

紧凑型玉米的高产特性分析

吴明泉

(山东聊城地区农科所, 聊城 252058)

摘要 综合分析表明, 紧凑型玉米的高产潜力主要来源于它的四个特性: 耐密性; 较高的群体光合特性; 良好的根系发育特性; 较高的经济系数。初步探讨了紧凑型玉米今后的研究和发展方向。

关键词 玉米 紧凑型品种 高产特性

80年代以来, 随着肥水条件的改善和规范化栽培技术的推广, 紧凑型玉米杂交种在生产中发挥了越来越重要的作用, 至1989年黄淮海平原种植的紧凑型玉米品种面积占玉米总面积的40%, 山东省则占到62%以上; 并且有逐步扩大的趋势。专家测算黄淮海夏玉米中熟品种的光温水生产潜力可达 $16500\text{kg}/\text{hm}^2$, 山东省莱州玉米所培育的西玉3号紧凑型中熟玉米杂交种创造了公顷产 16260kg 的全国记录。如何促进玉米的更高产成为一个重大课题摆在了科研工作者面前。本文综合评述了紧凑型玉米的高产潜力及其特性, 为玉米的再高产提供理论依据。

紧凑型玉米较高的生产力水平来源于它所具有的高产特性, 其主要包括: 耐密性, 较高的群体光合特性, 良好的根系发育特性, 较高的经济系数等四个方面。

1 耐密性

耐密性反映了玉米品种对于群体高密度的适应性。稀植时, 紧凑型玉米品种的单株生产力较低, 高密度条件下则具有较高的生产能力(徐庆章, 1988), 李登海(1988)则把高密度下较高的单株产量看作是紧凑型玉米杂交种在玉米生产上的一个突破。耐密性主要体现在以下两个方面:

1.1 紧凑型玉米形态上已接近了“理想株型”的要求

一般玉米的“理想株型”被描述为: 矮秆或半矮秆; 穗下叶平展, 穗上叶上冲, 叶色浓绿; 穗位低且大小均匀; 根系发达, 抗倒伏能力强。现代研究表明: 紧凑型品种的穗上叶茎夹角一般在 25° 左右, 穗下叶茎夹角则平均 40° 左右。而且有些品种夹角更小。王忠孝等(1988)对掖单6号在高产条件下的茎叶夹角研究表明, 从第8叶至第18叶, 从 24.6° 依次减少至 14.7° 。这种穗上叶紧凑的株型减少了对穗位叶及植株下部的遮光。根据比耳—兰伯特定律, 紧凑型玉米品种的大田消光系数为 $e^{-0.5}$, 而同样条件下平展型品种为 $e^{-0.7}$ 。因此, 紧凑型玉米品种消光系数小, 从而田间透光性较好, 在高密度条件下群体内光照条件及环境条件得到改善, 对于穗位高度的降低, 对于茎秆保持较高的硬度、韧度均具有促进作用, 从而大大提高了抗倒伏能力。

1.2 耐密性与产量性状之间的相互作用

关于密度与玉米杂交种单位面积穗数, 穗粒数, 与粒重等产量性状的关系, 大量研究表明, 密度增加会显著增加群体的空秆率, 减少穗粒数, 降低粒重。当密度增加的效益不足以弥补产量结构性状的下降幅度时, 会导致经济产量的降低。紧凑型玉米杂交种显著减弱和改善了这种负相关关系。徐庆章等(1988)研究指出, 密度与空秆率, 穗粒数, 千

粒重之间的关系均可用 $Y = A \cdot e^{Bx}$ (X 表示密度干株/亩) 表示, 式中 B 值表明了各产量性状随密度变化的剧烈程度。对于三个产量性状, 紧凑型品种均较平展型品种有较小的 $|B|$ 值, 从而受密度变化影响小。另一方面, 耐密性也是有限度的, 当密度增加引起了子粒产量的降低, 其主要原因是穗粒数和千粒重的降低幅度较大(苏祯禄等, 1990)。不同的紧凑型玉米品种获得高产的产量结构也有区别, 如掖单 12 靠穗多取胜, 而掖单 13 主要以大穗夺高产(王忠孝等, 1990)。而不同的地域环境, 在相近的产量水平下, 产量构成三因素的主次顺序也不一致, 如山东省以亩穗数居首位, 河南省以穗粒数居首位, 河北省以千粒重居首位。而密度对于三个产量结构性状的影响是有差异的, 可见紧凑型玉米品种的耐密性也受到地域的影响。

总之, 耐密性强使紧凑型玉米品种具有良好的田间透光性, 而且产量结构性状受密度影响较小, 另外, 耐密性因品种、地域环境而不同。目前, 对于耐密性的研究还较少, 也没有明确适用的指标来衡量一个杂交种的耐密性。多数研究者同意紧凑型玉米杂交种具有耐密性强的特点, 这也是当前紧凑型玉米高产栽培的理论基础之一。

2 较高水平的群体光合性

玉米群体的高光合性反映了群体较高发展水平下的光能利用及生产能力。

2.1 群体叶面积发展

高产水平下紧凑型品种的最大叶面积指数 LAI 已由过去较低水平及平展型品种的 4 左右, 发展到 5~6 及以上, 而且叶面积分布趋于合理。紧凑型玉米品种茎叶夹角小, 叶向值大的特点, 增加了田间透光率。稀植条件下, 平展型品种的光截获率大于紧凑型。当密植时, 在较高的 LAI 下, 紧凑型玉米群体的光截获率(%)显著大于平展型。在光分布上, 平展型玉米品种光截获集中在植株上部, 雄穗及其下二叶占有较大比例, 下部透光少; 紧

凑型玉米品种群体内光分布深且均匀合理, 穗位叶部位, 多数品种的透光(%)在 20% 以上, 而高产条件下, 生育后期的地面透光率仍达 6%~8%, 保证了后期不早衰, 抗倒伏。胡昌浩等(1990)指出, 在 $11250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 产量水平下, 不论平展型还是紧凑型玉米品种, 开花期地面层光截获率均在 95% 以上。而整个生育期的平均光截获率, 紧凑型为 80%, 平展型仅为 70%, 于沪宁(1979)把光合生产过程分成三个阶段并提出了各阶段的限制因素, 从群体叶面积发展及光截获看, 紧凑型玉米品种提高了光合生产过程第一阶段“对光能的利用及原料的输送”的效率。另外紧凑的株型改善了群体内通风透光条件, 提高了 CO_2 的输送效率。陶世蓉等(1995)发现, 紧凑型玉米品种叶片表皮气孔多, 中脉较宽且向叶片正面凹陷较深, 维管束鞘中含有较多的叶绿体。以上特点是紧凑型玉米品种实现高光合性的基础条件。

在高产条件下紧凑型玉米品种的叶面积发展动态, 多数研究者认为具有“前快、中稳、后衰慢”的特点; 而对某些品种的前期叶面积发展, 也有研究者持不同意见(苏祯禄, 1990)。尹枝瑞等(1994)把紧凑型玉米品种分成三大类型, 不同类型在生育期, 繁茂程度, 穗部性状上存在差异。也具有不同的叶面积发展要求, 紧凑型玉米品种的生育期平均 LAI 与经济产量和生物产量均呈正相关, 掖单 4 号在最大 LAI 在 6.5 以下时, 产量仍呈上升趋势。(胡昌浩等, 1990)。研究表明, 紧凑型玉米品种的最大 LAI 可以达到 5~6 及以上, 子粒灌浆期较长时间内保持在 3~4, 至成熟期仍达到 2, 这是高产条件下紧凑型玉米品种的合理叶面积发展动态。

从紧凑型玉米品种及栽培现状看, 高产条件下的叶面积发展已达到了相当的水平。进一步提高群体的光能利用率和叶片的光合效率, 将成为今后研究的方面。

2.2 光合势发展

光合势是玉米在一定生育阶段的光合面

积与光合时间的乘积,反映出玉米的光合生产能力。多数研究表明光合势在生育期内的动态与 LAI 的动态变化是一致的。不论平展型玉米品种(沈单 7 号)还是紧凑型玉米品种(掖单 4 号),获得 $11250\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 的生育期总光合势均在 $300 \text{万} \text{m}^2 \cdot \text{日}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ 以上,但平展型玉米品种随光合势增加产量不增加甚至降低,紧凑型玉米品种的全生育期光合势与生物产量和经济产量都呈显著正相关(胡昌浩等,1990),相同密度下,不同类型品种的全生育期总光合势差别不大,而吐丝后光合势占全生育期光合势的百分比,紧凑型品种大于平展型品种,有的品种高达 20% 以上。可见较高的光合势潜力是紧凑型玉米品种高产潜力的基础和保证。合理的生育期光合势指标,随品种,种植方式及管理措施,地域条件等而不同,一般认为在目前的紧凑型品种现状和生产力水平下,获得 $11250\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 以上的产量,全生育期总光合势应达到 $300 \sim 370 \text{万} \text{m}^2 \cdot \text{日}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$,其中粒期的光合势应占全生育期总光合势的 60%~70%。

2.3 净同化率的发展

作物的净同化率反映了冠层内各叶片的平均光合效率,是物质生产能力的反映。种植密度和 LAI 均影响群体的净同化率水平。净同化率随 LAI 呈负相关(胡昌浩等,1990);随密度增加净同化率下降,而且紧凑型玉米品种下降幅度小于平展型,尤其生育后期这种差异更大。王忠孝等(1988)研究净同化率在不同生育阶段的变化趋势认为紧凑型品种(掖单 6 号)在全生育期内出现两个峰值,一是拔节至大口期,净同化率 $10\text{g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$ 以上,一是在授粉后 15~25 天,正值子粒灌浆期,净同化率在 $11\text{g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$ 以上。胡昌浩等(1990),鲍巨松等(1992)对于不同紧凑型玉米品种的研究也证明了这个特点。鲍巨松等(1994)认为,吐丝后紧凑型玉米的干物质积累水平主要受净同化率的影响。紧凑型玉米要再高产,不再依靠增加密度而是提高叶

片的光合速率,提高净同化率水平。徐庆章等(1995)则表明,高密度下,株型越紧凑,群体光合速率就越高,群体的光合速率潜力就越大。与净同化率紧密联系的群体呼吸速率,据董树亭等(1994)对掖单 13 的研究表明,紧凑型玉米品种的群体呼吸速率,在 LAI 达到 5 以上时趋于相对稳定。相同密度下,紧凑型夏玉米品种的群体呼吸速率小于平展型。还表明了密度对于群体呼吸速率的影响要大于对群体光合速率的影响。由以上研究可以认为,紧凑型玉米品种较其它类型玉米品种具有更高的提高净同化率水平的潜力。

3 良好的根系发育特性

玉米根系属须根系,而且地上部生有不同层次的气生根。根系发育的好坏直接影响到玉米的抗倒伏性和生产力水平。到目前对于紧凑型玉米品种根系的发育特性研究较少。紧凑型玉米品种较高的产量潜力必然对于根系的发育有更高的要求,研究表明,玉米根系在根条数,长度,干物质及分布范围上具有 F_1 代杂种优势。根干重与产量存在正相关。刘培利等(1994)对掖单 4 号的研究表明,紧凑型玉米品种根系发育及根系活力受密度变化影响小。就个体看,根系分布深,水平分布紧凑;从群体看呈现出分布范围广,下扎深的典型的高产根系特性。从发展动态看,紧凑型玉米品种苗期根系发展快,后期变化平稳不早衰;子粒灌浆期根系活力高,活跃吸收层深而且气生根发达。这些特性均与地上部的生长发育相适应。由此可知,紧凑型玉米品种高产潜力的实现是有良好的根系发育特性做保证的,尤其表现在根系的群体特征上。今后应深入研究紧凑型玉米品种间的根系差异及根系发育特点与产量性状的关系,研究其特殊性,为玉米再高产提供理论参考。

4 较高的经济系数

经济系数是干物质积累,分配并最终形成产量的主要指标。受品种、种植密度和栽培

管理水平的影响。紧凑型玉米品种的经济系数在相同密度下总是高于平展型玉米品种,随密度增加,紧凑型玉米品种的经济系数受到的影响小。研究也表明紧凑型玉米品种在经济系数上有优势。一般表现为产量越高,经济系数也越高。当前生产上推广的紧凑型品种的经济系数,一般可达 0.50~0.55 左右,但有个别品种的报道经济系数达到 0.6 以上。提高经济系数是充分发挥紧凑型玉米品种高产潜力的途径之一。陈国平等(1986)认为子粒产量与经济系数显著正相关,与生物产量则为抛物线关系。可以认为,经济系数既可体现品种的产量潜力,又体现了栽培管理水平及环境条件对子粒产量的影响,紧凑型品种具有较高的经济系数的特性。但是如何提高经济系数,改善经济产量与生物产量的抛物线关系,仍有待于进一步研究。

5 小结与讨论

综上所述,紧凑型玉米品种具有 4 个高产特性:耐密性,群体高光合性,良好的根系发育,较高的经济系数。根据栽培研究现状及生产实践,目前育成品种的穗上叶茎夹角一般 20 度左右,叶向值 45~55 左右。徐庆章等(1995)通过人工改型证明:玉米的最佳茎叶夹角为 10 度,最适叶向值为 64.63,可见紧凑型玉米品种的株型仍可进一步改进。生产潜力仍能进一步提高,据此今后的研究应重点在以下几方面:(1)在育种及栽培研究中,提高叶片光合速率,提高群体的净同化率水平将成为高产更高产的关键。(2)加强紧凑型品种根系高产特征及特性的研究,把根系发展作为促“源”的重要的有机组成部分。(3)依据品种特性,努力提高规范化管理水平,探索进一步提高经济系数的途径。

参 考 文 献

- 1 佟屏亚主编. 黄淮海玉米高产文集. 天则出版社, 1990.
- 2 李伯航等主编. 黄淮海玉米高产理论与技术. 学术书刊出版社, 1990.
- 3 山东省农业科学院主编. 中国玉米栽培学, 上海: 上海科学技术出版社, 1983.
- 4 山东农业大学农学系作物育种教研室编. 作物育种学, 1990.
- 5 王忠孝等. 夏玉米高产规律的研究, I 高产玉米的生理指标. 山东农业科学, 1988, (5): 8-10
- 6 王忠孝等. 夏玉米高产规律的研究, II 高产栽培途径和措施. 山东农业科学, 1990, (2): 6-7
- 7 鲍巨松等. 紧凑型玉米高产原因与栽培技术. 陕西农业科学, 1992, (1): 1-2
- 8 徐庆章等. 玉米株型与群体光合作用的关系研究. 作物学报, 1995, (4)
- 9 刘培利等. 紧凑型玉米根系高产特性的研究. 玉米科学, 1994, (1): 59-63
- 10 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): 48-51
- 11 吉林省玉米双高栽培技术课题组. 吉林省玉米高产区高产高效栽培技术与生育生理指标研究. 玉米科学, 1994, (2)、(3)、(4)
- 12 沈秀瑛等. 玉米叶片光合速率与光、养分和水分及产量关系的研究. 玉米科学, 1994, (3): 56-60
- 13 于洪飞等. 玉米理想株型育种生理形态研究概况. 玉米科学, 1995, (1): 12-17
- 14 李少昆等. 玉米株型研究综述. 玉米科学, 1995, 3(4): 4-7, 15
- 15 陶世蓉等. 不同株型玉米叶片形态结构的研究. 玉米科学, 1995, (2): 51-53
- 16 陈举林. 紧凑型玉米高产生理基础及高产栽培. 玉米科学, 1995, (2): 58-60
- 17 崔彦宏等. 紧凑型夏玉米群体光合特性与产量关系分析. 玉米科学, 1994, (2): 52-57
- 18 董树亭等. 夏玉米高产群体呼吸速率与光合特性关系的研究. 玉米科学, 1994, (3): 61-65
- 19 王建革等. 紧凑型玉米育种的回顾与分析. 山东农业科学, 1995, (6): 4-6