

杨笑彦,朱建强. 6-苄氨基腺嘌呤与化肥配施减轻小麦灌浆期渍涝危害[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):129-131.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.035

6-苄氨基腺嘌呤与化肥配施 减轻小麦灌浆期渍涝危害

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,因降水较多,在小麦生育后期易受渍涝危害,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的基础上综合运用其他措施显得很重要。针对主推小麦品种郑麦 9023 灌浆期田间连续渍水 7 d 的情形,按完全随机区组进行试验设计,以研究在渍涝后喷施 6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)和采取不同施肥处理减轻渍涝危害的技术途径。结果表明:喷施 6-BA 后,追施氮肥(纯氮量 105 kg/hm²)可显著降低小麦植株丙二醛含量,提高叶绿素含量;采取氮、磷、钾肥配合施用可以取得十分显著的减损效果,和正常对照相比仅减产 2.9%~8.9%,和渍涝后不处理相比其减少产量损失不低于 30%。

关键词:渍涝胁迫;小麦灌浆期;6-苄氨基腺嘌呤;化肥

中图分类号:S512.106;Q945.78

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2016)07-0129-03

在小麦生长发育的中后期,长江中下游地区雨水较多,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、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]。一些研究表明,通过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,从而提高产量和品质^[8-12]。相比之下,综合运用植物生长调节物质和营养调控以减缓小麦湿害还不多见。本研究对灌浆期受渍涝胁迫的小麦喷施 6-苄

基腺嘌呤(6-benzylaminopurine, 6-BA, C₁₂H₁₁N₅),并配施氮磷钾肥,以探讨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,以便为长江中下游小麦渍害的治理提供田间管理技术。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验设计

试验地点位于长江大学实验基地,土壤为灰潮土,质地为轻黏土,春季农田地下水埋深一般在 50~70 cm。供试小麦品种为郑麦 9023,于 2013 年 11 月 6 日条播,2014 年 5 月 25 日收获。在大田中设置面积 6 m²(3 m×2 m)的试验小区若干,小区间以土埂隔开。在小麦灌浆期向田间灌水,保持土层厚度 0~2 cm 持续 7 d,渍水排除 3 d 后喷施 6-BA (10 mg/L),施用氮磷钾肥。其中,不施氮、磷、钾肥分别记作 A₁、B₁、C₁ 处理,105 kg/hm² 施氮量(按纯氮计)、90 kg/hm² 施磷量(按 P₂O₅ 计)、90 kg/hm² 施钾量(按 K₂O 计)分别记作 A₂、B₂、C₂ 处理,采用完全随机区组设计,以大田正常水肥

收稿日期:2015-05-23

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,教授,博士生导师。E-mail:zyjb@sina.com。

4.0~3.5 张叶时施用促花肥(尿素 75~90 kg/hm²,氯化钾 105~150 kg/hm²),余叶龄 2.0~1.5 张叶时施用保花肥(尿素 45~60 kg/hm²)。水浆管理采取“前期浅水勤灌、中期干干湿湿、后期湿润灌溉”。

4.4 病虫草害防治

种子预处理采用药剂浸种防治恶苗病、干尖线虫病等种传病害。生育期间根据当地植保部门病虫害的预测预报,及时做好相应病虫害的防治工作。秧田期和移栽后重视灰飞虱防治,防止黑条矮缩病发生。中后期和穗期防治好纹枯病和穗颈稻瘟病。

参考文献:

[1]王才林,张亚东,朱镇,等. 水稻优质抗病高产育种的研究与实

践[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):921-927.

[2]王才林,张亚东,朱镇,等. 江苏抗病优质高产粳稻新品种选育研究[J]. 中国稻米,2010,16(增刊1):12-17.

[3]王才林,朱镇,张亚东,等. 江苏省粳稻品质改良的成就、问题与对策[J]. 江苏农业学报,2008,24(2):199-203.

[4]王才林. 江苏省水稻育种与生产现状及发展趋势[J]. 江苏农业科学,2005(2):1-6.

[5]王才林,朱镇,张亚东,等. 江苏省粳稻品质育种的现状与对策[J]. 北方水稻,2007(3):14-18.

[6]程兆榜,杨荣明,周益军,等. 江苏稻区水稻条纹叶枯病发生新规律[J]. 江苏农业科学,2002(1):39-41.

[7]王才林,张亚东,朱镇,等. 水稻条纹叶枯病抗性育种研究[J]. 作物学报,2008,34(3):530-533

管理为对照(CK),以小麦渍水后不作任何处理为 CK₁,以小麦渍水后仅喷施 6-BA 为 CK₂。每个处理重复 3 次。

1.2 测定项目与方法

在小麦灌浆期,每个小区随机取 3 张旗叶,分别测定叶绿素(鲜质量)、丙二醛含量^[13],各取其平均值。成熟后,每个小区随机取 5 株进行穗数、穗粒数、千粒质量测定,并在每个小区随机选定 1 m² 测定产量。

1.3 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's 测验进行处理间的多重比较。

2 结果与分析

2.1 小麦旗叶的丙二醛、叶绿素含量变化

由表 1 可以看出:与渍涝后仅喷施 6-BA 的处理(CK₂)相比,喷施 6-BA 后单施氮、磷、钾肥以及氮磷钾肥配施,均可显著降低旗叶中丙二醛含量,缓解渍涝危害;比较氮、磷、钾肥单施降低丙二醛的效果可见,单施氮肥(A₂B₁C₁)处理>单施钾肥(A₁B₁C₂)处理>单施磷肥(A₁B₂C₁)处理;从肥料配施降低丙二醛含量的效果看,氮磷钾肥配施(A₂B₂C₂)、氮钾肥配施(A₂B₁C₂)处理优于氮磷肥配施(A₂B₂C₁)、磷钾肥配施(A₁B₂C₂)处理。从节肥节本、有效缓解渍涝危害看,在喷施 6-BA 的基础上追施氮肥值得推荐。

由表 1 还可以看出:CK₂ 与 CK₁ 相比,喷施 6-BA 可提高旗叶叶绿素含量,但差异不显著;与仅喷施 6-BA 的 CK₂ 相比,采取喷施 6-BA 和氮、磷、钾肥单施措施(A₂B₁C₁、A₁B₂C₁、A₁B₁C₂ 处理),在一定程度上均可提高旗叶中叶绿

素含量,尤其以单施氮肥(A₂B₁C₁)处理的效果最好,且与 CK₂ 的差异最显著;与 CK₂ 相比,氮磷钾肥配合施用(A₁B₂C₂、A₂B₁C₂、A₂B₂C₁、A₂B₂C₂ 处理)可显著提高旗叶叶绿素含量,并以 A₂B₂C₂ 处理效果最优,其次是 A₂B₁C₂ 处理。

综合考虑施肥对降低丙二醛含量、提高叶绿素含量的作用,推荐小麦渍涝后采取的施肥方案是氮磷钾配施(A₂B₂C₂)、氮肥与钾肥配施(A₂B₁C₂)处理。

表 1 渍涝后不同施肥处理小麦旗叶丙二醛、叶绿素含量

处理	丙二醛含量 (μmol/g)	叶绿素含量 (mg/g)
CK	0.036b	2.43 ± 0.33b
CK ₁	0.042a	0.82 ± 0.08e
CK ₂	0.040a	1.14 ± 0.07de
A ₁ B ₁ C ₂	0.029c	1.23 ± 0.13d
A ₁ B ₂ C ₁	0.034b	1.23 ± 0.25d
A ₂ B ₁ C ₁	0.031bc	2.15 ± 0.45b
A ₁ B ₂ C ₂	0.033b	1.57 ± 0.12c
A ₂ B ₁ C ₂	0.028c	2.05 ± 0.18b
A ₂ B ₂ C ₁	0.030bc	1.96 ± 0.02b
A ₂ B ₂ C ₂	0.028c	2.61 ± 0.27a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平上有显著性差异。

2.2 氮磷钾肥对受渍小麦产量构成的影响

2.2.1 单株有效穗(单株成穗数) 表 2 结果表明,在小麦灌浆期渍涝后喷施 6-BA 并采取氮磷钾肥配施,对单株有效穗数影响不大,各处理间的穗数差异均不显著,这符合小麦的生长发育特点。

表 2 渍涝后不同施肥处理小麦的产量构成

处理	单株有效穗 (穗)	穗粒数 (粒)	千粒质量 (g)	6 m ² 小区产量 (g)	减产率 (%)
CK	4.3 ± 0.6a	51.1 ± 2.4a	44.82 ± 2.78a	3 972 ± 42aA	0
CK ₁	4.2 ± 1.6a	26.3 ± 4.7e	38.04 ± 0.76d	2 274 ± 48eE	42.7
CK ₂	4.2 ± 0.6a	31.8 ± 1.2d	38.14 ± 0.19cd	2 772 ± 84dD	30.2
A ₁ B ₁ C ₂	4.3 ± 1.5a	39.4 ± 1.1c	39.29 ± 1.87c	3 198 ± 36cC	19.5
A ₁ B ₂ C ₁	4.2 ± 1.0a	40.9 ± 2.3c	39.81 ± 2.48bc	3 336 ± 18cC	16.0
A ₂ B ₁ C ₁	4.3 ± 1.5a	43.4 ± 4.1bc	40.02 ± 3.31bc	3 408 ± 42cC	14.2
A ₁ B ₂ C ₂	4.5 ± 1.8a	42.2 ± 2.8c	41.08 ± 0.39b	3 702 ± 33bB	6.8
A ₂ B ₁ C ₂	4.3 ± 1.6a	49.2 ± 0.2a	42.81 ± 0.79b	3 792 ± 33abB	4.5
A ₂ B ₂ C ₁	4.3 ± 1.0a	46.5 ± 0.3b	41.74 ± 1.66b	3 618 ± 30bB	8.9
A ₂ B ₂ C ₂	4.3 ± 1.5a	50.0 ± 0.2a	44.74 ± 1.44a	3 858 ± 46aA	2.9

注:同列数据后不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。

2.2.2 穗粒数(麦穗籽粒数) 表 2 试验结果表明,小麦灌浆期受渍涝后无论采取措施与否,其穗粒数均比正常对照(CK)偏低,除 A₂B₂C₂、A₂B₁C₂ 处理外,其余处理均显著低于对照(CK);渍涝后仅喷施 6-BA 的处理(CK₂)与仅喷清水的处理(CK₁)相比,可见在小麦灌浆期渍涝后喷施 6-BA,能显著提高麦穗的籽粒数;与 CK₁ 相比,喷施 6-BA 后单施氮(A₂B₁C₁)、磷(A₁B₂C₁)、钾肥(A₁B₁C₂)处理,穗粒数均有显著增加,其中以单施氮肥的效果最佳;和 CK₂ 相比,单施氮、磷、钾肥和进行氮磷钾肥配施均可显著增加穗粒数,其中以氮、磷、钾 3 种肥配施的处理(A₂B₂C₂)效果最佳,其次是氮肥与钾肥配施(A₂B₁C₂)处理。

2.2.3 千粒质量 由表 2 可以看出,在小麦灌浆期渍涝后仅

喷施 6-BA 对千粒质量没有显著影响,而在喷施 6-BA 的基础上采取氮、磷、钾单施和配施则能显著提高小麦的千粒质量,尤其以氮、磷、钾 3 种肥配施的处理(A₂B₂C₂)效果最佳,其次是氮肥与钾肥配施(A₂B₁C₂)处理。

2.2.4 产量 由表 2 可以看出,与正常对照(CK)相比,对于灌浆期发生田间渍水连续 7 d 的情形,渍涝后如不采取任何补救措施,将导致小麦减产 42.7%(CK₁),仅喷施 6-BA(CK₂)就有明显减损效果(减产 30.2%,与 CK₁ 相比少损失 12.5 百分点);在渍涝后喷施 6-BA 和单施、氮、磷钾肥的情况下,与 CK₁ 相比,可使产量损失减少 23.2~28.5 百分点,尤其以追施氮肥(即 A₂B₁C₁ 处理)的减损效果明显;在渍涝后喷施 6-BA 并采取氮磷钾肥配施的情况下,与正常对照

(CK)相比,减产仅2.9%~8.9%,可见促生减损效果十分显著,其中尤其以氮、磷、钾肥配施处理($A_2B_2C_2$)的效果为佳,其次是采取氮肥、钾肥配施的处理($A_2B_1C_2$)。

3 结论与讨论

根据本研究,对于灌浆期发生田间渍水连续7 d的情形,可以得出以下结论。

喷施6-BA后单施氮、磷、钾肥以及氮磷钾肥配施,均可显著降低小麦旗叶丙二醛含量,提高叶绿素含量。其中尤其以氮、磷、钾配施的效果为佳,折合纯氮为105 kg/hm², P₂O₅为90 kg/hm², K₂O为90 kg/hm²。从节肥、有效缓解渍涝危害看,喷施6-BA后追施氮肥值得推荐。

喷施6-BA后进行氮、磷、钾肥配施可明显改善产量性状,减损效果十分显著,与正常对照相比,减产仅2.9%~8.9%。综合考虑节肥节支与最终产量,喷施6-BA后采取氮(折纯氮105 kg/hm²)、钾肥(折合K₂O 90 kg/hm²)配施值得推荐。

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CAT、SOD、POD的活性,加强对机体活性氧的清除作用,有效减缓膜脂过氧化产物MDA的积累,膜结构的稳定性得到保护;同时,6-BA可以促进侧根的生长,增强养分吸收、利用能力;此外,6-BA还能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。单独喷施6-BA无法解决体内营养物质积累不足的问题^[11,14-17],因此在喷施6-BA的同时补充作物生长发育必需的营养元素氮磷钾对有效提高作物抗逆性是必需的。本试验结果表明,在小麦灌浆期田间持续渍涝7 d的情况下,先喷施6-BA,接着追施氮、磷、钾肥或将它们配合使用,有显著的减损效果。

氮是小麦细胞原生质的重要组成部分,是所有氨基酸、蛋白质的组成成分,也是叶绿素、激素、核酸、酶等含氮化合物的组成成分。氮素促进小麦根、茎、叶、蘖等营养器官的生长,并对籽粒蛋白质含量与结构有重要作用。磷是小麦核蛋白等物质的主要组成成分,能促进糖分、蛋白质的正常代谢,使小麦早生早发,促进根系、分蘖发达,提高抗逆能力,并促进籽粒饱满和提早成熟。钾能促进碳水化合物的形成与转化,使叶片中糖分向正在生长的器官输送,可提高小麦成穗数、穗粒数、千粒质量^[18]。有研究证明,氮、磷、钾三大营养元素配合施用,更能提高小麦产量并改善小麦品质^[19-21]。本试验中,对灌浆期受渍涝小麦在喷施6-BA的基础上采取氮、磷、钾肥配施,其减损效果明显好于单施氮、磷、钾肥。

在小麦灌浆期,其基本穗数已确定,田间渍涝以及渍涝后喷施6-BA和施肥对小麦的有效穗没有显著影响,这与吴进东等的结论^[11]一致。但是,田间渍涝以及渍涝后喷施6-BA和施肥对每穗籽粒数、千粒质量和最终产量有较大影响,从生产效果和节肥考虑,建议渍涝后优先采用喷施6-BA与氮、钾肥配施措施(折合纯氮105 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm²),其次是采用喷施6-BA与追施氮肥措施。

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,Choi I Y. Individual and combined effects of waterlogging, and 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] 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.
- [18] 贾世隆. 灵台县旱地冬小麦施肥钾肥增产效应试验[J]. 甘肃农业科技,2001(2):36-37.
- [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.