

紧凑型玉米根系高产特性的研究

刘培利 林 琪 隋方功 孙作启

(莱阳农学院农学系, 山东莱阳 265200) (莱阳市气象局)

Study on the Characteristics of Root System in High-yield Upright-leaf Maize

Liu Peili Lin Qi Sui Fanggong

(Laiyang Agricultural College, Laiyang, Shandong Province) Sun Zuoqi

(Laiyang Prefectural Meteorological Bureau, Shandong Province)

Abstract: It was easier to acquire high yield of maize by using upright-leaf varieties than spreading-leaf varieties because the former had good root characteristics. Its principal results as follows: the dry matter weight of root increased quickly in seedling period and varied slowly in the late period of the development. There were many roots in deeper soil and they distributed tightly in horizon. Therefore it was suitable for compact-planting. Under compact-planting, the root absorbing activity was higher in grain-filling period and the aerial roots, which activity was affected slightly by the planting density and had greater contributions to yield, were developed.

Key words: Maize; Root system; Upright-leaf; High-yield characteristic.

摘要 紧凑型玉米比平展型玉米容易获得高产, 根系性状良好是重要原因之一。主要表现为: 根系于重苗期发展快, 后期变化平稳。深层根量较多, 水平分布紧凑, 耐密植。密植条件下, 籽粒增重期⁽¹⁾根系吸收活力高, 活跃吸收层深。气生根发达, 气生根根系活力受密度影响小, 对产量贡献大。

关键词 紧凑型 玉米 根系 高产特性

紧凑型玉米良种已在生产上广泛应用, 使玉米单产有了突破性进展。对紧凑型玉米地上部生长发育规律、生理特性及合理群体结构的研究已经相当深入⁽²⁻⁵⁾, 但对其根系的有关性状, 尚缺乏系统的专门研究。本试验采用两种不同株型玉米在不同密度处理下比较的方法, 研究了不同株型玉米根系干重的发展动态, 根系的田间分布、密度反应、生育后期吸收活力以及气生根的有关性状, 旨在为紧凑型玉米的高产栽培技术研究和进一步推广应用提供依据。

1 材料和方法

本试验于 1990~1992 年在莱阳市气象局农气观测站进行, 采用大田试验和盆栽试验两种方式进行, 供试品种为掖单 4 号和中单 2 号, 分别代表紧凑型和平展型玉米。

试验田质地为沙壤土, 土壤肥力基础为: 有机质 1.29%, 全氮量 0.082%, 速效氮 108mg/kg, 速效磷 24mg/kg, 速效钾 91mg/kg。试验期间按高产要求追肥浇水, 精细管理。

田间试验设每公顷 10005, 45000, 60000, 75000, 90000株 5个密度处理, 10005株的处理株行距均为 100cm, 其它处理行距均为 66. 7cm, 株距因密度而异。小区面积 67m², 随机排列, 重复 4 次。盆栽试验用 30×40cm 瓦盆, 装沙壤土, 每盆留苗一株, 重复 4 次。辅助剪根试验另设 75000 株/公顷的小区 67m², 分三个时期处理, 每处理 5 株, 同时设对照, 重复 4 次。

试验在不同生育期按设计要求分别调查测定不同处理的玉米根系干重、吸收活力、气生根性状及气生根根系活力和地上部有关产量性状, 收获时计产。其中根系分布状况在 10005 株/公顷的处理进行, 力求反映根系田间分布的实际情况。研究范围是以植株为中心, 半径 30cm, 深 60cm 的圆柱形土体, 干重分布比例按取样范围内为 100 计, 更深更远处的根系因其量甚微忽略不计。取根样采用内径为 20, 30, 40, 50, 60cm 的特制薄圆无底钢桶(一端有刃、类似环刀), 分层取土, 根据需要定向切片, 然后筛出根系, 洗净烘干称重。其它关于根系干重的材料取自植株两侧各 30cm, 行向上取至两株中间位置, 深 40cm 的土体, 每次取 5 株计平均值。气生根是完整取出称重。根系吸收活力的测定采用 32p 分层标记测定植株放射性⁽⁶⁾, 气生根根系活力采用 α-萘胺法测定⁽⁷⁾。

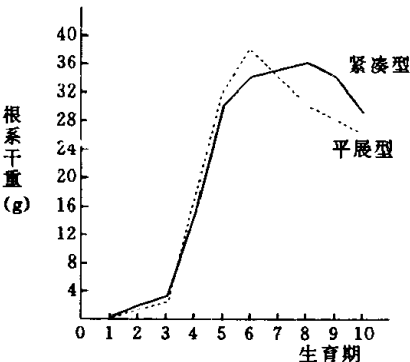


图1 两种株型玉米不同生育期根系干重变化

1 三叶 2 拔节 3 小喇叭口 4 大喇叭口 5 吐丝 6 吐丝 10天 7 吐丝20天 8 吐丝30天 9 吐丝40天 10 成熟

2 结果与分析

2.1 根系干重的发展动态

1990 年盆栽表明, 两种株型玉米根系干重的发展动态均为单峰曲线(图 1)。紧凑型玉米根系干重的最大值出现在吐丝后 30 天, 重 35. 2g, 平展型玉米在吐丝后 10 天, 重 36. 7g, 略高于紧凑型玉米。小喇叭口期前紧凑型玉米根系干重比平展型玉米发展快。小喇叭口期到吐丝后第 10 天, 两种株型玉米根系干重发展速度均呈直线上升, 平展型玉米比紧凑型玉米上升速度快。从吐丝后第 10 天到成熟, 平展型玉米根系干重以较快的速度下降, 而紧凑型玉米仍维持缓慢的上升趋势直到吐丝后 30 天才开始缓慢下降, 吐丝后其根系干重相对比较稳定。不同株型玉米比较, 紧凑型玉米根系干重的发展动态更适合高产玉米“前快、中稳、后衰慢”的理想叶面积发展动态⁽¹⁾要求。

2.2 根系的田间分布

2.2.1 根系的垂直分布

在试验取根土体范围内, 每 10cm 深的土层内根系干重的比例如表 1, 从中可以看出, 平展型玉米 84. 9% 的根系分布在 20cm 以上的土层范围内, 20cm 以下土层根系干重仅占 15. 1%。紧凑型玉米 20cm 以下的深层根量达 25. 6%, 表明紧凑型玉米根系向纵深发展的能力较强, 能更有效地吸收土壤深层的水分和养分。

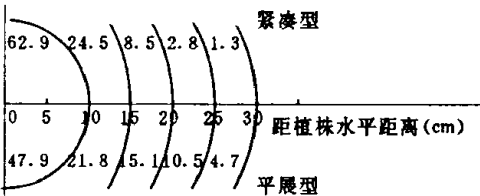


图2 不同株型玉米根系干重水平分布(%)

表 1 不同深度土层根系干重和分布比例

土层深度 (cm)	掖单 4 号		中单 2 号	
	根系干重 (g)	分布 (%)	根系干重 (g)	分布 (%)
地 上	8.2	18.4	5.2	11.9
0~10	16.8	37.7	22.2	49.3
11~20	8.1	18.3	10.7	23.7
21~30	6.5	14.7	4.2	9.3
31~40	3.7	8.4	1.9	4.3
41~50	0.8	1.7	0.5	1.1
51~60	0.4	0.8	0.2	0.4
合计	44.5	100	45.1	100

2.2.2 根系的水平分布

在 60cm 深的取根土体范围内,以植株

表 2 不同密度处理玉米个体根系干重变化和群体经济产量

密 度 (株/公顷)	掖单 4 号		中单 2 号	
	单株根干重(g)	群体经济产量(kg/ha)	单株根干重(g)	群体经济产量(kg/ha)
45000	36.8	8002.5	37.1	7975.5
60000	35.4	9310.5	34.5	9711
75000	33.9	10584	30.9	7558.5
90000	32.2	11284.5	26.4	7285.5

干重均直线下降,说明群体的增加削弱了个体根系的发展。两种株型玉米个体根系干重(y)与密度(x)的关系可分别表示为:紧凑型 $y=41.46-1.02\times10^{-4}x$ $r=-0.9990^{**}$;平展型 $y=48.29-2.38\times10^{-4}x$ $r=-0.9930^{**}$ 紧凑型玉米根系干重下降的斜率小于平展型玉米,表明紧凑型玉米根系干重受密度变化的影响比平展型玉米小。紧凑型玉米个体根系虽因密度增加被削弱,但群体经济产量却随密度增加而增加,群体增加的效益能够弥补个体被削弱的负效应,说明紧凑型玉米根系在一定范围内能够忍耐密植对个体造成的压力,增加密度可以发挥群体优势。平展型玉米在试验范围内随密度增加个体根系被严重削弱,引起群体经济产量下降,说明其根系不能承受密植对个体造成的压力,耐密性较差。

2.4 根系吸收活力

在 75000 株/公顷密度处理,从吐丝期用 32p 分期标记距植株 10cm 范围内不同土层

为圆心,根系干重分布随横向距离的扩展而递减(图 2)。平展型玉米根系横向分布的范围比较广,20cm 范围之外根系分布达 15.2%,这可能是垂直下扎能力差为满足吸收需要的一种生态环境适应。紧凑型玉米根系干重的横向分布比较紧凑,95.9%的根量集中在距植株 20cm 的范围内,距植株 15cm 的范围内就集中了 87.4%的根系。紧凑型玉米根系地下营养面积小,为合理增加密度提供了可能。

2.3 根系的密度反应

两种株型玉米在不同密度条件下个体根系干重变化和群体经济产量表现如表 2。随着种植密度的增加,两种株型玉米单株根系

深度的根系,测定其吸收活力,结果见表 3。表 3 表明,吐丝初期紧凑型玉米根系总吸收活力同平展型玉米差异不大。随着时间推移,两种株型玉米根系总吸收活力都呈下降趋势,但平展型玉米根系吸收活力下降速度较快,紧凑型玉米下降速度平缓。吐丝 15 天后紧凑型玉米根系吸收活力高于平展型玉米,而此期是决定粒重的关键时期,根系吸收活力高有利于籽粒充实。从不同深度土层的根系吸收活力比较中可以看出,紧凑型玉米 0~20cm 和 21~40cm 土层的根系吸收活力差异不大,说明这两个层次的根系吸收作用比较均衡,0~40cm 土层都是活跃吸收区。平展型玉米 21~40cm 深度土层的根系吸收活力小,其吸收作用主要依靠 0~20cm 土层的根系,显得“头重脚轻”,一旦浅层根系开始衰亡,则吸收后劲不足。随着生育进程的推进,两种株型玉米深层根系的吸收量占总吸收量的比例均有所上升,说明深层根系吸收活力

相对要比浅层根系稳定些,这可能与深层根 定,根系本身衰亡慢有关。
系受大气干热变化影响小,生活环境相对稳

表 3 两种株型玉米不同深度根系对¹⁵P 吸收活力

标记时间	标记深度 (cm)	掖 单 4 号		中 单 2 号	
		植株放射性 (Bq/100mg)	占总吸收量的比率 (%)	植株放射性 (Bq/100mg)	占总吸收量的比率 (%)
吐丝期	0~20	8.72	54.7	12.91	78.5
	21~40	7.22	45.3	3.53	21.5
	合 计	15.95	100	16.44	100
吐丝 15 天	0~20	7.49	50.3	9.65	75.7
	21~40	7.40	49.7	3.10	24.3
	合 计	14.89	100	12.75	100
吐丝 30 天	0~20	4.96	46.3	4.83	72.7
	21~40	5.75	53.7	1.86	27.8
	合 计	10.71	100	6.69	100

表 4 不同密度处理两种株型玉米气生根性状比较

密度 (株/ha)	品 种	层 数	条 数	平均长度 (cm)	干重 (g)	占全株根 重比例(%)	根系活力 (mg/g·h)	气生根根系活力 与产量相关系数	群体经济产量 (kg/ha)
45000	掖单 4 号	2.3	47	44.7	20.8	56.6	33.65	0.9986**	8002.5
	中单 2 号	1.3	30.7	40.3	13.6	36.7	29.37	0.9385**	7975.5
60000	掖单 4 号	2.2	45.4	44.3	19.2	54.2	33.13	0.9989**	9310.5
	中单 2 号	1.3	30.5	40.2	12.6	36.6	28.42	0.9431**	7911
75000	掖单 4 号	2.2	44.8	43.6	18.9	55.7	32.42	0.9991**	10584
	中单 2 号	1.2	29.9	38.5	10.9	35.2	25.14	0.9276**	7558.8
90000	掖单 4 号	2.1	43.7	42.9	17.8	55.3	31.76	0.9997**	11284.5
	中单 2 号	1.2	28.5	37.7	9.2	34.9	21.06	0.8974*	7285.5

* 表示 0.05 显著水平 ** 表示 0.01 显著水平

2.5 气生根

乳熟期观测结果(表 4)表明,紧凑型玉米的气生根状况明显优于平展型玉米。生育后期紧凑型玉米的气生根构成根系的主体,平展型玉米的气生根在量上仍处于较次要的地位。紧凑型玉米的气生根根系活力随密度的增加下降程度较小。平展型玉米则有较大

程度的下降。乳熟期不同密度处理紧凑型玉米气生根根系活力与产量的相关系数均比平展型玉米大,表明紧凑型玉米气生根与经济产量关系更密切。剪气生根试验结果(表 5)表明,紧凑型玉米气生根对产量结果影响很大,平展型玉米气生根的作用相对较小。

表 5 剪去气生根对单株产量性状影响

剪根时期	掖 单 4 号				中 单 2 号			
	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	单株产量 (g)	减产率 (%)	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	单株产量 (g)	减产率 (%)
CK	446.5	316.8	141.4		384.3	262.5	100.8	
吐丝	368.8	240.1	88.4	37.5	340.7	219.9	74.8	25.8
吐丝 15 天	403.6	191.9	77.4	45.3	359.3	192.5	68.8	31.7
吐丝 30 天	445.9	208.2	92.8	34.4	384.3	203.6	78.2	22.4

3 讨论

从一般意义上讲,紧凑型玉米根系发达并不是绝对的,根系长度、条数、最大干重等

同平展型玉米并无多大差异,在稀植条件下甚至还略有不加。紧凑型玉米容易获得高产,主要原因是根系质量高,表现为发展动态合

理,耐密植,气生根发达,后期吸收活力高。实际上,根系条数、长度、干重等的数量与其功能并不是一对一的关系,对这类性状的重要性应作具体分析。根系的研究应逐渐向根系质量研究过渡。

紧凑型玉米根系的田间分布类似小麦的窄深型根型^[8]。从个体的角度看,这不是高产根型,但紧凑型玉米根系耐密植,高密度下群体根系集体表现为宽深型高产根型。大量密集的吸收力强的深层根系必然造成对土壤肥力的掠夺式吸收。因此,在认识紧凑型玉米密植高产的同时,对其高产群体的“大功率”也应有足够的认识,紧凑型玉米高密度栽培必须与增加投入和培肥地力措施配套。

玉米气生根对产量有重大影响,前人已有过类似结论^[9],但对如何促进其发展,行之有效的办法至今尚报道不多。本试验表明,在一定范围内,气生根的一般数量性状比较稳定。因此,提高气生根质量,增加吸收活力显得尤为重要。生产上玉米田间管理往往前重后轻,对其合理性,应重新认识。气生根的理论研究也应加强和深化。

本试验的结论是在高肥水条件下得到的

结果,紧凑型玉米根系对一般生产条件的反应,有待进一步研究。笔者认为,在大量土层薄、肥力低的农田,根系水平分布范围广,活跃吸收层浅的平展型玉米品种,仍然是不可替代的。

参 考 文 献

- [1]张起君等,玉米高产开发原理与技术,济南:山东科技出版社,1992,281~285,348~353
- [2]鲍巨松等,紧凑型玉米高产的生理基础,《玉米科学》,1992,创刊号,198~201
- [3]李潮海等,高水肥条件下紧凑型玉米杂交种合理群体结构研究,《河南农业大学学报》,1990,24(1),43~48
- [4]莱阳农学院等,紧凑型玉米栽培技术,济南:山东科技出版社,1988,85~111
- [5]刘绍樟等,紧凑型玉米株型及生理特性研究,《华北农学报》,1990,5(3),20~27
- [6]W. 伯姆著,薛德 等译,根系研究法。北京:科学出版社,1985,103~113
- [7]山东农学院等,植物生理学实验指导,济南:山东科技出版社,1985,179~190
- [8]王法宏等,作物根系的研究进展,《莱阳农学院学报》,1991,8(3),198~201
- [9]戴俊英等,玉米根系的生长规律及其与产量关系的研究 I,《作物学报》,1988,14(4),310~314