

土壤容重对玉米苗期生长的影响

李潮海 周顺利

(河南农业大学, 郑州 450002)

摘 要 在控制水分、肥料的条件下, 用盆栽试验研究土壤容重对玉米苗期生长的影响。结果表明, 土壤容重对玉米苗期生长影响显著。随着土壤容重的变化, 玉米根系及地上部都随之发生一定的变化。在一定范围内, 随着土壤容重的增加, 玉米的根长逐渐变短, 而其直径则逐渐变粗。同时根干重及株高等均与土壤容重呈显著或极显著的线性回归关系, 表现为负相关。而就地上部干重及 T/R 值(冠/根比值)来讲, 则呈现二次曲线关系, 当容重为 $1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 左右时达到最大值。另外土壤容重对玉米叶片生长也有一定的影响。

关键词 玉米 苗期生长 土壤容重 土壤物理性状

玉米是一种增产潜力很大的作物, 而发挥其潜力的主要途径之一就是要创造一个良好的土壤环境。土壤容重是衡量土壤质量的一个重要指标。土壤容重不同, 所表现出的有效水分、导热率、气体比例等物理性状也不相同, 因此对作物生长发育将产生不同的影响。黄细喜^[1]研究发现, 在土壤容重增大的情况下, 会降低土壤水分和气体含量, 同时土壤的机械阻力相应增加, 从而延缓小麦根系的生长。Logsdon^[5]等研究认为, 随着土壤容重的增加, 6日龄玉米苗的根长呈线性下降, 而根粗则呈线性增加。另外 Bar Yosef 等也研究了土壤容重和基质势对玉米及棉花根系生长的影响。前人虽在土壤容重对玉米生长的影响方面作了一些工作, 但多偏重于根系, 而将地上、地下两部分结合起来研究者较少。本研究的目的在于系统地研究土壤容重对玉米苗期生长的影响, 找出玉米生长的适宜土壤容重指标, 为玉米高产栽培提供依据。

1 材料和方法

试验于1992年在本校进行, 采用盆栽方式, 盆子为内高25cm、内径19cm的米氏盆, 按土壤容重设1.00, 1.15, 1.30, 1.45和 $1.60\text{g}/\text{cm}^3$ 5个处理, 5次重复。试验用土壤取自校农作一站, 土质为砂壤, 物理性粘粒18.9%。取回的土壤晾晒至含水量为6%左右时粉碎过2.5mm筛, 充分混匀后按试验要求装盆。

供试玉米杂交种为掖单13号。5月30日播种, 每盆播5粒, 3叶时间去2株, 5叶时再间去2株, 最后每盆留苗一株。玉米长至拔节期取样冲根, 对根系及地上部

有关性状进行调查。

2 结果与分析

2.1 土壤容重对玉米根系生长的影响

2.1.1 对玉米根长的影响 据对所得资料的分析发现(表1),不同容重土壤上生长的玉米,其根长差异十分明显。随着土壤容重的增加,不论是胚根还是节根(1~4层),长度均逐渐减小。如土壤容重为1.15g/cm³和1.60g/cm³的两个处理,根层数相同,但前者总根长为1156.50cm,后者为551.70cm,前者为后者的2.1倍。说明疏松的土壤环境能够促进根系向纵深发展,这与Logsdon所得结论是一致的。第5层节根表现无规律性,这是因为调查时该层根刚长出不久,还未生长至土壤下层,而表层土壤由于播种等作业影响及土壤浇水后表现出的湿胀干缩等特性,使各处理之间的容重通过土壤的自动调节作用而趋向一致,因此对根长的影响也随之减小。

表1 土壤容重对玉米苗期根长的影响

土壤容重 (g/cm ³)	胚根长 (cm)	节根长(cm)					根总长度 (cm)
		第1层	第2层	第3层	第4层	第5层	
1.00	74.45	61.70	54.20	35.20	25.50	—	1156.30
1.15	75.23	61.80	42.80	30.50	24.00	2.10	1156.50
1.30	49.20	43.48	40.50	31.60	22.80	1.90	862.60
1.45	37.20	28.50	27.30	25.10	17.50	2.90	629.00
1.60	35.20	27.50	21.80	19.20	15.40	2.02	551.70

注:① $Y=2383.24-1169.94X$ $r=-0.9667^{**}$ (Y 为初生根和第1~4层节根总长度);②每层根长为该层各条根的平均长度。

2.1.2 对玉米根粗的影响 对玉米节根直径的调查结果(表2)表明:同一节位上根的直径随着土壤容重的增加而增加,两者呈正的线性关系。即土壤容重越高,根直径越粗。其相关方程为: $Y=0.823+0.51X$ ($r=0.9576^{**}$)。在容重为1.60g/cm³的土壤上生长的玉米1~4层节根平均直径比在容重为1.00g/cm³的土壤上生长的玉米根直径增粗24%。

表2 土壤容重对玉米苗期节根直径的影响

土壤容重 (g/cm ³)	节根直径(mm)					平均 (1~4层)
	第1层	第2层	第3层	第4层	第5层	
1.00	0.83	1.14	1.43	1.78	—	1.295
1.15	0.91	1.20	1.61	1.98	2.82	1.425
1.30	0.96	1.30	1.70	2.16	3.71	1.535
1.45	1.01	1.36	1.75	2.16	3.78	1.570
1.60	1.00	1.37	1.87	2.18	3.53	1.605

2.1.3 对玉米根干重的影响 土壤容重对玉米根干重的影响与根长表现趋势一致。即随着土壤容重增大,根干重逐渐减小。当土壤容重分别为1.00, 1.15, 1.30, 1.45, 1.60g/cm³

时，根干重依次为 2.196, 2.085, 1.951, 1.685, 1.232g/株。土壤容重由 1.00 增大到 1.30 时，根干重下降 12.6%，但当土壤容重增至 1.45g/cm³ 时，降低 30%，而当容重增大到 1.60g/cm³ 时，根干重较容重为 1.00g/cm³ 时下降 78.3%。因此，从有利于根系生长方面考虑，在农业生产上对质地粘重的土壤应通过深耕及早期中耕等措施，疏松土壤，降低土壤容重，这样不仅可使根系扎得深，也有利于根量的增加。

1.2 土壤容重对玉米苗期地上部生长的影响

2.2.1 对玉米苗期株高的影响 由图 2 可以看出，玉米株高与土壤容重呈负的直线回归关系，即土壤容重越高，玉米植株越低。这与根长的变化趋势完全一致，但没有根长变化幅度大，土壤容重由 1.00g/cm³ 增大到 1.60g/cm³ 时，株高由 86.5cm 降低到 78.0cm，下降 11%，而各层根长则下降 1 倍左右。

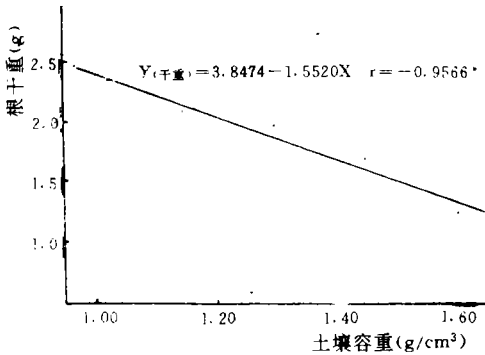


图 1 土壤容重对玉米根干重的影响

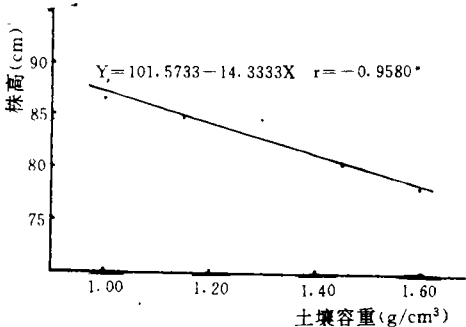


图 2 土壤容重对玉米株高的影响

2.3 玉米叶面积与土壤容重的关系 (单位:cm²)

土壤容重 (g/cm ³)	叶序						单株叶面积
	1	2	3	4	5	6	
1.00	5.76	18.70	37.12	64.36	85.89	127.52	339.35
1.15	6.24	18.66	37.15	65.39	91.50	143.66	362.60
1.30	7.70	20.06	39.80	69.54	105.64	149.36	392.10
1.45	6.93	18.03	34.09	68.46	104.17	148.08	379.76
1.60	6.35	17.01	33.92	64.13	101.36	146.48	369.25

注: $Y_{总叶面积} = -270.2024 + 955.5626X - 347.7891X^2$ ($r = 0.9608^{**}$)

2.2 对玉米叶片生长的影响 各叶位叶片展开后对其叶面积进行了测定。结果表明，同一位单叶的叶面积以及拔节期单株叶面积均表现为开始随着容重的增加而增大，达一定值后又随着容重的增大而减小，在容重为 1.30g/cm³ 时叶面积达最大值，土壤容重与单株叶面积呈显著的二次曲线关系。由此看出，只有土壤松紧适宜时，才最有利于叶片生长，这与根系生长对土壤容重的反应是不同的。

2.2.3 对玉米地上部干物重的影响 玉米地上部干物重受土壤容重影响较大，两者呈现显

著的二次曲线关系。由图 3 可以看出, 土壤容重在 $1.20 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 之间, 地上部干重达最大值, 实测结果在 1.30 g/cm^3 时单株干物重最高, 为 7.1 g/株 , 而土壤容重为 1.00 和 1.60 g/cm^3 时, 单株干重分别为 6.7 g 和 5.65 g , 较容重为 1.30 g/cm^3 时分别降低 6% 和 25.6% 。可见容重过大过小都不利于地上部生长。但对玉米来讲, 过于紧实的土壤对玉米生长更为不利。

由以上结果看出, 玉米地上部的生长需要一个适宜的土壤松紧度, 虽然土壤越疏松, 玉米株高增长越快, 但其生物量及叶面积则明显不如中间处理的效果好。在过于疏松的土壤上玉米生长表现为纵向生长较快, 横向生长则较慢, 植株从总体上看表现为瘦高, 而中间处理水平的玉米则长的比较稳健、敦实, 这将是玉米高产的重要基础。而高容重土壤上的玉米, 不论从株高、叶面积、地上部干重都显著降低, 长的矮小, 是难以获得高产的。

2.3 土壤容重与玉米冠根 (T/R) 比值的关系

玉米苗期的 T/R 值与土壤容重的关系表现为二次曲线关系。从图 4 可以看出, 玉米的冠根比值在容重为 1.30 g/cm^3 左右时最大, 为 3.62 。但作物高产需要一个适宜的冠根比值。据黄细喜^[1]研究, 对小麦产量形成最有利的 T/R 率苗期为 $2.0 \sim 2.4$, 而具体到玉米苗期的最适 T/R 率还有待于进一步研究。

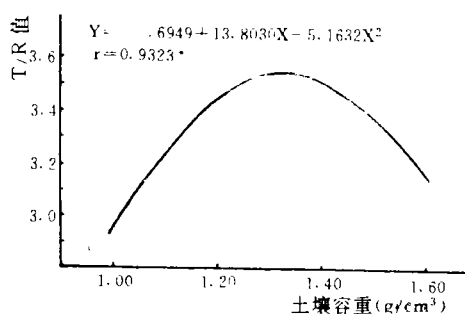


图 3 土壤容重对玉米地上部干重的影响

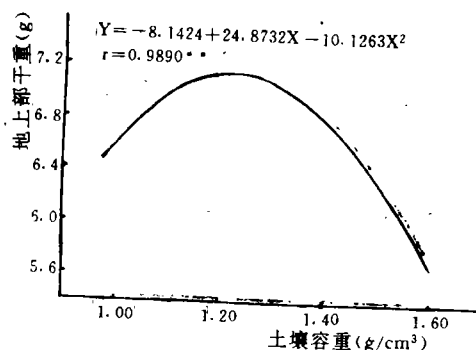


图 4 土壤容重与 T/R 值的关系

3 讨论

3.1 试验过程中土壤容重的变化

在试验过程中, 由于一些因素的影响及土壤自身的调节作用, 使土壤容重发生一定的变化。低容重的处理在试验前期容重基本上保持不变, 但由于定期浇水, 土壤逐渐沉实, 使容重有所增大。高容重处理由于土壤本身的湿胀干缩性能, 本身的容重随着时间延长及土壤水分作用而有所变小。据取样前实测, 土壤容重的变化为: $1.00 \rightarrow 1.08$, $1.15 \rightarrow 1.20$, 1.30 不变, $1.45 \rightarrow 1.41$, $1.60 \rightarrow 1.56 \text{ g/cm}^3$, 总的趋势是小 \rightarrow 大, 大 \rightarrow 小。本文中, 由于土壤容重的变化与设计容重相比, 并未发生显著变化, 尤其是土壤容重变化趋势仍与原设计容重相同, 因此在分析时, 仍采用了原设计土壤容重。

3.2 土壤容重对玉米生长的影响问题

由本试验结果可以看出, 培育玉米壮苗需要一个适宜的土壤紧实度, 但地上地下两部分对土壤容重的反应不同。对根系来讲, 土壤越疏松, 根系生长得越好。在本试验范围内, 根系的生长(除直径外)与土壤容重呈负的线性回归关系。在土壤容重增大时, 根系的伸长生长直线下降, 根量也直线减少。另外土壤越紧实, 透水性、透气性越差, 根系难以很好生长。杰来任科盆栽试验^[4]表明, 在通气良好条件下, 玉米单株根系平均重量为 29.9g, 而在通气不良时为 20.7g。巴芝琳娜^[4]指出, 在营养液中加 8.5~2.0mg/L 氧时, 根系的呼吸作用强烈地进行, 但当氧含量降低到 2mg/L 以下时, 根系生长显著受到抑制, 而含氧量降低到 0.9mg/L 时, 则生长完全停止。玉米地上部生长与土壤容重呈二次曲线关系, 在土壤过松过紧时, 生长量均下降, 在土壤容重为 1.20~1.30g/cm³ 时, 地上部叶面积和干物重最大, 这可能与不同容重土壤同化产物的分配不同有关。因此, 要使玉米地上地下两部分都能很好生长, 土壤容重维持在 1.2~1.3g/cm³ 时较好。

本试验仅研究了土壤容重对玉米苗期生长的影响。至于对玉米中后期生长发育及产量形成的影响, 还有待于进一步研究。

参 考 文 献

- 1 黄细喜. 土壤紧实度及层次对小麦生长的影响. 土壤学报, 1988, 25 (1): 59~65
- 2 任其云, 杜成贵, 刘正蒙. 玉米苗期根系生态生理研究. 作物学报, 1982, 8 (3): 169~177
- 3 李笃仁, 高绪科, 汪德水. 土壤紧实度对作物根系生长的影响. 土壤通报, 1982, 13 (3): 20~22
- 4 [苏] 斯鲁哈伊著 Цн. 丁希泉等译. 玉米的水分状况与矿质营养. 长春: 吉林人民出版社, 1979, 9~10
- 5 Logsdon SD, Reneau RB et al. Corn seedling root growth as influenced by soil physical properties. Agronomy Journal, 1987, 79(2): 221~224
- 6 Atwell BJ, Steer BT. The effect of oxygen deficiency on uptake and distribution of nutrients in maize plants. Plant and Soil, 1990, 122(1): 1~8

Influence of Volume Weight of Soil on Maize Seedlings Growth

Li Chaohai

Zhou Shunli

(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002)

Abstract The influence of volume weight of soil on maize seedlings growth was researched under condition of controlling water and fertilizers. The results indicated that the influence of volume weight of soil on maize seedlings growth was significant. Following soil volume weight change, maize root and its aerial part all generate corresponding change. Within a certain extent, the relation between maize root length and volume weight of soil appeared significant linear negative correlation. The volume weight of soil was larger, length of maize root was shorter, and root diameter was bigger. Meanwhile the relation between dry weight of root, tall of plant and volume weight of soil all appeared significant linear regression, which was negative correlation. The dry weight of aerial part and the top root ratio (T/R) and volume weight of soil was relation of quadratic function. While volume weight of soil is near $1.30\text{g}/\text{cm}^3$, the dry weight of aerial part gets to maximum. The volume weight influences also growth of maize leaves.

Key words: Maize; Seedlings growth; Volume weight of soil; Soil physical characters