

DOI: 10.16861/j.cnki.zggc.202423.0367

一种设施西瓜高效绿色防控方法的建立

王 蓓, 吴旭东, 黄忠阳, 胡卫丛, 陈莉莉,
戎 茸, 李伟明, 王东升, 张宗俊, 刘庆叶

(南京市蔬菜科学研究所 南京 211155)

摘要: 为了给设施西瓜种植中的高效病虫害防控方法的推广和应用提供理论依据, 分别从产量、品质及对蚜虫、枯萎病的防效对传统西瓜病虫害防控方法(T1)、高效绿色防控方法(T2)和传统高温闷棚法(T3)种植条件下的设施西瓜进行比较。利用高效绿色防控方法种植的西瓜较其他处理单果质量大、果皮薄、产量高; 中心可溶性固形物、边部可溶性固形物含量高, 口感清甜; 维生素 C、可溶性蛋白含量显著提高, 营养丰富, 品质提高; 对蚜虫的持续防控效果好, 有效减少了蚜虫的始发生量, 较 T1 减少了 15.54%, 并可以安全、持续、有效控制蚜虫危害; T2、T3 处理控制枯萎病等土传病害的防效可达 100%。综上, 集成的设施西瓜高效绿色防控方法, 较传统防治方法的产量、品质及蚜虫、枯萎病的防效都有显著提升, 可大面积推广应用。

关键词: 设施西瓜; 枯萎病; 蚜虫; 产量; 品质; 防效

中图分类号: S651

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)02-061-05

Establishment of an efficient green prevention and control method for watermelon in facilities

WANG Bei, WU Xudong, HUANG Zhongyang, HU Weicong, CHEN Lili, RONG Rong, LI Weiming, WANG Dongsheng, ZHANG Zongjun, LIU Qingye

(Nanjing Institute of Vegetable Science, Nanjing 211155, Jiangsu, China)

Abstract: In order to provide a theoretical basis for the promotion and application of efficient disease and pest control methods in facility watermelon planting, the authors compared the traditional watermelon disease and pest control methods, efficient green prevention and control methods, and traditional watermelon planted in high-temperature greenhouse cultivation methods in terms of yield, quality and the effectiveness control of aphids and wilt. Compared with other treatments, watermelon cultivated by efficient green prevention and control methods had higher single fruit weight, thinner peel and higher yield. The central sugar, the edge sugar content is high and the taste is sweet. Vitamin C, soluble protein content increased significantly, rich nutrition, quality improved. The continuous control effect of aphids is good, effectively reducing the initial occurrence of aphids, especially the reduction of 15.54% compared with T1. The effectiveness of T2 and T3 treatment to control soil-borne diseases such as blight can reach 100%. Compared with the traditional control methods, the integrated green control method of watermelon has significantly improved the yield, quality and control efficiency of aphids and fusarium wilt, and can be widely applied.

Key words: Facility watermelon; Fusarium wilt; Aphids; Production; Quality; Effect of prevention

西瓜栽培历史悠久, 在全球产业发展中占有重要地位, 西瓜作为“菜篮子”的重要组成部分, 经过多年的发展, 呈现出种植范围广泛、品种日益丰富、栽培模式多样、优势区域集中和市场体系优化的产业良性发展格局^[1]。中国海关数据显

示, 我国 2022 年西瓜的进口量为 6.84 万 t, 金额为 888.2 万美元, 进口均价为 129.83 美元·t⁻¹。出口数量为 5.78 万 t, 金额为 6 177.39 万美元, 出口均价为 1 069.2 美元·t⁻¹, 比进口均价高出 939.4 元·t⁻¹, 可见我国西瓜有巨大出口优势, 经济效益显著。而西瓜作

收稿日期: 2023-06-06; 修回日期: 2023-09-14

基金项目: 江苏省固体有机废弃物资源化利用高新技术研究重点实验室项目(BM2011013201901); 2023 年“四新”集成推广示范项目; 江苏省现代农业(西甜瓜)产业技术体系浦口示范推广基地项目

作者简介: 王 蓓, 女, 农艺师, 主要从事土壤肥料相关研究工作。E-mail: 823191753@qq.com

通信作者: 刘庆叶, 女, 高级农艺师, 现主要从事土壤肥料等研究工作。E-mail: 594877824@qq.com

为我国栽培面积较大的瓜类作物之一,种植面积和产量均居世界第一^[2]。近年来由于我国耕地面积和现行的土地使用制度的限制,常年重茬栽培,导致西瓜出现严重的连作障碍问题,严重制约了西瓜生产的可持续发展^[3]。重茬种植不仅导致西瓜烂根、生长发育不良、产量低等突出问题,同时加剧了病毒性病害发生,如黄瓜绿斑驳花叶病毒(CGM-MV)、瓜类褪绿黄化病毒(CCYV)等^[4-5];粉虱、蓟马、瓜实蝇、斑潜蝇、瓜绢螟^[6]等病虫害,发病后若控制不及时,短时间内便可蔓延全田甚至造成绝产,给瓜农造成了巨大损失^[7-8]。近年来,我国学者对西瓜病虫害发生的研究已经取得了一定进展,并采取了一些措施,如嫁接西瓜栽培技术、种子处理技术等,在一定程度上减轻了病虫害的发生程度。但目前在生产实际中仍然存在一些问题,如农户常年在同一地块进行连作,盲目大量使用化肥、农药,长期使用同一种农药等,病虫害问题呈加重趋势。虽然前人对设施西瓜的栽培方法有过一些研究,但是未能有效整合集成,因此笔者的研究在设施栽培条件下,将新型石灰氮高温闷棚、喷施氨基酸叶面肥、投放天敌昆虫异色瓢虫等方法整合,集成一种设施西瓜高效绿色防控方法,以期对设施西瓜病虫害的高效绿色防控提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地设在江苏省南京市江宁区横溪镇南京蔬菜花卉科学研究所,土壤为黄棕壤,土壤基本性质为pH 4.91、全氮含量(w ,下同)0.99 g·kg⁻¹、全磷含量0.47 g·kg⁻¹、碱解氮含量92.58 mg·kg⁻¹、速效磷含量48.53 mg·kg⁻¹和速效钾含量144.42 mg·kg⁻¹。试验地为常年种植西瓜的地块,连作时间为4年,土壤盐渍化、板结,已经出现连作障碍、病虫危害等问题。

1.2 供试材料

西瓜品种选择早佳(8424),由南京金盛达种子有限公司提供,育苗移栽定植;有机肥品牌名好汉,由南通惠农生物有机肥有限公司提供,有机肥总养分含量 $\geq 5\%$,有机质含量 $\geq 45\%$ 。石灰氮品牌名荣宝,由石海化工(上海)有限公司提供,石灰氮的使用量为700~800 kg·hm⁻²。异色瓢虫卵卡(20粒·卡⁻¹)采购自北京阔野田园生物技术有限公司,卵卡孵化率达90%以上。活力罗氨基酸叶面肥,由南京市秦

淮区喜多多农业技术服务中心提供,使用量为450~750 mL·hm⁻²。

1.3 试验设计

2022年7—9月,选择一处连作西瓜的设施土壤,试验共设3个处理,每个处理3次重复并采取完全随机分布,每个小区面积100 m²,西瓜种植行距160 cm,株距40 cm。处理1的大棚采用传统病虫害防治方法,编号为T1,具体种植步骤为:(1)选种及育苗:选择西瓜品种早佳(8424),在浸种容器内加入3倍于种子体积的55~60℃的温水,将种子倒入容器中并不断搅拌,使水温降至30℃左右,在此温度的水中浸泡3~4小时。浸种完成后取出种子,晾干表面水分,用干净的湿布包好,在30~33℃经36 h出芽。准备好育苗穴盘和基质,将配制好的基质喷洒适量水后装盘,压穴深度1 cm左右,每穴中间播一粒发芽种子,覆盖蛭石与穴口齐平,然后浇透水,覆盖一层地膜保湿。(2)苗床管理:出苗前一般不揭膜,苗床白天保持28~35℃,夜间18~20℃;当80%的幼苗出土后再揭膜,放风降温,防止幼苗徒长。(3)种植前棚内土地准备:在育苗的同时修整田间土地,将上一季收获完的设施田中的枯枝、残叶、杂草处理干净,平整疏松土壤。(4)施基肥:定植前7 d,棚内均匀撒施有机肥,用量为7500 kg·hm⁻²。(5)定植:将上述步骤1中的西瓜苗定植于定植穴中,覆盖一层土壤,浇足定根水。(6)田间管理:及时打掉病叶、残叶,在西瓜开花授粉后和坐果后分别进行追肥,每667 m²施硫酸型高氮钾复合肥20 kg左右,随水冲施。(7)病虫害防治:使用农药苦参碱、丁硫克百威等喷施杀虫。(8)采收:按照西瓜自然成熟度及时采收。

处理2的大棚采用高效绿色防控方法,编号为T2。具体种植步骤为(1)、(2)、(3)步骤同处理1。(4)新型石灰氮高温闷棚法:定植前25 d,选取夏季高温、阳光充足的时间段,棚内均匀施用未腐熟有机肥,用量为7500 kg·hm⁻²,总养分含量 $\geq 5\%$,有机质含量 $\geq 45\%$ 。有机肥表面撒上石灰氮(购自宁夏大荣实业集团有限公司),用量为750 kg·hm⁻²,将有机肥和石灰氮翻耕到地里,再对大棚进行灌水,使土壤田间持水量达到100%。随后覆盖一层薄膜,四周用土块压紧,关闭风口,密闭大棚。20 d后揭开薄膜,打开风口,充分晾晒5 d左右。(5)定植:将上述步骤1中的西瓜苗,定植于石灰氮闷棚后晾晒过的土壤的定植穴中,覆盖一层土壤,浇足定根水。(6)田间管理:及时打掉病叶、残叶,每

隔 10 d 喷施活力罗氨基酸叶面肥一次,在西瓜开花授粉后和坐果后分别进行追肥,667 m²施硫酸型高氮钾复合肥 20 kg 左右,随水冲施。(7)病虫害防治:在田间蚜虫发生初期,即高峰期前 18~20 d 释放异色瓢虫卵卡,释放量为 100 卡·667 m²,释放方法:将异色瓢虫卵卡悬挂在蚜虫病害发生部位附近,距离地面 10~20 cm(防止蚂蚁取食),以便幼虫孵化后能够尽快取食,在傍晚或清晨释放,避免中午高温影响孵化。(8)采收:按照西瓜自然成熟度及时采收。

处理 3 的大棚采用传统高温闷棚病虫害防治方法,编号为 T3,具体种植步骤为(1)、(2)、(3)、(5)、(6)、(7)、(8)同 T1,(4)石灰氮高温闷棚:定植前 25 d,选取夏季高温、阳光充足的时间段,棚内均匀撒施腐熟有机肥,用量为 7500 kg·hm²,总养分含量≥5%,有机质含量≥45%。有机肥表面撒上石灰氮(购自宁夏大荣实业集团有限公司),用量为 750 kg·hm²,将有机肥和石灰氮翻耕到地里,再对大棚进行灌水,使土壤田间持水量达到 100%。随后覆盖一层薄膜,四周用土块压紧,关闭风口,密闭大棚。20 d 后揭开薄膜,打开风口,充分晾晒 5 d 左右。

1.4 测定指标及方法

在西瓜采收期根据成熟情况分次采收,随机取样测量单果质量、果皮厚度及中心可溶性固形物、边部可溶性固形物、可溶性蛋白、维生素 C 含量,3 次重复,计算平均值,采收结束后统计总产量。

在种植过程中统计绿色防控方法防治西瓜蚜虫的效果,于释放异色瓢虫卵卡后的 5、9、13、17、21 d,按照 5 点取样法,每点取 0.5 m×0.5 m 的样方,统计每样方蚜虫数量,取平均值,并挂牌做标记。在西瓜采收前统计设施西瓜高效病虫害防治方法防治西瓜土传病害枯萎病的效果,田间调查枯萎病平均发病情况、发病率。按照 5 点取样法,每点取 0.5 m×0.5 m 的样方,统计样方内总株数、发病株数、发病情况。

用糖度仪测定可溶性固形物含量^[9];用考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量^[9];用 2,6-二氯靛酚滴定法测定维生素 C 含量^[10]。

数据作图用 Microsoft Excel 2003 软件处理,数据使用 SPSS 22.0 软件进行分析处理,差异显著性采用单因素方差分析评价,多重比较采用最小显著极差法(LSD)。西瓜枯萎病病情分级标准参考江苏省西瓜品种审定时的病情调查标准。0 级:生长正常;1 级:叶片或茎蔓萎蔫,萎蔫面积由下而上占全

株的 1/4,或不足 1/4,瓜果生长正常;2 级:叶片或茎蔓萎蔫面积由下而上占全株的 1/2,茎蔓上有树脂胶状琥珀色黏液或有一侧蔓萎蔫枯死,瓜果表面稍有褪色;3 级:叶片或茎蔓萎蔫面积由下而上占全株的 3/4,有树脂胶状琥珀色黏液,全株节间缩短,瓜缩小萎蔫;4 级:病株的叶蔓全部萎蔫死亡。同时,根据西瓜植株生长、果实大小等综合表现判定植株正常、早衰、果型小等。

病情指数=Σ(各病级发病株数×各级代表值)/(调查总株数×发病最高级代表值)×100;

发病率/%=发病株数/调查总株数×100。

2 结果与分析

2.1 不同处理对西瓜产量的影响

由表 1 可知,与传统病虫害防治方法相比,采用高效绿色防控方法处理后的西瓜果型大、单果质量大、果皮薄。在单果质量方面,表现为 T2>T3>T1, T2、T3 分别比 T1 显著增加了 123.36%、59.81%;在果皮厚度方面,表现为 T2<T3<T1, T2 比 T1 显著减少了 22.76%,T3 比 T1 减少了 2.44%;在总产量方面,表现为 T2>T3>T1, T2、T3 分别比 T1 显著增加了 33.37%、18.67%。由此可见,高效绿色防控方法中利用未腐熟有机肥配合石灰氮闷棚,在腐熟过程中释放热量,闷棚产生的热量又能更好地促进有机肥的腐熟,彼此相互协调、相互促进,有效增加了西瓜的单果质量及产量,并且西瓜的果皮厚度更薄,产量更高。

表 1 不同处理对西瓜产量的影响
Table 1 Effects of different treatments on watermelon yield

处理 Treatment	单果质量 Single fruit mass/kg	果皮厚度 Peel thickness/ mm	总产量 Total yield/ (kg·667 m ²)
T1	2.14±0.18 c	12.3±0.64 a	3 030.8±267.37 c
T2	4.78±0.38 a	9.5±0.62 b	4 042.3±194.42 a
T3	3.42±0.56 b	12.0±0.72 a	3 596.7±236.22 b

注:同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: The different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 不同处理对西瓜品质的影响

由表 2 可知,采用高效绿色防控方法种植出的西瓜甜度高、口感好,维生素 C 及可溶性蛋白含量高,营养价值更高。中心可溶性固形物、边部可溶性固形物、维生素 C、可溶性蛋白含量均表现为 T2>T3>T1。在中心可溶性固形物含量方面, T2、T3 分

别比 T1 显著增加了 24.53%、10.19%；在边部可溶性固形物含量方面，T2、T3 分别比 T1 显著增加了 13.43%、5.87%；在维生素 C 含量方面，T2、T3 分别比 T1 显著增加了 28.16%、13.65%；在可溶性蛋白含量方面，T2、T3 分别比 T1 显著增加了 23.88%、

16.42%。由此可见，高效绿色防控方法中利用氨基酸叶面肥进行叶面喷施，同时早期投放天敌昆虫有效防控蚜虫的发生，减少了煤污病，促进了西瓜叶片更好地进行光合作用，西瓜品质有明显提升，口感清甜，营养丰富，绿色健康。

表 2 不同处理对西瓜品质的影响

Table 2 Effects of different treatments on watermelon quality

处理 Treatment	w(中心可溶性固形物) Central soluble solid content/%	w(边部可溶性固形物) Edge soluble solid content/%	w(维生素 C) Vitamin C content/(mg·100 g ⁻¹)	w(可溶性蛋白) Soluble protein content/(mg·g ⁻¹)
T1	10.60±0.24 c	7.67±0.53 c	19.78±1.17 c	0.67±0.25 c
T2	13.20±0.45 a	8.70±0.62 a	25.35±1.29 a	0.83±0.15 a
T3	11.68±0.36 b	8.12±0.34 b	22.48±1.68 b	0.78±0.32 b

2.3 不同处理对西瓜蚜虫的防控效果

由表 3 可知，采用高效绿色防控方法，利用新型高温闷棚法有效减少了蚜虫的始发生量，较 T1 减少了 15.54%。结合释放异色瓢虫卵卡，虽然在前 5 d，由于卵卡陆续孵化需要时间，防治效果不明显，但在 17 d，蚜虫数量明显减少，在 21 d，蚜

虫数量为 0，可以安全、持续、有效地控制蚜虫危害。T3 处理由于采用高温闷棚，蚜虫的始发生量较 T1 减少了 13.06%，但是后续蚜虫暴发，不能有效控制。可见高效绿色防控方法不论从减少虫口始发生量到后续防控的持续性都显著优于其他 2 个处理。

表 3 不同处理后不同时间蚜虫数量变化

Table 3 The number of aphids changed in different days after different treatments

处理 Treatment	蚜虫数量 Aphids number				
	5 d	9 d	13 d	17 d	21 d
T1	80.80±8.54 a	112.00±10.85 a	139.70±14.26 a	168.60±15.83 a	187.90±22.65 a
T2	68.24±5.89 b	55.87±6.51 c	42.63±5.23 c	19.34±6.89 b	0.00±0.00 b
T3	70.25±4.78 b	98.00±12.46 b	128.90±7.88 b	162.98±9.87 a	184.30±14.66 a

2.4 不同处理对西瓜枯萎病的防控效果

由表 4 可知，由于选择的地块常年种植西瓜，土壤连作障碍严重，传统西瓜种植方法 T1，未经石灰氮、有机肥高温闷棚对土壤进行消毒，西瓜枯萎病发病重，发病率较高，植株表现早衰，造成大量减产。高效绿色防控方法 T2 中采用的是新型高温闷

棚法，休棚期使用石灰氮集合未腐熟有机肥配合高温闷棚，可杀灭土壤中病原物、杂草种子、虫卵等，有效减轻病虫害危害。传统高温闷棚防控方法 T3 中采用的石灰氮集合腐熟有机肥配合高温闷棚，也可有效杀灭土壤中的病原物及虫卵，对枯萎病等土传病害的防效均可达 100%。

表 4 不同处理对西瓜枯萎病的防治效果

Table 4 Effect of different treatments on watermelon *Fusarium wilt*

处理 Treatment	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate/%	综合表现 Comprehensive performance
T1	53.7	68.4	一半以上出现早衰 More than half have premature senescence
T2	0.0	0.0	正常 Normal
T3	0.0	0.0	正常 Normal

3 讨论与结论

据报道，夏季高温闷棚 40~45 d 对茄子黄萎病

(*Verticillium dahliae*)的防效可达 100%^[11]，昆虫在持续 40 °C 高温下停止发育并死亡^[12]，本研究结果与此相似，高温闷棚有效减轻了西瓜枯萎病的发生，减

少了虫源。灌水闷棚 20 d 以上对第 1 茬连作西瓜的枯萎病防效为 90%~100%,闷棚 25 d 以上对第 2 茬的防效也在 84.5%以上^[13],说明高温闷棚对西瓜枯萎病具有较好的防控效果。异色瓢虫[*Harmonia axyridis*(Pallas)]是蚜虫的主要天敌之一^[14]。国内对异色瓢虫的研究主要集中在人工饲养、生物学、生态学及室内捕食等方面,对其人工释放控制蚜虫的效果研究较少^[15],笔者通过投放异色瓢虫卵卡,发现此方法防控蚜虫效果显著,但需注意投放时间。

笔者研究的设施西瓜高效绿色防控方法整合了多个新型绿色防控方法,从种植前种子消毒、新型石灰氮高温闷棚土壤消毒到种植过程中的喷施氨基酸叶面肥、投放异色瓢虫卵卡等,防控效果较好,且有效提高了西瓜的产量及品质。通过试验发现,利用此方法种植的西瓜较其他处理单果质量大、果皮薄、产量高;中心可溶性固形物、边部可溶性固形物含量高,口感清甜。与传统病虫害防治方法相比,此方法处理后西瓜维生素 C、可溶性蛋白含量显著提高,营养丰富,品质提高。设施西瓜高效绿色防控蚜虫的持续防控效果好,有效减少了蚜虫的始发生量,较 T1 显著减少了 15.54%,结合释放异色瓢虫卵卡,虽然在前 5 d,由于卵卡陆续孵化需要时间,蚜虫防治效果不明显,但在 17 d,蚜虫数量明显减少,在 21 d,蚜虫数量为 0,可以安全、持续、有效控制蚜虫危害。经石灰氮、未腐熟有机肥高温闷棚对土壤进行消毒,利用未腐熟有机肥配合石灰氮闷棚,在腐熟过程中释放热量,闷棚产生的热量又更好地促进有机肥腐熟,彼此相互协调、相互促进,有效提高了有机肥的效果,并杀灭了土壤中病原体、杂草种子、虫卵等,控制枯萎病等土传病害的防效可达 100%。

综上所述,在笔者研究中集成的设施西瓜高效绿色防控方法,较传统设施西瓜病虫害防控方法及传统

高温闷棚法,在产量、品质及蚜虫、枯萎病的防效方面都有显著提升且持续性好,此方法也为设施西瓜产业的可持续、绿色、健康发展提供了一些理论依据。

参考文献

- [1] 王娟娟,李莉,尚怀国.我国西瓜甜瓜产业现状与对策建议[J].中国瓜菜,2020,33(5):69-73.
- [2] 任少鹏,汪峰,姚红燕,等.基肥有机替代模式对西瓜产量和品质的影响[J].浙江农业科学,2018,59(11):2034-2037.
- [3] 杨瑞平.西瓜连作障碍缓解技术及其机理研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [4] GU Q S, LIU Y H, WANG Y H, et al. First report of cucurbit chlorotic yellows virus in cucumber, melon, and watermelon in China[J]. Plant Disease, 2011, 95(1): 73.
- [5] KATO K, HANADA K, KAMEYA-IWAKI M. Melon yellow spot virus: A distinct species of the genus tospovirus isolated from melon[J]. Phytopathology, 2000, 90(4): 422-426.
- [6] 王少丽,张友军,李如美,等.北京和湖南烟粉虱生物型及其抗药性监测[J].应用昆虫学报,2011,48(1):27-31.
- [7] 李荫萍.设施西瓜栽培技术及主要病虫害防治措施[J].乡村科技,2021,12(18):71-72.
- [8] 韩鲁明,张金利,王丽君,等.西瓜砧木种传镰刀菌的种类鉴定及其致病性研究[J].种子,2013,32(1):31-34.
- [9] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72: 248-254.
- [10] 张海利,李焕秀.不同成熟度辣椒果实中 Vc 及糖含量测定[J].甘肃农业科技,2007(1):5-7.
- [11] 杨振翠,孙述俊,吴翠兰,等.温室土壤日光能高温消毒技术研究[J].甘肃农业大学学报,2001,53(1):179-183.
- [12] 王就光.蔬菜病虫害防治及杂草防除[M].北京:农业出版社,1990.
- [13] 曾立红,钱剑锐,宋乐民,等.高温闷棚防治西瓜枯萎病研究[J].浙江万里学院学报,2006,19(5):94-97.
- [14] 刘震,徐洪富,孔繁华,等.异色瓢虫成虫最适冷藏条件的研究[J].山东农业科学,2009(6):64-67.
- [15] 李金萍,郭喜红,侯峥嵘,等.释放异色瓢虫对北京春茬西瓜蚜虫的控害效果[J].中国植保导刊,2017,37(4):38-41.