

淹水时间对不同耐涝性大豆品种苗期根部形态和叶部生理指标的影响

宋晓慧^{1,2}, 张智杰³, 李春光⁴, 张代平², 韩英鹏¹, 李冬梅¹, 李文滨¹

(1. 东北农业大学大豆生物学教育部重点实验室, 东北农业大学农业部东北大豆生物学与遗传育种重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农垦科学院 农作物开发研究所, 黑龙江 佳木斯 154007; 3. 鸡东县农业技术推广中心, 黑龙江 鸡东 158200; 4. 黑龙江省农垦科学院 水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:以耐涝品种垦丰 14 和不耐涝品种垦丰 16 为试材, 采用双层套盆法, 研究淹水胁迫时间(1, 3, 5, 7, 10 d)对不同耐涝性大豆品种苗期根部形态和生理指标的影响。结果表明:两个品种均在淹水处理第 3 天出现不定根, 与 CK 相比, 短时间(1~3 d)胁迫, 根瘤数、电导率、丙二醛和脯氨酸含量变化无明显差异; 随着胁迫时间增加, 根瘤生长受到抑制, 耐涝品种根瘤受到抑制程度小于不耐涝品种, 不定根数量、电导率、丙二醛含量均增加, 且相同胁迫时间垦丰 16 增幅大于垦丰 14。脯氨酸含量变化与其他生理指标不同, 垦丰 14 在淹水第 7 天开始大幅度增加, 而垦丰 16 在淹水第 5 天开始大幅度增加, 在胁迫处理 7 d 内, 垦丰 16 增幅大于垦丰 14; 胁迫处理 7 d 以后, 变化趋势相反。

关键词:大豆; 淹水时间; 苗期; 根部形态指标; 叶部形态指标

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2013)06-0070-03

Effect of Waterlogging Time on Root Morphology and Foliar Physiological Indexes of Soybean Varieties

SONG Xiao-hui^{1,2}, ZHANG Zhi-jie³, LI Chun-guang³, ZHANG Dai-ping², HAN Ying-peng¹, LI Dong-mei¹, LI Wen-bin¹

(1. Key Laboratory of Soybean Biology in Chinese Ministry of Education, Key Laboratory of Soybean Biology and Breeding/Genetics of Chinese Agriculture Ministry, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. Crop Research Institute, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi 154007, China; 3. Jidong Agricultural Technology Extension Center, Jidong 158200, China; 4. Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi 154007, China)

Abstract: Under waterlogging stress at seedling stage by using double set of basin, two soybean varieties, Kenfeng14 with stronger waterlogging tolerance and Kenfeng 16 with the weaker, were used to study the effect of waterlogging time(1, 3, 5, 7, 10 days) on root morphology and foliar physiological indexes of soybean. Adventitious roots were occurred after 3 days of waterlogging stress, compared with CK, number of nodules, relative conductivity, MDA of two varieties changed little at the first three days. while with the increasing of stress time. The growth of root nodules was restricted with prolonged stress time and nodule numbers of Kenfeng 14 was less restrained than Kenfeng 16. With the increasing of stress time, adventitious roots number, relative conductivity, and MDA content of the two varieties were all increased, and at the same stress time, increment of Kenfeng 16 was significantly greater than Kenfeng 14. Different from other physiological indexes, significant increase of proline content appeared at seventh day of waterlogging stress for Kenfeng 14 and at the fifth day for Kenfeng 16. In the first 7 days, proline content of Kenfeng 16 was significantly greater than Kenfeng 14, while had the opposite trend from 7 to 10 days.

Key words: Soybean; Waterlogging time; Seedling stage; Root morphology; Foliar physiological indexes

涝害导致植物根系生长发育缓慢和叶片新陈代谢受阻。魏和平等^[1]报道玉米淹水会导致根系生长和干物质积累大幅度下降; 李阳生等^[2]研究表明, 淹涝胁迫主要造成细胞膜受到明显破坏, 内含物质外流, 内部代谢紊乱, 导致水稻光合速率下降; 刘文革等^[3]研究发现, 西瓜幼苗在淹水胁迫 30 d 后, 植株生长无法恢复; 李晓斐^[4]报道烤烟受到长时间涝害就会造成净光合速率下降, 生长受阻, 甚至死亡。

大豆整个生育期均有可能受到涝害影响, 苗期

是对涝害较为敏感的时期, 大豆受涝后的植株叶色黄化, 根系、根瘤发育显著受阻, 冠根比值增大, 根系活力降低^[5]; 苗期淹水、渍水时间越长, 大豆受到的伤害越大^[6-7]。然而, 关于相同淹水处理时间对于不同耐涝性大豆品种影响的研究报道较少。为此, 研究了苗期不同淹水时间胁迫对不同耐涝性大豆品种根部形态和生理指标的影响, 以期筛选出与耐涝性相关的形态和生理指标, 为筛选耐涝性大豆品种资源, 开展耐涝性鉴定提供理论依据。

收稿日期: 2013-10-24

基金项目: 黑龙江省农垦总局重大科技攻关项目(HNK11A-04-04); 黑龙江省农垦总局农业综合开发大豆科技推广项目(NKNF2013-3)。

第一作者简介: 宋晓慧(1978-), 女, 在读博士, 助理研究员, 主要从事大豆育种研究。E-mail: kxyxh09@163.com。

通讯作者: 李文滨(1958-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: wenbinli@yahoo.com。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2012年6月在黑龙江省农垦科学院农作物开发研究所进行。供试材料为耐涝大豆品种垦丰14和不耐涝品种垦丰16^[8]。试验采用双层套盆盆栽法,内盆直径30 cm、高24 cm,外盆直径36 cm,高32 cm。种子播于内盆,每盆留苗10株。于三叶期对大豆幼苗进行淹水处理,充分灌水使土层上方水深为5 cm,处理10 d,以正常栽培条件下盆栽为对照,3次重复,每个品种每个重复10盆。

1.2 测定项目与方法

分别在淹水后第1、3、5、7、10天上午取样,测定根瘤数和不定根数,并选取第4、5复叶测定电导率、脯氨酸和丙二醛含量,3次重复。电导率测定采用DDS-11A电导仪法^[9],相对电导率(%)=(浸泡液电导率值/煮沸后电导率值)×100。游离脯氨酸(Pro)含量测定采用酸性茚三酮法^[9];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[9]。

1.3 数据分析

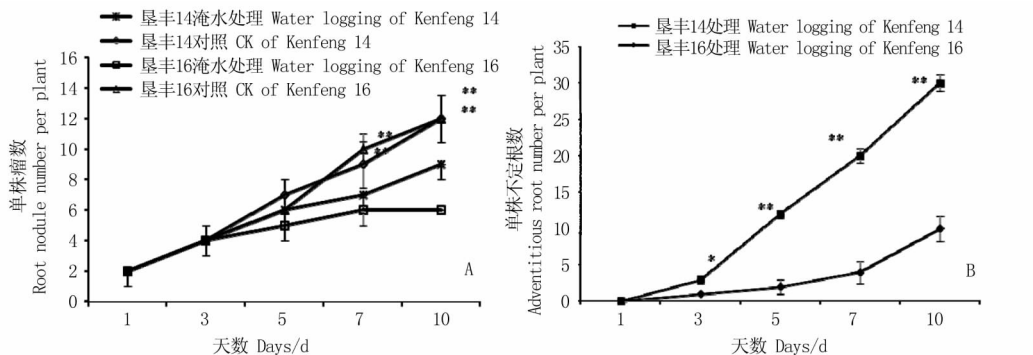
采用Excel 2003进行数据处理,采用DPS 7.05的Duncan's新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 根部形态指标

由图1A可知,淹水胁迫时间对两品种根瘤生长的影响存在差异,淹水第1~3天,根瘤数在处理和CK之间无差异;淹水第5天开始,两个品种的处理均比CK减少;在淹水第7、10天,差异达极显著水平,且垦丰16减少得更多,分别为4个和6个。说明长时间淹水对不耐淹的垦丰16的根瘤抑制程度更强。

由图1B可看出,淹水会导致不定根的增加,CK则没有不定根发生。淹水第1天时,未见不定根发生;第3天开始发生,垦丰14较垦丰16不定根发生数量多,差异达显著水平;第5天之后,垦丰14不定根数量迅速增加,与垦丰16差异达到极显著水平。



*表示同品种间差异达 $P < 0.05$ 显著水平; **表示同品种间差异达 $P < 0.01$ 显著水平,下同。

* represents significantly different at 0.05 level of the same variety; ** represents significantly different at 0.01 level of the same variety. The same below.

图1 淹水对大豆根部形态指标的影响

Fig. 1 Effect of waterlogging on root morphological character of soybean

2.2 叶部生理指标变化

淹水时间对大豆叶部生理指标较大影响。淹水第1~3天,两个品种处理的电导率与CK无显著差异;之后两品种处理的电导率逐渐升高,与CK差异达显著或极显著水平;在淹水第5~10天相同胁迫时间点垦丰16电导率增加幅度均大于垦丰14(图2A)。两个品种处理与对照的丙二醛含量在淹

水第1~5天变化不显著,第7天和第10天,两品种淹水处理的丙二醛含量开始显著增加($P \leq 0.01$),在相同胁迫时间点内,垦丰14处理增加幅度小于垦丰16(图2B)。脯氨酸变化表现为在淹水第1~3天,垦丰16处理与对照均变化不显著,之后极显著升高;垦丰14处理的脯氨酸含量则在淹水胁迫第5天后极显著增加(图2C)。

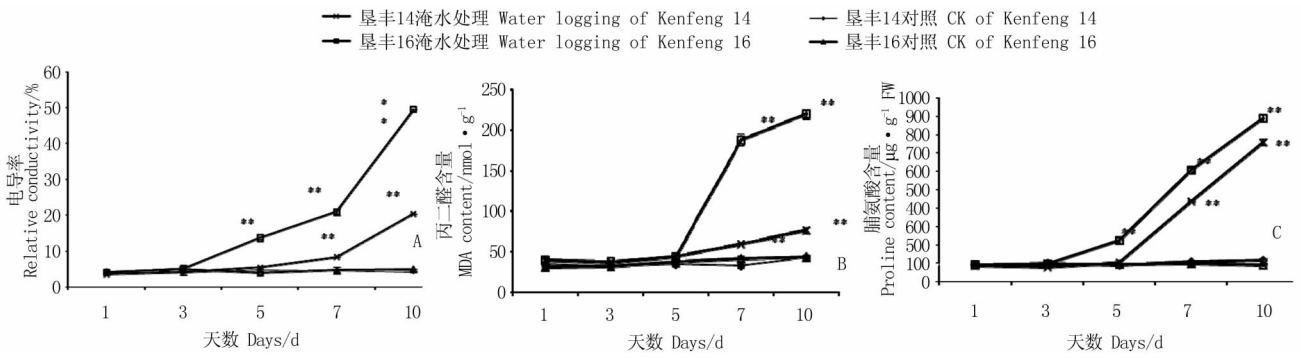


图2 淹水胁迫对大豆叶部生理指标的影响

Fig. 2 Effect of waterlogging on physiological index of soybean leaves

3 讨论

不同耐涝性品种根部对于淹水时间敏感程度不同。本研究中,长时间淹水对大豆根瘤有显著抑制作用,这与东先旺^[5]的报道一致。随着淹水时间延长,耐涝品种垦丰 14 根瘤受抑程度要小于不耐涝品种垦丰 16。淹水会刺激不定根的发生,不定根取代了受涝渍伤害而失去功能的初生根,积极地进行养分和水的吸收,确保了涝渍逆境下物质生产的顺利进行^[10]。在本研究中,随着淹水时间增加,耐涝和不耐涝品种的不定根发生数量均增加,而耐涝品种不定根数量增加幅度更大。

通过叶部生理指标变化情况可以看出,大豆在淹水胁迫条件下,随着淹水时间增加,电导率呈现增加趋势,与不耐涝品种相比,耐涝品种增加幅度小,相同胁迫时间点,数值更小。目前关于电导率与大豆耐涝性相关性报道较少,在大豆抗旱研究方面报道较多,研究表明电导率与抗旱性呈负相关^[11-12],本研究结果与大豆抗旱研究相一致。

丙二醛含量可作为渍水对大豆碳氮代谢影响的一个重要生理指标。周琴等^[7]研究表明,渍水处理的大豆丙二醛含量高于对照,渍水时间越长含量越高。韩亮亮^[6]报道,在淹水处理 0~10 d 内,叶片丙二醛含量随胁迫时间延长呈上升趋势,但不显著。而本研究发现,在淹水第 7 天开始,供试大豆品种的丙二醛含量开始显著增加,造成这一差异可能是由于供试材料不同所致。

植物体中积累脯氨酸量常与受到胁迫程度一致,即受胁迫程度越重,脯氨酸积累量越高^[13]。在本研究中,淹水导致脯氨酸大量积累,但是品种耐涝性不同,开始大量积累的时间也不同,不耐涝品种脯氨酸积累时间要早于耐涝品种,这一变化趋势与抗旱相关研究观点^[14]相一致。不耐涝品种的前期脯氨酸积累速度

快,积累量大,到了后期积累速度变慢,而耐涝品种则与之相反,到了后期积累量变快。

通过上述分析,可以推断不定根发生能力与耐涝性呈正相关,根瘤数与耐涝性呈负相关,电导率和丙二醛含量与耐涝性呈负相关,上述指标能够反映大豆的耐涝性,可以作为大豆耐涝性鉴定的参考指标。而脯氨酸含量在一定淹水时间内与耐涝性呈负相关,但是随着淹水时间增加,脯氨酸与耐涝性的相关性还不明确,能否作为耐涝性鉴定的指标还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 魏和平,利容千. 淹水对玉米不定根形态结构和 ATP 酶活性的影响[J]. 植物生态学报,2000,24(3):293-297. (Wei H P, Li R Q. Effect of flooding on morphology, structure and atpase activity in adventitious root apical cells of maize seedlings [J]. Journal of Plant Ecology, 2000, 24(3):293-297.)
- [2] 李阳生,李绍清. 淹涝胁迫对水稻生育后期的生理特性和产量性状的影响[J]. 武汉植物学研究,2000,18(2):117-122. (Li Y S, Li S Q. Effect of submergence on physiological indexes and yield component at reproductive stage in rice [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2000, 18(2):117-122.)
- [3] 刘文革,阎志红,王川,等. 淹水胁迫对西瓜幼苗生理生化特性的影响[C]. 中国园艺学会第十届会员代表大会暨学术讨论会论文集,2005:482-487. (Liu W G, Yan Z H, Wang C, et al. Effects of waterlogging on physiological and biochemical characteristics of watermelon at seedling stage [C]. The Symposium of Tenth Member Congress of Chinese Horticultural Society & Academic Symposium Proceedings, 2005:482-487.)
- [4] 李晓斐. 涝害对烤烟产量和品质及生理特性的影响研究[D]. 南昌:江西农业大学,2007:31-32. (Li X F. Study on the effect of waterlogging on the yield, quality and physiological characteristics of flue-cure [D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2007:31-32.)
- [5] 东先旺. 大豆苗期耐涝性研究初报[J]. 莱阳农学院学报,1988,5(2):71-74. (Dong X W. Preliminary of research of waterlogging resistance of soybean at seedling stage [J]. Journal of Laiyang Agricultural College, 1988, 5(2):71-74.)