

不同水分条件下沙地花生的根冠发育动态分析^①

姚春梅^② 杨培岭 郝仲勇 王泉海

(中国农业大学水利与土木工程学院) (河北省大名县农业局)

摘 要 通过对不同水分条件下花生生长过程中根冠干物质累积动态的试验研究和分析,可知花针期在花生生长过程中属敏感期,如在此期缺水,根冠生长均受到抑制,根冠干物质固有的累积比例和生长速度均会发生变化。此项工作为进一步研究花生最佳根冠比和花生的适时适量灌溉提供了依据。

关键词 花生; 土壤水分; 根冠发育

分类号 S 565.207.1

Dynamic Analysis on Root/Shoot Development of Peanut Under Different Water Regimes

Yao Chunmei Yang Peiling Hao Zhongyong

(College of Water Conservancy and
Civil Engineering, CAU)

Wang Quanhai

(Agricultural Board of Daming County,
Hebei Province)

Abstract Root/shoot development of peanut under different water regimes was studied and analyzed dynamically. The results showed that the stage of the flower needle is sensitive during peanut lifetime. Lacking water in this period will limit the growth of root and shoot, the dry-weight proportion and growing rate will also be changed. The further research on the best ratio of root/shoot and suitable irrigation method can be expected.

Key words peanut; soil water content; root/shoot development

本试验区位于黄淮海平原河北省大名县境内的卫河以东的黄河古道。土质为细质沙土,持水性弱,漏水性强。花生是当地的主要经济作物之一,研究花生的需水特点及适宜灌溉制度很有意义。目前对于作物需水特点的研究,作物根冠界面是研究中心。冠层位于地面以上,较易观察与测量,而根系埋在土中,是个“黑色系统”,不易观测与研究^[1]。对小麦根冠发育动态已有人在研究,对于花生则主要集中在灌溉制度的研究上,很少把地上部冠层和地下部根系结合起来研究;而它们是一个密不可分的整体,研究不同水分条件下根冠发育动态,可以为进一步研究花生的最佳根冠比、利用冠层反映根系吸水性能及花生的灌溉制度提供理论依据。

1 试验区基本条件及试验处理

试验地形属黄河故道冲击平原,土壤类型为细沙、粉砂质壤土(表1)。年降水量一般为600 mm,土壤水下渗快,无地表径流。

收稿日期:1999-03-04

①河北省重点试验区项目

②姚春梅,北京清华东路17号 中国农业大学(东校区)56信箱,100083

表1 土壤质地及水分参数测定结果

土壤深度/ cm	土壤质地	$\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	饱和含水率/%		田间持水率/%	
			质量	容积	质量	容积
0~20	沙质壤土	1.20	40.82	48.98	14.65	17.52
20~45	沙质壤土	1.35	34.81	46.99	17.46	23.57
45~93	粉沙质壤土	1.43	33.33	47.66	27.54	39.38
93~155	粉沙质粘壤土	1.31	36.74	48.13	28.30	37.07
155~200	粉沙土	1.43	35.22	50.36	27.30	39.04

试验小区前茬作物为冬小麦,6月15日夏花生(农花5号)播种。每个处理3次重复,共6个小区。每个小区面积为 $4\text{ m}\times 15\text{ m}$,四周保护行宽1 m,小区间保护行宽0.5 m。采用管道输水,每次每小区灌水量为 1 m^3 ,由水表控制水量。

为了充分揭示花生根冠受土壤水分环境的影响程度与消长规律,设计如表2所示的试验处理。

表2 试验处理

处理	幼苗期	花针期	结荚期	饱果成熟期
处理1(高水)		花针期前始浇一水		
处理2(低水)		花针期前开始遮雨	不遮	不遮
说明	发芽至幼苗期 水分差异相同	设置防雨棚遮挡 降水(处理2)	水分差异相同	水分差异相同

2 观测项目及测定方法

冠层和根系样本获取。以株体为中心测出面积为 $15\text{ cm}\times 15\text{ cm}$ 、深度为40 cm土体的花生根系,尽量保持根冠样本的完整,经过仔细筛分、挑选、冲洗、去杂,拍照后,分别依次测出各参数。每处理3次重复,各取20株。

冠部生长参数测定。分别于花生生长的主要发育阶段(幼苗期、花针期、荚果膨大期、饱果成熟期、产量形成期)测定主茎高、侧枝长、侧枝数、叶面积与干物质质量。

根据经验公式^[1]计算叶面积:

$$\text{叶面积} = \text{叶长} \times \text{叶宽} \times 0.8$$

其中:叶长,从叶枕到叶尖的距离;叶宽,叶片中部最宽处长度。

叶面积指数 $I = \text{叶面积} / (\text{株距} \times \text{行距})$ 。

株高量测方法:测从茎的最基部到最上一片叶顶端的距离。

根部生长参数测定。根据花生根系的构成特点和生长特点,分别测定根系的干物质质量、主根长、主根直径、侧根数,统计出主根分侧根的区段和分生的位置。

采用交叉法^[2]测出根系长度。公式为

$$L = (11/14)N\alpha$$

式中: L 为根系总长度,cm; N 为根与纵横框格交叉点总数; α 为网格单位。

花生干物质质量测定采用烘干法。将干净根冠样在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下杀青 $0.5\sim 2.0\text{ h}$,然后置于

70 ℃恒温下烘干 48 h 后测定。

土壤含水率测定。采用土钻,每 10 d 取样,测深分别为 0~10,10~20,⋯,90~100 cm,2 次重复。

浇水和降雨后第 2 天加测 1 次,2 次重复。

花生全生育期的降雨、风速、日照时间、日最大蒸发量和日平均蒸发量测定。根据试验站气象站资料。

产量测定。选定 2 m×2 m 面积上有代表性的花生,测定其荚果产量;各种处理另选 20 株作为详细考种样品。分别测定单株荚果质量、饱果质量、百果质量和百仁质量,以及出仁率等参数。

3 结果与动态分析

3.1 根冠干物质累积

根冠干物质累积动态同时受到遗传特性和生长环境的影响,水分在土壤环境中起主导作用。

在正常土壤水分状况(即高水处理)下,花生根冠干物质的累积过程,呈低—高一低的发展趋势,在荚果膨大期达到顶峰,如图 1。在荚果膨大期之前,根冠都在生长,干物质增长,根系生长速度大于死亡速度;之后,根系死亡速度大于生长速度,冠部叶子开始脱落,凋落的叶片超过新长叶片,干物质减少。2 种水分情况比较,似乎缺水处理延缓了成熟期,从最后产量看,终因花少、果少、饱果少而使产量偏低。

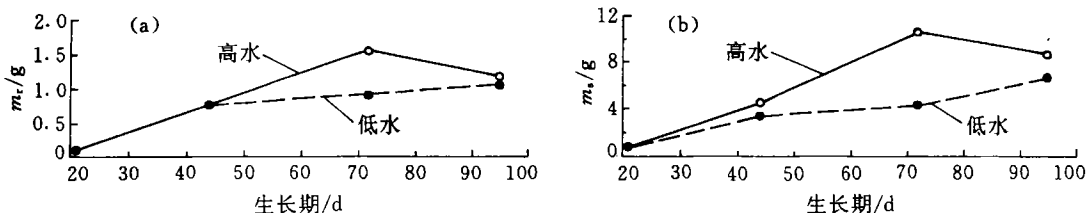


图 1 各处理根系(a)和冠层(b)干物质的累积动态

(m_r , m_s 分别为根系和冠层干物质质量)

在花针期至荚果膨大期,由于受水分胁迫(即低水处理下),根冠干物质累积动态呈一直上升趋势,如图 1 所示。受水分胁迫(即缺水)后根冠生长缓慢,复水后生长迅速。其干物质在整个生育期尽管复水后生长很快,但也很难超过正常水分条件下的生长状况。主要是作物体内缺水,营养物质输送和正常的生理活动受到阻碍,作物正常生长受到影响。从图 1(a)看出生育末期高水和低水处理的根部干物质累积趋于一致,水分欠缺后,根部生长一直处于增长的趋势。

为保证全苗,幼苗期末做水分处理,各处理根冠生长量基本一致。在花针期给处理 2 设置防雨棚遮挡了 42.9 mm 的降水,之后土壤水分有了差别,根冠生长相应出现差异,呈水量越大,根冠生长量越大趋势,外观特点是根旺苗壮。

高水处理(正常水分)根量在荚果膨大期达到最大,缺水处理(低水)在饱果成熟期达到最大,供水量较多的处理,根冠干物质累积量较大。田间灌溉试验中经常显示出根冠干物质随水分供应增加而加大的特征^[3~5]。土壤水分不同造成的差别,主要是由于土壤水分较少的处理限

制了根系功能,进而阻碍了冠层光合功能发挥,降低了净光合量,削弱了根冠功能结构的建造,由此进一步减少了净同化物合成,最终导致了根冠生长量均降低。

3.2 植株主茎生长

在正常土壤水分状况(即高水处理)下,在整个生育期主茎一直处于增长的趋势,荚果膨大期前增长快,之后增长缓慢,到了后期基本趋于稳定,如图2(a)所示。在花针期至荚果膨大期受水分胁迫(即低水处理下),受水分胁迫之前主茎增长趋势同高水处理,之后增长较高水处理缓慢,荚果膨大期之后增长也基本趋于稳定。由图2(a)可见,低水处理比高水处理的植株矮,并提前达到稳定。

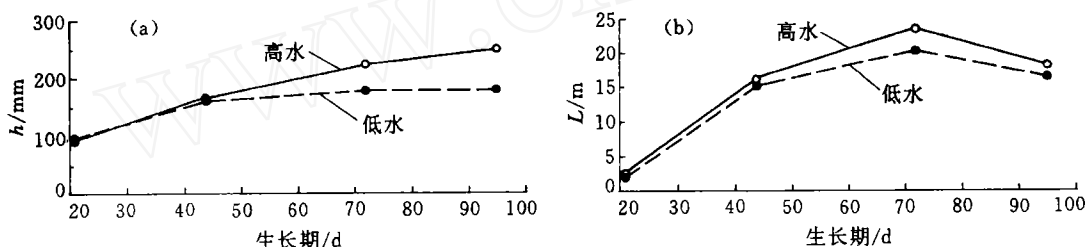


图2 各处理主茎高 h (a)和总根长 L (b)增长过程

3.3 根系生长

在正常土壤水分状况(即高水处理)和花针期至荚果膨大期受水分胁迫(即低水处理)条件下,总根长在整個生育期均呈低—高一低趋势,均在荚果膨大期达到顶峰,只是低水处理受水分胁迫后总根长增长趋势低于高水处理,如图2(b)所示。结合图1(a)可知,对于受水分胁迫处理,过了荚果膨大期根系死亡速度并未减慢,补偿行动主要反映在根系(包括主根及侧根)偏重于横向增长而不再是纵向增长,纵向死亡速度及数量大于新生。从图1(a)和图2(b)可以看出,这一阶段为了适应环境的变化根部还在继续生长,只是生长规模和速度受到限制。

3.4 植株叶面指数在整个生育期的变化

在正常土壤水分状况(即高水处理)下,叶面指数在整个生育期均呈低—高一低的趋势。在花针期至荚果膨大期受水分胁迫(即低水处理)条件下,复水前叶面指数变化平稳,如图3所示。结合图2(a)和图1(b)可知:在这种情况下,冠部生长基本处于停滞状态;在荚果膨大期复水后,叶面生长迅速,但还没有超过正常土壤水分状况(即高水处理)下的生长规模;低水处理叶面积指数比高水处理减小了,株高相应明显变矮。

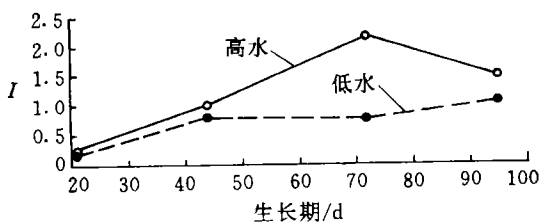


图3 各处理叶面指数 I 的变化过程

叶片是光合、蒸腾的主要场所,叶肉细胞扩张与叶片生长对水分条件相当敏感^[4]。众多学者将水分对根冠生长速率及干物质累积量的影响主要归因于叶面积变化,笔者据本实验结果支持这种观点。

4 结 论

通过以上试验研究,可得出如下几点初步认识:

1)水量愈大,根冠生物量愈大,反映出根小苗弱,根壮苗旺的特征。花针期受水分胁迫后,叶面指数比正常小,植株也矮,主茎生长受到抑制并提前趋于稳定。

2)在花针期受到水分胁迫时,根系生长被抑制的结果导致冠层生长受到的抑制更大。对花生根的纵向生长趋势影响不大,只是根系偏重于横向生长。

3)花针期是水分敏感期,此时受到水分胁迫,复水后尽管根冠生长均有恢复到本属种特定的生长趋势,但都难超过正常生长状况。想通过轻微水分胁迫再复水以促进生长来提高水分利用率,也要避开花针期;否则造成的后果是日后复水也难以弥补的。

参 考 文 献

- 1 杨培岭. 根系生长与水、土环境关系的研究:[学位论文]. 北京:北京农业大学,1993
- 2 伯姆 W 著. 根系研究法. 薛德裕,谭协麟译. 北京:科学出版社,1985. 28~32,152~154,177~181
- 3 马瑞昆,赛家利,贾秀领,等. 供水深度与冬小麦根系发育的关系. 干旱地区农业研究,1991,32(3):1~9
- 4 冯广龙. 土壤水对根冠系统影响的试验与模拟研究:[学位论文]. 北京:北京农业大学,1995
- 5 Barraclough P B. The growth and activity of winter wheat roots in the field; root growth of high-yielding crops in relation to shoot growth. J Agric Sic, 1984,103:439~442