

# 作物茬口对连作棉田土壤环境及棉花产量的影响

徐文修<sup>1,2</sup>, 罗明<sup>1</sup>, 李银平<sup>1</sup>, 韩剑<sup>1</sup>, 王娇<sup>1</sup>, 舒春霞<sup>1</sup>, 余虹<sup>1</sup>

(1. 新疆农业大学农学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 教育部棉花工程研究中心, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 于 2007—2008 年在连作 8 a 的棉田上进行不同作物轮作倒茬田间试验, 以研究不同茬口对连作棉田土壤养分、土壤微生物区系以及棉花产量的影响, 从而筛选出适宜棉田轮作倒茬的最佳作物茬口。研究结果表明: 不同作物茬口的土壤有机质、速效养分含量及棉花产量均高于连作棉田, 其中加工番茄茬口对土壤的速效磷含量增加最为显著, 小麦、玉米茬口对土壤速效钾含量增加显著; 各作物茬口土壤微生物总量均比连作棉田有明显的增加, 表现为细菌和放线菌数量增加真菌减少; 草木樨、番茄茬口土壤氮化细菌、硝化细菌生理群也明显增加。不同作物茬口的棉花产量表现为加工番茄→棉花>草木樨→棉花>小麦→棉花>玉米→棉花>棉花→棉花; 加工番茄、玉米、小麦可作为连作棉田的良好前茬。

**关键词:** 土壤养分, 土壤微生物, 棉花, 茬口, 轮作

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.03.051

中图分类号: S344.6

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-03-0271-05

徐文修, 罗明, 李银平, 等. 作物茬口对连作棉田土壤环境及棉花产量的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 271—275.

Xu Wenxiu, Luo Ming, Li Yinping, et al. Effects of crop stubbles on cotton yield and soil environment in continuously cropped cotton field[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 271—275. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

棉花是新疆农业的主导产业, 是农民增收的重要来源。自“八五”以来, 随着新疆“一黑一白”发展战略的实施以及国家对新疆棉花产业的大力支持, 新疆棉田面积迅速扩大, 2008 年棉花播种面积达 1 668 km<sup>2</sup>, 总产 201.5 万 t, 分别比 1990 年增加 2.83 倍和 5.43 倍, 建成了全国最大的优质商品棉基地, 实现了植棉区域化、布局专业化生产, 但同时也带来植棉区作物结构相对单一、棉花多年连作的问题<sup>[1]</sup>。随着棉花连作年限的增加, 产生了土壤肥力下降, 作物产量降低, 生长发育状况变差, 品质变劣, 病虫害加重等现象。长久以来人们对连作问题的研究主要集中在大豆、烟草、黄瓜等作物上<sup>[2-11]</sup>, 而对棉花连作问题的研究报道极少<sup>[12]</sup>, 随着新疆棉花连作问题日益凸显, 近年有些学者开始关注棉花连作对土壤养分及土壤微生物影响等方面的研究工作<sup>[13-21]</sup>, 研究结果表明随着连作年限的增加, 棉田土壤有机质、速效氮、速效磷养分含量增加, 而速效钾呈下降趋势; 土壤微生物总量随连作年限增加呈下降趋势、并且微生物种群结构由细菌型土壤向真菌型土壤不断转变, 以探索解决棉花连作障碍的措施。但通过轮作倒茬解决棉花连作存在的问题, 以及不同作物茬口对连作棉田养分及微生物的影响研究鲜有报道, 本文通过不同作物在连作棉田上进行轮作倒茬试验, 揭示不同作物茬口对连作棉田土壤养分及土壤微生物的影响, 目的在于筛选出适应棉田轮作

倒茬的最佳倒茬作物, 为连作棉田建立合理的用养制度, 持续保持新疆棉花生产的综合生产能力提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

于 2007 年在新疆呼图壁县大丰镇一块已连作 8 a 的棉田上倒茬种植 4 种不同作物, 2008 年春季在 4 种作物茬口上均种植棉花的田间试验。试验设计为 5 个处理, 1) 小麦→棉花; 2) 玉米→棉花; 3) 草木樨(绿肥)→棉花; 4) 加工番茄→棉花; 5) 棉花→棉花(CK)。供试土壤基础肥力为有机质质量分数 15.88 g/kg, 速效氮质量分数 36.83 mg/kg, 速效磷质量分数 14.02 mg/kg, 速效钾质量分数 281.17 mg/kg。每个处理试验小区的面积为 61.2 m<sup>2</sup>, 每个处理重复 3 次。在棉花播种前施尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>、三料磷 225 kg/hm<sup>2</sup>, 各处理田间管理措施一致, 均与大田相同。草木樨作为绿肥于 2007 年秋季全部翻埋于土壤中, 棉花产量为小区实收产量。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 土壤养分测定

2007 年春季播种前按交叉线 5 点取样法采集 0~30 cm 耕层混合土样以测定试验地的土壤养分基础值。2008 年于棉花播种前在每个处理小区按交叉线 5 点取样法分别取 0~30 cm 耕层混合土样, 以测定不同处理小区土壤养分含量。测定的土壤养分项目和方法是: 土壤有机质: K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 法; 速效氮: 碱解扩散法; 速效磷: NaHCO<sub>3</sub> 浸提钼锑抗比色法; 速效钾: 醋酸铵浸提-火焰光度计法。

#### 1.2.2 土壤微生物数量和菌群测定

于 2007 年 5 月 7 日(棉花苗期、春麦抽穗期、玉米苗期、番茄苗期、草木樨苗期)、6 月 23 日(棉花现蕾期、春麦灌浆期、玉米抽穗期、番茄花期、草木樨花期)、

收稿日期: 2010-07-13 修订日期: 2011-03-14

基金项目: 农业部行业项目(200803028); “西北绿洲灌区现代农作制构建及配套技术研究”; 新疆维吾尔自治区攻关项目(2001BA507A-10)

作者简介: 徐文修(1962—), 女, 河北蠡县人, 教授, 博士生导师, 主要从事耕作制度与农业生态研究工作。乌鲁木齐 新疆农业大学农学院, 830052。Email: xjwxw@sina.com

7 月 23 日（棉花花期、春麦蜡熟期、玉米乳熟期、番茄结果期、草木樨花期）、8 月 23（棉花盛铃期、麦茬地、玉米成熟期、番茄成熟期、草木樨刚翻耕）、9 月 29 日（棉花吐絮期）分别在各处理小区按五点取样法采集 0~30 cm 土层的混合土样，采取的新鲜土样低温冷藏迅速带回实验室，测定微生物类群和数量。

细菌、真菌、放线菌数量的测定均采用稀释平板测数法，培养基分别为牛肉膏蛋白胨培养基、马丁氏培养基、高氏 1 号培养基<sup>[22]</sup>。氨化细菌、硝化细菌、反硝化细菌、好气性固氮菌等生理群微生物的测定采用最大可能数值法<sup>[23]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同作物茬口对棉田土壤养分的影响

不同作物由于本身生物学特性差异，在作物生长发育过程中对土壤养分需求的种类和数量各不相同，因而对土壤理化性状的影响也就不同。由表 1 可知，不同作物茬口的土壤有机质、速效氮、速效钾和速效磷质量分数均高于连作棉田的土壤含量，平均分别高出 8.4%、18.7%、33.2%、68.3%。各处理之间土壤有机质含量差异不显著，但各处理之间速效氮、速效磷、速效钾养分含量均与连作棉田呈显著性差异，而且各处理间的速效氮、速效磷养分含量也呈显著性差异，表明轮作倒茬能够提高轮作棉田土壤速效养分的含量。番茄茬口的速效磷含量在 4 种作物茬口中最高，比对照提高了 198.0%。这说明番茄生长发育过程中一方面对土壤速效磷有较强的活化作用，能有效的把土壤中的有机磷转化为有效磷，另一方面也说明番茄对土壤中的磷素吸收量较少。与连作棉田相比，小麦、玉米茬口土壤速效钾含量较高，分别比对照增加 59.8%和 39.7%，但有机质含量、速效磷含量增加则较少，说明禾本科作物在生长发育过程中，对土壤速效钾养分的消耗较少，少于番茄作物、更少于棉花，平均分别比番茄、棉花少吸收 42.7%和 49.7%，而对土壤速效磷吸收较多。番茄生长发育过程中对土壤钾素消耗较多，所以棉花、番茄长期连作均易造成土壤钾素的片面消耗，进而影响棉花对土壤养分的均衡吸收和产量的形成。从表 1 还可以看出，作为养地作物草木樨茬口的土壤养分含量并不是最高，各项土壤养分含量均介于禾本科作物茬口和番茄茬口之间，虽然草木樨作为绿肥全部翻埋于土壤中，但其当年的培肥效果还不如番茄，但其后效作用是否会增大，还有待进一步研究。

表 1 不同倒茬处理后土壤的养分含量  
Table 1 Soil nutrient content under different treatments

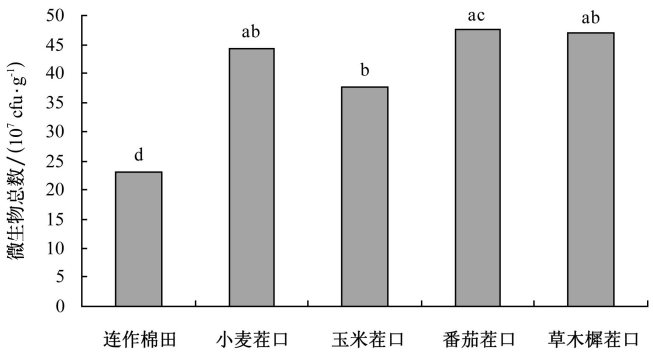
处理	有机质 质量分数/ (g·kg <sup>-1</sup> )	速效氮 质量分数/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾 质量分数/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷 质量分数/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
棉花→小麦→棉花	16.78abA	37.08 dD	392.03aA	6.34 dC
棉花→玉米→棉花	17.58abA	45.13 aA	342.55bB	6.81 cC
棉花→加工番茄	18.27aA	43.48 bB	257.39cC	16.61aA
棉花→草木樨	18.00bA	39.18 cC	314.42 bB	7.73 bB
棉花→棉花(CK)	16.29abA	34.71 eE	245.27cC	5.57 eD

注：小写字母代表 5%显著水平，大写字母代表 1%极显著水平。

2.2 不同茬口对土壤微生物的影响

2.2.1 不同茬口可培养土壤微生物总数

土壤微生物是土壤有机无机复合体的重要组成部分，其数量的多少在一定程度上影响了土壤的供肥能力，而农业生产种植体制的不同又影响着土壤微生物的变化，图 1 显示，连作棉田经与春麦、玉米、番茄、草木樨倒茬后，各作物茬口土壤微生物总量的平均值均比连作棉田有明显的增加，增幅分别达 52.9%、30.6%、63.8%、62.4%，说明连作棉田经过轮作倒茬有利于土壤中微生物总量的积累。比较各种作物茬口土壤微生物总量，番茄茬口土壤微生物总量的增幅表现最为突出，其次为草木樨，结合养分分析可以得出，番茄茬口不仅培肥效果显著，而且对促进土壤微生物总量的增加也最为显著。



注：图中数据为 5 次采样测定的平均值

图 1 不同作物茬口土壤微生物总量变化  
Fig.1 Microbial population of cotton field with different previous crop stubble

2.2.2 不同茬口土壤微生物菌群结构

连作棉田的土壤微生物菌群平衡遭到破坏，导致土传病害发生严重，这也是连作棉花生长发育受阻的重要原因之一<sup>[20,24]</sup>。土壤中细菌、放线菌、真菌三大类群微生物区系比例是衡量土壤肥力的一个指标，土壤中细菌、放线菌密度高，表明土壤肥力水平较高<sup>[8,10]</sup>，而真菌密度高则是土壤地力衰竭的标志<sup>[25]</sup>。

连作棉田经与春麦、玉米、番茄、草木樨倒茬后，各作物茬口土壤微生物总量不仅增加，而且菌群结构也发生了变化。从表 2 可知，连作棉田土壤微生物的种群结构变化与其它各茬口微生物种群结构相比均呈显著性差异，各茬口之间菌群结构变化也基本上呈显著性差异。除麦茬地外，各种作物茬口的微生物菌群的变化总体表现为细菌和放线菌增加，真菌减少的态势，尤其是草木樨和番茄茬口表现较为突出，其细菌/真菌（B/F）值分别比连作增加了 31.9%和 25.4%；放线菌/真菌（A/F）值分别增加了 2.98 倍和 3.26 倍。A/F 值增加较少的麦茬地也增加了 0.96 倍。由此可见，连作棉田经倒茬后，可以有效调节土壤微生物菌群平衡，增加土壤中有益拮抗菌的数量，降低土壤病原菌数量的积累，抑制连作棉田土壤微生物菌群结构从高肥的“细菌型”土壤向低肥的“真菌型”土壤转化，增强土壤拮抗病原菌的能力，促进连作棉田土壤肥力的提高，从而有效改善和减轻连作障碍。

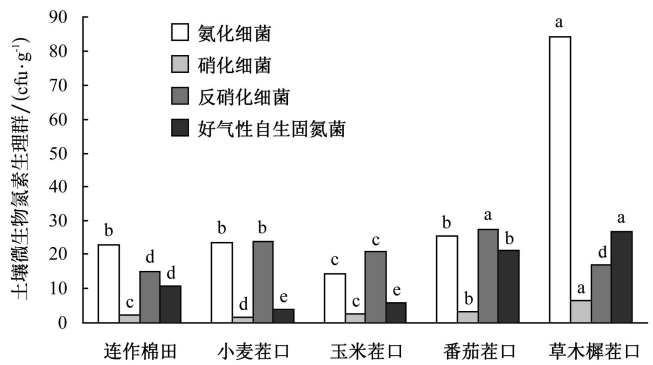
表 2 不同作物茬口土壤微生物种群结构  
Table 2 Microbial population structure change of cotton field with different previous crop stubble

	连作棉田	小麦茬口	玉米茬口	番茄茬口	草木樨茬口
B/F	4.26×10 <sup>5</sup> Dd	3.6×10 <sup>5</sup> cC	4.53×10 <sup>5</sup> bcBC	5.34×10 <sup>5</sup> bB	5.62×10 <sup>5</sup> aA
A/F	0.5×10 <sup>2</sup> eE	0.98×10 <sup>2</sup> Dd	1.41×10 <sup>2</sup> cC	2.13×10 <sup>2</sup> aA	1.99×10 <sup>2</sup> bB

注：B/F 表示细菌数和真菌数的比值，A/F 表示放菌数和真菌数的比值。

2.2.3 不同茬口土壤微生物氮素生理群

氮素生理群微生物数量与土壤氮素营养供应状况直接相关<sup>[8]</sup>。氨化细菌可矿化有机氮成 NH<sup>+</sup><sub>4</sub>-N 供植物和微生物吸收利用。硝化细菌在土壤 NH<sup>+</sup><sub>4</sub>-N 转化为 NO<sup>-3</sup>-N 中起重要作用，其数量的多少反映了土壤硝态氮的供给情况<sup>[24]</sup>。从图 2 可以看出，草木樨茬口土壤氨化细菌生理群与连作棉田土壤的氨化细菌呈显著性差异，其比连作棉田增加了 265.8%。除玉米茬外，小麦茬、草木樨、番茄茬口土壤的硝化细菌生理群也与连作的呈显著性差异，草木樨茬口、番茄茬口土壤的硝化细菌生理群增加明显，分别比连作土壤的增加了 166.5%、35.1%，但小麦茬口则减少了 36.4%。固氮菌的作用能够为土壤补充必要的氮素养料，但是土壤中反硝化细菌会造成土壤氮素的损失，影响植物对土壤养分的吸收利用。比较 5 种作物茬口可知，草木樨和番茄茬口土壤好气性固氮菌数量显著增长，分别增加了 152.2%和 95.8%，但小麦、玉米茬口则分别减少了 64.5%和 45.7%。说明连作棉田倒茬种植番茄、草木樨更有利于土壤氮素营养的改善。与连作棉田相比，虽然 4 种倒茬作物茬口土壤的反硝化细菌数量均有不同程度增长，但总体而言，轮作倒茬有利于土壤中具有氮素积累和转化功能的微生物数量的增加，提高土壤肥力。



注：图中数据为 5 次采样测定的平均值  
图 2 不同作物茬口土壤氮素生理群变化  
Fig.2 Change of nitrogen physiological groups with different stubble

2.2.4 不同作物茬口对棉花产量的影响

作物茬口的好坏最终反映在次年作物产量的高低。从表 3 可知，番茄茬口的棉花产量最高，比连作棉花增产 30.4%，与连作棉花产量相比达显著性差异；其次为草木樨茬口的棉花增产 28.2%。从产量构成因素来看，也是番茄和草木樨茬口的表现较好，这一结果正好与上述对

不同茬口土壤养分和微生物分析结果相吻合，充分说明轮作倒茬可以有效减轻连作障碍，促进棉花产量提高，与连作棉田轮作倒茬的理想作物依次是番茄、草木樨、小麦、玉米。

表 3 不同处理对棉花农艺性状及产量的影响  
Table 3 Effect on agriculture characters and yield of cotton under different treatments

处 理	株高/ cm	每株 果枝数	每株 铃数	单铃质量/ g	小区实际 产量/kg
棉花→小麦→棉花	55.12	4.6	4.67	5.2	20.29abABC
棉花→玉米→棉花	63.22	6.4	3.67	4.59	17.25 bcBC
棉花→番茄→棉花	63.7	8	5.25	5.11	21.83aA
棉花→草木樨→棉花	65.32	6.9	4.83	5.5	21.46aAB
CK (连作棉花)	50.49	4.5	3.5	4.45	16.74cC

3 结 论

- 1) 本研究表明，连作棉田通过倒茬种植不同作物后，可以有效改善连作棉田土壤养分不断下降的状况，使土壤有机质、速效氮、速效钾和速效磷含量均有不断程度的增加，尤其是小麦、玉米、草木樨对土壤速效钾养分的增加较为显著，说明合理轮作倒茬是减轻连作土壤养分片面消耗、克服土壤连作障碍的主要措施之一。
- 2) 连作棉田经过轮作倒茬后，各作物茬口土壤微生物总量均比连作棉田有明显的增加，而且各种作物茬口的微生物菌群的总体表现为细菌和放线菌增加，真菌减少的发展态势，其中草木樨和番茄茬口表现较为突出，其细菌/真菌 (B/F) 值分别比连作增加了 31.9%和 25.4%；放线菌/真菌 (A/F) 值分别增加了 2.98 倍和 3.26 倍。此外，草木樨、番茄茬口土壤氨化细菌生理群、硝化细菌生理群也明显增加。充分说明通过轮作倒茬，可以有效调节土壤微生物菌群平衡，抑制连作棉田土壤微生物菌群结构从高肥的“细菌型”土壤向低肥的“真菌型”土壤转化，增加土壤中具有氮素积累和转化功能微生物数量，增强土壤拮抗病原菌的能力，促进连作棉田土壤肥力的提高，从而有效改善和减轻连作障碍。
- 3) 连作棉田倒茬种植不同作物后，各种作物茬口都能更好的促进棉花的生长发育，其各项产量构成因素和产量均优于连作棉花。结合不同作物对土壤养分及土壤微生物的影响，可以得出长期连作棉田最好的前茬依次是加工番茄、草木樨、玉米、小麦，但为了追求棉田经济效益最大化和提高土地利用效率，番茄和禾本科作物可以作为连作棉田的首选倒茬作物，这样不仅可以改善土壤环境，减轻连作障碍，同时可以保证农民增收，实现棉花生产的可持续发展。

[参 考 文 献]

[1] 李宏琪. 新疆棉花可持续发展面临的问题与对策[J]. 中国棉花, 2001, 28(12): 6—8.

[2] 阮维斌, 王敬国, 张福锁. 长期连作对大豆苗期生长及生物固氮作用的影响[J]. 生态学报, 2003, 23(1): 22—29.

[3] 韩晓增, 许艳丽. 大豆连作减产主要障碍因素的研究[J]. 大

- 豆科学, 1999, 18(1): 4—51.
- Han Xiaozeng Xu Yanli. A study of main factors causing yield decrease of continuous cropping soybean[J]. Soybean Science, 1999, 18(1): 4—51. (in Chinese with English abstract)
- [4] 张淑香, 高子勤, 刘海玲. 连作障碍与根际微生态[J]. 应用生态学报, 2002, 11(5): 741—744.
- [5] 马汇泉, 郑桂萍, 赵九洲, 等. 大豆连作障碍及产生机理[J]. 土壤, 1997(1): 46—48.
- [6] 胡汝晓, 赵松义, 谭周进, 等. 烟草连作对稻田土壤微生物及酶的影响[J]. 核农学报, 2007, 21(5): 494—497.
- Hu Ruxiao, Zhao Songyi, Tan Zhoujin, et al. The effect of continuous tobacco cropping on the microbes and enzyme[J]. Activities In Rice Soil, 2007, 21(5): 494—497. (in Chinese with English abstract)
- [7] 马云华, 魏珉, 王秀峰. 日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J]. 应用生态学报, 2004, 15(6): 1005—1008.
- Ma Yunhua, Wei Ming, Wang Xiufeng. Variation of microflora and enzyme activity in continuous cropping cucumber soil in solar greenhouse[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(6): 1005—1008. (in Chinese with English abstract)
- [8] 邹莉, 袁晓颖. 连作对大豆根部土壤微生物的影响研究[J]. 微生物杂志, 2005, 25(2): 27—30.
- Zou Li, Yuan Xiaoying. Effects Continuous Cropping on Soil Microbes on Soybean Roots[J]. Journal of Microbiology, 2005, 25(2): 27—30. (in Chinese with English abstract)
- [9] 陈宗泽, 殷勤燕, 王旭明, 等. 大豆连作土壤微生物区系动态研究初报[J]. 中国农业科学, 1997, 30(4): 96.
- Chen Zongxian, Yin Qinyan, Wang Xuming, et al. Primary study on dynamics of soil microorganisms under soybean continuous cropping[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1997, 30(4): 96. (in Chinese with English abstract)
- [10] 马汇泉, 靳学慧, 孙伟萍, 等. 大豆连作障碍及其产生机理初探[C]//全国第二届青年农学学术年会论文集. 北京: 农业出版社, 1995: 528—530.
- [11] 孙秀山, 封海胜, 万书波, 等. 连续种植花生对土壤中的主要微生物链的酶活性的变化及相互间的影[J]. 作物学报, 2001, 27(5): 617—621.
- Sun Xiushan, Feng Haisheng, Wan Shubo, et al. Changes of main microbial strains and enzymes activities in peanut continuous cropping soil and their interactions[J]. Acta Agronomica sinica, 2001, 27(5): 617—621. (in Chinese with English abstract)
- [12] 郑德明, 姜益娟, 吕双庆, 等. 棉花连作对土壤肥力的影响[J]. 塔里木农垦大学学报, 1997, 9(1): 41—44.
- [13] 孙建传, 任福成, 詹有俊. 棉花连作对产量的影响及应采取的措施[J]. 甘肃农业科技, 2004, 3: 15—16.
- [14] 布合力其汗·白克力, 王兰, 张利莉. 新疆连作棉田土壤微生物数量动态变化[J]. 塔里木大学学报, 2009, 21(4): 1—4.
- Bu Heliqigan Baikeli, Wang Lan, Zhang Lili. Study on the population structure of microorganisms and their dynamics in the continuous cropping cotton soil[J]. Journal of Tarim University, 2009, 21(4): 1—4. (in Chinese with English abstract)
- [15] 施宪, 梁智, 徐万里, 等. 不同连作年限棉田土壤微生物和酶的特征[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(1): 163—167.
- Shi Xian, Liang Zhi, Xu Wanli, et al. Effects of cotton cropping cotton soil on microorganism and soil enzyme activity[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2010, 47(1): 163—167. (in Chinese with English abstract)
- [16] 刘建国, 张伟, 李彦斌. 新疆绿洲棉花长期连作对土壤理化性状与土壤酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 725—733.
- Liu Jianguo, Zhang Wei, Li Yanbin. Effects of long-term continuous cropping system of cotton on soil physical-chemical properties and activities of soil enzyme in oasis in Xinjiang[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(2): 725—733. (in Chinese with English abstract)
- [17] 范君华, 龚明福, 刘明. 棉花连作对土壤养分、微生物及酶活性的影响[J]. 塔里木大学学报, 2008, 20(3): 72—76.
- Fan Junhua, Gong Mingfu, Liu Ming. The influence of cotton cropping cotton soil on soil nutrient, microorganisms, and soil enzyme activity[J]. Journal of Tarim University, 2008, 20(3): 72—76. (in Chinese with English abstract)
- [18] 朱新萍, 梁智, 王丽, 等. 连作棉田土壤酶活性特征及其与土壤养分相关性研究[J]. 新疆农业大学学报, 2009, 32(4): 13—16.
- Zhu Xinping, Liang Zhi, Wang Li, et al. Study on correlation between soil enzymatic activity and soil fertility in continuous cropping cotton field[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2009, 32(4): 13—16. (in Chinese with English abstract)
- [19] 柴仲平, 梁智, 王雪梅, 等. 连作对棉田土壤物理性质的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 192—195.
- Cai Zhongping, Liang Zhi, Wang Xuemei, et al. The influence of the continuous cropping to the physical properties of cotton soil[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(8): 192—195. (in Chinese with English abstract)
- [20] 单鸿宾, 梁智, 王纯利, 等. 棉田连作对土壤微生物及酶活性的影响[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(1): 113—117.
- Shan Hongbing, Liang Zhi, Wang Chunli, et al. Effect of continuous cotton cropping on the microbes and enzyme activities in soil[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2009, 11(1): 113—117. (in Chinese with English abstract)
- [21] 顾美英, 徐万里, 卯军, 等. 连作对新疆绿洲棉田土壤微生物数量[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(1): 1—5.
- Gu Meiyong, Xu Wanli, Mao Jun, et al. Effects of cotton continuous cropping on the amount of soil microbes and enzyme activities in Xinjiang[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2009, 27(1): 1—5. (in Chinese with English abstract)
- [22] 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京: 农业出版社, 1986.

- [23] 胡开辉. 微生物学试验[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.
- [24] 罗明, 文启凯, 陈全家, 等. 不同用量的氮磷化肥对棉田土壤微生物区系及活性的影响[J]. 土壤通报, 2000, 31(2). Luo Ming, Wen Qikai, Chen Quanjia, et al. Influences of different nitrogen and phosphorus fertilizers on soil microflora and microbial activities in cottoned soil[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2000, 31(2). (in Chinese with English abstract)
- [25] 李琼芳. 不同连作年限麦冬根际微生物区系动态研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(3). Li Qiongfang. Dynamics of the microbial flora in the liriopae rhizosphere and outrhizosphere during continuous cropping years[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2006, 37(3). (in Chinese with English abstract)

## Effects of crop stubbles on cotton yield and soil environment in continuously cropped cotton field

Xu Wenxiu<sup>1,2</sup>, Luo Ming<sup>1</sup>, Li Yinping<sup>1</sup>, Han Jian<sup>1</sup>, Wang jiao<sup>1</sup>, Shu Chunxia<sup>1</sup>, Yu Hong<sup>1</sup>

(1. College of agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

2. Cotton Engineering Research Centre of Ministry of Education, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** The cotton field continuously cropped for eight years was investigated between 2007 and 2008 in order to find out the effects on soil nutrients, soil microflora and cotton yield with different crop stubbles and the optimum stubbles for cotton. The result revealed that the content of soil organic matter, soil available nutrients and cotton yield with different crop stubbles treatment were all higher than that with continuous cotton cropping treatment, among which processing tomato stubble had a significant increase in soil available phosphorus, while wheat and corn stubbles had a significant increase in soil available potassium. All crop stubbles had apparent increases in the mass of microorganism in soil compared to that in cotton. In general, there was a increase in the number of bacteria and actinomycetes, while a decrease in eumyophyta. The volume of ammonibacteria and physiological groups of nitrifying bacteria had significant increases in both sweet clover and processing tomato stubbles. The ranking (high to low) by cotton yield with different crop stubbles is processing tomato, sweet clover, wheat, corn, cotton; and processing tomato, corn and wheat can serve as appropriate interplant stubbles in cotton field.

**Keywords:** soil nutrient, soil microorganism, cotton, stubble, interplant