

Soil Nutrients and Microbial Characteristics of Garlic-Pepper in Different Continuous Rotation Years in Southwest Shandong Province

Jing Li^{1*}, Houlan Qu², Kedong Zong¹, Baomin Xu¹, Biqu Yin¹

¹Jining Agricultural and Rural Development and Service Center, Jining Shandong

²Jining Rencheng Agricultural Technology Extension Center, Jining Shandong

Email: ^{*}heavenlyking1010@163.com

Received: Apr. 9th, 2020; accepted: May 18th, 2020; published: May 25th, 2020

Abstract

In this paper, the soil of different continuous garlic/pepper rotation years in Southwest Shandong Province was studied with the treatments including continuous rotation for 1 year, 3years, 5years and 7 years. Soil nutrient characteristics, biological characteristics, enzyme activity, garlic and pepper disease indexes were studied. The results showed that the yield of garlic and pepper decreased with the increasing of rotation planting years, and the lowered range increased year by year. The pH value and weak alkalization process significantly increased. Soil organic matter content decreased; meanwhile, the content of available nitrogen, phosphorus and potassium increased year by year, and there was a proportional imbalance among nitrogen, phosphorus and potassium nutrients; especially the available potassium content was too high. The continuous rotation planting years of garlic/pepper also had significant effects on soil microbial characteristics. With the increasing of rotation planting years, the bacteria amount decreased first and increased afterwards; fungi amount continuously increased. Soil enzyme activity, B/F and A/F ratio all decreased; meanwhile, the fungi disease such as garlic root rot and pepper anthrax aggravated year by year. The replantation obstacles were significantly aggravated at the 5th year, which was the optimum period of changing the continuous garlic/pepper rotation planting pattern.

Keywords

Garlic/Pepper Rotation, Soil Nutrient Characteristics, Soil Microbiological Characteristics, Disease Index

鲁西南蒜 - 椒不同轮作年限土壤养分特征和微生物特性

李晶^{1*}, 曲厚兰², 宗可栋¹, 徐保民¹, 殷碧秋¹

^{*}通讯作者。

¹济宁市农业农村发展服务中心, 山东 济宁

²济宁市任城区农技推广中心, 山东 济宁

Email: heavenlyking1010@163.com

收稿日期: 2020年4月9日; 录用日期: 2020年5月18日; 发布日期: 2020年5月25日

摘要

以鲁西南地区蒜-椒不同轮作年限土壤为研究对象, 对连作1年、3年、5年、7年等不同轮作年限的土壤养分特征、土壤微生物学特性、土壤酶活性、蒜-椒发病指数进行研究。结果表明: 随着蒜-椒轮作年限的增加, 蒜-椒产量逐年降低, 且降低幅度逐渐增大; 土壤pH值显著升高, 土壤弱碱化进程加速; 土壤有机质含量降低; 土壤氮、磷、钾比例失调, 碱解氮、有效磷和速效钾含量逐年升高, 其中速效钾含量已呈偏高水平。同时, 蒜-椒轮作年限也会对土壤微生物特征产生显著影响, 具体表现为随着轮作年限的增加, 细菌数量先低后高, 真菌数量持续升高, B/F和A/F值逐年下降, 土壤酶活性降低, 大蒜根腐病和辣椒炭疽病等真菌性病害逐年加重。蒜-椒轮作至第5年出现明显重茬障碍, 是改变单一蒜-椒轮作模式的最佳时期。

关键词

蒜椒轮作, 土壤养分特征, 土壤微生物学特性, 病情指数

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

鲁西南地区大蒜轮作辣椒具有接茬好、病害轻、上市早、品质好等明显种植优势, 由于经济效益突出, 蒜-椒轮作迅猛发展, 已成为鲁西南大蒜种植区新兴特色种植模式[1] [2] [3]。随着蒜-椒轮作种植年限的增加, 以金乡县为代表的种植区, 大蒜根腐病、辣椒炭疽病等真菌性病害逐年加重, 已造成大面积大蒜、辣椒产量和品质的严重下降。土壤微生态环境与土壤肥力及健康密切相关, 可有效转换和调节土壤养分形态和供应, 是评价土壤质量的重要指标。选取不同蒜-椒轮作年限土壤, 分别从土壤理化性状、生物学性状、土壤酶活性和病害发生情况进行研究测定, 旨在明确蒜-椒轮作土壤障碍因素, 为实现蒜-椒轮作土壤的修复改良、有效缓解蒜-椒重茬障碍提供理论基础。

2. 材料与方法

2.1. 试验区概况

金乡县地处中国东部的鲁西南平原腹地, 位于北纬 34°52'~35°40', 东经 116°7'~116°30'之间, 是全国著名的大蒜之乡、辣椒之乡。金乡县属暖温带季风型大陆性气候, 冬冷夏热, 四季分明, 春季干旱多风, 降水少, 夏季气温高, 雨量集中, 温湿度大, 雨热同季, 秋季天高气爽, 降水较少, 易出现秋旱, 年际间变化大, 年内分布不均匀, 蒸发量大, 雨热同季, 适宜多种农作物生长。多年平均年降雨量 694.5 毫米, 蒸发量 1200 毫米, 年平均气温 14.6 摄氏度, 日照时数 2220.2 小时, 平均风速 2.0 米/秒, 无霜期 215

天, 年最大冻土深(25 厘米)月份在 1 月份。

2.2. 试验时间与试验地概况

试验时间: 2018 年 10 月 3 日~2019 年 10 月 7 日。试验地点: 金乡县卜集镇殷李村, 分别选取单一大蒜-辣椒轮作种植模式下, 土壤类型一致, 田间管理相同, 种植 1 年、3 年、5 年、7 年的蒜-椒轮作土壤。

2.3. 试验材料

供试品种及栽培方式: 蒜-椒轮作模式下的金乡白皮大蒜及三樱椒。

大蒜栽培方式: 行距 0.19 m, 株距 0.13 m; 采用鲁西南蒜农普遍施用的(17-17-17)平衡型复合肥, 2/3 底施 + 1/3 追施。辣椒栽培方式: 2019 年 4 月 17 日移栽辣椒, 每隔 3 行蒜种一行辣椒, 株行距 57 厘米 × 25 厘米。每穴双株种植, 种植密度 8500 株/667m²。辣椒常规追肥量: 大蒜收获后随水冲施纯 N 4 kg/亩, 辣椒封垄前追施纯 N 4 kg/亩、P₂O₅ 2 kg、K₂O 4 kg, 立秋后(第二次开花结果高峰期)每 667 m²冲施纯 N 2 kg、K₂O 4 kg。2019 年 5 月 15 日收获大蒜, 2019 年 10 月 7 日收获辣椒。

2.4. 样品采集

翌年蒜-椒共生期测定根际土壤微生物数量、土壤酶活性, 大蒜收获期测定产量, 分别于 2019 年 4 月 7 日大蒜鳞茎膨大期和 2019 年 8 月 10 日辣椒生长期进行辣椒病害田间调查, 2019 年 9 月 28 日取整株辣椒, 测定生理指标, 并测定产量。

2.5. 测定方法

2.5.1. 土壤养分含量测定

pH 值采用 pH-2C 精密酸度计测定; 土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定[4]; 碱解氮含量测定采用 1 mol/L NaOH 扩散法[5]; 有效磷含量采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法测定[6]; 速效钾含量采用火焰光度计法测定[7]。

2.5.2. 土壤微生物数量测定

采用稀释平板计数法测定土壤中细菌、真菌、放线菌的数量[8]。细菌数量采用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基, 真菌数量采用马丁-孟加拉红培养基, 放线菌数量采用改良高氏一号培养基。微生物计数基本单位 cfu/g (干土)。

2.5.3. 土壤酶活性测定[9]

脲酶采用苯酚钠-次氯酸钠比色法; 过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法测定; 蔗糖酶活性采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定; 磷酸酶用磷酸苯二钠比色法测定。

2.5.4. 病害病情调查

大蒜根腐病苗期病株分级标准[10]: 0 级, 大蒜叶片浓绿且生长旺盛, 无萎蔫现象; 1 级, 大蒜地上第 1 偏叶退绿略变黄, 植株略有萎蔫, 茎基部稍软但无水浸状病斑; 3 级, 植株萎蔫, 茎基部稍软且有水浸状病斑; 5 级, 大蒜地上第 1、2 片全叶变黄, 植株矮小且萎蔫, 茎基部软且有水浸状褐色病斑; 7 级, 大蒜地上部叶全变黄, 植株很矮, 茎基部软且有水浸状黑褐色病斑。

辣椒炭疽病分级标准[11]: 0 级, 无病斑; 1 级, 病斑面积占果实面积的 2% 以下; 3 级, 病斑面积占果实面积的 3%~8%; 5 级, 病斑面积占果实面积的 9%~15%; 7 级, 病斑面积占果实面积的 16%~25%; 9 级, 病斑面积占果实面积的 25% 以上。辣椒炭疽病情调查(果实调查方法): 各小区随机 5 点取样, 每点调查 5 株, 调查每株的所有果实, 每小区调查 25 株, 根据各果实的发病程度确定发病级别, 再计算病情指数。

计算公式及数据处理：发病率(%) = 调查病(死苗)株数/调查大蒜(辣椒)总株数 × 100%；病情指数 = $\sum(\text{病害级别代表值} \times \text{该级样本数}) \times 100 / (\text{最高病级数} \times \text{调查样本总数})$ 。

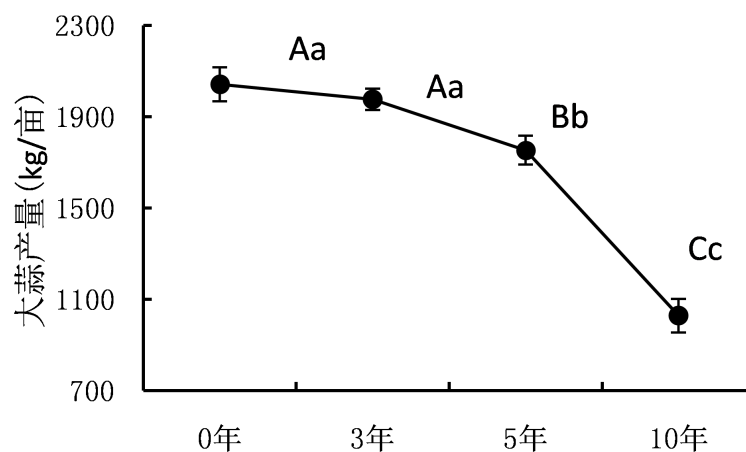
2.6. 数据处理

用 Excel2013 对所得数据进行初步处理，用 SPSS24 统计分析软件进行 Duncan 检验，分析不同处理间的差异显著性。

3. 结果与分析

3.1. 轮作年限对蒜 - 椒产量的影响

随着蒜 - 椒轮作年限的增加，大蒜和辣椒产量均呈现逐年下降趋势(图 1, 图 2)，且降幅逐年加大。轮作至第 3 年，大蒜和辣椒产量均呈下降趋势，分别降低 3.22% 和 7.37%，其中辣椒产量降幅已达显著水平；轮作至第 5 年，蒜 - 椒产量降幅已达极显著水平，分别降低 14.12% 和 17.36%；轮作至第 7 年，产量降幅分别为 49.63% 和 43.56%。



注：图中数据为三个样品的平均值。不同小、大写字母分别表示处理间差异显著($P < 0.05$) 或极显著($P < 0.01$)。下同。

Figure 1. Effects of different continuous rotation years on yield of garlic

图 1. 不同轮作年限对大蒜产量的影响

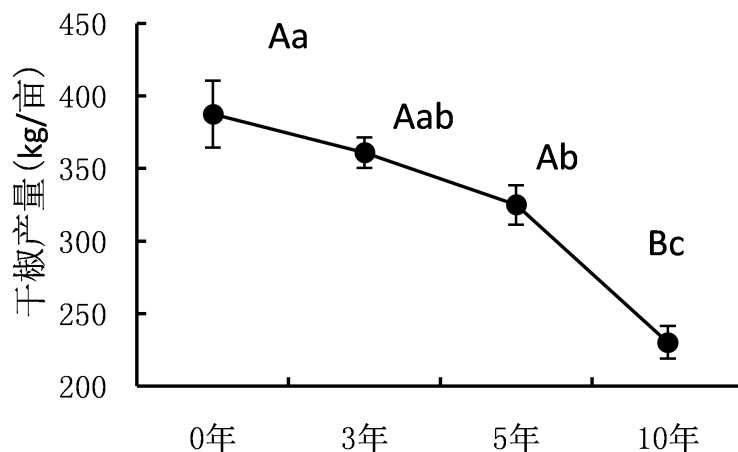


Figure 2. Effects of different continuous rotation years on yield of dry pepper

图 2. 不同轮作年限对干椒产量的影响

3.2. 轮作年限对土壤养分特征的影响

表 1 可见, 现有蒜 - 椒种植模式下连年轮作会显著改变土壤养分结构特征。其中, 土壤 pH 会快速升高, 轮作至第 7 年土壤 pH 值升高了 0.54 个单位。蒜 - 椒连年轮作会导致碱解氮、有效磷和速效钾含量均呈逐年升高趋势, 增幅分别为 1.50%、11.18% 和 8.97%; 有机质含量呈逐年降低趋势, 降幅为 3.03%。

Table 1. Effects of different continuous rotation years on soil nutrient

表 1. 不同轮作年限对土壤养分含量的影响

	pH 值	有机质	碱解氮	有效磷	速效钾
0 年	7.84Cd	12.53Aa	64.43Bc	36.27Cc	212.15Bb
3 年	8.04Bc	12.46ABa	64.15Bbc	37.46BCbc	216.74ABb
5 年	8.17Bb	12.32ABab	64.92Bb	38.81ABb	221.62ABab
10 年	8.38Aa	12.15Bb	65.47Aa	40.39Aa	231.18Aa

注: 表中数据为三个样品的平均值。不同小、大写字母分别表示处理间差异显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$), 下同。

3.3. 蒜 - 椒轮作年限对土壤微生物数量的影响

表 2 可见, 蒜 - 椒不同轮作年限土壤, 微生物数量规律均表现为: 细菌数量最多, 放线菌数量介于细菌和真菌之间, 真菌数量最少。蒜 - 椒轮作 1 至 5 年, 根际土壤细菌、放线菌数量呈逐年降低趋势, 真菌数量呈升高趋势; 随着轮作年限增加至 7 年, 细菌数量、真菌数量和微生物总量均呈升高趋势, 但 B/F 和 A/F 值仍呈逐年下降趋势。结果表明, 蒜 - 椒轮作年限会对土壤微生物数量和其微生物群落结构特征产生显著影响, 总体规律表现为细菌数量先低后高, 真菌数量持续升高, 放线菌数量持续降低, 以及 B/F 和 A/F 值逐年下降。

Table 2. Effects of different continuous rotation years of garlic-pepper on soil microbial quantity

表 2. 不同轮作年限对土壤微生物数量的影响

	细菌($\times 10^6$ cfu/g)	放线菌($\times 10^6$ cfu/g)	真菌($\times 10^3$ cfu/g)	微生物总量($\times 10^6$ cfu/g)	B/F ($\times 10^3$)	A/F ($\times 10^3$)
1 年	57.46Aa	10.97Aa	6.61Cc	68.43Aa	8.69	1.66
3 年	38.51Bb	8.23Bb	9.54Cc	46.74Bb	4.04	0.86
5 年	21.18Cd	4.75Cc	16.29Bb	25.93BCc	1.30	0.29
7 年	28.44Cc	3.39Dd	28.22Aa	31.83Cc	1.01	0.12

3.4. 蒜 - 椒轮作年限对土壤酶活性的影响

表 3 表明, 轮作 7 年土壤的脲酶、过氧化氢酶、蔗糖酶、磷酸酶活性均显著降低, 分别是轮作 1 年土壤酶活性的 58.55%、67.03%、45.51% 和 36.45%, 可见蒜 - 椒连年轮作会导致土壤酶活性逐年降低。

3.5. 蒜 - 椒轮作年限对蒜 - 椒病情指数的影响

表 4 可见, 以大蒜根腐病、辣椒炭疽病等代表性的真菌性土传病害发病率和病情指数, 均呈现随着轮作年限增加而升高的趋势。

Table 3. Effects of different continuous rotation years of garlic-pepper on soil enzyme activity
表 3. 不同轮作年限对土壤酶活性的影响

	脲酶/[mg/(g·h)]	过氧化氢酶/(mL/g)	蔗糖酶/[mg/(g·h)]	磷酸酶/[mg/(g·h)]
1 年	2.34Aa	1.82Aa	9.25Aa	1.07Aa
3 年	1.93ABab	1.75Aa	7.58Ab	0.91ABa
5 年	1.56Bbc	1.59ABa	5.49Bc	0.55BCb
7 年	1.37Bc	1.22Bb	4.21Bc	0.39Cc

Table 4. Effects of different continuous rotation years of garlic-pepper on disease index
表 4. 不同轮作年限对蒜 - 椒发病指数的影响

	大蒜根腐病发病率(%)	大蒜根腐病病情指数(%)	辣椒炭疽病发病率(%)	辣椒炭疽病病情指数(%)
1 年	2.89Dd	1.06Dd	16.44Dd	3.41Dd
3 年	17.33Cc	9.67Cc	27.56Cc	12.29Cc
5 年	36.67Bb	24.05Bb	51.33Bb	24.89Bb
7 年	57.56Aa	39.83Aa	72.22Aa	37.75Aa

4. 结论与讨论

1) 蒜 - 椒连年轮作会加速土壤弱碱化进程。现有蒜 - 椒连年轮作种植模式下, 轮作至第 7 年土壤 pH 值升高 0.54 个单位, 土壤弱碱化进程加速, 而大蒜、辣椒均适宜中偏微酸性土壤, 弱碱化现象造成的土壤 pH 值偏高或将成为限制蒜 - 椒高产的重要因素之一。建议今后推广应用, 应重视酸性或生理酸性肥料(硫酸铵、过磷酸钙、硫酸钾等)或腐殖酸类肥料的应用。

2) 有机质提升途径受限, 土壤有机质含量呈逐年降低趋势。因现有栽培模式下, 蒜 - 椒茬口紧凑, 大蒜 5 月收获时, 辣椒已在行间定植, 无倒茬间隔时间, 且后茬辣椒收获时多整株晾干贮藏, 冬闲时摘椒, 蒜 - 椒秸秆均无法直接还田, 难以依靠秸秆还田保持高土壤有机质含量。目前主要依靠辣椒收获后一次性投入有机肥提升土壤有机质含量, 而有机物料来源不足, 成为鲁西南地区蒜 - 椒轮作土壤有机质含量偏低的主要原因。土壤有机质的提高是一个长期漫长的过程, 因此, 今后应长期坚持有机肥替代技术的推广应用, 引导加大有机肥施用。

3) 氮、磷、钾肥施用比例失衡, 速效钾含量呈偏高趋势。鲁西南蒜农普遍施用(15-15-15 或 17-17-17)平衡型复合肥做基肥, 大蒜氮磷钾的吸收比例约为 1:0.36:0.70 [12], 辣椒氮磷钾吸收比例约为 1:0.4:0.85 [13]。由于同种作物吸收的养分比例基本相同, 连年种植必然造成土壤中某些元素亏缺, 另一些营养元素过量富集, 具体表现为土壤中磷、钾肥平均含量的逐年升高, 其中速效钾含量已呈偏高趋势。鉴于钾肥投入成本较高, 为实现收益最大化, 建议实际生产中可根据当年肥料价格、大蒜预期价格综合衡量, 适当降低钾肥投入量。此外, 建议改变目前普遍采用的(15-15-15 或 17-17-17)平衡型复合肥施用习惯, 加大适用于鲁西南蒜区的大蒜专用配方肥的研发、推广力度。

4) 土壤微生态环境恶化, 真菌性病害逐年加重。随着蒜 - 椒轮作种植年限的增加, 土壤微生物数量呈先下降后升高趋势, 且微生物群落结构显著改变, 真菌数量呈逐年增加趋势, 土壤由“细菌型”转变为“真菌型”, 同时土壤酶活性降低, 土壤微生态环境变劣趋势加剧[14] [15] [16], 以大蒜根腐病和辣椒疫病为代表的土传病害发生率逐年加大, 是常年连作蒜 - 椒产量和品质下降的最主要原因。因此, 蒜 - 椒轮作土壤中引入微生物菌剂, 芽孢杆菌和哈茨木霉等有益菌大量繁殖, 通过寄生、竞争、溶菌、抗生素和抗菌肽等大量分泌, 可有效抑制病原菌生长[17], 缓解大蒜根腐病、辣椒炭疽病等重茬性病害发生程度。

5) 蒜 - 椒轮作至第 3 年, 产量呈降低趋势; 轮作至第 5 年产量已显著降低, 是改变单一蒜 - 椒轮作模式的最佳时期。

参考文献

- [1] 申海防, 张姝燕, 刘坤占. 金乡县蒜椒双辣产业发展与思考[J]. 基层农技推广, 2016(12): 71-73.
- [2] 马龙传, 宁宁, 于许敬, 等. 金乡县辣椒产业现状及发展对策[J]. 中国果菜, 2018, 38(7): 40-42.
- [3] 李福军, 白树森, 王乃建. 山东金乡大蒜 - 辣椒套种高效栽培技术[J]. 江蔬菜, 2017(21): 57-59.
- [4] 刘军根, 周清, 汪文俊. 重铬酸钾容量法测定土壤有机质含量加热消解方法对比分析研究[J]. 中国化工贸易, 2017, 9(36): 237.
- [5] 莎娜, 张三粉, 骆洪, 等. 两种土壤碱解氮测定方法的比较[J]. 内蒙古农业科技, 2014(6): 25-26.
- [6] 孙玉荣, 谢春梅. 碳酸氢钠提取 - 钼锑抗比色法测定土壤有效磷应注意的问题[J]. 宁夏农林科技, 2010(5): 83-85.
- [7] 何琳华, 曹红娣, 李新梅, 等. 浅析火焰光度法测定土壤速效钾的关键因素[J]. 上海农业科技, 2012(2): 23.
- [8] 李华. 平板菌落计数的改进方法[J]. 生物学通报, 2006, 41(1): 51, 封三.
- [9] 邵文山, 李国旗. 土壤酶功能及测定方法研究进展[J]. 北方园艺, 2016(9): 188-193.
- [10] 张博, 李长松, 李林, 等. 大蒜腐霉根腐病药剂防治试验[J]. 山东农业科学, 2008(8): 84-86.
- [11] 杨青. 辣椒炭疽病菌生防菌的筛选、鉴定及应用[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- [12] 崔艳秋, 王乃建, 苏遵鹏, 等. 金乡大蒜氮磷钾营养吸收特点与合理施肥研究[J]. 山东农业科学, 2015(2): 72-74.
- [13] 夏兴勇, 彭诗云, 朱方宇, 等. 辣椒氮、磷、钾施肥效应模型初探[J]. 辣椒杂志, 2009(4): 30-34, 37.
- [14] 尉辉, 张自坤, 刘素慧, 等. 连作对大蒜生长及生理生化指标的影响[J]. 中国农学通报, 2010(19): 249-252.
- [15] 尹彦舒, 崔曼, 崔伟国, 等. 大蒜连作障碍形成机理的研究进展[J]. 生物资源, 2018, 40(2): 141-147.
- [16] 李奉国, 马龙传, 孔勇, 等. 连作对大蒜土壤养分、微生物结构和酶活的影响[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(1): 147-153.
- [17] 陈方新, 齐永霞, 戴庆怀, 等. 哈茨木霉对几种植物病原真菌的拮抗作用及其抗药性测定[J]. 中国农学通报 2005(11): 322-325, 367.