施氮模式对连作辣椒产量及土壤肥力的影响

吕建华

（山东省菏泽市鄄城县农业农村局，山东菏泽　274600）

摘要：【目的】研究施氮模式对连作辣椒产量及土壤肥力的影响。【方法】以常规化肥处理为对照，设置5种施氮模式，研究辣椒植株生长状况、产量及土壤肥力的变化特征。【结果】优化施氮模式能够促进辣椒植株生长，提高辣椒产量，增加土壤肥力，其中，常规施氮＋菌剂＋增效剂处理的辣椒植株干物质积累量最多，产量最高，土壤pH值、全氮和速效磷含量最高，有机质含量、速效钾含量保持较高水平。【结论】常规施氮＋菌剂＋增效剂处理模式能够改善土壤肥力，提高辣椒产量，该施肥模式可在辣椒生产中进行推广应用。

关键词：辣椒；施氮；产量；土壤

辣椒是重要的蔬菜，富含维生素C、辣椒素、辣椒碱等营养成分，在我国广泛种植，有着较高的营养与经济价值[1]。随着人们生活质量的提高，对蔬菜的需求量逐年增加，为了满足市场需求，增加辣椒产量，常年连作现象普遍，由于土壤理化性质变差，出现品质变劣、病虫害加重、产量降低等问题[2]，因此，克服连作障碍，提高辣椒产量和品质成为目前的主要研究内容，其中，合理施肥以改善土壤理化性质、提高土壤养分平衡是应对连作障碍的有效措施之一[3]。

氮素是植物的生命元素，是植物体组成的结构物质，也是参与生理代谢过程中酶的主要成分，植物最基本的生理代谢都是通过氮素代谢完成的[4]。施用氮肥是提高作物产量的主要手段，尽管氮肥增产效果明显，但是过量施入氮肥会导致耕地肥力下降、土壤板结、增产效果降低，对环境造成污染[5]。有关研究表明我国氮肥损失严重，利用率仅为30%-35%，因此，调整氮肥模式、提高氮肥利用效率是目前我国亟待解决的问题[6]。佟鑫等[7]研究不同施氮模式对设施茄子产量、果实品质的影响，结果表明，在传统生产中减氮20%，并添加N、P的施氮模式，既能稳产保质，又能对设施农田的减排增效与生态环境改善起到积极作用。姜慧敏等[8]的研究表明，优化施氮模式处理的化肥氮素农学效率和氮素利用率显著提高。黄东风等[9]的研究表明，化肥和有机肥各半、化肥和双氰胺基施等两种施肥模式，不仅能减少蔬菜种植期间菜地养分随地表径流的流失量，还能够提高蔬菜产量。然而，有关施氮模式在连作辣椒上的研究较少，因此，本试验设置不同的施氮模式，研究连作辣椒生长、产量的变化特征，以及土壤肥力的变化，以期克服辣椒连作障碍，为提高辣椒产量和品质提供参考。

1　材料与方法

1.1　材料与试剂

供试辣椒品种为“娇艳”。试验用肥料分别为尿素含N 46%，硫酸钾含K_2O 50%，过磷酸钙含P_2O_5 18%。氮肥增效剂硝化抑制剂为2-氯-6-三甲基吡啶，由 Maya Reagent 生物技术公司生产，供试微生物菌剂为“立占科奇微生物菌剂”（有效菌种为枯草芽孢杆菌，有效活菌数≥2 亿/g），由山东绿德地生物科技有限公司提供。有机肥为商品有机肥。

1.2　试验设计

试验于2020年进行。试验采用完全随机设计，试验以常规施氮为对照（CK），设置5个施肥模式，分别为常规施氮＋增效剂（T1）、常规施氮＋菌剂（T2）、氮肥减量20%＋有机肥（T3）、常规施氮＋菌剂＋增效剂（T4）、氮肥减量20%＋有机肥＋增效剂（T5）。每个处理设置3次重复，常规施氮模式施肥量为尿素 600kg/hm^2、过磷酸钙1500kg/hm^2、硫酸钾 500kg/hm^2，增效剂施用量为3000g/hm^2，微生物菌剂施用量为15kg/hm^2，每个处理设置3次重复，每个小区面积为48m^2，辣椒单株定植，株距为25cm，行距为50cm。50%尿素和所有过磷酸钙、硫酸钾、增效剂、有机肥和生物菌剂在定植前施入，其他尿素在坐果期追施。

作者简介：吕建华，大学本科，中级农艺师，研究方向：农技推广，蔬菜专业。

1.3　测定指标及方法

1.3.1　辣椒生长指标的测定

辣椒长出果实时，采用卷尺测量辣椒的株高，采用数显游标卡尺测定茎基部的茎粗。将植株的地上部取下，在烘箱中105℃杀青30 min，80℃烘干称量地上干物质质量。

1.3.2　辣椒产量的测定

产量的测定采用实测法，在辣椒结果期分批采收长度在18-20cm的果实，分别记录采收质量，在辣椒收获时采摘所有果实，计算全部产量。

1.3.3　土壤肥力的测定

在辣椒初果期，采用S形取样法选取5点0-20cm植株根区土壤混合样品，装入自封袋带回实验室进行风干、过筛处理，采用pH试剂测定土壤pH值，采用外加热法测定土壤有机质含量，采用凯式定氮法测定土壤全氮，采用扩散法测定土壤有效氮，采用钼锑抗比色法测定土壤有效磷，采用火焰光度计法测定土壤速效钾。

1.4　数据处理

利用Excel 2003进行试验数据的整理和统计，采用SPSS18.0软件LSD法进行差异显著性分析。

2　结果与分析

2.1　施氮模式对连作辣椒植株生长的影响

表1　施氮模式对连作辣椒植株生长的影响

处理	株高（cm）	茎粗（mm）	地上干物质量（g）
CK	94.84e	11.64c	41.0e
T1	96.80d	13.50b	44.84d
T2	97.80cd	13.53b	45.84d
T3	99.19bc	14.11b	48.54c
T4	102.56b	15.31a	53.22a
T5	104.17a	14.74ab	51.06b

注：同列不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。

植株生长指标能够反映辣椒植株的生长状况，由表1可知，不同施氮模式间存在差异。其中，株高表现为T5＞T4＞T3＞T2＞T1＞CK，各处理均显著高于CK，T1、T2、T3、T4和T5分别比CK高出2.07%、3.13%、4.59%、8.14%和9.84%，T5处理的株高最高，T4处理和T3处理没有显著差异，T2处理和T1、T3处理间没有显著差异。茎粗表现为T4＞T5＞T3＞T2＞T1＞CK，各处理均显著高于CK，T1、T2、T3、T4和T5分别比CK高出15.91%、15.91%、21.18%、31.44%和26.55%，T4处理的茎粗最大，和T5处理间没有显著差异，T1、T2、T3和T5处理间没有显著差异。地上干物质表现为T4＞T5＞T3＞T2＞T1＞CK，各处理均显著高于CK，T1、T2、T3、T4和T5分别比CK高出9.12%、11.55%、18.11%、29.49%和24.25%，T4处理的地上干物质最多，T1和T2处理间没有显著差异。

2.2　施氮模式对连作辣椒产量的影响

由图1可知，不同施氮模式处理间存在显著差异，处理间表现为T4＞T5＞T1＞T3＞T2＞CK，各处理均显著高于CK，T1、T2、T3、T4和T5分别比CK高出15.82%、27.66%、22.56%、39.10%和31.06%，T4处理的产量最高，显著高于其它处理，T2处理和T3、T5间均没有显著差异。

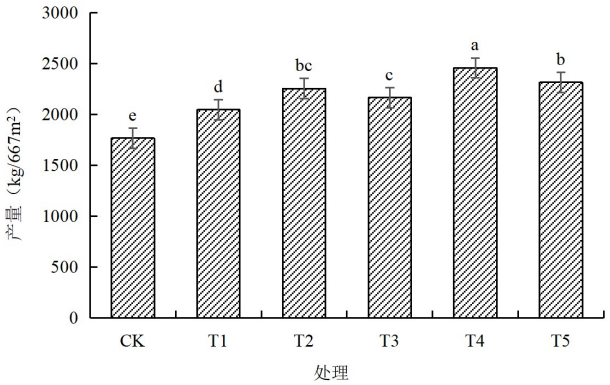

图1 施氮模式对连作辣椒产量的影响

2.3　施氮模式对连作辣椒土壤肥力的影响

表3 施氮模式对连作辣椒土壤肥力的影响

处理	土壤pH值	有机质（g/kg）	全氮（g/kg）	速效氮（mg/kg）	速效磷（mg/kg）	速效钾（mg/kg）
CK	6.75c	8.24e	2.57d	171.81e	15.76c	218.74e
T1	6.88c	8.31e	2.67c	220.90c	14.65d	216.89e
T2	7.23b	8.65d	2.52d	197.62d	14.07d	224.41d
T3	7.11bc	9.78b	3.17a	217.98c	16.38b	232.88c
T4	7.56a	9.54c	3.34a	258.09a	15.78c	247.76b
T5	7.37ab	9.90a	2.80b	237.15b	20.11a	255.74a

土壤养分状况能够反映土壤养分结构和土壤肥力的高低。由表3可知，各处理间的土壤养分指标存在显著差异。其中，土壤pH值表现为T4＞T5＞T2＞T3＞T1＞CK，除了T1处理外，各处理均显著

高于CK，T2、T3、T4和T5分别比CK高出7.11%、5.33%、12.00%和9.20%，T4处理的pH值最高，和T5处理间没有显著差异，T2、T3和T5处理间没有显著差异。有机质含量表现为T5＞T3＞T4＞T2＞T1＞CK，除了T1处理外，各处理均显著高于CK，T2、T3、T4和T5分别比CK高出4.98%、18.75%、15.78%和20.16%，T5处理的有机质含量最高，显著高于其他处理。全氮含量表现为T4＞T3＞T5＞T1＞CK＞T2，除了T2处理外，其它处理均显著高于CK，T4处理的全氮含量最高，和T3没有显著差异，显著高于其他处理。速效氮各处理均显著高于CK，T1、T2、T3、T4和T5分别比CK高出28.58%、15.03%、26.88%、38.03%和50.22%，T4处理的速效氮含量最高，显著高于其它处理。速效磷含量T5处理最高，显著高于其它处理。速效钾含量除了T1处理外，各处理均显著高于CK，T2、T3、T4和T5分别比CK高出2.59%、13.27%、6.46%和16.91%，T5处理的速效钾含量最高，显著高于其他处理。

综上，常规施氮＋菌剂＋增效剂（T4）的处理在各项指标中均有最优的表现。

3　讨论

氮肥是作物生产过程中产量的限制因子，氮肥能够改善作物地上部分的光合性能，从促进干物质的积累与转运，为产量的形成奠定基础[10]。然而，在常规的施氮模式中，偏施氮肥和过量施肥造成资源浪费和环境的破坏[11]。研究表明，改善施氮模式能够改善土壤理化性质，提高作物产量和品质，氮肥增效剂是一类土壤调节物质，能够减少氮肥损失，提高氮肥利用率，控制氮肥在土壤中的转化过程，缓慢供给作物，达到了延长肥效的作用，促进了作物生长，能够产生明显的增产效果[12]。微生物菌剂能够通过其所含微生物的生命活动，增加植物养分的供应量并促进植物生长，改善农业生态环境[13]；有机肥则通过提高土壤有机质从而促进土壤养分矿化，达到增产提质的效果[14]。本研究表明，不同施氮模式间存在差异。氮肥减量20%＋有机肥＋增效剂处理的株高最高，常规施氮＋菌剂＋增效剂处理的茎粗最大，地上干物质最多，产量最高，主要是由于增效剂和有机肥、菌剂间充分发挥互补作用。氮肥增效剂对肥料起到缓释的作用，持续提供氮肥，有利于叶绿素合成，从而增强作物生长后期净光合能力、提高光合速率，促进光合产物的形成；生物菌剂能够对土壤微生物多样性和种群丰度起到促进作用，从而克服连作产生的障碍，促进植株的生长。

土壤作为植物生态系统中生命活动的主要场所，为植株的生长提供养分，是营养元素转化的重要枢纽，其生产力水平直接决定着生物产量[15]。研究认为，合理的施肥模式能够提高土壤养分水平，改善林分养分状况，从而改善土壤结构[16]。本研究结果表明，改善施氮模式能够显著提高辣椒土壤养分含量，氮肥减量20%＋有机肥＋增效剂处理的土壤有机质含量和速效磷、速效钾含量最高，常规施氮＋菌剂＋增效剂处理的pH值、全氮和速效氮含量最高，主要是由于有机肥补充和土壤有机质，菌剂能够促进土壤对氮素的矿化，并提高土壤微生物的活性，而增效剂在一定程度上起到缓释的作用从而改善土壤的养分结构和含量，为植株的生长和产量的形成提供良好的基础。

4　结论

改善施氮模式能够促进辣椒植株生长，提高辣椒产量，增加土壤肥力。其中，常规施氮＋菌剂＋增效剂处理的辣椒植株干物质积累量最多，产量最高，土壤pH值、全氮和速效磷含量最高，有机质含量、速效钾含量保持较高水平。因此，该施肥模式可在辣椒生产中进行推广应用。

参考文献

[1]　袁圆，张爱民，王永平，等.不同有机溶剂对连作辣椒根际土壤浸提组分鉴定与分析[J].耕作与栽培，2018（2）：1-4.

[2]　张福建，陈昱，杨有新，等.伴生大麦和芥菜对连作辣椒叶片保护酶活性及根际土壤环境的影响[J].中国蔬菜，2018（2）：42-46.

[3]　张福建，陈昱，吴超群，等.外源物质对连作辣椒生长发育的影响[J].北方园艺，2017（14）：1-7.

[4]　骆晓声，吕宏伟，寇长林.有机肥替代氮肥及节水对设施番茄和辣椒菜田氮淋溶的影响[J].中国土壤与肥料，2021（2）：96-101.

[5]　李晓亮，余小兰，戚志强，等.海南有机肥替代氮肥对辣椒生长和品质的影响[J].中国土壤与肥料，2021（1）：151-155.

[6] 袁月星，仇美华，陈琳.不同施氮量对辣椒生长·产量及氮肥利用的影响[J].安徽农业科学，2020，48（24）：164-166.

[7] 佟鑫，王珊珊，张丽娟，等.不同施氮模式对设施茄子产量、品质及氮素气态损失的影响[J].土壤通报，2019，50（3）：662-669.

[8] 姜慧敏，张建峰，杨俊诚，等.不同氮肥用量对设施番茄产量、品质和土壤硝态氮累积的影响[J].农业环境科学学报，2010，29（12）：2338-2345.

[9] 黄东风，王果，李卫华，等.不同施肥模式对蔬菜生长、氮肥利用及模拟土柱氮素淋失的影响[J].水土保持学报，2009，23（3）：48-52.

[10] 杨素芬，汪敬恒，罗迎娣.不同氮肥类型对玉米生理特性、产量及效益的影响[J].河南化工，2021，38（7）：15-20.

[11] 李援农，张利，谷晓博，等.缓释氮肥减施对夏玉米产量与氮肥利用效率的影响[J].农业机械学报，2021，52（6）：285-294.

[12] 刘志刚，任红松，李海峰，等.不同施氮量对设施甜瓜生长发育、养分吸收利用的影响[J].新疆农业科学，2020，57（10）：1792-1801.

[13] 刘勇鹏，王秋岭，朱新红，等.生物菌剂联合复合肥在大蒜上的应用效果初探[J].安徽农学通报，2021，27（16）：106-108.

[14] 吕海龙，王姣敏，郭子军，等.氮肥减量配施不同生物有机肥对芹菜生长和产量品质的影响[J].土壤与作物，2021，10（3）：273-281.

[15] 刘小粉，刘春增，贾萌萌，等.化肥减施条件下紫云英翻压量对土壤物理特性和水稻产量的影响[J].江苏农业科学，2021，49（16）：67-73.

[16] 高添，王琰，孙凯，等.生物有机肥用量对地黄生长和土壤养分的影响[J].中国土壤与肥料，2021（1）：143-150.

科技文摘

20220401　基于高光谱结合化学计量学的冰鲜鸡肉IMP含量无损检测//DOI：10.25165/j.ijabe.20221501.6612

该研究旨在挖掘近红外高光谱成像技术（900-1700 nm）对鸡肉肌苷酸（IMP）的无损检测应用潜力。通过获取鸡肉样品的高光谱图像，提取图像内的平均光谱，利用偏最小二乘（PLS）回归算法与IMP参考值进行关联。结果发现，采用移动平均平滑（MAS）预处理光谱建立的PLS模型（MAS-PLS）预测IMP含量效果较好，相关系数（R_P）为0.951、均方根误差（RMSEP）为0.046 mg/g、剩余预测偏差（RPD）为3.152。利用回归系数法（RC）、连续投影算法（SPA）、逐步回归法（Stepwise）、竞争性自适应重加权采样法（CARS）和无信息变量消除法（UVE）筛选出最优波长对MAS-PLS模型进行优化。结果显示，基于SPA法筛选出的18个最优波长（907.14、917.02、918.67、926.90、930.20、936.78、956.54、1004.28、1135.89、1211.56、1302.07、1367.94、1397.60、1488.31、1680.17、1683.49、1686.80、1695.10 nm）建立MAS-SPA-PLS模型预测效果较好，且其预测性能与MAS-PLS模型相近，R_P为0.920、RMSEP为0.056 mg/g、RPD为3.220。整个研究表明，近红外高光谱成像技术联合PLS算法和SPA算法可实现对鸡肉中IMP含量的无损预测。

[编译自：Wang Y Y，He H J，Jiang S Q，Ma H J. Nondestructive determination of IMP content in chilled chicken based on hyperspectral data combined with chemometrics. Int J Agric & Biol Eng，2022；15（1）：277-284.]