

我国玉米全程机械化育种目标浅析

王振华,鲁晓民,张 新,张前进,魏 昕

(河南省农业科学院 粮食作物研究所,河南 郑州 450002)

摘要: 玉米全程机械化是提高我国玉米综合生产能力、保证农民增收的重要保障。与美国相比,我国目前还没有适合全程机械化操作的玉米品种,为了尽快实现这一目标,必须从根本上改变传统的育种目标。从全程机械化包括播种、田间管理、收获、去雄等角度看,未来的玉米育种目标应要求母本种子角质化程度高、籽粒偏圆形,抗倒、抗病、抗虫能力强,穗位适中、整齐一致,苞叶长短适中、后期松开,中早熟,籽粒灌浆快、后期脱水快。

关键词: 玉米; 育种目标; 全程机械化

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)11-0001-04

Analysis of Maize Breeding Objective from Full Mechanization in China

WANG Zhen-hua, LU Xiao-min, ZHANG Xin, ZHANG Qian-jin, WEI Xin

(Cereal Crop Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Full mechanization of maize can increase the production capacity in China, and is also an important safeguard to ensure farmers' income. Compared to America, there are no suitable maize varieties for operation of full mechanization currently. In order to achieve this objective as soon as possible, the traditional breeding objective must be fundamentally changed. From the perspective of full mechanization, including planting, field management, harvesting, emasculation and other points of view, the following maize breeding objectives for future are required such as high degree horny of female seed, partial round grain type, lodging resistance, disease resistance, insect resistance, moderate and accordant ear height, moderate-length bract with loosened in later stage, middle-early maturity, fast filling speed and fast dehydration in later stage.

Key words: Maize; Breeding objective; Full mechanization

玉米是我国重要的粮食作物、饲料作物和能源作物,对国家的粮食安全和工业发展起着重要的保障作用。在三大农作物中,玉米的机械化程度最低,制约着我国玉米生产力的发展。实现玉米全程机械化,不仅可以提高玉米综合生产能力,减轻农民负担,提高玉米产量,同时也是稳定玉米生产,增加农民收入的现实选择。美国是玉米生产机械化程度非常高的国家,达到了播种、施肥、中耕、打药、收获全程机械化作业。随着国际种业巨头进入中国的步伐加快,他们带来的不仅是先进的管理理念,还有适应

机械化生产需求的品种。我国的玉米生产一方面由于是各家各户分散经营,农户经济实力薄弱,无力实现机械化,仍处在人力畜力传统落后的耕种水平;另一方面,玉米品种本身的问题不容忽视,主产区的品种种类繁多,参差不齐,不同品种的生育期、穗位高度、最适宜的种植密度等均不相同,农户无法进行适宜当地环境条件的品种选择,这些因素是限制我国玉米机械化生产的主要原因。长期流行“良种配良法”的观念形成了以品种为核心的思维定式,忽视机械化在现代农业生产中的核心地位。为了适应生产

收稿日期:2011-04-17

基金项目:国家玉米产业技术体系(CARS-02-05)

作者简介:王振华(1963-),男,河南禹州人,研究员,硕士,主要从事玉米遗传育种研究。E-mail:wzh201@126.com

力的发展,加快玉米的机械化生产,玉米育种家在育种过程中必须关注密度、生育期、植株高度、穗位、穗轴、苞叶、籽粒品质、灌浆速度与脱水速度等一系列问题。为此,从玉米全程机械化角度考虑,对我国玉米育种目标提出了新的要求,期望为选育适于机械化生产的玉米品种提供参考。

1 机械化播种对玉米品种的要求

目前,我国大部分玉米产区的玉米播种方式为点播或条播,不但用种量大,行距和播种深度难以控制,而且效率低下,劳动强度大。机械化精密播种技术可以节约用种,减少劳动强度,行间距均匀一致,使得种粒分布均匀,营养面积合理,保证了苗全、齐、匀、壮,为高产创造了有利条件。实践证明,一般机械化精密播种生产效率是人工作业的 50 倍,比普通条播玉米增产 6%~25%,每公顷节本增效 750 元以上。但是机械化播种对玉米品种提出了更高的要求。对品种特性而言,一般角质型的种子出苗快,拱土能力强,发芽率、发芽势易保持,而粉质型的种子拱土能力弱,机械化播种容易出现缺苗断垄;母本种子粒型以偏圆形为佳,更易保证机械化精密播种的实现;另外,品种如果具有耐低温、抗寒能力强的特性,将会大大提高田间的出苗率;有些品种的遗传特性使种子出苗不利,如叶鞘开裂,往往造成田间有效株数的减少。对品种种子质量而言,一般要求种子发芽率和纯度不低于 98%,种子饱满、大小均匀一致,种子活力强,水分小于 13%;同时选择合适的杀虫剂和杀菌剂包衣,也是实现玉米机械化播种的条件之一。

2 机械化田间管理对玉米品种的要求

玉米的田间管理主要包括苗期间苗、定苗、基肥和追肥的施用、灌水、除草以及病虫害的防治等。机械化精播技术在一定程度上保证了苗齐、苗壮和施足底肥,灌溉也可以通过机械化得以实现。目前,机械化田间管理涉及的主要问题就是玉米植株的抗倒折性。玉米田的中耕、追肥、病虫害的防控等机械化完成的作业都不可避免地要和玉米植株发生机械性的接触,因此,玉米茎秆的韧性强度关系着机械化操作的程度,韧性差、刚性强的品种容易造成机械性倒折,从而造成减产。韧性太强的品种收获时也会带来很大的麻烦,如秸秆不易粉碎、收获速度慢。因此,在选育适合机械化田间管理的玉米品种时,应注重品种抗倒折性,同时也要把前期抗病虫害作为重要的选择目标,减少机械化操作,从而避免不必要的减产。

3 机械化收获对玉米品种的要求

机械化收获是玉米生产全程机械化中最关键的一环,它可实现机械自动化掰玉米穗和秸秆粉碎还田一次完成,一方面解决了收获问题,另一方面又通过秸秆还田提高了地力,一举两得。有资料报道,机械化收获的生产效率是人工作业的 40 倍,损失率低于 3%,每公顷节本增效 1350 元。目前,我国玉米的机械化收获程度比较低,大部分地区还是传统的收获方式,费时费力,效率低下,收获成本高。有些地方收获后直接焚烧秸秆,不但不能提高地力,反而污染了环境。再加上农村青壮年劳动力大量转型,靠人力畜力作业已难以满足农忙时节的抢收要求。即使在机械化程度比较高的山东省,机收面积也不足 50%,远远低于小麦和水稻。因此,玉米机械收获已成为制约农业机械化发展的瓶颈。造成目前玉米难以大面积实现机械化收获的主要原因在于品种参差不齐,大部分品种存在不抗玉米螟、倒伏严重、整齐度差、生育期不协调等问题,因此,未来推广的品种在选育时应考虑到品种的抗病虫性、抗倒伏性、整齐度、脱水及生育期等,以适应玉米收获的机械化。

3.1 抗病虫性

各种病虫害也是影响机械化收获的限制性因素,其中影响比较大的为青枯病和玉米螟。青枯病也叫茎基腐病,是目前我国玉米田广泛流行的病害之一,主要发生于玉米乳熟期,这一时期植株对病菌的抗性下降,遇到适宜的发病条件即大量发病。发病初期,植株的叶片突起,出现青灰色干枯,似霜害;根系和茎基部呈现出水渍状腐烂。进一步发展,叶片逐渐变黄,根和茎基部逐渐变褐色,髓部维管束变色,茎基部中空并软化,致使整株倒伏,发病轻的果穗下垂,粒质量下降。青枯病不但造成产量下降,而且倒伏的植株也会在机械化收获时存在机收不彻底的现象。玉米螟具有发生范围广、面积大、危害日趋严重的特点,幼虫经常侵蚀整个植株,蛀食茎秆、穗柄、穗轴后形成隧道,破坏植株内水分、养分的输送,使茎秆倒折和果穗脱落率增加,严重影响玉米机械化收获,致使机收不彻底,田间损失大。

要想提高机械化收获的质量,解决玉米抗青枯病和抗玉米螟十分关键,这就要求新的育种目标要以选育抗青枯病和抗玉米螟的品种为主,一方面通过对骨干自交系及其衍生系以及外引种质资源进行青枯病和玉米螟抗性鉴定,从中筛选出抗性较好的育种材料和自交系,进而选育出抗性较好的玉米新品种;另一方面通过基因枪或农杆菌介导等转基因

技术将 Bt 毒蛋白基因和抗青枯病基因导入优良玉米自交系中,针对其抗性进行筛选。

3.2 抗倒伏性

由于目前的机械不能收获倒伏的玉米,品种的抗倒性也是制约机械化收获的限制性因素。品种的抗倒折性是仅次于产量的重要指标之一,目前我国还缺乏高抗倒伏的优良种质资源,选育出的玉米品种抗倒性差,2009 年河南省玉米大面积倒伏不但造成了严重的损失,而且给玉米机械收获带来了诸多不便。玉米茎秆纤细、柔韧性差、根系不发达以及株高、穗位偏高是造成倒伏的主要原因。解决倒伏的问题,一要通过高密度种植筛选抗倒性强的材料;二是筛选矮秆自交系或通过改良降低株高和穗位高;三是筛选茎秆韧性好、根系发达的材料。因此,在选育适应机械化收获的玉米品种时,一定要把植株根系、茎秆韧性、茎基部节间、穗位高等性状作为选择的主要目标。

3.3 果穗一致、苞叶适中

要提高机械化收获的速度和质量,品种要有很好的整齐度。随着种植密度的增加,植株难免会出现长势强弱、果穗大小的分离情况。株高、穗位高相差太大,不利于机械抓穗,容易造成大量漏收,果穗大小不一致,在收获时会对调整脱皮辊间隙造成不便,穗大的容易将籽粒挤碎,穗小的容易掉下;另外,果穗苞叶、穗柄强度以及籽粒在穗轴上连接的紧密度和强度也是影响机械化收获的因素,果穗苞叶多,不利于剥收;苞叶包裹太紧,脱皮辊不易将苞叶从果穗上脱下,而且籽粒脱水慢,不利于晾晒;穗柄强度高,不易脱落,强度差,容易落穗漏收;籽粒在穗轴上要有一定的紧密度和强度,避免造成不必要的损失。因此,选育适应机械化收获的品种,要求整齐度好,穗位适中,苞叶少但包裹性好,果柄和籽粒附着强度适中,同时还应该注意品种抗轴腐病等问题,最大限度地减少机械收获中的损失。

3.4 生育期

我国玉米品种的生育期普遍偏长,很多人还认为延长生育期有助于提高玉米产量和质量,这种想法使得培育的玉米品种在后期灌浆速度和脱水比较慢,只能通过延迟收获来提高产量,导致收获的时间短,而且很容易造成收获的玉米含水量高、品种质量下降。事实上,中早熟的品种如郑单 958,生育期比农大 108 早 7 d,其产量和品质都有所提高,但比起国外的玉米品种,郑单 958 的生育期也相对长一些。因此,培育杂交种应首先考虑玉米的生育期问题,针对不同地区重点培育中早熟品种,东北北部地区春播玉米生育期以短于 125 d 为宜,黄淮海地区夏播玉

米应短于 100 d。

生育期偏长的品种在收获时穗轴和籽粒的含水量大,大部分为 30% 以上,收获时不能直接脱粒,采用机械收获时籽粒破碎严重,造成减产,影响农民机收的积极性,这也是我国机械化收获程度低的主要原因。美国先锋公司的先玉 335 由于其灌浆速度快、脱水快等特点在我国推广面积迅速扩大,给我国玉米育种家们提供了有益的借鉴。在农业机械化的今天,玉米的机械化收获也要求玉米育种家尽快培育出后期灌浆快、成熟快和容易脱水的品种,籽粒成熟时的含水率一定要降至 20% 左右,这样才能在采用果穗机收方式时减少摘穗和剥皮过程中籽粒的损伤和损失,保持玉米良好的品相。

4 机械化去雄对玉米母本自交系的要求

去雄不但能降低玉米植株高度,减少养分的消耗,促进吐丝一致,减少遮荫,还可有效地防止母本散粉,提高制种质量和产量。在玉米杂交种制种中,去雄过程最关键且最难掌握,为了保证种子纯度和质量,所有母本行的雄穗必须在散粉或抽丝前去掉,要风雨无阻,并达到超前、干净、彻底的要求。去雄一般包括人工去雄、细胞质雄性不育法和机械去雄等方法。人工去雄不但劳动强度大,而且费时费力,去雄的效果也不理想。细胞质雄性不育制种虽然不用去雄,但很难找到强效恢复系,在应用上也存在一定的问题。机械化去雄快捷、方便、省时省力,也是农业机械化发展的趋势,但机械化去雄的有效程度主要取决于母本的特性:一是玉米上部节间。适应机械化去雄的母本上部节间要长,尤其是雄穗轴长,方便去雄,而且去雄后不易伤到顶部叶片,避免了养分的不必要损耗。二是顶部叶片。顶叶要短而小,一方面有利于通风透光,另一方面,在去雄时即使不小心去掉顶叶也不会过多地损失养分。三是雄穗。作为制种的母本,其雄穗存在的价值不大,没必要像父本雄穗一样大、分枝多、花粉量大,为了既能满足自交的需要,又能适应机械化去雄,选系时应该选择雄穗偏小、分枝较少的自交系。四是抽雄散粉期。为保证去雄的干净、彻底及去雄效率,在选系时要注意选择抽雄一致,并且雄花抽出后散粉较迟的自交系作母本,这样可以最大程度地满足机械化的要求,达到较高的成本一效益比。

5 小结

综上所述,为适应农业生产发展的要求,加快玉米生产全程机械化的步伐,玉米育种 (下转第 21 页)

- 127.
- [21] Zhang K P, Tian J C. A Genetic map constructed using a doubled haploid population derived from two elite Chinese common wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2008, 50(8): 1-10.
- [22] Zhang K P, Zhao L, Chen G F, *et al.* Detection of quantitative trait loci for heading date based on the doubled haploid progeny of two elite Chinese cultivated wheats[J]. Genetica, 2009, 135: 257-265.
- [23] Zhang K P, Tian J C. Molecular genetic analysis of flour color using a double haploid population in bread wheat[J]. Euphytica, 2009, 165: 471-484.
- [24] Gong Z, Liu X, Tang D, *et al.* Non-homologous chromosome pairing and crossover formation in haploid rice meiosis[J]. Chromosoma, 2011, 120: 47-60.
- [25] Nicolas S D, Mignon G L, Eber F, *et al.* Homeologous recombination plays a major role in chromosome rearrangements that occur during meiosis of brassica napus haploids[J]. Genetics, 2007, 175: 487-503.
- [26] 陈彩艳, 肖晗, 张文利, 等. 以花药愈伤组织为受体的水稻转化和 RNA 干扰研究[J]. 中国科学: 生命科学, 2006, 36(4): 289-301.
- [27] 朱丽, 傅亚萍, 刘文真, 等. 利用共转化和花药培养技术快速获得无选择标记的三价转基因水稻[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(5): 475-481.
- [28] Aulinger I E, Peter S O, Schmid J E, *et al.* Rapid attainment of a double haploid line from transgenic maize plants by means of anther culture[J]. In Vitro Cell Dev Biol-Plant, 2003, 39: 165-170.
- [29] Szarejko I, Forster B P. Doubled haploidy and induced mutation[J]. Euphytica, 2007, 158: 359-370.
- [30] Ferrie A M R, Taylor D C, Mackenzie S L, *et al.* Microspore mutagenesis of *Brassica* species for fatty acid modifications: a preliminary evaluation[J]. Plant Breeding, 2008, 127: 501-506.
- [31] 潘锋. 马铃薯基因组序列框架图全球发布[N/OL]. http://news.sciencenet.cn/html_news/2009-09-22.shtml

(上接第 3 页) 目标必须包括以下新的内容。一是母本种子角质化程度高、籽粒类型偏圆形。二是株高、穗位适中, 茎秆坚韧、根系发达, 抗倒能力强。三是抗病抗虫, 尤其要抗青枯病和抗玉米螟。四是穗位整齐, 苞叶长短适中、厚度偏薄、后期松开。五是中早熟, 春播区玉米生育期应短于 125 d, 夏播区玉米生育期短于 100 d, 籽粒灌浆快、后期脱水快, 成熟时籽粒含水量降至 20% 左右。六是母本自交系上部节间长, 顶部叶片短而小, 雄穗小、分枝少。

参考文献:

- [1] 王统武. 农业机械化和玉米商业化育种[J]. 玉米科学, 2006, 14(增刊): 33-34.
- [2] 冯家中, 付立波. 农业机械收获对玉米育种的要求[J]. 作物杂志, 2009(11): 27.
- [3] 杨耿斌. 玉米育种目标与机械化收获[J]. 农业科技通讯, 2009(9): 162-163.
- [4] 赵延明, 董树亭, 宋希云, 等. 玉米育种目标与生产机械化[J]. 山东农业科学, 2007(4): 24-26.
- [5] 谢琼, 章惠全, 刘琳. 我国玉米收获机械化发展现状及展望[J]. 农业科技与装备, 2009(6): 104-106.
- [6] 李文阁, 邵连存. 对我国目前玉米育种目标的思考[J]. 玉米科学, 2005, 13(增刊): 7-8, 11-13.
- [7] 卢勇涛, 李亚雄, 李斌, 等. 制种玉米人工去雄与机械去雄特点对比分析[J]. 新疆农机化, 2010(1): 25-26.
- [8] 佰庆英, 周美华. 玉米生产全程机械化技术[J]. 现代农业科技, 2009(20): 90-90, 92.
- [9] 石文廷, 孙敏. 晋北旱地玉米穴灌地膜种植技术探讨[J]. 山西农业科学, 2009, 37(7): 20-21, 33.
- [10] 刘宁莉, 石文廷, 张锐. 旱地玉米少耕穴灌聚肥节水技术应用效果简析[J]. 山西农业科学, 2011, 39(6): 546-548.
- [11] 张伟, 张冬梅, 樊修武, 等. 不同耕作方式对旱地土壤环境和玉米产量的影响[J]. 山西农业科学, 2011, 38(7): 44-47.