

# 谷子水浸液对谷莠子种子萌发及幼苗生长的化感作用

赵娜, 李国瑜, 李国清, 丛新军  
(泰安市农业科学院, 山东泰安 271000)

**摘要:**为探究谷子与谷莠子生长之间的化感作用, 本试验以‘金选6号’谷子水浸液、‘大狗尾草’为试验材料, 研究了不同浓度水浸液对谷莠子种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: 不同浓度水浸液对其种子萌发及幼苗生长表现为“低促高抑”。原液处理下种子发芽率较对照降低13.888%, 化感效应指数为-0.139。原液、10倍稀释液处理下根芽长及鲜干重等综合效应指数分别为-0.070、-0.034, 表现出化感抑制作用, 且植株全长、叶面积、叶绿素含量、SOD均低于对照。50、100倍稀释液处理下种子发芽率较对照增加33.333%、11.117%, 根芽长及鲜干重等综合效应指数为0.275、0.153, 表现为化感促进作用, 其中50倍稀释液促进作用最强, 植株全长、叶面积、叶绿素含量、SOD均与对照差异显著。谷田中常伴有大量谷莠子生长, 此研究结果将为幼苗期去除谷莠子提供一定的理论基础。

**关键词:** 谷子; 水浸液; 谷莠子; 化感作用; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号: S515

文献标志码: A

论文编号: cjas2023-0078

## Allelopathic Effects of Water Extracts from Millet on Seed Germination and Seedling Growth of Giant Foxtail

ZHAO Na, LI Guoyu, LI Guoqing, CONG Xinjun

(Taian Academy of Agricultural Sciences, Tai'an 271000, Shandong, China)

**Abstract:** In order to explore the allelopathy between millet and giant foxtail growth, the effects of different concentrations of water extracts on foxtail millet seed germination and seedling growth were studied by using ‘Jinxuan 6’ and ‘Setaria viridis’ as experimental materials. The results showed that different concentrations of water extracts have ‘low promotion and high inhibition’ on seed germination and seedling growth. Compared with the control, the emergence rate was decreased by 13.888%, and the allelopathic index was -0.139 under the treatment of original solution. The comprehensive indexes of root length, bud length, fresh weight and dry weight were -0.070 and -0.034 under the treatment of original solution and 10 times diluted solution, which showed allelopathic inhibition, meanwhile the total length, leaf area, chlorophyll content and SOD of plant were lower than those of the control. The emergence rate was increased by 33.333% and 11.117% under the treatment of 50 and 100 times diluted solution, and the comprehensive indexes of root length, bud length, fresh weight and dry weight were 0.275 and 0.153, which showed allelopathic promotion. Among them, the 50 times diluted solution had the strongest promotion, the total length, leaf area, chlorophyll content and SOD of plant were significantly different from the control. The millet field is often accompanied by a large number of giant foxtail, the results will provide a theoretical basis for removing the giant foxtail at the seedling stage.

**Keywords:** millet; water extract; giant foxtail; allelopathic effects; seed germination; seedling growth

**基金项目:** 泰安市科技创新发展项目(政策引导类)“谷子/绿肥轮作模式对谷子产量及土壤肥力的影响”(2022NS135); 山东杂粮产业技术体系泰安综合试验站(SDAIT-15-09)。

**第一作者简介:** 赵娜, 女, 1990年出生, 山东滨州人, 农艺师, 硕士, 研究方向: 作物育种与栽培技术研究和示范推广。通信地址: 271000 泰安市泰山区唐王街316号 泰安市农业科学院, Tel: 0538-8503377, E-mail: 2226335042@qq.com。

**通信作者:** 李国清, 男, 1985年出生, 高级农艺师, 硕士, 主要从事杂粮作物的栽培与育种工作。通信地址: 271000 泰安市泰山区唐王街316号 泰安市农业科学院, Tel: 0538-8503377, E-mail: wfsglq2008@163.com。

**收稿日期:** 2023-03-23, **修回日期:** 2023-07-15。

## 0 引言

谷莠子[*Setaria viridis* (L.) Beauv.], 别名狗尾草, 是谷田中的主要杂草之一, 与谷子[*Setaria italica* (L.) Beauv.]同属于禾本科狗尾草属, 其幼苗和谷子很相似, 在间苗时常常被误认为是谷子而被留下, 这样不仅造成谷子减产, 还易导致谷莠子大肆蔓延<sup>[1]</sup>。同时, 收割时混入的杂草种子也会影响谷子的品质, 制约谷子产业的良性发展<sup>[2]</sup>。目前针对谷田中谷莠子的防治方法主要集中于一些药物处理及抗除草剂品种的选育等<sup>[3-5]</sup>, 但是药物除草效果并不理想, 有时会产生明显药害<sup>[6]</sup>, 而许多抗除草剂新品种的选育并不广泛, 谷莠子防治仍是制约谷田高产的一大难题。周汉章等<sup>[7-9]</sup>于2011年报道了关于河北省谷田杂草发生规律与化学防治措施。寇俊杰等<sup>[10]</sup>研究发现44%单密·扑灭WG在夏谷田的用药量为2100~2400 g/hm<sup>2</sup>时, 对谷子最安全, 且能有效防治杂草。胡喜连等<sup>[11]</sup>选育了一种抗除草剂新品种‘公谷85’, 但广适性有待于进一步试验。

植物化感效应是指植物通过向环境释放特定的次生物质从而对邻近的其他植物生长发育产生有益或有害的作用<sup>[12]</sup>。水浸液法是研究植物间化感效应最直接有效的方法<sup>[13]</sup>。早期对作物与杂草间化感作用的研究, 主要集中于杂草分泌的化感物质对作物的抑制作用<sup>[14]</sup>, 而未对作物释放的次生物质对杂草的作用进行深入探讨, 谷子与谷莠子之间的化感效应方面的研究更是鲜见报道。为此, 针对谷田中谷莠子生长健壮而普通荒地中谷莠子生长较弱的实际调查情况, 本试验开展了不同浓度谷子水浸液对谷莠子种子萌发及幼苗生长的影响, 对其作用机制进行初步探讨, 旨在为谷田去除谷莠子提供新的研究方向。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试谷子品种为‘金选6号’, 谷莠子品种为‘大狗尾草’(*S. faberii* Herrm.)。种子均于2021年9月采自泰安市农业科学院马庄试验基地(35.992818°N, 117.004941°E), 放置于网袋中自然风干, 之后选择籽粒饱满、大小均匀的种子在常温下密封保存。

### 1.2 试验方法

1.2.1 谷子水浸液的制备 将‘金选6号’种子与蒸馏水按照质量比1:10的比例混合, 充分振荡并静置48 h后, 将混合物经双层纱布过滤, 得到的清液作为谷子水浸液原液, 并将原液稀释10、50、100倍, 共计4个浓度处理, 放入4℃冰箱备用。

1.2.2 谷子水浸液的试验处理 在经过高温灭菌后的直径为9 cm的培养皿中铺两层滤纸, 每皿对应加入3 mL

谷子水浸液原液、10、50、100倍稀释液, 对照(CK)加入3 mL蒸馏水。每皿中均匀放置30粒谷莠子种子, 每个处理3次重复, 5 d后测量种子根长、芽长、鲜重和干重。

采用口径8 cm, 高10 cm的穴盘, 将谷莠子种子点播于装有基质的穴盘中, 一穴一粒, 每盘30穴。分别浇灌不同浓度的水浸液, 每个处理重复3次, 对照浇灌等量蒸馏水。将穴盘置于光照充足的室温环境中, 幼苗生长期间每2 d浇灌1次50 mL的对应水浸液。待幼苗生长至5叶期时测定幼苗植株全长(含根长)、叶面积、叶绿素含量、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)含量指标。

1.2.3 测定方法 谷莠子种子萌发的相关指标参照董淑琦等<sup>[15-16]</sup>的方法测定。叶绿素含量采用乙醇提取分光光度法<sup>[17]</sup>测定; SOD和POD活性分别采用氮蓝四唑(NBT)法和愈创木酚法测定<sup>[18]</sup>。

### 1.3 数据处理

化感指数(RI)计算公式见式(1)、(2)。

$$RI = 1 - \frac{CK}{T} (T \geq CK) \dots\dots\dots (1)$$

$$RI = \frac{T}{CK} - 1 (T < CK)$$

式中: T为处理值, CK为对照值。RI>0为化感促进作用, RI<0为化感抑制作用, 绝对值的大小为化感作用强度<sup>[19]</sup>。化感综合效应(SE)为谷莠子幼苗根长、芽长、鲜重、干重等测试指标RI的算术平均值<sup>[20]</sup>。

$$\text{叶面积} = \text{长} \times \text{宽} \times \text{叶面积指数} \dots\dots\dots (2)$$

式中: 叶面积指数为0.75<sup>[21]</sup>。

采用SPSS 19.0软件对数据进行统计分析, 利用WPS作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度谷子水浸液对谷莠子种子萌发的影响

2.1.1 不同浓度谷子水浸液对谷莠子种子发芽率的影响 由图1可以看出, 不同浓度谷子水浸液对谷莠子种

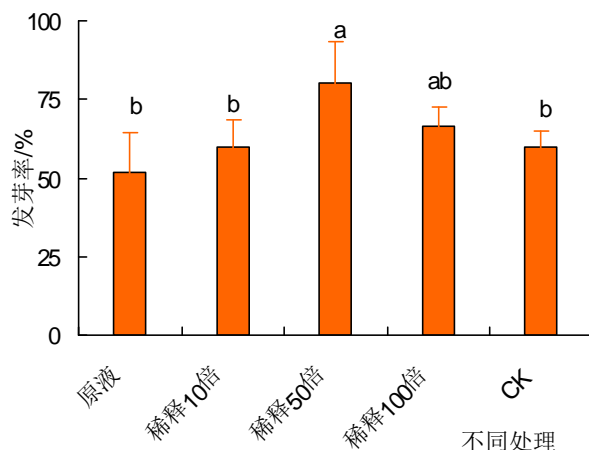


图1 不同浓度谷子水浸液对谷莠子种子发芽率的影响



液稀释倍数的增加,SE呈先上升后下降的趋势。

2.2 不同浓度谷子水浸液对谷莠子幼苗生长的影响

2.2.1 不同浓度谷子水浸液对谷莠子幼苗植株全长、叶面积的影响 由表3可以看出,谷子水浸液原液及10倍稀释液处理的谷莠子幼苗植株全长及叶面积均低于对照,RI值均为负值,表现为化感抑制作用。其中原液

处理下的植株全长与对照相比差异显著。50、100倍稀释液处理的谷莠子幼苗植株全长和叶面积均高于对照,RI均为正值,表现为化感促进作用。其中50倍稀释液处理下的植株全长与叶面积分别比对照高13.976%、19.120%,达显著差异,RI值分别为0.123、0.161,化感促进作用最强。

表3 谷子水浸液对谷莠子幼苗植株全长、叶面积的影响

处理	植株全长/cm	化感指数 RI	叶面积/cm <sup>2</sup>	化感指数 RI
原液	21.933±1.733c	-0.122	3.833±0.085bc	-0.144
稀释10倍	24.063±0.190bc	-0.036	3.633±0.067c	-0.189
稀释50倍	28.463±1.315a	0.123	5.333±0.762a	0.161
稀释100倍	26.080±0.790ab	0.042	4.537±0.202b	0.013
对照	24.973±1.958b	0.000	4.477±0.348b	0.000

2.2.2 不同浓度谷子水浸液对谷莠子叶片叶绿素含量的影响 由图3可知,原液处理下的谷莠子叶片叶绿素a、叶绿素b的含量较对照分别下降17.988%、19.277%,且差异达到显著水平( $P<0.05$ )。50倍稀释液处理下,叶绿素a、叶绿素b含量均高于对照,分别比对照高

11.509%、19.277%,差异达到显著水平。10、100倍稀释液处理下,叶绿素a、叶绿素b含量与对照相比无显著差异。RI随水浸液稀释倍数的增加表现出先增加后下降的总趋势,且原液及100倍稀释液RI均为负值,表现为化感抑制作用,50倍稀释液RI均为正值,表现

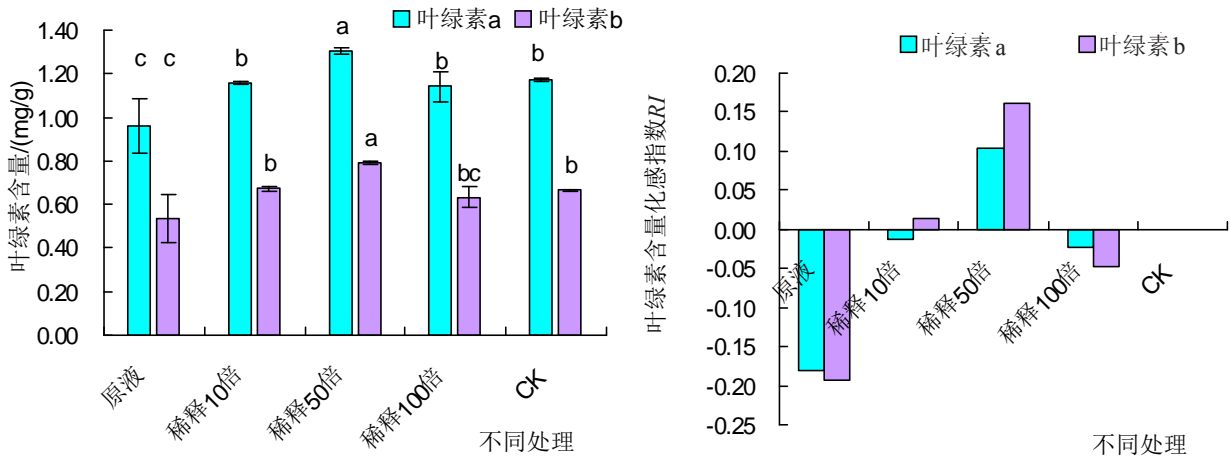


图3 不同浓度谷子水浸液对谷莠子叶片叶绿素含量及其化感指数的影响

为化感促进作用。

2.3 不同浓度谷子水浸液对谷莠子幼苗SOD、POD活性的影响

由图4可以看出,原液处理的谷莠子幼苗SOD、POD活性均低于对照,分别降低21.051%、52.139%。50倍稀释液处理下,SOD活性最高,为150.204 U/g,较对照高14.835%。100倍稀释液处理下POD活性最高,为97.986 U/g,较对照高12.101%。从总体趋势来看,SOD活性随谷子水浸液浓度的增加表现出先下降后上升再下降变化趋势;POD活性表现出先上升后下降变化趋势。

3 讨论

谷莠子作为一种常见的谷田伴生杂草,在谷子生

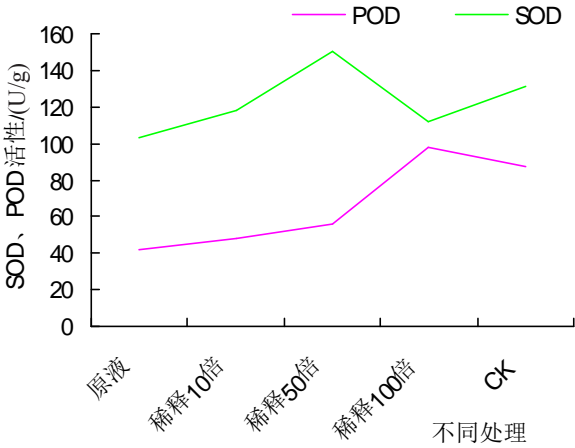


图4 不同浓度谷子水浸液对谷莠子幼苗SOD、POD活性的影响



长过程中与谷子争夺水、肥、光照等资源,严重影响谷子正常生长以及产量和品质。董淑琦等<sup>[22]</sup>研究发现谷子叶片、茎秆水浸提液对狗尾草存在显著化感作用,姚树宽等<sup>[23]</sup>研究得出假苍耳(*Cyclachaena xanthiifolia*)不同部位浸提液对种子萌发和幼苗生长的化感作用差异显著。本试验研究结果中不同浓度谷子水浸液对谷莠子种子萌发及幼苗生长均具有不同程度化感促进及抑制作用,这与薛启等<sup>[20]</sup>研究发现的化感作用对植物种子萌芽期及幼苗期的影响较大结果相一致。本试验中原液处理的谷莠子种子发芽率及植株全长均低于对照,这与李雪枫等<sup>[24]</sup>研究发现冷蒿(*Artemisia frigida*)茎叶水浸提液使3种禾本科植物种子的发芽指数降低,抑制幼苗苗高及根长的生长的结果相一致。在该试验中不同浓度水浸液对种子萌发及幼苗生长整体表现出的“低促高抑”双重效应与刘冠志等<sup>[25]</sup>研究结果相一致,但10倍稀释液处理下,谷莠子种子萌发及幼苗生长长期的各指标与对照相比差异不显著,即化感作用不明显,而50倍稀释液却对其有显著的化感促进作用。为进一步明确水浸液化感促进作用的最适浓度,后期应在10倍与50倍稀释液之间设置更多的浓度梯度进行深入探究。

化感物质会导致植物产生氧化性损伤,当植物遭受逆境胁迫时,体内产生的自由基会对植物的膜系统造成一定的伤害,但植物体内也存在抗氧化保护酶系统,SOD、POD是2种主要的保护酶<sup>[26]</sup>。本试验结果表明,谷莠子幼苗在生长过程中,不同浓度谷子水浸液均会对其产生胁迫。50、100倍稀释液处理下,SOD、POD对谷莠子幼苗生长具有保护作用;原液处理下,SOD、POD活性最低,抑制了谷莠子幼苗的生长,说明此时水浸液浓度太高,破坏了细胞内活性氧的清除机制,这与王园园等<sup>[26]</sup>研究结果相一致。

综上所述,谷子水浸液中可能存在某种化感物质,当其浓度达到一定范围时会对谷莠子种子的萌发和幼苗生长产生促进作用,这符合谷田中谷莠子生长健壮,而普通荒地中谷莠子生长较弱的实际情况,也为苗期去除谷莠子提供一个新的参考方向。为进一步明确谷子对谷莠子生长的化感作用,今后需对相关的化感物质进行鉴定,并对其作用机理进行深入研究,以便为去除谷田里的谷莠子等杂草提供理论基础。

#### 4 结论

谷子水浸液对谷莠子种子的萌发及其幼苗生长具有明显的化感作用,且随着水浸液稀释倍数的增加,谷莠子种子的萌发、幼苗的生长及其叶片叶绿素含量、抗氧化酶活性均表现出“低促高抑”的双重效应。原液处

理下的谷莠子种子在萌发过程中发芽率、根芽长及鲜干重等 $SE$ 均为负值,表现为化感抑制作用,其中发芽率较对照下降13.888%;幼苗期的植株全长、叶面积、叶片叶绿素含量及SOD、POD活性均最低,且与对照差异显著,表明原液抑制谷莠子幼苗生长。10倍稀释液处理下也表现出化感抑制作用,但与原液相比抑制作用较弱。50倍稀释液处理下,除POD活性之外,谷莠子种子萌发及幼苗期发芽率、根芽长、鲜干重、叶面积、叶绿素含量等各项指标的 $RI$ 均为最大正值,表明此浓度下谷子水浸液对谷莠子种子萌发及幼苗生长化感促进作用最强。100倍稀释液处理下,各指标的 $RI$ 为正值,表现为化感促进作用,但弱于50倍稀释液。

#### 参考文献

- [1] 周汉章,薄奎勇,赵宇,等.影响恶性杂草谷莠子萌发特性的环境因素研究[J].农学报,2012,2(11):12-16,32.
- [2] 鲁国凤.谷田莠子发生的田间现场鉴定[J].现代农业,2012(1):57.
- [3] 周汉章,刘环,宋银芳,等.不同因素对44%单·啶扑灭WP除草效果的影响[J].农药,2011,50(10):769-772.
- [4] 周汉章,程汝宏.免人工锄草间苗的谷子新品种——懒谷3号[J].现代农村科技,2009,373(22):22.
- [5] 周汉章,刘环,宋银芳,等.河北省谷田杂草综合防控技术研究[J].杂草科学,2011,29(3):30-36.
- [6] 周汉章,刘环,薄奎勇,等.除草剂单啶·扑灭对谷田杂草的防除效果及对谷子安全性的影响[J].河北农业科学,2010,14(11):40-43.
- [7] 周汉章,刘环,周新建,等.河北省谷田常见杂草种类及发生规律与化学防除[J].中国植保导刊,2011,31(12):23-25.
- [8] 周汉章.冀中南谷田主要杂草发生及化防技术初报[J].作物杂志,2011,145(6):81-85.
- [9] 周汉章,刘环,周新建,等.除草剂“谷友”防治谷田单子叶杂草的试验效果[J].农业科技通讯,2011,479(11):61-65.
- [10] 寇俊杰,鞠国栋,王贵启,等.44%单啶·扑灭WP防除夏谷子田杂草[J].农药,2006,45(9):643-645.
- [11] 胡喜连,高鸣,张伟龙,等.优质抗除草剂谷子新品种公谷85的选育与栽培技术要点[J].种子科技,2020,38(24):12-13.
- [12] 鲍根生,杨宝钰,陈水红.小花棘豆水浸液对两种禾草种子萌发的化感作用[J].青海畜牧兽医杂志,2020,50(4):1-6.
- [13] 彭晓邦,张硕新.小麦秸秆水浸液对3种中药材的化感效应[J].西北农业学报,2014,23(2):120-125.
- [14] MUHAMMAD Z, INAYAT N, MAJEED A, et al. Allelopathy and Agricultural Sustainability: Implication in weed management and crop protection-an overview [J]. European journal of ecology, 2019, 5(2):22-31.
- [15] 董淑琦,原向阳,温银元,等.谷子秸秆水浸提液对玉米苗期生长的化感作用研究[J].中国农业大学学报,2016,21(8):35-42.
- [16] 董淑琦,原向阳,胡春艳,等.谷子秸秆水浸提液对下茬冬小麦苗期化感作用的影响[J].中国农业大学学报,2015,20(5):31-38.
- [17] 孔祥生.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008.
- [18] WILLIAMSON G B, RICHAARDSON D. Bioassays for

- allelopathy: Mersuring treatment responses with independent controls[J].Journal of chemical ecology,1988,14(1):181-182.
- [19] 申时才,徐高峰,张付斗,等.红薯叶片浸提液对5种主要农田杂草种子萌发及幼苗生长的化感作用[J].生态学报,2017,37(6):1931-1938.
- [20] 薛启,王康才,梁永富,等.藿香不同部位浸提液对其种子萌发及幼苗生长的化感作用[J].南京农业大学学报,2017,40(4):611-617.
- [21] 李国瑜,丛新军,陈二影,等.积温和降水量对夏谷生长发育的影响[J].核农学报,2018,32(1):165-176.
- [22] 董淑琦,曹鹏,胡春艳,等.谷子秸秆不同部位水浸液对3种杂草的化感作用[J].应用生态学报,2020,31(7):2243-2250.
- [23] 姚树宽,李凤兰,彭丽娜,等.假苍耳不同部位水浸提液对五种十字花科植物化感作用的研究[J].草业学报,2018,27(9):56-66.
- [24] 李雪枫,王坚,许文博,等.冷蒿对三种禾本科植物种子萌发和幼苗生长的化感作用[J].应用生态学报,2010,21(7):1702-1708.
- [25] 刘冠志,刘利红,郭娇,等.狼毒水浸液对山韭种子发芽及幼苗生长的化感作用[J].草地学报,2022,30(9):2391-2398.
- [26] 王园园,董淑琦,原向阳,等.谷子茎秆水浸提液对其种子萌发及幼苗生长的自毒作用[J].中国农业大学学报,2019,24(6):38-48.

## 声 明

当前有个别网站及个人非法盗用《农学学报》杂志名义,以接收投稿为名收取审稿费、版面费,严重损害了作者的利益和本刊的声誉,造成不良的社会影响。本刊在此郑重声明:《农学学报》杂志的投稿不接收邮箱投稿,也从未授权任何机构和个人代理接收本刊稿件。本刊的投稿网址为:<http://nxxb.caass.org.cn/>,敬请广大作者注意甄别。

特此声明。

《农学学报》编辑部