

水、陆稻根部性状的研究

凌祖铭 李自超* 余荣 穆平

(中国农业大学作物学院, 北京 100094)

摘要 选用来自日本、中国华北、东北、西北等地的粳型水稻品种 8 个和陆稻品种 7 个, 在大田旱种和雾培条件下测其根系性状和叶片水势等。结果表明, 在 2 种栽培条件下水、陆稻的根长、根数、根基粗、根中粗和根体积等性状相关显著; 水、陆稻不同的品种间根系性状的差异均达极显著水平, 陆稻品种的根比水稻品种的长, 根的基部粗。陆稻品种的叶片水势比水稻高, 并且与根长、根基粗相关显著; 水陆稻幼苗 4 叶期根基粗和灌浆期的根基粗相关极显著。因此水、陆稻苗期根基粗可以作苗期初步鉴定抗旱性的一种指标。

关键词 水稻; 陆稻; 根长; 根基粗; 叶片水势

中图分类号 S511.6

Study on Root Characters of Upland Rice and Paddy Rice (*Oryza sativa* L.)

Ling Zuming Li Zichao Yu Rong Mu Ping

(College of Crop Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract Root characters and the leaf water potential were tested and compared between upland and paddy rice cultivars, including seven upland rice cultivars and eight paddy rice cultivars, which are come from Japan, East China, North China and Northwest China respectively, cultivated under drought field and aeroponic culture system. The results showed that root length, root number, base thickness, middle thickness of root, and root volume in drought field correlated significantly with that under aeroponic system culture. The root characters studied were very different between upland and paddy rice. The root of upland rice was longer than that of paddy rice. Root base thickness of upland rice cultivars was thicker than that of paddy rice. The leaf water potential of upland rice cultivars was higher than that of paddy rice. There were significant correlations between leaf water potential and root length, base thickness of root. There was also a significant correlation between base thickness of root during seedling stage and base thickness of root during seed-filling stage. Therefore root base thickness may be as a criteria to identify drought resistance of rice during seedling stage.

Key words upland rice; paddy rice; root length; root thickness; leaf water potential

收稿日期: 2001-08-06

国家自然科学基金资助项目(30070464), 国家 863 计划资助项目(2001AA 211091)

* 李自超, 教授, 博士生导师, 研究方向为稻种遗传资源、水陆稻抗旱机理研究和分子育种。联系作者。北京圆明园西路 2 号

根系对水分、养分的吸收,植物激素合成和同化物贮藏起着重要作用^[1],根系性状是植物抗旱研究的热点之一^[2],目前已对控制植物根数、根粗、根系穿透力等的基因进行了定位^[3]。根系性状是水、陆稻的主要差别之一^[4],陆稻品种一般比水稻具有较长和较粗的根系^[5-8]。本研究通过雾培和大田旱种试验,比较水、陆稻根系性状的差异,为选育抗旱水、陆稻品种提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试品种

选自日本、中国华北、西北和东北等地典型的15个粳型水稻和陆稻品种,8个水稻品种为长白6号、坊主2号、石狩、荣光、寒九、合江20、双丰8号、北丰3号;7个陆稻品种为东陆896-4、水陆5号、77-7-1-1、小白旱稻、秦爱、白大肚、白芒稻。

1.2 试验方法

大田旱种:小区面积为 1.2 m^2 ,完全随机区组设计,3次重复,每重复15个小区采用旱种管理。

雾培:用内径为30 cm,高36 cm的瓷盆,每盆加营养液5 L,苗5株,每品种1盆,共15盆。每20 d换1次营养液,用国际水稻所的配方。

旱种材料在成熟后,每重复每品种取样5株,挖根,冲去泥土,对根和地上部分别考种。雾培材料于4叶期和灌浆期取样,测定每一株的根部性状和地上部某些性状。

最长根长:用直尺直接量取最长根长度。

根数:长于1 cm的第1次分枝根和初生根的数目。

根粗:每株随机取5条白根,在装有测微尺的显微镜下量其基部、中部、根尖3部位根直径,5条根的平均值即为该株的观测值。

根体积:采用排水法测量根的相对体积。

叶片水势^[9]:采用原北京农业大学监制的ZS-I型植物水势仪测定,每品种测3个植株的剑叶。

2 结果与分析

2.1 雾培与旱种根部性状比较

15个水、陆稻品种在雾培与旱种条件下各根部性状相关系数分别:根长,0.628 4^{**};根数,0.539 2^{*};根体积,0.699 9^{**};根基粗,0.688 3^{**};根中粗,0.571 7^{*};根尖粗,0.492 4。(**表示达到1%显著水平, $r > 0.62$; *表示达到5%显著水平, $r > 0.50$)。由此可知,雾培的稻株根系性状与旱种根系性状的相关性基本上都达到显著水平,其中根长、根体积和根基粗达极显著水平,根数和根中粗达显著水平,根尖粗接近显著水平,说明2种条件下水、陆稻品种根系性状表现的趋势一致。

2.2 方差分析

从供试品种间根部性状和叶片水势方差分析结果(表1)可见,测定的几个根部性状:根长、根数、根体积、根基粗、根中粗、根尖粗和叶片水势,品种间的 F 值都达到1%的极显著水平,说明品种间的确实存在显著差异。

表 1 雾培下根部性状的方差分析表

项目	叶片水势	根长	根数	根体积	根基粗	根中粗	根尖粗
品种间	6 28	66 25	2 442 34	0 34	0 10	0 08	0 09
重复间	0 11	5 06	2 142 62	0 11	0 01	0 02	0 02
误差	1 02	11 03	2 302 79	0 03	0 01	0 01	0 01
F	6 13**	6 01**	2 00 8 07**	13 19**	12 39**	10 58**	12 61**

注: ** 表示达到了 1% 的极显著水平 $F_{0.01} = 2.4$

2.3 雾培下品种间根部性状的比较

2.3.1 根长 8 个水稻品种的平均根长为 17.88 cm, 而 7 个陆稻品种的平均根长为 23.68 cm, 从图 1 可以看出, 供试品种可分为 3 类:

第 1 类: 长根型, 根长在 20 cm 以上, 共 8 个品种, 其中除 2 号石狩, 7 号双丰 8 号为水稻外, 其余 6 个都是陆稻品种。

第 2 类: 中根型, 根长在 16~ 20 cm 之间, 共 4 个品种, 其中除 9 号东陆 869-4 是陆稻, 其余 3 个是水稻。

第 3 类: 短根型, 根长在 16 cm 以下, 共 3 个品种, 都是水稻。

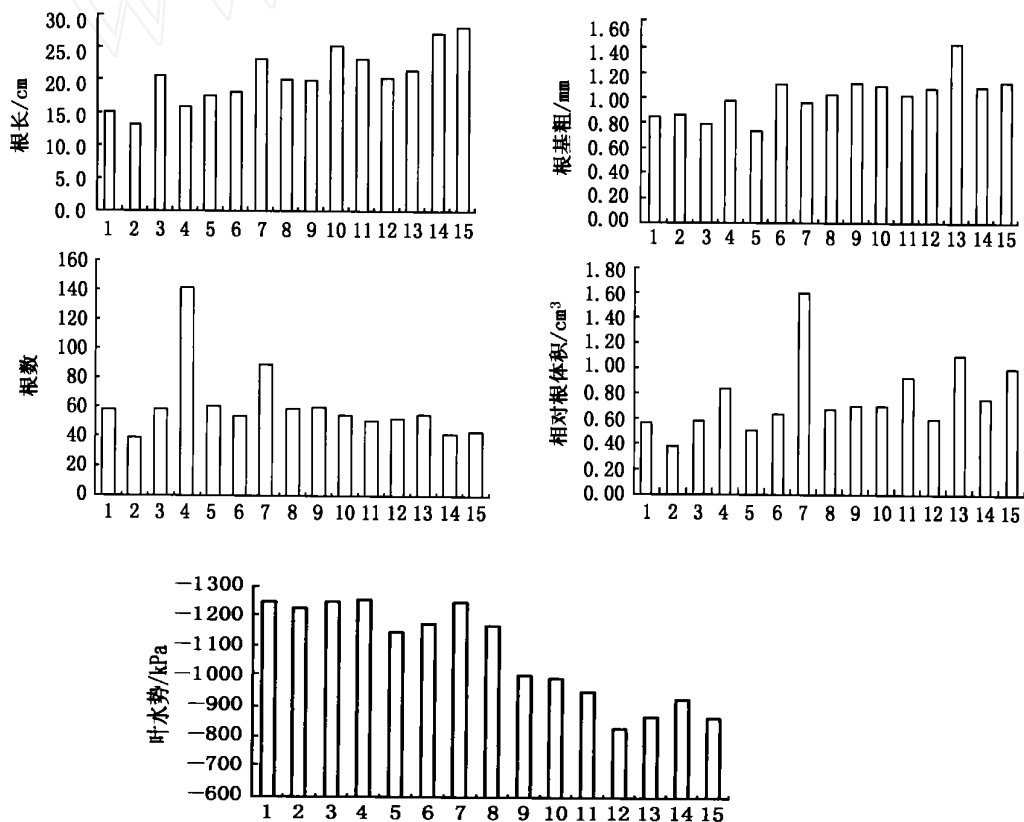


图 1 15 个水、陆稻品种根系性状和叶片水势曲线图(1~ 8 为水稻, 9~ 15 为陆稻)

- 1 长白 6 号, 2 坊主 2 号, 3 石狩, 4 荣光, 5 寒九, 6 合江 20, 7 双丰 8 号, 8 北丰 3 号, 9 东陆 896-4, 10 水陆 5 号, 11 77-7-1-1, 12 小白旱稻, 13 秦爱, 14 白大肚, 15 白芒稻

2.3.2 根粗 方差分析表的结果说明品种间根基粗、根中粗和根尖粗的差异都极显著,从表2可知,根基粗与根中粗、根尖粗的相关都达到显著水平,对根基粗的测定比较方便,而且取样误差小,结果更可靠,因此,只对根基粗的差异进行讨论。

从图1可看出,品种间根基粗的差异很大,最细的是5号水稻品种石狩,只有0.75 mm,而最粗的是13号陆稻品种秦爱,达1.48 mm。供试品种可分为3类:

第1类,粗根型,根粗在1 mm以上,共9个品种,7个陆稻都属此类型,其他2个为水稻品种,分别是6号合江20和8号北丰3号。

第2类,中根型,根粗为0.9~1 mm,有2个水稻品种:4号荣光和7号双丰8号。

第3类,细根型,根粗小于0.9 mm,属于该类的4个都是水稻品种。

很明显,陆稻品种的根都较粗,7个陆稻品种的平均根基粗为1.17 mm,而水稻品种中除少数的根较粗外,大多数品种的根都较细,8个水稻品种的平均根基粗为0.93 mm。

2.3.3 根数 从图1可以看出,7个陆稻品种根数为42.3~60.0条,平均值为51.4条,品种间的差异较小。水稻品种间根数的差异极大,最多是4号荣光,有141.0条,其次是7号双丰8号88.6条,最小的是2号坊主2号,只有38.0条,平均值为69.2条。因此,陆稻品种根数相对较少,而水稻品种根数相对较多。

2.3.4 根体积 从图1可以看出,7个陆稻品种相对根体积的变幅为0.60~1.10,品种间的差异较小,平均为0.83;而8个水稻品种相对根体积的变幅大,为0.37~1.60,平均为0.72,根相对体积最大的达到1.60,而最小的只有0.37,相差很大。由于根体积是根数、根长、根粗3者的乘积,水稻品种中根数差异很大,所以相对根体积的差异也比陆稻大。

2.4 根部性状与叶片水势的相关

用压力室技术测定了15个水、陆稻品种的叶片水势(图1)。表2为叶片水势与根部各性状的相关系数。

表2 叶片水势与根部性状的相关系数

项目	叶片水势	根长	根数	根体积	根基粗	根中粗
根长	0.606**					
根数	-0.199	-0.168				
根体积	0.269	0.495*	0.585**			
根基粗	0.833**	0.746*	-0.038	0.452*		
根中粗	0.588**	0.518*	-0.224	0.307	0.910**	
根尖粗	0.129	-0.010	-0.213	0.070	0.619**	0.844**

注: *表示达5%显著水平, $r \geq 0.43$, **表示达1%显著水平, $r \geq 0.54$

从表2可以看出: 1) 根长与叶片水势高度正相关, 相关系数为 $r = 0.6068$, 达极显著水平, 全部参试的陆稻品种都是高水势、长根类型。水稻品种中大多为低水势、短根类型, 其中双丰8号根虽长, 但水势仍低。2) 根粗与叶片水势, 根基粗和根中粗、根尖粗的结果不同。根基粗与叶片水势的 $r = 0.833$, 达极显著水平, 而且超过根长与叶片水势的 r 值, 说明根基粗对叶片水势的贡献比根长要大。叶片水势与根中粗的相关也达极显著水平^[10, 11], 但相关系数明显低于根基粗, 而叶片水势与根尖粗的相关不显著, 这也说明了根据根基粗来鉴定水、陆稻的抗旱性比根中粗和根尖粗要可靠。

在 4 叶期幼苗移栽时,测定了各品种幼苗的根部性状,计算了这些性状在苗期和孕穗期的相关系数。分别为:根长,0.344 5;根数,0.400 2;根基粗,0.530 4;根中粗,0.336 7;根尖粗,0.008 3。由此可知,苗期和灌浆期,根长、根数、根中粗和根尖粗的相关系数没有达到显著水平,只有根基粗达到了 5% 的显著水平,说明 4 叶期幼苗的根基粗和灌浆期的根基粗密切相关,根基粗这一性状在不同生育期间稳定性较高,是鉴定抗旱的较好指标。

3 结 论

1) 用雾培处理的水、陆稻品种根系性状与大田旱种的根系性状相关极显著,说明二者有相同的趋势。田间取根,费时费力,而且根系极易受损,因此,雾培是研究水陆根系的一种简便易行而且较可靠的方法。

2) 水、陆稻品种间的根系性状存在显著差异。陆稻品种的根粗而长,根数中等,品种间的差异小。水稻品种中除少数外,多数品种的根较细,较短,品种间根数的差异很大。

3) 陆稻品种的叶片水势都比水稻高。叶片水势与根长、根基粗的相关系数达到显著水平,但叶片水势与根中粗、根尖粗的相关不显著。叶片水势是衡量植物抗旱性的一个重要依据,因此,根基粗可以作为鉴定水、陆稻品种抗旱性的一个指标。

4) 水、陆稻 4 叶期与灌浆期几个根系性状的相关系数中,只有根基粗达到显著水平,其他性状如根长、根数、根中粗、根尖粗相关都不显著。因此初步确定,可以根据幼苗 4 叶期的根基粗对水、陆稻品种进行抗旱性鉴定。

参 考 文 献

- 1 Akira Yamauchi The root system: a dynamic integration of components differing in morphology and function. Proceeding of the 6th symposium of the international society of root research, November 11~15, 2001, Nagoya, Japan: 2~ 3
- 2 Tmotej Jesko. Root aspect in plant strategies for overcoming drought conditions. Proceeding of the 6th symposium of the international society of root research, November 11~ 15, 2001, Nagoya, Japan: 70~ 71
- 3 罗利军,张启发. 栽培稻抗旱性研究的现状与策略. 中国水稻科学, 2001, 15(3): 209~ 214
- 4 A menta-soto. Genetic analysis of root characters. Rice SABRAO Journal, 1983, 15(2): 103~ 116
- 5 中国农业科学院品种资源所. 水稻等品种苗期抗旱生理指标的探讨. 中国农业科技, 1984, (4): 41~ 45
- 6 Chang T T, Loresto G C, O'Toole J C. Strategy and Methodology of Breeding Rice for Drought-prone Areas. IRRI Press. 1982
- 7 Chang T T. Agronomic and growth characteristics of upland and wetland rice. In: Rice Breeding, IRRI, 1972. 645~ 661,
- 8 IRRI Major Research in Upland Rice. IRRI Press, 1975
- 9 Boyer J S. Leaf water potential measured with a pressure chamber. Plant Physiol. 1976, 42: 133~ 137
- 10 余荣,凌祖铭. 水、陆稻叶片水势的研究. 作物抗性鉴定技术与原理论文集,北京:农业出版社,1987. 49~ 66
- 11 孙传清,张文绪. 水稻根系性状和叶片水势的遗传及相关研究. 中国农业科学, 1996, 28(1): 42~ 48