

水稻超稀植条件下品种(系) 产量构成因子分析

李荣田 秋太权 崔成焕

(东北农业大学农学系)

摘要 本文以东北农业大学和黑龙江省内其它育种单位新选育的及生产上广为利用的十四个不同类型、熟期的水稻品种(系),在超稀植条件下,进行单株产量构成因子的相关分析和遗传通径分析,结果认为,在超稀植条件下水稻高产育种方针是:将穗数控制在合适水平上同时,以保证大穗为基础,以争取较高的结实率为重点目标,并注意提高粒重。

关键词 超稀植 水稻品种(系) 单株产量 相关分析 遗传通径分析

中图分类号 S511.104

水稻旱育稀植技术的应用使我省水稻单产有了大幅度提高,促进了水稻生产发展。但是,高产栽培时由于增施肥料使得水稻后期田间密闭,茎秆细弱,下部节间过长,引起倒伏,灌浆结实能力降低,限制了产量进一步提高。在生产和研究中,我省试验示范水稻超稀植栽培技术,试图通过变化插秧规格,把 9×3 寸转变为 $9 \times 6(8)$ 寸方式解决以上问题,进一步增加产量。但是,与超稀植配套品种的特征特性还有待进一步明确。为此,本试验选用了东北农大和其它育种单位新选育和生产上广为利用的十四个不同类型、熟期水稻品种(系),进行单株产量构成因子分析,探索超稀植栽培条件下水稻高产育种目标,以便为选育适于超稀植的高产水稻品种提供理论依据。

1 材料与方法

全部试验于1993年在东北农业大学香坊试验站进行。

1.1 供试材料

选用了十四个不同类型和熟期的水稻品种(系)进行试验,供试品种(系)见表1。

1.2 栽培方式

采用黑龙江省常用的超稀植栽培方式,即插秧规格 9×6 寸 $\times 2$ 苗,施肥量为亩施纯氮10公斤,氮磷钾比为2:1:1。其中氮40%作基肥,30%作返青分蘖肥,20%穗肥,10%粒肥;磷全部作基肥;钾70%作基肥,15%穗肥,15%粒肥。

1.3 试验设计

本试验采用随机区组法,三次重复,小区为8行区,行长6.5米,小区面积15.6平方米。

1.4 调查和分析方法

观察记录稻田各品种(系)抽穗期和倒伏情况,成熟时每小区取10株进行考种。

以小区平均数进行方差和协方差分析,而后按表现型方差分解式 $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$ 、表现型协方差分解式 $\text{COV}_p = \text{COV}_g + \text{COV}_e$,以及相关系数公式 $r = \text{COV}_{ij} / (\sigma_i \cdot \sigma_j)$ 等,估算五个经济

性状间的表现型相关系数 r_p , 遗传相关系数 r_g 和环境相关系数 r_e ; 最后求算遗传的直接通径系数 ($P_i \rightarrow y$) 和间接通径系数 ($P_i \rightarrow j \rightarrow y = r_{ij} \quad P_i \rightarrow k$)。

表 1 供试材料

品种(系)代号	品种(系)名称	品种(系)来源	品种(系)主要特征
V1	东农 012	东农(松 86-4×牡 2231)	大穗 中晚熟
V2	东农 015	东农(松 86-4×牡 2213)	大穗 中晚熟
V3	东农 085	东农(牡 2305×富士光)	大穗 中晚熟
V4	东农 986	东农(牡 2305×富士光)	大穗 中晚熟
V5	东农 125	东农(合江 20×东农 415)	矮秆、多穗、大穗、中早熟
V6	东农 145	东农(合江 20×东农 415)	矮秆、多穗、大穗、中晚熟
V7	东农 N237	东农(佳锦×牡 2302)	高秆、多穗、大穗、中晚熟
V8	东农 111	东农(越光×(庄 32×东 363))	中间型 中晚熟
V9	东农 164	东农(石狩×东农 415)	偏大穗型 早熟
V10	东农 91-11	东农(下北×牡 17)	多穗型 中晚熟
V11	合江 23	合江所	多穗型 早熟
V12	松 88-11	省水稻二所	中间型 中晚熟
V13	牡 1894	牡丹江所	大穗型 中晚熟
V14	东农 415	东北农大	中间型 中熟

2 结果与分析

2.1 将十四个品种(系)单株产量及其构成因子的平均值列于表 2。

表 2 十四个品种(系)的单株产量及其构成因子的平均值

品 种 (系)	抽穗期 (月、日)	穗 数 (穗/株)	穗粒数 (粒/穗)	结 实 率 (%)	千 粒 重 (g)	单株产量 (g)	理论单产 (kg/mu)	倒伏 情况
V1	8.4	17.40	149.67	79.97	26.86	56.26	637.93	.
V2	8.5	17.36	150.22	79.83	25.93	53.92	611.40	
V3	8.5	17.12	143.29	79.28	28.11	54.58	618.84	
V4	8.6	17.01	144.38	78.94	28.11	54.46	617.48	倒
V5	7.27	22.90	115.21	82.66	28.43	62.00	703.02	
V6	8.5	23.06	122.00	83.70	27.90	65.62	744.07	
V7	8.5	24.50	107.69	65.36	27.10	46.87	531.50	倒
V8	8.6	20.54	113.98	80.46	26.60	49.97	566.65	
V9	7.26	20.51	125.41	83.98	27.81	59.91	679.28	
V10	8.6	25.50	95.71	70.64	23.58	40.58	460.14	倒
V11	7.25	26.48	89.90	70.30	27.54	46.05	522.12	倒
V12	8.7	20.61	121.94	76.57	23.45	45.08	511.12	
V13	8.4	19.93	136.90	65.83	26.63	50.65	574.28	
V14	8.3	20.32	112.63	81.47	27.72	52.36	593.75	

2.2 五个经济性状间的相关分析

将单株产量 y 、穗数 x_1 、穗粒数 x_2 、结实率 x_3 和千粒重 x_4 等五个性状间表型相关 r_p 、遗传相关 r_g 和环境相关 r_e 分析结果列于表 3。

表 3 五个经济性状间的相关分析

项 目	r_p	r_g	r_e
穗 数(x_1)	-0.29290	-0.35980	0.52670 * *
穗粒数(x_2)	0.43650 *	0.45990	0.13140
单株产量(y)—结实率(x_3)	0.73730 * *	0.78490 * *	0.22310
千粒重(x_4)	0.67471 * *	0.71411 * *	0.33510
穗粒数(x_2)	-0.91521 * *	-0.93841 * *	-0.61660 * *
穗 数(x_1)—结实率(x_3)	-0.45260 *	-0.52380 * *	0.31700
千粒重(x_4)	-0.16340	-0.17330	-0.07820
结实率(x_3)	0.37351	0.44011 * *	-0.38940 *
穗 粒 数(x_2)—千粒重(x_4)	0.18100	0.18900	0.11310
结实率(x_3)—千粒重(x_4)	0.30101	0.40311 *	0.52370 * *

$r_{0.05}=0.37400 \quad r_{0.01}=0.47800$

表 3 相关分析结果表明,表现型相关、遗传相关和环境相关之间并不是简单的和差关系,相对来说遗传相关与表型相关数值上较接近,且符号方向基本一致。而且绝大多数性状间的遗传相关>表现型相关>环境相关。说明在试验田等环境条件一致,供试品种(系)在当地生育期条件下可以正常成熟和供试时未发病等前提下,遗传基础是决定产量构成的主要因素。因此,注意选择具有优良产量构成的基因型,是提高适于超稀植条件下水稻品种丰产性的有效途径。

表 3 中穗粒数、结实率及千粒重与单株产量的遗传之间呈显著或极显著的正相关关系。这说明,提高穗粒数、结实率和千粒重对育成高产品种有重要的遗传效应。所以,在选育适于超稀植条件下的高产品种时,首先必须重视提高穗粒数、结实率和千粒重这三个性状。

从表 3 看出,穗粒数、结实率提高,都与有效穗的增加呈极显著的负相关,而穗粒数和结实率、千粒重和结实率却存在显著的正相关。说明大穗、大粒和高结实率之间是可以结合的,在它们结合同时注意保持适宜的穗数,可以获得较高的单株产量。表 2 中产量较高的品种(系)往往是大穗、大粒和高结实率品种(系)(V1、V2、V3、V4、V5、V6、V9 等),也证明大穗、大粒和高结实率品种(系)具有内在的高产潜力。

2.3 产量构成因素对单株产量的遗传通径分析

产量构成因素对单株产量的遗传通径分析结果列于表 4。

表 4 产量构成因素对单株产量的通径分析

项 目	1→y	2→y	3→y	4→y	r_g
穗 数 (x_1) →	1.27334	-1.17678	-0.38705	-0.069313	-0.35980
穗 粒 数 (x_2) →	-1.19491	1.25401	0.32521	0.07559	0.45990 *
结 实 率 (x_3) →	-0.66698	0.55190	0.73893	0.16123	0.78490 * *
千 粒 重 (x_4) →	-0.22067	0.23701	0.29787	0.39996	0.71411 * *

从表 4 看,四个产量构成因素对单株产量净效应值 r_g 最大的是结实率的 r_g (0.78493),第

是千粒重的 r_{g} (0.71411), 而后才是穗粒数的 r_{g} (0.45990)。但是, 穗粒数对单株产量的直接通径系数 (1.25401) 大于结实率对单株产量的直接通径系数 (0.73893), 而穗粒数通过结实率对单株产量的间接通径系数 (0.32521) 小于结实率通过穗粒数的间接通径系数 (0.55190)。这说明, 穗粒数对单株产量的贡献主要是通过自身的直接效应来实现的, 而结实率对单株产量的贡献虽有自身的作用基础, 但它通过穗粒数的间接效应也占有较大比重。千粒重对单株产量虽存在较大的正向净效应值, 但它的直接效应 (0.39996) 显然小于穗粒数和结实率的直接效应, 其它因素对它的影响也较小。因此, 对单株产量贡献最大的是穗粒数, 其次是结实率, 最后才是千粒重。这样, 在选择适于超稀植的高产品种时, 应以大穗为基础, 较高的结实率为保证, 同时注意提高粒重。

穗数对单株产量的直接通径系数高达 1.27334, 但由于穗数通过穗总粒数和结实率这两个性状有两个较大的负向间接通径系数 (-1.17678 、 -0.38705), 所以, 穗数对单株产量存在接近显著的负向净效应值 (-0.35980)。这表明, 保证适宜的有效穗, 仍有益于单株产量的提高。但是, 穗数保持较高的数值, 则穗粒数、结实率的数值将减少, 从而使单株产量降低。

总之, 通过通径分析进一步表明, 在产量形成中, 四个产量构成因素的相互关系较为复杂, 只有当某一因素增加的正效应, 能补偿或超过另一因素所产生的负效应时, 才有可能取得较高的单株产量。在超稀植条件下高产育种方针是将穗数控制在合适水平上同时, 以保证大穗为基础, 以争取较高的结实率为重点目标, 并注意提高粒重。本试验中, 单株产量最高的材料是 V6、V5 和 V9, 达到了穗较多、大穗且高结实率的高产育种的主要目标。

3 讨论

3.1 关于水稻超稀植栽培条件下的群体结构

水稻超稀植栽培技术是在早育稀植栽培技术基础上发展起来的一种新的水稻种植技术, 在黑龙江省中南部地区稻作生产中开始应用。据报道, 早育稀植条件下, 亩产 ≥ 600 公斤的产量构成特点为: 穗数 680 穗/平方米, 穗粒数 90 粒/穗, 结实率 85% 左右, 千粒重 25 克^[1]。但是, 关于超稀植栽培的高产群体产量构成特点还未见报道。本试验表明, 超稀植时, 四个产量构成因素的相互关系较为复杂, 只有当某一因素增加的正效应, 能补偿或超过另一因素所产生的负效应时, 才有可能取得较高的单株产量。供试材料中, 理论亩产最高的是 V6 (744.07 公斤), 其次是 V5 (703.02 公斤) 和 V9 (679.28 公斤), 它们的产量构成为: 穗数 349~392 穗/平方米, 穗粒数 115~125 粒/穗, 结实率 82~84%, 千粒重 27.81~28.43 克。因此, 通过本试验初步认为, 水稻超稀植时亩产 700 公斤的群体结构应为每平方米 400 穗, 每穗 120 粒, 结实率 85%, 千粒重 28 克。

3.2 关于适于超稀植栽培条件的品种类型

角田重三郎曾在六十年代初对水稻耐肥性进行了深入研究, 提出了水稻理想株型概念, 认为耐肥高产水稻类型应是多穗、小穗、矮秆、立叶的穗数型品种^[2]。但是本试验中采用的具有理想株型特点的品种(系) V10、V11 等, 因为难以保证较高的结实率, 产量都不理想。其原因在于和现代投入水平相比, 五十年代所谓高肥水平, 也就相当于中肥水平。穗数型品种在增施肥料时, 单茎增加, 群体过繁, 茎秆细弱, 后期倒伏, 结实率下降。即使通过超稀植形式也难以解决穗数型品种局部过繁, 茎秆细弱, 结实率低的问题。通过对本试验结果的分析表明, 适于超稀植栽培条件配套品种的高产育种方针是, 将穗数控制在合适水平上同时, 以保证大穗为基础, 以争取较高的结实率为重点目标, 并注意提高粒重。据此可以认为, 适于超稀植栽培条件的理想水稻类型是矮秆、穗较多、大穗、大粒、大库容和高结实率的矮秆、大穗型品种。

3.3 对水稻品种高结实率的初步看法

水稻育种实践证明,较多穗、大穗、大粒大库容是较容易做到的,而保证较高的结实率往往是困难的,有人认为大穗品种结实率往往较低,小穗品种往往较高。本试验表明,在现代育种水平上,穗粒数和结实率的负相关关系已经打破,穗粒数多少和结实率高低并无必然的联系,通过育种途径完全有可能创造出大穗、高结实率的类型。因此有必要从穗型结构、根系形态及活力等深层方面进一步探讨水稻品种高结实率的问题。

4 结 论

4.1 适于超稀植的水稻育种方针是将穗数控制在合适水平上同时,以保证大穗为基础,为争取较高的结实率为重点目标,并注意提高粒重。

4.2 适于超稀植的水稻品种类型应是穗较多、矮秆、大穗型品种。亩产 700 公斤的水稻产量构成是每平方米 400 穗,每穗 120 粒,结实率 85%,千粒重 28 克左右。

4.3 提出东农 145(V6, 合江 20×东农 415)、东农 125(V5, 合江 20×东农 415)和东农 164(V9, 石狩×东农 415)可作为适于超稀植栽培的有望品系。

4.4 提出结实率和穗型、根系形态及活力等方面的关系应进一步探讨研究。

参 考 文 献

- 1 金学泳、金官植. 水稻稀植栽培品种特性的研究. 黑龙江农业科学, 1989, 5: 7~11
- 2 Tsanoda, S., 1963, A developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops, In 'A Developmental Analysis of yielding Ability of Field Crops', Japan SOC. Prom. Sci. Tokyo, P128~135

Analysis of Yield Components in Rice Varieties(Lines) under Super Thin Planting Conditions

Li Rongtian et al.

(Department of Agronomy, Northeast Agricultural University)

Abstract fourteen new paddy rice varieties (lines) with different type and maturity date, developed by Northeast Agricultural University and other breeding institutes in Heilongjiang, were analysed for their yields and yield components under super thin planting conditions, using the correlation analysis and genetic path analysis method. The results indicated that the strategy of paddy rice breeding for high yield under super thin planting conditions is as follows: the large panicle is as foundation and the high setting percentage as an important target while the panicle number is controlled at a proper level; in addition, attention should be given to increasing grain weight

Key words Super thin planting, Paddy rice variety (line), Yield per plant, Correlation analysis, Genetic path analysis