

常晨晨,王晓莉,朱红艳,等. 设施内不同施肥处理对辣椒生长及土壤养分的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(3):110-115.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.03.019

设施内不同施肥处理对辣椒生长及土壤养分的影响

常晨晨,王晓莉,朱红艳,申佳丽,曹云娥

(宁夏大学农学院,宁夏银川 750021)

摘要:为研究不同施肥处理对设施辣椒品质、产量及土壤理化性质的影响,以辣椒品种洋大帅为试验材料,设计 8 种施肥处理:T1(复合肥)、T2(缓释肥料)、T3(蚯蚓粪)、T4(蚯蚓粪+缓释肥料)、T5(生物炭)、T6(生物炭+缓释肥料)、T7(秸秆)、T8(秸秆+缓释肥料)。结果表明,与 T1 处理相比,T2 处理的产量增加了 25.28%,其他 6 种处理产量增幅为 60.18%~81.44%,其中 T4 处理的产量最高,且显著提高了辣椒的维生素 C、可溶性糖、可溶性蛋白质含量,显著降低了土壤碱性,缓解盐害,显著增加了土壤磷素和有机质含量。综上,蚯蚓粪结合缓释肥料施用可以培肥地力,改善辣椒生长环境,提高设施辣椒的品质和产量,且能够一次性基施降低生产成本,减轻农业污染。通过综合主成分分析也表明,T4 处理最适合宁夏回族自治区设施辣椒优质高产、科学使用。

关键词:蚯蚓粪;有机肥;缓控释肥;辣椒;土壤理化性质;生物炭

中图分类号: S641.306 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)03-0110-05

施肥是影响土壤质量演化及其可持续利用最关键的农业措施之一^[1]。过去在传统施肥中,长期大量施用化肥、少施甚至不施有机肥、施肥方法单一等导致土壤理化性状恶化,有机质、腐殖酸等含量减少,微生物活性降低,破坏了农业生态系统^[2]。长期不施用有机肥会使土壤碳源补充不足,土壤有机碳氮库变小,土壤缓冲性能降低,致使施入的氮素不能及时被土壤有机碳固定而流失,即使多次施肥也难以对作物持续供应养分,造成“化肥越施地越馋”的恶性循环,严重污染环境^[3-4]。

随着农业技术和生产结构的完善,我国农业生产越来越重视肥料养分的高效利用和农业生态系统的动态平衡,肥料产业向着高效、简便、低成本、环境友好等方向发展^[5-7]。生产实践表明,有机肥养分全面,能够长期持续地培肥土壤肥力,改良作物生长性状,同时提高作物抗病性^[8]。作为田间土壤有机质的主要来源,有机肥既能更新和活化老的有机质,提高土壤有机质含量,又能改善腐殖质品质,进而增加土壤保水、保肥能力,提高微生物活性,减轻土壤污染^[9-12]。同样有机肥能提高肥料的

利用率,降低对大气、水源和土壤环境的污染,近年来,缓控释肥越来越受到各方青睐。缓控释肥是通过现代工艺技术控制肥料的水溶性,改性肥料本身,使养分释放模式与作物养分吸收规律协调一致的新型肥料,避免了养分的挥发、淋失和固定,能节约人力物力,降低生产成本^[13-15]。

发展至今,国内外已对肥料作了大量研究,主要集中在肥料的不同种类和配比、不同用量及不同施肥技术等方面^[16],有关不同有机肥在投入等量碳源情况下对蔬菜影响的研究却鲜有报道,而我国缓控释肥也以科研为主,在蔬菜等经济作物的投入使用量较少^[15]。鉴于此,本试验研究了等碳水平投入蚯蚓粪、生物炭、秸秆 3 种有机物料,辅以缓释肥料,分别对设施辣椒土壤进行一次基施处理与一次性基施复合化肥进行对比,探究不同施肥处理对设施辣椒生长特性和土壤养分的影响,以期为提高宁夏设施果蔬菜类的经济效益并减少农业面源污染提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地与试验材料

试验于 2018 年 8 月 6 日至 2019 年 1 月 10 日在宁夏回族自治区贺兰县园艺产业园的科技示范区光伏温室内进行,该园区属于国家级农业示范基地。供试土壤为沙壤土,肥力水平较低。土壤基本理化性质:速效氮含量 2.83 mg/kg,速效磷含量 11.15 mg/kg,速效钾含量 123.67 mg/kg,全氮含量 0.15 g/kg,全磷含

收稿日期:2020-06-08

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划(编号:2017BN02)。

作者简介:常晨晨(1991—),男,陕西榆林人,硕士,主要从事蔬菜栽培与生理生态研究。E-mail:819377572@qq.com。

通信作者:曹云娥,博士,副教授,主要从事作物生理与营养调控研究。E-mail:caohua3221@163.com。

量 9.41 g/kg,有机质含量 5.81 g/kg,pH 值 7.7,电导率(EC)0.25 mS/cm。供试辣椒品种为洋大帅,是山东和陕西等地的主要推广品种。

1.2 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,共设 8 个处理,分为 8 个独立小区,每个小区起 3 垄作为 3 个重复,所有垄长 5.7 m,宽 0.75 m,面积为 4.28 m²,每垄设置 2 条滴灌管,滴头间距为 0.3 m,采用双行栽培,每行定植 10 株,株距 0.3 m。各处理随机排列,具体施肥处理和施肥量详见表 1。

在苗期、开花期和坐果期分别随水施入配方肥(尿素 183 mg/L,磷酸二氢铵 77.05 mg/L,硝酸钾 202 mg/L,硫酸钾 174 mg/L);在膨果期追施 3 次蚯蚓发酵液体肥(总追肥量为 600 kg/hm²,由宁夏万辉生物环保科技有限公司生产)。

表 1 不同土壤处理

编号	土壤处理	施肥量 (kg/hm ²)
T1	复合肥	5 607
T2	缓释肥料	14 019
T3	蚯蚓粪	79 439
T4	蚯蚓粪+缓释肥料	79 439+14 019
T5	生物炭	56 075
T6	生物炭+缓释肥料	56 075+14 019
T7	秸秆	65 421
T8	秸秆+缓释肥料	65 421+14 019

注:复合肥氮、磷、钾含量均为 15%;缓释肥料氮、磷、钾含量分别为 23%、7%、20%;生物炭的有效成分 95% 为椰壳,秸秆主要成分为玉米和蔬菜秸秆;有机肥以施用 45 t/hm² 为参照,折算有机碳的带入量,再根据等碳量计算不同有机肥的施入量。

1.3 测定指标与分析方法

1.3.1 植株形态指标测定 每个处理取 10 株挂牌标记,在苗期、开花期、结果期 3 个时期用卷尺、游标卡尺测其株高、基部茎粗,用日本便携式 SPAD Plus 仪测定其叶绿素含量^[17]。

1.3.2 样品分析与测定 在盛果期,每个处理选 9 个成熟度一致的辣椒测定果实品质。维生素 C 含量采用钼蓝比色法测定,可溶性糖含量用蒽酮比色法测定,可溶性蛋白质含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定,硝酸盐含量用水杨酸比色法测定,有机酸含量用酸碱中和滴定法测定^[18]。在采收时期分别称量并统计每个处理被挂牌辣椒的单株产量,再按照种植密度折合成公顷产量。在拉秧期,用五点取样法分别取不同处理 0~20 cm 的土壤,风干后

过 1 mm 筛,用于测定土壤的理化指标。pH 值和土壤 EC 采用土水比 1:10 电导法测定,全氮含量用凯氏定氮法测定,碱解氮含量用碱解扩散法测定,有机质含量用重铬酸钾-油浴锅加热法测定,速效磷含量用钼锑抗比色法测定,速效钾含量采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-火焰光度法^[19]测定。

1.3.3 数据分析 用 Excel 2013 对数据进行统计和图表处理,用 SPSS 19.0 软件进行隶属函数和相关性分析,在 $P<0.05$ 水平下进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 不同土壤处理对辣椒植株生长的影响

由表 2 可知,T2 处理的株高、叶绿素含量与 T1 处理在整个生长期均无显著性差异,T8 处理的株高在开花期和结果期均最高,且与 T1 处理差异显著。T2、T3、T4 处理的茎粗与 T1 处理在苗期和开花期差异不显著,在结果期分别较 T1 处理显著增长 10.70%、10.93%、11.71%。T4、T6、T8 处理的叶绿素含量在开花期和结果期均显著高于 T1 处理,其中 T4 处理最高,在开花期和结果期分别较 T1 处理增长 12.86%、11.66%。

2.2 不同土壤处理对辣椒品质的影响

由表 3 可知,测得的辣椒果实品质指标中,T1 处理的维生素 C 含量最低,与 T3、T5、T7 处理差异不显著,而增施了缓释肥料的 T2、T4、T6、T8 处理的维生素 C 含量均显著高于 T1 处理,较 T1 处理分别增长 16.07%、47.13%、21.64%、10.50%。各处理的硝酸盐含量均较低,其中 T6 处理最低,且与 T1 处理差异不显著。T1 处理的有机酸、可溶性糖和可溶性蛋白质含量均最低,T5 处理的可溶性糖、可溶性蛋白质含量均最高,其可溶性糖含量与 T2、T4、T7、T8 处理均差异不显著,其可溶性蛋白质含量与 T4、T7、T8 处理均差异不显著。

2.3 不同土壤处理对辣椒产量的影响

由图 1 可知,T1 处理的辣椒产量最低,其他施肥处理与它相比均起到了增产效果,T2 至 T8 处理较 T1 处理依次增产 25.28%、72.22%、81.44%、60.18%、71.21%、71.72%、79.44%,其中 T4 处理的辣椒产量最高(42.32 t/hm²),T8 处理次之(41.85 t/hm²)。

2.4 不同土壤处理对土壤肥力的影响

由图 2 可知,试验处理设施土壤整体呈碱性,与 T1 处理相比较,除 T3 处理外的 6 个处理的土壤 pH

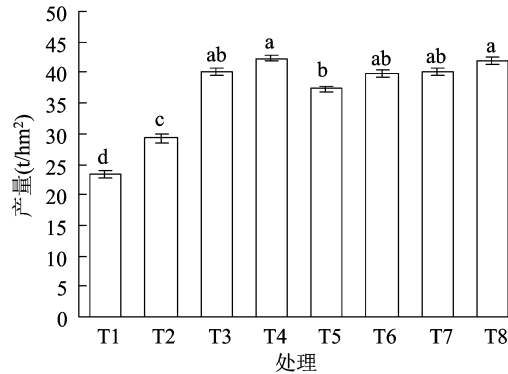
表 2 不同土壤处理对辣椒植株生长的影响

处理	苗期			开花期			结果期		
	株高 (cm)	茎粗 (mm)	叶绿素含量 (SPAD 值)	株高 (cm)	茎粗 (mm)	叶绿素含量 (SPAD 值)	株高 (cm)	茎粗 (mm)	叶绿素含量 (SPAD 值)
T1	38.10bc	7.07abc	42.79bc	86.88c	10.87ab	44.64c	115.60b	12.90b	46.41c
T2	40.20abc	6.64bc	44.47abc	87.32bc	11.22ab	47.17bc	115.60b	14.28a	47.62bc
T3	37.60c	7.19ab	42.49c	90.19bc	10.51abc	46.61bc	116.10b	14.31a	48.62b
T4	38.60abc	6.91abc	43.83abc	91.15abc	11.30ab	50.38a	116.50b	14.41a	51.82a
T5	42.10ab	7.54a	45.57ab	92.40ab	10.49abc	46.41bc	121.20ab	13.83ab	47.93bc
T6	41.30abc	6.88abc	45.70ab	89.76bc	10.46bc	47.94ab	118.60ab	13.61ab	49.24b
T7	42.50a	6.29c	46.32a	91.13abc	9.80c	48.90ab	116.20b	13.70ab	48.29bc
T8	38.40abc	6.31c	45.76ab	96.13a	11.53a	47.95ab	123.30a	13.94ab	49.60b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 3、表 4 同。

表 3 不同土壤处理对果实品质的影响

处理	维生素 C 含量 (mg/kg)	硝酸盐含量 (mg/kg)	有机酸含量 (g/kg)	可溶性糖含量 (g/kg)	可溶性蛋白质含量 (g/kg)
T1	607.34 ± 11.92d	17.14 ± 0.11c	0.20 ± 0.01f	5.03 ± 0.09c	35.50 ± 0.16c
T2	704.92 ± 2.25bc	21.22 ± 0.91ab	0.80 ± 0.01d	32.90 ± 0.67ab	45.00 ± 0.30bc
T3	621.65 ± 10.16d	19.48 ± 0.75bc	2.50 ± 0.01a	13.97 ± 0.52bc	47.77 ± 0.22bc
T4	893.57 ± 25.33a	17.65 ± 0.79bc	1.33 ± 0.01b	39.17 ± 0.94a	94.53 ± 0.32a
T5	624.25 ± 3.44d	23.73 ± 1.17a	1.37 ± 0.01b	42.47 ± 1.06a	96.03 ± 0.38a
T6	738.75 ± 10.16b	15.95 ± 0.24c	0.50 ± 0.01e	6.17 ± 0.05c	51.87 ± 0.59b
T7	616.45 ± 7.24d	17.78 ± 2.23bc	0.87 ± 0.01d	39.10 ± 0.13a	90.63 ± 0.64a
T8	671.09 ± 4.69c	18.24 ± 1.05bc	1.17 ± 0.01c	23.3 ± 0.73abc	84.23 ± 0.31a



柱上标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。图 2 同
图1 不同土壤处理对辣椒产量的影响

值均有不同程度的下降,其中 T2 处理的降幅最大,降低了 6.00%,T4 处理次之,降低了 4.49%。T1 处理的土壤 EC 显著高于其他处理,T5 处理的土壤 EC 最小,且与 T3、T4、T7 处理差异不显著。

由表 4 可知,各处理土壤全氮含量差异不显著。T5 处理的土壤速效氮含量最高,较 T1 处理提高 29.16%。土壤全磷、速效磷、有机质含量均以 T4 处理最高,较 T1 处理分别提高 31.36%、244.22%、188.39%,其中土壤速效磷含量增幅最大。T8 处理

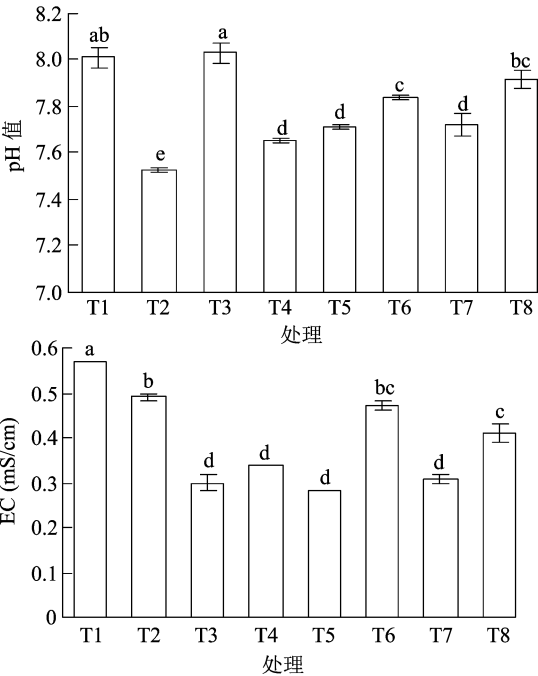


图2 不同土壤处理对土壤 pH 值和 EC 的影响

的土壤速效钾含量显著高于其他 7 个处理,较 T1 处理提高 57.31%。与 T1 处理相比较,其他 7 个处理的土壤速效磷和有机质含量均有不同程度的增长。

表 4 不同处理对土壤理化性状的影响

处理	全氮含量 (g/kg)	速效氮含量 (mg/kg)	全磷含量 (g/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	有机质含量 (g/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
T1	0.19 ± 0.01a	6.07 ± 0.41ab	11.13 ± 0.60b	6.58 ± 0.71d	3.79 ± 0.34e	200.14 ± 6.98b
T2	0.20 ± 0.01a	5.79 ± 0.95b	12.66 ± 0.68ab	14.13 ± 2.68bc	4.09 ± 0.15e	209.37 ± 1.32b
T3	0.23 ± 0.02a	2.89 ± 0.52c	11.38 ± 0.37b	17.78 ± 2.89ab	7.66 ± 0.82b	163.22 ± 4.57c
T4	0.19 ± 0.01a	3.08 ± 0.48c	14.62 ± 1.11a	22.65 ± 2.02a	10.93 ± 0.34a	163.22 ± 3.96c
T5	0.16 ± 0.01a	7.84 ± 0.98a	12.97 ± 0.50ab	17.52 ± 1.52abc	6.40 ± 0.39bc	205.41 ± 2.75b
T6	0.18 ± 0.01a	5.97 ± 0.34ab	12.65 ± 0.57ab	10.65 ± 2.18cd	6.54 ± 0.41bc	48.51 ± 6.04d
T7	0.27 ± 0.09a	2.52 ± 0.43c	12.09 ± 0.84ab	12.93 ± 1.34bcd	5.50 ± 0.49cd	175.09 ± 9.13bc
T8	0.19 ± 0.01a	5.69 ± 0.09b	11.99 ± 1.35ab	14.42 ± 2.65bc	4.39 ± 0.20de	314.84 ± 3.49a

2.5 不同土壤处理下辣椒生长特征参数主成分分析与评价

使用隶属函数主成分分析综合得分法,对各因子数据进行标准化处理,计算各因子权重,得出综合主成分评价值,以便对各个处理进行综合评价。

由表 5 可知,对株高、茎粗、叶绿素含量、维生素 C 含量、硝酸盐含量、可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量、有机酸含量及产量进行主成分分析。计算得出前 4 个主成分累计贡献率为 88.151% (大于 85%),可以用来综合分析辣椒生长情况。

表 5 主成分特征值及贡献率

主成分	相关矩阵特征值			提取因子载荷平方和		
	特征值	方差(%)	累积方差(%)	特征值	贡献率(%)	累积贡献率(%)
1	3.722	41.351	41.351	3.722	41.351	41.351
2	1.572	17.468	58.819	1.572	17.468	58.819
3	1.378	15.315	74.134	1.378	15.315	74.134
4	1.262	14.017	88.151	1.262	14.017	88.151

由表 6 可知,不同土壤处理综合得分依次为 T4 处理 > T5 处理 > T8 处理 > T7 处理 > T3 处理 > T6 处

理 > T2 处理 > T1 处理,T4 处理得分最高,表明基施蚯蚓粪联合缓释肥料的效果最优。

表 6 不同土壤处理主成分值、隶属函数值、综合评价值及排序

处理	F1	F2	F3	F4	U1	U2	U3	U4	D 值	排序
T1	-3.790	-0.637	0.407	-0.434	0.000	0.532	0.708	0.566	0.318	8
T2	-0.448	-0.790	-1.267	-0.934	0.564	0.506	0.426	0.482	0.515	7
T3	0.274	-0.162	-2.264	1.058	0.686	0.612	0.257	0.818	0.618	5
T4	2.100	1.753	-0.173	-1.329	0.994	0.935	0.610	0.415	0.824	1
T5	2.137	-1.992	0.995	0.103	1.000	0.303	0.807	0.657	0.774	2
T6	-1.280	1.558	0.660	0.148	0.424	0.902	0.751	0.664	0.614	6
T7	0.622	-0.326	0.877	-0.686	0.744	0.585	0.788	0.524	0.685	4
T8	0.386	0.596	0.765	2.074	0.705	0.740	0.769	0.989	0.768	3

3 讨论与结论

合理配施化肥和有机肥是培肥地力、作物连续高产的有效途径^[20],有机肥除含有作物正常生长所需的大量元素氮、磷、钾外,还提供了丰富的糖类物质、多种酶、有机酸和氨基酸等营养成分,肥效持久,这是复合肥所没有的优势^[21-22]。从本试验总体表现来看,与复合肥相比较,施用有机肥显著影响

了设施辣椒的品质、产量及土壤养分。

本试验结果表明,到开花期和结果期,T4 处理(蚯蚓粪 + 缓释肥料)显著提高了辣椒的叶绿素含量,T8(秸秆 + 缓释肥料)处理显著提高了辣椒的株高,说明增施有机肥可以改善土壤结构,增强土壤的保水保肥性,促进干物质的积累^[23]。而 T2(缓释肥料)处理与 T1(复合肥)处理相比较,株高、叶绿素含量在整个生长期差异均不显著,这与韩桂琪等

的研究结果^[24]不太一致。可能是由于本试验供试土壤类型为沙壤土,保水性弱,影响了缓释肥料养分的释放速率。施用有机肥和缓控释肥都能提高作物对养分的吸收效率^[15]。研究结果显示,有机肥和缓控释肥能显著提高辣椒产量、改善品质^[25-27]。本研究结果表明,与 T1(复合肥)处理相比,T2(缓释肥料)处理的产量增加了 25.28%,其他施用了有机肥的 6 种处理产量增幅为 60.18%~81.44%,其中 T4(蚯蚓粪+缓释肥料)处理的产量最高,其辣椒维生素 C、可溶性糖、可溶性蛋白质含量较 T1(复合肥)处理差异显著,其维生素 C 含量较 T1(复合肥处理)提高 47.13%,这与周东兴等的研究结果^[28]基本一致。关于蚯蚓粪调节作物生长、改善品质的原因,可能是蚯蚓粪中的微生物活性高、矿质营养丰富,具有改良土壤的功能,且其富含稳定的腐殖酸,能够促进阴阳离子的吸收、硝酸还原酶的代谢和蛋白质的合成,从而改善植物生长代谢和品质^[29]。

臧逸飞等研究表明,有机肥能够增加土壤碳源,促进有机碳累积,使微生物加快分解有机碳源,增强同化作用,从而提高土壤养分^[30]。缓控释肥主要是通过减缓或控制养分释放维持土壤养分平衡。本试验结果表明,相比于 T1(复合肥)处理,其他各处理不同程度地提高了土壤全磷、速效磷和有机质含量,且均以 T4(蚯蚓粪+缓释肥料)处理最高,这与崔玉珍等的研究结果^[31]一致。究其原因首先是有机肥本身含有易于分解、释放的有机磷,其次是施入有机肥增加了土壤的有机质含量,减少缓控释肥中无机磷的固定,进而促进无机磷的溶解。在本试验中,T5(生物炭)处理的土壤速效氮含量显著最高,这与高德才等的研究结果^[32]基本一致,说明施用生物炭对提高氮肥利用率和减少氮肥损失具有积极效益。本试验中,T8(秸秆+缓释肥料)处理的土壤速效钾含量显著提高,主要是因为秸秆是速效钾肥资源,它可以在腐解初期通过吸收水溶液而固定大量的钾离子,在后期通过化学和物理途径吸附钾离子^[33]。此外,本试验中各处理显著降低了土壤 pH 值和 EC,说明有机肥和缓释肥料对土壤 pH 值和 EC 有一定的调节作用。

综上所述,蚯蚓粪和缓释肥料结合施用,能集中这 2 种肥料的优势,改良设施土壤结构,持续提供全面、高效的养分,累积土壤中的碳源、有机质,培肥地力,改善辣椒生长环境,提高设施辣椒的品质和产量,且能够一次性基施降低生产成本,减轻农

业污染。综合主成分分析也表明,T4(蚯蚓粪+缓释肥料)处理最符合宁夏设施辣椒优质高产、科学使用。因为周期较短,本试验对于缓释肥料的研究存在一些不足之处,试验结果可能存在一些偶然误差,因而仍需根据设施蔬菜养分需求和吸收规律,来探究缓控释肥的养分释放速率,均衡其养分配比。

参考文献:

- [1] Belay A, Claassens A, Wehner F. Effect of direct nitrogen and potassium and residual phosphorus fertilizers on soil chemical properties, microbial components and maize yield under long-term crop rotation[J]. *Biology & Fertility of Soils*, 2002, 35(6): 420-427.
- [2] 夏循峰, 胡宏. 我国肥料的使用现状及新型肥料的发展[J]. *化工技术与开发*, 2011, 40(11): 45-48, 4.
- [3] 巨晓棠. 氮肥有效率的含义及意义——兼论对传统氮肥利用率的理解误区[J]. *土壤学报*, 2014, 51(5): 921-933.
- [4] 巨晓棠, 谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J]. *植物营养与肥料学报*, 2014, 20(4): 783-795.
- [5] 黄云, 廖铁军, 向华辉. 控释氮肥对辣椒的生理效应及利用率研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2002, 8(4): 414-418.
- [6] 王晓巍, 蒯佳林, 郁继华, 等. 不同缓/控释氮肥对基质栽培甜瓜生理特性与品质的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2016, 22(3): 847-854.
- [7] 白由路. 我国肥料产业面临的挑战与发展机遇[J]. *植物营养与肥料学报*, 2017, 23(1): 1-8.
- [8] 金慧, 吴景贵, 李江楠, 等. 施用有机肥对作物生长性状影响的研究进展[J]. *现代农业科技*, 2010(12): 261, 271.
- [9] 何绪生, 耿增超, 余雕, 等. 生物炭生产与农用的意义及国内外动态[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(2): 1-7.
- [10] 沈裕斌, 黄相国, 王海庆. 秸秆覆盖的农田效应[J]. *干旱地区农业研究*, 1998, 16(1): 48-53.
- [11] 赵鹏, 陈阜, 马新明, 等. 麦玉两熟秸秆还田对作物产量和农田氮素平衡的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2010, 28(2): 162-166.
- [12] 汪军, 王德建, 张刚. 秸秆还田下氮肥用量对稻田养分淋洗的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18(2): 316-321.
- [13] 邹应斌, 贺帆, 黄见良, 等. 包膜复合肥对水稻生长及营养特性的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2005, 11(1): 57-63.
- [14] 唐拴虎, 张发宝, 黄旭, 等. 缓/控释肥料对辣椒生长及养分利用率的影响[J]. *应用生态学报*, 2008, 19(5): 986-991.
- [15] 火顺利. 施用控释肥对辣椒生长生理、养分吸收及利用的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015.
- [16] 要晓玮, 梁银丽, 曾睿, 等. 不同有机肥对辣椒品质和产量的影响[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2011, 39(10): 157-162.
- [17] 艾天成, 李方敏, 周治安, 等. 作物叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J]. *湖北农学院学报*, 2000, 20(1): 6-8.
- [18] 赵世杰, 刘华山, 董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.

王荣英,许俊东,吴雁. 深州蜜桃品质形成关键期气候的时间演变特征[J]. 江苏农业科学,2021,49(3):115-120.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.03.020

深州蜜桃品质形成关键期气候的时间演变特征

王荣英,许俊东,吴雁
(河北省衡水市气象局,河北衡水 053000)

摘要:气候因素对深州蜜桃的品质优劣起主导作用,在全球气候变暖的大背景下,通过分析近半个世纪以来深州蜜桃品质形成关键期关键气象要素的时间变化特征,分析气候变化对深州蜜桃品质提升的利与弊,为深州蜜桃品质提升和种质资源研究提供科学参考。本研究采用气候变化倾向率、Morlet 小波分析、Mann-Kendall 突变检验等方法分析 1957—2018 年深州蜜桃品质形成关键期气温、降水和日照的时间演变特征。在深州蜜桃品质形成关键期,累计降水量呈下降趋势,存在 21~22 年的显著振荡周期,日最大降水量存在准 3 年的振荡周期,周期异常显著,1957—2018 年有 84% 的年份不会出现大暴雨,1992 年以来日降水量 ≥ 100 mm 的降水出现频率明显下降,连阴雨指数呈下降趋势;平均气温整体呈上升趋势,存在准 17 年的显著振荡周期,气温日较差呈下降趋势,且存在准 4 年的振荡周期,周期异常显著;总日照时数呈增加趋势,存在准 3 年的振荡周期,周期异常显著。累计降水量下降,1992 年以来日降水量 ≥ 100 mm 的降水出现频率下降、连阴雨指数下降、平均气温上升、日照时数增加,均利于深州蜜桃糖分积累和着色,利于深州蜜桃品质的提升,但气温日较差减小对干物质积累有不利影响。说明品质形成关键期气候条件的变化对深州蜜桃生产利大于弊。

关键词:深州蜜桃;品质;关键期;气候;时间演变;Morlet 小波分析;Mann-Kendall 突变检验

中图分类号: P49;S162.5⁺5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)03-0115-06

深州蜜桃是我国四大传统名桃之首,已有 2 000 多年的栽培史,个头硕大、色泽鲜艳、肉质鲜嫩、口

味香甜,因其品质优良,昔日曾为皇家贡品^[1-2],如今深州蜜桃是我国国家地理标志产品,是衡水市特色产品,是农村经济发展的重要支柱。

影响蜜桃品质的因素是综合性的,在多数情况下,气候是诸多因素中最重要、最活跃的因素,对品质的优劣起主导作用。柴成林等认为,亏水有利于桃果实可溶性固形物含量和桃果实硬度的提

收稿日期:2020-05-14

基金项目:河北省气象局项目(编号:20KY22);河北省衡水市气象局科研项目(编号:hsky201901)。

作者简介:王荣英(1979—),女,河北衡水人,高级工程师,主要从事农业气象服务与研究。E-mail:94043193@qq.com。

[19] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.

[20] 庞凤梅. 有机无机肥料配施对麦田土壤氨挥发和硝态氮含量的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2008.

[21] 谢巧娟. 不同有机肥对草莓生长结果的影响[J]. 中国南方果树,2017,46(3):135-138.

[22] 刘杏认,任建强,甄兰. 蔬菜硝酸盐累积及其影响因素的研究[J]. 土壤通报,2003,34(4):356-361.

[23] 王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料,2004(5):12-16.

[24] 韩桂琪,徐卫红. 专用缓释肥对辣椒生物性状、品质及产量的影响[J]. 贵州农业科学,2015,43(4):114-119.

[25] 王立河,孙新政,赵喜茹,等. 有机肥与氮肥配施对日光温室黄瓜产量和品质的影响[J]. 中国农学通报,2006,22(11):237-242.

[26] 叶洁. 控释氮肥用量对辣椒生长生理和养分利用的影响

[D]. 兰州:甘肃农业大学,2017.

[27] 赵堂甫,赵欢,肖厚军,等. 缓释肥对贵州黄壤地辣椒产量、品质及肥料利用率的影响[J]. 西南农业学报,2019,32(10):2373-2377.

[28] 周东兴,申雪庆,周连仁,等. 蚯蚓粪对番茄农艺性状和品质的影响[J]. 东北农业大学学报,2012,43(11):28-33.

[29] 宋修超. 蚯蚓堆肥性质的变化及其对土壤性质与作物生长的影响[D]. 南京:南京农业大学,2015.

[30] 臧逸飞,郝明德,张丽琼,等. 26 年长期施肥对土壤微生物量碳、氮及土壤呼吸的影响[J]. 生态学报,2015,35(5):1445-1451.

[31] 崔玉珍,牛明芬. 蚯蚓粪对土壤的培肥作用及草莓产量和品质的影响[J]. 土壤通报,1998,29(4):13-14.

[32] 高德才,张蕾,刘强,等. 旱地土壤施用生物炭减少土壤氮损失及提高氮素利用率[J]. 农业工程学报,2014,30(6):54-61.

[33] 李继福. 秸秆还田供钾效果与调控土壤供钾的机制研究[D]. 武汉:华中农业大学,2015.