

紧凑型玉米的抗逆潜力分析及研究方向初探

杨仁义 杨国华 马令卉

(甘肃省酒泉地区农科所,酒泉 735000)

摘 要 紧凑型玉米具有抗旱、耐瘠、高光效等合理的几何构造和生理生化功能。通过育种手段改良紧凑型品种资源本身存在的不合理农艺性状,提高抗病性,是干旱条件下提高玉米产量的一种途径。

关键词 紧凑型玉米 抗逆性 育种

紧凑型玉米是自 60 年代明确了作物的光合效率与叶角、叶面积指数的关系以后,研究者根据以改变株型来作为提高光能利用率的一种途径提出的“理想型”(Ideotype)开始正式采用的玉米株型结构,目的是使玉米的形态、生理、生态三方面内容相结合,协调个体间的矛盾,使群体内的竞争达到最小而对周围自然资源有最大的利用。

70 年代紧凑型玉米育种在国内外就已取得了重大突破,国内有中国农科院和北京农林科学院合作育成紧凑型高配合力自交系黄早 4 在夏玉米区开始大面积应用于生产。国外有美国先锋公司等大的育种单位育成了一批紧凑型、半紧凑型杂交种,如 XL80、3147、SC704 等。70~80 年代,我国著名的紧凑型玉米育种家李登海和各育种单位利用这些杂交种先后育成了掖 107、U8112、478 及丹 340、文黄 31413 等紧凑型自交系。70~80 年代配制成掖单 2 号、4 号、掖单 13 等高产紧凑型杂交种,显著提高了黄淮海和各夏玉米区玉米产量,创下了春玉米 19 788 kg/hm²(掖单 13,1995 北京)、夏玉米 16 260 kg/hm²(西玉 3 号,1995 莱州)的高产纪录。栽培学家对紧凑型玉米的高产机理和丰产栽培理论也进行了广泛的研究探讨,指出紧凑型玉米是高水肥地区提高玉米产量的途径,但对其抗逆性的专门研究和分析报道却很少。

甘肃地处西北内陆,光热资源比较充足。但是大部分地区玉米全生育期降水量仅 400~500 mm,关键期(玉米抽雄前 10 d 至后 10 d)降水量仅有 80~120 mm;中部干旱地区玉米全生育期降水量 282~449 mm,关键期降水量 79~108 mm;加之土地肥力不足,对玉米的生长发育十分不利。因此丰产抗逆性育种是玉米育种的主要课题。笔者根据多年的育种观察和模拟分析,认为紧凑型玉米品种资源具有抗旱、耐瘠薄、高光效等合理的几何构造和生理生化功能,通过合理开发利用,对进一步提高干旱地区粮食产量将发挥重要作用。

1 紧凑型玉米的抗逆潜力分析

1.1 耐瘠性

1.1.1 紧凑型玉米具有较强的根系吸收活力

根据刘绍棣等(1984~1986)对紧凑型玉米鲁玉 2 号、鲁玉 4 号、掖单 4 号、烟单 14;平展型玉米中单 2 号、丹玉 6 号、丹玉 13 开花后用 P₃₂液分别在 10 cm×20 cm 和 10 cm×40 cm(半径×

深度)范围内的灌根标记脉冲测定,紧凑型比平展型根的吸收强度分别高 70.2%和 275.6%。这说明在相同条件下紧凑型玉米耕作层内水肥的吸收利用效率比平展型玉米有明显提高,紧凑型玉米根系能最大限度地吸收利用土壤深层的水肥提供自身生长发育。

1.1.2 紧凑型玉米根系具有较强的垂直伸展能力

李少昆等(1989~1991年)对石单早和半紧凑型玉米 SC704 分别为 $60\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 和 $150\text{ cm} \times 150\text{ cm}$ 两种密度下的根系侧向和垂直分布进行研究,结果表明两种玉米各土层鲜根重随着土层的加深而递减。在 $60\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 密度下石单早根系垂直生长最深达 $70\sim 80\text{ cm}$ 处鲜根重为 8 mg ,而 SC704 垂直生长最深处达地下 $150\sim 160\text{ cm}$ 处鲜根重仍占 6 mg 。在株行距为 $150\text{ cm} \times 150\text{ cm}$ 时,SC704 的鲜根重在地下 $140\sim 150\text{ cm}$ 处仍有 2 mg 。在 $50\text{ cm} \times 28\text{ cm}$ 密度下对平展型玉米 Mo17、330 和紧凑型玉米 478、U8112、掖 107 根的生长量进行调查也得到与以上相类似的结果;显示紧凑型玉米根系在相同密度向下伸展的能力比平展型强,高密度下有加强趋势。这种特点不仅有利于提高根系对土壤深层水肥的利用程度,而且可有效增加深层中的有机物质,经过土壤微生物分解相应增多了松结合态腐植质和土壤中的水稳性团聚体,对改善土壤的物理性质有积极意义。

1.2 耐旱性

1.2.1 紧凑型玉米比平展型玉米有较大的叶向值

叶向值($\text{LOV} = (90^\circ - \alpha)h/L$, α 代表叶角度, h 为叶片下垂距, L 为叶片)是表示叶片挺拔、上冲和在空间下垂程度的综合指标。其值越大,表明叶片挺拔、上冲性越强;其值越小,表明叶片平展下垂程度大、上冲性越差。在紧凑型玉米高产栽培研究中叶向值常用来衡量耐密植程度和植株的受光姿态。本文拟将它作为玉米耐旱性的指标;叶向值较大,表明玉米植株接纳雨水的的能力越强,抗旱能力越强;值越小则接纳雨水的的能力越弱,抗旱性就差,同时雨水沿叶尖下滴到空地上滋养恶性杂草的生长,争水争肥,不利于玉米自身的生长发育。紧凑型全株叶片平均叶向值为 36.8,平展型为 14.5;紧凑型穗位以上为 48.6,穗位以下为 27.9,其穗位以下叶的叶向值比平展型全株叶向值高出将近 1 倍,穗位以上叶向值比平展型全株叶向值高出 3 倍以上。这种分布模型导致其具有集结雨水的合理功能:上部叶片直接将雨滴导向玉米茎轴,下部叶片则最大限度地漏掉的雨滴接纳回来;两部分雨水沿茎秆下灌到根部,保证紧凑型大田在微量降水情况下具有合理利用水资源的整体结构。而平展型玉米叶片在降雨时由于承受雨滴的冲刷下垂,使雨水外流浇灌杂草,强化了杂草在大田生态中的竞争能力。

1.2.2 紧凑型玉米叶片蒸腾速率低于平展型

蒸腾作用是植物的重要生命活动。它对降低叶温、矿物质的吸收运输有着非常重要的影响,但是过量的水分散失对植物本身的生长是不利的,特别是干旱条件下。根据徐庆章、李登海等(1992年)研究报道,直立叶片的蒸腾速度为 $6.6\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$,比平展型叶片蒸腾速率 $8.8\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ 低 23.74%;同一基因型直立叶 ($4.42\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$) 比平展叶 ($7.78\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$) 低 76.02%。蒸腾速率的降低大幅度减少了水的消耗,使玉米在低水势下能正常维持自身的光合、呼吸和生理生化反应以及光合产物和矿质营养的运输、供给。因此,紧凑型玉米自身的抗旱能力明显高于平展型玉米。

1.2.3 紧凑型玉米叶片表面温度低于平展型

温度是影响玉米叶片光合作用的重要因素。在 $10\sim 33\text{ }^\circ\text{C}$ 范围之内光合强度随温度升高而显著提高,至 $33\text{ }^\circ\text{C}$ 达最大值,超过 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 光合使用急剧减弱。根据徐庆章等(1992年)试验,在高温条件下直立叶片的表面温度为 $35.51\text{ }^\circ\text{C}$,平展型叶片表面温度为 $37.33\text{ }^\circ\text{C}$,说明紧凑型

玉米叶片能明显降低其表面温度,有利于减少水的损耗和叶片光合作用效率的提高。

1.3 耐霜冻

霜冻为害主要是附着在叶片上的冰冻水溶解时大量吸收植物体内的热量导致组织结冰,因而使叶片内部的组织结构和功能遭受破坏所致。早期的霜冻一般较轻,且霜冻过后气温又恢复正常,只要叶片不被薄霜粘附则叶片仍能正常进行光合作用,对玉米生长后期子粒灌浆、增加粒重很有好处,紧凑型玉米叶片由于具有较好的直立性,因此避霜附着的能力比平展型玉米强,在相同生育期条件下紧凑型品种比平展型品种有更好的增产潜力。

2 现有紧凑型品种存在的问题

2.1 雌穗苞叶过长,雄穗柄过短,导致吐丝散粉不畅

苞叶紧缩程度与大气相对湿度有关。在我国东部及沿海地区的大气相对湿度一般都在50%以上,甚至达到80%,因此雌穗苞叶长但结构比较松散,花丝能正常吐出,对受粉结实没有影响。在西北特别是甘肃中部及河西走廊的大气相对湿度一般在30%~50%,有许多地区玉米吐丝期(即关键期)遇上伏旱或不能及时灌溉则相对湿度更低,雌穗苞叶包裹很紧,花丝扭曲倒卷,吐丝困难;雄穗柄过短使雄穗被顶叶包被,散粉不畅,降低了田间花粉密度,造成授粉不良、结实率降低。掖单13号1994年在酒泉结实率只有60%,造成大量减产。平展型玉米则表现苞叶松散且较短,吐丝、散粉通畅,结实率较高。

2.2 抗病能力较差

多数紧凑型品种不抗我省主要玉米病害—丝黑穗病。据甘肃省农科院植保所鉴定,掖单12、13、14、15、16、17、18和鲁玉5号对丝黑穗病的感病率达19.6%~53.6%,紧凑型玉米掖单13在安西县玉米霜霉病的感病率达23%;而平展型品种经过多年抗病基因积累,对丝黑穗病基本上达到高抗或免疫程度。

3 甘肃干旱地区紧凑型玉米资源开发应用的策略

3.1 加强基础育种

紧凑型玉米抗旱耐逆的生理生化功能对干旱地区农业生产具有特殊意义,但现有品种自身存在的不合理农艺性状和不抗病特点从根本上阻碍了这一类型种质在本地区的应用推广。根据我们研究,紧凑型玉米的性状缺点和株型特点具有相关性,但没有连锁,可以通过轮回选择措施加以克服,即以高配合力为基础,把不同来源的紧凑型资源混合组成轮回群体并导入平展型高配合力、性状优良的种质,经过数轮选择后选出优良品系再分离选育自交系。轮回选择的周期较长,可以集中更多的优良性状和有利基因,使品种资源的配合力逐渐积累提高,有利于加强育种的资源基础。二环系法也是育种工作的有效措施,周期短、见效快,但必须在大群体条件下方可取得成效。

抗病性育种也是紧凑型品种在干旱地区推广应用需采取的措施。由于平展型抗病品种抑制了各种病原物在自然界的增殖,有些60~70年代爆发流行的病害如丝黑穗病已被抑制而变成潜在的威胁,即使是高感品种在短时间内也不致于造成大发生。随着时间的推移,这些潜在的危害病原种群必然会因感病品种的种植而增殖扩大,到一定限度就会造成病害再度大流行。因此育种工作要和防病减灾相结合,坚持在病圃中选育材料。有些病害如青枯病、大斑病等的抗病育种必须和相应的植保科研手段相结合才能取得实际效果。

3.2 突出中早熟、高产、稳产

(下转第28页)

(上接第 25 页)

西北大部分地区的气候很干旱,农业生产条件异常恶劣,抗旱栽培是农业生产的重点。因此紧凑型玉米在具备所述抗病抗逆特点的同时要能尽早形成经济产量。中早熟、抗逆性强、高产、优质、稳产是杂交种选育的重点。

参 考 文 献

- 1 吴明泉. 紧凑型玉米的高产潜力分析及研究方向初探. 国外农学——杂粮作物, 1996, (2)
- 2 于洪飞. 玉米理想株型育种生理形态研究概况. 玉米科学, 1995, 3(1): 12 - 17
- 3 王建革. 玉米育种目标浅议. 玉米科学, 1996, 4(1): 15 - 18
- 4 王忠孝等. 夏玉米高产规律的研究 II. 山东农业科学, 1990, (2)
- 5 李登海, 徐庆章等. 玉米株型的高产作用, I、II、III. 山东农业科学, 1992, 3 - 5
- 6 刘绍棣等. 紧凑型玉米株型特点及其生理特性研究. 当代玉米科技进步, 1 - 4
- 7 李少昆等. 玉米根系分布及其与产量的关系. 当代玉米科技进步, 158 - 167
- 8 王庆祥. 关于玉米群体问题研究概述. 当代玉米科技进步, 203 - 209
- 9 鲍巨松等. 不同株型玉米品种高产潜力及特征的研究. 玉米科学, 1994, 2(1): 48 - 51