

大穗型小麦品种性状改良及高产栽培途径探讨

朱 伟^{1,2}, 贺德先^{2*}

(1. 商丘市农林科学院, 河南 商丘 476000; 2. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 在综述大穗型小麦品种特征特性、幼穗分化发育特点、成穗机制、源—库—流关系及栽培措施的调控效应基础上, 探讨了大穗型品种当前需要解决的理论问题, 明确了其性状改良、选育方向及高产高效栽培技术途径。

关键词: 小麦; 大穗型品种; 性状改良; 成穗机制; 高产栽培

中图分类号: S512.1 文献标志码: B 文章编号: 1004-3268(2012)11-0031-04

Direction of Trait Improvement and Way of High-yield Cultivation for Heavy-ear Wheat Cultivars

ZHU Wei^{1,2}, HE De-xian^{2*}

(1. Shangqiu Research Institute of Agriculture and Forestry Sciences, Shangqiu 476000, China;

2. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The main biological traits, young-ear developing characteristics, ear-forming mechanism, source-sink-transportation relationships, as well as the regulating and controlling effects of cultivation measures for heavy-ear winter wheat cultivars are summarized in the paper. Furthermore, some theoretical problems which need to be dealt with for heavy-ear wheat cultivars are explored. The direction of trait improvement and breeding, and the high-yield and high-efficiency cultivation ways for heavy-ear winter wheat cultivars are also clarified.

Key words: wheat; heavy-ear cultivar; trait improvement; ear-forming mechanism; high-yield cultivation

自 20 世纪 80 年代中后期以来, 大穗型小麦品种一直是生产上重要的品种类型, 有关此类品种的研究也成为小麦育种领域近 20 a 的研究热点之一。但截至目前, 有关大穗型品种创高产的争论依然存在。庞红喜等^[1]认为, 大穗型品种丰产性不如多穗型和中穗型品种。而王绍中等^[2]认为, 超高产栽培实践中, 常出现单位面积穗数和粒数相对不足, 且受气候条件影响出现籽粒不饱满的问题, 使用多穗型和中穗型品种易出现田间郁蔽现象, 致使病虫害加重, 植株抗倒伏性降低, 在此情况下, 采用丰产潜力大的大穗型品种, 不仅可以缓解上述诸多矛盾, 而且还可以通过增加穗粒质量, 比较容易地提高籽粒产量。为全面认识大穗型品种, 在广泛阅读相关文献的基础上, 综述了大穗型品种的特征特性、幼穗发育

特点、成穗机制、源—库—流关系及栽培措施的调控效应, 探讨了其高产栽培技术途径, 以期为此类品种的选育和高产栽培提供理论参考。

1 大穗型小麦品种的成穗机制和源—库—流关系

1.1 特征特性

大穗型小麦品种茎秆粗壮, 叶片宽大, 单位面积穗数相对较少, 单穗根系占有量大, 单茎根系活力和光合速率高^[3], 但幼穗对低温比较敏感, 形成一个分蘖和穗子均需要较多的积温、根量及营养物质来支持, 而且灌浆期短, “流”不畅, 因而生态适应范围小, 成穗率低, 抽穗和开花时间晚, 千粒重变幅大, 稳产

收稿日期: 2012-07-22

基金项目: 河南省科技创新人才计划项目(104200510013)

作者简介: 朱 伟(1972-), 男, 河南夏邑人, 副研究员, 硕士, 主要从事小麦育种和栽培研究。E-mail: hn-zhwei@163.com

* 通讯作者: 贺德先(1963-), 男, 河南南召人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事作物生态生理研究。E-mail: hedexian@126.com

性不如其他穗型品种^[1,4-6]。大穗型品种间和地域间的幼穗分化速度和分化持续时间差异较大,与多穗型和中穗型品种相比,单棱期持续时间短,进入二棱期早且二棱期持续期长,进入护颖分化期和小花原基分化期相对较晚且分化时间稍长,故穗大粒多,雌雄蕊原基分化期以后,则与其他类型品种的差异不大^[7-8]。

1.2 分蘖成穗机制

分蘖成穗是由综合因素决定的,但究竟哪一因素在分蘖成穗中起关键性作用,目前尚未形成一致的看法^[9]。总结起来,大致有 6 种观点:①品种的遗传特性。一些学者认为,成穗率低是大穗型品种的基本遗传特性,不是栽培措施所能轻易改变的^[10]。②营养竞争的结果。认为大穗型品种完成幼穗分化、叶片和茎秆等器官形成所需要的营养物质比其他穗型品种多,而且在碳、氮代谢和同化物分配上也存在着较强的主茎优势,因而分蘖营养不良和碳、氮失调,较难继续发育成穗^[11-14]。③内源激素的作用。一些专家指出,吲哚乙酸(IAA)、玉米素核苷(ZR)、脱落酸(ABA)等参与了大穗型品种的分蘖衰亡过程,并认为激素间的平衡与分蘖成穗关系密切^[15-16]。④气候生态因子的影响。小麦分蘖成穗与热量条件有关,具有较长偏低温的春季有利于穗数增多。大穗型品种的分蘖发生对低温的反应比多穗型品种敏感,适应性脆弱,分蘖和穗形成所需的积温多^[6]。⑤饱和穗数的限制。持这种观点的学者认为,在一定的生态和栽培条件下,受到群体和环境压力的双重制约,对特定类型的小麦品种来说,其单位面积上的成穗数有一个相对稳定的上限,而当超过这一限度后,产量随群体增加而降低^[17]。⑥酶活性等其他因素的影响。分蘖发育期间,大穗型品种比多穗型品种具有较低的吲哚乙酸氧化酶(IAAO)和硝酸还原酶(NR)活性,较高的蔗糖磷酸合成酶(SPS)活性,从而使苗期碳代谢占优势,这与多穗型品种氮代谢占优势、成穗群体大有所不同^[11]。

1.3 源—库—流关系

研究和生产实践表明,大穗型品种个体与群体的源—库—流关系均不够协调。从单穗发育上看,表现出“源足、库大、流畅”的特征:单茎光合器官繁茂且功能期长、穗大粒多^[5],穗下节间维管束数目多、韧皮部和木质部发达、物质运转能力较强^[2]。从群体上看,大穗型品种虽然单片旗叶的叶面积大,但单株旗叶总叶面积、总粒数和总库容却比多穗型品种小,其源、库、流的协调性不如多穗型或中穗型品种^[18-20]。在灌浆特性上,大穗型品种虽然穗粒数较多,但千粒重在主灌浆期的增幅大而在副灌浆期的

降幅也大,从而导致籽粒饱满度较差^[21]。以上表明,大穗型品种单茎库容大,且灌浆中、后期库端具有较强的同化物利用能力,但群体偏小,源不足、流不畅且灌浆期短,籽粒充实和粒质量稳定比较困难,这也正是许多大穗型品种缺乏广泛适应性、产量不稳定、高产潜力得不到发挥的主要原因^[22-23]。

1.4 栽培措施对分蘖成穗的调控效应

小麦合理群体构建不仅受品种基因型制约,还受种植密度、播种期、肥水运筹和化学调控措施等的影响。有学者指出,大穗型品种和多穗型品种均具有 9 000 kg/hm² 的产量潜力^[24],只要根据其生长发育特性,采取相应的调控措施,促进分蘖成穗,提高穗部发育质量,大穗型品种比多穗型品种更易获得高产^[23]。

1.4.1 播种期、播种量和播幅的调控效应 大穗型品种对环境和栽培措施的响应较中穗型和多穗型品种敏感^[25]。播种期对分蘖发育与成穗的效应表现为过早播种易形成旺苗,进而导致冻害发生^[2],而过晚播种则导致株高降低,单位面积上的穗数和每穗小穗数减少,幼穗分化时间缩短,穗粒数下降,产量显著降低^[26]。研究还指出,适当加大播种量,大穗型品种单位面积上的穗数增加,另外通过肥水调控,可显著提高产量^[24]。而另有研究则指出,加大播种量后,大穗型品种单位面积上的成穗数虽有所增加,但群体内的光照(尤其是群体中、下部的光照)条件恶化,单株发育不良,严重时出现主茎不能正常成穗的现象,植株光合能力降低,衰老加速,单株成穗数和穗部质量显著降低,增穗效应难以抵偿穗粒数和粒质量下降所导致的产量损失^[27]。还有研究表明,缩小行距有利于提高大穗品种产量,但其适宜行距应根据品种特征特性而有所调整^[25,28]。

1.4.2 肥水的调控效应 大穗型品种在高肥力条件下更容易获得高产。一般要求土壤有机质含量>12 g/kg,碱解氮含量>70 mg/kg,速效磷含量>25 mg/kg,速效钾含量>110 mg/kg^[29];每公顷耕地的最佳施肥量分别为纯 N 266.3~281.6 kg, P₂O₅ 138.9~166.5 kg, K₂O 212.1~217.1 kg, N:P:K 为 1:0.56:0.78^[30]。至于大穗型品种的最佳追肥(追氮)时期,学者们的观点并不一致。有人认为,返青一起身期间追氮最为适宜,可起到增蘖、保穗的作用^[24];而另有研究则认为,超高产肥力条件下,拔节期追施氮肥,大穗型品种不仅不会出现贪青现象,而且还具有控前促后的效应,成产三因素更为协调^[31]。关于施氮量的调控效应,前人的报道指出,大穗型品种的小穗粒质量和结实粒数均呈现随施氮量增加而增加的趋势^[32]。

大穗型品种比多穗型品种对土壤水分亏缺更为敏感。灌溉条件下,大穗型品种籽粒灌浆中、后期淀粉合成相关酶的活性显著高于多穗型品种^[33],而且随着灌水次数增多(如浇灌拔节水、孕穗水和灌浆水),单位面积穗数、穗粒数和千粒重均呈增加趋势^[34]。其中,不同降水年型灌水的效应有所不同:在不同干旱年型,灌水次数对籽粒灌浆持续期、有效灌浆持续期和产量的效应不同,随灌水次数增多,灌浆持续期和有效灌浆持续期延长,灌浆速率降低,产量显著提高;而在丰雨年型,随灌水次数增多,籽粒灌浆持续期和有效灌浆持续期缩短,灌浆速率以 2 水处理为最高,而处理间产量差异不显著^[34]。另有研究表明,灌水与品种间的互作效应达显著水平,其中多穗型品种 2 水处理的产量高于 4 水处理,大穗型品种 4 水处理的产量高于 2 水处理^[35]。

1.4.3 生长调节剂的调控效应 生长调节剂对大穗型品种分蘖成穗率的影响并不一致。有研究认为,激素类化学物质的施用或栽培条件的改变,均可引起大穗型品种成穗数发生显著变化,最终影响产量^[36-37]。但鉴于多种生长调节物质都不具有穗数调控作用^[38-39],另有研究者则对生长调节物质的分蘖成穗调控作用持怀疑态度。

2 大穗型小麦品种选育和高产栽培技术途径

2.1 目前尚需解决的理论问题

目前,在小麦大穗型品种的相关研究领域亟待解决的理论问题主要有 5 个方面:①大穗型品种最适“源”、“库”、“流”的研究。即不同生态条件下,不同大穗型品种“最适源”、“最适库”和“最适流”的量化研究,以及最佳“源—库—流”关系模型的建立与应用。②大穗型品种分蘖成穗机制及提高分蘖成穗率的途径与措施研究。在揭示大穗型品种分蘖消长的生物学机制、生理机制和分子机制,明确分蘖成穗的限制因素及其影响机制的基础上,准确定量控制大穗型品种分蘖数及成穗数。③大穗型品种的光合性能研究。有研究指出,小麦目前的光合潜力还没有充分发挥,今后可重点通过延长生育后期叶片的功能期、改进灌浆效率等方面的理论研究,实现提高籽粒产量的目标^[40-41]。④大穗型品种物候发育理论及调控研究。鉴于大穗型品种对环境的响应敏感,研究其物候发育理论及调控技术,对于指导大穗型品种高产、超高产育种和大田栽培均具有重要的意义。⑤大穗、超大穗种质资源创育与利用研究。目前来看,大穗型品种选育要突破的关键点在于重要

种质资源的发掘、创新、改良与应用。

2.2 性状改良方向

如何优化产量形成结构和有机调控不同性状的发育,是大穗型品种选育者所关注的重要内容之一。在大穗型超级小麦育种过程中,应特别重视改善植株冠层内的光照环境和有机营养状况,协调“源—库—流”关系,以期实现穗数、粒数、粒质量三因素的最优组合。与此同时,育种者还应考虑目标品种拟推广应用区域的生态环境。目前,黄淮麦区大穗型品种性状改良的产量潜力虽高于中穗型和多穗型品种,但尚未达到该区单穗质量 4.05 g(穗粒数 90 粒、千粒重 45 g)的生态极值^[42]。因此,今后大穗型品种性状的改良应立足于种质资源引进和创新,并按照单位面积穗数、群体平均单穗粒质量的顺序,从以下 2 个方向入手进行改良:一是耐密植,株型紧凑,旗叶和倒二叶不太小、上冲,穗下节间长,成穗率高,幼穗分化二棱期—小花期的分化速度快,源大,灌浆速度快,熟期适中,抗逆性强;二是植株粗壮,株形大,叶片宽、厚、直,巨穗化,库容大,流通畅,抗倒性和抗病性强。

2.3 高产栽培技术途径

小麦高产是品种特性、生态条件和栽培措施等统一的结果。生产实践中,可通过肥水调控以促进大穗型小麦品种分蘖成穗,并注重改善穗部性状,以期增加粒质量,提高产量,实现超高产栽培的目标。有研究证明,在严格选择高水肥地块、优选大穗型品种、增加播种量(225 kg/hm^2)、缩小行距(平均 15.2 cm)的基础上,采取“冬前稳”、“春季狠”、“后期准”的高产配套栽培技术,可创造出 10 t/hm^2 以上的超高产效果^[43]。另从国内外的高产实践看,适宜的生态区域(尤其是适宜的热量和充足的光照条件,以及较长的灌浆时间)、具有高产潜力的品种和适宜的物质(主要是水肥)投入,是大穗型品种取得高产的关键^[44]。今后,还可探讨深耕技术、肥料深施等增产作用,以寻求产量的更大突破^[45-47]。

参考文献:

- [1] 庞红喜,宋哲民.大穗小麦部分生理特性研究[J].西北植物学报,1998,18(3): 411-416.
- [2] 王绍中,郑天存,郭天财,等.河南小麦育种栽培研究进展[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [3] 王志芬,陈学留,余美炎,等.不同穗型的两个冬小麦品种根系活力、光合特性及物质分配变化的比较研究[J].作物学报,1997,23(5): 607-614.
- [4] 王法宏,赵君实,孙振山,等.小麦不同成穗类型品种的生育特点及高产技术[J].作物杂志,1993(2): 13-14.
- [5] 李民栋,李惠民,杨洁莉,等.大穗型小麦形态特性和产

- 量结构[J]. 作物杂志, 1997(4): 34-35.
- [6] 庞红喜, 宋哲民. 穗重型小麦群体发育动态研究初报[J]. 西北植物学报, 1997, 17(4): 30-33.
- [7] 庞红喜. 大穗小麦幼穗分化规律研究[J]. 河北职业技术师范学院学报, 1997(3): 38-42.
- [8] 朱伟, 胡新, 黄建英, 等. 密度对不同穗型小麦品种成穗率的影响[J]. 河南农业科学, 2004(7): 39-41.
- [9] 卢布. 小麦成穗研究进展[J]. 麦类作物学报, 1998, 18(6): 36-39.
- [10] 王绍中, 赵虹, 王西成, 等. 小麦超高产品种筛选的研究初报[J]. 作物学报, 1998, 24(6): 870-875.
- [11] 赵会杰, 郭天财, 邹琦, 等. 不同穗型小麦品种分蘖发育的代谢基础研究[J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 215-220.
- [12] 陈化榜, 曾北燕, 李晴祺, 等. 大穗型、中间型、多穗型高产小麦品种产量潜力和稳产性能的研究[J]. 华北农学报, 1991, 6(4): 22-29.
- [13] 王法宏, 王旭清, 任德昌, 等. 小麦不同类型品种群体根系活性与成穗数的关系[J]. 山东农业科学, 1999(2): 12-14.
- [14] 郭天财, 徐丽娜, 冯伟, 等. 种植密度对兰考矮早八幼穗分化和碳氮代谢的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(1): 194-198.
- [15] 朱云集, 郭汝礼, 郭天财, 等. 两种穗型冬小麦品种分蘖成穗与内源激素之间关系的研究[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 783-788.
- [16] 徐丽娜, 冯伟, 盛坤, 等. 不同种植密度下兰考矮早八茎叶叶片内源激素差异及其与分蘖成穗的关系[J]. 作物学报, 2010, 36(9): 1596-1604.
- [17] 苗果圆. 试论超高产育种与栽培的结合[J]. 作物杂志, 1990(1): 4-5.
- [18] 雷亚柯, 王辉, 宋美丽, 等. 不同穗型冬小麦源库关系及源库性状改良[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(3): 493-496.
- [19] 庞红喜, 何蓓如. 穗重型小麦的源库特征研究[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(3): 62-66.
- [20] 魏艳丽, 王辉, 冯毅, 等. 减源对不同穗型小麦品种干物质积累及其运转的影响[J]. 麦类作物学报, 2008, 28(3): 507-512.
- [21] 李向拓. 大穗小麦籽粒灌浆特性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001.
- [22] 罗洪溪, 张安静. 超大穗型小麦源、流与库相关效应的试验研究[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(4): 38-41.
- [23] 朱云集, 郭天财, 崔金梅, 等. 河南省小麦超高产品种选用及其关键栽培技术[J]. 作物杂志, 2005(1): 39-41.
- [24] 于振文, 田奇卓, 潘庆民, 等. 黄淮麦区冬小麦超高产栽培的理论与实践[J]. 作物学报, 2002, 24(9): 577-585.
- [25] 李娜娜, 田奇卓, 裴艳婷, 等. 播种方式对两类小麦品种分蘖成穗及其产量构成的影响[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(3): 508-513.
- [26] 郭天财, 彭羽, 朱云集, 等. 播期对不同穗型、筋型优质冬小麦影响效应研究[J]. 耕作与栽培, 2001(2): 19-20.
- [27] 赵会杰, 薛廷丰, 董中东, 等. 密度及追氮时期对大穗型小麦旗叶及子粒碳水化合物代谢的影响[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(3): 508-510.
- [28] 马冬云, 郭天财, 查菲娜, 等. 种植密度对两种穗型冬小麦旗叶氮代谢酶活性及籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报, 2007, 33(3): 514-517.
- [29] 傅兆麟, 李洪琴. 黄淮冬麦区小麦超高产的几个问题探讨[J]. 麦类作物学报, 1998, 18(6): 48-51.
- [30] 杨洪宾, 张建立, 闫璐, 等. 紧凑大穗型小麦 9 t/hm² 氮磷钾最佳用量与配比的试验研究[J]. 莱阳农学院学报, 1999, 16(3): 176-180.
- [31] 郭天财, 宋晓, 马冬云, 等. 施氮水平对 2 种穗型冬小麦品种产量及氮素吸收利用的影响[J]. 西北植物学报, 2008, 28(3): 554-558.
- [32] 马冬云. 氮肥运筹对两种穗型超高产小麦品种碳氮代谢、产量及品质的调控研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.
- [33] 戴忠民, 王振林, 高凤菊, 等. 两种供水条件下两穗型小麦品种籽粒淀粉积累及相关酶活性的变化特征[J]. 作物学报, 2007, 33(4): 682-685.
- [34] 冯伟, 郭天财, 李晓, 等. 不同降雨年型下水分处理对大穗型小麦品种籽粒灌浆及产量的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 192-195.
- [35] 赵洪亮, 马瑞崑, 刘恩才, 等. 不同冬小麦品种产量和节水性状差异及对供水的反应[J]. 华北农学报, 2006, 21(2): 70-74.
- [36] 赵会杰, 任琴. 大穗型小麦兰考 906 分蘖发育的生理特征及其调控[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(4): 69-71.
- [37] 杨文平, 郭天财, 刘胜波, 等. 行距配置对“兰考矮早八”小麦后期群体冠层结构及其微环境的影响[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 485-490.
- [38] 赵玉庭. 小麦化控技术研究[J]. 耕作与栽培, 1995(6): 26-29.
- [39] 李建民, 丁建华. 冬小麦分阶段化学调控技术的研究[J]. 麦类作物学报, 2000, 20(3): 37-41.
- [40] 任德昌, 徐恒永. 高产冬小麦不同分蘖成穗类型品种群体光合能力的研究[J]. 麦类作物学报, 1998, 18(23): 24-26.
- [41] 张其鲁. 小麦高产育种途径及其发展趋势[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(1): 176-178.
- [42] 朱新开, 郭文善. 大穗型小麦穗粒重分布规律及相互关系探讨[J]. 种子, 2004, 23(11): 67-71.
- [43] 郭天财, 朱云集, 沈天民, 等. 重穗型小麦品种窄行密植公顷产量超 10 t 配套栽培技术探讨[J]. 河南农业科学, 2006(3): 25-28.
- [44] 郭天财, 沈天民, 王西成, 等. 智利的小麦科研与生产[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(2): 132-134.
- [45] 田云峰. 关于超级小麦若干问题的探讨[J]. 河南农业科学, 2006(10): 13-15.
- [46] 孙志军, 杨晓丽, 张辉, 等. 小麦新品种石新 828 选育过程及高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2011(9): 96-97.
- [47] 逯腊虎, 倪中福, 彭惠茹, 等. 穗分枝小麦与普通小麦的杂种优势研究[J]. 山西农业科学, 2012, 40(6): 579-584.