

冉沛文,刘昭伟,陈舜尧,等. 植物免疫蛋白制剂对烟草种子出苗及烟苗生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2025,53(7):54-59.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.07.007

植物免疫蛋白制剂对烟草种子出苗 及烟苗生长发育的影响

冉沛文¹, 刘昭伟², 陈舜尧², 蔡奇², 何伟², 李果², 郑华斌¹, 李迪秦¹

(1. 湖南农业大学农学院烟草系, 湖南长沙 410128; 2. 湖南省烟草公司株洲市分公司, 湖南株洲 412400)

摘要:为探讨植物免疫蛋白对烤烟育苗的影响,以 1 000 倍液浸种 + 3 叶 1 心叶面喷施原液(CK1)、原液浸种 + 3 叶 1 心叶面喷施原液(CK2)为对照,开展烤烟育苗使用 1 000 倍液浸种 + 3 叶 1 心叶面喷施 600 ~ 1 000 倍液(T1 ~ T3)对出苗及出苗后的生长发育影响研究。结果表明:(1)1 000 倍液浸种 + 3 叶 1 心叶面喷施 0 ~ 1 000 倍液植物免疫蛋白的处理,其中出苗率和成苗率,成苗期烟苗苗高、茎基宽、叶面积、叶片数,成苗期叶片色素含量, NR、SOD、CAT、POD 活性及 MDA、可溶性糖、可溶性蛋白含量,烟苗干物质积累量,随着喷施浓度的增加呈现“低高低”的变化趋势,并以 1 000 倍液浸种 + 3 叶 1 心叶面喷施 800 倍液(T2)处理产生的作用效果最大。(2)在只进行不同浓度植物免疫蛋白浸种处理(CK1、CK2)的情况下,成苗期处理间的生长发育指标及生理生化指标间无显著性差异(可溶性蛋白含量、SOD 活性除外)。(3)植物免疫蛋白浸种 + 3 叶 1 心叶面喷施处理下,叶片色素含量、NR 活性与烟苗的生长发育有着极显著的正相关关系;而 SOD、CAT、POD 活性及 MDA 含量则与烟苗的生长发育有着极显著或显著的负相关关系。

关键词:植物免疫蛋白;烟草种子;发芽率;生长发育

中图分类号:S572.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)07-0054-05

植物免疫蛋白又称激活蛋白,是一种从真菌或细菌中提取的蛋白,能调节植物生长代谢系统,促进植物生长^[1-2]。其作用机理包括:一是促使植物细胞分泌具有抵抗功能的调节蛋白,二是参与植物体自身存在的特殊抗体蛋白共同发挥作用,提高抗逆性能,并通过调节新陈代谢促进植物生长发育^[2-3]。前人有关植物免疫蛋白在作物生产上的应用报道较多。阎世江等的研究表明,喷施含螯合态铁、锌、硼、锰等微量元素的植物免疫激活蛋白(VDAL)可以促进玉米农艺性状提高^[4]。孙凤清等研究指出,黄瓜苗期叶面喷施大丽花轮枝孢激活蛋白(VdAL)可以促进黄瓜生长发育^[5]。秦瑞劼等的研究表明,植物诱抗剂拌种或新型植物免疫激活蛋白拌种与喷施,均能促进小麦生长发育和提高产量^[6-7]。李耀明等研究指出,植物免疫诱抗剂有利于促进茶树生长发育^[8]。魏希杰等的研究表明,采用植物蛋白免疫制剂等处理珠芽蓼种子,对发芽

率、发芽势、发芽速度、发芽指数、活力指数均有不同程度的提升效果,使用 0.001 g/L 植物蛋白免疫制剂浸泡 30 min 处理对珠芽蓼种子发芽率的效果最好^[9]。此外,植物蛋白在促进野生牧草、黄芪、大樱桃、紫花苜蓿等农作物种子发芽率方面有着良好效果,主要是因为植物蛋白通过调节种子自身免疫和代谢,增强种子萌发后的抗逆性能,进而促进种子的发芽势和烟苗生长势的提高^[10-14]。在有关矿质营养元素对作物种子萌发及生长发育的影响方面,前人也做了不少研究,尤其是有关微量元素方面的作用效果研究^[15-16]。

烟草是我国南方地区重要的经济作物之一,由于其生态环境条件的制约,尤其是湘、鄂、赣、皖、粤、黔、渝、川等重要植烟区,主要采用漂浮烟苗,烟草播种育苗期间常常遇到低温寡照,不利于其出芽及出芽后的生长发育与成苗^[15]。目前,采用含植物免疫蛋白制剂浸泡烟草种子和喷施出苗后的烟苗来提高种子抗逆性能、促进发芽及发芽后烟苗生长发育的相关研究尚鲜见报道。“烟青”制剂含有微生物发酵后的植物免疫蛋白提取物和磷、钾、锌、镁、硼等多种矿质营养元素,研究其对烟草种子发芽与出苗以及出苗后烟苗生长发育的影响,有助于探讨南方烟区烤烟种子育苗及壮苗培育的新技术

收稿日期:2024-05-31

基金项目:湖南省烟草公司株洲市公司项目(编号:24-001)。

作者简介:冉沛文(1997—),男,湖南衡阳人,硕士研究生,主要从事烟草栽培生理研究。E-mail:1103395600@qq.com。

通信作者:李迪秦,博士,教授,主要从事烟草栽培生理研究与教学。E-mail:ldqhnd2009@163.com。

措施,旨在对指导生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

云烟 100 包衣种子由湖南省烟草公司提供。试验药剂为含植物免疫蛋白和矿质营养元素的制剂“烟青”,由湖南农杰科技发展有限公司生产并提供。育苗基质为现有烤烟育苗使用的草炭基质,育苗盘采用 72 孔软盘,市场采购。

1.2 试验设计

参照程瑶等的研究^[11],通过初试,于 2022 年开始在湖南农业大学校内进行试验,每个处理重复 3 次(即每个处理共 3 盘苗,分别编号为处理 + A、处理 + B、处理 + C)。试验设 5 个处理:T1,1 000 倍液浸种催芽 + 出苗后 3 叶 1 心叶面喷施 600 倍液;T2,1 000 倍液浸种催芽 + 出苗后 3 叶 1 心叶面喷施 800 倍液;T3,1 000 倍液浸种催芽 + 出苗后 3 叶 1 心叶面喷施 1 000 倍液;CK1,1 000 倍液浸种催芽 + 出苗后 3 叶 1 心叶面喷施原液;CK2,原液浸种催芽 + 出苗后 3 叶 1 心叶面喷施原液。

2022 年 12 月 30 日播种,每穴 1 粒,播种后置于温室大棚内,浸泡漂浮于各处理溶液(深 5 cm)中进行浸种催芽,浸泡 14 d;第 15 d 转入常规漂浮烟苗大棚水池中培育至成苗;烟苗 3 叶 1 心期,各处理进行全苗叶面喷施 1 次。苗期管理均按照现有烤烟漂浮烟苗技术管理措施进行。

1.3 测定项目

按照每个处理 3 盘苗(A、B、C),分别在播种以后 7、14 d,记录出苗与没有出苗的数量,并计算出苗率,烟苗长到 7 叶 1 心时,考察并计算成苗率。7 叶 1 心期,每个处理的 A、B、C 盘各取 10 株有代表性的烟苗(3 盘 × 10 株/盘 = 30 株)清洗干净后:(1)参照 YC/T 142—2010《烟草农艺性状调查测量方法》考察苗高、茎宽、最大叶长与宽(计算叶面积 = 长 × 宽 × 0.634 5)、有效叶数(去除子叶);(2)采用精度为 0.000 1 g 天平分别称根系、茎、叶片鲜重,然后将鲜叶片、茎、根系置于 105 ℃ 下杀青 15 min,80 ℃ 烘干至恒重,测定干重,计算全株烟苗的干/鲜比及干物质根冠比(R/S);(3)采用 TTC 法(2,3,5 - 三苯基氯化四氮唑法)测定根系活性,采用 95% 乙醇溶液提取法测定最大叶的叶绿素含量,参照萧浪涛等的方法^[17],采用分光光度法,测定最大叶片的硝酸还原酶(NR)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧

化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性及丙二醛(MDA)含量,使用苏州格锐思生物科技有限公司试剂盒(分光光度法)测定叶片可溶性糖和可溶性蛋白含量。

1.4 数据处理与分析

使用 SPSS 25.0 软件进行方差及相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对烟苗出苗率与成苗率的影响

由表 1 可知,相同浓度(1 000 倍液)“烟青”浸种催芽,播种后 7、14 d 的出苗率在各处理间差异均不显著;但使用 1 000 倍液“烟青”浸种催芽的处理(T1、T2、T3、CK1)与不使用的处理(CK2)之间,播种后 7、14 d 的出苗率有显著性差异。通过在烟苗 3 叶 1 心叶面喷施 0 ~ 1000 倍液“烟青”,成苗率表现为 T2 > T1 > T3 > CK1,随着叶面喷施浓度的增加,成苗率呈现“低高低”的变化趋势,T2 处理显著高于其余处理,T1 与 T3 间、T3 与 CK1 间均无显著性差异。结果表明,用“烟青”浸种催芽处理,有利于提高烤烟种子的出苗率;烤烟种子出苗后,通过在 3 叶 1 心期叶面喷施一定浓度的“烟青”,有利于成苗率的提高,并以 800 倍液浓度(T2)处理的效果最佳。

表 1 不同处理烟苗出苗率及成苗率

处理	播种 7 d 后出苗率 (%)	播种后 14 d 出苗率 (%)	成苗率 (%)
T1	90.3 ± 3.1a	97.1 ± 3.8a	92.3 ± 2.9b
T2	90.5 ± 2.5a	99.1 ± 8.2a	97.7 ± 2.0a
T3	90.2 ± 2.6a	95.3 ± 4.2a	90.7 ± 2.0bc
CK1	90.1 ± 4.0a	93.3 ± 2.0a	88.1 ± 1.1cd
CK2	84.3 ± 3.0b	90.7 ± 2.1a	84.6 ± 1.6d

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P < 0.05)。表 2 至表 6 同。

2.2 不同处理对成苗期烟苗主要农艺性状的影响

由表 2 可知,成苗期苗高表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 显著高于 CK1 和 CK2,T1、T2、T3 间,T1、T3、CK1 与 CK2 间,均无显著差异。茎宽表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,各处理间均无显著性差异。最大叶片叶面积表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 显著高于其余处理,T1 与 T3 间、CK1 与 CK2 间,均无显著性差异。叶片数由大到小依次为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 与 T1 间,T1 与 T3、CK1 间,T3 与 CK1、CK2 间,均无显著性差异;T2 显著高于 CK1、CK2。结果表明,相同“烟青”浓度浸种

催芽处理,结合 3 叶 1 心烟苗叶面喷施 0 ~ 1 000 倍液浓度“烟青”,有利于促进成苗期烟苗主要农艺性状指标的提高,并以 T2 处理效果最佳;只进行“烟青”浸种催芽处理对成苗期烟苗的生长发育也有一定的作用,但效果不显著。

表 2 不同处理成苗期烟苗主要农艺性状指标

处理	苗高 (cm)	茎宽 (mm)	最大叶片叶面积 (cm ²)	叶片数 (张)
T1	21.2 ± 2.9ab	5.3 ± 1.1a	137.9 ± 8.3b	7.3 ± 0.4ab
T2	23.5 ± 2.5a	5.7 ± 1.0a	161.3 ± 7.5a	7.7 ± 0.2a
T3	20.1 ± 2.0ab	5.1 ± 0.4a	124.3 ± 7.9b	7.1 ± 0.3bc
CK1	18.1 ± 2.0b	4.7 ± 0.4a	105.6 ± 7.7c	6.8 ± 0.3bc
CK2	17.7 ± 2.0b	4.5 ± 0.2a	99.9 ± 7.7c	6.7 ± 0.2c

2.3 不同处理对成苗期烟苗干物质积累量及根冠比的影响

由表 3 可知,成苗期烟苗全株干重、地上和地下部分的干重均表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 处理最大,T2 显著高于 CK1 和 CK2;T1、T2 与 T3 间,T1、T3、CK1 与 CK2 间,差异均不显著。全株干鲜比和干物质根冠比均表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 处理最大,但各处理间均无显著性差

表 3 不同处理成苗期烟苗的干重、干鲜比及根冠比

处理	全株干重 (mg/株)	地上部分干重 (mg/株)	地下部分干重 (mg/株)	全株干鲜比	干物质根冠比
T1	1 001.6 ± 92.1ab	899.2 ± 79.1ab	102.4 ± 10.1ab	0.075 9 ± 0.009 7a	0.113 9 ± 0.021 1a
T2	1 081.4 ± 30.3a	969.8 ± 47.1a	111.6 ± 20.3a	0.078 0 ± 0.005 2a	0.115 1 ± 0.017 0a
T3	946.5 ± 77.6ab	849.8 ± 51.3ab	96.7 ± 6.0ab	0.075 5 ± 0.005 5a	0.113 8 ± 0.016 5a
CK1	851.5 ± 50.0b	773.2 ± 40.7b	78.3 ± 8.2b	0.073 0 ± 0.008 6a	0.101 3 ± 0.017 3a
CK2	841.2 ± 46.4b	765.7 ± 48.9b	75.5 ± 5.6b	0.072 8 ± 0.005 9a	0.098 6 ± 0.017 5a

表 4 不同处理成苗期烟苗根长、根系体积和根系活力

处理	根长 (cm)	根系体积 (cm ³)	根系活力 [μg/(g·h)]
T1	10.6 ± 1.80ab	0.036 7 ± 0.002 6a	288.7 ± 36.8ab
T2	11.2 ± 1.00a	0.045 3 ± 0.006 2a	312.4 ± 29.9a
T3	10.2 ± 2.00ab	0.033 7 ± 0.003 2a	266.4 ± 32.1abc
CK1	8.5 ± 1.20ab	0.028 5 ± 0.006 3a	243.6 ± 28.6bc
CK2	8.2 ± 1.15b	0.022 7 ± 0.009 2a	229.5 ± 29.1c

2.5 不同处理对成苗期烟苗叶片叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

由表 5 可知,成苗期烟苗叶绿素(a + b)含量表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 最大且显著高于 T3、CK1、CK2;T1 与 T2 间,T1 与 T3 间,CK1 与 CK2 间,均无显著性差异。可溶性糖含量表现为 T2 >

异。结果表明,相同“烟青”浓度浸种催芽处理,结合 3 叶 1 心期烟苗叶面喷施 0 ~ 1 000 倍液浓度“烟青”,有利于促进烟苗干物质积累量、干鲜比、根冠比的提高,并以 T2 处理的效果最佳;只进行“烟青”浸种催芽处理对烟苗干物质积累量、干鲜比、根冠比也有一定的作用,但效果不显著。

2.4 不同处理对成苗期烟苗根长、根系体积及活力的影响

由表 4 可知,成苗期烟苗根长表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 最大且显著高于 CK2;且 T1、T2、T3 与 CK1 间,T1、T2、T3 与 CK2 间,均无显著性差异。根系体积表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,各处理间均无显著性差异。根系活力表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 最大且显著高于 CK1 和 CK2;T1、T2 与 T3 间,以及 T1、T3 与 CK1 间,T3、CK1 与 CK2 间,均无显著性差异。结果表明,相同“烟青”浓度浸种催芽处理,结合 3 叶 1 心期烟苗叶面喷施 0 ~ 1 000 倍液浓度“烟青”,有利于促进烟苗根系生长发育,提高根系体积和根系活力,并以 T2 处理的效果最佳;只进行“烟青”浸种催芽处理对促进根系生长发育也有一定的作用,但效果不显著。

T1 > T3 > CK1 > CK2,T2 最大且显著高于其余处理;T1 与 T3 间,CK1 与 CK2 间,均无显著性差异。可溶性蛋白含量表现为 T2 > T1 > T3 > CK1 > CK2,各处理间有显著性差异,T2 最大且显著高于其余处理。结果表明,相同“烟青”浓度浸种催芽处理,结合 3 叶 1 心期烟苗叶面喷施 0 ~ 1 000 倍液浓度“烟青”,有利于促进烟苗叶片的叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白含量的提高,并以 T2 处理的效果最佳;只进行“烟青”浸种催芽处理对促进烟苗叶片叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量的提高也有一定的作用,其中对可溶性蛋白含量提高的作用效果显著。

2.6 不同处理对成苗期烟苗叶片酶活性及丙二醛含量的影响

由表 6 可知,成苗期叶片 NR 活性表现为 T2 >

表 5 不同处理成苗期烟苗叶片叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量

处理	叶绿素(a+b)含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	可溶性蛋白含量 (mg/g)
T1	0.718±0.014ab	12.352±0.961b	66.275±3.330b
T2	0.751±0.019a	13.268±0.223a	70.754±1.748a
T3	0.699±0.024b	11.439±0.383b	61.457±1.707c
CK1	0.658±0.022c	10.453±0.381c	56.754±1.632d
CK2	0.644±0.023c	9.775±0.360c	52.723±2.293e

T1>T3>CK1>CK2,T2 处理最大,T1、T2 处理显著高于其余处理;T1 与 T2 间,T3 与 CK1 间,CK1 与 CK2 间,均无显著性差异。SOD 活性表现为 CK2>CK1>T3>T1>T2,CK2 最大,T1 与 T2 间无显著性差异,其余处理间有显著性差异,CK2 显著高于其余 4 个处理,CK1 显著高于 T1、T2、T3 处理。CAT

活性表现为 CK2>CK1>T3>T1>T2,CK2 最大,CK1 与 CK2 间无显著性差异,且显著高于 T1、T2、T3;T1、T2、T3 间有显著性差异。POD 活性表现为 CK2>CK1>T3>T1>T2,CK2 最大,T1 与 T2 间,T1 与 T3 间,以及 CK1 与 CK2 间,均无显著性差异;CK1、CK2 显著高于其余处理。MDA 含量表现为 CK2>CK1>T3>T1>T2,CK2 最大,T1、T2 与 T3 间,CK1 与 CK2 间,均无显著性差异;CK1 和 CK2 显著高于其余处理。结果表明,相同“烟青”浓度浸种催芽处理,结合 3 叶 1 心期烟苗叶面喷施 0~1 000 倍液浓度“烟青”,有利于提高烟苗叶片 NR 活性,降低 SOD、CAT、POD 活性以及 MDA 含量,并以 T2 效果最好;只进行“烟青”浸种催芽处理,对提高烟苗叶片 NR 活性以及降低 SOD、CAT、POD 活性和 MDA 含量也有一定的作用,其中对降低 SOD 活性的效果显著。

表 6 不同处理成苗期烟苗叶片酶活性及丙二醛含量

处理	NR 活性 [nmol/(g·h)]	SOD 活性 (U/g)	CAT 活性 (U/g)	POD 活性 (U/g)	MDA 含量 (mg/g)
T1	382.75±8.55a	11.71±1.04d	15.83±1.38c	14.15±2.36bc	0.385±0.09b
T2	418.35±20.50a	9.57±1.62d	12.43±1.76d	10.32±2.41c	0.343±0.05b
T3	335.12±34.53b	16.35±0.85c	19.87±1.35b	17.83±3.62b	0.426±0.05b
CK1	301.23±24.93bc	20.75±2.95b	23.53±2.26a	24.77±3.74a	0.576±0.11a
CK2	281.21±11.53c	26.34±1.83a	26.37±2.33a	28.65±3.76a	0.603±0.07a

2.7 不同处理干物质积累量与叶片叶绿素含量间的相关关系

由表 7 可知,全株干重、地上和地下部分干重均与叶绿素(a+b)含量呈极显著正相关。进一步说明,采用 1 000 倍液浓度“烟青”浸种催芽,结合 3 叶 1 心期烟苗叶面喷施一定浓度“烟青”,有利于叶片色素含量增加,进而显著影响烟苗干物质积累量的增加。

表 7 干物质积累量与叶绿素含量的相关关系

指标	相关系数				
	全株干重	地上部分干重	地下部分干重	全株干鲜比	干物质根冠比
叶绿素(a+b)含量	0.85**	0.90**	0.88**	0.50	0.45

注:**表示极显著相关(P<0.01)。

2.8 不同处理干物质积累量与酶活性及丙二醛含量间的相关关系

由表 8 可知,全株干重及地上和地下部干重均与 NR 活性呈极显著正相关,与 SOD、POD、CAT 活性均呈极显著负相关;全株干重与 MDA 含量呈显著负相关;全株干鲜比、干物质根冠比与酶活性及

MDA 含量相关均不显著。初步表明,高活性的 NR 以及低活性的 SOD、CAT、POD 和低含量的 MDA 均有利于烟苗生长发育。

3 讨论

3.1 植物免疫蛋白对农作物种子发芽出苗及生长发育的影响

近些年,微生物应用与农作物种子萌发的相关研究进展快速^[18]。阎世江等研究发现,玉米种子采用 VDAL 包衣,或出芽后单独喷施 VDAL,或出芽后 VDAL+矿质营养元素喷施,均可提高出苗率,促进生长发育^[4]。贾秋珍等研究发现,15 g/hm² 浓度的 VDAL 用于小麦灌浆期喷施和 1.731 6 g/kg 的 VDAL 在种子播种期拌种,可以促进春小麦生长发育,提高单产^[7]。王建平等研究发现,0.20 g/L 的 γ-PGA 溶液浸种 1 d,可以提高烟草种子发芽率与种子活力,对提高种子过氧化物酶、过氧化氢酶活性的效果最佳^[19]。王科等研究发现,含氨基酸的烟草根系分泌物培养烟草种子 14 d,对其发芽势、胚根长度和总长有显著作用效果^[20]。沈奕等研究发现,

表 8 干物质积累量与酶活性及 MDA 含量间的相关关系

指标	相关系数				
	全苗干重	地上部干重	地下部干重	全株干鲜比	干物质根冠比
NR 活性	0.76 **	0.78 **	0.76 **	0.19	0.36
SOD 活性	-0.82 **	-0.76 **	-0.75 **	-0.24	-0.36
CAT 活性	-0.79 **	-0.74 **	-0.72 **	-0.21	-0.29
POD 活性	-0.67 **	-0.69 **	-0.69 **	-0.13	-0.14
MDA 含量	-0.60 *	-0.52 *	-0.51	0.08	-0.13

注：*、** 分别表示显著相关($P<0.05$)、极显著相关($P<0.01$)。

0.4 mg/mL 几丁寡糖溶液浸泡 K326 种子 2 d,能显著提高种子 POD、SOD 活性^[21]。马文广等研究发现,用 10 g/L 脯氨酸浸种处理后,提高了红花大金元和 K326 的发芽率,促进了幼苗生长^[22]。喻会平等研究发现,用 10 g/L 生物菌剂仙丰 168 和 12 g/L 木霉菌(2 亿活孢子/g)浸毕纳 1 号种子 2 h,有利于提高幼苗株高、鲜重、主根长、横向根长和茎粗,并提高叶片叶绿素、脯氨酸含量及 SOD、POD 活性,降低 MDA 含量^[23]。植物免疫蛋白促进种子萌发发芽和生长发育,主要是因为植物免疫蛋白能够促进种子逆境下对膜系统、细胞器、DNA 等亚细胞结构的损伤修复,缩短种子萌发时间,提高出苗整齐度和出苗率;同时,增强种子抗寒逆境能力,通过增强根系的养分吸收能力,加速幼苗生长发育^[4,9,14]。

本研究结果也表明,采用含植物免疫蛋白的“烟青”1 000 倍液浓度处理种子,有利于提高种子的发芽出苗率与成苗率;进一步通过 3 叶 1 心期喷施不同浓度的“烟青”,有利于促进发芽后烟苗的生长发育,提高干物质积累量及根冠比,并以喷施 800 倍液浓度(T2)的作用效果最佳。

3.2 植物免疫蛋白对生理生化特性的影响

相关研究指出,作物遭受低温胁迫时,其体内器官的 SOD、POD、CAT 活性及 MDA 含量等均会发生显著变化^[22-24];矿质营养能降低细胞内氧自由基积累,诱导特异基因表达,提高对低温抗性^[24];钙调素拮抗剂对低钾胁迫下幼苗各部位 K⁺ 含量、抗氧化酶活性、叶绿素含量等有明显的降低效果^[25]。SOD、POD、CAT 活性等作为反映烟草种子活力的指标,与种子萌发和出苗速度密切相关^[26-27]。

本研究结果表明,采用含植物免疫蛋白和矿质营养元素的“烟青”进行浸种,并于出苗后 3 叶 1 心期叶面喷施,能提高叶片色素含量及 NR 活性,降低 CAT、POD、SOD 活性及 MDA 含量,作用效果以 T2 处理最好;相关性分析结果表明,处于植物免疫蛋白保护下的烟苗,其 SOD、POD、CAT 活性与生长发

育有显著负相关关系,其原因仍需进一步开展研究。

4 结论

采用含植物免疫蛋白的“烟青”1 000 倍液浓度处理烟草种子,有利于提高出苗率和成苗率;出苗后在 3 叶 1 心期喷施不同浓度的“烟青”,均可提高叶片叶绿素含量及 NR 活性,降低 CAT、POD、SOD 活性及 MDA 含量,促进烟苗生长发育,增加干物质积累量,提高根冠比,且以喷施 800 倍液浓度的作用效果最佳。

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] 邱德文. 植物免疫诱抗剂的研究进展与应用前景[J]. 中国农业科技导报,2014,16(1):39-45.

[3] 王祥尊,蒲文勇,孙剑峰,等. 几种植物免疫诱抗剂拌种在小麦上的应用初探[J]. 南方农业,2017,11(10):28-30.

[4] 阎世江,房雅丽,张治家. 一种植物免疫激活蛋白(VDAL)在玉米上的应用[J]. 山西农业科学,2021,49(7):865-868.

[5] 孙凤清,李娟起,齐俊生,等. 苗期叶面喷施大丽花轮枝孢激活蛋白(VdAL)对黄瓜商品苗贮藏质量的影响[J]. 中国蔬菜,2016(3):48-52.

[6] 秦瑞劫,张 民,刘之广,等. 植物诱抗剂对尿素氮利用率和小麦产量的影响[J]. 水土保持学报,2018,32(4):327-332,345.

[7] 贾秋珍,张付强,曹世勤,等. 新型植物免疫激活蛋白维大力(VDAL)在春小麦上的应用效果[J]. 甘肃农业科技,2021,52(11):41-44.

[8] 李耀明,陈维彬,廖胜冲,等. 植物免疫诱抗剂对茶树生长发育性状的影响[J]. 中国植保导刊,2023,43(8):14-17,35.

[9] 魏希杰,杜 江,王 伟,等. 高寒地区不同处理方法对野生珠芽蓼种子发芽率的影响[J]. 草学,2022(2):28-35.

[10] 陈艳宇,胡朝华. 不同处理方法对野生牧草种子发芽率的影响[J]. 种子科技,2006,24(1):42-44.

[11] 程 瑶,方向文,蒋志荣,等. 温水浸种对蒙古黄芪种子萌发特性的影响[J]. 植物科学学报,2017,35(3):413-420.

[12] 肖 敏. 不同处理方式对大樱桃种子发芽的影响[J]. 江西农业,2020(4):133.

[13] 邓庆生,李兴美. 不同处理方法对紫花苜蓿种子发芽率的影响

姚梦楠,王永强,周恩强,等. 86 份大豆种质成熟期耐盐性评价[J]. 江苏农业科学,2025,53(7):59-67.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.07.008

86 份大豆种质成熟期耐盐性评价

姚梦楠,王永强,周恩强,周 瑶,薛 冬,汪凯华,魏利斌,赵 娜,李 波,缪亚梅,顾春燕,王学军
(江苏沿江地区农业科学研究所,江苏南通 226001)

摘要:为研究盐胁迫对大豆成熟期的影响,明确不同大豆种质成熟期耐盐性差异,筛选出耐盐大豆品种,为大豆耐盐品种选育提供理论依据,在江苏南通以 86 份大豆种质为试验材料,分别测定在中盐度(盐分 3.8‰~4.1‰)和低盐度(盐分<1‰)2 个不同生长条件下大豆成熟后株高、底荚高、主茎节数、有效分枝、单株有效荚数和产量等 6 个性状指标,基于相关性、主成分、隶属函数、聚类分析综合评价大豆耐盐性,筛选耐盐材料。结果表明,盐胁迫显著影响成熟期大豆的株高、底荚高、主茎节数、有效分枝数、单株有效荚数和产量,不同性状指标间存在相关性。主成分分析结果显示,6 个性状指标转化成 3 个主成分因子,累计贡献率达 82.60%,主茎节数、有效分枝数、产量可作为大豆成熟期耐盐性主要评价指标。隶属函数耐盐性综合评估结果显示,明天 1299、南 752-11、通豆 17-211、通豆 15-02 等为参试种质材料中耐盐性较强种质。聚类分析将 86 份大豆分为 5 类,其中高度耐盐材料 2 份,耐盐材料 18 份,中等耐盐材料 40 份,盐敏感材料 24 份,高度敏感材料 2 份。

关键词:大豆;成熟期;耐盐性;种质资源;综合评价

中图分类号:S565.103.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)07-0059-09

土壤盐渍化被认为是世界上最严重的环境问题之一^[1],是限制土地利用和粮食生产的主要因素之一^[2]。我国盐碱地具有面积大、分布广的特点,

据统计,我国盐渍土面积约 1 亿 hm^2 ,具有农业开发利用前景的盐碱地超 6 700 万 hm^2 ^[3]。耐盐品种的选育是耐盐遗传改良的基础^[4],能够增加产量和降低成本,对于提高生产力和粮食产量起到重要作用^[5]。大豆起源于中国,是重要优质的蛋白来源,需求量随着人民生活水平的提高也在不断增加^[6]。大豆是中度耐盐作物,种植耐盐品种能够发挥盐碱地生产潜力^[7],提高土地利用效率,增加耕地面积,从而提高粮食产量^[8],筛选及培育耐盐大豆具有重要意义。

收稿日期:2024-05-21

基金项目:南通市科技项目(编号:JC12022059);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(22)2011]。

作者简介:姚梦楠(1994—),女,山西朔州人,硕士,研究实习员,主要从事豆类遗传育种研究。E-mail:20212004@jaas.ac.cn。

通信作者:王学军,研究员,主要从事豆类遗传育种研究。E-mail:wangxj4002@sina.com。

[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(4):173-175.

[14]王翠琴,傅达奇. 泛素-蛋白酶体系统影响植物农艺性状的研究进展[J]. 生物技术通报,2023,39(1):72-83.

[15]韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社,2003:7-12.

[16]李章海,王能如,冯勇刚,等. 天然型脱落酸和微量元素对烤烟种子萌发的影响[J]. 烟草科技,2006,39(2):53-55.

[17]萧浪涛,王三根. 植物生理学实验技术[M]. 2版. 北京:中国农业出版社,2023:55,94,139-143.

[18]彭玉龙,张乾申,韩丽珍,等. 促烟草种子萌发的细菌菌株筛选及促生特性研究[J]. 中国烟草科学,2020,41(5):68-72.

[19]王建平,王晓丽,王昌军,等. 聚- γ -谷氨酸对烟草种子萌发及苗期生长的影响[J]. 华中农业大学学报,2007,26(3):340-343.

[20]王 科,周冀衡,柳 均,等. 烟草根系分泌物化感潜力研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版),2011,26(2):236-239.

[21]沈 奕,高智谋,王 革,等. 几丁寡糖对烟草种子萌发及有关酶活性的影响[J]. 中国农学通报,2009,25(14):138-141.

[22]马文广,崔华威,李永平,等. 不同药剂处理对低温逆境下烟草种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 科技通报,2011,27(6):873-880.

[23]喻会平,龙友华,安启菲,等. 生物菌剂对烟草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 贵州农业科学,2016,44(3):47-52.

[24]张会慧,包 卓,许 楠,等. 钙对低温高光锻炼下烤烟幼苗光合的促进效应[J]. 核农学报,2011,25(3):582-587.

[25]徐高强,石秋环,李丽华,等. 低钾胁迫下钙调素拮抗剂对烟草幼苗钾积累的影响[J]. 中国烟草科学,2022,43(2):25-32.

[26]王国平,潘 威,牛永志,等. 不同活力烟草种子抗氧化酶活性差异与相关性分析[J]. 种子,2021,40(10):104-109.

[27]刘玲玲,丁永乐,程传策,等. 4 个烟草品种干旱胁迫下萌发和苗期生理特性及抗旱性评价[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):104-107.