11]。此时,LOX 活性上升^[4],保护酶系统活性下降,由此导致自由基产(生)、淬(灭)代谢失衡,其结果是,自由基积累加剧,膜系统氧化加速。由于钙在逆境条件下能维持保护酶系统活性,抑制 LOX 效应^[4],其双向调节的结果是,降低自由基生成,确保膜结构的完整。反映在宏

观水平上,便是小麦幼苗形态的完好与生长的正常。确否,待作进一步研究。

参考文献:

[1] LI Yuan, YUE Ming, WANG Xun-ling. Effects of enhanced ultraviolet - B radition on crop structure, growth and yield components of spring wheat under field conditions[J]. *Field Crops Research*, 1988, 57: 253 - 263.

[2] Caldwell MM, Teramura AH, Tevini M, et al. Effects of increased solar ultraviolet radiation on terrestrial plants[J]. *Ambi*, 1995, 24(3): 166 - 173.

[3] 孙大业, 郭艳林, 马力耕. 细胞信号传导[M]. 北京: 科学出版社 (第二版), 1998. 240 - 265.

[4] 袁清昌, 许长成, 邹琦. 钙及钙和钙调素拮抗剂对小麦幼苗 LOX 活性的影响[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(4): 266 - 268.

[5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990. 65.

[6] 刘荣坤, 胡艳, 李永政. 沈阳陨石山森林公园 SO₂ 污染现状与植物反应的研究[J]. 生态学杂志, 1998, 17(2): 26 - 31.

[7] Teramura AH. Effect of ultraviolet - B radition on the growth and yield of crop plants[J]. *Physiol Plant*, 1983, 58: 415 - 427.

[8] 林文雄, 梁元元, 金吉雄. 水稻对 UV - B 辐射增强的抗性遗传及其生理生化特性研究[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 31 - 34.

[9] 李元, 王勋陵. 紫外辐射增加对春小麦生理、产量和品质的影响[J]. 环境科学学报, 1998, 18(5): 504 - 509.

[10] 周青, 黄晓华, 王东燕, 曹玉华, 宁允叶, 金进. 钙对酸雨伤害甜瓜幼苗的影响[J]. 植物生态学报, 1999, 23(2): 186 - 191.

[11] 晏斌, 戴秋杰. 紫外线 B 对水稻叶组织中活性氧代谢及膜系统的影响[J]. 植物生理学报, 1996, 22(4): 373 - 378.