

喷施生防菌剂发酵液对油桃植株性状的影响

王鹏, 韩娟, 王信宏*, 侯冠宇 (山东农业工程学院, 山东济南 250100)

摘要 为了研究生防菌剂在油桃栽培上的应用, 采用哈茨木霉 I 发酵液、哈茨木霉 II 发酵液、木霉发酵液、黑根霉发酵液、哈茨木霉 I 和哈茨木霉 II (1:1) 混合发酵液和木霉和黑根霉 (1:1) 混合发酵液喷洒“离核甜”油桃地上部分, 分析了喷施生防菌发酵液对油桃树形、花性状、叶绿素含量、坐果率等性状的影响。结果表明, 喷施生防菌发酵液可以显著提高油桃冠幅和茎粗, 降低株高, 促进花器官的形成, 增加油桃的花芽个数和花朵数, 提高油桃叶绿素含量和坐果率。

关键词 生防真菌; 油桃; 哈茨木霉; 木霉; 黑根霉

中图分类号 S662.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)05-0138-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.05.031



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Biocontrol Fungi Application on the Plant Agronomic Traits of Nectarine

WANG Peng, HAN Juan, WANG Xin-hong et al (Shandong Agriculture and Engineering University, Jinan, Shandong 250100)

Abstract The aim of this study was to study on the effect of biocontrol fungi application on the cultivated traits of nectarine. The fungal fermented filtrates of *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma*, *Rhizoglyphus nigricans* and their mixture were used for the current investigation. The plant type, floral traits, chlorophyll content and fruit-set rate were analyzed after biocontrol fungi application on the aboveground parts. The results showed that spraying biocontrol fungi fermentation liquid could significantly increase crown width and stem diameter of nectarine, reduce plant height, promote the formation of flower apparatus, increase the number of flower buds and flowers, increase the content of chlorophyll and fruit-set rate of nectarine.

Key words Biocontrol fungi; Nectarine; *Trichoderma harzianum*; *Trichoderma*; *Rhizoglyphus nigricans*

油桃是普通桃的变种, 原产于我国, 由于其营养丰富、气味香甜、色泽亮丽成为深受人们喜爱的世界性大宗水果之一^[1]。在我国, 油桃栽培面积超过 5.3 万 hm^2 , 产量达 80 万 t ^[2]。全国已掀起油桃栽培热潮, 在发展露地油桃栽培的同时, 山东、辽宁、河北等地油桃设施栽培同样发展迅速。在油桃栽培种植过程中, 树形控制、病虫害防治、产量和品质调控已成为限制油桃产业发展的瓶颈问题^[3]。

随着人们对于健康的要求, 绿色环保的生物栽培措施开始广泛应用于农业生产中, 用生防细菌对植物病害进行生物防治是当前研究热点之一^[4]。如木霉菌至少对 18 属 29 种病原真菌表现出拮抗性^[5], 枯草芽孢杆菌用于防治多种作物的白粉病、霜霉病、疫病、灰霉病等病害^[6]。在利用生防菌防治病害的同时, 一些学者开始研究生防菌对作物生长发育的影响, 戴以周等^[7]研究认为生防菌剂蘸根和浇灌盆栽均对番茄具有一定的促生作用。笔者在露地油桃生产中, 研究喷施生防菌发酵液对油桃树形、开花、叶绿素、坐果率等性状的影响, 以期对油桃有机绿色栽培技术奠定理论基础。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 油桃品种为“离核甜”, 种源来自泰安市泰山区永宏园艺场, 试验材料为 4 年嫁接苗, 砧木为毛桃, 2019 年定植(定植时为 1 年苗)于山东农业工程学院齐河生态园(116°42'19"E, 36°47'31"N), 行距 2.0 m, 株距 1.5 m。共设置

6 个处理, 以清水为对照, 每个处理油桃 6 株, 重复 3 次。具体处理见表 1。

生防菌: 哈茨木霉 I、哈茨木霉 II、木霉、黑根霉, 以上菌株均来源于山东大学生命科学学院。各处理用 PDB 培养基在 24 °C 下发酵 5~7 d, 各发酵液孢子数为 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ 个/mL。生防菌发酵液配比及试验处理见表 1, 混合发酵液按照体积比混合。

表 1 生防菌发酵液处理

Table 1 Treatment of fermentation broth of biocontrol fungi

处理 Treat- ment	药剂 Biocontrol fungi	处理 Treat- ment	药剂 Biocontrol fungi
CK	清水	T ₄	黑根霉发酵液
T ₁	哈茨木霉 I 发酵液	T ₅	哈茨木霉 I: 哈茨木霉 II = 1:1 混合发 酵液
T ₂	哈茨木霉 II 发酵液	T ₆	黑根霉: 木霉 = 1:1 混合发酵液
T ₃	木霉发酵液		

1.2 试验方法 2021 年 3 月 21 日(油桃叶芽萌发)开始喷洒药剂 4 次, 以 7 d 为一周期。为防止药剂互相影响, 选择在傍晚无风环境进行, 发酵液及对照组用喷壶喷洒。于 3 月 31 日和 5 月 1 日分别对油桃生长状况进行测定。

1.3 指标测定方法 ①株高、冠幅、胸径。在 2021 年 3 月 21 日和 2021 年 5 月 1 日分别对油桃的株高、冠幅、胸径、阳面树冠中部 2 年生枝条粗度进行了测定。其中株高、冠幅用卷尺测定, 2 年生枝条粗度、胸径用游标卡尺测定。株高为树最高点到地面的垂直距离, 冠幅采用十字交叉法测定, 胸径为离地面 30 cm 油桃树干粗度, 2 年生枝条粗度为距离枝条基部 10 cm 处的粗度。②每枝花数和叶芽数。每品种、每种处理的每株油桃随机选取 3 个枝条, 跟踪观察记录其开花数、抽梢展叶过程、叶芽数。③叶绿素含量。于 2021 年 4 月

基金项目 山东省科技发展计划项目(2015GNC111025); 山东省高等学校科技计划项目(J15LF51); 山东农业工程学院齐河校区生态园科研项目(31720003); 山东农业工程学院校级博士基金(31720007)。

作者简介 王鹏(1977—), 男, 山东肥城人, 副教授, 硕士, 从事园艺作物生理生态研究。*通信作者, 副教授, 博士, 从事作物学研究。

收稿日期 2022-04-10

6日、4月8日、4月10日和4月12日利用叶绿素测定仪(TYS-A型)测定,取阳面树冠离地面80 cm处完全展开的功能叶进行测定,每株测3个枝条,每枝条测定3个功能叶。

1.4 数据分析 试验数据采用R软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 生防菌剂对油桃植株树形的影响 从图1和表2可以看出,喷施生防菌发酵液可以明显改变油桃植株树形,对冠幅和茎粗的增长具有不同程度的促进作用,对株高增长具有抑制作用,对枝粗度影响不明显。

在冠幅方面,单独喷施木霉发酵液(T_3)冠幅增长率最高达38.53%,混合喷施(T_5 、 T_6)对冠幅增长同样表现出明显的促进作用。单独喷施哈茨木霉发酵液(T_1 、 T_2)对冠幅增长弱于木霉发酵液, T_1 、 T_2 处理冠幅增长率分别达16.90%和20.94%;单独喷施黑根霉发酵液(T_4)相对于对照组的6.86%,冠幅增长效果不显著。在株高方面,除哈茨木霉I发酵液(T_1)外,其他各处理均抑制了株高的增长。在茎粗方面,单独喷施黑根霉发酵液(T_4)处理,茎粗增长率最高为6.40%,显著高于对照组,其他各处理也具有相同的效果。

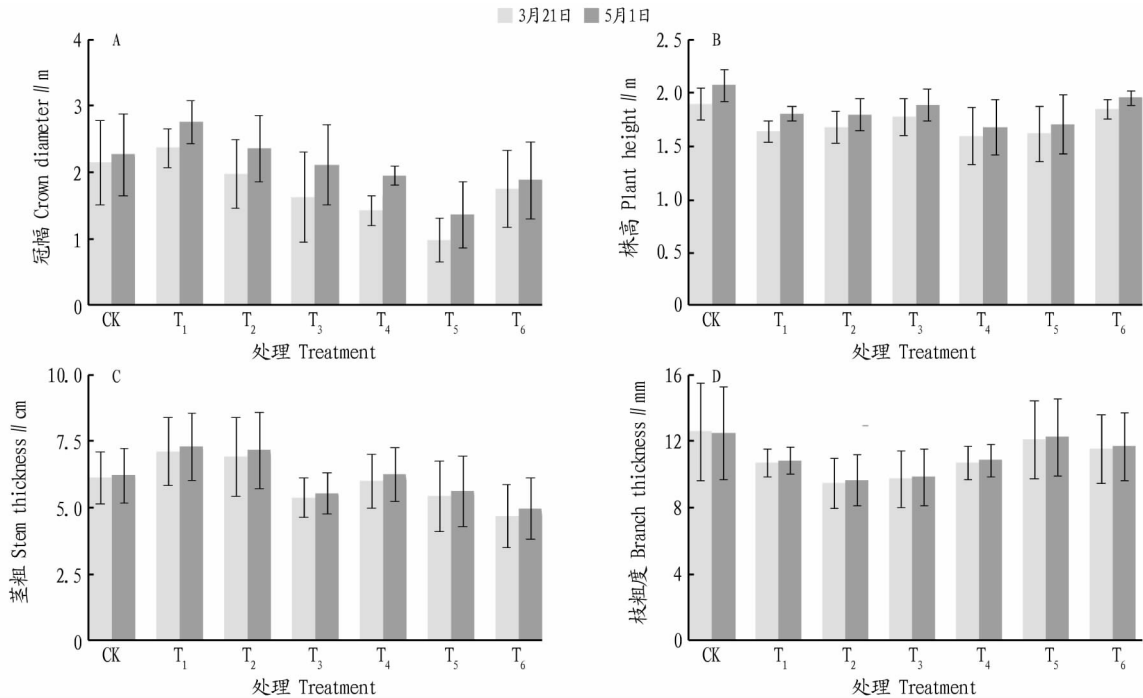


图1 生防菌喷施对油桃植株树形的影响

Fig. 1 Effect of biocontrol bacteria spraying on nectarine tree shape

表2 生防菌发酵液对油桃植株树形性状增长率的影响

Table 2 Effect of biocontrol bacteria fermentation broth on growth rate of nectarine tree shape traits 单位:%

处理 Treatment	冠幅增长率 Growth rate of crown diameter	株高增长率 Growth rate of plant height	茎粗增长率 Growth rate of stem diameter	枝粗度增长率 Growth rate of branch diameter
CK	6.86 c	10.09 a	1.38 d	1.42 ab
T_1	16.90 b	10.39 a	2.55 c	1.97 a
T_2	20.94 b	7.04 b	3.91 b	1.55 a
T_3	38.53 a	5.54 b	4.12 b	1.19 b
T_4	9.20 c	5.77 b	6.40 a	0.51 c
T_5	34.35 a	6.69 b	2.98 c	1.38 b
T_6	38.54 a	5.65 b	4.32 b	1.38 b

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$).

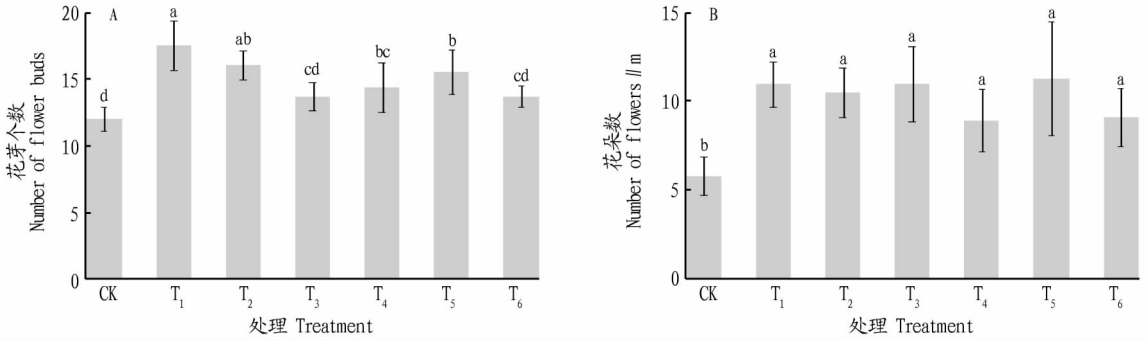
2.2 生防菌剂对油桃树植株花性状的影响 从图2可以看出,喷施生防菌发酵液可以不同程度增加油桃的花芽个数和花朵数目。其中单独喷施哈茨木霉I发酵液(T_1)对花芽个数的提高最明显,达17.50个,相对于CK(12.00个)增加了45.83%;方差分析结果显示除木霉发酵液(单独喷施 T_3 和混

合喷施 T_6)外,其他处理与CK均达显著差异。喷施生防菌发酵液可显著提高油桃的花朵数目,相对于CK, T_5 处理效果最明显,提高了94.49%。

2.3 生防菌剂对油桃树植株枝叶性状的影响 由表3可知,喷施生防菌发酵液对油桃枝密度、叶宽、叶厚、叶面积影响不显著。黑根霉与木霉比例1:1发酵液叶长达0.64 cm,相对于CK提高了25.49%,达显著差异。

2.4 生防菌剂对油桃树植株叶绿素含量的影响 由图3可知,喷施生防菌发酵液可以显著提高油桃叶绿素含量(SPAD值),其中哈茨木霉I发酵液(T_1)处理对油桃叶绿素含量的提高最明显,相对于CK提高了47.79%,喷施黑根霉发酵液对油桃叶绿素含量的影响最小,仅提高了11.98%。各处理与清水对照组均达显著差异。

2.5 生防菌剂对油桃树植株坐果率的影响 树体营养不良、病虫危害等都会导致油桃落花落果,从而影响油桃坐果率^[8]。从图4可以看出,喷施生防菌发酵液可以有效提高油桃坐果率,各处理与清水对照组均达显著差异,其中哈茨木霉I与哈茨木霉II发酵液混合喷施效果最佳,坐果率达43.37%,相对于清水组(23.00%),提高了88.57%。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$).

图2 生防菌喷施对油桃植株成花性状的影响

Fig. 2 Effect of biocontrol bacteria spraying on flowering characteristics of nectarine plants

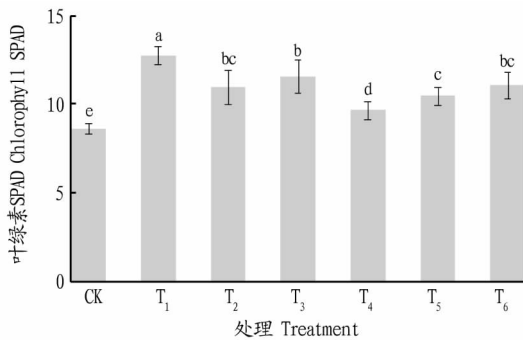
表3 生防菌发酵液对油桃植株枝叶性状的影响

Table 3 Effect of biocontrol bacteria fermentation broth on branches and leaves characteristic of nectarine

处理 Treatment	枝密度 Branch density/cm	叶长 Leaf length/cm	叶宽 Leaf width/cm	叶厚 Leaf thickness/mm	叶面积 Leaf area/cm ²
CK	2.90±0.54 a	0.51±0.02 b	0.15±0.03 a	0.43±0.12 a	0.08±0.01 a
T ₁	3.76±0.76 a	0.52±0.05 b	0.13±0.03 a	0.58±0.04 a	0.07±0.02 a
T ₂	3.74±0.36 a	0.46±0.05 b	1.14±0.02 a	0.48±0.03 a	0.07±0.01 a
T ₃	3.37±0.93 a	0.46±0.05 b	0.17±0.02 a	0.45±0.09 a	0.08±0.01 a
T ₄	3.65±0.64 a	0.50±0.05 b	0.16±0.02 a	0.45±0.12 a	0.08±0.01 a
T ₅	3.70±0.71 a	0.45±0.04 b	0.14±0.02 a	0.58±0.03 a	0.07±0.01 a
T ₆	3.67±0.59 a	0.64±0.10 a	0.15±0.03 a	0.43±0.12 a	0.08±0.01 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$).

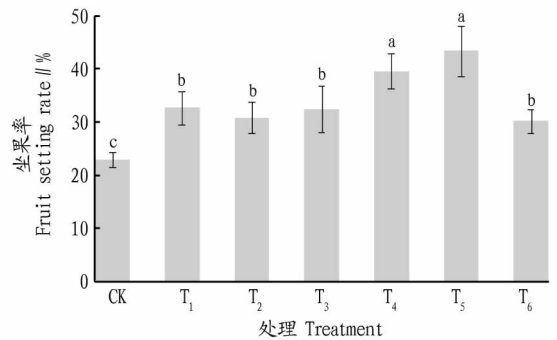


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$).

图3 生防菌发酵液对油桃植株叶绿素含量的影响

Fig. 3 Effect of biocontrol bacteria fermentation broth on chlorophyll content of nectarine



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$).

图4 生防菌发酵液对油桃坐果率的影响

Fig. 4 Effect of biocontrol bacteria fermentation broth on fruit setting rate of nectarine

3 结论与讨论

由于具有经济性、绿色等优势,利用微生物进行生物防治病虫害已成为农业研究和应用的热点,并取得了令人瞩目的成绩^[9]。木霉菌和黑霉菌均是生防真菌研究和应用中较广泛的真菌,在研究这些生防菌防治植物病害的同时,研究者发现喷施生防菌后,植株的长势、根茎比、光合作用等指标也受到不同程度的影响。赵国其等^[10]发现绿色木霉处理的西瓜幼苗根系和瓜苗长势均得到了提高,另外,木霉还具有叶面、花器和果实的保护作用。张晓梦^[11]研究认为喷施复

共生防菌的洋葱植株叶绿素含量提高了 15.85%。

该研究结果表明,在树形方面,喷施生防菌发酵液可以明显提高油桃植株的冠幅和茎粗,对株高具有一定程度的抑制作用。喷施木霉发酵液提高冠幅效果最明显,喷施黑根霉发酵液茎粗增长率最高。在花器形成方面,除木霉发酵液(单独喷施和混合喷施)外,喷施生防菌发酵液可以增加油桃的花芽个数;同时,喷施生防菌发酵液可显著提高油桃的花朵数目。在叶片发育方面,喷施生防菌发酵液对油桃叶宽、

(下转第 158 页)

或配施,需根据土壤基础地力、前茬残留、作物品种、控释肥种类等综合因素具体分析。

4 结论

与常规复合肥相比,控释复合肥施用后,大豆植株农艺性状得到改善,各器官干物质积累及植株总生物量增加,同时提高了单株荚数和单粒粒数,最终促使产量和效益增加。不同用量的处理之间,以 300 kg/hm² 处理表现最好,与对照相比,增产 20.40%,增收 3 325.83 元/hm²,表明控释复合肥在大豆上的施用可行有效,可作为相似生态条件下高蛋白大豆生产中的推荐施肥方式。

参考文献

- [1] 张明伟,马泉,陈京都,等. 缓控释肥在冬小麦上的应用研究进展及展望[J]. 江苏农业科学,2022,50(2):15-21.
- [2] 翟彩娇,崔土友,张蛟,等. 缓/控释肥发展现状及在农业生产中的应用前景[J]. 农学学报,2022,12(1):22-27.
- [3] 李伟成,熊远福,文祝友,等. 缓控释肥的研究及其在水稻上的应用进展[J]. 湖南农业科学,2021(12):98-101.
- [4] 刘苹,李庆凯,林海涛,等. 不同缓控释肥对小麦产量、氮素吸收及氮肥利用率的影响[J]. 山东农业科学,2020,52(2):70-74.
- [5] 邓先亮,屠晓,李军,等. 缓控释肥一次性基施对小麦产量及其形成的影响[J]. 中国土壤与肥料,2019(3):87-93.
- [6] 肖其亮,朱坚,彭华,等. 秸秆与缓控释肥配施对双季稻田氨挥发的控制效果[J]. 农业环境科学学报,2021,40(12):2788-2800,2809.
- [7] 陈贵,鲁晨妮,石艳平,等. 不同缓控释肥搭配脲铵对水稻产量、氮素利用效率和土壤养分的影响[J]. 浙江农业学报,2021,33(1):122-130.
- [8] 史桂芳,董浩,于淑慧,等. 缓控释肥施用方式对夏玉米产量、肥料利用率及经济效益的影响[J]. 山东农业科学,2021,53(8):80-84.
- [9] 张焱,孔亮亮,杨跃华,等. 缓控释肥对糯玉米鲜苞产量和氮肥利用率的影响[J]. 河北农业科学,2021,25(1):70-74.
- [10] 程冬冬,郝率群,王燕,等. 高分子缓/控释肥在小油菜上的应用研究[J]. 北方园艺,2014(17):178-180.

(上接第 140 页)

叶厚、叶面积的影响效果不显著,却显著提高了油桃叶片叶绿素含量,与 Metwally 等^[12]报道生防菌可以提高洋葱叶片中的叶绿素、类胡萝卜素和总色素含量的研究结果一致。同时发现,单独喷施黑根霉发酵液影响效果最低。在果实保护方面,喷施生防菌发酵液可以有效提高油桃坐果率,其中哈茨木霉I与哈茨木霉II发酵液混合喷施效果最佳,坐果率达 43.37%。

综上,喷施生防菌发酵液可以显著提高油桃冠幅和茎粗,降低油桃株高,促进花器官的形成,提高油桃叶绿素含量并保障坐果率。单独喷施某一生防菌发酵液在某一性状上效果最佳,往往在其他性状上效果不显著。对于生防菌剂对油桃产量以及果实品质的影响还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 王志强,宗学普,刘淑娥,等. 我国油桃生产发展现状及其对策[J]. 柑桔与亚热带果树信息,2001,17(3):3-5.
- [2] 王鹏,韩娟,国淑梅,等. 土壤微生物菌剂对大棚油桃植株特性的影响研究[J]. 东北农业科学,2019,44(2):52-56.

(上接第 146 页)

- [75] SCHMIDT J H, JUNGE S, FINCKH M R. Cover crops and compost prevent weed seed bank buildup in herbicide-free wheat-potato rotations under conservation tillage[J]. Ecol Evol,2019,9(5):2715-2724.
- [76] WALSH M J, POWLES S B. Management of herbicide resistance in wheat

- [11] 胡雪菡,耿元波,梁涛. 缓控释肥在茶园中应用的研究进展[J]. 中国土壤与肥料,2018(1):1-8.
- [12] 纪耀坤,郭振升,田伟,等. 不同种类缓/控释肥料对麦套花生产量和品质的影响[J]. 河南农业科学,2021,50(11):47-54.
- [13] 席旭东,李效文,姬丽君. 缓控释肥不同施用量和施用方式对旱作区全膜马铃薯生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2016,34(5):193-197.
- [14] 张迪,吕思琪,徐文越,等. 侧深施控释肥下寒地粳稻产量形成及氮素利用特性[J]. 中国土壤与肥料,2021(2):213-220.
- [15] 徐峰,钟文,胡昕,等. 不同品种缓控释肥对玉米产量性状·养分吸收及籽粒品质的影响[J]. 安徽农业科学,2021,49(24):172-174.
- [16] 黄思怡,周旋,田昌,等. 控释尿素减施对双季稻光合特性和经济效益的影响[J]. 土壤,2020,52(4):736-742.
- [17] 王永军,孙其专,杨今胜,等. 不同地力水平下控释尿素对玉米物质生产及光合特性的影响[J]. 作物学报,2011,37(12):2233-2240.
- [18] 杨吉顺,李尚霞,吴菊香,等. 控释肥对花生产量及干物质积累的影响[J]. 山东农业科学,2013,45(10):98-100,107.
- [19] 刘威,周剑雄,谢媛圆,等. 氮肥一次性基施对夏播鲜食甜玉米产量、品质和氮素利用效率的影响[J]. 作物杂志,2021(5):134-139.
- [20] 曾建华,潘孝忠,吉清妹,等. 控释掺混肥不同施用量对水稻产量的影响[J]. 广东农业科学,2014,41(24):72-75.
- [21] 王西芝,张娟,李洪梅,等. 不同控释肥种类和施用量对夏玉米产量的影响[J]. 农业科技通讯,2016(7):63-66.
- [22] NI B L, LIU M Z, LÜ S Y, et al. Novel slow-release multielement compound fertilizer with hydroscopicity and moisture preservation[J]. Industrial & engineering chemistry research,2010,49(10):4546-4552.
- [23] 闫东良,何灵芝,李欢,等. 控释尿素和普通尿素配比对不同氮效率玉米叶片衰老特性和土壤酶活性的影响[J]. 生态学报,2021,41(23):9410-9421.
- [24] 蒋丽萍,李国芳,苗中芹,等. 控释尿素与普通尿素不同掺混比例对夏玉米产量和氮素利用效率的影响[J]. 山东农业科学,2021,53(2):64-70.
- [25] 朱宝国,张春峰,于忠和,等. 控释尿素和普通尿素配施对土壤氮含量及大豆产量和品质影响[J]. 中国农学通报,2012,28(18):140-143.
- [26] 魏海燕,李宏亮,程金秋,等. 缓释肥类型与运筹对不同穗型水稻产量的影响[J]. 作物学报,2017,43(5):730-740.

- [3] 王志强,牛良,刘淑娥. 桃、油桃设施栽培研究现状与展望[J]. 果树科学,1998,15(4):340-346.
- [4] SUÁREZ-MORENO Z R, VINCHIRA-VILLARRAGA D M, VERGARA-MORALES D I, et al. Plant-growth promotion and biocontrol properties of few *Streptomyces* spp. isolates to control bacterial rice pathogens[J]. Frontiers in microbiology,2019,10:1-17.
- [5] 王芊. 木霉菌在生物防治上的应用及拮抗机制[J]. 黑龙江农业科学,2001(1):41-43.
- [6] ZHAO X, KUIPERS O P. Identification and classification of known and putative antimicrobial compounds produced by a wide variety of Bacillales species[J]. BMC genomics,2016,17(1):1-18.
- [7] 戴以周,韦青侠. 几种生防菌剂对番茄的促生作用[J]. 安徽农业科学,2015,43(18):121-122,127.
- [8] 曲芝友,杨艳萍,张秀芳. 提高保护地油桃坐果率综合措施[J]. 新农业,1997(4):37.
- [9] 黄丽丹,陈玉惠. 生防菌及相关生物技术在植物病害防治中的应用[J]. 西南林学院学报,2006,26(1):85-89.
- [10] 赵国其,林福呈,陈卫良,等. 绿色木霉对西瓜枯萎病苗期的控制作用[J]. 浙江农业学报,1998,10(4):206-209.
- [11] 张晓梦. 复合生防菌对洋葱根腐病害的防治与机理研究[D]. 兰州:兰州交通大学,2021.
- [12] METWALLY R A, AL-AMRI S M. Individual and interactive role of *Trichoderma viride* and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and pigment content of onion plants[J]. Letters in applied microbiology,2020,70(2):79-86.

- [77] PEROTTI V E, LARRAN A S, PALMIERI V E, et al. Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies [J/OL]. Plant Sci, 2020, 290 [2022-05-25]. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110255>.