

张 燕,丁孟豆,任毛飞. FeSO_4 对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(19):130-135.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.19.020

FeSO_4 对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响

张 燕¹, 丁孟豆¹, 任毛飞²

(1. 信阳农林学院园艺学院,河南信阳 464000; 2. 湖南农业大学农学院,湖南长沙 410128)

摘要:为研究 FeSO_4 对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响,采用培养皿发芽试验,以豫艺绿如意黄瓜种子作为试验材料,采用完全随机试验,分别用 0(CK)、10、50、100、200、400 mg/L FeSO_4 溶液处理黄瓜种子,测量相关试验数据。通过计算黄瓜种子的发芽率、发芽指数、活力指数、简化活力指数来分析黄瓜种子的发芽情况,测量幼苗根长、幼苗鲜质量、幼苗干质量,计算根冠比等形态指标来分析幼苗生长状况。结果表明:随着 FeSO_4 溶液浓度的增加,各项指标均呈先升高再下降趋势,当 FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,黄瓜萌发及幼苗相关指标最大,黄瓜种子发芽率为 95.50%,与对照相比增加 10.19%,发芽指数为 4.58,与对照相比提高 12.25%,根冠比为 0.210 6,与对照相比提高 25.73%。当 FeSO_4 溶液浓度超过 100 mg/L 时,对黄瓜种子萌发及幼苗生长开始产生抑制作用,随 FeSO_4 溶液浓度增加,抑制作用逐渐加大,当浓度达到 400 mg/L 时,抑制作用显著。

关键词: FeSO_4 ; 黄瓜; 种子; 萌发; 幼苗; 形态指标; 生长

中图分类号: S642.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)19-0130-05

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)是葫芦科 1 年生蔓生或攀援草本植物,是世界上广泛栽培的蔬菜之一,同时也是深受我国大众喜爱的蔬菜之一。黄瓜风味独特,质地鲜嫩,食用方法多种多样,既可以作为蔬菜也可以作为水果。黄瓜营养价值丰富,含有维生素 B 族元素,对改善大脑和神经系统功能有利,能安神定志,辅助治疗失眠症;黄瓜中含有的葫芦素 C 具有提高人体免疫功能、抗肿瘤的作用,还可治疗慢性肝炎;黄瓜中所含的丙氨酸、精氨酸和谷氨酰胺对肝脏病人,特别是对乙醇肝硬化患者有一定的辅助治疗作用,可预防乙醇中毒^[1]。随着生活水平的提高,人们对黄瓜的需求增加,因此研究金属离子对黄瓜种子萌发及生长状况的影响具有重要意义。

重金属胁迫是世界上普遍存在的一种非生物胁迫,是限制植物生长发育的主要环境因素之一,重金属胁迫对植物种子萌发和幼苗生长有不同的影响^[2]。王桢楠等的研究表明,在铅离子处理下鸡爪大黄瓜种子的发芽率、发芽势、活力指数与对照相比有下降趋势^[3]。赵玉红等的研究表明,低浓度镉离子可以打破柠条种子休眠,高浓度时则表现为明显的抑制作用,即镉离子浓度在 25 mg/L 时,对柠条种子萌发有促进作用,发芽率达到最大值(73.3%),随着镉离子浓度升高,种子萌发逐渐受到抑制,在镉离子浓度为 200 mg/L 时发芽势最低(53.7%)^[4]。

铁是植物生长发育所必需的微量营养元素,对光合与呼吸过程中的电子传递、细胞壁代谢以及氧化损伤保护等生理过程至关重要。植物缺铁会影响植物的生理活性、养分吸收等生理生化过程^[5]。因此,施加外源铁肥,提高土壤铁的有效性对于治理和改善植物缺铁症有重大意义^[6]。然而高浓度 Fe 对植物具有毒害作用,会引起植物形态、生理和生化特征改变,产生氧化胁迫甚至抑制植物幼苗早期生长^[7]。

现有研究表明,不同微量元素对种子的萌发起着不同的调节作用。俞明惠等的研究表明,铜处理对波斯菊种子萌发情况的影响表现为低浓度促进、高浓度抑制现象,结果表明,当铜离子浓度在 0 ~

收稿日期:2021-11-12

基金项目:国家自然科学基金(编号:32002083);河南省新农科研究与改革实践项目(编号:2020JGLX147);信阳农林学院本科专业校级教学团队项目(编号:JXTD201905);河南省信阳市大别山区野生园艺植物种质资源开发利用重点实验室建设项目(编号:201902);信阳农林学院园艺植物生物学实验教学示范中心建设项目(编号:202101)。

作者简介:张 燕(1979—),女,山西潞城人,硕士,副教授,从事园艺植物组织培养与无土栽培研究。E-mail:tanya_2001@126.com。

通信作者:任毛飞,博士,讲师,从事设施农业环境调控与作物高效栽培研究。E-mail:renmaofei2015@163.com。

50 mg/L 时,对波斯菊种子的发芽率有促进作用;当铜离子浓度为 200 mg/L 时,对种子萌发状况抑制作用最严重^[8]。王浩等的研究表明,铜对黄瓜种子的萌发有明显的抑制作用,对发芽势的抑制作用大于对发芽率的抑制^[9]。陈雅玲等研究了水铁矿对小麦和水稻种子萌发的影响,结果表明,在 200 mg/L FeSO_4 处理下,水稻种子萌发状况受到严重抑制,发芽率、发芽指数和活力指数相比于对照分别降低 12.66%、62.5% 和 4.96%^[10]。牛晓雪等在 FeSO_4 引发提高秦艽种子萌发的生理机制的研究中发现, FeSO_4 会调控种子萌发过程中激素的变化及物质代谢,从而影响种子萌发^[11]。

此外,还有许多微量元素或者重金属对种子萌发及幼苗生长的相关研究^[12-13]。但是,目前未有铁影响黄瓜种子的相关研究。因此,本试验旨在探究 FeSO_4 对黄瓜种子的萌发及幼苗生长的影响,研究不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响,以期获得铁影响黄瓜种子萌发的生理特性,为黄瓜高产、优质高效栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为豫艺绿如意,购自河南豫艺种业科技发展有限公司;硫酸亚铁(分析纯,天津市化工三厂有限公司)。试验仪器主要有分析天平(上海恒平天平科学仪器有限公司)、恒温箱(北京福意电器有限公司)等。

1.2 试验时间与地点

试验于 2020 年 11 月 15 日至 12 月 30 日在信阳农林学院园艺学院园艺技术实验室进行。

1.3 试验方法

试验设置 6 个处理,采用完全随机试验设计,具体处理如下:对照 CK,蒸馏水;处理 A,10 mg/L FeSO_4 溶液;处理 B,50 mg/L FeSO_4 溶液;处理 C,100 mg/L FeSO_4 溶液;处理 D,200 mg/L FeSO_4 溶液;处理 E,400 mg/L FeSO_4 溶液。以蒸馏水作对照,每个处理设置 3 个重复,每个重复 80 粒黄瓜种子,共计 1 440 粒。种子发芽期间置于 25 ℃ 恒温箱中培养,待 4 个处理的种子露白数量大于 80% 后,再将种子放置在光周期为 12 h/12 h、温度为 25 ℃/15 ℃ 的培养箱中培养。种子具体处理方法同参考文献^[14]。

1.4 各项指标测定

发芽期间,每隔 12 h 观察并且记录黄瓜种子萌

发的情况。在光暗培养下生长 10 d 后,每个处理取 25 株,测量植株鲜质量、干质量、根鲜质量、根干质量、根长(最长根)、根体积。根据种子萌发情况,计算发芽率、发芽指数、活力指数、简化活力指数等项目。相关发芽指标的测定同参考文献^[15]计算。根冠比计算公式同参考文献^[16]计算。主要计算公式有:

发芽率(GR) = 发芽试验期间全部正常发芽数/供试种子数 $\times 100\%$ 。

发芽指数(GI) = $\sum G_t/D_t$ 。

式中: G_t 为在 t 时间内发芽数; D_t 为相应的发芽天数。

活力指数(VI) = $\sum G_t/D_t \times S$ 。

式中: S 为单株幼苗干质量。

简化活力指数 = $G \times S$ 。

式中: G 为发芽率, S 为幼苗根长。

1.5 数据分析

运用 Excel 2010 整理数据,用 SPSS 20.0 软件进行单因素方差分析,图或表中不同小写字母表示在 0.05 水平下差异显著($P < 0.05$)。

2 结果与分析

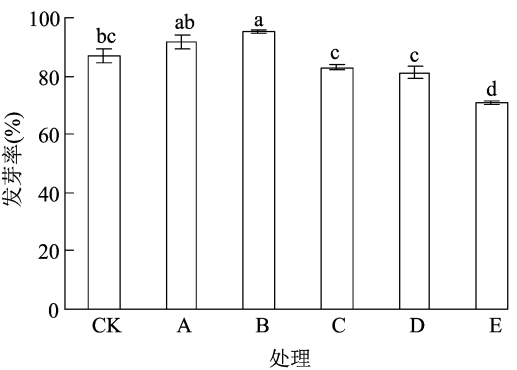
2.1 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子发芽率的影响

由图 1 可知,CK 的发芽率与处理 A、C、D 差异不显著,显著高于处理 E;处理 B 的发芽率与 CK 差异显著。处理 A、B 的发芽率显著高于处理 C、D、E,但处理 A、B 之间差异性未达到显著水平,处理 C、D 的发芽率显著高于处理 E,但处理 C 和处理 D 之间的差异不显著。

FeSO_4 溶液浓度为 10、50 mg/L 时,对黄瓜种子发芽表现出促进作用,发芽率分别为 91.67%、95.50%,相对于 CK 分别提高 5.77%、10.19%, FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时的促进效果更好。当 FeSO_4 溶液浓度大于 100 mg/L 时,随着浓度的增大,黄瓜种子的发芽率逐渐受到抑制,当 FeSO_4 溶液浓度达到 400 mg/L 时,黄瓜种子的发芽率仅为 70.83%,相比于 CK 降低 18.28%。

2.2 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子发芽指数的影响

由图 2 可知,CK 与处理 A、B、E 之间差异显著,CK 与处理 C、D 之间差异不显著。处理 A 和 B 的发芽指数显著高于处理 C、D、E,处理 C 和 D 的发芽指数显著高于处理 E,处理 A、B 之间、处理 C、D 之间差异不显著。



不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下图同
图1 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子发芽率的影响

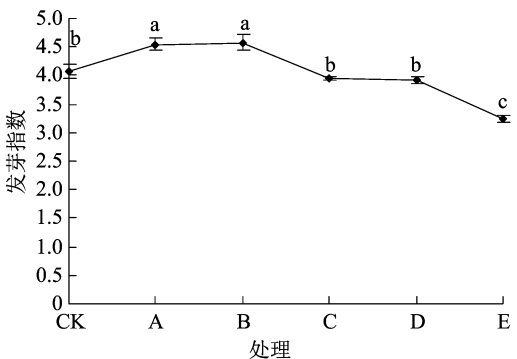


图2 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子发芽指数的影响

FeSO_4 溶液浓度在 50 mg/L 以内时,会提高黄瓜种子的发芽指数,发芽指数分别为 4.54、4.58,与 CK 相比,分别提高了 11.27%、12.25%,由此可知, FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,对提高黄瓜种子的发芽指数效果更好。随 FeSO_4 溶液浓度的增大,黄瓜种子的发芽指数逐渐受到抑制,在 FeSO_4 溶液浓度为 400 mg/L 时,发芽指数为 3.24,与 CK 相比降低 20.59%。

2.3 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子活力指数的影响

从表 1 可以看出,就活力指数而言,CK 与处理 A、B、E 差异显著,CK 与处理 C、D 之间差异不显著,处理 A 和 B 的活力指数显著高于处理 C、D、E,处理 C 和 D 显著高于处理 E。对于简化活力指数而言,CK 与处理 A、B、E 之间差异显著,CK 与处理 C、D 差异不显著,处理 A 和 B 显著高于处理 C、D、E,处理 C、D 与处理 E 有显著差异。

FeSO_4 溶液浓度为 10、50 mg/L 时,黄瓜种子的活力指数显著高于对照,其中 FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,活力指数、简化活力指数与 CK 相比分别提高 28.32%、25.90%。适当浓度 FeSO_4 溶液,可以促进种子萌发,当 FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,对黄瓜种子活力指数的提高有促进作用。随着

FeSO_4 溶液浓度的增大,黄瓜种子的活力指数逐渐受到抑制,在 FeSO_4 溶液浓度为 400 mg/L 时,活力指数、简化活力指数与 CK 相比分别降低 34.77%、35.57%。

表 1 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜种子活力指数的影响

处理	活力指数	简化活力指数
CK	0.074 5 ± 0.006 5b	5.075 2 ± 0.322 2b
A	0.092 6 ± 0.006 4a	5.862 7 ± 0.558 5a
B	0.095 6 ± 0.006 3a	6.389 7 ± 0.384 8a
C	0.066 9 ± 0.004 3b	4.620 1 ± 0.274 5b
D	0.062 2 ± 0.005 3b	4.461 6 ± 0.322 2b
E	0.048 6 ± 0.005 0c	3.270 0 ± 0.620 2c

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.4 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根系生长的影响

2.4.1 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根长的影响

从图 3 可知,CK 的根长与处理 A、C、D 均无显著差异,与处理 B、E 差异达到显著水平,处理 A 与处理 B、C 之间差异不显著,处理 B 的根长显著高于处理 C、D、E,处理 E 与处理 C、D 之间差异显著,处理 C 和 D 之间差异不显著。 FeSO_4 溶液浓度在 50 mg/L 以内时,会提高黄瓜幼苗的根长,根长分别为 6.367、6.667 cm,与 CK 相比分别提高 11.06%、16.29%,由此可知, FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,对黄瓜幼苗的根长促进效果更好。随 FeSO_4 溶液浓度的增大,黄瓜幼苗的根长逐渐受到抑制,在 FeSO_4 溶液浓度为 400 mg/L 时,根长为 4.633 cm,与 CK 相比降低 19.19%。

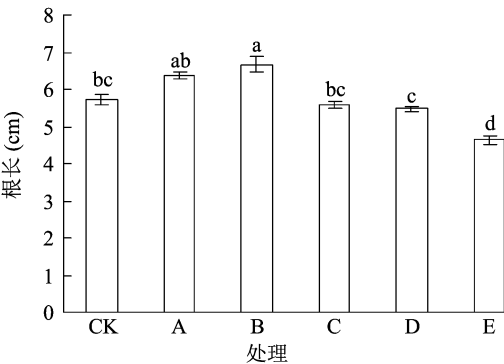


图3 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根长的影响

2.4.2 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根体积的影响

从图 4 可知,CK 的根体积与处理 A、C、D 差异均不显著,处理 B、E 与 CK 差异显著,处理 A、B 显著高于处理 C、D、E,但处理 A 与 B 之间差异不显著,处理 C、D 显著高于处理 E,但处理 C 和 D 之间差异不显著。 FeSO_4 溶液浓度在 50 mg/L 以内时,会提

高黄瓜幼苗的根体积,根体积分别为 0.071 3、0.093 0 cm^3 ,与 CK 相比,分别提高 0.85%、31.54%,由此可知, FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,对提高黄瓜幼苗的根体积效果更好。随着 FeSO_4 溶液浓度的增大,黄瓜幼苗的根体积逐渐受到抑制,在 FeSO_4 溶液浓度为 400 mg/L 时,根体积为 0.046 4 cm^3 ,与 CK 相比,降低 34.37%。

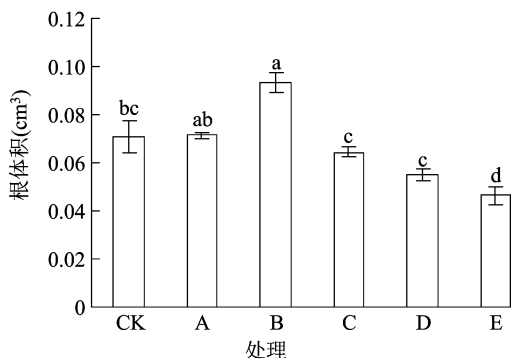


图4 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根体积的影响

2.4.3 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根鲜质量的影响 从图 5 可知,CK 的根鲜质量与处理 B、D、E 差异显著,与处理 A、C 之间差异不显著,处理 A 与 C 差异不显著,处理 B 显著高于处理 A、C、D、E,处理 E 与 C 之间差异显著,处理 E 与 D 之间差异不显著。 FeSO_4 溶液浓度在 50 mg/L 以内时,会提高黄瓜幼苗的根鲜质量,根鲜质量分别为 0.303、0.328 g,与 CK 相比,分别提高 5.94%、14.69%,由此可知, FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,对提高黄瓜幼苗的根鲜质量效果更好。随着 FeSO_4 溶液浓度的增大,黄瓜幼苗的根鲜质量逐渐受到抑制,在 FeSO_4 溶液浓度为 400 mg/L 时,根鲜质量为 0.223 g,与 CK 相比,降低了 22.03%。

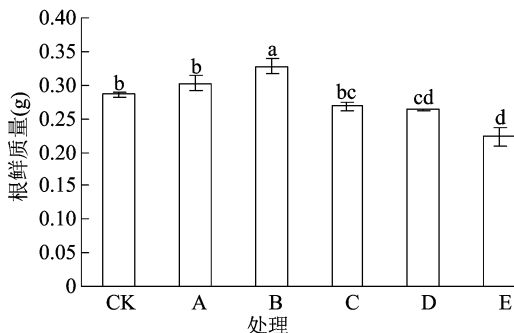


图5 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗根鲜质量的影响

2.5 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗植株干鲜质量的影响

由图 6 可知,CK 的幼苗鲜质量显著高于处理 D、E 的幼苗鲜质量,与处理 A、C 差异不显著,处理

A 与处理 B、C、D、E 差异显著,处理 B 显著高于其他处理,处理 C 与处理 D、E 之间差异显著。CK 的幼苗干质量与处理 A、B、E 差异显著,与处理 C、D 差异不显著,处理 A、B 之间差异不显著,但显著高于 CK、处理 C、D、E。 FeSO_4 溶液浓度在 50 mg/L 以内时,对黄瓜幼苗的植株干鲜质量增加有促进作用,幼苗鲜质量相对于 CK 分别提高 5.67%、24.71%,幼苗干质量相对于 CK 分别提高 12.09%、14.84%。随着 FeSO_4 溶液浓度的增大,植株的物质积累逐渐受到抑制,当浓度达到 400 mg/L 时的抑制作用最严重,幼苗鲜质量与 CK 相比下降 26.74%,幼苗干质量与 CK 相比下降 17.58%。

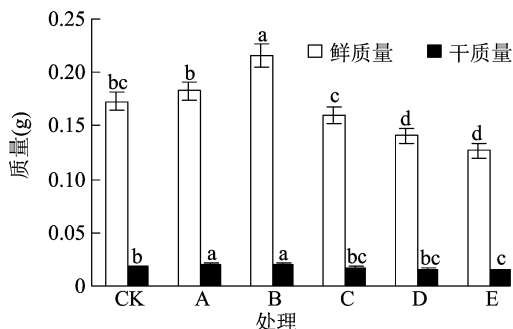


图6 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗植株干鲜质量的影响

2.6 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗植株根冠比的影响

从图 7 可知,CK 的根冠比与处理 B、E 差异显著,与处理 A、C、D 之间差异不显著,处理 B 显著高于处理 E,处理 A 和 B 之间、处理 C 与 D 之间差异不显著。

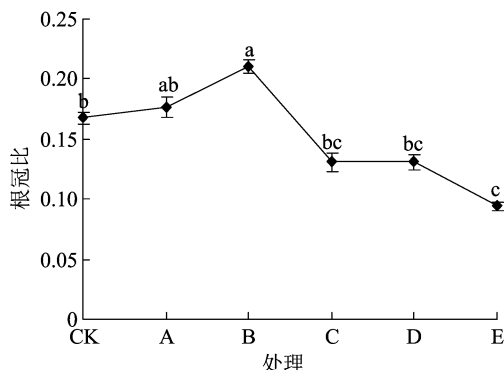


图7 不同浓度 FeSO_4 对黄瓜幼苗植株根冠比的影响

随着 FeSO_4 溶液浓度的增加,黄瓜幼苗的根冠比呈现先增加后下降的趋势,在 FeSO_4 浓度为 50 mg/L 时达到最大值(0.210 6),与 CK 相比提高 25.73%。随着 FeSO_4 溶液浓度的增大,根冠比逐渐降低,在 400 mg/L 时抑制作用最大,与 CK 相比,下降 43.88%。

3 讨论与结论

重金属胁迫是限制植物生长发育的重要环境因素之一,谭洪伟等研究了重金属胁迫对牛蒡种子萌发及幼苗生长的影响,发现重金属胁迫对牛蒡种子萌发有明显的抑制作用^[17]。韦新东等研究了重金属镉、铅对白三叶种子萌发及幼苗生长的影响,结果表明,当镉浓度为 40 mg/L 时,种子的发芽率与对照差异不显著,当镉浓度达到 120 mg/L 时发芽率最低,随着铅浓度的增加白三叶的种子萌发及幼苗生长呈现显著下降的趋势^[18]。刘骐华等研究了重金属胁迫对高羊茅的种子萌发及幼苗生长的影响,结果表明,低浓度(50、150 mg/L)镉处理下,高羊茅种子的活力指数高于对照,随铅、镉浓度的增加,种子的发芽指标均呈现先升高后降低的趋势,高羊茅的根冠比随着重金属浓度的增加先升高再下降,低浓度镉处理会增加高羊茅的根冠比,高浓度(≥ 50 mg/L)镉处理下根冠比显著下降,说明低浓度镉处理对高羊茅根的生长具有促进作用,较高的根冠比有利于植株进一步生长,根系生长旺盛,吸收土壤中的营养物质,进而促进地上部的生长,实现高产目的^[19]。这与本试验中低浓度铁对黄瓜萌发及幼苗相关指标有促进作用的结果基本一致。

微量元素虽然在植物体内的含量很少,但在植物生长过程中发挥着不可替代的作用。微量元素对种子的萌发起着不同程度的调节作用,利用一定浓度的微量元素浸种处理,活化了种子体内的酶系统,促进了种子贮藏物质的分解,加速了种子萌发的进程^[20]。多数微量元素在较低浓度时能促进种子萌发,而在较高浓度时却对种子萌发产生抑制甚至毒害作用;微量元素对种子萌发的作用机理在于其影响了酶的活性及代谢作用的进程^[21]。黎建玲等研究了铜离子对南瓜种子萌发和幼苗生长的影响,结果表明,在低浓度(20 mg/L)铜离子作用下,与 CK 相比,南瓜种子萌发快,在高浓度(50~300 mg/L)铜离子作用下,与 CK 相比,南瓜萌发及幼苗相关指标明显下降^[22]。武玉珍等研究了铜离子对生菜种子萌发状况的影响,结果表明,与 CK 相比,低浓度(5~10 mg/L)铜离子处理下对生菜种子萌发的促进作用最优,但对生菜幼苗生长不利,随着浓度的增加,当铜离子浓度达到 120 mg/L 时对生菜种子萌发状况的抑制作用最强^[23]。王改花等研究了在不同浓度下微量元素对青稞种子的萌发特性的影响,

结果表明,随着锌离子、锰离子浓度的增加,种子萌发状况表现为低浓度(0.2、0.4 g/L)下受到促进、高浓度下受到抑制的现象^[12]。这与本试验中在低浓度亚铁离子作用下,对黄瓜种子萌发状况及幼苗生长表现为促进作用的结果基本一致。

综上所述,随着 FeSO_4 溶液浓度的增加,各项指标均呈先升高再下降趋势,当 FeSO_4 溶液浓度为 50 mg/L 时,黄瓜萌发及幼苗相关指标有显著促进作用,黄瓜种子的发芽率为 95.50%,与 CK 相比提高 10.19%,黄瓜幼苗的植株干、鲜质量分别为 0.020 9、0.215 5 g,与 CK 相比分别提高 14.84%、24.71%,黄瓜幼苗的根冠比为 0.210 6,与 CK 相比增加 25.73%。当 FeSO_4 溶液浓度超过 100 mg/L 时,对黄瓜种子萌发及幼苗生长开始产生抑制作用,随 FeSO_4 溶液浓度增加,抑制作用逐渐加大,当浓度达到 400 mg/L 时,抑制作用显著。黄瓜种子的发芽率与 CK 相比下降 18.28%,黄瓜幼苗的植株干质量、鲜质量、根冠比与 CK 相比分别下降 17.58%、26.74%、43.88%。

参考文献:

- [1] 王义国,白延波. 常见蔬菜的营养价值及生长要求[J]. 中国果菜,2019,39(7):73-76.
- [2] 高东菊,张凤娥,孔德颖,等. 重金属铜铅对 2 种凤尾鸡冠花品种种子萌发的影响[J]. 东北林业大学学报,2021,49(2):36-40.
- [3] 王植楠,茹刚,武国凡. 外源 NO 对铅胁迫下鸡爪大黄种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 种子,2020,39(5):47-52.
- [4] 赵玉红,拉巴曲吉,罗布,等. 铜、镉、铅、锌对 4 种豆科植物种子萌发的影响[J]. 种子,2017,36(1):22-28.
- [5] Kobayashi T, Nishizawa N K. Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants[J]. Annual Review of Plant Biology, 2012,63:131-152.
- [6] Zuo Y, Ren L, Zhang F, et al. Bicarbonate concentration as affected by soil water content controls iron nutrition of peanut plants in a calcareous soil[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2007, 45(5):357-364.
- [7] 段晓晖. 锌对铁胁迫下小麦幼苗生理生化特性的影响[D]. 兰州:西北师范大学,2015.
- [8] 俞明惠,程玉,范志强,等. 铜对波斯菊种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 安徽农学通报,2019,25(21):56-58.
- [9] 王浩,葛佳茗,金红,等. 铜胁迫对黄瓜种子萌发及幼苗体内抗氧化活性的影响[J]. 河南农业,2019(26):18,21.
- [10] 陈雅玲,杜亚楠,梅怡然,等. 水铁矿对小麦和水稻种子萌发的影响[J]. 江苏农业学报,2020,36(4):814-820.
- [11] 牛晓雪,牟萌,李保华,等. FeSO_4 引发提高秦艽种子萌发的生理机制[J]. 中国生态农业学报,2018,26(12):1828-1835.
- [12] 王改花,张毅,韩玉娥,等. 不同浓度微量元素对青稞种子萌

陈 昆,王红军,周银芝. 碱蓬内生菌对西瓜幼苗盐胁迫的缓解效应[J]. 江苏农业科学,2022,50(19):135-142.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.19.021

碱蓬内生菌对西瓜幼苗盐胁迫的缓解效应

陈 昆¹,王红军²,周银芝³

(1. 商丘市农林科学院,河南商丘 476000; 2. 商丘职业技术学院,河南商丘 476000; 3. 河南省柘城县农业农村局,河南柘城 476000)

摘要:为探究碱蓬内生菌提高西瓜幼苗耐盐性机理,以西瓜自交系材料 HG-1 和碱蓬内生菌为试材,通过盆栽方式,研究了碱蓬内生菌液对盐胁迫下西瓜根际土壤微生物群落结构、土壤酶活性、根际构型、矿质离子平衡及碳氮代谢的影响。结果表明,盐胁迫能够减少细菌、放线菌数量,增加真菌数量,降低细菌占比、增加真菌占比,而碱蓬内生菌能够增加根际土壤细菌数量和占比,降低真菌数量和占比,使微生物群落结构成为易于保持稳定和利于作物健康的细菌主导型群落。盐胁迫能够抑制根际土壤脲酶、磷酸酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性的提高,而碱蓬内生菌液能够有效缓解盐胁迫对土壤酶的抑制作用,且以改良后的内生菌液效果最佳。盐胁迫能够显著抑制西瓜幼苗根系形态建成,而碱蓬内生菌液尤其是改良碱蓬内生菌液通过增加总根长、主根长、根尖数、根粗、根表面积和根总体积来缓解这一抑制作用。盐胁迫能够抑制根系对 K^+ 、 Ca^{2+} 矿质元素离子的吸收,增加植株 Na^+ 含量,使西瓜幼苗遭受 Na^+ 毒害,碱蓬内生菌液尤其是改良碱蓬内生菌液能够有效增加植株对矿质元素的吸收利用,减轻离子毒害。盐胁迫能够降低西瓜植株碳氮代谢水平,而碱蓬内生菌液能够提高盐胁迫西瓜碳氮代谢水平。总之,碱蓬内生菌液能够通过改善西瓜根际微环境,增加 K、Ca 矿质元素吸收,提高机体碳氮代谢水平,改善根系构型,增强植株耐盐胁迫能力,且以改良碱蓬内生菌液效果更佳,在连年种植西瓜的保护设施地块具有开发应用价值。

关键词:西瓜;盐胁迫;碱蓬内生菌;微生物;根系构型;矿质元素;碳氮代谢

中图分类号:S651.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)19-0135-08

西瓜营养丰富和含水量较高,是人们消暑解渴的重要瓜果之一。2018 年我国西瓜总产量约 6 302

万 t,约占世界西瓜总产量的 3/5^[1],可见西瓜已成为农民增收的主要经济作物之一,在我国农业经济发展中占有重要地位^[2]。早春保护地西瓜较露地西瓜提早 20~40 d 上市,同时同一品种在甜度、口感等品质上又优于露地种植,这使得保护地西瓜能够以较高的价格提前占有市场,为种植户带来较高的经济效益。市场的巨大需求和可观的经济回报,使得保护地西瓜种植面积呈现逐年扩大的趋势,但保护地西瓜产量和品质随种植年限的增加表现出逐渐下降的趋势。这其中一个主要原因是设施土

收稿日期:2022-04-12

基金项目:河南省科技攻关项目(编号:182102110371);河南省“四优四化”项目(编号:20190501003)。

作者简介:陈 昆(1985—),男,河南商丘人,硕士,助理研究员,主要从事西瓜生理生态栽培及西瓜育种研究。E-mail:415417442@qq.com。

通信作者:周银芝,高级农艺师,主要从事西瓜逆境生理生态研究。E-mail:415417442@qq.com。

发特性的影响[J]. 江西农业学报,2018,30(2):7-10.

[13]李瑞莉,齐淑艳,刘 娜,等. 铅、镉、铜对 4 种入侵植物种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 东北师大学报(自然科学版),2017,49(4):101-108.

[14]杨 丽,任毛飞. 甲醇老化处理对甜瓜种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 中国瓜菜,2021,34(8):74-77.

[15]任毛飞,张 燕,李 蒙,等. IAA 和 GA3 对黄瓜种子萌发的影响[J]. 黑龙江农业科学,2019(4):42-45.

[16]于 波,臧淑艳,房志浩. 砷对西瓜和哈密瓜种子萌发及其幼苗生长的影响[J]. 沈阳化工大学学报,2017,31(1):9-13,42.

[17]谭洪伟,左明博,何月庆,等. 重金属胁迫对牛蒡种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子科技,2022(2):10-13.

[18]韦新东,黄一格,王 颖. 镉、铅胁迫对白三叶种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 北方园艺,2016(2):71-74.

[19]刘骥华,王慧慧,刘 璐,等. 铜、镉、铅对高羊茅种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 草原与草坪,2019,39(4):10-18.

[20]刘 铮. 微量元素的农业化学[M]. 北京:农业出版社,1991:2,3,218,411.

[21]张秋菊. 微量元素对种子萌发的生理效应[J]. 北方园艺,2004(6):56-58.

[22]黎建玲,梁慧灵,黄肇宇. Cu^{2+} 胁迫对南瓜种子萌发和幼苗初期生长的影响[J]. 玉林师范学院学报,2017,38(2):63-69.

[23]武玉珍,闫 芳. Cu^{2+} 胁迫对生菜种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 山西农业科学,2018,46(12):2005-2009.