

DOI:10.11937/bfyy.201624008

凹土对甘蓝的大蒜鳞茎浸提液化感胁迫的缓解效应

孙 敏¹, 姚海燕², 任旭琴¹, 刘 贵¹

(1. 淮阴工学院, 江苏 淮安 223002; 2. 山东省无棣县农业局, 山东 无棣 251900)

摘 要:以市售的白皮蒜为供试材料,以“京丰一号”甘蓝为受体材料,设置大蒜浸提液浓度为0、10、30、50、70、90、100 g·L⁻¹,对甘蓝种子进行处理,测定其发芽率及发芽势;将凹土添加量分别设定为0、20、40、60 g·kg⁻¹,将大蒜浸提液分别设定为0、100、300、500、700 g·L⁻¹,共20个处理,测定甘蓝的株高、叶绿素含量、根系活力和超氧化物歧化酶(SOD)活性等各项生长及生理指标,以探讨大蒜鳞茎浸提液对甘蓝的化感效应及凹土对大蒜鳞茎浸提液胁迫下甘蓝生长的缓解效应。结果表明:大蒜浸提液浓度越高,甘蓝种子的发芽率、发芽势及甘蓝的各项生长及生理指标越低;随大蒜浸提液浓度的提高,甘蓝生长和生理指标显著降低;添加凹土含量为20~40 g·kg⁻¹的大蒜浸提液处理,甘蓝的叶绿素含量和根系活力等生长和生理指标较高,SOD活性和过氧化氢酶(CAT)活性较高,丙二醛含量较低,凹土对大蒜浸提液胁迫下的甘蓝生长状况改善明显。

关键词:凹土;甘蓝;大蒜鳞茎浸提液;化感

中图分类号:S 633.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0031-04

各种植物间的相生相克,被称为化感作用,该作用对栽培的前后茬作物生长和产量等方面影响较大,也是目前土壤障碍的主要原因之一^[1]。因此,化感抑制作用的缓解方法是目前研究的热点问题之一^[1-2]。大蒜(*Allium sativum*)是许多蔬菜作物的良好前茬作物,很多

学者从大蒜鳞茎抑菌效应方面进行了有益的探索^[2-7]。也有研究表明一定浓度的大蒜浸提液对甘蓝等蔬菜的发芽率、发芽指数、苗高、根长和根鲜质量等方面呈极显著化感抑制效应^[6-7]。大蒜浸提液对蔬菜的化感作用尚有待于进一步研究。

凹凸棒石粘土(简称凹土)是一种天然非金属粘土矿物,凹土作为一种重要的稀缺性非金属矿产资源是我国优势非金属矿之一,在农牧业、建材、石油、冶金等10多个领域有着广泛应用^[8-11]。在农业生产上,凹土常被用作土壤改良^[9]和污染土壤修复^[11-12]。该研究利用大

第一作者简介:孙敏(1973-),女,博士,副教授,研究方向为园艺植物栽培管理。E-mail:sunmin73@126.com.

基金项目:江苏省前瞻性联合研究资助项目(BY2016061-27);江苏省淮安市现代农业计划资助项目(HAN2015001)。

收稿日期:2019-09-27

Abstract: In order to study plant growth regulator chlormequat chloride (CCC) on Lufthansa bean oil crop physiological characteristics and endogenous hormone changes, in the early stage of tuber growth of *Cyperus esculentus*, chlorocholine chloride (CCC) with the concentrations of 0(CK), 100, 500, 1 000, 1 500, 2 000 mg·L⁻¹ were sprayed on the leaves one time respectively to test plant height and the contents of chlorophyll and soluble sugar and endogenous hormones. The results showed that CCC with the concentration of 500—2 000 mg·L⁻¹ could decrease the plant height, improve the content of chlorophyll and soluble sugar. The effect of soil irrigation with 2 000 mg·L⁻¹ CCC was the best, the plant height decreased by 34.39%, the contents of chlorophyll and soluble sugar significantly increased. The plant type and quality were improved. CCC treatment with different concentrations, reducing the IAA, GA₃, and ZR contents in the leaves, compared with the control; ABA content was higher than the control. GA₃ and ZR content was negatively correlated with the concentration of CCC, and ABA content was positively correlated with the concentration of CCC. And CCC inhibited endogenous hormone IAA, GA₃, ZR synthesis, and promote the ABA synthesis. Comprehensive analysis obtained chlormequat (CCC) at a concentration of 2 000 mg·L⁻¹, not only could the oil Lufthansa bean lodging, but also enhancing oil Lufthansa bean photosynthetic capacity and resistance.

Keywords: *Cyperus esculentus*; plant height; soluble protein; soluble sugar; chlorophyll; endogenous hormones

蒜浸提液对甘蓝种子和其栽培土壤进行处理,试图了解其对甘蓝的化感作用,并对大蒜浸提液处理后栽培的甘蓝土壤中添加一定量的凹土,以期研究凹土对甘蓝大蒜鳞茎浸提液化感胁迫的缓解作用,为用凹土进行蔬菜作物土壤改良提供一定的试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体材料为市售的白皮蒜,受体材料为甘蓝,选用中国农科院蔬菜花卉研究所育成的甘蓝品种“京丰一号”,凹土来源于淮安市盱眙中奥矿业,蒜素提取剂为无水乙醇。

1.2 试验方法

1.2.1 不同浓度的大蒜浸提液对甘蓝种子发芽的影响

试验于 2015 年 11 月在江苏省淮安市淮阴工学院温室内进行。设定 6 个大蒜浸提液处理,将蒜皮剥去,打碎成糊状,加入等量无水乙醇进行提取,再加适量清水浸泡,过滤,配制成母液,使用时大蒜浸提液浓度分别为 10、30、50、70、90、100 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 6 个处理,1 个对照(CK),3 次重复,每次重复用 50 粒甘蓝种子。将供试种子直接放入铺有滤纸的培养皿中,每个培养皿中倒入处理液 10~15 mL,对照(CK)加入等量的蒸馏水,放置于 20 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温培养箱中培养,每 3 d 加处理液或蒸馏水,每天记录供试种子的发芽率。种子发芽标准定为芽长达到种子长度的一半,发芽率计算时间为 7 d,发芽势计算时间为 3 d。

1.2.2 不同凹土含量处理下大蒜素对甘蓝生长的影响

甘蓝播种时间为 2015 年 11 月 1 日,移栽时间为 2015 年 11 月 17 日。试验设定大蒜浸提液浓度分别为 0、100、300、500、700 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 共 5 种浓度。凹土在自然晾干土壤中含量分别为 20、40、60 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,其中凹土与晾干土壤混合后需放置 1 周,使土壤结构稳定,移栽缓苗后在凹土中添加大蒜浸提液,具体试验处理见表 1。只添加大蒜浸提液的处理为 5 个,添加凹土及大蒜浸提液的试验共设定 15 个处理,每个处理种 15 盆,共种 300 盆。

表 1 试验处理

Table 1 Treatment of experiment

处理	大蒜浸提液浓度	凹土含量	处理	大蒜浸提液浓度	凹土含量
Treatment	Garlic bulb aqueous extracts	Attapulgate content	Treatment	Garlic bulb aqueous extracts	Attapulgate content
	$/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	$/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$		$/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	$/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$
CK	0	0	8	300	40
1	0	20	9	300	60
2	0	40	10	500	20
3	0	60	11	500	40
4	100	20	12	500	60
5	100	40	13	700	20
6	100	60	14	700	40
7	300	20	15	700	60

1.3 项目测定

在每盆中随机取样,定植缓苗后 25 d 测定生长指标;甘蓝生长 60 d 左右测定其叶绿素含量、可溶性糖含量、根系活力、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性和丙二醛(MDA)含量等生理指标,各指标测定方法均参照王学奎^[13]的方法。

1.4 数据分析

采用 STAT 软件对测定的各项指标进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的大蒜浸提液对甘蓝种子的化感效应

由表 2 可以看出,随着大蒜浸提液浓度的升高,甘蓝种子的发芽率、发芽势均有所降低,且差异显著,说明大蒜浸提液对甘蓝种子发芽有明显的化感抑制作用。

表 2 不同浓度大蒜浸提液对甘蓝种子发芽的影响

Table 2 Effect of different concentration of garlic extract on germination rate of cabbage seed

处理	发芽率	发芽势
Treatment	Germination rate	Germination potential
1	0.81a	0.65ab
2	0.75a	0.61a
3	0.63b	0.55ab
4	0.56b	0.50b
5	0.55b	0.51b
6	0.47c	0.37c
7	0.42c	0.31c

2.2 不同含量大蒜浸提液对甘蓝生长及生理的影响

由表 3 可以看出,随土壤中大蒜浸提液含量的增加,甘蓝株高、叶绿素含量、可溶性糖含量和根系活力等生长和生理指标均呈现下降趋势,叶绿素含量各处理间差异不显著,但株高和其它生理指标均呈现显著性差异。依据不同含量大蒜浸提液对甘蓝生长及生理指标的影响,发现随大蒜浸提液浓度的提高对其生长和生理具有一定的抑制作用。

超氧化物歧化酶(SOD)是机体内天然存在的超氧自由基清除因子,过氧化氢酶(CAT)是机体保护酶系之一,此 2 种酶含量变化可反应植物逆境伤害程度。随大蒜浸提液浓度的提高,SOD 活性和 CAT 活性均呈现出先升高后降低的现象,说明低浓度的大蒜浸提液使机体保护酶系提高,但浓度过高反而使其活性降低,对植物甘蓝造成更大伤害。丙二醛(MDA)是膜脂过氧化最重要的产物之一,植物在逆境胁迫下,通常会产生高度反应性的氧自由基,引起生物膜的过氧化损伤,导致膜通透性增加,膜功能受损。MDA 含量随大蒜浸提液浓度的提高均呈现升高的趋势,且各处理间差异显著。说明大蒜浸提液对甘蓝生长造成了伤害,具有一定的化感抑制作用。

表 3 大蒜浸提液对甘蓝生长及生理特性的影响

Table 3 Effect of different concentration of garlic extract on growth and physiological characteristic of cabbage

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	叶绿素含量 Chlorophyll content /(mg·g ⁻¹)	可溶性糖含量 Soluble sugar content /(mg·g ⁻¹)	根系活力 Root activity /(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	超氧化物歧化酶活性 SOD activity /(U·g ⁻¹)	丙二醛含量 MDA content /(μmol·g ⁻¹)	过氧化氢酶活性 CAT activity /(mg·g ⁻¹ ·min ⁻¹)
1	7.94±0.01a	0.81±0.25a	0.71±0.04a	3.68±0.04a	5.25±0.13e	0.71±0.04d	10.57±0.32d
2	7.68±0.01b	0.75±0.01a	0.43±0.03b	2.10±0.11b	10.72±0.18d	0.85±0.03cd	11.30±0.44d
3	7.40±0.03c	0.74±0.01a	0.38±0.06bc	1.58±0.03c	19.69±0.25a	0.89±0.04bc	34.47±0.55a
4	5.98±0.06d	0.72±0.02a	0.37±0.01c	0.95±0.03d	15.98±0.09b	1.23±0.13a	28.05±1.70b
5	5.48±0.05e	0.67±0.03a	0.25±0.03d	0.32±0.13e	12.71±0.20c	1.05±0.14b	19.75±0.17c

2.3 凹土对甘蓝的大蒜浸提液化感抑制的缓解作用

由表 4 可知,土壤中大蒜浸提液浓度为 0 g·L⁻¹时,株高和根系活力以凹土添加量为 20 g·kg⁻¹和 40 g·kg⁻¹时较高,且与凹土添加量为 60 g·kg⁻¹处理差异显著;可溶性糖含量以凹土添加量为 40 g·kg⁻¹时最高,并与其它处理差异显著。

添加凹土后随大蒜浸提液浓度的提高,株高、叶绿素含量和根系活力等各生长及生理指标均出现以凹土添加量为 20、40 g·kg⁻¹处理较高,且与凹土添加量为 60 g·kg⁻¹处理差异显著;大蒜浸提液浓度为 100 g·L⁻¹和 300 g·L⁻¹的 6 个处理与大蒜浸提液浓度为 0 g·L⁻¹的 3 个处理比较,添加凹土含有大蒜浸提液的处理与未添加大蒜浸提液的处理差异不显著;但大蒜浸提液浓度为 500、700 g·L⁻¹的 6 个处理各项生理指标均低于大蒜浸提液浓度为 0 g·L⁻¹的 3 个处理,且差异显著。说明凹土对大蒜浸提液的化感抑制作用具有一定的缓解效应,但土壤中大蒜浸提液浓度过高则

其修复能力十分有限。

就保护酶系 SOD 活性和 MDA 含量而言,大蒜浸提液含量分别为 0、100、300 g·L⁻¹的 9 个处理变化不大,即添加凹土的大蒜浸提液处理与未添加大蒜浸提液的凹土土壤间各处理差异不显著。CAT 活性大蒜浸提液浓度为 100 g·L⁻¹的 3 个处理与未添加大蒜浸提液的 3 个处理差异不显著,添加凹土后大蒜浸提液浓度高的处理保护酶 SOD、CAT 活性都会逐渐升高,且与其它处理差异显著,可见添加适量凹土能降低甘蓝膜脂过氧化程度,对缓解大蒜浸提液的胁迫有显著作用。但就凹土添加量而言,相同浓度大蒜浸提液的处理仍以 20 g·kg⁻¹和 40 g·kg⁻¹的凹土添加量的处理各项生长和生理指标及 SOD、CAT 活性较高,MDA 含量较低,且与凹土添加量为 60 g·kg⁻¹的处理差异显著。综合各项指标可以得出,凹土的添加可以缓解大蒜浸提液对甘蓝生长的化感抑制作用,以凹土添加量为 20 g·kg⁻¹和 40 g·kg⁻¹较为适宜。

表 4 凹土对大蒜浸提液胁迫下甘蓝生长及生理特性的影响

Table 4 Effect of attapulgit on growth and physiological characteristics of cabbage in concentration of garlic extract

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	叶绿素含量 Chlorophyll content /(mg·g ⁻¹)	可溶性糖含量 Soluble sugar content /(mg·g ⁻¹)	根系活力 Root activity /(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	超氧化物歧化酶活性 SOD activity /(U·g ⁻¹)	丙二醛含量 MDA content /(μmol·g ⁻¹)	过氧化氢酶活性 CAT activity /(mg·g ⁻¹ ·min ⁻¹)
1	7.86±0.10a	1.82±0.10abc	0.39±0.05bc	4.81±0.23a	13.73±1.93e	0.55±0.06e	13.36±1.36def
2	7.74±0.08a	1.91±0.11a	0.48±0.07a	4.38±0.25abc	13.57±0.59e	0.52±0.03e	12.25±0.61f
3	7.42±0.13b	1.68±0.12abc	0.38±0.04c	4.01±0.36cd	13.46±0.63e	0.59±0.04de	12.62±0.69f
4	7.82±0.10a	1.93±0.20a	0.47±0.07ab	4.55±0.27ab	14.35±0.57e	0.51±0.03e	13.47±0.58def
5	7.44±0.10b	1.82±0.14ab	0.52±0.06a	4.65±0.18ab	14.43±0.83e	0.54±0.06e	12.63±1.18f
6	7.04±0.28c	1.60±0.18bcd	0.36±0.05c	4.31±0.19bc	13.26±0.65e	0.52±0.03e	12.29±0.48f
7	7.44±0.18b	1.88±0.21ab	0.50±0.05a	4.79±0.18ab	14.89±1.37e	0.54±0.03e	14.88±1.37d
8	6.98±0.19c	1.92±0.08a	0.55±0.06ae	4.83±0.31a	14.92±0.74e	0.53±0.03e	14.60±0.84de
9	6.64±0.23d	1.57±0.19cd	0.48±0.05c	4.76±0.27ab	13.70±0.98e	0.59±0.03de	12.89±0.33ef
10	6.34±0.17e	1.08±0.16ef	0.35±0.02c	3.73±0.23d	26.00±1.60e	0.75±0.10e	18.88±1.61c
11	6.16±0.20e	1.33±0.15de	0.31±0.03cd	3.78±0.42d	27.94±1.63bc	0.73±0.05c	18.08±0.45c
12	5.38±0.15f	0.81±0.13f	0.20±0.02e	2.81±0.17ef	34.71±3.97a	0.71±0.02cd	17.93±0.46c
13	5.22±0.17fg	0.94±0.14f	0.33±0.04c	3.01±0.23e	29.36±1.92b	0.93±0.22b	26.32±1.17a
14	4.98±0.15gh	1.02±0.12f	0.24±0.05de	2.79±0.30ef	27.35±2.1bc	0.88±0.06b	23.15±1.10ab
15	4.76±0.13h	0.88±0.13f	0.17±0.03e	2.43±0.16f	22.40±3.12d	1.12±0.13a	24.75±0.98b

3 讨论与结论

化感作用在农业生产中的影响极为广泛,无论是作物的单一种植,还是间作、轮作、覆盖、翻埋、重茬种植等等,都需考虑化感作用的影响^[6]。利用浸提法研究作物

的化感作用已有报道,如刘素慧等^[14]对大蒜秸秆浸提液的化感作用的研究,董林林等^[15]研究了大蒜鳞茎浸提液对黄瓜幼苗的化感作用。张志勇等^[16]研究大蒜浸提液对菜豆种子萌发的化感效应。佟飞等^[6-7]研究表明,大蒜植株水浸液醇溶成分对甘蓝发芽率、发芽指数、根长

等呈极显著化感抑制效应,对苗高呈显著化感抑制效应,对地上部鲜质量的抑制效果不显著。各研究结果显示,大蒜浸提液对许多蔬菜具有显著的化感抑制作用。这些结果与该研究结果一致,即大蒜浸提液对蔬菜存在一定的化感抑制作用,且浓度越高抑制作用越明显。

为改善植物的化感抑制作用,任旭琴等^[2]、刘总堂等^[12]研究表明,凹土可以作为肥料和土壤改良剂,改善土壤团粒结构和刺激根的生长,对辣椒的化感抑制作用具有较好的缓解作用。该研究结果表明,适量添加凹土可以缓解大蒜浸提液对甘蓝的化感抑制作用,当凹土含量为 $20\sim 40\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,甘蓝的各项生长指标较高,对其化感抑制作用的缓解效应较为明显。但凹土含量过高会使土壤理化性质改变,透气性降低,植物根系生长受到一定影响,导致各项生长和生理指标较低,保护酶含量低,丙二醛含量增高。

参考文献

- [1] 李大伟,贾庆利,巩振辉.植物化感作用在蔬菜作物上的表现及其应用[J].陕西农业科学,2004(4):40-42.
- [2] 任旭琴,高军,陈伯清,等.凹土对辣椒自毒作用修复的生理生化机制研究[J].土壤,2014,46(5):908-912.
- [3] ADLER B B, BEUCHAT L R. Death of *Salmonella*, *Escherichia coli*, and *Listeria monocytogenes* in garlic butter as affected by storage temperature[J]. Journal of Food Protection, 2002, 65: 1976-1980.
- [4] 金扬秀,谢关林,孙祥良,等.大蒜轮作与瓜类枯萎病发病的关系[J].

上海交通大学学报(农业科学版),2003,21(1):9-12.

- [5] LEUSCHNER R G K, IELSCH V. Antimicrobial effects of garlic, clove and red hot chilli on *Listeria monocytogenes* in broth model systems and soft cheese[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2003, 54: 127-133.
- [6] 佟飞,程智慧,金瑞,等.大蒜植株水浸液醇溶成分的化感作用[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(6):119-124.
- [7] 佟飞.大蒜植株水浸液的化感作用和抑菌作用[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [8] 朱海清,周杰.凹土棒石粘土的开发利用现状及发展趋势[J].矿产保护与利用,2004(4):14-17.
- [9] 胡涛,钱运华,叶玲,等.凹凸棒土的应用研究[J].中国矿业,2005,14(10):73-76.
- [10] 刘左军,陈正宏,袁惠君.凹凸棒石粘土对土壤团粒结构及小麦生长的影响[J].土壤通报,2010,41(1):142-144.
- [11] 范迪富,黄顺生,廖启林,等.不同量剂凹凸棒石粘土对镉污染菜地的修复实验[J].江苏地质,2007,31(4):323-328.
- [12] 刘总堂,许敏,林云青,等.有机黏土对污染土中 HCH 的固定及黑麦草生长的影响[J].中国环境科学,2010,30(4):533-538.
- [13] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].2版.北京:高等教育出版社.
- [14] 刘素慧,徐金强,刘庆涛,等.大蒜秸秆水浸液化感作用的研究[J].北方园艺,2015(9):10-13.
- [15] 董林林,李振东,王倩.大蒜鳞茎浸提液对黄瓜幼苗的化感作用[J].华北农学报,2008,23(增刊):47-50.
- [16] 张志勇,汤菊香,卫秀英,等.大蒜浸提液中化感物质对菜豆种子萌发的影响[J].安徽农业科学,2009,37(3):949-950,958.

Relieved Allelopathy Effect of Attapulgit for Garlic Bulb Aqueous Extracts on Cabbage

SUN Min¹, YAO Haiyan², REN Xuqin¹, LIU Gui¹

(1. Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu 223002; 2. Wudi County of Agricultural Bureau in Shandong, Wudi, Shandong 251900)

Abstract: To explore the allelopathy of garlic bulb aqueous extracts on cabbage and relieve the effect of attapulgit for allelopathy about garlic bulb aqueous extracts on cabbage, used the concentration of garlic bulb aqueous extracts ($0, 10, 30, 50, 70, 90, 100\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) to deal with cabbage seeds and its germination rate and germination potential were measured. In addition additive amount of attapulgit was $0, 20, 40, 60\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectively, the concentration of garlic bulb aqueous extracts was $0, 100, 300, 500, 700\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ respectively, total treatments were 20. The physiology and growth characteristics of cabbage for every treatment were determined, for example plant height, chlorophyll content, root activity and SOD activity ect. Experimental results showed that the treatments of the higher the concentration of garlic extract had the lower germination rate, germination potential and those physiology and growth characteristics. The chlorophyll content of cabbage, root activity of cabbage and every physiology and growth characteristics were higher, activities of SOD and CAT were higher, but MDA content were lower on the treatments of additive amount of allelopathy which was $20\sim 40\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ with garlic bulb aqueous extracts. So attapulgit could relieve the allelopathy for the inhibition of garlic bulb aqueous extracts.

Keywords: attapulgit; cabbage; garlic bulb aqueous extracts; allelopathy