

文章编号:1673-9469(2009)03-0081-04

大豆根系形态及苗期耐旱根系性状的研究

刘莹,蔡祈明

(河北工程大学 农学院,河北 邯郸 056038)

摘要:选取黄淮海地区大田大豆样本40份,在苗期和鼓粒期挖根观察根形态,同时在苗期采用盆栽对其耐旱性进行鉴定并测定了品种间根系形态和生理指标。结果表明,大豆品种根系表观形态在生长的不同时期以及在同一时期不同环境条件下不完全一致。大豆根系的主根长、根总长、根体积、根干重等形态指标和根系活力、根系总吸收面积、根系活跃吸收面积在品种之间、不同水分处理下均存在广泛的遗传变异,且干旱反应两极端类型品种根系各性状对于旱胁迫的反应具有显著差异,表明通过对根系性状的选择可以获得改良大豆地上部性状的根系指标,从而为大豆育种提供新的途径和方法。

关键词:大豆;品种;根系形态;遗传变异;耐旱;根系性状

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

Root morphology and root traits related to drought tolerance at vegetation stage in soybean (*Glycine max* (L) Merr.)

LIU Ying, CAI Qi-ming

(Agricultural College, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: 40 samples of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in field were took out to observe their root morphology at vegetative and pod stage respectively. Meanwhile, the drought tolerance of these varieties were tested at vegetative stage by cultivated in pots and their root morphological and physiological traits were researched. The results show that soybean root morphology varies in the two stages or in the same stage but in different conditions. There were evident and extensive genetic variations in the root morphological parameters among varieties with different water applying, including total root length, root volume, root dry weight, root reductive activity, root total absorbing area and root active absorbing area. There was also significant difference response in root traits among varieties with strong drought tolerance and weak drought tolerance. Therefore the research provides a new way for soybean breeding improvement by selecting root traits.

Key words: soybean; variety; root morphology; genetic variation; drought tolerance; root traits

作物的正常发育过程是地上部的光合作用和地下部根群吸收水分、养分的统一过程。长期以来,作物科学围绕产量的形成,对作物地上部分叶光系统的调节控制已经做了大量的研究,而对于地下部分虽早已为人所注意,但由于诸多因素,对根系的研究远不如地上部深入。前人对大豆根系性状包括形态^[1]、构型^[2]、生理^[3]、解剖^[4]乃至分子水

平^[5]等均有研究,但多只针对一个或少数几个品种,因而所得结论难免有较大的局限性。鉴于此,本试验从黄淮海地区选取了40份材料(表1),对根系苗期和根系形态稳定的鼓粒初期进行了表观的形态划分,以期对根系形态的动态变化有一个初步认识;同时对其进行耐旱性鉴定,在此基础上,测定苗期根系形态和生理指标,旨在对大豆品种的根系

收稿日期:2009-07-02

基金项目:河北省自然科学基金项目(C2008000721),河北工程大学博士基金项目(200605-3) 特约专稿

作者简介:刘莹(1966-),女,天津人,副教授,博士,从事大豆耐逆遗传育种研究。

性状有一个较为全面的认识。

1 材料与方方法

1)根系形态的观察。选取黄淮海地区 40 份材料(表 1),于 2007 年 6 月 14 日播种于邯郸市农科院实验农场,试验地为壤土。采用裂区设计,主区为生育时期(苗期、鼓粒期),副区为品种。完全随机设计,穴播,每份材料播 3 行,行长 1m,行距 0.5m,10 穴/行,播深 3cm,行两侧各设 1 保护行,3 次重复,常规管理。取样时期分别为苗期(V_3)和鼓粒初期(R_5)。取中间一行,取样时在距株行 0.4 m 处开壕沟,取样深度苗期为 0.2m,鼓粒初期为 0.5m,取出后观察根系形态。

2)苗期耐旱性鉴定及不同水分条件下根系性状的测定。2007 年 5 月 28 日盆播,盆钵规格为 $\phi 25 \times h 35$ cm。供试土壤取自邯郸农科院实验农

场,壤土,肥力中等,晒干过筛后,每盆装土 10kg 并施入复混肥 37g。种子催芽后,同一品种挑选胚根长度一致的种子种于盆钵。裂区设计,主区为水分处理—适宜水分与干旱胁迫,副区为品种,每副区为一盆,每盆留 2 株,3 次重复。

对照处理:从播种始,以称重法保持盆中土壤含水量为田间最大持水量的 75%,直至收获(V_5)。

干旱处理:播种时盆中土壤含水量同对照,之后不浇水至田间最大持水量的 50%,以称重法维持至收获(V_5)。

收获时将植株连同土壤一起浸入水中,轻轻洗掉根系上的土壤,以子叶节为界把植株分为地上部分和地下部分,观察根形态,利用 DT-SCAN 图像分析软件分析扫描图像得出总根长,排水法测定根体积,测定根系吸收面积(甲烷兰法)和根系活力(TTC 法)。

耐旱性鉴定方法参见文献[6]。

表 1 大豆苗期(V_3)和鼓粒初期(R_5)的根系形态及苗期耐旱性

Tab. 1 The root morphology of soybean in the stage of V_3 and R_5 and drought tolerance in the stage of V_4

材料名称	产地	耐旱 级别	根形态(V_3)		根形态 (R_5)	材料名称	产地	耐旱 级别	根形态(V_5)		根形态 (R_5)
			水分胁迫	适度水分					水分胁迫	适度水分	
晋豆 14	山西	1	直根型	须根型	须根型	惠民铁竹杆	山东	3	直根型	须根型	直根型
苍山小黑豆	山东	1	直根型	中间型	中间型	宁强老鼠皮	陕西	3	中间型	直根型	中间型
扁黑豆	山西	1	直根型	中间型	须根型	齐黄 27	山东	3	中间型	直根型	直根型
耐阴黑豆	河北	1	中间型	须根型	直根型	齐黄 28	山东	3	直根型	直根型	直根型
晋豆 19	山西	2	直根型	中间型	直根型	襄县双庙 大粒黄	河南	3	中间型	须根型	直根型
园黑豆	山西	2	直根型	中间型	直根型	冀豆 12	河北	4	须根型	须根型	直根型
易县黑豆	河北	2	中间型	须根型	中间型	邯豆 5 号	河北	4	须根型	直根型	须根型
晋豆 16	山西	2	中间型	须根型	直根型	科丰 6 号	北京	4	中间型	直根型	须根型
略阳药黑豆	陕西	2	直根型	须根型	直根型	齐黄 10 号	山东	4	须根型	须根型	直根型
齐黄 1 号	山东	2	中间型	中间型	中间型	3-29	河北	4	中间型	中间型	直根型
长垣范屯 小天鹅蛋	河南	2	直根型	须根型	中间型	5-5	河北	4	须根型	直根型	须根型
西峡小粒黄	河南	2	直根型	中间型	直根型	6-13	河北	4	直根型	直根型	直根型
晋大 53	山西	3	中间型	中间型	须根型	汶上滚龙珠	山东	4	直根型	直根型	中间型
大乌豆	河北	3	中间型	须根型	须根型	汝南平顶豆	河南	4	中间型	须根型	须根型
石豆 411	河北	3	直根型	直根型	须根型	夏县太平 紫花豆	河南	4	须根型	中间型	中间型
邯豆 4 号	河北	3	中间型	直根型	须根型	冀豆 7 号	河北	5	须根型	直根型	须根型
沧豆 4 号	河北	3	中间型	直根型	须根型	鲁豆 4 号	山东	5	须根型	中间型	直根型
汉中八月黄	陕西	3	中间型	直根型	直根型 tap type	豫豆 2 号	河南	5	中间型	中间型	须根型
镇巴小白黄豆	陕西	3	直根型	直根型	中间型	豫豆 8 号	河南	5	须根型	直根型	须根型

2 结果与分析

1)大豆根系形态在品种间的表型划分。大田挖取各生态类型的40个大豆品种中,根系形态存在显著的差异,大致归为3类:(1)直根型—主根明显下扎,分支根较短;(2)须根型—主根不明显,分支根较长;(3)中间型—介于两者之间。

大豆苗期的根系形态同鼓粒初期相似,也可分为上述的三大类,但苗期和鼓粒初期的根系形态并非完全一致(表1),说明大豆根系在其生长发育过程中,根系不同部位发根的集中程度以及伸长速度有所不同,在对根系形态进行描述时应以动态性的描述更为全面。

不同水分处理也导致了根系形态的变化,特别是在耐旱两极端类型之间其根系形态的变化较为规律,即耐旱型表现由须根型向直根型、干旱敏感型向须根型转化的趋势。

2)不同水分下苗期根系性状的分布变异。不同水分处理之下大豆品种苗期的根系形态特征结果见表2。从表中可见,各指标均存在极显著差异。一级侧根数、主根长、总根长、根体积、根干重等形态指标以及根系活力、根系总吸收面积和活跃吸收面积等生理指标的遗传变异系数在不同水分处理下均存在广泛的遗传变异,因此在不同水分供应条件下都能够有效地选择所需根系指标。

3)大豆苗期不同耐旱根系性状表现。表3为干旱反应表现极端两类型品种之间根系性状的比较。表中可见,与非水分胁迫处理相比,干旱敏感型品种的根系形态和生理指标较耐旱型品种均显著减少。两种类型品种根系指标在干旱胁迫下均表现出生长缓慢和代谢活性下降的趋势,但主根长耐旱品种则表现为增加,这也是导致不同耐旱类型根系形态在不同水分处理下发生转变的直接原因。

表2 不同水分处理下大豆苗期根系形态指标特征

Tab.2 The characteristic of root morphologic parameters at V4 stage in different water content

根性状	水分适宜				水分胁迫			
	平均值	变幅	GCV	F	平均值	变幅	GCV	F
主根长(cm)	25.2+4.22	14.2~29.6	37.82%	71.03**	24.7+7.72	13.2~39.2	41.32%	60.66**
根总长(cm)	415.7+124.36	324.8~716.6	41.37%	58.21**	461.8+99.41	281.2~622.8	37.29%	41.03**
根体积(cm ³)	5.15+1.35	4.27~6.12	43.22%	41.72**	3.64+1.02	2.64~4.88	38.37%	65.34**
根干重(g)	0.53+0.11	0.43~0.66	41.42%	43.55**	0.43+0.13	0.34~0.52	36.31%	60.14**
根系活力	102.88+18.58	98.08~109.11	36.26%	38.37**	82.47+21.33	72.82~92.74	42.71%	26.18**
根系总吸收面积(cm ²)	28.17+6.61	24.28~31.54	36.59%	51.18**	24.18+7.32	20.42~27.87	38.37%	65.34**
根系活跃吸收面积(cm ²)	19.02+8.24	16.93~22.42	28.73%	30.15**	19.02+8.24	15.85~21.47	32.39%	41.74**

注:**为在0.01水平上显著

表3 不同耐旱性品种苗期干旱胁迫下根系性状与非胁迫条件下的比率(%)

Tab.3 Ratio(%) of root traits under drought stress vs. non-stress at vegetative stage with difference drought tolerance

材料名称	耐旱级别	主根长	根干重	根总长	根体积	根系活力	根系总吸收面积	根系活跃吸收面积
扁黑豆	1	113.8ab	91.2a	89.5a	88.1a	86.3b	92.6a	88.5ab
耐阴黑豆	1	117.5a	90.6a	90.8a	87.7a	89.5a	90.4a	90.1a
晋豆14	1	110.3b	89.5a	85.4b	89.2a	91.6a	87.3b	89.4ab
苍山小黑豆 i	1	112.7b	88.3a	87.2ab	87.6a	87.5ab	90.4a	87.3b
冀豆7号	5	84.1c	76.1b	70.5c	68.8bc	68.3c	69.8c	71.3c
鲁豆4号	5	82.8c	74.6bc	68.3c	70.4b	71.4c	69.6c	69.9c
豫豆2号	5	84.5c	73.2bc	70.2c	69.7b	61.3d	70.3c	63.7d
豫豆8号	5	83.3c	73.5c	68.0c	66.6c	60.5d	68.2c	61.4d

注:表中不同字母(a, b, c, d)代表差异显著(P<0.01)

3 讨论

1)关于大豆根系形态的划分。前人研究认为豆科作物根的类型可分为苜蓿型、野豌豆型和中间类型3种,大豆属中间型^[7]。田佩占认为,主根(胚根向下延伸的部分)与根节附近的侧根(主根以外的部分称侧根)都在根系的发育初期分生,加之大豆的主根并不比侧根发达,因而可统称为初生根,而下胚轴、甚至茎分生出来的根系,称后生根。品种间初生根数及后生根数的差异均较明显,且后生根的差异为初生根的四倍,其干重也有相似变化,根据这些差异可把大豆品种分为初生根型、后生根型和中间型3种^[8]。王法宏根据一级支根的出生部位,把下胚轴上发生的一级支根叫做“上部侧根”,而胚根上发生的一级支根叫“下部侧根”,并据此把大豆的根系划分为“浅根型”、“中间型”和“深根型”三种生态类型,其生态适应性与田佩占划分的三种类型相似^[4]。

本试验大田挖取40个大豆品种,不论是生长初期(V₂),还是根系形态稳定的鼓粒期,根系形态均表现出侧根发达的“须根型”、主根明显而侧根相对较少的“直根型”和介于二者之间的“中间型”。作者认为,如果以固定的某个时期进行分类,上述类型可以分别对应于“浅根型”、“深根型”和“中间型”,但根系的发生过程是动态的,在不同的时期其侧根快速发生的部位不同。本试验中根系形态在大豆前后期生长中并非完全一致,因此对根系形态“深”、“浅”的描述并不能贯穿于整个生长过程中。这种变异可能与其所处的环境条件有关,也可能属于生长调控中的特性表现,从不同水分处理结果也能初步看出这种关系。因此,我们认为,以本文中所定义的三种类型来描述大豆根系形态有一定的代表性且更为直观。

2)大豆根系性状的遗传变异及其与耐旱性的关系。根系与地上部产量性状、生理性状关系密切^[3,7],抗旱性是大豆高产稳产的重要生态性状,有关根系性状与抗旱性的关系,前人已作了一些研究,但在材料的选择上均存在样本量较小、生态类型较单一的局限性^[3,9-12]。本文研究结果表明,大

豆品种之间根系形态和生理各指标在不同水分处理下均存在广泛的遗传变异,且干旱反应两极端类型品种根系各性状对干旱胁迫的反应具有显著差异,表明通过对根系性状的选择可以获得改良大豆地上部性状的根系指标,从而为大豆育种提供新的途径和方法。

参考文献:

- [1] 杨秀红,吴宗璞,张国栋. 不同年代大豆品种根系性状演化的研究[J]. 中国农业科学,2001,34(3):292-295.
- [2] LIAO H, YAN X L. Genotypic variation in root morphological characteristics of common bean in relation to phosphorus efficiency[J]. Acta Botanica Sinica, 2000, 42(2):158-163.
- [3] FL LIU, MN ANDERSEN, JENSEN CR. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development[J]. Field Crops Research, 2004, 85:159-166.
- [4] 王法宏,郑丕尧,王树安,等. 大豆不同耐旱性品种根系性状的比较研究(1)形态特征及解剖组织结构[J]. 中国油料,1981(1):32-37.
- [5] GARCIA A, GONZALEZ M C. Morphological marker for the early selection of drought-tolerant rice varieties[J]. Cultivate Tropical, 1997,18(2):47-50.
- [6] 刘莹,盖钧镒,吕慧能. 大豆耐旱种质鉴定和相关根系性状的遗传与QTL定位[J]. 遗传学报,2005,32(8):855-863.
- [7] TANAKA NS. Studies on the three types of root system formation in leguminous crops plant[J]. Agriculture. Bull. Sage University., 1964,20:31-43.
- [8] 田佩占. 大豆品种根系的生态类型研究[J]. 作物学报,1984,10(3):173-177.
- [9] HUDAK CM, PATTERSON RP. Vegetative growth analysis of a drought-resistant soybean plant introduction[J]. Crop Science. 1995,35:464-471.
- [10] HUDAK C M, PATTERSON RP. Root distribution and soil moisture depletion pattern of a drought-resistant soybean plant introduction[J]. Agronomy. Journal. 1996,88:478-48.
- [11] SLOANE R J, PATTERSON R P, CARTER T E. Field drought tolerance of soybean plant introduction [J]. Crop Science. 1990, 30:118-123.
- [12] 刘学义,任冬莲,李晋明,等. 大豆成苗期根毛与耐旱性的关系研究[J]. 山西农业科学,1996,24(1):27-30.

(责任编辑 刘存英)

大豆根系形态及苗期耐旱根系性状的研究

作者: [刘莹](#), [蔡祈明](#), [LIE Ying](#), [CAI Qi-ming](#)
作者单位: [河北工程大学农学院, 河北, 邯郸, 056038](#)
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2009, 26 (3)
被引用次数: 5次

参考文献(12条)

1. [杨秀红](#); [吴宗璞](#); [张国栋](#) [不同年代大豆品种根系性状演化的研究](#) [期刊论文]-[中国农业科学](#) 2001 (03)
2. [LIAO H](#); [YAN X L](#) [Genotypic variation in root morphological characteristics of common bean in relation to phosphorus efficiency](#) 2000 (02)
3. [FL LIU](#); [MN ANDERSEN](#); [JENSEN CR](#) [Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the eriticsl, abortion-sensitive phase of pod development](#) [外文期刊] 2004 (2/3)
4. [王法宏](#); [郑丕尧](#); [王树安](#) [大豆不同耐旱性品种根系性状的比较研究\(I\)形态特征及解剖组织结构](#) 1981 (01)
5. [GARCIA A](#); [GONZALEZ M C](#) [Morphological marker for the early selection of drought-tolerant rice varieties](#) 1997 (02)
6. [刘莹](#); [盖钧镒](#); [吕慧能](#) [大豆耐旱种质鉴定和相关根系性状的遗传与QTL定位](#) [期刊论文]-[遗传学报](#) 2005 (08)
7. [TANAKA NS](#) [Studies on the three types of root system formation in leguminous crops plant](#) 1964
8. [田佩占](#) [大豆品种根系的生态类型研究](#) 1984 (03)
9. [HUDAK CM](#); [PATTERSON RP](#) [Vegetative growth analysis of a drought-resistant soybean plant introduction](#) [外文期刊] 1995 (2)
10. [HUDAK C M](#); [PAITERSON RP](#) [Root distribution and soil moisture depletion pattem of a drought-resistant soybean plant introduction](#) [外文期刊] 1996 (3)
11. [SLDANE R J](#); [PATTERSON R P](#); [CARTER T E](#) [Field drought tolerance of soybean plant introduction](#) 1990
12. [刘学义](#); [任冬莲](#); [李晋明](#) [大豆成苗期根毛与耐旱性的关系研究](#) 1996 (01)

本文读者也读过(10条)

1. [刘莹](#), [盖钧镒](#), [吕慧能](#) [大豆苗期根系与抗旱性基因型差异的研究](#) [期刊论文]-[作物杂志](#) 2003 (4)
2. [杨秀红](#), [吴宗璞](#), [张国栋](#) [大豆根系的研究](#) [期刊论文]-[东北农业大学学报](#) 2002, 33 (2)
3. [王晓光](#), [曹敏建](#), [王伟](#), [刘晶](#), [裴鹤君](#), [邢洋](#), [闫洪奎](#), [Wang Xiaoguang](#), [Cao Minjian](#), [Wang Wei](#), [Liu Jing](#), [Pei Hejun](#), [Xing Yang](#), [Yan Hongkui](#) [钾对大豆根系形态与生理特性的影响](#) [期刊论文]-[大豆科学](#) 2005, 24 (2)
4. [杨守萍](#), [陈加敏](#), [何小红](#), [喻德跃](#), [盖钧镒](#), [Yang Shouping](#), [Chen Jiamin](#), [He Xiaohong](#), [Yu Deyue](#), [Gai Junyi](#) [大豆苗期耐旱性与部分根系性状的遗传](#) [期刊论文]-[大豆科学](#) 2005, 24 (4)
5. [刘莹](#), [盖钧镒](#), [吕慧能](#), [LIU Ying](#), [GAI Jun-yi](#), [L\(U\) Hui-neng](#) [大豆品种苗期根系性状的遗传变异及其与耐逆境胁迫的关系](#) [期刊论文]-[大豆科学](#) 2007, 26 (2)
6. [申忠宝](#), [齐志勇](#), [金剑](#), [SHEN Zhong-bao](#), [QI Zhi-yong](#), [JIN Jian](#) [大豆不同生殖生长期干旱胁迫条件下施磷对根系形态性状的影响](#) [期刊论文]-[大豆科学](#) 2007, 26 (4)
7. [周蓉](#), [陈海峰](#), [王贤智](#), [伍宝朵](#), [陈水莲](#), [张晓娟](#), [吴学军](#), [杨中路](#), [邱德珍](#), [江木兰](#), [周新安](#), [ZHOU Rong](#), [CHEN Hai-Feng](#), [WANG Xian-Zhi](#), [WU Bao-Duo](#), [CHEN Shui-Lian](#), [ZHANG Xiao-Juan](#), [WU Xue-Jun](#), [YANG Zhong-Lu](#), [QIU De-Zhen](#), [JIANG Mu-Lan](#), [ZHOU Xin-An](#) [大豆幼苗根系性状的QTL分析](#) [期刊论文]-[作物学报](#) 2011, 37 (7)
8. [刘莹](#), [盖钧镒](#), [吕慧能](#), [LIU Ying](#), [GAI Jun-yi](#), [LU Hui-neng](#) [黄淮海地区大豆耐旱根系性状的遗传分析](#) [期刊论文]

] - 华北农学报 2007, 22(5)

9. 刘莹, 王锁贵, LIU Ying, WANG Suo-gui 大豆耐旱种质鉴定及其与根系的相关研究[期刊论文]-河南农业科学 2006(9)

10. 路贵和, LU Gui-he 黄淮海地区不同抗旱类型大豆种质资源根系特征及抗旱性研究[期刊论文]-山西农业科学 2000, 28(2)

引证文献(5条)

1. 崔维佳, 常志云, 李宁, 张晓庆 大豆生理生态干旱胁迫影响研究进展[期刊论文]-安徽农业科学 2012(25)

2. 王敏, 杨万明, 杜维俊, 苗期大豆根系及地上部性状与耐旱性的关系[期刊论文]-大豆科学 2012(3)

3. 刘莹, 张孟臣 夏大豆产量相关根系性状及QTL定位[期刊论文]-河北工程大学学报(自然科学版) 2010(1)

4. 丁红, 张智猛, 戴良香, 宋文武, 康涛, 慈敦伟 不同抗旱性花生品种根系形态发育及其对干旱胁迫的响应[期刊论文]-生态学报 2013(17)

5. 丁红, 张智猛, 戴良香, 宋文武, 康涛, 慈敦伟 不同抗旱性花生品种根系形态发育及其对干旱胁迫的响应[期刊论文]-生态学报 2013(17)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200903020.aspx