

# 不同抗旱类型大豆 (*Glycine. max*) 游离脯氨酸的累积动态

刘丽君 尹田夫 薛 津 宋英淑 王以芝

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

## 提 要

本文报道了不同抗旱类型大豆品种游离脯氨酸在水分亏缺和无亏缺条件下的不同生育期累积动态变化。试验结果表明：在正常水分条件下，大豆品种的游离脯氨酸含量存在差异。游离脯氨酸的累积从结荚期至鼓粒后期随着生育的进展具有逐渐增加的趋势。水分亏缺条件下，所试大豆品种（黑农26、绥农4号、呼80—1001、安丰1号、庆选101）游离脯氨酸的累积能力均高于无水分亏缺条件下的累积能力，且均达到了显著水准。不同抗旱类型的大豆品种（黑农26、绥农4号、庆选101、呼80—1001）游离脯氨酸在不同生育时期累积能力不同。游离脯氨酸的累积能力在结荚期表现最高。

植物在水分亏缺条件下，氮素及碳水化合物等生理代谢均发生显著变化<sup>(2, 5, 6, 8)</sup>。某些植物，如某些禾谷类、豆科植物、棉花等在水分亏缺条件下，大量的积累脯氨酸，其含量为原有的几倍，甚至几十倍。综括前人的研究，认为在水分亏缺条件下，脯氨酸积累是由于水分亏缺造成氨基酸合成代谢支路阻塞，蛋白质合成受到抑制<sup>[9]</sup>。脯氨酸指示了植物受水分亏缺的程度。为此 Barnatt 等人 (1966) 观察百慕大牧草受到干旱后，叶子中的脯氨酸累积随品种而异。他认为游离脯氨酸含量的高低是植物抗旱性的一个指标。Sing (1972) 认为大麦品种脯氨酸累积能力与抗旱性成正比。为此，他们极力提倡脯氨酸累积含量作为大麦抗旱性的测定指标。但 Naylor (1972) 提出脯氨酸累积是氨基酸代谢支路受阻的缘故。他认为脯氨酸的含量并不是一个好的抗旱性尺度。据此，我们在把脯氨酸作为大豆抗旱性指标之前，首先要明确大豆品种游离脯氨酸的累积动态与抗旱性之间的关系，进而确定检测抗旱指标的最适测定时期。

## 材 料 与 方 法

本研究是在人工模拟的旱境生长室内进行的。根据大豆抗旱生态类型及其形态特

\* 中国科学院科学基金资助课题。

\* 陈晓飞同志参加部分工作，在此致谢。

本文于1985年3月1日收到。

征,选取抗旱类型不同的栽培大豆品种:绥农4号,呼80—1001、安丰一号、庆选101及黑农26(为对照品种)。

将上述材料播种在淋溶黑土与粗砂相混合(4:1wt/wt),并以 $5 \times 10^4$ 比例拌入复合肥的聚氯乙烯园筒内,然后置于陶土种植盆中,盆底层铺2.5kg砾石,在砾石上面填充1.25kg粗砂,以构成透土层。每盆放置三个盛满混合土的聚氯乙烯园筒。每筒留苗一株,每盆共植三株,呈三角形排列。

试验采用完全随机区组法,五次重复,每重复五盆。

大豆生育期间,按需水指标定量给水,以满足大豆生育期对水分的要求。在盛花期,结荚期,鼓粒前期,鼓粒后期断水至大豆叶片在阴棚下呈现中度萎蔫时进行游离脯氨酸含量的测定。测定采用 Batter 等人的方法<sup>[1]</sup>;取鲜重为1g的功能叶片(主茎上数第3枚顶端小叶),加少许3%的磺基水杨酸研磨,然后定容到20ml试管中,放入冰箱中浸提12小时,过滤后,取5ml滤液,并加入5ml Glacital acetic acid 和5ml Acid-ninhdyn 于试管内,然后置100℃恒温水浴中,加热1个小时,取出后冷却至室温,并加入5ml Toluene,萃取15—20分钟后,置721型光电比色计,波长为520nm下比色,根据标准曲线得到脯氨酸含量。

## 结 果 与 讨 论

### 一、不同抗旱型大豆品种游离脯氨酸的累积

#### 1. 无水分亏缺条件下的游离脯氨酸累积

由表1可见,在无水分亏缺条件下,盛花期,结荚期,鼓粒前期,鼓粒后期大豆游离脯氨酸含量品种间差异显著。盛花期,“绥农4号”“呼80—1001”“安丰1号”“庆选101”的脯氨酸含量均低于“黑农26”,且达到了高度显著水平。结荚期,“庆选101”的游离脯氨酸含量与“黑农26”比较差异不显著。而“绥农4号”“安丰1号”的游离脯氨酸却高于“黑农26”。这一生育时期只有“呼80—1001”游离脯氨酸含量较低,每克鲜重为 $0.88 \mu \text{ mole/g} \cdot \text{f} \cdot \text{w}$ ,与对照品种相比差达到了极显著水平。鼓粒前期,大豆品种“呼80—1001”的游离脯氨酸含量最高,与对照品种比较差异达到了极显著水准。由此表明,“呼80—1001”的游离脯氨酸代谢变化较显著。“绥农4号”“安丰1号”“庆选101”的游离脯氨酸含量与对照品种比较差异不显著。鼓粒后期,庆选101”的游离脯氨酸含量较低,“绥农4号”“呼80—1001”与对照品种比较游离脯氨酸含量差异均不显著。

综上所述,在非水分亏缺条件下,多数大豆品种游离脯氨酸的累积含量随着生育的进展有逐渐增加的趋势。在同一生育期内,不同抗旱类型大豆品种的游离脯氨酸累积能力不同。

表 1. 非分亏缺条件下不同抗旱类型大豆品种的游离脯氨酸的累积  
Table 1. Free-Proline accumulation in various drought resistance types of soybean  
cultivars under non water-stress condition

单位:  $\mu$  mole/g.f.w  
Unit:  $\mu$  mole/g.f.w

生 育 期 Growth stages	盛 花 期 Full-blooming	结 荚 期 Pod-setting	鼓 粒 前 期 Early pod-filling	鼓 粒 后 期 Late pod-filling
品 种 Cultivars	黑 绥 呼 安 庆 农 80 丰 选 26 4 1001 号 101 Hei Sui Hu An Qing Nong Nong 80 Feng Xuan 26 4 1001 1 101	黑 绥 呼 安 庆 农 80 丰 选 26 4 1001 号 101 Hei Sui Hu An Qing Nong Nong 80 Feng Xuan 26 4 1001 1 101	黑 绥 呼 安 庆 农 80 丰 选 26 4 1001 号 101 Hei Sui Hu An Qing Nong Nong 80 Feng Xuan 26 4 1001 1 101	黑 绥 呼 庆 农 80 选 26 4 1001 101 Hei Sui Hu Qing Nong Nong 80 Xuan 26 4 1001 101
脯氨酸含量 Content of free-proline	1.73 1.36** 1.33** 1.125** 1.11** 1.46 1.74* 0.86** 1.72* 1.30		1.37 1.70 2.99** 2.00 1.65 2.40 2.29 2.42 1.69*	
L S D	LSD <sub>0.05</sub> =0.0412 LSD <sub>0.01</sub> =0.0556	LSD <sub>0.05</sub> =0.2126 LSD <sub>0.01</sub> =0.2876	LSD <sub>0.05</sub> =0.6338 LSD <sub>0.01</sub> =0.8573	LSD <sub>0.05</sub> =0.3639 LSD <sub>0.01</sub> =0.4922

2. 水分亏缺对大豆品种游离脯氨酸累积的影响

不同抗旱类型的大豆品种，在盛花期、结荚期、鼓粒前期、鼓粒后期的水分亏缺条件下其游离脯氨酸的累积均高于该品种在正常水分条件下的脯氨酸含量，且均达到了显著水平。由表 2 可见，不同抗旱类型的大豆品种游离脯氨酸的累积在各生育时期表现不

表 2. 不同生育期水分亏缺对大豆脯氨酸累积的影响  
Table 2. Effect of water-stress on free-proline accumulation of soybean cultivars in different growing period

单位:  $\mu$  mole/g · f · w  
Unit:  $\mu$  mole/g · f · w

品 种 Cultivars	盛 花 期 Full-bloom		结 荚 期 Pod-setting		鼓粒前期 Early pod-filling		鼓粒后期 Late pod-filling	
	旱处理 Drought treatment		旱处理 Drought treatment		旱处理 Drought treatment		旱处理 Drought treatment	
	CK		CK		CK		CK	
黑 农 26 Hei Nong 26	1.73	2.08*	1.46	22.21*	1.37	19.9*	2.40	8.01*
绥 农 4 Sui Nong 4	1.36	6.23*	1.74	13.40*	1.79	4.16*	2.70	4.95*
呼 80—1001 Hu 80—1001	1.33	2.11*	0.88	17.85*	2.97	6.25*	2.42	5.63*
安丰 1 号 An Feng 1	1.125	1.54*	1.72	35.06*	2.00	15.50*		
庆 选 101 Qing Xuan 101	1.11	24.03*	1.30	51.79*	1.65	15.58*	1.69	4.25*

同，其消长规律为前期缓慢。结荚期是水分亏缺后大豆品种累积脯氨酸的高峰时期，显著性测定已达到了显著。随着生育时期的延伸，水分亏缺导致游离脯氨酸累积的增长率减弱，其减弱程度因品种而异。如图 1 所示，不同抗类旱型大豆品种其曲线下降陡度不同。

二、不同生育期大豆品种游离脯氨酸的累积

由盛花期、结荚期、鼓粒前期、鼓粒后期测定大豆游离脯氨酸的结果表明，大豆品种在各不同生育期中积累脯氨酸的能力不同，它表明了品种在各个生育时期抵御干旱的能力。

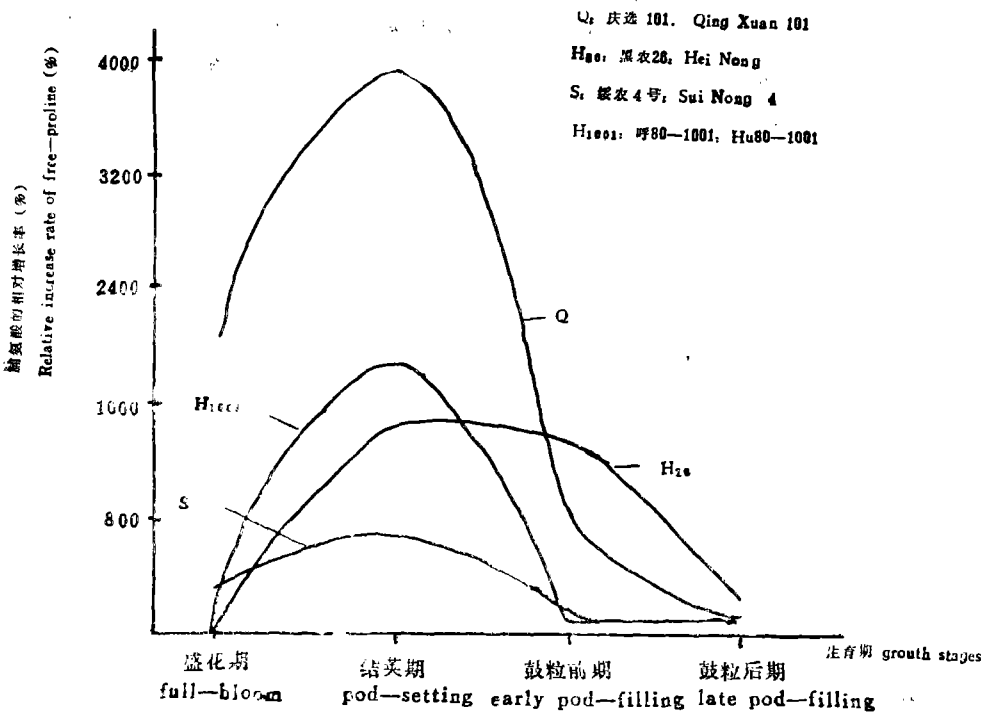


图 1. 不同生育期不同抗旱类型大豆品种脯氨酸的累积  
Fig 1. Accumulation of free-proline of various drought resistance types of soybean cultivars in different growth stages

1. 盛花期品种间游离脯氨酸的变化

由图 2 可见，敏感型和抗旱型品种的脯氨酸含量，在正常水分条件下，均低于对

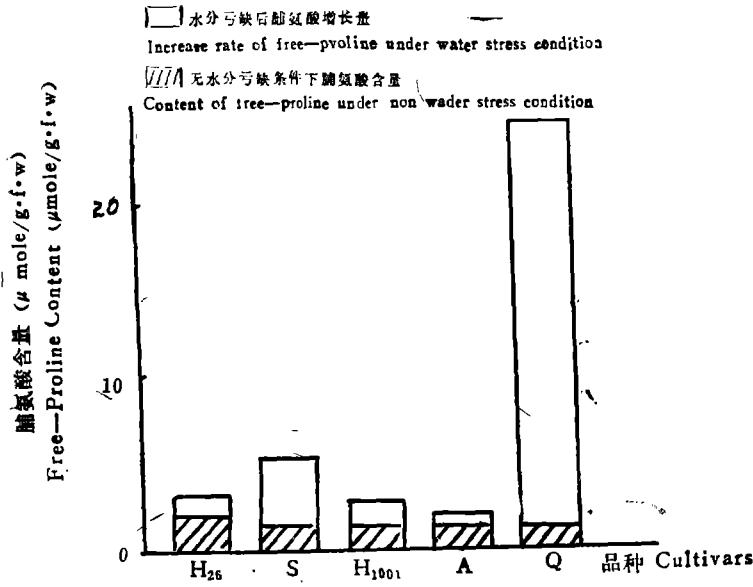


图 2. 盛花期品种的脯氨酸变化

Fig 2. Changes of free proline content among soybean cultivars in full-blooming stage

H<sub>26</sub>: 黑农 26;  
Hei Nong 26.  
H<sub>1001</sub>: 呼 80-1001;  
Hu 80-1001.  
Q: 庆选 101;  
Qing Xuan. 101.  
S: 绥农 4 号;  
Sui Nong. 4.  
A: 安丰 1 号;  
An Feng 1.

照，并达到了极显著水平。而在水亏缺条件下脯氨酸累积（除安丰1号外）均高于对

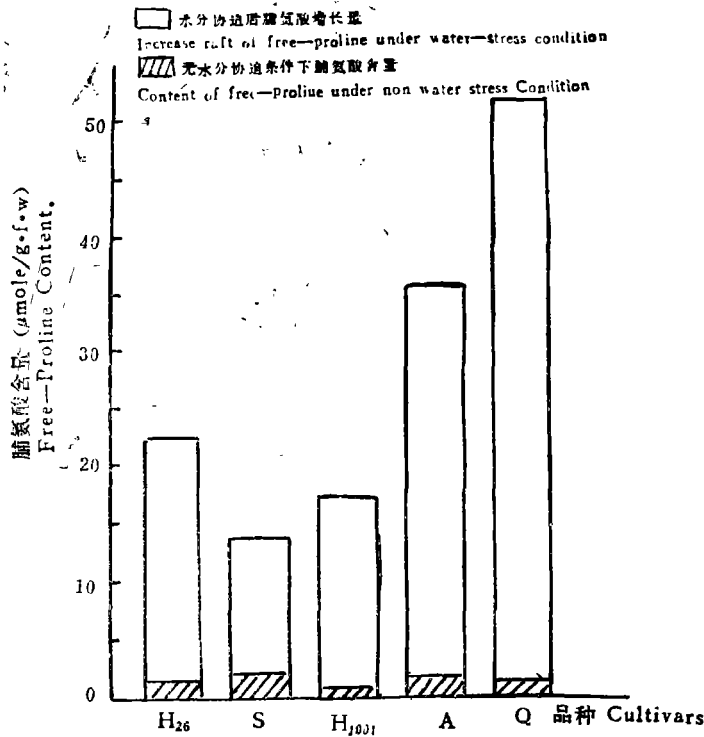


图 3. 结荚期品种间的脯氨酸变化

Fig 3. Changes of free-proline content among soybean cultivars in early pod-setting.

H<sub>26</sub>: 黑农 26; Hei Nong 26.  
H<sub>1001</sub>: 呼 80—1001; Hu 80—1001.  
Q: 庆选 101; Qing Xuan 101.  
S: 绥农 4 号; Sui Nong 4.  
A: 安丰 1 号; An Feng 1.

照，且达到了显著水平。各品种增长率是不同的，庆选 101 的增长率为最高，其含量为原有含量的 21.65 倍。说明这一时期“庆选 101”的抗旱能力高于其它品种。“安丰 1 号”和对照品种“黑农 26”在这一时期的累积能力最低。

### 2. 结荚期品种间游离脯氨酸的变化

由图 3 我们可以看到这一时期“庆选 101”与“黑农 26”在正常灌水条件下的脯氨酸含量差异不明显。但经过干旱处理后“庆选 101”的脯氨酸含量是其原有含量的 40 倍。“黑农 26”则是 15 倍。“安丰 1 号”和绥农 4 号在正常灌水条件下的脯氨酸累积差异不显著，但与对照品种“黑农 26”比较则达到了显著性差异。水分亏缺后，“安丰 1 号”和“绥农 4 号”的脯氨酸累积是不同

的。“安丰 1 号”的脯氨酸增长量是其原有含量的 20 倍，而“绥农 4 号”只增加了 7.5 倍。“呼 80—1001”在这一时期正常灌水条件下的叶片游离脯氨酸含量较低与对照相比，已达到了极显著差异，但水分亏缺后的脯氨酸的相对增长量是比较高的，为原有含量的 20 倍。从各个品种的增长率来看，不同生态类型的大豆品种在这一时期的抗旱反应是不同的，抗旱类型品种的脯氨酸增长率为原有含量的 20—40 倍，表现了较强的抗旱反应，中间类型品种的脯氨酸增长率为 15 倍，敏感类型品种的脯氨酸增长率是较低，只有原有含量 7.5 倍。

### 3. 鼓粒前期品种间的脯氨酸变化

在无水分亏缺条件下，栽培大豆品种间脯氨酸含量有所差异。“呼 80—1001”在这

一期时正常水分条件下的脯氨酸含量较高，与对照比较达到了显著性差异，但水分亏缺后的脯氨酸增长率并不高于其它品种，与“绥农4号”相似（见图4）。由此可以说明：在这一时期，“黑农26”游离脯氨酸的累积能力最高，其含量为原有含量的14.5倍，表现出较高的抗旱性。

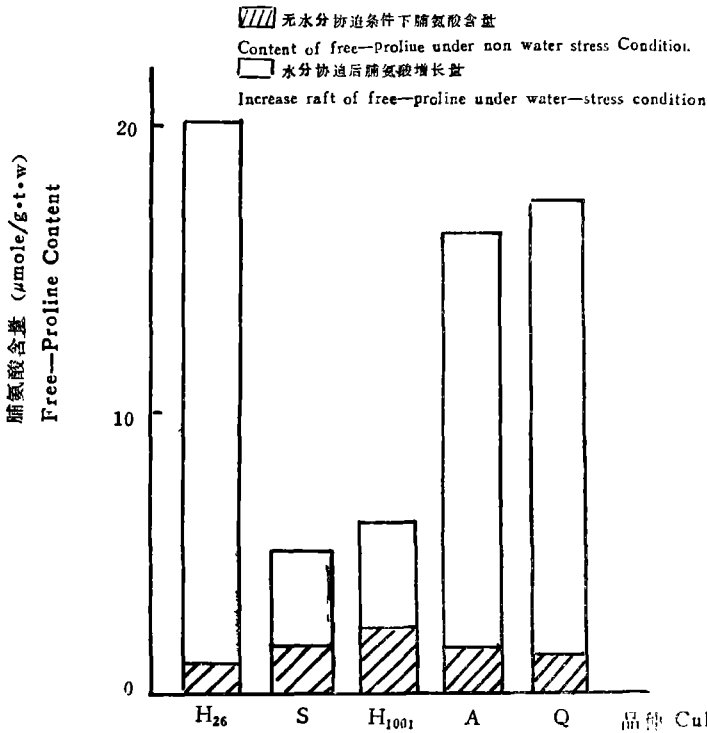


图 4. 鼓粒前期品种间的脯氨酸变化

Fig 4. Changes of free-proline content among soybean cultivars in early pod-filling.

H<sub>26</sub>: 黑农 26;  
 Hei Nong 26.  
 H<sub>1001</sub>: 呼 80—1001  
 Hu 80—1001  
 Q: 庆选 101;  
 Qing Xuan 101.  
 S: 绥农 4 号;  
 Sui Nong 4.  
 A: 安丰 1 号;  
 An Feng 1.

#### 4. 鼓粒后期品种间的脯氨酸变化

由图 5 可见，鼓粒后期大豆品种受水分亏缺后，累积脯氨酸的能力较前期减弱，在正常水分条件下，品种间存在着差异。“庆选 101”的游离脯氨酸含量低于对照品种。水分亏缺后，所试品种脯氨酸的增长量低于对照品种“黑农26”，达到极显著性差异。且品种脯氨酸累积的增长率是比较低的。总之，抗旱性不同的大豆品种，在水分胁迫条件下的脯氨酸累积能力是不同的，并且在各生育期中的抗旱能力表现也不相同，“庆选 101”、“呼80—1001”在盛花期、结荚期的抗旱能力高于其它供试品种。“黑农26”在鼓粒后期表现抗旱能力较强。

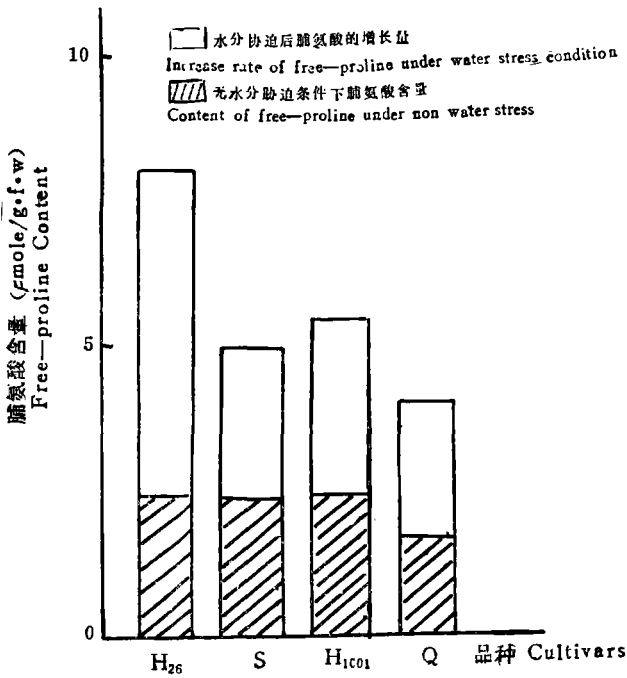


图 5. 鼓粒后期品种间的脯氨酸变化

Fig 5. Changes of free-proline content among soybean cultivars in late pod-filling.

H<sub>26</sub>: 黑农 26;  
Hei Nong 26.  
H<sub>1001</sub>: 呼 80—1001.  
Hu 80—1001  
S: 绥农 4 号;  
Sui Nong 4.  
Q: 庆选 101;  
Qing Xuang 101.

参 考 文 献

[1] L. S. Baters et al., Plant and Soil., 39, 205—207(1973).  
[2] F. T. Yasuo et al., Plant cell physiol., 22, 1397—1404(1981).  
[3] T. N. Singh et al., Natural New Biol., 236 188—190(1972).  
[4] T. N. Singh et al., Aust. J. Biol. Sci. 26, 45—56(1973).  
[5] R. P. Waldren et al., plant Soil., 40, 689—692(1974).  
[6] A. Blum et al. Crop Sci., 16, 428—431(1976).  
[7] F. T. Yasuo et al., Soil sci and Plant Nutr. 28(1), 147—151(1981).  
[8] R. Prasad. et al., Aust. J. plant physiol., 481—488(1982).  
[9] A. D. Hanson et al., Crop Sci., Vol 17 September-October 720—726(1977).  
[10] 尹田夫, 《大豆科学》1984年第 3 卷, 第二期153页。



BEHAVIOUR OF FREE—PROLINE ACCUMULATION IN VARIOUS  
DROUGHT—RESISTANTE TYPE OF SOYBEAN CULTIVARS  
(GLYCINE. MAX)

Liu Lijun, Yin Tienfu, Xue Jin, Song yingsu, Wang Yizhi

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

Abstract

This paper is the report of the behaviour of free-proline accumulation in various drought-resistance types of soybean cultivars under water-stress and non-stress condition in various growing periods. The results indicated that free-proline contents differed among soybean cultivars under non water stress condition and gradually increased along with growth and development from pod-setting to late pod-filling stage. The ability of free-proline accumulation in soybean cultivars was higher under water-stress than under non-water-stress and the difference was statistically significant. The ability of free-proline accumulation was different among various drought-resistente type of soybean cultivars in different growing periods. The highest was in pod-setting stage.