

北疆连作棉田轮作倒茬模式的研究

李银平¹, 林忠东², 李小斌², 徐文修¹, 王 亭¹,
杨 涛¹, 候松山¹, 韩晶垒¹, 候 猛¹

(1. 新疆农业大学农业部棉花工程研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 呼图壁县大丰镇农科站, 新疆 呼图壁 831205)

摘 要: 于 2007~2008 年在多年连作的棉田上进行不同茬口轮作倒茬试验, 以研究不同茬口对连作棉田土壤肥力及棉花生长的影响, 从而筛选出适应棉田轮作倒茬的最佳种植模式。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培肥效果总体表现最好; 不同茬口的棉花产量表现为小麦一大豆→棉花>加工番茄→棉花>玉米//大豆→棉花>小麦→棉花>玉米→棉花>CK。小麦一大豆或加工番茄可作为长期连作棉田的良好前茬。

关键词: 轮作; 土壤肥力; 连作; 棉花产量; 棉田
中图分类号: S562.048 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)01-0243-04

在农业生产中, 作物连作有害、轮作有益早已被人们所认识。作物长期连作可导致土壤速效养分含量下降、土壤理化性状变差、土壤酶活性降低、微生物种群发生变化, 产量下降^[1~5]。棉花是新疆农业生产的主导产业, 是农民增收的一个主要来源^[6]。近年来, 新疆棉田面积迅速扩大^[7], 初步实现了植棉区域化、布局专业化, 但也造成作物结构相对简单、棉花多年连作的现象十分普遍。而随着棉花连作年限的增加, 也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^[8]。

长期以来人们对大豆、花生、果树等连作的问题作了大量研究^[9~12]。但关于不同作物茬口对连作棉田影响的研究尚不多见, 本文针对目前新疆棉花连作存在的主要问题, 通过在连作棉田上进行轮作倒茬试验, 比较不同茬口对连作棉田土壤肥力及棉花产量的影响, 从而筛选出适应棉田轮作倒茬的最佳倒茬作物, 为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理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

在新疆呼图壁县大丰镇一块连作 8 年的棉田上进行轮作倒茬试验, 供试土壤基础肥力为有机质 15.88 g/kg, 速效氮 36.83 mg/kg, 速效磷 14.02 mg/kg, 速效钾 180.97 mg/kg。在 2007 年种植不同

作物的基础上, 次年全部种植棉花, 棉花品种为新陆早 28 号。试验设 6 个处理: (1) 小麦一大豆→棉花(复播大豆作为绿肥进行翻压); (2) 小麦→棉花; (3) 玉米→棉花; (4) 玉米//大豆→棉花(大豆收获籽粒); (5) 加工番茄→棉花(番茄茎秆全部还田); (6) 棉花→棉花为对照(CK); 小区面积 61.2 m², 三次重复。在棉花播种前施复合肥 300 kg/hm², 各处理田间管理措施一致, 均与大田相同。在 2008 年种植棉花前分别在每个小区采土样进行土壤养分分析。

1.2 测定项目及方法

根据试验需要测定以下项目: 土壤有机质: K₂Cr₂O₇-H₂SO₄ 法; 速效氮, 碱解扩散法; 速效磷, NaHCO₃ 浸提钼锑抗比色法; 速效钾, 醋酸铵浸提—火焰光度计法。对棉花农艺性状的调查, 在每个小区采用定点挂牌的方法定期调查株高、倒四叶宽、蕾数、铃数。叶绿素含量用叶绿素仪 SPAD-502 进行测定; 定期采集棉花植株样, 杀青后测其干物质; 棉花产量为小区实收产量; 在农业部棉花品质监督检验中心测定棉花纤维品质。

2 结果与分析

2.1 不同茬口对棉田土壤肥力的影响

由于作物本身生物学特性不同, 所以各种作物根系的形状、粗细、数量、分布及其对养分的需求不同, 因而对土壤理化性状的影响也就有所不同。本试验着重研究不同茬口对土壤养分的影响, 试验结

收稿日期: 2009-05-11
基金项目: 新疆维吾尔自治区科技厅项目(2001BA507A-10); 农业部公益性行业科研专项(nyhyzx07-005); 农业部行业项目“西北绿洲灌区现代农作制构建及配套技术研究”(200803028); 科技部“十一五”支撑计划项目(2006BAD21B02-1)
作者简介: 李银平(1980-), 女, 山东济宁市人, 在读硕士研究生, 研究方向为耕作制度。E-mail: sdlyp0219@126.com。
通讯作者: 徐文修(1962-), 女, 新疆乌鲁木齐人, 教授, 主要从事耕作制度与农业生态研究工作。E-mail: xjxwx@sina.com。
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

果见表 1。可以看出,各处理的土壤有机质、速效氮、速效钾和速效磷含量都高于对照 CK 处理,说明轮作倒茬能改善土壤理化性状,提高土壤养分含量。其中番茄处理的土壤有机质含量最高,达 18.27 g/kg,与 CK 处理达到极显著差异水平。5 个处理的土壤速效氮含量均比 CK 的土壤速效氮含量高,而且差异达极显著水平,它们分别比 CK 提高了 11.0%,6.83%,30.0%,31.3%,25.3%。进一步分析小麦—大豆→棉花和小麦→棉花,玉米→棉花和玉米//大豆→棉花这两组处理可发现,复播或间作大豆处理的土壤速效氮含量要高于未种植大豆的处理,这是因为大豆是豆科作物,豆科作物具有固氮作用,所以其土壤速效氮含量相对较高。小麦茬口和单作玉米茬口处理的土壤速效钾含量较高,它们之

间差异达显著水平,与其它处理差异达到极显著水平;番茄处理的土壤速效磷含量最高,达 16.61 mg/kg,且远远高于其它处理的土壤速效磷含量,是 CK 处理的土壤速效磷含量的 2.98 倍。这说明番茄对土壤速磷有较强的活化作用,能有效地将土壤中的有机磷转化为有效磷。再进一步比较各种轮作茬口与连作茬口的土壤养分含量可知,各种处理茬口的土壤有机质及养分含量均比连作土壤的高,而且番茄茬口除土壤速效钾含量增加较小外,其有机质、速效氮、速效磷含量的增加均表现最高,充分说明各种轮作倒茬方式都能有效改善连作土壤理化性质、增加土壤有效养分的作用,其中番茄茬口对土壤的培肥效果最好。

表 1 不同处理的土壤养分含量
Table 1 Soil nutrient content under different treatments

处理 Treatments	有机质(g/kg) Organic matter	速效氮(mg/kg) Available nitrogen	速效钾(mg/kg) Potassium	速效磷(mg/kg) Available phosphorus
小麦—大豆→棉花 Wheat-soybean→cotton	16.95 ^{bcBC}	38.52 ^{cC}	385.58 ^{aA}	5.71 ^{dD}
小麦→棉花 Wheat→cotton	16.78 ^{cdBC}	37.08 ^{cC}	392.03 ^{aA}	6.34 ^{cC}
玉米→棉花 Corn→cotton	17.58 ^{abAB}	45.13 ^{aAB}	342.55 ^{bAB}	6.81 ^{bB}
玉米//大豆→棉花 Corn//soybean→cotton	17.15 ^{bcBC}	45.68 ^{aA}	295.61 ^{cBC}	7.07 ^{bB}
加工番茄→棉花 Tomato→cotton	18.27 ^{aA}	43.48 ^{bB}	257.39 ^{cdC}	16.61 ^{aA}
CK	16.29 ^{dC}	34.71 ^{dD}	245.27 ^{dC}	5.57 ^{dD}

注:小写字母代表差异达 5%显著水平,大写字母代表差异达 1%极显著水平。下表同。
Note: Lowercase letters means 5% significance level, capital letters means 1% signicance level. The same in following table.

2.2 不同茬口对棉花农艺性状及产量的影响

由表 2 可知,各种茬口棉花的农艺性状都要优于 CK。其中生长于番茄茬口的棉花株高最高,比连作的棉花高 13.21 cm;其次为玉米、小麦、小麦—大豆的茬口;玉米//大豆茬口的棉花株高最低。种植

于小麦茬口的棉花果枝数和 CK 处理的棉花无明显差异,但棉花蕾数和铃数都要高于 CK 处理,分别高出 5.8%和 33.4%。这进一步说明,轮作倒茬不仅有利于土壤养分的提高,而且更有利于倒茬棉花的生长发育。

表 2 不同处理对棉花农艺性状及产量的影响
Table 2 Effect of different treatments on agronomic characters and yield of cotton

处理 Treatments	株高(cm) Height	倒四叶宽(cm) Down four leaf width	果枝数(个/株) Number of fruiting branches	蕾数 (个/株) Bud number	铃数 (个/株) Boll number	单铃重(g/个) Single boll weight	实际产量 (kg/hm ²) Real output
小麦—大豆→棉花 Wheat-soybean→cotton	51.15	10.01	6.3	8.4	5.42	5.26	3666.85 ^{aA}
小麦→棉花 Wheat→cotton	55.12	9.85	4.6	5.5	4.67	5.20	3314.75 ^{bA}
玉米→棉花 Corn→cotton	63.22	10.6	6.4	9.3	3.67	4.59	2818.89 ^{cB}
玉米//大豆→棉花 Corn//soybean→cotton	50.70	9.45	8.1	11.7	5.08	4.81	3414.75 ^{abA}
加工番茄→棉花 Tomato→cotton	63.70	10.23	8.0	10.2	5.25	5.11	3566.84 ^{abA}
CK	50.49	9.39	4.5	5.2	3.50	4.45	2735.55 ^{cB}

由表 2 可知,除玉米→棉花处理外,其它 4 个处理的棉花产量与 CK 处理差异达极显著水平,而且各种茬口的棉花产量均比连作棉花产量要高,增长幅度在 3.05%~34.04%。分别比较不同倒茬方式对棉花产量的影响可知,小麦复播大豆绿肥茬口的棉花产量要比单作小麦茬口的棉花产量增产 10.62%;玉米间作大豆的棉花产量比单作玉米茬口的棉花增产 21.14%,除小麦一大豆茬口外,单作番茄茬口的棉花产量最高,均比其它茬口的棉花产量提高 4.45%~26.53%。充分说明连作棉田进行轮作倒茬可以促进棉花产量的提高,而且在相同倒茬作物时,多作多熟或多作一熟倒茬方式要比单作倒茬对棉花增产的效果好。番茄茬口是棉花的良好前茬。

2.3 不同茬口对棉花干物质、叶绿素的影响

棉花干物质积累是产量形成的物质基础。由图 1a 可知,各处理的棉花干物质重变化趋势一致,蕾期之后各处理均呈逐渐上升状态,且不同茬口处理的棉花干物质重均高于 CK 处理。总体上生长于番茄茬口的棉花干物重一直处于领先地位,但到花铃期之后小麦一大豆→棉花处理的干物质积累较快,

超过番茄处理的棉花干物质重。吐絮期不同茬口的棉花干物质重大小表现为:小麦一大豆→棉花>加工番茄→棉花>小麦→棉花>玉米//大豆→棉花>玉米→棉花>CK,这与不同茬口处理的棉花产量变化趋势基本一致。说明不同茬口处理更有助于增加光合物质,从而促进棉花干物质的积累。

叶绿素是叶绿体的重要组成部分,是作物叶片光合作用的主要物质基础,也是叶片功能持续期长短的重要标志^[13,14],叶绿素值与棉花的光合作用有密切关系,叶绿素含量高,叶片的生理活性高,促进光合作用,含量低则易造成叶片衰老,光合作用也随之降低^[15,16]。由图 1b 可看出,各茬口棉花叶绿素值变化趋势一致,在生长初期叶绿素值较低,到花期达到高峰,之后随着棉花的生长,叶绿素值逐渐下降。不同茬口处理的棉花叶片的叶绿素值均高于 CK 处理,说明作物轮作能够延长叶片的功能期和寿命,从而提高光合速率和作物的产量。小麦一大豆→棉花处理的棉花叶绿素值在后期又呈上升趋势,这可能与复播大豆作为绿肥翻压,表现出的肥效持久性有关。

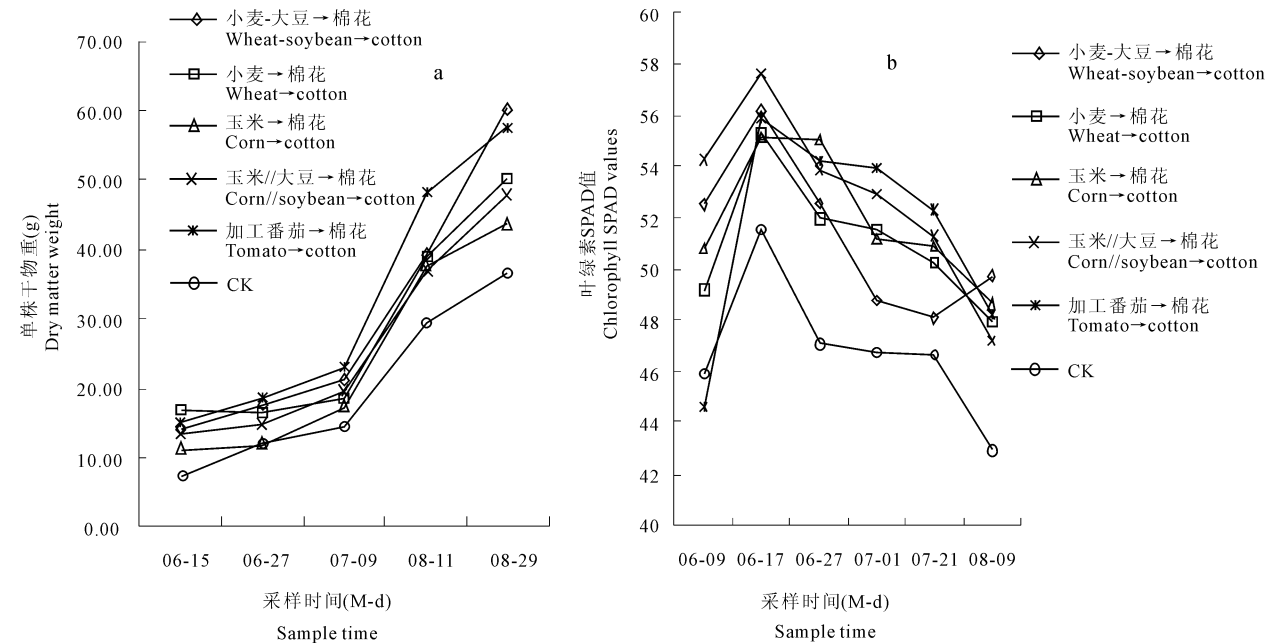


图 1 棉花植株叶片干物质(a)和叶绿素值(SPAD 值)(b)变化趋势

Table 1 Trend of change of dry matter weight(a) and chlorophyll content(b) with cotton leaf

2.4 不同茬口对棉花纤维品质的影响

在不同茬口种植棉花,不仅能提高土壤养分含量、增加棉花产量,而且对棉纤维品质也有一定的影响。由表 3 测定结果知,除玉米//大豆→棉花处理外,其它 4 个处理的纤维长度、可纺系数均高于 CK,

其中小麦一大豆→棉花处理的棉纤维长度最高达 31.74 mm,比 CK 处理高 1.59 mm;5 个处理的棉纤维整齐度均大于 CK 处理,说明轮作倒茬可以提高棉纤维的整齐度。不同茬口对棉花纤维强度和马克隆值的影响不明显,没有规律可寻,但番茄茬口的棉

花马克隆值表现的较为理想,说明种植番茄不仅能提高连作棉田的土壤肥力及棉花产量,而且对棉花纤维品质也有一定的影响。

表 3 不同处理对棉花纤维品质的影响
Table 3 Effect of different treatments on fiber quality of cotton

处理 Treatments	长度(mm) Length	整齐度(%) Uniformity	强度(CN/tex) Strength	马克隆值 Micronaire	可纺系数 Spinnability coefficient
小麦—大豆→棉花 Wheat—soybean→cotton	31.74	89.2	32.6	4.7	168
小麦→棉花 Wheat→cotton	31.43	89.6	32.8	4.9	168
玉米→棉花 Corn→cotton	31.11	89.8	31.7	4.62	167
玉米//大豆→棉花 Corn//soybean→cotton	30.04	89.1	30.1	5.24	152
加工番茄→棉花 Tomato→cotton	30.68	89.1	30.8	3.86	168
CK	30.15	88.4	31.5	4.81	158

3 讨论与结论

1) 本试验结果表明,不同茬口可以改善土壤理化性状,这与春麦复播绿肥茬口可提高连作棉田土壤肥力结果一致^[17,18]。5 个不同作物茬口的土壤有机质、速效氮、速效钾和速效磷含量均高于连作棉田,总体上加工番茄对土壤的培肥效果较好,特别是对土壤速效磷的作用尤为突出。

2) 长期连作棉田倒茬种植不同作物后,各种茬口都能促进棉花的生长,其农艺性状的各项指标和干物重均优于连作棉花,进而提高了棉花的产量。从不同茬口对棉花产量的影响来说,小麦复播大豆绿肥的茬口对棉花的增产效果较好,其次为加工番茄茬口。因此为了快速减少由于棉花长期连作带来的一系列弊端,建议在热量、水资源等条件丰富的地方,长期连作的棉田可选择小麦复播绿肥大豆作为茬口,而对于当地有番茄加工能力的地方,可以选择加工番茄作为连作棉田的倒茬作物。

3) 试验结果表明小麦—大豆→棉花处理的棉田土壤养分含量不如番茄→棉花处理的土壤养分含量高,但棉花产量表现却比番茄茬口处理的要高,这极有可能与棉花植株养分的吸收有关,因此对棉株养分的吸收利用还有待进一步研究。

4) 本试验为二年田间试验,而轮连作对土壤的影响是一个长期的过程,因此,为了揭示连作弊端的实质,还需要进一步采取长期的定点定位研究,为恢复和建立新疆棉田合理用养制度奠定理论基础,从而实现新疆棉花生产的可持续发展提供技术保障。

参 考 文 献:

[1] 马春梅,刘 侃,唐远征.轮连作对土壤微生物数量的影响[J].东北农业大学学报,2005,36(2):147—152.

[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] 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.

[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] 万素梅,王立祥.发挥区域资源优势促进新疆棉花可持续发展[J].塔里木大学学报,2006,18(1):98—101.

[6] 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.

[7] 徐文修,牛新湘,边秀举.新疆棉花光温生产潜力估算与分析[J].棉花学报,2007,19(6):455—460.

[8] 张思苏,封海胜,万书波,等.花生不同连作年限对植株生育的影响[J].花生科技,1992,(2):21—23.

[9] 张德俭,赵九洲,孙长艳,等.连作对大豆生长发育动态的影响[J].大豆科学,1996,15(4):326—330.

[10] 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.

[11] 韩晓增,许艳丽.大豆连作减产主要障碍因素的研究.Ⅱ.连作大豆土壤有害生物的障碍效应[J].大豆科学,1999,18(1):48—51.

[12] 张其水,俞新妥.连栽杉木林生长状况的调查研究[J].福建林学院学报,1992,12(3):334—338.

[13] 郝乃斌.高光效大豆光合特性的研究[J].大豆科学,1998,(3):283—286.

[14] 刘贞琦.水稻叶绿素含量及其与光合速率关系的研究[J].作物学报,1984,10(1):57—60.

[15] 赵化周,薛国典.小麦叶片叶绿素含量系统变化规律的研究[J].麦类作物,1999,(2):36—38.

[16] 左宝玉,段续川.冬小麦不同层次叶片中叶绿素超微结构及其功能的研究[J].植物学报,1978,20(8):223—228.

[17] 李银平,徐文修,李钦钦,等.绿肥压青对连作棉田土壤肥力的影响[J].新疆农业科学,2009,46(2):262—265.

[18] 李银平,徐文修,候松山,等.春小麦复播绿肥对连作棉田土壤肥力的影响[J].中国农学通报,2009,25(6):151—154.

(英文摘要下转第 254 页)

The effects of different tillage methods and fertilizer treatments on yield of winter wheat and soil fertility in the loess plateau of east Gansu

ZHANG Jian-jun^{1,2}, WANG Yong^{1,2}, TANG Xiao-ming^{1,2},
FAN Ting-lu^{1,2}, LI Shang-zhong¹, DANG Yi¹, WANG Lei¹

(1. Dryland Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;
2. Key Laboratory of Northwest Drought-resistant Crop Farming, Ministry of Agriculture, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The effects of different tillage methods and fertilizer treatments on the yield and water use efficiency (WUE) of winter wheat and soil fertility was studied in loess plateau of east Gansu through fixed experiment for 3 years. The results showed that traditional tillage improved the yield and the water use efficiency of winter wheat, while more than two consecutive years of no-tillage resulted in the reduction of yield, so the third year should be with tillage. With the elongation of cultivation duration, the organic carbon content in both traditional tillage and no-tillage increased, which was improved from 11.75 g/kg to 13.0 g/kg in traditional tillage and from 11.75 g/kg to 13.93 g/kg in no-tillage method. Analyzed from yield, water use efficiency and soil fertility, traditional tillage had a positive effect on the yield and water use efficiency of winter wheat and soil fertility. So traditional tillage combined with mixed application of organic and inorganic fertilizer is an effective way for soil fertility and disaster reduction in the loess plateau of east Gansu at present.

Keywords: tillage method; winter wheat; yield; WUE; soil fertility

(上接第 246 页)

Study on crop rotation patterns for field with continuous cropping of cotton in Northern Xinjiang

LI Yin-ping¹, LIN Zhong-dong², LI Xiao-bin², XU Wen-xiu¹, WANG Ting¹,
YANG Tao¹, HOU Song-shan¹, HAN Jing-lei¹, HOU Meng¹

(1. Cotton Research Center of Ministry of Education, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;
2. Agricultural Technique Station in Dafengzhen, Hutubi County, Xinjiang 831205, China)

Abstract: In 2007~2008 we selected field with years of continuous cropping of cotton to plant different crops so as to study their influence on soil fertility of cotton yield and to select the best rotational cropping mode. The results showed that soil organic matter, available nutrient content and cotton yield of the field where cotton is rotated with different crops are higher than that of continuous cropping of cotton (CK). And tomato is the best for soil fertility, and the yield of cotton production is: wheat-soybean→cotton > tomato→cotton > corn//soybean→cotton > wheat→cotton > corn→cotton > CK. So planting wheat-corn or tomato can be used as the best choice in rotating or inverting in the continuous cropping of cotton.

Keywords: rotation patterns; soil fertility; continuous cropping; yield; cotton