

杨笑彦,朱建强. 6-BA与氮磷钾肥配合运用对小麦抽穗期渍涝的减损效果[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):168-170.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.043

6-BA与氮磷钾肥配合运用对小麦抽穗期渍涝的减损效果

杨笑彦,朱建强

(长江大学农学院,湖北荆州 434025)

摘要:在长江中下游地区,小麦生育后期因降水较多易受渍涝危害,对小麦生产影响较大。为减轻渍涝危害,在现有田间排水措施基础上综合运用其他措施显得很重要。针对主推品种郑麦9023抽穗期田间连续渍水7d的情况,按完全随机区组进行试验设计,研究渍涝后喷施6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)和采用不同施肥处理的促生减损效果。结果表明,渍涝后喷施6-BA或采取6-BA与追肥(氮、磷、钾肥单施和配施),均可降低小麦叶片中的丙二醛含量、提高叶绿素含量,改善产量性状,减少产量损失。渍涝后仅喷施6-BA就能显著增加穗粒数,减少产量损失1.97百分点;而喷施6-BA后再采取追肥措施可进一步改善产量性状,从单株产量看,可减少产量损失27.96~37.23百分点。综合节肥和减损效果,在渍涝后喷施6-BA的同时,追施氮肥(以纯氮计,150 kg/hm²)或采取配施氮肥(以纯氮计,150 kg/hm²)、磷肥(以P₂O₅计,90 kg/hm²)、钾肥(以K₂O计,90 kg/hm²)的措施效果良好。

关键词:小麦;渍涝胁迫;6-苄氨基腺嘌呤;涝后追肥

中图分类号: S512.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0168-03

在小麦生长发育的中后期,长江中下游地区春雨较多,常造成麦田渍涝危害,对小麦生长代谢和产量均会造成一定影响^[1-7]。渍水导致小麦根系缺氧而活力下降,吸收养分和水分的能力降低^[2-3],进而引起植株叶片的叶绿素含量减少、光合作用受到抑制^[4],影响植株干物质的积累与转运,最终导致产量下降与品质变劣^[5-7]。相关研究表明,施用氮肥和植物生长调节物质均能调节作物群体的生理生态状况,提高其抗逆性并延缓衰老,从而提高作物产量和品质^[8-12]。目前综合运用植物生长调节物质和营养调控以减缓小麦湿害研究还不多。本研究对抽穗期受渍涝胁迫的小麦喷施6-苄氨基腺嘌呤(简称6-BA),并采取氮磷钾肥配施,研究植物生长调节物质与营养调控相结合对缓解小麦渍涝危害的效果,以期对长江中下游小麦渍害治理提供技术依据。

收稿日期:2015-08-23

基金项目:公益性行业(农业)专项(编号:201203032);湖北省重点(优势)学科作物学(长江大学)(编号:2013XKJS)。

作者简介:杨笑彦(1980—),女,陕西乾县人,硕士研究生,主要从事作物逆境生理生态研究。E-mail:2650274669@qq.com。

通信作者:朱建强,博士,教授,主要从事农业渍涝灾害防御理论与技术研究。E-mail:zyjb@sina.com。

[9]陈晓远,高志红,刘振华. 供氮形态和水分胁迫对水稻生长及氮素积累和分配的影响[J]. 华北农学报,2009,24(6):116-122.

[10]李娜. 施氮与灌水对冬小麦土壤水、氮运移及产量的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2013.

[11]吴 漩,郑子成,李廷轩,等. 灌水对不同次生盐渍化水平设施土壤氮、磷迁移特征的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(4):23-28.

[12]吴 娜,刘吉利. 不同滴灌定额对春播裸燕麦氮磷钾质量分数

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试小麦品种为郑麦9023,试验于2013—2014年在长江大学试验基地的测筒区进行。测筒试验区于2007年5月建成,筒内土壤取自试验基地旱田,按等容重分层回填。测筒封底,配备灌排设施,筒深1.15 m、内径0.71 m,每个测筒面积约0.4 m²。播前将各测筒中的表土(20 cm土层)取出,在谷场拌合均匀,再均分到每个测筒中,每筒基施氮磷钾复合肥(氮、磷、钾含量分别为15%、15%、15%)50 g。2013年10月29日条播小麦于测筒中,2014年5月22日收获。

1.2 试验设计

在抽穗期,对测筒内小麦作渍水处理7 d,水层0~2 cm。渍水结束后,通过打开测筒底部排水阀将测筒内水位自土面降至80 cm以下(约3 d),同时进行6-BA(10 mg/L)与氮、磷、钾肥配施组合试验。以大田正常水分管理的小麦为CK,以渍涝后不作任何补救的小麦为CK₁,以渍涝后仅喷施6-BA的小麦为CK₂。分别将不施氮、磷、钾肥记作A₁、B₁、C₁处理,分别将在CK₂基础上施氮肥(以纯氮计,150 kg/hm²)、施磷肥(以P₂O₅计,90 kg/hm²)、施钾肥(以K₂O计,

及产量性状的影响[J]. 西北农业学报,2014,23(9):44-49.

[13] Smicklas K D, Below F E. Role of nitrogen form in determining yield of field-grown maize [J]. Crop Science, 1992, 32(5): 1220-1225.

[14] 姬景红,张玉龙,黄 毅,等. 灌溉方法对保护地土壤有机氮组分及剖面分布的影响[J]. 水土保持学报,2007,21(6):99-104.

[15] 吕殿青,同延安,孙本华,等. 氮肥施用对环境污染影响的研究[J]. 植物营养与肥料学报,1998(1):8-15.

90 kg/hm²) 记作 A₂、B₂ 和 C₂ 处理,采用完全随机区组设计,每处理重复 3 次。

1.3 测定项目与方法

在小麦灌浆期,每个处理随机取旗叶 2 张分别测定叶绿素、丙二醛含量^[13],各取其平均值。成熟后,每个测筒随机取 3 株进行穗数、穗粒数、千粒质量、单株产量的测定,并各取其平均值。

1.4 数据分析

利用 Excel 2003 进行数据整理,应用 DPS 7.05 软件进行方差分析,采用 Duncan 氏测验进行处理间多重比较。

2 结果与分析

2.1 渍涝后喷施 6-BA 与追肥对小麦旗叶中丙二醛、叶绿素含量的影响

从表 1 可以看出,与渍涝后不作任何补救措施的处理 CK₁ 相比,渍涝后仅喷施 6-BA,即处理 CK₂ 即可显著降低小麦旗叶中的丙二醛含量、增加叶绿素含量。表明在小麦抽穗期渍涝后及时喷施 6-BA,对改善植株代谢和促进生长恢复有明显作用。与渍水胁迫仅喷施 6-BA 的处理 CK₂ 相比,在喷施 6-BA 的基础上采取氮、磷、钾肥单施和配施,将会进一步降低小麦旗叶中丙二醛的含量、提高叶绿素含量。表明渍涝后喷施 6-BA 和追肥联合运用可进一步改善植株代谢,促其从渍涝逆境中尽快恢复。在氮、磷、钾肥单施时,以 6-BA 与追氮肥联合运用的效果最好,平均丙二醛含量比 CK₂ 降低 14.8%,平均叶绿素含量比 CK₂ 提高 46.7%,差异显著;采取化肥配施时,以 6-BA 与氮、磷、钾 3 种肥配施(A₂B₂C₂)运用的效果最好,平均丙二醛含量比 CK₂ 降低 48.1%,差异显著,平均叶绿素含量比 CK₂ 显著提高 63.2%。

表 1 不同处理旗叶丙二醛、叶绿素含量比较

处理	丙二醛含量 (μmol/g)	叶绿素含量 (mg/g)
CK	0.024c	2.03 ± 0.33b
CK ₁	0.036a	1.29 ± 0.14e
CK ₂	0.027b	1.52 ± 0.02d
A ₁ B ₁ C ₂	0.025c	1.88 ± 0.07c
A ₁ B ₂ C ₁	0.024c	1.89 ± 0.37c
A ₂ B ₁ C ₁	0.023c	2.23 ± 0.07a
A ₂ B ₁ C ₂	0.019d	2.42 ± 0.05a
A ₁ B ₂ C ₂	0.024c	2.10 ± 0.26ab
A ₂ B ₂ C ₁	0.020d	2.26 ± 0.08a
A ₂ B ₂ C ₂	0.014e	2.48 ± 0.14a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。表 2 同。

2.2 渍涝后喷施 6-BA 与追肥对小麦产量构成的影响

2.2.1 单株成穗数 从表 2 可以看出单株成穗数情况,可见渍涝后喷施 6-BA,采取氮磷钾肥配施对小麦单株成穗数影响不大,不同处理间的穗数差异均不显著。

2.2.2 穗粒数 与单株成穗数不同,在小麦抽穗期田间渍涝连续 7 d 后若不采取任何补救措施,将会显著降低穗粒数。与渍涝后不作任何补救的处理 CK₁ 相比,渍涝后仅喷施 6-BA 即可显著提高小麦穗粒数。与渍水胁迫仅喷施 6-BA 的处理相比,在喷施 6-BA 的基础上采取氮、磷、钾肥单施和配施,将会进一步提高小麦穗粒数。其中氮、磷、钾肥单施时,以

6-BA 与追氮肥联合运用的效果最好,其平均穗粒数比 CK₂ 提高 11.9%,差异显著;采取化肥配施时,以 6-BA 与氮、磷、钾 3 种肥配施(A₂B₂C₂)运用的效果最好,其平均穗粒数比 CK₂ 提高 16.3%,差异显著(表 2)。

2.2.3 千粒质量 在小麦抽穗期田间渍涝连续 7 d 后若不采取任何补救措施(CK₁),将会显著降低千粒质量。与渍涝后不作任何补救的处理 CK₁ 相比,渍涝后仅喷施 6-BA (CK₂)对小麦千粒质量略有提高,差异不显著。与渍水胁迫仅喷施 6-BA 的处理(CK₂)相比,在喷施 6-BA 的基础上采取氮、磷、钾肥单施和配施,将会显著提高小麦千粒质量。在氮、磷、钾肥单施时,以 6-BA 与追氮肥联合运用的效果最好,其平均千粒质量比 CK₂ 提高 13.7%,差异显著;采取化肥配施时,以 6-BA 与氮、磷、钾 3 种肥配施(A₂B₂C₂)运用的效果最好,其平均千粒质量比 CK₂ 提高 16.5%,差异显著(表 2)。

2.2.4 单株产量 在小麦抽穗期田间渍涝连续 7 d 后若不采取任何补救措施(CK₁),将会显著降低单株产量,与正常水肥管理的对照(CK)相比,减产达 40.12%。与渍涝后不作任何补救措施的处理 CK₁ 相比,渍涝后仅喷施 6-BA (CK₂)对小麦单株产量有所提高,但差异不显著。与渍水胁迫仅喷施 6-BA 的处理(CK₂)相比,在喷施 6-BA 的基础上采取氮、磷、钾肥单施和配施,将会显著提高小麦单株产量。其中,在氮、磷、钾肥单施时,以 6-BA 与追氮肥联合运用的效果最好,其平均单株产量比 CK₂ 提高 49.9%,差异显著;采取化肥配施时,以 6-BA 与氮、磷、钾 3 种肥配施(A₂B₂C₂)运用的效果最好,其平均单株产量比 CK₂ 提高 57.0%,差异显著(表 2)。

综合分析可看出,与 CK₁ 相比,渍涝后仅喷施 6-BA 对产量性状就有一定促进作用,能显著增加穗粒数,减少产量损失 1.97 百分点;而喷施 6-BA 后再采取追肥措施,则可进一步改善产量性状,在单株产量上表现得尤为明显,可减少产量损失 27.96 ~ 37.23 百分点,表明渍涝后喷施 6-BA 与追肥联合运用具有十分显著的减损效果。渍涝后喷施 6-BA 与单施氮、磷、钾肥结合,和 CK 相比减产 7.29% ~ 12.16%,和 CK₁ 相比可减少产量损失 27.96 ~ 32.83 百分点,与 CK₂ 相比可减少产量损失 25.99 ~ 30.86 百分点;渍涝后喷施 6-BA 与配施氮、磷、钾肥结合,与 CK 相比减产 2.89% ~ 9.73%,与 CK₁ 相比可减少产量损失 30.39 ~ 37.23 百分点,与 CK₂ 相比可减少产量损失 28.42 ~ 35.26 百分点。

3 结论与讨论

小麦抽穗期渍涝后采取 6-BA 与氮磷钾肥配合使用,可显著降低旗叶丙二醛含量,提高叶绿素含量,其中氮肥 150 kg/hm² 起关键性作用。综合节肥和缓解渍涝危害的效果看,在渍涝后喷施 6-BA 的同时,追施氮肥 150 kg/hm² 或采取配施氮肥 150 kg/hm²、磷肥 90 kg/hm²、钾肥 90 kg/hm² 的措施效果良好。

6-BA 是一种人工合成的细胞分裂素,在提高植物抗逆性方面效果显著。研究表明,6-BA 参与活性氧代谢的调节过程,通过提高抗氧化酶过氧化氢酶、超氧化物歧化酶、过氧化物酶的活性,加强对机体活性氧的清除作用,有效减缓膜脂

表 2 不同施肥处理下小麦产量的构成

处理	单株成穗数 (穗)	穗粒数 (粒)	千粒质量 (g)	单株产量 (g)	减产率 (%)
CK	3.8 ± 1.0a	36.9 ± 0.1a	44.33 ± 1.04a	6.58 ± 0.08a	0
CK ₁	3.7 ± 0.8a	28.8 ± 1.4d	37.16 ± 3.02d	3.94 ± 0.51e	40.12
CK ₂	4.0 ± 1.0a	31.2 ± 0.8c	37.53 ± 1.84d	4.07 ± 0.08e	38.15
A ₁ B ₁ C ₂	3.8 ± 0.8a	34.6 ± 0.9b	41.90 ± 1.44c	5.78 ± 0.21d	12.16
A ₁ B ₂ C ₁	4.5 ± 0.0a	34.7 ± 1.9b	42.50 ± 1.55bc	5.84 ± 1.72cd	11.27
A ₂ B ₁ C ₁	4.2 ± 1.3a	34.9 ± 1.8b	42.66 ± 1.81bc	6.10 ± 0.83bc	7.29
A ₁ B ₂ C ₂	3.8 ± 0.3a	35.4 ± 1.5ab	42.82 ± 1.29bc	5.94 ± 1.22bc	9.73
A ₂ B ₁ C ₂	4.0 ± 0.0a	35.3 ± 1.6ab	43.56 ± 0.50ab	6.29 ± 0.01ab	4.41
A ₂ B ₂ C ₁	4.2 ± 0.3a	35.1 ± 1.5ab	42.39 ± 1.67bc	6.06 ± 0.72bc	7.90
A ₂ B ₂ C ₂	4.5 ± 0.5a	36.3 ± 1.3a	43.71 ± 0.56ab	6.39 ± 1.45ab	2.89

过氧化产物丙二醛的积累,膜结构的稳定性得到保护;同时促进侧根的生长,增强养分吸收和利用能力;此外,还提高叶片叶绿素含量,延缓叶片衰老,提高光合效率,增加干物质的积累,从而提高籽粒产量^[11,14-18]。但单独喷施 6-BA 无法解决体内营养物质积累不足的问题。因此,在喷施 6-BA 的同时补充作物生长发育必需的氮、磷、钾等营养元素可有效提高作物的抗逆性。相关研究指出,采取氮、磷、钾三大营养元素配施更能提高小麦产量和改善小麦的品质^[19-21]。本试验对抽穗期受渍涝危害的小麦采取喷施 6-BA 后进行氮、磷、钾肥单施和配施,均能显著降低小麦旗叶丙二醛含量、提高叶绿素含量,促进作物渍涝后恢复性生长,实现增加小麦穗粒数、千粒质量、单株产量的效果。

参考文献:

[1] 谢家琦,李金才,魏凤珍. 花后渍水逆境对冬小麦产量及氮磷钾营养状况的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(7):425-429.

[2] Brisson N,Rebière B,Zimmer D,et al. Response of the root system of a winter wheat crop to waterlogging[J]. Plant and Soil,2002,243(1):43-55.

[3] Irfan M,Hayat S,Hayat Q,et al. Physiological and biochemical changes in plants under waterlogging[J]. Protoplasma,2010,241(1/2/3/4):3-17.

[4] Sairam R K,Kumutha D,Ezhilmathi K,et al. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants[J]. Biologia Plantarum, 2008,52(3):401-412.

[5] 赵 辉,荆 奇,戴廷波,等. 花后高温和水分逆境对小麦籽粒蛋白质形成及其关键酶活性的影响[J]. 作物学报,2007,33(12): 2021-2027.

[6] Sharma P K,Sharma S K. Combined effects of waterlogging, alkalinity on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) imposed at three critical stages[J]. Physiology and Molecular Biology of Plants,2010,16(3): 317-320.

[7] 王小燕,高春保,卢碧林,等. 江汉平原小麦开花前降水分布特点及同期渍害的产量效应[J]. 长江流域资源与环境,2013,22(12):1642-1647.

[8] 董登峰,骆炳山,陈大清. 涝渍逆境下化学调节对孕穗期小麦生理特征和产量性状的影响[J]. 广西农业生物科学,1999,18(4):258-260.

[9] 李晓玲,骆炳山. 油菜素甾醇类物质对小麦孕穗期抗渍性的影响[J]. 麦类作物学报,2000,20(1):63-66.

[10] 张淑贞,朱建强,杨 威,等. 江汉平原小麦湿害分析及其防控措施[J]. 湖北农业科学,2011,50(19):3916-3920.

[11] 吴进东,李金才,魏凤珍,等. 氮肥和 6-BA 对花后受渍冬小麦抗渍性的调控效应[J]. 西北植物学报,2012,32(12):2512-2517.

[12] 吴进东,李金才,魏凤珍,等. 氮肥后移对花后受渍冬小麦灌浆特性及产量构成的影响[J]. 西北植物学报,2013,33(3):570-576.

[13] 张治安,陈展宇. 植物生理学实验技术[M]. 长春:吉林大学出版社,2008:192-193.

[14] 杨东清,王振林,尹燕桦,等. 外源 ABA 和 6-BA 对不同持绿型小麦旗叶衰老的影响及其生理机制[J]. 作物学报,2013,39(6):1096-1104.

[15] 吴雪霞,杨晓春,朱宗文,等. 外源 6-BA 对低温胁迫下茄子幼苗光合作用、叶绿素荧光参数及光能分配的影响[J]. 植物生理学报,2013,49(11):1181-1188.

[16] 刘晓辉,张 显,郑俊鸾,等. 激素预处理对低温胁迫下西瓜幼苗活性氧含量和抗氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2014,34(4):746-752.

[17] 马孟莉,卢丙越,刘艳红,等. 抹芽、6-BA 和 NAA 处理对蟹兰兰扦插苗发芽的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):156-158.

[18] 肖长新,陈延玲,米国华. 灌浆后期 6-BA 灌根对玉米衰老和产量形成的影响[J]. 玉米科学,2014,22(1):103-107,113.

[19] 赵会杰,薛延丰,徐立新. 氮磷钾肥施用量及其配比对小麦品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2004,38(4):374-378,399.

[20] 刘兆丽,王建林. 施肥对小麦产量结构的影响[J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2008,25(3):189-192.

[21] 谭和芳,谢金学,汪吉东,等. 氮磷钾不同配比对小麦产量及肥料利用率的影响[J]. 江苏农业学报,2008,24(3):279-283.