

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2023.04.004

## 烤烟不同育苗方式 对烟草苗期抗病抗逆性的影响

许跃奇<sup>1</sup>, 王颢杰<sup>2</sup>, 常栋<sup>1</sup>, 何晓冰<sup>1</sup>,  
李俊营<sup>1</sup>, 孟颢光<sup>2</sup>, 蒋士君<sup>2</sup>, 崔江宽<sup>2</sup>

1. 河南省烟草公司平顶山市公司, 河南 平顶山 467000;

2. 河南农业大学植物保护学院, 郑州 450046

**摘要:** 为探究烤烟不同育苗方式对烟苗素质的影响, 本研究于2020—2022年在河南省平顶山市和许昌市定点连续监测多个工厂化育苗大棚漂浮育苗、湿润育苗、干湿交替育苗、浅水育苗和无纺布育苗处理对不同生育期烟苗素质的影响, 系统分析了不同育苗方式对烟苗农艺性状、抗氧化酶活性、MDA含量和根活力等指标的影响。研究表明, 在烟苗十字期、伸根期和成苗期, 浅水育苗处理相比于漂浮育苗处理显著提高了烟苗的农艺性状、抗氧化酶活性和根活力, 无纺布育苗和湿润育苗次之; 在烟苗成苗期, 浅水育苗处理相比漂浮育苗处理根长、侧根数、成苗率、SOD酶活性和根活力增加了26.85%, 18.89%, 1.58%, 28.52%和23.71%。综合分析工厂化育苗烟苗十字期、生根期和成苗期烟苗各项农艺指标、抗氧化酶活性和根活力发现, 浅水育苗和无纺布育苗可显著提升烤烟苗期的农艺性状、抗病抗逆酶活性和根活力, 从而提高烤烟苗期素质。

**关键词:** 工厂化育苗; 烟草育苗; 抗病抗逆性;

浅水育苗; 无纺布育苗

中图分类号: S435.1

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2023)04-0028-11

## Effects of Different Seedling Breeding Methods on Disease and Stress Resistance of Flue-cured Tobacco at Seedling Stage

收稿日期: 2023-07-06

基金项目: 河南省烟草公司平顶山市公司科技项目(PYKJ202102, PYKJ202108); 中国烟草总公司河南省公司重点项目(2023410000240023)。

作者简介: 许跃奇, 硕士, 农艺师, 主要从事烟草栽培及生产技术推广。

共同第一作者: 王颢杰, 硕士研究生, 主要从事烟草抗病抗逆强化技术研究。

通信作者: 崔江宽, 博士, 副教授。

XU Yueqi<sup>1</sup>, WANG Haojie<sup>2</sup>, CHANG Dong<sup>1</sup>, HE Xiaobing<sup>1</sup>,  
LI Junying<sup>1</sup>, MENG Haoguang<sup>2</sup>, JIANG Shijun<sup>2</sup>, CUI Jiangkuan<sup>2</sup>

1. Pingdingshan Branch of Henan Tobacco Company, Pingdingshan Henan 467000, China;

2. College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China

**Abstract:** This study aimed to explore the effects of different seedling breeding methods on the quality of tobacco seedlings. From 2020 to 2022, the effects of floating, wet, alternating dry and wet, shallow water and non-woven fabric seedling-nursing treatments on the quality of tobacco seedlings at different growth stages were continuously monitored in seedling-nursing greenhouses at same sites in Pingdingshan City and Xuchang City, Henan Province. The effects of different seedling breeding methods on the agronomic traits, antioxidant enzyme activity, MDA content and root vitality of tobacco seedlings were systematically analyzed. The results showed that the agronomic traits, antioxidant enzyme activity and root activity of tobacco seedlings were significantly improved by shallow water seedling treatment, followed by non-woven fabric and wet seedling-nursing compared with floating treatment at the cross stage, root extension stage and seedling stage. In the seedling stage, the root length, lateral root number, seedling growth rate, SOD enzyme activity and root activity of shallow water seedling-nursing treatment increased by 26.85%, 18.89%, 1.58%, 28.52% and 23.71% compared with floating seedling-nursing treatment. The agronomic indexes, antioxidant enzyme activity and root vitality of tobacco seedlings in cross, rooting and adult stages by industrialized seedling production were comprehensively analyzed. Shallow water and non-woven fabric seedling-nursing significantly improved the agronomic traits, disease resistance and stress enzyme activity and root vitality at the flue-cured tobacco seedling stage, thereby significantly improve the quality of flue-cured tobacco seedlings.

**Key words:** industrial seedling culture; tobacco seedlings; resistance to disease and stress; shallow water seedling nursing; non-woven fabric seedling nursing

烟草是我国的重要经济作物之一,育苗管理对烟草的生长发育和品质的提升至关重要.工厂化漂浮育苗是我国烤烟的主要育苗方式,具有占地面积小、成苗率高和管理方便等优点<sup>[1]</sup>.然而,工厂化漂浮育苗的隐性感染问题是黄淮烟区最为常见且难以防治的问题之一.高温高湿环境胁迫易导致烟苗生长缓慢、代谢受阻、抗性下降,最终使得烟苗发黄瘦弱、根系褐变腐烂,严重影响产量和品质<sup>[2]</sup>.培育高产优质、抗病抗逆性强的烤烟壮苗是生产优质烤烟的重要前提,也是研究的重点和难点.通过调整育苗时的养分供应和生长环境,可以帮助烟草植株在苗期积累更多的抗氧化物质,减轻烤烟叶片上的氧化损伤,从而增强烤烟苗期的抗病抗逆性<sup>[3]</sup>.适宜的育苗方式可以提高烟苗的农艺性状和抗病抗逆性.改进式漂浮育苗可以提高烟苗的成苗素质<sup>[4]</sup>.无纺布育苗可以有效保持苗床内的温湿度等条件,从而促进苗期农艺性状的提高<sup>[5]</sup>.通过科学的烤烟育苗方式可以增加其抗病抗逆性,从而有效地提高烤烟的生产效益和品质.在烤烟产区不同生长环境和需求下,烤烟生产者应选择适宜的育苗方式以达到最佳的效果.然而,针对工厂化育苗方式对烤烟苗期素质影响的系统研究较少.本研究在工厂化常规漂浮育苗的基础上,通过调整育苗方式,改善育苗环境,以期明确适宜黄淮烟区广泛应用推广的工厂化育苗方式,为提高烤烟的苗期素质提供理论基础.

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验地点位于河南省平顶山市和许昌市4个县(区)9个乡镇的工厂化四联体育苗大棚,属黄淮烟区。试验时间为2020—2022年。供试烤烟品种为“中烟100”,由青岛中烟种子有限责任公司提供。

### 1.2 试验设计

2020年在郟县和襄城县的育苗工厂进行了预试验。根据预试验结果,以常规漂浮育苗为对照,分别设置湿润育苗、无纺布育苗、干湿交替育苗和浅水育苗,共计5种育苗方式。试验采用随机区组,每个处理设置3个重复,每个重复不少于200盘烟苗,试验设在同一大棚,温湿度及管理条件一致。

**漂浮育苗:**按照《烟草集约化育苗技术规程国家标准》(GB/T 25241.1—2010)稍加调整<sup>[6]</sup>,在装盘之前湿润基质,每个育苗穴播种1~2粒包衣种子,每个育苗盘放入200株苗,将育苗盘放入池中后,用清水喷洒育苗盘使其湿润,整个育苗期间水位保持不低于10 cm。

**湿润育苗:**播种时将种子播入塑料托盘内,每盘128株苗,育苗池水位保持在1~2 cm,其他培育措施同常规漂浮育苗。

**浅水育苗:**播种时的操作与漂浮育苗相同,每个育苗盘放入200株苗。在出苗前,保持水位线在3~5 cm,出苗后将水位线保持在1~2 cm,其他培育措施与常规漂浮育苗相同。

**干湿交替育苗:**播种时操作同漂浮育苗,每盘200株苗,出苗前将育苗池注入3~5 cm水,出苗后控制水位线保持在1~2 cm,待育苗池水自然蒸发后,晾盘1~3 d,重新注水3~5 cm,依次循环,其他培育措施同常规漂浮育苗。

**无纺布育苗:**播种时的操作与漂浮育苗相同,每个育苗盘放入200株苗。在育苗池底部塑料膜上铺上无纺布,厚度为0.8~1 cm,然后将漂浮育苗盘放在无纺布上,整个育苗期间,无纺布要保持湿润,其他管理措施与漂浮育苗相同。

### 1.3 测定指标

#### 1.3.1 烟苗农艺性状

烟草生育期的划分参考《烟草栽培学》<sup>[7]</sup>,在烤烟苗期的十字期(播种后30 d)、生根期(播种后40 d)和成苗期(播种后50 d)随机选取每个处理烟苗10株,依据《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T 142—2010)<sup>[8]</sup>测定烟株农艺性状,包括株高、鲜重、根长、侧根数、烟叶的叶长和叶宽,并计算叶片的叶面积(叶长×叶宽×0.634 5),使用植物营养测定仪(浙江脱普云农科技股份有限公司, TYS-4N)测定叶绿素含量,在成苗期每个处理选取20盘烟苗对成苗率进行统计。

#### 1.3.2 酶活性

在烤烟苗期的十字期(播种后30 d)、生根期(播种后40 d)和成苗期(播种后50 d),每个处理随机选取5株烟苗,参照北京索莱宝科技有限公司试剂盒说明书,采用微量法使用酶标仪(美国赛默飞世尔科技公司, Multiskan FC)测定烟苗根部过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)活性和丙二醛(MDA)含量。

#### 1.3.3 根活力测定

在烤烟苗期的十字期(播种后30 d)、生根期(播种后40 d)和成苗期(播种后50 d),每个处理随机选取5株烟苗,参照上海尚宝科技有限公司试剂盒说明书,采用TTC比色法使用紫外

分光光度计(上海翱艺仪器有限公司,UV-1800)测定烟苗根活力.

#### 1.4 数据处理与统计学分析

本研究采用 Microsoft Excel 2019 进行数据处理,应用 IBM SPSS Statistics 20 进行数据分析,平均值采用单因素 ANOVA 检验,采用 Tukey's HSD 法进行多重比较,GraphPad Prism 9 进行柱形图的绘制.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同育苗方式对十字期烟苗农艺性状的影响

由试验结果可知,不同育苗方式对十字期烟苗株高、鲜重、根长和侧根数等农艺性状均产生了显著的影响, $p_{株高} = 0.000$ , $p_{鲜重} = 0.000$ , $p_{根长} = 0.025$ 和 $p_{侧根} = 0.001$ ;对叶绿素含量未产生显著性影响, $p_{叶绿素含量} = 0.790$ .结合2021—2022年的试验数据,其中,浅水育苗的株高明显高于其他育苗方式,相较于漂浮育苗,浅水育苗的株高增加了48.72%和53.66%.浅水育苗、湿润育苗的鲜重也明显高于其他育苗方式,其中浅水育苗相较于漂浮育苗,鲜重增加了85.71%和62.50%,湿润育苗相较于漂浮育苗鲜重增加了85.71%和50.00%.另外,浅水育苗和无纺布育苗的根长也明显高于其他育苗方式,浅水育苗相较于漂浮育苗,根长增加了73.25%和19.91%,无纺布育苗相较于漂浮育苗,根长增加了64.33%和14.22%.浅水育苗的侧根数也明显高于其他育苗方式,浅水育苗相较于漂浮育苗,侧根数增加了47.83%和68.89%(表1).

表1 不同育苗方式对十字期烟苗农艺性状的影响

时间	处理方法	株高/cm	鲜重/g	根长/cm	侧根数	叶绿素含量/SPAD
2021年	湿润育苗	0.46±0.03b	0.13±0.01a	2.17±0.22ab	8.44±1.02b	30.19±1.47a
	无纺布育苗	0.45±0.03b	0.11±0.01ab	2.58±0.41a	9.78±1.87ab	31.27±2.92a
	干湿交替育苗	0.46±0.03b	0.07±0.01b	1.93±0.28ab	6.75±0.59b	29.60±3.45a
	浅水育苗	0.58±0.05a	0.13±0.03a	2.72±0.32a	11.25±0.72a	31.21±1.69a
	漂浮育苗	0.39±0.03b	0.07±0.01b	1.57±0.26b	7.61±0.69b	28.72±2.71a
2022年	湿润育苗	0.47±0.05b	0.12±0.01a	2.21±0.32a	8.76±0.42b	27.14±1.28a
	无纺布育苗	0.40±0.04b	0.07±0.01b	2.41±0.38a	9.82±1.02ab	26.44±2.67a
	干湿交替育苗	0.47±0.03b	0.05±0.01b	2.40±0.41a	8.28±0.70b	24.40±1.49a
	浅水育苗	0.63±0.06a	0.13±0.01a	2.53±0.47a	13.68±0.37a	24.15±2.62a
	漂浮育苗	0.41±0.04b	0.08±0.01b	2.11±0.33a	8.10±0.40b	26.75±1.21a

注:小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义( $p < 0.05$ ).

### 2.2 不同育苗方式对生根期烟苗农艺性状的影响

不同育苗方式对生根期烟苗株高、鲜重、根长、侧根数和最大叶面积等农艺性状均产生了显著的影响, $p_{株高} = 0.001$ , $p_{鲜重} = 0.021$ , $p_{根长} = 0.017$ , $p_{侧根} = 0.000$ 和 $p_{最大叶面积} = 0.040$ ;对叶绿素含量未产生显著影响, $p_{叶绿素含量} = 0.488$ .其中,浅水育苗株高明显高于其他育苗方式,浅水育苗株高相较于漂浮育苗增长了42.21%和54.05%.湿润育苗的鲜重明显高于其他育苗方式,其中湿润育苗鲜重相较于漂浮育苗增长了14.18%和6.35%.不同育苗方式对生根期烟苗的根长也有显著影响,浅水育苗和无纺布育苗的根长要高于其他育苗方式.其中,浅水育苗根长相较于漂浮育苗增长了24.61%和5.97%,无纺布育苗根长相较于漂浮育苗增长了17.83%和2.20%.此外,不同育苗方式对生根期烟苗的侧根数和最大叶面积也有显著影响.浅水育苗

和无无纺布育苗的侧根数要明显高于其他育苗方式,浅水育苗侧根数相较于漂浮育苗增长了26.93%和35.48%,无纺布育苗侧根数相较于漂浮育苗增长了7.07%和50.23%。湿润育苗和浅水育苗具有较高的最大叶面积,其中湿润育苗最大叶面积相较于漂浮育苗增长了41.05%和26.98%(表2)。

表2 不同育苗方式对生根期烟苗农艺性状的影响

时间	处理方法	株高/cm	鲜重/g	根长/cm	侧根数	最大叶面积/cm <sup>2</sup>	叶绿素含量/SPAD
2021年	湿润育苗	2.03±0.43a	3.22±0.18a	6.74±0.41a	51.25±5.27b	28.14±2.03a	29.77±2.46a
	无纺布育苗	1.87±0.29ab	2.78±0.21ab	6.08±0.20ab	53.00±6.18b	26.53±3.66a	29.32±3.74a
	干湿交替育苗	1.67±0.40b	1.60±0.20c	5.37±0.17b	52.50±3.16b	21.86±2.01ab	31.80±2.36a
	浅水育苗	2.19±0.34a	2.76±0.31ab	6.43±0.35a	62.83±8.01a	26.64±1.49a	28.63±1.89a
	漂浮育苗	1.54±0.41b	2.82±0.21ab	5.16±0.27c	49.50±7.42b	19.95±3.02ab	29.02±2.14a
2022年	湿润育苗	1.51±0.20b	2.68±0.14ab	5.66±0.20b	46.40±5.57bc	18.73±2.03ab	25.00±2.23a
	无纺布育苗	1.36±0.14bc	2.50±0.09ab	6.50±0.39a	65.20±6.35a	19.55±2.27ab	27.04±2.47a
	干湿交替育苗	1.07±0.09c	2.30±0.06b	5.46±0.26b	33.60±2.82c	19.91±2.18ab	24.02±3.65a
	浅水育苗	1.71±0.21ab	2.68±0.17ab	6.74±0.41a	58.80±6.56ab	23.35±2.82a	23.48±4.21a
	漂浮育苗	1.11±0.23c	2.52±0.06ab	6.36±0.40a	43.40±2.56bc	14.75±1.39b	24.48±1.41a

注:小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义( $p < 0.05$ )。

### 2.3 不同育苗方式对成苗期烟苗农艺性状的影响

在成苗期,不同育苗方式相对常规漂浮育苗农艺性状均有不同程度的提升,无纺布育苗和浅水育苗的株高、鲜重、根长、侧根数和最大叶面积要明显高于其他处理。结合两年的数据,无纺布育苗的株高、鲜重、根长、侧根数、最大叶面积、叶绿素含量、成苗率相比于常规漂浮育苗,分别增高了4.87%,9.67%,19.25%,14.29%,24.41%,3.38%,2.73%和11.32%,19.21%,15.91%,8.74%,19.55%,15.24%,3.25%,浅水育苗株高、鲜重、根长、侧根数、最大叶面积、叶绿素含量、成苗率相比于常规漂浮育苗,分别增高了3.03%,11.97%,29.06%,23.19%,20.00%,7.33%,2.08%和12.12%,15.93%,24.64%,14.59%,20.35%,2.20%,1.08%,并且两年数据有较强的一致性(表3)。

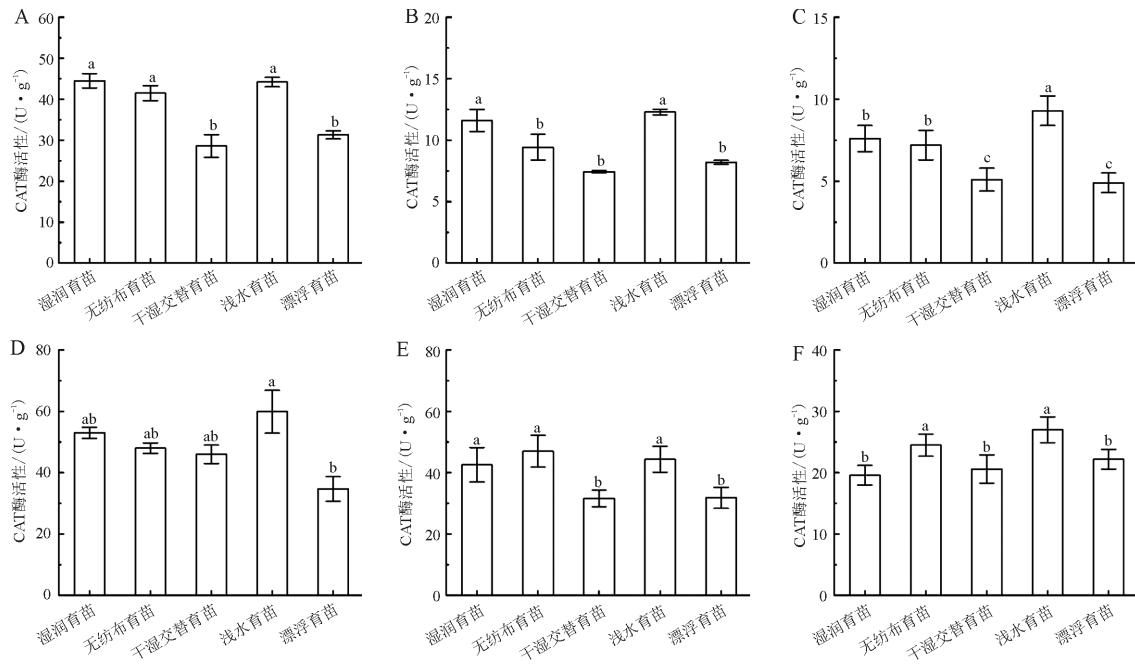
表3 不同育苗方式对成苗期烟苗农艺性状的影响

时间	处理方法	株高/cm	鲜重/g	根长/cm	侧根数	最大叶面积/cm <sup>2</sup>	叶绿素含量/SPAD	成苗率/%
2021年	湿润育苗	7.26±0.85b	6.22±0.75b	9.43±0.91ab	159.62±20.31bc	56.01±5.13ab	28.79±3.81a	94.32±1.14ab
	无纺布育苗	7.96±0.91ab	6.69±0.41ab	9.48±1.10ab	166.21±18.92ab	61.21±6.23a	29.04±5.10a	96.74±0.97b
	干湿交替育苗	7.31±0.40b	6.01±0.51b	8.92±1.13b	162.47±10.26ab	54.98±7.15ab	30.83±5.16a	95.32±1.17ab
	浅水育苗	7.82±0.64ab	6.83±0.70ab	10.26±0.95a	179.16±19.36a	59.04±4.23a	30.15±4.89a	96.13±1.67a
	漂浮育苗	7.59±0.93b	6.10±0.47b	7.95±0.77c	145.43±12.69c	49.20±6.91b	28.09±4.84a	94.17±1.52b
2022年	湿润育苗	8.11±1.06ab	6.44±0.34b	7.92±1.13c	146.76±19.11c	50.08±4.96b	32.10±4.13a	95.21±1.01ab
	无纺布育苗	8.36±0.54a	7.26±0.49a	9.69±1.09ab	156.93±19.24bc	60.10±4.92a	33.05±4.27a	97.16±1.42a
	干湿交替育苗	8.08±0.49ab	6.42±0.36b	9.42±1.20ab	147.15±15.13c	54.62±7.23ab	30.12±5.06a	94.13±1.52b
	浅水育苗	8.42±0.41a	7.06±0.47a	10.42±0.91a	165.37±20.16ab	60.50±7.16a	29.31±4.26a	95.12±1.63ab
	漂浮育苗	7.51±0.53b	6.09±0.46b	8.36±0.89bc	144.32±19.16c	50.27±5.91b	28.68±5.41a	94.10±1.16b

注:小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义( $p < 0.05$ )。

## 2.4 不同育苗方式对烟草苗期 CAT 酶活性的影响

不同育苗方式对苗期 CAT 酶活性影响显著. 结合两年数据取平均增长率, 在十字期, 浅水育苗烟苗 CAT 酶活性要高于其他育苗方式, 浅水育苗相较于漂浮育苗 CAT 活性增高了 53.16%; 湿润育苗和无纺布育苗烟苗也有较高的 CAT 酶活性, 湿润育苗和无纺布育苗相较于漂浮育苗增高了 47.56% 和 31.69%. 在生根期, 湿润育苗、无纺布育苗和浅水育苗有着较高的 CAT 酶活性, 湿润育苗、无纺布育苗和浅水育苗相较于漂浮育苗分别增高了 49.36%, 41.32% 和 28.26%. 在成苗期, 浅水育苗仍保持较高的 CAT 酶活性, 相较于漂浮育苗增高 51.19% (图 1).

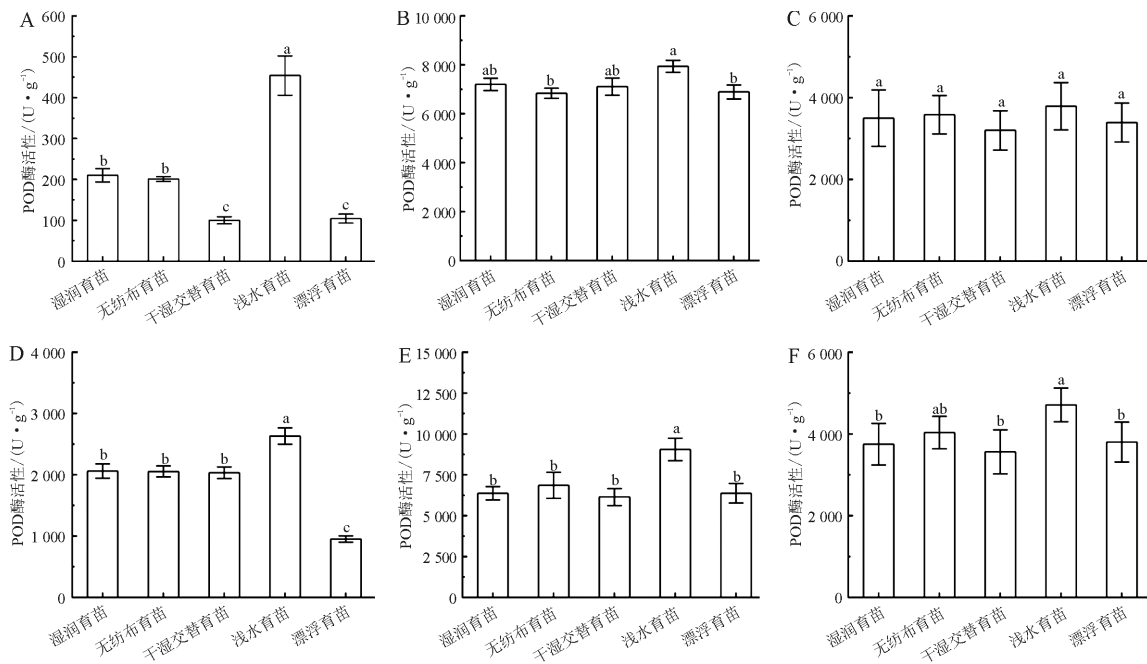


A 为 2021 年十字期; B 为 2021 年生根期; C 为 2021 年成苗期; D 为 2022 年十字期; E 为 2022 年生根期; F 为 2022 年成苗期; 小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

图 1 不同育苗方式对苗期 CAT 酶活性的影响

## 2.5 不同育苗方式对烟草苗期 POD 酶活性的影响

不同育苗方式对烟草苗期 POD 酶活性影响显著. 结合两年数据取平均增长率, 在十字期, 浅水育苗烟苗 POD 酶活性要明显高于其他育苗方式, 浅水育苗 POD 酶活性相较于漂浮育苗增高了 243.39%; 湿润育苗和无纺布育苗十字期烟苗也有较高的 POD 酶活性, 相较于漂浮育苗分别增高了 172.69% 和 143.16%. 在生根期, 浅水育苗 POD 酶活性要明显高于其他育苗方式, 浅水育苗 POD 酶活性相较于漂浮育苗增高了 31.07%. 在成苗期, 浅水育苗有着较高的 POD 酶活性, 相较于漂浮育苗增高了 12.37%. 从十字期到成苗期, 不同育苗方式 POD 酶活性先增高后降低 (图 2).

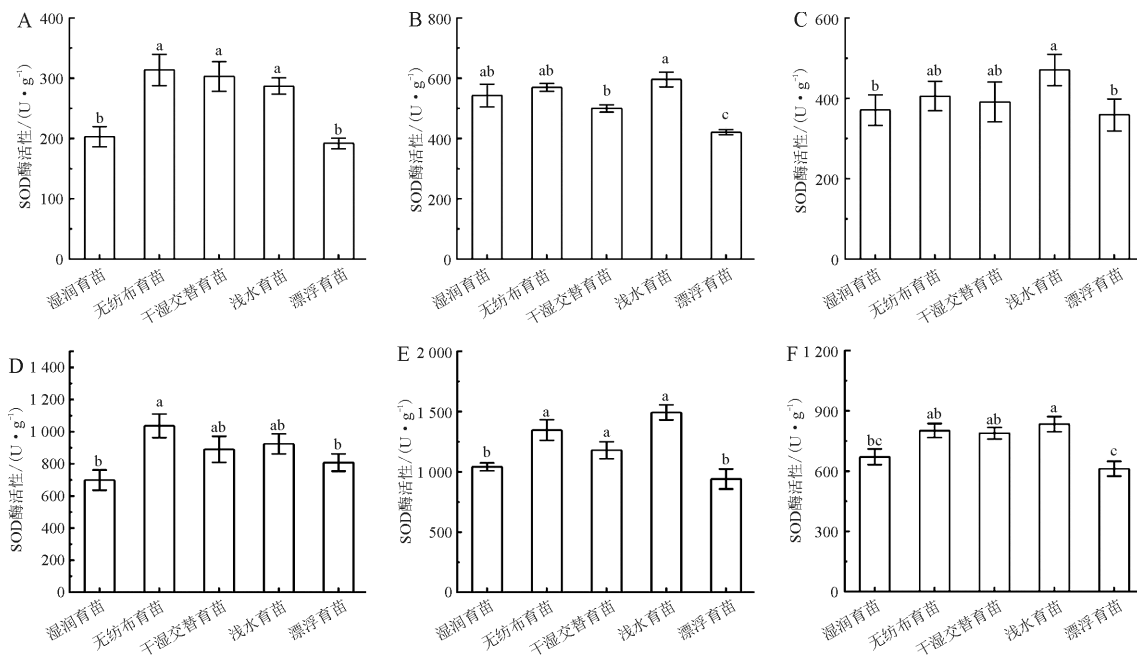


A 为 2021 年十字期; B 为 2021 年生根期; C 为 2021 年成苗期; D 为 2022 年十字期; E 为 2022 年生根期; F 为 2022 年成苗期; 小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

图 2 不同育苗方式对苗期 POD 酶活性的影响

## 2.6 不同育苗方式对烟草苗期 SOD 酶活性的影响

不同育苗方式对苗期 SOD 酶活性影响显著. 结合两年数据取平均增长率, 在十字期, 无纺布育苗烟草 SOD 酶活性要高于其他育苗方式, 相较于漂浮育苗增高了 55.48%; 浅水育苗烟草也有较高的 SOD 酶活性, 相较于漂浮育苗增高了 34.26%. 在生根期, 浅水育苗 SOD 酶活性要高于其他育苗方式, 相较于漂浮育苗增高了 43.21%; 无纺布育苗也有较高的 SOD 酶活性, 相较于漂浮育苗增高了 32.67%. 在成苗期, 无纺布育苗和浅水育苗有着较高的 SOD 酶活性, 相较于漂浮育苗增高了 19.23% 和 28.52% (图 3).

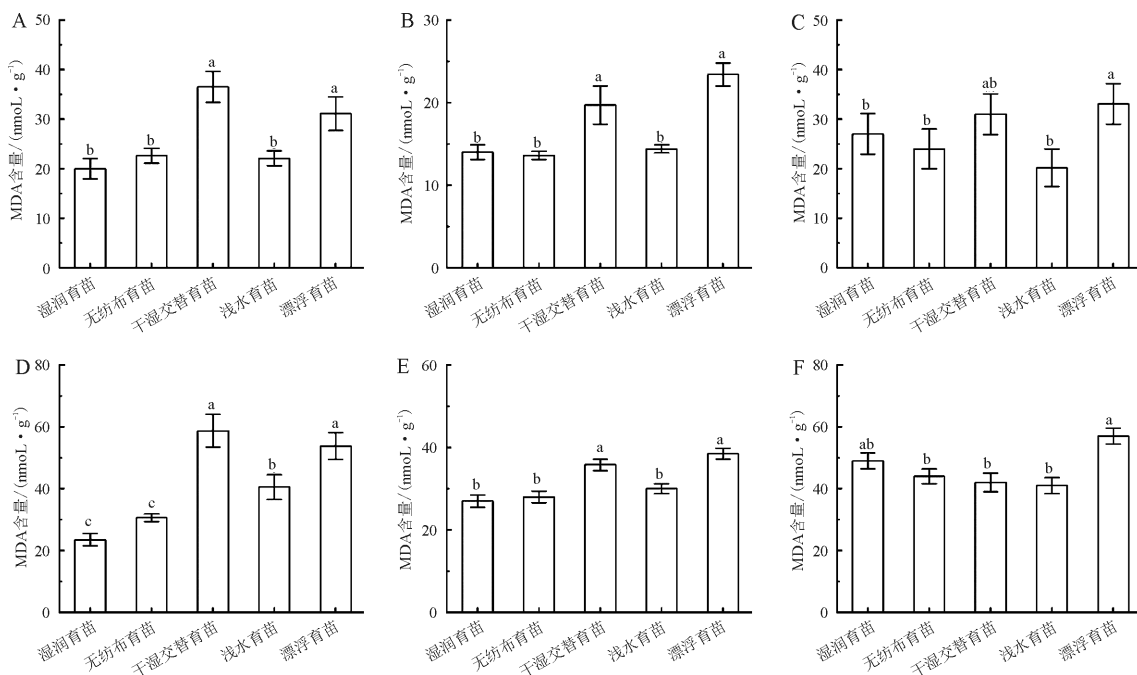


A 为 2021 年十字期; B 为 2021 年生根期; C 为 2021 年成苗期; D 为 2022 年十字期; E 为 2022 年生根期; F 为 2022 年成苗期; 小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

图 3 不同育苗方式对苗期 SOD 酶活性的影响

## 2.7 不同育苗方式对苗期 MDA 含量的影响

不同育苗方式对苗期 MDA 含量影响显著. 结合两年数据取平均抑制率, 在十字期, 湿润育苗烟苗 MDA 含量要明显低于其他育苗方式, 相较于漂浮育苗降低了 51.81%; 无纺布育苗和浅水育苗也有较低的 MDA 含量, 相较于漂浮育苗降低了 37.16% 和 27.63%. 在生根期, 浅水育苗和无纺布育苗 MDA 含量低于其他育苗方式, 浅水育苗相较于漂浮育苗降低了 35.57%; 无纺布育苗相较于漂浮育苗降低了 41.63%. 在成苗期, 无纺布育苗和浅水育苗有着较低的 MDA 含量, 相较于漂浮育苗降低了 21.31% 和 33.41% (图 4).



A 为 2021 年十字期; B 为 2021 年生根期; C 为 2021 年成苗期; D 为 2022 年十字期; E 为 2022 年生根期;

F 为 2022 年成苗期; 小写字母不同表示组间数据比较差异具有统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

图 4 不同育苗方式对苗期 MDA 含量的影响

## 2.8 不同育苗方式对苗期根活力的影响

不同育苗方式对苗期根活力的影响显著. 结合两年数据取平均增长率, 在十字期, 无纺布育苗和浅水育苗有着较高的根活力, 相较于漂浮育苗增高了 29.34% 和 20.26%. 在生根期, 浅水育苗和无纺布育苗根活力明显高于其他育苗方式, 浅水育苗根活力相较于漂浮育苗增高了 32.77%; 无纺布育苗相较于漂浮育苗增高了 26.02%. 在成苗期, 浅水育苗和无纺布育苗根活力明显高于其他育苗方式, 相较于漂浮育苗增高了 23.71% 和 16.51%. 从十字期到成苗期, 根活力先增加后降低, 但不同育苗方式的根活力仍保持一定的规律性 (图 5).



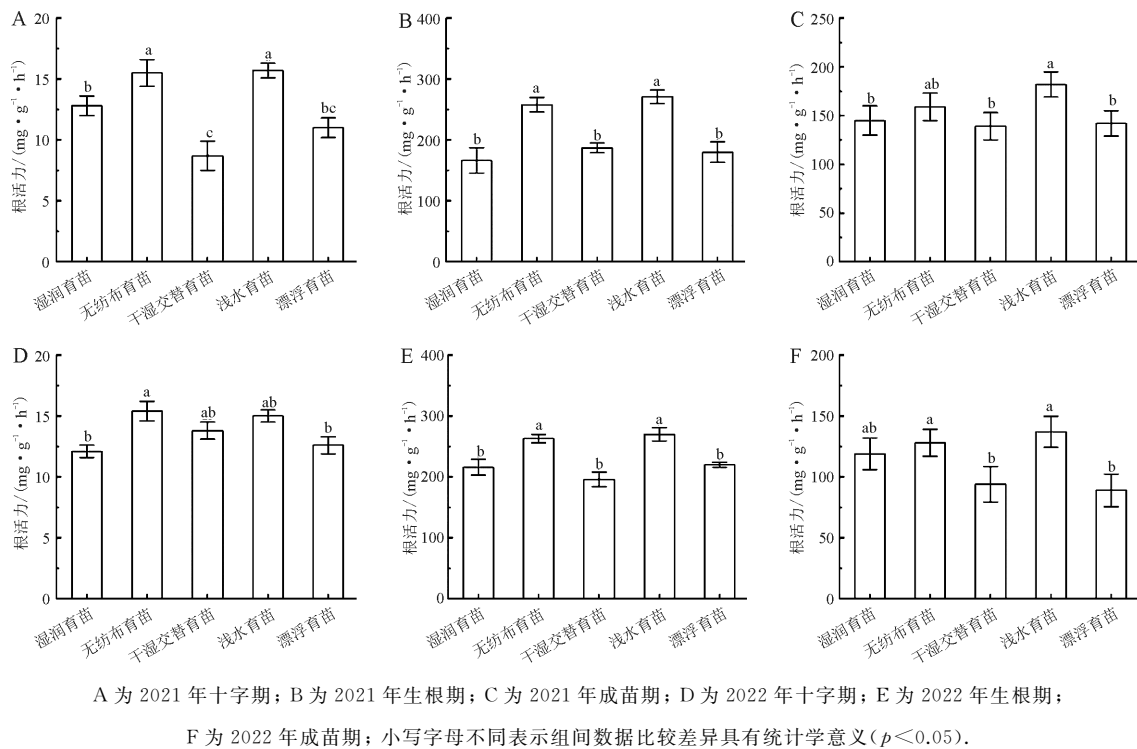


图5 不同育苗方式对根活力的影响

### 3 结论与讨论

烟草农艺性状可反映烟草的生长状态和抗病能力<sup>[9]</sup>. 较好的农艺性状和良好的生长状态可以为烟草提供更多的养分和能量, 从而使其具有抵御病害的能力. 本试验结果表明, 在烤烟苗期的十字期、生根期和成苗期, 相对于常规漂浮育苗, 浅水育苗对农艺性状提升效果显著, 无纺布育苗和湿润育苗次之, 其中无纺布育苗和浅水育苗对整个苗期的根系和成苗率提升效果显著, 这与前人的研究结果一致, 即浅水育苗相较于漂浮育苗可以缩短苗期和提升农艺性状, 从而提升成苗整体素质<sup>[10-11]</sup>. 浅水育苗较低的水位有利于烟苗的根系与空气中的氧气交换, 从而促进烟草根系的生长, 提高烟苗的农艺性状. 无纺布育苗和湿润育苗都提供了相对稳定的生长环境, 能够保持适宜的温度、湿度和氧气条件, 利于烟苗的根系生长和养分吸收, 进而促进烟草的农艺性状的提高.

抗氧化酶在植物的抗病抗逆过程中起着重要作用. CAT 酶能够清除细胞中的过氧化氢等有害物质, 从而保护细胞免受氧化损伤<sup>[12]</sup>. SOD 酶能够清除细胞内的超氧自由基等有害物质, 降低氧化损伤<sup>[13]</sup>. POD 酶在植物的抗逆过程中和其他抗氧化酶如 CAT 酶和 SOD 酶协同作用, 共同清除细胞内的有害物质, 提高植物的抗逆性<sup>[14]</sup>. 本研究结果表明, 浅水育苗和无纺布育苗具有较高的抗氧化酶活性, 在苗期中展现出优异的抗逆性. 十字期浅水育苗 CAT 酶、POD 酶和 SOD 酶相较于漂浮育苗分别增高了 53.16%, 243.39% 和 34.26%, 生根期 CAT 酶、POD 酶和 SOD 酶相较于漂浮育苗分别增高了 28.26%, 31.07% 和 43.21%; 十字期无纺布育苗 CAT 酶、POD 酶和 SOD 酶相较于漂浮育苗分别增高了 31.69%, 143.16% 和 55.48%, 生根期 CAT 酶、POD 酶和 SOD 酶相较于漂浮育苗分别增高了 41.32%, 9.42% 和 32.67%. 浅水育苗和无纺布育苗的烟苗仍有较高的抗氧化酶水平. 浅水育苗和无纺布育苗可以提供适宜的氧气, 有利于

植物的根系生长和代谢,从而增强植物的抗病抗逆酶活性和抗逆性,这与 Kappord 等<sup>[15]</sup>的研究结果相符合,其研究表明,适宜的水分和氧气可以提高植物的抗病抗逆酶活性,从而增强植物的抗病抗逆性.浅水育苗可以更好地控制水分,因为水的蒸发和渗透作用更容易发生,从而导致较干燥的生长条件,从而促进烟草根系的生长并增加其抗氧化酶含量.此外,无纺布育苗和湿润育苗烟苗的根部能获得更多的氧气供应,更有效的进行呼吸作用,从而减少了细胞的氧化损伤,促进抗氧化酶活性<sup>[16]</sup>.干湿交替育苗的农艺性状和抗氧化酶均处于较低水平,可能是由于干湿交替的间隔不当影响了烟苗的生长节律,导致处于较低的水平<sup>[17]</sup>.此外,漂浮育苗抗氧化酶处于较低水平,尽管漂浮育苗提供了相对温和的环境,但水中的氧气浓度相对较低,而氧气在许多酶催化反应中起到重要的作用,从而限制了酶的活性<sup>[18]</sup>.另外,生根期 POD 酶活性和 SOD 酶活性要远高于十字期,这与 Gupta 等<sup>[19]</sup>的结论一致,POD 酶活性和 SOD 酶在生长发育早期逐渐升高.此外,SOD 酶活性两年测量数据差异较大,可能是因为 SOD 酶活性受温湿度的影响<sup>[20]</sup>,气候条件和管理措施上的差异从而导致数据差异.

MDA 含量是衡量植物氧化损伤程度的指标,其含量增加表明植物受到了氧化损伤,抗病抗逆性下降<sup>[21]</sup>,根活力是衡量植物受到逆境胁迫后根系对环境的适应能力的指标,其活性增加表明植物根系对逆境的适应能力提高,抗病抗逆性增强<sup>[22]</sup>.本试验结果显示,十字期烟苗浅水育苗根活力相较于漂浮育苗增高了 20.26%,MDA 含量相较于漂浮育苗降低了 27.63%;生根期烟苗浅水育苗根活力相较于漂浮育苗增高了 32.77%,MDA 含量相较于漂浮育苗降低了 35.57%;十字期烟苗无纺布育苗根活力相较于漂浮育苗增高了 29.34%,MDA 含量相较于漂浮育苗降低了 37.16%,生根期烟苗浅水育苗根活力相较于漂浮育苗增高了 32.17%,MDA 含量相较于漂浮育苗降低了 35.57%;在成苗期,漂浮育苗和浅水育苗仍可以增加根活力和降低 MDA 含量.结合烤烟苗期 3 个生育期,浅水育苗和无纺布育苗表现出较低的 MDA 含量和较高的根活力,可以减低氧化损害并提高壮苗率.无纺布育苗利用覆盖材料,可以减少温度波动保持水分的稳定性<sup>[23]</sup>,稳定的水分供应有助于维持细胞膜的完整性,减少脂质过氧化反应,从而降低 MDA 含量.浅水育苗中较低的水位使得氧气能够更容易进入根部,提供充足的氧气供应增加根活力,同时减少氧化损伤降低 MDA 含量<sup>[24]</sup>.此外,干湿交替表现出较高的 MDA 含量和较低的根活力,未能有效提升抗病抗逆性,而与万军等<sup>[25]</sup>认为干湿交替育苗可以促进烟苗根系的生长的研究结论存在差异,可能是由于本试验烤烟品种不同和干湿交替育苗干湿交替频率控制不当导致.

综合考虑育苗方式对烟草十字期、生根期和成苗期的农艺性状、抗氧化酶活性、MDA 含量和根活力等指标的影响,浅水育苗和无纺布育苗通过减低水位提高了烟草苗期的抗病抗逆性,从而提高了烟苗素质.因此,浅水育苗和无纺布育苗可作为黄淮烟区推广应用的两种工厂化育苗方式.

#### 参考文献:

- [1] 崔江宽,常栋,万笑迎,等.烟草漂浮育苗有害藻类致病机制及其防治研究进展[J].中国烟草学报,2021,27(4):106-113.
- [2] 常栋,孟显光,周博,等.药剂灌根防治隐性感染烟苗根腐病田间效果[J].中国植保导刊,2021,41(7):88-91.
- [3] SONG R F, TAN Y J, AHMED W, et al. Unraveling the Expression of Differentially Expressed Proteins and Enzymatic Activity in Response to *Phytophthora Nicotianae* across Different Flue-Cured Tobacco Cultivars [J].

- BMC Microbiology, 2022, 22(1): 112.
- [4] 李永刚, 王玉帅, 许清孝, 等. 三种烤烟育苗方式的成苗素质及育苗成本的研究 [J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 35-37.
- [5] 安红艳, 刘旺, 张京开, 等. 无纺布覆盖苗床对育苗温度及秧苗生长的影响 [J]. 蔬菜, 2018(4): 13-17.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 烟草集约化育苗技术规程第1部分: 漂浮育苗: GB/T 25241.1—2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [7] 刘国顺. 烟草栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [8] 国家烟草专卖局. 烟草农艺性状调查测量方法: YC/T 142—2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [9] CHAPLIN J F. Associations among Disease Resistance, Agronomic Characteristics, and Chemical Constituents in Flue-Cured Tobacco [J]. Agronomy Journal, 1970, 62(1): 87-91.
- [10] 陈志敏, 向世平, 戴超. 烤烟不同育苗方式的苗情与成本对比分析 [J]. 湖南农业科学, 2015(1): 23-25, 28.
- [11] 余国红, 郭一汛, 杨友才. 烟草浅水育苗与漂浮育苗对烟苗素质的影响 [J]. 现代农业科技, 2013(24): 37, 39.
- [12] HASANUZZAMAN M, HOSSAIN M A, DA SILVA J A T, et al. Plant Response and Tolerance to Abiotic Oxidative Stress: Antioxidant Defense is a Key Factor [M]// Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies. Dordrecht: Springer, 2012: 261-315.
- [13] GILL S S, TUTEJA N. Reactive Oxygen Species and Antioxidant Machinery in Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2010, 48(12): 909-930.
- [14] RAZA A, CHARAGH S, ZAHID Z, et al. Jasmonic Acid: a Key Frontier in Conferring Abiotic Stress Tolerance in Plants [J]. Plant Cell Reports, 2021, 40(8): 1513-1541.
- [15] KAPPORD, BHARDWAJ S, LANDI M, et al. The impact of drought in plant metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production [J]. Applied Sciences, 2020, 10(16): 5692.
- [16] 陈顺钰, 韩航, 薛凌云, 等. Pb、Cd 和酸胁迫对枫香种子萌发、幼苗生长及体内抗氧化酶活性的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2018, 37(4): 647-655.
- [17] ROBERTSON MCCLUNG C. Circadianrhythms Inplants [J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 2001, 52: 139-162.
- [18] 王强, 温晓刚, 张其德. 光合作用光抑制的研究进展 [J]. 植物学通报, 2003, 38(5): 539-548.
- [19] GUPTA S D, AGARWAL A, PRADHAN S. Phytostimulatory Effect of Silver Nanoparticles (AgNPs) on Rice Seedling Growth: an Insight from Antioxidative Enzyme Activities and Gene Expression Patterns [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2018, 161: 624-633.
- [20] HABASHY W S, MILFORT M C, REKAYA R, et al. Cellular Antioxidant Enzyme Activity and Biomarkers for Oxidative Stress are Affected by Heat Stress [J]. International Journal of Biometeorology, 2019, 63(12): 1569-1584.
- [21] ZHOU R, KONG L P, YU X Q, et al. Oxidative Damage and Antioxidant Mechanism in Tomatoes Responding to Drought and Heat Stress [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2019, 41(2): 20.
- [22] MA H Z, LIU C, LI Z X, et al. ZmbZIP4 Contributes to Stress Resistance in Maize by Regulating ABA Synthesis and Root Development [J]. Plant Physiology, 2018, 178(2): 753-770.
- [23] 普雪可, 吴春花, 勉有明, 等. 不同覆盖方式对旱作马铃薯生长及土壤水热特征的影响 [J]. 中国农业科学, 2020, 53(4): 734-747.
- [24] 施美芬, 曾波, 申建红, 等. 植物水淹适应与碳水化合物的相关性 [J]. 植物生态学报, 2010, 34(7): 855-866.
- [25] 万军, 张维军, 夏志林, 等. 干湿交替处理对烟苗素质的影响与分析 [J]. 广东农业科学, 2013, 40(2): 10-12.