

土层置换对大豆土壤酶活性及根腐病病情指数的影响

苍真名¹, 王秋菊², 焦峰¹, 高中超², 刘峰², 王鹏¹, 翟瑞常¹

(1. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319; 2. 黑龙江省农业科学院, 哈尔滨 150090)

摘 要:大豆连作导致土壤养分失衡, 土壤酶活性降低, 以及大豆病害加剧、品质和产量降低等问题。采用田间小区试验方法, 通过对土层置换及大豆种衣剂拌种等措施对大豆土壤不同土层土壤酶活性及根腐病病情指数影响的分析, 为消除大豆连作障碍提供科学的技术支撑。结果表明: 土层置换处理及置换后增施磷肥或有机肥及大豆种衣剂处理, 提高了大豆田间土壤脲酶活性、蔗糖酶活性和磷酸酶活性。与对照 CK 相比, T_2 , T_3 , T_4 处理 0—10 cm 土层脲酶活性均增加; 土层置换并增施有机肥显著提高了土层中蔗糖酶活性; 土层置换后增施磷肥或有机肥及大豆种衣剂拌种处理均可有效保持大豆土壤中磷酸酶的活性, 并且可降低大豆根腐病病情指数; 土层置换并增施磷肥处理提高了大豆产量, 较 CK 处理产量提高 20.42%, 差异达到显著水平。

关键词:土层置换; 土壤酶活性; 根腐病; 产量; 大豆

中图分类号: S158

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2016)06-0248-05

Effects of Soil Replacement on Soil Enzyme Activities and Root Rot Disease Index of Soybean

CANG Zhenming¹, WANG Qiuju², JIAO Feng¹, GAO Zhongchao²,

LIU Feng², WANG Peng¹, ZHAI Ruichang¹

(1. Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150090, China)

Abstract: Continuous cropping of soybean has caused soil nutrient imbalance, decrease of enzyme activity, increased soybean diseases and reduced yield and quality. Using field plot test method, we analyzed the effects of soil displacement, soybean seed measures on enzyme activity and the root rot disease index in different soil layers, and eliminated the soybean continuous cropping obstacle to provide the technical support of science. The main results were as follows. Soil replacement, increasing application of phosphate fertilizer or organic fertilizer and soybean seed measures can improve the soil urease activity, invertase activity and phosphatase activity of soybean field. Compared with the control, the activities of urease in T_2 , T_3 , T_4 treatment increased from 0 to 10 cm soil layer. Soil replacement and increasing application of organic fertilizer can improved the activity of invertase in soil. Soil replacement, increasing application of phosphate fertilizer or organic fertilizer and soybean seed can effectively maintain the activity of phosphatase in soybean soil and reduce the disease index of soybean root rot. Soil replacement, increasing application of phosphate fertilizer can significantly promote the soybean production, the soybean yield increased by 20.42% compared with CK.

Keywords: soil displacement; soil enzyme activity; root rot; yield; soybean

大豆富含优质食用油脂、植物蛋白及多种对人体有益的生理活性物质, 是世界上重要的油料和高蛋白作物, 在国际农产品贸易中占有重要的地位^[1]。大豆

成为我国农产品中不能满足需求、需大量进口的少数品种之一, 因此大豆的高产稳产在保证我国粮食安全方面发挥着至关重要的作用。如今大豆的重茬种植

收稿日期: 2015-11-17

修回日期: 2015-11-27

资助项目: 公益性行业(农业)科研专项经费资助(201303126); 黑龙江省自然科学基金(D2015005); 黑龙江省招标项目(GA14B101-A04)

第一作者: 苍真名(1991—), 女, 黑龙江省哈尔滨市五常县人, 黑龙江八一农垦大学在读硕士研究生, 土壤和作物营养生理研究。E-mail: 1452653127@qq.com

通信作者: 焦峰(1980—), 男, 黑龙江省兰西县人, 博士, 副研究员, 主要从事土壤和作物营养生理研究。E-mail: jiaofeng1980@163.com

已经越来越普遍,大豆种植地的土壤养分和生态平衡遭到了严重破坏,有害菌群连年增加,使大豆的生长条件恶化,产量降低、品质下降甚至绝产^[2]。至此大豆的重茬耕作问题日趋严峻,已经极大地阻碍了大豆产业的稳定持续发展^[3]。

多年来,对于大豆连作障碍的研究主要集中在连作障碍和生理机制等领域^[4],但对于克服或减少大面积的大豆连作障碍并没有提出合理的措施,有关的抗重迎茬措施不适于大豆大面积的种植,调控技术均停留在单因子水平上^[5-6]。而土层置换技术在防治大豆连作障碍、减少大豆除草剂的药害方面已有研究,但对于大豆土壤酶以及抗病性方面研究很少。在土壤理化方面,土层置换处理后降低了土壤的容重和硬度,固相率变小而气相率增大,为植物根系的生长提供了良好的土壤物理环境^[7]。在土壤生物化学方面,土层置换可全面活化土壤养分,提高土壤酶活性,影响土壤微生物种类和数量,对提高土壤抗灾能力和作物产量方面具有重要作用^[8]。土壤酶是土壤生物活性的反映,能够参与土壤各种生物化学反应过程,与土壤养分供应和转化能力关系密切,并且土壤酶的变化与大豆根系分泌物种类与数量密切相关^[9]。土壤酶活性降低,有效养分含量下降是造成大豆连作障碍而导致减产的重要原因之一^[10]。因此本试验通过分析土层置换改良土壤后对土壤不同层次土壤酶活性影响及抗病性,旨在为消除大面积大豆连作障碍提供科学的技术支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地位于黑龙江八一农垦大学科研基地内,年平均降水量 427.5 mm。供试土壤为石灰性黑钙土,0—20,20—40 cm 耕层土壤基础肥力分别为:有机质(OM)19.87,5.48 mg/g,碱解氮(N)149.57,41.96 mg/kg,有效磷(P)22.66,7.32 mg/kg,速效钾(K)164.76,43.15 mg/kg,pH 值 8.5,9.2。

1.2 试验作物

供试大豆品种为黑农 48,生育日数 115 d,活动积温 2 380℃,紫花尖叶,灰毛,亚有限结荚习性,四粒荚多,属高产、高蛋白品种。适于黑龙江省第二积温带、第三积温带上限各地区种植。

1.3 试验设计

田间试验采用随机区组设计,小区试验设 5 个处理,四次重复,小区内土壤为第 3 年大豆连作土壤。分别为:不置换土壤(CK),置换土壤施基肥(T_1),增磷肥 15% 且置换土壤(T_2),增有机肥且置换土壤

(T_3),不置换土层施基肥且使用大豆种衣剂拌种处理(T_4)。连坐种植,所有基肥一次性施入耕层,施肥深度 20 cm,除 T_2 处理外肥料施用量均采用当地常规用量,肥料类型为尿素(N 46%)、磷酸二铵(N 18%、 P_2O_5 46%)和硫酸钾(K_2O 50%),分别为 N 90 kg/hm², P_2O_5 90 kg/hm², K_2O 45 kg/hm², T_2 处理增加 P_2O_5 施用量的 15%,为 P_2O_5 103.5 kg/hm²,增施的磷肥为过磷酸钙(P_2O_5 18%), T_3 处理增施有机肥为市售有机肥料,施用量为 120 kg/hm², T_4 处理使用的种衣剂为 35% 多福克。

土层置换深度将 0—20,20—40 cm 土层进行置换处理,处理的方法为:在田间土壤耙平未起垄的状态下,使用挖掘机将分别将表层 0—20,20—40 cm 土层挖出堆放,然后将 0—20 cm 土层土壤回填并铺平,最后将 20—40 cm 土层土壤回填至上层铺平后,机械起垄待播种。播种日期为 5 月 4 日,采用垄作方式,垄宽 0.66 m,小区为 5 行区,行长 7 m,垄上双行,株距 10 cm,小区面积 23.1 m²,播前机械统一施肥,人工精量点播,各项田间管理同大田。9 月 20 日收获大豆。

1.4 样品采集及分析

于大豆苗期(V_3),盛花期(R_2),结荚期(R_4),鼓粒期(R_7),各小区分为 0—10,10—20,20—30,30—40 cm 采集土壤样品,每个试验小区采样 3 点混合土壤样品,风干后过 1 mm 筛,进行土壤酶活性的测定,采用 3,5-二硝基水杨酸法测定蔗糖酶活性,苯酚钠比色法测定脲酶的活性,磷酸苯二钠比色法测定磷酸酶的活性,以上方法参考《土壤酶及其研究方法》^[11];于大豆出苗后 10,30,60 d,随机挖取大豆植株 30 株/小区,进行大豆根腐病病情指数调查,大豆成熟期每小区取 3 m² 测产。

1.5 数据处理

利用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件进行数据处理与方差分析。

2 结果与分析

2.1 土层置换对连作大豆土壤脲酶活性的影响

土壤脲酶活性通常用来表征土壤的氮素情况,脲酶酶促产物氨是植物氮源之一^[12]。从图 1 可看出:不同土层中的脲酶活性总体呈先升高后降低,到鼓粒期又有所回升的变化趋势,不同处理下大豆盛花期脲酶活性最高。各处理下脲酶活性随着土层加深而呈下降趋势。

0—10 cm 土层,大豆苗期,CK 处理的土壤脲酶活性明显高于 T_1 , T_2 , T_3 , T_4 处理; T_4 处理大豆种衣

剂拌种后,可能由于土壤微生物环境受到影响,有益细菌数量受到抑制,引起脲酶活性的降低;于盛花期 CK 处理的脲酶含量明显低于 T_2 , T_3 , T_4 处理,其顺序为 $T_3 > T_2 > T_4 > CK > T_1$, CK 和 T_1 差异达显著水平。0—20 cm 土层,大豆苗期、盛花期 CK 处理下的脲酶活性均高于 T_1 — T_4 处理,而结荚期、鼓粒期

脲酶活性低于 T_1 处理;20—30 cm 土层中苗期各处理脲酶活性大体上一致,可能是由于土层置换后将表土存在的脲酶置换到下层的缘故。总体来看,在 0—10 cm 土层,土层换并施用有机肥或磷肥对大豆各时期脲酶活性提高较明显, T_3 较 T_2 处理高,在 10—40 cm 土层土壤脲酶活性较其他处理无明显提高。

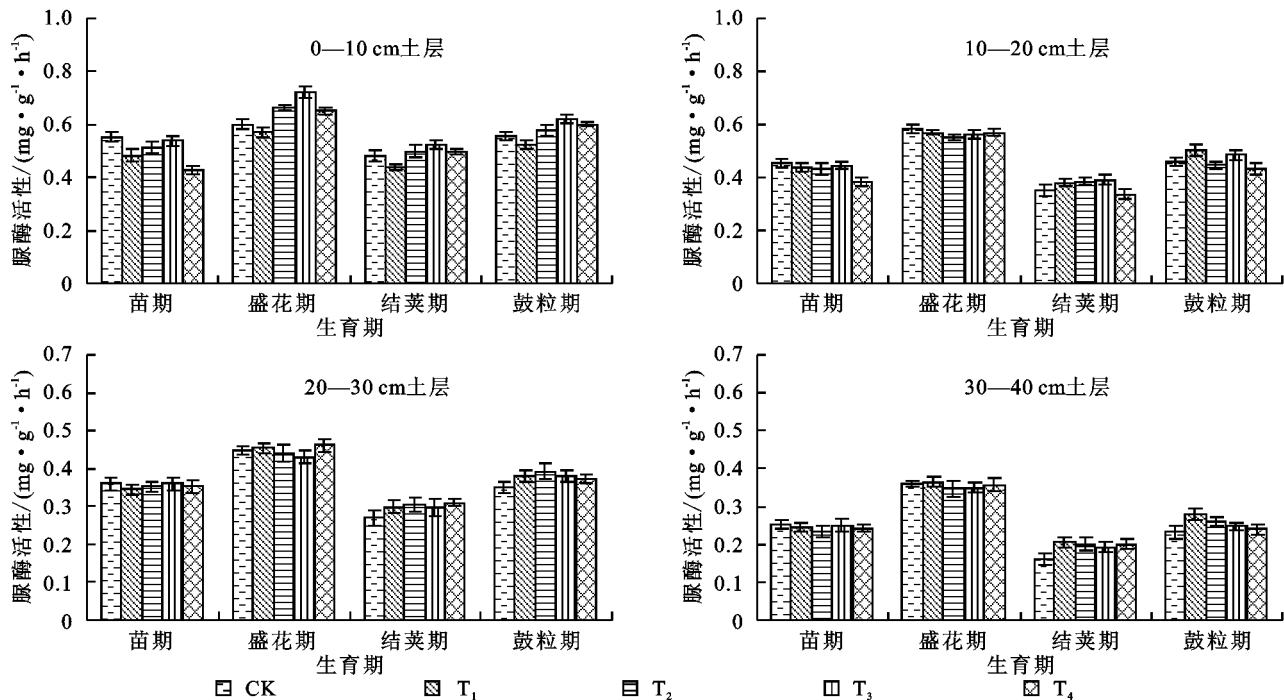


图 1 土层置换对土壤中脲酶活性的影响

2.2 土层置换对大豆土壤蔗糖酶活性的影响

土壤蔗糖酶可作为评价土壤质量、营养供应能力、熟化程度和肥力水平的一个重要指标^[13]。土壤蔗糖酶高低,可能还与大豆品种、根系释放和残根分解的酚酸等物质和数量和种类密切相关^[14]。从图 2 可看出:0—20 cm 土层,除 T_1 外,各处理土壤蔗糖酶活性均呈先上升后下降的趋势,大豆结荚期土壤蔗糖酶活性上升最快,并达到最大值,其活性由高到低的顺序为: $T_3 > T_2 > T_4 > CK > T_1$,大豆苗期除外, T_3 , T_2 较 CK, T_4 , T_1 处理蔗糖酶活性高。

20—40 cm 土层,各生育期 T_4 处理蔗糖酶活性均低于 CK 处理, T_3 , T_2 处理蔗糖酶活性高于 T_4 ; 0—40 cm 土层,大豆鼓粒期, T_4 处理的蔗糖酶活性都低于 CK,因此大豆种衣剂拌种处理对土壤蔗糖酶活性影响不大;试验结果表明土层置换并增施有机肥对土层中蔗糖酶活性有显著的提高作用,并且可得出土壤蔗糖酶活性的高低和土壤中磷含量同样有明显的正相关性。

2.3 土层置换对大豆土壤磷酸酶活性的影响

土壤磷酸酶活性大小与土壤的碳、氮、速效磷含

量呈正相关,与大豆根际分解有机磷化合物微生物数量^[15-16]、pH 值等有关。由图 3 可知:不同土层的磷酸酶活性均呈先升高后降低的趋势,盛花期活性最高;结荚期和鼓粒期,土壤中磷酸酶活性的由高到低的顺序为: $T_3 > T_2 > T_4 > T_1 > CK$,结果表明土层置换并增施有机肥或磷肥可有效保持大豆土壤磷酸酶的活性,同时种衣剂拌种处理也有利于保持土壤磷酸酶的活性,其中以土层置换并增施有机肥效果更为明显;随土层加深,未置换处理的土壤磷酸酶活性呈降低趋势,一方面可能是大豆连作导致土壤养分下降、分布不均,土壤微生物环境受到影响,另一方面可能由于大豆根系未能深入到下层土壤,其根系作用对土壤酶活性的影响。

2.4 土层置换对大豆根腐病病情指数的影响

由图 4 可得, T_1 — T_4 处理在大豆播种后不同时期根腐病病情指数均低于 CK 处理,在播种后 30 d, T_1 , T_2 , T_3 , T_4 处理根腐病病情指数分别为 17.54, 15.83, 12.01, 12.76;随大豆的生育期延长,根腐病病情指数均有下降趋势,以 T_3 和 T_4 处理效果较明显,这说明土层置换并适当的增施有机肥或种衣剂拌种处理有利于大豆根腐病发病率的降低。

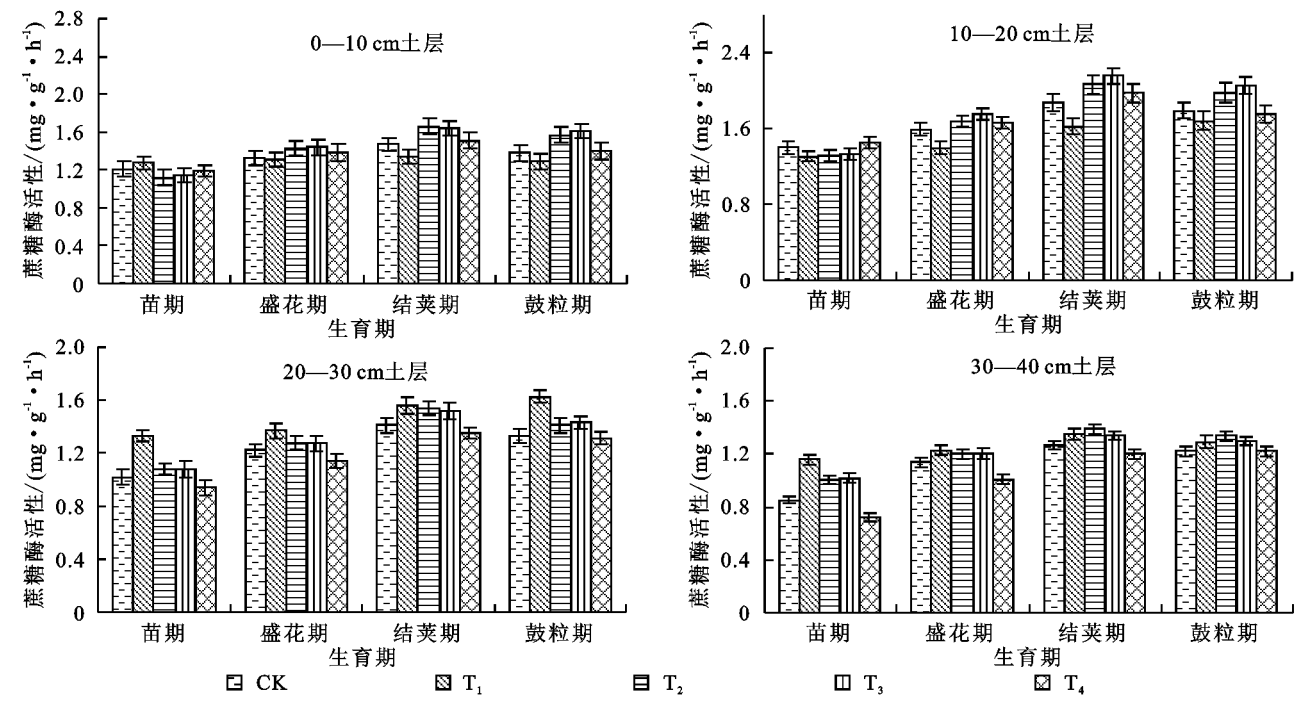


图2 土层置换对土壤中蔗糖酶活性的影响

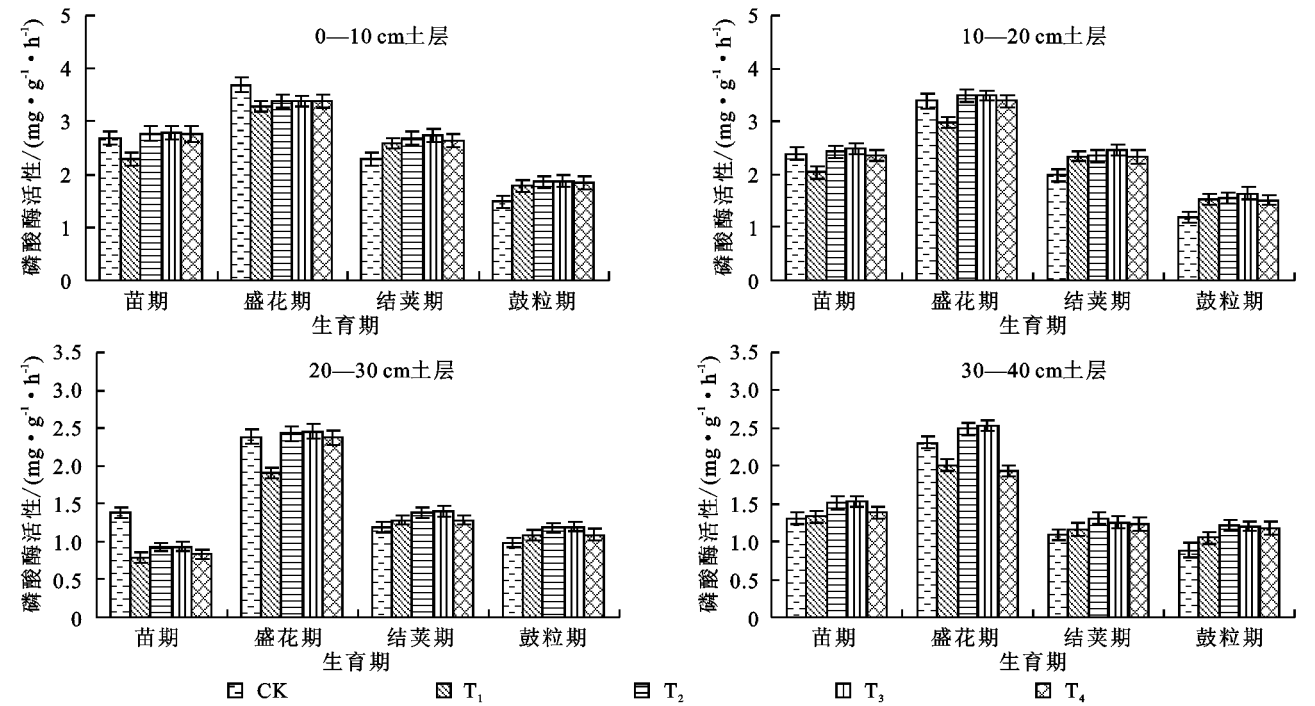


图3 土层置换对土壤中磷酸酶活性的影响

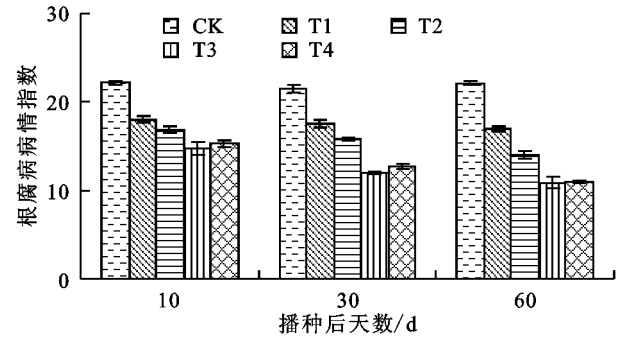


图4 土层置换对大豆根腐病病情指数的影响

2.5 土层置换对大豆产量的影响

由表1可看出,土层置换并增施磷肥或增施有机肥及大豆种衣剂拌种处理对大豆产量均有一定程度的促进作用,较CK处理产量提高7.55%~20.42%,以土层置换并增施磷肥产量最高,增产率达20.42%,差异达显著水平。

表1 土层置换对大豆产量的影响

参数	CK	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
百粒重/g	20.05	19.97	21.72	22.05	20.3
产量/(kg·hm ⁻²)	1734.9d	1668.7e	2089.3a	1925.8b	1865.8c

3 结论与讨论

土壤微生物种群数量改变、微生物分泌物及分解产物毒害是导致连作大豆减产的重要原因^[17-18]。土层置换能够改变土层的结构,而使土壤中的养分分布和土壤的微生物种群环境发生相应的改变,可以提高因大豆连作而下降的土壤肥力和土壤生物环境,进而影响土壤酶的活性。

土层置换和大豆种衣剂拌种措施在一定程度上可以降低或者消除由于大豆连作对土壤中的某些酶类活性产生的不良作用。在0—20,30—40 cm土层,在大豆苗期,CK处理下土层中的脲酶活性高于 T_1 , T_2 , T_3 , T_4 处理;在大豆鼓粒期, T_1 , T_2 , T_3 , T_4 处理下土层中的脲酶活性均有不同程度的提高,而CK处理下的土层中脲酶的活性较低。在20—30 cm土层,大豆苗期CK处理下土层中的脲酶活性高于其他四个处理,而到大豆鼓粒期,CK处理下土层中脲酶活性最低, T_1 , T_2 , T_3 , T_4 均能提高大豆生长后期土层中的脲酶活性。

与CK处理比较, T_2 , T_3 , T_4 处理均可以提高土层中的蔗糖酶活性。 T_1 处理的土壤蔗糖酶活性呈不规则变化,原因可能是土层置换将下层土壤置换到上层,改变了土壤的原有结构。10—20 cm土层, T_1 处理的各生育期土壤蔗糖酶活性变化不明显且较低,原因是于土层置换后改变了土壤微生物种群环境及数量,且土层中土壤养分含量较低而影响了土壤蔗糖酶的活性。0—20 cm土层, T_3 较其他处理土壤蔗糖酶活性高,这与已有研究土壤有机质可有效保持土壤中蔗糖酶活性的结论相一致^[19]。

土层置换 T_1 处理,在大豆生长前期的土壤磷酸酶活性低于对照处理,但增施有机肥后,对土壤磷酸酶活性的维持有积极作用,同时土层置换并增施磷肥及大豆种衣剂拌种处理土壤磷酸酶活性也较高,以土层置换并增施磷肥处理对消除由于大豆连作障碍对磷酸酶活性的影响方面效果最好。在大豆生长后期各土层 T_4 处理的磷酸酶活性始终高于CK处理,可能是种衣剂与土壤环境作用下,土壤酶活性不仅受种衣剂的激活作用,还可能与大豆生长和根系分泌物的影响有关,进而促进了微生物的生长,引起酶活性的升高^[20]。 T_3 处理有利于减少大豆根腐病发病率,提高大豆产量,这与已有研究连作大豆施用有机肥利于大豆生长发育,降低根腐病的发病程度结果较为一致^[21]。

本研究中,大豆苗期CK处理下的不同土层的土壤酶活性高于其他处理,可能是由于连作大豆地长期施用化肥,有助于土壤有机碳的积累^[22],而土壤有机

质的存在状况和含量会显著影响土壤酶活性,土壤单位有机质酶活性增加,使得土壤酶活性有所提高的缘故;土层置换并增施有机肥或磷肥和大豆种衣剂拌种措施都能够降低大豆根腐病发病率、提高大豆产量,从土壤质量及农业经济效益方面分析,土层置换措施在克服大豆连作障碍方面效果显著。

参考文献:

- [1] 赵团结,盖钧镒,李海旺. 超高产大豆育种研究的进展与讨论[J]. 中国农业科学,2006,39(1):29-37.
- [2] Sasser J N, Uzzell J G. Control of the soybean cyst nematode by crop rotation in combination with a nematicide[J]. Journal of Nematology, 1991,23(3):344-347.
- [3] 许艳丽,刘晓洁. 大豆重茬障碍研究进展:Ⅱ大豆重茬障碍机制[J]. 大豆通报,2000(5):11-12.
- [4] 于广武,许艳丽,刘晓冰,等. 大豆连作障碍机制研究初报[J]. 大豆科学,1993,12(3):237-243.
- [5] 田艺心,汪自强. 中国重迎茬大豆调控技术研究现状[J]. 大豆科学,2010,29(2):337-340.
- [6] Liu X, Jin J, Wang G, et al. Soybean yield physiology and development of high-yielding practices in Northeast China[J]. Field Crops Research, 2008,105(3):157-171.
- [7] 高中超. 土层置换消除残留除草剂药害及大豆连作障碍效果的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2010.
- [8] 孟庆英,张春峰,朱宝国,等. 土层置换对土壤酶及土壤养分含量的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(3):157-161.
- [9] 王树起,韩晓增,乔云发,等. 寒地黑土大豆轮作与连作不同年限土壤酶活性及相关肥力因子的变化[J]. 大豆科学,2009,28(4):611-615.
- [10] 谷岩,邱强,王振民,等. 连作大豆根际微生物群落结构及土壤酶活性[J]. 中国农业科学,2012,45(19):3955-3964.
- [11] 关荫松. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [12] Jianguo L, Wei Z, Yanbin L, et al. 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.
- [13] 邱莉萍,刘军,王益权,等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(3):277-280.
- [14] 张俊英,王敬国,许永利. 大豆根系分泌物中氨基酸对根腐病菌生长的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(2):308-315.
- [15] Cole C V, Innis G S, Stewart J W B. Simulation of phosphorus cycling in semiarid grasslands[J]. Ecology, 1977,58(1):3-15.
- [16] 谷岩,邱强,王振民,等. 连作大豆根际微生物群落结构及土壤酶活性[J]. 中国农业科学,2012,45(19):3955-3964.

处于低强度耦合期,2008—2011年处于中等强度耦合期,2012—2013年处于高强度耦合期。说明西宁市土地利用效益和新型城镇化耦合状况向逐步磨合的方向发展。

(3) 通过分析西宁市土地利用效益和新型城镇化协调度可知,西宁市2000—2013年土地利用效益与新型城镇化协调度总体呈稳步上升状态,经历了四个阶段:严重失调、中度失调、轻度失调、濒临失调,尽管还处于较低水平的协调程度,但已由中度失调向轻度失调转变,具有不断优化的趋势。

西宁市作为土地资源稀缺的河谷型城市,土地供给紧缺与新型城镇化的矛盾将长期存在,应积极提升土地利用效益,促进城市土地利用合理布局和结构优化,进而推动新型城镇化的发展。

参考文献:

- [1] 王杨,宋戈. 黑龙江省城市土地集约利用潜力时空变异规律[J]. 经济地理,2007,27(2):313-316.
- [2] 王雨晴,宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学,2006,26(6):743-748.
- [3] 方创琳,马海涛. 新型城镇化背景下中国的新区建设与土地集约利用[J]. 中国土地科学,2013,27(7):4-9.
- [4] 单卓然,黄亚平. “新型城镇化”概念内涵、目标内容、规划策略及认知误区解析[J]. 城市规划学刊,2013,207(2):16-22.
- [5] Gabriel S A, Faria J A, Moglen G E. A multiobjective optimization approach to smart growth in land development[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2006, 40(3):212-248.
- [6] Kok K, Verburg P H. Integrated assessment of the land system: The future of land use[J]. Land Use Policy, 2007, 24(3):517-520.
- [7] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等. 深圳市土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系研究[J]. 地理科学,2008,28(5):636-641.
- [8] 武京涛,涂建军,阎晓,等. 中国城市土地利用效益与城市化耦合机制研究[J]. 城市发展研究,2011,18(2):42-45.
- [9] 刘浩,张毅,郑文升. 城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价:以环渤海地区城市为例[J]. 地理研究,2011,30(10):1805-1817.
- [10] 宋成舜,翟文侠,陈志,等. 基于功能区的城市建设用地集约利用研究:以西宁市为例[J]. 土壤,2011,43(6):1021-1027.
- [11] 王于楠,李玲琴,单亮亮. 基于信息熵的西宁市主城区城市土地利用结构演变分析[J]. 云南地理环境研究,2015,27(1):55-59,72.
- [12] 郭施宏,王富喜. 山东省城市化与城市土地集约利用耦合协调关系研究[J]. 水土保持研究,2012,19(6):163-167.
- [13] 崔琰. 关中—天水经济区城市土地利用效益与城市化耦合协调性研究[J]. 宁夏大学学报:自然科学版,2015,36(2):177-184,190.
- [14] 冯桂英,陈松林. 耦合协调视角下城市土地利用效益与城市化研究:以厦门市和深圳市为例[J]. 太原师范学院学报:自然科学版,2015,14(1):70-75.
- [15] 张明斗,莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析:以东北三省34个地级市为例[J]. 资源科学,2014,36(1):8-16.
- [16] 李秀霞,张希. 基于熵权法的城市化进程中土地生态安全研究[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(9):13-17.
- [17] 许君燕. 城市化与土地资源利用的耦合协调机制研究[J]. 资源开发与市场,2010,26(10):929-933.
- [18] 张超,李丁,魏秀梅,等. 西北河谷型城市新型城镇化与土地利用效益耦合协调发展研究:以兰州市为例[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2015,51(2):173-179.
- [19] 计钟程,许文艺. 重茬大豆减产与土壤环境变化[J]. 大豆科学,1995,14(4):321-329.
- [20] 杜慧玲,吴济南,王丽玲,等. 苯磺隆对土壤酶活性的影响[J]. 核农学报,2010,24(3):585-588.
- [21] 台莲梅,郭永霞,范文艳,等. 有机肥对连作大豆根腐病、生育及产量影响的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2001,13(4):28-31.
- [22] 李东坡,武志杰,陈利军,等. 长期定位培肥黑土土壤蔗糖酶活性动态变化及其影响因素[J]. 中国生态农业学报,2005,13(2):102-105.