

水稻超高产育种研究与进展

吴长明 付秀林

(吉林省农科院,公主岭 136100)

提 要 通过回顾水稻超高产育种的研究历史,总结了十几年来超高产育种研究的进步和成就。作者就目前水稻超高产育种研究面临的主要难点问题提出了自己的观点。

关键词 水稻;超高产育种;回顾;进展;对策

由于人口数量的不断增加,粮食的压力愈来愈大。据 IRRI 预测,随着人口的增加和生活水平的提高,到 2025 年世界的粮食需求总量将比 1995 年增加 50%。其中稻米的需求量将增加 40%以上(约 2.2 亿 t),而且主要依靠亚洲的产稻国实现。如此沉重的负担怎样解决,靠扩大种植面积增产已不可能,唯一的办法是提高单位面积产量。专家认为,选育超高产品种和开展超高产栽培研究,是目前亦是今后一段时期内大幅度提高水稻单产的主要措施。

近十几年来,水稻育种家在超高产遗传育种研究方面进行了大量的研究,并取得了可喜的成绩,亦积累了大量的知识和经验。作者从发展的角度总结近年来该领域的进展,并就超高产育种存在的问题提出自己的观点,谨与大家商榷。

1 超高产育种研究的历史回顾

超高产育种从本质上讲仍属于高产育种的范畴,确切地讲“超高产育种是高产再高产,即在现有产量水平较高的基础上选育产量水平更高的新品种,这类新品种的产量潜力应比现有品种有较大幅度地提高,同时其它农艺性状相当于或好于现有品种”。

超高产育种的研究历史较短,最早开展水稻超高产育种研究的是日本,1980 年日本在水稻育种的“逆 7.5.3 计划”中首次提出了超高产概念,育种目标是从 1981 年起利用 3 年时间在原有产量基础上增产 10%,再用 5 年时间增产 30%,之后用 7 年时间增产 50%,最终实现公顷生产 7.5~9 t 糙米的目标。到 80 年代末,日本选育出了一批超高产品种或品系,如中国 91、关东 138 号等。几乎同时,韩国亦开始立项研究以籼粳杂交为主要途径的超高产育种研究,并选出了以“统一”号为代表的一批材料。

1985 年,袁隆平在我国首先提出了杂交水稻超高产育种的意见,并提出在原有产量基础上提高 20%作为超高产育种的目标。1990 年,吉林省在“八五”攻关研究中正式立项开展超高产水稻新品种选育研究,其目标是利用 5~10 年时间选育出比原有生产品种增产 15%的水稻新品种。1996 年,我国农业部“中国超级稻育种及栽培体系研究”计划启动,该计划制定了明确的产量目标,即利用 5 年时间选育出比原有品种增产 15%的新品种(组合),利

用 10 年时间选育出增产幅度达 30% 以上的超级稻品种(组合), 该计划的实施标志着我国已将超高产育种研究列为水稻育种研究的重要课题。

1989 年, IIRI 在其战略计划中明确提出“新株型育种”, 目标是到 2005 年育成产量潜力比现有纯系品种高 20%~25% 的超级稻, 使热带水稻产量潜力提高到 12 t/hm^2 (含水量 14%)。这一计划的实施有利地推动了世界范围内超高产育种研究的进步, 亦标志着以解决未来人口粮食危机为主要目标的水稻超高产育种研究进入高潮。

2 超高产育种的基础研究

超高产育种的目标能否实现, 国内外学者从遗传、生理、生态等诸多领域开展了广泛深入的研究, 大多数理论研究的结果是肯定的, 认为在现有基础上将水稻单产潜力提高 20% 是完全可能的。

高亮之等人(1989 年)从水稻光能利用、不同地区太阳辐射、气候资源等方面研究了水稻的产量潜力和实现途径, 认为我国几大稻区水稻高产记录均未达到理论产量潜力的 70%, 平均产量水平均未达到理论产量潜力的 40%, 提高水稻单产水平的潜力还很大, 并从水稻光合生理的角度阐明了我国各地水稻近期和未来增产的主要途径。

许多学者从库源的角度研究了提高水稻产量的可能性。从“源”方面讲, 培育叶面积指数大、同化率高、干物质积累多、株型好的品种能增加光合产物的供给; 从“库”的方面讲, 增加库容量即增加每穗粒数, 是提高叶片光合效率的重要途径, 从而能较大幅度地提高产量。就库源关系而言, 库大源足是实现超高产的前提。袁隆平(1997 年)明确指出, 进行超高产育种时, 在扩库的同时, 更要特别重视开源。同时指出, 就水稻育种的现状而论, 增源是实现超高产的关键环节。

在实现超高产目标的措施方面, 不同学者的观点有所差异。IIRI 的学者主张以降蘖增粒、增秆为主; 日本学者主要以提高粒密度、收获指数为主; 杨守仁等则主张选育直立型穗, 株型、穗型和分蘖力三者均好的“理想株型”和“巨型稻”的品种, 以达到高产; 黄耀祥的半矮秆丛生早长超高产株型, 周开达的以“重穗型”实现高产等等。但大多数育种家在通过提高光合效率以达到超高产这一点上是比较一致的。所有的学者都认为, 要实现超高产, 必须选育株型好、叶片挺而不早衰、灌浆速度快和抗病性好的品种, 重视利用新的遗传资源, 并认为充分利用远缘杂种优势来选育超高产品种亦是行之有效的的重要途径。目前, 爪哇稻、广合性材料、光(温)敏核不育材料和直立穗材料等稻种新资源在超高产育种中被广泛利用。

3 超高产育种研究的最新进展

为选育大幅度提高产量的超高产品种(品系), 不同的育种学家根据实际情况和育种经验制定了相应的育种目标, 概括起来有 3 种不同类型的目标体系。第 1 种是日本学者 80 年代初制定并不断完善的目标体系, 其主要内容是: (1) 产量目标, 1981~1983 年单产提高 10%, 1984~1988 年单产提高 3% (与 1980 年比), 1989~1995 年单产提高 50% (与 1980 年比), 到 1995 年要在 $5\ 002.5 \sim 6\ 502.5 \text{ kg/hm}^2$ 糙米的基础上提高到 $7\ 500 \sim 9\ 000 \text{ kg/hm}^2$ (折合稻谷约 $9\ 375 \sim 12\ 187.5 \text{ kg/hm}^2$); (2) 光合速率高, 收获指数大(0.54 以上); (3) 着粒密度大(4.0 万粒/m^2 以上), 抗病虫害; (4) 半矮秆(株高 95~100 cm)。第 2 种育种目标体系是 IIRI 90 年代初提出的水稻新株型(超级稻)育种目标。具体内容是: (1) 低分蘖力(直播条件下 3~4 蘖/株), 没有无效分蘖; (2) 株高 90~100 cm, 茎秆强壮; (3) 穗粒数为 200 ~

250粒/穗;(4)叶墨绿、厚而直立;(5)根系发达;(6)生育期100~130 d;(7)抗多种病虫害;(8)米质良好。第3种类型是以杨守仁为代表的学者提出的以“三好”理论为基础的目标体系。其主要内容是:(1)植株高矮好,株高90~100 cm;(2)稻穗大小好,偏大穗;(3)分蘖力强弱好;(4)直立穗型;(5)叶片挺而不早衰。这3种目标都是在理论和实践基础上提出的,必将随着研究工作的深入而不断完善。

近年来,水稻遗传育种学家通过不断深入研究,摸索出了一些适用于不同地区的超高产品种选育方法和途径,概括起来有以下几种:(1)利用亚种间的杂种优势选育超高产品种和组合,这是当前最现实有效的途径,亦是研究最早和最有成绩的一种方法;(2)利用新株型选育超高产品种和组合(超级稻),IRRI学者认为,新株型稻将比现有的高产纯系品种增产20%,是实现超高产的潜力巨大的有效途径;(3)利用特异资源和野生稻的有利基因选育超高产品种和组合,目前在超高产育种中应用较多的有爪哇稻、立穗稻、光敏材料等。袁隆平报道了一种具有两个重要的QTL基因位置的野生稻资源,这种资源应用于超高产育种中均具有巨大的产量潜力,有可能促进水稻的产量再上一个新台阶。

在不同的育种目标指导下,许多学者在超高产育种研究中取得了很大的成绩。日本学者选育的中国91、秋力、关东138号、北陆130等,韩国学者选育的“统一”号系列,中国学者选育的特三矮2号、特青2号、沈农265、特粳占13以及两条杂交组合培矮645/E32等,IRRI选育的新株型材料IR65598-112-2等均是通过超高产育种方法选育出的优良超高产品种(系),其中特粳占13、特青2号等超高产品种已在生产上大面积推广种植,发挥了较大的增产作用。

4 超高产育种的难点问题与对策

经过十多年的研究,超高产育种取得了长足的进步,但存在着许多问题,现就这些问题的解决扼要地提出我们的观点。

4.1 超高产与米质的统一问题

高产与米质是具有负相关的两组遗传性状,十几年来来的超高产研究已经证明,超高产品种(系)的米质往往较差,尤其是外观米质。作者认为,这一问题可以通过两种办法解决:一是选择米质较好,同时具有超高产育种特异性状的资源材料作亲本;二是在育种方法或后代选择中注意超高产选系的米质。实践证明,超高产杂交组合的后代中有一定比例优良品系,不仅产量高,米质亦较好。

4.2 超高产与抗性的统一问题

据不同学者研究结果,超高产品系(种)往往易感某些致命的病虫害,如IRRI的新株型材料易感东格鲁病、白叶枯,中国的直立穗易感稻曲病等。但抗病性的遗传行为相对较简单,利用遗传改良的办法较易解决,近几年亦有学者在综合利用生物技术改良植物的抗病虫害特性。笔者认为,在水稻超高产育种中亦可采用生物技术的办法改良抗性,促进产量与抗性的统一。

4.3 超高产材料的生态适应性问题

生态适应区相对较小是水稻育种工作的难点,加之不同地区的病虫害类型、病虫害生理小种分布差异大等问题,导致了目前拥有的超高产材料的生态适应区较窄。解决这些问题的根本办法有两条:一是利用特殊材料(如爪哇稻、直立穗等)先单交,再与当地的优良材料复交,选择既有超高产特征,又能适应当地生态环境的材料;二是根据不同生态区的实际情

况制定不同的育种目标,采用不同的技术路线选育当地适用的品种(系)。

4.4 采用特殊的配套栽培技术问题

国内外主要产稻区目前采用的栽培技术,是从半矮秆“绿色革命”后形成的以适当稀植为主的栽培技术体系,其难以发挥出超高产品种的产量潜力。IRRI 的新株型材料在我国云南省大理种植,在现有的技术下就难以超过当地优良品种的产量。吴长明等选育的优良品种超产 1 号,简单地采用当地的早育稀植技术就不能发挥其产量潜力,而采用特殊的配套栽培技术就能实现产量超过当地品种 15% 的水平,达到 $11\ 250\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。要使超高品种在生产中发挥产量潜力,唯一的解决办法是从栽培生理的角度弄清发挥其产量潜力所需要的生理条件,研究适宜其发挥产量潜力的栽培方法。

4.5 不同产量性状的相互协同问题

就目前研究进展来看,超高品种除了产量与米质和抗性等的相互矛盾需要重视外,产量性状的相互协同亦不容忽视。IRRI 的新株型材料目前就存在饱满度较差的问题,直立型品种如果穗大亦存在基部子粒难以充实的问题。这些问题只有通过遗传改良的办法解决,可以通过利用高光效遗传资源改善其光合速率,选用灌浆速度快的资源改善其“流”的水平。与此同时,育种家亦应探索不同产量性状的最优组合,使各种产量性状相互协调,发挥出综合增产的效果。

参 考 文 献

- 1 杨守仁等·水稻超高产育种要在协调矛盾中求发展·中国稻米,1997,(2):3~5
- 2 李祥洲等·水稻(*Oryza sativa* L.)亚种间杂种一代子粒充实度的研究·西南农业大学学报,1994,16(5):456~460
- 3 刘表喜等·早熟杂交水稻超高产育种初探·西南农业大学学报,1992,5(4):7~13
- 4 徐正进等·水稻超高产品种物质生产与产量分析·辽宁农业科学,1992,(3):1~4
- 5 胡学应等·超高产特优质水稻新品种特粘占 13·中国稻米,1997,(2):7~9
- 6 缪若维等·超高产、抗病、适应性广的水稻新品种特三矮 2 号的选育·广东农业科学,1992,(4):7~9
- 7 周汉钦等·超高产大穗型品种特青 2 号株型特点研究·广东农业科学,1992,(3):4~6
- 8 田中市郎·日本超高产水稻研究的现状与展望·农及园,1984,59(1):155~160
- 9 杨守仁等·水稻超高产育种的理论和方法·中国农业科学,1984,(3):6~13
- 10 袁隆平·杂交水稻超高产育种·杂交水稻,1987,(1):1~5
- 11 高亮之等·Potential yield of rice in China and its realization·CNRRI Rice Research Conference,1989
- 12 黄英金等·杂交水稻超高产育种中性状选择的研究·江西农业大学学报,1992,14(1):65~71
- 13 彭俊华等·水稻超高产育种的最新进展与问题探讨·四川农业大学学报,1990,8(5):223~228
- 14 段红平等·粳型杂交稻超高产光合生产研究·云南农业大学学报,1996,11(4):251~257
- 15 杨守仁等·水稻超高产育种的理论和方法·作物学报,1996,22(3):295~304
- 16 Khush G S·Prospects of and approaches to increasing the genetic yield potential of rice·Rice Research in Asia·IRRI·Philippines,1996,59~71

(责任编辑:张 瑛)