

棕壤不同容重对玉米根系生长的影响

刘小梅, 依艳丽, 郑存德

(沈阳农业大学 土地与环境学院/辽宁农业资源与环境重点实验室, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:为棕壤地区建设高产稳产玉米田和完善土壤肥力评价体系,进行了棕壤不同容重对玉米根系生长的试验研究。结果表明:在土壤有机质较低时,翻把、旋耕或深松等物理机械耕作虽然可以创造播种前的较低容重条件,但是随着土壤的自然沉实,土壤容重在苗期就会迅速上升。玉米播种前的土壤容重越低,在苗期升高的幅度越大,1.10、1.20 g·cm⁻³处理土壤容重无显著差异,均稳定在1.30 g·cm⁻³左右。而通过对两组不同容重不同有机质处理的盆栽试验表明,1.40 g·cm⁻³容重组施有机肥使土壤有机质达到3%时,可以使棕壤容重从玉米苗期到成熟期稳定在1.34 g·cm⁻³左右;土壤有机质达到4%和5%可以使棕壤容重从玉米苗期到成熟期稳定在1.24 g·cm⁻³左右,综合两组容重不同有机质处理可知,物理机械耕作结合不同的有机肥施用量可以创造不同的且较为稳定的土壤容重条件,以适应作物的生长需要,而土壤容重过低并不利于玉米的根系发育,在容重1.24~1.34 g·cm⁻³时,随着容重降低和有机质提高,根系生长旺盛,而从经济施肥角度分析,土壤有机质含量可保持在4%。

关键词:土壤容重;土壤有机质;根系活力

中图分类号:S513.06

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)08-0027-05

土壤容重是土壤的主要理化性质之一,它直接影响到土壤水、气、热之间的协调,进而影响到土壤肥力的发挥和作物的生长。郭俊伟等研究表明,不同容重的土壤,随土壤容重增大玉米根系长度变短、直径增大、分布变浅,且根吸收活力下降^[1-3]。张喜英对冬小麦不同容重和水分的试验结果表明,随容重的增加,总根长和不同层次根长以及它们所占的比例都在减少,地上部干物质重也在减少^[4]。李志洪等在以黑土和白浆土为试验材料进行的小麦筒栽试验的结果表明,适宜小麦生长的容重范围:黑土为1.15~1.30 g·cm⁻³,白浆土为0.90~1.05 g·cm⁻³^[5]。李潮海等通过对砂壤容重对玉米苗期生长影响的盆栽试验表明,要使玉米地上地下两部分都能很好生长,土壤容重应维持在1.20~1.30 g·cm⁻³^[3]。目前不同类型土壤的土壤容重、紧实度、孔性等物理性质与不同作物的生长发育及其产量的关系研究还很有有限。典型的棕壤一般为中壤,质地较为粘重,但肥力较高,是高产玉米栽培的主要土壤类型之一。其土壤容重、孔性和耕层厚度等物理性质是影响土壤肥力发挥、玉米生长发育的重要因素之一。

该文定量地研究了棕壤在玉米各生育期容重的变化,不同有机肥处理的土壤容重稳定性及其对玉米根系生长发育的影响。研究结果可为建设棕壤地区高产稳产玉米田及建立完善土壤肥力评价指标提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

试验于2010年6~9月在沈阳农业大学网室进行,供试土壤为典型棕壤,采自天柱山沈阳农业大学试验田0~30 cm的耕地土壤,过5 mm筛。土壤的基本理化性质如下:pH为5.21,有机质含量为13.79 g·kg⁻¹,碱解氮含量为68.21 mg·kg⁻¹,全磷含量为1.38 g·kg⁻¹,全钾含量为18.23 g·kg⁻¹,土壤的机械组成:粘粒含量24.72%,粉粒含量37.28%,砂粒含量38.00%。供试玉米品种为郑单958。

1.2 试验设计

1.2.1 不同土壤容重的盆栽试验设计 试验采用直径30 cm,高30 cm的塑料盆进行玉米盆栽试验。设4个容重(g·cm⁻³)处理:1.10(D1)、1.20(D2)、1.30(D3)、1.40(D4),每个容重处理设置12个重复。试验于2010年6月1日播种,出苗后第3片叶展开时定苗,每盆1株。分别于玉米的苗期、拔节期、灌浆期、成熟期4个生育期内随机取样3株,分别测定土壤的容重,玉米根系活力,并于根系扫描仪上对玉米的根系进行扫描。

1.2.2 不同有机肥处理对土壤容重稳定性影响

收稿日期:2011-04-12

第一作者简介:刘小梅(1984-),女,内蒙古自治区赤峰市人,在读硕士,从事土壤肥力方面研究。E-mail: xiaobudingye@163.com。

通讯作者:依艳丽(1961-),女,辽宁省沈阳市人,博士,教授,从事土壤物理、土壤肥力和环境保护研究。E-mail: yiyanni@126.com。

的试验设计 试验同样采用直径 30 cm,高30 cm 的塑料盆进行玉米盆栽试验。试验设置容重 1.20 g·cm⁻³(D2)、1.40 g·cm⁻³(D4)两组处理,每组设 3 个有机肥处理,即在原土样有机质含量的基础上添加有机肥(有机质含量 25%),使土壤中有机质含量分别达到:3%(M3)、4%(M4)和 5%(M5);共计 6 个处理:D2M3、D2M4、D2M5、D4M3、D4M4、D4M5,每个处理设置 12 个重复。试验于 6 月 1 日播种,播种后的管理、取样同 1.2.1。

1.3 测定项目与方法

土壤的基本理化性状:采用实验室常规方法;

玉米根系生长参数的测定:根系长度、根系表面积和根系体积等采用 WinRHIZO2005b 测定;根系活力采用 TTC 法。数据用 DPS6.50 和 Microsoft Excel 2003 统计和处理。

2 结果与分析

2.1 玉米各生育期土壤容重的变化

2.1.1 不同容重处理各生育期内土壤容重的变化 由表 1 可知,播种前所设置的 4 个土壤容重水平在整个生育期表现出一致的增加趋势;在苗期增加幅度最大。其变化分别:D1 处理容重从 1.10 g·cm⁻³增加到 1.31 g·cm⁻³,增加了 19.1%; D2 处理

表 1 玉米不同生育期不同容重处理土壤容重的变化

处理	播种前 /g·cm ⁻³	苗期 /g·cm ⁻³	拔节期 /g·cm ⁻³	灌浆期 /g·cm ⁻³	成熟期 g·cm ⁻³	均值 /g·cm ⁻³
D1	1.10	1.31cC±0.01	1.31cB±0.01	1.26cB±0.01	1.30cB±0.03	1.30cC±0.02
D2	1.20	1.33cBC±0.04	1.32cB±0.02	1.28bcB±0.01	1.30cB±0.01	1.31cC±0.02
D3	1.30	1.38bB±0.03	1.37bB±0.03	1.34bAB±0.07	1.36bB±0.03	1.36bB±0.02
D4	1.40	1.45aA±0.01	1.45aA±0.03	1.43aA±0.03	1.44aA±0.01	1.44aA±0.01

从 1.20 g·cm⁻³增加到 1.33 g·cm⁻³,增加了 10.8%; D3 处理从 1.30 g·cm⁻³增加到 1.38 g·cm⁻³,增加了 6.2%; D4 处理从 1.40 g·cm⁻³增加到 1.45 g·cm⁻³,增加了 3.6%。可见玉米播种前的土壤容重越低,在苗期升高的幅度越大。在土壤有机质较低时,翻耙、旋耕或深松等物理机械耕作虽然可以创造播种前的较低容重条件,但是在苗期就会迅速上升。随着玉米的生长发育土壤容重的变幅不大,均呈现变小的趋势,这是因为随着植物根系数量和体积的增加,在土壤中的穿插活动有利于土壤孔隙的改善,使得土壤容重在玉米根系发育最旺盛的灌浆期最低;随着根系的老化,到了成熟期又有所上升。可见单纯的深翻改善土壤结构的措施只在玉米播种前到苗期起作用,随生育期的进程,作用可能不大。

2.1.2 不同有机质处理的玉米各生育期土壤容重的变化 不同有机质含量试验表明(见表 2):容重 1.20 g·cm⁻³的盆栽试验中,随着有机质含量的增高,自苗期以后土壤容重呈明显的降低趋势,且 3 种有机肥处理均于灌浆期达到最低,与对照试验未添加有机肥的 D2(1.20 g·cm⁻³)处理相比,D2M3 处理从苗期到成熟期的土壤容重分别降低了 5.3%、8.3%、7.0%和 4.6%,从苗期到成熟期土壤容重保持在 1.26~1.19 g·cm⁻³; D2M4 处理从苗期到成熟期的土壤容重分别降低 8.3%、10.6%、9.4%和 6.9%,从苗期到成熟期土壤容重保持在 1.22~1.16 g·cm⁻³; D2M5 处理从苗

期到成熟期的土壤容重分别降低了 12.0%、12.9%、12.5%和 10.8%,从苗期到成熟期土壤容重保持在 1.17~1.12 g·cm⁻³。而未施有机肥的 D2 处理从苗期到成熟期土壤容重均比播种前增加,在苗期、拔节期、灌浆期和成熟期比播种前分别增加了 10.8%、10.0%、6.7%和 8.3%,从苗期到成熟期土壤容重保持在 1.33~1.28 g·cm⁻³。由此可见,在土壤有机质较低时,翻耙、旋耕或深松等物理机械耕作虽然可以创造播种前的较低容重条件,但是到苗期就很快上升到 1.30 g·cm⁻³以上。施用有机肥可以显著地稳定耕作创造的较低的土壤容重条件,且随着有机质含量的增加,改善效果愈明显。

通过对容重 1.40 g·cm⁻³不同有机质含量的盆栽试验分析可知,同 1.20 g·cm⁻³不同有机质处理表现出一致的规律,有机质明显降低了土壤容重,且随着有机质含量的增多,土壤容重显著降低。对照 D4 处理的土壤容重在苗期比播种前增加了 3.6%相比较,从苗期到成熟期土壤容重在 1.45~1.43 g·cm⁻³。苗期不同有机质处理的土壤容重变化分别为:D4M3 从 1.40 g·cm⁻³降低到 1.36 g·cm⁻³,降低了 2.9%,苗期到成熟期土壤容重在 1.36~1.31 g·cm⁻³。D4M4 从 1.40 g·cm⁻³降低到 1.27 g·cm⁻³,降低了 9.3%,苗期到成熟期土壤容重在 1.27~1.24 g·cm⁻³。D4M5 变化幅度最大,从 1.40 g·cm⁻³降低到 1.24 g·cm⁻³,降低了 11.4%,从苗期到成熟期土壤容重在 1.24~

1.20 g cm⁻³。可见对于高容重土壤,施用有机肥在玉米苗期就能显著改善土壤容重。在播种前土壤容重为 1.40 g·cm⁻³条件下,施有机肥使土壤有机质达到 3%可以使棕壤容重从玉米苗期到成熟期稳定在 1.34 g·cm⁻³左右;土壤有机质达到 4%

和 5%可以使棕壤容重从玉米苗期到成熟期稳定在 1.24 g·cm⁻³左右,综合两组容重不同有机质处理可知,物理机械耕作结合不同的有机肥使用量可以创造不同的且较为稳定的土壤容重条件,以适应作物的生长需要。

表 2 玉米不同生育期不同有机质处理土壤容重的变化

处理	播种前 /g·cm ⁻³	苗期 /g·cm ⁻³	拔节期 /g·cm ⁻³	灌浆期 /g·cm ⁻³	成熟期 /g·cm ⁻³	均值 g·cm ⁻³
D2	1.20	1.33aA±0.04	1.32aA±0.02	1.28aA±0.01	1.3aA±0.01	1.31aA±0.02
D2M3	1.20	1.26bB±0.01	1.21bB±0.02	1.19bB±0.01	1.24bB±0.02	1.23bB±0.03
D2M4	1.20	1.22bBC±0.02	1.18bBC±0.01	1.16cC±0.01	1.21bBC±0.03	1.19bBC±0.03
D2M5	1.20	1.17cC±0.01	1.15cC±0.01	1.12dD±0.02	1.16cC±0.03	1.15cC±0.02
D4	1.40	1.45aA±0.01	1.45aA±0.03	1.43aA±0.03	1.44aA±0.01	1.44aA±0.01
D4M3	1.40	1.36bB±0.02	1.35bB±0.01	1.31bB±0.02	1.33bB±0.02	1.34bB±0.02
D4M4	1.40	1.27cC±0.02	1.25cC±0.02	1.24cC±0.01	1.25cC±0.01	1.25cC±0.01
D4M5	1.40	1.24dC±0.02	1.23cC±0.01	1.20cC±0.02	1.23dC±0.01	1.23dC±0.02

2.2 玉米各生育期根系的生长发育

2.2.1 玉米各生育期内不同容重处理对玉米根系生长性状的影响

许多研究表明,农作物对矿物质养分和水分的吸收能力与根系的大小及其在土壤中的分布密切相关,进而作用于植株地上部从而影响到作物产量的高低。

由图 1~4 可以看出,玉米不同生育期内,不同容重水平处理下,玉米单株根系长度、根系表面积及根系体积,在整个生育期内的变化趋势基本相同,均随生育进程的推进呈单峰曲线变化,苗期最小,灌浆期达到峰值。不同处理间各项根系系数的变化律表现为: D1 > D2 > D3 > D4, 处理 D1 > 处理 D2, 但差异不显著。处理 D3 当容重增大到 1.36 g·cm⁻³时,

各处理根系生长参数均达极显著差异,可见容重的高低直接制约着根系在土壤中的穿插能力及根量,从而影响作物的生长发育。而通过对苗期到灌浆期根系活力的分析可知,高容重土壤不仅使根量受到限制,且根系活力也有很大程度的降低,根量反映了根系的吸收总面积,而根系活力反映了单位根系的吸收强度,随着容重的升高两者表现出一致的减少趋势。以灌浆期为例,容重 1.30 g·cm⁻³处理和 1.40 g·cm⁻³处理分别比 1.20 g·cm⁻³处理的根系长度、表面积、体积及根系活力降低 16.8%、25.2%、17.7%、23.5%; 15.4%、19.8%; 9.2%、15.6%。

2.2.2 玉米各生育期内不同有机质处理对玉米根系生长性状的影响

由表 3 可以看出,玉米不

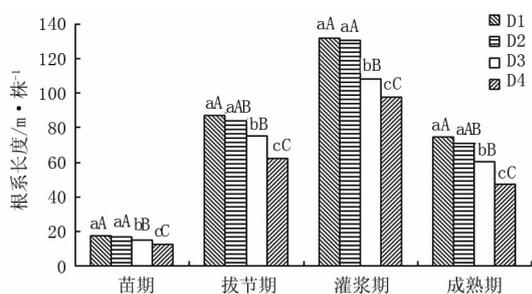


图 1 不同容重处理玉米各生育期根系长度

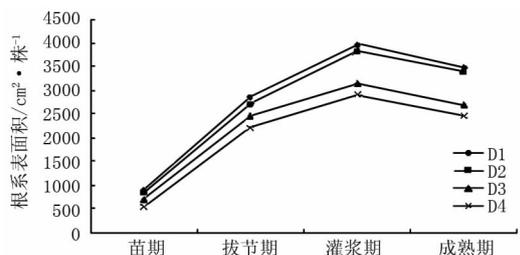


图 2 不同容重处理玉米各生育期根系表面积

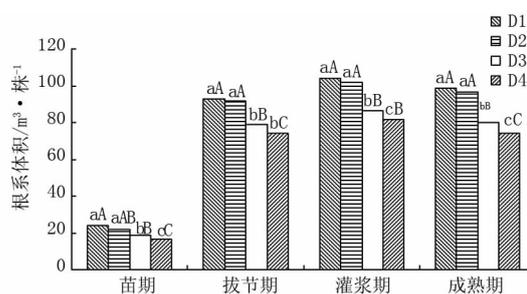


图 3 不同容重处理玉米各生育期根系体积

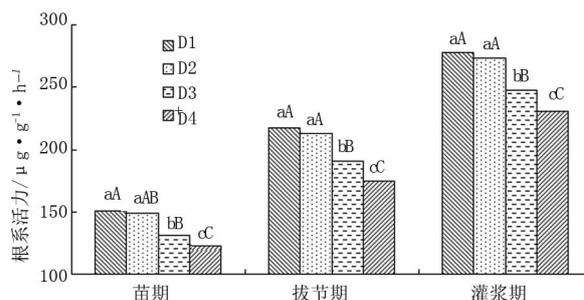


图 4 不同容重处理玉米各生育期根系活力

表3 玉米各生育期内不同有机质处理对玉米根系生长的影响

生育期	处理	根系长度	变化	根系表面积	变化	根系体积	变化	根系活力	变化
		/cm	/%	/cm ²	/%	/cm ³	/%	/μg·g ⁻¹ ·h ⁻¹	/%
出苗期	D2	1662cC	—	845cC	—	22.0cB	—	148.6cB	—
	D2M3	2883aA	73.5	1222aA	44.5	35.2aA	60.0	162.0bA	9.0
	D2M4	2355bB	41.7	1074bAB	27.1	33.0abA	50.0	164.4abA	10.6
	D2M5	2203bB	32.6	949cBC	12.2	31.9bA	45.0	170.5aA	14.7
	D4	1250cC	—	547bB	—	16.6cC	—	123.1cC	—
	D4M3	2159aA	72.7	933aA	70.5	31.5aA	89.8	167.1bB	35.7
	D4M4	1898bAB	51.8	906aA	65.4	28.9aAB	74.1	174.0aAB	41.3
	D4M5	1737bB	38.9	886aA	61.9	25.3bB	52.4	177.6aA	44.3
拔节期	D2	8414cB	—	2701cC	—	91.5bB	—	212.8cC	—
	D2M3	8901bcAB	5.8	3126bB	15.7	98.2bB	7.3	221.1bBC	3.9
	D2M4	9394abA	11.7	3364abAB	24.5	116.6aA	27.4	223.9bB	5.2
	D2M5	9709aA	15.4	3562aA	31.9	122.8aA	34.2	233.7aA	9.8
	D4	6213cB	—	2213cC	—	73.9cB	—	175.0cB	—
	D4M3	9522bA	53.2	3434bA	55.2	119.7bA	62.0	227.0bA	29.7
	D4M4	10009abA	61.1	3807abA	72.0	127.3abA	72.3	236.8abA	35.3
	D4M5	10628aA	71.0	4027aA	82.0	136.6aA	84.8	242.6aA	38.6
灌浆期	D2	13050dD	—	3816cC	—	102.0dD	—	272.9cC	—
	D2M3	15862cC	21.6	5048bB	32.3	158.9cC	55.8	284.2bB	4.1
	D2M4	17323bB	32.7	5826aA	52.7	172.0bB	68.6	289.3abAB	6.0
	D2M5	18390aA	40.9	6205aA	62.6	188.5aA	84.8	295.4aA	8.2
	D4	9756bB	—	2919cC	—	81.8cC	—	230.4dD	—
	D4M3	18245aA	87.0	6068bB	107.9	183.7bB	124.6	286.5cC	24.3
	D4M4	21394aA	112.5	6374bB	118.4	191.3bB	133.9	301.2bB	30.7
	D4M5	22009aA	125.6	7255aA	148.5	213.6aA	161.1	318.3aA	38.2
成熟期	D2	7077bA	—	3387cB	—	96.6dC	—	—	—
	D2M3	7377abA	4.2	4165bA	23.0	132.4cB	37.1	—	—
	D2M4	7904abA	11.7	4476abA	32.1	140.8bB	45.8	—	—
	D2M5	8226aA	16.2	4880aA	44.1	153.0aA	58.4	—	—
	D4	4736cB	—	2470cC	—	74.1dD	—	—	—
	D4M3	7956bA	68.0	4613bB	86.7	151.7cC	104.7	—	—
	D4M4	8599abA	81.6	5100bB	106.5	163.6bB	120.8	—	—
	D4M5	9235aA	95.0	6050aA	144.9	180.0aA	142.9	—	—

同生育期内,2组容重3种有机质水平处理下,玉米单株根系长度、根系表面积、根系活力等根系生长指标均在灌浆期达到最大值。容重1.20 g·cm⁻³处理(D2),随着有机质含量的增加,根系生长指标均呈增加趋势,但各生育期除灌浆期达极显著差异外,其余各生育期均差异显著。容重1.40 g·cm⁻³处理(D4),与1.20 g·cm⁻³容重处理(D2)相比,玉米根系生长指标显著下降,以灌浆期为例,D4处理的根长、根表面积、根体积和根系活力分别比D2处理降低25.2%、23.5%、19.8%和15.6%。分别在D2和D4基础上增加土壤有机质达到3%、4%、5%,结果2组容重的不同有机质处理较其对照D2和D4均达到了极显著水平。2组容重处理,根系活力等根系生长指标均随有机质含量的增大而增大,且同一有机质水平时,高容重的根系活力等指标要大于低容重,玉米的根系生长指标是D4M5>D4M4>D2M5>D2M4>D4M3>D2M3。D2M3和D2M4处理的有机质含量大于或等于D4M3处理,容重低于D4M3处理,但是玉米的根系长度、

体积、表面积和根系活力却小于D4M3处理,是因为D4M3处理的土壤容重和通气孔隙度较为稳定,从播种前的1.40 g·cm⁻³下降到苗期的1.36 g·cm⁻³、拔节期的1.35 g·cm⁻³、灌浆期的1.31 g·cm⁻³和成熟期的1.33 g·cm⁻³,从苗期到成熟期基本保持在1.36~1.31 g·cm⁻³,平均1.34 g·cm⁻³左右。D4M4、D4M5容重保持在1.27~1.20,平均1.24 g·cm⁻³左右。由此可见,有机质的作用是双重的,增加有机质一方面提高了土壤的养分,另一方面也改善了土壤的容重和通气性。玉米根系生长发育需要较高的有机质含量和适宜的土壤容重,土壤容重过低并不利于玉米的根系发育,在容重1.24~1.34 g·cm⁻³,随着容重降低和有机质提高,根系生长旺盛。

3 结论

玉米播种前可通过整地、耕作创造不同的土壤容重条件,但是土壤的容重在玉米生长过程中因自然压实作用而增大。玉米播种前设定的土壤容重越低,在苗期升高的幅度越大。苗期之后的各生育期土壤容重略有降低,灌浆期土壤容重降

到最低,成熟期又有所上升。播种前容重 1.10 和 1.20 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的处理在玉米生育期的土壤容重差异不明显,其平均值分别为 1.30 和 1.31 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。播种前容重 1.30 和 1.40 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的处理在玉米生育期平均容重分别上升到 1.36 和 1.44 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 左右。增加有机肥可显著降低整个玉米生育期的土壤容重。对容重 1.40 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的棕壤增加有机质到 3% 后,土壤容重可稳定在 1.34 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 左右,增加有机质达 4% 和 5% 时,土壤容重可降低至 1.24 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。可见单纯的耕翻改善土壤容重的措施只在玉米播种前到苗期起作用,随生育期的进程,作用可能不大。增加土壤有机质可调节并稳定土壤容重,且土壤的容重越大,效果越显著。

容重对玉米根长、根表面积、根系体积和根系活力等根系生长指标均有明显影响。当播种前土壤容重 $>1.30 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、玉米生育期土壤平均容重 $>1.36 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 时,根系指标均显著降低,但是播种前容重 1.10 和 1.20 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 处理对根系的影响差异不显著。在不同的土壤容重条件下玉米的根系生长指标均随着土壤有机质增加而提高,但

是在相同土壤有机质含量时,容重 1.40 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 处理的玉米根长、根表面积和根系活力大于容重 1.20 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的处理。并且容重 1.40 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、土壤有机质 3% 处理的根系生长指标大于容重 1.20 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、有机质 3% 或 4% 的处理。玉米根系生长发育需要较高的有机质含量和适宜的土壤容重,土壤容重过低并不利于玉米的根系发育,在容重 1.24~1.34 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,随着容重降低和有机质提高,根系生长旺盛。

参考文献:

- [1] 郭俊伟. 土壤容重对玉米生长的影响[J]. 陕西农业科学, 1996(4):25-26.
- [2] 李潮海,周顺利. 土壤容重对玉米苗期生长的影响[J]. 华北农学报,1994,9(2):49-54.
- [3] 李潮海. 土壤物理性质对玉米的生态生理效应及其调控[D]. 郑州:河南农业大学,2002.
- [4] 张喜英. 土壤环境条件对冬小麦根系生长及在土壤中分布的影响[J]. 生态农业研究,1994,12(3):91-96.
- [5] 李志洪,王淑华. 土壤容重对土壤物理性状和小麦生长的影响[J]. 土壤通报,2000,31(2):55-57.

Effect of Different Soil Bulk Density on Maize Root Growth in Brown Soil

LIU Xiao-mei, YI Yan-li, ZHENG Cun-de

(Land and Environmental College of Shenyang Agricultural University/Key Laboratories of Agricultural Resources and Environment of Liaoning, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: The effect of different soil bulk density on maize root growth in Brown soil through pot experiment was studied to construct high yield maize field and perfect evaluation system of soil fertilizer. The results showed that when the organic matter content was low, even physical and mechanical cultivation such as turn-rakes, spin tillage or deep loosening could create low density before presowing, but as the soil subsidence naturally, the density would increase rapidly in seedling stage. The lower soil bulk density in presowing, and the greater the amplitude elevated in seedling stage, there were no significant differences between 1.10 and 1.20 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ treatments, both stabled around 1.30 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. And the results of two groups of different density with different organic matter pot experiment showed that 1.40 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ treatment group SOM reached 3%, could make the density stable at more than 1.34 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ from maize seedling to maturity; When SOM reached 4% and 5% could make the density stable at more than 1.24 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ in Brown soil. Mixed the two groups of different density and different SOM content showed that physical and mechanical cultivation together with different organic fertilizer usage could create a different and more stable soil bulk density to meet the crop growth needs. While low soil bulk density was not convenient to maize root development, density in the range of 1.24~1.34 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, with the bulk density lower and organic improve, root growth stronger. And from the economic fertilization perspective, the content of SOM could keep in 4%.

Key words: soil bulk density; soil organic matter; root vigor