

小麦高产育种中产量性状的相关及其改良

胡延吉 赵檀方
(山东农业大学农学系, 泰安 271018)

摘 要 把山东省及黄淮麦区建国以来小麦品种产量性状的演变与当前高产新品种(系)相应性状的研究结合起来, 从性状的灰色关联度、选择指数、多元回归及相关通径分析等不同角度进行了综合分析。随着品种产量水平的提高, 穗重发挥着日益重要的作用, 而影响穗重的主要因素是千粒重。不同类型的高产品种可以有不同的产量构成模式。对于如何协调产量性状之间的关系, 抓住改良重点, 提高选择效率等问题进行了讨论。

关键词 小麦 产量性状 多元回归

众所周知, 小麦品种的产量等于单位面积的穗数、穗粒数和粒重三因素的乘积。为了探讨产量性状之间的相互关系, 明确高产育种的主攻方向, 抓住进一步提高产量潜力的突破点, 人们进行了大量的研究。其中有两种重要研究途径: 一是研究不同历史时期小麦品种有关性状的演变和发展趋势^[1,4,5,8]; 二是研究当前小麦品种相应性状的现状^[6,7]。显然, 如果将两种研究方法结合起来, 从历史和现实不同角度进行综合分析, 则可获得更为全面的信息。迄今还未见类似的报道。为此, 笔者有目的地设计了试验, 一方面对山东省及黄淮麦区建国以来小麦品种产量性状的演变进行了研究; 另一方面, 又分析研究了当前最新小麦高产品种(系)相应性状的特点。现将两种研究结果综合报道如下。

1 材料和方法

1.1 品种产量性状的演变研究

选择了山东省及黄淮麦区建国以来不同时期代表性小麦品种 22 个, 分别属于 50 年代、60 年代、70 年代和 80 年代。关于试验的选材、设计及考察项目详见参考文献 [1]。结合历来科研资料, 分析性状演变趋势, 并进行灰色关联度、选择指数分析。

1.2 当前高产新品种(系)产量性状的研究

选择了当前山东省最新小麦高产新品种(系) 15 个, 其中多数是参加省高肥组区试的材料, 它们是烟 2980、泰港 83(3)-113、核生 2 号、潍 61068、滨州 89-2、聊 91-2、泰 886057、临 90-

15、鲁麦 14、泰 876161、滨州 91-6-6、烟 886059、淄农 033、鲁麦 15 新系、枣 20-28。1993~1995 年在山东农业大学泰安教学基地进行试验,5 行区,小区长 3.3m,宽 1.33m,3 次重复。每小区取 10 株考种,收获后获得小区实产,并折算成亩产量,进行多元回归和通径分析。

2 结果与分析

2.1 品种产量性状的演变及现状

2.1.1 建国以来的演变趋势 随品种更替,丰产潜力不断提高,小区籽粒产量由 50 年代的 554.90g 提高到 80 年代的 714.74g(表 1)。在产量构成因素中,千粒重由 50 年代的 29.69g 增加到 80 年代的 42.06g,提高了 41.6%,增加幅度最大。穗粒数在大田条件下呈增加趋势,而在点播条件下却以 50 年代的品种最多。穗粒重(以下简称穗重)以 80 年代的品种为最高。品种产量潜力的提高是多个产量因子共同作用的结果,而不同因子对产量的作用是不同的。

表 1 产量及其构成因素在不同时期的均值					表 2 产量及有关性状的均值化数列				
性 状	50s	60s	70s	80s	性 状	50s	60s	70s	80s
小区产量(g)	554.90	567.88	667.92	717.74	小区产量(x_0)	0.8849	0.9055	1.0650	1.1445
千粒重(g)	29.69	34.57	35.53	42.06	千粒重(x_1)	0.8372	0.9748	1.0019	1.1860
穗粒数(个)	57.58	46.7	47.1	45.8	穗粒重(x_2)	0.9878	0.9224	0.9633	1.1265
	25.07	27.32	29.58	31.76	穗粒数(x_3)	1.1712	0.9463	0.9544	0.9280
			(89年条播)		单株粒重(x_4)	0.9956	0.9376	1.0065	1.0603
穗粒重(g)	1.21	1.13	1.18	1.38	株高(x_5)	1.1410	1.0784	0.9396	0.8411
单株穗数(个)	19.54	19.88	20.70	18.68	收获指数(x_6)	0.8171	1.0013	1.0147	1.1669

2.1.2 当前高产新品种(系)的表现特点 两年试验资料表明,参试品种(系)的产量水平存在显著差异,变异范围为 405~458kg/亩。其中表现较好的材料有滨州 89-2(458kg/亩)、烟 886059(455kg/亩)、泰港 83(3)-113(450kg/亩)等。本试验与山东省区试结果趋向一致,泰港 83(3)-113 在 1993~1995 年省区试 29 点次平均亩产 477.36kg,滨州 89-2 平均 466.93kg,烟 886059 平均 486.87kg,分别位于高肥甲组或高肥乙组参试材料的前列,已建议定名推广。另外,根据笔者两年试验结果,亩穗数变异范围 24 万~42 万,穗粒数 27~40 粒,千粒重 36.9~51.1g,不同材料间差异较大,说明其产量构成模式不同。

2.2 产量性状的相关分析

2.2.1 不同时期动态变化的关联度分析 为了从纵向角度探讨性状之间的关系,分析 40 多年来小麦品种产量性状变化态势的异同,灰色关联度分析是一个有效的方法,其实质是性状演变的曲线间几何形状的分析比较,即认为几何形状越接近,则发展变化态势越相似,关联程度越大。本试验以小区产量为参考数列 x_0 ,产量构成因子及相关性状为比较数列 x_i ,各性状的均值化数列见表 2。

经过计算(具体方法见参考文献[1]),各比较数列 x_i 对参考数列 x_0 的关联度分别为 $r_1=0.8165$, $r_2=0.8303$, $r_3=0.5903$, $r_4=0.7601$, $r_5=0.4779$, $r_6=0.8030$ 。

关联度的大小顺序(关联序)为: $r_2 > r_1 > r_6 > r_4 > r_3 > r_5$ 。

上述结果表明,穗重与小区产量的关联度最大,其次为千粒重和收获指数。40 多年来,品

种收获指数不断提高,使有机物质更多地分配于籽粒,这也是国内外小麦品种演变的一个普遍规律。由于千粒重不断提高,导致穗重提高,从而对品种产量水平的提高发挥了重要的作用。

2. 2. 2 高产新品种(系)产量性状的相关分析

2. 2. 2. 1 三因子构成模式分析 从亩产量(\hat{y}) = 亩穗数(x_1) × 穗粒数(x_2) × 千粒重(x_3)的表达式,对当前小麦高产新品种(系)的产量与三因子的关系,可用以下多元回归方程表达:

$$\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

经过计算,求得回归方程为:

$$\hat{y} = 64.0896 + 4.453x_1 + 2.7743x_2 + 3.4348x_3$$

表 3 产量构成因素的通径分析

	通径系数 P_{yi}	间接通径系数 $P_{y \cdot j}$			
		x_1	x_2	x_3	y
x_1	1.3345	—	—	—	—
x_2	0.5384	—	—	—	—
x_3	0.7814	—	—	—	—

通过回归方程和偏回归系数的 F 测验,表明三因子对产量的效应均显著。为了比较各因子对产量效应的大小,进行了通径分析,见表 3。

注: \hat{y} 为亩产量

亩穗数(x_1)对产量的效应最大($P_{y1} = 1.3345$),其次为千粒重($P_{y3} = 0.7814$)和穗粒数($P_{y2} = 0.5384$),这一结论似乎与高产栽培的理论及某些育种者的认识有差距,主要是三因子分析没有揭示出穗重在产量构成中的实际地位和作用,亦没有揭示出穗粒数和千粒重在形成穗重中的相互关系和作用。

2. 2. 2. 2 二因子构成模式分析 由于穗粒数 × 千粒重构成穗重,故亩产量(\hat{y}) = 亩穗数(x_1) × 穗重(x_2)称为二因子构成模式,它们之间的关系可用以下多元回归方程表达:

$$\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

经过计算,得 $\hat{y} = 229.57 + 3.7975x_1 + 67.5638x_2$

经回归方程和偏回归系数的显著性检验,表明亩穗数和穗重对产量均有显著的效应。通径分析表明,穗重(x_2)对产量的效应($P_{y2} = 1.1530$)大于亩穗数(x_1)($P_{y1} = 0.8828$)。在二因子构成模式中,穗重是矛盾的主要方面。这一结论与高产栽培的理论及许多育种工作者的认识相吻合。

2. 2. 2. 3 穗重与穗粒数、千粒重的关系 由穗重(\hat{y}) = 穗粒数(x_1) × 千粒重(x_2)的表达式,亦可用多元回归方程表达它们之间的关系。通过计算,得 $\hat{y} = -1.6414 + 0.0429x_1 + 0.0383x_2$ 。

回归方程和偏回归系数的 F 值都达到极显著,说明穗重与穗粒数、千粒重之间存在极显著的回归关系。千粒重的通径系数($P_{y2} = 0.6622$)稍大于穗粒数($P_{y1} = 0.6306$)。从当前小麦新品种(系)产量构成的实际情况看,要处理好穗粒数和千粒重二因子的关系,使其协调发展,从而使穗重进一步提高。

2. 3 产量性状选择指数分析

分析产量性状的相关和作用不仅对明确高产育种的主攻方向、制定科学合理的育种目标有重要意义,而且有利于提高选择效率。由于产量本身遗传力低,直接选择的效果差。为此,本文利用产量构成因素及其相关性状,进行单株粒重选择指数分析。如果进行直接选择的遗传进度为 ΔG ,利用选择指数进行选择的选择的遗传进度为 ΔG_y ,则相对效率为 $\Delta G_y / \Delta G (\%)$,将结果列于表 4。

表 4 小麦产量选择指数分析*

选 择 性 状	选 择 指 数	遗传进度(<i>g</i>)	相对效率(%)
1. x_1	$y = 0.017x_1$	1.312	100.0
2. $x_1 + x_2$	$y = 0.1443x_1 - 0.033x_2$	1.323	101.0
3. $x_1 + x_3$	$y = 0.149x_1 - 0.049x_3$	1.527	116.4
4. $x_1 + x_4$	$y = 0.074x_1 + 0.122x_4$	2.006	152.9
5. $x_1 + x_5$	$y = 0.1443x_1 + 0.016x_5$	1.319	100.5
6. $x_1 + x_6$	$y = 0.141x_1 - 0.021x_6$	1.449	110.4
7. $x_1 + x_2 + x_3$	$y = 0.1635x_1 - 0.025x_2 - 0.058x_3$	1.574	120.0
8. $x_1 + x_2 + x_4$	$y = 0.1204x_1 + 0.01x_2 + 0.012x_4$	1.835	139.9
9. $x_1 + x_3 + x_4$	$y = 0.058x_1 + 0.024x_3 + 0.14x_4$	1.987	151.4
10. $x_1 + x_2 + x_3 + x_4$	$y = 0.002x_1 + 0.116x_2 + 0.051x_3 + 0.178x_4$	2.049	156.2

注: x_1 ——单株粒重, x_2 ——单株穗数, x_3 ——穗粒数, x_4 ——千粒重, x_5 ——旗叶面积, x_6 ——株高

从表 4 可以看出: ①对单株粒重直接选择的预期遗传进度最低, 为 1.312*g*, 而利用选择指数法, 则使选择效率有不同程度的提高, 说明指数选择是有效的。②凡含千粒重的指数式, 其选择效果均好于不含千粒重的指数式, 相对效率比直接选择提高 39.9~56.2 个百分点, 说明千粒重在产量选择中的重要性。③在含有 3 个性状的指数式中, 8 号式和 9 号式的唯一差别在于 8 号式含有 x_2 (单株穗数), 9 号式含有 x_3 (穗粒数), 结果 9 号式相对效率大于 8 号式。另外, 从含 2 个性状的 5 个指数式来看, 以含千粒重的 4 号式($x_1 + x_4$)选择的相对效率最高, 其次为含穗粒数的 3 号式($x_1 + x_3$), 说明穗粒数在选择中是仅次于千粒重的另一个重要性状。

3 讨论

分析产量性状之间的相互关系, 明确影响品种产量水平进一步提高的关键因素或性状, 从而抓住重点, 制定合理的选择模式, 对于取得高产育种的突破有着重要意义。从不同时期品种的历史演变和当前高产新品种(系)的现状两个角度综合分析, 均表明随着品种产量水平的提高, 穗重发挥着日益重要的作用。因此, 当前小麦的高产或超高产育种, 应在基本稳定穗数的前提下, 重点提高穗重。对此, 许多育种工作者已基本形成共识。

穗重是由穗粒数和千粒重二因子构成, 对于通过什么途径提高穗重, 研究结果不尽一致^[6, 4, 7]。从本文品种演变的试验看, 在产量构成因素中, 千粒重增加幅度最大。多元回归和通径分析的结果表明, 千粒重和穗粒数对穗重均有极显著的效应。在产量性状选择指数分析中, 通过千粒重、穗粒数等性状进行指数选择, 比对单株粒重进行直接选择的效果好。综合两种试验结果, 从历史和现实不同角度进行分析, 笔者认为要进一步提高穗重, 应注意穗粒数和千粒重的协调发展, 而且千粒重改良的潜力可能更大些。其理由除上述所涉及的以外, 还有三点值得注意: 一是千粒重对穗重的通径系数稍大于穗粒数, 而且在其它性状相同的条件下, 含有千粒重的指数式的选择效率大于含有穗粒数的指数式; 二是当前小麦高产新品种(系)的千粒重平均为 45.7*g*, 据笔者用 GM(1, 1)模型进行的预测, 90 年代的平均千粒重可达近 50*g*, 故还有较大的改良潜力, 实际上有的参试材料, 千粒重已达 50*g* 左右; 三是千粒重遗传力较高, 选择的可靠性较大, 难度较小。可在稳定一定穗数和穗粒数的基础上, 重点提高千粒重。据孙芳华等^[6]

推算,黄淮北片小麦品种在亩穗数和穗粒数基本稳定的前提下,千粒重每增加 1g,可增产 2.5%。穗粒数的遗传力比千粒重低,要注意改善选育条件,选择穗分化时间较长、穗分化速度较快的材料。至于收获指数,虽然从总体上看仍有一定的改良潜力,但若能与生物产量的提高协调发展,可能更为有效。

参 考 文 献

- 1 胡延吉,等. 小麦品种产量性状演变与预测的灰色系统分析. 农业系统科学与综合研究, 1995, 11(1): 1~3, 12
- 2 胡延吉,等. 小麦高产育种中粒重作用的研究. 作物学报, 1995, 21(6): 671~678
- 3 钱曼懋,等. 北部冬小麦品种农艺性状演变研究. 作物品种资源, 1989, (1): 3~5
- 4 丁寿康. 选育亩产 1500 斤小麦品种途径的探讨. 中国农业科学, 1979(3): 8~16
- 5 俞世蓉,等. 江苏淮南地区 70 年代以来小麦品种产量及产量因素的演变. 中国农业科学, 1988, 21(4): 15~21
- 6 孙芳华,等. 北方冬麦区高肥区域试验品种产量性状分析与探讨. 作物学报, 1992, 18(4): 266~274
- 7 吴兆苏. 小麦产量潜力及其育种途径述评. 作物杂志, 1994(1): 3~4
- 8 Austin RB, et al. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. J Agric Sci, 1980 (94): 675~689

Correlation and Improvement of Yield Traits in Breeding of High-yielding Wheat Cultivars

Hu Yanji Zhao Tanfang

(Department of Agronomy, Shandong Agricultural University, Taian, 271018)

Abstract Both evolutionary trend and present state of the yield traits were studied, with cultivars grown in Shandong province as well as Huang-Huai winter wheat region historically and presently. From the comprehensive analysis of different methods, it could be found that grain weight per spike became more and more important in breeding of high-yielding wheat cultivars, and the 1000-grain weight was the main factor affecting the grain weight per spike. The composition patterns of yield components varied with different types of wheat cultivars. Following important questions were discussed in the paper: how to make yield traits congruent with each other, how to put emphasis on the key points of variety improvements, and how to raise selection efficiency etc.

Key words: Wheat; Yield traits; Multiple regression