

文章编号 :1003-8701(2013)02-0029-03

吉林省水稻理想株形育种理论探讨与实践

严永峰,张俊国,孙强,宋广树,陈莫军,张三元,杨春刚*

(吉林省农业科学院水稻研究所,长春 130033)

摘要:综述了近年来吉林省水稻界对杨守仁理想株形理论进行的学习、研究、探讨及取得的成果。重点阐述了将理想株形理论同吉林省实际相结合过程中得到的独特观点。并提出了未来吉林省水稻育种需重视的几个问题。

关键词:水稻;理想株形理论;基础研究;实践;展望

中图分类号:S511

文献标识码:A

Exploration and Practice of the Ideal Plant Morphology Breeding Theory in Jilin Province

YAN Yong-feng, ZHANG Jun-guo, SUN Qiang, SONG Guang-shu,
CHEN Mo-jun, ZHANG San-yuan, YANG Chun-gang*

(Rice Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The studies, exploration and practice of the Yang Shou-ren's ideal plant morphology theory in Jilin Province were reviewed in this paper. The distinct viewpoint, which was summarized during combining the ideal plant morphology theory and practice in Jilin province, were elaborated. At last, some problems of rice breeding in future were suggested.

Keywords: Rice; Ideal plant morphology theory; Basic research; Practice; Outlook

水稻理想株形育种的中心思想是要尽可能提高最适叶面积指数,要简单而易行的提高光合效率,要重视在高肥高密度下的光合产物分配,以促进水稻在大面积上的大幅度增产,其核心在于耐肥抗倒、生长量大和谷草比大等3个方面(杨守仁,1998)。

自理想株形理论诞生并发展至今,对吉林省水稻育种事业起到了卓绝的理论及现实指导意义。同时,杨守仁在诸篇论述中更不止一次地强调:“水稻理想株形问题是一个辩证性很强的问题,不同地方要因地制宜,不同季节要因时制宜”(杨守仁,1998)。如何“辩证的,因地制宜的”在

吉林省发展、丰富,并更好地利用理想株形理论,推进吉林省水稻育种事业的发展,一直是吉林省水稻育种工作者努力的目标。

1 吉林省水稻理想株形理论的探讨

自20世纪80年代初辽宁省首先推出直立穗型品种辽粳5号(中国农业年鉴,1982),其后续品种陆续获得广泛承认后,吉林省水稻工作者对不同穗型水稻各项生理特征进行了深入的探讨。

1999年,张三元等选取9个不同熟期不同穗型的品种进行了研究(张三元等,1999a)。通过对不同穗型品种的干物质积累、根系形态学、叶片叶绿素变化以及产量性状的比较发现,穗重型品种的干物质产量明显高于穗数型,且根系发达、粗壮;试验中选用的直穗型品种虽然由于分蘖过低导致产量不高,但在根系干重和经济系数上表现优异。在此基础上进一步的研究发现,直立穗品种根系的导管数量及直径也要大于弯穗型品种,并

收稿日期:2012-11-20

基金项目:吉林省科技支撑计划重点项目(20110208)

作者简介:严永峰(1978-),男,博士,副研究员,主要从事水稻遗传育种研究。

通讯作者:杨春刚,男,硕士,副研究员,E-mail: yangchun-gang2004@yahoo.com.cn

且在出穗后根系活力显著高于弯穗型品种(张三元等,2001)。

直穗型水稻通常具有更肥厚的叶片和更浓绿的叶色。研究表明,直穗型水稻在不同生育时期,特别是出穗后的灌浆期叶绿素 a、b 均明显高于弯穗型水稻(张三元等,2005)。较高的叶绿素含量为直立穗品种旺盛的光合作用奠定了基础。张三元等(2001)的研究结果表明,在 2000 lx 以下区间内,绝大多数直立穗品种光合速率高于弯穗型对照品种(张三元等,2001)。且直立穗品种虽然出穗前叶面积指数(LAI)并不高于弯穗型品种,但出穗后 LAI 减少速度显著低于弯穗型品种(都兴林,2005)。方秀芹(2005)等的研究结果表明,直立穗品种,在抽穗后干物质生产能力远远高于弯穗型对照,特别是在高 N 水平下表现更加突出。由于水稻经济产量主要由抽穗后的光合产物决定(Yoshida, 1981),因此,直立穗品种的增产潜力要高于弯穗品种。

很显然,穗型直立的水稻品种更能长久地保持旺盛的根系活力,从而保证水稻干物质生产的持续进行。更高的叶绿素含量保证了其更旺盛的光合作用。这些生理特性决定了直立穗水稻比弯穗型水稻具有更强大的干物质生产能力。

根据理想株形理论,耐高肥耐密植为理想株形的另一个重要要素。都兴林(2004)等建立了水稻穗型同抗倒伏能力的测试模型,通过模型模拟和实际测量发现,水稻抗倒伏性是重心和弯矩综合作用的结果,两者作用相反,弯矩值越大抗倒伏性越弱,重心低则抗倒伏能力强。研究表明稻穗的弯曲程度越大则弯矩迅速增大,但重心降低幅度较小,因此,直立穗水稻从形态学上分析具有较高的抗倒伏能力。且直立穗品种通常具有较粗壮的茎秆,茎秆强度要远高于弯曲穗品种。综上,直立穗水稻品种在抗倒伏能力上具有极大的优势。另外,直穗型品种大多数叶片上举,开张角度普遍小于弯曲穗型,在密植条件下群体受光姿态更合理(徐正进等,1990,1995)。张三元(2001)等利用 5 个直立穗型水稻品种和 4 个弯穗型品种进行了对比分析发现,两种穗型水稻品种的叶面积指数无太大差异,但直立穗品种的上三叶叶片张开角度明显小于弯穗型。这导致了直立穗水稻群体消光系数显著高于弯穗型水稻,增加了下部叶片受光,从而保证了直立穗水稻群体较高的光能利用率和较好的通风性。

直立穗型水稻无疑在耐肥抗倒、生物产量、经

济系数几个方面较好地吻合了理想株形理论提出的三大要素,是高产育种的模式品种。

2 吉林省水稻理想株形理论的实践

据报道,吉林省 1958 年至 2005 年育成的水稻品种 47 年间产量由 9 118.36 kg/hm² 增加到 15 060.1 kg/hm²,收获指数由 0.46 增加到 0.55。其增产效果主要来自于地上部生物量的增加。上世纪 90 年代末,张三元等及时分析、总结了 90 年代吉林省育成品种的产量构成特性(张三元等,1999b)。通过同日本引进品种比较发现,10 年间育成的品种除中早熟品种增产 6.5%,其他熟期品种增产幅度都在 3%左右,晚熟品种增产幅度甚至只有 1.5%。可以说,90 年代育成品种大多数只是在适应性、品质、抗病性上有所提高,事实上产量并没有大的突破。

20 世纪 90 年代育成的品种,除千粒重有所增加外(普遍提高 1 g 以上),其他产量性状并没有显著提高。也就是说,90 年代吉林省超高产育种并未摆脱以往的育种目标框框,主要以育成穗数型品种为主,由提高千粒重来增加产量。如不及时修正育种目标,要达到当时的超高产产量指标(10.5 t/hm²)难度极大。张三元(1999b)等提出,必须创造新的高产株型,构建最佳的产量结构,发挥最大的生产潜力。

统计分析结果表明,株高同产量呈高度正相关,同时,90 年代育成的 4 个熟期品种中,增产幅度最大的中早熟品种在穗粒数上具有显著提高。结合当时品种平均穗粒数仅为 84.1 粒/穗,株高仅为 96 cm 左右的现实,张三元(1999b)等对吉林省水稻育种目标进行了较大修正。在保证耐肥抗倒的前提下,将株高提高到 100 cm 以上,每穗粒数提高到 110 粒以上,将公顷穗数降低至 400 万以下。并明确提出了株形紧凑、选育直立、半直立穗型的育种目标。

在此育种目标指导下,本世纪初开始,吉林省选育品种生物产量和穗粒数显著增加,并带来了产量上的全面突破,一举冲破 12 t 的公顷产量大关,选育出了以吉粳 88 为代表的一批超高产品种。赵国臣等(2011)和邱玉婷等(2010)的研究结果表明,自 1958 年至 2005 年,水稻品种的平均产量由 7 756.6 kg/hm² 提高到 12 807.3 kg/hm²,增加了 65.11%,其总体趋势是减少了分蘖数,增加了收获指数和生物量;遗传改良主要是通过增加抽穗后植株叶片数量和倒三叶叶面积,提高了单

株叶面积和光合势。可以说,吉林省的水稻品种改良过程是基本遵循着杨守仁提出的“耐肥抗倒、生长量大和谷草比大”的理想株形理论指导而进行的。

然而,在吉林省水稻株形及穗型改良过程中发现,虽然直穗型水稻较弯穗型水稻具有更加旺盛的生长和更高的灌浆速率,但是由于直立穗型着粒密度大,二次支梗较多,导致结实差。尤其在吉林省气候条件较差年份表现更为明显,不利于水稻的安全生产。

为了进一步明确适合吉林省水稻生产的理想穗型,张强等(2005)对直立穗、半直立穗、弯穗型水稻的叶绿素含量变化及子粒灌浆动态进行了深入研究。研究表明,株、穗型较好的半直立穗型品种上、中、下三部子粒收获重量相差无几,分布均匀,灌浆速率高,灌浆物质充足,弱势粒得到了较好的充实;直立穗型品种,中部子粒重量较小,弱势粒灌浆不足;大散穗型超高产品种表现为明显的异步灌浆,上、中、下部子粒灌浆速率最大值的时间相差较大,灌浆动态不合理。半直立穗型品种倒三叶、倒二叶的叶绿素含量在抽穗至穗后 20 d 内始终高于剑叶,其他类型品种的剑叶叶绿素含量在穗后 10 d 高于其他叶片;同时半直立穗型品种不同叶龄剑叶叶绿素含量变化为理想的“升快降慢”型,直立穗型品种为“升快下降较慢”型,小穗多穗型品种为“升慢降慢”类型,大散穗型品种为“升快降快”型。张三元等(2005)的研究也支持了上述观点。张强等(2006)的进一步研究表明,在吉林省高肥条件下,半直立穗型水稻品种上三叶对子粒灌浆贡献均衡,群落冠层动态分布合理,更适于高肥栽培。

上述研究认为,直立穗型品种上三叶片功能叶开张角度及分布合理,单位面积叶绿素含量高,同化量大,后期干物质生产量高,稻谷产量潜力大,是北方超高产育种一种理想株形模式。但由于穗基部着粒密度过大,二次支梗较多,在吉林省的寒冷气候条件下,整体穗部结实率低于弯穗型和半直立穗型,限制了直立穗型水稻产量潜力的充分发挥。半直立穗型子粒增重速度明显高于直立穗型,又弥补了弯穗型品种透光率和同化量不足的缺陷,其产量存在着很大潜力,可作为超高产育种的一种新模式进行探讨。事实上,不同穗型子粒灌浆增重的差别主要在穗下部和弱势花。因此,改善穗部结构,提高穗下部及弱势花灌浆速度是进一步提高北方水稻结实率的关键。

通过对以上研究结果的分析,作者认为适于吉林省气候条件的水稻高产株形模式应具有以下几个特点:1、茎秆粗壮,株高适度提高;2、株形紧凑,上三叶张开角度较小,长短及分布合理;3、在保证一定分蘖力的前提下,适度追求大穗;4、在保证穗基部着粒密度较小前提下增加穗粒数。

3 未来吉林省水稻育种研究应重视的几个方面

随着我国农业现代化建设的进程,吉林省水稻生产正迅速地步入机插秧时代。与旱育手插秧相比,机插秧的育苗播种量加大,插秧秧龄变小,客观上削弱了机插秧的秧苗素质。针对寒冷稻作区春季低温缓苗慢和机插秧密度较大、每穴插秧棵数较多、单位面积插秧苗数增加导致个体秧苗的营养和空间分配减少、分蘖抑制严重等特点,要求育种工作者努力提高品种的早生快发能力,减少缓苗时间。同时很可能导致分蘖能力这一性状成为育种工作的主要追求。

事实上,栽培体系的变化必然带来育种目标的修正,以求与之相适应。密植条件下,为避免叶片相互遮光、保持良好通风,要求品种株形紧凑,穗型直立;而在稀植条件下,田间间隙较大,减少了叶片和稻穗遮光带来的不利影响,在一定程度上放宽了剑叶长度和穗型的要求。吉林省生产上主要以 30 cm × 20 cm 的稀植栽培体系为主,所以目前势头较好的几个品种中,一些品种改良了上三叶张开角度,拉长了剑叶长度,在增加了着粒密度和穗长的前提下保持了弯穗型,依然取得了公顷产接近 12 000 kg 的较高产量。据相关研究报道,粳稻剑叶贡献了产量的 50%左右(欧志英等,2003),弯穗型粳稻剑叶的贡献率也超过了倒二、倒三两个叶片的总和(张三元,2007)。那么,弯穗型品种是否也可以通过改良株形提高群体光合作用,通过增加穗长提高穗粒数,以达到同高产株形相吻合的株形模式、北方粳稻是否也可以通过增强剑叶来达到高产,这些问题也亟待育种工作者深入研究。

另外,从农业生产发展趋势分析,高效农业也可能成为农业发展的重要方向之一。因此,同有机栽培、直播栽培等高效栽培方式相适应的育种研究也应纳入研究范围。

参考文献:

表 1 JK102 吉林省向日葵区域试验产量结果

年 份	试 验 地 点	JK102 产 量(kg/hm ²)	对 照 产 量 (kg/hm ²)	比 对 照 增 减(%)
2010	吉林省向日葵研究所	1 472.22	1 155.56	27.40
	大安市良种场	2 449.95	2 110.05	16.11
	通榆农业技术推广站	3 075.04	2 897.95	6.11
	长岭县农业技术推广站	1 404.35	1 384.26	1.50
	平均	2 100.39	1 906.16	10.19
2011	吉林省向日葵研究所	1 615.28	1 155.56	39.78
	洮南农业技术推广站	2 556.67	2 058.33	24.21
	大安市良种场	1 530.00	945.00	61.90
	通榆农业技术推广站	2 001.00	1 450.50	37.95
	长岭县农业技术推广站	2 650.20	1 825.10	45.20
	平均	2 070.63	1 486.90	39.26
两年平均		2 085.51	1 696.53	22.93

表 2 2011 年 JK102 吉林省向日葵生产试验产量结果

试 验 地 点	JK102 产 量 (kg/hm ²)	增 减 产 (%)	对 照 产 量 (kg/hm ²)	试 验 面 积(m ²)
吉林省向日葵研究所	1 787.50	33.23	1 341.67	150
洮南市农业技术推广中心	2 754.24	22.79	2 243.10	150
大安市良种场	1 470.67	32.02	1 114.00	150
通榆县种子管理站	2 100.00	35.05	1 555.00	150
长岭县农业技术推广中心	2 541.50	40.00	1 814.80	150
平均	2 130.53	32.03	1 613.73	150

4 抗病性鉴定

2011 年 JK102 田间自然发病情况:菌核病发病株率 0(盘腐型);黄萎病病情指数 3.5;黑斑病病情指数 22.9;褐斑病病情指数 35.4;锈病病情指数 19.4。

5 栽培技术要点

5.1 播期及播量

(上接第 31 页)

- [1] 杨守仁. 杨守仁水稻文选[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社, 1998.
- [2] 农 垦. 选育辽粳 5 号水稻新品种 [K]. 中国农业年鉴, 1982. 1. 1.
- [3] 张三元,李 彻,石玉海,等. 吉林省水稻超高产研究 II. 不同穗类型品种形态生理与产量性状 [J]. 吉林农业科学, 1999, 24(6): 3-7.
- [4] 张三元,李 彻,张俊国,等. 吉林省水稻超高产研究 III. 不同穗型品种的光能生理与根系差异 [J]. 吉林农业科学, 2001, 26(6): 3-10.
- [5] 方秀琴,都兴林,刘曼玲. 氮素水平对不同穗型水稻产量及其产量构成因素的影响 [J]. 吉林农业科学, 2005, 30(4): 37-40.
- [6] 都兴林,方秀琴. 北方粳稻不同穗型品种冠层特征与干物质生产研究[J]. 延边大学农学学报, 2000, 20(1): 41-43.
- [7] Yoshida S. Physiological analysis of rice yield [A]. In: Fundamentals of Rice Crop Science [C]. Los Banos: The International Rice Research Institute, 1981: 231-251.
- [8] 张三元,李 彻,石玉海,等. 吉林省水稻超高产研究 I. 不同类型水稻品种产量构成与超高产育种目标 [J]. 吉林农业科学, 1999, 24(1): 4-7.
- [9] 赵国臣,姜 楠,徐克章,等. 吉林省 1958-2005 年间育成推

生产田适宜播期 6 月中上旬,播种量 3~4 kg/hm². 播种前晒种 1~2 d,以提高种子发芽率。以种子量 0.5%的 40%菌核净可湿性粉剂或以种子量 0.3%的 35%甲霜灵拌种,可防治菌核病、霜霉病。

5.2 栽培密度

一般垄作,保苗 2.2 万~2.4 万株/hm²。按肥地宜稀、薄地宜密的原则。最好轮作 3 年以上。

5.3 施肥

一次性施向日葵专用复合肥 300~400 kg/hm²,或每公顷施磷酸二铵 130 kg、硝酸铵 20 kg 和硫酸钾 60 kg。及时进行田间管理,做到两铲两趟。

5.4 田间管理

生育期做到两铲两趟,开花期如果自然界中昆虫数量不足,要做 2~3 次的人工辅助授粉。

5.5 收获

当花盘背面发黄、花盘边缘微绿、叶片发黄、种仁无过多水分时收获。收获后应及时晾晒,以便储藏销售。

5.6 适应区域

适合在吉林省及邻近的向日葵产区种植。

参考文献:

- [1] 牛庆杰,于学鹏,张 雷,等. 向日葵新品种 JK105 选育报告 [J]. 吉林农业科学, 2012, 37(1): 32-33.
- [2] 牛庆杰,于学鹏,李群英,等. 向日葵抗刈当材料的实验室鉴定方法[J]. 吉林农业科学, 2010, 35(1): 21-22.
- [3] 于学鹏,李群英,张 雷,等. 吉林省食用型向日葵广水稻品种部分叶片特征的变化 [J]. 作物学报, 2011, 37(6): 1101-1108.
- [10] 邱玉婷,赵国臣,徐克章,等. 吉林省 47 年水稻品种遗传改良过程中植株各器官生物量的变化 [J]. 中国水稻科学, 2010, 24(3): 251-256.
- [11] 都兴林,方秀琴,刘 忱,等. 水稻直立穗型与抗倒伏性关系的理论分析与模拟测定[J]. 吉林农业科学, 2004, 29(2): 3-4, 20.
- [12] 徐正进,陈温福,张龙步,等. 水稻直立穗型的初步观察[J]. 沈阳农业大学学报, 1989(2): 150-157.
- [13] 徐正进,陈温福,张龙步,等. 水稻直立穗性状的遗传及其与其它性状的关系[J]. 沈阳农业大学学报, 1995(1): 1-7.
- [14] 张 强,李自超,傅秀林,等. 不同株穗型水稻超产品种叶绿素含量变化规律及籽粒灌浆动态研究 [J]. 作物学报, 2005, 31(9): 1198-1206.
- [15] 张三元,张俊国,赵劲松,等. 吉林省水稻超高产研究 IV. 不同穗型灌浆动态及功能叶对子粒增重的影响 [J]. 吉林农业科学, 2005, 30(1): 3-6, 12.
- [16] 张 强,李自超,傅秀林,等. 不同株穗型水稻超产品种形态特征的研究[J]. 吉林农业科学, 2006, 31(4): 7-12, 15.
- [17] 欧志英,彭长连,阳成伟,等. 超高产水稻剑叶的高效光合特性[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(1): 1-6.
- [18] 张三元. 吉林省不同类型超级稻形态特征分析与品种改良 [J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(5): 748-755.