

# 大豆对干旱胁迫的抗性效应\*

宋英淑 尹田夫 王以芝 薛 津 刘丽君

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

## 摘 要

1984至1986年,在大豆不同生育时期人工模拟旱境的条件下,测定了盆栽植株的水势,叶肉细胞外渗电介质的电导率和叶片的过氧化物酶活性,并与其所测得的产量及其产量因子结果相比较地进行了分析。结果表明,在干旱条件下受害程度存在着品种间差异,就对同一品种而言,对干旱的抗性效应也存在着生育时期间的差异。总的来说,大豆植株在旱境中水势大幅度下降,但下降的幅度不尽一致;由于其细胞质膜受损,透性增大,从而外渗电介质相对含量增大。回归相关测定结果表明,干旱条件下的叶肉细胞外渗电介质的相对含量,与其植株水势呈显著负相关,而过氧化物酶活性与其外渗电介质的相对含量呈显著正相关。做为抗旱的直观指标——产量性状与其外渗电介质相对含量的变化相比较地分析,可以看出,在干旱条件下细胞质膜相对透性越大,品种对于干旱表现越敏感,其过氧化物酶活性越高。

干旱造成植物细胞的伤害,主要是由于所积累的生物自由基及其所诱生的过氧化氢等有毒物质,直接或间接地启动膜脂的过氧化作用,导致膜的损伤<sup>(1,2)</sup>,细胞对内失去控制,电介质大量外渗而引起的。但是植物体内的过氧化物酶可催化有毒物质,使植物免于受毒<sup>(3)</sup>。这就是说,在干旱条件下,过氧化物酶可能间接地起到保护质膜的作用,从而与其抗性发生一定联系。诸多学者对在逆境条件下表现的植物的生理特性表以极大的兴趣,并对逆境条件下的膜透性与植物抗性的关系等诸方面提出了有价值的研究报告<sup>(4,5,6,7)</sup>。但是,其研究大多是针对作物苗期抗性进行的,而跟踪作物,尤其是大豆整个生育期的研究报导甚少。众所周知,大豆对水分胁迫最敏感时期是结荚、鼓粒期,所以不仅要研究大豆苗期,而更主要的是应研究与产量关系最密切的生育期的抗旱性。这在生产上有其更重要的和实际的意义。

本研究的目的在于:通过不同品种大豆各生育期对干旱的形态及某些生理效应的研究,以明确品种抗旱性在各生育期的独立性与整体性,并与其在干旱条件下的某些生理

\* 为国家自然科学基金委员会资助项目。

The project Supported by National Natural Science Foundation of China

本文于1986年12月23日收到。This paper was received in Dec. 23, 1986.

效应以及不同生理特性间的关系,肯定其做为抗旱指标的可能性及可靠性、为抗旱资源的筛选和育种及生产上的应用提供生理指标及参数。

## 材 料 与 方 法

### 一、供试大豆材料:

“黑农11”、“庆选101”、“呼80—1001”和“绥农4号”。

### 二、试验设计:

在防雨棚内进行盆栽。在大豆开花期、结荚期和鼓粒期分别进行一次干旱处理,致植株达中度萎蔫(叶水分含量为55—65%)。每盆定4株,每处理重复5次(共20株)。其中2次重复供生化指标的测定,余下处理供成熟后的考种。以不控水的为对照,分析干旱条件下不同品种在各生育期植株水势、叶肉细胞外渗电介质的电导率。过氧化物酶活性的相对变化以及产量因子的变化。

### 三、生理指标的测定

1. 水势:从主茎的上数第四茎节处截取,并用“ZLZ—4型植物水分状况测定仪”测定其水势(以“巴”为单位)。

2. 细胞外渗电介质%:用DDS—11型电导仪,测定主茎上数第三、四片叶子细胞外渗液的电导率,并计算其外渗电介质的百分率。其计算公式为:

$$\text{外渗电介质}\% = \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\text{处理电导率}}{\text{处理煮沸电导率}} \right) / \left( 1 - \frac{\text{对照电导率}}{\text{对照煮沸电导率}} \right) \right] \times 100$$

3. 过氧化物酶活性:用华东师大编(1980)《植物生理实验指导》中植物过氧化物酶活性测定方法,加以适当改进而测定。

## 结 果 与 讨 论

### 一、水分胁迫与大豆植株的水势变化

从不同品种大豆在开花期、结荚期和鼓粒期测定的植株水势结果看(表1),植株

表 1 不同品种大豆在干旱条件下的水势变化

Table 1 Variation of water potential of soybean plant under the water deficit(bar)

品 种 Varieties	开花期 (Flowering)		结荚期 (Pod setting)		鼓粒期 (Pod filling)	
	处 理 Water deficit	对 照 Well- watered	处 理 Water deficit	对 照 Well- watered	处 理 Water deficit	对 照 Well- watered
黑农 11 Henong 11	-10.4	-5.5	-4.1	-2.8	-6.3	-4.5
庆选 101 Qingxuen 101	-11.0	-7.8	-8.6	-6.7	-9.7	-4.8
呼80—1001 Hu80—1001	-12.3	-7.7	-5.5	-3.4	-7.5	-5.5
绥农 4 Suinong 4	-8.1	-4.8	-6.2	-3.9	-6.5	-4.9

还未表现萎蔫状态，其水势已出现很大的负值，说明植株还没出现表观旱象之前，体内已形成胁迫。与此相比，达到中度萎蔫（叶水分含量为55—60%）的供试诸品种，其水势下降幅度更大，造成更严重的胁迫，以致影响细胞组织的正常生理活动，使其生物合成严重受阻而减产。但是，水势在干旱条件下所下降的幅度因品种而异。

## 二、在水分胁迫条件下的细胞质膜透性与其植株水势

土壤水分的亏缺导致植株水势下降，因而造成株体内的水分胁迫，细胞质膜严重受损，外渗电介质百分含量增加。回归相关测定表明，胁迫条件下的外渗电介质百分含量与其水势呈高度负相关，相关程度均达显著或极显著水准（图1）。说明水势越低，膜透性越大，外渗电介质含量越高。也就是说膜受损越严重。

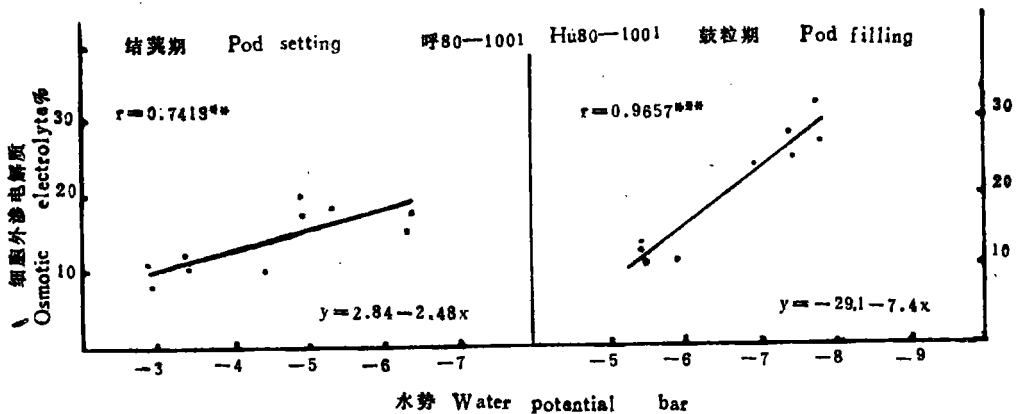


图1 叶肉细胞外渗电介质%与水势回归相关。

Fig. 1. Regression relationship between osmotic electrolyte and water potential

## 三、胁迫条件下的过氧化物酶活性与叶肉细胞的质膜透性

植物在胁迫条件下所积累的自由基对细胞造成伤害，及其所诱生的氧化氢等活性氧，能够直接或间接地启动膜质的过氧化作用而导致膜的损伤和破坏，从而膜透性增大。而植物体内的过氧化物酶可促进有毒物质的分解，使植物免受毒害。这就是说，植物体内过氧化物酶活性的提高是有利于有毒物质的分解。反过来说，所累积的有毒物质越多，质膜受损越严重。通过供试品种在开花、结荚和鼓粒三个生育期六个处理共30个株样的回归相关结果（图2），可以看出叶肉细胞外渗电介质相对含量，与其过氧化物酶活性间存在着显著或极显著正相关关系。说明在干旱条件下，过氧化物酶活性的提高与细胞质膜的受损是同步进行，起到保护细胞质膜的作用。

## 四、生长发育的胁迫效应与质膜透性

从图3可以看出，不同品种大豆在干旱胁迫条件下的外渗电介质含量是不同的，说明，细胞受损程度存在着品种间的差异。同一品种在不同生育期膜受损的相对变化也不一致。如“绥农4号”和“庆选101”在开花期的外渗电介质含量就低于“呼80—1001”和“黑农11”，说明质膜受损轻。而结荚期和鼓粒期“绥农4号”和“呼80—1001”的

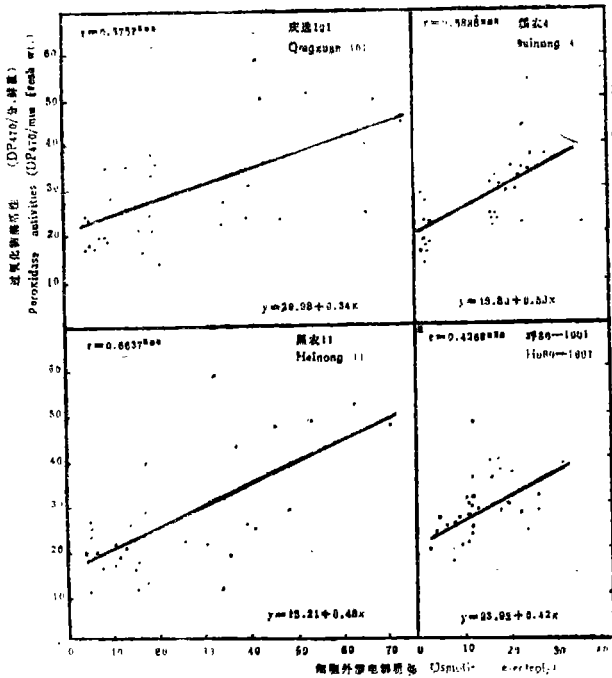


图2 过氧化物酶活性与细胞外渗电解质%的回归相关  
Fig. 2 Regression relationship between peroxidase activities and contents of osmotic electrolyte (%)

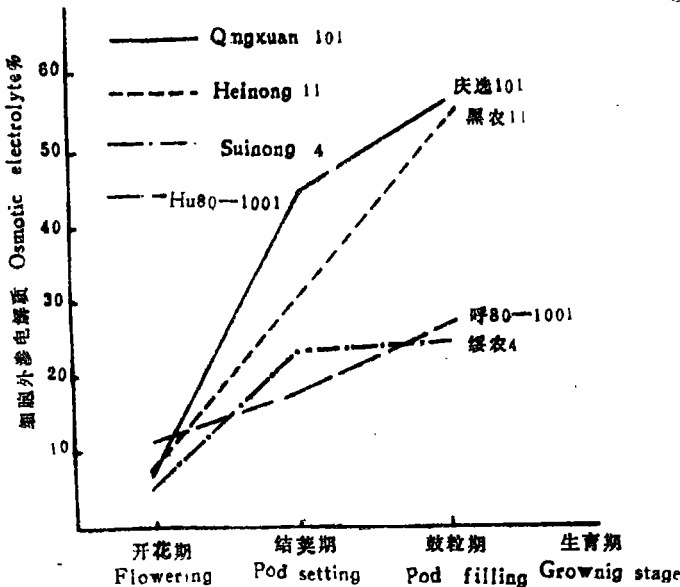


图3 大豆不同品种外渗电解质含量对干旱胁迫的反应  
Fig. 3 Effectiveness of osmotic electrolyte from cells on drought stress

11”和“庆选101”对鼓粒期的干旱均表现最敏感，其全株产量以及产量因子单株荚

却比“庆选101”和“黑农11”的低。还有“呼80—1001”与“庆选101”，“绥农4号”与“呼80—1001”、“黑农11”以及“庆选101”间的差异均达到显著平准。尤其是与产量关系最密切的结荚期和鼓粒期，“呼80—1001”和“绥农4号”的受损程度又低于“庆选101”和“黑农11”；从其差异显著性测定结果看，“庆选101”和“黑农11”与“呼80—1001”和“绥农4号”的外渗电解质百分含量的差异均达到显著平准；而“黑农11”与“庆选101”，“呼80—1001”与“绥农4号”间的差异一般地来说是不显著（表2）。

产量性状对干旱的反应，可以说是品种抗旱性的直观表现。

与不同品种膜受损程度相比较地分析产量性状，可以看出品种抗旱性与其在干旱条件下的膜透性的关系。盛花期干旱处理的诸品种中“呼80—1001”的株高和茎重比其自身品种的对照有了显著的降低，其差异达到显著（ $P = 0.05$ 平准）和极显著（ $P = 0.01$ 平准）程度，表明“呼80—1001”在盛花期对水分胁迫表现相对最敏感，而“庆选1001”和“黑农11”的敏感性相对差。但是“庆选101”对结荚期的干旱，而“黑农

表 2 在干旱条件下细胞外渗电介质(%)的品种间差异  
Table 2 Varietal differences of the osmotic electrolyte from cells(%) on the water stress

	呼80-1001 (Hu 80-1001)	黑农11 (Heinong 11)	庆选 101 (Qingxuan 101)	绥农 4 (Suinong 4)
开花期 Flowering	(11.16)	(6.74)	(6.10)	(5.12)
黑农11 Heinong 11	4.42			
庆选101 Qingxuan 101	5.06**	0.64		
绥农 4 Suinong 4	9.04**	4.62**	3.98**	
结荚期 Pod setting	(17.68)	(29.24)	(44.1)	(22.68)
黑农11 Heinong 11	11.56**			
庆选101 Qingxuan 101	26.42**	14.98**		
绥农 4 Suinong 4	5.00	6.56*	21.42	
鼓粒期 Pod filling	(26.42)	(53.28)	(56.06)	(24.80)
黑农11 Heinong 11	26.86**			
庆选101 Qingxuan 101	29.64**	2.78		
绥农 4 Suinong 4	1.62	28.48**	31.28***	

\*\*\*,P=0.01, \*\*,P=0.05, \*,P=0.10.

表 3 干旱对大豆主要产量因子的影响  
Table 3 Effectiveness of the yield components on the water stress

品种 Varieties	荚 数 No. of pods	粒 数 No. of seeds	百 粒 重 Weight of 100-seed(g)	全株粒重 Weight of seeds/plant (g)	秕 荚 数 No. of barren pods	处理时期 Treated periods
庆选101 Qingxuan 101	10.8**	24.9***	1.2	6.4***	6.8***	结 荚 期 (Pod setting)
绥农 4 Suinong 4	2.0	8.9	1.3**	2.9**	3.2***	
黑农11 Heinong 11	1.6	10.2**	1.3	3.0**	5.6***	
呼80-1001 Hu 80-1001	2.9	15.2	0.7**	2.3	0.1	鼓 粒 期 (Pod filling)
庆选101 Qingxuan 101	22.2**	19.4***	7.4***	8.6***	6.9***	
绥农 4 Suinong 4	4.2	8.3	3.1***	0.4	2.5	
黑农11 Heinong 11	6.6**	26.9***	2.8***	7.1***	10.4***	
呼80-1001 Hu 80-1001	1.3	1.7	1.6	0.9	10.8***	

△：正常条件和干旱条件下的品种内差数。  
runner-variety differences between conditions of well-watered and water dificit.  
\*\*\*, P=0.01, \*\*: P=0.05, \*, P=0.10.

数，尤其是单株粒数及百粒重大幅度下降，秕荚大量增加，并与其自身对照的差异达到

极显著平准。而“呼80—1001”对结荚期和鼓粒期的干旱胁迫表现相对不敏感(表3)。

如上所述,经干旱胁迫的不同品种大豆叶肉细胞外渗电介质百分含量,与其生长发育受损程度的趋势相一致。也就是说,在干旱条件下膜受损越严重,其品种的抗旱性越弱。

## 结 论

综上所述,大豆株高等营养生长,主要对前期(包括开花期)的干旱胁迫表现敏感,而结荚、鼓粒期的干旱胁迫主要是限制大豆籽粒等产量因子的形成,而且,其敏感程度存在着品种间的差异。在干旱条件下的这种产量等农艺性状可做品种抗性的直观指标;细胞外渗液的电介质%(或伤害率)可做品种抗性的生理学指标;而过氧化物酶活性可做品种抗旱性的间接指标。(参考文献略)

### RESISTANT EFFECTIVENESS OF SOYBEAN VARIETIES TO DROUGHT STRESS

Song Yingshu Yin Tianfu Wang Yizhi Xue Jin Liu Lijun  
(Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agri. Sci.)

#### Abstract

The experiments were conducted under the artificial drought conditions at the growth-development stages during 1984—1986.

The results indicated that there were varietal differences on degree of drought injury, and drought resistance between different stage of growth and development was also different on the same variety. In generally, there was remarkable decrease in plant water potential under the water deficit condition, and the relative content of the osmotic electrolyte from cells of leaf blade increased as a result of plasmalemma injury and its permeability enhanced.

Regression analysis showed that there were significant negative correlation between content of the osmotic electrolyte and water potential, and significant positive correlation between content of the osmotic electrolyte and the peroxidase activity of the leaf under water deficit condition.

By analysing the relative variation of the yield components of soybean in contrast with its relative content of the osmotic electrolyte under the water stress revealed that the more variation the plasmalemma permeability were caused, the more sensitive to drought stress the variety was, and the higher the peroxidase activity was.