

韩冰,金永奎,徐刚,等. 射频处理与有机肥联用对基质连作西瓜枯萎病与产量品质的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(14):104-108.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.14.020

# 射频处理与有机肥联用对基质连作西瓜枯萎病与产量品质的影响

韩冰<sup>1</sup>,金永奎<sup>2</sup>,徐刚<sup>1</sup>,高文瑞<sup>1</sup>,孙艳军<sup>1</sup>,樊小雪<sup>1</sup>

(1. 江苏省农业科学院蔬菜研究所,江苏南京 210014; 2. 农业农村部农业机械化研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**为了研究射频处理技术与有机肥联用对西瓜连作基质枯萎病防控的效果。采用土壤射频消毒系统对连作基质进行处理,并对处理前后基质的理化性质、土壤酶活性和枯萎病发病率进行测定;在处理后的基质中添加有机肥和生物肥料,通过田间试验,研究射频处理和有机肥联用对西瓜生长、产量和品质的影响。结果表明,采用射频技术对基质进行处理后,基质中细菌、真菌、放线菌、尖孢镰刀菌数量分别比对照降低了 53.70%、48.62%、56.61%、57.80%;基质的 pH 值、EC 值、全氮含量、全磷含量、全钾含量与对照相比没有显著性差异,基质的全碳和有机质含量均比对照升高 8.85%;基质的蔗糖酶活性是对照的 3.45 倍,酸性磷酸酶活性与对照相比变化不大,脲酶活性比对照降低 16.33%。射频处理后,西瓜的株高、茎粗与对照相比差异不大,总产量和平均单果质量较对照减少;射频处理添加有机肥和生物肥后,西瓜株高、茎粗、果实总产量、个数和平均单果质量均较对照显著提高。射频处理后西瓜果实横径、纵径、中心糖含量和边糖含量与对照相比没有明显差异,射频处理添加有机肥和生物肥后果实横径、纵径、中心糖含量和边糖含量均增加。综上所述,基质射频处理和有机肥、生物肥的联合施用,可以有效防治枯萎病,促进西瓜植株的生长,提高产量和品质。

**关键词:**射频;西瓜;枯萎病;连作障碍

**中图分类号:** S651.06;S436.5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2021)14-0104-04

我国是世界上最大的西瓜生产国,2018 年西瓜产量为 6 153.7 万 t,播种面积为 151.79 万 hm<sup>2</sup>,西瓜年产量占世界西瓜总产量的 67% 以上。枯萎病是一种由尖孢镰刀菌引起的严重危害西瓜生产的土传病害<sup>[1]</sup>,重茬地发病率可达 30%,严重地块发病率达 80%,常造成大幅减产,甚至绝收<sup>[2]</sup>。目前生产上除砧木嫁接外,常通过降低土壤中病原菌数量来防控和减缓西瓜枯萎病的发生<sup>[3-4]</sup>。目前针对西瓜枯萎病的防控常采用物理、化学和生物 3 种方式对土壤进行处理,针对连作障碍不严重的土壤可以采用生物手段进行处理,但对发病严重的地块,单纯的生物手段效果甚微,有时甚至没有防治效果<sup>[5]</sup>;采用化学手段进行处理虽有比较好的处理效

果,但操作方式复杂、处理成本较高,且大多存在严重污染;物理处理常用的热水、太阳能、蒸汽、微波及火焰处理,存在价格高、效率低的问题,推广困难。射频(300 kHz ~ 300 MHz 电磁波)处理具有热效应和生物效应的双重杀菌、灭虫作用<sup>[6]</sup>,利用射频技术对土壤进行消毒处理,可以有效杀灭土壤中的病原菌、有害生物及微生物等,效率高、零污染、操作简单快捷。然而,射频处理和其他土壤处理方法一样,处理过程在直接杀灭土传病原菌的同时,也破坏了土壤中有益微生物类群,改变微生物群落结构,可能影响植物的生长发育。目前,生产中常采用对连作土壤进行预处理和微生物有机肥联用的方法进行土壤连作障碍防控<sup>[7-8]</sup>,从而缓解土壤预处理对植物生长发育的可能影响。本研究采用土壤射频消毒系统对连续种植 8 茬瓜类蔬菜,上茬枯萎病发病率在 50% 以上的基质进行射频处理,并在处理后的基质中添加有机肥和生物肥料,通过田间试验,明确射频处理和微生物有机肥联用对西瓜枯萎病的防控效果,以及对西瓜生长、产量和品质的影响,为射频处理技术在生产中的推广和应用提供理论支持。

收稿日期:2020-09-03

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0201600);江苏省农业科技自主创新资金(编号:CX(17)3026);江苏现代农业(蔬菜)产业技术体系设施构型创新团队项目(编号:JATS[2020]383)。

作者简介:韩冰(1984—),女,山东滕州人,硕士,助理研究员,主要从事设施蔬菜逆境生理研究。E-mail:hanbing372@163.com。

通信作者:徐刚,博士,研究员,主要从事蔬菜设施栽培、栽培生理等研究。E-mail:xugang90@163.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验于 2019 年 3—6 月在江苏省农业科学院六合动物科学基地大棚内进行。基质为已连续种植 8 茬瓜类蔬菜,上茬枯萎病发病率在 50% 以上的木薯渣、泥炭、蛭石复配基质;供试普通有机肥由江苏省农业科学院六合动物科学基地堆肥场提供,发酵原料为稻草和猪粪,基本理化性状:有机质含量 304.8 g/kg,总氮含量 28.2 g/kg,总磷含量 22.7 g/kg,总钾含量 4.8 g/kg,水分含量 287 g/kg。供试微生物有机肥华裕富土Ⅲ号由邯郸市华裕肥业有限公司提供,其养分含量为有机质含量  $\geq 45\%$ ,  $N + P_2O_5 + K_2O \geq 6\%$ ,氨基酸含量  $\geq 15\%$ ,高活性生物炭含量  $\geq 15\%$ ,黄腐酸钾含量  $\geq 5\%$ ,有效活菌数  $\geq 3$  亿/g。

供试西瓜品种为苏梦 6 号,购自江苏省江蔬种苗科技有限公司。采用栽培槽进行基质栽培,每个栽培槽长 3.5 m、宽 0.8 m、深 0.3 m,株距 40 cm,每槽 2 行,共 16 株。西瓜在 3 月 20 日播种育苗,4 月 16 日定植,6 月 10 日开始采收,7 月 16 日采收完毕。

### 1.2 试验设计

本试验采用农业农村部南京农业机械化研究所设计的土壤射频消毒系统<sup>[9]</sup>处理基质,将槽中的基质装袋取回,在实验室进行处理,利用射频处理的热效应使基质温度由室温升至 65 ℃,约用时 20 min,之后装袋填回栽培槽,并在槽内铺设新的塑料布用于隔绝土壤。

共设 4 个处理:对照(CK)、射频处理(S)、射频处理+有机肥(SF)、射频处理+有机肥+生物肥(SF+)。每处理 3 次重复,采用随机排列。每个处理均施用 650 g 三元复合肥和 70 g 尿素,SF 再施用有机肥 9 kg,SF+ 再施用有机肥 9 kg 和生物肥 600 g;西瓜坐果后每株追施复合肥 25 g,尿素 20 g,之后不再追肥。正常田间水分和病虫害防治管理。

### 1.3 测定方法

基质培养细菌、真菌、放线菌数量测定采用稀

释平板法<sup>[10]</sup>,尖孢镰刀菌数量测定采用 komada 选择性培养基法<sup>[11]</sup>;基质理化性质测定参照鲍士旦《土壤农化分析》<sup>[12]</sup>:土壤 pH 值(水土质量比 2.5:1)采用 pH 计测定,电导率 EC(水土比 5:1)采用电导率仪测定,有机质和全碳含量使用重铬酸钾容量法测定,全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定,全磷含量采用钒钼黄比色法测定,全钾含量采用火焰光度法测定。采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定土壤蔗糖酶活性;采用磷酸苯二钠比色法测定土壤酸性磷酸酶活性;采用苯酚钠-次氯酸钠比色法测土壤脲酶活性<sup>[13]</sup>。

自定植后 22 d 枯萎病开始发病,至 5 月 20 日病情不再继续发展为止,每周统计发病率和病情指数。西瓜枯萎病病情分级标准<sup>[14]</sup>:0 级,植株生长正常;1 级,植株出现枯萎现象;2 级,植株 1/2 以上叶片和茎部出现枯萎;3 级,植株 2/3 以上叶片和茎部出现枯萎;4 级,植株枯萎死亡。发病率=发病株数/总株数 $\times 100\%$ 。

测量植株从子叶到生长点的高度记为株高;植株与子叶展开方向平行的子叶节的茎粗度记为茎粗。在西瓜成熟时,统计每小区 250 g 以上瓜的个数和总产量,每个小区随机选取具有代表性的 8 个瓜带回实验室经蒸馏水洗涤后,使用手持式折光仪测定含糖量。

### 1.4 数据处理

采用 SPSS 20.0 软件对试验数据进行处理和方差分析。不同处理平均值用 Duncan's 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 射频处理对基质中微生物数量的影响

由表 1 可知,采用射频技术对基质进行处理后,基质中细菌、真菌、放线菌、尖孢镰刀菌数量分别比处理前降低了 53.70%、48.62%、56.61%、57.80%。说明射频处理可以有效消除基质中的各种微生物。

表 1 射频处理对基质中微生物数量的影响

处理	细菌数量 ( $\times 10^4$ CUF/g)	真菌数量 ( $\times 10^4$ CUF/g)	放线菌数量 ( $\times 10^4$ CUF/g)	尖孢镰刀菌数量 ( $\times 10^3$ CUF/g)
CK	15.27 $\pm$ 0.75a	6.87 $\pm$ 0.32a	18.60 $\pm$ 0.36a	15.00 $\pm$ 2.16a
S	7.07 $\pm$ 0.09b	3.53 $\pm$ 0.25b	8.07 $\pm$ 0.50b	6.33 $\pm$ 1.25b

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

## 2.2 射频处理对基质理化性质和基质酶活性的影响

由表 2 可知,采用射频技术对基质进行处理后,

基质的 pH 值、EC 值、全氮含量、全钾含量、全磷含量与对照相比没有显著性差异。而基质的全碳和有机质含量与对照相比均显著升高 8.85% ( $P<0.05$ )。

表 2 射频处理对基质理化性质的影响

处理	pH 值	EC 值 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	全碳含量 ( $\text{g}/\text{kg}$ )	全磷含量 ( $\text{g}/\text{kg}$ )	全钾含量 ( $\text{g}/\text{kg}$ )	全氮含量 ( $\text{g}/\text{kg}$ )	有机质含量 ( $\text{g}/\text{kg}$ )
CK	$4.37 \pm 0.04\text{a}$	$1\,453.67 \pm 16.04\text{a}$	$92.56 \pm 0.9\text{b}$	$8.12 \pm 0.22\text{a}$	$11.11 \pm 0.95\text{a}$	$11.45 \pm 0.46\text{a}$	$159.57 \pm 1.55\text{b}$
S	$4.44 \pm 0.06\text{a}$	$1\,430.00 \pm 13.53\text{a}$	$100.75 \pm 3.6\text{a}$	$7.71 \pm 0.29\text{a}$	$11.25 \pm 0.59\text{a}$	$11.10 \pm 0.27\text{a}$	$173.69 \pm 6.2\text{a}$

由表 3 可知,采用射频技术对基质进行处理后,基质的蔗糖酶活性是对照的 3.45 倍,酸性磷酸酶活性与对照相比变化不大,脲酶活性比对照降低 16.33%。

表 3 射频处理对基质酶活性的影响

处理	蔗糖酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$ ]	酸性磷酸酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$ ]	脲酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$ ]
CK	$5.11 \pm 0.11\text{b}$	$1.43 \pm 0.07\text{a}$	$65.82 \pm 3.27\text{a}$
S	$17.63 \pm 0.64\text{a}$	$1.51 \pm 0.07\text{a}$	$55.07 \pm 2.31\text{b}$

## 2.3 不同处理对西瓜枯萎病发病率的影响

由表 4 可知,西瓜定植后 20 d,对照开始发病,而采用射频技术处理的基质,西瓜枯萎病未发病;定植后 30 d,各处理枯萎病发病率与对照相比有显著差异,S、SF 和 SF+ 这 3 个处理发病率比对照分别显著降低 8.34%、14.59%、12.50 百分点 ( $P<0.05$ )。定植后 40 d,各处理西瓜枯萎病发病率明显上升,CK 处理发病率最高,达到 45.83%,而 S、SF 和 SF+ 处理发病率分别为 33.33%、22.92% 和 20.83%。

## 2.4 不同处理对西瓜生长和产量的影响

由表 5 可知,西瓜定植后 30、60 d,CK 与 S 处

表 4 不同处理对西瓜枯萎病发病率的影响

处理	发病率(%)		
	定植后 20 d	定植后 30 d	定植后 40 d
CK	$8.33 \pm 3.61\text{a}$	$16.67 \pm 3.61\text{a}$	$45.83 \pm 9.55\text{a}$
S	0b	$8.33 \pm 3.61\text{b}$	$33.33 \pm 3.61\text{b}$
SF	0b	$2.08 \pm 3.61\text{b}$	$22.92 \pm 3.61\text{c}$
SF+	0b	$4.17 \pm 3.61\text{b}$	$20.83 \pm 3.61\text{c}$

理株高和茎粗没有明显差异,而定植 30 d 后,SF 处理的株高和茎粗比 CK 分别增加 6.78% 和 6.97%,SF+ 处理株高和茎粗比 CK 分别增加 14.60% 和 8.77%;定植 60 d 后,SF 处理的株高和茎粗比 CK 分别增加 9.21% 和 17.30%,SF+ 处理株高和茎粗比 CK 分别增加 10.19% 和 18.03%。S 处理与 CK 相比总产量和平均单果质量分别降低 7.69% 和 27.39%,个数增加 26.38%;SF 和 SF+ 处理西瓜总产量、个数、平均单果质量与 CK 相比有显著增加,其中 SF 处理总产量、个数、平均单果质量与 CK 相比分别提高 68.59%、36.97% 和 24.66%,SF+ 处理总产量、个数、平均单果质量与 CK 相比分别提高 104.91%、42.18% 和 47.95%。

表 5 不同处理对西瓜生长和产量的影响

处理	株高(cm)		茎粗(mm)		总产量 (kg)	个数 (个)	平均单果 质量(kg)
	定植后 30 d	定植后 60 d	定植后 30 d	定植后 60 d			
CK	$88.50 \pm 2.22\text{bc}$	$172.70 \pm 4.79\text{b}$	$5.59 \pm 0.30\text{a}$	$9.54 \pm 0.31\text{b}$	$4.68 \pm 1.36\text{c}$	$6.33 \pm 1.69\text{b}$	$0.73 \pm 0.04\text{c}$
S	$90.00 \pm 3.65\text{b}$	$175.70 \pm 3.77\text{b}$	$5.65 \pm 0.21\text{a}$	$9.82 \pm 0.19\text{b}$	$4.32 \pm 0.38\text{c}$	$8.00 \pm 0.82\text{ab}$	$0.53 \pm 0.06\text{d}$
SF	$94.50 \pm 3.87\text{ab}$	$188.60 \pm 4.60\text{a}$	$5.98 \pm 0.27\text{a}$	$11.19 \pm 0.32\text{a}$	$7.89 \pm 0.35\text{b}$	$8.67 \pm 0.47\text{a}$	$0.91 \pm 0.03\text{b}$
SF+	$101.42 \pm 5.58\text{a}$	$190.30 \pm 4.34\text{a}$	$6.08 \pm 0.30\text{a}$	$11.26 \pm 0.28\text{a}$	$9.59 \pm 0.26\text{a}$	$9.00 \pm 0.82\text{a}$	$1.08 \pm 0.12\text{a}$

## 2.5 不同处理对西瓜果实大小和含糖量的影响

由表 6 可知,CK 与 S 处理西瓜果实横径、纵径、中心糖含量和边糖含量没有明显差异;SF 处理的果实横径、纵径、中心糖含量和边糖含量比 CK 分别增加 12.61%、13.44%、7.57% 和 5.99%;SF+ 处理的果实横径、纵径、中心糖含量和边糖含量比 CK 分别增加 19.96%、19.24%、6.17% 和 3.86%。

## 3 结论与讨论

由于设施西瓜生产中连年重茬种植导致枯萎病发生严重,有效防治西瓜枯萎病已经成为西瓜生产中亟待解决的问题。西瓜枯萎病是土传病害,采用物理<sup>[15]</sup>、化学<sup>[16]</sup>和生物<sup>[17]</sup>处理的方法对土壤和基质进行处理,可以有效地降低土壤中病原菌的数

表 6 不同处理对西瓜果实大小和含糖量的影响

处理	果实横径 (cm)	果实纵径 (cm)	中心糖含量 (%)	边糖含量 (%)
CK	11.57 ± 0.76ab	10.34 ± 0.65b	11.50 ± 0.35b	9.85 ± 0.48a
S	11.53 ± 0.58b	10.47 ± 0.49b	11.76 ± 0.45ab	9.91 ± 0.27a
SF	13.03 ± 0.77a	11.73 ± 0.78a	12.37 ± 0.50a	10.44 ± 0.43a
SF +	13.88 ± 0.91a	12.33 ± 0.89a	12.21 ± 0.26a	10.23 ± 0.38a

量,从而有效减轻西瓜枯萎病的发生。利用射频技术的热效应对重茬基质进行处理,可以作为基质物理处理技术的一种有效杀灭基质中各种害虫和有害微生物。本试验研究发现,采用射频技术对基质进行处理后,基质中细菌、真菌、放线菌、尖孢镰刀菌数量分别比处理前降低了 53.70%、48.62%、56.61%、57.80%,说明射频处理对基质有很好的杀菌作用。采用射频技术对基质进行处理后,基质的 pH 值、EC 值、全氮含量、全磷含量、全钾含量与对照相比没有显著性差异,全碳和有机质含量与对照相比均显著升高 8.85%,说明射频处理对基质的理化性质影响不大,保证了处理前后基质理化性质的稳定。土壤脲酶、磷酸酶和蔗糖酶是土壤中与氮、磷和碳循环相关的 3 种酶,其活性高低对土壤氮、磷、碳转化及其有效性有直接影响<sup>[18]</sup>。采用射频技术对基质进行处理后,基质的蔗糖酶活性是对照的 3.45 倍,酸性磷酸酶活性与对照相比变化不大,脲酶活性比对照降低 16.33%。蔗糖酶参与土壤有机碳循环,其活性高低关系到土壤的熟化程度和肥力水平,对增加土壤中可溶性营养物质起到重要作用,是评价土壤肥力的重要指标之一<sup>[19]</sup>。射频处理后基质的蔗糖酶活性增加,说明肥力水平增加,这与射频处理后基质全碳和有机质含量增加的结果是相对应的。脲酶可以将酰胺态有机氮化物水解转化为能被植物直接吸收利用的无机态氮化物,其活性大小能够代表土壤氮供应能力的大小<sup>[20]</sup>。射频处理后基质脲酶活性降低,说明基质氮供应能力减弱,在后续栽培中需要加强基质中氮元素的补充。综上所述,射频处理可以对基质有很好的杀菌作用,同时对基质理化性质影响不大,对基质脲酶的活性有一定影响,可通过后期肥料的增施进行改善。

连作基质质量下降,种植作物产量减少,往往是由于基质中病原菌繁殖过度、有害和有益微生物发生种群结构失衡所导致的。本研究采用射频技

术对基质进行处理,在有效杀灭病原菌的同时,也减少了基质中有益微生物的数量,因此射频处理后,虽然枯萎病发病率降低,但西瓜的株高和茎粗与对照相比差异不大,总产量和平均单果质量较对照减少。这可能是因为处理后虽然枯萎病发病率降低,但射频处理造成基质营养成分改变,进而影响了西瓜植株的生长。增施有机肥和生物肥后可以显著促进西瓜生长,使其株高和茎粗显著高于对照。添加有机肥和生物肥后果实总产量、个数和平均单果质量均较对照显著提高,射频处理后西瓜果实横径、纵径、中心糖含量和边糖含量没有明显差异,说明射频处理不会影响西瓜的品质;添加有机肥和生物肥后果实横径、纵径、中心糖和边糖含量均增加,说明基质射频处理和有机肥、生物肥的联合施用,可以有效防治枯萎病,促进植株的生长,提高产量和品质。

#### 参考文献:

- [1] 黄春艳,卜元卿,单正军,等. 西瓜连作病害机理及生物防治研究进展[J]. 生态学杂志,2016,35(6):1670-1676.
- [2] 王夏雯,余翔,乔俊卿,等. 西瓜茬后种植稻麦对土壤微生物数量和西瓜枯萎病发生的影响[J]. 江苏农业学报,2015,31(6):1291-1295.
- [3] 何欣,黄启为,杨兴明,等. 香蕉枯萎病致病菌筛选及致病菌浓度对香蕉枯萎病的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(18):3809-3816.
- [4] 黄新琦,温腾,孟磊,等. 土壤厌氧还原消毒对尖孢镰刀菌的抑制研究[J]. 土壤,2014,46(5):851-855.
- [5] 赵丽娅,李文庆,唐龙翔,等. 有机肥对黄瓜枯萎病的防治效果及防病机理研究[J]. 土壤学报,2015,52(6):1383-1391.
- [6] 杨莉玲,张绍英,崔宽波,等. 射频技术在核桃贮藏虫害处理中的研究进展[J]. 新疆农机化,2017(6):21-24,41.
- [7] 刘星,张书乐,刘国锋,等. 土壤熏蒸-微生物有机肥联用对连作马铃薯生长和土壤生化性质的影响[J]. 草业学报,2015,24(3):122-133.
- [8] 钟书堂,吕娜娜,孙逸飞,等. 连作香蕉园生态熏蒸剂的筛选及其对土壤微生物群落结构的影响[J]. 土壤,2015,47(6):1092-1100.

徐丽萍,王秋君,王光飞,等.水肥一体化下氮肥不同追施量对设施蔬菜生长的影响[J].江苏农业科学,2021,49(14):108-111.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.14.021

# 水肥一体化下氮肥不同追施量对设施蔬菜生长的影响

徐丽萍<sup>1</sup>,王秋君<sup>2</sup>,王光飞<sup>2</sup>,郭德杰<sup>2</sup>

(1.江苏省南京市六合区农业技术推广中心耕地质量保护站,江苏南京 211500;2.江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**针对设施蔬菜生产中因追肥方式不合理引起的养分利用率低的问题,在南京市大白菜塑料大棚中通过田间小区试验研究了滴灌条件下氮肥不同追施量对大白菜生长及土壤肥力的影响。试验处理包括:空白对照(不施用任何肥料)、常规施肥、滴灌追肥、追肥减氮 20%、追肥减氮 30%。结果表明,与常规施肥处理相比,3 个滴灌追肥处理的大白菜产量均增加,且追肥减氮 30% 处理的大白菜产量显著高于常规施肥处理。3 个滴灌追肥处理的大白菜中有机酸含量均显著降低。各施肥处理中追肥减氮 30% 处理的大白菜中可溶性糖含量最高,且显著高于常规施肥处理。追肥减氮 20% 处理的大白菜中氨基酸含量最高,且显著高于其他处理。此外,追肥减氮 30% 处理的大白菜中氨基酸含量也显著高于常规施肥处理。与常规施肥处理相比,3 个滴灌追肥处理的大白菜氮含量均显著降低。采用滴灌追肥的 3 个处理土壤电导率均显著低于常规施肥处理。在本试验条件下,大棚大白菜栽培中在滴灌条件下追肥减氮 20%~30% 在增产的同时还可改善大白菜品质,且可有效避免土壤发生次生盐渍化。

**关键词:**设施蔬菜;滴灌;追肥;氮

**中图分类号:**S630.6;S630.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)14-0108-04

我国设施蔬菜施肥存在过量施用化肥、施肥方式落后等问题<sup>[1]</sup>,很多农户采用传统的穴施、条施、冲施等方式进行追肥,易发生养分流失,不仅导致肥料养分利用率低,且所流失的氮、磷易造成水体环境污染<sup>[2-3]</sup>。笔者所在团队在江苏省内设施蔬菜主产区调研农户的施肥状况,发现大多设施蔬菜种植户在追肥中存在很多问题,如追肥次数过多、过

量施肥、养分追施不平衡等。滴灌施肥技术是将灌溉和施肥结合的新技术,其可在灌溉同时将水溶肥施入作物根部,该施肥方式可精确控制施肥量、施肥时间和灌水量,从而有效提高肥料和水利用率<sup>[4-6]</sup>。大量研究表明,在滴灌条件下减少氮、磷、钾等养分追施量可保持作物产量稳定甚至增产<sup>[7-9]</sup>。黄倩楠等认为在适宜时机采用滴灌进行追肥可提高设施蔬菜产量和氮肥利用率<sup>[10]</sup>。李冰等研究发现减少追肥氮肥可增加芹菜产量,提高其可溶性糖和维生素 C 含量<sup>[11]</sup>。然而,目前关于在大棚大白菜种植中采用滴灌技术下追施不同用量氮肥对大白菜产量、品质及土壤肥力的相关研究较少。

收稿日期:2020-12-28

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)1005]。

作者简介:徐丽萍(1978—),女,江苏兴化人,高级农艺师,主要从事耕地质量提升研究。E-mail:57472276@qq.com。

[9]李阜棣.农业微生物学实验技术[M].北京:中国农业出版社,1996.

[10]金永奎,张玲,薛新宇,等.土壤射频处理系统的设计与试验[J].中国农机化学报,2020,41(5):197-203.

[11]Komada H. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil [J]. Review of plant protection research,1975,8:114-124.

[12]鲍士旦.土壤农化分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000.

[13]李振高,骆永明,滕应.土壤与环境微生物研究法[M].北京:科学出版社,2008:395-402.

[14]宋修超,罗佳,马艳,等.加热消毒设备处理西瓜重茬基质工艺优化及栽培效果[J].农业工程学报,2019,35(11):167-174.

[15]曹云,吴华山,郭德杰,等.沼液处理对连作西瓜枯萎病发生、产量及品质的影响[J].土壤,2015,47(5):904-910.

[16]张利英,李贺年,翟姗姗,等.太阳能土壤消毒在草莓保护地栽培中的应用效果[J].北方园艺,2010(14):67-68.

[17]赵婷婷.不同土壤消毒方式对大棚西瓜连作障碍抑制效果的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.

[18]甘良,蓝星杰,戴蓬博,等.放线菌混合菌剂对西瓜枯萎病的防治作用研究[J].中国生物防治学报,2015,31(4):516-523.

[19]张桃香,郑钰钢,陈辉.不同温度生物炭对油茶林红壤呼吸作用 and 酶活性的影响研究[J].土壤通报,2019,50(1):96-102.

[20]王国夫,孙小红,方逸,等.遮阴对抹茶茶园土壤微生物特性及土壤酶活性的影响[J].茶叶科学,2019,39(3):356-364.