

不同土壤类型玉米根系生长发育动态研究

杨青华, 高尔明, 马新明, 王红灿, 孙治安,
尹 飞, 刘 斌, 任 键, 王 琪

(河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 采取盆栽与大田试验相结合的方法, 研究了潮土与砂姜黑土两种土壤类型玉米根系生长发育的动态变化。结果表明: 潮土玉米根系在前期生长发育较好, 长度、干重及活力较高, 后期衰减时间较早, 但幅度较小, 根系主要集中分布于 0~ 20 cm 土层, 下扎较浅, 深层根量较少; 砂姜黑土玉米根系在中后期生长发育较好, 且根系长度、干重及活力增降幅度较大, 整个根系在土壤中分布较均, 下扎较深, 深层根量较多。

关键词: 潮土; 砂姜黑土; 玉米根系; 生长发育

中图分类号: S513 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2000) 03- 0088- 06

潮土与砂姜黑土是河南省两种主要土壤类型, 理化性能差异较大^[1]。潮土面积 333 万 hm^2 , 分布较广, 其土壤理化性能较好, 适宜作物生长, 并能获得较高的产量; 砂姜黑土面积约 125 万 hm^2 , 主要集中在豫东南地区, 常被认为土壤理化性能较差, 是一种中低产土壤。自 70 年代以来, 对玉米根系的研究取得了较大进展, 特别是根系生长、根系活力与地上部的关系^[2~ 5], 根系对土壤、土壤水分、土壤温度的反应等方面^[6~ 10], 曾有不少报道。本研究主要是揭示潮土、砂姜黑土两种土壤类型玉米根系生长发育的动态, 以期为玉米高产栽培提供科学的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验概况

大田试验于 1997~ 1998 年在平舆县李屯乡进行。土壤质地为潮土和砂姜黑土, 前茬作物为小麦, 2 a 平均单产分别为 4 117. 5 kg/hm^2 和 3 844. 5 kg/hm^2 。供试玉米品种掖单 22 号, 播种时间 6 月 5 日, 种植方式: 行距 0. 60 m, 株距 0. 28 m, 密度 6. 0 万株/ hm^2 。田间管理同一般大田。

盆栽试验于 1996~ 1997 年在河南农业大学校内试验站进行, 盆上口半径 14. 8 cm, 下口半径 11. 3 cm, 盆高 27. 5 cm, 供试土取自大田耕层。6 月 3 日播种, 供试玉米品种掖单 22 号, 每盆定苗 1 株。玉米生长期间, 当土壤水分不足时及时补充水分, 疏松土壤, 其它管理同大田。

收稿日期: 2000- 05- 11

基金项目: 国家“九五”重大攻关项目“豫东南砂姜黑土区域治理与农业综合开发研究和示范”(96- 004- 01- 02)的部分内容

作者简介: 杨青华(1966-), 男, 讲师, 主要从事作物栽培教学与研究工作。

1.2 测定项目与方法

定期(出苗后 10 d、拔节期、大喇叭口期、吐丝期、吐丝后 15 d、成熟期,下同)从盆栽中取样。取样时首先将盆土充分浸泡,随后洗净根上所有附泥,并将根置于清水中小心分开不同类型根系,分别测定各时期根长和根干重等性状,并用 TTC 法测定根系活力。每期取 3 株重复测定,计平均值。

田间根量垂直分布的测定:定期采用双向切片法挖取土样,即按每一田间植株平均所占的营养面积为顶,挖 100 cm 深的规则土柱,每 20 cm 切割一层,然后筛出根系,分置、洗净、烘干称重。每期取 5 株重复测定,计平均值。

2 结果与分析

2.1 不同土壤类型玉米根系生长的动态变化

2.1.1 不同土壤类型玉米根系长度的动态变化 土壤类型不同,单株玉米根系总长度的动态变化也不同(图 1)。砂姜黑土玉米根系总长度一直略大于潮土玉米根系总长度。在吐丝 15 d 以前,两者根系长度都表现出快速增长趋势,此后,砂姜黑土根系长度增长缓慢,至成熟期达到最大值,而潮土根系长度则呈下降趋势;两者根系长度最大日增量都出现在大喇叭口~吐丝阶段,潮土根系为 99.7 cm,砂姜黑土根系为 110.9 cm。

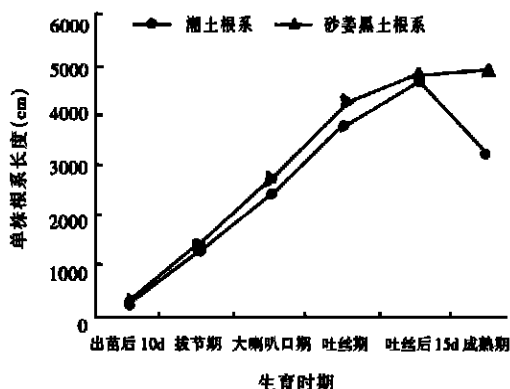


图 1 玉米单株根系长度动态变化

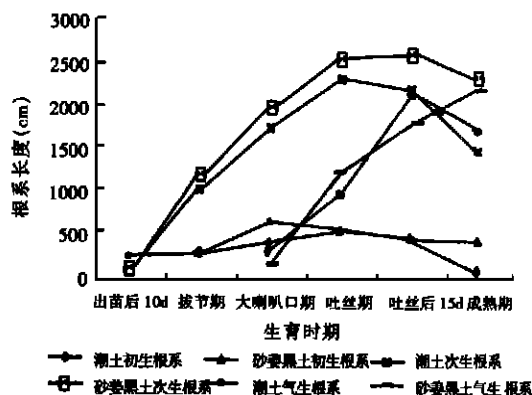


图 2 不同类型根系长度动态变化

对不同类型根系长度进一步分析可知(图 2),初生根:砂姜黑土根系长度在苗后 10 d 至拔节阶段增长较慢,拔节至大喇叭口阶段呈现快速增长趋势,日增长量为 29.8 cm,大喇叭口期以后缓慢下降;潮土根系长度在吐丝期以前缓慢增长,而后迅速下降,最大日增长量出现在出苗至苗后 10 d,日增长量为 24.8 cm。次生根:两种土壤类型根系长度动态变化差异较小,在吐丝期以前都表现出快速增长趋势,此后砂姜黑土根系长度增加缓慢,并于吐丝 15 d 达到最大值之后缓慢下降,而潮土根系长度在吐丝后则呈快速下降趋势,根系最大日增长量砂姜黑土在拔节至大喇叭口阶段,日增长量为 64.0 cm,潮土在苗后 10 d 至拔节阶段,日增长量为 56.9 cm。气生根:两种土壤类型根系长度动态变化差异较大,砂姜黑土根系长度几乎呈直线增长,

最大日增长量在大喇叭口至吐丝阶段, 日增长量为 79.5 cm, 而潮土根系于吐丝后 15 d 达到最大值后, 呈现迅速下降趋势, 最大日增长量在吐丝至吐丝后 15 d, 日增长量为 77.8 cm。

2.1.2 不同土壤类型玉米根系干重的动态变化 图 3 表明, 两种土壤类型玉米单株根系干重都在吐丝后 15 d 达到最大值, 而后逐渐下降。砂姜黑土根系干重在拔节后迅速增加, 单株根系干重明显大于潮土根系干重, 其根干重最大日增长量在大喇叭口至吐丝阶段, 日增长量为 1.086 g, 而潮土根系干重在吐丝~ 吐丝后 15 d, 日增长量为 0.707 g。

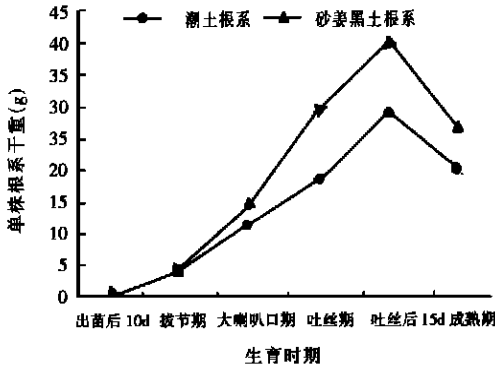


图3 玉米单株根系干重动态变化

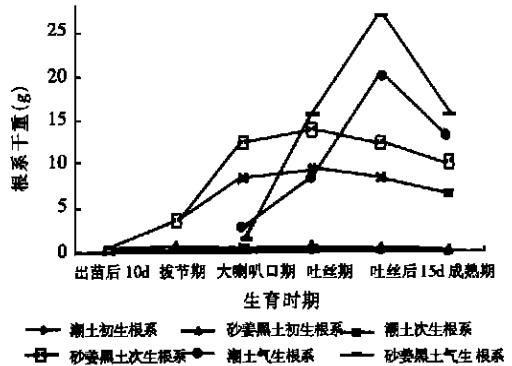


图4 不同类型根系干重动态变化

从不同类型根系干重动态变化看(图4), 初生根: 两种土壤类型根系干重变化平稳, 且差异较小。次生根: 砂姜黑土根干重在拔节后明显大于潮土根干重, 两者根干重变化趋势基本类似, 从苗后 10 d 至大喇叭口阶段迅速增加, 吐丝期干重达到最大, 而后缓慢下降, 最大日增长量都出现在拔节至大喇叭口阶段, 砂姜黑土为 0.706 g, 潮土为 0.383 g。气生根: 在大喇叭口期砂姜黑土根系干重低于潮土根干重, 之后, 砂姜黑土根干重迅速增加, 两种土壤根干重都在吐丝后 15 d 达到最大, 而后迅速降低, 且砂姜黑土根干重降低幅度大于潮土根系, 但在成熟期砂姜黑土根干重仍较大。根干重最大日增长量出现时间, 砂姜黑土根系早于潮土根系, 在大喇叭口至吐丝阶段, 日增长量为 1.002 g, 而潮土在吐丝至吐丝后 15 d, 日增长量为 0.779 g。

以上结果表明: 潮土玉米根系在玉米生育前期生长较快, 生育后期衰老也较早, 而砂姜黑土玉米根系在生育中期生长较快, 且增降强度较大。可见, 砂姜黑土玉米根系生长迟于潮土玉米根系, 但其生长势大于潮土玉米根系。

2.2 不同土壤类型玉米根系活力的动态变化

图 5 表明, 两种土壤类型玉米根系总活力(以鲜重计)动态变化差异较小。砂姜黑土玉米在苗后 10 d 根系活力低于潮土根系活力, 而后两者根系活力都逐渐增强, 且以砂姜黑土强度较大, 两者都在吐丝后 15 d 达到最大, 之后又迅速降低。对不同类型根系活力(以鲜重计)进一步分析可知(图 6), 同一根系类型, 两种土壤根系活力变化相似。初生根: 大喇叭口之前潮土根系活力较高, 之后砂姜黑土活力略高, 两者活力的变化从苗后 10 d 都迅速降低, 但在成熟期仍保持有一定的活力。次生根: 砂姜黑土根系活力在苗后 10 d 低于潮土根系活力, 之后大于潮土根系活力, 二者根系活力都在拔节期达到最大, 此后逐渐降低。气生根: 两者根系活力

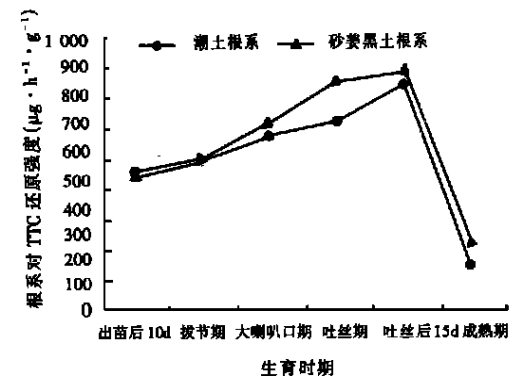


图 5 玉米单株根系 TTC 还原强度动态变化

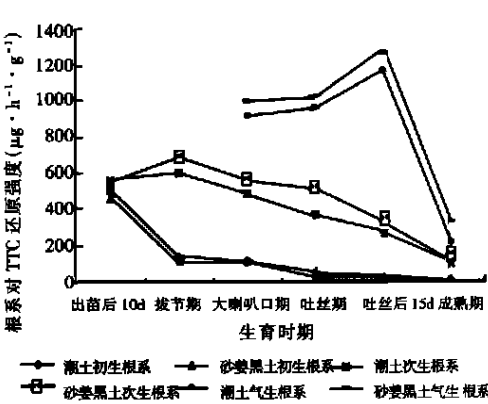


图 6 不同类型根系 TTC 还原强度动态变化

变化趋势相同, 砂姜黑土根系活力一直高于潮土根系活力, 从大喇叭口期都逐渐增强, 在吐丝后 15 d 达到最大, 而后迅速降低。

由此可见, 潮土玉米根系活力在出苗后一段时间内较高, 此后, 尤其在拔节期之后, 砂姜黑土玉米根系活力迅速增高, 并明显高于潮土根系活力。这表明, 砂姜黑土玉米根系质量总体上优于潮土玉米根系。

2.3 不同土壤类型玉米根系田间分布的动态变化

由表 1 可以看出, 不同土层玉米根系干重变化趋势是: 在同一生育时期, 单株根干重随着土层加深, 从地表向下急骤递减, 两种土壤类型根系皆有这种趋势; 随着玉米的生长发育, 土壤深层根干重都逐渐增大, 但砂姜黑土比潮土相应土层中的根干重明显要大。

表 1 不同土层玉米根干重的动态变化

土层 (cm)	潮 土						砂姜黑土					
	苗后 10 d	拔节期	大口期	吐丝期	吐丝 15 d	成熟期	苗后 10 d	拔节期	大口期	吐丝期	吐丝 15 d	成熟期
0~ 20	0.079	2.463	5.131	10.657	9.723	6.555	0.074	2.597	7.979	10.490	8.572	6.752
20~ 40		0.054	0.323	0.413	0.549	0.490		0.372	0.496	0.682	0.950	0.742
40~ 60			0.057	0.225	0.383	0.321		0.048	0.123	0.611	0.755	0.599
60~ 80				0.198	0.244	0.165				0.188	0.416	0.305
80~ 100					0.038	0.106				0.063	0.090	0.225

从根系在不同土层分布来看(表 2): 潮土玉米根量的 85.83% 以上集中在 0~ 20 cm 耕层, 土层 20 cm 以下根量最多占 14.17%; 而砂姜黑土玉米根量的 78.30% 以上分布于 0~ 20 cm 土层, 20 cm 以下土层根量最高达 21.7%, 且在成熟期, 砂姜黑土 20 cm 以下土层中根量分布都大于潮土相应层次。据研究^[5], 耕层以下土层中的根系, 其量虽少, 但对于吸收和利用下层土壤中养分、水分起着重要的作用。不但在苗期起着主导作用, 而且在生育后期亦能配合上层根系发挥作用。此外, 下层土壤中含水量较上层为高, 因而一定数量的下层根, 有利于植株抗旱。

以上结果表明, 砂姜黑土玉米根系在土壤内下扎速度较快, 分布较合理, 更符合玉米的生长发育动态, 较潮土玉米吸收与利用土壤深层水分和养分及抗旱抗倒伏的能力强。

表 2 玉米根系田间分布的动态变化

%

土层 (cm)	潮 土						砂姜黑土					
	苗后 10 d	拔节期	大口期	吐丝期	吐丝 15 d	成熟期	苗后 10 d	拔节期	大口期	吐丝期	吐丝 15 d	成熟期
0~ 20	100. 00	97. 85	93. 10	92. 73	88. 90	85. 83	100. 00	86. 08	92. 80	87. 17	79. 50	78. 30
20~ 40		2. 15	5. 86	3. 59	5. 02	6. 42		12. 33	5. 77	5. 67	8. 81	8. 60
40~ 60			1. 04	1. 96	3. 50	4. 20		1. 59	1. 43	5. 08	7. 00	6. 95
60~ 80				1. 72	2. 23	2. 16				1. 56	3. 86	3. 54
80~ 100					0. 35	1. 39				0. 52	0. 83	2. 61

3 结论与讨论

潮土玉米根系前期生长发育状况较好, 表现为根长、根干重及活力较大, 砂姜黑土玉米根系中后期生长发育状况明显优于潮土玉米根系; 潮土玉米根系在土壤中下扎速度慢, 多集中分布在耕层, 砂姜黑土玉米根系下扎速度快, 在土层内上下分布较潮土合理。

干旱期间, 砂姜黑土玉米根系干重虽较大, 下扎速度较快, 深层根量较多, 但衰降时间较早; 渍涝期间, 根系衰降时间虽迟, 但干重较小, 下扎速度较慢, 87. 72% 以上集中分布在 0~ 20 cm 土层内。这表明干旱与渍涝对砂姜黑土玉米根系生长及分布都有较大的影响, 从而导致砂姜黑土玉米产量低而不稳, 尤其是在渍涝年份。

从玉米高产栽培的角度出发, 针对两种土壤类型玉米根系生长发育特点, 潮土需适当深耕, 以打破土壤犁底层, 促进根系下扎, 同时更应注重后期管理, 以防根系早衰; 砂姜黑土则应注重前期管理, 采取大量增施有机肥或客土改良等措施, 以改善土壤团粒结构。同时, 砂姜黑土还必须大力建设和完善排灌水系统, 扩大排水出路, 做到大沟、中沟、小沟和田间毛沟配套, 既除涝又防渍, 并能充分利用当地丰富的水资源, 大力发展补充灌溉。

参考文献:

[1] 魏克循. 河南土壤地理[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1995. 323- 339.

[2] 鄂玉江, 戴俊英, 顾慰连. 玉米根系的生长规律及其与产量关系的研究 I . 玉米根系生长和吸收能力与地上部的关系[J]. 作物学报, 1988, 14(2): 149- 154.

[3] 任其云. 玉米苗期根系生态生理研究[J]. 作物学报, 1982, 8(3): 169- 177.

[4] 刘培利, 林 琪, 隋方功, 等. 紧凑型玉米根系高产特性的研究[J]. 玉米科学, 1994, 2(1): 59- 63.

[5] 戴俊英, 鄂玉江, 顾慰连. 玉米根系的生长规律及其与产量关系的研究 II . 玉米根系与叶的相互作用及其与产量的关系[J]. 作物学报, 1988, 14(4): 310- 314.

[6] 蒙戈 D B, 巴德 S A. 在田间条件下玉米根系的发育与分布[A]. 玉米译丛[M]. 北京: 农业出版社, 1979. 81- 88.

[7] 朱献玳, 陈学留, 刘益同, 等. 玉米根系的生长及其在土壤中的分布[J]. 莱阳农学院学报, 1991, 8(1): 15- 19.

[8] Cornforth I S. Relationship between soil volume used by root sand nutrient accessibility [J]. J Soil Sci, 1968,

19: 291– 301.

- [9] Veen B W. The uptake of potassium, nitrate, water and oxygen by a maize root system in relation to its size [J]. J Exp bot, 1977, 28: 1389– 1398.
- [10] Pearson C J, Jacobs B C. Root distribution in space and time in trifolium suterraneum [J] . Aust J Agric Res, 1985, 36: 601– 614.

Study on Growing Dynamic of Maize Root System in Various Soils

YANG Qing-hua, GAO Er ming, MA Xir ming, WANG Hong can,
SUN Zhi an, YIN Fei, LIU Bin, REN Jian, WANG Qi

(College of Agronomy, Henan Agricultural University, Henan Zhengzhou 450002, China)

Abstract: With the field and pot experiments, the dynamic growth of maize roots was studied in the damp soil and shajiang black soil, and the result showed that in damp soil, roots of maize grew better than other stages in the length, dry weight and activity of roots , and the senescence time of roots was earlier in the later period of development. Most of the roots of the maize plant was distributed in the top layer of the soil (0~ 20 cm), whereas only a smaller proportion of them could reach the deeper layers. In shajiang black soil, the whole roots had good root characteristics in the middle-later period of development, but the length, dry weight and activity of roots changes more intensity. The whole roots were well-distributed in the different soil layers, and there were many roots in deeper soil.

Key words: Damp soil; Shajiang black soil; Maize root system; Growth and development