

超级小麦育种探究(2017)

杨书荣

(临清利华种业有限公司,山东临清 252600)

摘要: 21世纪的前沿科学是生命科学,中普科研团队从事超级小麦育种研究已立足在生命科学的前沿。超级小麦的育种过程,其实就是将众多种质资源整合,通过远缘杂交、阶梯杂交、聚合杂交、滚动回交方式,实现基因连锁、交换、重组,从而创造集多种优势于一体的新型基因过程。蛋白质是生命之源,没有蛋白质就没有生命。基因决定蛋白质的合成,蛋白质决定生物特性和农艺性状,生物特性和农艺性状决定着超级小麦的产量和品质。因此,可以根据农艺性状表现来判断杂合体内基因的存在形式,也可以按照超级小麦对农艺性状和生物特性的要求来选择优良变异株型。

关键词: 超级小麦;农艺性状;远缘杂交;种质创新;聚合杂交;种业

农业是国民经济基础,粮食生产在国民经济中占有重要的地位,超级小麦育种对于振兴民族种业、保障国家粮食安全意义重大。中普育种科研团队,历时20余年,经过两代人的不懈努力,在超级小麦育种领域已获得重大突破。

1 超级小麦的概念

超级小麦的概念在学术界没有统一的意见,但有3点可以达成共识:(1)超级小麦是个动态概念,在不同时代、不同地区、不同种植季节于原品种基础上的创新与突破。(2)超级小麦是肥水利用率高、品质优良、高产、抗逆性好的新品种的总称。(3)一般认为,在现阶段以每667m²产量500kg为基数,能够增产30%~40%,也就是说,大面积(66700m²)种植,能够连续2年每667m²产量650~700kg,即为超级小麦。

2 超级小麦的形态特征及生物特性

关于超级小麦的形态特征,学术界意见各异。究竟什么样的形态特征更符合超级小麦的理想状态

展,研发人员需要的是自身价值的体现,只有充分考虑三方利益的共赢机制,才能发挥科企合作的最佳效果。山东玉米所和5家合作企业在科企合作模式和实践方面进行了积极的探索,希望能够为中国种业的发展提供一定支撑和参考。同时,坚持“开放合作办所,借智借力发展”的工作理念,积极吸取好的经验和做法,创造性地解决存在的问题和不足,为我国种业发展作出应有的贡献。

呢?中普团队育种理念及观点如下。

超级小麦农艺性状八字诀:长、矮、宽、粗、厚、冲、抗、放,即茎秆矮而粗、穗形宽厚长、旗叶厚宽冲、根壮株抗放。如果说长、矮、宽、粗、厚、冲是植株农艺性状的外在表现形式,那么,抗性则是植株内部机理的具体反应,抗性包括抗寒、抗倒、抗病、抗干热风等,植株的抗逆性由多亲本抗源基因共同决定。

这里所说的放,强调的是根系发达、活力特强,根系既能扎得深又能扎得远,能够充分吸收营养物质。常言道:壮苗先壮根,根深才能叶茂。放的内涵不仅涵盖根系,同时还包括植株的地上部分,尤其是处于苗期的植株,应呈现匍匐式放射性生长,叶片迅速向外围伸张,在叶面积系数极小的情况下,能够最大限度地捕获太阳光能,为植株起身、拔节积蓄足够的生长动力。在植株生长中后期,还要求根、茎、叶、穗保持协调发展、茁壮成长、生长奔放。

3 超级小麦的生理生化过程

超级小麦植株内部好比一套完整高效的生产

参考文献

- [1] 李文才,孟昭东,张发军,等. 科企合作玉米商业化育种问题及对策[J]. 中国种业,2013(10): 5-6
- [2] 李文才,孙琦,陈立涛,等. 玉米商业化循环育种探讨及实例详解[J]. 中国种业,2016(8): 20-22
- [3] 科技日报. 科研人员兼职兼薪,终于等到你[EB/OL]. (2016-12-09) [2017-09-19]. http://www.resd.gov.cn/zixun/chanyefazhan/201612/t20161209_155370.html

(收稿日期:2017-09-19)

流水线,只有各环节配合得当、流程顺畅,才能创造良好的经济效益。先说叶片的功能,叶子是植物的绿色工厂,叶绿素是生产车间,以二氧化碳和水、氮素及矿物质为原料,光能为动力,通过光合作用首先将二氧化碳和水合成碳水化合物,而后再部分转化为蛋白质。因为叶子是“产品”生产的发源地,故称之为“源”。强调叶片宽厚,等于加大叶片容积,使叶肉中叶绿素含量增加,犹如扩建绿色食品加工车间;叶片上冲,有利于植株对光能的充分吸收和利用,等于提高了光合效率。麦穗中含有子粒,子粒是储存营养物质的场所,故称之为“库”;麦穗中子粒增多,等于库容扩大。茎秆对麦穗有支撑作用,同时也是有机物的运输通道,故称之为“流”;茎秆矮粗、重心下移、机械组织发达、富有韧性,可遇强风而不倒;茎秆节间变短、茎壁较厚,相当于加宽了运输通道,缩短了运输距离,可使有机物运输速度加快。总之,在提高整个植株光合效率的前提下,应扩容增源,保持库源平衡、物流畅通。

4 超级小麦的产量“三要素”结构

在以前高产小麦育种理念中,人们通常把产量三要素结构界定为3个“40模式”,即每667m²成穗40万、单穗粒数40粒、千粒重40g。显然,这个产量三要素构想对于超级小麦育种而言,不合时宜。那么,从事超级小麦育种研究,在三因素中,哪些要素更容易突破呢?中普团队观点:单穗粒数突破的可能性最大,千粒重次之。运用现代生物远缘杂交技术,单穗粒数可调控在60~80粒之间,千粒重可提升至50g左右。单位面积穗数的多少,是构成产量的首要因素,是品种群体状况的反应。在3个产量构成因素中,穗是自动调控能力、对产量补偿能力最强的因素。品种作为群体存在,在单位面积总产量中,穗数的贡献率最高,将近一半。为攻克大穗品种田间成穗率偏低的难题,在搭配组合时,应选择那些分蘖力强、成穗率高、旗叶上举型材料作为亲本,这样可大大增强育成品种田间穗数的自动调控能力,以便形成合理的群体结构。育种实践证明:远缘杂交后代单穗粒重达到3.5g左右是完全可以做到的。超级小麦与高产小麦育种相比,产量三要素结构应体现在两升一降,即每667m²穗数可降至26万~28万,单穗粒数可升至60粒左右,千粒重应升至50g左右。合理的产量三要素结构为:(26~28)×60×50。

5 超级小麦育种规划

中普科研团队超级小麦育种计划分3期目标进行。第1期目标:产量水平600~700kg/667m²,实施时间2003~2015年,经过十几年的科技攻关,1期目标如期实现。第2期目标:产量水平700~800kg/667m²,实现时间2015~2020年,运用现代生物技术,通过远缘杂交、阶梯杂交、聚合杂交、滚动回交方式,将多种优良基因聚合在一起,经世代分离、多代优选,优良系圃已稳定,现已进入早期测产阶段,预计“十三五”末期投入生产。第3期目标:产量水平800~900kg/667m²,实现时间2020~2025年,充分利用远缘杂交突变体优势,结合前期的知识储备和技术积累,将大穗型基因材料与多抗广适型种质资源进一步整合,可望育成一个集强优势于一体的超级小麦良种。

6 超级小麦育种方法

6.1 种质创新与突破 超级小麦育种要想实现产量的突破,关键在于种质资源的创新与突破。在以往育种过程中,人们选用的亲本材料,大部分属于同一亚种群,血统相近、遗传基础偏窄,导致育成品种大同小异,变异幅度极小。对于育种而言,没有变异就没有发展。为解决遗传资源贫乏问题,我国著名小麦育种专家周中普,早在20世纪末,就开始了远缘杂交育种的大胆尝试,先后采用大赖草、冰草、莎草、披碱草以及玉米草与基因矮源50-2进行生物远缘杂交,并已取得成功。为扩大遗传基础、提高变异频率,他又将远缘材料进行了化学诱变和原子能引变处理,而后于2003年10月,将远缘材料搭载于我国神舟5号飞船遨游太空,开启了航天育种的新征程。育种材料处于太空微重力、高真空、强辐射环境中,更易诱导生物基因发生突变。为检测新材料在不同地域环境下的生长反应,先后在河南正阳、许昌、薛店、新乡以及山东临清等不同纬度基地进行适应性试种。育种材料经太、核、生、化综合处理后,变异空间无限放大,列举几个典型实例:大赖草远缘杂交突变体,株高70cm,单株最多成穗15穗,穗型方正、麦穗上部小穗排列紧密、小穗子粒排列4~6粒,单穗60~90粒,穗粒重3~4.5g;莎草、披碱草类基因突变体,麦穗长达15~20cm;冰草类基因突变体,穗中带有分枝,分枝小穗轮生,穗粒数高达155粒,单穗粒重已突破6g,子粒呈现紫、绿颜色;大赖草与玉

米草基因组合类突变体,根系粗壮、茎秆似筷、麦穗如谷、小穗呈双层排列,单穗已突破 100 粒,最大穗粒重高达 6.4g。经世代分离、多代选择、大部分材料已趋于稳定。新型种质资源的创造对于我国超级小麦育种研究必将产生深远的影响。

6.2 育种思路 选好骨干亲本,用远缘材料改造现有品种。目前,济麦 22 和鲁原 502 作为生产上的当家品种,已具备很多优点,可作为重点改良的对象。譬如:作为亲本材料,济麦 22 最大的特点是多抗和广适;鲁原 502 最大特点是子粒光洁饱满,而这些都是远缘材料所不具备的。远缘材料的最大特点是穗大、粒多、强秆、抗倒。组配原则:取长补短,优势互补,将亲本材料近远缘组配,会产生明显的超亲优势。

6.3 育种过程 设 W 代表济麦 22、V 代表鲁原 502; A、B 分别代表大赖草和披碱草远缘杂交突变体。

优化组合 择优单交、阶梯杂交、聚合杂交、滚动回交。

育种步骤 (1)通过单交方式,将济麦 22 和鲁原 502 分别与大赖草和披碱草远缘杂交突变体组合,形成 4 个亲本组。亲本组配过程、简单表达方式如下。

W/A (WA F₁ 亲本组合体)

W/B (WB F₁ 亲本组合体)

V/A (VA F₁ 亲本组合体)

V/B (VB F₁ 亲本组合体)

(2)通过阶梯杂交,将 4 个亲本组合体整合为 2 个亲本组合单元。亲本组合体组配过程、简单表达方式如下。

WA F₁/WB F₁ (WWAB F₂ 亲本组合单元)

VA F₁/VB F₁ (VVAB F₂ 亲本组合单元)

(3)通过聚合杂交,将 2 个亲本组合单元集合成为 2 个基因组合模块。2 个亲本组合单元组配过程、简单表达方式如下。

WWAB F₂/VVAB F₂ WVAB F₃

(注:WVAB F₃ 杂合体为基因组合模块、杂合体内含 4 个亲本所有基因,遗传信息丰富、杂交后代性状表现多元化)

(4)以济麦 22 为轮回亲本,通过滚动回交方式进一步强化济麦 22 基因在整个杂合体中的作用。杂合体(基因模块)回交过程、基因重组示意、简单

表达方式如下。

WVAB F₃/W WW.VW.AW.BW.F₄……
……

6.4 研究发现 其中鲁原 502 与大赖草远缘杂交突变体单交(V/A)过程,二亲本亲和力极强、VAF₁ 杂交优势特别突出,相关机理正在探究中。

6.5 科研感悟 21 世纪的前沿科学是生命科学,中普科研团队从事超级小麦育种研究已立足在生命科学的前沿。超级小麦的育种过程,其实就是将众多种质资源整合,通过远缘杂交、阶梯杂交、聚合杂交、滚动回交方式,实现基因连锁、交换、重组,从而创造集多种优势于一体的新型基因过程。蛋白质是生命之源,没有蛋白质就没有生命。基因决定蛋白质的合成,蛋白质决定生物特性和农艺性状,生物特性和农艺性状决定着超级小麦的产量和品质。因此,可以根据农艺性状表现来判断杂合体基因的存在形式,也可以按照超级小麦对农艺性状和生物特性的要求来选择优良变异株型。

6.6 遗传、变异、选择 遗传保留了亲本的固有优势,变异拓展了新的发展空间,定向选择造就最佳效果。推荐定向选择的方法可供参考:要在最小播种量(10 万/667m² 基本苗)达到最大叶面积系数(4~4.5)的变异群体中,优选矮秆大穗、大粒、子粒饱满型单穗,来年种植穗行,持续定向选择变异趋势会朝高产的方向发展。选择的依据:影响小麦产量的因素有几十种,就小麦自身生理特性而言,株叶型、光合效率、分蘖力、叶片功能、结实率、灌浆速度、生育期、营养转化率、根系活力 9 项指标,决定着小麦 80%~90% 的产量。在对杂交后代选择时,应注重那些分蘖力强、株叶型结构合理、光合效率高、叶片功能期长、结实率高、灌浆速度快、生育期适中、营养转化率高、根系活力强的优良变异单株,作为重点选择的对象。杂合体单株经世代分离,结合超级小麦的农艺性状特点,多中选优,优中选优,直至基因纯合(相对)、性状稳定为止。对于入选单株,先种株行,进行行间比较;再种株系,进行系谱鉴定。特别优良的系谱,可进行早期测产,各项指标完全符合超级小麦的要求,表明新品种已培育成功。

6.7 育种突破 在育种实践中,应坚持中庸之道和辩证思维,避免育种理念极端化而导致选择过程中

出现顾此失彼现象;注重于矛盾统一体之中寻找最佳平衡点,兼顾亩穗数、穗粒数和千粒重产量构成三要素保持协调发展。多代选择的结果,在保持原济麦 22 优良特性的基础上,变异发生了重大突破:茎秆变粗、节间缩短、旗叶上冲、株型外张、叶片在空间分布均匀(有利于接受光能)、单株成穗以及穗粒数自行调节能力明显提高;穗子变大、子粒增多(单穗粒重 3~4g),最大穗 125 粒,千粒重 54g,单穗粒重高达 6.8g。超级小麦新品系采取宽幅精播方式,实现了大穗型小群体、田间小气候环境明显改善,有效地攻克了以往多穗型高密度大群体导致田间通风透光不良、大穗(大粒)导致子粒不饱、高产引发倒伏的难题。

6.8 成果展现 超级小麦新品系主要特征、特性以及 2017 年 6 月小区测试结果:超麦 668 苗期半匍匐生长、叶色浓绿、年前分蘖 6~8 个、抗寒性强;株高 74cm,高抗条锈、叶锈病、白粉病,茎秆富有韧性、落黄好、子粒光泽;每 m^2 成穗 451 穗(折合每 $667m^2$ 成穗约 30 万穗)、平均穗粒数 48 粒、千粒重 47g,折合每 $667m^2$ 产量为 676.8kg,比对照品种济麦 22 ($578.5kg/667m^2$)增产 16.99%。特大穗型超级小麦新品系超麦 511 正在选育过程中,主要性状特点:株高 70cm、茎秆粗壮、旗叶上冲、单穗粒数 80~100 粒、千粒重 50.1g、子粒饱满,具备 800kg 以上的增产潜力。

7 超级小麦与农业生产

科学技术是第一生产力,科技可助推农业腾飞。超级小麦产量的决定因素,除品种自身因素外,还与气候条件和土壤肥力以及栽培技术有关。自然条件无法人为改变,但土壤肥力和土壤的生态环境可以通过生产措施加以改善。目前,农业生产中限制超级小麦产量进一步提高的主要因素有 2 个:(1)土壤有机质含量偏低,一般在 1% 左右,导致土壤蓄水保肥能力较差。在理想状态下,土壤有机质含量应在 1.5% 以上,这样更有利于超级小麦创造高产。(2)土壤耕作层偏浅,一般在 14~17cm,常年旋耕作业、机械碾压致使耕层底部坚实板结,不利于根系往纵深发展。采取深耕措施,可明显提高小麦单产。超级小麦是在综合性状遗传基础上,增产潜力获得重大突破的新品种类型,从事超级小麦高产栽培,就是要充分满足其生理需求,最大限度地挖掘超级小麦的增产潜力。

超级小麦的育种过程,既注重优质高产,又兼顾多抗、广适和生态环保,在生产上,可大大减轻因施农药防治病虫害所带来的环境污染;超级小麦创造高产的策略,不是以牺牲环境(过度施用化肥、过量浇水)为代价,而是运用现代生物技术手段,激活根系活力,促进根系对养分和水分的充分吸收和利用,提高营养转化率,从而有效地保护了土壤的生态环境、降低了生产成本。

8 超级小麦与种业发展

当今社会已步入市场经济时代,超级小麦育种思维应引入市场意识,以市场需求为导向,面向未来高端市场,研发品种精品,借鉴国外高产玉米种子市场化运作模式,走中国超级小麦精种之路,发展现代种业。

现已育成的超级小麦良种穗大、整齐、观摩效果特佳,商业价值极高,一旦投入生产,必将受到广大农民朋友和众多经销商的追捧。目前,农业生产中,普通小麦每 $667m^2$ 用种量 15kg 左右,按照市场价 4 元/kg 计算,合计每 $667m^2$ 用种成本 60 元左右。超级小麦系列良种分蘖力强、成穗率高,适合自身调节,采用宽幅精播技术,每 $667m^2$ 适宜基本苗 12 万~16 万(折合每 $667m^2$ 用种 6~8kg),便可创造高产。在不增加每亩用种成本的前提下,播种量下降一半,相应地可使每 kg 良种附加值提高 4~5 倍。我国超级小麦良种需求量巨大,市场前景广阔,加之丰厚的利益回报,这对于种子经营企业的跨越式发展,无疑创造了无限商机。超级小麦的研发,起于高兮,行于无疆,成于共享,造福社会,欢迎各界朋友精诚合作,共同开发这一宝藏。

9 结论

中普科研团队经过十几年的深入探索研究,一致认为:大穗型品种必将成为未来超级小麦的发展方向。

致谢:对周中普老专家给予的精心技术指导深表谢意。

参考文献

- [1] 林毅夫,沈明高,周皓. 中国农业科研优先序 [M]. 北京:中国农业出版社,1996: 109-111
- [2] 梅四卫. 黄淮海区超级小麦新品种生育特点及优质高效生产技术研究 [D]. 郑州:河南农业大学,2010

(收稿日期:2017-10-17)