

春小麦根系生长动态研究

赵爱芬 黄学文

(中国科学院兰州沙漠研究所, 兰州 730000)

要 摘 用玻璃管观测法研究了四个春小麦品种在不同施氮肥水平下和在无灌溉条件下的根系生长动态。用固定样方法调查了地上部分的生长发育动态。于成熟期测定了地上、地下生物量, 分析了不同施肥、土壤水分对小麦生长的影响。结果表明, 高施肥量可促进地上部分生物量增加, 但使地下部分生物量减少; 无灌溉条件下春小麦地下地上生物量比值高于灌溉条件下的春小麦。

关键词 春小麦 根系 生物量

植物根系在生态系统的能量流动及物质循环过程中的作用, 越来越多地受到生态学界及植物学界的重视。近十多年来, 国外对植物根系的研究报道很多, 如大麦、烟草、草莓、马铃薯和对灌木、草地等方面的研究。在野外条件下, 研究根系的生长动态, 较多采用的是玻璃管观测法、土壤柱法和网袋法。这几种方法的最大优点是破坏性小, 甚至不破坏地上部分, 且省时省力。国内尚未见到应用这些方法的报道。作者从瑞典农业大学生态和环境系引进这几种方法, 对几个春小麦品种的根系进行了初步研究, 对地上部分蘖动态和生物量也进行了观测, 并分析比较了地上、地下部分的相互关系, 为进一步研究农田生态系统提供参考。

1 地区概况和研究方法

1.1 地区概况

试验在内蒙古奈曼旗兰州沙漠所奈曼沙漠治理实验站进行。该站位于奈曼旗大沁他拉镇西北12km, 年均气温6.5℃, 7月平均气温23.5℃, 1月平均气温0~13.2℃, 无霜期151d (4月中旬至9月下旬), 年平均降水量388.9mm, 年蒸发量为1935mm, 3~5月大风次数较多, 有明显的春旱。1991年小麦生长期降水量为206.8mm, 其中每次降水量20mm以上的日期和水量分别是: 4月21日降21.1mm, 6月8日降22.9mm, 6月12日56.2mm, 6月29日29.2mm。

试验地土壤为风沙土, 0~30cm土层中有机质含量为0.617%, 全氮0.038%, 全磷(P_2O_5) 0.071%, 全钾(K_2O) 2.75%。

1.2 材料和处理

春小麦品种为高原602、85-7-1, 定西24。高原602进行正常灌溉 (全生育期共灌水4

次);施底肥磷酸二铵(含N 15%, P_2O_5 20%) $15g/m^2$;农家肥 $2.25kg/m^2$ 。追肥为二个水平: N_1 为施尿素 $22.5g/m^2$, N_2 为 $37.5g/m^2$ 。分两次施完,每次各半,分别在分蘖期和拔节期施用。85-7-1和定西24两个品种为无灌溉试验,播种前试验地灌水一次,施底肥磷酸二铵 $22.5g/m^2$,农家肥用量同高原602。以后在生长期不施肥,不灌水。每10d测一次土壤含水量。

1991年4月1日播种,4月20日出苗。高原602两个处理基本苗分别为31.5万株/亩(N_1)和35.1万株/亩(N_2)。85-7-1基本苗为23.2万株/亩,定西24为27.0万株/亩。

1.3 观测方法

1.3.1 地下部分观测 在每个处理的试验区沿对角线布置3个直径为7cm的有机玻璃观测管,相距1m。管子外壁画上方格系统。灌溉区的管长50cm,可观测到的面积为 $0.11m^2$;无灌溉区的管长1m,可观测面积为 $0.22m^2$ 。在麦茎间打好与观测管直径及深度相等的洞,小心将管插入,管壁与土体间的缝隙可用干土充填。小麦根系在分蘖时期即可生长到茎间管壁处,观测时用上部有灯的反射镜,电源为12伏的蓄电池,可清晰地数出每方格内的根数。一般将颜色发黑近于土色的根认为是死根,不在计数范围。每5d观测一次,至收割前一星期共观测12次。

收割时用土钻法调查地下现存生物量,取土钻直径为8cm、边缘有锯齿。在每个试验区的麦茎及茎间各选三个点取样,每层10cm,取至50cm深。每个处理相同层次的土样混合,做为该层次的样本。土壤稍加晾干,过0.5mm网眼筛,以除去大部分土壤,然后用水漂洗,洗去泥土,挑出其他杂物和明显的死根,将处理干净的小麦根系在 $80^\circ C$ 烘箱中烘12小时,即做为小麦地下部分现存生物量计算。

1.3.2 地上部分观察测定 在小区内随机选固定样方,每样方定二行,行长1m,出苗后10d开始查株记数,以后每隔10d观测一次,直至成熟,枯死植株不计。

生物量测定采用收获法。在成熟期每个处理取3个 $1m^2$ 的样方,齐地面剪下,样品带回室内将茎叶籽实分开,烘干分别称重。生物量值均为烘干重。

2 结果与分析

2.1 根系生长动态和地下生物量

图1和图2是玻璃管观测根系法的结果。可以看出,根的数量均在出苗后54天达到峰值(抽穗期),随后的10d内数量急剧减少(抽穗-灌浆期)。在峰值期,根的数量分别为:高原602的 N_1 处理是7440条/ m^2 , N_2 是6360条/ m^2 , 85-7-1是6020条/ m^2 , 定西24是5420条/ m^2 。旱地的两个品种根的数目出现了二个峰值,主要因土壤水分影响所致。

旱地小麦二个品种和高原602品种二个处理,其根系生长发育过程的增长趋势和达到峰值的时期基本相同,虽然两个旱地品种的植株密度较高原602为低,0~50cm深土壤层中根的数量却相差不多。

从垂直分布来看,根量高峰期高原602 N_1 处理的根数最多层在30~40cm,而 N_2 在10~20cm深;两个旱地品种0~20cm深土壤层分布的根量最多。在收获期,高原602根量比

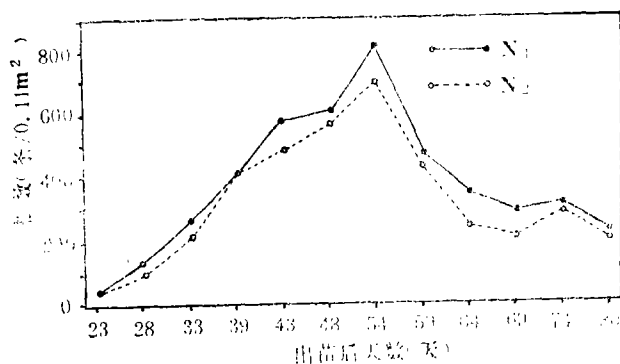


图1 高原602两个施氮量下根系动态
(观测管深50cm)

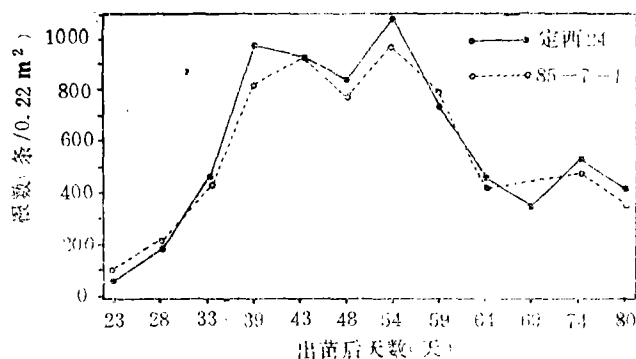


图2 旱地二个小麦品种根系动态
(观测管深100cm)

峰值期下降较多,根系最多层在30~40cm(图3)。旱地两个品种根的数量下降较少,在整个观测深度中分布较均匀(图4)。

收获期的地下部分的现存生物量,两个旱地品种明显高于高原602品种。0~50cm深土壤中,85-7-1的地下部分为472.8g/m²;定西24为400.0g/m²。其中0~10cm土层中根系生物量分别占到了64.8%和64.1%。高原602品种的两个处理,N₁的地下生物量又明显高于N₂处理,分别为365g/m²和226g/m²。第一层分别占总量的65.3%和68.2%,以下各层根系生物量分布较均匀。

2.2 地上部分分蘖动态和生物量

试验结果显示,至成熟期,高原602品种N₁处理的有效蘖占高峰期的58.1%,N₂处理的占47.2%。即对于高原602品种,分蘖期追施氮肥量高可促进分蘖,但从分蘖成穗率看,追施氮肥37.5g/m²的成穗率为10.7%。低于追施氮肥22.5g/m²的处理的13.0%。

两个旱地品种相比较,定西24的分蘖力强于85-7-1,但分蘖成穗率(14.4%)稍低于后者(16.7%)。这种差异是由品种特性引起的。

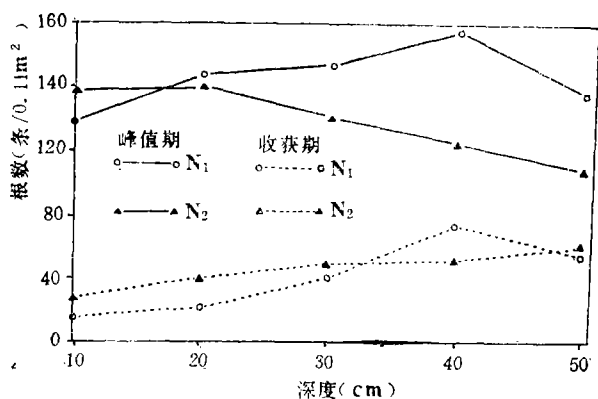


图3 高原602的两个施肥水平根系在峰值期和收获期的垂直分布

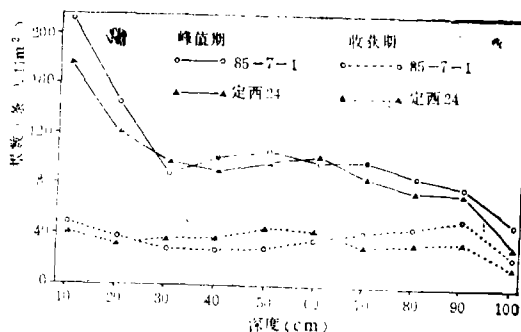


图4 旱地小麦根系在峰值期和收获期的垂直分布

收获期测定的地上部分生物量,施氮肥量高的高原602品种高于施氮水平低的,分别为 $1590.0\text{g}/\text{m}^2$ 和 $1470\text{g}/\text{m}^2$ 。两个旱地品种比较,定西24的地上生物量高于85-7-1,但是,试验结果表明,生物量高的经济产量却不一定高。高原602品种 N_2 处理的,每平方米的茎叶量比 N_1 处理高 153.5g ,但籽实量却比 N_1 处理少 33.5g 。定西24与85-7-1比较,前者每平方米茎叶量高于后者 333g ,而籽实量却少 163.6g 。

2.3 不同处理和品种的地上、地下部分生物量关系

施氮肥量和水分对春小麦地上地下器官的物质分配有明显的影响。就高原602品种而言,在施底肥磷酸二铵 $15\text{g}/\text{m}^2$ 和农家肥 $2.25\text{kg}/\text{m}^2$ 的基础上,再追施尿素 $37.5\text{g}/\text{m}^2$ 的管理下,有倒伏现象,地上部分茎叶占 63.0% ,高于追施尿素 $22.5\text{g}/\text{m}^2$ 的处理(57.7%)。从子实产量看,前者也少于后者。旱地两个品种间差异较大,定西24的耐旱性高于85-7-1,在本试验中,生长季降雨量较多,高于同期平均值,定西24地上部分营养生长过旺,田间出现轻微倒伏现象,其茎叶重占地上部分生物量的 75% ,而85-7-1仅占 57.1% (见附表)。

附表 小麦的总生物量及地下地上部分比值(收获期,单位: g/m^2)

品种(处理)	总生物量	地下部分	地上部分	地下/地上
高原602 N_1	1835.0	365.0	1470.0	0.25
高原602 N_2	1816.0	226.0	1590.0	0.14
定西24	1719.4	400.0	1319.4	0.30
85-7-1	1622.8	472.8	1150.0	0.41

3 讨论

小麦根系的生长与地上部分的生长发育有相似之处,都有明显的峰值,但地上部分分蘖峰值要比根系峰值提早25d左右。地上部分相对生长率出苗后至抽穗前较高(肖瑜、陈集

贤, 1990)。其最大值出现在分蘖期, 抽穗至成熟期逐渐降低。根系的生长活动在抽穗期前也一直处于旺盛期, 其最大值在抽穗期。据黄相国、高国强(1988)研究, 地上部分的衰老是在旗叶完全展开后开始的, 根系活动的减弱也开始于这一时期, 表明了地上部分向地下部分的物质输送开始减弱或停止, 营养物质向穗集中。

85-7-1和定西24这两个耐旱品种在无灌溉条件下根的生长曲线表现为两个峰值。经分析土壤含水量可知, 根生长达到第一峰值时(5月28日)土壤含水量在0~20cm层已降至6%, 5月28日至6月6日无水补充, 至6月6日, 土壤含水量在0~30cm已降至6%以下, 在1m以内的根系生长层降至8%以下, 土壤水分成为生长的限制因子。据测定, 砂壤土小麦的凋萎系数为6.3%, 细砂土条件下为3.3%。本实验区土壤介于这两者之间, 因此6%以下的土壤含水量已构成水分严重亏缺, 使根系生长出现低谷。6月7日至12日降雨三次, 总量达89.5mm, 补充了土壤水分, 根系生长又一次活跃, 达到最大值。随着地上部分开始成熟, 根的生长活动开始减弱。从旱地两个品种的表现看, 在当年的降雨条件下, 85-7-1生长较好, 主根发达, 物质分配合理, 经济产量高。

Hansson^[1]研究表明, 施氮肥在一定量内与植物根系的生长成正相关, 但超过最适量后, 根系生物量却与施氮量成反相关。本试验表明, 在当时的气候与土壤条件下, 对高原602品种的高肥处理(N_2), 总施肥量折合成纯氮量为 $17.25g/m^2$, 已超过最适量, 表现为根系生物量较低肥处理(N_1)($10.25g/m^2$ 纯氮量)减少近40%, 而且地上部分生长期延长4d, 有倒伏现象, 产量与经济系数都较 N_1 处理低。与地下部分相比, 无机营养对地上部分的生长促进作用更大, 并且减少了地下地上生物量的比值^[1], 本实验也证实了这一结果。

参 考 文 献

- 1 徐萌, 山仑. 无机营养对春小麦抗旱适应性的影响. 植物生态学与地植物学报, 1991 (15): 1
- 2 Hansson A-C, Pettersson R and Paustian K. Shoot and root production and nitrogen uptake in barley, with and without nitrogen fertilization. Journal of Agronomy and Crop Science, 1987, 158: 163~171
- 3 Beyrouthy C A, Wells B R. Characterization of Rice Roots Using a Minirhizotron Technique. ASA Special Publication, No. 50, 1987
- 4 Bøhm W. Method of Studying Root Systems. Ecological Studies, 1979(33): 61~75

A Preliminary Study on Root Growth Dynamics of Spring Wheat

Zhao Aifen

Huang Xuewen

(Lanzhou Desert Research Institute, Academia Sinica, Lanzhou)

Abstract Root growth dynamics of four spring wheat varieties in different nitrogen levels and under no-irrigated conditions were observed by using minirhizotron technique. The growth dynamics of above-ground parts investigated by the method of fixed sample. Below- and above-ground biomass in ripening stage was also measured. After 54 days of seedling emergence the root amounts reached maximum level. Root biomass of plants fertilized with 37.5g/m^2 of pure nitrogen was less than that of the plants fertilized with 22.5g/m^2 of nitrogen. Otherwise, the state of the above-ground biomass was opposite. The specific value of the below- and above-ground biomass of the plants under no-irrigated condition was greater than that under irrigated condition.

Key words: Spring wheat, Root system, Growth dynamics, Biomass