

An Experiment on Expressing System by Profiles: An Expressing Sub-System of Grain Yield in Rice

Qiao Lin

Original Institute of Agricultural Science of Wenjiang District, Chengdu
Email: lingjiaoo@aliyun.com

Received: Jun. 30th, 2014; revised: Jul. 11th, 2014; accepted: Jul. 30th, 2014

Copyright © 2014 by author and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

For exploring how genome expresses a trait and whether or not the gene spectrum is as a sub-system to operate, the experiment is to be taken. There are twenty-four hybrids to be made by the diallel crossing method with the three line parents of two male sterile lines A_1 and A_2 from Tengqiao and Lizigou wild abortive rice in Hainan Island. Two maintaining lines of IR160 B_1 and Zhenshan 97 B_2 derived from different ecological areas, China and the Philippines. In the Six return lines, three are subspecies Shan Indonica and three are middle type between Shan and Gen Japonica also. Through plot experiment, plants investigation and statistics analysing, the results is that there are broad heredity with nine traits of grain yield. This just explains that those traits are true inheritance. And so, from the perspective of narrow heredity, the five traits, namely, the number of the highest plant, spikelet per panicle, seed set ratio, grain weight and plant height are higher. It means that there exists dominant epistatic gene. Of course, there is a reason to agree that this is a sub-system in rice genome expressing grain yield by profiles.

Keywords

Rice, Grain Yield, Profiles, Expressing System

基因表达系统研究：稻谷产量表达子系统

林 乔

原温江地区农科所，成都
Email: lingjiao@aliyun.com

收稿日期：2014年6月30日；修回日期：2014年7月11日；录用日期：2014年7月20日

摘要

为了探索基因组如何表达一种特征特性，这些基因谱群是否作为一个子系统在运作而开展的试验。用海南荔枝沟和藤桥两个来源的野生稻不育系源，中国和菲律宾两个保持系源，日本和中国恢复系源，按双列式杂交法配制24个杂交稻组合，田间试验、考种、和统计分析结果：日分蘖率等9个与产量相关的性状，都有较大的广义遗传度，说明他们都是真实遗传的；而狭义遗传度以穴最高苗数、每穗着粒数、结实率、千粒重、株高5项较高，说明它们存在显性上位性基因。因此，有理由认为，这9性状的相关基因谱，组成了水稻基因组中稻谷产量的基因谱群表达子系统。

关键词

水稻，谷物产量，基因谱群，表达系统

1. 引言

用系统学的方法来研究基因谱群内，控制某表观性状的遗传系统及其表达，是遗传学从分析走向综合，即从基因水平走向个体水平的相反研究方向，它有利于研究高等生物基因的调控[1]与表达。

影响稻谷产量的各种性状，是相关基因谱群相互作用的结果，都是真实遗传的，所以组成产量性状的每一基因谱理应是产量基因表达系统的元件。研究这些性状的遗传相关性[2]，研究两两性状之间表达的时序，前一性状的表达状态对后一性状的影响[3]，这样就有根据设计水稻产量计算的理论公式，代表产量基因谱系统的表达式。

盛孝邦[4]等研究单株稻谷产量性状，株高、穗颈长、抽穗期、最高分蘖、有效穗数、成穗率、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重等 10 性状的通径分析，认为他们都与稻谷产量有关。

2. 材料和方法

参试材料：选用不育系藤 A(藤桥野生稻)和荔 A(荔枝沟野生稻)共 2 个，保持系 IR160B₁ 和珍汕 97B₂ 共 2 个，籼粳中间型半恢复系：1) 新 67-341(偏粳型)、2) 早 IR24 X 野白(偏籼型)、3) C₅₇₋₁₆₇(偏粳型)，籼型全或半恢复系、4) IR1529 选、5) 青董 6XT480-2、6) IR24。按不完全双列式杂交法配组，F₁ 育苗移栽，秧龄 32 天，本田亩施 10.5 公斤纯氮，浅水灌溉，株行距 10 × 15 厘米(每亩 1.48 万穴)，秆行试验，单株栽插，田间随机区组排列，重复 3 次，每小区 10 株。

试验地在四川成都平原原温江地区农科所，于 1979 年 4 月 5 日播种，各种材料于 1975~1978 南繁时分别在海南岛陵水县从四川农科院、四川农大、绵阳及内江地区农科所引进。本田，从栽插后，每隔 5 天调查一次分蘖进程，并记载出穗期、成熟期。成熟后，取中部 3 穴作为样本进行考种。将考种的数据进行如下项目的分析：1) 变量分析；2) 一般配合力；3) 遗传力；4) 相关性系数；5) 遗传和环境相关的特征根和特征向量。

计算遗传相关系数的公式是： $r^2_{g_{1,2}} = (\sum g_1 \cdot g_2)^2 / \sum g_1^2 \cdot g_2^2$

计算环境相关系数的公式是： $r^2_{e_{1,2}} = (\sum e_1 \cdot e_2)^2 / \sum e_1^2 \cdot e_2^2$

求特征根和特征向量的公式是使用张巨洪的 BASIC 程序输入 Apple II 计算机计算, 而产量的计算, 则是根据计算公式分别编制成 BASIC 程序输入容量为 380 步的 Casio fx 4000, 用手工计算, 如计算产量的程序是: 用公式计算水稻产量的 BASIC 程序[5]。各计算经过两次以上重复计算, 输入数据时, 不输入无效数等, 以免增大误差, 但抽样的系统性误差或错误, 考种时力求降到最低。

```

10          LPRINT "A  COMPUTING OF A PLANT YEILD IN RICE"
20          LPRINT
30          LPRINT "U. V. W'S"; "FROM  FORMULA"; "U1"; "V1"; "W1"
40          LPRINT "N="
45          INPUT  M:  LPRINT "M"
50          LPRINT  "N="
55          INPUT  N:  LPRINT "N"
56          INPUT  A
60          DIM  A(M, N)
65          FOR I = 1 TO M
70          FOR J = 1 TO N
75          READ  A(I, J)
80          NEXT  J
85          NEXT  I
90          FOR I = 1 TO M
100         FOR J = 1 TO N
110         B = A(I 1)
120         N = A(I 2)
130         S = A(I 3)
140         G = A(I 4)
150         F = A(I 5)
160         W = A(I 6)
170         U = A(I 7)
180         H = A(I 8)
190         L = A(I 9)
195        NEXT  J
220        U1 = A *H *0. 45 *B *S+0. 4 * SIN (N)+SIN(90 *B) – SIN(M) + B
230        V1 = G *[F-0.5*SIN G]+SIN (L) –B+SIN(H+0.5)-SIN(M)
240        W1 = W –B +BIN (H *0.5) +F -1
270        E = U1*V1 *W1 *0.01
280        O = G*F W*U * 0.01
300        INPUT I; "P"; "U1"; "V1"; "W1"
310        LPRINT
320        NEXT  I
410        DATA
...        ...
1000       END

```

3. 结果分析

3.1. 稻谷产量的基因谱群表达系统

通过不完全双列式杂交配组的 24 个组合，分别将它们影响产量的 9 个表观性状列入表 1，并对这些性状进行遗传度分析如表 2，结果：9 个性状都有较大的广义遗传度，说明他们都是真实遗传的；而狭义遗传度以穴最高苗数、每穗着粒数、结实率、千粒重、株高 5 项较高，说明它们存在显性上位性基因。因此，有理由认为，这 9 性状的相关基因谱，组成了水稻基因组中稻谷产量的基因谱群表达子系统。

3.2. 稻谷产量性状的数学表达式

首先，从组成产量性状的表达时序出发，如图 1，然后分析这些性状的遗传相关与环境相关，进而

Table 1. Traits components of yield influencing factor of incomplete double column type hybrid F₁
表 1. 不完全双列式杂交 F₁ 代影响产量的性状组成

组合代号	保持系	不育系	恢复系↓, 性状→	1 日分蘖率 (b)	2 最高苗/穴 (m)	3 成穗率 (sh)	4 每穗着粒数 (g)	5 结实率 (f)	6 千粒重 (克)(w)	7 单株穗数(万) (u)	8 出穗日数(天) (h)	9 株高厘米(i)
1	IR160B ₁	藤 A ₁	①67-341(偏粳)	0.317	17.5	0.632	144.5	0.262	24.8	16.4	109.8	105.5
2	IR160B ₁	荔 A ₂	①67-341(偏粳)	0.631	21.2	0.743	119.0	0.511	26.5	31.1	108.1	106.7
3	珍汕 97B ₂	藤 A ₁	①67-341(偏粳)	0.471	15.5	0.647	191.8	0.306	25.3	21.3	116.5	116.6
4	珍汕 97B ₂	荔 A ₂	①67-341(偏粳)	0.391	14.3	0.741	166.0	0.355	26.1	22.4	117.2	111.3
5	IR160B ₁	藤 A ₁	②早 IR24 X 野白	0.401	16.3	0.549	119.0	0.637	32.7	18.9	138.0	101.0
6	IR160B ₁	荔 A ₂	②早 IR24 X 野白	0.402	15.8	0.730	129.8	0.460	28.2	22.4	104.3	100.6
7	珍汕 97B ₂	藤 A ₁	②早 IR24 X 野白	0.393	14.2	0.681	156.8	0.716	23.6	20.3	85.2	95.0
8	珍汕 97B ₂	荔 A ₂	②早 IR24 X 野白	0.426	15.0	0.719	135.0	0.691	25.3	22.4	88.7	104.9
9	IR160B ₁	藤 A ₁	③C ₅₇₋₁₆₇ (偏粳)	0.397	13.8	0.655	145.5	0.206	29.8	18.9	105.3	85.5
10	IR160B ₁	荔 A ₂	③C ₅₇₋₁₆₇ (偏粳)	0.443	16.0	0.577	194.3	0.235	29.2	19.6	138.3	97.7
11	珍汕 97B ₂	藤 A ₁	③C ₅₇₋₁₆₇ (偏粳)	0.338	13.2	0.613	165.8	0.207	24.2	17.1	118.8	98.6
12	珍汕 97B ₂	荔 A ₂	③C ₅₇₋₁₆₇ (偏粳)	0.344	13.2	0.656	137.0	0.576	25.7	18.2	108.5	91.7
13	IR160B ₁	藤 A ₁	④IR1529 选	0.434	18.0	0.592	106.7	0.734	28.9	20.6	87.5	92.0
14	IR160B ₁	荔 A ₂	④IR1529 选	0.537	20.7	0.577	109.3	0.622	31.1	25.2	99.1	83.5
15	珍汕 97B ₂	藤 A ₁	④IR1529 选	0.488	16.3	0.678	114.5	0.711	26.9	22.4	94.3	84.7
16	珍汕 97B ₂	荔 A ₂	④IR1529 选	0.534	18.3	0.671	113.2	0.637	27.4	26.3	37.5	91.4
17	IR160B ₁	藤 A ₁	⑤青董 6XT480-2	0.451	17.0	0.680	134.5	0.650	31.2	20.1	93.5	80.8
18	IR160B ₁	荔 A ₂	⑤青董 6XT480-2	0.372	15.5	0.619	184.2	0.350	31.8	20.0	142.6	111.4
19	珍汕 97B ₂	藤 A ₁	⑤青董 6XT480-2	0.436	14.8	0.624	122.8	0.802	29.3	19.2	86.2	82.2
20	珍汕 97B ₂	荔 A ₂	⑤青董 6XT480-2	0.474	17.5	0.615	125.3	0.654	27.2	18.9	80.3	91.6
21	IR160B ₁	藤 A ₁	⑥IR24	0.488	19.0	0.592	108.2	0.722	31.4	23.1	117.5	90.5
22	IR160B ₁	荔 A ₂	⑥IR24	0.392	15.7	0.638	137.2	0.639	30.8	21.0	108.8	95.5
23	珍汕 97B ₂	藤 A ₁	⑥IR24	0.439	15.5	0.623	124.3	0.811	26.4	20.6	104.5	88.9
24	珍汕 97B ₂	荔 A ₂	⑥IR24	0.399	17.5	0.574	137.3	0.710	29.0	22.1	124.3	97.4

Table 2. Heritability analysis of gene spectrum of rice yield traits
表 2. 稻谷产量性状基因谱群遗传力分析

性状及其代码	F 值		配合力比例		遗传度%		
	区间	组合间	Vg %	Vs %	h ² B	h ² N	h ² B - h ² N
1 日分蘖率	0.008	1.912	29.97	70.21	37.97	11.31	26.66
2 最高苗/穴	3.016	2.897	76.95	23.05	51.98	39.99	11.99
3 成穗率	0.001	1.504	31.35	68.65	23.57	7.20	16.37
4 每穗着粒数	0.007	3.621	48.35	51.65	58.24	28.15	30.09
5 结实率	1.476	6.658	74.13	25.87	75.85	56.23	19.62
6 千粒重	5.636	9.279	71.97	28.03	82.71	59.52	23.19
7 单株穗数	0.183	3.699	22.60	77.40	58.33	13.18	45.15
8 出穗日数	9.645	19.797	9.87	90.13	90.92	8.79	81.95
9 株高	0.642	10.128	53.96	46.84	83.08	44.85	38.25

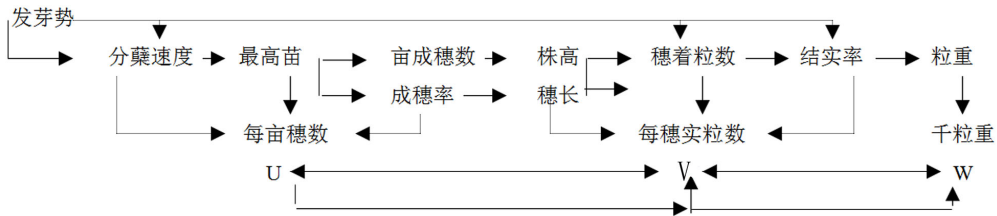


Figure 1. Expressed sequence diagram of yield trait
图 1. 产量性状的表达时序图

导出稻谷产量的数学表达式。兹分析 9 个性状的遗传相关与环境相关如表 3，遗传相关与环境相关的主成分分析如表 4，遗传相关的相关程度分析如表 5。在表 4 选定的主成分有：最高苗数、亩穗数、成穗率、粒重、每穗着粒数、结实率等 6 因子，它们的累积贡献率 92.39%，每亩穗数、实粒数和千粒重与相关性状的遗传相关系数如表 5，从图和表 5 的对照可以看出：

- 1) 每亩穗数 U：亩穗数直接受最高苗数(a)，和成穗率(sh)的基因谱基本确定，而分蘖速度(b)是通过影响最高苗而影响亩穗数的；同时出穗日数(h)又是通过成穗率而影响亩穗数的。
- 2) 每穗实粒数 V：每穗实粒数直接受每穗着粒数(g)，和结实率(f)的基因谱基本确定，而分蘖速度、最高苗(m)、株高(l)通过影响每穗着粒数来影响每穗实粒数的；同时出穗日数是通过结实率来影响每穗实粒数的，但影响较小。
- 3) 千粒重 W：千粒重直接受籽粒的长、宽、厚、胚乳比重等 4 性状的基因谱基本确定[6]，而出穗日数、结实率也直接影响粒重，但是表 4 说明，结实率与粒重的相关是环境相关。

从上图和对性状的遗传相关与环境的相关分析可以得出结论，稻谷产量性状的数学表达式是：

$$\hat{y} (\text{产量}) = \hat{U} \times \hat{V} \times \hat{W}$$

根据表 3 相应两性状间遗传相关系数的大小，又用曲线拟合法求得各性状相互影响的经验系数，即矫正参数，获得下列经验式：

$$\begin{aligned} \hat{U} &= 45 \times b \times sh + 0.4 \times \sin(m) + \sin(90 \times b) - \sin(m) + b \\ \hat{V} &= g \times [f - 0.5 \times \sin(g)] + \sin(i) - b + \sin(h + 0.5) - \sin(m) \\ \hat{W} &= w - b + \sin(h \times 0.5) + f - 1 \end{aligned}$$

Table 3. Genetic and environmental correlation analysis of rice yield trait
表 3. 稻谷产量性状遗传及环境相关分析

性状↓→	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
遗传相关下三角阵	1	1	0.5759	-.3698	.3744	.3869	-.2031	.5870	-.2277	-.5040	环境相关上三角阵
	2	.7655	1	-.1481	.2633	.2999	-.3050	.5156	.0383	.4267	
	3	.0859	-.1365	1	-.1576	.0006	.0086	.189	-.0015	-.0115	
	4	-.4454	-.5454	.0537	1	.0123	-.0160	-.1048	.0085	.0206	
	5	.0374	.2766	.0850	-.7200	1	-.0066	.0025	.0133	-.0286	
	6	.2858	.3179	-.5099	-.2420	.1541	1	-.0843	-.0073	-.0027	
	7	.8391	.6757	.4553	.3157	.0214	.0993	1	-.0093	.0037	
	8	-.1635	-.0693	-.4099	.4967	-.4354	.3423	-.1663	1	.0082	
	9	-.1575	-.1146	.2431	.5828	-.4825	-.2761	.0197	.4991	1	
性状↓→	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
互变量分析组合间F值下三角阵	1	0	29.59	30.71	218.50	30.65	124.26	0.06	1.25	1.12	互变量分析重复间F值上三角阵
	2	3.13	0	1.33	0.54	7.03	11.76	1.18	132.31	2.29	
	3	29.33	1.93	0	0.05	10.38	2.08	0.10	9.53	0.25	
	4	3.12	6.78	0.79	0	0.35	0.53	23.99	1.25	0.10	
	5	3.45	4.05	2.46	12.51	0	18.99	1.45	11.60	1.04	
	6	3.76	4.70	14.79	3.81	7.99	0	9.10	41.35	21.33	
	7	3.80	4.29	2.47	0.48	4.28	5.93	0	5.14	2.52	
	8	4.42	13.76	64.77	21.40	16.36	27.71	6.65	0	8.65	
	9	1.38	1.46	3.58	7.43	6.03	42.71	1.42	36.60	0	

Table 4. Analysis of genetic and environmental related principal component
表 4. 遗传和环境相关主成分分析

	遗传相关系数						环境相关系数					
特征根 λ_i	3.0612	2.4424	1.4159	1.3386	.7679	.5386	2.7439	1.9883	1.9230	1.5506	1.2212	.9349
累积贡献%	29.57	53.16	66.83	79.77	87.18	92.39	25.03	43.16	60.70	74.84	85.94	94.46
	.3933	.4270	-.1858	-.1510	.3049	.2378	.5575	-.1552	-.0976	-.1698	-.0937	-.1749
	.4461	.1706	-.3971	.0809	-.4792	-.1846	.4727	-.0469	-.3588	-.1548	-.3434	.2286
	.1483	.1899	.7844	.1622	-.1258	.0206	.3565	-.1437	.5373	-.2620	-.0932	-.2888
	-.3136	.5168	.0346	-.1838	.4405	.1214	.2686	.3306	-.4908	.1462	.2603	.1433
特征向量 L_i	.4077	-.2704	.0162	-.0274	.0696	.7820	.3035	-.3370	.3432	.0982	.5295	.3333
	.2362	.0974	.1338	.7710	.2192	-.0879	.2759	.4684	.0419	.3693	.3968	-.4970
	.3278	.4820	.0607	-.1989	-.0892	-.2272	.0878	-.4819	-.2727	.6074	.0890	.1200
	-.3029	.2342	-.3982	.5250	.0213	.2041	.2551	.4411	.3280	.4736	-.4209	.4263
	-.3276	.3401	.1048	.0155	-.6373	.4263	.0528	-.2372	-.1749	.3224	.3345	-.5127
主成分因子	最高苗	亩穗数	成穗率	千粒重	每穗着粒数	结实率	分蘖速度	千粒重	成穗率	亩穗数	结实率	出穗日数

Table 5. The genetic correlation coefficient between ear number per mu, actual number of seeds, seed weight per thousand and correlated traits

表 5. 亩穗数、实粒数和千粒重与相关性状的遗传相关系数

产量构成	→分量 ↓主成分	日分蘖率 (b)	每穴最高苗, m	成穗率 (sh)	每穗着粒数, g	结实率 (f)	千粒重 (w)	单株成穗 数	出穗日数 (h)	株高 (l)
U	亩最高苗	.3993	—	—	—	.4077	—	—	—	—
U	成穗率	—	—	—	—	—	—	—	-.3982	—
U	亩穗数	.4270	—	—	—	—	—	.4820	—	—
V	每穗着粒 数	—	.4792	—	—	—	—	—	—	.6373
V	结实率	.2378	—	—	—	—	—	—	.2041	.4623
W	千粒重	.1510	—	—	—	—	—	—	.5250	—

Table 6. Contrast of actual test data calculation and rice yield calculated by formula

表 6. 实际考种数据计算与公式计算稻谷产量的对比

组合代号	考种数据计算的产量				公式计算的产量			
	亩产(公斤)	亩穗数(万)	每穗实粒数	千粒重(克)	亩产(公斤)	亩穗数(万)	每穗实粒数	千粒重(克)
1	153.9	16.4	37.8	24.8	137.5	15.7	37.3	23.4
2	501.1	31.1	60.8	26.5	529.5	32.0	62.5	26.3
3	316.2	21.3	58.7	28.3	312.9	22.8	58.5	23.4
4	344.5	22.4	58.9	26.1	261.9	21.1	51.5	24.0
5	468.4	18.9	75.8	32.7	513.9	20.1	79.3	32.2
6	377.1	22.4	59.7	28.2	318.6	18.8	64.0	26.3
7	537.8	20.3	112.3	23.6	343.0	13.7	112.0	22.1
8	528.6	22.4	93.3	25.3	437.0	18.7	91.6	25.5
9	168.8	18.9	29.9	29.8	95.8	16.3	21.0	27.7
10	261.3	19.6	45.7	29.2	354.3	24.7	50.2	28.5
11	145.5	17.1	34.3	24.8	96.0	15.0	27.0	23.5
12	369.1	18.2	78.9	25.7	349.2	16.0	84.6	25.7
13	466.2	20.6	78.3	28.9	374.8	16.9	78.2	28.2
14	532.8	25.2	67.9	31.1	347.8	18.6	63.3	29.3
15	490.5	22.4	81.4	26.9	443.9	21.7	76.4	26.6
16	519.6	26.3	72.1	27.4	396.2	20.9	71.2	26.5
17	548.2	20.1	87.4	31.2	513.8	20.4	83.1	30.1
18	414.0	20.0	64.5	31.8	359.1	22.5	53.4	29.7
19	554.0	19.2	98.5	29.2	433.2	15.8	98.5	27.7
20	421.2	18.9	81.9	27.3	334.9	15.6	83.4	25.6
21	566.6	23.1	78.1	31.4	478.7	22.5	71.7	29.6
22	567.0	21.0	87.7	30.8	528.7	18.2	94.7	30.6
23	550.4	20.6	101.2	26.4	520.0	19.9	105.1	24.8
24	624.7	22.1	97.5	29.0	628.5	21.1	103.8	28.5

4. 讨论

为了研究农艺性状间表达与产量的关系，所以采用了性状差异较大的籼粳交，恢复度差异较大的和保持度强弱不同的品系，农艺性状虽然随不同的土壤、气象、品种和栽培条件而异，结果说明产量遗传系统的表达是成立的。

控制水稻个体或群体生长发育的基因谱群可分为若干基因谱子系统，如生命周期、产量、抗逆性、适应性等，所以通过试验就提出了这个稻谷产量表达系统、水稻基因组子系统。虽然，这个小试验的设计、田间管理、考种、统计分析等工作误差较大，甚至个别环节存在错误，可是我们用提出的这些公式计算核对 24 对不同次生基因起源中心所组配的亚种间杂交组合的产量，如表 6，对比考种产量与公式计算产量间，虽然 χ^2 值较大，但用实际考种数据计算的与用公式计算这些极值较大的亩产量、亩穗数、每穗实粒数、千粒重等数据，其高低的大趋势是相同的，有一定的可信度，也符合拉格朗日插值定理的数学原理，如果经验式再完善改进后，从这个估计结果趋势就可以说明，估计值的精确度有望提高，也说明这个提法是基本成立的。

5. 结论

通过 24 对不同次生基因起源中心所组配的亚种间杂交组合的，控制日分蘖率、最高苗/穴、成穗率、每穗着粒数、结实率、千粒重、单株穗数、出穗日数、株高等 9 个性状，都有较大的广义遗传度，说明他们都是真实遗传的；而狭义遗传度以穴最高苗数、每穗着粒数、结实率、千粒重、株高 5 项较高，说明它们存在显性上位性基因。因此，有理由认为，这 9 性状的相关基因谱，组成了稻谷产量的基因谱群表达系统，属水稻基因组的子系统。

参考文献 (References)

- [1] Steward, A.D., et al. (1982) The genetic basis of development. Blakle.
- [2] Little, T.M. and Hills, F.J. (1978) Agricultural experimentation. John Wiley and Sons, New York, 247.
- [3] 马月华 (1983) 植物育种的量遗传学基础. 江苏科技出版社, 南京, 77.
- [4] 盛孝邦, 李泽炳 (1986) 中国杂交水稻细胞质遗传效应的研究. In: 袁隆平, 辛业云, 符习勤, 廖伏明, Eds., 杂交水稻国际学术讨论会论文集, 中国杂交水稻中心出版社, 北京, 208-213.
- [5] 张巨洪 (1983) BASIC 语言程序库. 清华大学出版社, 北京, 233-238.
- [6] Lin, Q. (2009) A history data of breeding technology in rice: Through seed test of the crosses progeny to suggest expression system formula of the traits of grain weight in rice. *Journal of Science and Technology of China*, **1**, 12-15.