

施肥对连作苗圃新疆杨生长及土壤理化性质的影响

刘瑞霞¹, 张先平^{2*}, 佘波¹, 刘俊³

(1. 山西林业职业技术学院, 太原 030009; 2. 太原学院, 太原 030032; 3. 山西省林业种苗管理总站, 太原 030000)

摘要:通过研究有机-无机肥配施对新疆杨生长和土壤理化性质的影响规律, 以期为育苗中科学配施有机肥提供理论依据。试验在田间条件下, 设置对照(T1)、氮肥(T2)、氮磷肥(T3)、氮磷钾肥(T4)、有机-无机肥配施(T5)5个处理, 小区试验设计, 3次重复。结果表明: 株高T5分别比T1、T2提高49.01 cm、32.90 cm; T5根茎叶干物质分别比T1提高85.11%、53.73%、43.82%; T5蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶分别比T1提高52.66%、173.91%、189.55%, T5显著高于T1、T2处理; T5微生物总量分别比T1、T4提高221.55%、58.06%, T2、T3、T4之间无显著差异; T5非毛管空隙比T1、T4提高5.58%、4.91%, 容重比T1提高7.36%; T5提高了土壤有机质含量, 降低了pH值, 碱解氮、速效磷、速效钾分别比对照提高183.14 mg/kg、10.77 mg/kg、145.03 mg/kg。综合分析认为, T5处理对促进新疆杨生长和改善土壤理化性状效果最佳。

关键词:有机肥; 新疆杨; 土壤性质

中图分类号: S792.11

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)01-0080-05

Effects of Fertilization on the Growth and Soil Physical and Chemical Properties of *Populus Alba* Var. *Pyramidalis* in Continuous Cropping Nursery

LIU Ruixia¹, ZHANG Xianping^{2*}, SHE Bo¹, LIU jun³

(1. Shanxi Forestry Vocational Technical College, Taiyuan 030009; 2. Taiyuan University, Taiyuan 030032; 3. Shanxi Forestry Seedling Management Center, Taiyuan 030000, China)

Abstract: In this paper, the effects of organic-inorganic fertilizer on the growth and soil physical and chemical properties of *Populus alba* var. *pyramidalis* were studied, in order to provide a theoretical basis for the scientific application of organic fertilizer in seedling raising. The experiment was carried out under field conditions and set 5 treatments as control (T1), nitrogen (T2), nitrogen and phosphorus (T3), nitrogen, phosphorus and potassium (T4) and combined application of organic and inorganic fertilizers (T5), which was designed by plot experiment and repeated 3 times. The results showed that the plant height of T5 was 49.01 cm and 32.90 cm higher than that of T1 and T2, respectively. The dry matter of root, stem and leaf of T5 was 85.11%, 53.73% and 43.82% higher than that of T1, respectively. The sucrase, urease and catalase in T5 were 52.66%, 173.91% and 189.55% higher than those in T1 and T2, respectively. The total microbial biomass of T5 was 221.55% and 58.06% higher than that of T1 and T4, respectively. There was no significant difference among T2, T3 and T4. Compared with T1 and T4, T5 non capillary void increased by 5.58% and 4.91%, and bulk density increased by 7.36%. T5 increased the content of soil organic matter, decreased the pH value, and increased the available nitrogen, available phosphorus and available potassium by 183.14 mg/kg, 10.77 mg/kg and 145.03 mg/kg, respectively. Comprehensive analysis showed that T5 treatment had the best effect on promoting the growth of *Populus alba* var. *pyramidalis* and improving soil physical and chemical properties.

Key words: Organic fertilizer; *Populus alba* var. *pyramidalis*; Soil properties

收稿日期: 2019-01-12

基金项目: 中央财政林业科技推广示范项目(2017TG06); 山西省林业科技创新项目(2018LYCX23)

作者简介: 刘瑞霞(1976-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事植物栽培技术及品种选育研究。

通讯作者: 张先平, 女, 博士, 教授, E-mail: 492889505@qq.com

施肥是促进苗木生长和提高苗木质量的重要栽培措施^[1-2], 但是长期施用化学肥料会导致土壤质量下降, 影响植物的正常生长^[3], 为解决这一问题, 在农业生产中提出施用有机肥改善土壤理化性质, 提高土壤肥力的施肥措施, 用以促进作物生长和提高产量^[4-5]。刘慧辉等^[6]研究认为, 新疆

杨生长季节追施腐熟羊粪结合根外追肥可以显著促进新疆杨生长量的提高,效果显著优于油松;刘建荣^[7]研究认为,根外追肥可以显著促进新疆杨株高的增加,在一定的氮肥浓度范围内随着氮肥浓度的增加而升高,根外追肥与对照相比差异显著;王兴军^[8]研究认为,根外追肥可以显著提高新疆杨叶片内叶绿素含量,提高SOD、POD酶活性,对改善植株营养状况效果显著;李静等^[9]研究认为,有机肥可以改善土壤内的养分状况,其中碱解氮、速效磷以及速效钾含量均显著高于单纯施用无机肥处理,有机肥施用比例越高,土壤内有效养分含量提高幅度越大;李小炜等^[10]研究认为,玉米田施用部分有机肥后,土壤物理性质得到显著改善,土壤容重、田间持水量、土壤孔隙度均显著优于对照;吕真真等^[11]研究认为,有机肥最高可以提高稻田内土壤孔隙度17.4%,降低土壤容重20.6%,显著提高土壤内细菌、放线菌、真菌总量,与对照相比差异显著;周东兴等^[12]研究认为,施用有机肥可以提高微生物数量,显著提高土壤内脲酶、蔗糖酶活性。关于有机-无机肥配施对新疆杨生长以及苗圃地土壤理化性质的影响鲜见相关报道,本项研究以此为契机,重点分析新疆杨育苗中配施一定比例的有机肥对促进苗木生长以及土壤理化性质的影响情况,以期新疆杨育苗科学合理地施用有机肥提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本试验于2017年3月~10月在山西省林业厅实验苗圃内进行,试验田为新疆杨育苗圃地,目前已经连续育苗6年(连作2茬),土壤已经表现出轻度的板结化,土壤肥力较6年前表现出一定程度的降低。土壤基础肥力为有机质2.72%,碱解氮135.56 mg/kg,速效磷10.89 mg/kg,速效钾156.74 mg/kg,pH 7.89;试验所选新疆杨为1年生扦插苗,于2016年3月初采集2015年当年生的枝条作为插条进行扦插繁殖,正常养护状态下生长1年,平均苗高73.24 cm,栽培密度为0.3 m×0.40 m,2017年2月份仅留主干,多余枝条剪掉,并涂红色油漆加以保护,同时将主干顶部抽条部分剪掉,涂抹红色油漆加以保护。

1.2 试验设计

本试验共设4个处理,T1为不施肥处理(对照),T2单施氮肥,T3为氮磷配施,T4为氮磷钾配施,T5为60%有机肥结合40%无机肥混合处理,

试验所使用的氮肥为尿素,含氮量46%,磷肥为重过磷酸钙,P₂O₅含量为50%,钾肥为硫酸钾,K₂O含量为50%,有机肥为猪粪堆肥,有机质含量为12.68%,氮含量为1.03%,P₂O₅含量为1.21%,K₂O含量为0.85%,各处理施肥量见表1。每处理选择120株新疆杨苗作为试验材料,小区试验设计,3次重复。施肥方式为单株施肥,以原来苗木中心点为圆心,在距离主干5 cm处向外挖5~10 cm环状沟,内浅外深;T1~T4处理按照试验设计的施肥量称量好,将肥料与土充分混合均匀后于3月15日撒施于环状沟中,T5处理将有机肥和无机肥、土混合均匀后均匀撒施入环状沟中,T1~T5处理表层覆盖2 cm左右未混合肥料的表土,然后浇水。生长季节内,分别在4月29日、6月28日人工灌水1次,6月12日、7月18日、8月26日分别除草1次。

表1 各处理施肥量 g/株

处理	尿素	重过磷酸钙	硫酸钾	猪粪堆肥
T1	0	0	0	0
T2	26.09	0	0	0
T3	26.09	18	0	0
T4	26.09	18	14	0
T5	10.43	1.08	2.12	699.03

1.3 试验测定项目

分别于生长季节的6~9月份每个月的15日进行株高测定,测定株高时,直接用卷尺在田间进行测定,每处理测定30株,取平均值作为最终结果;于9月15日测定新疆杨干物质积累量,测定时将整株苗木挖起,带回实验室冲洗干净,分别按照根系、茎、叶在70℃条件下烘干,采用精度为0.01 g的电子天平称重,计算干物质积累量,计算方式为单株重量乘以每公顷株数得出结果;土壤理化性质测定时,取样范围为早春施肥范围,取样深度为10 cm,物理性质测定采用环刀法^[13],土壤养分分析、微生物数量、土壤内酶活性测定均参照文献[13]方法进行检测。

1.4 试验数据处理

图表制作使用Excel 2010版软件,方差分析使用DPS 7.05版软件。

2 结果与分析

2.1 施肥对连作苗圃新疆杨株高的影响

由图1可知,不同施肥处理对新疆杨株高的影响不同。6、7月份T5分别比对照提高4.80 cm、

23.77 cm, 无显著差异; T4 分别高于 T5 处理 9.00 cm、5.13 cm, 无显著差异; T2、T3 与 T5 之间无显著差异, 与对照之间无显著差异; 表明在这两个月 T5 与其他处理相比对新疆杨株高影响不显著。8、9 月份 T5 比对照分别提高 41.02 cm、49.01 cm, 差异显著; T4 分别低于 T5 处理 15.01 cm、15.15 cm, 无显著差异; T3 分别高于对照 15.02 cm、23.14 cm, 差异显著; T3 与 T4、T5 之间无显著差异; T2 分别比对照提高 5.90 cm、16.11 cm, 差异显著; 表明在这两个月各施肥处理均可以显著促进新疆杨株高增加, 其中 T5 促进效果优于其他各处理。

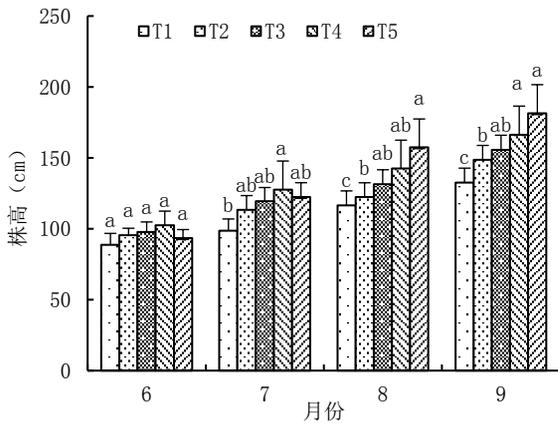


图 1 施肥对连作苗圃新疆杨株高的影响

2.2 施肥对连作苗圃新疆杨干物质积累的影响

由图 2 可知, T5 根茎叶干物质积累量分别比

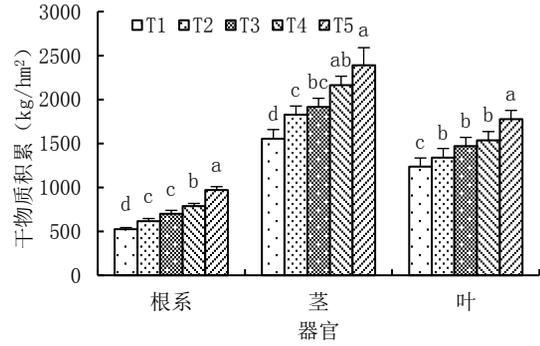


图 2 施肥对连作苗圃新疆杨干物质积累的影响

对照提高 85.11%、53.72%、43.82%, 差异显著; T4 分别低于 T5 处理 181.02 kg/hm²、225.18 kg/hm²、240.81 kg/hm², 其中根系和叶两个处理之间差异显著; 表明 T5 对促进根系和叶片干物质积累效果显著优于 T4; T3 分别低于 T5 处理 269.95 kg/hm²、476.11 kg/hm²、306.82 kg/hm², 差异显著; T2 与 T3 之间无显著差异; T2 分别高于对照 93.07 kg/hm²、271.17 kg/hm²、103.96 kg/hm², 差异显著; T2 显著低于 T5, 表明所有施肥处理均可以显著促进新疆杨干物质积累量增加, 其中 T5 效果最显著。

2.3 施肥对连作新疆杨苗圃土壤内各种酶活性的影响

由表 2 可知, T5 处理的蛋白酶、蔗糖酶、脲酶、多酚氧化酶、过氧化氢酶活性分别比对照提高了 21.72%、52.66%、173.91%、85.42%、189.55%, 差异显著, 表明该处理对提高土壤内各种酶活性效果

表 2 土壤内各种酶活性的变化分析

处理	蛋白酶(μg/g)	蔗糖酶(mg/g)	脲酶(mg/g)	多酚氧化酶(mg/g)	过氧化氢酶(mg/g)
T1	2.02abAB	11.02bA	0.46cB	0.96cdB	4.69cB
T2	1.84bAB	9.67bA	0.56cB	1.46bcAB	7.68bB
T3	2.13abAB	11.89bA	0.86bB	0.84dB	5.99bcB
T4	1.68bB	14.50aA	1.02aA	2.14aA	8.97bB
T5	2.46aA	16.82aA	1.26aA	1.78abA	13.58aA

显著; T4 蛋白酶、过氧化氢酶活性分别低于 T5 处理 0.78 mg/g、4.61 mg/g, 差异显著; T3 蔗糖酶、脲酶、多酚氧化酶、过氧化氢酶活性分别低于 T5 处理 4.93 mg/g、0.40 mg/g、0.94 mg/g、7.59 mg/g, 差异显著; T2 蛋白酶、蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶活性分别低于 T5 处理 0.62 mg/g、7.15 mg/g、0.70 mg/g、5.90 mg/g, 差异显著; T2 过氧化氢酶活性与对照之间显著差异, 表明 T5 对提高土壤酶活性效果显著优于 T2、T3、T4 处理。

2.4 施肥对连作新疆杨苗圃土壤内微生物数量的影响

由表 3 可知, T5 处理的真菌、细菌、放线菌、微生物总量分别比对照提高 406.97%、232.26%、87.89%、221.56%, 差异极显著; T4 分别比 T5 降低 70.48%、57.55%、66.78%、58.06%, 差异极显著; T3 分别低于 T5 处理 100.15%、79.91%、111.71%、81.33%, 差异极显著; T3 放线菌数量显著低于 T4, T2 与 T3 之间无显著差异; T2 真菌、细菌、微生物总量分别比对照提高 72.98%、60.48%、54.10%, 差异显著, T2 极显著低于 T5, 表明 T5 对提高土壤内微生物数量效果显著优于 T2、T3、T4 处理。

表3 土壤内各种微生物数量的变化分析 10⁴个/g

处理	真菌	细菌	放线菌	微生物总量
T1	2.68dC	496.00cC	43.42bcBC	542.10cC
T2	4.63cBC	796.00bBC	34.75cC	835.38bBC
T3	6.78bcB	916.00bB	38.53cBC	961.31bBC
T4	7.96bB	1 046.00bB	48.91bB	1 102.87bB
T5	13.57aA	1 648.00aA	81.58aA	1 743.15aA

2.5 施肥对连作新疆杨苗圃土壤物理性质的影响

由表4可知,T5总孔隙度、毛管空隙分别比对照降低2.96%、8.54%,总孔隙度无显著差异,表明该施肥处理不会对土壤总孔隙度产生显著影响;

表4 土壤物理性质变化分析

处理	总孔隙度(%)	毛管空隙(%)	非毛管空隙(%)	毛管持水量(%)	饱和含水量(%)	容重(g/cm ³)
T1	74.54aA	71.43aA	3.11cC	71.61aA	74.63aA	0.86bA
T2	56.34cA	53.05cA	3.29cBC	53.27bB	55.96bB	1.27aA
T3	59.41bA	54.43cA	4.98bB	49.58bB	54.42bB	1.16abA
T4	57.49bcA	53.71cA	3.78cBC	55.66bB	60.34bAB	1.06abA
T5	71.58aA	62.89bA	8.69aA	68.56aA	75.73aA	0.92bA

2.6 施肥对连作新疆杨苗圃土壤化学性质的影响

由表5可知,各施肥处理均提高土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量,T5分别比对照提高0.35%、127.78%、94.59%、86.01%,碱解氮、速效磷、速效钾含量T5与对照之间差异极显著,有机质含量无显著差异;T4有机质和碱解氮分别低于T5处理0.16%、6.95%,无显著差异,速效磷、速效

T2、T3、T4总孔隙度分别低于T5处理15.24%、12.17%、14.09%,差异显著,毛管空隙分别降低9.84%、8.46%、9.18%,差异显著;T5非毛管空隙分别高于T1、T2、T3、T4处理5.58%、5.40%、3.71%、4.91%,差异极显著;毛管持水量T5低于对照3.05%,无显著差异,T2、T3、T4均极显著低于T5和对照;饱和含水量仅T5高于对照1.10%,无显著差异,T2、T3、T4均显著低于T5和对照;T5容重比对照提高7.36%,无显著差异,T2、T3、T4分别比T5提高37.83%、25.09%、14.44%,T2与T5之间差异显著。

钾分别低于T5处理41.29%、18.56%,差异显著;T3与T4处理的速效钾含量差异极显著,其余养分含量无显著差异;T3与T4处理的速效钾含量存在显著,其余养分含量无显著差异;T2碱解氮、速效磷、速效钾含量分别比T5降低53.66%、78.02%、81.81%,差异显著;不同施肥处理对土壤pH值无显著影响。

表5 土壤化学性质变化分析

处理	有机质(%)	碱解氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	pH
T1	2.89aA	143.32cB	11.39cB	168.63cB	7.98aA
T2	2.96aA	212.46bB	12.45cAB	172.52cB	7.84aA
T3	3.02aA	298.73aA	14.69bAB	175.46cB	7.66aA
T4	3.08aA	305.24aA	15.69bAB	264.56bA	7.43aA
T5	3.24aA	326.45aA	22.16aA	313.66aA	7.06aA

3 讨论

施肥可以改善树木的营养状况,促进树木生长具有显著的作用^[14],从新疆杨株高变化上来看,各施肥处理均显著促进株高的增加,有机-无机肥配施促进效果最显著,这与张焯等^[15]研究结果相似,同时本项研究也表明氮磷钾配施对促进新疆杨株高增加效果显著优于单纯施用氮肥处理;根茎叶干物质积累量T5均处于最高值,显著高于T2、T3,表明配施有机肥对促进新疆杨干物质积累效果显著优于单纯施用氮肥或者氮磷肥配合施

用;从土壤内各种酶活性的变化上来看,施用有机肥显著提高土壤内蔗糖酶、脲酶、多酚氧化酶、过氧化氢酶活性,特别是过氧化氢酶活性提高幅度最大,这与郑钰钢、韩忠明等^[16-17]的研究结果相似,同时单纯施用氮肥降低土壤内蛋白酶和蔗糖酶活性,脲酶、多酚氧化酶活性与对照之间无显著差异,这与吉艳之、王巍巍等^[18-19]的研究结果相似,分析原因认为,这可能与单纯施用氮肥导致土壤板结有关;从土壤内微生物数量上变化来看,各施肥处理的真菌和细菌数量均显著高于对照,微生物总量也显著高于对照,其中有机-无机

肥配施处理处于最高值,表明与单纯施用化肥相比,有机肥显著提高了土壤内微生物数量,这与朱菲莹、杨国慧等^[20-21]的研究结果相似;从土壤物理性质变化上来看,施肥可以降低土壤的总孔隙度,降低毛管空隙比例和饱和含水量,但是T5处理降低幅度较小,显著高于单纯施用氮肥处理,同时施肥提高土壤容重,这与热不哈提·艾合买提、马灿等^[22-23]研究结果相似;施肥显著提高土壤内碱解氮的含量,T4、T5也显著提高速效磷和速效钾含量,这与高焕平等^[24]的研究结果相似,说明施肥对提高土壤内速效养分含量效果显著。

4 结 论

(1)有机-无机肥配施显著提高了新疆杨株高和根茎叶内干物质积累量,氮磷钾配施对株高和茎干物质积累影响与有机-无机肥配施处于同一水平。

(2)有机-无机肥配施可以显著提高土壤内各种酶活性,效果显著优于对照,单纯施用氮肥对蛋白酶、蔗糖酶、脲酶、多酚氧化酶活性影响不显著,氮磷钾配施对蔗糖酶、脲酶、多酚氧化酶活性影响与有机-无机肥配施之间无显著差异。

(3)有机-无机肥配施显著提高土壤内微生物数量和碱解氮、速效磷、速效钾含量,但该处理对土壤内有机质含量和pH值无显著影响。

(4)有机-无机肥配施显著提高土壤非毛管空隙比例,不会显著降低总孔隙度、毛管持水量、饱和含水量,不会显著提高土壤容重。

参考文献:

- [1] 常笑超,刘 勇,李进宇,等.不同形态氮素配比对雄性毛白杨苗木生长的影响[J].北京林业大学学报,2018,40(9):63-71.
- [2] 赵 燕,董雯怡,张志毅,等.施肥对毛白杨杂种无性系幼苗生长和光合的影响[J].林业科学,2010,46(4):70-77.
- [3] 张淑香,张文菊,沈仁芳,等.我国典型农田长期施肥土壤肥力变化与研究展望[J].植物营养与肥料学报,2015,21(6):1389-1393.
- [4] 温延臣,张曰东,袁 亮,等.商品有机肥替代化肥对作物产量和土壤肥力的影响[J].中国农业科学,2018,51(11):2136-2142.
- [5] 陈 贵,张红梅,沈亚强,等.猪粪与牛粪有机肥对水稻产量、养分利用和土壤肥力的影响[J].土壤,2018,50(1):59-65.
- [6] 刘慧辉,胡春元,杨 茂,等.神东矿区人工林施肥试验效果研究[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2008,29(4):102-109.
- [7] 刘建荣.根外追肥对新疆杨株高及保护酶活性影响的研究[J].中国农学通报,2013,29(19):26-30.
- [8] 王兴军.根外追肥对新疆杨叶片内叶绿素含量及保护酶活性的影响[J].山东林业科技,2014,44(1):31-33.
- [9] 李 静,陈瑞州,兰子汉,等.有机肥替代部分无机肥对菜园土壤理化特性及果实养分的影响[J].热带作物学报,2018,39(4):656-660.
- [10] 李小炜,白春梅,田 丽,等.榆林沙区玉米水肥一体化有机无机肥配施对玉米产量及土壤性状的影响[J].陕西农业科学,2018,64(8):77-80.
- [11] 吕真真,吴向东,侯红乾,等.有机-无机肥配施比例对双季稻田土壤质量的影响[J].植物营养与肥料学报,2017,23(4):904-913.
- [12] 周东兴,李 磊,李 晶,等.玉米/大豆轮作下不同施肥处理对土壤微生物量及酶活性的影响[J].生态学杂志,2018,37(6):1856-1864.
- [13] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2015:18-24.
- [14] 宋丽华,谢 飞.不同配方施肥对4种园林植物幼树生长的影响[J].西北林学院学报,2013,28(2):26-31.
- [15] 张 焯,覃子海,肖玉菲,等.配方施肥对澳洲茶树幼林生长性状的影响研究[J].西部林业科学,2018,47(1):29-33.
- [16] 郑钰钢,胡素萍,陈 辉,等.油茶饼粕生物炭和有机肥对土壤酶活性的影响[J].森林与环境学报,2018,38(3):348-354.
- [17] 韩忠明,杨 颂,韩 梅,等.不同菌剂对人参连作土壤酶活性的影响[J].东北农业科学,2016,41(1):50-53.
- [18] 吉艳之.施肥对落叶松人工林土壤肥力及生理活性影响的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2002.
- [19] 王巍巍,魏春雁,张之鑫,等.不同种稻年限盐碱地水田表层土壤酶活性变化及其与土壤养分关系[J].东北农业科学,2016,41(4):43-48.
- [20] 朱菲莹,田 程,张 屹,等.不同施肥处理对土壤微生物群落结构及西瓜枯萎病发生的影响[J].中国生物防治学报,2018(4):589-597.
- [21] 杨国慧,于 洋,张 伟,等.树莓根际土壤微生物及土壤酶活性动态变化研究[J].吉林农业科学,2013,38(5):18-21.
- [22] 热不哈提·艾合买提,徐 超,艾克拜尔·伊拉洪.生物有机肥对库尔勒香梨园土壤理化性质的影响[J].农民致富之友,2017(12):62-63.
- [23] 马 灿,王明友.设施番茄连作对土壤理化性状、微生物数量及病虫害的影响[J].吉林农业科学,2014,39(4):22-25.
- [24] 高焕平,刘世亮,赵 颖,等.猪粪有机肥配施化肥对潮土速效养分及团聚体分布的影响[J].中国农学通报,2018,34(14):99-105.

(责任编辑:王 昱)