

春小麦数量性状的遗传参数 及其在育种上的应用^{*}

陈洪文 祁适雨 韩龙珠 于世选 宋凤英

近些年,国内外育种工作者在提高选择效果上,曾进行了不少研究,主要有遗传力、遗传相关、遗传进度等。这些问题,庄巧生、王恒立等人曾以冬小麦为材料进行了系统的、简要阐述。但在春小麦有关这方面的研究和文章至今还很少。在育种技术上一般都凭经验,缺乏预见性。为此,本文用数量遗传分析我省各个时期具有代表性品种的十

个数量性状的遗传参数,对遗传相关系数作了通径分析,可初步看出本省推广品种的主要数量性状遗传,为生态育种不断提高选择效果提供依据。

一、试验材料与方法

1. 供试材料系选用我省近百年不同时期推广的优良品种59个,见表1。按生态类别分

表1 不同生态类型品种及其编号

类 型	编 号	品 种 名 称	类 型	编 号	品 种 名 称	类 型	编 号	品 种 名 称
抗 旱 类 型	1	勇捷	抗 旱 类 型	21	龙麦5号	耐 湿 类 型	40	甘肃96
	2	滨南		22	龙麦6号		41	松花江1号
	3	兰寿		23	龙麦7号		42	松花江7号
	4	克华		24	克强		43	合作6号
	5	南风		25	克壮		44	东农101
	6	北安大青芒		26	克健		45	北新2号
	7	合作2号		27	克繁		46	龙麦9号
	8	合作4号		28	克茂		47	克游1号
	9	合作7号		29	克早1号		48	克游2号
	10	松花江2号		30	克珍		49	克游3号
	11	松花江3号		31	克群	50	钢107	
	12	东农104		32	克全	喜 肥 水 类 型	51	新曙光1号
	13	东农106		33	克早2号		52	麦粒多
	14	合春7号		34	克早5号		53	合春12
	15	合春11		35	克早6号		54	克丰1号
	16	北新4号		36	克早7号		55	克丰2号
	17	龙麦1号		37	克早8号	早 熟 类 型	56	辽春1号
	18	龙麦2号		38	克69~701		57	垦149
	19	新曙光3号		39	黑春1号		58	沈68~71
	20	龙麦4号					59	他诺瑞

为抗旱、耐湿、喜肥水和早熟4组,随机区组,4次重复,行株距为(50+20)×5厘米,行长1米,双行点播。前茬匀地为大豆,土

壤0~30厘米有机质、全N、全P含量分别

^{*} 参加此项研究的还有白瑞珍、于光华、徐国峰、周晓震、刘井松,本文由祁适雨、韩龙珠执笔。

为百分之 2.99、0.141 及 0.107，地力均匀一致，在三叶及拔节期时，分别在Ⅱ及Ⅳ重复施入尿素 10 斤/亩，区组间差异显著。成熟前，每区随机选取 11 株，考种 10 株。调查项目有小区产量、株高、穗长、单株粒重、单株穗数、单株粒数、主穗粒数、主穗粒重、结实小穗数、千粒重等 27 项。

2. 统计分析及数据运算，以单株和小区为单位，根据赤藤克己所采用的方差、协方差模式，分别计算出每个性状的方差及两个性状的协方差。

所用统计方法与公式详见主要参考文献¹⁻⁴。

二、结果与分析

1. 根据 59 个品种主要数量性状的考种结果进行方差估计

本文选留 10 个主要性状，经测定品种间方差均大于机误方差，F 值极显著。

2. 平均数与变异系数

为了解供试材料各主要性状指标的变异动态，首先计算了全部材料各主要性状的平均值，标准误、变异系数，见表 2。

从表 2 可见，供试品种主要性状的变异

表 2 性状平均值和变异系数

性 状	平 均 值 X ± S	标 准 误 SX	变 异 系 数 CV%		变 幅		
			%	位 次	最 大	最 小	全 距
小区产量	52.895 ± 10.190	1.327	19.26	3	79.13	30.03	49.10
株高	93.019 ± 11.108	1.446	11.94	9	113.88	58.08	55.80
穗长	9.847 ± 1.242	0.162	12.62	8	12.38	7.23	5.15
单株粒重	5.315 ± 1.013	0.132	19.05	4	7.52	3.04	4.48
单株穗数	5.530 ± 1.022	0.133	18.48	6	9.45	3.55	5.90
单株粒数	173.095 ± 32.389	4.217	18.71	5	263.18	116.60	146.58
主穗粒数	39.885 ± 7.769	1.012	19.47	2	63.25	25.73	37.52
主穗粒重	1.363 ± 0.294	0.038	21.58	1	2.06	0.795	1.26
结实小穗数	16.510 ± 1.941	0.253	11.76	10	20.50	12.38	8.12
千粒重	31.230 ± 4.368	0.569	13.99	7	38.78	22.30	16.48

系数较大的有主穗粒重、主穗粒数、小区产量、单株粒重、单株粒数、单株穗数等，均在 15% 以上，千粒重、穗长、株高等变异系数较小，属较稳定的性状。上述性状，在选种工作中在综合考虑主要性状的基础上，对前者易受环境条件影响，变异幅度较大的性状选择时要适当放宽，而后者诸如千粒重、穗长、结实小穗数等变异系数以及遗传变异系数较小，变幅不大的性状，选择标准应当卡严些。

3. 遗传力 h^2

遗传力 h^2 的大小体现了遗传因素和环境条件两者对性状表现的影响程度，同时也指出了依据表现型进行选择的可靠程度。因此，主要性状遗传力是作物育种一项重要遗传参数。由于它是遗传变量与表现型变量(总

变量)的比值。这个比值越大，表明性状的基因累加效应在表型中占有的成分就越大，从而选择就越有效。本文通过方差分析法估算了 10 个性状的遗传力，见表 3。

从表 3 中可以看出，株高、千粒重、穗长等性状表现遗传力较高，均在 80% 以上，说明这些性状在相同的条件下，主要是由遗传因素决定的，由环境引起的变异较小，所以可以在早代根据表型直接进行选择。单株穗数、单株粒数、单株粒重等性状遗传力较低，说明易受周围环境的影响，不容易从表型去识别其基因型，所以这些性状在早代不宜选择过严，或推迟选择世代，也可根据性状间的相互关系进行间接选择。各性状遗传力 h^2 从大至小排列顺序为株高 > 千粒重 > 穗长 > 结实小穗数 > 主穗粒数 > 主穗粒重 >

表 3

主要性状的遗传力

性 状	遗传方差 σ_g^2	环境方差 σ_e^2	遗传力 % h^2	位 次	变 异 系 数	
					遗 传 表 型 GCV	DCV
产量	88.7535	149.0765	59.54	7	17.81	23.08
株高	118.7608	137.2780	86.51	1	11.72	12.60
穗长	1.4573	1.8007	80.93	3	12.26	13.63
单株粒重	0.8736	1.4810	58.99	8	17.58	22.90
单株穗数	0.8797	1.5401	57.12	10	16.96	22.44
单株粒数	893.5171	1515.6280	58.95	9	17.27	22.49
主穗粒数	56.3346	72.3302	77.89	5	18.82	21.32
主穗粒重	0.0796	0.1072	74.26	6	2.87	3.33
结实小穗数	3.5233	4.4968	78.35	4	11.37	12.84
千粒重	18.1505	21.8613	83.03	2	13.64	14.97

产量 > 单株粒重 > 单株粒数 > 单株穗数。

遗传变异系数是遗传潜力的另一个重要指标。通过遗传变异系数的计算,大体可以观察出各性状在遗传上变异幅度的大小。通过遗传力、遗传变异系数研究表明,穗粒重、穗重、千粒重等性状在遗传上的变异幅度大,容易通过杂交选择达到育种目标,和当地自然条件及耕作栽培措施关系密切,影响既大,潜力也大。

4. 遗传相关

众所周知,作物各种性状之间存在着不同程度的相关。这种相关是由遗传或环境条件造成的。我们对一些性状与产量的相关估计,同样受到环境因素的干扰,表型相关结果往往不能说明两者的真实内在联系。故此,在育种上又将表现型相关分解为遗传相关和

环境相关两个组成部分。所说遗传相关是指两个或两个以上性状的基因型值的相关,它不包括环境的影响。这种相关的密切程度用遗传相关系数来表示。研究相关的主要目的在于为了提高间接选择的效果。育种实践表明,对产量性状进行直接选择时,一般选择效果较差。因此,根据性状的相关程度,通过对遗传力高的性状直接选择来达到间接选择遗传力低的产量性状,以提高选择效果。本文估算了与产量有关的9个数量性状的表型相关系数和遗传相关系数,见表4。

从表4中可以看出表现型和遗传型相关系数总的趋势是一致的,表现型一般低于遗传型相关系数。表明与产量相关极显著的遗传相关系数单株粒重 > 主穗粒重 > 主穗粒数 > 单株粒数 > 结实小穗数 > 千粒重 > 穗

表 4

性状的表现型、遗传相关系数

	产 量	株 高	穗 长	单 株 粒 重	单 株 穗 数
产 量	—	0.0998	0.3907**	0.9949**	0.0858
株 高	0.0782	—	0.6856**	0.1015	0.2989*
穗 长	0.4581**	0.7223**	—	-0.2277	-0.0554
单 株 粒 重	0.9390**	0.0835	0.7509**	—	0.0351
单 株 穗 数	-0.2336	0.4516**	-0.0313	-0.2261	—
单 株 粒 数	0.6610**	0.3524*	0.4671**	0.6658**	0.2563
主 穗 粒 数	0.7273**	0.2701*	0.6215**	0.7302**	-0.3318**
主 穗 粒 重	0.8881**	0.1319	0.6122**	0.8840**	-0.4985**
结 实 小 穗 数	0.5399**	0.6175**	0.7607**	0.5429**	-0.0214
千 粒 重	0.4938**	-0.3706**	-0.0003	0.4879**	-0.6095**

	单株粒数	主穗粒数	主穗粒重	结实小穗数	千粒重
产量	0.7310**	0.5379**	0.7288**	0.3757**	0.4068**
株高	0.2812*	0.2748*	0.1709	0.5741**	-0.2991*
穗长	0.3844	0.5863**	0.5785**	0.6943**	0.0131
单株粒重	0.7642**	0.5923**	0.7296**	0.3853**	0.4108**
单株粒数	0.4265**	-0.2578**	-0.3308**	-0.0598	-0.4466**
单株粒数	—	0.6231**	0.4699**	0.4963**	-0.2192
主穗粒重	0.7763**	—	0.7924**	0.7082**	0.0055
主穗粒数	0.5381**	0.8268**	—	0.5333**	0.4177**
结实小穗数	0.6939**	0.7954**	0.6122**	—	-0.1294
千粒重	-0.3196*	0.0111	0.4808**	-0.1690	—

*为5%显著、**为1%显著，左下角为遗传相关，右上角为表型相关 $r_{0.05} = 0.2408$ $0.01 = 0.3134$

长，而与株高的相关系数很小。从大小排列顺序说明产量的构成与多因子有关，比较复杂，而且遗传相关较大的几个性状的遗传力都比较低，因此，在早期世代通过间接性状选择产量，可以收到较好效果。

此外，根据性状间的相关程度，还估算了性状间的遗传复相关。以几个性状作为复合性状，测定与其产量的相关。结果表明，其中以产量与株高+单株穗数+主穗粒重为最高， $r_g = 0.9488$ ，穗长+主穗粒重，主穗粒数+主穗粒重，主穗粒重+结实小穗数，主

穗粒数+千粒重分别为 $r_g = 0.8947, 0.8882, 0.8881$ 及 0.8746 ，穗长+株高，穗长+结实小穗数亦较显著， $r_g = 0.5860$ 及 0.5448 。

近年来，国外在数量遗传上广泛应用通径分析方法。它可以把一个相关系数，根据其成因分解为若干组成部分，使我们能更清楚地认识各因素对效应因素直接地和间接地发生影响的程度。我们试以单株粒重及品种生产力与其它性状间相关进行了通径系数分析，见表5及图1、图2。

从表5及通径图1、2进一步可知，不仅

单株粒重对单株穗数、结实小穗数、主穗粒数、千粒重和主穗粒重的通径系数分析

表5

通径组合	直接通径系数 (P)	间接通径系数 (P×r)	相关系数 (r)
单株穗数对单株粒重： 直接作用： 通过结实小穗数的间接作用： 通过主穗粒数的间接作用： 通过千粒重的间接作用： 通过主穗粒重的间接作用： 总计：	0.5907	0.0026 -0.2720 -0.4290 -0.1184	-0.2261
结实小穗数对单株粒重： 直接作用： 通过单株穗数的间接作用： 通过主穗粒数的间接作用： 通过千粒重的间接作用： 通过主穗粒重的间接作用： 总计：	-0.1231	-0.0126 0.6521 -0.1189 0.1454	0.5429

通 径 组 合	直 接 通 径 系 数 (P)	间 接 通 径 系 数 (P × r)	相 关 系 数 (r)
主穗粒数对单株粒重: 直接作用: 通过单株穗数的间接作用: 通过结实小穗数的间接作用: 通过千粒重的间接作用: 通过主穗粒重的间接作用: 总计:	0.8199	-0.1960 -0.0979 0.0078 0.1964	0.7302
千粒重对单株粒重: 直接作用: 通过单株穗数的间接作用: 通过结实小穗数的间接作用: 通过主穗粒数的间接作用: 通过主穗粒重的间接作用: 总计:	0.7038	-0.3600 0.0208 0.0091 0.1142	0.4879
主穗粒重对单株粒重: 直接作用: 通过单株穗数的间接作用: 通过结实小穗数的间接作用: 通过主穗粒数的间接作用: 通过千粒重的间接作用: 总计:	0.2376	-0.2945 -0.0754 0.6779 0.3384	0.8840

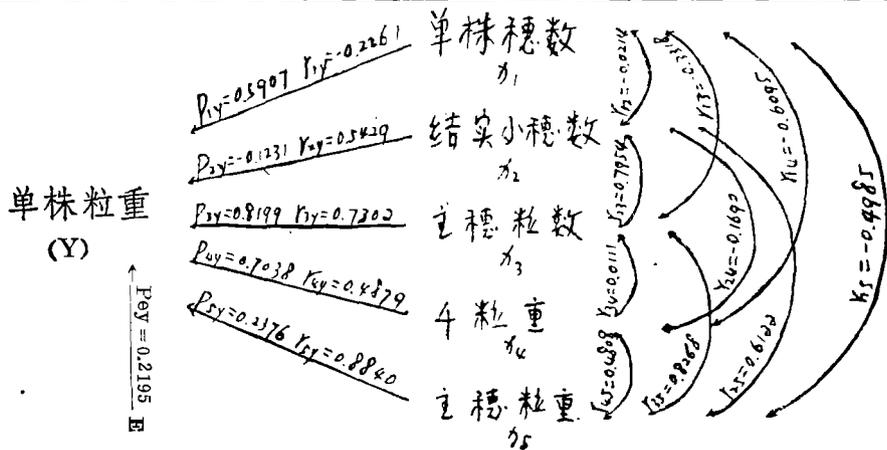


图1 单株粒重与单株穗数等5性状途径图

指出了每一性状对其产量等的影响，而且揭示了上述性状间的相互关系，从而为选种工作，在综合考虑选择主要育种目标的基础上，适当注重性状间表现的强相关关系，可以间接选择遗传力较低的产量性状，以达到选育高产品种的目的。

5. 遗传进度 ΔG

本文用遗传力估算了几个数量性状的遗

传进度、相对遗传进度和相关遗传进度，见表6。

遗传进度的大小除决定于遗传力外，还决定于遗传变异系数。从表6看出，主穗粒重、主穗粒数等性状的遗传进度较高，说明在一定的选择强度下，这类性状的选择效果好。若将表6与表3联系起来就可知道，株高、千粒重、穗长的遗传力为86.51、83.03

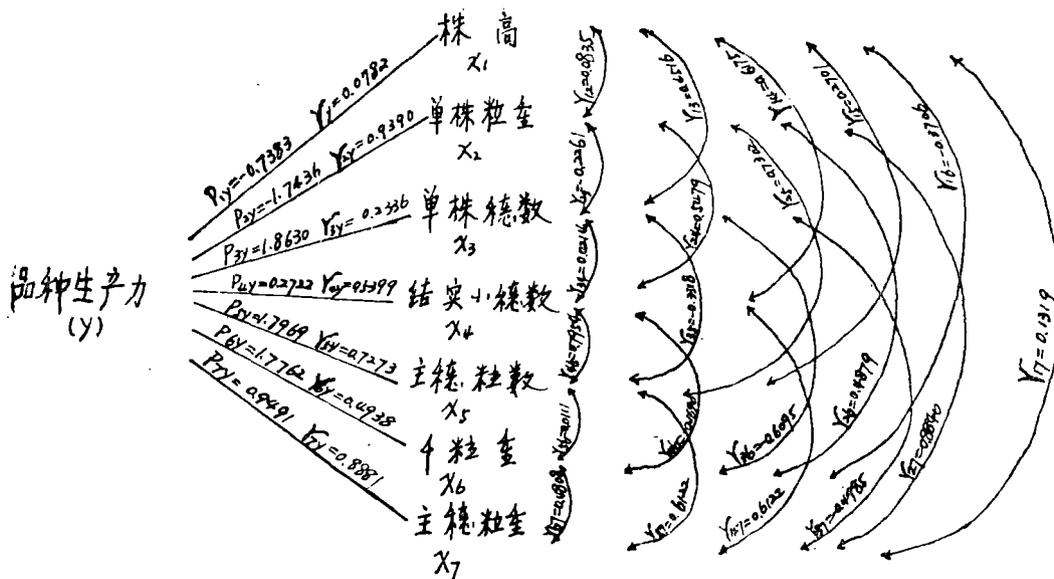


图2 品种生产力与株高等7性状的通径图

表6 小麦品种主要性状的遗传进度和相关遗传进度

性状	选择率为5%，K=2.06		
	遗传进度 ΔG	相对遗传进度 ΔG %	相关遗传进度 ΔGry
小区产量	14.9794	28.31	—
株高	20.8803	22.45	1.0892
穗长	2.2372	22.72	6.1713
单株粒重	1.4788	27.82	10.7999
单株穗数	1.4603	26.41	-2.6438
单株粒数	47.2782	27.31	7.5999
主穗粒数	13.6457	34.21	9.6121
主穗粒重	0.5008	36.75	11.4605
结实小穗数	3.4226	20.73	7.1564
千粒重	7.9970	25.61	6.7380

及80.93%，而遗传变异系数则为11.72、13.64及12.26%，因此在一定的选择强度下遗传进度不同。遗传变异幅度大的性状在一定的选择强度下，遗传进度高，这在育种实践中会经常碰到的，应引起注意。

三、讨论与结论

随着生产迅速发展及栽培技术不断改进和提高，对小麦品种的生产潜力、综合性状提出越来越高的要求。生态育种，选择的对象主要是属于数量性状遗传的经济性状；而数量性状的漂变，既受到遗传的控制，亦受

到环境条件的影响，两者常常混淆在一起，不易分清。近代生物统计学的发展，已为育种工作者提供了这方面知识及选择手段。

1. 遗传型方差 σ_g^2 ，包括加性方差 σ_a^2 、显性方差 σ_d^2 和上位性方差 σ_i^2 。因此，用 σ_g^2 估计的广义遗传力 h^2 的估值是偏高的。本研究结果是属于广义遗传力 h_B^2 ，但因小麦为自交作物，且所用材料为推广品种，显性效应可以忽略不计。所以遗传性方差 σ_g^2 中主要部分应是加性方差 σ_a^2 。此外，影响遗传力估值的因素，除上位性作用外，还有基因型与环境相互作用，以及取样误差等。本试验的研究

与前人庄巧生、王恒立等结果基本一致,对各性状的估值是有代表性的。根据各种性状遗传力 h^2 的大小,可以采用不同的选择时期和选择方法,制订合理的育种方案。当今,以杂交为中心的小麦育种工作,对杂种后代的选择时期,可分为早代和高代选择。对于遗传力 h^2 较高的性状,在杂种后代早期世代进行选择有效,而对遗传力 h^2 较低的性状,需要延至较高世代选择才能有效,因低的遗传力可随世代的增加而提高。对于以加性方差 σ_a^2 为主的狭义遗传力 h_n^2 较高性状,通过混合选择法较为有效。反之,狭义遗传力 h_n^2 低的性状,就应强调采取系统选择法,如株高、千粒重等性状可用混合法,而对于产量性状,则应采取系谱选择法。此外,对环境方差较大,遗传和环境的相互作用又较显著时,应强调在一个特定地区选择和推广某一特定生态品种。我省小麦育种从生产实际出发,把小麦品种基本划为抗旱、耐湿、喜肥水和早熟 4 种生态类型是附合上述原则的。

2. 遗传进度 $4G$ 是杂种后代在一定选择强度下获得遗传上的进展。遗传进度的大小,决定于性状的遗传力 h^2 和遗传引变的幅度。它可作为从该群体内进行品种选择时效果大小的估值。本研究的 10 个数量性状的遗传变异系数和遗传进度均表现较高趋势,这说明在理论上进一步证实了本地区的推广品种在主穗粒重、结实小穗数、产量等方面均具有丰富的遗传资源和选择潜力。因此,育种工

作者为了提高选择效果,可以采取以下三方面措施:一是通过各种有效方法与途径以丰富增加群体内的遗传变异量。现代育种法中的轮回选择等即着眼于增加遗传变异量的;二是提高群体的性状遗传力 h^2 ;一般通过采用合理的设计及田间管理技术,以降低环境方差;三按类型分组,加强选择强度,缩小选择率,因选择率越小,选择强度愈大,通常以 5% 选择率、选择强度为 2.06 时,估算的相对遗传进度较大的主穗粒数、粒重等进行定向选择,能够取得较好的选择效果。

3. 在遗传参数的估算中,主要用的是方差分析方法,没有排除基因的显性效应和互作效应。对于各种遗传参数的应用价值,还应在育种实践中进行检验,进一步积累资料,以期全面的做出评价。

主要参考文献

- 〔1〕 庄巧生等:作物学报 2(2),117~130,1963。
- 〔2〕 王恒立等:作物学报 2(2),177~183,1963。
- 〔3〕 刘来福:遗传 1(5),44~48,1979。
- 〔4〕 毛盛贤:遗传 1(5),26~30,1979。
- 〔5〕 肖步阳等:黑龙江农业科学 5,7~13,1981。
- 〔6〕 肖步阳等:黑龙江农业科学 2,1~6,1982。

对提高红管局地区小麦品种丰产稳产性问题的几点探讨[※]

崔港珠

(红兴隆管局科研所)

优良的小麦品种集中地体现在产量高而稳,丰产性好,是品种本身具有的丰产潜力;

小穗数多,穗粒数多,千粒重高,即有着一个很大容量的“库”;良好的株型长相,适当