

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.02.005

# 植物刺激素对烟草早生快发 及野火病的防控效果研究

龚杰<sup>1</sup>, 汪代斌<sup>2</sup>, 杨超<sup>2</sup>, 李钠钾<sup>2</sup>, 江厚龙<sup>2</sup>

1. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

2. 重庆市烟草科学研究所, 重庆 400715

**摘要:** 植物刺激素是一类能够促进植物生长发育、缓解非生物胁迫及提高作物品质的物质或微生物, 目前已广泛应用于农业生产, 并逐渐成为化肥和农药提质增效的一大利器。本研究通过在烟草移栽前、缓苗期、团棵期到旺长期, 喷施植物刺激素—鱼蛋白和海藻糖至烟叶表面, 探究在烟草不同时期以不同方式施用鱼蛋白对烟草早生快发及防控烟草野火病的作用。结果表明, 鱼蛋白不仅促进烟草早生快发, 提升烟草农艺性状, 同时对野火病具有较好的防治效果。其中, 烟苗缓苗期喷施鱼蛋白(100 g/667 m<sup>2</sup>), 团棵期再次喷施鱼蛋白(500 g/667 m<sup>2</sup>), 对烟草团棵期的最大叶长、最大叶宽、茎围、有效叶片数、叶面积等农艺性状指标均有显著提升作用, 显著促进烟草早生快发, 同时对烟草野火病的防控效果最好, 可为田间大面积推广使用提供理论和实践基础。

**关键词:** 植物刺激素; 烟草; 早生快发; 野火病

中图分类号: S435.72

文献标志码: A

文章编号: 2097-1354(2022)02-0032-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Study on the Effects of Plant Stimulants on Early and Rapid Growth of Tobacco and Control of Wildfire Disease

GONG Jie<sup>1</sup>, WANG Daibin<sup>2</sup>, YANG Chao<sup>2</sup>,  
LI Najia<sup>2</sup>, JIANG Houlong<sup>2</sup>

1. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Chongqing Tobacco Science Research Institute, Chongqing 400715, China

**Abstract:** Plant stimulants is a kind of substance or microorganism that can promote plant growth, relieve abiotic stress and improve crop quality. It has been widely used in agricultural production and gradually become a powerful tool for improving quality and efficiency of chemical fertilizer and pesticide. In this study, the effects of plant stimulants on the early and rapid growth of tobacco and control of wildfire disease were investigated by spraying fish protein hy-

收稿日期: 2021-09-20

作者简介: 龚杰, 硕士, 主要从事植物微生态过程与调控研究。

drolysates and trehalose onto tobacco leaf surface at seedling stage or from resettling growth stage to flourishing stage. The results showed that fish protein hydrolysates could not only promote the early growth of tobacco, improve the performances of agronomic traits of tobacco, but also have a good control effect on wildfire disease. The treatment with spraying fish protein hydrolysates in the seedlings stage (100 g/667 m<sup>2</sup>) and resettling growth stage (500 g/667 m<sup>2</sup>) had significant improvement effects on the maximum leaf length, maximum leaf width, stem girth, effective leaf number, leaf area and other agronomic traits, and significantly promoted the early growth of tobacco, also had the best control effect on tobacco wildfire disease. This study could provide a theoretical and practical basis for application of plant stimulants in a large-scale of the field.

**Key words:** plant stimulants; tobacco; early and rapid growth; wildfire disease

植物刺激素是一类能够促进植物生长发育、缓解非生物胁迫及提高作物品质的物质或微生物,目前已广泛应用于农业生产,并逐渐成为化肥和农药提质增效的一大利器。目前公认的植物生物刺激素种类主要有蛋白水解物与氨基酸、海藻提取物、腐殖酸、几丁质、壳聚糖及其衍生物和微生物菌剂等<sup>[1]</sup>。植物刺激素可以从植株外部或内部同时起作用,既可以作用于养分、水分吸收基因,诱导其表达变化<sup>[2]</sup>,还可以刺激植物体内非特异性活性因子,调节内源激素平衡,影响植物内源激素的代谢以及信号传递途径<sup>[3-4]</sup>,从而达到植保健康、防治病害、提高产质量的目标。鱼蛋白作为全水溶性鱼蛋白类植物刺激素,适用于各种作物,主要作用表现为:促进作物苗期生长,增强抵抗不良环境的能力,增加抗病力,增加作物的产量和品质<sup>[5-6]</sup>。海藻糖作为植物体内一种典型的细胞应急代谢产物,当细胞处于不良环境时可被大量合成从而起到保护植物的作用<sup>[7]</sup>。外源施用海藻糖能够提高植物的抗冻、抗旱、减轻镉胁迫等抗逆性<sup>[8-12]</sup>,促进植物生长。

烟草野火病(*Pseudomonas syringae* pv. *Tabaci*)是危害烟叶生产的主要细菌性病害之一,具有暴发性和破坏性,在烟草整个生育期均可发生危害<sup>[13]</sup>。据不完全统计,该病每年在全国烟区造成的经济损失超过2亿元,重庆山地烟区的损失程度超全国平均水平,成为阻碍当地烟叶产业发展的重要病害之一<sup>[14-15]</sup>。近年来,伴随着气候多变、土壤环境恶化以及常年连作等因素,重庆烟区烟草野火病等叶部病害流行范围变广,持续时间变长,已严重威胁烟叶生产。目前烟草野火病主要还是采用化学防治的手段,但农药的过量使用将造成土壤板结退化、农药残留、环境污染、病虫害抗药性等一系列问题<sup>[16]</sup>。

植物刺激素对植物的健康生长起到了重要的调控作用,我国对植物刺激素的研究和应用较晚,近年来才开始引进该类产品<sup>[17]</sup>,并应用于粮食作物及经济作物等超过600种作物的农业生产<sup>[18]</sup>,达到了提升作物抗性、增产增收的效果<sup>[19-23]</sup>,但在烟草上应用还较少,植物刺激素鱼蛋白和海藻糖对烟草生长和抗病性的影响还未见报道。因此,本试验在烟草移栽前,缓苗期或团棵到旺长期,采用喷雾装置均匀喷施鱼蛋白和海藻糖到烟叶表面,探讨植物刺激素鱼蛋白和海藻糖的不同施用方式对烟株早生快发及野火病防控的影响,以期能为植物刺激素的田间大面积应用提供理论依据和数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地情况

试验地选取连作野火病高发地块——重庆市巫溪县古路镇烟草试验基地,海拔1200 m,北纬31°40′16″,东经109°56′70″;烟草种植密度为行距115 cm、株距55~60 cm,每667 m<sup>2</sup>约

为1 100株. 试验所用烟苗采用漂浮育苗, 试验区均按相关技术标准进行大田管理. 移栽时间为2020年5月3日, 中心花开放时打顶, 用12.5%氟节胺乳油控制腋芽.

## 1.2 试验材料

### 1.2.1 供试药剂

鱼蛋白由荣成鸿德海洋生物科技有限公司提供; 海藻糖由重庆西农植物保护科技开发有限公司提供.

### 1.2.2 供试烟草品种

供试烟草品种为“云烟87”.

## 1.3 试验设计

试验设置6个处理, 每处理设置3个重复(小区), 共计18小区. 试验处理时间及药剂用量如表1所示.

表1 不同试验处理的用量、施药时期及施用方式

处理	试验药剂	用量及施用方式
1	鱼蛋白	50 g/667 m <sup>2</sup> , 移栽前5~7 d喷施1次; 100 g/667 m <sup>2</sup> , 烟苗缓苗期长出2张新叶并完全展开时喷施1次
2	海藻糖	50 g/667 m <sup>2</sup> , 移栽前5~7 d喷施1次; 100 g/667 m <sup>2</sup> , 烟苗缓苗期长出2张新叶并完全展开时喷施1次
3	鱼蛋白	100 g/667 m <sup>2</sup> , 烟苗缓苗期长出2张新叶并完全展开时喷施1次; 500 g/667 m <sup>2</sup> , 团棵期喷施1次
4	鱼蛋白	500 g/667 m <sup>2</sup> , 团棵期和旺长期各喷施1次
5	鱼蛋白+海藻糖	鱼蛋白500 g/667 m <sup>2</sup> +海藻糖100 g/667 m <sup>2</sup> , 团棵期和旺长期各喷施1次
6	对照	清水对照

## 1.4 调查内容和方法

### 1.4.1 烟株农艺性状调查

各处理选择有代表性的5~10株烟株挂牌标记, 按《烟草农艺性状调查方法》(YC/T 142—2010)的标准, 定点定株在烟草团棵期、旺长期、打顶期测定烟株的农艺性状, 其主要包括烟株的株高、茎围、有效叶片数、最大叶长、最大叶宽, 并参考以下公式计算叶面积.

$$\text{叶面积}(\text{cm}^2) = 0.6345 \times \text{叶长}(\text{cm}) \times \text{叶宽}(\text{cm})$$

### 1.4.2 烟草病害调查

烟草病害发生情况按《烟草病虫害分级及调查方法》国家标准(GB/23222—2008)调查. 结合当地的病害发生特点, 主要对各种主要病害进行系统调查, 调查每个小区的发病株数及发病级数计算发病率和病情指数, 病害调查可与测定烟草农艺性状同步进行. 根据不同病害的发生情况, 在发病初期开始调查, 每隔7~10 d调查一次, 连续调查5次以上.

$$\text{发病率}(\%) = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100\%$$

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{发病株数} \times \text{该病级代表值})}{\text{调查总株数} \times \text{最高级代表值}} \times 100$$

$$\text{病害发展曲线下面积(AUDPC)} = \sum (X_{i+1} + X_i)(t_{i+1} - t_i) / 2$$

$$\text{防效}(\%) = (\text{AUDPC}_{\text{对照}} - \text{AUDPC}_{\text{处理}}) / \text{AUDPC}_{\text{对照}} \times 100\%$$

注:  $X_i$  为第  $i$  次调查时的病害病情指数;  $t_i$  为第  $i$  次调查时日期.

### 1.5 数据处理与分析

用 Excel 和 SPSS 23.0 进行相关试验数据处理与统计分析, 采用 Prism 和 Origin 2017 进行图形绘制.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对烟草农艺性状的影响

不同处理对烟草团棵期、旺长期和打顶期农艺性状的影响分别如表 2, 3, 4 所示. 由表 1 可知, 处理 2 显著提高烟草团棵期的株高, 与空白对照比较差异有统计学意义. 其余处理对烟草团棵期的最大叶长、最大叶宽、茎围、有效叶片数、叶面积均有明显的促进作用, 对烟草早生快发的影响较为显著. 其中, 处理 3 对烟草团棵期的最大叶长、最大叶宽、茎围、有效叶片数、叶面积等指标均有显著提升作用, 与空白对照比较差异有统计学意义. 显著促进烟草早生快发, 促进烟草团棵期的生长发育.

随着生育期的推移, 处理 5 对旺长期的叶面积有显著提升作用, 与空白对照比较差异有统计学意义. 其他处理对旺长期和打顶期的农艺性状也有一定的促进作用, 但与空白对照比较差异有统计学意义. 综合来看, 移栽前、缓苗期和团棵期喷施海藻糖和鱼蛋白能够促进烟草早生快发, 提高生育期内团棵期和旺长期烟草的农艺性状.

表 2 不同处理对烟草团棵期农艺性状的影响

处理方式	株高/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	茎围/cm	有效叶片数/片	叶面积/cm <sup>2</sup>
1	31.02±0.30a	41.61±0.56ab	18.55±0.32c	6.95±0.15b	9.00±0.20ab	489.74±13.43cd
2	31.30±0.39b	42.38±0.26b	18.87±0.08c	7.16±0.05b	9.20±0.20bc	507.30±1.61de
3	30.48±0.34a	42.06±0.03b	19.75±0.02d	7.16±0.02b	9.67±0.24c	526.98±0.88e
4	30.30±0.56a	40.41±0.29ab	18.63±0.14c	7.59±0.05c	9.40±0.12bc	477.77±6.80c
5	30.59±0.32a	39.63±0.69a	17.84±0.26b	7.19±0.03b	9.07±0.18b	448.51±6.93b
6	28.06±0.42a	39.24±0.26a	17.06±0.12a	6.71±0.06a	8.47±0.07a	424.79±5.68a

注: 小写字母不同表示两组数据比较差异存在统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

表 3 不同处理对烟草旺长期农艺性状的影响

处理方式	株高/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	茎围/cm	有效叶片数/片	叶面积/cm <sup>2</sup>
1	65.61±3.45a	65.42±0.67a	31.09±0.50a	8.29±0.33a	15.73±1.45a	1 290.79±13.79a
2	72.50±4.25a	67.76±1.64a	32.49±0.72a	8.37±0.23a	16.93±0.58a	1 396.94±16.07ab
3	72.25±4.68a	69.34±3.74a	30.97±0.53a	8.67±8.33a	17.27±1.02a	1 363.91±23.70a
4	71.85±2.07a	68.43±2.39a	32.19±0.27a	8.63±0.38a	17.33±0.61a	11 398.70±23.85ab
5	70.21±3.59a	67.66±1.44a	51.97±0.30a	8.85±0.70a	16.33±1.51a	1 623.92±27.76b
6	70.15±5.07a	66.26±1.78a	30.87±0.68a	8.37±0.24a	17.27±0.83a	1 300.67±20.11a

注: 小写字母不同表示两组数据比较差异存在统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

表4 不同处理对烟草打顶期农艺性状的影响

处理方式	株高/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	茎围/cm	有效叶片数/片	叶面积/cm <sup>2</sup>
1	145.81±6.21a	78.16±3.01a	33.85±1.10a	10.49±0.40a	20.20±0.20a	1 679.8±115.61a
2	155.07±14.40a	75.39±9.00a	33.09±1.09a	10.37±0.28a	20.33±0.23a	1 587.2±237.36a
3	147.83±10.87a	78.06±1.35a	34.56±0.45a	10.52±0.52a	20.33±0.31a	1 711.8±39.89a
4	154.54±13.50a	77.12±2.64a	34.49±1.18a	10.61±0.50a	20.47±0.12ab	1 687.6±75.33a
5	149.64±2.35a	79.03±1.73a	32.61±0.76a	10.30±0.42a	20.90±0.26b	1 634.6±20.16a
6	149.97±8.74a	78.28±2.25a	33.65±1.38a	10.49±0.22a	20.27±0.50a	1 627.8±115.26a

注:小写字母不同表示两组数据比较差异存在统计学意义( $p<0.05$ ).

## 2.2 不同处理对烟草野火病的防治效果

不同处理对烟草野火病的发病率、病情指数、病情发展曲线下面积的影响分别如图1, 2, 3所示,在烟草生长不同时期(移栽前5~7 d、缓苗期长出2张新叶、团棵期和旺长期)分别施用不同用量鱼蛋白、海藻糖对烟草的叶部病害具有一定防控作用.

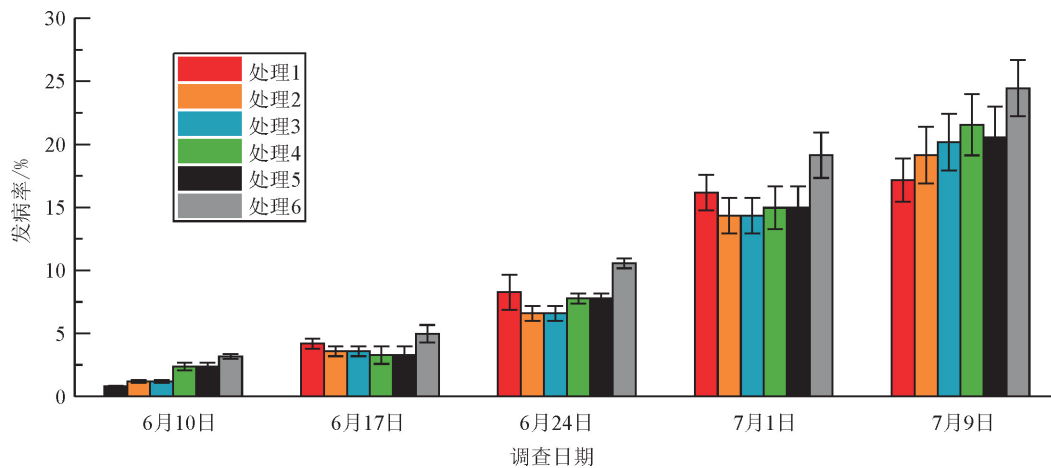


图1 不同处理对烟草野火病发病率的影响

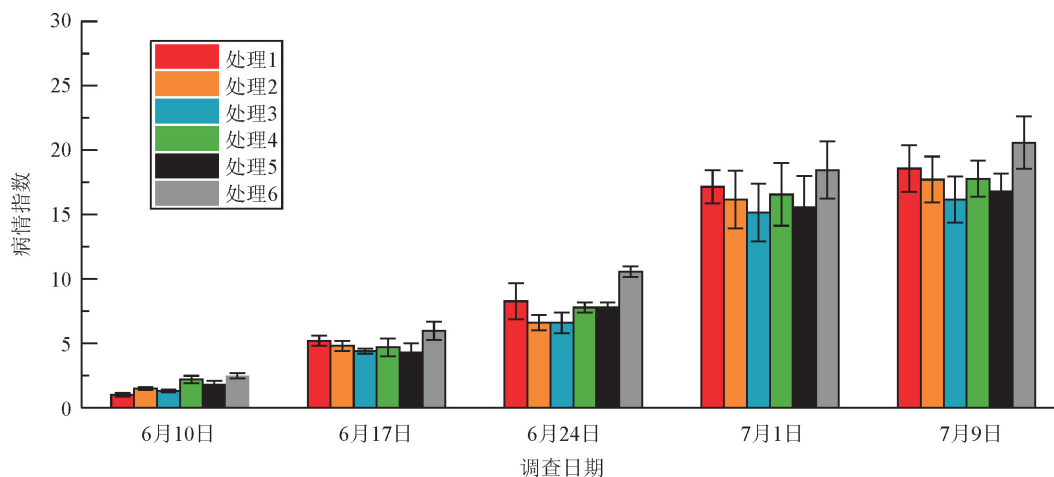


图2 不同处理对烟草野火病病情指数的影响

随着时间推移,各处理和空白对照的发病率和病情指数逐渐升高,但同期内各处理的发病率和病情指数均低于空白对照.野火病发病早期(6月10日),处理1的发病率和病情指数显著

低于空白对照;野火病发病中期(6月17日至7月1日),处理2、处理3、处理4、处理5的野火病发病率、病情指数均低于空白对照和其他处理;野火病发病后期(7月1日至7月9日),处理3的病情指数最低,处理5的病情指数次之,且均低于其他处理和空白对照,对野火病的防控效果最好。

综合来看,处理3(烟苗缓苗期长出2张新叶并完全展开时喷施鱼蛋白 $100\text{ g}/667\text{ m}^2$ ,团棵期喷施鱼蛋白 $500\text{ g}/667\text{ m}^2$ )可降低烟草野火病的发病率和病情指数,延缓烟草野火病的发生,在所有处理中防效最高为 $22.70\%$ ,对烟草野火病具有较好的防控效果。

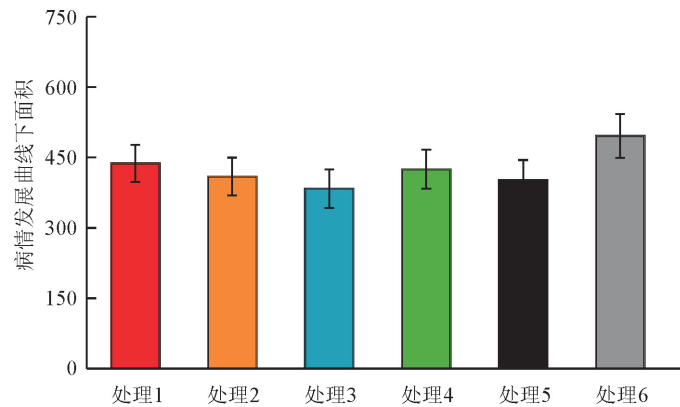


图3 不同处理对烟草野火病病情发展曲线下面积(AUDPC)的影响

### 3 结论与讨论

试验结果表明,鱼蛋白作为植物刺激素,不仅促进烟草早生快发,提升烟草农艺性状,同时对野火病具有较好的防治效果.烟苗缓苗期喷施鱼蛋白( $100\text{ g}/667\text{ m}^2$ ),团棵期再次喷施鱼蛋白( $500\text{ g}/667\text{ m}^2$ ),对烟草团棵期的最大叶长、最大叶宽、茎围、有效叶片数、叶面积等指标均有显著提升作用,显著促进烟草早生快发,同时对烟草野火病的防控效果最好。

在烟草生产的各类病害中,烟草叶斑类病害已成为威胁烟草生产的一大类病害,其中烟草野火病,普通花叶病、赤星病等是影响我国西南片区烟叶生产中后期的主要叶斑类病害<sup>[24]</sup>.目前烟草野火病主要采用化学防治的手段,但随着大量化学药剂的使用会导致烟叶中化学残留超标,严重影响烟叶品质.因此,寻求绿色防控技术方案,提高烟叶的产质量尤为重要。

植物在遭到病菌侵染时,常常是通过体内的木质素、胼胝体等的沉积,蛋白质酶抑制剂和溶菌酶等的合成来增强细胞壁的保卫反应,采用生物和非生物的诱导剂处理能够刺激诱导这些生物化学过程的防御反应<sup>[25]</sup>.微观上讲,植物刺激素是影响基因表达水平,进而调节生理生化及信号传递过程,影响养分、水分及同化产物代谢的一系列有机物或无机物分子.植物刺激素虽然不是肥料或农药,但具有肥料或农药的功能,其作用靶标是作物本身,少量施用就可达到促进植物生长发育、提高抗逆性的功效,而且这种促进作用是传统营养元素很难达到的<sup>[26]</sup>.

与植物生长调节剂相比,植物刺激素来源更为广泛、功能更加多样.植物刺激素不仅作用于植物,还能够作用于土壤及土壤微生物,通过提高植物的代谢过程,并不改变植物原本的代谢途径<sup>[1]</sup>.例如,海藻提取物可以作为一种环保的、多功能的生物刺激素,具有良好的抗氧化活性,已用于西红柿、水稻等作物<sup>[27-28]</sup>,提高作物养分利用效率和产量;鱼蛋白可增加叶绿素含量,提高草莓、苹果和西瓜等农作物产质量<sup>[29-31]</sup>,提升作物品质.本试验研究发现,鱼蛋白作为

一种新型的海洋生物材料,是一种应用效果良好的植物刺激素,可以促进烟株早生快发,同时诱导烟株提升抵抗力,减少烟株野火病的发生.本研究通过田间试验叶面喷施的方式,对鱼蛋白的不同使用时间和剂量进行田间效果评估,可以考虑将鱼蛋白作为植物刺激素,在今后大田促进烟草早生快发和防控叶部病害中推广使用.

#### 参考文献:

- [1] 谢尚强,王文霞,张付云,等.植物生物刺激素研究进展[J].中国生物防治学报,2019,35(3):487-496.
- [2] RAMOS A C, DOBBSS L B, SANTOS L A, et al. Humic Matter Elicits Proton and Calcium Fluxes and Signaling Dependent on  $Ca^{2+}$ -Dependent Protein Kinase(CDPK) at Early Stages of Lateral Plant Root Development [J]. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2015, 2: 3.
- [3] MORA V, BAIGORRI R, BACAICOA E, et al. The Humic Acid-Induced Changes in the Root Concentration of Nitric Oxide, IAA and Ethylene do not Explain the Changes in Root Architecture Caused by Humic Acid in Cucumber[J]. Environmental and Experimental Botany, 2012, 76: 24-32.
- [4] MORA V, BACAICOA E, BAIGORRI R, et al. NO and IAA Key Regulators in the Shoot Growth Promoting Action of Humic Acid in Cucumis Sativus L[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2014, 33(2): 430-439.
- [5] 郑伟.利用低值鱼制备鱼蛋白液肥及其生物学效应的研究[D].杭州:浙江大学,2006.
- [6] 于忠范,王盛,李兴昌.鱼蛋白有机肥防冻机理及其在果树上的应用[J].烟台果树,2004(4):30-31.
- [7] 刘春,曹丽敏,周东升,等.干旱、盐分和温度胁迫诱导的植物代谢改变[J].生物技术通报,2013(4):1-7.
- [8] 谢冬微,王晓楠,付连双,等.外源海藻糖对冬小麦低温下胚芽长及幼苗抗寒性的影响[J].麦类作物学报,2015,35(2):215-223.
- [9] 许静,饶旭,李晶,等.海藻糖对黄瓜幼苗抗冻性的影响[J].陕西农业科学,2021,67(8):9-11.
- [10] 邓如福,裴炎,王瑜宁,等.海藻糖对水稻幼苗抗寒性研究[J].西南农业大学学报,1991,13(3):347-350.
- [11] 牛远,石沁荣,吴冉迪,等.外源海藻糖和氯化胆碱对油菜苗期干旱胁迫的缓解效应分析[J].云南农业大学学报(自然科学),2021,36(5):753-761,798.
- [12] 李昉峻,周其文,漆新华,等.海藻糖对镉胁迫下水稻幼苗生长的影响[J].农业环境科学学报,2019,38(8):1827-1834.
- [13] 谈文,吴元华.烟草病理学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [14] 王振国,丁伟.烟草野火病发生与防治的研究进展[J].中国烟草学报,2012,18(2):101-106.
- [15] 陈德鑫,张顺,田福海,等.我国烟草有害生物绿色防控技术应用现状及对策[C]//病虫害绿色防控与农产品质量安全——中国植物保护学会2015年学术年会论文集.2015:252-261.
- [16] 郭利杰.当前农药化肥残留的危害及防止措施[J].河南农业,2018(34):24.
- [17] 王学江,李峰,张志凯.植物用生物刺激素的研究进展[J].磷肥与复肥,2021,36(5):21-26.
- [18] 王思怿,商照聪,于秀华,等.生物刺激素的研究进展及相关欧盟管理制度解析[J].化肥工业,2019,46(1):1-4,72.
- [19] 赵敏,王诗成,杨晓花.叶面喷施含腐殖酸水溶肥对石榴产量和品质的影响[J].农技服务,2020,37(8):23-24.
- [20] 陈伟,陈睿,应霄,等.叶面喷施含氨基酸水溶肥在草莓上的施用效果[J].浙江农业科学,2020,61(2):239-242.
- [21] 冯敬涛.海藻提取物对干旱胁迫下苹果幼苗抗旱性和养分吸收的影响[D].泰安:山东农业大学,2019.
- [22] 孙晓,尹皓婵,张占田,等.海藻提取物对水稻产量及养分利用的影响[J].江苏农业科学,2020,48(16):100-103.
- [23] 高岩,韩西红,王海朋,等.海藻酸复混肥料对玉米产量及品质的影响[J].南方农业,2020,14(2):147-149.
- [24] 易龙.烟草主要叶斑病害的诊断及防治技术[J].植物医生,2002,15(6):7-9.
- [25] 赵利娜.海藻糖诱导 *P. caribbica* 对草莓、桃果和苹果采后病害的防治效应及其机制的研究[D].镇江:江苏大学,2012.
- [26] 刘国秀,沈宏.生物刺激素及其在农业中的应用[J].磷肥与复肥,2020,35(11):22-26.
- [27] HASSAN S M, ASHOUR M, SAKAI N, et al. Impact of Seaweed Liquid Extract Biostimulant on Growth, Yield, and Chemical Composition of Cucumber(*Cucumis Sativus*) [J]. Agriculture, 2021, 11(4): 320.
- [28] 吕文,柳林虎,苗晟惠,等.海藻肥特性及其在西红柿生产上的应用[J].中国果菜,2017,37(1):26-27,30.
- [29] 翟晓芳,赵京奇,何瀛,等.鱼优蛋白肥料对草莓产量及品质的影响初报[J].南方农业,2021,15(4):45-48.
- [30] 彭永波,张世欣,于明德,等.邦龍 TM 鱼蛋白有机肥在苹果上的应用试验[J].烟台果树,2004(1):26-27.
- [31] 张莹,曾剑波,马超,等.4种功能性肥料对小型西瓜生长发育及品质的影响[J].甘肃农业科技,2021,52(4):4-8.