

江淮下游大豆地方品种群 体产量改进的选择指数*

盖钧镒 马育华

(南京农业大学大豆遗传育种研究室)

提 要

本文所研究的总体为江淮下游大豆地方品种群体, 供试材料为由78个品种组成的随机样本, 在构作产量改进的选择指数式时, 穷举 R^2 方法, 或最小 R^2 法、最大 R^2 法等适当的逐步回归方法是选用指数性状的有效方法。除产量外, 从17种性状中还选出单株粒重、茎粗、倒伏程度、结荚高度、瘪粒率及一些其他性状用于构作各种选择指数式。凡不包括产量本身的选择指数式, 仅能提供相当于单独产量选择时65—80%的选择进度, 包括产量本身的选择指数式, 可以提供与单独产量选择一样或稍高的选择进度。在包含产量本身的选择指数式中, 增添性状对改进选择进度并不明显。本地区地方品种产量改进的育种中, 指数式 $3ey$ 、 $4y$ 、 $5y$ 可用于准确的产量试验以前的育种早期阶段。

引 言

研究江淮下游大豆地方品种群体目的之一在于改进育种计划, 尤其是选择方法。本地区的育种目标为高产、适合于当地轮作复种制度的早熟性、抗病性(包括抗SMV)、抗逆性以及适于机收等。鉴于产量的遗传力较低, 尤其在育种早期只有单行区的时候, 对上述性状的综合选择, 除产量外, 可用性状轮流选择法或独立水平法。由于试验条件相差悬殊, 南方大豆育种工作者的策略及方法常与北方及美国的育种家不同。在肥力均匀的田块小、二熟制、试验规模受限制的条件下必须加大选择强度, 这尤其在育种早期。因此, 需要研究产量育种中选择指数的效用。

Comstock (1977) 认为育种中应用选择指数是数量遗传学的成就, 自从 Smith (1936) 提出选择指数, Hazel (1943) 用它改进育种值以来, 在以下几方面已有大量研究: (1) 选择指数比之性状轮流选择法及独立水平法的相对效率 (Hazel 与 Lush

* 南京农业大学大豆遗传育种研究室研究报告。本文受到中国科学院基金资助, 特表谢忱。

1942, Finney 1962); (2) 一种目标, 或多种目标但其中某些目标具限定要求 (Kempthorne 与 Nordskog 1959, Johnson 等 1955); (3) 如何构作包含有经济权数的选择指数, 采用经验值还是目标增量作为经济指数 (Pesek 与 Baker 1969), 或者兼用两者, 甚或无权数; 如何估计有关遗传参数, 用经验值, 还是平均值, 还是特定值, 或者无参数 (Hanson 与 Johnson 1956, Caldwell 与 Weber 1965); (4) 如何在轮回选择中应用选择指数, 不同选择周期使用相同抑或不同的选择指数式 (Matzinger 等 1976, Moll 与 Robinson 1966)。Lin (1978) 评述并讨论了选择指数的应用及局限性。

Johnson 与 Bernard (1963)、Brim (1973) 对大豆的选择指数研究做过综述。Johnson 等 (1955) 依据二个杂种群体的遗传简单相关从 24 个性状中选用结荚期、百粒重、倒伏程度、蛋白质含量、油分含量及产量等六种性状以构作产量改进的选择指数。其结果, 不包括产量本身的选择指数中效率高的可以相当于单选产量时的 136%。指数式中添加产量本身, 效率可高达 140.8%。据 Caldwell 与 Weber (1965) 报告, 在四个杂种群体中特定选择指数式的产量进度仅比直接产量选择稍高, 而平均选择指数式则反稍低。其所用性状为产量、成熟期、株高、倒伏程度、百粒重、油分含量及蛋白质含量, 其中产量的经济权数为 1, 其他为 0。Caldwell 等 (1966) 用上述材料与性状比较了一个具七个性状、七个具六性状共八个平均选择指数式。七个性状全部在内的指数式, 预测的及实际的产量选择进度均最大, 不包括产量本身的指数式仅能提供七性状指数式预测进度的 71.7%, 而且实际选择进度为负值。Byth 等 (1969) 用上述 Caldwell 与 Weber 同一套性状的结果, 在二个杂种群体中, 特定指数式的预测遗传进度最大, 但其实际产量进度通常低于直接产量选择及通用指数式。当然, 这种相差并不算大。

本文是江淮下游大豆地方品种群体研究的一部分, 目的为构作及评定江淮下游大豆地方品种群体产量改进的选择指数式。

材料与方 法

供试材料为从 800 余份江淮下游大豆地方品种中抽出的由 78 品种组成的一个随机样本。试验于江苏南京进行。5 行区, 6 尺行长, 行距 1.5 尺, 四次重复, 随机区组设计中间三行计产。每小区用 5 点取样, 每点 2 株, 共 10 株测量以下性状: 单株粒重 (YT₂)、单株荚数 (PT₃)、单株粒数 (ST₄)、每荚子室数 (SP₅)、瘪粒率 (SA₆)、百粒重 (SW₇)、主茎分枝数 (BT₈)、主茎节数 (NT₉)、每节荚数 (PN₁₀)、株高 (HT₁₄)、第一节间茎粗 (DS₁₅)、以及结荚高度 (HP₁₇)。产量 (YL₁)、播种至开花天数 (DF₁₁)、开花至成熟天数 (DP₁₂)、播种至成熟天数 (DM₁₃) 以及倒伏程度 (LD₁₆) 按小区记载。

鉴于多元方差分析不能处理具有缺值的向量, 仅 72 个品种的数据用于本文的分析。每个变量的统计模型为:

$$Y_{kl} = \mu + r_l + g_k + \varepsilon_{kl}$$

其中 Y_{kl} = 品种 k 在区组 l 的观察值,

μ = 总体平均数,

g_k = 品种 k 的效应, $k=1, \dots, 72$,

r_l = 区组 l 的效应, $l=1, \dots, 4$,

ε_{kl} = 品种 k 在区组 l 的随机误差,

$g_k \sim N(0, \sigma_g^2)$,

$\varepsilon_{kl} \sim N(0, \sigma_e^2)$ 。

多元情况下线性模型为:

$$Y = A\xi + E$$

其中 Y 为 $(4 \times 72) \times (17)$ 的观察值矩阵, ξ 为 $(4 + 72) \times (17)$ 的参数矩阵, A 为 $(4 \times 72) \times (4 + 72)$ 的设计矩阵, E 为 $(4 \times 72) \times (17)$ 的误差矩阵。

$$\underline{p} \sim N_{17}(\underline{\mu}, \Sigma_p),$$

$$\underline{g} \sim N_{17}(\underline{\mu}, \Sigma_G),$$

$$E \sim N_{17}(0, \Sigma)$$

\underline{p} 为品种平均数表型随机向量, Σ_p (或简写为 P) 为表型协方差矩阵。 \underline{g} 为品种遗传型随机向量, Σ_G (或 G) 为遗传型协方差矩阵, E 为随机误差, Σ 为以小区为单位的误差协方差矩阵。品种平均数的环境协方差阵

$$\Sigma_e = (1/4)\Sigma$$

$$\Sigma_G = \Sigma_p - \Sigma_e$$

用于构作产量改进选择指数的性状, 最多为八个。其筛选的方法包括三种逐步回归方法 (即最小 R^2 法、最大 R^2 法以及逐步法) 和穷举 R^2 方法。全部多元分析及多元回归均按 Morrison (1976) 及 SAS Institute (1979) 进行。

根据 Smith (1936)、Hazel (1943)、Caldwell 与 Weber (1965)、马育华 (1982)、Lin 与 Allaire (1977)、Nordskog (1978)、以及马育华与盖钧镒 (1979), 按以下方法构作选择指数式:

$$\text{选择指数 } I = \sum_{i=1}^m b_i x_i$$

其中 m = 指数式中的性状数,

b_i = 指数式系数,

x_i = 性状的表型值。

$$\text{聚合遗传型值 } H = \sum_{i=1}^m a_i g_i$$

其中 a_i = 经济权数,

g_i = 性状的遗传型值。

此处令 $H=y$, y 为产量的遗传型值, 其目的为强调产量的改进为解得 b_i 值,

$$\begin{aligned}
 Pb &= Ga \\
 b &= P^{-1}Ga \\
 \text{本文中} \quad b &= P^{-1}G_y
 \end{aligned}$$

其中 G_y 为 G 中的第一列, 即与产量有关的遗传型方差及协方差。为进行指数式间的比较, 每种指数式计算了以下各项:

遗传指数 g^* 的方差	$\hat{\sigma}_{g^*}^2 = b'Gb$
表型指数 I 的方差	$\hat{\sigma}_I^2 = b'G$
产量的遗传型方差	$\hat{\sigma}_Y^2$, 即 $\hat{\sigma}_H^2$ 的相当值,
选择指数 I 的遗传力	$\hat{h}_I^2 = \hat{\sigma}_{g^*}^2 / \hat{\sigma}_I^2$
选择指数与产量遗传型值间的相关	$\hat{r}_{IY}^2 = \hat{\sigma}_I^2 / \hat{\sigma}_Y^2$
产量的相关遗传进度	$\hat{CG}_y = k\hat{\delta}_I$

其中 k 为选择强度。

根据组内相关的定义, 将遗传指数方差与聚合遗传型值方差的比值定义为遗传指数与聚合遗传型值的相关, 即

$$r_{g^*H}^2 = \hat{\sigma}_{g^*}^2 / \hat{\sigma}_H^2 = h_I^2 \times r_{IH}^2$$

本文情况下,

$$r_{g^*y}^2 = \hat{\sigma}_{g^*}^2 / \hat{\sigma}_Y^2 = h_I^2 \times r_{IY}^2$$

估算了各种选择指数式及其相应的参数。指数式中的性状数, 除产量外, 变化在 1 至 8 个。对每一组性状, 构作了有产量及没有产量本身在内的选择指数式。同时还计算了每个指数式 10% 最佳样本的实际选择差。

结 果 与 讨 论

表 1 比较了选用性状以构作选择指数的六种方法, 穷举 R^2 法、最小 R^2 逐步回归、最大 R^2 逐步回归、逐步的逐步回归、表型简单相关、以及表型偏相关。其中简单相关在大豆上是常用方法 (Johnson 等 1955, 马育华与盖钧镒 1979)。这里进一步考虑了以下选用性状的要求: (1) 不仅在于与产量有高度简单相关, 而且在于复回归中与产量的相关, (2) 遗传力高, (3) 便于观察记载。穷举 R^2 方法比较了各种性状数目下可能组合的 R^2 值, 是一种满足要求 (1) 的最佳方法, 但当观察性状数目多时, 例如多于 15 个, 代价甚大, 这时, 可以采用最小 R^2 逐步回归或最大 R^2 逐步回归法。本文中,

表 1 江淮下游大豆地方品种改良中六种筛选选择指数性状的比较

性状数目	YT2 ^a	PT3	ST4	SP5	SA6	SW7	BT8	NT9	PN10	DF11
1	ABCD EF									
2	ABCD EF		ABCD			E				
3	ABCD EF	A	D	A		E				
4	ABCD EF	B		B		E	ACD			
5	ABCD E				ABC	E	D			E
6	ABCD			D	ABC		D			ABC
7	ABC		ABC		ABC					ABC
8	ABC	ABC	ABC		ABC					ABC

DP12	DM13	HT14	DS15	LD16	HP17	R ²					
						A ^b	B	C	D	E	F
						0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194
F						0.374	0.374	0.374	0.374	0.345	0.195
BC F						0.406	0.405	0.405	0.402	0.375	0.405
E											
ACD F						0.471	0.436	0.471	0.471	0.400	0.460
B EF											
ACD EF											
ABCD E						0.493	0.493	0.493	0.493	0.400	
ABCD E											
ABCD E											
ABCD						0.519	0.519	0.519	0.512		
ABC						0.538	0.538	0.538			
ABC											
ABC						0.552	0.552	0.552			

注：a 代号的说明见“材料与与方法”；

b A=穷举 R² 方法；B=最小 R² 逐步回归法；C=最大 R² 逐步回归法；D=逐步的逐步回归法，SLE=0.15，SLS=0.15；E=表型简单回归，共 5 个性状与产量显著相关；F=表型偏相关，共 16 个性状中仅 4 个与产量显著相关。

实际上在所需性状数目为 5 或 5 个以上时，以上三种方法筛选得的性状均相同。逐步的逐步回归法效果还可以，但向前逐步回归、向后逐步回归效果并不好，故未列入表 1。偏相关法看来不如穷举 R²、最小 R² 逐步回归及最大 R² 逐步回归，但比简单相关为

表 2 江淮下游大豆地方品种产量改进的选择指数

指数代号	YLi	YT2	PT3	ST4	SP5	SA6	SW7	BT8	NT9	PN10	DF11	DP12	DM13	HT14	DS15	LD16	HPI17	R ² (与产量的复相关)
1		0.50																0.19
1y	0.84	-0.021																1
2		0.84		-0.047														0.37
2y	0.80	0.065		-0.0085														1
3		0.89	-0.081		-4.67													0.41
3y	0.79	0.075	-0.015		-0.69													1
3a		0.86		-0.040				-0.49										0.40
3ay	0.79	0.082		-0.0079				-0.13										1
3b		0.87		-0.045	-2.36													0.39
3by	0.79	0.071		-0.0083	-0.26													1
3c		0.98		-0.063			-0.13											0.38
3cy	0.80	0.098		-0.012			-0.031											1
3d		0.74		-0.033													0.13	0.40
3dy	0.79	0.049		-0.0053													0.036	1
3e		0.69													-1.53		0.34	0.41
3ey	0.79	0.027													-0.15		0.062	1
4		0.80													-1.66		0.32	0.47
4y	0.76	0.079						-0.70							-0.23		0.068	1
4a		0.77		-0.033	-1.46			-0.18									0.11	0.41

表3 江淮下游大豆地方品种群体产量改进选择指数的遗传参数、预期遗传进度以及实际选择差

指数代号 ^a	\hat{G}_p^2	\hat{C}_1^2	\hat{G}_y^2	\hat{h}_y^2	$\hat{r}_{I_3}^2$	$\hat{r}_{r^*}^2$	预期产量相关遗传进度 (CG)			10%选择差	
							\hat{h}_y (q/ha)	$1\%CG$ (q/ha)	\hat{C}_1/\hat{G}_y %	S (q/ha)	S/\hat{G}_y (%)
1	0.70	0.92	6.13	75.3	0.151	11.4	1.68	2.57	42.6	2.08	41.4
1y	4.24	5.09	6.13	83.1	0.831	69.1	3.96	6.03	100.0	5.01	99.6
2	1.92	2.16	6.13	87.8	0.356	31.3	2.59	3.94	65.5	3.79	75.3
2y	4.32	5.13	6.13	84.2	0.836	70.4	3.97	6.05	100.3	5.01	99.6
3	1.99	2.37	6.13	84.1	0.386	32.5	2.70	4.11	68.2	3.83	76.1
3y	4.32	5.13	6.13	84.3	0.837	70.5	3.97	6.05	100.3	5.03	100.0
3a	2.12	2.42	6.13	87.8	0.394	34.6	2.73	4.15	68.9	4.13	82.1
3ay	4.36	5.14	6.13	84.7	0.839	71.1	3.98	6.05	100.5	5.01	99.6
3b	1.99	2.30	6.13	86.2	0.376	32.4	2.66	4.05	67.3	3.79	75.3
3by	4.32	5.13	6.13	84.3	0.837	70.5	3.97	6.05	100.3	5.01	99.6
3c	1.92	2.20	6.13	87.5	0.359	31.4	2.60	3.96	65.7	3.20	63.6
3cy	4.32	5.13	6.13	84.3	0.837	70.5	3.97	6.05	100.3	5.01	99.6
3d	2.17	2.42	6.13	89.7	0.395	35.4	2.73	4.15	68.9	3.83	76.1
3dy	4.36	5.14	6.13	84.8	0.839	71.1	3.98	6.05	100.5	4.70	93.4
3e	1.99	2.39	6.13	83.4	0.390	32.5	2.71	4.13	68.5	3.78	75.1
3ey	4.34	5.14	6.13	84.5	0.838	70.8	3.97	6.05	100.4	5.01	99.6
4	2.40	2.90	6.13	82.6	0.473	39.1	2.94	4.55	74.2	4.77	94.8
4y	4.41	5.17	6.13	85.3	0.843	71.9	3.98	6.07	100.7	5.01	99.6
4a	2.18	2.46	6.13	88.7	0.402	35.6	2.75	4.19	69.5	3.83	76.1
4ay	4.36	5.14	6.13	84.8	0.839	71.7	3.98	6.05	100.5	5.01	99.6
4b	2.01	2.36	6.13	85.1	0.386	32.8	2.69	4.11	68.1	3.30	65.6
4by	4.33	5.13	6.13	84.3	0.837	70.6	3.97	6.05	100.3	5.01	99.6
4c	2.24	2.49	6.13	90.1	0.406	36.5	2.77	4.57	69.9	3.79	75.3
4cy	4.37	5.15	6.13	84.9	0.840	71.3	3.98	6.06	100.5	5.03	100.0
4d	2.37	2.65	6.13	89.6	0.432	38.7	2.85	4.35	72.1	3.83	76.1
4dy	4.39	5.15	6.13	85.1	0.841	71.6	3.98	6.06	100.6	5.03	100.0
4e	2.32	2.65	6.13	87.5	0.432	37.8	2.85	4.35	72.1	4.42	87.9
4ey	4.36	5.14	6.13	84.8	0.839	71.2	3.98	6.06	100.5	5.01	99.6
5	2.62	3.10	6.13	84.6	0.506	42.8	3.09	4.70	78.0	4.04	80.3
5y	4.45	5.19	6.13	85.8	0.846	72.6	3.99	6.08	100.9	5.01	99.6
6	2.77	3.33	6.13	83.1	0.543	45.2	3.20	4.87	80.9	4.42	87.9
6y	4.49	5.21	6.13	86.3	0.850	73.3	4.00	6.09	101.1	4.76	94.6
7	2.97	3.44	6.13	86.2	0.562	48.4	3.25	4.96	82.2	4.42	87.9
7y	4.51	5.21	6.13	86.5	0.851	73.6	4.00	6.10	101.2	4.76	94.6
8	2.94	3.50	6.13	84.2	0.571	48.0	3.28	4.99	82.9	4.42	87.9
8y	4.51	5.21	6.13	86.5	0.851	73.6	4.00	6.10	101.2	4.76	94.6
16	3.01	3.63	6.13	83.0	0.592	49.1	3.40	5.09	84.4	2.70	53.6
16y	4.56	5.24	6.13	87.1	0.854	74.4	4.01	6.11	101.4	5.01	99.6

注：a 指数代号中，数字代表除产量外的性状数目，a、b、c、d、e代表不同的性状组合，y表示指数式中包括产量本身

好。

由表 1 中 A、B、C 选出的性状, 加上一些常用的产量因素性状, 构造了各种选择指数式, 列于表 2。指数遗传力值、指数与产量遗传型值的相关, 预期产量遗传进度, 以及实际选择差等列于表 3。此处 g^* 为指数的遗传成份, 即所谓遗传指数, $\sigma_{g^*}^2$ 是遗传指数的方差, h_1^2 是指数的遗传力值, 除指数式 1 的 h_1^2 为 75.3%, 略小外, 余均大于 80%, 不论是否包括产量在内, 都无多大差异。产量遗传型值 y 对育种具有重要意义, 它与 g^* 有所不同。 r_{1y}^2 说明了表型指数的变异中可由产量遗传型值变异所解释的部分, 凡包含产量本身的指数式, 不论由多少性状构成, 其 r_{1y}^2 差异并不大, 但若指数式中不包含产量本身在内, 则差异甚大。 $r_{g^*y}^2$, 即遗传指数与产量遗传型值的相关, 或产量遗传型值变异可由遗传指数说明的部分, 与 r_{1y}^2 有相似的结果。在多种选择目标时, $\hat{\sigma}_{g^*}^2$ 、 σ_y^2 及 $\hat{r}_{g^*y}^2$ 等有其重要意义。本文中, 选择目标仅为产量一项 $H=y$, r_{1y}^2 已足以敷用。产量相关遗传进度与直接产量选择遗传进度的比值, $\hat{C}G/\hat{G}_y$, 的结果表明, 凡包含产量本身的选择指数式, 其相对遗传进度均在 100% 以上, 但若将 17 种性状全部包括在指数式中, 其相对遗传进度的增量也仅 1.4%; 凡不包含产量本身的选择指数式, 则相互间在遗传进度上有很大差异。10% 实际选择差及其为直接产量选择预期遗传进度的百分率表现与产量相关遗传进度相同的趋势。

本研究结果与 Caldwell 与 Weber (1965), Caldwell 等 (1966) 的及 Byth 等 (1969) 的结果相一致, 凡不包括产量本身的选择指数式仅能得到直接产量选择进度的 65 至 80%, 包括产量本身的选择指数, 其产量进度与直接产量选择相同或稍高。在包括有产量本身的选择指数中添加性状并不明显地改进效益, 这在地方品种群体的结果与上列作者由杂种群体所得的结果是一致的。以上结果与 Johnson 等 (1955) 不同, 他们由不包括产量本身的选择指数式得到相当于直接产量选择的 136% 产量进度。这可能与本研究的产量遗传力值较高有关。

虽然如此, 本研究的结果并不说明产量以外的其他性状在目标为产量的选择指数中没有作用。这实际上依选择指数所用于的育种时期及产量试验的精确度为转移。在后期具有多年、多点的试验阶段, 直接产量选择足以判断遗传型的优劣。但在早期, 尤其株行试验阶段, 单个小区产量的准确性, 或者说产量遗传力并不高。因此, 采用几个性状的指数选择将有助于提高选择效果。在选用产量改进的指数式时, 还应考虑其相关遗传进度 $\hat{C}G$ 或 $\hat{C}G/\hat{G}$, 以及观察记载的简单易行, 而实际上性状的遗传力高低在建立指数式时便已考虑在内。在改进江淮下游大豆地方品种育种的早期无重复的试验阶段, 为了抗衡环境变动的影晌可以应用包括产量本身及 3 至 4 个其他性状的选择指数式以改良产量。指数式中包括的性状太多便会失于过分繁复。表 2 的一些指数式中, 3ey、4y、及 5y 等所用的性状与产量有较好的复相关系数, 便于观测, 遗传力值也甚高, 可以应用。例如, 若采用 3ey 或 4y, 只要在田间观测主茎分枝数、茎粗、结荚高度, 然后收获前取 5 或 10 株样本测量单株粒重即可。同时所取单株还可用以进一步提纯。若采用 5y 指数式, 便需进一步从样本中测量瘪粒率, 其简单的方法为每节查一荚, 计数其中的实粒及瘪粒数, 这比查全株要快得多。在选株阶段, 选择指数式 3e 及 4 可考虑用于在对生

育期等遗传力高的性状进行独立水平法选择基础上估计其产量的潜力。

参 考 文 献

- [1] 马育华, 董钧铤. 1976. 江淮下游大豆地方品种的初步研究. Ⅱ数量性状的表型、遗传型相关, 选择指数, 及其育种意义. 作物学报 5(4): 1—11.
- [2] 马育华. 1982. 植物育种的数量遗传学基础, 江苏科学技术出版社.
- [3] BRIM, C. A.: 1973. Quantitative genetics and breeding. In B. E. CALDWELL (ed.) Soybeans: Improvement, Production and uses. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.
- [4] BYTH, D. E., B. E. CALDWELL & C. R. WEBER: 1969. Specific and non-specific index selection in soybeans, *Glycine max* L. (Merrill). Crop Sci. 9: 702—705.
- [5] CALDWELL, B. E. & C. R. WEBER: 1965. General, average, and specific selection indices for yield in F_4 and F_5 soybean populations. Crop Sci. 5: 223—226.
- [6] CALDWELL, B. E., C. R. WEBER & D. E. BYTH: 1966. Selection value of phenotypic attributes in soybeans. Crop Sci. 6: 249—251.
- [7] COMSTOCK, R. E.: 1977. Quantitative genetics and the design of breeding program. pp. 705—718. In E. POLLAK, O. KEMPTHORNE & T. B. BAILLEY, JR. (eds.). Proc. Int. Con. Quant. Gen., the Iowa State University press, Ames, Iowa.
- [8] FINNEY, D. J.: 1962. Genetic gains under three methods of selection. Genet. Res. 3: 417—423.
- [9] HANSON, W. D. & H. W. JOHNSON: 1956. Methods for calculating and evaluating a general selection index obtained by pooling information from two or more experiments Genetics 42: 421—432.
- [10] HAZEL, L. N. & J. L. LUSH: 1942. The efficiency of three methods of selection. J. Hered 33: 393—399.
- [11] HAZEL, L. N.: 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28: 476—490.
- [12] JOHNSON, H. W., H. F. ROBINSON & R. E. COMSTOCK: 1955. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. Agron. J. 47: 477—483.
- [13] JOHNSON, H. W. & R. L. BERNARD: 1963. Soybean genetics and breeding. In A. G. NORMAN (ed.). The Soybean Academic Press. New York and London.
- [14] KEMPTHORNE, O. & A. W. NORDSKOG: 1959. Restricted selection indices. Biometrics 15: 10—19.
- [15] LIN, C. Y. & F. R. ALLAIRE: 1977. Heritability of a linear combination of traits. Theo. Appl. Genet. 51: 1—3.
- [16] LIN, C. Y.: 1979. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. Theo. Appl. Genet. 52: 49—56.
- [17] MATZINGER, D. F., C. C. COCKERHAM & E. A. WEENSMAN: 1976. Single character and index mass selection with random mating in a naturally selffertilizing species In E. POLLAK, O. KEMPTHORNE, & T. B. BAJLEY JR. (eds.). Proc. Int. Con. Quant. Gen., the Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- [18] MOLL, R. H. & H. F. ROBINSON: 1966. Observed and expected response in four selection experiments in maize. Crop Sci. 6: 319—324.
- [19] MORRISON, D. F.: 1976. Multivariate Statistical Methods. 2nd ed. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- [20] NORDSKOG, A. W.: 1978. Some statistical properties of an index of multiple traits. Theo. Appl. Genet. 52: 91—94.
- [21] PESEK, J. & R. J. BAKER: 1969. Desired improvement in relation to selection indices. Can. J. Plant Sci. 49: 803—804.
- [22] SAS INSTITUTE: 1973. SAS User's Guide. SAS Institute Inc., Raleigh, North Carolina.
- [23] SMITH, H. F.: 1936. A discriminant function for plant selection. Ann. Eugen. 7: 240—250.

SELECTION INDICES FOR THE YIELD IMPROVEMENT OF THE LOCAL GERmplasm POPULATION OF SOYBEAN CULTIVARS IN THE LOWER YANGTZE AND HUAI VALLEYS

Gai Junyi Ma Yuhua

(Soybean Research Laboratory, Nanjing Agricultural University)

Abstract

A sample of 78 cultivars from the local soybean germplasm population in the lower Yangtze and Huai valleys was tested in Nanjing. Using an R-square procedure or an appropriate stepwise regression procedure, such as minimum R^2 and maximum R^2 , with reference to the heritability values and convenience of notetaking, is an effective approach to choosing characters for a selection index in the improvement of yield. In addition to yield, single-plant yield, stem diameter, lodging score, bottom-pod height, percentage of abortion and several other characters were chosen to construct a series of indices. The indices not including yield itself could provide only 65%—80% gain of selection on yield alone. The indices including yield could give gain as high as or slightly higher than that of selection on yield alone. Adding characters to the index containing yield did not improve gain obviously. The indices 3ey, 4y, and 5y were recommended for the early stage of a breeding program when accurate yield test is not possible in the improvement of the local germplasm population of soybeans in the lower Yangtze and Huai valleys.