

文章编号: 1005-0906(2003)03-0076-04

玉米不同品种根系分布和干物质积累的动态变化研究

戚廷香, 梁文科, 阎素红, 王俊娟, 杨兆生, 张文生

(中国农科院棉花研究所, 河南 安阳 455112)

摘要: 对四个不同类型的玉米品种的根系分布动态及其干物质积累进行了研究。结果表明: 玉米的根系分布具有相似的规律, 在土壤中的垂直分布: 在 0 ~ 40 cm 耕层占总根量的 50% ~ 60%, 41 ~ 70 cm 占 25% ~ 30%, 71 cm 以下深层相对较少; 在土壤中的水平分布: 以株为中心由里向外逐渐减少, 1/4 行距处为 40% ~ 45%, 1/2 株距处为 25% ~ 30%, 1/2 行距处为 20% ~ 25%; 但不同类型玉米品种也各有特点, 掖单 22 的根系相对比较集中, 可以减少行距和株距, 增加密度; 豫玉 22 根系分布比较分散, 利于充分利用水肥条件, 具有较强的抗旱性; 登海 9 号和农大 108 根系垂直分布比较集中, 水平分布均匀, 根系在后期比较粗壮, 必须提供足够的水肥, 并适当延长生长期, 才能发挥其潜力。

关键词: 玉米; 根系分布; 干物质; 根长密度

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Study on Dynamic Variation of Root Distribution and Dry Matter Accumulation of Different Maize Varieties

QI Ting-xiang, LIANG Wen-ke, YAN Su-hong, WANG Jun-juan, YANG Zhao-sheng, ZHANG Wen-sheng
(Cotton Research Institute of Chinese Academy Agricultural Sciences, Anyang 455112, China)

Abstract: Root distribution and dry mater accumulation of 4 different maize varieties had been investigated. The objectives of this study were (1) To investigate root characters of different type maize varieties; (2) To provide some useful information for water and fertilizer management in maize production. Horizontal and vertical directions of parameters were measured under field conditions by PT-Scan roots study device. The result showed that: in general root distribution over the varieties has similar tendency, about 50% ~ 60% of root distributed in the soil vertically form 0 to 40 cm, 25% ~ 30% of root distributed in depth from 40 to 70 cm, and only a few roots could be observed below 70cm. In the horizontally distribution, root density decrease gradually from the root center to outer space, 40% ~ 45% of roots located in one fourth of row space, 25% ~ 30% and 20% ~ 25% of roots distributed within half and half row space horizontally respectively. Among different varieties, the root distribution has its own characteristics, the root distributed mainly in the space of 10 ~ 40 cm in depth and 15cm around the plant for Yedan 22, so the yield of this variety could be increased by increasing the plant density; The roots of Yuyu22 can distribute in a wide area and they could reach deeper vertically and farther in horizontal directions, this trait can lead the plant absorb nutrients and water in the lower soil layer, so the drought resistance is better than the other varieties in the study. While the roots of Nongda 108 and Denghai 9, which have strong activity in the later growing stage, distributed mainly in the upper layer of soil and evenly around the plant, so the yield could be rise through full irrigating and applying fertilizer in the later growing stage, which could elongate the growing circle.

Key words: Maize; Root distribution; Dry matter; Root length density

收稿日期: 2002-11-10

作者简介: 戚廷香(1964-), 女, 大学, 中国农科院棉花研究所助研, 从事玉米育种研究。

注: 特别感谢张立桢、李亚兵提供试验仪器及帮助。

农作物的根系是其生长发育的基础, 在玉米的整个生育过程中, 根系的发生、发展和消长规律对玉米农艺性状和最终产量生产力有显著的影响。但是

作物的根系研究难度很大,传统的方法费时费力,且准确性不高,所以限制了对根系的深入研究。李少昆^[1]等采用双向切片法挖根对玉米根系在土壤中的分布与地上部分的关系进行了研究;朱献珉^[2]等采用尼龙网架法和根系双向切片法分析了玉米根系的生长动态及其土层分布。李亚兵^[3]等采用 DT-SCAN 法对棉花根系进行了研究,相对而言,DT-SCAN 法能便捷而准确地获得作物根系的根表面积、根平均直径、根长度及根的总量等重要参数。本研究采用该方法对 4 个玉米品种的根系分布情况及其与产量的关系做了一些初步研究,试图能获得一些规律性的结果,为玉米栽培的水肥管理提供依据。

1 材料与方法

试验于 2000~2001 年在中国农科院棉花研究所玉米试验田进行,土壤为壤质土,肥力中等。选用的品种有掖单 22、豫玉 22、登海 9 号和农大 108 这 4 个品种;试验均按 60 cm×30 cm 的行株距种植,行长 5 m,小区面积为 15 m²,3 次重复。常规方法进行田间管理。

采用土钻法挖掘根系样本,选完全株,分别在株旁(1/4 行距)、株间(1/2 株距)、行间(1/2 行距)来取样。用土钻垂直向下钻 100 cm,每 10 cm 作为一个样本,每样本用冲根器冲洗干净,检出根系摆放到玻璃板上,用 DT-SCAN 软件及扫描仪扫描,并自动记录,然后用专用软件分析并计算出描述根系的各种参数。

在苗出齐后 20 天开始取样,以后每隔 15 天取一次样;即分别在 7 月 14 日、7 月 29 日、8 月 13 日、8 月 28 日、9 月 12 日和 9 月 25 日取样,共 6 次;同时,用叶面积仪测定叶面积和地上部分茎叶和穗重,并用电脑处理各项数据。

2 结果与分析

2.1 根表面积在土壤中的垂直和水平分布

根表面积在土壤中的垂直分布规律如图 1 所示。掖单 22 在 10~40 cm 土层内根表面积在 1 800 cm² 范围内,40 cm 土层以后,开始下降,但仍保持在 1 400 cm² 左右,70 cm 土层后迅速减少;豫玉 22 在 10~30 cm 土层内根表面积呈上升趋势,30 cm 达到最大值 2 100 cm²,然后迅速减少到 1 400 cm²,以后平稳下降;登海 9 号在 10~30 cm 土层的根表面积在 2 700 cm² 左右且平稳,以后各土层迅速减少;农大 108 在 10~20 cm 土层增长最快,20 cm 时达到

最大值,然后迅速减少,它与登海 9 号规律相似。不同品种根表面积分布比例趋势基本一致,在 10~40 cm 的耕层内,占 50%~60%,50~70 cm 土层占 25%以上,80~100 cm 土层也都在 10%以上。但它们之间也有区别:登海 9 号和农大 108 在 10~40 cm 耕层占 62%左右,相对来说较大,而掖单 22、豫玉 22 却只有 55%左右;在 50~70 cm 土层内,掖单 22 和豫玉 22 所占比例较大,为 29%,而登海 9 号和农大 108 只占 25%;在 80~100 cm 土层内,豫玉 22 占 16%而登海 9 号只占 10.6%,相差较大。

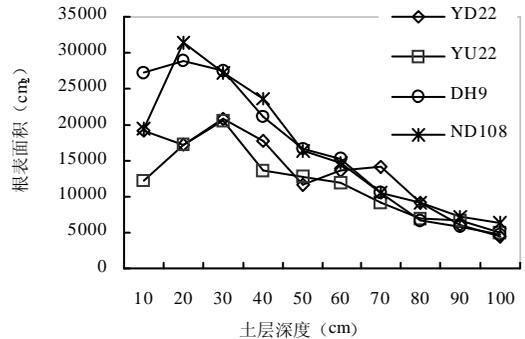


图 1 根表面积在土层中的纵向分布

根表面积在土壤中的水平分布规律如图 2 所示。四个品种的水平分布趋于一致,株边根系较多,以株为中心,由里到外逐渐减少。但 4 个品种也各有其特点:掖单 22 的根表面积在株边所占比例最大为 45.58%,株间次之,行间较小,随着距中心株的距离增加而减少;豫玉 22 则在行间分布所占比例较多,为 31.24%,远远超过其它 3 个品种,且株间分布较少;登海 9 号和农大 108 的分布规律基本相同,株边、株间所占比例各为 40%和 36%左右,行间为 24%左右,相差很小,分布较均匀。综上所述,不同品种根表面积水平分布比例显示品种间有差异:①豫玉 22 在株间分布较少,宜于缩小株距提高密度;②掖单 22、登海 9 号和农大 108 品种在行间分布只占 23%左右,可以用缩小行距来提高其密度。

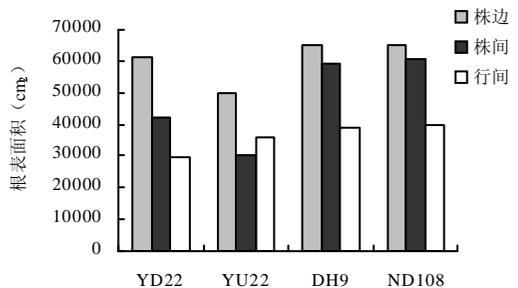


图 2 4 个品种在土壤中的水平分布

2.2 根直径在土壤中的分布规律

作物根直径的大小可以反映出根的健壮程度。从图 3 可以看出,4 个品种根直径的垂直分布规律:4 个品种的根直径具有相似的变化动态,在 20~40 cm 土层内相对较大,其它土层相对比较平稳,差别不大;但掖单 22 在 10~40 cm 土层相对较粗些,其它土层较细,其值相对于其它 3 个品种各层的值来说较小;豫玉 22 各层的值相对最大,较为粗壮;登海 9 号和农大 108 介于掖单 22 和豫玉 22 之间,它们变化规律相似。

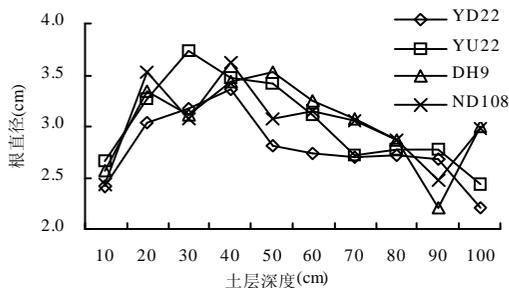


图 3 根直径的垂直分布规律

4 个品种根直径在不同时期的变化动态如图 4 所示。4 个品种的根直径在不同的时期表现不同,掖单 22 和豫玉 22 从 7 月 14 日到 8 月 15 日直径逐渐增大,8 月 15 日达到最大值,以后处于平稳期,9 月 12 日以后开始衰退,但衰退幅度不大,整个生育期比较平稳;登海 9 号有两个快速生长期,从 7 月 14 日到 7 月 29 日为第一个快速生长期,其生长幅度较小,以后稍有下降,到 8 月 29 日至 9 月 12 日开始第二个快速生长期,其生长幅度很大,然后迅速衰退;农大 108 在前期相对来讲增长幅度比较小,8 月 29 日以后快速生长,9 月 12 日以后又迅速衰退。

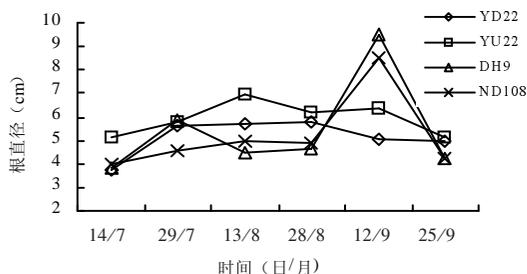


图 4 4 个品种不同时期根直径的变化

2.3 根长在土壤中的分布规律

4 个品种根长密度的分布动态:作物的根长密度反映了单位体积内根长的多少,能够充分显示作物根系的发展动态。4 个品种的根长密度与时间的关系如图 5 所示。

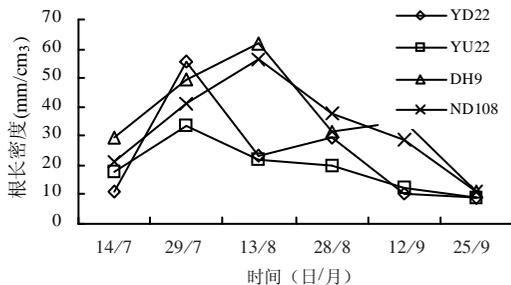


图 5 4 个品种根长密度分布规律

用时间与根长密度对 4 个品种根系发生规律进行曲线模拟,得到以下四个多项式回归方程:

$$Y_{\text{掖单 22}} = -1.4477x^4 + 22.886x^3 - 127.21x^2 + 280.4x - 162.19 \quad R^2 = 0.8023$$

$$Y_{\text{豫玉 22}} = -0.5923x^4 + 9.3413x^3 - 51.987x^2 + 113.75x - 52.568 \quad R^2 = 0.9403$$

$$Y_{\text{登海 9 号}} = -0.507x^4 + 8.2871x^3 - 50.883x^2 + 127.92x - 56.476 \quad R^2 = 0.8399$$

$$Y_{\text{农大 108}} = 0.2037x^4 - 1.8309x^3 - 2.2002x^2 + 39.512x - 14.918 \quad R^2 = 0.9446$$

其中: x 为距第一次取样的时间,15 天为一个单位,第一次取样为 7 月 14 日; Y 为各点每次取样的各层的总的根长密度。

对四个方程积分求导,可以得到根长密度与时间的关系曲线。从这四个方程的相关系数可以知道,它们都达到相关极显著水平;并可求出根长密度的峰值和达到峰值的时间分别为:掖单 22 于 7 月 29 日达到峰值,其峰值为 49.69 mm/cm³,在 7 月 29 日至 8 月 14 日这段时间下降较快,8 月 14~28 日较平稳,以后又快速下降;豫玉 22 于 7 月 28 日达到峰值,其峰值为 32.26 mm/cm³,在 7 月 29 日至 9 月 12 日这段时间下降较慢,较为平稳;登海 9 号于 8 月 2 日达到峰值,其峰值为 55.22 mm/cm³,在 8 月 2~29 日这段时间下降较快,在 8 月 29 日至 9 月 12 日这段时间较为平稳;农大 108 在 8 月 11 日才达到峰值,达到峰值的时间最晚,其峰值为 50.92 mm/cm³,在 8 月 11 日至 9 月 25 日这段时间下降较快。4 个品种达到峰值时间分别在播种后第 49、50、55 和 64 天,掖单 22 与豫玉 22 到达峰值的时间相差 1 天,掖单 22 峰值较大,但其波动也较大,且下降太快,影响其后期生长,地上部分的早衰也说明了这个问题,最终影响其产量水平。豫玉 22 到达峰值以后,保持平稳时间很长,这也说明了其根系活力较强,且其地上部分发育较好,持绿时间长,从而提高了产量。登海 9 号的峰值虽然最大,但其后期下降太快。农大 108 达

到峰值的时间最晚,在有限的生长期中,发根较慢,影响了地上部分的生长。

2.4 不同品种叶面积、茎秆重和穗重变化规律

在研究根系的同时,对4个品种的叶面积、茎秆重、穗重及地上部分干重作了进一步研究(图6)。4个品种变化规律趋势相同,在7月14~29日叶面积快速增加,7月29日以后进入抽穗期,叶面积增长减缓,基本保持在相同水平,8月28日以后开始衰退,这结果与4个品种的干物质积累和穗重的增加具有相同的规律,从出苗到7月14日4个品种的地上干重增长较慢。7月14日至8月13日这段时间,茎叶重迅速增长,增长速度很大,8月13日达到最大值,8月13~28日进入抽穗期,茎叶重不仅不增而且稍有下降,而穗重开始猛增,在8月28日至9月25日期间,茎叶重出现由减到增再减的波动过程,而穗重持续增长,这说明了在进行完生殖生长以后,茎叶与穗子又开始同步增长。从地上部分干重来看,从苗期开始,整个生育期内掖单22和豫玉22生长速度高于登海9号和农大108,特别在8月13日至9月12日这期间表现的更明显,这与其根系的分布及根的健壮程度关系很大。

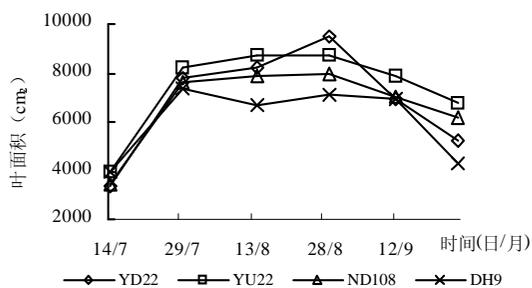


图6 4个品种的叶面积变化动态

3 小结

(1) 根表面积的垂直和水平分布:掖单22的根表面积主要在10~40 cm土层,距株15 cm的范围内相对比较集中,此特点有利于其合理密植,用高的密度来提高其产量;豫玉22根系分布比较分散,在较深较远的土层分布较多,这种分布有利于其充分利用水肥条件,特别是较深土层的水,它具有较强的抗旱性;登海9号和农大108根系垂直分布比较集中,主要分布于上层,水平分布均匀,因此,必须提供足够的水肥,才能发挥其潜力。

(2) 根直径生长和发展动态:掖单22无论从垂直、水平及不同生长时期,其根直径均小,表明其根系较弱,观察其地上部分,茎秆较细,叶子较窄,生物

量积累较慢;豫玉22根直径在各方面表现为最粗,较为强壮,能够充分利用各层土壤中的肥料和水分,表现为植株健壮,叶子宽厚,地上生物量积累较快;登海9号和农大108根直径在后期具有强大的优势,表现为持绿期明显延长,到收获时叶子还是绿色,后期积累也较长,较晚熟。

(3) 根长垂直分布主要集中在40 cm土层内,掖单22和豫玉22的值相对较小,登海9号和农大108的值较大;在10~40 cm土层中,掖单22和豫玉22占总量的50%多,而登海9号和农大108却占60%多;在50~70 cm土层中掖单22和豫玉22相对较低,占近30%,而登海9号和农大108只有23%左右;在80~100 cm土层中4个品种相差不大。

综上所述,玉米根系在土壤中的垂直分布为:在0~40 cm耕层占总根量的50%~60%,40~70 cm占25%~30%,70 cm以下深层相对较少。根系水平分布为:以株为中心由里向外逐渐减少,1/4行距处为40%~45%,1/2株距处为25%~30%,1/2行距处为20%~25%,但品种间也有差别。豫玉22根表面积分布比较分散,在较深的土层、较远的行间所占比例较大,株间分布较少。根直径在各个土层及整个生育期都较粗的特点,能充分利用水肥条件,具有较强的抗旱性,可适当缩小株距提高密度。掖单22根表面积分布相对集中,在较浅的土层和距中心株较近的范围内分布较多,根直径比较小,但其根长密度达到峰值的时间快,而且峰值较大,这种根系的分布有利于其地上物质的积累,可以通过减少行距和株距,增加密度来提高其产量。登海9号和农大108具有相似的根系分布,根表面积在10~40 cm占62%左右,相对集中,其它各层分布相对较少;根直径在吐丝孕穗后还有一个高峰,说明根系在后期还有潜力,但因根长密度达到峰值的时间太晚,较晚熟,在黄淮生态区,影响了其地上部的后期积累,最终影响了产量形成,可以用提高施肥量及适当早播等措施提高其增产潜力。

参考文献:

[1] 李少昆,等.玉米根系在土壤中的分布及与地上部分的关系[J].新疆农业科学,1992,(3):99-102.
 [2] 鄂玉江,等.玉米根系的生长规律及其与产量关系的研究[J].作物学报,1988,14(2):149-154.
 [3] 李亚兵,等.DT-SCAN在棉花根系研究中的应用[J].中国棉花,1999,(5):37-39.

联系电话:0372-2633253

E-mail: Liangwk@public.ayptt.ha.cn