

文章编号:1003-8701(2008)06-0007-04

水稻氮高效品种资源筛选的初步研究 不同施氮水平下水稻产量和干物质生产的品种间差异

张俊国,张三元,杨春刚,郭桂珍,孙强

(吉林省农业科学院水稻研究所,吉林 公主岭 136100)

摘要:采用低、中、高 3 种施氮水平(公顷施氮量分别为 25kg、125kg、225kg),对 20 个品种(系)的氮素利用效率进行了初步研究,结果表明:参试品种可划分为氮高效、氮低效、低中氮高效、高氮高效 4 种类型,其中吉 03-2355、吉 03-2843、吉 06-56、吉生 286 为氮高效品种;吉 06-39、吉 06-44、吉 03-55 等为氮低效品种;吉粳 66、吉 06-55、吉粳 81 等为低中氮高效品种;吉粳 88、吉 06-43 等为高氮高效品种。氮高效品种不论在低氮区、中氮区还是高氮区,产量和干物质产量均较高,尤其是在高氮区;氮低效品种则与其相反;低中氮高效品种只在低中氮条件下产量和干物质产量较高,而高氮高效品种在高氮条件下产量和干物质产量明显增加。

关键词:水稻;氮高效;产量;干物质生产;品种

中图分类号:S511

文献标识码:A

Preliminary Studies on Selection of High Nitrogen Utilization Rice Variety Resources . Differences of Yield and Dried Mass Production among Rice Varieties under Different Nitrogen Application Rate

ZHANG Jun-guo, ZHANG San-yuan, YANG Chun-gang, et al.

(Rice Institute, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Nitrogen utilization efficiency of 20 rice varieties was studied under 3 Nitrogen application level (25kg, 125kg, 225kg per ha). The results showed Nitrogen utilization of tested varieties was divided into four kinds: efficient, inefficient, efficient at low and medium Nitrogen level, and efficient at high Nitrogen level. Nitrogen utilization of 'Ji03-2355', 'Ji03-2843', 'Ji06-56' and 'Jisheng286' were efficient, whereas that of 'Ji06-39', 'Ji06-44' and 'Ji03-55' were inefficient. Nitrogen utilization of 'Jijing66', 'Ji06-55' and 'Jijing81' were efficient at low and middle Nitrogen level, while that of 'Jijing88' and 'Ji06-43' were efficient at high Nitrogen level. Rice varieties which Nitrogen utilization was efficient had high yield and high dried bio-mass yield no matter in low, medium and high Nitrogen area. On the contrary, rice varieties which Nitrogen utilization was inefficient had low yield and low dried bio-mass yield in all treatments. Rice varieties which Nitrogen utilization was efficient at low and medium Nitrogen level means they have high yield and high dried bio-mass yield in that condition. Rice varieties which Nitrogen utilization was efficient at high Nitrogen level means they have high yield and high dried bio-mass yield in that condition.

Key words: Rice; High nitrogen utilization; Yield; Dried bio-mass production; Variety

目前我国稻田单季水稻施氮量平均为 180 kg/hm²,这一用量比世界稻田氮素单位面积平均

用量大约高 75%左右,随着水稻产量水平的提高,化肥特别是氮肥的施用量不断增加。氮是水稻生长发育所必需的大量元素,我国目前水稻氮肥的平均利用效率仅为 30%~40%之间^[1]。其余的 60%~70%氮肥损失,引起严重的环境污染和资源浪费。水稻对氮素的吸收和利用是农业生态系统中氮素

收稿日期:2008-08-06

基金项目:吉林省重大科技专项:营养、高效、抗病、耐盐水稻新品种选育(20065008)

作者简介:张俊国(1954-),男,研究员,从事水稻常规育种和栽培技术研究。

循环的两个重要过程,不同水稻品种在氮素吸收利用率方面存在明显差异,因此,充分挖掘水稻吸收利用氮素的遗传潜力,筛选种植氮素利用率高的水稻品种,从而在一定的氮肥投入下获得较高的产量,是提高氮肥利用率的重要途径之一。为此,本文通过对部分水稻品种在不同施氮水平下产量和干物质生产差异的比较,以期筛选出氮高效品种资源,为氮高效品种选育和生产应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

参试品种(系)选用生产上推广应用或新育成的不同类型优良品种(系)20份进行试验,这些品种(系)分别是吉粳88、沈农6014、吉03-2843、吉06-44、吉06-43、吉粳66、吉03-2355、吉粳95、吉粳81、吉生286、里歌、吉06-56、吉03-55、吉06-47、吉06-55、吉06-62、吉06-39、心待、吉粳78、特优639。

试验于2007年在水稻所进行,试验地速效氮、磷、钾含量分别为176.40、28.20、83.07 mg/

kg,试验设3个施氮水平,分为低氮区、中氮区、高氮区,施氮(N)量分别为25、125、225 kg/hm²,分返青肥、促蘖肥、穗肥3次施用,比例分别为4:4:2。施磷(P₂O₅)量均为36 kg/hm²,施钾(K₂O)量均为30 kg/hm²,磷、钾肥全部作为底肥施用。4月12日播种,5月25日插秧,插秧方式26.7 cm×20 cm,单本插秧。每品种(系)在不同施氮区种植,3行区,小区面积8 m²,重复2次。田间灌水、除草等栽培措施同一般生产田。

1.2 田间调查及考种项目

从插秧后15 d开始,定点10穴每隔7 d调查一次株高和单株分蘖数,调查到7月中旬为止。此外,在7月中旬每小区按平均数取样3株调查叶面积指数和总干物重,收获前每品种(系)按平均数取样6株进行考种,调查株高、穗粒数、千粒重和结实率等,小区其余部分去掉边株后收获6 m²实测产量。

2 结果与分析

2.1 不同施氮水平下产量的品种间差异

表1 不同施氮水平下参试品种(系)的产量、单位施氮量的生产效率及相对增产比

品 种(系)	低氮区产量(A) (kg/hm ²)	氮生产 效率 K	中氮区产量(B) (kg/hm ²)	比 A 增产 (%)	氮生产 效率 K	高氮区产量(C) (kg/hm ²)	比 B 增产 (%)	氮生产 效率 K
吉粳 88	5 119	144.7	5 928	15.8	35.4	8 691	46.6	32.0
沈农 6014	4 458	118.3	7 173	60.9	45.4	8 041	12.1	29.1
吉 03-2843	4 698	127.9	7 090	50.9	44.7	8 896	25.5	32.9
吉 06-44	4 021	100.8	6 200	54.2	37.6	7 391	19.2	26.2
吉 06-43	4 460	118.4	6 007	34.7	36.1	8 572	42.7	31.4
吉粳 66	5 105	144.2	7 458	46.1	47.7	7 251	-2.8	25.6
吉 03-2355	4 898	135.9	8 112	65.6	52.9	9 050	11.6	33.6
吉粳 95	4 240	109.6	6 822	60.9	42.6	7 608	11.5	27.2
吉粳 81	4 598	123.9	7 138	55.2	45.1	6 648	-6.9	22.9
吉生 286	5 001	140.0	6 926	38.5	43.4	8 302	19.9	30.2
里 歌	4 382	115.3	6 266	43.0	38.1	7 675	22.5	27.4
吉 06-56	4 946	137.8	6 868	38.9	42.9	8 667	26.2	31.9
吉 03-55	4 674	127.0	6 152	31.6	37.2	7 562	22.9	26.9
吉 06-47	4 484	119.4	7 177	60.1	45.4	8 094	12.8	29.3
吉 06-55	5 608	164.3	7 634	36.1	49.1	7 957	4.2	28.7
吉 06-62	4 765	130.6	7 044	47.8	44.4	7 713	9.5	27.6
吉 06-39	4 150	106.0	5 693	37.2	33.5	7 236	27.1	25.5
心 待	4 263	110.5	6 635	55.6	41.1	7 693	15.9	27.5
吉粳 78	4 215	108.6	6 246	48.2	38.0	8 607	37.8	31.6
特优 639	3 973	98.9	6 985	75.8	43.9	8 281	18.6	30.1

不同施氮水平下参试品种(系)的产量差异及单位施氮量的生产效率见表1。单位施氮量的生产效率的计算方法为 $K = \text{产量} / (\text{A} - \text{D} \text{ 或 } \text{B} - \text{D} \text{ 或 } \text{C} - \text{D}) / \text{施氮量}$,单位均为 kg,其中 A、B、C 分别为低氮区、中氮区、高氮区单位面积(hm²)产量,D 为无肥区稻谷产量,即由土壤供氮形成的产量,本文以 1 500 kg/hm² 计算^[1]。

从表1结果可见,不同品种在同一肥力条件下

产量差异很大,在低氮区,公顷产量3 973~5 608 kg,两者相差1 635 kg,后者比前者产量高41.1%;中氮区产量差异更大,产量区间为5 693~8 112 kg,后者比前者产量高42.5%;高氮区各品种(系)产量的差异也很大,产量区间为7 236~9 050 kg,后者比前者高25.1%。各品种(系)在不同施氮水平下产量的差异更大,随着施氮量的增加,产量均明显提高,但提高的幅度不同,而单位施氮量的

生产效率明显下降，尤其是从低氮区到中氮区表现更为明显。

黄农荣、张亚丽等认为氮高效品种可描述为在不同供氮水平下都有较高的产量，不论低氮处理还是高氮处理均表现出氮高效利用的特性。并根据水稻在两个供氮水平下的产量水平把水稻分为 4 个类型：双高效型、低氮高效型、双低效型和高氮高效型^[2]。本试验采用了 3 个供氮水平，表 1 各品种（系）在不同供氮水平下的产量结果表明，参试品种（系）可分为氮高效型、低中氮高效型、高氮高效型和氮低效型 4 种类型。氮高效型品种意味着不论在低氮、中氮还是高氮情况下都能获得较高的产量，有较高的氮生产效率，低中氮高效型表明在低中氮条件下产量较高，在高氮条件下产量增加很少或下降，高氮高效型意味着在中低氮条件下产量较低，而在高氮条件下产量明显增加，氮低效型则

意味着在任何供氮条件下产量都较低。

从表 1 结果可知，吉 03-2355、吉 03-2843、吉 06-56、吉生 286 在各种施氮水平下产量均较高，而且单位氮的生产效率也高，表明其属于氮高效品种（系），而吉粳 66、吉 06-55、吉粳 81、吉 06-62、吉粳 95、沈农 6014、吉 06-47、特优 639、心待在低中供氮条件下产量较高，属于低中氮高效型，吉粳 88、吉 06-43、吉粳 78 在低氮时产量较低，而在高氮条件下产量明显增加，属于高氮高效型，吉 06-39、吉 06-44、吉 03-55、里歌 4 个品种（系）在低中高 3 种供氮条件下产量都较低，属于氮低效型。

2.2 不同施氮水平下干物质生产的品种间差异

各参试品种（系）在不同施氮水平下分蘖末期叶面积指数(LAI)和干物质生产见表 2。

从表 2 结果可以看出，氮高效品种，例如吉

表 2 不同施氮水平下参试品种(系)的中期干物质生产、叶面积指数调查结果

品 种(系)	低氮干物 质(g/m ²)	中氮干物 质(g/m ²)	比低氮 提高(%)	高氮干物 质(g/m ²)	比中氮 提高(%)	低氮区 LAI	中氮区 LAI	比低氮区 增加(%)	高氮区 LAI	比中氮区 增加(%)
吉粳 88	255	263	3.1	439	66.9	2.47	3.34	35.2	4.82	44.3
沈农 6014	174	213	22.4	299	40.3	2.00	2.64	32.0	3.22	22.0
吉 03-2843	186	306	64.5	414	35.3	2.07	3.27	58.0	4.61	41.0
吉 06-44	200	272	36.0	314	15.4	2.10	2.81	33.8	3.57	27.0
吉 06-43	200	258	29.0	385	49.2	2.09	3.20	53.1	4.00	25.0
吉粳 66	184	280	52.2	272	-2.9	2.17	3.28	51.2	3.82	16.5
吉 03-2355	202	280	38.6	411	46.8	2.34	3.26	39.3	4.85	48.8
吉粳 95	157	195	24.2	264	35.4	2.24	2.82	25.9	3.80	34.7
吉粳 81	183	294	60.7	271	-7.8	2.31	3.16	36.8	3.36	6.3
吉生 286	200	273	36.5	327	19.8	2.56	3.28	28.1	3.79	15.5
里 歌	210	259	23.3	267	3.1	2.60	3.22	23.8	3.31	2.8
吉 06-56	233	313	34.3	346	10.5	2.56	3.26	27.3	3.75	15.0
吉 03-55	187	200	7.0	272	36.0	2.11	2.84	34.6	3.35	17.9
吉 06-47	196	257	31.1	329	28.0	2.35	3.24	37.9	3.81	17.6
吉 06-55	212	267	25.9	326	22.1	2.46	3.09	25.6	3.96	28.1
吉 06-62	224	268	19.6	324	20.9	2.56	2.91	13.7	3.52	21.0
吉 06-39	220	269	22.3	250	-7.1	2.58	3.15	22.1	3.24	2.9
心 待	142	212	49.3	250	17.9	2.25	2.70	20.0	3.18	17.8
吉粳 78	225	288	28.0	355	23.3	2.57	3.19	24.1	3.40	6.6
特优 639	204	235	15.2	286	21.7	2.50	3.13	25.2	3.07	-1.9

03-2843、吉 03-2355 等不论在低氮区，还是在中氮区和高氮区，分蘖末期干物质产量均较高，其中高氮区尤为明显。两个品种在高氮区的干物质产量分别比氮低效品种（系）吉 06-39 提高了 65.6%、64.4%，而且随着施氮量的增加，干物质产量提高的幅度也较大。叶面积指数(LAI)也表现出同样的趋势。高氮高效型品种（系）吉粳 88、吉 06-43 的表现与其在不同施氮水平下产量结果相似，在中低氮区干物质产量和叶面积指数不高，但在高氮区明显提高，尤其是吉粳 88，与中氮区相比，干物质产量提高 66.9%，叶面积指数增加 44.3%，而且是参试品种（系）中最高的。低中氮高效品种吉粳 81、

吉粳 66 在中氮区干物质产量和叶面积指数较高，但在高氮区，干物质生产不增反降，叶面积指数增长的幅度也很小。而氮低效品种（系）吉 03-55、吉 06-39、里歌在中氮区和高氮区的干物质产量相对较低，尤其是在高氮区，干物质产量明显较低，与中氮区相比，增加比例低或者下降，叶面积指数也表现出同样的趋势。收获后的总干物质生产和谷草比调查结果见表 3。

从表 3 可见，各参试品种（系）的总干物质生产趋势与分蘖末期干物质生产相似，氮高效品种在各施氮水平下单位面积的干物质产量均较高，尤其是在高氮区，而且随施氮量的增加干物质产量

明显提高 ,中氮区比高氮区提高 41.4%~64.6% ,高氮区比中氮区提高 21.3%~21.8%。高氮高效型品种在高氮区干物质产量增加显著 ,低中氮高效型品种在高氮区干物质产量增加不明显 ,有的甚至下降 ,例如吉粳 66 在高氮区干物质产量不但没有提高反而比中氮区下降了 5.7% ,氮低效品种则在中氮或高氮区干物质产量明显低于氮高效型

品种(系)。表 3 结果还表明 ,各参试品种(系)的谷草比有一定差异 ,与中氮区相比 ,高氮区的谷草比均有所下降 ,但不同品种下降的幅度不同 ,没有规律性 ,氮高效品种吉 03-2843 的谷草比较低 ,氮低效品种吉 06-44、里歌、吉 03-55 不论在中氮区还是高氮区谷草比均较低。这也是其产量较低的原因之一。

表 3 不同施氮水平下参试品种(系)的总干物质生产及谷草比调查结果

品 种(系)	低氮区总干 物质(g/m ²)	中氮区总干 物质(g/m ²)	比低氮 提高(%)	高氮区总干 物质(g/m ²)	比中氮 提高(%)	中氮区 谷草比	高氮区 谷草比	比中氮区 下降(%)
吉粳 88	722	1 529	117.7	1 884	23.2	1.343	1.138	-15.3
沈农 6014	759	1 307	72.2	1 390	6.4	1.406	1.214	-13.7
吉 03-2843	855	1 407	64.6	1 748	24.2	1.023	0.938	-8.3
吉 06-44	924	1 395	51.0	1 503	7.7	0.947	0.880	-7.1
吉 06-43	923	1 409	52.7	1 808	28.3	1.276	1.052	-17.6
吉粳 66	961	1 520	58.2	1 433	-5.7	1.163	1.156	-0.6
吉 03-2355	961	1 451	51.0	1 836	26.5	1.223	1.119	-8.5
吉粳 95	983	1 369	39.3	1 570	14.7	1.011	0.968	-4.3
吉粳 81	840	1 275	51.8	1 364	7.0	1.090	0.943	-13.5
吉生 286	955	1 394	46.0	1 786	28.1	1.294	1.104	-14.7
里 歌	1 020	1 342	26.6	1 458	8.6	0.948	0.883	-6.9
吉 06-56	1 011	1 430	41.4	1 734	21.3	1.188	1.172	-1.3
吉 03-55	919	1 232	34.0	1 554	26.1	1.047	0.866	-17.3
吉 06-47	904	1 213	34.2	1 439	18.6	1.389	1.224	-11.9
吉 06-55	1 008	1 223	21.3	1 439	17.7	1.067	0.890	-16.6
吉 06-62	936	1 085	15.9	1 508	38.9	1.165	1.071	-8.1
吉 06-39	949	1 409	48.5	1 515	7.5	1.188	1.153	-2.9
心 待	1 106	1 369	23.8	1 571	14.8	1.157	1.003	-13.3
吉粳 78	1 022	1 364	33.5	1 547	13.4	1.297	1.259	-2.9
特优 639	891	1 326	48.8	1 535	15.8	1.453	1.279	-12.0

3 结论与讨论

以往的研究认为 ,水稻氮素利用效率与稻谷产量、穗数、结实率和收获指数呈显著或极显著正相关 ,与抽穗期及乳熟期倒 2 叶、倒 3 叶的叶绿素含量呈显著或极显著负相关 ,这些性状可以作为水稻氮素利用效率的评价指标^[2~4]。本研究进一步验证了不同水稻品种之间在氮肥吸收利用上存在明显差异 ,根据参试品种(系)在不同供氮水平下的产量和干物质生产特点 ,可将其分为氮高效型、氮低效型、低中氮高效型、高氮高效型 4 种类型。氮高效型品种不论是在低氮、中氮、还是在高氮条件下 ,产量和干物质产量都较高 ,而氮低效型品种则与此相反 ,低中氮高效型品种在低氮水平下产量及干物质产量较高 ,高氮高效型品种在高氮水平下产量和干物质产量明显提高。上述研究结果表明 ,氮高效型、高氮高效型品种适于在土壤肥沃、施肥水平较高的条件下栽培 ,而低中氮高效型、氮低效型品种适于在土壤肥力一般、施氮水平中等的条件下种植。

水稻的氮高效包括植物体对氮素的高效吸

收、氮素在植物体内的合理分配和高效利用 ,使水稻保持最大光合势和碳同化所需的适量氮素 ,从而获得较高的生物产量和经济产量。据报道 ,与氮低效品种相比 ,氮高效品种根长长、白根数多、根体积大、根生物量大 ,植株体内氮含量和单株吸收量较高 ,齐穗期净光合速率高、单位叶光合速率高 ,在成熟期 ,氮高效型品种干物质积累能力强 ,子粒产量高^[3]。水稻氮素利用效率的品种间(基因型)差异 ,为遗传改良即通过品种选育来获得氮高效的水稻品种奠定了物质基础。关于不同氮效率类型品种在不同供氮水平下产量性状的变化将在下文进行讨论。

参考文献 :

[1] 中国农业科学院主编 . 中国稻作学[M] . 北京 :农业出版社 , 1986 :508 .
[2] 黄农荣,钟旭华,郑海波 . 水稻氮高效基因型及其评价指标的筛选[J] . 中国农学通报,2006(1):29-34 .
[3] 曾建敏,崔克辉,黄见良,等 . 水稻生理生化特性对氮肥的反应及与氮利用效率的关系[J] . 作物学报,2007(33): 1168-1176 .
[4] 朴钟泽 ,韩龙植 ,高熙宗 ,等 . 水稻氮素利用的选择效果[J] . 作物学报,2004(7): 651-656 .