

水稻耐低钾基因型筛选方法的研究*

刘国栋¹⁾

(中国科学院遗传研究所植物细胞与染色体工程国家重点实验室, 北京 100101)

刘更另

(中国农业科学院, 北京 100081)

摘 要

本试验用 1/4 强度的 Kimura B 营养液将籼稻、粳稻和籼型杂交稻各 11 份, 分别培养到三叶期后, 以含有 $0.265\mu\text{mol/L H}_2\text{O}_2$, 0.2mmol/L CaSO_4 加 0.1 或 0.2 或 0.3 或 0.4mmol/L K^+ 的营养液为测定介质, 在 $25\pm 2^\circ\text{C}$, 连续自然光照下, 运用离子耗竭技术分别测定了各种不同钾浓度下籼稻、粳稻和杂交稻不同基因型的吸钾速率。并于三叶期和五叶期分别测定这三类基因型的生物量和钾素利用效率。结果表明, 筛选籼稻和粳稻高效吸钾基因型的合适钾浓度都为 0.2mmol/L K^+ , 筛选杂交稻的合适钾浓度为 0.4mmol/L K^+ 。比较钾素利用效率的基因型差异时, 五叶期明显优于三叶期。

关键词 离子耗竭技术, 吸钾速率, 钾素利用效率

作物耐低钾包括两方面的内容: 一是吸钾能力强; 二是钾素利用效率高。所谓利用效率, 又称效率比 (Efficiency ratio) 或利用指数 (Utilization index), 是指单位钾量所合成的生物量。已有的研究表明, 不同植物吸收和利用钾素的能力差异十分显著^[1-3, 5-7]。水稻不同基因型这种能力的差异也非常显著。通过育种途径, 充分发掘优良基因型的遗传优势, 缓解我国钾素资源短缺的问题, 是一条切实可行的途径。为此, 很有必要对我国丰富的水稻基因资源进行广谱筛选, 以便为作物育种学家提供耐低钾的“抗源”亲本。在筛选方法上, 过去有人^[5]通过测定 H^+ 的释放而进行间接筛选, 但根据水稻对 K^+ 的吸收利用进行直接筛选的报道却很少见。为此本研究试图运用离子耗竭 (Ion depletion) 技术, 探索不同 K^+ 浓度下, 水稻不同基因型间吸钾速率差异较大的钾浓度, 为快速、高效、广泛筛选我国丰富的水稻种质资源提供有效方法。

1 材料和方法

1.1 实验材料

* 本工作是在中国水稻研究所完成的, 特此致谢。

1) 现通讯地址: 中国农业科学院山区研究室, 北京 100081。

收到修改稿日期: 1995-06-15

选取籼稻 (*O. indica*)、粳稻 (*O. Japonica*)和杂交稻 (*O. indica*)各 11 份。材料来源于中国水稻研究所、湖南省农业科学院水稻研究所和杂交水稻研究中心。种子先在 0.1% HgCl_2 溶液中消毒 15min 后,用自来水冲洗 4 次,于 32℃ 下浸种 24 小时,催芽后,播于泡沫尼龙圈网上,每圈内播种 12 苗,用 10 升 $\text{pH}5.0 \pm 0.1$, 1/4 强度 Kmura B 营养液培养到三叶期,测定前每圈内去 2 苗,留下均匀一致的 10 苗。培养期间每三天加一次 H_2O_2 ,每次加 3% H_2O_2 0.3ml 以代替充气供氧^[4]。

1.2 K^+ 吸收的测定

将上述植有稻苗的泡沫塑料圈移到 100ml 周壁用锡箔纸包裹的烧杯中,烧杯事先各加入 100ml 含 $0.265\mu\text{mol/L H}_2\text{O}_2$, 0.2mmol/L CaSO_4 加 0.1 或 0.2、0.3、0.4mmol/L K^+ 的营养液,置于 10 升塑料盒中,用水浴法将温度控制在 $25 \pm 2^\circ\text{C}$,连续自然光照下,吸收 4 小时后,各取 2ml 用火焰光度计测定 K^+ 浓度,根据耗竭速率计算吸收速率。光强度 (PAR, photosynthetically active radiance) 列在各相应的表格内。重复三次。

1.3 K^+ 利用效率的测定

于三叶期和五叶期分别取样,烘至恒重后,测定不同基因型的生物量和 K^+ 含量,计算其单位吸钾量合成的生物量。

2 结果与分析

2.1 筛选籼稻基因型的合适钾浓度

11 种籼稻基因型的吸钾速率及变异系数 (CV) 列于表 1。由表 1 可见,在三种不同

表 1 不同籼稻基因型在三种钾浓度下的吸钾速率

Table 1 Potassium intake rates of *O. indica* genotypes at 3 K levels

基因型 Genotype	吸钾速率 K intake rate ($\mu\text{mol K}^+ / \text{plant} \cdot \text{h}^{-1}$)		
	0.1mmol/L	0.2mmol/L	0.4mmol/L
H125-23-2-1-1	$0.207 \pm 7.42 \times 10^{-2}$	$0.348 \pm 1.53 \times 10^{-2}$	$0.714 \pm 1.43 \times 10^{-2}$
88-374	$0.203 \pm 6.14 \times 10^{-2}$	$0.360 \pm 3.53 \times 10^{-2}$	$0.641 \pm 1.94 \times 10^{-2}$
湘矮早 8 号 (Xiangzaizao 8)	$0.203 \pm 6.39 \times 10^{-2}$	$0.348 \pm 1.43 \times 10^{-2}$	$0.663 \pm 3.91 \times 10^{-2}$
P3299-78-3-1B-1	$0.197 \pm 5.88 \times 10^{-2}$	$0.328 \pm 2.63 \times 10^{-2}$	$0.641 \pm 2.66 \times 10^{-2}$
湘早糯 1 号 (Xiangzaonuo 1)	$0.194 \pm 5.88 \times 10^{-2}$	$0.320 \pm 1.66 \times 10^{-2}$	$0.608 \pm 9.21 \times 10^{-2}$
湘花 1 号 (Xianghua 1)	$0.204 \pm 4.60 \times 10^{-2}$	$0.310 \pm 1.97 \times 10^{-2}$	$0.523 \pm 5.63 \times 10^{-2}$
89-642	$0.201 \pm 7.16 \times 10^{-2}$	$0.306 \pm 2.51 \times 10^{-2}$	$0.617 \pm 3.68 \times 10^{-2}$
B6048-MR-5-2-1	$0.195 \pm 9.46 \times 10^{-2}$	$0.265 \pm 8.95 \times 10^{-2}$	$0.488 \pm 5.63 \times 10^{-2}$
89 早 229 (89zao229)	$0.192 \pm 5.88 \times 10^{-2}$	$0.239 \pm 1.94 \times 10^{-2}$	$0.497 \pm 9.21 \times 10^{-2}$
余赤 231-8 (Yuchi231-8)	$0.170 \pm 6.65 \times 10^{-2}$	$0.220 \pm 1.36 \times 10^{-2}$	$0.401 \pm 2.44 \times 10^{-2}$
L72-1-2-2-2	$0.158 \pm 1.33 \times 10^{-2}$	$0.182 \pm 2.53 \times 10^{-2}$	$0.419 \pm 7.47 \times 10^{-2}$
平均 Mean	0.193	0.293	0.574
标准差 SD	1.53×10^{-2}	5.86×10^{-2}	0.104
变异系数 (%) CV	7.94	19.96	18.25

PAR = $0.014\text{mmol photon m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

K^+ 浓度下,籼稻基因型之间的吸 K^+ 速率差异非常显著,尽管在不同浓度下,各种基因型吸 K^+ 速率的大小顺序不完全一致,但总的趋势却是相同的,在低钾下吸 K^+ 较快者,在高钾下吸 K^+ 也较快,如 H125-23-2-1-1 在低钾和高钾下都是吸收最快的,在中钾下亦名列第二,反之亦然,象 L72-1-2-2-2,除了在高钾下为倒数第二外,在另外两种浓度下都是吸收最慢的。但基因型间的差异以低钾下最小,上述两基因型仅相差 30.91%,在高钾下相差 70.33%,而在中钾下则相差 90.74%。从 CV 上也不难看出,在苗期筛选籼稻基因型时,0.2mmol/L K^+ 是合适的筛选浓度。

2.2 筛选粳稻基因型的合适钾浓度

通过对籼稻的研究表明,水稻不同基因型间吸钾速率差异较大的外界钾浓度为 0.2—0.4mmol/L。研究粳稻时,吸收介质的钾浓度改为 0.2、0.3 和 0.4mmol/L。11 种粳稻基因型吸钾速率的结果列于表 2。从表 2 可知,在这三种浓度下都是早粳 11 号吸收速率最大,分别为 0.447、0.549 和 0.660 $\mu\text{mol } K^+ / \text{h}$,在 0.2 和 0.4mmol/L K^+ 下,吸收速率最慢的都是 Rocca26/IR29/28-18,分别为 0.224 和 0.440 $\mu\text{mol } K^+ / \text{h}$,而在 0.3mmol/L K^+ 下则是 ID47 吸收速率最慢,为 0.309 $\mu\text{mol } K^+ / \text{h}$,不同基因型钾吸收速率的极值分别相差 100.00%、57.14%和 50.00%,即品种间吸钾速率的差异随钾浓度的升高而下降,基因型间吸钾速率 CV 最大的介质钾浓度为 0.2mmol/L K^+ 。

表 2 不同粳稻基因型在三种钾浓度下的吸钾速率

Table 2 Potassium intake rates of *O. japonica* genotypes at K levels

基因型 Genotype	吸钾速率 K intake rate ($\mu\text{mol } K^+ / \text{plant} \cdot \text{h}^{-1}$)		
	0.2mmol/L	0.3mmol/L	0.4mmol/L
早粳 11 号(Zaojing 11)	0.447 ± 4.14 × 10 ⁻²	0.549 ± 2.89 × 10 ⁻²	0.660 ± 2.23 × 10 ⁻²
台中 65(Taizhong 65)	0.389 ± 1.02 × 10 ⁻²	0.484 ± 5.81 × 10 ⁻²	0.593 ± 2.02 × 10 ⁻²
鄂盐 105(Eyan 105)	0.364 ± 4.78 × 10 ⁻²	0.449 ± 4.78 × 10 ⁻²	0.657 ± 4.65 × 10 ⁻²
春江 03(Chunjiang 03)	0.350 ± 3.40 × 10 ⁻²	0.489 ± 4.48 × 10 ⁻²	0.634 ± 3.38 × 10 ⁻²
两侧糯(Liangcenuo)	0.335 ± 6.09 × 10 ⁻²	0.454 ± 3.30 × 10 ⁻²	0.639 ± 1.02 × 10 ⁻²
春江 29(Chunjiang 29)	0.306 ± 4.63 × 10 ⁻²	0.399 ± 4.25 × 10 ⁻²	0.512 ± 1.64 × 10 ⁻²
0.2428	0.267 ± 1.41 × 10 ⁻²	0.354 ± 3.94 × 10 ⁻²	0.650 ± 2.38 × 10 ⁻²
黎明(Liming)	0.267 ± 2.38 × 10 ⁻²	0.389 ± 1.99 × 10 ⁻²	0.512 ± 2.76 × 10 ⁻²
ID47	0.248 ± 1.84 × 10 ⁻²	0.309 ± 2.51 × 10 ⁻²	0.514 ± 8.95 × 10 ⁻²
老来青(Laoleiqing)	0.248 ± 6.27 × 10 ⁻²	0.409 ± 2.51 × 10 ⁻²	0.540 ± 5.45 × 10 ⁻²
Rocca26/IR29/27-18	0.224 ± 1.02 × 10 ⁻²	0.349 ± 1.74 × 10 ⁻²	0.440 ± 1.25 × 10 ⁻²
平均 Mean	0.313	0.421	0.577
标准差 SD	7.00 × 10 ⁻²	7.11 × 10 ⁻²	7.67 × 10 ⁻²
变异系数(%) CV	22.34	16.86	13.27

PAR = 1.043 ± 0.036mmol photon m⁻² · s⁻¹

2.3 筛选籼型杂交稻基因型的合适钾浓度

表 3 列出了 11 种杂交稻基因型在三种不同钾浓度下的吸钾速度。结果表明,三种钾

表 3 不同籼型杂交稻基因型在三种钾浓度下的吸钾速率

Table 3 K intake rate of *O. indica* hybrid combinations at 3 K levels

基因型 Genotype		吸钾速率 K intake rate ($\mu\text{mol K}^+ / \text{plant} \cdot \text{h}^{-1}$)		
		0.2mmol/L	0.3mmol/L	0.4mmol/L
汕 A / 3263(ShanA / 3263)		$0.409 \pm 4.86 \times 10^{-2}$	$0.522 \pm 4.25 \times 10^{-2}$	$0.693 \pm 7.16 \times 10^{-2}$
华联 2 号(Hualian 2)		$0.399 \pm 2.66 \times 10^{-2}$	$0.537 \pm 4.02 \times 10^{-2}$	$0.647 \pm 6.75 \times 10^{-2}$
威优 64(Weiyu 64)		$0.442 \pm 1.02 \times 10^{-2}$	$0.465 \pm 5.04 \times 10^{-2}$	$0.621 \pm 9.41 \times 10^{-2}$
珍长 A / 9010(ZhanchangA / 9010)		$0.425 \pm 3.58 \times 10^{-2}$	$0.460 \pm 2.61 \times 10^{-2}$	$0.610 \pm 9.97 \times 10^{-2}$
碧长 A / 4663-4(ZhaichangA / 4663-4)		$0.414 \pm 1.51 \times 10^{-2}$	$0.453 \pm 2.64 \times 10^{-2}$	$0.558 \pm 5.52 \times 10^{-2}$
汕优 64(Shanyou64)		$0.396 \pm 2.33 \times 10^{-2}$	$0.468 \pm 5.22 \times 10^{-2}$	$0.555 \pm 5.14 \times 10^{-2}$
碧长 A / 3263(ZhaichangA / 3263)		$0.350 \pm 2.10 \times 10^{-2}$	$0.463 \pm 1.56 \times 10^{-2}$	$0.543 \pm 7.95 \times 10^{-2}$
威优 48(Weiyu48)		$0.389 \pm 2.66 \times 10^{-2}$	$0.463 \pm 1.20 \times 10^{-2}$	$0.529 \pm 2.56 \times 10^{-2}$
珍长 A / 4663-5(ZhanchangA / 4663-5)		$0.363 \pm 7.52 \times 10^{-2}$	$0.409 \pm 1.28 \times 10^{-2}$	$0.512 \pm 2.74 \times 10^{-2}$
协 A / 3263(XieA / 3263)		$0.297 \pm 2.28 \times 10^{-2}$	$0.379 \pm 4.02 \times 10^{-2}$	$0.374 \pm 4.53 \times 10^{-2}$
协 A / 53(XieA / 53)		$0.271 \pm 3.55 \times 10^{-2}$	$0.343 \pm 5.14 \times 10^{-2}$	$0.334 \pm 3.61 \times 10^{-2}$
平均	Mean	0.379	0.450	0.542
标准差	SD	5.24×10^{-2}	5.56×10^{-2}	0.105
变异系数(%)	CV	14.14	12.54	19.55
PAR = $0.758 \pm 0.034 \text{mmol photon m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$				

表 4 不同籼稻基因型钾素利用效率的差异

Table 4 Genotypic differences of *O. indica* in K utilization efficiency

基因型 Genotype		钾素利用效率 K utilization efficiency(kg / kg)	
		三叶期 Three leaf stage	五叶期 Five leaf stage
88-374		121.8 ± 9.6	97.9 ± 5.6
P299F4-78-3-1B1		120.6 ± 7.8	91.5 ± 3.6
湘花 1 号(Xianghua 1)		130.2 ± 9.2	87.4 ± 3.2
89 早 229(89Zao229)		119.4 ± 8.0	77.1 ± 2.4
H135-23-2-1-1		137.4 ± 2.6	85.9 ± 1.6
89-642		142.6 ± 18.0	97.5 ± 3.1
余赤 231-8(Yuchi231-8)		128.8 ± 6.0	67.9 ± 5.2
B6048-MR-5-2-1		134.2 ± 12.6	79.9 ± 1.9
L72-1-2-2-2		122.8 ± 2.8	76.4 ± 1.8
湘矮早 8 号(Xiangzaizao 8)		133.0 ± 16.8	69.1 ± 1.0
湘早糯 1 号(Xiangzaonuo 1)		136.4 ± 6.6	88.0 ± 3.6
平均	Mean	129.7	83.5
标准差	SD	7.8	10.3
变异系数(%)	CV	6.0	12.3

表 5 不同粳稻基因型钾素利用效率的差异

Table 5 Genotypic differences of *O. japonica* in K utilization efficiency

基因型 Genotype		钾素利用效率 K utilization efficiency(kg / kg)	
		三叶期 Three leaf stage	五叶期 Five leaf stage
老来青(Laoleiqing)		124.2 ± 2.1	79.7 ± 0.5
两侧糯(Liangcenuo)		116.9 ± 4.1	87.0 ± 3.0
早粳 11 号(Zaojing 11)		112.6 ± 2.5	100.7 ± 1.4
台中 65(Taizhong 65)		111.8 ± 2.1	80.7 ± 0.3
春江 03(Chunjiang 03)		110.9 ± 3.2	93.4 ± 0.6
鄂盐 105(Eyan 105)		110.4 ± 2.7	93.4 ± 0.6
春江 29(Chunjiang 29)		107.0 ± 2.8	77.9 ± 1.1
黎明(Liming)		103.3 ± 1.0	83.4 ± 3.9
Rocca26 / IR29 / 27-18		101.5 ± 3.8	79.4 ± 1.1
02428		96.9 ± 1.6	78.2 ± 1.0
ID47		95.5 ± 4.3	73.5 ± 5.8
平均	Mean	108.3	85.8
标准差	SD	8.6	11.2
变异系数(%)	CV	7.9	13.0

表 6 不同杂交稻基因型钾素利用效率的差异

Table 6 Genotypic differences of *O. indica* hybrid combinations in K utilization efficiency

基因型 Genotype		钾素利用效率 K utilization efficiency(kg / kg)	
		三叶期 Three leaf stage	五叶期 Five leaf stage
珍长 A / 9010(ZhenchangA / 9010)		144.9 ± 0.6	77.6 ± 0.5
威优 64(Weiyu 64)		137.5 ± 2.7	71.1 ± 2.5
汕优 64(Shanyou64)		137.2 ± 3.4	55.9 ± 3.9
珍长 A / 4663-5(ZhenchangA / 4663-5)		136.2 ± 3.4	76.9 ± 2.5
汕 A / 3263(ShanA / 3263)		134.2 ± 2.8	67.8 ± 1.0
碧长 A / 4663-4(ZhaichangA / 4663-4)		130.9 ± 4.6	58.6 ± 5.7
威优 48(Weiyu48)		128.0 ± 2.7	62.6 ± 4.2
协 A / 3263(XieA / 3263)		124.4 ± 4.8	68.1 ± 2.9
碧长 A / 3263(ZhaichangA / 3263)		123.3 ± 1.6	66.7 ± 0.6
协 A / 53(XieA / 53)		122.5 ± 5.2	65.4 ± 2.5
华联 2 号(Hualian 2)		116.6 ± 5.6	67.1 ± 0.4
平均	Mean	130.5	67.1
标准差	SD	8.4	6.7
变异系数(%)	CV	6.4	10.0

浓度下,基因型间的吸钾速率差异都很显著,其极值的差异分别为 63.32%、56.72%和 101.76%。以华联 2 号和汕 A / 3263 吸钾速率最快,而以协 A / 53 和协 A / 3263 吸钾速率最慢,CV 最大的浓度为 0.4mmol/L K^+ 。

2.4 水稻不同基因型钾素利用效率的合适筛选时期

表 4 到表 6 分别列出了三类水稻不同基因型三叶期和五叶期钾素利用效率的差异,以及基因型间利用效率差异的平均数、标准差和 CV,很明显,这三类水稻不同基因型间钾素利用效率差异的 CV 都是五叶期(分别为 12.3%、13.0%和 10.0%)明显大于三叶期(分别为 6.0%、7.9%和 6.4%)。说明比较不同基因型钾素利用效率的差异时,五叶期优于三叶期。

3 讨论

3.1 关于吸钾速率的表示方法

在已有的一些研究^[2,5]中,讨论植物的吸钾速率时,常以 $\mu\text{mol/g FW} \cdot \text{h}^{-1}$ 或 $\mu\text{g/g DW} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示,可以说这些方法不是很科学的。因植物吸收养分的快慢,就吸收器官本身来说,主要取决于两个因素:根系的有效吸收面积和单位面积上有效运转蛋白质的量和活性。虽然这两者最终都是由遗传基因所控制的,具体到某种作物基因型的表型,就是由其遗传背景——基因与外界环境互作的结果,但这两种因素在类别上的属性是各不相同的,前者属于形态差异,后者属于生理生化差异。一般地说,优良基因型有的在形态上有优势,有的在生理生化方面有优势,而最为理想的基因型则是在这两个方面都有优势。以单位鲜根最为基础来评价植物对养分的吸钾速率,对于以形态为优势的优良基因型来说,就会出现这样的结果:形态上优势越明显,根系越发达,发根量越大,则其吸收速率就会越低。例如, H15-23-2-1-1 和 L72-1-2-2-2 三叶期根的鲜重分别为 123.8mg/株 和 61.8mg/株 ,如果以鲜根重为比较标准,则二者的吸钾速率的快慢次序就刚好会颠倒过来。显然,这是很不合理的。如果改以单位株数(每株或每 10 株)为比较基础,就可消除这种现象。因此本研究中都以单位株数作为比较的基础。当然在某些情况下,如同一种基因型,在同一环境条件下培养到一定大小后再分别置于不同吸收介质中研究其吸收速率时,是可以以鲜根量作为比较标准的,因在这种情况下单株的根量基本一致,从而不会有上述不合理现象。

3.2 关于合适的筛选钾浓度

最直观也是最客观的耐低钾基因型筛选法应是进行田间试验,即在低钾土壤上进行水稻全生育期培养、观察、测产,最后以产量等性状为基础比较不同基因型耐低钾能力的强弱,这样取得的结果最可靠。但因此法周期长,工作量大,效率较低,难以实现高效快速筛选。

用液培法对不同基因型进行苗期耗钾速率的直接筛选,是最快速高效的筛选方法之一。筛选时,钾浓度的高低有着非常重要的影响。太低时,优良基因型的优势得不到发挥,这时基因型间差异不显著,CV 小,太高则钾素选择压力太弱或消失(表 1 到表 3),不能使不同基因型的基因潜势得到表现,也不利于筛选。合适的筛选浓度应当是既能使高

效吸钾的基因型的优势得到发挥,又能使低效吸钾基因型有足够的吸钾压力。从本研究的结果来看,籼稻和粳稻不同基因型的合适筛选浓度为 0.2mmol/L K^+ ,而籼型杂交稻基因型的筛选浓度则为 0.4mmol/L K^+ 。

3.3 关于合适的筛选时期

为了实现高效快速的广泛筛选,比较水稻吸钾速率的基因型差异时,在三叶期进行是合适的。因这时种子胚乳内贮藏的养料已基本耗尽,稻苗进行养分吸收等生命活动的最终能源来自光合过程中所捕获的光能,因而不同基因型的遗传差异能得到体现。培养到三叶期,所需的时间短,这样便有利于实现快速筛选。

比较不同基因型钾素利用效率的最客观的方法,也是田间全生育期实验,但那同样有个周期长,效率不高的问题。而苗期比较钾素利用效率的基因型差异在三叶期是不大合适的。因三叶期稻苗形态建成所需的能量和碳架主要来自种子胚乳的贮藏物质,植株从外界吸收钾的量也还不多,这样各基因型间的差异很可能还不能体现。因此,本研究选用五叶期作为比较时期,这时稻苗“断乳”后又生长了两片叶,不但从外界吸收了较三叶期以前多得多的钾素,而且稻株生物体碳素组成的主要部分,都是来自各基因型自身光合固碳的结果。钾素利用效率的基因型差异在这时已能得到相当程度的体现。将稻苗培养到五叶期,实验周期也不会太长,所以这时进行比较,可以较好地协调客观比较与高效筛选之间的关系。

4 结论

1. 分别选取粳稻、籼稻和籼型杂交稻基因型各 11 种,于三叶期设置系列浓度,分别测定各种钾浓度下,水稻幼苗的吸钾速率,并据此计算比较各种钾浓度下,基因型间吸收速率的 CV 值。结果表明,直接筛选高效吸钾粳稻、籼稻和籼型杂交稻的合适钾浓度依次为 0.2 、 0.3 和 0.4mmol/L K^+ 。

2. 用 Kimura B 营养液分别将粳稻、籼稻和杂交稻培养到三叶期和五叶期后,根、冠分别收获,测定生物产量,含钾量和钾素利用效率,比较三叶期和五叶期基因型间钾素利用效率的 CV 值。结果表明,无论是粳稻、籼稻还是籼型杂交稻,比较不同基因型钾素利用效率的差异时,都是五叶期明显优于三叶期。

3. 粳稻、籼稻杂交稻在三种不同钾浓度下,吸钾速率的基因型差异都非常显著,在其合适的筛选钾浓度下,其差异可达一倍或一倍以上。同样钾素利用效率的基因型差异也非常显著。

参 考 文 献

1. 谢少平、倪晋山、李共福,1989:耐低钾籼稻幼苗根部的 K^+ ($^{86}\text{Rb}^+$)运输和通量分析。植物生理学报,15(4):377—387页。
2. 谢少平、倪晋山,1990:水稻(威优49)幼苗根系 K^+ ($^{86}\text{Rb}^+$)吸收和调节。植物生理学报,16(1):63—69页。
3. 谢少平、倪晋山,1987,空心莲子草、大豆和向日葵根部 K^+ ($^{86}\text{Rb}^+$)的吸收和能量分析。植物生理学报,13(4):410—417页。
4. 西北农学院,华南农学院主编,1980:农业化学研究法,362页,农业出版社。

5. Glass, A. M. D. *et al.*, 1981: plant physiol. 68: 457—459.
6. Petterson, S., 1978: Varietal differences in rubidium uptake efficiency of barley root. *Physiol Plant*. 44: 1—6.
7. Siddiqi, M. Y. and A. D. M. Glanss, 1981: Utilization index; A modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants, *J. Plant Nutr.* 4: 289—302.

STUDY ON METHOD SCREENING RICE GENOTYPES TOLERANT TO LOW POTASSIUM

Liu Guodong

(*State Key Laboratory of Plant Cell and Chromosome Engineering, Institute of Genetics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

Liu Gengling

(*Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081*)

Summary

Three leaf stage seedlings were investigated for intake rates of potassium in each 11 genotypes of *O. japonica*, *O. indica* and *O. indica hybrid* at different K^+ levels according to ion depletion. Potassium utilization efficiencies at 3 leaf stage were compared with those at 5 leaf stage to screen efficient genotypes. The suitable potassium levels were 0.2mmol/L for both *O. japonica* and *O. indica* and 0.4mmol/L for *O. indica hybrid*. Five leaf stage was much better than 3 leaf stage for comparison of genotypic differences in K utilization efficiency.

Key words Ion depletion technique, Potassium intake rate, Potassium utilization efficiency