

# TBA 对油菜种子萌发及幼苗生理特性的影响

张菊<sup>1</sup>,常云霞<sup>1\*</sup>,詹秀环<sup>2</sup>,周琳<sup>1</sup>,陈龙<sup>1</sup>,王子云<sup>2</sup>

(1. 周口师范学院 生命科学与农学学院,河南 周口 466001; 2. 周口师范学院 化学化工学院,河南 周口 466001)

**摘要:**探讨了5-(4-氯苯基)-2-(2-硝基苯甲酰胺基)-1,3,4-噻二唑(TBA)对油菜种子萌发和幼苗生长的影响,以期为TBA在农业上的应用提供理论依据和参考。在水培条件下,采用不同质量浓度(0、6、8、10、12、14 mg/L)TBA浸泡处理油菜种子,并测定了油菜种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数,幼苗的根长、茎高、根粗、茎粗,幼苗叶片内的可溶性蛋白质、可溶性糖、叶绿素含量和硝酸还原酶活性以及幼苗根系活力等相关指标。结果表明:TBA质量浓度在6~10 mg/L时,油菜种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数以及幼苗的根长、茎高、根粗、茎粗随着TBA质量浓度升高而增大,TBA高于10 mg/L时则有所下降,但仍高于对照;同时,叶片中的可溶性蛋白、可溶性糖、叶绿素含量和硝酸还原酶活性以及幼苗根系活力也随着TBA质量浓度的升高而升高,然后随之下降,在10 mg/L TBA时达到最高。因此,TBA能有效促进油菜种子萌发及幼苗生长,且TBA质量浓度为10 mg/L效果最好。

**关键词:**1,3,4-噻二唑;油菜;种子萌发;生理活性

**中图分类号:**S565.4   **文献标志码:**A   **文章编号:**1004-3268(2015)10-0049-04

## Effects of a Benzamido Compound Containing Thiadiazole on Seed Germination and Seedling Physiological Activity of Rape

ZHANG Ju<sup>1</sup>, CHANG Yunxia<sup>1\*</sup>, ZHAN Xiuhan<sup>2</sup>, ZHOU Lin<sup>1</sup>, CHEN Long<sup>1</sup>, WANG Ziyun<sup>2</sup>

(1. College of Life Science and Agronomy, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China;

2. College of Chemistry & Chemical Engineering, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China)

**Abstract:** The effects of 5-(4-chlorophenyl)-2-(2-nitro-benzamido)-1,3,4-thiadiazole (TBA) on rape seed germination and seedling growth were investigated, so as to provide theoretical reference for TBA application in agricultural production. In this study, using hydroponic condition, the rape seeds were soaked with different concentrations (0, 6, 8, 10, 12, 14 mg/L) TBA to investigate the germination rate, germination potential, germination index, vigor index, root length, stem height, root diameter, stem diameter, the contents of soluble protein, soluble sugar, and chlorophyll, the nitrate reductase vigor of leaves and the root activity. The results showed that, the germination rate, germination potential, germination index, vigor index, root length, stem height, root diameter and stem diameter respectively enhanced with the TBA concentration increased (6—10 mg/L); while the TBA concentration was higher than 10 mg/L, the above indicators declined with the increase of the concentration in the range of 10—14 mg/L but they were still higher than the control. Meanwhile, the soluble protein, soluble sugar, chlorophyll contents, the nitrate reductase vigor of leaves and the root activity improved along with the TBA concentration from 0 mg/L to 10 mg/L, with their peak values occurring at 10 mg/L, while above 10 mg/L they declined. So the germination and seedling growth of rape seed could be effectively improved by TBA, and the optimal concentration is 10 mg/L.

**Key words:** 1,3,4-thiadiazole; rape; seed germination; physiological activity

---

收稿日期:2015-04-04

基金项目:河南省教育厅自然科学研究计划资助项目(2011B180057);周口师范学院生物化学与分子生物学重点学科建设项目;周口师范学院中青年骨干教师培养项目

作者简介:张菊(1984-),女,河南信阳人,讲师,硕士,主要从事植物抗性生理研究。E-mail:zjtt603@126.com

\*通讯作者:常云霞(1978-),女,河南漯河人,讲师,硕士,主要从事植物抗性生理研究。E-mail:changyx618@126.com

油菜为十字花科(Brassicaceae)芸薹属(*Brassica*)植物,是世界上第三大油料作物,仅次于大豆和棕榈<sup>[1]</sup>,中国油菜产量和种植面积均居世界首位,是第一大食用油料作物,并在农业和农村经济以及食用植物油供给中发挥着重要的作用<sup>[2-3]</sup>,所以提高油菜的产量对于提高经济水平,解决世界能源危机有着重要的意义。5-(4-氯苯基)-2-(2-硝基苯甲酰胺基)-1,3,4-噻二唑(TBA)是一种新合成的含噻二唑环的苯酰基类化合物,通过黄瓜子叶法和小麦胚芽鞘法<sup>[4]</sup>测知TBA具有与生长素(indole acetic acid, IAA)和细胞分裂素(kinetin, KT)相似的功效。这类噻二唑苯酰基类化合物因具有较好的抗病<sup>[5]</sup>、杀虫<sup>[6]</sup>、除草<sup>[7]</sup>及植物生长调节<sup>[8-9]</sup>等功效而备受农学和化学工作者的青睐,但有关噻二唑苯酰基类化合物对油菜生长的影响尚未见报道,鉴于此,以油菜为材料,初步探讨了TBA对油菜种子萌发和幼苗生长的影响,以期为TBA在农业生产上的应用提供理论依据和参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试“周油589”油菜种子由周口师范学院植物遗传与分子育种重点实验室提供。

试验所用TBA由周口师范学院化学化工学院合成。合成方法:利用2-硝基苯甲酰氯和5-(4-氯苯基)-2-氨基-1,3,4-噻二唑在无水非质子溶剂中发生亲和取代反应,合成5-(4-氯苯基)-2-(2-硝基苯甲酰胺基)-1,3,4-噻二唑。其结构已经过红外光谱(IR)、质谱(MS)、氢核磁共振谱(1H NMR)及元素分析加以确认。

### 1.2 方法

精选油菜种子,0.1% HgCl<sub>2</sub>消毒10 min,蒸馏水反复冲洗,在30℃的温水中浸泡24 h,之后均匀播种于加有2层滤纸和1层脱脂棉的培养皿(直径150 mm)中,每皿100粒,每天9:00和17:00用50 mL处理液处理使纱布和脱脂棉保持湿润,处理液为0、6、8、10、12、14 mg/L TBA溶液,进行种子萌发和幼苗生长试验,每个浓度重复3次,共处理8 d。培养室为恒温25℃,光强4 000~4 500 lx,光暗比14 h:10 h。

### 1.3 测定项目与方法

发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数:从种子开始萌发到第8天发芽基本结束为止,每天统计发芽数(以胚芽长度达到种子1/2为种子发芽的判断标准),发芽实验结束后(第8天)各处理随机取10株幼苗分别测量其芽长。按下列公式<sup>[10]</sup>计算发芽

率、发芽势、发芽指数、活力指数。

$$\text{发芽率} = \frac{\text{8 d 发芽种子数}}{\text{种子总数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽势} = \frac{\text{发芽第3天种子数}}{\text{种子总数}} \times 100\%$$

$$\text{发芽指数} = \sum Gt/Dt$$

$$\text{活力指数} = S \times \sum Gt/Dt$$

式中Gt为在t日内的发芽量,Dt为相应的发芽天数,S为发芽第8天油菜单株平均芽长。

根长和茎高:培养14 d后,油菜取样用直尺测量;根粗与茎粗:油菜取样用游标卡尺测量。

生理指标:培养14 d后随机选取叶位一致的叶片,每种处理重复3次,其中可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝G-250法<sup>[11]</sup>;叶绿素含量的测定采用丙酮-乙醇浸提法<sup>[12]</sup>;可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[13]</sup>;硝酸还原酶(NR)活性的测定采用磺胺比色法<sup>[11]</sup>。选取幼苗根尖,每种处理重复3次,蒸馏水反复冲洗干净后,采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定幼苗根系活力<sup>[13]</sup>。

### 1.4 数据分析

以上所有数据采用Excel 2003统计软件进行整理,SPSS 10.0统计软件进行数据分析和差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同质量浓度TBA处理对油菜种子发芽特性的影响

由表1可知,TBA处理均提高了油菜种子的发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数。10、12、14 mg/L处理下油菜种子的发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数与0 mg/L处理相比均有极显著性差异;10 mg/L处理效果最佳,该质量浓度处理下,油菜种子的发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数与CK相比分别提高了8.56%、9.06%、12.27%和95.74%。

### 2.2 不同质量浓度TBA处理对油菜幼苗生长的影响

由表2可知,在6~14 mg/L TBA范围内,与0 mg/L处理相比,油菜幼苗的根长、茎高、根粗及茎粗均随TBA质量浓度增加呈现先增加而后略微降低的趋势,与0 mg/L处理相比,幼苗根长分别增加3.38%、10.51%、21.20%、13.51%、11.63%,茎高分别增加7.11%、11.99%、22.97%、19.11%、17.87%,根粗分别增加17.98%、24.72%、52.81%、39.33%、29.21%,茎粗分别增加11.27%、14.08%、50.70%、29.58%、25.35%。10 mg/L TBA处理的油菜幼苗根长、茎高、根粗及茎粗与CK相比

均差异显著 ( $P < 0.05$ ) ,以上分析说明外施 TBA 能够在一定范围内有效促进油菜幼苗的生长。

表 1 不同质量浓度 TBA 对油菜种子萌发特性的影响

TBA 质量浓度/( mg/L)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数
0(CK)	78.3 ± 3.51eB	88.3 ± 1.15dC	65.2 ± 0.76cD	79.9 ± 2.38eE
6	79.7 ± 0.58cB	90.3 ± 1.53cdBC	67.1 ± 0.94cCD	92.6 ± 1.31dD
8	83.3 ± 2.01bA	91.7 ± 0.58bcdABC	69.5 ± 0.71bBC	117.2 ± 1.04eC
10	85.0 ± 1.53aA	96.3 ± 2.08aA	73.2 ± 0.40aA	156.4 ± 2.45aA
12	84.7 ± 2.31bA	95.0 ± 2.00abAB	71.8 ± 2.39abAB	127.1 ± 4.09bB
14	84.3 ± 2.52bA	93.6 ± 3.06abcAB	70.9 ± 1.28abAB	120.1 ± 2.14cC

注:同列不同小、大写字母分别表示处理间在 0.05、0.01 水平差异显著、极显著,下同。

表 2 不同质量浓度 TBA 处理对油菜幼苗生长的影响

TBA 质量浓度/( mg/L)	根长/cm	茎高/cm	根粗/mm	茎粗/mm
0(CK)	5.33 ± 0.95bA	4.92 ± 0.89bA	0.89 ± 0.14bA	1.42 ± 0.42bA
6	5.51 ± 0.78abA	5.27 ± 0.87abA	1.05 ± 0.12abA	1.58 ± 0.37abA
8	5.89 ± 1.06abA	5.51 ± 1.01abA	1.11 ± 0.17abA	1.62 ± 0.54abA
10	6.46 ± 0.51aA	6.05 ± 0.45aA	1.36 ± 0.11aA	2.14 ± 0.02aA
12	6.05 ± 1.22abA	5.86 ± 0.76bA	1.24 ± 0.18abA	1.84 ± 0.14abA
14	5.95 ± 0.79abA	5.80 ± 1.24bA	1.15 ± 0.11abA	1.78 ± 0.44abA

### 2.3 不同质量浓度 TBA 处理对油菜幼苗生理特性的影响

2.3.1 叶片可溶性蛋白含量 可溶性蛋白含量的高低反映了其体内有关酶的活性水平、代谢强度及蛋白质合成、变性及降解等方面的信息<sup>[14]</sup>。由表 3 可知,与 0 mg/L 处理相比,油菜幼苗叶片可溶性蛋白含量随着 TBA 质量浓度的增加呈现出先升高后下降的趋势,6~14 mg/L TBA 处理与 CK 相比分别极显著增加 22.15%、38.26%、50.34%、39.60%、26.17%。

2.3.2 叶片可溶性糖含量 可溶性糖即是高等植物的主要光合产物,在植物碳代谢中占有重要位置,也是植物生长发育和基因表达的重要调节因子,是植物体内重要的能量来源和结构物质<sup>[15]</sup>。表 3 表明,与 0 mg/L 处理相比,油菜叶片中的可溶性糖含量随着 TBA 质量浓度的提高呈现出先升高后下降的趋势,6~14 mg/L TBA 处理组与 CK 相比分别极显著增加 26.42%、65.38%、118.49%、89.63%、73.35%。由此可知,10 mg/L TBA 处理最能促进油菜幼苗生成可溶性糖,TBA 浓度过高或过低均不利于可溶性糖含量的增加。

2.3.3 叶片叶绿素含量 叶绿素是植物最重要的光合色素,在光合过程中具有吸收、传递和转化光能的重要作用,是植物进行光合作用的物质基础,其含量与光合速率有密切联系,从而影响植株的生长<sup>[16]</sup>。表 3 显示,TBA 处理能明显促进油菜幼苗叶片叶绿素的合成,从而有效地促进光合作用。6~14 mg/L 处理与 CK 相比分别增加 8.62%、13.79%、37.93%、27.59%、13.97%,其中 10、12 mg/L 处理与 CK 相比差异极显著。可见,10、12 mg/L 处理对油菜幼苗叶片色素合成的促进作用最大,最有利于光合作用的顺利进行,积累更多的光合产物,可以为油菜幼苗生长提供更多的营养物质。

2.3.4 叶片 NR 活性 NR 是高等植物体内控制氮代谢的关键酶和限速酶,以硝酸盐为主要氮源的植物,蛋白质合成速率被 NR 活性控制,故 NR 活性常作为植物利用氮素营养能力的指标<sup>[17]</sup>。表 3 表明:一定浓度的 TBA 处理可以提高油菜幼苗叶片中 NR 活性,与 CK 相比,不同质量浓度(6~14 mg/L)TBA 处理后,油菜幼苗叶片内 NR 活性分别提高了 11.30%、14.69%、59.32%、47.46%、39.55%。可见,TBA 有效地促进了油菜幼苗吸收和利用氮肥的能力。

表 3 TBA 处理对油菜幼苗相关生理特性的影响

TBA 质量浓度/( mg/L)	可溶性蛋白含量/( mg/g)	可溶性糖含量/( mg/g)	叶绿素含量/( mg/g)	NR 活性/[ g/(g·h) ]	根系活力/[ mg/(g·h) ]
0(CK)	1.49 ± 0.00eD	25.74 ± 0.59fE	0.58 ± 0.04cC	1.77 ± 0.03dD	3.20 ± 0.02fF
6	1.82 ± 0.03dC	32.54 ± 0.85eD	0.63 ± 0.01bcC	1.97 ± 0.08cCD	3.76 ± 0.01eE
8	2.06 ± 0.04bB	42.57 ± 0.49dC	0.66 ± 0.02bBC	2.03 ± 0.02cC	4.25 ± 0.01dD
10	2.24 ± 0.03aA	56.24 ± 0.47aA	0.80 ± 0.05aA	2.82 ± 0.11aA	5.26 ± 0.03aA
12	2.08 ± 0.01bB	48.81 ± 0.42bB	0.74 ± 0.05aAB	2.62 ± 0.03bAB	4.41 ± 0.01bB
14	1.88 ± 0.03eC	44.62 ± 0.85cC	0.66 ± 0.02bBC	2.47 ± 0.15bB	4.31 ± 0.01cC

**2.3.5 根系活力** 植物的根系是吸收水分和无机盐及合成氨基酸激素等物质的器官,根的成长情况和活力直接影响地上部的生长、营养状况及产量水平<sup>[18]</sup>。由表 3 可知,油菜幼苗根系活力随着 TBA 质量浓度的升高呈现出先升高后降低的趋势,与 0 mg/L 处理相比,6、8、10、12、14 mg/L 处理分别极显著增加 17.5%、32.81%、64.38%、37.81%、34.69%。在苗期形成发达的根系可有效促进油菜幼苗吸收水分和无机盐的能力,为后期生长打下良好的基础。

### 3 讨论与结论

种子萌发和幼苗建成是作物生长的关键时期,种子发芽质量好坏直接影响农作物生长和经济效益<sup>[19]</sup>。前期研究表明,适当施用 1,3,4-噻二唑衍生物对小麦和大豆种子萌发及幼苗生长是有益的<sup>[8,9]</sup>。本研究也证实了这一点,即 6~14 mg/L TBA 浸泡处理油菜周油 589 种子 8 d 后,油菜种子的发芽率、发芽指数、发芽势以及活力指数均增加,其中 10 mg/L 处理效果最佳,与 CK 相比分别提高了 8.56%、9.06%、12.27% 和 95.74%。分析认为 TBA 属于噻二唑环的酰胺类化合物,具有与 IAA 和 KT 相似的功效,用其对油菜种子进行浸种处理,可以促进油菜种子细胞壁松弛和胚轴细胞伸长,胚轴细胞质膜具有 H<sup>+</sup>-ATPase,能水解呼吸作用产生的 ATP,为油菜种子萌发提供能量<sup>[20]</sup>。

油菜在苗期生长过程中,生长发育的物质和能量来源于根系对矿物质的吸收和光合作用。本研究结果表明,施用适当浓度的 TBA 可显著提高油菜幼苗根系活力及 NR 活性,增强幼苗吸收水分和氮素等营养物质的能力,增加叶片内可溶性蛋白含量,从而为提高幼苗的生长发育提供物质保障。并且 TBA 也可显著提高油菜幼苗叶片中叶绿素含量,进而提高油菜幼苗的光合作用和幼苗体内可溶性糖含量,为其生长发育提供了物质和能量基础,使油菜幼苗的株高、根长、茎粗及根粗与对照相比显著增加。

综合以上试验结果得出结论,当 TBA 质量浓度为 10 mg/L 时,油菜种子的发芽率、幼苗生长状况及根系活力等均显著升高。因此,综合以上因素考虑 TBA 在农业生产上的应用前景广阔。

### 参考文献:

- [1] Ashraf M, Ali Q. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.) [J]. Environ Exp Bot, 2008, 63(1/2/3): 266-273.
- [2] 吕黎,王蕾,罗志威,等.复合微生物菌剂对油菜秸秆腐熟及油菜产量的影响[J].河南农业科学,2014,43(7):69-72.
- [3] 杨安中,段素梅.移栽密度对沿淮地区稻茬免耕油菜生长及产量的影响[J].河南农业科学,2011,40(9):52-54.
- [4] 汪焱钢,龚银香,赵新筠,等.N-5-四唑基-N'-芳甲酰基脲的合成及其生物活性[J].有机化学,2003,23(2):195-197.
- [5] 石延霞,王微微,柴阿丽,等.2,2,2-三氟乙基苯并[1,2,3]噻二唑-7-甲酸酯对黄瓜霜霉病的诱导抗病性[J].农药学学报,2011,13(4):419-422.
- [6] 王守信,左翔,范志金,等.1,2,3-噻二唑联 1,3,4-噻二唑衍生物的合成及生物活性研究[J].有机化学,2013,33(11):2367-2375.
- [7] 孙召慧,黄伟,贡云芸,等.新型含 1,3,4-噻二唑的硫脲化合物的合成及除草活性[J].有机化学,2013,33(12):2612-2617.
- [8] 詹秀环,常云霞,陈龙,等.5-对氯苯基-2-间甲基苯甲酰胺基-1,3,4-噻二唑对小麦种子萌发及幼苗生长的影响[J].河南农业科学,2010(3):12-14.
- [9] 詹秀环,常云霞,陈龙,等.一种含噻二唑的酰基脲类化合物(TAU)对大豆种子萌发及幼苗生理活性的影响[J].大豆科学,2011,30(6):932-935.
- [10] 李鹏鹏,张文辉.干旱胁迫与不同储藏时间对杠柳种子萌发的影响[J].植物研究,2012,32(5):567-572.
- [11] 刘萍,李明军.植物生理学实验技术[M].北京:科学出版社,2007.
- [12] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2003.
- [13] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [14] 王硕,孔治有,覃鹏.破除休眠方法对小麦种子可溶性蛋白质含量的影响[J].河南农业科学,2013,42(6):24-26,41.
- [15] 周旋,彭建伟,蔡桂青,等.养分运筹对早稻茎叶碳氮代谢产物的影响[J].华北农学报,2013,28(2):161-168.
- [16] 段辉国,王彬,黄作喜,等.壳聚糖对青稞种子萌发和幼苗生理指标的影响[J].河南农业科学,2014,43(3):16-19.
- [17] 范邓鹏,王明阳,石永春,等.烟草硝酸还原酶的生物信息学分析[J].河南农业科学,2013,42(4):50-54.
- [18] 李志萍,张文辉.NaCl 胁迫对栓皮栎幼苗生长及其生理响应[J].西北植物学报,2013,33(8):1630-1637.
- [19] 常云霞,陈璨,阮先乐,等.Hg<sup>2+</sup>、Pb<sup>2+</sup> 对野生型绿豆种子萌发、幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J].河南农业科学,2012,41(7):37-41.
- [20] 徐恒恒,黎妮,刘树君,等.种子萌发及其调控的研究进展[J].作物学报,2014,40(7):1141-1156.