

大豆和豇豆抗旱性的比较*

杨根平 高爱丽 荆家海

(西北农业大学植物生理研究室)

摘 要

本文用盆栽的大豆和豇豆经自然干旱比较研究了二者抗旱性的方式。试验证明大豆属低水势耐旱型,豇豆属于高水势耐旱型。豇豆以其敏感的叶片蒸腾调节机制保持体内的高水势状态,在干旱下 RWC 和 ϕ_w 变化很小。大豆则以渗透调节为主,使植株在中度水分胁迫下保持一定的生长速率,严重干旱使其生长停止或死亡。结果表明,豇豆具有比大豆更强的抗旱能力。

关键词 大豆;豇豆;叶水势;渗透调节;抗旱类型

豆类作物中,大豆和豇豆的抗旱性已从植株乃至亚细胞和分子水平上得到较为深入的研究^[6,2,4]获得了许多重要结果。豇豆是一个比较耐旱的作物^[3],但其抗旱机制还不够清楚。本研究从植株水平对这两种豆类作物的抗旱性作以生理学的比较研究,试图找出它们抗旱的方式,为揭示植物的抗旱性机理积累资料,并为旱地作物的合理布局和管理提供理论依据。

材 料 和 方 法

材料培养及处理

大豆 (*Glycine max.* L. Merr)(鲁豆5号)和豇豆 (*V. unguiculata*)(紫豇)种子经吸胀,播种于25×25cm的塑料盒内,置于玻璃温室中,昼夜温度为28~30℃/15~20℃。栽培土壤为蛭石与表土的混合物(混合比例3:1),每盒(3.8kg干土)施入尿素5g,复合肥5g。出苗后每盒定植5株,共50盒。自萌发至幼苗生长期,土壤含水量一直保持在25%左右。

干旱处理(25盒)是在出苗1月后,停止浇水,让其自然干旱,至实验结束时土壤含水量降至10%。对照(25盒)一直保持25%左右的土壤含水量至实验结束,每天18:00时补充水分。田间材料是在自然条件下(不控制水分)测定其渗透调节能力。

* 国家青年科学基金资助项目。赵彩霞同志参加部分工作,特此致谢。

本文于1991年9月5日收到。This paper was received on Sep. 5, 1991.

测定方法

水势和相对含水量压力室法测定三出复叶顶端单叶的水势(φ_w);常规法测定复叶相对含水量(RWC)。

气孔扩散阻力和蒸腾速率用 LIC-1600 稳态气孔计测定气孔扩散阻力(D)和蒸腾速率(T)。生长速率每日定时量取叶片的长度,以此计算生长速率。

以上测定均在上午10:00时取样进行;每项测定均采用各盒相同部位的叶片,RWC测定为每次5片叶,共4次重复,其余各项均至少有6次重复测定。

结果和方法

一、土壤干旱下大豆和豇豆叶片水分状况的变化

土壤干旱情况下,大豆和豇豆叶片的水势(φ_w)和相对含水量(RWC)均下降(图1和图2)。图1的结果表明,在土壤含水量达到12%以前,大豆和豇豆 RWC 之间并无差异,随土壤进一步干旱,RWC 才表现出明显的差异,大豆 RWC 迅速下降至50%,而豇豆 RWC 则保持相对恒定,维持在75%左右。 φ_w 对土壤干旱的反应更敏感,大豆和豇豆之间表现出明显的差异。土壤含水量在20—10%范围内,豇豆 φ_w 变化很小,从-0.6下降至-0.8 MPa;大豆 φ_w 则迅速下降,当土壤含水量为10%时, φ_w 低达-2.6 MPa 以下。这对大豆来说已达到严重水分胁迫程度,而豇豆只达到轻度的水分胁迫^[5]。以上结果表明,豇豆属于高水势耐旱型,而大豆属于低水势耐旱型^[9]。

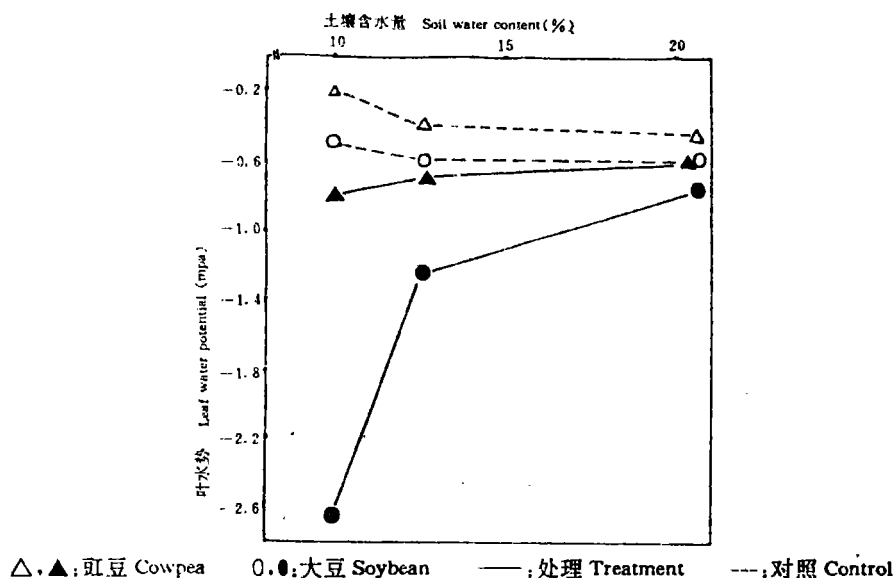
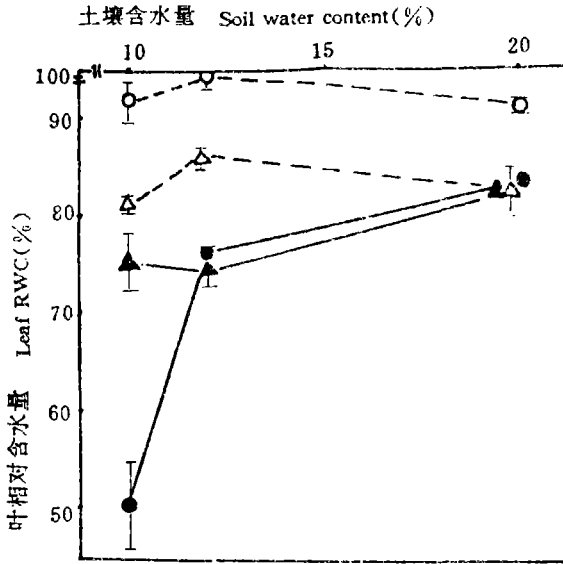


图1 土壤水分亏缺下大豆和豇豆叶水势的变化

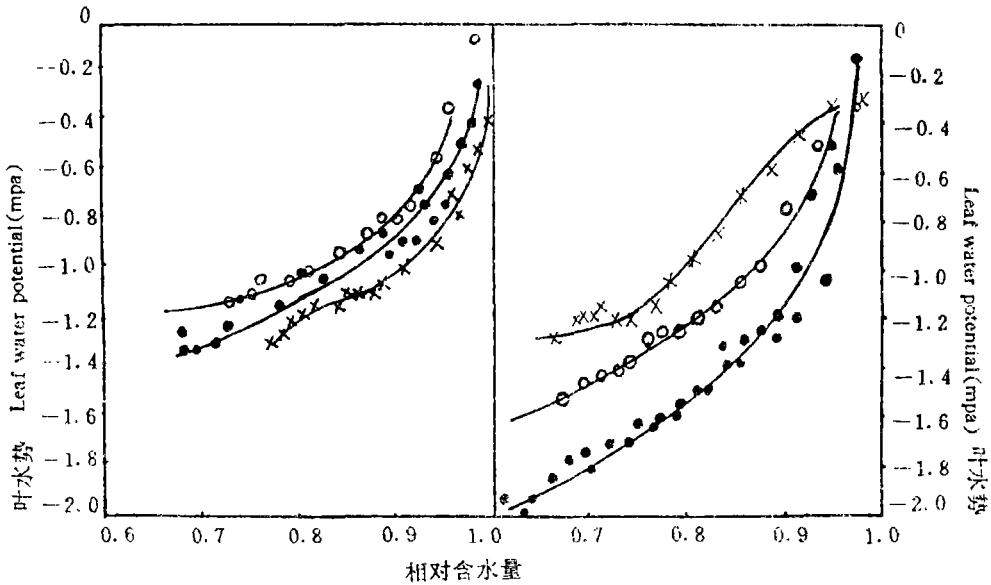
Fig. 1. The change of water potential of soybean and cowpea leaves under soil water deficits



△, ▲; 豇豆 Cowpea ○, ●; 大豆 Soybean ---; 处理 Treatment ---; 对照 Control

图2 土壤干旱下大豆和豇豆叶片相对含水量的变化

Fig. 2 The relative water content changes of soybean and cowpea leaves under soil water deficits



●; 处理 Treatment ○; 对照 Control x; 田间材料 Field materials

图3 大豆(右)和豇豆(左)叶水势与其相对含水量的关系

Fig. 3 The relationship between water potential and relative water content of cowpea(right)and soybean(left) leaves

图3是大豆和豇豆叶片 RWC 与其 φ_w 之间的关系。随 RWC 的降低,叶水势也逐渐下降,但田间和盆栽材料的反应有所不同。在豇豆中,随 RWC 下降, φ_w 变化较小,干旱与对照之间很接近;而田间生长的正常叶片 φ_w 则下降很快,在相同的 RWC 下, φ_w 最低。在大豆中,以盆栽干旱处理的 φ_w 下降最快,对照居中,田间材料 φ_w 变化很慢。比较两个种,则以大豆的 φ_w 变化为快,随着 RWC 下降, φ_w 很快下降。

以图3的资料为基础,以 φ_w 的倒数对其相应的 RWC 作图,可以绘出 PV 曲线^[1],并可计算出供试材料(叶片)的渗透调节能力(本文图及其计算从略)。在本实验条件下,大豆具有较高的渗透调节能力,其值为 -0.26MPa ,豇豆仅为 -0.09MPa ^[7]。

二、大豆和豇豆气孔状况的变化

豇豆为何在同样的土壤干旱下保持较高的 φ_w ,我们对二者气孔状况作了测定和分析。结果(表1)表明,在土壤含水量达10%时,也即在大豆处于严重水分胁迫下,气孔还保持着比豇豆高1.7倍的蒸腾速率,气孔阻力则为其2/5,而此时豇豆还只处于轻度的水分胁迫。由此可知,在干旱情况下,大豆叶的保水能力较差,失水严重,因而其 RWC 和 φ_w 下降很快。测定叶片的保水能力或脱水率的结果(表2)表明大豆的保水能力很差,失水率高,这也表明大豆的角质蒸腾较高。这些结果表明,豇豆叶片的保水力很强,这也可能是其保持高水势耐旱性的重要原因之一。

表1 土壤水分亏缺下大豆和豇豆叶片气孔状况

Table 1 The stomatal conditions of cowpea and soybean leaves under soil water deficits

	豇 豆 Cowpea		大 豆 Soybean	
	干 旱 Drought	对 照 Control	干 旱 Drought	对 照 Control
气孔阻力 Stomatal resistance (s. cm ⁻¹)	44.7±8.3	1.9±0.2	17.7±0.2	2.0±0.6
蒸腾速率 Transpiration rate(μg. cm ⁻² . s ⁻¹)	0.85±0.34	13.25±2.2	2.28±0.28	12.5±3.9

下午15:00—16:00时测定;此时土壤含水量为10% Determined at 15:00-16:00h; The soil water content was 10%.

表2 大豆和豇豆离体叶片的保水力

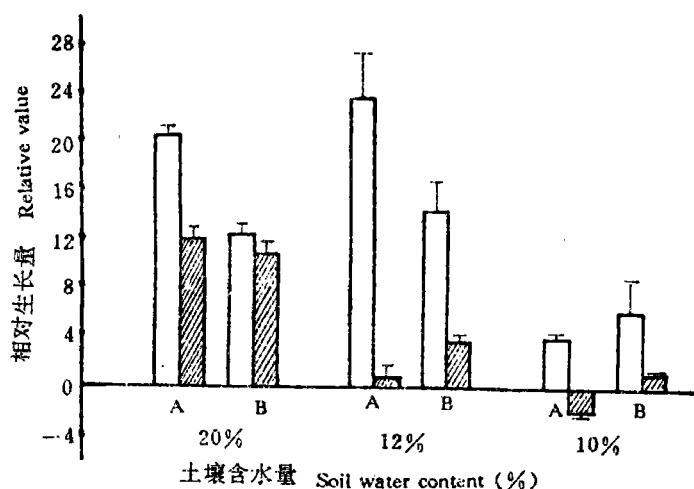
Table 2 The excised-leaf water retention capabilities of cowpea and soybean

处 理 Treatment	豇豆含水量 Cowpea RWC (%)		大豆含水量 Soybean RWC (%)	
	12h	24h	12h	24h
对 照 Control	25.5±2.0	20.5±2.3	14.2±1.7	5.1±1.4
	17.7±1.1	11.1±1.2	5.9±1.0	2.7±0.7

三、土壤干旱下大豆和豇豆叶片生长的差异

图4的结果表明,大豆叶片生长对土壤干旱的反应很敏感。在土壤含水量为20%时,豇豆叶片还正常生长,大豆叶片生长速率就降低了2/5;在含水量为12%时,停止生长,而此时豇豆叶片还保持1cm/天的生长量。在含水量为10%时,大豆叶片已萎蔫、收缩,因而其生长量为负值,此时豇豆仍保持正的生长速率。这足以证明豇豆是一个比大豆更耐旱的种。

测定存活率的结果表明,豇豆在5.5%的土壤含水量下,还处于存活状态,虽然下部叶片衰老,脱落,但生长点完好,保持着膨压。大豆在10%的土壤含水量下就发生永久性萎蔫,因此,随土壤含水量的继续下降,其很快死亡。这亦表明豇豆比大豆更抗旱。



:处理 Treatment; □, 对照 Control; . : 标准差 Standard difference

图4 土壤水分亏缺对大豆(A)和豇豆(B)叶片相对生长速率的影响

Fig. 4 The effects of soil water deficits on the relative growth of cowpea(B) and soybean(A) leaves

讨 论

植物的抗旱性可大致归纳为避旱,高水势耐旱和低水势耐旱三种类型^[9]。在土壤干旱情况下,豇豆的叶水势始终保持在较高水平,而大豆叶水势则下降很快,这与 Law (1982)^[6]的结果一致。这表明大豆和豇豆属于完全不同的抗旱类型。豇豆属于高水势耐旱性,它在维持体内高水势方面具有一系列机制,其中以控制叶片的水分过分丧失为主要形式。在正常供水下,它的蒸腾速率与大豆相近,但当土壤水分亏缺时,其气孔即发生调节作用,增大气孔阻力,以降低气孔蒸腾;同时,豇豆叶片的角质蒸腾也很低;加之豇豆叶片具

有比大豆更显著的偏光性(平行向光性)^[6],这就有效地控制了体内水分通过叶片的丧失。Law(1982)^[6]发现豇豆的根系比大豆更发达,由此可以认为,豇豆的耐旱机制主要通过控制叶片的蒸腾失水,同时保持发达的吸水系统来保持高水势的耐旱能力。大豆叶片虽然蒸腾调节能力较差,但它具有较强的渗透调节能力,这样虽然体内 RWC 和 ϕ_w 下降快,但同时渗透势也下降,因而在一定程度上保持了体内有正的膨压,这对植物的生命活动极为有利。然而渗透调节能力毕竟有限,在严重水分胁迫下,其受害还是严重的。

豇豆具有比大豆更能耐受干旱危害的能力。在盆栽土壤干旱条件下,豇豆由于保持了较好的水分状况,因此,生长一直进行,而大豆则停止生长以至死亡。经田间观察,豇豆同样表现出较好的生长状态。这一结果对于干旱地区作物布局有着一定意义。

参 考 文 献

- [1] 王万里, 1984. 压力室在植物水分状况研究中的应用, 植物生理学通讯 4(3): 52—57
- [2] 刘丽君, 尹田夫, 1991, 大豆原生质膜及混合细胞器膜脂肪酸对干旱胁迫的反应, 大豆科学 10(1): 46—52
- [3] 荆家海, 马书尚, 1990, 大田玉米, 高粱, 芝麻, 豇豆叶片水势, 蒸腾速率, 气孔阻力对环境因素的反应, 西北植物学报 10(1): 8—16
- [4] 杨根平, 盛宏达, 赵彩霞, 王韶唐, 1990, 钙素和水分亏缺对大豆幼苗一些生理过程的影响, 西北农业大学学报 18(2): 84—87
- [5] Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24: 519—570
- [6] Law, R.J. 1982. Responses of four grain legumes to water stress. in South Eastern Queensland. 1. Physiological response mechanism. Aust. J. Agric. Res. 33: 481—496
- [7] Morgan, J.M. 1978. Osmotic adjustment in the spikelets and leaves of wheat. J. Exp. Bot. 31: 655—665
- [8] Morris, G.; Ishihara, H.K.; Peterson, C.M.; Ushijima, T. 1983. Soybean adaptation to water stress at selected stages of growth. Plant Physiol. 73: 422—427
- [9] Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In 'Stress Physiology in Crop Plants' (eds H Mussel and R.C Staples) pp343—372. (Wiley, New York)

THE COMPARATIVE STUDIES OF DROUGHT-RESISTANCE BETWEEN SOYBEAN AND COWPEA

Yang Genping Gao Aili Jing Jahai

*(Laboratory of Plant Physiology, Northwestern
Agricultural University)*

Abstract

The mechanism of adaptation to water deficits of soybean and cowpea was comparatively studied by pot culture. The results showed that the nature of drought tolerance of cowpea was due to high plant water potential while soybean was with low plant water potential. The postponement of dehydration of cowpea was achieved by reducing water loss, such as decreasing stomatal conductance, lowering non-stomatal transpiration. The soybean, however, the mechanism of dehydration tolerance was mainly osmotic adjustment. As a result, the cowpea had a much higher drought-resistance than soybean did. The growth of soybean was more sensitive to water deficits than cowpea.

Key words Soybean; Cowpea; Drought resistance; Water potential; Osmotic adjustment

《中国农业科学》1993年征订启事

《中国农业科学》是中国农业科学院主办的综合性农牧业科学学术刊物。主要报道我国农牧业科学在基础理论和应用技术研究方面的学术论文,重要科研成果的专题报告,各学科研究的新进展和综述等。读者对象是国内外农牧业科技工作者和院校师生,农业生产战线上的干部等。

本刊为双月刊,每册16开本96页,另附图版2—4页。国内外公开发行。国内发行每册定价3.20元,全年19.20元。全国各地邮局办理订阅,代号:2—138。

国外发行由中国国际图书贸易总公司(中国国际书店)承办,代号:BM43。

本刊承接国内外广告业务。

有漏订者请来人或来函在本刊编辑部补购。地址:北京西郊白石桥路30号《中国农业科学》编辑部。邮编:100081。