

我国小麦品种改良趋势与粮食安全

Trend of Wheat Breeding and Food Security in China

肖世和/XIAO Shi-he

中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081

Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

[摘要] 小麦生产对我国粮食安全十分重要, 品种改良是最主要的科技因素。面对种植面积下降、水资源短缺、化肥利用效率低等问题, 小麦品种改良的对策是培育节水、省肥、高产的超级小麦新品种, 通过合理的品种推广方式, 良种良法结合, 实现大面积高产高效。

[关键词] 粮食安全; 小麦产量; 小麦品种; 超级小麦; 水资源利用

[中图分类号] S512

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)04-0005-03

Abstract: The variety improvement is the most significant scientific and technologic factor in wheat production, which is very important to the food security of China. Facing the problems of reducing sowing area, water resources shortage and lower use rate of fertilizer, the objective of wheat improvement is the super-wheat cultivar by the strategy of breeding water saving, economizing fertilization and high-yielded characters. Through the reasonable variety extensive way, integrate improved variety and good cultivation techniques, the high output and efficiency in a large area can be realized.

Key Words: food security; wheat yield; wheat cultivar; super-wheat; water resources utilization

CLC Number: S512

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)04-0005-03

1 引言

我国小麦主要用于食用消费, 小麦生产对公民口粮安全起着十分重要的作用。尽管稻谷和玉米等农产品正挤占小麦消费市场份额, 但从供求平衡看, 近年来小麦新增供给量不能满足当年消费量, 需要挖库存补充。据国家粮油信息中心统计, 2005 年我国小麦产量为 9 750 万 t, 2005-2006 年度小麦消费总量预计 1 亿 t, 缺口为 250 万 t。据农业部的统计资料表明, 我国小麦生产从 1949 年到 1997 年总体呈上升趋势, 总产从 1 381 万 t 增加到 12 329 万 t, 面积从 2 151 万 hm^2 增加到 3 006 万 hm^2 , 单产从 645 kg/hm^2 增加到 4 101 kg/hm^2 。但 1998 年以来小麦生产有所下降, 总体趋势是: 面积退到建国初期的规模, 单产徘徊, 总产下降, 但品质结构有所改良。2004 年小麦面积 2 173 万 hm^2 , 总产 9 133 万 t, 单产 4 203 kg/hm^2 。我国小麦分布很广, 但在不同地区的分布不均衡。2004 年河南、山东、河北、安徽、江苏、四川、陕西等 7 省的小麦面积占全国总面积的 78%, 总产超过 85%。其中黄淮海麦区内的河南、山东、河北大部、陕西关中、安徽和江苏北部是我国冬小麦主产区。

品种改良是农业生产的源头性工作, 良种是各种农业技术措施中贡献最大、效益最显著的技术因素。根据联合国粮农组织的统计, 近几十年来, 良种在全球粮食单产提高中的作用占到 25% 以上, 美国等发达国家达到 40%, 我国也已达到 30% 以上。良种的作用不仅是提高产量, 而且还可改善产品品质, 提高抗逆稳产性能等。同时, 良种又是农业生产最基本的生产资料, 在农业生产乃至国民经济中具有不可替代的重要作用, 受到各国政府和国际组织的高度重视, 许多国家都把品种改良作为发展国民经济和参

与国际竞争的战略措施。我国小麦品种改良工作始于 20 世纪初, 至今已有 90 余年历史。但 1948 年以前育成并曾在生产上使用的只有 39 个改良品种, 其中杂交育成的品种只有 6 个, 其余均为从国外引进或从地方品种中系统选育而成。建国以来, 我国自主研发并推广了 2 000 多个小麦新品种, 其中 70% 左右是通过品种间杂交育成的。1949 年以来, 各大麦区经历了 6~8 次大规模的品种更新换代, 每一次都使产量提高了 10% 左右, 对保障我国公民口粮安全做出了重要贡献。

2 小麦品种改良现状

我国自主研发的小麦新品种在黄淮海平原大部分单产可达 8 t/hm^2 , 部分品种具有 9 t/hm^2 以上的产量潜力, 但是 2004 年全国平均单产只有 4.2 t/hm^2 , 黄淮海主产麦区大面积生产上的平均单产只有 5~6 t/hm^2 。在不计成本的小面积产量创记录实验中, 美国冬小麦品种 1966 年达到 14.5 t/hm^2 ; 英国冬小麦品种 1982 年达到 15.7 t/hm^2 ; 我国春小麦品种 1978 年达到 15.3 t/hm^2 , 冬小麦品种 1999 年达到 11.6 t/hm^2 。但在大面积生产中, 2004 年全世界 21 756 万 hm^2 小麦平均单产仅 2.9 t/hm^2 ; 英国 199.1 万 hm^2 , 单产 7.9 t/hm^2 。实验产量与生产水平差异较大。说明现有品种的生产潜力还没有得到充分发挥。

2004 年我国推广面积 1 万 hm^2 以上的小麦品种为 271 个, 但 229 个 (占 85%) 品种面积小于 10 万 hm^2 。超过 50 万 hm^2 的品种只有 6 个 (郑麦 9023、豫麦 18、烟农 19、济麦 19、豫麦 34、邯 6172)^[2]。小麦品种年推广面积大小也与其适应地区的小麦种植面积大小有关。例如, 这 6 个品种全部分布在上述面积较大的

收稿日期: 2006-02-16

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30471084)

作者简介: 肖世和, 男, 北京海淀区中关村南大街 12 号中国农业科学院作物科学研究所, 研究员, 主要从事小麦品种遗传改良研究;

E-mail: xiaoshh@mail.caas.net.cn

7个省。推广品种在生产上的应用也有一个由小到大、再到小的消长过程。推广面积变化的幅度除品种特性的影响外,还有人为的因素,二者难以区分。近年来推广品种的寿命变短,说明新品种更新换代速度加快。以1949年以来最大年推广面积超过70万hm²的61个“大品种”为例,20世纪40年代的南大2419推广了41年(1942–1982年)、60年代的阿勃推广了38年(1961–1998年),80年代的小偃6号推广了20年(1980–1999年),而90年代的豫麦21只推广了8年(1992–1999年)、豫麦13和豫麦17均为5年(分别为1990–1994和1991–1995年)^[4]。

20世纪80年代中期以前,我国小麦育种强调产量和抗病性改良,对小麦加工用途的多样性重视不够,结果育成品种中缺乏制作优质面包的强筋品种和制作饼干糕点的弱筋品种。“九五”以来,各地加强了小麦加工品质研究,选育推广了一些优质品种。其中优质强筋代表性品种有中优9507(北京)、晋太170(山西)、郑麦9023(河南)、藁城8901(河北)、济南17(山东)、龙麦26(黑龙江)等;弱筋品种有宁麦9号(江苏)等^[7]。2005年优质专用小麦面积已达953万hm²,占小麦总面积的44%。目前黄淮麦区生产上使用的小麦品种分为两种类型,一类是为商业加工需要而种植的强筋小麦品种,如济南17、郑麦9023、豫麦34等;另一类是适于家常面食的中强筋小麦品种,如豫麦18、济麦19、邯6172等。品质非常差的小麦品种在生产上已基本被淘汰。

我国常发生的小麦病害主要有白粉、条锈、叶锈、赤霉、纹枯和叶枯病,小麦育种主要针对这些病害的抗病性进行选育。目前推广的小麦品种对白粉、条锈、叶锈病都具有一定的抗、耐病性。对抗赤霉病和纹枯病小麦品种的选育,各育种单位均较重视,但还缺乏抗性过硬的遗传材料。从区域试验参试品种情况看,感病较轻的品种较少,个别品种感病较重,多数品种都不同程度感病,需要采用化学防治措施。

倒伏是小麦高产优质的主要障碍因素之一,各育种单位对提高品种抗倒性的选择压力均较大。20世纪80年代以前,育种单位主要是通过降低株高来提高抗倒性,但植株过矮造成叶片密集、早衰、病害加重,生物产量降低。20世纪90年代以后,主要是通过提高茎秆强度和茎秆质量来增强抗倒性。目前,高产麦区新品种株高多在80cm左右,具有较好的抗倒性。培育穗发芽抗性则主要是通过麦粒红色种皮的剂量效应以及植株的形态结构,或选育具有抑制发芽的色素前体但粒色较淡的品种。

3 小麦生产发展的生态制约因素

我国是一个严重缺水的国家,每年农业用水4000亿m³,占全社会用水总量的73.4%。黄淮海冬小麦主产区农业用水量中约70%用于小麦生产,目前该地区年总需水1483亿~1633亿m³,可供1352亿~1453亿m³,缺水131亿~178亿m³,其中城市缺水53亿m³,是我国需水量缺口最大的地区之一。随着人口增加、城市化加快,预计需水量还会增加,而黄淮海地区水资源的开发潜力十分有限,对南水北调望眼欲穿。因此小麦节水高产的重大意义是不言而喻的^[6]。

我国单位面积施肥量已达到世界平均量的1.6倍,既浪费资源又污染环境。其中,氮素化肥的损失高达45%,相当于每年损失200多亿元。据统计,我国130多个大中型湖泊已有60多个遭遇富营养化问题,根本原因在于过量氮、磷的迁移,其中来自农田的氮、磷占据了相当比例。例如调查表明,山东南四湖来自农田的氮、磷分别为35%和68%,云南滇池分别为17%和28%;在河北、山东农村水源污染中,城市污水和农业污染各占50%左右,其中农业废弃物污染占35%~40%,化肥污染占10%~15%;京、津、唐地区69个乡镇的地下水和饮用水半数以上硝酸盐含量超标。然而,据预测,到2030年我国人口将增长到16亿,粮食需求将从目前的约5000亿kg增加到6400亿~7200亿kg,人们的温饱

仍然离不开化肥。因此,培育能够高效利用土壤养分或肥料的作物品种,合理开发利用有机肥,发展合适的高效新型肥料,是提高肥料利用率的主要技术对策。

4 小麦品种改良发展趋势

在不同历史时期的生产条件下,小麦育种目标带有针对性。例如:20世纪60年代以前因小麦病害流行,抗病是小麦育种的主要目标,稳产是温饱的第一需要;20世纪80年代,因生产条件和农村政策优化,生产水平进步很快,高产、超高产是育种的主要目标,农民通过农产品增产和提价得到增收;1997年以后,由于粮食基本自给,但产品品质结构不合理,因此品质改良又成为育种的热点,以适应种植结构调整的大方向。不同生态环境的育种目标也带有针对性,例如抗旱育种、抗寒育种、耐盐碱育种,等等。由于人口增加、粮食安全、资源短缺、环境保护和节本增收的需要,参考发达国家的历史经验教训,可以预见在未来一段时期内,对肥水资源的高效利用必然成为我国新的主要育种目标。

在育种途径方面,由于小麦繁殖系数低,目前利用杂种优势的经济效益不高,杂种小麦品种在主产麦区短期内难以大面积应用于生产。同时,由于小麦的遗传背景较为复杂,基因工程等高新技术只在小麦的少数病害抗性上取得了突破,新品种选育工作应该依靠高新技术与常规杂交育种密切结合进行。在育种技术方面,发达国家因重视环境保护和经济效益,强调通过提高肥水利用效率培育高产品种。而发展中国家一般通过提高品种的生态适应性来培育高产品种。由于决定小麦产量、品质和适应性的因素较多,性状遗传较复杂,近年来各国都重视利用DNA分子标记技术标记定位有关基因,并在育种中通过标记辅助选择(MAS)来培育高产优质小麦新品种。

在人增地减的形势下,除在适宜地区稳定面积和在欠适宜地区调减面积之外,提高单位面积产量是宏观调控的主要目标,其中选育和推广新品种是首要技术措施。超级小麦是肥水利用效率高、增产潜力大、抗逆性好、品质优良的新一代小麦品种的总称。在黄淮海地区其产量指标为10t/hm²,虽然目前一些品种在不计成本的实验条件下可以达到这样的产量,但要在节约资源的可持续生产系统中实现,还必须改良品种的代谢特性。

超级小麦育种是一条强化高产、优质、高效的育种技术路线,其目的是培育在高产、优质、高效综合目标基础上,单产有突破性增长的小麦品种,在小麦优势产业带为我国粮食安全供给体系的建立提供生产资料和技术储备。超级小麦与过去育种和栽培上提到的超高产小麦相比,在产量指标上有所增加,而且追求产量、品质与环境的和谐提高,尤其是强调主要通过遗传性状改良结合栽培挖潜,来实现高产、优质、抗病以及水高效、磷高效、氮高效等,最大限度地提高小麦对水、肥、光、热等资源的节约和高效利用,降低生产成本,增强小麦生产发展的可持续性^[5]。

国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)研制的奇迹麦(wonder wheat),按单产18t/hm²在智利的化肥氮用量为400kg/hm²(即生产100kg小麦需要施2.22kg氮素肥料)。我国小麦施肥量因地区不同而有差异,优质高产时每生产100kg小麦需要氮素为2.38~3.49kg^[3]。如果要达到单产10t/hm²的水平,现有品种需氮量为238~349kg/hm²,与CIMMYT的研究有一定差距。因此欲培育品质优良而产量潜力有突破性增加的超级麦品种,就必须在氮肥使用效率上加以改良。由于现有具开采价值的磷矿资源有限,而在北方土壤中存在大量较难被植物利用的磷酸三钙等磷源,因此,北方小麦迫切需要改良根系对土壤难溶性磷素的活化效率,达到少施、节约磷肥的目的。

水分利用效率(WUE)通常用来表示总干物产量与土壤水分蒸发蒸腾损失总量的比例。由于WUE不能直接与籽粒产量相联系,因此可用“生产每t小麦耗水量”来评价高产小麦的水分利用

效率。例如浇水量相同时,单产 9 t/hm^2 显然比单产 8 t/hm^2 的小麦品种能更高效利用水资源;又如两品种单产均为 9 t/hm^2 时,需浇 4 水的当然不如只浇 2 次水的效益好。黄淮海麦区传统的小麦灌溉定额约 $400\text{ m}^3/\text{hm}^2$,一般年前浇 1~2 次水,即底墒水和防冻水。尽管底墒水可并入土壤储水考虑,但有些地区冬小麦要安全越冬必须浇 1 次冻水;春季浇 3 次水,即起身水、孕穗水和灌浆水或拔节水、开花水和灌浆水。多年的节水高产栽培技术研究已确定高产节水栽培中春季 3 次浇水可改为春季 1~2 次,超级小麦新品种应该适应这种节水栽培技术。

超级小麦的育种方法是根据各地研究资料和常规育种经验组配选种群体,通过分子、生化和形态标记辅助的复合杂交或轮回选择,利用光周期反应基因、春化作用基因和分蘖调控基因及其相互作用重塑小麦候期和生长节律,缩短早期营养生长阶段并控制无效分蘖,延长和/或加快穗分化和籽粒灌浆,选育起身早、分蘖成穗率高、大穗大粒、收获指数达到 0.55 以上的新品系;并利用矮秆、强秆基因的组合培育半矮秆、光合产物源充足流畅的强秆抗倒高生物产量新品系;通过综合筛选收获指数和生物产量协调提高品系的株型、产量、抗病性、加工品质以及肥水利用效率,育成超级小麦新品种;结合精量播种、肥水减施、抗病减灾、化学调控等栽培技术措施,研制与超级小麦新品种配套的高产、节本、增效综合配套技术体系,实现超级小麦产量指标和社会经济效益。

5 小麦品种的合理利用

培育一个小麦品种一般需要 8 年左右,品种育成后还需经过 2~3 年的国家或省级区域试验和生产示范,合格者被审定推广品种。通过审定只是获得推广许可而已,或被依法认可为合法品种。而根据多年的推广情况来看,黄淮海区的品种年种植面积超过 6 万 hm^2 、其它麦区超过 3 万 hm^2 ,才能被同行实际认可为生产品种。2004 年黄淮海区种植面积 6 万 hm^2 以上的品种为 47 个,其它麦区 3 万 hm^2 以上的品种 63 个。据此,估计全国小麦主要推广品种 90~100 个为宜,其中黄淮海区 40~50 个,其它麦区 50~60 个。目前,我国每年国家、省(市、区)两级审定品种 100 个左右,一个品种至少可以使用 5 年,品种总数足以满足生产需求。因此,迫切需要将表现突出的品种筛选出来作为主导品种加大推广力度,限制表现一般甚至有较多缺点的品种进入生产环节,改变目前一

些地区生产品种多、杂、乱的无序局面。

主导品种以计划推广品种数的 20% 为宜,其中黄淮海区约 8 个,其它麦区 10~12 个。主导品种从现有优良品种中优中选优,分农业部和省农业厅二级发布。农业部发布的是跨省区的全国主导品种,省级发布的是省域内的省级主导品种。2005 年全国主导品种是郑麦 9023、豫麦 34、皖麦 38、济麦 19、济麦 20、烟农 19、石 4185、邯 6172、龙麦 30 和扬麦 13 等 10 个品种。各省区也发布了一些小麦主导品种。

为了实现良种良法,还需要从众多的小麦栽培技术中筛选主推技术。主推技术并非单项技术,而是在传统栽培技术中融合了新技术的综合技术体系。2005 年农业部发布了 20 项农业主推技术,其中与小麦生产有关的是测土配方施肥、种子包衣、氮肥后移、病虫害防治、节水栽培和秸秆还田等 6 项技术^[1]。

在农业部组织的全国农业科技入户示范工程中,各级专家总结出了目前较好的小麦生产技术推广方式:在对主导品种、主推技术进行财政资金补贴扶持的前提下,首先由技术人员种植的示范区作为农民眼见为实的示范样板,同时以在当地农户中有带动作用的科技示范户为核心,由技术指导员深入田间地头,面对面、手把手地指导示范户采用主导品种和主推技术,并向周边农户辐射扩展,使示范结果能脱离财政支持而得到进一步推广。

参考文献 (References)

- [1] 中华人民共和国农业部. 2005 年农业主导品种和主推技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] 全国农业技术推广服务中心. 2004 年全国农作物主要品种推广情况统计表[R], 2005.
- [3] 于振文, 潘庆民, 董庆裕, 等. 冬小麦超高产栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [4] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [5] 肖世和, 闫长生, 张秀英, 等. 再论超级麦育种[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(3): 71~73.
- [6] 张正斌. 作物抗旱节水的生理遗传育种基础[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7] 徐兆飞, 张惠叶, 张定一. 小麦品质及其改良[M]. 北京: 气象出版社, 2000.

(责任编辑 王 芷)

·读者·作者·编者·

读者来信摘登

● 我是一名老读者,最近阅读贵刊 2006 年第 1 期“2005 年中国重大科学、技术与工程进展”一文,感到文章写得很好,但发现了几处美中不足之处,大都为编校不仔细所致,特提出个人看法供参考。① 第 9 页左列第 18、第 19 行中的“ km^2 ”应是“ km^3 ”之误;② 第 9 页中列第 13 行中的“ $3.25 \times 106\text{ km}$ ”应是“ $3.25 \times 10^6\text{ km}$ ”之误;③ 该文还出现名词不统一问题。3.6 小节先后多次用“航天员”和“宇航员”表示同一意思。据钱学森先生讲,“航天员”和“宇航员”二者是有区别的,涵盖的范围也不同。就目前我国航天事业的发展状况看,统称“航天员”似乎更准确一些。

——南昌大学北区退休办陈芝田

● 去年年底我曾给贵社去信,希望从 2006 年开始,贵社不要再给我寄赠《科技导报》。因为我们图书馆已经订阅,借阅十分方便,没有必要再浪费人力物力财力。希望你们尊重我的意见,见此信后立即停止向我寄赠《科技导报》。我没有别的意思,一切都是为了节省开支。

——天津大学物理系张春霞院士

● 贵刊自今年第 3 期起开设“学术不端行为举报信箱”,这是一个非常好的举措。学术不端行为不仅恶化了科研、学术环境,而且败坏了社会风气,是到了必须认真整顿、打击的时候了。贵刊近两年揭露了几起论文、著作抄袭、剽窃事件,尤其是 2005 年第 1 期发表的“究竟谁抄袭了谁的论文”,影响很大,效果很好。希望再接再厉,切实办好“举报信箱”栏目,为净化我国的学术和社会环境做出贡献。

——上海交通大学热心读者

● 春天终于到来,若尔盖的冰封期在三月也将结束,开辟黄河南干流(“借渭通黄”)的研究获得前所未有的进展。开辟南干流而“借洮借渭通黄”,在我国水资源优化调配中具有重要作用,它是西线南水北调工程的区域性配套工程。贵刊一直为“借渭通黄工程”广开言路并重点报道,这是贵刊的重要贡献。

——南京水利科学研究院高级工程师向华龙