

作物株型育种研究与进展

高士杰

李树强

(吉林省农科院作物所,公主岭 136100) (吉林省种子总站,长春 130062)

刁玉先

金晓飞

(扶余县农业技术推广中心,扶余 131200) (吉林省原种场农科所,公主岭 136101)

提 要 本文叙述了株型育种的理论与成就,讨论了叶片性状和株高与高产育种问题,提出了株型育种要以叶片的直、立、厚为主,增加茎粗为重点,株型与大穗结合。玉米、高粱应以改良叶片的直立性为主,以便增加密度,提高单产;水稻和谷子更应注重直立穗型的选择,有利于提高光能利用率。

关键词 作物;株型育种;直立叶片;直立穗型;光能利用

1 前人对株型的认识及其理论

早在6世纪30年代,我国北魏时期的贾思勰就在《齐民要术》一书中提出:“早熟者苗短而多收,晚熟者苗长而收少”,形象地说明了作物的早晚、高矮与产量之间的关系。辗转千余年,到了近代,西方学者也开始注意到作物形态与作物生产的关系,提出叶片的生长是干物质生产差异的重要决定因素,提高作物生产力的主要途径之一是增加叶面积(Heath和Gregory,1938)。同时发现,既使叶面积或单位叶面积光合能力没有差别,干物质生产也可能因同化系统的状态不同而异。在叶面积指数较大时,就叶片的均匀受光而论,直立叶片具有明显的优越性(Boyson Jenson,1932)。本世纪50年代,门司和佐伯(1953)把冠层密度和消光系数的概念引进作物群体冠层结构分析,为作物株型研究奠定了坚实的理论基础。角田重三郎(1959,1960)首先从他对水稻、大豆和甘薯的试验结果提出了耐肥性与株型的关系,他得出结论:(1)在水分供应充足、肥力水平较低、光照较差的条件下,由高秆、薄大平展叶构成的分散型同化系统是理想的;(2)在肥力水平较高、光照充足的条件下,由矮秆、厚小直立叶构成的密集型同化系统是理想的。到了1968年,澳大利亚的Donald提出了“Ideotype”这一术语,用来定义任何作物的“理想型”,并将其解释为“一种生物模型,可期望它在一个限定的环境中表现出预定的方式”。他提出适合于任何作物理想型设计的基本原则,并提出了小麦理想型的设想,即植株矮生,叶片小而直立并且铺开最小,最好是独秆无蘖,直穗有芒。松岛70年代从水稻高产栽培角度研究理想株型,经过多年比较系统的研究之后,他提出理想稻应具备以下5个特征:(1)单位面积必须有足够的粒数;(2)矮秆,多穗,短穗;(3)上部3片叶要短、厚、直立;(4)抽穗后保持叶色不褪;(5)每茎尽可能有较多的绿叶。嗣后,杨守仁等(1980,1984)经过多年研究,从理论和实践两方面概括了水稻株型育种的研究成果,明确提出矮秆稻种有耐肥抗倒、适于密植和谷草比大等特点,但也常常有生长量不足的缺点。因

此,他从水稻高产实际出发,全面考虑高产的要求,进一步提出以耐肥抗倒为高产保证,以生长量大为高产的物质基础,在生长量大的前提下注意保持适宜的经济系数的综合性观点。80年代初尼契巴洛维奇(1982)关于理想株型的概念,则不仅考虑到了叶片的着生角度,而且考虑到了群体上、中、下各层叶片的实际受光以及理想的光——光合作物曲线的特点,并把叶面积动态和实际工作日纳入到理想株型设计中来。而莱斯克(1982)的设想除包括了理想株型外,还纳入了色素含量、CO₂固定酶的特性和电子传递等纯生理学内容,使理想株型研究具有更明显的形态生理学特点。近年来,杨守仁等(1987,1990,1996)提出理想株型与优势利用相结合、形态与机能兼顾的观点。

上述对株型的研究认识尽管存在许多不完善的地方,但他不仅丰富了作物理想株型研究的内容,而且对理想株型理论的形成和发展起到了巨大的促进作用,同时也促进了作物育种水平的提高和粮食产量的增长。

2 株型育种的发展与成就

2.1 矮化育种是株型育种的第一阶段

矮化育种是指降低植株高度来提高耐肥抗倒能力,提高密度和最适叶面积系数,以达到提高产量的目的,所以矮化育种应属株型育种的范畴(杨守仁,1990)。矮化育种的兴起和发展,使作物的耐肥抗倒性明显增强,单产有了大幅度的提高。全世界各种主要农作物育种都或多或少地受到这一发展趋势的有益的影响。二次世界大战以后,美国为减少大豆机械收割时的损失,首先注意到大豆的抗倒性和结荚部位,其后,在适当降低双交种玉米株高,增加密度方面,在选育矮小棉花品种以便于机械收获方面也取得了成效。特别是60年代初育成的半矮秆小麦品种Gaines,曾获得14 100 kg/hm²的高额产量。墨西哥半矮秆小麦问世以后,大大提高了小麦的单产水平。1966年国际水稻研究所育成了著名的IR8号,并在大面积上推广,对提高水稻单产起到了重要作用,并与墨西哥矮秆小麦品种的育成一道,促成了第一次绿色革命。

2.2 注意植株形态性状选择是株型育种的第二阶段

在我国,开展株型育种较多的作物是水稻和玉米,并取得了突出的成绩。1956年广东省潮阳县在“南特16号”早粳中发现“矮脚南特”,翌年证明其具有明显的丰产性,同时广东省农科院开始了有意识的矮化育种,并取得了突破性进展。到了60年代中期,中国南方很多粳稻区基本上实现了矮秆化。玉米育种在60年代开始注意紧凑型玉米自交系的选择。80年代初水稻培育出株型较好的辽粳5号,近年育成了沈农91号和辽粳326等品种,使产量在大面积上超过8 250 kg/hm²,达世界先进水平。玉米紧凑型品种掖单6号、掖单7号,1986年突破了13 500 kg/hm²,而掖单12、掖单13号紧凑型大穗型品种突破了15 000 kg/hm²大关(李登海,1994)。

2.3 形态与机能结合是株型育种的第三阶段

株型改良在高产育种中正发挥着重要作用,今后一段时间内仍然是育种改良的重要内容。株型固然重要,但大穗特性和抗性等性状也不可忽视,不能只注意株型而忽视其他农艺性状的选择,特别是株型与大穗相结合、理想株型与优势利用相结合、形态与机能兼顾是作物超高产育种的正确导向。

3 株型与高产育种

作物群体的光合作用与物质生产是产量形成的基础,在作物高产育种中,人们所做的一

切努力,归根结底是为了尽可能地提高群体光合效率和物质生产能力,即增加叶面积指数、提高单位叶面积光合效率和延长光合时间。株型改良的目的就在于通过塑造株型来调节个体的几何构型和空间排列方式,改善群体结构和受光态势,最大限度地协调叶面积、单位叶面积光合效率和冠层持续时间之间的关系,使群体在较高的光合效率和物质生产水平上达到动态平衡,最终获得高额的产量。

3.1 叶片的直立性与高产育种

叶片的直立性是理想株型的重要特点。就叶片的均匀受光而论,直立叶片具有明显的优越性,特别是当群体获得较大叶面积指数时,上层叶片直立有利于光透射到群体内部,使中下层叶片均匀受光。叶片直立性分为直和立两个特性,前者指叶片弯曲程度,要求直而不弯,后者指叶片基角。叶片直立性与叶长、叶厚有关,叶过长不利于直立,叶片厚则有利于直立,所以叶片短厚可防止叶片下披。人们对叶片直的看法比较一致,要求叶片直而不下披;而对叶片立的程度,即茎叶夹角看法不一,大多认为旗叶基角 $10\sim 20$ 度为宜。有研究表明,各种作物旗叶与产量相关不显著,特别是玉米和高粱叶片与产量相关最密切的是上数第4和第5叶,所以上部叶片可适当小些,有利于叶片直立性,中下部叶片逐渐加大,形成塔型结构,以便充分利用光能。

研究发现紧凑型玉米叶片表皮气孔数目多于平展型,叶片上、下表皮气孔密度差别比平展型小,而且紧凑型玉米比平展型玉米叶片维管束鞘中叶绿体含量多(陶世蓉等,1995),可能有利于光能利用。因此,现代株型育种不仅注意叶片形态,还注意叶片质量,以利进一步提高叶片的光合潜力,提高群体中叶片的光合效率。

3.2 株高与高产育种

株高是作物株型育种中的重要问题,株高因作物不同而异,随着生产条件的改善,对株高的要求也不同。50年代由于化肥工业的兴起促进了株型育种第一阶段的矮化育种阶段的发展,降低株高使品种的耐肥抗倒性和适于密植性显著增强,使稻麦品种单产大幅度的提高。从物质生产角度看,矮化育种主要是提高了经济系数,生物产量并无明显变化。如果植株过矮,前期生长速度慢,叶片容易密积重叠,立体空间分布低,空间利用率就低,叶面积指数也不容易提高。因此,稻麦品种适当增加株高,对于降低叶片密集程度,保持中、下层叶片受光和后期谷粒充实都是有益的。植株较高不仅可降低叶面积密度,有利于 CO_2 扩散,而且有利于提高最适叶面积指数和群体光合效率。秆高与耐肥抗倒性存在密切的关系,秆过高不仅不利于抗倒伏,而且不利于下部叶片受光,也不利于增加单位面积穗数。

植物生长在三维空间里,植株的高度是利用空间的一种形式。从各种作物茎秆高度来看,作物的高度或品种的高度与茎粗相联系。玉米茎最粗,适宜的高度也是最高,一般在 $240\sim 280$ cm,高粱最适高度 $160\sim 180$ cm,水稻 $90\sim 110$ cm,小麦 $80\sim 100$ cm。这些只能说明在目前栽培技术条件下是适合的或较适宜的高度。不同的作物在不同的自然条件下高度不同,增产效果亦不同。随着育种水平、栽培技术、自然条件、工业技术的改变,要求的植株高度也会发生变化。

4 株型育种的方向

有人认为当株型对光能利用达到最大限度时,再通过株型育种来提高产量是很困难的。也有人认为株型育种不适于北方地区,易引起病害、空秆、倒伏等问题,这只是注意到问题的一个方面。国内外高产理论与实践表明:株型改良仍然有很大潜力,是今后育种中的重要方

向。但是只注意株型是不够的,株型是重要的高产性状,不是万能的,在注意株型的同时必须注重株型性状与产量性状结合,与抗病、抗倒性结合。

4.1 直立穗型是水稻、谷子株型育种方向

直立穗型有利改善群体光照状况,促进 CO_2 扩散,还可改善群体其它生态环境,提高群体温度,降低湿度,而且有利于提高抗倒伏性。直立穗型可能是继矮化和理想株型后,株型适应高产更高产要求的又一重要形态变化。目前生产上直立穗型品种一般品质较差、粒小、瘪谷率高,但直立穗型本身与品质等性状并无必然联系。新事物的出现必然存在缺点与不足,应加强直立穗型品种的选择和利用,加强应用基础研究,推动高产理论与实践的发展,发挥直立穗型的优点,扬长避短,在育种中应注意改善结实性,提高千粒重。深信直立穗型是今后水稻、谷子株型改良的方向。

4.2 改良株型增加穗数是高粱、玉米提高产量的主要措施

在当前产量水平的情况下,如何进一步提高玉米和高粱的单产,一是在现有的基础上继续增加穗数,二是进一步增加穗粒重,两条路都可以获得高产,问题是我们应该走哪条路才能在较短的时间内取得较大的效果,笔者认为增加穗数较为合适,易达到高产的目标。因为在高纬度、高海拔地区气温低、无霜期短、有效积温少,形成大穗一般要求时间长、积温多,在短时间内长出大穗较难,所以在高纬度或高寒地区,要在有效的时间与空间里获得高额的产量就要以多穗取胜,培育株型好、耐密植、抗性强的高产杂交种。从光能利用来看,增加密度可以提高光能利用率,作物群体在光能利用上存在一个明显的缺欠是苗期至拔节封行这段时间叶片不能充分覆盖地面,漏光损失较大,所以说增加密度也是提高光能利用率的一种形式。从栽培的角度来看,随着深层施肥技术、化学除草技术的发展,实行免耕,加之玉米根系的85%分布在20 cm土层之内。因此,培育耐密品种,实行缩垄增行,保苗在6万株/ hm^2 以上,产量提高10%以上,实现增产50亿公斤粮食是完全可能的,并为下世纪初粮食产量上新台阶打下坚实的基础。

参 考 文 献

- 1 杨守仁. 水稻高产栽培及高产育种论丛. 北京:中国农业出版社,1990,162-229
- 2 陈温福等. 水稻超高产育种生理基础. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1995,157-258
- 3 陈国平等. 紧凑型玉米生长发育规律的研究. 玉米科学,1993,1(3):33-38
- 4 鲍巨松等. 不同株型玉米叶面积系数和群体受光态势与产量的关系. 玉米科学,1993,1(3):50-54
- 5 徐正进等. 水稻理想株型育种研究的现状与展望. 农业科学集刊,1993,(1):122-126
- 6 李登海. 对我国夏玉米亩产900~1000公斤高产品种选育目标的探讨. 作物杂志,1994,1:1-2
- 7 于洪飞等. 玉米理想株型育种生理形态研究概况. 玉米科学,1995,3(1):12-17
- 8 陈举林. 紧凑型玉米高产生理基础及高产栽培. 玉米科学,1995,3(2):58-60
- 9 陶世蓉等. 不同株型玉米叶片形态结构的研究. 玉米科学,1995,3(2):51-53
- 10 徐庆章等. 玉米株型与群体光合作用的关系研究. 作物学报,1995,21(4):492-496
- 11 王建革等. 紧凑型玉米育种的回顾与分析. 山东农业科学,1995,6:4-6
- 12 杨守仁等. 水稻超高产育种的理论和方法. 沈阳农业大学学报,1996,1:1-7
- 13 高士杰等. 高粱叶性状的基因效应分析. 农业科学集刊,1993,(1):171-174
- 14 高士杰等. 高粱叶片间的相关及其对产量的影响. 农业与技术,1993,3:16-19
- 15 高士杰等. 关于高粱育种技术与策略的讨论. 吉林农业科学,1995,4:10-12

(责任编辑:张 瑛)