

水分胁迫对马铃薯的生理反应

高占旺 庞万福

宋伯符

(河北省张家口市坝上农科所 076450) (国际马铃薯中心驻京办事处 100081)

摘 要

以中早熟品种“坝薯9号”、中晚熟品种“坝薯10号”和“乌盟851”为试材,研究了干旱对马铃薯的影响,结果表明:①随着水分胁迫时间的延长和胁迫强度的增加,叶片相对含水量和叶水势下降,蒸腾强度减弱,伤流量减少;植株高度、茎粗、叶片长和宽、功能叶间距均降低;块茎单株产量和收获指数降低,块茎干物质含量提高;叶绿素含量与光合作用强度随水分胁迫时间延长而降低,但随胁迫强度的增加而提高。②单株产量与叶水势和收获指数呈显著正相关,与块茎干物质含量呈显著负相关。③坝薯9号和乌盟851是两个耐旱品种。

关键词 水分胁迫, 马铃薯, 生理反应

1 前 言

作物生长受多种因素的影响,其中水分是一个重要因素。各种作物在生长过程中有效水稍有亏缺即刻引起植株的代谢活动、生理活动和形态指标发生改变。研究马铃薯的抗旱机理,可为培育抗旱的马铃薯品种、亲本的选配以及抗旱栽培提供理论依据。本试验选用华北干旱区主要推广品种进行盆栽、土培和正常供水三个处理,在播种后80、95、110和125天分别测定其叶片相对含水量、叶水势、叶绿素含量、光合作用强度、伤流量等生理生态指标,同时分析了单株产量与各生理指标的关系。

2 材料与方 法

2.1 试验材料及其处理

试验于1993年在河北省张家口市坝上农科所试验地进行。供试材料为中早熟品种“坝薯9号”和中晚熟品种“坝薯10号”、“乌盟851”。试验处理方法如下:

(1) 土培: 种植在遮雨网室内,植株生长期间不浇水。

(2) 盆栽: 将盆放在遮雨网室内,植株生长期间不浇水。

(3) 对照: 种植在大田,依靠自然供水,严重干旱时浇水。

2.2 测定项目及方法

叶片相对含水量: 称重法测定。

叶绿素含量: 分光光度法测定。

叶水势: 小液流法测定。

光合作用强度: 改良半叶法测定,测定时间为上午9时至下午5时。

蒸腾强度: 钴纸法测定纪录钴纸变色时间。

伤流量: 称重法测定。

上述测定项目分别在播种后 80、95、110 和 125 天分 4 次进行。开花后期测定植株高度、茎粗、复叶长和宽、顶小叶长和宽、功能叶间距。收获时测定地上和地下部分鲜重和干重, 计算单株产量、收获指数和块茎干物质含量。

测定土壤含水量用土钻取 0~30 厘米土层, 烘干后求绝对含水量。

3 结果与分析

3.1 干旱对株高、茎粗、复叶长和宽、顶小叶长和宽、功能叶间距的影响

从表 1 和表 2 可知, 各品种在水分胁迫下, 株高、茎粗、复叶长和宽、顶小叶长和宽、功能叶间距都明显降低, 但降低幅度不

一致。从变异幅度看, 株高、功能叶间距和茎粗的降低幅度大, 叶片的长和宽降低幅度小。各品种变化也不一致, “坝薯 10 号”变异幅度比另两个品种大, 说明坝薯 10 号对水分反映比较敏感。

3.2 干旱对叶片含水量、叶水势和叶片蒸腾强度的影响

对照(正常供水)的叶片相对含水量和叶水势均较高, 但随着水分胁迫时间的延长和胁迫强度的增加, 叶片相对含水量和叶水势明显下降。中早熟品种“坝薯 9 号”下降的幅度明显大于另外两个晚熟品种 (图 1, 2), 说明晚熟品种保水能力明显高于早熟品种。

叶片蒸腾强度与叶片相对含水量和叶水势的变化一致, 随胁迫时间的延长和胁迫强度的增加, 叶片蒸腾强度明显减弱 (表 3)。

表 1 干旱对株高、茎粗、叶片长和宽以及功能叶间距的影响 (cm)

项 目	坝薯 9 号						坝薯 10 号						乌 盟 851					
	土培	盆栽	对照	$\bar{X}$	CV%		土培	盆栽	对照	$\bar{X}$	CV%		土培	盆栽	对照	$\bar{X}$	CV%	
株 高	31	24	66	40	56.3		18	15	62	32	82.2		23	18	40	27	42.7	
茎 粗	1.24	0.97	1.25	1.15	13.7		2.75	0.68	1.42	1.62	64.7		0.90	0.64	1.09	0.88	25.4	
复 叶 长	19.0	16.0	20.3	18.4	12.0		15.1	14.5	21.3	17.0	22.1		14.5	14.0	18.3	15.6	15.2	
复 叶 宽	15.0	12.0	13.7	13.6	11.1		9.0	7.5	12.7	9.7	27.6		10.0	11.0	11.5	10.8	7.1	
顶小叶长	5.96	3.87	5.87	5.23	22.6		4.07	3.57	5.30	4.31	20.6		4.23	3.73	5.73	4.56	22.8	
顶小叶宽	3.70	2.20	3.50	3.13	26.0		2.60	2.37	4.23	3.07	33.1		2.67	2.27	3.30	2.75	18.9	
功能叶间距	3.33	1.93	2.97	2.74	26.5		1.90	1.13	3.50	2.18	55.4		1.53	1.20	2.10	1.61	28.3	

表 2 不同处理土壤含水量 (%)

处 理	土 层 (cm)	7 月 19 日	7 月 30 日	8 月 9 日	8 月 20 日	8 月 30 日	9 月 10 日
盆 栽	0~10	6.2	3.4	2.9	1.6	1.7	1.4
	10~20	5.5	4.9	2.8	1.1	2.6	1.0
	20~30	5.0	4.0	3.3	3.1	1.3	0.9
土 培	0~10	5.6	4.1	4.1	2.5	2.8	2.3
	10~20	8.7	3.4	3.9	3.6	3.6	3.2
	20~30	8.5	3.6	5.8	3.1	4.4	4.0
对 照	0~10	16.5	14.2	13.7	11.6	9.4	14.4
	10~20	15.9	15.6	11.2	13.1	12.6	15.6
	20~30	16.9	16.1	14.9	13.3	13.4	16.7

表 3 水分胁迫对马铃薯叶片蒸腾强度的影响 (秒)

DAP	坝薯 9 号			坝薯 10 号			乌盟 851		
	土培	盆栽	对照	土培	盆栽	对照	土培	盆栽	对照
80	143.2	222.6	176.8	189.0	196.0	179.2	212.4	222.6	168.2
95	192.0	222.6	221.7	255.8	263.1	272.8	257.0	276.0	290.3
110	552.2	585.0	324.0	439.0	477.4	285.0	254.0	514.0	294.0
125	—	—	—	548.0	564.0	365.0	560.0	620.5	390.0

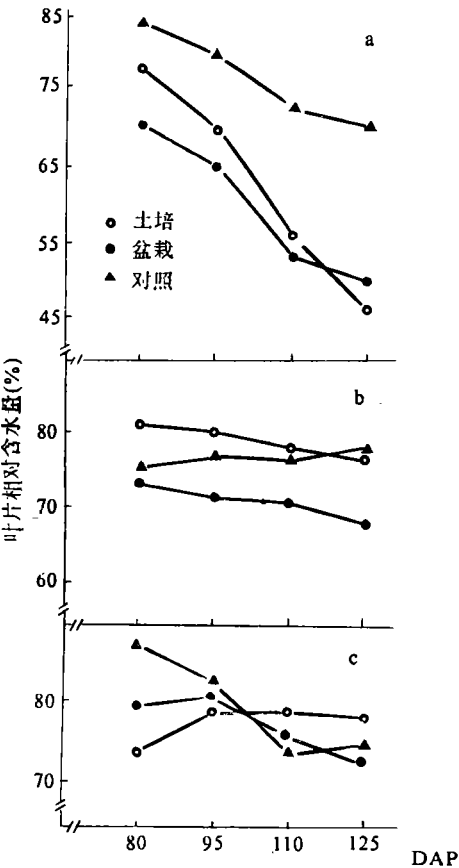


图 1 坝薯 9 号 (a)、坝薯 10 号 (b) 和乌盟 851 (c) 在干旱条件下叶片相对含水量的变化曲线

3.3 干旱对叶绿素含量和光合作用强度的影响

表 4 和图 3、4 表明, 叶绿素含量和光合作用强度随着水分胁迫时间的延长呈现出降低趋势, 在播种后 95 天达到最大值。从水分胁迫强度看, 叶绿素含量随胁迫强度增加而提高, 光合作用强度则表现出播种后

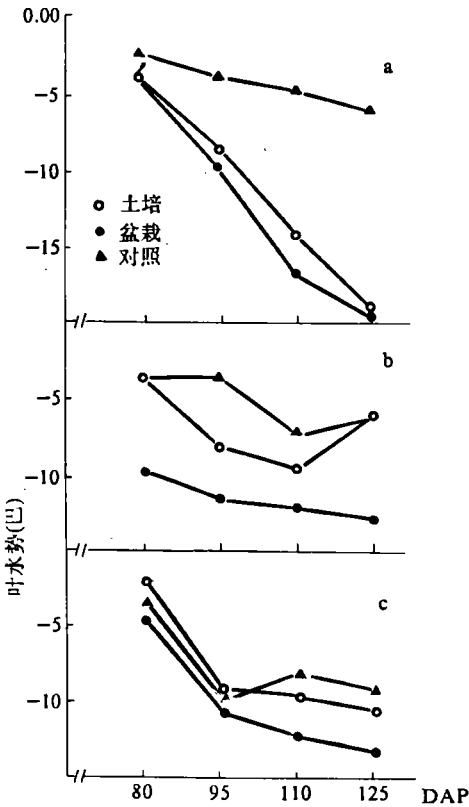


图 2 坝薯 9 号 (a)、坝薯 10 号 (b) 和乌盟 851 (c) 叶水势变化曲线

95 天前随胁迫强度增加而降低, 95 天后则随着胁迫强度增加而提高。叶绿素 a/b 比值随着胁迫强度的增加而降低, 但随着胁迫时间的延长变化不明显。

3.4 干旱对伤流量的影响

从图 5 可知, 随着水分胁迫时间的延长和胁迫强度的增加, 伤流量呈下降趋势。各

表 4 干旱对马铃薯叶绿素总量 (c) 及叶绿素 a/b 比值 (a/b) 的影响

DAP	坝 薯 9 号						坝 薯 10 号						乌 盟 851					
	土培		盆栽		对照		土培		盆栽		对照		土培		盆栽		对照	
	C	a/b	C	a/b	C	a/b	C	a/b	C	a/b	C	a/b	C	a/b	C	a/b	C	a/b
80	1.32	2.05	1.84	1.62	1.15	2.19	1.32	1.93	1.45	1.64	1.18	2.10	1.29	2.01	1.87	1.74	1.25	2.16
95	2.36	1.43	2.47	0.99	1.04	2.24	2.22	1.22	1.26	1.29	0.98	2.24	2.35	1.44	1.06	1.97	1.26	2.25
110	2.06	1.74	1.87	0.97	0.97	1.83	1.47	1.57	1.35	1.43	0.77	2.07	1.40	1.48	1.45	0.97	1.25	1.96
125	2.96	1.27	4.32	0.60	0.83	1.51	2.51	1.68	1.23	0.88	1.07	1.95	1.85	1.43	2.11	1.54	1.08	1.75

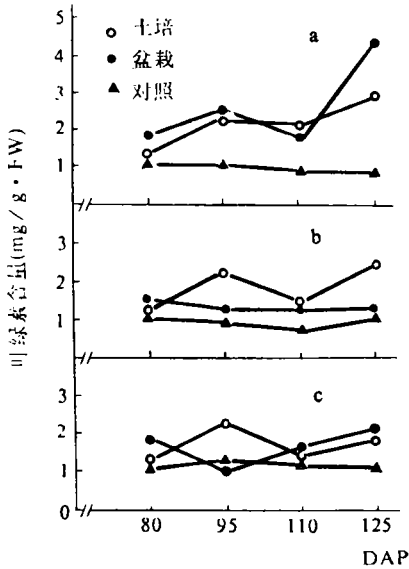


图 3 干旱对坝薯 9 号(a)、坝薯 10 号(b)和乌盟 851(c)叶绿素总量(C)的影响

品种变化不一致,“坝薯 9 号”和“乌盟 851”两个品种的对照处理明显高于另两个处理,而土培和盆栽的伤流量基本接近。“坝薯 10 号”在 3 个处理中伤流量均少,且变幅不大,说明“坝薯 10 号”根系吸水能力不如前两个品种。3 个品种播种后 125 天的伤流量在 3 个处理中均表现低而

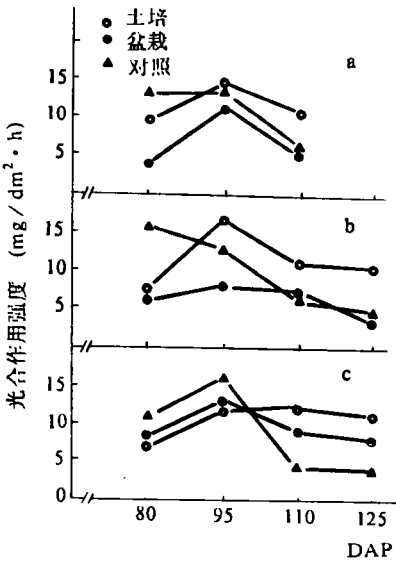


图 4 干旱对坝薯 9 号(a)、坝薯 10 号(b)和乌盟 851(c)光合作用强度的影响

接近,说明根系吸收水分能力减弱,植株已进入生育后期。

3.5 干旱对马铃薯单株产量、收获指数和块茎干物质含量的影响

从表 5 可知,随着水分胁迫强度的增加,单株块茎产量和收获指数明显降低,块茎干物质含量明显提高。

表 5 干旱对马铃薯单株产量、收获指数和块茎干物质含量的影响

项 目	坝薯 9 号			坝薯 10 号			乌盟 851		
	土培	盆栽	对照	土培	盆栽	对照	土培	盆栽	对照
单株块茎鲜重(克)	121.0	26.0	511.0	40.0	31.0	765.0	21.0	36.0	1175.0
单株块茎干重(克)	36.4	8.5	105.0	13.0	13.5	190.0	6.7	15.0	275.0
块茎干物质含量(%)	30.1	32.7	20.7	32.5	43.5	24.8	31.9	41.7	23.4
收获指数(%)	69.5	38.3	81.7	41.3	47.4	69.9	29.1	34.6	75.9

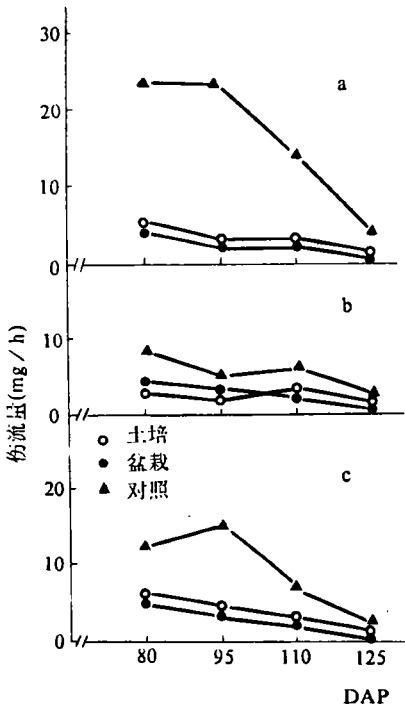


图 5 干旱对坝薯 9 号(a)、坝薯 10 号(b)和乌盟 851(c)伤流量的影响

4 讨 论

4.1 干旱与叶片相对含水量、叶水势和伤流量的关系

叶片相对含水量和叶水势是作物耐旱性的生理指标。本试验显示, 在干旱条件下, 马铃薯叶片相对含水量和叶水势均表现出降低的趋势, 因此叶片相对含水量和叶水势可以反映马铃薯植株的缺水状况。

伤流量是反映作物根系活动能力强弱的重要指标。本试验表明, 伤流量随着干旱时间的延长和强度的增加而显著降低。就品种

而言, “坝薯 9 号”和“乌盟 851”的伤流量在正常水分供应下明显高于受水分胁迫的作用, 而且这两个品种在正常水分供应下要比“坝薯 10 号”高。表明“坝薯 9 号”和“乌盟 851”的根系吸收水分能力强, 增产潜力大。

4.2 干旱与叶绿素含量和光合作用强度的关系

作物在干旱时, 往往表现叶绿素含量下降, 光合作用强度降低。本试验结果则表现出土培和盆栽高于对照 (正常供水), 这与夏阳 (1993) 在梨树上的试验结果一致, 说明主要是干旱严重抑制了生长, 叶片扩大受阻的缘故。使整体光合作用受到严重影响。

4.3 干旱条件下, 单株产量与叶片相对含水量、叶水势、伤流量、块茎干物质含量和收获指数的关系

经相关性分析, 单株产量与叶水势 ($r = 0.6438^*$) 和收获指数 ($r = 0.7336^*$) 呈显著正相关, 与块茎干物质含量 ($r = -0.7222^*$) 呈显著负相关, 而与叶片相对含水量 ($r = 0.4402$)、伤流量 ($r = 0.5824$) 相关关系不显著。

致谢: 本研究得到张家口农专牛瑞明先生指导, 在此谨致谢意。

主要参考文献

- 1 华东师范大学生物系植物生理教研组. 植物生理学实验指导. 高等教育出版社, 1980
- 2 夏阳. 水分逆境对果树脯氨酸和叶绿素含量变化的影响. 甘肃农业大学学报, 1993, 1
- 3 薛崧、汪沛洪等. 水分胁迫对冬小麦 CO_2 同化作用的影响. 植物生理学报, 1992, 1

PHYSIOLOGICAL REACTION OF POTATO CROP UNDER WATER STRESS CONDITION

Gao Zhanwang and Pang Wanfu

(Bashang Institute of Agricultural Sciences, Hebei 076450)

Song Bofu

(The International Potato Center Liaison Office in Beijing 100081)

ABSTRACT

Using early-medium maturity cultivar Bashu No. 9 and medium-late maturity cultivars Bashu No. 10 and Wumeng 851 as experimental materials, we studied the effects of drought on potato crop. The results obtained were as follows. (1) With period and intensity of water stress increasing, the leaf relative water content, leaf water potential, leaf transpiration intensity, root bleaching amount, plant height, stem thickness, leaf length and width, functional leaf spacing, tuber yield per plant and harvest index were all decreased, but dry matter content in tuber increased. As for the total chlorophyll content and photosynthesis intensity, they were decreased with the period of water stress increasing while they were increased with the intensity of water stress increasing. (2) The tuber yield per plant was positively correlated to leaf water potential and harvest index ($P < 0.05$), but negatively correlated to dry matter content in tuber ($P < 0.05$). (3) The cultivars, Bashu No. 9 and Wumeng 851, seemed to be insensitive to drought.

KEY WORDS: water stress, potato, physiological reaction