

玉米机械粒收对育种的启示

贾恩吉¹ 栾奕² 车殿珍³ 张东升¹

(¹ 吉林农业大学农学院, 长春 130118; ² 吉林省种子管理总站, 长春 130062; ³ 吉林省辽源市农业科学院, 辽源 136200)

摘要:目前我国农村劳动力短缺,玉米生产机械化粒收是大势所趋。为适应玉米生产机械化粒收,玉米育种目标应作相应调整,由过去单纯追求单株产量晚熟稀植大穗的育种模式转变到耐密植中早熟抗性好群体产量高的育种思路上来。从玉米机械粒收的角度,阐述与之相适应的玉米育种目标,期望对育种工作者有所启示。

关键词:玉米;机械化粒收;育种;启示

玉米是我国第一大粮食作物,2019年播种面积已超过4000万 hm^2 ,成为种植面积最大、总产量最多的作物,对保障我国粮食安全具有重要战略地位。据统计,2019年全国玉米生产综合机械化率已超过90%^[1],主要集中在土地整理、机械播种、无人机防控及机械摘穗等方面,但机械粒收率还不高,主要是由于收获时籽粒含水量较高(大多超过30%)、机械收粒破损率高所致。过去玉米育种目标定位在晚熟、高产、稀植大穗方面,土地精耕细作,全程人工管理,农村劳动力充足。随着科技的发展,农村劳动力向城镇转移,基于手工操作的传统玉米生产技术已不能适应当前玉米生产发展,而面向市场,建立与之相适应的玉米全程机械化技术体系是解决这一难题的必然选择^[2]。农村土地集约化、生产规模化、全程机械化是大势所趋。玉米育种目标必须尽快作出调整,确立以中早熟、密植、高产、抗逆性强,适应全程机械化为育种目标,尽快选育出宜机械粒收的高产玉米新品种,满足生产需求。为此,本文从玉米生产机械化粒收的角度出发,揭示玉米自交系及杂交种的选育目标。

1 玉米生产机械化粒收对自交系选育的启示

选育自交系的目的是为了组配高产玉米杂交种。一个优良玉米单交种是由2个优质的玉米自交系组配而成的。要满足玉米生产机械化粒收需要,无论是杂交种还是自交系都要求种子发芽率高(95%以上)、纯度好(98%以上)、净度达98%以上。芽势强,才能保证苗齐苗壮;种子大小均匀,硬度要

好,耐机械磨损。

玉米生产机械化粒收要求选育出的玉米自交系抗倒伏能力、耐密性要强;父本雄穗分枝稍多,花期较长;母本分枝较少,穗位以上节间长,便于机械去雄;母本生育期不宜过长,最好是中早熟,脱水要快,便于机械化收粒。针对以上机械化生产对玉米自交系选育的要求,特建议如下育种目标。

1.1 选育米质好、硬粒型或半硬粒型的自交系作母本 硬粒型或半硬粒型的种子较马齿型具有较强的耐机械磨损能力,更强的耐低温能力,出苗整齐、芽势强。可以引进欧美的早熟硬粒型品种,与本地早熟硬粒型品种进行杂交、回交等,采用常规育种技术和生物技术手段进行选系,通过DH系育种及分子标记技术等手段,可以迅速得到纯系,进而组配出符合育种目标的杂交组合。

1.2 选育耐密性强的玉米自交系 玉米自交系的选育除要具备较高的一般配合力和特殊配合力外,还要有较强的耐密植能力。玉米自交系的耐密能力可以通过密度试验进行,密度可以设置在9万~18万株/ hm^2 之间。最佳种植密度应是在该密度下自交系的空秆少、秃尖少、不倒伏,群体产量最高。从表观上看,耐密自交系的株型应为紧凑或半紧凑型,穗上部叶片为小窄叶、斜上冲、节间长,通风透光好。

耐密玉米自交系的选育,可以通过引进欧美等发达国家的玉米种质资源与本地玉米种质进行杂交改良。欧美等发达国家玉米生产全程机械化程度较高,耐密种质资源丰富,但存在一些弱点,比如感大斑病、茎腐病等,通过与地方种质的融合改进,选育出抗性好、耐密性强的优良玉米自交系。

1.3 选育抗倒伏能力强的玉米自交系 玉米自交系的抗倒伏能力强弱关系到能否进行机械化收获。玉米自交系如果大面积倒伏,不仅严重影响产量,还无法进行机械收获。玉米倒伏可分为茎折和根倒,其中,茎秆在穗位节或穗位节以下的折断称为茎折,茎秆与垂直线大于一定角度(30°或45°)而茎秆不发生折断的称为根倒^[3-5]。GB/T 21962—2008《玉米收获机械 技术条件》中规定机械粒收的条件为田间植株倒伏率应低于5%^[6]。玉米自交系抗倒伏能力的强弱取决于根系根量的多少、层数、面积,茎基部节数和长短,茎秆柔韧性的强弱及抗茎腐病的能力。一般来说,根系发达、分布面广、气生根多、支持根多、茎基部节间短、茎秆柔韧性好的自交系抗倒伏能力较强。在自交系选育时,可以有目的地针对上述特点进行选育及改良。

1.4 选育抗病虫害尤其是抗茎腐病能力强的自交系 玉米自交系抗病虫害能力弱,不仅严重影响自身产量,还影响机械收获。在自交系选育时,作为组建基础群体之一的亲本自交系必须具备较强的抗玉米叶斑病、丝黑穗病及茎腐病的能力,并抗玉米螟。通过引进热带、亚热带及国外抗性优良的玉米自交系与当地一般配合力高的玉米自交系进行杂交,利用常规育种技术与生物技术相结合,选育抗病虫害能力强的优良玉米自交系。

1.5 选育生育后期脱水快的优良玉米自交系 机械粒收是玉米生产全程机械化的关键技术环节,籽粒含水量高是影响收获质量的重要技术瓶颈。玉米机械粒收的质量指标主要包括籽粒破碎率、杂质率和损失率,损失率又包括落穗率和落粒率^[7]。国内外相关研究表明,玉米籽粒含水量显著影响机械收获破碎率,且在一定范围内,含水量越高,破碎率越大^[8-9]。可见,选育生育后期籽粒脱水快的优良玉米自交系至关重要。

选育生育后期脱水快的玉米自交系,在组建基础材料时,要选用熟期较早的材料作为亲本之一,另一个亲本要配合力高、抗逆性好、自身产量高、偏中早熟或中熟。通过DH育种选系,选育出熟期早、配合力高、抗逆性好的优良品系。同时,还要对玉米自交系的穗部性状进行研究。前人研究表明,玉米籽粒达到生理成熟后,果穗苞叶蓬松,长度适中(包住籽粒就好),层数较少,利于脱水。中小穗和穗行

数少、穗轴稍细,穗行间“两行夹一沟”的排列易于脱水。在自交系选育时,可充分考虑上述特点进行选系。

2 玉米生产机械化粒收对杂交种选育的启示

玉米杂交种是由两种不同类型的玉米自交系组配而成的,适应机械化生产要求,玉米自交系的优良性状可以在杂交种上得到充分体现。玉米生产机械化粒收要求选育出的玉米杂交种适当早熟,耐密性、抗逆性强,生育后期籽粒脱水速率快,出苗整齐,芽势强。

2.1 杂交种适应机械化收获的理想熟期为中早熟

在东北春玉米区,生育期一般要求125d左右,积温2500℃左右,可以使玉米在生理成熟后大约有1个月的时间站秆晾晒,使籽粒有充足的时间降水,达到机械粒收的标准。杂交种的熟期太早,产量上不去,太晚籽粒降水困难,影响收获质量。在组配杂交组合时,要充分考虑2个亲本的熟期,最好2个亲本都是中早熟(制种方便),或早熟亲本与中熟亲本组配(需错期,制种不便),尽量不要利用晚熟材料作制种亲本。

2.2 机收丰产的关键核心技术是提高杂交种的种植密度 高密度下,玉米单株生产力下降,群体产量增加;但也不是种植密度越大越好,合理的种植密度能协调群体与个体之间的矛盾。在合理种植密度下,玉米植株空秆少、不倒伏,果穗秃尖少,群体产量最高。从表观上看,耐密株型紧凑,穗上部叶片为小窄叶、斜上冲、节间长,通风透光好。

机收玉米的种植密度应该不低于7.5万株/hm²。因品种而异,有些品种的种植密度可达到12万株/hm²,甚至更高。品种的种植密度可通过密度试验进行选择,即通过多年多点不同生态环境、不同密度条件,筛选出适宜机械化生产的优良品种最佳种植密度。

2.3 杂交种抗倒抗病虫害是玉米生产机械化的必要条件

玉米杂交种收获时,植株倒伏较重,人工收获都很困难,更不宜机收。抗倒伏玉米杂交种的选育,可通过人工设置一些障碍因子,比如人工拉力,多变的气候条件如风灾等考察品种的综合抗倒伏能力。多年多点不同生态环境差异也能筛选出抗倒伏及抗病虫害能力强的高产玉米杂交种。表观上看,一般根系发达,气生根多,支持根多,茎秆柔韧性好,抗茎腐病的玉米杂交种抗倒伏能力较强。

2.4 收获时玉米杂交种籽粒的含水量严重影响机械粒收的质量 研究表明,在一定范围内,收获时籽粒含水量越高,籽粒破损率也越高。但也不是籽粒含水量越低越好,当籽粒含水量低于16%时,籽粒破损率、落粒率会逐渐升高。籽粒含水量在18%~23%范围内,破损率低,最适合机械化粒收^[9]。

选育籽粒脱水快的玉米杂交种,除了考虑熟期适当早熟外,还要对玉米杂交种达到生理成熟前后籽粒脱水速率和穗部性状进行研究。表观上,可以利用成熟时果穗苞叶蓬松、层数少、长度适中、穗轴稍细的玉米自交系进行组配;利用大家公认的脱水较快的玉米自交系组配。

3 问题与讨论

由于我国农村劳动力短缺,为了省时省力,提高生产效率,增加经济效益,玉米生产全程机械化是大势所趋。目前,玉米生产在机械整地、机械播种以及机械摘穗等方面普及率已超过90%^[1],但在机械粒收方面普及率还不高,主要是因为收获时玉米籽粒的含水量过高所致。降低收获时籽粒含水量,需要适当缩短玉米杂交种的生育期和培育生理成熟后期籽粒脱水快的优良玉米杂交种。缩短玉米杂交种的生育期,可使其有充足的时间在田间降水,达到符合机械粒收的标准。但这需要牺牲一部分积温作为代价,势必影响玉米杂交种的产量。这部分损失的玉米杂交种产量,需要通过选育耐密植的优良玉米杂交种来弥补。通过单位面积株数的增加,群体产量的提高,增加玉米杂交种的产量。

欧美国家的玉米杂交种在籽粒达到生理成熟后,还需要在田间站秆晾晒1个多月,使籽粒充分降水。这需要玉米杂交种的根系发达,气生根多,茎秆的柔韧性好,高抗茎腐病。在这方面,我们也应该加大研究力度,培育适宜机械化粒收的茎秆和根系。

玉米杂交种生理成熟后期籽粒脱水是一个复杂过程,除与环境、气候条件有关外,还与遗传因素有关。潮湿的生态环境不利于玉米杂交种籽粒脱水,亲本脱水慢的自交系也会减缓组配杂交种的脱水速率。在组配杂交组合时,除了要考虑2个亲本要有较高的一般配合力和特殊配合力外,还要考虑2个亲本至少有1个是脱水较快的,只有这样才能选育出脱水较快的玉米杂交种。

玉米机械粒收在欧美国家现已全面普及,可以

引进他们的优异种质与国内熟期早、抗性好的优良玉米自交系进行组配选系,也可以直接对引进的玉米杂交种进行二环系选育,利用其耐密植、籽粒脱水快、茎秆柔韧性好、根系发达等突出特点,加以改造利用。

种子是农业的“芯片”,种子的核心是种质,要想打好种业翻身仗,就必须在种质资源上下功夫。选育适合玉米生产机械化粒收的品种,需要充分挖掘国内现有玉米种质资源,积极引进国外优异种质,通过大胆创新突破,才能育成符合玉米育种目标的新种质。

综合前人观点及多年的玉米育种经验,可以将适宜机械化粒收的玉米育种目标定为:种子角质较多,芽势强;植株耐密植、抗倒伏、抗茎腐病,茎秆柔韧性好;根系发达,气生根较多;熟期稍早(中早熟),生育后期籽粒脱水速率快,收获时籽粒含水量为18%~23%;杂交种产量高于同熟期对照品种的5%及以上。

参考文献

- [1] 农业农村部全程机械化推进行动专家指导组玉米专业组. 2019年玉米生产全程机械化发展报告. (2020-01-07) [2021-05-17]. <http://www.bfnz.cn/news/policy/3558.html>
- [2] 李璐璐. 黄淮海夏玉米籽粒脱水特征研究. 北京:中国农业科学院, 2017
- [3] Beck D L, Darrah L L, Zuber M S. Effect of sink level on root and stalk quality in maize. *Crop Science*, 1988, 28 (1): 11-18
- [4] Novacek M J, Mason S C, Galusha T D, Yaseen M. Twin rows minimally impact irrigated maize yield, morphology, and lodging. *Agronomy Journal*, 2013, 105: 268-276
- [5] 薛军, 王克如, 谢瑞芝, 勾玲, 张旺锋, 明博, 侯鹏, 李少昆. 玉米生长后期倒伏研究进展. *中国农业科学*, 2018, 51 (10): 1845-1854
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 21962—2008 玉米收获机械 技术条件. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 21961—2008 玉米收获机械 试验方法. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [8] Lett S. Corn kernel breakage as a function of grain moisture at harvest in a prairie environment. *Canadian Journal of Plant Science*, 1994, 74 (3): 543-544
- [9] 李璐璐, 雷晓鹏, 谢瑞芝, 王克如, 侯鹏, 张凤路, 李少昆. 夏玉米机械粒收质量影响因素分析. *中国农业科学*, 2017, 50 (11): 2044-2051

(收稿日期: 2021-05-17)