

不同耕作方式棉花根系发育能力的研究

胡守林¹, 郑德明¹, 邓成贵², 万素梅¹

(1. 塔里木大学植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300;

2. 新疆新农开发棉业分公司南口农场, 新疆 阿克苏 843301)

摘 要: 研究了不同耕作方式棉花根系的发育能力。结果表明, 根系生物量、根系体积、侧根数在不同耕作方式间差异明显, 在土壤中表现为从表层到深层逐渐递减。免耕方式根系分布较浅, 主要集中在 0~10 cm 土层, 而翻耕方式根系主要分布在 10~20 cm 土层。侧根的发生部位受不同深度土壤含水量的影响, 侧根发生的主要部位在 0~20 cm 的主根段, 40 cm 以下没有侧根发生。

关键词: 棉花; 耕作方式; 根系发育能力; 根系生物量

中图分类号: S562; S513

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0115-02

Study on Root System Development Ability of Cotton with Different Cultivation way

HU Shou-lin¹, ZHENG De-ming¹, DENG Cheng-gui², WAN Su-mei¹

(1. Tarim University of Agriculture Reclamation, Alar, Xinjiang 843300, Chin;

2. Nankou Farm of Branch Company of Xinnong Cotton Industry of Xinjiang, Alar 843301, China)

Abstract: The root system development ability of cotton with different cultivation way is analyzed. The results show that there are difference among different cultivation way in root system biomass, root system volume and the number of secondary root. Vertical distribution of root system biomass, volume and secondary root are decreased from 0~10 cm depth to 40~50 cm depth. The root system of zero tillage distribute relatively shallow, mainly concentrate on 0~10 cm soil layer, while the root system of plowing are mainly distribute on 10~20 cm soil layer. Secondary root is affected by soil water content in different depth. The secondary roots of cotton grow mainly from the taproot underground 0~20 cm depth, and there are no secondary roots below 40 cm depth.

Key words: cotton; cultivation way; root system development ability; root system biomass

新疆棉区是我国最大的商品棉和优质棉基地。土地面积大、光热资源丰富是新疆发展棉花生产得天独厚的优越自然条件。但是, 一些特殊的自然灾害也严重影响了新疆的棉花生产。

新疆阿克苏地区地处塔克拉玛干沙漠边缘, 塔里木河上游, 是南疆西北部沙尘暴多发区的中心。在近几年, 每年春季沙尘暴爆发愈发频繁。据 1995~2001 年统计, 春季大风平均 9~11 d 一次, 占全年平均大风日数的 45%~55%, 较 1995 年前的 30 年平均数增加近 5~20 个百分点, 浮尘天数占全年的一半以上, 较 1995 年前的 30 年平均数增加近 30 个百分点, 给新疆农业生产造成极大损失。根系的生长好坏直接影响地上部分的产量和作物的水土保持能力^[1-3]。因此研究不同耕作方式棉花的根系发育能力具有十分重要的现实意义。针对新疆恶劣的气候条件, 我们于 2004 年通过分析比较 4 种不同耕作方式下棉花根系的发育能力, 以期为西北干旱地区、风沙严重地区发展棉花生产提供科学依据, 以促进新疆棉花生产和生态农业发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在塔里木大学植物科技学院试验站。试验地地势平坦, 前茬作物为玉米。棉花生长期, 灌水 5 次, 灌溉水源为地下水。田间试验于 2004 年进行。试验设 4 个处理: (1) 翻耕覆膜; (2) 翻耕不覆膜; (3) 免耕留茬; (4) 免耕覆盖。设 2 次重复, 随机排列。

1.2 测试项目

2004 年分别在苗期、现蕾期、花铃期、吐絮期进行测定棉花的根系生物量、根系体积和侧根: 在每个小区长势均匀的地方, 选取具有代表性的植株, 每 10 cm 一层挖取单株根系, 直至 50 cm。把挖取的根系放在双层纱布内洗干净, 在量筒中测定根系的体积。把样品带回实验室, 放在 105℃ 的烘箱中, 烘 24 h, 称取根系干重, 计为根系生物量。测定主根上的侧根数, 距离主根 0.5 cm 处的侧根直径 ≥ 0.1 cm 时,

* 收稿日期: 2005-11-16

基金项目: 农业部结构调整重大技术研究“发展生态农业治理沙漠化土地技术与示范”(070405); “耕地地力保护”(070402); “新疆棉田保护性耕作技术研究”(TDZXSS05011)

作者简介: 胡守林(1968-), 男, 新疆人, 副教授, 硕士, 主要从事作物栽培及遗传育种的教学与研究工作; 通讯人: 张改生。

可计入,< 0.1 cm 时,不计入。

2 结果与分析

2.1 不同生育期根系生物量比较

根系是植物吸收、转化和储藏营养物质的重要器官^[4,5,6],对地上部的生长、形态建成发生作用,其生长好坏直接影响地上部分的产量和植物的水土保持能力。因此研究棉花的根系发育能力具有十分重要的现实意义。从表 1 可以看出,所有处理的根系生物量、根系体积和侧根数随生育期都表现为逐渐递增。

不同耕作方式下,棉花根系生物量、根系体积和侧根数在不同生育期存在明显差异。在苗期,根系生物量差异不大,都在 0.1 g,根系体积也相差不大。在现蕾期、花铃期,翻耕覆膜方式的根系生物量、根系体积都明显的大于翻耕不覆膜、免耕留茬、免耕覆盖方式,而在现蕾期只有翻耕覆膜方式有侧根发生。在成熟期,免耕方式的根系生物量和根系体积都明显大于翻耕方式,而免耕方式之间、翻耕方式之间相差不大。从表 1 还可以看出,从苗期到现蕾期,现蕾期到花铃期,免耕覆盖的根系生物量和根系体积的远远小于翻耕方式,这说明,在棉花生长的前期,由于免耕覆盖方式的地温低,因此导致免耕方式根系的生长发育延迟。

表 1 不同耕作方式棉花地下部分生长性状比较

处 理	苗 期			现蕾期			花铃期			成熟期		
	生物 体 积	生物 体 积	侧根	生物 体 积	生物 体 积	侧根	生物 体 积	生物 体 积	侧根	生物 体 积	生物 体 积	侧根
	量/g	/cm ³	数/个	量/g	/cm ³	数/个	量/g	/cm ³	数/个	量/g	/cm ³	数/个
翻耕覆膜	0.129	0.1	5	3.25	12		19.9	21.5	38	25.75	24.2	43
翻耕不覆膜	0.125	0.3	1.3	1.2	0		5.75	7.25	20	23.45	15.7	41
免耕留茬	0.112	0.2	1.7	1.1	0		8.675	7.75	15	40	31.3	29
免耕覆盖	0.164	0.15	0.65	0.9	0		6.02	6	14	42.94	28.75	28

2.2 根系生物量的垂直分布

不同耕作方式棉花根系生物量差异极显著。从表 2 可以看出,免耕覆盖、免耕留茬两种耕作方式的根系生物量分别为 42.94 g、40 g,极显著地高于翻耕覆膜、翻耕不覆膜耕作方式,免耕覆盖与免耕留茬、翻耕覆膜与翻耕不覆膜之间差异不显著;在不同耕作方式中,翻耕覆膜比翻耕不覆膜根系生物量高 2.3 g;而免耕覆盖比免耕留茬根系生物量高 2.94 g。

不同耕作方式棉花根系生物量在不同土层的垂直分布也不同。由表 2 可见,所有耕作方式的根系生物量以 0~ 10 cm 最大,占全层根系生物量的 50.1%,随土层深度的增加,根系生物量逐渐减少。10~ 20 cm 土层根系生物量占全层根系生物量的 46.6%,20~ 30 cm 占 3.03%,30~ 40 cm 占 0.2%,而 40~ 50 cm 土层没有根系分布。

不同耕作方式根系生物量的分布在不同土层的分布存在差异。对于翻耕方式,根系生物量在 10~ 20 cm 土层最多,达到全层根系生物量的 56.1%;而对于免耕方式,根系生物量最多的层次分布在 0~ 10 cm,占全层根系生物量的 61.9%。说明,不同耕作方式对根系生物量的垂直分布影响明显,免耕方式根系分布较浅,主要集中在 0~ 10 cm 土层。

2.3 根系体积的垂直分布

根系体积越大,所接触的土壤面积越大,越有利于植物大范围吸收土壤水分、养分。根系体积在不同耕作方式间差异极显著(见表 3)。免耕留茬极显著地高于翻耕覆膜与翻耕不覆膜;免耕留茬与免耕覆盖之间差异不显著,但它们极显著地高于翻耕不覆膜。

不同耕作方式根系体积在不同土层的垂直分布也不同。从表 3 可以看出,所有耕作方式根系体积均集中在 0~ 30

cm 土层,且随着土层深度的增加,根系体积逐渐减少,在 30 cm 土层以下都为 0。不同耕作方式的根系体积以 0~ 10 cm 最大,占全层根系体积的 69.6%,10~ 20 cm 占 27.75%,20~ 30 cm 占 2.65%。从不同处理看,免耕留茬、免耕覆盖和翻耕不覆膜根系体积主要集中在 0~ 10 cm 处,而翻耕覆膜根系体积在 0~ 20 分布较均匀。

表 2 不同耕作方式根系生物量的垂直分布(10 月 30 日)

处 理	总量/g	土层厚度/cm				
		0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	40~ 50
翻耕覆膜	25.75B	9.45(36.7)	14.25(55.3)	1.85(7.2)	0.2(0.8)	0
翻耕不覆膜	23.45B	9.4(40.1)	13.35(56.9)	0.7(3)	0	0
免耕留茬	40A	26.85(67.1)	12.85(32.1)	0.3(0.8)	0	0
免耕覆盖	42.94A	24.35(56.7)	18.1(42.2)	0.49(1.1)	0	0
平 均	33.04	17.51(50.1)	14.64(46.6)	0.84(3.03)	0.005(0.2)	0

注:括号外的数字为根系生物量(g),括号内的数字为占总数的百分比,多重比较采用 Duncan 新复极差法,不同大写字母表示差异达极显著水平($P<0.01$),下同。

表 3 不同耕作方式根系体积的垂直分布

处 理	总数	土层厚度/cm				
		0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	40~ 50
翻耕覆膜	24.2B	12.5(51.7)	10.7(44.2)	1(4.1)	0	0
翻耕不覆膜	15.7C	10(63.7)	5.5(35)	0.2(1.3)	0	0
免耕留茬	31.3A	26.5(84.7)	4.8(15.3)	0(0)	0	0
免耕覆盖	28.75AB	22.5(78.3)	4.75(16.5)	1.5(5.2)	0	0
平 均	24.99	17.88(69.6)	6.44(27.75)	0.67(2.65)	0	0

注:括号外的数字为根系体积(cm³),括号内的数字为占总数的百分比。

2.4 侧根数的垂直分布

侧根总数越多,根系体积和表面积越大,则根系吸收水分、养分的能力越强。从表 4 可以看出,不同耕作方式间侧根总数差异极显著。翻耕覆膜、翻耕不覆膜、免耕覆盖之间差异不显著,但它们极显著地高于免耕留茬。从表 4 还可以看出,免耕方式与翻耕方式侧根的分布存在差异:免耕方式侧根分布特点是随土层深度的增加,侧根数迅速减少。侧根分布最多的土层是 0~ 10 cm 土层;而翻耕方式,在 0~ 10 cm 土层侧根发生少,65% 左右的侧根集中在 10~ 20 cm 土层。这主要受不同深度土壤含水量的影响。当耕作层土壤含水量较高时,有利于侧根大量发生,对免耕方式,0~ 10 cm 土层土壤含水量高,因此该层侧根大量发生,而对于翻耕方式,10~ 20 cm 土层含水量高,因此侧根集中在 10~ 20 cm 土层。

4 种耕作方式的侧根主要发生在 0~ 20 cm 土层处。0~ 10 cm 土层处侧根占 0~ 50 cm 侧根总数的 32.9%;10~ 20 cm 土层侧根占全层侧根总数的 52.8%;20~ 30 cm 土层侧根占 13.1%;30~ 40 cm 土层侧根占 1.2%,而在 40 以下均没有侧根发生。侧根发生的部位在主根 0~ 20 cm 段。

表 4 不同耕作方式侧根数的垂直分布

处 理	总数	土层厚度/cm				
		0~ 10	10~ 20	20~ 30	30~ 40	40~ 50
翻耕覆膜	43A	0(0)	28(65.1)	13(30.2)	2(4.7)	0
翻耕不覆膜	41A	10(24.4)	2(6.4)	5(12.3)	0	0
免耕留茬	29B	17(58.6)	11(37.9)	1(3.5)	0	0
免耕覆盖	38A	19(48.7)	17(44.7)	2(6.6)	0	0
平 均	37.75	11.5(32.9)	20.5(52.8)	5.25(13.1)	0.5(1.2)	0

注:括号外的数字为侧根数(个)括号内的数字为占总数的百分比。

3 结论与讨论

(1) 不同耕作方式棉花根系生物量、根系体积和侧根总
(下转第 119 页)

建制镇用地的规模与农村居民点的规模相比,前者在城乡居民点中所占的面积比例持续上升。

表 4 济南市城乡居民点关系指数(URSRI) 年度变化

年份	城市	建制镇	农村居民点	URSRI
1996	13131. 07	3424. 67	63108. 67	0. 2623
1997	13151. 97	3433. 29	63148. 05	0. 2626
1998	13165. 19	3496. 21	63167. 49	0. 2638
1999	13182. 13	3600. 49	63053. 49	0. 2662
2000	13239. 61	3706. 49	62951. 05	0. 2692
2001	14236. 21	3042. 48	63085. 25	0. 2739
2002	14292. 34	3160. 99	63258. 82	0. 2759
2003	13306. 69	4156. 16	63244. 21	0. 2761

3.2 城乡居民点变化指数

URSRI(城乡居民点关系指数) 可以反映城镇建设用地与农村居民点总量之间的关系,而对两者之间的增减变化情况,则需要研究城乡居民点增减的比例情况,因此定义了城乡居民点变化指数(urban and rural settlement’ s changing index)即 $URSCI = (城市用地增加量 + 建制镇用地增加量) / 农村居民点用地增加量$ 。URSCI 为负值时,说明农村居民点在减少,其值为 - 1 时,说明城镇居民点用地增加与农村居民点用地减少面积相等,城乡居民点用地达到动态平衡;URSCI 为正值时,说明农村居民点也在增加,其值越大,说明城镇建设用地增加快,城市化水平高。

由济南市城乡居民点变化指数(URSCI) 变化(见表 5) 可见:1998~ 1999,1999~ 2000,2001~ 2002 年为负值,说明这三年农村居民点整理凸现成绩;1996~ 1997 年 URSCI 为 0. 75,说明城市化水平不高;1997~ 1998 年 URSCI 为 3. 92,说明城市化发展速度快。

3.3 城乡居民点变化指数的人口城市化水平修正

城乡居民点变化指数在计算时没有考虑人口城市化水平,而人口城市化水平也影响城镇建设用地与农村居民点,所以通过人口城市化水平进行修正。因为高的城镇化水平应该对应高的城镇建设用地比例和低的农村居民点面积,所以定义了 $URSCI 修正 = URSCI / 城镇化水平$ 来衡量城镇建参考文献:

[1] 陈莹. 优化城乡 用地结构和布局研究的思路与要求[Z]. 土地利用总体规划 修编前期工作 培训授课 资料(全国土地利用规划修编工作委员会), 2005.
[2] 郭文华, 郝晋珉, 覃丽, 等. 中国城镇化过程中的建设用地评价指数探讨[J]. 资源科学, 2005, 27(3): 66– 72.

(上接第 116 页)

数差异明显。免耕方式的根系生物量、根系体积高于翻耕方式,而侧根数少于翻耕方式。

(2) 土壤水分状况直接影响根系的生长与构形分布。侧根发生的部位受不同深度土壤含水量的影响。在降水充沛地区,侧根主要集中在 0~ 20 cm 土层,而在干旱少雨地区,侧根发生的主要部位则转移在含水量相对丰富的 10~ 20 cm 土层。

(3) 不同耕作方式根系生物量、根系体积和侧根在土壤中的垂直分布表现为从表层到深层逐渐递减。不同耕作方参考文献:

[1] 朱得明, 周大胜, 李新萍. 南疆地区棉田中耕和免耕效应比较研究[J]. 中国棉花, 2000, 27(10): 10– 11.
[2] 李少昆. 栽培措施对北疆棉花根系及地上部生长的影响[J]. 中国棉花, 2000, 27(5): 12– 13.
[3] 李洪文, 陈君达, 王树东, 等. 旱地表土耕作效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 13– 14.
[4] 赵明轩, 谭成虎, 何得元. 驼驴蒿根系的研究[J]. 草业科学, 1990, 7(3): 55– 57.
[5] 扎西. 4 种豆科牧草根系的观察研究[J]. 草业科学, 1987, 4(4): 56– 57.
[6] 姚爱兴. 紫花苜蓿根系生物学特性研究[J]. 饲料与牧草, 1989, (2): 23.

设用地增加和农村居民点减少的挂钩关系。

表 5 济南市城乡居民点变化指数(URSCI) 变化

	城市+ 建制镇增加	农村居民点增加	URSCI
1996~ 1997	29. 53	39. 39	0. 75
1997~ 1998	76. 13	19. 43	3. 92
1998~ 1999	121. 23	- 114. 00	- 1. 06
1999~ 2000	163. 49	- 102. 44	- 1. 60
2000~ 2001	332. 58	134. 20	2. 48
2001~ 2002	174. 65	173. 57	1. 01
2002~ 2003	9. 52	- 14. 61	- 0. 65

由济南市城乡居民点变化指数的人口修正的年际变化(见表 6) 可见:修正后年际之间的差别变大,这有利于比较。

表 6 济南市城乡居民点变化指数的人口修正的年际变化

	URSCI	总人口	城镇人口	城镇化水平	URSCI 修正
1996~ 1997	0. 75	549. 2	256. 58	0. 47	1. 60
1997~ 1998	3. 92	553. 54	265. 48	0. 48	8. 17
1998~ 1999	- 1. 06	557. 63	273. 96	0. 49	- 2. 16
1999~ 2000	- 1. 60	562. 65	283. 85	0. 50	- 3. 16
2000~ 2001	2. 48	569	300. 55	0. 53	4. 69
2001~ 2002	1. 01	575. 01	318. 03	0. 55	1. 82
2002~ 2003	- 0. 65	582. 56	337. 12	0. 58	- 1. 13

4 结论与讨论

城镇建设用地增加与农村居民点减少挂钩的动态评价需要了解城镇建设用地与农村居民点之间的关系,定义了城乡居民点关系指数(URSRI) 来反映两者总量之间的关系,定义了城乡居民点变化指数(URSCI) 来反映两者之间的增减变化的关系,考虑到城乡居民点变化指数在计算时没有考虑人口城市化水平,提出通过人口城市化水平进行修正。并在济南市进行了实证,结果表明了济南市城镇建设用地与农村居民点的动态变化,为其建立两者之间的挂钩指标提供了依据。

本研究只是针对了济南市进行了纵向的时间上的变化的研究,今后可以继续 在横向的同等城市间的比较上进行进一步的比较研究。

式对根系生物量的垂直分布影响明显,免耕方式根系分布较浅,主要集中在 0~ 10 cm 土层。而翻耕方式根系分布较免耕方式深,主要集中在 10~ 20 cm 土层。

(4) 根系与地上部密切相关,强大的根系优势是棉花高产的重要生理基础,但并不是根系在所有时期都保持旺盛的生长就有利,关键在于与地上部生长的相互协调,向有利于产量形成的方向发展,因此根系与地上部的协调统一是获得高产的关键。关于棉花根系与产量形成关系有待于深入研究。