

# 三种薯类作物对土壤干旱反应的差异\*

杨根平 赵彩霞 王韶唐

(西北农业大学植物生理研究室)

**摘要** 对甘薯、马铃薯、菊芋在土壤干旱下的一些生理反应作了比较研究。结果表明,在同样干旱程度下,甘薯的RWC、叶水势变化很小,叶片还保持一定的生长速率,叶细胞膜透性小,Pro没有积累或积累很少,品种间有一定差异;菊芋在干旱下表现则相反,RWC、叶水势剧烈下降、生长停止以至死亡,叶片细胞膜透性和Pro线性增加;马铃薯的各种参数变化处于二者之间。据此可以认为,甘薯的抗旱性最强,马铃薯次之,菊芋最弱。

**关键词** 土壤干旱,薯类作物,马铃薯,甘薯,菊芋,抗旱性

甘薯和马铃薯在我国北方干旱半干旱易湿润地区广泛种植<sup>[1]</sup>,但对薯类作物的水分关系却研究很少。国外对马铃薯和甜菜的水分生理研究报告较多,也比较深入<sup>[2-3]</sup>,而对著名的抗旱作物甘薯还未见有系统的研究,对菊芋的研究则更少。水分是限制大多栽培薯类作物地区产量的主要因素,因此,比较研究薯类作物的抗旱性具有重要的理论和实践意义。

## 1 材料和方法

将马铃薯(*Solanum tuberosum* L)、菊芋(*Helianthus luserosus*)萌芽小块和甘薯[*Ipomoea batatas* (L) Lam] 2个品种(秦薯3号和84-114)健壮一致的秧苗,栽种于20×25cm的塑料桶(基质为砾石:表土:土肥=3:1:1)中。每桶定值3株,待苗全部恢复生长后,每桶施复合肥料4g,定期浇水,以不发生干旱为限。

移栽2月后(7月10日)开始处理。干旱处理一直不浇水,让其自然干旱,每天平衡各桶水量,使各桶间水分差异不超过总水量的5%;在8d处理期间土壤含水量由25%降至8.0%(永久焉萎点),对照组则充分灌水。

据观察,2个甘薯品种地上部分的生长一致。在干旱结束后,其中84-114品种,已具有膨大块根,马铃薯和菊芋未形成块茎。

在干旱期间,间隔一定时间取样测定叶片相对含水量(RWC)、脯氨酸(Pro)含量以及叶细胞膜透性<sup>[4]</sup>。选择茎生长点以下可见的第3片正在伸展的叶片,定时测定其长度,算出叶片的生长速率。

## 1 结果及分析

### 1.1 土壤干旱下3种薯类水分状况的变化

文稿收到日期:1989-11-28

• 国家自然科学基金资助项目。

表1 干旱期间3种作物叶片相对含水量(%)

作物种类	天 数			
	2	4	8	9
1 秦薯3号	88	85	80	86
2 84-114	78	80	75	85
3 菊芋	52	50	43	20
4 马铃薯	70	68	60	78

随着土壤干旱, 2个甘薯品种的RWC下降幅度不大, 菊芋和马铃薯的RWC则显著下降。尤其是菊芋, 在相同的土壤含水量下(11%), 其下部叶子已完全死亡, 顶部叶片卷曲, 叶缘部分死亡, 含水量下降很大(表1)。干旱8d后复水, 甘薯和马铃薯叶片均恢复到正常生长水平, 而此时菊芋已完全死亡。甘薯品种间RWC变化也有差异,

秦薯3号对干旱的反应极不敏感, 在干旱的第8d才出现叶片暂时萎蔫, 84-114随干旱进展RWC明显降低。叶片水势变化与RWC相似, 即处理期间, 叶水势不断下降。相比之下, 水势比RWC对干旱反应更敏感。秦薯3号的RWC变化很缓慢, 4d内下降不明显, 而水势从处理的第2d起就显著下降。从图1可以看出: 菊芋对土壤干旱最敏感, 马铃薯次之, 秦薯3号和84-114最不敏感。

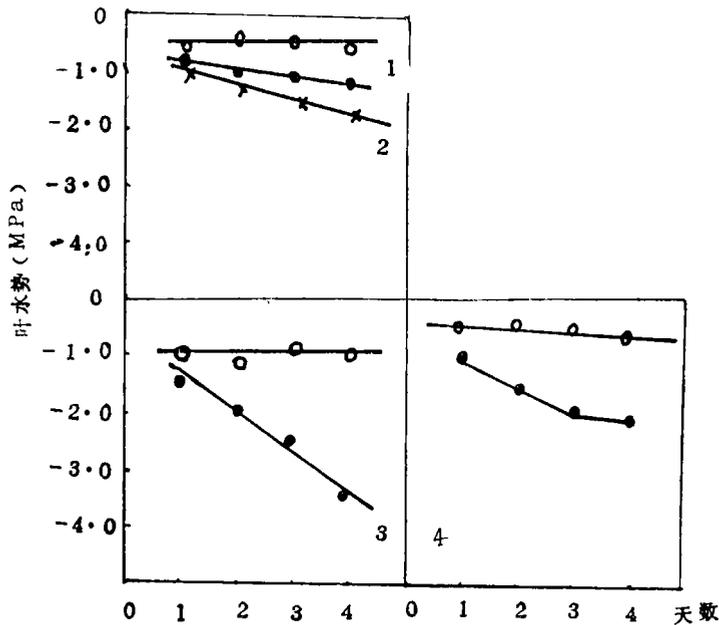


图1 干旱期间3种薯类作物叶水势的变化

1. 甘薯秦薯3号, 2. 甘薯84-114, 3. 菊芋, 4. 马铃薯

○-○对照 ···干旱处理

### 1.2 3种薯类作物在干旱下的叶片生长

植物生长对干旱极为敏感<sup>[5, 7, 8]</sup>, 它是衡量作物抗旱性的可靠生理指标。在土壤干旱情况下, 菊芋、马铃薯完全停止生长, 而秦薯3号还保持一定的生长速率(图4)。菊芋受害最重, 在干旱的第4d, 土壤含水量为10%, 正待展开的叶片卷曲, 叶缘部分已干化、死亡; 第6d, 土壤含水量为8%, 生长点也死亡; 马铃薯除生长点存活外,

其余叶片均死亡，而甘薯叶片只呈现暂时萎蔫。复水后，马铃薯和甘薯又恢复较快的生长（见图 2）。

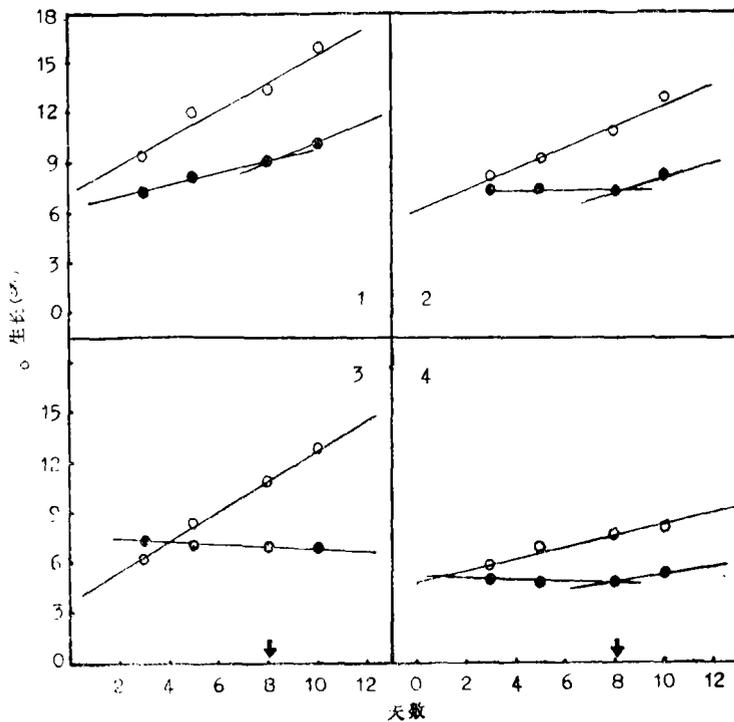


图2 土壤干旱对 3种薯类作物叶片生长的影响

1.甘薯；秦薯 3 号；  
2.甘薯 84-114；  
3.菊芋；4.马铃薯  
○-○对照 ·-·-干旱处理  
↓示复水

1.3 叶细胞膜透性的变化

干旱对作物一个重要的伤害是细胞质膜受损，对溶质的透性增加<sup>[9]</sup>。测定叶片细胞膜透性的大小，可以作为比较植物抗旱性的依据。测定结果(图 4)表明，随土壤干旱的发展，菊芋叶细胞膜透性迅速增大，相对电导直线上升，这与叶片的外观伤害症状一致。当土壤含水量为10%时(干旱第4d)，下部叶脱落，顶部叶缘开始死亡。随着干旱加重，叶子完全死亡，故透性一直增大，而其它 3 个种(或品种)的透性增加较小，且有一极限值，其中以秦薯 3 号透性变化最小，说明受害最轻。

1.4 叶片脯氨酸(Pro)积累的差异

据报道，土壤干旱情况下，作物体内发生 Pro 的积累<sup>[9, 10]</sup>。供试甘薯、马铃薯和菊芋叶片中 Pro 含量均增大，特别是菊芋，随着干旱的进程，Pro 含量线性增加，直至

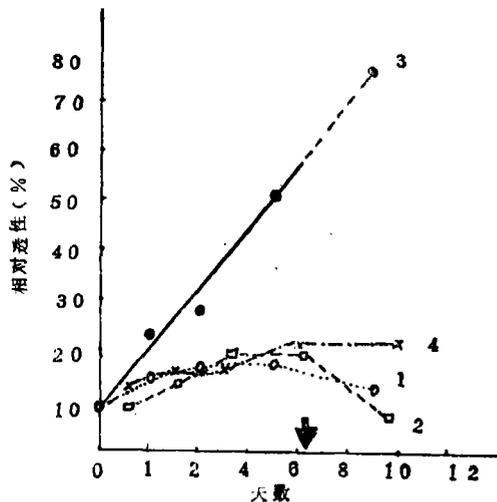


图3 土壤干旱对3种薯类作物叶细胞膜透性的影响

1.甘薯；秦薯3号；2.甘薯84-114；3.菊芋；4.马铃薯  
○-○对照；·-·-干旱处理；↓示复水

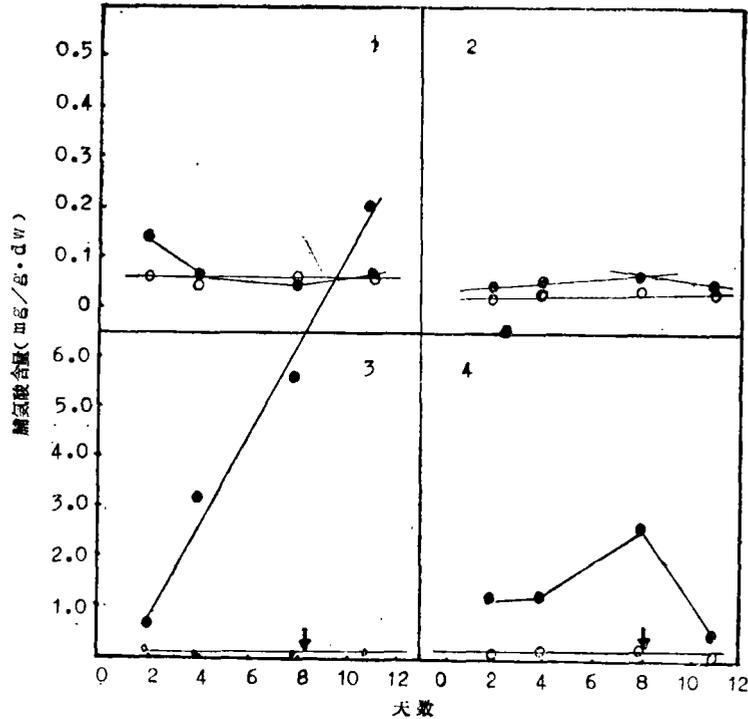


图4 土壤干旱下3种薯类作物叶片脯氨酸累积的差异  
1. 甘薯, 秦薯3号, 2. 甘薯84-114, 3. 菊芋, 4. 马铃薯  
○-○对照; ·-·干旱处理; ↓示复水

死亡。马铃薯中 Pro 积累也很显著。两个甘薯品种 Pro 变化很小, 其中秦薯 3 号干旱与对照无差异; 84-114 增加显著, 但远不如菊芋和马铃薯剧烈。由此亦可说明, 在同样的干旱条件下, 菊芋受到的胁迫最重。甘薯叶片在土壤含水量达 8%、叶片发生萎蔫的情况下, 还未积累 Pro 或积累量很少, 这表明, 甘薯可能是一种不积累 Pro 的作物。关于脯氨酸积累和细胞膜透性以及叶水势的关系见图 5、图 6。

## 2 结 论

(1) 在土壤逐渐干旱的情况下, 3 种薯类作物甘薯、马铃薯与菊芋包括 2 个甘薯品种的适应性能表现出显著的种间及品种间差异。以甘薯抗旱性最强, 马铃薯次之, 菊芋最不耐旱。甘薯品种间秦薯 3 号抗旱性优于 84-114。

(2) 3 种薯类作物抗旱性的差异主要表现在抗旱种及品种在同样干旱条件下, 植株体内能维持较好的水分状况。水势及相对含水量较高, 有利于代谢的进行和保持一定的生长速率。

(3) 植物抗旱性主要指标之一, 是在受旱时细胞膜透性发生变化。抗旱种及品种的相对透性较低。对干旱敏感的种和品种则增高。本试验结果符合这一趋势。

(4) 在受旱情况下, 植物体内常常积累大量脯氨酸 (Pro), 但对其在抗旱中的作用, 目前学者的意见尚不一致<sup>[9]</sup>。一种意见认为 Pro 的积累有利于抗旱, 另一种意

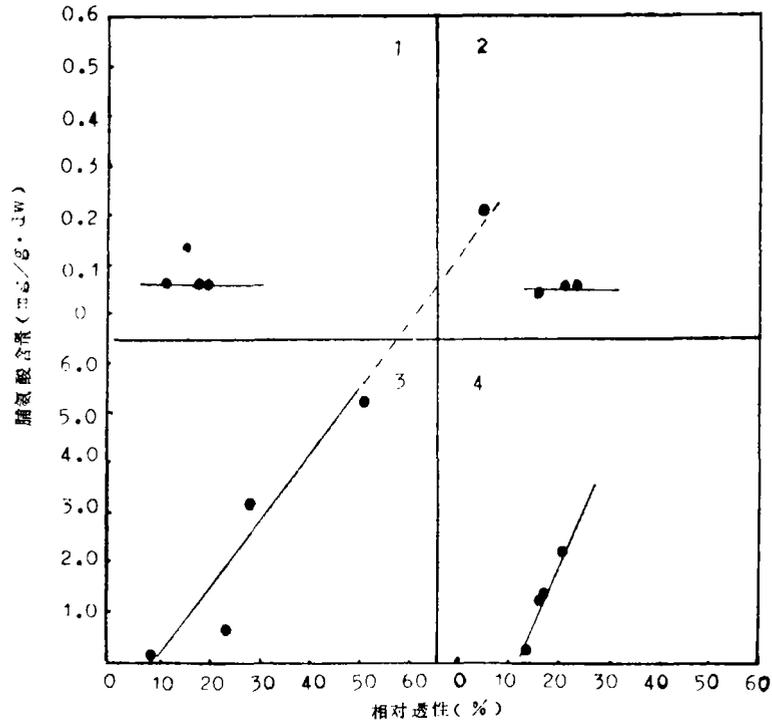


图 5 3 种薯类作物脯氨酸累积与叶片相对电导的关系  
1. 甘薯：秦薯3号，2. 甘薯84-114，3. 菊芋，4. 马铃薯 o-o 对照，·-· 干旱处理

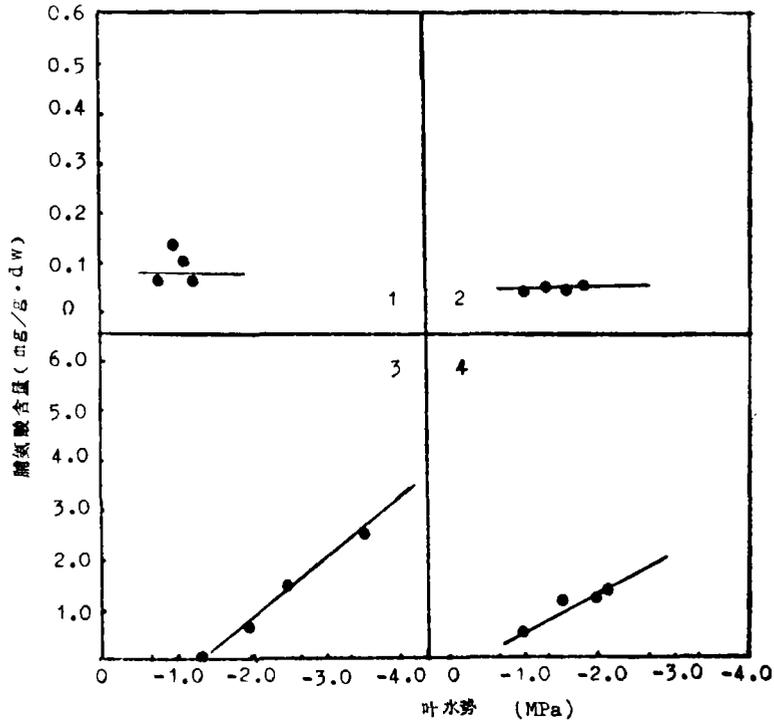


图 6 3 种薯类作物脯氨酸累积与叶水势之间的关系  
o-o 对照，·-· 干旱处理

见则认为 Pro 的积累只是植物受旱时的伤害反应, 可以作为受旱程度的指标, 而不能作为抗旱指标。本试验和我们用大豆研究的结果支持后一论点<sup>[11]</sup>。

(5) 本试验结果可供干旱半干旱地区作物配置、抗旱栽培和育种工作参考。

#### 参 考 文 献

- 1 江苏省农科院、山东省农科院主编。中国甘薯栽培学。上海科学技术出版社, 1984
- 2 Palta J A et al. *Plant Cell and Environment*. 1987, 10(9): 735-740
- 3 Coffey B, Dixon M, Coffin R. *Hort. Science*. 1988, 23(7): 800-810
- 4 王福唐主编。植物生理学实验指导。陕西科学技术出版社, 1987
- 5 荆家海, 肖庆德。水分胁迫和胁迫后复水对玉米叶片生长速率的影响。植物生理学报, 1987, 13: 51-57
- 6 王洪春。植物抗性生理。植物生理学通讯, 1981(6): 72-81
- 7 Boyer J S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn soybean and sunflower at various leaf water potential. *plant physiology*, 1970, 46: 233-235
- 8 Kramer J A. Water deficits and plant growth. In: kramer J A (ed). *Water relations of plants*. Academic press, New york. London. 354-359
- 9 王邦锡, 黄久常, 王辉。不同植物在水分胁迫条件下脯氨酸的累积与抗旱性的关系。植物生理学报, 1989, 15(1): 46-51
- 10 曹仪植, 吕志恕。水分胁迫下植物体内游离脯氨酸的累积及ABA在其中的作用。植物生理学报, 1985, 11: 9-16
- 11 杨根平, 盛宏达, 赵彩霞。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, 1990, 18(2): 84-87

## Different Reactions of Three Tuber Crops to Soil Drought Stress

Yang Genping Zhao Caixia Wang Shaotang

(*Plant Physiology Research Lab, Northwest Agricultural University*)

**Abstract** The physiological reactions of three tuber crops, sweet potato (*Ipomoea batatas*(L) Lam, cv Qin Shi No.3 and No.84-118), potato (*solanum tuberosum* (L) Lam) and jerusalemartichoke (*Helianthus tuberosus*, L), to soil drought stress were studied with pot experiments in the greenhouse. The results showed that, under the same drought stress, RWC and water potential of sweet potato leaves changed slightly and leaves kept notable positive growth rate, permeability of leaf cell membrane was very low, less or no prolin accumulation. RWC and water potential of jerusalemartichoke, however, decreased greatly leaf growth stopped and died, and there was a positive linear increase in membrane permeability and prolin content with soil drought stress. It was suggested that among three tuber crops, the drought resistance of sweet potato was the greatest and that of jerusalemartichoke was the smallest. There were also some variations of drought resistance between sweet potato cvs.

**Key words** Soil Drought, Tuber crops, potato, sweet potato, jerusalemartichoke, drought resistance