

韩笑,薛亚光,石吕,等.不同植物生长促进剂对稻茬麦幼苗生长及抗寒性的影响[J/OL].大麦与谷类科学,2022,39(5):14-20.
https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2022.05.003.

不同植物生长促进剂对稻茬麦幼苗生长及抗寒性的影响

韩笑,薛亚光,石吕,石晓旭,李赢,刘海翠,刘建*

(江苏沿江地区农业科学研究所,江苏南通 226001)

摘要:为探讨植物生长促进剂对稻茬麦幼苗生长及其抗寒性的影响,以扬麦29为材料,研究不同浓度外源表油菜素内酯(24-EBR)、6-苄基氨基嘌呤(6-BA)和萘乙酸(NAA)对稻茬麦幼苗地上/地下部生长、抗寒性、抗氧化酶活性和丙二醛含量的影响。结果表明,与CK相比,在3叶期喷施0.01、0.10 mg/L 24-EBR,1、10 mg/L 6-BA和10 mg/L NAA,稻茬麦地上部干物质、根干质量和根平均直径均升高,冻害率和冻害指数均降低;叶片蛋白质含量和SOD活性均显著升高,最大升高幅度分别为1 mg/L 6-BA处理下的7.36%(蛋白质含量)和0.10 mg/L 24-EBR处理下的7.33%(SOD活性);叶片丙二醛含量显著降低,最大降低幅度为0.10 mg/L 24-EBR处理下的26.95%。喷施上述适宜浓度植物生长促进剂,有利于提高低温胁迫下稻茬麦的抗寒能力及幼苗素质。

关键词:稻茬麦;植物生长促进剂;抗寒性;幼苗素质

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20220070

稻秸还田作为稻秸秆资源利用的主要方式之一,是一项能够提高农田固碳能力、维持粮食安全和实现低碳沃土的重要措施^[1]。但是研究发现,稻秸还田不利于小麦苗体素质的提高。翻耕和旋耕条件下,秸秆易富集于浅层,造成土壤疏松、孔隙度增加,若没有进行充分镇压,小麦幼苗会扎根不实,影响其根系发育,同时小麦抗寒性也会减弱,往往导致麦苗瘦弱且枯黄^[2-3]。前人研究表明,稻秸还田后的麦田在遇到低温气候时冻害发生面积及程度要较未还田的田块严重,甚至会出现大面积死苗现象^[4-5]。此外,全球气候变化导致极端低温事件出现的频率、强度和持续时间不断增加。在小麦生长前期,冬季的低温胁迫逆境时常发生,加剧了小麦苗弱、苗黄现象^[6]。

针对稻茬麦苗质降低的问题,近年来的研究主要集中在提高秸秆还田质量方面^[7],但是秸秆还田难以标准化控制,先进技术由于成本高在生产上难以大面积推广^[8]。为了有针对性地满足小麦全苗壮

苗、促蘖壮根的要求,应用植物生长调节剂提升稻茬麦苗质成为当今农业研究热点之一。植物生长调节剂具有用量少、成本低、见效快、应用广的特点,能够顺应农业现代化中绿色发展、减量增效的要求^[9]。前人研究发现,植物生长促进剂中生长素类调节剂如萘乙酸(NAA)等能够促进根系和芽的生长,有利于根系下扎土壤汲取水分、养分,从而达到壮苗的效果。人工合成的细胞分裂素类调节剂6-苄基腺嘌呤(6-BA)能够提高植物种子的发芽势和发芽率,促进种子出苗和分蘖芽的产生^[10],在逆境胁迫下也能够提高植株幼苗的抗逆能力^[11]。低温胁迫下施用表油菜素内酯(EBR)能够提高小麦抗氧化酶活性,从而增加其抗寒性^[12]。由于植物生长调节剂对稻茬麦苗质的影响与调节剂的种类及浓度密切相关,本研究选用3种典型的植物生长促进剂,研究其不同浓度叶片喷施对稻茬麦幼苗地上/地下部生长特性及抗寒性的影响,进一步揭示稻茬麦抗寒机理并明确最佳的施用方案,为化控技术在稻茬麦生产实践上的应用提供理论基础和科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

本试验于2021年10月进行,试验地点位于江苏沿江地区农业科学研究所盆栽场(120.87°E、32.01°N),低温胁迫试验于低温培养箱中实施。供

收稿日期:2022-07-06

基金项目:江苏省科技项目(BE2020388);江苏沿江地区农业科学研究所青年基金[YJ(2021)006];南通市循环农业重点实验室(CP12015003)。

作者简介:韩笑(1995—),女,硕士,研究实习员,研究方向为耕作栽培与现代农作制度。E-mail: 958355386@qq.com。

*通信作者:刘建(1965—),男,硕士,研究员,研究方向为耕作栽培与现代农作制度。E-mail: ntluj@sina.com。

试材料为江苏里下河地区农业科学研究所培育的小麦品种扬麦 29, 适合淮河以南春性小麦区种植。盆栽中的秸秆取自于江苏沿江地区农业科学研究所试验田(120.37°E、32.07°N)中的水稻秸秆。

1.2 试验方法

本试验采用盆栽种植, 盆钵为长 22.8 cm、宽 11.8 cm、高 14.0 cm(内径)的泡沫盒, 水稻秸秆按 0.6 t/667 m² 还田, 模拟旋耕还田的方式, 稻秸主要集中在 0~10 cm 土层。每盆均装满土, 浇水 300 mL, 待土壤沉实后每盆播种 12 粒并用干土覆盖, 于 3 叶期定苗, 每盆留 8 株小麦。每盆全生育期氮、磷、钾肥按 15.0、7.5、7.5 kg/667 m² 施用, 基肥施用 45%三元复合肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数均为 15%)2 g/盆, 分蘖肥和拔节肥分别施用尿素(N 质量分数为 46%)0.13、0.52 g/盆。

待小麦生长至 3 叶期, 用不同质量浓度的外源 24-表油菜素内酯(0.01、0.10、1.00 mg/L, 以下记为 24-EBR-0.01、24-EBR-0.10、24-EBR-1.00)、6-苜基氨基嘌呤(1、10、100 mg/L, 以下记为 6-BA-1、6-BA-10、6-BA-100)和萘乙酸(1、10、100 mg/L, 以下记为 NAA-1、NAA-10、NAA-100)喷施小麦叶片, 以喷施清水为对照(CK), 每个处理均喷施 6 盆。待小麦生长至 5.5~6.0 叶期, 放入低温培养箱(LRH-500CA, 上海一恒科学仪器有限公司)中进行低温胁迫处理, 处理温度为 -4 °C, 温度变幅为 ±0.5 °C。处理时间为 19:00—翌日 7:00, 共 12 h。处理结束后放在自然条件下生长。

1.3 测定内容与方法

1.3.1 幼苗生长指标测定。低温处理 5 d 后, 每盆随机选取 1 株小麦(共 6 株)测定株高, 而后用蒸馏水冲洗、擦干后放入烘箱, 105 °C 杀青 20 min, 后 80 °C 烘干至恒定质量, 测定地上/地下部干物质量。根长和根平均直径均采用 MICROTEK Scan Maker i800(中晶科技, 中国)扫描仪扫描后分析测定。

1.3.2 冻害指标测定。待小麦冻害症状完全显示(低温处理 5 d 后), 根据小麦 5 级冻害指标进行记录。1 级为叶片未发生冻害, 2 级为叶尖不超过 1/3 的面积受冻发黄, 3 级为叶尖 1/3~1/2 的面积受冻发黄, 4 级为叶片全部冻害, 5 级为植株或大部分分蘖冻死。

冻害指数=(∑受冻害叶片×冻害等级)/(调查总叶片数×受冻最重级的代表数值)。

1.3.3 生理生化指标测定。低温处理结束后立即取主茎倒 2 叶进行生理生化指标测定。其中, 超氧化

物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法测定, 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定, 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定^[13]。

1.4 数据分析方法

本试验的有关数据采用 Excel 2013 进行处理, 用 SPSS 16.0 进行方差分析, 用 Origin Pro 8.5.1 进行图表绘制。

2 结果与分析

2.1 植物生长促进剂对低温胁迫下稻茬麦幼苗生长的影响

由表 1 可知, 低温胁迫下, 100 mg/L 6-BA 处理下稻茬麦株高较 CK 显著降低, 各浓度 24-EBR 和 NAA 处理下, 稻茬麦株高均有下降趋势, 其中 0.01 mg/L 24-EBR 及 1 mg/L、10 mg/L NAA 处理下均达到了显著水平。除 0.01 mg/L 24-EBR 和 100 mg/L 6-BA 处理外, 各调节剂处理下稻茬麦地上部干质量较 CK 均显著升高。各浓度 6-BA 处理下, 稻茬麦根干质量较 CK 均有升高趋势, 但未达显著水平; 除 1.00 mg/L 24-EBR 处理外, 各浓度 24-EBR 和 NAA 处理下, 稻茬麦根干质量较 CK 均显著升高, 其中 10 mg/L NAA 处理下的升高幅度最大, 达到 8.85%。1 mg/L 6-BA 处理下稻茬麦根冠比较 CK 差异具统计学意义($P < 0.05$, 下同), 其余各调节剂处理下根冠比较 CK 差异均无统计学意义。除 0.01 mg/L 24-EBR 处理下稻茬麦根长较 CK 降低, 其余各调节剂处理下根长和根平均直径较 CK 均表现为升高趋势, 其中各浓度 NAA 处理下的升高幅度较大, 与 CK 相比差异均具有统计学意义; 100 mg/L 6-BA 处理下稻茬麦根长较 CK 差异具有统计学意义, 其余各浓度 6-BA 处理下根长与 CK 差异均无统计学意义。各浓度 6-BA 处理下根平均直径较 CK 差异具有统计学意义。各浓度 24-EBR 处理下稻茬麦根长和根平均直径较 CK 差异均无统计学意义。

2.2 植物生长促进剂对低温胁迫下稻茬麦幼苗冻害程度的影响

由表 2 可知, 0.01 mg/L 24-EBR、0.10 mg/L 24-EBR 和 10 mg/L NAA 处理下, 稻茬麦叶片在低温胁迫下未发生冻害的比例更高。除 100 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA 和 10 mg/L NAA, 各浓度调节剂处理下稻茬麦叶片发生 2 级冻害的比例较 CK 均有升高趋势。除 100 mg/L 6-BA 和 1 mg/L NAA, 稻茬麦叶片发生 3

级冻害的比例较 CK 均有降低趋势,其中0.01 mg/L 24-EBR、0.10 mg/L 24-EBR 和 10 mg/L 6-BA 处理下3级冻害的比例均显著降低。除 100 mg/L 6-BA 处理,各浓度调节剂处理下稻茬麦叶片均未发生 4~5 级冻害。与 CK 相比,0.10 mg/L 24-EBR 和 10 mg/L NAA 处理下稻茬麦叶片在低温胁迫下的冻害率均

显著降低。从冻害指数看,除 100 mg/L 6-BA 和 1 mg/L NAA,各调节剂处理与 CK 相比均表现为降低趋势,其中 0.01 mg/L 24-EBR、0.10 mg/L 24-EBR、10 mg/L 6-BA 和 10 mg/L NAA 处理与 CK 相比差异具统计学意义。

表 1 不同植物生长促进剂对稻茬麦幼苗地上、地下部生长的影响

处理	株高 /cm	地上部干质量 /mg	根干质量 /mg	根冠比	根长 /cm	根平均直径 /mm
CK	31.40 ab	139.00 f	56.93 e	0.41 abc	49.99 d	0.36 e
24-EBR-0.01	30.00 cde	141.60 def	58.53 cd	0.41 ab	49.89 d	0.37 de
24-EBR-0.10	30.72 bc	148.43 a	59.80 bc	0.40 bcd	50.84 ed	0.38 cde
24-EBR-1.00	30.50 bcd	143.13 cde	56.97 e	0.40 cd	50.39 ed	0.37 de
6-BA-1	32.04 a	147.47 ab	57.43 de	0.39 d	50.89 cd	0.40 ab
6-BA-10	31.32 ab	145.70 abc	57.33 de	0.40 cd	51.06 cd	0.40 abc
6-BA-100	30.32 cde	139.77 ef	57.47 de	0.41 abc	51.31 c	0.39 bed
NAA-1	29.72 de	144.07 bcd	60.57 ab	0.42 a	52.71 b	0.40 abc
NAA-10	29.42 e	146.33 abc	61.97 a	0.42 a	53.45 ab	0.41 a
NAA-100	30.52 bcd	146.27 abc	59.73 bc	0.41 abc	53.97 a	0.39 abc

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。下表同。

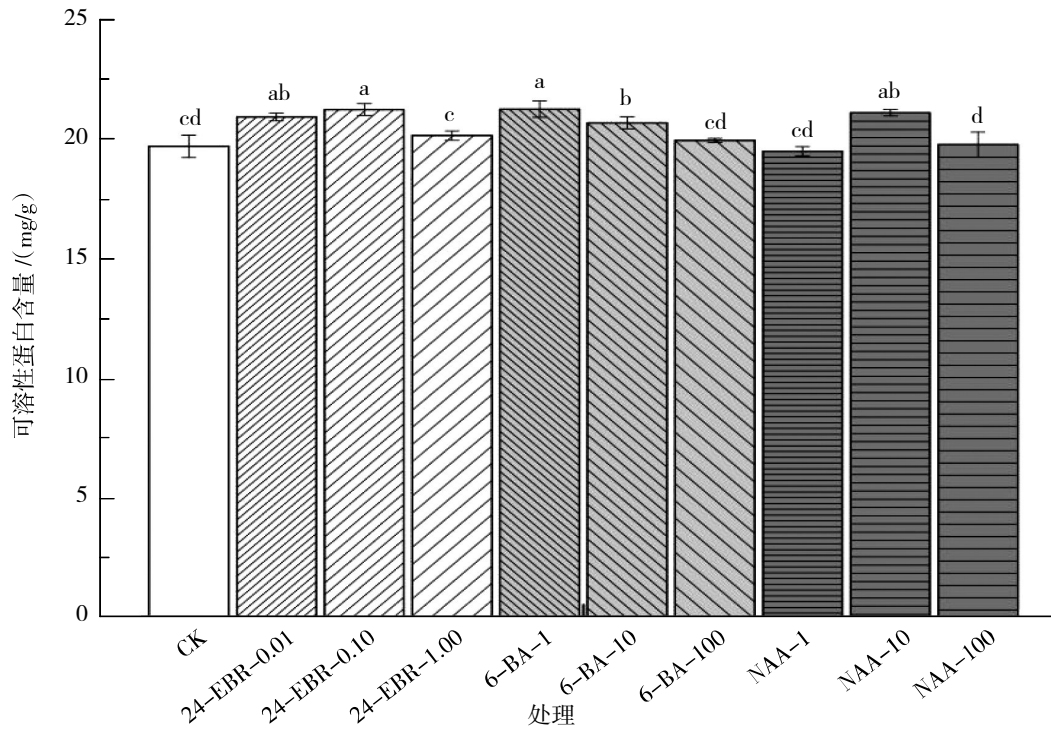
表 2 不同植物生长促进剂对稻茬麦幼苗冻害程度的影响

处理	各冻害等级百分率 /%					冻害率 /%	冻害指数
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
CK	29.17 c	41.67 bc	29.17 a	0 b	0	70.83 a	0.40 a
24-EBR-0.01	41.67 ab	54.17 a	4.17 b	0 b	0	58.33 ab	0.33 d
24-EBR-0.10	45.83 a	45.83 b	8.33 b	0 b	0	54.17 b	0.33 d
24-EBR-1.00	29.17 c	54.17 a	16.67 ab	0 b	0	70.83 a	0.38 abc
6-BA-1	33.33 bc	45.83 b	20.83 ab	0 b	0	66.67 ab	0.38 abc
6-BA-10	37.50 bc	54.17 a	8.33 b	0 b	0	62.50 ab	0.34 bcd
6-BA-100	37.50 bc	29.17 c	29.17 a	4.16 a	0	62.50 ab	0.40 a
NAA-1	29.17 c	41.67 bc	29.17 a	0 b	0	70.83 a	0.40 a
NAA-10	45.83 a	41.67 bc	12.50 ab	0 b	0	54.17 b	0.34 cd
NAA-100	29.17 c	50.00 ab	20.83 ab	0 b	0	70.83 a	0.39 ab

2.3 植物生长促进剂对低温胁迫下稻茬麦抗寒性的影响

2.3.1 可溶性蛋白含量的变化。由图 1 可知,低温胁迫下,除 1.00 mg/L 24-EBR、100 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA 和 100 mg/L NAA,各浓度调节剂处理下稻茬

麦叶片可溶性蛋白含量与 CK 相比均有升高趋势,其中 0.10 mg/L 24-EBR、1 mg/L 6-BA 和 10 mg/L NAA 处理下的升高幅度较大,分别为 6.85%、7.36% 和 6.20%,与 CK 相比差异具有统计学意义。



柱形图上方不同小写字母表示处理间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。下图同

图1 不同植物生长促进剂对稻茬麦叶片可溶性蛋白含量的影响

2.3.2 SOD 活性的变化。由图 2 可知,低温胁迫下,各浓度 24-EBR 处理下稻茬麦叶片 SOD 活性较 CK 均表现为升高趋势,其中:0.01 mg/L 24-EBR 和 0.10 mg/L 24-EBR 处理下分别升高了 3.70%、7.33%,与 CK 相比差异均具有统计学意义;1.00 mg/L 24-EBR 处理下差异不具统计学意义。1 mg/L 6-BA、10 mg/L

6-BA 和 10 mg/L NAA 处理下稻茬麦叶片 SOD 活性较 CK 分别升高了 5.31%、6.23%、5.03%,差异均具有统计学意义;100 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA 和 100 mg/L NAA 处理下,稻茬麦叶片 SOD 活性较 CK 均有一定的降低趋势,但差异不具统计学意义。

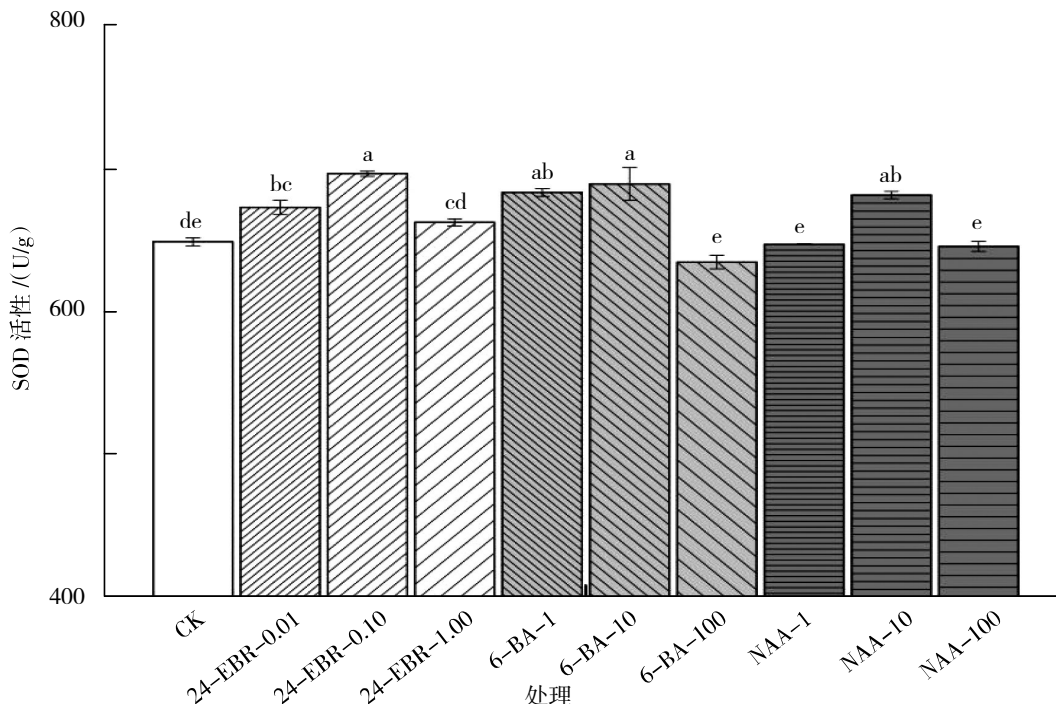


图2 不同植物生长促进剂对稻茬麦叶片 SOD 活性的影响

2.3.3 叶片膜脂过氧化程度的变化。由图3可知,各调节剂处理下稻茬麦叶片丙二醛含量与SOD活性表现为相反的趋势。除1.00 mg/L 24-EBR、100 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA和100 mg/L NAA,各浓度调节剂

处理下,稻茬麦叶片丙二醛含量与CK相比均显著降低,其中0.10 mg/L 24-EBR、1 mg/L 6-BA、10 mg/L 6-BA和10 mg/L NAA处理下的降低幅度最大,分别为26.95%、20.44%、17.94%和15.94%。

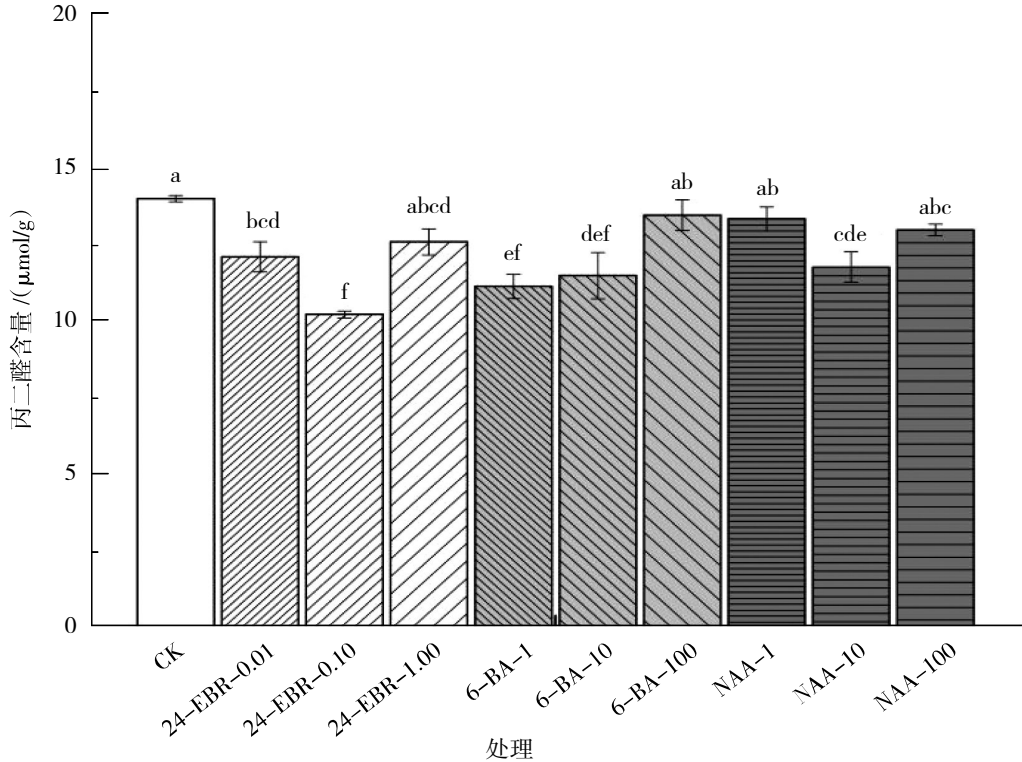


图3 不同植物生长促进剂对稻茬麦叶片丙二醛含量的影响

3 讨论与结论

本试验表明,在3叶期喷施适宜浓度24-EBR、6-BA、NAA能显著提高稻茬麦地上/地下部干物质质量、根长和根平均直径,对稻茬麦株高和根冠比影响不大。冯文静等研究发现,喷施生长调节剂后小麦地上/地下部生长状况显著优于对照,0.10、1.00 mg/L 24-EBR处理下小麦地上部和根系生物量显著增加^[9]。本试验中,0.01、0.10 mg/L 24-EBR处理在稻茬麦地上/地下部生物量积累方面表现更优。前人研究发现,喷施含有6-BA的生长调节剂能够提高小麦总生物量和地上生物量^[4]。本试验中6-BA处理提高了稻茬麦地上部生物量和根平均直径,且1、10 mg/L 6-BA浓度下表现更优。有学者指出NAA能提高水稻苗期茎粗和干鲜质量,含有NAA的复配剂能显著增加植物地上部干物质积累,促进根系生长^[15-16]。本试验中NAA在稻茬麦苗期喷施也表现为相同的趋势,10 mg/L NAA处理更有利于稻茬麦干物质积累和根系生长。

植物受到低温胁迫时会产生大量的活性氧自由基,而SOD能清除自由基,其活性高低能够反映植物的抗逆能力,MDA则能够反映生物膜受伤害的水平。前人研究发现,6-BA在提高植物抗逆性方面有广泛应用。陈娟等指出,6-BA能防止低温下由于自由水过多而发生的细胞冻害^[7]。王兴等也发现,6-BA浸种能够促进幼苗生长,提高壮苗的抗寒能力,但高浓度6-BA处理下小麦抵御低温的能力会降低^[10]。本试验表明,1、10 mg/L 6-BA处理下稻茬麦冻害率和冻害指数较对照显著降低,可溶性蛋白含量、SOD活性显著升高,MDA含量显著降低,说明在该浓度下喷施6-BA能显著提高稻茬麦的抗寒能力。前人研究发现,高浓度6-BA处理会使小麦叶片透性增加,抵御低温的能力降低^[10]。本试验中,100 mg/L 6-BA处理下,稻茬麦各抗寒指标较CK差异均不具统计学意义,与1、10 mg/L 6-BA处理相比,抗寒能力有一定降低,该结果与前人研究结果相一致。研究表明,当植物受到逆境胁迫时,喷施NAA可以缓解非生物胁迫对生物膜的氧化损害,增强植物的抗氧化活

性^[18-19]。本试验中喷施 10 mg/L NAA 显著降低了稻茬麦冻害率和冻害指数, SOD 活性和可溶性蛋白含量显著升高, MDA 含量显著降低, 说明喷施 10 mg/L NAA 在提高稻茬麦幼苗抗寒性方面表现更优。而 1、100 mg/L NAA 处理下, 稻茬麦各抗寒指标较 CK 差异均不具统计学意义, 这可能与叶片的相对电导率有关, 还待后续试验的进一步验证。前人研究发现, 24-EBR 能够促进低温胁迫下小麦可溶性蛋白的积累, 使 SOD 活性显著增加, 用浓度为 0.10 mg/L 24-EBR 处理抗寒效果最佳, 而 24-EBR 浓度太高会使 MDA 含量增加^[20], 与本试验结果一致, 本试验中 0.01、0.10 mg/L 24-EBR 处理下稻茬麦的冻害率和冻害指数均显著降低。1.00 mg/L 24-EBR 处理下, 稻茬麦各抗寒指标较 CK 差异均不具统计学意义, 说明 24-EBR 对冬小麦抵御低温胁迫具有浓度效应。

综上, 在 3 叶期喷施 0.01、0.10 mg/L 24-EBR, 1、10 mg/L 6-BA 和 10 mg/L NAA 能够促进稻茬麦地上部干物质积累和根系生长, 使可溶性蛋白含量、SOD 活性显著升高, 冻害率和冻害指数显著降低, 有利于提高稻茬麦幼苗的抗寒能力及苗体素质, 实现稻茬麦绿色、高效、增产的目标。

参考文献:

- [1] 王伊琨, 于跃跃, 贾小红, 等. 秸秆资源利用及秸秆还田生态环境效益的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(10): 111-113, 134.
- [2] 蒋小忠, 王龙俊, 束林华. 江苏省稻茬麦播种环节农机农艺融合发展现状及对策探讨[J]. 中国农技推广, 2017, 33(7): 5-7.
- [3] 张宸茜, 杭雅文, 李福建, 等. 稻秸还田年数和氮肥运筹对小麦出苗和幼苗形态及生理特性的影响[J]. 核农学报, 2020, 34(8): 1805-1813.
- [4] 薛亚光, 魏亚凤, 李波, 等. 不同稻秸还田方式对冬小麦产量及冻害的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(32): 58-63.
- [5] 冯为成, 冯怡, 禹登凤. 水稻秸秆全量还田套播免耕小麦死苗原因探讨[J]. 现代农业科技, 2013(20): 63-64.
- [6] 柯媛媛, 陈翔, 倪芊芊, 等. 低温逆境胁迫下小麦 ROS 代谢及调控机制研究进展[J]. 大麦与谷类科学, 2021, 38(1): 1-6, 21.
- [7] 罗伟文, 顾峰玮, 吴峰, 等. 全秸硬茬地碎秸行间集覆小麦播种机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2019, 50(12): 42-52.
- [8] 张会娟, 顾峰玮, 吴峰, 等. 江苏省稻茬麦机械化播种概况与发展[J]. 中国农机化学报, 2021, 42(11): 186-192.
- [9] 冯文静, 高巍, 刘红恩, 等. 植物生长调节剂促进小麦幼苗生长及降低镉吸收转运的研究[J]. 河南农业大学学报, 2021, 55(6): 1036-1044.
- [10] 王兴, 徐琛, 苍晶, 等. 外源 6-BA 对小麦种子萌发及越冬期植株冻害的缓解作用[J]. 麦类作物学报, 2013, 33(2): 357-363.
- [11] 李娜, 王琳丹. 6-BA 拮抗脱落酸缓解渗透胁迫对种子萌发的抑制[J]. 植物生理学报, 2014, 50(4): 389-394.
- [12] 刘丽杰, 丁美云, 刘晓娜, 等. 外源表油菜素内酯对小麦幼苗抗冷性的诱导效应[J]. 分子植物育种, 2020, 18(20): 6815-6821.
- [13] 周祖富, 黎兆安. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [14] 罗梦娜. 生长调节剂对小麦和玉米内源激素的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [15] 刘希财, 范文忠. 不同生长调节剂对水稻苗期生长的影响研究[J]. 吉林农业, 2015(14): 67-68.
- [16] 胡兆平, 李伟, 陈建秋, 等. 复硝酚钠、DA-6 和 α -萘乙酸对茄子产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(25): 168-172.
- [17] 陈娟, 郭燕, 胡伊然, 等. 低温胁迫下茶树喷施 6-BA 的生理指标变化[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(3): 33-36.
- [18] 邢兴华, 徐泽俊, 齐玉军, 等. 外源 α -萘乙酸对花期干旱大豆碳代谢的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(4): 1215-1224.
- [19] 罗丹瑜, 张小花, 李巧丽, 等. α -萘乙酸对低温胁迫下油菜幼苗抗寒性的影响[J]. 生态学杂志, 2020, 39(1): 99-109.
- [20] 刘丽杰, 丁美云, 刘晓娜, 等. 外源表油菜素内酯对小麦幼苗抗冷性的诱导效应[J]. 分子植物育种, 2020, 18(20): 6815-6821.

Effects of Different Plant Growth Promoters on the Growth and Cold Tolerance of Wheat Grown After Rice

HAN Xiao, XUE Ya-guang, SHI Lyu, SHI Xiao-xu, LI Ying, LIU Hai-cui, LIU Jian
(Jiangsu Yanjiang Area Institute of Agricultural Sciences, Nantong 226001, China)

Abstract: This study aimed to evaluate the effects of plant growth promoters (PGPs) on the growth and cold tolerance in wheat grown after rice, using the wheat variety Yangmai 29 as the experimental material. Three PGPs, namely 24-EBR, 6-BA, and NAA, were sprayed onto leaves at different concentrations; their effects on wheat growth and cold tolerance were determined by measuring above- and under-ground dry weights, cold tolerance, antioxidant enzyme activity, and malondialdehyde content in wheat plants. The results showed that compared with the control (spraying water onto leaves), spraying 24-EBR at 0.01, 0.10 mg/L, 6-BA at 1, 10 mg/L, and NAA at 10 mg/L onto wheat seedlings at three-leaf stage led to increases in the dry weights of above ground and roots, and the mean diameter of roots, but decreases in both freezing injury rate and freezing injury index. Moreover, the PGPs treatments significantly elevated leaf protein content and SOD activity compared with the control, and the two treatments 6-BA at 1 mg/L and 24-EBR at 0.10 mg/L had the maximum increases in leaf protein content and SOD activity by 7.36% and 7.33%, respectively. The malondialdehyde content in leaves significantly decreased with the PGPs, and the maximum reduction was 26.95% with 24-EBR at 0.10 mg/L. Thus, spray-application of the PGPs at appropriate concentrations is beneficial to improving the cold tolerance and seedling quality of wheat grown after rice under low temperature stress.

Key Words: Wheat grown after rice; Plant growth promoter; Cold tolerance; Seedling quality

(上接第 13 页)

Research Progress on Haploid Induction and Doubling in Maize

YU Yan-huan¹, JIA Bo^{1,2}, XIE Qing-chun¹

(1. Jiangsu Xuhuai Area Huaiyin Institute of Agricultural Sciences, Huai'an 223001, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology/Agricultural College of Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: As one of the three core technologies of modern maize breeding, maize haploid breeding technology can significantly shorten breeding years and improve breeding efficiency. Induction and doubling are important steps in haploid breeding, and their efficiency directly influences the development of maize haploid breeding technology. This paper reviews the research progress on induction and doubling in maize haploid breeding technology, which lays foundations for developing more efficient haploid breeding technology in the future.

Key Words: Maize; Haploid breeding; Induction rate; Doubling rate; Research progress