

氮素水平对籼、粳稻主要数量性状遗传力的影响¹⁾

彭俊华

(四川省农业科学院作物研究所, 成都, 610066)

石井浩

鹤饲保雄

(筑波国际农业研修中心, 日本筑波)

(国立农业环境技术研究所, 日本筑波)

本文在 0、35、75、105 公斤/公顷 4 个纯氮水平下, 考察了籼、粳稻各 10 个品种株高、结实率等 12 个主要数量性状遗传力的变化规律。结果表明, 性状不同, 其遗传力受氮素的影响程度也不同, 两亚种皆然, 但籼稻的遗传力均比粳稻的高, 籼稻群体比粳稻群体更具遗传多样性。因此, 育种实践中, 应将目标性状设在最宜于其遗传信息充分表达的氮素水平下进行选择。

关键词: 籼稻, 粳稻, 氮素, 遗传力

遗传力是作物育种中十分重要的遗传参数之一。根据性状遗传力的大小, 一方面有助于确定亲本间的组配方式和后代中合适的选择时间(世代)及选择方法; 另一方面, 可以预测在一定选择强度下可能取得的效果。许多研究结果表明, 作物性状遗传力的表现相对稳定, 即同一作物不同群体各性状遗传力的位次排列相对一致^[1]。关于作物性状遗传力与环境条件的关系, 有人认为, 遗传力的大小与环境条件密切相关^[2,4,6]; 但也有人认为环境条件对遗传力的影响不大^[3], 对此, 尚无一致的观点。

氮素是影响水稻生产的环境因素之一。氮素水平对水稻主要数量性状遗传力有无影响, 遗传力对氮素水平的响应规律如何? 探讨此问题, 无疑有助于水稻育种及生态遗传学研究。

材料与方 法

选取有代表性且主要性状有差异的籼、粳稻品种各 10 个(表 1), 构成籼、粳稻两个样本群体。以含氮量为 46% 的尿素作氮源, 设置 4 个水平, 即 0、35、70、105 公斤/公顷纯氮(文中记为 N_0 、 N_1 、 N_2 、 N_3)。磷钾肥均只设 1 个水平, 即每公顷 150 公斤 P_2O_5 和 80 公斤 K_2O 。氮

表 1 供试品种及其来源

籼 稻		粳 稻	
品种	来源	品种	来源
IR 8	IRRI	大空	日 本
IR 24	IRRI	日本晴	日 本
密阳 23	南朝鲜	秋晴	日 本
Stipepe*	地中海	五百万石*	日 本
Saturn*	美 国	陆羽 132 号	日 本
68-1	印 度	越路早生*	日 本
Ch-47	印 度	月光	日 本
Belle Patna	美 国	台中 65	中国台湾
桂朝 2 号	中 国	滇榆 1 号	中国云南
IR 2061-214-3	IRRI	山彦*	日 本

* 为传统品种或老品种。

磷钾肥均作底肥 1 次施入本田, 以尽可能降低施肥方式给试验带来的偏差。

试验于 1989 年在日本筑波进行, 土壤为火山尘土, 表土中全氮量为 0.697%, 每 100 克干表土中含氨态氮 2.794 毫克。所有品种均于 5

Peng Junhua et al.: Effects of Nitrogen Levels on the Heritabilities of Main Quantitative Characters in *indica* and *sinica* Rice

1) 本文是第一作者在日本进修时所作试验研究的一部分。吉林农业大学特园系鲁重格同志协助处理资料, 本所李有春同志提出宝贵意见, 谨致谢忱。

本文于 1990 年 4 月 22 日收到。

月1日播种,5月31日移栽。采用3次重复的裂区设计,氮素为主区,品种为副区。5行区,单本栽播,每行8株,行、株距分别为25和15厘米。在生育期间和收获后,考察了每小区中间5株的如下性状:株高(PH,cm)、播抽期(DSH)、单株最高分蘖数(MTN)、单株穗数(PN)、成穗数(ETP,%)、每穗总粒数(TSN)、每穗实粒数(FSN)、结实率(FSP,%)、干粒重(GW,g)、单株籽粒产量(GY,g)、单株生物产量(BY,g)和收获指数(HI,%)。

对所考察的12个性状,逐一作了双因子(基因型和氮素)和单因子(每个氮素水平下的基因型)两类方差分析。用 $h^2 = V_g / (V_g + V_e)$ 估算了各氮素水平下每个性状的广义遗传

力。用遗传力因氮素水平的变异系数来度量性状遗传力对氮素水平的响应度 $RH(S_h/h^2 \times 100)$; 用回归分析法估算性状遗传力对氮素水平的线性响应分量 $RH_l(SS_{\text{回}}/SS_{\text{总}} \times 100)$ 和非线性响应分量 $RH_q(SS_{\text{非}}/SS_{\text{总}} \times 100)$, 这里, $RH_l + RH_q = 100$ 。以上分析是分别对籼稻和粳稻两群体进行的。

结果与分析

(一) 性状表型中基因型、氮素及二者互作的效应

由表2可知,在所有12个性状中,基因型效应几乎都极显著,只有粳稻GY的显著性略低(达5%显著水平)。氮素对籼稻PH、MTN、

表2 籼粳两亚种数量性状有关变异来源的均方

性状	籼			粳		
	G ¹⁾	N ²⁾	G × N ³⁾	G	N	G × N
PH	2891.20**	1466.59**	14.35	470.11**	858.40**	18.71
DSH	968.71**	13.39	3.26**	640.30**	7.15	2.71*
MTN	267.55**	703.45**	15.89**	70.08**	774.95**	8.76*
PN	30.72**	90.19**	0.88	21.85**	157.93**	1.33
ETP	1093.45**	1480.55**	68.59*	174.24**	926.75**	38.07
TSN	3659.02**	16.80	81.70	851.55**	1030.00*	98.87**
FSN	4126.36**	109.17	58.91	554.16**	913.91**	77.82**
FSP	371.70**	38.21	18.65**	126.00**	9.76	3.37
GW	91.78**	5.13**	1.08**	23.98**	14.46**	0.60*
GY	194.78**	544.62**	8.22	11.11*	198.23**	3.47
BY	330.48**	2425.43**	21.82	147.21**	1397.38**	15.95
HI	0.015**	0.011**	0.00057*	0.012**	0.012**	0.00048

*,** 分别表示达5%和1%显著水平。

1)、2)和3)分别为基因型、氮素及二者的互作,对它们作F检验的自由度分别为9/72、3/6和27/72。

PN、ETP、GW、GY、BY、HI 8个性状的作用达极显著水平,对粳稻除DSH和FSP外的10个性状的作用达5%或1%显著水平。G × N互作对籼稻DSH、MTN、ETP、FSP、GW和HI6个性状及粳稻DSH、MTN、TSN、FSN、GW5个性状的作用显著。值得注意的是,尽管氮素对籼稻DSH、FSP和粳稻DSH的作用不显著,但氮素与基因型对它们的联合效应显著。

(二) 籼稻数量性状的遗传力与氮素水平

从遗传力的大小(表3)来看,在4个氮素

水平下,DSH、PH、GW的遗传力均很高(≥ 0.95),其次是FSN、MTN,而BY、GY、ETP和PN则较低(< 0.70),其余3个性状居中。

再从各性状遗传力的相对大小或位次(表3)来看,以DSH最稳定,在4个氮素水平中最高与最低位次之差值为1;BY和FSN也较稳定,最高与最低位次的差值为2;其余6个性状遗传力的相对大小因氮素水平的波动较大,位次极差达4或5。

相关分析(表3)发现,随着氮素水平的提高,PH、PN和GW的遗传力有线性减小的

表3 籼稻数量性状在四个氮素水平下的遗传力及遗传力对氮素水平的响应

性状	N ₀		N ₁		N ₂		N ₃		D	\bar{h}_B^2	r	响应参数(%)		
	h_B^2	S	h_B^2	S	h_B^2	S	h_B^2	S				RH	RH _l	RH _q
PH	0.98	1	0.95	2	0.97	2	0.93	2	1	0.96	-0.757	2.32	57.30	42.70
DSH	0.98	1	0.98	1	0.99	1	0.98	1	0	0.98	0.258	0.51	6.66	93.34
MTN	0.80	4	0.83	5	0.77	8	0.81	4	4	0.80	-0.155	3.12	2.40	97.60
PN	0.71	5	0.66	7	0.66	9	0.62	8	4	0.66	-0.946	5.56	89.49	10.51
ETP	0.62	7	0.56	9	0.78	7	0.79	5	4	0.69	0.817	16.77	66.75	33.25
TSN	0.65	6	0.83	5	0.80	6	0.70	6	1	0.75	0.184	11.31	3.39	96.61
FSN	0.83	3	0.86	4	0.86	5	0.83	3	2	0.85	0.000	2.05	0.00	100.00
FSP	0.59	8	0.90	3	0.87	4	0.79	5	5	0.79	0.527	17.73	27.77	72.23
GW	0.98	1	0.95	2	0.97	2	0.93	2	1	0.96	-0.757	2.32	57.30	42.70
GY	0.49	9	0.63	8	0.60	10	0.79	5	5	0.63	0.906	19.75	82.08	17.92
BY	0.32	10	0.30	10	0.31	11	0.61	9	2	0.39	0.756	39.02	57.15	42.85
HI	0.85	2	0.76	6	0.89	3	0.68	7	4	0.80	-0.522	11.82	27.25	72.75

h_B^2 ——遗传力, S——位次, D——位次极差, \bar{h}_B^2 ——遗传力平均数, r——遗传力与氮素水平的线性相关系数, RH——遗传力对氮素水平的响应度, RH_l——遗传力对氮素水平的线性响应分量, RH_q——遗传力对氮素水平的非线性响应分量。

趋势,而 ETP、GY 和 BY 的遗传力则有线性增加的趋势,其余性状遗传力的线性增减趋势不很明显。

从遗传力对氮素水平的响应度(表3)来看,以ETP、TSN、FSP、GY、BY和HI较高(>10%),其余6个性状则较低(<10%),其中以DSH最低(0.51%)。进一步分析表明(表3),在遗传力对氮素水平的响应中,PH、PN、ETP、GW、GY和BY6个性状以线性响应分量为(>50%),其余6个性状则以非线性响应分量为。

(三) 籼稻数量性状的遗传力与氮素水平

由表4可知,在4个氮素水平下,以DSH的遗传力最高(≥0.97),其次是GW,而BY、GY、FSP、ETP、PN和MTN的遗传力较低(<0.70),其余4个性状的遗传力居中。

从遗传力的相对大小或位次来看,仍以DSH最稳定,在4个氮素水平下均为第1位。其次是MTN,位次极差为1。ETP、GW、GY和HI也较稳定,位次极差为2。其余6个性状则不稳定,位次极差达3—7(表4)。

相关分析结果(表4)表明,随着氮素水平的提高,PH和GW的遗传力有线性减小的趋势,而MTN、ETP、FSP和GY的遗传力则有线性增加的趋势,其余6个性状遗传力的线性增减趋势不太明显。

由表4还可看出,粳稻PH、MTN、PN、ETP、FSN、FSP、GY、BY和HI9个性状的遗传力对氮素水平的响应度较高(>10%),其中,以GY最高(129.57),其次是ETP(54.06);其余3个性状的遗传力对氮素水平的响应度较低(<10),其中以DSH最低(0.51)。进一步分析可知,在遗传力对氮素水平的响应中,PH、ETP、GY3个性状以线性响应分量为(>50%),其余9个性状则以非线性响应分量为。

(四) 籼、粳稻数量性状遗传力的比较

就各性状在4个氮素水平下遗传力的平均值 \bar{h}_B^2 (表3、表4)而论,籼稻数量性状遗传力一般比粳稻相应性状高,只是不同性状的差异程度不一。籼、粳两亚种遗传力相差甚小(≤0.03)的性状有DSH、TSN、BY、和HI,PH、FSN、FSP和GW的遗传力在两亚种间差异也不大(<0.20),两亚种其余4个性状的遗传力悬殊较大(≥0.20)。

就遗传力对氮素水平的响应状况来看(表3、表4),粳稻PH、MTN、PN、ETP、FSN、FSP、GW和GY8个性状的遗传力对氮素水平的响应度明显高于籼稻同类性状;在DSH这个性状上,两亚种相等;在其余3个性状上则籼稻略高于粳稻。除DSH外,籼粳两亚种其余11个性状遗传力对氮素水平的线性和非线性响应分

量也不同：粳稻 PH、MTN、TSN、FSN 和 FSP 5 个性状对氮素水平的线性响应分量高于籼稻相应性状，而在其余 7 个性状上则以籼稻高于粳稻；至于非线性响应分量，则与此相反。

至于遗传力与氮素水平的相关性，籼、粳稻在 PH、DSH、ETP、FSP、GW 和 GY 6 个性状上的相关程度比较接近或性质相同，而在其余 6 个性状上的相关程度或性质差异比较明显。

表 4 粳稻数量性状在四个氮素水平下的遗传力及遗传力对氮素水平的响应

性状	N ₀		N ₁		N ₂		N ₃		ν	\bar{h}_B^2	r	响应参数(%)		
	h_B^2	S	h_B^2	S	h_B^2	S	h_B^2	S				RH	RH _l	RH _q
PH	0.89	2	0.81	3	0.83	5	0.57	8	6	0.78	-0.812	18.17	65.93	34.07
DSH	0.97	1	0.97	1	0.98	1	0.97	1	0	0.97	0.258	0.51	6.66	93.34
MTN	0.46	7	0.38	7	0.76	6	0.62	7	1	0.56	0.656	30.49	43.03	56.97
PN	0.58	6	0.44	6	0.28	10	0.53	9	4	0.46	-0.304	28.80	9.24	90.76
ETP	0.20	10	0.12	9	0.44	9	0.42	11	2	0.30	0.793	54.06	62.88	37.12
TSN	0.79	4	0.81	3	0.67	7	0.80	2	5	0.77	-0.217	8.54	4.71	95.24
FSN	0.74	5	0.81	3	0.62	8	0.70	5	5	0.72	-0.505	11.06	25.50	74.50
FSP	0.37	9	0.66	5	0.91	2	0.69	6	7	0.66	0.705	33.72	49.70	50.30
GW	0.86	3	0.94	2	0.87	4	0.76	3	2	0.86	-0.645	8.64	41.60	58.40
GY	0.03	11	0.00	10	0.05	12	0.21	12	2	0.07	0.811	129.57	65.77	34.23
BY	0.39	8	0.24	8	0.31	11	0.49	10	3	0.36	0.444	30.07	19.71	80.29
HI	0.74	5	0.72	4	0.90	3	0.74	4	2	0.78	0.277	10.82	7.67	92.33

h_B^2 ——遗传力，S——位次，D——位次极差， \bar{h}_B^2 ——遗传力平均，r——遗传力与氮素水平的相关系数，RH——遗传力对氮素水平的响应度，RH_l——遗传力对氮素水平的线性响应分量，RH_q——遗传力对氮素水平的非线性响应分量。

讨 论

本试验结果(表 3、表 4)表明，籼粳株高，播抽期，千粒重、每穗实粒数和单株最高分蘖数及粳稻播抽期和千粒重的遗传力较高，且籼稻大多数性状(11/12)的遗传力比粳稻的高，说明，本试验中籼稻群体比粳稻群体更具遗传多样性。丸山清明(私人通信,1989)也认为，粳稻缺乏遗传多样性，要大幅度提高粳稻的产量潜力，必须把籼稻丰富的遗传种质导入粳稻，或利用籼粳亚种间的杂种优势。

许多研究已表明，作物数量性状的遗传力相对稳定，尽管遗传方差和环境方差因环境改善而增加，但遗传力并不明显增加^[1,3,6]。本试验结果则不尽然。籼稻株高、播抽期、每穗总粒数、实粒数、千粒重和生物产量及粳稻播抽期、单株最高分蘖数、成穗率、千粒重、籽粒产量和收获指数的遗传力的相对大小或位次较稳定，并不随氮素水平的提高而明显变化。两亚种其余性状遗传力的相对大小则不稳定，两亚种数量性状遗传力的绝对值也不稳定，随着氮素水平的

提高，籼稻株高、单株穗数、千粒重和粳稻的株高、千粒重的遗传力呈线性下降，而籼稻的成穗率、单株籽粒产量及生物产量和粳稻的单株最高分蘖数、成穗率、结实率、单株籽粒产量的遗传力却呈线性增加(表 3、4)。从育种角度出发，对于遗传力与氮素水平呈正相关的性状，宜在较高氮肥水平下选择，而对遗传力与氮素水平呈负相关的性状，则宜在较低氮肥水平下选择，以使选择效果最佳。高金成等^[2]的研究还发现，温度和日长对水稻生育期的遗传力有极显著的影响。

各数量性状遗传力对氮素水平的响应度也不一致，籼稻成穗率、每穗总粒数、结实率、单株籽粒产量及生物产量和收获指数与粳稻的株高、单株最高分蘖数及穗数、成穗率、穗实粒数、结实率、单株籽粒产量及生物产量和收获指数的遗传力对氮素水平的响应度较高，两亚种其余性状对氮素水平的响应度则较低。除播抽期外，籼粳两亚种其余 11 个性状的遗传力对氮素水平的响应度不同，其中有 8 个性状粳稻高于

(下转第 11 页)

GA₃ 浓度,发现再生频率与 GA₃ 的浓度呈正相关。在我们的试验中也使用了较高浓度的 GA₃ 来诱导植株再生并得到了相似结果。高浓度的 GA₃ 在 3 个品种中都显著地提高了植株的再生频率(表 3)。只有在含有高浓度 GA₃ 的分化培养基中才得到了较高的分化频率。在试验中还

表 3 不同 GA₃ 浓度对植株再生的影响

品 种	GA ₃ 浓度 (mg/l)	接种愈伤组织数	出芽愈伤组织数	再生频率 (%)
Altex	2	300	51	17
	4	360	148	41
Canadian twin	4	153	57	37
	6	153	103	67
81008	4	153	9	5.9
	6	153	18	11.7

(上接第 7 页)

籼稻。可见, 粳稻性状遗传力对氮素水平的敏感性高于或稳定性低于籼稻, 其性状的遗传表现易受环境的左右, 这可能正是粳稻群体缺乏遗传多样性之故。

综上所述, 氮素水平不仅影响籼、粳稻一些重要性状的表现型(表 2), 还影响它们的遗传力(表 3、4)。不同性状的遗传力对氮素水平的响应度和遗传力相对大小的稳定性不同。籼稻群体具遗传多样性, 其遗传力绝对值的稳定性高于或对氮素水平的敏感性低于粳稻。根据 Jain 的观点^[5], 遗传力取决于与性状表现有关的基因作用类型、群体的遗传结构及环境条件, 那么, 氮素水平会影响性状遗传力这一事实说明, 控制性状的基因或遗传信息的表达受氮素水平

发现, GA₃ 的作用在分化频率较低的品种 81008 中尤为显著。这个品种在只加 BA 或配合 NAA, IAA 或 IBA 的各种培养基上几乎都没有植株的分化; 而其它 2 个品种在这些培养基上却有分化, 虽然分化频率较低(>10%)。这些结果表明, GA₃ 在甘蓝型油菜中对促进植株的分化是一种有效的激素。

参 考 文 献

- [1] 白守信、梁红卫、吴耀武: 1982. 植物生理学通讯, 3: 35—36.
- [2] 宋玉华、陈正华、李文彬等: 1987. 遗传学报, 14(4): 243—248.
- [3] Colijn, C. M., A. J. Kool and H. J. J. Nijkamp: 1979. *Theor. Appl. Genet.*, 55: 101—106.
- [4] Orr, W. W., A. Keller and J. Singh: 1986. *J. Plant Physiol.*, 126: 23—32.
- [5] Sacristan, M. P., 1982. *Theor. Appl. Genet.*, 61: 193—200.
- [6] Singh, S. and N. Chandara: 1984. *Plant Cell Reports*, 3: 1—4.

的影响。因此, 在育种中, 应根据目标性状将材料置于能使遗传信息充分表达或使性状遗传力达最大值的合适氮肥水平下进行加工或选择。

参 考 文 献

- [1] 高之仁: 1986. 数量遗传学, 四川大学出版社, 第 466—480 页.
- [2] 高金成等: 1988. 遗传 10(4): 3—6.
- [3] Allen, F. L. et al.: 1978. *Crop Sci.*, 18(5): 747—751.
- [4] Byth, D. E. et al.: 1969. *Crop Sci.*, 9(6): 702—705.
- [5] Jain, J. P.: 1982. In: *Statistical Techniques in Quantitative Genetics*, pp. 42—46. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, India.
- [6] Johnson, G. R. and K. J. Frey: 1967. *Crop Sci.*, 7(1): 43—46.