

根际干旱对大豆幼苗细胞质膜相对透性及生物产量的影响*

刘丽君 王以芝 尹田夫

(黑龙江省农业科学院大豆所生理室)

提 要

大豆幼苗叶片的相对含水量随着PEG处理浓度的增加而降低。同一处理浓度下(7% PEG渗透势培养液),不同抗旱类型大豆栽培品种具有的保水能力(或吸水能力)是不同的。用PEG作为干旱渗透剂时,随PEG浓度的增加,叶片质膜的相对透性逐渐增大,全株生物产量逐渐降低,植株的生长高度也下降。膜透性的增大或全株生物产量降低的幅度因品种类型而异,抗旱类型品种的生物产量波动不显著。在浓度为0—8%的PEG渗透势培养液中,质膜的相对透性与叶片相对含水量、干旱期间植株的生长高度呈负相关;敏感类型品种其质膜的相对透性与全株生物产量呈显著负相关,而抗旱类型品种呈不显著的负相关。

前 言

干旱对植物的影响是多方面的,主要的影响是使组织脱水,形成低水势,从而影响植株的生理过程和产量。水分亏缺是干旱和半干旱地区限制作物生产力最主要的环境因素,而气候条件的变化常使大豆产量不稳。因此,必须制定改善大豆遗传性的方法,培育抗逆性较强的品种。目前抗旱育种仅限于田间条件下,通过籽粒产量的选择,来选育抗旱品种。此种育种程序不仅需要整个生育期间的全部田间数据,而且时间长,工作量较繁重,同时气候条件对选择效果也有影响。鉴于此,本试验的目的,是想在实验室或温室内,以幼苗作供试材料,分析比较和评价敏感类型和抗旱类型的大豆幼苗对干旱反应的差异,为筛选抗旱种质提供可靠的生理特性指标。

材 料 和 方 法

将精选的大豆种子,于25℃的温室内沙培催芽。然后将发育到子叶期、胚根长3—4厘米的大豆幼苗移入直径为7.5厘米,容量为0.5升的瓶中。营养液为改进的“斯

* 中国科学院科学基金资助课题。

* 东北农学院生理教研室的郝再彬、宋玉华同志曾帮助筛选培养液,在此致谢。

本文于1985年10月25日收到。

奈特”培养液。将瓶置室内进行液体培养。直到长出三出复叶后，测定其株高，并移入含有不同浓度聚乙二醇（PEG 600）的斯奈特渗透势培养液中，进行根际干旱处理。对照植株则一直在斯奈特营养液中生长。室内昼/夜温度保持在 28℃/17℃ 左右，每周换一次渗透液，pH 保持在 6.0 左右，试验设 6 个处理，每个处理三瓶，每瓶三株。试验重复三次。幼苗在不同渗透势培养液中生长 14 天后，测定其株高，地上生物重（鲜重），叶片相对电导率和相对含水量，根长及地下生物重（鲜重）。

叶片相对含水量的测定：按华东师大（1980）植物生理学实验指导的方法进行。

叶片质膜相对透性的测定：将叶片用重蒸馏水冲刷三次，吸干后将叶片剪成 0.49 平方厘米的小片。称 1 克样品放入 50 毫升烧杯中，加重蒸馏水 15 毫升，用 4 平方厘米的玻璃片压住样品，真空渗入 30 分钟，静置半小时，同时设空白对照，在室温下用 DDS—II A 型电导仪测定实测电导率。然后将样品烧杯放在沸水浴中煮沸 15 分钟，冷却至室温后，再测绝对电导率。实测电导率与相对电导率的比值称为相对电导率。用以表示叶片质膜的相对透性。干旱对细胞膜的伤害程度，用细胞电解质的渗漏量来计算——即伤害率。计算公式如下：

$$\text{伤害率} (\%) = 1 - [1 - (T_1/T_2) / [1 - (C_1/C_2)]] \times 100$$

式中 T 和 C 分别表示处理和对照的平均值。下标的 1 和 2 分别表示开始和结束时的电导率读数。

试验结果

一、干旱对叶片质膜相对透性的影响

不同浓度渗透势培养液培养 14 天后的大豆幼苗叶片，其电解质的相对外渗量随着浓度的增加而加大，品种间增加的幅度不同。供试品种“黑农 11”在 5—8% 的 PEG 渗透势培养液中，电解质的外渗量随浓度的增加而加大，在 7% 的渗透势培养液中，质膜的相对透性最高；而在 4% 和 5% 的渗透势培养液中，“黑农 11”的质膜电解质外渗量是等同的。显著性分析表明，两浓度下的测定结果无显著差异。而抗旱类型品种“庆选 101”在 4% PEG 渗透势培养液中，质膜的电解质外渗量较低；当浓度增加到 5% 时，外渗量开始增大。但在 5%—

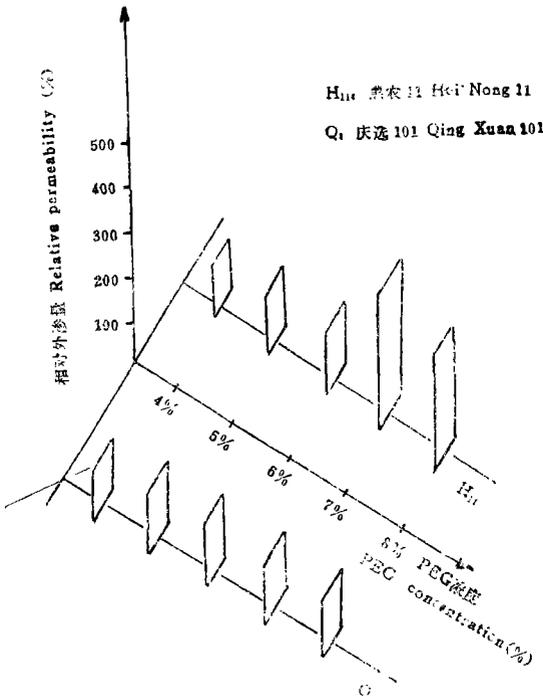


图 1 干旱对大豆叶片质膜相对透性的影响
Fig 1 Effect of drought on relative permeability of plasma membrane of soybean leaves.

液中，质膜的电解质外渗量较低；当浓度增加到 5% 时，外渗量开始增大。但在 5%—

8% 的浓度范围内，显著性分析（新复极差测验）表明：电解质的外渗量无显著差异（见图 1）。由此说明：在 4%—8% 的渗透势范围内，干旱对敏感型品种的质膜相对透性影响较大；抗旱型品种由于细胞的抗脱水的能力较强，因此在不同浓度的渗透势培养液中，其细胞膜的相对透性变化较小。

不同类型的品种在 7% 的渗透势培养液中生长 14 天后，其品种质膜的相对透性与各自 CK 相比透性增大达极显著水平。而在 CK 培养液中，品种间的质膜透性是相同的。7% 渗透势培养液中，品种间是有差异的。以“黑农 26”为对照品种，t-检验结果表明，品种间质膜透性的差异均达到了显著性水平。“庆选 101”的相对透性较低，“黑农 11”则最高，在此渗透压下，干旱对各类型品种的组织脱水所受的伤害也是相同的。参见表 1。

表 1 7% 渗透势培养液对大豆幼苗叶片质膜相对透性的影响
Table 1 Effect of culture solution with 7% osmotic potential on relative permeability of soybean seedling leaves.

品 种 Cultivars	相 对 电 导 率 (%) Relative conductivity (%)		伤 害 率 (%) Damage percentage (%)
	CK	干 旱 处 理 Drought treatment	
黑 农 26: Hei Nong 26	14.56	24.76**	11.94
绥 农 4 号: Sui Nong 4	14.501	30.503**	18.77
黑 农 11: Hei Nong 11	12.94	31.48**	21.30
庆 选 101: Qing Xuan 101	15.77	18.26**	2.96
	$t_{0.05, 10} = 1.746$	$t_{0.01, 10} = 2.921$	

二、干旱对大豆叶片相对含水量的影响

大豆幼苗在不同浓度渗透势培养液中生长 14 天后，叶片相对含水量随处理浓度的

表 2 7% PEG 渗透势培养液对大豆幼苗叶片相对含水量的影响
Table 2 Effect of culture solution with 7% osmotic potential on relative water content of soybean seedling leaves.

品 种 Cultivars	相 对 含 水 量 (%) Relative water content (%)		相 对 含 水 量 下 降 (升 高) 的 量 The amount of RWC reduce (hight) during drought treatment.
	CK	干 旱 处 理 Drought treatment	
黑 农 26: Hei Nong 26	81.52	—	—
绥 农 4: Sui Nong 4	85.60	78.76	- 6.84
黑 农 11: Hei Nong 11	84.09	39.38	-44.71
庆 选 101: Qing Xuan 101	62.41	—	—

增加而逐渐降低。同一渗透培养液中生长的大豆幼苗，叶片相对含水量的高低因品种而异。这说明较抗旱的品种具有较强的吸水能力或保水能力，使之能维持干旱条件下体内的水分代谢。水分的保持与原生质的渗透有关。如前所述，“绥农4号”、“黑农11”在7%的渗透势培养液中，质膜透性较高，当水分透过细胞膜移动的阻力比沿着细胞壁移动的阻力大时，内含物质大量外渗，细胞膜相对透性增大，因此细胞的保水能力减弱。

三、干旱对大豆生物产量及生长高度的影响

大豆幼苗在不同浓度渗透势的水培条件下，其全株的生物产量和平均日生长高度，随着PEG浓度的增加而降低（见图2）。“庆选101”在所试浓度的培养液范围内，生物产量降低较少；而“黑农11”则降低较多。不同类型品种在7%PEG渗透势培养液

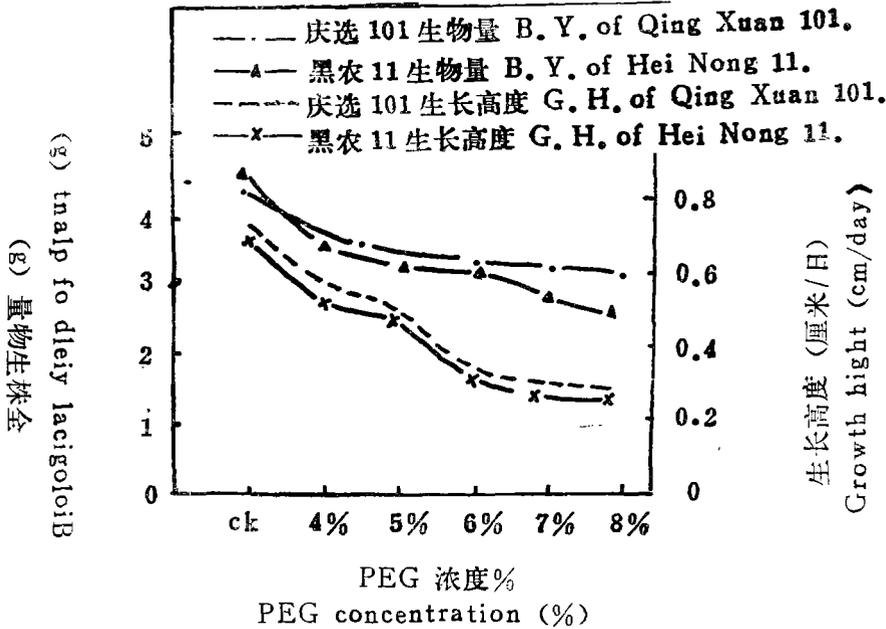


图 2 不同 PEG 浓度对大豆生物产量及生长高度的影响
 Fig 2 Effect of various PEG concentration on biological yield and growth height of soybean seedlings.

中进行根际干旱处理 14 天后，品种间的生物产量与各自对照相比，结果有所不同。t-检验结果表明：“庆选 101”的生物产量与自身对照相比无显著性差异；而“黑农 26”“绥农 4 号”“黑农 11”均达到极显著水平。日生长高度的下降，也以“庆选 101”为低，14 天内株高降低 31.9%；而“黑农 26”“绥农 4 号”、“黑农 11”的株高降低范围在 70.99%—78.08%。表明干旱通过水分胁迫直接影响和促进了植株的早衰，使同化产物供应不足，干物质减少。不同抗旱类型品种，在组织生长阶段，由于其一定遗传型内不同的生理过程，所显示的耐旱能力——生物产量是不相同的。

讨 论

一、细胞质膜的相对透性与其叶片相对含水量的关系

大豆幼苗经 PEG 根际干旱处理后，随 PEG 处理浓度的增加，叶片相对含水量逐渐下降，质膜的相对透性则逐渐增大。两者都表现出极显著的负相关（参见图 3），此乃说明：干旱使植物细胞内水势降低，膜系统中水分子间隙和氢键定位发生变化，使其膜蛋白质变构和膜脂呈有序排列，细胞内含物质大量外渗，达到维持细胞内外浓度差和主动运输的作用。膜功能的受阻，使细胞不能维持高度有序结构和功能，致使其受害甚至死亡。

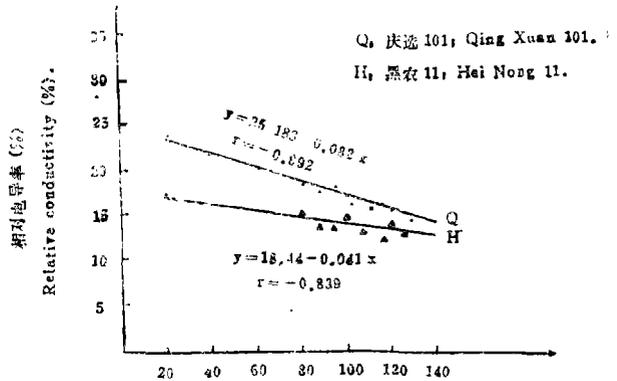


图 3 干旱处理下大豆叶片相对含水量与相对电导率的相关

Fig 3 Correlation between relative water content and relative conductivity of soybean leaves under drought treatment.

二、细胞质膜的相对透性与大豆幼苗生物产量及干旱期间植株生长高度的关系

在 0—8% PEG 渗透势范围内，敏感类型品种的生物产量随处理浓度的增加而降低，叶片质膜相对透性随处理浓度的增加而增大，比较质膜相对透性和生物产量表明两者呈显著负相关 ($r = -0.696$)。而较抗旱类型品种的生物产量随浓度增加而下降的范围较小，叶片质膜相对透性在 5—8% PEG 渗透势范围内，变化不显著，故两者呈不显著负相关 ($r = -0.1018$)。两种类型品种在干旱处理期间内的生长高度随着浓度的增加而降低，质膜的相对透性与株高（日生长高度）呈显著负相关 ($r = -0.553$)。分析结果表明：在一定的渗透势范围内，较抗旱的品种，由于细胞质膜受害较轻，保证了干物质积累和运输，使生物产量降低较少，因此，它们对干旱的忍耐能力是优于敏感类型的。

参 考 文 献

(1) M. Bouzlama 等 1984 年《Crop Science》Vol. 24, № 5。
 (2) 李锦树等，1983 年 8 月，《植物生理学报》Vol. 9, № 3。
 (3) 汤章城等，1984 年 2 月，《植物生理学报》Vol. 10, № 1。

EFFECT OF DROUGHT ON RELATIVE PERMEABILITY OF THE
PLASMA MEMBRANE AND BIOLOGICAL YIELD OF
SOYBEAN SEEDLINGS

Liu Lijun, wang Yizhi, Yin Tienfu

*(The Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy
of Agricultural Sciences, Harbin)*

Abstract

Study was undertaken on the effect of drought on the relative permeability of plasma membrane, the relative water content of the leaves and the biological yield of plant of soybean seedlings. Soybean seedlings were treated with the culture solution containing PEG at different concentrations.

The results showed that the relative water content of the leaves decreased gradually with the increase of PEG concentration. The ability of water absorption of the various drought-resistant types of soybean cultivars was different under same PEG concentration. with increasing PEG concentration, relative permeability of the plasma membrane of the leaves increased gradually, the biological yield of plant and plant height during drought treatment were gradually reduced. The range of increase of relative permeability of plasma membrane and the decrease of biological yield of plant was different in various types of soybean cultivars.

In the culture solution of PEG concentration by 0—8%, the relative permeability of plasma membrane was significantly and negatively correlated with the relative water content of the leaves and the plant height during the drought treatment. The relative permeability of plasma membrane of the drought-sensitive cultivars was significantly and negatively correlated with the biological yield of the plant; but in the drought-resistance cultivars, the relation between the relative permeability of plasma membrane and the biological yield of the plant was not significantly and negatively correlated.