

作物茬口对压砂地土壤酶活性及养分影响的研究

王超¹, 王建宇¹, 吴秀玲², 王菲¹, 贺婧¹

(1. 宁夏大学 资源与环境学院, 宁夏 银川 750021; 2. 银川土壤肥料测试中心, 宁夏 银川 750002)

摘要:在连作5年西瓜的压砂地上,以西瓜→葵花、西瓜→豌豆、西瓜→辣椒、西瓜→棉花茬口土壤为研究对象,采用实验室常规测试方法,分析不同土层压砂地土壤酶活性和土壤养分变化,并以西瓜→西瓜茬口土壤为对照,探讨不同茬口土壤的肥力状况,为压砂地种植制度和施肥提供一定依据。结果表明:0~30 cm 土壤中对照的土壤中性磷酸酶、蔗糖酶、脲酶活性整体较高,过氧化氢酶活性居中;全氮、硝态氮、速效钾、有效磷、有机质、水分含量在5种茬口中最高。同一作物的土壤过氧化氢酶、脲酶、蔗糖酶活性和有机质、水分、全氮含量随土壤剖面深度加深大体呈增加趋势,其余指标随根系的分布和吸收能力的不同出现分异状态。在连作5年西瓜的压砂地上,西瓜茬口土壤肥力比其余作物土壤肥力更高,西瓜更适应压砂地干旱环境种植。

关键词:茬口;压砂地;酶活性;土壤养分

中图分类号:S3;S 151.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0167-06

宁夏压砂地种植规模常年稳定在 6.7 万 hm^2 左右,年产值超过 5 亿元^[1],压砂瓜产业是宁夏中部干旱带的重要的经济支撑点和农民脱贫致富的主要途径。高经济效益的刺激下,当地农民大面积的集中压砂,常年连作和单一的作物种植结构,成为压砂地生产的现状。土壤酶参与土壤中各种生物化学过程,对土壤有机质的分解和植物营养元素的循环起着非常重要的作用,也与环境质量和作物生产力等相关^[2],土壤酶活性常作为表征土壤微生物活性、土壤肥力和土壤质量的指标而被使用^[3]。近年来在研究土壤生物学特性及肥力演变过程中,国内外学者已开始重视把土壤酶活性作为土壤肥力高低的表征之一^[4]。不同作物对土壤养分的需求不同,同时根系产生的分泌物不同,导致作物茬口对土壤酶活性产生的影响也不同^[5-6]。吴宏亮等^[7]通过轮作模式对砂地土壤微生物区系研究发现,轮作能改变土壤微生态环境,提高砂田土壤微生物多样性,缓解西瓜的连作障碍。胡景田等^[8]就荒地不同压砂年限土壤微生物区系和酶活性研究,得到土壤脲酶活性随着压砂年限的延长呈下降趋势的结论。但关于作物茬口对压砂地土壤酶活性及养分影响的研究仍鲜有报道。该研究参考农民

自发建立的倒茬制度,设立西瓜与葵花、棉花、豌豆、辣椒 4 种作物轮作试验地,研究微区不同茬口土壤酶活性效率、土壤养分和水分含量,分析不同茬口对压砂地土壤质量的影响,探讨不同茬口下压砂地土壤酶活性与土壤养分相互影响的关系,从而为选择西瓜替代作物及合理种植模式,提高土壤的培肥效果,实现压砂地土壤的可持续利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区地属中卫市常乐镇香山乡,该区域属中部干旱带典型区域,地势平坦,典型的大陆性季风气候,年均日照时数 2 800~3 000 h,年平均气温 6.8℃,≥10℃的有效积温 2 500~3 200℃,昼夜温差在 12~16℃,无霜期 140~170 d。多年平均降水量 247.4 mm,降水多集中在 7—9 月,年均蒸发量在 2 100~2 400 mm。试验区属缓坡丘陵地带,土壤在较厚的第四系沉积物上发育而成,为粗质灰钙土,其间存有第四系松散岩类孔隙水,具有干旱带水化学特征,所以生长季植物生长所需水仍以利用天然降水为主,在严重的干旱季才利用地下水补灌。砂源来自香山分化碎石,土壤质地为砂质壤土。

1.2 试验材料

选择红圈子村连作 5 年西瓜的压砂地,前茬为西瓜,就压砂地而言肥力属中等,种植前统一施底肥,施生物有机肥 40 kg/667 m^2 。其中,有机质≥30%,N、P₂O₅、K₂O 均≥4%。生育期内不灌水、不追肥。单因素随机区组设计,重复 3 次,小区面积 12.34 m^2 ,小区间无围

第一作者简介:王超(1990-),女,山东滨州人,硕士研究生,研究方向为自然地理。E-mail:wf900520@126.com

责任作者:王建宇(1970-),女,硕士,研究员,现主要从事干旱区特色产业与生态关系等研究工作。E-mail:w305y517@163.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41161085)。

收稿日期:2015-07-24

隔,区间距 80 cm。试验对象选择农民自发种植的作物,轮作方式分别为西瓜-辣椒、西瓜-棉花、西瓜-豌豆、西瓜-葵花,以西瓜连作为对照,根据当地种植习惯种植规模为每 667 m² 分别种植 2 000、1 800、2 000、1 200、300 株。豌豆、葵花、西瓜和棉花催芽后分别于 4 月 7 日、5 月 2 日穴播,播后覆膜,辣椒于 4 月初小拱棚育苗,5 月 2 日移栽大田。

1.3 试验方法

由于这几种作物根系大部分都分布在 10~30 cm 深的土壤中,收获后在作物生长带随机选择 10 个样点,分别采集砾层下 0~10、10~20、20~30、0~30 cm 土样,全层土采集层下 0~30 cm,每层土样完全混合,四分法选取土样,铝盒装鲜土称重测水分,其余土样风干后分别过 60 目和 20 目筛进行室内分析。

1.4 项目测定

有机质含量测定采用重铬酸钾容量法-外加热法;全盐含量测定采用电导率清液法;全磷含量测定采用 HClO₄-H₂SO₄ 钼锑抗比色法;全钾含量测定采用 NaOH 熔融-火焰光度计法;全氮含量测定采用凯氏定氮法;速效磷含量测定采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法;速效钾含量测定采用 1 mol/L NH₄Ac 浸提-火焰光度计法;硝态氮采用紫外分光光度法;铵态氮含量测定采用碱解扩散法;土壤水分测定采用烘干法。

土壤脲酶活性测定采用靛酚比色法;磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法;蔗糖酶活性测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法;过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法。其中,脲酶活性以 24 h,1 g 干土生成 NH₃-N 毫克数表示。磷酸酶活性以 24 h,1 g 干土生成酚毫克数表示。蔗糖酶活性以 24 h,1 g 干土生成葡萄糖毫克数表示。过氧化氢酶活性以 30 min 后 1 g 土中 0.1 mol/L 高锰酸钾的毫升数表示。

1.5 数据分析

用 SPSS 16.0 和 Excel 2003 软件对数据进行处理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同茬口对土壤酶活性的影响

2.1.1 对土壤过氧化氢酶活性的影响 由图 1 可知,同一作物层间比较,辣椒和西瓜随土层深度加深出现剧烈变化。除葵花茬口过氧化氢酶活性由浅至深活性降低

外,其余作物茬口在 20~30 cm 土层的过氧化氢酶活性最高,10~20 cm 时辣椒、棉花、西瓜最低,分别与豌豆、葵花间存在显著性差异。不同作物茬口之间比较,过氧化氢酶活性为豌豆>葵花>对照>辣椒>棉花,棉花与辣椒、葵花、对照间存在极显著差异,辣椒、葵花、西瓜又与豌豆间存在极显著差异(表 1)。连作地倒茬豌豆和葵花后,过氧化氢酶活性有所提高,解毒能力增强,而棉花茬口则极显著的降低了土壤过氧化氢酶活性。究其原因,是棉花根系分泌物及根际的微生物抑制过氧化酶的产生,降低了土壤过氧化氢的分解。

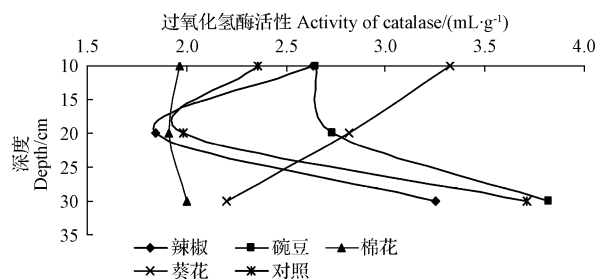


图 1 不同土壤深度过氧化氢酶活性

Fig. 1 The soil catalase activities in different depth

2.1.2 对土壤中性磷酸酶活性的影响 由图 2 可知,豌豆磷酸酶活性随着深度呈增加变化趋势,与对照相同,其余茬口则呈相反变化趋势。除对照各层之间有显著差异外,同一作物茬口的磷酸酶活性随着深度变化只有轻微变化。由表 1 可知,对照磷酸酶活性远远高于其它作物,分别比葵花、棉花、辣椒、豌豆高 30.77%、36.00%、41.67%、54.55%。豌豆茬口极显著的降低了磷酸酶的活性,影响了土壤磷素的有效性。

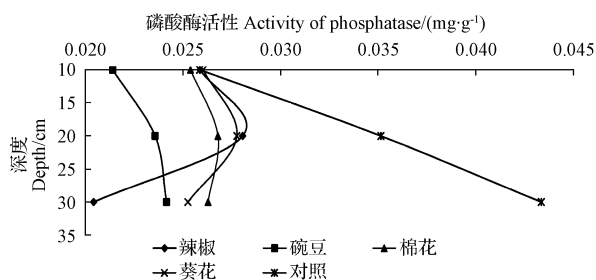


图 2 不同土壤深度磷酸酶活性

Fig. 2 The soil phosphatase activities in different depth

表 1 不同茬口的土壤酶活性显著性差异比较

Table 1 The significant differences of soil enzyme activities on different crop stubbles

指标 Item	辣椒 Chili	豌豆 Pea	棉花 Cotton	葵花 Sunflower	西瓜 Watermelon(CK)
过氧化氢酶 Catalase	2.49±0.08Bc	2.92±0.17Aa	1.89±0.07Cd	2.71±0.07ABb	2.59±0.08Bbc
磷酸酶 Phosphatase	0.024±0.001BCb	0.022±0.001Cc	0.025±0.001Bb	0.026±0.001Bb	0.034±0.01Aa
脲酶 Urease	0.73±0.03Bb	0.72±0.04Bb	0.76±0.03Bb	0.91±0.03Aa	0.88±0.03Aa
蔗糖酶 Sucrase	1.00±0.03Dd	1.92±0.11BCb	1.77±0.07Cc	2.01±0.05Bb	2.86±0.92Aa

注:同行不同字母表示差异显著性,大写字母为 $P<0.01$,小写字母为 $P<0.05$,表 3 同。

Note: Different letters in the same row indicate significant differences, the capital letter is $P<0.01$, the lowercase letter is $P<0.05$. The same to Table 3.

2.1.3 对土壤脲酶活性的影响 由图 3 可知,脲酶活性表现出从浅至深活性增加的规律,并且所有作物茬口都完全一致。对照、葵花的脲酶活性在任何土层中都明显高于辣椒、豌豆和棉花,对照、葵花与辣椒、豌豆、棉花之间存在极显著差异(表 1)。脲酶活性顺序为葵花>对照>棉花>豌豆>辣椒。脲酶可用来表征土壤氮素情况,数据表明葵花和对照土壤的氮素代谢比较旺盛。

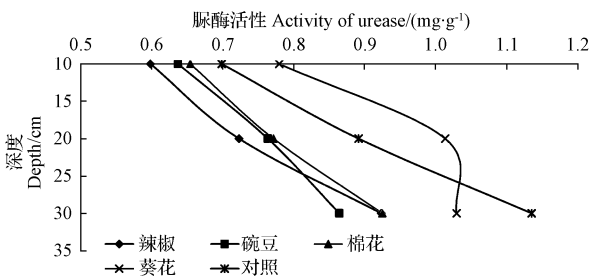


图 3 不同土壤深度脲酶活性

Fig. 3 The soil urease activities in different depth

2.1.4 对土壤蔗糖酶活性的影响 由图 4 可知,葵花茬口土壤蔗糖酶活性随着深度的增加呈增加趋势,与对照相同,棉花呈相反趋势。辣椒则呈现几乎不变的状态,明显低于其它作物茬口。在 0~10 cm 时蔗糖酶活性除辣椒外其余各茬口基本相同,随着深度的增加,差距增大。对照蔗糖酶活性明显高于所有作物,分别比葵花、豌豆、棉花、辣椒高 42.29%、48.96%、61.58%、186.00%,辣椒与所有作物之间都存在极显著差异,豌

豆、棉花与葵花、对照之间存在极显著差异,葵花和对照之间又存在极显著差异(表 1)。由此可知,辣椒茬口土壤生物学活性较弱。

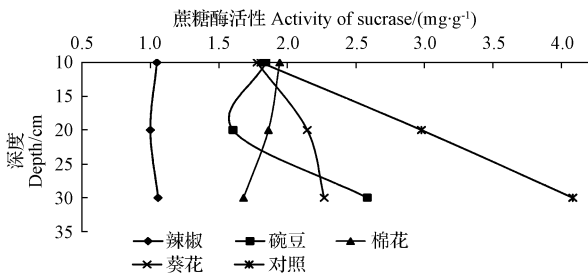


图 4 不同土壤深度蔗糖酶活性

Fig. 4 The soil sucrose activities in different depth

2.2 不同茬口对土壤养分的影响

2.2.1 对土壤有机质、水分的影响 表 2 表明,除辣椒茬口 10~20 cm 的土壤有机质含量最高,豌豆 10~20 cm 最小外,其它茬口有机质含量有明显的垂向变化,由浅至深,土壤有机质呈增加趋势。所有茬口土壤水分含量表层较低,取样范围内,越深含量越高,这是压砂地特性的表现,砂层覆盖在地表有抑制水分蒸发和蓄水的作用。由表 3 可知,土壤有机质对照含量高于所有作物,由高至低顺序为对照>棉花>葵花>豌豆>辣椒,辣椒与其它作物茬口间存在极显著差异。所有茬口水分含量均低于对照,且各个作物茬口之间土壤水分含量存在极显著差异。

表 2 不同茬口土壤养分比较

Table 2 The comparison of soil nutrient on different crop stubbles

	全氮 TN /(g·kg ⁻¹)	铵态氮 NH ₄ ⁺ -N /(mg·kg ⁻¹)	硝态氮 NO ₃ ⁻ -N /(mg·kg ⁻¹)	全钾 TK /(g·kg ⁻¹)	速效钾 AK /(mg·kg ⁻¹)	全磷 TP /(g·kg ⁻¹)	速效磷 AP /(mg·kg ⁻¹)	有机质 OE /(g·kg ⁻¹)	水分 H ₂ O /%
葵花 Sunflower A	0.38	1.47	5.01	18.00	69.00	0.17	3.30	5.50	2.23
葵花 Sunflower B	0.52	1.00	3.06	14.40	69.00	0.21	3.70	6.58	2.50
葵花 Sunflower C	0.53	1.59	3.26	20.20	80.00	0.57	3.60	8.13	3.01
辣椒 Chili A	0.43	0.42	5.68	19.20	69.00	0.20	3.50	5.90	3.45
辣椒 Chili B	0.45	1.56	8.40	20.00	69.00	0.23	4.60	7.57	4.22
辣椒 Chili C	0.62	1.10	8.76	10.20	86.00	0.12	3.90	6.98	5.68
棉花 Cotton A	0.32	1.41	5.89	19.40	91.00	0.22	3.70	6.07	2.08
棉花 Cotton B	0.59	1.75	5.80	19.20	80.00	0.22	3.00	6.76	2.21
棉花 Cotton C	0.53	1.33	7.10	18.20	75.00	0.57	4.20	7.80	2.43
豌豆 Pea A	0.40	0.85	5.40	19.00	86.00	0.20	4.20	6.11	4.27
豌豆 Pea B	0.33	0.59	6.94	19.20	75.00	0.21	4.50	5.70	4.87
豌豆 Pea C	0.52	1.78	9.54	19.60	80.00	0.58	3.90	6.36	5.89
西瓜 Watermelon A	0.46	2.04	5.50	19.80	92.00	0.19	4.00	6.76	5.50
西瓜 Watermelon B	0.50	0.51	8.04	20.80	81.00	0.19	4.70	7.16	6.25
西瓜 Watermelon C	0.59	1.25	14.30	13.60	98.00	0.59	5.50	7.69	8.05

注:A,0~10 cm,B,10~20 cm,C,20~30 cm。

Note:A,0~10 cm,B,10~20 cm,C,20~30 cm.

2.2.2 对土壤全量肥的影响 由表 2、3 可知,茬口间比较,全氮以对照土壤含量最高,与辣椒呈极显著性差异。在垂向变化上,除棉花茬口,10~20 cm 土层的全氮含量

最高;豌豆 10~20 cm 土层的全氮含量最低外,全氮含量呈整体增加趋势。葵花茬口土壤全磷含量最低,与另外的茬口间存在极显著差异,但其余各作物茬口间差异不

明显,辣椒和棉花茬口全磷含量高于对照。分层来看,同有机质一样,除辣椒茬口 10~20 cm 的土壤全磷含量最高外,其它茬口全磷含量有明显的垂向变化,由浅至深,全磷呈增加趋势,20~30 cm 增加明显。所有茬口全钾含量顺序为辣椒>棉花>豌豆>对照>葵花,葵花茬口土壤全钾含量与其它作物间差异达极显著。土层间全钾变化分异较大,对照与辣椒、棉花茬口全钾含量在 20~30 cm 时为最低,对照与辣椒茬口在 10~20 cm 时最高,棉花茬口表层全钾含量最高,豌豆茬口随土壤深度全钾含量增加,葵花茬口全钾含量在 20~30 cm 时最高,10~20 cm 时最低。

2.2.3 对土壤速效肥的影响 由表 2、3 可知,铵态氮的含量为棉花>豌豆>对照>辣椒>葵花,后二者与前二者的含量差异较大。垂向看豌豆、葵花茬口土壤铵态氮与对照变化趋势相同,10~20 cm 土层铵态氮含量最低,

但豌豆和葵花茬口铵态氮含量 20~30 cm>0~10 cm,对照则为 20~30 cm<0~10 cm。硝态氮仍以对照含量最高,分别比葵花、辣椒、棉花、豌豆高出 21.88%、27.78%、48.26%、143.75%。除葵花外,其它茬口土壤硝态氮含量以 20~30 cm 土层的最高。对照有效磷含量最高,棉花最低,对照与葵花、辣椒茬口间存在极显著性差异,葵花、辣椒又与豌豆、棉花间存在极显著差异。辣椒、豌豆、葵花茬口土壤的有效磷含量以 10~20 cm 最高,豌豆最低,对照有效磷含量从浅到深呈递增趋势。速效钾含量由高向低的顺序为对照>棉花>辣椒>葵花>豌豆,对照分别比棉花、辣椒、葵花、豌豆高出 10.16%、12.83%、20.98%、23.46%,与其它作物达极显著差异。葵花、辣椒和对照在 20~30 cm 的土层中速效钾含量最高,棉花最低,豌豆在 10~20 cm 的土层中速效钾含量最高。

表 3 不同茬口的土壤养分显著性差异比较

Table 3 The significant differences of soil nutrient on different crop stubbles

指标 Item	葵花 Sunflower	辣椒 Chili	棉花 Cotton	豌豆 Pea	西瓜 Watermelon
全氮 TN	0.48±0.015Aab	0.40±0.020Bc	0.47±0.010Ab	0.46±0.015Ab	0.50±0.015Aa
铵态氮 NH_4^+-N	1.00±0.031Cd	1.03±0.040Cd	1.45±0.055Aa	1.32±0.031Bb	1.23±0.040Bc
硝态氮 NO_3^--N	7.36±0.229Bb	7.02±0.293Bb	6.05±0.221Cc	3.68±0.096Dd	8.97±0.285Aa
全钾 TK	15.92±0.504Bc	18.56±0.778Aa	18.30±0.663Aa	17.07±0.438ABb	17.46±0.555ABab
速效钾 AK	72.18±2.281BCc	77.39±3.243BCb	79.27±2.880Bb	70.73±1.832Cc	87.32±2.760Aa
全磷 TP	0.18±0.058Bb	0.32±0.015Aa	0.33±0.015Aa	0.31±0.010Aa	0.31±0.011Aa
有效磷 AP	3.87±0.122Bb	4.04±0.172Bb	3.51±0.125Cc	3.44±0.854Cc	4.57±0.143Aa
有机质 OE	6.59±0.210Aa	5.83±0.247Bb	6.65±0.241Aa	6.56±0.172Aa	6.96±0.218Aa
水分 H_2O	4.30±0.137Cc	4.83±0.202Bb	2.16±0.080Ed	2.51±0.066Dd	6.38±0.203Aa

2.3 不同茬口对土壤酶活性与土壤养分相关性分析

经对 0~30 cm 土壤酶活性和养分相关分析发现(表 4),过氧化氢酶和铵态氮呈负相关,相关系数 -0.583;磷酸酶和全氮、有效磷、速效钾、有机质呈极显著正相关,与水分呈正相关,相关系数分别为 0.747、0.651、0.743、0.777 和 0.540;脲酶与全氮、有机质呈显著正相关,相关系数分别为 0.529、0.606;由此得知,土壤酶与有机质、全氮、全磷、有效磷、速效钾之间有着密切的关系,尤其是有机质的含量对土壤的酶活性影响最

大。葵花、对照茬口土壤的有机质含量高,所对应的土壤酶活性就高;随着剖面深度的增加,各茬口土壤有机质的含量增加,土壤酶活性也随之增加,可见有机质作为土壤酶底物的主要来源有利于各种酶活性的发挥。土壤全氮的含量约相当于有机质的 8%~12%,有机质含量影响着氮素的含量,所以全氮与各种酶活性的关系与有机质表现一致。沙海宁等^[9]研究认为氮素是土壤酶的组成部分,这也解释了有机质、全氮、各种酶的相关性比较显著的原因。

表 4 土壤酶活性与土壤养分相关性分析

Table 4 The correlation analysis between nutrient content and enzyme activity of soil

指标 Item	全氮 TN	铵态氮 NH_4^+-N	硝态氮 NO_3^--N	全磷 TP	有效磷 AP	全钾 TK	速效钾 AK	有机质 OE	水分 H_2O
过氧化氢酶 Catalase	-0.302	-0.583 *	0.063	0.001	0.413	0.047	-0.060	-0.341	0.514
磷酸酶 Phosphatase	0.747 **	0.316	0.481	0.228	0.651 **	-0.009	0.743 **	0.777 **	0.540 *
脲酶 Urease	0.529 *	0.508	-0.261	0.391	0.111	-0.001	0.214	0.606 *	0.026
蔗糖酶 Sucrase	0.207	0.378	0.270	0.718 **	0.566 *	0.440	0.742 **	0.318	0.463

注: * 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。* * 在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

Note: * and ** mean significance at 0.05 and 0.01 level, respectively.

3 讨论与结论

土壤酶的来源有土壤动物、土壤微生物和根系的分

泌物及残体。茬口作物不同,根系分泌的物质不同,分泌物促进土壤微生物的繁殖从而影响土壤中各种酶的

活性。从试验结果来看,对照土壤的磷酸酶、蔗糖酶活性均排在第一,脲酶排在第二,过氧化氢酶排在第三,整体表现出良好状态,说明此时的土壤环境适合西瓜的生长;葵花土壤的各项酶活性较高,但养分含量不是与酶活性对应,这可能与向日葵庞大的根系及其大量的分泌物所引起土壤微生物数量、种类较多有关^[10]。

不同茬口土壤酶活性在土壤剖面 0~30 cm 范围内的不同深度间表现出一定的规律性。尽管各种酶活性剖面曲线的形状不同,但总体来看 0~10 cm 表层土中的土壤酶活性较低,20~30 cm 时土壤酶活性较高,不同茬口土壤的酶活性随着深度加深呈增加趋势。因为压砂地地表覆盖砂层,0~10 cm 表层土受耕作影响含沙量较高,保水、储水性较差,剖面深度加深,土壤粉粒、粘粒含量增加,水分含量增大,通过对各层酶活性和水分相关性分析,水分和酶活性存在正相关关系,土壤含水量越高,土壤酶活性越高;同时压砂地施肥方式采用穴施,深度均在 10 cm 以下,下层土壤养分含量增高,酶活性也增大。几种试验作物的大部分根系分布在 0~30 cm 的土壤中,相对来讲表层根系分布较少,下层较多,这也是造成表层土壤酶活性较低的原因之一。因此压砂地土壤酶活性受土壤理化性质和植物根系分布的影响。

不同作物的生长习性不同,对土壤养分的吸收也有选择,导致不同作物茬口的土壤剩余养分也不相同。从研究结果看出棉花属喜硝态氮作物,对硝态氮吸收较多;葵花对磷、钾需求较多;辣椒是无限花序作物,吸收大量的氮素供其营养生长和生殖生长;豌豆吸收的养分整体较多,尤其是有效钾、速效磷和硝态氮。对照的全氮、硝态氮、速效钾、有效磷、有机质、水分的含量,在 5 种作物中最高。试验对象分属于深根和浅根作物,根系结构不同,在同一土层中分布的形态、数量不同,对养分的吸收也不尽相同,所以造成同一作物在 0~30 cm 范围内随着土壤剖面的加深,部分养分指标在不同土层呈无规律的波动。

由试验结果可知,5 年连作西瓜的压砂地尽管受到连作的影响,但酶活性和土壤养分相对较高。造成此结果的原因可能有 2 个方面:一是压砂地在宁夏发展有近百年的历史,西瓜是广大农民通过长期的生产实践筛选出来的,说明西瓜的生物学特性更适应在压砂地生长,

比其它作物有更强的抗旱、蓄水的特性,有更好的适应性。二是通过课题组先前对压砂年限与土壤理化性质的研究,土壤潜在肥力活化供给作物生长所需的养分恰在压砂 5 年时达到最优,同时土壤的结构、水分含量也都达到最优,课题组选择的压砂地刚好压砂 5 年,在条件最优时期,西瓜连作对土壤带来的障碍显现还不明显。因此,连作 5 年的压砂地要继续种植西瓜更重要的农业措施可能是培肥地力,提高有机质含量,使土壤质量能够保持、延续,同时连作障碍问题应引起高度重视。轮作倒茬的作物选择一定要考虑其生长发育所需养分和种类,调整整体施肥量以及氮、磷、钾的比例。该试验所选的几种作物中葵花茬口肥力较好,过氧化氢酶活性高于西瓜,水分需求居中,可作为倒茬作物的选择之一,其余均不理想,今后还需要继续加强研究,筛选出更加契合压砂地特征的作物。

土壤酶活性不仅与土壤自身的各种条件因素有关,而且对环境的改变非常敏感,本身作物的茬口特性非常复杂的,影响茬口特性的因素又很多,关于作物连作对土壤酶活性的影响,一直存在不同结论。该研究只针对轮作一茬作物进行了分析,倒茬的效果及持续时间还需进一步研究验证,同时还需结合土壤微生物区系、土壤物理性质开展系统深入的研究。

参考文献

- [1] 陈天雄,谭政华,杨树奎.宁夏中部干旱带砂瓜产业现状及发展策略[J].中国蔬菜,2008(12):3-5.
- [2] 周礼恺.土壤酶学[M].北京:科学出版社,1988.
- [3] 王耀生,张玉龙,黄毅,等.渗灌对保护地土壤脲酶和过氧化氢酶活性的影响[J].安徽农业科学,2006,34(1):103-105.
- [4] 孟立君.设施不同种植年限土壤酶活性及其与土壤肥力关系的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2004.
- [5] 李凤,刘淑娟,耿伟,等.长期连作对棉田土壤酶活性的影响[J].中国棉花,2008,20(6):34.
- [6] 王丽,梁智,朱新萍,等.新疆棉花连作对土壤酶活性的影响[J].新疆农业大学学报,2008,31(6):50-53.
- [7] 吴宏亮,康建宏,陈埠,等.不同轮作模式对砂田土壤微生物区系及理化性状的影响[J].中国生态农业学报,2013,21(6):674-680.
- [8] 胡景田,马琨,王占军,等.荒地不同压砂年限对土壤微生物区系、酶活性与土壤理化性状的影响[J].水土保持通报,2010,30(3):54-58.
- [9] 沙海宁,孙权,周明,等.氮素供应对土壤酶活性及设施番茄生理抗性和产量的影响[J].北方园艺,2010(7):9-10.
- [10] 王正平.茬口的土壤酶活性效应初探[J].土壤通报,1986(6):283-284.

Research on the Effect of Crop Stubbles on Soil Enzyme Activity and Nutrient of Gravel-mulched Field

WANG Chao¹, WANG Jianyu¹, WU Xiuling², WANG Fei¹, HE Jing¹

(1. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Soil and Fertilizer Test Center of Yinchuan, Yinchuan, Ningxia 750002)

水肥控制和截干对香椿萌芽生长和芽菜产量的影响

张 薇, 李连芳, 王文俊, 鲍雪纤, 郑书绿, 苏 柠

(西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:以3年生非均匀密度种植的香椿为试材,采用 $L_9(3^4)$ 正交设计进行施肥、浇水和截干试验,研究3因素对香椿萌芽生长和芽菜产量的影响。结果表明:试验实施7 d时,香椿开始萌发幼芽,其平均萌芽数和成枝数分别是4.1~7.7芽/株和1.4~2.2枝/株;50、70 d时,香椿芽直径和芽长分别为2.8~4.0 mm、3.5~8.3 cm和2.9~4.2 mm、4.0~9.0 cm。试验实施的70 d内分2次采摘芽菜,其总产量及其产值分别达661.3~3 161.8 kg/hm²和13 225.2~63 236.0元/hm²。处理组间,萌芽生长和芽菜产量具有显著或极显著的差异影响,有机肥是影响此二指标的关键因子。芽菜产量最高的处理组合是每株施有机肥0.25 kg,定干高20 cm和每4 d浇水1次。

关键词:香椿;萌芽;生长;芽菜;产量

中图分类号:S 644.406 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0172-05

香椿(*Toona sinensis*)为楝科(Meliaceae)香椿属落叶乔木,是优良的菜和材兼用树种^[1]。我国以黄河下游的河南、山东省及淮河流域的皖北和苏北为主要分布地^[2],南方各省区广布。其芽菜和芽苗菜中富含多种抗氧化成分,黄酮、蛋白质和维生素较为丰富,清香宜人,生拌熟炒腌制皆可,深受群众喜爱^[3-4],香椿作为木本蔬菜已被广泛地开展人工栽培。然而,在传统的栽培过程中,通常出现芽菜产量低、采摘时间短的局

限性。

截干处理指在植物生长一段时间以后,从某一高度截去其上部枝干,协调地上与地下部分的水分、营养供给,促生新芽和分蘖,从而实现植物更新复壮和再生的栽培技术^[5]。该研究主要通过施肥、截干和水分控制等措施,了解3因素不同水平及其水平组合对香椿生长和可食用产量的影响,以期对香椿矮化密植和提高食用芽菜产量的栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在西南林业大学苗圃的大棚内实施,其海拔约1 891 m,年平均气温约15℃,最高温出现于7—8月份,月均温约25℃;年平均降雨量840.3 mm,土壤为山地红壤,属北亚热带气候类型^[6]。试验地光照和通风良好,不积水。

第一作者简介:张薇(1990-),女,云南大理人,硕士研究生,研究方向为森林培育。E-mail:zhangw626@sina.com.

责任作者:李连芳(1964-),女,博士,教授,博士生导师,现主要从事森林培育与林木遗传育种及与林学相关的教学和科研工作。E-mail:llianf@126.com.

基金项目:林业科技成果国家级推广计划资助项目([2010]48)。

收稿日期:2015-08-04

Abstract: The watermelon field continuously cropped for five years was investigated between 2007 and 2012 in order to analysis the effect of soil enzyme activity and nutrient of gravel-mulched with different crop stubbles (watermelon→sunflower, watermelon→pea, watermelon→chili, watermelon→cotton) in comparison with watermelon→watermelon. The results revealed that, with the increasing of soil depth of the same crop stubbles in the depth of 0~30 cm, the content of soil enzyme activity had a significant increase, while total nitrogen, soil organic matter and soil water also showed the increasing tendency with the soil depth. The content of soil enzyme activity with different crop stubbles treatment were all lower than that with continuous watermelon cropping treatment, while other indicators appear with different root distribution and absorbing ability as the differentiation state. All in all, the soil fertility of watermelon crop stubble was higher than the other crop stubbles. The soil of gravel-mulched was more suitable for watermelon.

Keywords: crop stubbles; gravel-mulched field; soil enzyme activity; soil nutrient