

小麦 F_2 单株产量与有关性状的相关分析及其应用*

焦 毓 本

(西北农学院农学系78级)

提 要

在小麦杂交育种的杂种后代选择中,如何处理单株产量与其构成因素的关系,一直有不同的看法。本文对单株产量与产量构成因素等性状的关系进行了相关、通径和回归分析,其结果表明:单株穗数、每穗粒数和百粒重与单株产量呈极显著正相关,而且对单株产量的贡献较大,在一定范围内,可以用这三个性状预测单株产量。株高与单株产量呈正相关在 F_2 是一个普遍存在的现象,但通径分析表明,株高对单株产量的直接贡献因组合而异,说明了株高与单株产量的关系是复杂的。抽穗期与单株产量呈负相关,但抽穗期对单株产量的直接、间接贡献都因组合不同而异。单株穗数与每穗粒数呈负相关,与百粒重的关系不密切。每穗粒数与百粒重呈正相关。在杂种后代选择中,不宜把单株穗数作为一个独立的选择指标对单株产量进行单一性状的相关选择。每穗粒数、百粒重在产量构成中占有重要的地位,用这两个性状对单株产量进行相关选择是有意义的。以每穗粒数为选择目标时,对单株产量和百粒重都有所提高,但可能引起单株穗数下降。株高与单株产量的关系表明了矮化育种的可能性和复杂性。在一定条件下,选择抽穗早、成熟早的品种不一定会引起产量下降。

米 米 米

在小麦杂交育种的杂种后代选择中, F_2 是最重要的选择世代。可是,由于 F_2 性状强烈分离,个体间存在着激烈竞争,引起性状严重饰变;性状间存在着一定的相关关系,特别是在有负相关关系存在时,选择中对某一性状的要求过高,往往会引起其它性状劣变。如何处理单株产量与有关性状的关系,目前主要有两种看法:一种认为,在 F_2 对株高、抽穗期等遗传力高的性状应进行严格选择,每穗粒数、百粒重的遗传力中等,也可进行选择,对遗传力低的单株产量和单株穗数不宜进行选择^{[1][2]};另一种认为,在 F_2 对单株产量进行相关选择是有效的^{[3][4][5]}。产生上述两种看法的主要原因

*本文承宋哲民老师指导。在撰写过程中曾先后受到袁志发、路明、王鸿钧、何培儒老师的指点,一并致谢。

在于：前者是以遗传力的分析为依据，对单株产量进行直接选择的结果，后者是通过与单株产量关系密切的性状，进行间接选择的结果。本文的目的在于：通过对单株产量与有关性状的相关、通径和回归分析，进一步了解这些性状的相互关系，为在杂交育种的杂种后代选择中，合理处理这些关系提供一些参考依据。

一、材料与方法

本试验于1980—1981年在我院农作一站小麦育种试验地进行。选用的材料有73<36>9—9、74100/1—1、75392和76—338。73<36>9—9是我院选育的一个稳定品系，74100/1—1是陕西省农科院选育的一个品系，75392是西北植物所选育的品系，76—338是青海省选育的优良品种。这些材料在武功地区都能正常生长发育。我们以76—338作为共同父本，配了三个组合，分别是73<36>9—9×76—338、74100/1—1×76—338和75392×76—338。

田间种植采用亲本在前，杂种世代在后，顺次排列；点播，南北行，行长5尺，行距0.75尺，株距0.5尺。亲本按组合各种三行， F_1 各种一行， F_2 各种九行，每行十七株。

高产是各麦区主要的育种目标，单株穗数、每穗粒数和百粒重是产量直接构成因素。株高和抽穗期对产量的影响较大，而且矮化育种和早熟育种日益被人们重视，为此，我们对上述各性状进行了考查。单株产量为实收产量，单株穗数为实收有效穗数，穗粒重以主穗粒重为代表，每穗粒数为单株平均每穗粒数，百粒重是以单株为单位随机取一百粒称重，株高的标准是从分蘖节到穗顶部（不计芒）。为了使抽穗期有一个统一标准，我们以穗轴最下节片与旗叶叶环重合之日记为抽穗日期，逐株挂牌记载。试验地两边种有保护行，统计分析时除去每行行头各两株，环境影响用不分离世代的方差、协方差平均数估计。统计分析方法见参考文献〔6〕、〔7〕、〔8〕。

二、结果与分析

（一）简单相关分析

我们分别估算了三个组合的单株产量与单株穗数、每穗粒数和百粒重等六个性状以及这六个性状之间的相关系数，其结果见表 I。

从表 I 的结果可以看出，大部分表型相关系数与遗传相关系数方向一致、大小接近，遗传相关系数稍大于表型相关系数，但也有少数性状例外。这可能是由于我们试验无重复导致统计分析中的误差造成的。总的趋势说明：表型相关有环境因素的影响，而遗传相关在一定程度上排除了环境条件的影响。根据遗传相关进行性状选择，可以减小环境条件的干扰。

1. 单株产量与产量构成三要素的关系

单株产量与穗粒重在本试验的三个组合中均呈正相关，相关系数分别为0.7918、0.8265和0.3408，表明穗粒重与单株产量的关系密切。穗粒重是由每穗粒数和粒重组成的。由于小麦具有自动调节作用，将穗粒重作为穗粒数和粒重的统一指标更为实际。因此，可把穗粒重作为一个重要的选择性状，不应穗粒数和百粒重进行过分单一选择。

表 I F₂各性状表型、遗传相关系数计算结果

性状	单株产量	主穗粒重	单株穗数	每穗粒数	百粒重	株高	抽穗期
单株产量		0.7981**	0.3165**	0.4426**	0.7759**	0.7309**	-0.3004*
		0.8265**	0.6980**	0.7786**	0.5600**	0.5201**	-0.0185
		0.3408**	0.7326**	0.7686**	0.6679**	0.4769**	-0.3043**
主穗粒重	0.5485**						
	0.6318**		-0.5427**	0.8243**	0.5246**	-0.0187	0.3502**
	0.3083**		-0.6042**	0.7694**	0.6542**	0.5875**	0.4236**
单株穗数	0.6398**			-0.4522**	0.1929	-0.3317**	0.2136
	0.6901**	-0.1483		-0.4596**	0.1343	0.3946**	-0.2237
	0.6709**	-0.2244		-0.2415*	0.3132**	-0.1415	0.2828*
每穗粒数	0.4702**		0.1556		0.3382**	0.4969**	-0.1060
	0.5919**	0.7149**	-0.0828		0.2528**	0.0695	0.1166
	0.6369**	0.6040**	0.0165		0.4208**	0.6473**	-0.6590**
百粒重	0.4629**		-0.1035	0.2469*		0.8179**	-0.2966*
	0.4039**	0.2613**	0.0577	0.0158		0.5100**	-0.3472**
	0.5652**	0.5591**	0.0951	0.3638**		0.9048**	0.6619**
株高	0.5256**		-0.1010	0.4083**	0.7441**		-0.3529**
	0.3471**	0.0119	0.2645*	0.0828	0.3919**		-0.0351
	0.4557**	0.5502**	-0.0377	0.5158**	0.8308**		-0.3150**
抽穗期	-0.1558		-0.1138	0.0667	-0.2383*	-0.3031**	
	-0.0352	0.1115	-0.1728	0.1580	-0.0524	0.0804	
	-0.1533	0.1878	0.0180	0.1057	0.2753*	-0.2621	

说明：①空格上方为遗传相关系数，下方为表型相关系数。

②每格内从上到下分别为73<36>9-9×76-338、74100/1.1×76-338、75392×76-338的相关数。

③**、*分别表示0.01和0.05的显著水平。样本容量为70， $\alpha=0.01$ 的临界 γ 值为0.302， $\alpha=0.05$ 的临界 γ 值为0.232。

单株产量与单株穗数、每穗粒数、百粒重的表型、遗传相关在本试验的三个组合中均为极显著正相关。在表型相关中，单株穗数为第一（ γ_r 分别为0.6398、0.6901、0.6709），每穗粒数次之（ γ_r 分别为0.4702、0.5919、0.6369），百粒重第三（ γ_r 分别为0.4629、0.4039、0.5652）。但是，在遗传相关中，从总的趋势看，单株产量与每

穗粒数的相关 (γ_r 分别为0.4226、0.7786、0.7686)、比百粒重 (γ_r 分别为0.7559、0.5600、0.6679)、单株穗数 (γ_r 分别为0.3165、0.6980、0.7362) 更为重要。每穗粒数第一, 单株穗数第二, 百粒重第三。单株产量与单株穗数的表型相关为第一, 而遗传相关反而小于每穗粒数, 说明单株穗数受环境条件影响大, 不宜作为一个独立的指标对单株产量进行相关选择。每穗粒数与单株产量的相关最为重要, 在产量构成中占有重要地位, 在杂种后代的选择中应给予重视。百粒重在本试验中的遗传相关系数虽然比上述两个性状小, 但比较稳定, 很多研究表明其遗传力较高, 因此, 也可在选择中予以适当重视。

2. 单株产量与株高、抽穗期的关系

单株产量与株高无论是表型相关 (γ_r 分别为0.5256、0.3471、0.4557), 还是遗传相关 (γ_g 分别为0.7309、0.5201、0.4769), 均为极显著正相关。这与矮化育种似有矛盾。我们认为, 不能简单的作此结论, 因为同类性状的相关系数因环境和材料不同会有变化, 而且本试验用的是 F_2 分离世代作材料, 高秆植株的冠层所处环境条件好, 矮秆植株的条件不利, 加之试验材料未发生倒伏, 矮秆对产量的积极作用未能得到应有的表现。

单株产量与抽穗期在三个组合中均为负相关 (γ_r 分别为-0.3004、-0.0185、-0.3043), 说明抽穗早的单株产量高。这与抽穗早的单株开花灌浆期所处的条件好, 灌浆时间长有密切关系。在杂种后代中, 选择抽穗早、成熟早的单株, 在一定条件下, 可能增加单株产量。

3. 产量构成三因素之间的关系

在本试验的三个组合中, 单株穗数与每穗粒数均呈负相关 (γ_r 分别为-0.4522、-0.5496、-0.2415), 在杂种后代的选择中, 对单株穗数要求过高, 就可能引起每穗粒数下降。

单株穗数与百粒重的关系除75392×76—338这一个组合的相关系数 ($\gamma_r = 0.3132$) 达极显著水平外, 其它两个组合的相关系数均不显著, 说明单株穗数与百粒重的关系不密切, 单株穗数的增减对百粒重影响不大。

每穗粒数与百粒重的相关系数在本试验的三个组合中均为显著或极显著正相关 (γ_r 分别为0.3382、0.2528、0.4082)。表明每穗粒数与百粒重的关系密切。在杂种后代的选择中, 以多粒为选择目标时, 似可增加百粒重。这与五恒立、许有温等人用高代品系材料的研究结果不同; 与麦克尼尔用株高相似、产量结构不同的高秆春小麦品种间杂交通过八代选择的结果^[6]相似。这一结果与本试验所用的材料是 F_2 有密切关系。

4. 株高与其它有关性状的关系

在本试验中, 总的看来株高与单株穗数的相关系数大小和方向因组合不同而异 (γ_r 分别为-0.3317**、0.3946**、-0.1415); 与每穗粒数 (γ_r 分别为0.4969**、0.0695、0.6475**)、百粒重 (γ_r 分别为0.8179**、0.5100**、0.9048**) 均为正相关; 与抽穗期为负相关 (γ_r 分别为-0.3529**、-0.0351、-0.3150**)。株高与每穗粒数、百粒重、抽穗期的关系密切。在 F_2 群体中, 株高增加, 对提高每穗粒数、百粒重有一定的积极作用, 并可提早抽穗。这与高秆植株所处的条件有利是分不开的。近年

来,国内外小麦矮化育种取得的成绩是显著的。这与本文的计算结果不尽一致,说明用F₂计算的相关系数不能完全代表品种群体的相关系数。

简单相关分析只表明某一性状对单株产量总的影响力。这种总的影响力既包括该性状的直接影响力,也包括该性状通过其它性状的间接影响力。因此,它不能确切表明某一性状对单株产量影响的大小和方向。为了进一步了解上述各性状对单株产量的作用,我们进行了通径分析。

(二) 通径分析

通径分析可以把一个相关系数根据其成因分解成若干组成部分,从而可以认识不同性状对单株产量直接影响和间接影响的大小和方向。

1. 产量构成因素对单株产量的贡献

相关分析的结果表明,穗粒重与单株产量呈高度正相关。而通径分析结果表明(见表Ⅱ),穗粒重对单株产量的直接贡献为负值。这与穗粒重与单株穗数呈负相关有密切的关系。穗粒重通过单株穗数对单株产量的影响也为负值。在杂种后代的选择中,不可单方面的强调穗粒重,应同时兼顾单株穗数。

单株穗数、每穗粒数、百粒重与单株产量均呈正相关。通径分析表明,单株穗数、每穗粒数对单株产量的直接贡献均为正值($0.7448 \leq p \leq 3.056$);百粒重对单株产量的直接贡献 $73 \times 36 \times 76 - 338$ 为负值(P 为 -2.5644),其它两个组合为正值(P 为 1.9325 、 0.2508)。这与相关分析的结果基本一致,每穗粒数对单株产量的直接贡献最大,其次是单株穗数,第三是百粒重。

单株穗数通过每穗粒数对单株产量的间接效应为负值($-1.6796 \leq P \leq -0.3027$),通过百粒重对单株产量的贡献因组合不同而异。每穗粒数通过单株穗数对单株产量的间接贡献为负值($-1.8948 \leq P \leq -0.1201$),通过百粒重对单株产量的贡献因组合而异。百粒重通过单株穗数、每穗粒数对单株产量的间接贡献均为正值($0.2313 \leq P \leq 0.7756$)。

上述分析表明,在杂种后代选择中,以每穗粒数和百粒重对单株产量进行相关选择是有效的,对单株穗数的要求要适当,不能过高,否则会引起每穗粒数下降。

2. 株高、抽穗期对单株产量的贡献

本试验三个组合中,株高与单株产量均呈正相关。通径分析结果表明,株高对单株产量的直接贡献在不同的组合中差异很大(P 分别是 3.0778 、 -1.3508 、 -0.3278)。株高通过每穗粒数对单株产量的间接贡献为正值($0.2124 \leq P \leq 0.815$),通过单株穗数、百粒重对单株产量的间接贡献在不同的组合中差异很大($-2.102 \leq P \leq 0.987$)。从表Ⅱ和图Ⅰ可以看出,在杂种群中,株高对单株产量的贡献主要是通过每穗粒数、百粒重实现的。株高与单株产量呈正相关是由于株高通过每穗粒数、百粒重对单株产量的间接贡献大于直接贡献造成的假象(在 $74100/1-1 \times 76-338$ 、 $75302 \times 76-338$ 两个组合中)。株高对单株产量的直接贡献因组合不同而异,这在一定意义上说明了矮化育种的可能性和复杂性。

抽穗期与单株产量呈负相关,而通径分析表明,抽穗期对单株产量的直接贡献和间

表 I

F₂各性状对单株产量的部分通径系数

性 状	通径路线	73(36)9-9×76 -338	74100/1-1×76 -338	75392×76-338
穗粒重 通过	穗粒重		-2.2987	-0.1561
	单株穗数		-0.9345	-0.4791
单株穗数 通过	单株穗数	2.2492	1.7220	0.7930
	每穗粒数	-0.3368	-1.6796	-0.3207
	百粒重	-0.4948	0.2599	0.0786
每穗粒数 通过	每穗粒数	0.7448	3.0560	1.2536
	单株穗数	-1.0171	-0.9464	-0.1915
	百粒重	-0.8673	0.4912	0.1010
百粒重 通过	百粒重	-2.5644	1.9352	0.2508
	单株穗数	0.4439	0.2313	0.2484
	每穗粒数	0.2519	0.7756	0.5049
株高 通过	株高	3.0778	-1.3508	-0.3278
	单株穗数	-0.7461	0.6786	-0.1122
	每穗粒数	0.3648	0.2124	0.8115
	百粒重	-2.1020	0.9870	0.2269
抽穗期 通过	抽穗期	-0.3763	1.4283	0.0944
	单株穗数	0.4804	-0.3852	0.2243
	每穗粒数	-0.0789	0.3563	-0.8261
	百粒重	0.7606	-0.6603	0.1660

接贡献均因组合不同而异。在一定条件下,选择抽穗早、成熟早的植株不一定引起产量下降。

3. 株高、抽穗期、单株穗数与每穗粒数、百粒重的通径系数

在相关分析中,每穗粒数与单株穗数呈负相关,与百粒重、株高呈正相关,与抽穗期的关系不密切。通径分析的结果与上述基本一致(图1)。这进一步说明,每穗粒数主要受株高、单株穗数的影响,而抽穗期对每穗粒数的影响不大。百粒重主要取决于株高和每穗粒数,其次是单株穗数。株高对每穗粒数、百粒重也有重要的作用,这与F₂群体中高秆植株所处环境条件较好是分不开的。因此,对F₂单株的有关产量性状进行选择时,对高秆植株的要求一定要严,对矮秆植株的要求要适当放宽。

产量构成因素对单株产量的直接贡献大于总贡献,这主要是由于各因素对单株产量间接贡献的方向不同,由于正负相抵消而使总的贡献小于直接贡献。小麦长期适应环境

所形成的自调能力,使各性状之间协调统一。通过选择,使某一性状发生变化,也会引起其它性状的变化。这种伴随而来的变化,由于性状不同,相关关系不同,变化的方向和程度也不同。在有负相关关系存在时,对某一性状要求过高,进行单一选择,就有打破性状间原有的协调性,引起某一或某些性状的劣变。因此,在杂种后代选择中,要以各性状的生物学协调性和育种目标为依据,对性状的要求要合理,使各性状得到协调发展,才能达到综合提高的理想效果。

通过上述分析,初步认识了各性状对单株产量的直接和间接效应。为了进一步认识上述各性状的变化对单株产量的影响程度,在相关、通径分析的基础上,我们进行了回归分析。

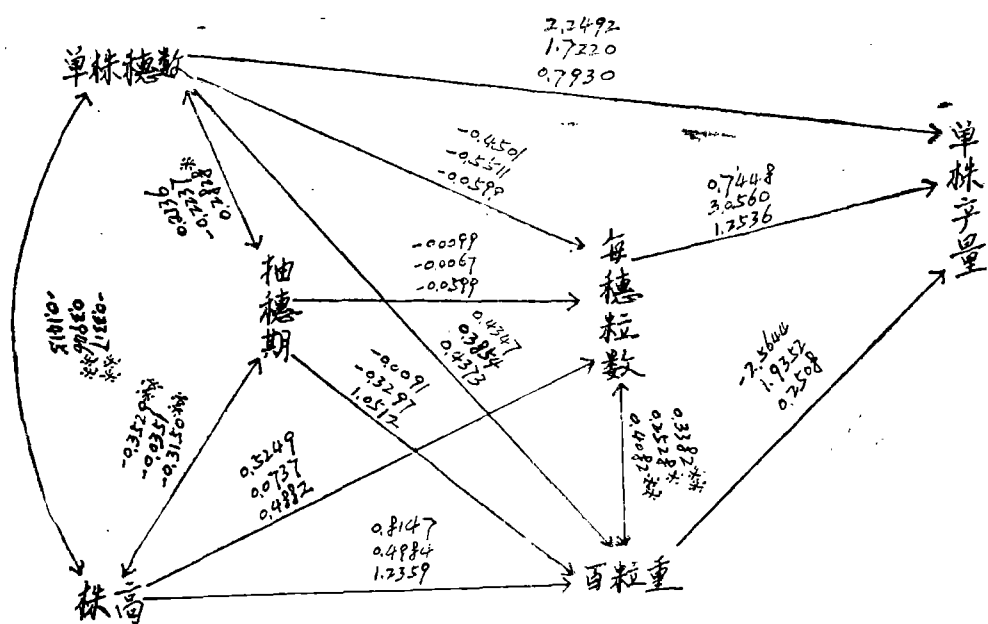


图1 表示六个性状之间关系的通径图

说明: ①双箭头表示相关,单箭头表示通径。

②直线上的数据从上到下分别为 $73 \times 36 \times 9 - \varphi \times 76 - 338$ 、 $74100 / n \times 76 - 338$ 、 $75392 \times 76 - 338$ 的通径或相关系数。

③**、*分别表示0.01和0.05的显著水平。

④图中有三组通径系数,单株产量的通径系数是由图中的六个性状为一组计算的;每穗粒数的通径系数是由每穗粒数、单株穗数、百粒重、株高、抽穗期五个性状为一组计算的;百粒重的通径系数是由百粒重、每穗粒数、抽穗期、单株穗数、株高五个性状为一组计算的。

(三) 回归分析

回归分析的结果表明,单株穗数、每穗粒数、百粒重对单株产量的回归系数无一不

图例: 736579.9 × 76338 (y₁) 74100.1 × 76338 (y₂)

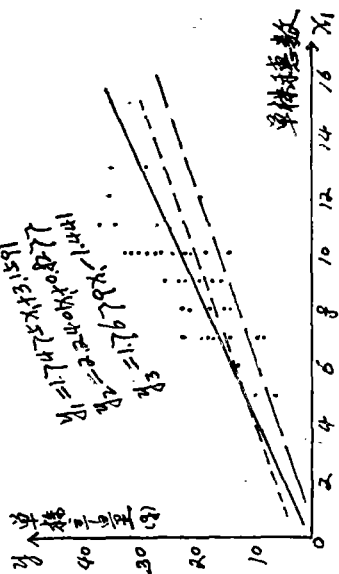


图2. F_2 单株总数与单株产量的回归图

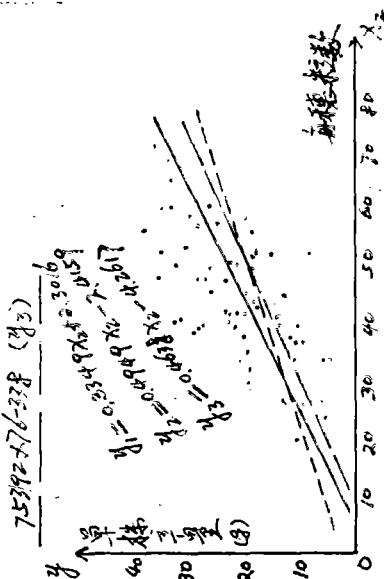


图3. F_2 每穗粒数与单株产量的回归图

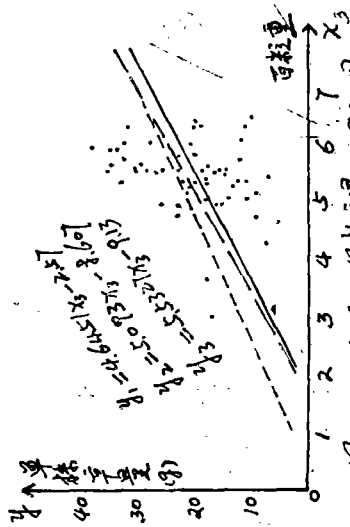


图4. F_2 百粒重与单株产量的回归图

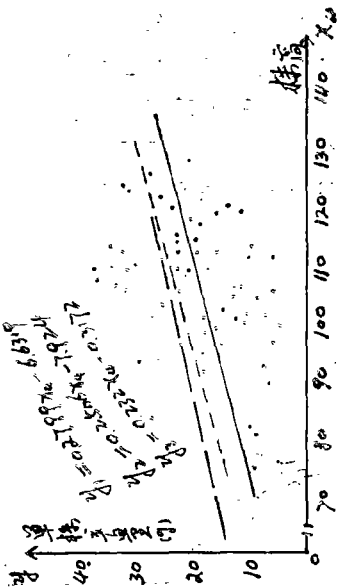


图5. F_2 株高与单株产量的回归图

达极显著水平,从回归图看,点的分布比较集中,距回归直线距离近,其中每穗粒数点的分布最集中,表明每穗粒数与单株产量的回归关系最密切。看来在一定范围内可用这三个性状预测单株产量。这与相关、通径分析的结果基本一致。

株高与单株产量的回归系数在三个组合中虽均达极显著水平,但回归图表明,点的分布比较分散,距回归直线较远。说明回归关系不够密切,用株高预测单株产量必然出入较大。这与相关分析的结果不尽一致,而与通径分析的结果相似。

抽穗期对单株产量的回归系数在本试验的三个组合中均不显著,二者之间不存在有回归关系,也说明选择抽穗早的植株不一定会引起产量下降。

三、小结与讨论

1.单株穗数在单株产量构成中占有重要地位。但是,单株穗数与每穗粒数呈负相关,而且通过每穗粒数对单株产量的间接效应也是负值,加之受环境因素的影响大,因此,在杂种后代选择中,不宜把穗数作为一个单一选择指标对单株产量进行相关选择,否则可能引起每穗粒数下降,最终导致产量下降。

2.每穗粒数、百粒重在产量构成中起重要作用,其中每穗粒数比百粒重更为重要。结合有关研究结果^{[9][12]}看,每穗粒数对单株产量的决定作用具有普遍的重要意义。每穗粒数与百粒重呈正相关,在杂种后代选择中,通过每穗粒数、百粒重对单株产量进行相关选择是有意义的。由于每穗粒数与单株穗数呈负相关,以每穗粒数为选择目标时,对单株产量和百粒重都有所提高,但可能引起单株穗数下降。在选择中,应注意协调三者的关系。

3.在F₂群体中,株高与单株产量呈正相关是一个普遍存在的现象^[10]。但是,通径、回归分析的结果表明,这是一种假象。从相关、通径、回归分析的结果和有关育种实践经验看,我们认为:在高产育种中,“矮化”是一种基本趋势应当肯定;但对株高的具体要求,要根据当地的生态条件和育种目标区别对待。离开一定的生态条件,孤立强调矮秆品种的缺点或优点都是不全面的。

4.当前矮化育种存在的一个重要问题是株高下降后,籽粒成熟不好,引起产量下降。这与本文相关分析的结果是一致的,但通径、回归分析的结果表明,株高与单株产量的关系是复杂的。因此,将目前某些矮秆材料的缺点产生的原因归之于“矮化”,显然是一种过于简单的作法。我们认为,目前矮化育种的重要任务之一,应是从矮源、株型、性状选择以及栽培措施等方面,研究如何协调各性状间的关系,以便使产量构成因素同时得到发展提高。

5.群体结构不同,产生的环境影响也就不同。本文用不分离世代群体的表型方差、协方差来估计F₂的环境影响,这是目前广泛采用的一种方法。但是,不分离世代的群体结构与F₂群体结构有很大差异。在不分离世代中,株高一致,冠层条件一致,个体间的竞争相互抵消。F₂群体株高不同,不同高度所处的田间生态条件不同,高株影响矮株,强株影响弱株。这种个体间的相互影响是造成F₂环境误差的重要因素。用不分离世代的方差、协方差估计F₂环境影响,必然会造成较大的误差。因此,在育种实践中,应用分离世代F₂估算的遗传参数时,应持谨慎态度,要结合育种实际具体分析。

6. 育种实践经验证明, 对 F_2 单株产量进行直接选择, 结果不够可靠, 其主要原因是 F_2 分离及个体间的激烈竞争, 引起性状严重饰变。科马尔对单株竞争性能的研究表明^[1], 株高不同的品种混种时, 高秆品种的单株产量有所增加, 矮秆品种的单株产量有所下降。在 F_2 中也必然存在着类似的现象。本文统计分析采用的基本数据是 P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 的表现型值, 因此, 分析结果在育种中的应用必然有其局限性。解决这个问题的可能途径之一是: 选用一定数量的典型材料, 在有代表性的生态条件下, 人工创造模式群体, 进行多年试验, 把有利条件引起的正效应和不利条件引起的负效应校正到同一水平上, 得到有一定实用价值的结果, 这可能会对提高选择效果起一定积极作用。

本文仅是一年试验结果, 试验材料、组合数目少, 加之本人的知识水平有限, 上述的结果和认识还有待于实践检验。

参 考 文 献

- [1] 西北农学院主编: 《作物育种学》, 1980, 农业出版社。
- [2] 北师大数量遗传研究组: 冬小麦数量性状遗传力的初步研究, 《遗传学报》, 1978, 5(2)。
- [3] 布里恩: 四个小麦杂交组合对 F_3 产量选择的反应, 美国《作物科学》, 1978, 18(6)。
- [4] 纳斯: 两个群体密度对四个小麦杂交种产量选择效应比较, 美国《作物科学》, 1978, 18(1)。
- [5] 麦克尼尔: 小麦产量和产量组成的选择, 美国《作物科学》, 1978, 18(5)。
- [6] 马英斌: 大豆品种杂交第二代主要性状的表型相关和基因型相关, 《遗传》, 1979, (3)。
- [7] 袁志发: 通径分析方法简介, 《国外农学》—麦类作物, 1981, (3)。
- [8] 吴中贤: 《统计遗传学》科学出版社。
- [9] 王恒立: 北京地区小麦矮化育种的初步经验, 《作物学报》, 1981, (6)。
- [10] N. C. Stoskops 等: 发展矮秆冬小麦的一个潜在问题——分蘖成熟不一致性, 英国《植物育种文摘》, 1975, 45(8)。
- [11] ЮЛ古若夫, О. А科马尔: 株高不同的小麦品种在混种和单种时植株竞争性能, 苏联《全列宁农业科学院报告》, 1981, (1)。
- [12] I. F. Ledent 1979, Relation of morphological characteristics and yield in wheat CROP SCIENCE Vol.19 July-August.
- [13] D. R. Knott and R. JBakes Relationships Among. Durations of vegetative and Grain Filling Phases. yield Components and Grain yield in Durum wheat Cultivars.