

8-12

第20卷 第4期
1992年11月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.4
Nov. 1992

水陆稻品种旱育秧苗生长和抗旱生理的研究

董海洲

(山东农业大学, 山东泰安·271000)

高如嵩

(西北农业大学, 陕西杨陵·712100)

摘 要 用4种水分处理, 对盆栽8个水陆稻品种旱育秧苗期生长和抗旱生理生化变化进行了研究。结果表明: 各参试品种在土壤持水量90%~100%的条件下, 比淹水处理的秧苗根系生长好, 植株健壮, 分蘖多, 光合强度、可溶性糖、干物质积累和叶绿素含量均有所提高, 株高有所下降; 在土壤持水量75%~85%的条件下, 抗旱性强的品种能保持较好的生长势, 但抗旱性弱的品种生长则明显减弱; 在土壤持水量60%~70%的条件下, 各品种秧苗植株生长矮小, 根系生长受阻, 叶色黄绿。这些变化的生理原因主要是植株含水量降低, 细胞膜透性增大。

关键词 水陆稻品种, 旱育秧, 抗旱性, 水分胁迫, 土壤持水量, 生理生化特性

中图分类号 S511.104.3, S511.604.3

水稻旱育秧是我国北方稻区为适应春季和夏初干旱少雨的气候特点, 而采用的一项节水种稻技术。在我国西南春旱秋淋等稻区培育麦茬稻中也有较高的实用价值。目前国内外对该项技术的研究, 多侧重于栽培技术方面, 有关水陆稻不同品种旱育秧的生长规律和抗旱生理生化方面的系统研究较少。本试验旨在探讨水陆稻不同品种旱育秧生长和抗旱生理的内在规律及其与土壤水分条件的关系和适宜的灌水指标。为提高旱育秧栽培技术、培育壮秧及抗旱品种的选育和鉴定提供理论依据。

1 材料和方法

试验于1989~1990年在山东农业大学校内, 采用盆栽的方式进行。播种期为5月2日, 秧龄40 d。试验用粉砂壤土, 土壤含速效氮 $80\mu\text{g/g}$, 速效磷 $45\mu\text{g/g}$, 速效钾 $120\mu\text{g/g}$, 有机质2%, pH值7, 最大持水量的含水量为25%。采用秦爱、幸实、旱稻4号、中远2号、喜峰、丰锦、日本晴、中花8号8个品种, 其中秦爱和旱稻4号为陆稻品种。设4个水分处理: 淹水深2~3 cm(CK, W_1); 土壤持水量90%~100%(W_2), 75%~85%(W_3)和60%~70%(W_4), 共32个处理, 6个重复, 裂区随机排列。水分管理采用称重法。试验所用瓷盆(内径20 cm, 高25 cm), 每盆装干土7.5 kg, 播种前折合施有机肥 $75\,000\text{ kg/hm}^2$, 过磷酸钙 750 kg/hm^2 , 尿素 150 kg/ha , 硫酸亚铁 15 kg/hm^2 , 硫酸锌 15 kg/hm^2 作基肥。播种前浸种催芽, 每盆播30粒, 三叶期间苗, 四叶期定苗, 每盆留苗20株。

观察、测量项目及方法: ①在播种期、出苗期、分蘖期, 每隔4 d调查秧苗高度、

文稿收到日期: 1991-11-23.

分蘖数、叶色及株型,并在七叶一心时测定秧苗基部宽度;②秧苗鲜、干重用烘干称重法;③根干重、粗度用水冲洗盆土取根,在光学显微镜下量其鲜根直径后,烘干称重;④质膜透性用 DDS-11A 型电导率测定仪测定,细胞质膜的相对透性用相对电导率〔(电导率/总电导率)×100〕表示;⑤叶绿素含量用 80%丙酮溶液提取,721 分光光度计比色;⑥叶片水势用 ZLZ-4 型植物水分状况测定仪,按照压力室技术测定;⑦可溶性糖用蒽酮比色法测定;⑧脯氨酸含量用磺基水杨酸法测定;⑨蛋白质含量用考马亮蓝 G-250 法测定;⑩丙二醛参照汪宗立等人的测定方法;⑪叶片光合强度和呼吸强度用红外线 CO₂ 分析仪测定。

2 结果与分析

2.1 不同水分处理对秧苗生长的影响

2.1.1 对株高的影响 处理 W₂, W₃ 和 W₄ 的各品种秧苗株高比 W₁ 分别平均下降了 9.6%、26.1%和 39.4%(见表 1),这说明随着土壤持水量的减少,秧苗水分胁迫加重,植株生长受到抑制。不同品种对水分胁迫的反应有一定的差异,在同一水分处理中,抗旱性弱的品种(中花 8 号、日本晴和丰锦)株高降低的幅度大于抗旱性强的(旱稻 4 号、秦爱)和较强的品种(中远 2 号、喜峰和幸实)。例如日本晴株高在 W₂, W₃ 和 W₄ 中分别比旱稻 4 号和中远 2 号的降低了 5.3%, 3.4%; 17.9%, 8.3%; 13.4%, 7.6%, 说明抗旱性弱的品种对土壤水分亏缺的敏感程度高于抗旱性强的和较强的品种。

表 1 不同水分处理对秧苗及根系生长的影响

水分处理	株高	茎基部宽度	分蘖数	根长	根数	根粗	根干重
(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(mm)	(mg)
W ₁	28.9	0	2.1	20.9	20.2	8.5	148.1
W ₂	26.4	-9.6	3.2	25.5	21.9	8.2	155.1
W ₃	22.0	-26.1*	2.5	16.3	27.5	9.3	157.6
W ₄	17.7	-39.4**	1.1	12.5	11.3	7.0	105.6

注: 1)表内数值为各处理不同品种的平均值。2)显著性测验用 LSR 法: 各项中的(%)为该处理比 W₁ 增加(用“+”表示)或减少(用“-”表示)的百分率;“[]”里的数字为抗旱性强和较强的品种平均比 W₁ 增长率及抗旱性弱的品种平均比 W₁ 减少率。下表相同。

2.1.2 对秧苗基部宽度、分蘖数和根系生长的影响 由表 1 还可知,处理 W₂ 的各品种秧苗的基部宽度、分蘖数、根长、根数和根干重较 W₁ 的明显增加,但根粗略有降低; W₃ 中抗旱性强的和较强的品种秧苗基部宽度、分蘖数、根数、根粗和根干重比 W₁ 的有所增加,但根长变短,抗旱性弱的品种除根数比 W₁ 的略有增加外,其他各项目均表现减少的趋势; W₄ 的各品种秧苗上述各项指标均较 W₁ 的显著减少。说明适当减少土壤水分对促进各品种秧苗茎粗、分蘖和根系生长有利。

2.1.3 对秧苗株型、叶色和长势的影响 W₂ 的各品种秧苗较 W₁ 的株型紧凑,叶片挺立,叶色较绿,生长健壮; W₃ 的秧苗株型变化同 W₂, 叶片绿色,抗旱性强和较强的品种生长好于抗旱性弱的; W₄ 的秧苗均生长瘦弱,植株矮小,叶片黄绿色,表现

为弱苗。

2.2 不同水分处理对秧苗生理生化指标的影响

2.2.1 对秧苗含水量、叶片水势、质膜透性和丙二醛含量的影响 从表 2 中可以看出,土壤持水量降低会导致秧苗含水量和叶片水势显著降低、叶片质膜透性和丙二醛含量显著增加。丙二醛是膜脂过氧化作用的产物,其含量增加愈多,说明细胞膜结构受损愈重。植株脱水、水势下降,细胞膜受损,会引起植株体内生理代谢紊乱,生长发育受阻,造成严重旱害^{〔1~3〕}。从本试验秧苗生长状况来看,上述生理生化变化,在 75%~100% 的土壤持水量范围内,会使各品种秧苗地上部生长减慢;在 60%~70% 土壤持水量下,会导致秧苗生长受阻、素质变差,造成旱害。

表 2 不同水分处理对秧苗生理生化变化的影响

水分处理	含水量		水势		相对电导率		丙二醛含量	
	(%)	(%)	(-Pa)	(%)	(%)	(%)	(mg · g ⁻¹ · fw ⁻¹)	(%)
W ₁	81.7	0	5.6	0	5.2	0	0.85	0
W ₂	78.2	-4.2	6.9	-23.2*	5.7	+9.6	0.97	+9.4
W ₃	75.2	-7.9	8.6	-53.5**	7.0	+34.6*	1.1	+29.4*
W ₄	70.5	-14.1*	11.4	-103.5**	8.7	+67.3**	1.4	+64.7**

续表 2

不同水分处理对秧苗生理生化变化的影响

水分处理	干物质积累量		呼吸强度		叶绿素含量		可溶性糖含量	
	(g)	(%)	(mg · CO ₂ · dm ⁻² · h ⁻¹)	(%)	(%)	(%)	(mg · g ⁻¹ · dw ⁻¹)	(%)
W ₁	3.4	0	4.7	0	1.7	0	23.2	0
W ₂	3.6	+5.8	5.1	8.5	2.2	+29.4*	24.8	+4.8
W ₃	3.5	[+2.9] [-17.6*]	6.1	29.7*	1.9	[+11.7] [-5.9]	24.2	[+4.3] [-1.4]
W ₄	2.0	-42.0**	8.9	89.3**	1.1	-35.2**	15.8	-31.3**

续表 2

不同水分处理对秧苗生理生化变化的影响

水分处理	蛋白质含量		脯氨酸含量		光合强度	
	(mg · g ⁻¹ · dw ⁻¹)	(%)	(mg · g ⁻¹ · fw ⁻¹)	(%)	(mg · CO ₂ · dm ⁻² · h ⁻¹)	(%)
W ₁	7.3	0	30.2	0	17.8	0
W ₂	6.7	-8.2	47.4	56.7**	20.7	+16.2*
W ₃	5.9	-19.2*	58.6	94.0**	18.3	[+2.8] [-3.8]
W ₄	4.0	-46.8**	71.1	136.1**	12.8	-28.1**

表 2 还表明,在同一水分处理中,抗旱性强的品种含水量、叶片水势下降率、质膜透性和丙二醛的增加率均明显低于抗旱性弱的品种。如以旱稻 4 号和日本晴为例,在 W₂, W₃ 和 W₄ 中,旱稻 4 号含水量和叶片水势比 W₁ 中的分别下降了 2.3%, 20.1%; 5.4%, 42.1%; 10.5%, 89.6%。质膜透性和丙二醛的含量比 W₁ 中的分别增加了 4.1%, 6.3%; 30.6%, 24.5%; 53.8%, 52.3%; 日本晴则分别为 4.8%, 25.6%; 8.9%, 61.3%; 18.7%, 120.5% 和 14.2%, 13.8%; 38.9%, 34.5%; 80.9%, 76.3%。这说明抗旱性强的品种植物组织和细胞膜比抗旱性弱的品种具有较强的保水和耐旱能

力。抗旱性较强的品种对此表现不十分明显。

2.2.2 对叶片中叶绿素、可溶性糖和蛋白质含量的影响 与 W_1 相比较, W_2 的秧苗叶片中叶绿素和可溶性糖含量明显增加; W_3 中的秧苗抗旱性强的和较强的品种比 W_1 的有所增加, 抗旱性弱的品种表现减少; W_4 的各品种秧苗均显著减少。蛋白质含量的变化与其有所不同, 即随着土壤持水量的降低, 含量显著下降(见表 2)。上述结果说明, 轻度的减少土壤持水量, 可使秧苗体内碳素代谢增强, 氮素代谢减弱; 过重的减少则对两者均有显著的影响。叶绿素的增加可能与植株生长减缓有关。

2.2.3 对秧苗干物质积累、叶片光合强度和呼吸强度的影响 从表 2 中可以看出, 各处理秧苗干物质积累和光合强度的变化与叶绿素和可溶性糖的变化相同; 呼吸强度的变化则与质膜透性和丙二醛的变化相同。由此可见, 土壤水分胁迫对这些指标的影响趋势一致。关于土壤胁迫下秧苗光合强度的变化, 有的报道认为下降^[4], 也有的报道认为适度的干旱对光合有一定的促进作用^[5]。本试验结果虽与后者相同, 但作者认为这种促进作用的机理主要与品种的抗旱性和叶绿素含量的增加有关。对于呼吸强度的变化, 有的研究认为秧苗呼吸强度因干旱使得线粒体等受到破坏而下降^[6]。这与本试验增强的结果有所不同, 分析原因可能与膜脂过氧化作用提高、氧化酶类活性增强有关。

2.2.4 对脯氨酸含量的影响 在土壤水分胁迫下, 秧苗体内脯氨酸含量显著增加, 增加的顺序为 $W_4 > W_3 > W_2 > W_1$ (见表 2)。且抗旱性强和较强的品种增加量显著高于抗旱性弱的品种。如在 W_2 、 W_3 和 W_4 中, 抗旱性强和较强的品种平均增加量比 W_1 的分别增加了 70.5%, 120.5%, 148.6%。这与前人研究的结果基本相同^[7]。

2.3 秧苗生长与生理生化变化的相关分析

在土壤持水量 75%~100% 的范围内, 秧苗高度与蛋白质含量、叶片水势呈显著正相关(r 均在 0.81 以上), 与茎基部宽度、分蘖数、质膜透性、丙二醛含量呈显著负相关(r 均在 -0.76 以上)。质膜透性与丙二醛含量呈极显著正相关($r = 0.96$)。叶绿素与可溶性糖、干物质积累、光合强度呈显著正相关(r 均在 0.84 以上)。关于这方面的研究目前还尚未见到详细报道。

3 结 论

1) 土壤持水量 90%~100% 对各品种秧苗生长有利。可作为水陆稻品种旱育秧的适宜灌水指标, 土壤持水量 75%~85% 可作为抗旱品种的灌水指标; 土壤持水量 60%~70% 对秧苗生长影响严重, 一般不宜采用。

2) 在土壤持水量降低的条件下, 秧苗长势变差的生理原因是: 植株脱水加重, 叶片水势显著下降, 质膜透性增大, 细胞膜受损, 呼吸消耗增加, N 素代谢减弱。

3) 轻度的减少土壤持水量能使秧苗光合强度增加, 叶绿素、可溶性糖含量和干物质积累增加; 过重则否。

4) 在土壤水分胁迫下, 抗旱性强的品种叶片水势、植株含水量的下降率和质膜透性及丙二醛的增加率均比抗旱性弱的品种低, 而脯氨酸的增加量高, 这些特征可以作为抗旱品种选育的生理鉴定指标。

5) 土壤水分胁迫下, 秧苗生长与生理生化变化之间存在有显著的相关性。

本文经西北农业大学沈煜清教授, 山东农业大学陈希凯教授审阅, 并提出宝贵意见, 特此致谢。

参 考 文 献

- 1 汤章城. 植物对水分胁迫的反应和适应性. III. 植物对于干旱的反应和适应性. 植物生理学通讯 1987(4): 1~7
- 2 王福荣. 旱稻水稻生理特性与栽培技术. 吉林农业大学学报, 1982(2): 1~10
- 3 王洪春. 植物抗性生理. 植物生理学通讯, 1981(6): 72~81
- 4 Sign M K. Photosynthesis and transpiration in rice as influenced by soil moisture and air humidity *Crop Sci.* 1981, 21: 43~47
- 5 Yoshida S. Photosynthesis of rice plant under water stress. *Soil Sci.* 1976; 22(2): 169~180
- 6 高吉寅, 胡荣海, 路 璋等. 水稻等品种苗期抗旱指标的探讨. 中国农业科学, 1984(4): 41~51
- 7 王邦锡, 常久常, 王 辉等. 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

Studies on the Physiology of Drought Resistance and Growth of Paddy and Upland Rice (*Oryza Sativa* L.) in Dry Nursery

Dong Haizhou¹ Gao Rusong²

(¹Shandong Agricultural University, Taian Shandong, 271000)

(²Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Seeding growth, physiological and biochemical changes in drought resistance of eight paddy and upland rice varieties were studied by pot culture with four water treatments. The results showed, under the condition of 90%~100% of soil moisture holding capacity, the root systems of tested seedlings developed much better with sturdier plants, more tillers, higher photosynthesis, more soluble sugar, more accumulated dry matters and higher chlorophyll contents than those of the seedlings treated with water immersion, but the plant height of tested seedlings had some decreases. In the case of 75%~85% of soil moisture holding capacity, the varieties having stronger drought resistance kept in vigorous growth, but those having weak drought resistance grew poorly. With 60%~70% of soil moisture holding capacity, the seedlings of various varieties grew shorter; the root development was blocked with leaves turning into yellow and green. The main physiological causes for these variations are due to the decrease in plant water content and an increase in the permeability of cell membrane.

Key words paddy and upland rice variety, rice seedling in dry nursery, drought resistance, water stress, soil moisture holding capacity, physiological and chemical characteristics