

开花期干旱对黑龙江省主栽大豆品种根部性状的影响

郑 伟,郭 泰,王志新,李灿东,张振宇,郭美玲,刘忠堂,李志民

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院,黑龙江 佳木斯 154007)

摘 要:为明确黑龙江省近期主栽大豆品种根系抗旱能力的差异,选用黑龙江省近 20 年育成的 5 个主栽大豆品种为试材,利用盆栽试验,于开花期进行不同程度的干旱处理,对根系形态、生理指标和单株粒重进行测定。结果表明:随着干旱胁迫增强,参试品种根体积、根表面积、根干重和根系活力等性状均呈先升高后降低的趋势,单株粒重呈逐渐降低的趋势。合丰 25 和垦丰 16 根体积、根表面积、根干重和根系活力在轻度干旱条件下增加较多,重度干旱条件下降低较少,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 轻度干旱条件下增加最少,重度干旱条件下降低最多;在受到干旱胁迫后,合丰 25 和垦丰 16 单株粒重下降较少,合丰 39 和合丰 35 次之,绥农 14 下降最多。从根系形态和生理指标以及单株粒重的变化规律可以看出,合丰 25 和垦丰 16 抗旱能力强,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 抗旱能力最弱。

关键词:黑龙江省;大豆;主栽品种;抗旱能力

中图分类号:S565. 1 文献标识码:A DOI:10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2015. 06. 0987

Effect of Flowering Period Drought on the Root Traits of Soybean Cultivars Main Cultivated in Heilongjiang Province

ZHENG Wei, GUO Tai, WANG Zhi-xin, LI Can-dong, ZHANG Zhen-yu, GUO Mei-ling, LIU Zhong-tang, LI Zhi- min

(Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

Abstract: In order to clarify the differences of root drought resistance of latterly main cultivated soybean cultivars in Heilongjiang province, 5 main cultivated soybean cultivars which nearly 20 years bred in Heilongjiang province were used as the pot test materials, using drought stress in different levels in flowering period, the root morphological, physiological indices and seed weight per plant(GWPP) were tested. The results showed that the root volume, root surface area, root dry weight and root activity increased and then decreased with the drought stress increased, while GWPP gradually down. root volume, root surface area, root dry weight and root activity of Hefeng 25 and Kenfeng 16 were more than others varieties under mild drought stress, and then drop less under high drought stress, secondarily Hefeng 35 and Hefeng 39; Those indicators of Suinong 14 were the fewest under mild drought stress and highest decreased under high drought. The GWPP of Hefeng 25 and Kenfeng 16 decreased slightly, Hefeng 35 and Hefeng 39 took the second place, Suinong 14 suffered the biggest drops under drought stress. The changes of root morphological, physiological index and GWPP showed that Hefeng 25 and Kenfeng 16 had better drought resistance ability, Hefeng 35 and Hefeng 39 took the second place, and Suinong 14 was the weakest.

Keywords: Heilongjiang province; Soybean; Main cultivars; Drought resistance ability

大豆水分利用效率低^[1],且根系不发达,因此需水量较大,容易受到干旱的影响^[2,3],尤其是生殖生长期干旱胁迫反应最为敏感。而根系是作物水分吸收的主要器官,当大豆受到水分胁迫后,根系首先做出反应,并且发出信号,使整个植株在形态和生理功能上做出响应,因而根系的形态和生理功

能与大豆抗旱能力关系密切^[4-6],表现在干旱胁迫对不同基因型大豆根系形态的影响存在差异^[7-8];同时干旱胁迫对大豆根系生理功能亦存在影响,主要表现在随着干旱胁迫的增强大豆品种根系活力均呈降低趋势,其降低程度因基因型和生育时期的不同往往存在较大差异^[9]。因此,根系形态和生理

功能可以作为大豆抗旱能力强弱的指标之一^[10-13]。黑龙江省是我国大豆主产区,近年来生态条件的不断恶化,对品种的遗传改良提出了新的要求,在产量提高的同时,要求品种的抗旱能力不断增强。本研究对黑龙江省大豆主栽品种根系对于旱胁迫的响应规律进行研究,旨在揭示大豆品种根系抗旱能力差异性及其形态和生理基础,对广适应性大豆品种的选育和高产栽培,以及提高黑龙江省大豆生产力水平具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

选择黑龙江省 1985 ~ 2005 年育成的代表性的主栽品种为试验材料,包括合丰 25(黑龙江省农业科学院合江所育成,1986 年国家审定)、合丰 35(黑龙江省农业科学院合江所育成,1994 年黑龙江省审定)、绥农 14(黑龙江省农业科学院绥化所育成,1996 年黑龙江省审定)、合丰 39(黑龙江省农业科学院合江所育成,2000 年黑龙江省审定)、垦丰 16(黑龙江省农垦科学院作物所育成,2006 年黑龙江省审定)。供试品种均为亚有限结荚习性、披针叶,且蛋白含量均在 41.0 % 以下,脂肪含量在 21.0 % 以下的高产型品种。

1.2 试验设计

试验于 2012 ~ 2013 年在黑龙江农业科学院佳木斯分院盆栽场进行。供试土壤为黑钙土,有机质含量 $1\,235\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全氮 $28.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 $2.2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 $11.8\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $40.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷 $21.7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全钾 $168.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH6.95。采用盆栽试验,盆直径 30 cm,高 35 cm,每盆装风干土 15 kg。试验采用裂区设计,设 3 个水分处理水平:重度干旱处理(田间最大持水量的 35% ~ 40%)、轻度干旱处理(田间最大持水量的 55% ~ 60%),对照处理为正常水管理(田间最大持水量的 75% ~ 80%),采用称重法控制土壤水分。试验于 5 月 15 日播种,每个品种播种 18 盆,每盆定苗 4 株,试验于开花期进行水分处理,将每个品种 3 种水分处理水平各处理 6 盆,胁迫处理 7 d 后,3 盆用于取样分析,将土坨倒出,然后用清水冲洗根部沙土,将洗净后,沿子叶节处剪断去完整根系,将其中一部分根系迅速放入液氮冷冻,用于根系生理指标测定,另一部分根系直接带回实验室进行分析形

态测定,3 盆恢复正常水管理,成熟时测产。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 根表面积和根体积 利用根系扫描分析系统(WinRHIZO)进行根体积和根表面积的测定。

1.3.2 根千重 利用烘干法,将根系清洗干净,105℃条件下烘干至恒重。

1.3.3 根系活力 根系活力测定采用 TTC 法,参照张宪政^[14]的方法。将液氮中保存的根系,带回实验室放在 -80℃超低温冰箱中保存,然后在沈阳农业大学的作物生理生态与遗传育种重点实验室内进行测定。

1.3.4 单株粒重 试验材料成熟后脱粒风干 7 d,按照每个处理 3 次重复测量单株粒重。

1.4 数据分析

数据分析采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 干旱对根体积的影响

从表 1 可以看出,随着干旱胁迫的加强,参试品种根体积均表现为先上升后下降的趋势,但不同品种之间存在差异。在轻度干旱和重度干旱条件下,合丰 25 根体积分别增加 6.17% 和降低 5.59%,与对照差异分别为显著和极显著,轻重度干旱之间差异达到极显著水平;合丰 35 分别增加 2.81% 和降低 9.09%,差异为不显著和极显著,重度干旱与轻度干旱之间差异均达到极显著水平;绥农 14 分别增加 0.78% 和降低 16.59%,差异分别为不显著和极显著,重度干旱与轻度干旱之间差异均达到极显著水平;合丰 39 分别增加 2.75% 和降低 11.78%,差异分别为不显著和极显著,轻度干旱与重度干旱之间差异均达到极显著水平;垦丰 16 分别增加 5.81% 和降低 5.37%,与对照差异分别为显著和极显著,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平。以上变化表明,合丰 25 和垦丰 16 在受到轻度干旱胁迫后,根系体积增加较多;重度干旱胁迫后,根系体积降低较少,说明合丰 25 和垦丰 16 根系对于旱胁迫调节能更强,具有相对较强的抗旱能力,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 相对抗旱能力最弱。

2.2 干旱对根系表面积的影响

从表 2 可以看出,随着干旱胁迫的加强参试品

种根表面积均呈先上升后下降的趋势,但不同品种之间存在差异。合丰 25 在轻度干旱条件下根表面积上升 7.88%,重度干旱条件下下降 9.50%,差异分别为显著和极显著;合丰 35 轻度干旱条件下根表面积上升 4.66%,重度干旱条件下根表面积下降 10.80%,差异分别为不显著和极显著;绥农 14 轻度干旱条件下根表面积上升 2.40%,重度干旱条件下根表面积下降 13.38%,差异分别为不显著和极显著;合丰 39 轻度干旱条件下上升 5.15%,重度干旱

条件下下降 9.24%,差异均为显著;垦丰 16 轻度干旱条件下上升 7.73%,重度干旱条件下下降 7.44%,差异均达到显著水平。以上变化表明,合丰 25 和垦丰 16 在受到轻度干旱胁迫后,根表面积增加较多;重度干旱胁迫后,根表面积降低较少,说明合丰 25 和垦丰 16 根系对干旱胁迫调节能更强,具有相对较强的抗旱能力,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 相对抗旱能力最弱。

表 1 不同水分处理对大豆根体积的影响
Table 1 Effect of different water treatment on soybean root volume (cm³)

品种 Cultivar	对照 Check	轻度干旱 Mild drought	重度干旱 Severe drought
合丰 25 Hefeng 25	16.33 ±0.91 bA	17.40 ±0.47 aA	15.42 ±0.64 cB
合丰 35 Hefeng 35	15.83 ±0.43 aA	16.28 ±0.31 aA	14.39 ±0.37 bB
绥农 14 Suinong 14	14.74 ±0.26 aA	14.85 ±0.84 aA	12.29 ±0.33 bB
合丰 39 Hefeng 39	15.97 ±0.45 aA	16.41 ±0.40 aA	14.09 ±1.41 bB
垦丰 16 Kenfeng 16	17.60 ±0.88 bA	18.63 ±0.45 aA	16.66 ±0.28 cB

数据表示参试品种均值。不同大小写字母表示同一品种在不同处理条件下 0.01 和 0.05 水平上的差异显著性,下同。
The values in the table represent the average. The different varieties letters represent significant for levels of 0.01 and 0.05 under different processing conditions, the same below.

表 2 不同水分处理对大豆根表面积的影响
Table 2 Effect of different water treatment on soybean root surface (cm²)

品种 Cultivar	对照 Check	轻度干旱 Mild drought	重度干旱 Severe drought
合丰 25 Hefeng 25	1221.01 ±48.97 bA	1317.24 ±92.50 aA	1105.01 ±22.06 cB
合丰 35 Hefeng 35	1199.46 ±29.39 aA	1255.41 ±67.36 aA	1069.90 ±57.43 bB
绥农 14 Suinong 14	1186.21 ±54.90 aA	1214.63 ±72.24 aA	1027.50 ±58.75 bB
合丰 39 Hefeng 39	1143.12 ±61.47 aAB	1201.00 ±31.34 aA	1004.17 ±19.62 bB
垦丰 16 Kenfeng 16	1251.59 ±34.17 bAB	1348.28 ±26.53 aA	1158.52 ±32.39 cB

2.3 干旱对根干重的影响

从表 3 可以看出,随着干旱胁迫的加强不同参试品种根系干重均表现为先上升后下降的趋势,但不同品种之间存在差异。在轻度干旱和重度干旱条件下,合丰 25 根系干重分别增加 7.73% 和 -10.88%,各处理间差异达到极显著水平;合丰 35 分别增加 1.23% 和 -24.80%,轻度干旱和对照差异不显著,重度干旱与对照和轻度干旱之间差异均达到极显著水平;绥农 14 分别增加 0.77% 和 -21.39%,轻度干旱与对照差异不显著,重度干旱与对照和轻度干旱之间差异均达到极显著水平;合丰

39 分别增加 1.23% 和 -20.3%,轻度干旱与对照差异不显著,重度干旱与对照和轻度干旱之间差异均达到极显著水平;垦丰 16 分别增加 4.83% 和 -11.4%,轻度干旱与对照差异达到显著水平,重度干旱与对照差异达到极显著水平,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平。以上变化表明,合丰 25 和垦丰 16 在受到轻度干旱胁迫后,根干重增加较多;重度干旱胁迫后,根干重降低较少,说明合丰 25 和垦丰 16 根系对干旱胁迫调节能强,具有相对较强的抗旱能力,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 相对抗旱能力最弱。

表 3 不同水分处理大豆根干重的影响

Table 3 Effect of different water treatment on soybean root dry weight (g)

品种 Cultivar	对照 Check	轻度干旱 Mild drought	重度干旱 Severe drought
合丰 25 Hefeng 25	4.87 ± 0.58 bB	5.05 ± 0.32 aA	4.34 ± 0.26 cC
合丰 35 Hefeng 35	5.42 ± 0.18 aA	5.49 ± 0.09 aA	4.08 ± 0.16 bB
绥农 14 Suinong 14	5.19 ± 0.25 aA	5.23 ± 0.11 aA	4.08 ± 0.20 bB
合丰 39 Hefeng 39	5.15 ± 0.23 aA	5.21 ± 0.22 aA	4.10 ± 0.35 bB
垦丰 16 Kenfeng 16	5.38 ± 0.18 bA	5.64 ± 0.19 aA	4.77 ± 0.24 cB

2.4 干旱对根系活力的影响

从表 4 可以看出,轻度干旱条件下参试品种根系活力呈增加趋势,重度干旱条件下则呈降低趋势,但不同品种之间存在差异。合丰 25 在轻度干旱条件下根系活力增加 18.76%,重度干旱条件下根系活力降低 15.25%,与对照差异分别为显著和极显著,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平;合丰 35 轻度干旱条件下根系活力增加 7.28%,重度干旱条件下根系活力降低 27.05%,与对照差异分别为不显著和极显著,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平;绥农 14 在轻度干旱条件下根系活力增加 3.81%,重度干旱条件下根系活力降低 36.18%,与对照差异分别为不显著和极显著,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平;合丰

39 在轻度干旱条件下根系活力增加 8.62%,重度干旱条件下根系活力降低 26.76%,与对照差异分别为不显著和极显著,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平;垦丰 16 轻度干旱条件下根系活力增加 17.23%,重度干旱条件下根系活力降低 15.42%,轻度干旱与对照差异达到显著水平,重度干旱与对照差异不显著,轻度干旱和重度干旱之间差异达到极显著水平。以上变化表明,合丰 25 和垦丰 16 在受到轻度干旱胁迫后,根系活力增加较多;重度干旱胁迫后,根系活力降低较少,说明合丰 25 和垦丰 16 根系对于干旱胁迫调节能强,具有相对较强的抗旱能力,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 相对抗旱能力最弱。

表 4 不同水分处理对大豆根系活力的影响

Table 4 Effect of different water treatment on soybean root vigor (μg·g⁻¹ FW·h⁻¹)

品种 Cultivar	对照 Check	轻度干旱 Mild drought	重度干旱 Severe drought
合丰 25 Hefeng 25	51.39 ± 2.72 bAB	60.73 ± 1.46 aA	43.34 ± 4.34 bB
合丰 35 Hefeng 35	47.57 ± 2.19 aA	51.03 ± 2.03 aA	34.70 ± 3.29 bB
绥农 14 Suinong 14	60.87 ± 4.97 aA	63.19 ± 2.93 aA	38.85 ± 4.43 bB
合丰 39 Hefeng 39	75.95 ± 6.31 aA	82.49 ± 4.24 aA	55.62 ± 5.32 bB
垦丰 16 Kenfeng 16	69.67 ± 5.93 bB	81.68 ± 6.65 aA	58.93 ± 6.41 cB

2.5 干旱对单株粒重的影响

从表 5 可以看出,随着干旱胁迫的加强,参试品种的单株粒重均呈现下降趋势,但不同品种之间存在差异。合丰 25 在轻度干旱和重度干旱条件下,单株粒重分别下降了 10.18% 和 19.34%,与对照差异分别为不显著和显著;合丰 35 分别下降了 33.40% 和 44.57%,与对照差异均达到极显著水平;绥农 14 分别下降了 37.81% 和 48.75%,与对照差异均达到极显著水平;合丰 39 分别下降了 29.45% 和

40.47%,与对照差异均达到极显著水平;垦丰 16 分别下降了 11.85% 和 25.10%,轻度干旱与对照差异不显著,重度干旱与对照差异达到了极显著水平,轻度干旱和重度干旱之间差异达到了显著水平。以上变化表明,合丰 25 和垦丰 16 在受到干旱胁迫后单株粒重降低较少,说明合丰 25 和垦丰 16 根系对于旱胁迫调节能强,具有相对较强的抗旱能力,合丰 35 和合丰 39 次之,绥农 14 相对抗旱能力最弱。