

黄淮麦区冬小麦合理株型结构研究

雷振生 林作楫

(河南省农业科学院小麦研究所, 郑州 450002)

摘要 选用黄淮麦区不同产量水平的小麦品种 34 个, 研究了品种在由低产型向高产型转变过程中植株形态及其结构所发生的变化。结果表明: 随着品种产量水平的提高, 植株形态及其结构也发生了规律性的变化, 表现为株高显著降低, 旗叶和倒二叶宽度增加, 长宽比值缩小, 旗叶夹角变小。同时, 株高构成指数, 上部叶面积占总叶面积的比值以及各叶鞘长占相应节间长的比值均表现规律性递增。根据以上结果, 初步认为在黄淮麦区今后超高产品种的选育中, 在稀条播条件下, 应选择株高 75~85cm, 株高构成指数 > 0.62 , 旗叶面积 25~30cm², 倒二叶面积 30~35cm², 旗叶长/宽 < 10 , 倒二叶长/宽 < 15 , 灌浆初期旗叶夹角较小并随灌浆呈动态变化, 叶功能期较长以及上部二叶面积占总叶面积的比值和各叶鞘长占相应节间长比值均较大的类型。

关键词 冬小麦 株型结构 育种 高产型

在小麦高产育种中, 除根据产量及其构成因素进行选育外, 对与产量有关的植株形态性状及生理特性进行选择也是育种者要考虑的问题。自从 Donald^[7]提出理想株型育种以来, 很多研究者对理想株型及所涉及的性状、指标等进行了探讨^[1-4, 6, 8]。不同研究者研究的性状不同, 提出的指标也有所差异。可以认为, 理想株型应是以一定环境为前提, 不同生态环境下的小麦可能具有不同的理想株型。本研究选用黄淮麦区历年推广种植的具广泛产量潜力差异的材料, 研究选育品种在由低产型→中低产型→中产型→中高产型→高产型转变过程中植株形态及其结构所发生的变化, 以便探讨高产品种应具有的理想株型结构, 为超高产品种的选育提供植株形态及株型结构指标。

1 材料和方法

研究于 1988~1989 年在郑州进行。试验选用黄淮麦区 1950 年以来推广种植的具不同产量水平的品种 34 个, 完全随机区组设计, 3 次重复, 4 行区, 行长 2m, 行距 20cm, 株距接近条播 (3.3cm), 每小区在灌浆初期取样 10 株, 对株高、主茎各节间长度、叶鞘长, 旗叶夹角及主茎上部三叶长、宽、面积等形态和结构性状进行调查, 收获全区测产并折算成公顷产量。其中叶面积用 GCY-300 型叶面积仪测定, 株高构成指数 I_L 及相邻两节间指数 I_n 按魏燮中^[5]提出的公式计算。

2 结果与分析

2.1 不同类型品种植株形态性状的变化

对 34 个品种的产量及各植株形态性状进行的方差分析结果, 产量及其他各性状的差异均达 1% 的极显著水平, 表明供试材料产量及其有关性状具有显著不同, 其产量幅度为 2689.5~6675.0kg/hm², 平均产量 4653.0kg/hm²。

从每公顷产量 2250kg 到 6750kg, 按照间隔 900kg 的幅度, 将参试品种的产量分为 5 种类型, 即低产型、中低产型、中产型、中高产型及高产型。然后将所属各类品种的各性状的观察值进行平均, 求得平均值列于表 1。同时将品种类型按照产量由低至高的顺序编号为 1、2、3、4、5, 赋予各类相应的品种, 以其作为自变量; 并将各品种各性状进行标准化处理, 作为因变量而求出性状变化与品种类型间的相关系数及标准化回归系数, 列于表 1 的下方。

表 1 不同类型小麦品种主要形态性状平均值及其变化

品种类型及所含品种数	类型编号	产量幅度 (kg/hm ²)	平均产量 (kg/hm ²)	株高 (cm)	颈长 (cm)
低产型(6)	1	2250~3150	2887.5	115.8	13.7
中低产型(7)	2	3151~4050	3453.0	117.6	17.9
中产型(8)	3	4151~4950	4375.5	101.5	17.5
中高产型(8)	4	4951~5850	5352.0	90.8	13.2
高产型(5)	5	5851~6750	6307.5	79.6	10.9
与品种类型相关系数 r				-0.8624**	-0.4526**
标准化回归系数 b				-0.7625	-0.3845

旗叶性状					倒二叶性状			
长 (cm)	宽 (cm)	长/宽	面积 (cm ²)	夹角	长 (cm)	宽 (cm)	长/宽	面积 (cm ²)
18.6	1.30	14.3	18.9	102.0	25.2	1.26	20.0	25.8
19.5	1.56	12.5	21.5	110.5	25.9	1.34	19.3	27.3
17.6	1.63	10.9	27.6	85.2	26.1	1.44	18.3	32.2
17.3	1.66	10.5	25.3	82.6	24.0	1.52	15.8	31.9
17.9	1.78	10.0	26.2	70.4	24.1	1.62	14.9	29.6
-0.2927	0.6927**	-0.7206**	0.1728	-0.4223*	-0.2916	0.6836**	-0.7125**	0.1846
-0.2269	0.5269	-0.6745	0.1574	-0.3728	-0.2561	0.5423	-0.5238	0.1608

注: *、** 分别表示达 5% 和 1% 显著水平。

表 1 相关系数表明, 随着品种由低产型向高产型转变, 旗叶宽和面积、倒二叶宽和面积等与产量的提高表现相同的趋势, 而株高、颈长、旗叶和倒二叶长及长宽比以及旗叶夹角等

与产量变化的方向相反。其中经检验显著的标准化回归系数按绝对值大小排列的顺序为: 株高、旗叶及倒二叶长/宽、旗叶及倒二叶宽、颈长、旗叶夹角。即这些性状的线性变化伴随着品种由低产型向高产型转变的全过程。

除低产型品种和中低产型品种株高差异不大外, 其余均呈显著递减趋势。颈长表现下降, 但降低幅度较小。旗叶和倒二叶在长、宽、面积、长宽比上的变化趋势极为相似, 均为长度略有缩短, 宽度增加, 长度比缩小, 面积在达到一定大小后开始下降, 同时旗叶夹角也表现很明显的下降趋势, 从而说明了株型的改良。

2.2 不同类型品种植株及其光合结构的变化

2.2.1 植株结构的变化 在品种类型转变过程中, 植株所有节间长度均有一定程度缩短, 但各节间缩短的程度不同。整个株高的构成指数 (I_L) 及相邻两节间指数 (I_n) 均表现一致的增大趋势。表明随着株高的降低, 上部节间的下降幅度小于下部节间的下降幅度 (表 2)。

表 2 不同类型小麦品种植株结构性状的平均值

品种类型	各节间长度 (cm)				株高构成指数及相邻两节间指数			
	L_1	L_2	L_3	L_4	I_L	I_1	I_2	I_3
低产型	30.2	25.7	20.2	16.3	0.535	0.540	0.560	0.553
中低产型	36.0	27.6	19.4	14.7	0.589	0.567	0.587	0.569
中产型	37.2	25.4	16.6	12.4	0.618	0.594	0.605	0.572
中高产型	30.2	19.7	13.0	9.5	0.621	0.605	0.602	0.578
高产型	26.7	16.5	10.5	6.9	0.620	0.621	0.611	0.603

2.2.2 光合结构的变化 品种单茎总叶面积的变化和上部二叶面积的变化表现相同的趋势, 在达到一定值后开始下降, 同时, 单茎叶面积的分布也发生了变化, 其中旗叶所占比重明显增大, 倒三叶所占比重则相对缩小。从各叶鞘长占相应节间长的比值来看, 都有增大的趋势, 说明各叶鞘长的下降幅度均小于相应节间长的下降幅度 (表 3)。

表 3 不同类型小麦品种植株光合结构性状的平均值

品种类型	旗叶面积 / 总叶面积	倒二叶面积 / 总叶面积	倒三叶面积 / 总叶面积	总叶面积 (单茎 cm^2)	旗叶鞘长 / L_1	倒二叶鞘长 / L_2	倒三叶鞘长 / L_3
低产型	0.25	0.34	0.41	76.2	0.52	0.59	0.76
中低产型	0.27	0.34	0.39	79.4	0.51	0.63	0.79
中产型	0.31	0.36	0.33	89.6	0.55	0.67	0.88
中高产型	0.30	0.38	0.32	83.0	0.59	0.76	0.92
高产型	0.32	0.38	0.30	80.2	0.60	0.85	0.96

注: 以上测定均在灌浆初期进行, 此时主茎完整叶片仅剩 3 片。

植株及光合结构的这种调整具有重要意义。首先, 株高构成指数的增大表示植株重心下降, 有利于抗倒伏, 这就增强了品种的耐肥性能, 使高产品种能充分利用肥力, 同时, 较长

的上部节间和叶片间距有利于光能利用和同化物向穗部运转；其次，旗叶、倒二叶位于植株最上方，是后期进行光合作用的主要器官，由于其在单茎叶面积所占比重的增大，就扩大了后期进行光合作用的同化面积，同时，叶鞘也是能够进行光合作用的器官，其对各节间长度比值的增大也使植株具有相对较多的同化面。

2.2 植株形态及结构性状与产量的遗传相关

为研究品种由低产型向高产型转变过程中植株株型变化与产量的内在联系，用遗传相关分析的方法，求出了主要形态及结构性状与产量的遗传相关系数（表4）。

表4 主要植株形态及结构性状与产量的遗传相关

性状	株高	颈长	株高构成指数	旗叶长	旗叶宽	旗叶长/宽
r_g	-0.8291	-0.3926	0.8124	-0.1223	0.7962	-0.6601
性状	旗叶面积	旗叶夹角	倒二叶长	倒二叶宽	倒二叶长/宽	倒二叶面积
r_g	0.4923	-0.3726	-0.1326	0.7983	-0.6480	0.4206
性状	旗叶面积 /总叶面积	倒二叶面积 /总叶面积	总叶面积	旗叶鞘长/ L_1	倒二叶鞘长/ L_2	倒三叶鞘长/ L_3
r_g	0.6204	0.6185	0.2584	0.5584	0.3825	0.5686

遗传相关分析表明，产量的提高与株高的降低及株高构成指数的增大关系最为密切，其次是上部二叶宽度及其长宽比值，接着是上部二叶面积占单茎总叶面积的比值及各叶鞘长占相应节间长的比值，然后是上部二叶面积、颈长以及旗叶夹角。总叶面积以及上部二叶长度与产量的遗传相关系数均较小。

植株矮化和株高构成指数的增大，增强了品种的耐肥抗倒性，并增大了同化产物向籽粒运转的比例，增加了收获指数，从而提高了产量。同时，旗叶和倒二叶面积与产量均呈一定程度的遗传正相关，说明上部叶片的同化面积与产量的高低有一定关系。但从表1看到，旗叶和倒二叶面积与品种类型转变的关系并非直线型，二者都表现以低产品种为最低，中产品种达到高峰，高产品种表现下降的趋势，且与单茎总叶面积的变化（表3）基本相同。产生这种情况的原因是因为低产品种的穗粒数较少，千粒重低，即“库”容小，对供给“源”的要求不强，因而只需较小的同化面积即能保持平衡，而当转变到中产类型时，就必须有较大的光合面积来满足增多的子粒数和千粒重的需要。但高产类型的品种，由于株高显著矮化，植株结构变得较为紧密，已不可能靠较大的叶光合面积来满足迅速增大的“库”的需要，甚至可能造成冠层郁蔽，降低光合效率。在这种情况下，为使总同化量继续有所提高，就必须提高群体用光效率，调整植株进行光合作用的结构。旗叶和倒二叶面积略有减少，宽度增加，长宽比值降低；同时，旗叶和倒二叶占总叶面积的比值和各叶鞘长占相应节间长的比值上升，旗叶夹角（灌浆初期）减小，就是这方面调整的标志。

3 讨论

小麦品种在由低产型向高产型转变过程中，株高曾大幅度地直线降低，目前育出的小麦

高产品种株高已降至 80~90cm, 如再进一步降低株高, 既不一定能增强抗倒性(某些矮秆品种并不抗倒), 对提高收获指数作用也不大, 且伴有透光不良、病害加重以及秸秆产量低等问题, 因而在超高产育种中不必再大幅度地降低株高。株高构成指数可以在人工选择下得到增进。所以, 使株高基本保持在现有水平上, 针对株高构成指数进行选择, 是今后超高产品种选育中提高品种耐肥抗倒性的一个发展方向。

目前小麦株型研究主要集中在影响光能利用率的冠层结构上^[1, 6]。合理的冠层结构应能使叶层尽可能截获较多的阳光, 同时又能使截获的阳光均衡分布在构成叶层的各叶片上。魏璧中^[4]从动态的角度来研究株型, 认为灌浆初期旗叶夹角要小, 随着灌浆的进行, 角度逐渐加大, 由倾斜转向水平, 最后下垂且穗层不在一个平面上, 并认为这种特性有利于子粒灌浆对光能的需求。武田友四郎(1973)曾指出在一定产量范围内, 叶面积的增大和光合效率的提高都有增产作用, 但当产量提高到一定水平后, 光合效率便起主导作用。本研究结果也表明, 叶光合面积的增加是有限的, 而光合机构的调整则还有很大余地。因而在叶面积达到一定大小时, 应将上位叶长宽比值较小、上位叶面积占总叶面积比值以及各叶鞘长占相应节间长的比值均较大, 灌浆初期旗叶夹角较小并随灌浆作转水平最后下垂的动态变化, 且功能期较长作为株型育种的指标。

作者认为, 在今后黄淮麦区超高产品种选育中, 在稀条播条件下, 应当注意选择株高在 75~85cm, 株高构成指数 > 0.62 , 旗叶面积 $25 \sim 30 \text{cm}^2$, 倒二叶面积 $30 \sim 35 \text{cm}^2$, 旗叶长/宽 < 10 , 倒二叶长/宽 < 15 , 灌浆初期旗叶夹角较小, 并随灌浆作动态变化、功能期较长, 以及上部二叶面积占总叶面积的比值和各叶鞘长占相应节间长的比值均较大的类型。

参 考 文 献

1. 赵双宁, 李培, 曾浙荣. 北京地区冬小麦品种冠层结构的研究. 作物学报, 1986, 12(4): 217~224
2. 朱德群, 朱退令, 詹志红. 冬小麦主茎旗叶光合性状的相关性. 作物学报, 1982, 8(3): 199~204
3. 徐凤. 小麦品种“源库流”的辩证关系及高产品种结构型问题. 安徽农业科学, 1978, (4): 65~92
4. 魏璧中, 俞世蓉, 吴纪民等. 小麦子粒灌浆期中光能供求关系模拟与南京地区辐射条件下合理株型的探讨. 南京农业大学学报, 1988(4): 1~5
5. 魏璧中, 吴兆苏等. 小麦植株高度的结构分析. 南京农学院学报, 1983(1): 14~21
6. Briggs KG et al. Relationship between grain yield and morphological characters above the flag leaf node in spring wheat. Crop Sci, 1980, 20: 350~354
7. Donald CM. The breeding of crop ideotypes. Euphytica, 1968, 17: 385~403
8. Ledent JF. Morphology & yield in wheat grown in high yielding conditions. Crop Sci, 1982, 22: 1115~1120

Studies on the Ideotype Characters of Winter Wheat in Huanghuai Wheat Region

Lei Zhensheng Lin Zuoji

(Wheat Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002)

Abstract Thirty four winter wheat cultivars with diversified yield potentials which were released in different periods in Huanghuai winter wheat region were used to study the changes of morphological characters following the increase of yield. The results showed that along with the change of cultivar types from low yielding to high yielding, the plant height significantly decreased while the plant height composition index increased; the width of the upper two leaves increased while the ratios of length to width decreased. The ratios of the area of upper two leaves to that of total leaves and the length of sheathes to those of the corresponding internodes all had a big increase. The flag leaf angle tends to become smaller. Based on the results, the ideal morphological characters and canopy structure for the super-high yielding cultivars in Huanghuai winter wheat region were discussed.

Key words: Winter wheat; Ideotype characters