

不同农业废弃物还田对设施土壤性质及番茄生长的影响

朱英¹ 郭永婷² 司海丽³ 宋金仓¹ 田兴武^{2*}

1 吴忠市农村人才和合作经营服务中心

2 宁夏吴忠国家农业科技园区管理委员会

3 宁夏农林科学院农业资源与环境研究所

DOI:10.12238/as.v8i9.3300

[摘要] 本研究以宁夏吴忠国家农业科技园区设施农业为对象,评价蚯蚓粪、秸秆、牛粪等农业废弃物还田对土壤理化性质及番茄生长的影响。结果显示,农业废弃物还田可改善土壤结构,提高土壤有机质与养分有效性,促进番茄生长和增产。其中高量蚯蚓粪处理(T4)效果最显著,土壤有机质含量提高32.2%,速效钾含量达对照的21.3倍,番茄单果重显著增加。但过量施用可能引发土壤盐渍化风险。基于结果,提出适宜当地的农业废弃物资源化利用技术模式,为优化农业生态环境与发展循环农业提供依据。

[关键词] 农业废弃物; 还田利用; 土壤性质; 作物生长; 设施农业; 资源化利用

中图分类号: S15 文献标识码: A

The influence of different agricultural wastes returning to the field on the soil properties of facilities and tomato growth

Ying Zhu¹ Yongting Guo² Haili Si³ Jincang Song¹ Xingwu Tian^{2*}

1 Wuzhong Rural Talent and Cooperative Management Service Center

2 Ningxia Wuzhong National Agricultural Science and Technology Park Management Committee

3 Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences

[Abstract] This study took the facility agriculture in Wuzhong National Agricultural Science and Technology Park, Ningxia as the object to evaluate the effects of returning agricultural wastes such as vermicompost, straw and cow dung to the field on the physical and chemical properties of the soil and the growth of tomatoes. The results show that returning agricultural waste to the field can improve soil structure, enhance the availability of soil organic matter and nutrients, and promote the growth and yield increase of tomatoes. Among them, the high-dose vermicompost treatment (T4) had the most significant effect. The soil organic matter content increased by 32.2%, the available potassium content reached 21.3 times that of the control, and the single fruit weight of tomatoes increased significantly. However, excessive application may pose a risk of soil salinization. Based on the results, a suitable technical model for the resource utilization of agricultural waste in the local area is proposed, providing a basis for optimizing the agricultural ecological environment and developing circular agriculture.

[Key words] Agricultural waste Return to the field for utilization Soil properties; Crop growth; Facility agriculture Resource utilization

引言

我国集约化农业快速发展,养殖业与种植业产生大量废弃物。若处置不当,会造成资源浪费与环境污染,制约农业可持续发展^[1]。农业废弃物的安全高效资源化利用成为研究热点^[2]。已有研究表明,秸秆还田可提高土壤有机质、改善土壤结构^[3]; 畜禽粪便能增加土壤氮磷钾含量^[4]; 蚯蚓粪富含腐殖质

与微生物活性物质,可改良土壤、促进作物生长^[5]。但不同废弃物还田效应有差异,适宜用量、配比及环境风险需结合区域条件研究^[6]。本研究以宁夏吴忠设施番茄为对象,通过田间试验,比较不同农业废弃物还田的影响,筛选适宜的资源化利用模式。

1 材料与方法

1. 1 试验地概况

2023年9月—2024年4月在宁夏吴忠国家农业科技园区设施农业基地进行。土壤为灌淤土,耕层pH8.3,有机质12.5g/kg,碱解氮58.4mg/kg,速效磷21.6mg/kg,速效钾185.3mg/kg,容重1.40g/cm³。前茬为番茄,栽培管理一致。

1. 2 试验材料

供试废弃物:蚯蚓粪(有机质≥300g/kg,全氮、全磷、全钾含量分别为18.5g/kg、11.2g/kg、12.8g/kg);玉米秸秆(粉碎至3-5cm段,有机质约850g/kg,C/N60:1);腐熟牛粪(有机质≥400g/kg,全氮、全磷、全钾含量分别为15.6g/kg、9.8g/kg、11.5g/kg)。番茄品种为粉冠508。

1. 3 试验设计

设7个处理:CK1(常规施肥对照)、CK2(空白对照)、T1(秸秆还田476kg/667m²)、T2(蚯蚓粪1191kg/667m²)、T3(蚯蚓粪+秸秆还田,794.kg/667m²+397kg/667m²)、T4(蚯蚓粪1588kg/667m²)、T5(蚯蚓粪397kg/667m²),每处理3次重复,21个小区(16.8m²/小区)。小区间设0.8m隔离行。废弃物在定植前一周均匀撒施于地表,随即用旋耕机翻压至15-20cm土层。秸秆处理加尿素10kg/667m²促腐解。定植前基施牛粪10m³/667m²和复合肥80kg/667m²。

2023年9月18日定植番茄,双垄覆膜栽培模式,垄面80cm、高25cm,沟心距140cm,株距35cm,每垄2行。按当地标准管理田间。

1. 4 土壤样品采集与分析

定植前、定植后60d、180d,五点取样测土壤指标(容重、pH、有机质等);定植后30-120d,测番茄株高、茎粗、叶片数;盛果期测果实品质;采收期统计产量。用Excel2019整理数据,SPSS25.0做方差分析,Duncan法检验显著性(P<0.05)。

2 结果与分析

2. 1 对番茄生长的影响

表1 不同处理对番茄生长指标的影响

处理	株高(cm)	茎粗(mm)	叶片数(片)
CK1	154.30±5.23b	13.43±0.00d	16.2±1.3b
CK2	160.93±9.50ab	15.22±0.99bc	15.8±1.5b
T1	152.07±6.81b	14.89±1.10cd	16.5±1.2b
T2	158.10±0.00bc	14.22±0.00d	17.3±1.4ab
T3	147.95±0.45b	13.97±1.34d	16.8±1.6b
T4	184.27±7.10a	16.08±0.56a	19.6±1.8a
T5	161.15±2.90ab	15.24±0.31ab	17.0±1.7ab

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)

定植后120d,T4株高184.27cm、茎粗16.08mm,较CK1分别提高19.4%、19.7%(P<0.05);T2、T3也高于CK1,但低于T4;T1与CK1无显著差异;CK2指标最低。

2. 2 对番茄产量的影响

T4单果重214.53g、小区产量214.53kg,较CK1分别提高51.1%、84.0%(P<0.05);T2、T3高于CK1,但低于T4;T1对产量提升不显著;T4商品果率92.5%,为最高。

表2 不同处理对番茄产量及商品果率的影响

处理	单果重(g)	小区产量(kg)	公顷产量(kg·ha ⁻¹)	商品果率(%)
CK1	141.97±10.23d	116.45c	69315c	82.31d
CK2	170.07±15.34c	122.18c	72726c	80.5d
T1	172.8±9.45c	135.92bc	80905bc	85.6c
T2	186.33±10.87b	152.47b	90756b	88.9b
T3	176.13±11.32c	144.86bc	86226bc	87.2b
T4	214.53±18.76a	214.53a	127,679a	92.5a
T5	175.00±12.43c	142.11bc	84587bc	86.8c

2. 3 对土壤理化性质的影响

定植后180d,T4有机质16.53g/kg、碱解氮85.47mg/kg、速效磷45.32mg/kg、速效钾412.67mg/kg(CK1的21.3倍),容重1.26g/cm³,均最优;CK2各项指标最差。

表3 不同处理对土壤理化性质的影响(定植后180d)

处理	有机质(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	容重(g/cm ³)
CK1	13.27±0.93d	62.35±4.98d	24.73±1.98d	186.33±14.91d	1.38±0.08a
CK2	12.86±0.90d	58.74±4.70d	22.86±1.83d	179.45±14.36d	1.41±0.09a
T1	14.52±1.02c	68.42±5.47c	28.54±2.28c	235.67±18.85c	1.35±0.07ab
T2	15.23±1.06b	72.63±5.81b	31.87±2.55b	268.45±21.48b	1.32±0.06bc
T3	15.87±1.11ab	76.54±6.12ab	34.25±2.74ab	295.78±23.66b	1.29±0.05cd
T4	16.53±1.16a	85.47±6.84a	45.32±3.63a	412.67±33.01a	1.26±0.04d
T5	14.87±1.04bc	70.25±5.62bc	29.76±2.38c	246.33±19.71c	1.34±0.07bc

2. 4 不同处理对番茄果实品质的影响

T4果实横径76.78mm、纵径57.60mm,可溶性固形物5.27%、维生素C18.76mg/100g、可溶性糖4.55%,品质最优;T3次之。

表4 不同处理对番茄果实品质的影响

处理	横径(mm)	纵径(mm)	可溶性固形物(%)	维生素C (mg/100g)	可溶性糖(%)
CK1	66.08	52.18	4.37	15.32	2.98
CK2	68.95	51.06	4.20	14.87	2.85
T1	71.81	56.09	5.12	16.32	3.96
T2	69.17	52.58	4.96	15.79	3.66
T3	72.96	55.33	5.13	17.27	4.16
T4	76.78	57.60	5.27	18.76	4.55
T5	70.41	55.54	5.02	16.88	4.13

3 讨论

3.1 作用机制

蚯蚓粪还田可通过促进土壤团聚体形成、增强养分保持能力、激活微生物群落改良土壤；通过养分供应、土壤改良、生物活性物质分泌促进番茄生长。

3.2 技术优化与推广建议

基于本研究结果及宁夏地区生产实际,提出以下农业废弃物还田技术优化建议。适宜用量:蚯蚓粪推荐施用量为4-6t/hm²,秸秆为1.5-2t/hm。新垦地或肥力较低土壤可适当提高用量,高龄大棚或盐渍化风险区应酌情减少。施用方式:推荐采用深翻还田,将废弃物均匀撒施后翻压至15-20cm土层,避免浅施导致的分解不充分和氮素损失。还田后及时灌水,促进腐解。菌剂配施:可选用枯草杆菌、解淀粉芽孢杆菌等复合菌剂(推荐用量1%),通过菌液灌根或与废弃物混匀后施用,加速有机物分解和养分释放。

4 结论

通过以上研究及讨论得出结论:农业废弃物还田可显著改善设施土壤理化性质,提高有机质和速效养分含量,降低容

重,其中以高量蚯蚓粪处理(T4)效果最佳;蚯蚓粪还田能显著促进番茄生长发育,提高产量和商品果率,T4处理公顷产量达127.68t/hm²,较常规施肥提高84.0%;蚯蚓粪与秸秆配施(T3)在改善土壤结构和提升果实品质方面表现出协同效应,可实现养分均衡供应;农业废弃物还田应注意用量控制,避免过量施用引起的土壤EC值升高和盐渍化风险;结合菌剂施用、深翻还田及水肥一体化等技术,可进一步发挥农业废弃物还田的效益,为西北干旱区设施农业绿色发展提供有效途径。

【参考文献】

- [1]张青青,周再知,黄桂华,等.间伐强度对柚木林土壤质量及生长的影响[J].林业科学研究,2021,34(3):127-134.
- [2]梁燕芳,罗华龙,蒋林,等.不同间伐强度对杂交松人工林土壤理化性质及酶活性的影响[J].北华大学学报(自然科学版),2022,23(4):521-529.
- [3]张相锋,王洪涛,聂永丰.温度控制对蔬菜废物和花卉秸秆共堆肥的影响[J].环境科学,2006,27(1):171-174.
- [4]徐路魏,杨艳,张阿凤.蔬菜废弃物和小麦秸秆对堆肥过程中温室气体排放的影响[J].环境科学研究,2016,29(10):1546-1553.
- [5]梁天财,王德全.农业废弃物还田对小白菜农艺性状的影响[J].湖北农业科学,2022,61(5):41-44+55.
- [6]黄岩,曹国军.农业废弃物还田对土壤不同形态氮含量及氮肥利用率的影响[J].吉林农业大学学报,2020,42(2):167-174.

作者简介:

朱英(1988--),女,回族,宁夏吴忠人,硕士,农艺师,主要从事农业资源化利用与设施蔬菜栽培管理方向。

郭永婷(1988--),女,汉族,山西省吕梁市人,硕士研究生,中级农艺师,研究方向:设施农业种植管理。

宋金仓(1968--),男,汉族,宁夏中卫人,本科,高级农艺师,研究方向:设施农业栽培管理。

司海丽(1988--),女,汉族,宁夏银川人,博士研究生,助理研究员,研究方向:主要从事农业废弃物资源化利用方向。

*通讯作者:

田兴武(1987--),男,回族,宁夏海原人,在读博士,高级农艺师,主要从事蔬菜栽培管理,农田水利与工程研究。