

谢利,王燕芳,马超,等.棉花-孜然间作模式对土壤微生物数量及酶活性的影响[J].江苏农业科学,2015,43(10):103-105.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.031

棉花-孜然间作模式对土壤微生物数量及酶活性的影响

谢利^{1,2},王燕芳^{1,2},马超^{1,3},吴瑛^{1,3}

(1.新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室,新疆阿拉尔 843300;

2.塔里木大学植物科技学院,新疆阿拉尔 843300;3.塔里木大学生命科学学院,新疆阿拉尔 843300)

摘要:采用棉花单作、孜然单作、棉花和孜然间作 3 种植模式,研究其土壤微生物数量和土壤酶活性的变化。结果表明,间作与棉花单作相比,土壤细菌、放线菌、真菌数量及脲酶、过氧化氢酶、蔗糖酶活性显著降低,间作不能有效调节土壤的微生物区系,不能很好地改善棉田的土壤环境。

关键词:棉花;孜然;间作;土壤;微生物;酶活性

中图分类号: S562.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0103-02

间套作是农作物时间生态位和空间生态位互补扩大的集约种植方式,生态位分离是间套作优势产生的主要生态机制,是 2 种作物充分利用地上部光热和地下水土资源,实现资源最大限度的利用,从而在单位面积上获得更高的产量^[1-2]。目前,有关棉花高产栽培技术及间作套种对生态条件的改善等研究较多^[3-4]。棉花-孜然间作是新疆维吾尔自治区南疆地区广泛应用的一种种植模式^[5],而该种植模式对土壤生态的影响迄今未见报道。本试验对棉花与孜然不同种植方式下的微生物群落数量和土壤酶活性进行研究,以探索土壤生态环境的变化,为筛选棉花最佳的种植模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在新疆维吾尔自治区阿拉尔市 12 团农田内,该地区属于暖温带大陆性干旱荒漠气候,年均气温 10.7℃,极端最高气温 35℃,极端最低气温 -28℃;年均太阳辐射为 133.7~146.3 kcal/cm²,年均日照时间为 2 556.3~2 991.8 h;雨量稀少,冬季少雪,地表蒸发强烈,年均降水量为 40.1~82.5 mm,年均蒸发量为 1 876.6~2 558.9 mm;试验地为单作棉花种植地,沙质壤土,土层深度为 10~30 cm,有机质含量为 13.76 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾含量分别为 65.41、15.23、82.33 mg/kg。

1.2 试验材料

供试棉花品种为新陆早 13 号,孜然为农田主自留种。

1.3 试验方法

试验在大田条件下进行,设棉花单作、孜然单作和棉花间作孜然 3 种植模式。单作棉花采用窄膜 1 膜 3 行模式,膜

上株行距为 25 cm×25 cm,交接行行距为 55~60 cm;单作孜然株行距为 30 cm×10 cm;棉花间作孜然是在单作棉花的交接行中间种植 2 行孜然,株行距为 30 cm×10 cm。生长期管理同常规;当年 6 月,采用 5 点取样法用土钻取根际土,钻取深度为 20 cm;将土样合并,装袋封口并做好标签;研磨,过 2 mm 筛,一部分装袋放入 4℃冰箱中保存,用于测定土壤微生物数量,另一部分自然风干,用于测定土壤酶活性。

1.4 测定内容和方法

土壤微生物数量用平板涂抹法测定,细菌、真菌、放线菌分别用牛肉膏蛋白胨培养基、马丁氏培养基、改良的高氏 1 号培养基^[6]培养;土壤脲酶、过氧化物酶、过氧化氢酶、蔗糖酶、蛋白酶分别采用靛酚蓝比色法、邻苯三酚比色法、高锰酸钾滴定法、3,5-二硝基水杨酸比色法、茚三酮比色法测定^[7]。

2 结果与分析

2.1 不同种植模式对土壤微生物的影响

土壤微生物参与多种生化反应,对土壤环境结构的形成和改良等起着十分重要的作用。由表 1 可见,棉花和孜然间作,其土壤微生物数量比单作孜然有所增加,细菌、真菌、放线菌分别增加了 50.1%、6.2%、29.9%,且细菌和放线菌数量差异达到显著水平;棉花和孜然间作与棉花单作相比,间作地块的土壤细菌、真菌、放线菌数量分别比孜然单作降低了 24.4%、17.6%、14.3%,且差异显著。有研究表明,当土壤中真菌数量及其组成比例提高时,会增加土传病害的发生,而细菌和放线菌数量及其组成比例增加时,土传病害发生概率则会下降^[8]。因此,棉花和孜然间作不能很好地改善土壤环境。

表 1 棉花与孜然不同种植模式下土壤微生物的变化

种植模式	数量(×10 ³ CFU/g)		
	细菌	真菌	放线菌
棉花单作	1 892.35 ± 29.47a	108.46 ± 5.16a	206.71 ± 8.84a
孜然单作	952.47 ± 24.81c	84.13 ± 4.28b	136.45 ± 6.43c
棉花-孜然间作	1 429.74 ± 32.15b	89.33 ± 2.97b	177.24 ± 7.48b

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。表 2 同。

收稿日期:2014-09-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:20867005)。

作者简介:谢利(1989—),女,新疆库尔勒人,硕士,主要从事化学生态学研究。E-mail:254436046@qq.com。

通信作者:吴瑛,教授,主要从事天然产物研究。E-mail:wuyingyuan@163.com。

2.2 不同种植模式对土壤酶活性的影响

土壤酶主要来自微生物和根系的分泌物,反映土壤有机质的分解和转化情况,是评价土壤肥力水平的重要指标。由表 2 可见,与棉花单作和孜然单作相比,棉花和孜然间作的土壤酶活性均有不同程度的降低和升高;间作的脲酶、过氧化物酶、过氧化氢酶、蔗糖酶和蛋白酶活性比棉花单作分别降低了

20.4%、3.1%、16.9%、41.0%、7.9%,且脲酶、过氧化氢酶和蔗糖酶活性差异达到显著水平;与孜然单作相比,间作土壤除过氧化氢酶活性降低了 12.3%,脲酶、过氧化物酶、蔗糖酶、蛋白酶活性分别增加了 22.7%、45.2%、37.1%、385.1%,差异均达到显著水平。可见棉花和孜然间作不利于棉花的生长。

表 2 棉花和孜然不同种植模式下土壤酶活性的变化

耕作模式	脲酶 [mg/(24 h·100 g)]	过氧化物酶 [mg/(24 h·100 g)]	过氧化氢酶 [mol/(L·g)]	蔗糖酶 [mg/(g·h)]	蛋白酶 [mg/(g·h)]
棉花单作	358.988 ± 25.73a	563.364 ± 29.37a	0.455 ± 0.015a	125.210 ± 11.48a	85.708 ± 7.44a
孜然单作	232.838 ± 18.11c	375.996 ± 25.36b	0.431 ± 0.028a	53.857 ± 6.92c	16.277 ± 1.82b
棉花-孜然间作	285.675 ± 26.42b	546.131 ± 33.75a	0.378 ± 0.011b	73.855 ± 5.14b	78.965 ± 5.93a

注:脲酶、过氧化物酶、过氧化氢酶活性的测定分别以 NH₃-N、没食子酸、KMnO₄ 计。

2.3 不同种植模式土壤微生物数量与酶活性的相关性分析

由表 3 可见,土壤酶活性与微生物数量呈正相关关系,相关性大小表现为:脲酶>蔗糖酶>蛋白酶>过氧化物酶>过氧化氢酶;过氧化氢酶与微生物数量未达到显著相关水平,脲酶、蔗糖酶与微生物数量达到极显著相关水平;过氧化物酶、蛋白酶与真菌数量达到显著相关水平,与细菌、放线菌数量达到极显著相关水平。

的生存条件。孜然是一种具有特殊气味的植物,具有抑菌性^[19],其含有的大量醛、萜类物质^[20]均属于化感物质,经过茎叶挥发、雨露淋洗及根系分泌物释放,可造成化感物质的大量积累,从而抑制土壤微生物的生长,对棉花产生化感作用,使土壤酶活性降低,影响棉花的正常生长发育,而棉花产生的化感物质浓度较低,促进了孜然土壤微生物种群的生长,使土壤酶活性升高。棉花和孜然间作,棉花对孜然的化感作用表现为低浓度促进,孜然对棉花则表现为高浓度抑制且影响更大,使土壤整体酶活性下降,微生物数量降低,棉花和孜然间作不能有效改善土壤的环境质量,这与前人研究结论^[21]有所不同。需指出的是,本试验仅针对土壤环境进行了部分研究,将来还应应对棉花和孜然间作所获得的作物品质和产量开展进一步研究,综合其微观环境与宏观产量,为棉花种植筛选出最佳模式提供理论依据。

表 3 土壤酶活性与微生物数量的相关性分析

微生物 种类	相关系数				
	脲酶	过氧化物酶	过氧化氢酶	蔗糖酶	蛋白酶
细菌	0.994 76 **	0.908 42 **	0.295 98	0.967 04 **	0.910 43 **
真菌	0.974 61 **	0.725 14 *	0.588 13	0.997 49 **	0.728 46 *
放线菌	0.982 72 **	0.940 21 **	0.215 04	0.942 36 **	0.941 85 **

注:“*”“**”分别表示在 5%、1%水平上差异显著。

3 结论与讨论

大多数作物都存在化感物质的他感和自毒作用,其中自毒作用是作物产生连作障碍的主要原因之一^[9-11]。根系分泌物积累会产生化感抑制作用,导致土壤微生物数量下降,群落功能多样性被破坏,土壤酶活性降低,土壤生态环境恶化,从而抑制植物的生长,表现为叶绿素含量、酶活性下降,MDA 含量、细胞膜透性增加,植物的抗病性降低^[12]。植物一般不会无缘无故地产生根系分泌物^[13],但由于生境的异质性,植物将时常面对各种逆境,既有来自自身资源的争夺,又有其他生物的侵扰,通过物理手段提高植物抗逆性的能力大为下降,化学方法上升为主要手段^[14]。植物释放的化感物质不仅可以通过根系分泌,还有茎叶挥发如萜类、雨露淋洗和植物残体腐解等^[15-18],当化感物质积累到一定浓度,就会对不同植物生长代谢表现为低促高抑的现象^[16],同时也在土壤环境中得以体现。

棉花单作和孜然单作的土壤环境简单,植物只面对自身种群内资源的竞争。棉花和孜然间作,土壤环境变复杂,植物不仅要面对种内资源竞争,还要面对种外生物的侵扰。此时,植物一方面通过地上部分产生的化感物质作用于同种或异种植物来影响其生长发育;另一方面,则通过根系分泌物来影响根际微生物的种类和数量,进而改变土壤酶活性来改善土壤的理化性质,并对其他植物种子或根系产生影响以改善自身

参考文献:

[1] 肖焱波,李 隆,张福锁. 小麦/蚕豆间作体系中的种间相互作用及氮转移研究[J]. 中国农业科学,2005,38(5):965-973.

[2] 肖焱波,李 隆,张福锁. 根瘤菌菌株 NM353 对小麦/蚕豆间作体系中作物生长及养分吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(1):89-96.

[3] 党小燕,刘建国,帕尼古丽,等. 棉花间作模式中作物养分竞争吸收和积累动态的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1):166-173.

[4] 赵庆龙. 蒜棉、麦棉套作对棉田土壤微生物及相关酶活性的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2011.

[5] 买热木·吾守,艾尼瓦尔·巴吾东,热沙来提·热西甫. 孜然套种棉花高效栽培技术总结[J]. 新疆农业科技,2011(3):13-14.

[6] 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.

[7] 刘建国. 新疆棉花长期连作的土壤环境效应及其化感作用的研究[D]. 南京:南京农业大学,2008.

[8] 周宝利,孙传齐,韩 琳,等. 邻苯二甲酸二丁酯对茄子根际土壤黄萎菌数量及土壤微生物组成的影响[J]. 华北农学报,2010,25(6):150-153.

[9] 吴凤芝,赵凤艳. 根系分泌物与连作障碍[J]. 东北农业大学学报,2003,34(1):114-118.

[10] 王树起,韩晓增,乔云发. 根系分泌物的化感作用及其对土壤微生物的影响[J]. 土壤通报,2007,38(6):1219-1226.

赵 凌,赵春芳,周丽慧,等. 中国水稻生产现状与发展趋势[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):105-107.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.032

中国水稻生产现状与发展趋势

赵 凌,赵春芳,周丽慧,王才林

(江苏省农业科学院粮食作物研究所/江苏省优质水稻工程技术研究中心/国家水稻改良中心南京分中心,江苏南京 210014)

摘要:从种植面积、单产、总产等方面对世界粮食和水稻生产的历史和现状进行了概述,并对水稻生产在中国和世界粮食中的重要地位进行了分析,提出了我国水稻生产的发展趋势,对保障我国粮食生产安全具有重要意义。

关键词:世界;中国;水稻;生产;粮食

中图分类号: S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0105-03

水稻是世界三大主要粮食作物之一,也是中国最重要的粮食作物,是我国人民最为喜爱的主食之一。中国是世界水稻生产和消费大国,了解世界及中国的粮食和水稻生产概况,明确水稻生产发展趋势,对保障我国粮食安全具有重要意义。为了便于比较和数据收集,笔者所有基础数据均来自联合国粮农组织(FAOSTAT),时间范围涵盖了 FAOSTAT 的全部时间周期,从 1961—2013 年。

1 世界粮食生产概况

1.1 种植面积

从联合国粮农组织有统计数据的 1961 年以来,世界粮食(谷物)种植面积一直保持稳中有升的趋势。1961 年世界粮食种植面积 6.48 亿 hm^2 ,至 2013 年生产面积为 7.20 亿 hm^2 ,增加了 11.1%,年均增长 0.2%^[1]。其中,1981 年世界粮食生产面积最大,达到 7.27 亿 hm^2 。亚洲是世界粮食生产面积最大的区域,自 1961 年以来,粮食生产面积也是基本保持稳步上升的趋势,1961—2013 年平均生产面积 3.09 亿 hm^2 。其中,1961—1970 年增长速度最快,为 0.75%,1971—1980 年增

长速度降至 0.44%,1981—1990 年年均增长 0.05%,1991—2000 年年均增长 0.33%,2001—2013 年年均增长 0.64%。粮食生产面积第二大洲是欧洲,1961—2013 年平均生产面积达到 1.61 亿 hm^2 。欧洲的粮食生产面积变化趋势则和亚洲不同,从 1961 年起一直处于下降趋势,平均年降幅为 0.79%。其中,1961—1970 年下降速度为 0.31%,1971—1980 年下降速度为 0.22%,1981—1990 年年均下降 1.11%,1991—2000 年年均下降最快,为 2.68%,2001—2013 年年均下降 0.21%。

1.2 单产水平

从谷物产量变化趋势看,50 多年来,随着农业科技的不断进步,世界谷物单产水平明显提高。从 1961 年的 1 353.2 kg/hm^2 增加到 2013 年的 3 860.7 kg/hm^2 ,平均年增长 47.3 kg/hm^2 ,增长了 1.85 倍,年均增长 2.1%。其中,1961—1970 年增长速度最快,为 3.4%,1971—1980 年增长速度降至 1.8%,1981—1990 年年均增长 1.9%,1991—2000 年年均增长 1.6%,2001—2013 年年均增长 1.8%。

分种类来看,不同粮食作物单产增长存在一定差异。1961—2013 年间,玉米和小麦单产年均增长都达到 2.28%。玉米从 1 942.3 kg/hm^2 增加到 5 520.0 kg/hm^2 ,增长 1.84 倍;小麦单产从 1 088.9 kg/hm^2 增加到 3 264.6 kg/hm^2 ,增长了 2.0 倍。水稻单产从 1 869.3 kg/hm^2 增加到 4 527.1 kg/hm^2 ,单产增长 1.42 倍,年均增长 1.74%。

1.3 总产水平

随着粮食作物的种植面积稳中有升、单产水平的不断提高,20 世纪 60 年代以来世界粮食总产量一直呈增加的趋势。据联合国粮农组织统计,1961—2013 年世界谷物总产量从

收稿日期:2015-04-16

基金项目:国家农业产业技术体系专项(编号:CARS-01-47);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)5004]。

作者简介:赵 凌(1976—),女,江苏南京人,博士,副研究员,从事水稻遗传育种研究。Tel:(025)84390314;E-mail:zhaoling@jaas.ac.cn。

通信作者:王才林,博士,研究员,从事水稻遗传育种研究。Tel:(025)84390307;E-mail:clwang@jaas.ac.cn。

[11]范丽娜,孙东玲,秦小萍,等. 肿柄菊水浸提液对 3 种作物的化感作用研究[J]. 杂草科学,2013,31(2):26-30.

[12]李雪利,李 正,李彦涛,等. 植物化感作用研究进展[J]. 中国农学通报,2009,25(23):142-146.

[13]Gershenzon J. Metabolic costs of terpenoid accumulation in higher plants[J]. Journal of Chemical Ecology,1994,20(6):1281-1328.

[14]孔垂华,徐 涛,胡 飞,等. 环境胁迫下植物的化感作用及其诱导机制[J]. 生态学报,2000,20(5):849-854.

[15]朱 强,张得怀,王雪剑,等. 狗尾草水提取物对 6 种植物的化感作用[J]. 杂草科学,2013,31(4):25-30.

[16]孔垂华,胡 飞. 植物化感(相生相克)作用及其应用[M]. 北

京:中国农业出版社,2001.

[17]李彦斌,刘建国,程相儒,等. 秸秆还田对棉花生长的化感效应[J]. 生态学报,2009,29(9):4942-4948.

[18]李艳宾,张 琴,万传星,等. 棉秆腐解物的化感作用及其主要化学成分分析[J]. 棉花学报,2009,21(6):497-502.

[19]索菲娅,苟 萍,生 光,等. 维药孜然不同提取物抑菌作用的研究[J]. 食品科学,2006,27(4):99-102.

[20]陈芹芹,李淑燕,甘芝霖,等. 孜然精油成分分析及其功能研究进展[J]. 食品科学,2011,32(3):301-304.

[21]胡克辉. 梨园间作芳香植物对土壤微生物、土壤酶活性与土壤养分的影响[D]. 北京:北京农学院,2010.