

杀菌剂 1 号处理存放不同时间对西瓜甜瓜种子萌发的影响

王梦茜^{1,2}, 袁 琴², 潘 磊³, 袁胜楠¹, 魏浩宇², 关 巍²,
杨玉文^{2,4}, 马云龙³, 王 燕¹, 赵廷昌^{2,3}

(1. 山西农业大学植物保护学院 山西太谷 030801; 2. 中国农业科学院植物保护研究所·植物病虫害综合治理全国重点实验室 北京 100193; 3. 三亚中国检科院生物安全中心 海南三亚 572024;
4. 三亚中国农业科学院国家南繁研究院 海南三亚 572024)

摘 要: 瓜类细菌性果斑病是一种危害西瓜甜瓜生产的种传病害, 防治的首要措施是种子消毒。为检测杀菌剂 1 号处理后存放不同时间对西瓜甜瓜种子发芽的影响, 本研究使用皿测法测定了杀菌剂 1 号处理西瓜种子 IVF-01、甜瓜种子 IVF88、IVF-NLL 后, 室温下存放不同时间后种子的萌发率及芽长。结果表明, 除存放 1 d 的 IVF-01 萌发率显著低于清水处理(CK)外, 其他处理对种子萌发无显著影响, 存放 7、90 d 萌发率分别提高了 0.81% 和 0.41%; 处理 IVF88 和 IVF-NLL 后存放 90 d, 萌发率分别提高了 7.67% 和 1.44%, 其他处理均对 IVF88 和 IVF-NLL 萌发无显著影响。除存放 1、7、90 d 的 IVF-01 芽长低于 CK 外, 其他处理对种子的芽长无显著影响, 处理后存放 15、30 d 的芽长增加了 1.38% 和 6.35%; 除存放 1 d 抑制了 IVF-NLL 芽生长, 其他处理对 IVF-NLL 和 IVF88 芽长无显著影响, 存放 30、180 d 时, IVF-NLL 芽长分别增加了 3.62% 和 4.89%。综上所述, 杀菌剂 1 号处理后存放不同时间, 对供试 3 类种子萌发率和芽长的影响不明显, 甚至能促进萌发和生长。本研究结果为合理使用杀菌剂 1 号防治瓜类细菌性果斑病提供了理论基础和科学依据。

关键词: 杀菌剂 1 号; 西瓜甜瓜种子; 萌发率; 芽长

中图分类号: S651+S652

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)09-092-06

Effects of bactericide No. 1 treated with different durations on seed germination of watermelon and melon

WANG Mengxi^{1,2}, YUAN Qin², PAN Lei³, YUAN Shengnan¹, WEI Haoyu², GUAN Wei², YANG Yuchen^{2,4}, MA Yunlong³, WANG Yan¹, ZHAO Tingchang^{2,3}

(1. College of Plant Protection, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China; 2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences/State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Beijing 100193, China; 3. Center for Biosafety, Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Sanya 572024, Hainan, China; 4. National Nanfan Research Institute (Sanya), Chinese Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572024, Hainan, China)

Abstract: Bacterial fruit blotch (BFB) is a seed-borne disease harmful to the production of watermelon and melon, with seed disinfection being the primary control measure. To evaluate the effects of different storage durations after treatment with Bactericide No. 1 on the germination of watermelon and melon seeds, this study used the petri dish method to measure the germination rate and shoot length of watermelon seed IVF-01, melon seeds IVF88 and IVF-NLL treated with the Bactericide for different storage times. The results showed that the treatment with Bactericide No. 1 had no significant negative effect on the germination rate and overall bud length of IVF-1, IVF88, and IVF-NLL seeds stored for different times. Except for a few specific storage time points (such as a decrease in bud length after 1, 7, 90 days of storage for IVF-01, inhibition of bud length after 1 day of storage for IVF-NLL, and a decrease in germination rate after 1 day of stor-

收稿日期: 2025-03-04; 修回日期: 2025-03-21

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFD1401200); 海南省科技专项(ZDYF2023XDNY084); 新疆维吾尔自治区重大科技专项(2024A02007, 2023A02009); 新疆生产建设兵团科技攻关项目(2022AB015); 中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP); 国家西瓜甜瓜产业技术体系(CARS-25)

作者简介: 王梦茜, 女, 在读硕士研究生, 研究方向为植物生理与分子病理。E-mail: mengxi001212@163.com

通信作者: 王 燕, 女, 副教授, 研究方向为作物病害绿色防控。E-mail: yan314319@163.com

赵廷昌, 男, 研究员, 研究方向为作物细菌病害。E-mail: zhaotgcg@163.com

age for IVF-01), the treatment effect was comparable to that of the water control. It was worth noting that a multiple storage time points (such as the germination rate of IVF-01 stored for 7, 90 days, the germination rate of IVF88/IVF-NLL stored for 90 days, the bud length of IVF-01 stored for 15, 30 days, and the bud length of IVF-NLL stored for 30, 180 days), different degrees of improvement in germination or growth indicators were observed compared to the control. Therefore, Bactericide No. 1 has a low potential risk to seed vitality and may even have a positive effect in preventing and treating bacterial fruit spot disease, providing scientific support for its safe application.

Key words: Bactericide No. 1; Watermelon and melon seeds; Germination rate; Bud length

瓜类细菌性果斑病(bacterial fruit blotch, BFB)是一种危害西瓜、甜瓜等多种葫芦科作物的种传细菌性病害。目前,BFB在我国新疆、海南、内蒙古、辽宁、吉林等10余个省份均有发生,造成了严重的经济损失,仅海南每年的损失就达5亿元^[1]。BFB具有发病快、防治难、毁灭性强的特点,在适宜的发病条件下可导致全田毁种或颗粒无收,给瓜类产业造成极大经济损失,严重影响了我国西瓜和甜瓜的产量和品质,阻碍了我国瓜果产业的健康发展^[2]。

瓜类细菌性果斑病的病原菌是西瓜噬酸菌(*Acidovorax citrulli*),属于革兰氏阴性菌^[3]。种子带菌是BFB的主要初始侵染源,附着在种子或土壤病残体上越冬的病原菌第二年再次引起侵染,进而形成恶性循环^[4]。此外,受BFB污染的葫芦科砧木种子也是引起BFB传播的重要传染源^[5]。目前,针对BFB的防治方法主要有检疫检测、种子处理、化学防治和生物防治,其中用杀菌剂1号处理种子,对BFB有很好的防治效果^[6]。化学药剂处理也是防治种子带菌的主要措施之一,通常在播种前用40%甲醛、盐酸、双氧水、过氧乙酸、酸性电解水浸泡西瓜种子达到杀菌目的^[7-8],虽然操作方法简便、成本低,但由于药剂本身有毒性,杀菌效果强的药剂可能会抑制种子萌发。唐思琪等^[9]的研究表明,25%寡糖·乙蒜素ME的供试浓度越高时,种子发芽率就越低,且在最高浓度时种子不发芽,适宜浓度的80%乙蒜素EC和3%噻霉酮WP处理种子后,能够提高种子的发芽率。宫嘉悦等^[10]研究表明,杀菌剂1号200倍液处理种子12h对瓜类细菌性果斑病的防治效果较好,且能够促进种子萌发。

前人研究结果均表明,杀菌剂1号对瓜类细菌性果斑病有较好的防治效果,但他们是从不同浓度或者不同浸种时间去评估杀菌剂1号对瓜类细菌性果斑病的防治效果及对种子发芽的影响,然而瓜农们对种子需求量较大,为了满足瓜农们的需求,种子公司需要贮存充足的消毒种子。董春玲等^[11]的研究表明,与对照相比,使用 $0.5 \times 10^4 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 杀菌剂1号处理种子2h,发芽势增高,防治效果显

著高于其他处理。笔者采用室内皿测定法,评估杀菌剂1号处理西瓜种子IVF-01、甜瓜种子IVF88、甜瓜种子IVF-NLL后存放不同时间对种子萌发和芽长的影响,为杀菌剂1号防治瓜类细菌性果斑病的市场化应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2024年3—12月在中国农业科学院植物保护研究所植物病虫害综合治理全国重点实验室进行,杀菌剂1号由中国农业科学院植物保护研究所提供;西瓜种子IVF-01、甜瓜种子IVF88(小粒)、甜瓜种子IVF-NLL(大粒)由中国农业科学院蔬菜花卉研究所提供。

1.2 方法

1.2.1 药剂配制 按照1mL杀菌剂1号药剂加入199mL清水的比例,将杀菌剂1号稀释200倍,备用。

1.2.2 种子处理 将西瓜、甜瓜种子平均分为2份,其中1份用杀菌剂1号200倍稀释液浸泡1h。浸泡时充分搅拌种子,使种子与药液充分接触,同时在浸泡时每间隔10min搅拌1次,浸泡完毕后,用流动的清水冲洗30min,置于灭菌报纸上,在室内自然晾干,备用。另一份用清水做相同处理,作为对照。

1.2.3 种子发芽率测定 将1.2.1处理后的西瓜种子置于室温下贮存,分别在1、7、15、30、90、180d时取样,每个处理分别取150粒西瓜、甜瓜种子,用无菌水充分浸泡6~8h后,均匀放置于若干个铺有浸湿滤纸片的90mm培养皿中,并在种子上覆盖一层湿润的滤纸,盖上皿盖并用塑料保鲜膜包裹保湿,于28℃培养箱培养3~5d,培养结束后拍照、记录各处理西瓜发芽的种子个数,计算萌发率,每个处理3次重复。分析后发现,杀菌剂1号对西瓜种子萌发无明显影响,为准确、高效评估杀菌剂1号的长效性,依据西瓜种子的试验结果,设置甜瓜种子取样时间为1、30、90、180d,试验方法同西瓜种子。

萌发率/%=(萌芽的种子/总种子数) $\times 100$;

抑制率/%=(对照组萌发率-处理组萌发率)/对

照组萌发率×100。

1.2.4 种子芽长测定 在记录种子发芽个数的同时,测量每粒种子的芽长,计算平均芽长。

平均芽长=发芽种子芽长之和/总种子数;

抑制率/%=(对照组平均芽长-处理组平均芽长)/对照组平均芽长×100。

1.2.5 数据分析 使用 Excel 2019 进行 ANOVA 方差分析。

2 结果与分析

2.1 对西瓜种子 IVF-01 发芽的影响

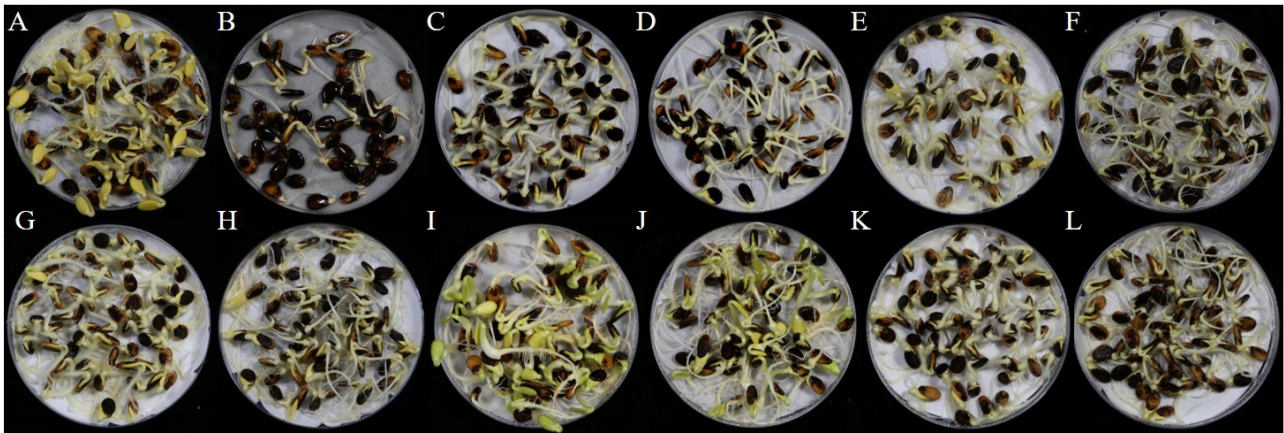
试验结果(表 1,图 1)表明,使用杀菌剂 1 号处

理后,存放不同时间对西瓜种子 IVF-01 的萌发率和芽长有不同程度的影响,尤其是对芽长的影响更为明显。从萌发率来看,用杀菌剂 1 号处理后存放 1 d,对西瓜种子萌发的抑制率最高,为 14.38%,萌发率显著低于清水处理,对种子的萌发率影响最大;用杀菌剂 1 号处理后存放 7、15、30、90、180 d,对种子萌发没有显著影响,其中存放 7 和 90 d 的萌发率与清水相比分别提高了 0.81%和 0.41%,表明其促进了种子的萌发。从芽长来看,用杀菌剂 1 号处理后存放 1、7、90 d,芽长与清水相比显著缩小,其中在处理后存放 1 d 的芽长抑制率为 74.00%,显著抑制了芽长;用杀菌剂 1 号处理后存放 15、30、

表 1 杀菌剂 1 号处理后存放不同时间对西瓜种子 IVF-01 发芽的影响
Table 1 Effects of different storage durations after bactericide No. 1 treatment on the germination of watermelon seeds IVF-01

时间 Time/d	萌发率 Germination rate/%		抑制率 Inhibition rate/%	芽长 Bud length/cm		抑制率 Inhibition rate/%
	清水	杀菌剂 1 号		清水	杀菌剂 1 号	
	Water (CK)	Bactericide No. 1		Water (CK)	Bactericide No. 1	
1	96.00±0.57 a	82.20±2.40 b	14.38	3.00±0.38 a	0.78±0.21 b	74.00
7	98.60±0.57 a	99.40±0.05 a	-0.81	4.27±0.24 a	2.73±0.18 b	36.07
15	100.00±0.00 a	99.60±0.34 a	0.40	5.79±0.29 a	5.87±0.59 a	-1.38
30	99.60±0.36 a	99.80±0.34 a	0.20	5.67±0.19 a	6.03±0.24 a	-6.35
90	98.20±0.12 a	98.60±0.41 a	-0.41	5.40±0.81 a	3.46±0.62 b	35.93
180	99.60±0.03 a	98.60±0.57 a	1.00	4.67±0.30 a	3.79±0.76 a	18.84

注:同行数字后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different lowercase letters after the same raw indicate significant differences between treatments at 0.05 level. The same below.



注:A.1 d-CK;B.1 d-杀菌剂 1 号处理;C.7 d-CK;D.7 d-杀菌剂 1 号处理;E.15 d-CK;F.15 d-杀菌剂 1 号处理;G.30 d-CK;H.30 d-杀菌剂 1 号处理;I.90 d-CK;J.90 d-杀菌剂 1 号处理;K.180 d-CK;L.180 d-杀菌剂 1 号处理。
Note: A. 1 d-CK; B. 1 d-Bactericide No. 1 treatment; C. 7 d-CK; D. 7 d-Bactericide No. 1 treatment; E. 15 d-CK; F. 15 d-Bactericide No. 1 treatment; G. 30 d-CK; H. 30 d-Bactericide No. 1 treatment; I. 90 d-CK; J. 90 d-Bactericide No. 1 treatment; K. 180 d-CK; L. 180 d-Bactericide No. 1 treatment.

图 1 杀菌剂 1 号处理西瓜种子 IVF-01 后存放不同时间的萌发情况
Fig. 1 Germination of watermelon seeds IVF-01 treated with bactericide No. 1 at different storage durations

180 d,对种子萌发没有显著影响,其中在处理后存放 15 和 30 d 的芽长与清水相比增加了 1.38%和 6.35%,促进了种子芽的生长。

2.2 对甜瓜种子 IVF88 发芽的影响

试验结果(表 2,图 2)表明,在使用杀菌剂 1 号处理后,存放不同时间对甜瓜种子 IVF88 的萌发率和芽长有不同程度的影响。从萌发率来看,用杀菌剂 1 号处理后存放 90 d,萌发率提高了 7.67%,显著高于清水处理,促进了种子萌发;用杀菌剂 1 号处理后存放 1、30、180 d,对甜瓜种子 IVF88 萌发没有显著影响,其中在处理后存放 1 d 的萌发率与清水相比增加了 1.04%。从芽长来看,用杀菌剂 1 号处

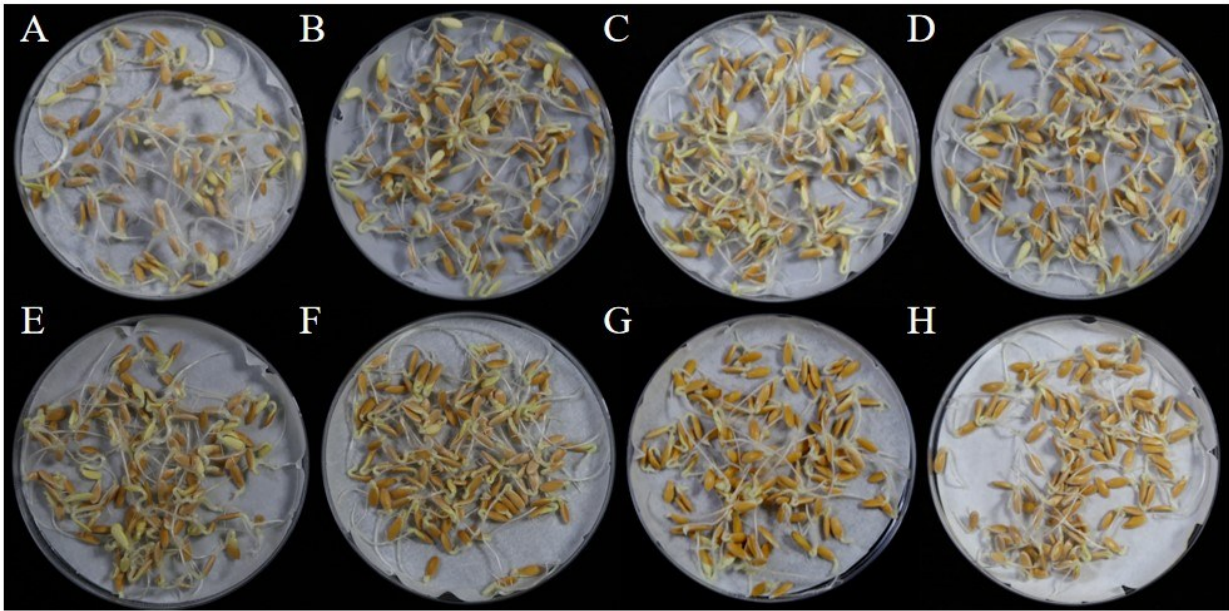
理后存放 1、30、90、180 d,均对甜瓜种子 IVF88 芽长没有显著影响。

2.3 对甜瓜种子 IVF-NLL 发芽的影响

在使用杀菌剂 1 号处理后,存放不同时间对甜瓜种子 IVF-NLL 的萌发率和芽长有不同程度的影响。由表 3 和图 3 可知,从萌发率来看,用杀菌剂 1 号处理后存放 90 d,萌发率提高了 1.44%,显著高于清水处理,促进了甜瓜种子 IVF-NLL 的萌发;用杀菌剂 1 号处理后存放 1、30、180 d,对甜瓜种子 IVF-NLL 的萌发无显著影响,其中在处理后存放 180 d 的萌发率与清水相比增加了 0.82%。从芽长来看,用杀菌剂 1 号处理后存放 1 d,芽长抑制率为

表 2 杀菌剂 1 号处理后存放不同时间对甜瓜种子 IVF88 萌芽的影响
Table 2 Effects of different storage durations after bactericide No. 1 treatment on the germination of melon seeds IVF88

时间 Time/d	萌发率 Germination rate/%		抑制率 Inhibition rate/%	芽长 Bud length/cm		抑制率 Inhibition rate/%
	清水	杀菌剂 1 号		清水	杀菌剂 1 号	
	Water (CK)	Bactericide No. 1		Water (CK)	Bactericide No. 1	
1	96.00±0.74 a	97.00±0.28 a	-1.04	2.50±0.48 a	2.20±0.73 a	12.00
30	96.00±0.76 a	92.60±2.87 a	3.54	2.30±0.37 a	1.90±0.30 a	17.39
90	88.60±2.13 b	95.40±0.98 a	-7.67	1.90±0.42 a	1.36±0.77 a	28.42
180	93.00±1.20 a	89.60±1.85 a	3.66	1.55±0.44 a	1.12±0.73 a	27.74



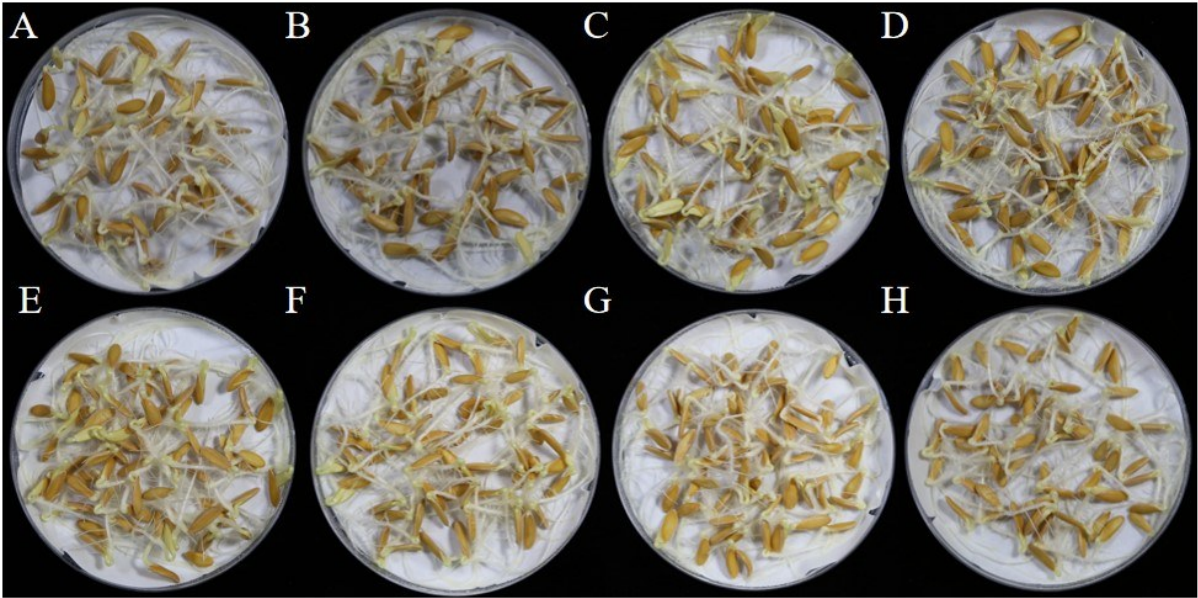
注:A. 1 d-CK;B. 1 d-杀菌剂 1 号处理;C. 30 d-CK;D. 30 d-杀菌剂 1 号处理;E. 90 d-CK;F. 90 d-杀菌剂 1 号处理;G. 180 d-CK;H.180 d-杀菌剂 1 号处理。

Note: A. 1 d-CK; B. 1 d-Bactericide No. 1 treatment; C. 30 d-CK; D. 30 d-Bactericide No. 1 treatment; E. 90 d-CK; F. 90 d-Bactericide No. 1 treatment; G. 180 d-CK; H. 180 d-Bactericide No. 1 treatment.

图 2 杀菌剂 1 号处理甜瓜种子 IVF88 后存放不同时间的萌发情况
Fig. 2 Germination of melon seeds IVF88 treated with bactericide No. 1 at different storage durations

表 3 杀菌剂 1 号处理后存放不同时间对甜瓜种子 IVF-NLL 萌芽的影响
Table 3 Effects of different storage durations after bactericide No.1 treatment on the germination of melon seeds IVF-NLL

时间 Time/d	萌发率 Germination rate/%		抑制率 Inhibition rate/%	芽长 Bud length/cm		抑制率 Inhibition rate/%
	清水	杀菌剂 1 号		清水	杀菌剂 1 号	
	Water (CK)	Bactericide No. 1		Water (CK)	Bactericide No. 1	
1	98.80±1.84 a	98.00±0.66 a	0.81	6.02±0.05 a	5.77±0.13 b	4.15
30	99.40±0.71 a	98.80±0.60 a	0.60	5.53±0.09 a	5.73±0.12 a	-3.62
90	97.00±0.47 b	98.40±0.66 a	-1.44	5.33±0.17 a	5.32±0.15 a	0.19
180	97.00±1.73 a	97.80±0.31 a	-0.82	4.50±0.22 a	4.72±0.08 a	-4.89



注：A. 1 d-CK; B. 1 d-杀菌剂 1 号处理; C. 30 d-CK; D. 30 d-杀菌剂 1 号处理; E. 90 d-CK; F. 90 d-杀菌剂 1 号处理; G. 180 d-CK; H. 180 d-杀菌剂 1 号处理。
Note: A. 1 d-CK; B. 1 d-Bactericide No. 1 treatment; C. 30 d-CK; D. 30 d-Bactericide No. 1 treatment; E. 90 d-CK; F. 90 d-Bactericide No. 1 treatment; G. 180 d-CK; H. 180 d-Bactericide No. 1 treatment.

图 3 杀菌剂 1 号处理甜瓜种子 IVF-NLL 后室温存放不同时间的萌发情况
Fig. 3 Germination of melon seeds IVF-NLL treated with bactericide No. 1 at different storage durations

4.15%，显著抑制了芽的生长；用杀菌剂 1 号处理后存放 30、90、180 d，对甜瓜种子 IVF-NLL 的芽长无显著影响，其中在处理存放 30 和 180 d 时，与清水相比芽长分别增加了 3.62%和 4.89%，促进了芽的生长。

3 讨论与结论

在生产实践中，为了有效防治瓜类细菌性果斑病，主要采用的种子处理方法有物理和化学防治。其中，物理防治是对种子进行适宜温度及时间的干热处理（如 60℃处理甜瓜种子 6、8 d 及 60℃处理西瓜种子 12 d）或温汤浸种，可显著抑制带菌种子和幼苗的发病率^[12-14]，缩短发酵时间也能减少病菌

增殖感染种子，从而能降低果斑病的发生率。化学防治主要是使用盐酸、过氧乙酸等药剂，特别是杀菌剂 1 号处理种子，对 BFB 均有很好的防治效果^[6,15-17]。

林涛等^[18]研究表明，使用杀菌剂 1 号 200 倍液和 0.3%四霉素 250 倍液处理后的甜瓜种子发芽率均在 90%以上，带菌种子经杀菌剂 1 号 200 倍液处理后，平均根长与清水对照相比无显著差异。在本研究中，与对照相比，经过杀菌剂 1 号处理后的西瓜种子 IVF-01、甜瓜种子 IVF88 和 IVF-NLL 存放不同时间，除个别处理萌发率在 80%以上外，其他多数用杀菌剂 1 号处理后的西瓜种子 IVF-01、甜瓜种子 IVF88 和 IVF-NLL 的萌发率均在 90%以上，

且与清水处理相比,在杀菌剂1号处理后存放90 d的西瓜种子 IVF-01 和存放90、180 d的甜瓜种子 IVF-NLL 促进了种子的萌发,这与前人的研究结果相似。而唐思琪等^[9]采用平板抑菌圈法从25种杀菌剂中筛选出8种对西瓜噬酸菌抑菌效果好的药剂,其中5000 mg·L⁻¹杀菌剂1号 AS 平均抑菌圈直径最大,但进行种子处理时,杀菌剂1号 AS 虽有杀菌作用,但浓度过高会影响种子萌发。本研究用杀菌剂处理西瓜种子 IVF-01 后存放1 d,种子的萌发抑制率为14.38%,萌发率显著低于清水处理,种子的芽长抑制率为74.00%,显著抑制了芽的生长,出现这样的情况推测可能是流水冲洗不充分,种子表面的杀菌剂1号有残留或者是种子萌发的环境湿度太大。另外,药剂的浸种时间也会影响种子的萌发,不同药剂的最适浸种时间不同,浸种时间不足可能导致种子表面无法彻底消毒^[19],种子吸水不足也导致发芽率偏低^[20]。

综上所述,防治瓜类细菌性果斑病可使用杀菌剂1号200倍稀释液处理种子^[15],且供试的3种种子 IVF-01、IVF88 和 IVF-NLL 经杀菌剂1号处理后存放不同时间均对萌发率和芽长影响不明显,甚至能促进种子萌发和生长,少数有影响可能是杀菌剂1号未冲洗干净或者萌芽时湿度大。所以,在杀菌剂1号处理种子时,需用大量流动的水冲洗并控制好萌芽湿度,以免影响种子萌发及生长。种子公司可以在西甜瓜收获时就将种子用杀菌剂1号处理好并室温存放,不仅能够避免瓜类细菌性果斑的发生,也不会影响种子的萌发及生长,从而能更好地满足瓜农们的使用需求。

参考文献

- [1] 季苇芹,叶云峰,张爱萍,等.我国瓜类细菌性果斑病研究新进展[J].中国瓜菜,2022,35(9):1-8.
- [2] 许勇,张兴平,宫国义,等.细菌性果腐病与瓜类作物健康种子生产及检测技术(上)[J].中国西瓜甜瓜,2003,16(6):40-41.
- [3] SCHAAD N W, POSTNIKOVA E, SECHLER A, et al. Reclassification of subspecies of *Acidovorax avenae* as *A. avenae* (Manns 1905) emend., *A. cattleyae* (Pavarino, 1911) comb. nov., *A. citrulli* Schaad et al., 1978) comb. nov., and proposal of *A. oryzae* sp. nov.[J]. Systematic and Applied Microbiology, 2008, 31(6/8):434-446.
- [4] 张兴平, RHODES B B. 一种毁灭性的西瓜新病害——细菌性果实腐斑病[J].中国西瓜甜瓜,1990,3(2):45.
- [5] 罗雪.瓜类果斑病菌经种传播机制及葫芦科种子带菌检测[D].南京:南京农业大学,2020.
- [6] 王朋成,张建,田红梅,等.杀菌剂1号防控西瓜和甜瓜果斑病试验[J].现代农业科技,2020(4):91-92.
- [7] 李艳嫦,孔静月,吴九玲,等.西瓜细菌性果斑病菌在不同场所存活期的检测[J].华中农业大学学报,2012,31(3):332-336.
- [8] 栗寒,吴翠萍,李彬,等.免疫检测试纸条法检测西瓜子中的瓜类果斑病菌[J].植物检疫,2009,23(1):12-13.
- [9] 唐思琪,孙小武,何长征,等.25种药剂处理对西瓜种传细菌性果斑病菌的抑制效果[J].中国瓜菜,2021,34(11):17-23.
- [10] 宫嘉悦,林培炯,刘朋飞,等.13种药剂种子处理对瓜类细菌性果斑病的防治效果[J].植物保护,2024,50(4):337-346.
- [11] 董春玲,杨玉文,孙柏欣,等.药剂处理对三倍体西瓜种子发芽势的影响及对果斑病的防治效果[J].植物保护,2015,41(1):178-184.
- [12] 张永平,张文献,许爽,等.干热处理对甜瓜种子活力和细菌性果斑病抑制能力的影响[J].西北植物学报,2017,37(7):1364-1371.
- [13] 万秀琴,王惠林.干热处理甜瓜、籽瓜细菌性果斑病种子对幼苗发病的影响[J].蔬菜,2017(4):28-32.
- [14] GUAN X Y, LIN B Y, XU Y M, et al. Thermal inactivation kinetics for *Acidovorax citrulli* on watermelon seeds as influenced by seed component, temperature, and water activity[J]. Biosystems Engineering, 2021, 210:223-234.
- [15] 赵廷昌,杨玉文,关巍,等.甜瓜细菌性果斑病科学防控技术[J].农化市场十日讯,2019(11):43-44.
- [16] 刘宝玉,孙福庆,杨玉文,等.化学药剂防控厚皮甜瓜细菌性果斑病的研究与应用[J].中国瓜菜,2020,33(9):74-78.
- [17] 郭陈会.新疆籽瓜细菌性果斑病发生及综合防治[J].农业科技通讯,2017(5):263-264.
- [18] 林涛,马国斌,姜守阳,等.防治甜瓜细菌性果斑病种传病原菌的杀菌剂筛选[J].上海农业学报,2023,39(3):55-60.
- [19] 张永生,秦旭,李国栋.不同催芽处理对‘红灵’西瓜种子发芽的影响[J].中国果菜,2022,42(3):67-71.
- [20] 贾东坡,冯林剑.植物与植物生理[M].重庆:重庆大学出版社,2015.