

凹土对辣椒自毒作用修复的生理生化机制研究^①

任旭琴^{1,2}, 高 军^{1,2}, 陈伯清^{1,2}, 白青云¹, 李建尧¹, 张小贝¹

(1 淮阴工学院, 江苏淮安 223003; 2 赵其国院士工作站, 江苏淮安 223003)

摘 要:采用盆栽试验,在土壤中添加邻苯二甲酸二丁酯(DBP)模拟自毒物质,以凹土为修复剂,通过测定辣椒的生长指标和生理生化指标,研究凹土对 DBP 的修复效果。结果表明:DBP 对辣椒生长和生理代谢有显著自毒作用,添加适量凹土能够修复 DBP 对辣椒造成的自毒作用;当凹土添加量为 20 g/kg 时,凹土对 DBP 的修复效果最好,表现为辣椒根系的丙二醛(MDA)含量最低,过氧化物酶(POD)活性和过氧化氢酶(CAT)活性最强,根系的总吸收面积、活跃吸收面积和比表面最大,根系活力最强,根系呼吸速率最大,叶绿素含量最高,植株生长和干物质积累最多;当添加量为 80 g/kg 时,膜脂过氧化加剧,根系吸收能力下降,植株生长和干物质积累减少,凹土对 DBP 的修复作用消减或消失;凹土添加量应控制在 20~40 g/kg。

关键词:辣椒;自毒作用;凹土;邻苯二甲酸二丁酯

中图分类号:S641.3;S152.4

“淮安红椒”是江苏省蔬菜的一大特色产业,连作障碍已成为制约淮安红椒产业可持续发展的瓶颈。连作障碍形成的原因比较复杂,包括土壤的传染性病害、土壤理化性状劣变、根系分泌物和残茬分解物等引起的自毒作用。多年来,为了缓解连作障碍,轮间套作、土壤改良、异位育苗等农艺措施被采用,但这些措施很难消除自毒作用引发的连作障碍。因此,自毒作用可能是连作障碍的主要原因,而土壤性质劣化和土传病虫害加剧只是连作障碍的次生危害^[1],寻找一条有效克服自毒作用的矫治措施成为解决连作障碍的主要任务。

研究认为,辣椒连作会对自身产生毒害^[2],化感物质的影响是不可忽略的一个重要因素^[3-4],邻苯二甲酸二丁酯(DBP)是辣椒主要化感物质之一^[5]。侯永侠等^[6]研究发现,辣椒根系分泌物有 24 种化感物质,其中 DBP 的匹配度为 48.87%。耿广东等^[7]报道,辣椒主要的化感物质中 DBP 的含量最高,达到 41.5%。孙海燕和王炎^[8]结果显示,DBP 为辣椒根系分泌的潜力化感物质之一,DBP 化感抑制作用的低限浓度为 8 μg/ml。DBP 不仅是辣椒根系分泌物的主要成分,作为酞酸酯(PAEs)中应用最多的一种,DBP 也被大量用于农膜、杀虫剂、杀菌剂的生产。研究表

明,我国设施土壤中 PAEs 含量已经达到 mg/kg 数量级,东南沿海地区设施土壤中 PAEs 含量在 3.0~45.7 mg/kg,DBP 已经成为农田土壤中最常被检出的有机污染物之一^[9]。

凹土是以凹凸棒石为主要矿物成分的一种稀有天然非金属黏土矿物,凹凸棒石是典型的 2:1 型富镁铝硅酸盐黏土矿物,具有特殊的纤维结构,不同寻常的吸附性能和非常高的阳离子交换量,在石油、化工、建材、造纸、医药等方面有广泛应用^[10]。农业上,凹土常被用于土壤改良^[11]和污染土壤修复^[12-13]。目前,对 DBP 污染土壤的修复主要集中于菌根微生物和植物对 DBP 的吸收和降解^[14],还未见到凹土在 DBP 污染和自毒修复方面的应用。本文通过添加 DBP 模拟辣椒连作土壤,通过分析凹土对辣椒生长及生理代谢的影响,探讨凹土在连作自毒修复方面的有效性和可行性,为推动辣椒产业的健康快速发展,提升我国的凹土资源利用水平提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

凹土原土采自盱眙白虎山,由江苏省凹土资源利用重点实验室提供,经研磨并筛分至 1 mm 以下。

①基金项目:江苏省农业科技支撑计划项目(BE2013376)、江苏省自然科学基金项目(KB20131216)、江苏省高校自然科学基金项目(08KJB610001)和江苏省大学生实践创新计划项目(201311049055X)资助。

作者简介:任旭琴(1973—),女,山西高平人,博士,副教授,主要研究方向为园艺植物环境与营养生理。E-mail: 824332973@qq.com

土壤样品采自稻麦轮作的表层农田土, 取样深度 0 ~ 20 cm。土壤风干后, 土样过 1 mm 筛备用。红椒品种为中华红巨椒; 辣椒幼苗由淮安市蔬菜研究所提供; 邻苯二甲酸二丁酯(DBP), 分析纯, 由南京化学试剂有限公司生产。

1.2 方法

用丙酮稀释 DBP, 将丙酮-DBP 溶液加入过筛的土壤中, 使土壤中 DBP 含量为 80 mg/kg, 晾置 24 h, 待丙酮充分挥发, 将土壤分成 5 份, 分别添加凹凸 0、10、20、40、80 g/kg, 充分混匀, 装盆。各处理分别记作: AT₀、AT₁、AT₂、AT₃ 和 AT₄, 以不加 DBP 的清洁土壤为对照(CK)。定植 6 叶期的辣椒幼苗, 定植时去掉辣椒根系上的基质, 定植后及时浇透水, 60 天后测定辣椒的株高、地上部及地下部干重、叶绿素含量、根系体积、根系长度、根系吸收面积、根系活力以及根系的 MDA 含量、POD 活性、CAT 活性、呼吸速率等指标。

采用 0.01 cm 精度的卷尺测量株高和根系长度; 分别将地上和地下部分在 105℃ 下杀青, 70℃ 烘至恒重, 测定其干重; 排水法测定根系体积; 甲烯蓝染色法测定根系吸收面积^[15]; TTC 法测定根系活力^[15]; 硫代巴比妥酸法测定 MDA 含量^[15]; 愈创木酚法测定 POD 活性^[16]; 紫外吸收法测定 CAT 活性^[16]; 小篮子法测定呼吸速率^[15]; 乙醇法测定叶绿素含量^[16]。

2 结果与分析

2.1 凹凸对辣椒植株生长和干重的影响

由表 1 可知, DBP 对辣椒植株生长和干重有显著抑制作用, AT₀ 处理的株高、根系长度和根系体积分别较 CK 处理下降 14.28%、25.63% 和 25.47%, 地上部和地下部干重分别下降 37.19% 和 39.04%。随着凹凸添加量增多, 株高呈先增高后降低趋势, 其中 AT₁、AT₂、AT₃ 处理分别较 AT₀ 处理增高 11.64%、15.47% 和 14.67%, 且显著高于 AT₀ 处理, 其中 AT₂ 和 AT₃ 处理的株高已达到 CK 处理水平, AT₄ 与 AT₀ 处理无明显差异。随着凹凸量的增加, 辣椒根系长度也表现出先增后减趋势, AT₁、AT₂ 和 AT₃ 处理显著高于 AT₀ 处理, 其中 AT₂ 和 AT₃ 处理的根系最长, 达到或接近 CK 处理水平, AT₁ 和 AT₃ 处理居中, AT₄ 与 AT₀ 处理无显著差异。添加凹凸后辣椒根系体积虽有显著增加, 仍明显低于 CK 处理。不同凹凸添加量对地上部和地下部干重均有不同程度影响, 随着凹凸量增加, 干重呈先增后减趋势, 虽然 AT₂ 和 AT₃ 处理的干重较 AT₀ 处理有显著增加, 但仍显著低于 CK 处理。可见, DBP 作为辣椒化感作用的主要物质之一, 有显著抑制辣椒生长和干物质积累的作用, 说明 DBP 可能是辣椒连作的主要自毒物质; 凹凸有良好的吸附性能, 当添加量为 20 g/kg 和 40 g/kg 时, 凹凸对 DBP 的自毒作用有明显改善, 辣椒生长和干物质积累增加。

表 1 凹凸对自毒作用下辣椒生长及干重的影响
Table 1 Effect of attapulgite clay on growth and dry weight of pepper in autotoxicity

处理	株高(cm)	根系长度(cm)	根系体积(cm ³)	地上部干重(g)	地下部干重(g)
CK	30.26 ± 1.28 a	15.02 ± 0.63 a	3.53 ± 0.06 a	2.487 ± 0.251 a	0.415 ± 0.045 a
AT ₀	25.94 ± 0.98 b	11.17 ± 0.11 c	2.63 ± 0.06 c	1.562 ± 0.223 c	0.253 ± 0.009 d
AT ₁	28.96 ± 1.23 ab	12.43 ± 0.45 b	3.10 ± 0.03 b	1.839 ± 0.126 bc	0.312 ± 0.013 b
AT ₂	29.95 ± 1.35 a	14.43 ± 0.76 a	3.04 ± 0.01 b	2.246 ± 0.154 b	0.341 ± 0.012 b
AT ₃	29.75 ± 1.52 a	13.20 ± 0.39 ab	3.10 ± 0.02 b	2.230 ± 0.232 b	0.297 ± 0.031 c
AT ₄	26.87 ± 1.08 b	10.80 ± 0.16 c	3.31 ± 0.03 b	1.520 ± 0.138 c	0.279 ± 0.021 cd

注: 同列不同小写字母表示处理间差异在 $P<0.05$ 水平显著。下同。

2.2 凹凸对辣椒根系吸收面积和根系活力的影响

根系吸收面积是评价植物矿质吸收能力和根系活力的重要指标。由表 2 可知, 添加 DBP 后辣椒根系的吸收面积、比表面和根系活力显著下降, 说明 DBP 对根系吸收能力和根系活力有显著抑制作用。随着凹凸量增加, 根系总吸收面积表现出先增加后降低的变化趋势, AT₂ 和 AT₃ 处理的总吸收面积显著增加, 为 AT₀ 处理的 1.362 和 1.276 倍, AT₁、AT₄ 与 AT₀ 差异不明显。凹凸对活跃吸收面积也有不同程度

影响, 与 AT₀ 处理相比, AT₁ 和 AT₄ 处理对其无显著影响, 而 AT₂ 和 AT₃ 处理能够显著增加活跃吸收面积, 达到 CK 处理水平。比表面是总吸收面积占根系体积的比例, AT₂ 处理的比表面最大, 作用最强, 其次是 AT₁ 处理, 说明 10 ~ 20 g/kg 的凹凸添加量有助于增加根系的比表面, 当凹凸添加量达到 40 g/kg 时, 比表面会减小。AT₂ 处理的根系活力增强幅度最大, 较 AT₀ 处理升高 61.81%, 且达到 CK 处理水平, AT₁ 和 AT₃ 处理的根系活力较 AT₀ 处理也有显著增强, 但

表 2 凹土对自毒作用下辣椒根系吸收和根系活力的影响
Table 2 Effect of attapulgite clay on root absorption and root activity of pepper in autotoxicity

处理	总吸收面积(m ²)	活跃吸收面积(%)	比表面	根系活力(μg/(g·h))
CK	0.803 ± 0.068 a	30.12 ± 1.15 a	0.227 ± 0.038 a	114.93 ± 10.40 a
AT ₀	0.470 ± 0.062 c	14.54 ± 2.16 c	0.179 ± 0.046 c	65.95 ± 5.12 c
AT ₁	0.540 ± 0.039 bc	21.24 ± 1.68 b	0.194 ± 0.024 b	80.71 ± 8.33 b
AT ₂	0.640 ± 0.028 b	28.08 ± 1.24 a	0.211 ± 0.018 a	106.71 ± 12.01 a
AT ₃	0.600 ± 0.055 b	28.00 ± 1.15 a	0.174 ± 0.016 c	86.62 ± 6.74 b
AT ₄	0.500 ± 0.057 c	16.63 ± 2.42 c	0.152 ± 0.012 d	62.81 ± 5.50 c

仍显著低于 CK 处理水平, AT₄ 与 AT₀ 处理无显著差异。由上可见, DBP 对辣椒根系吸收能力有显著抑制作用, 这可能是导致辣椒生长不良和干物质积累减少的主要原因; 20 g/kg 凹土可有效增加根系吸收面积、增强根系活力, 缓解 DBP 伤害的效果最好。

2.3 凹土对辣椒根系膜脂过氧化和保护酶活性的影响

MDA 是植物器官在逆境或衰老时发生膜脂过氧化的产物之一, 通常作为膜脂过氧化的指标, 反映膜脂过氧化的程度和对逆境反应的强弱。由表 3 可以看出, 添加 DBP 后, 辣椒根系的 MDA 含量显著增加, POD 活性和 CAT 活性显著减弱, 呼吸速率和叶绿素合成被显著抑制, 说明 DBP 对辣椒的生理代谢造成明显伤害, 导致根系膜脂过氧化加剧, 保

护酶防御系统遭到破坏。辣椒根系的 MDA 含量在 AT₀ 处理中最高, 添加凹土后 MDA 含量显著降低, AT₂ 处理的 MDA 含量最低, 仅为 AT₀ 处理的 23.99%, 其他处理虽然也显著低于 AT₀ 处理, 但只有 AT₂ 处理达到 CK 处理水平。POD 和 CAT 是植物体内活性氧清除酶促防御系统中主要的保护酶。随着凹土添加量增多, 辣椒根系的 POD 活性表现出先增强后减弱的趋势, 但 POD 活性均显著高于 AT₀ 处理。CAT 活性也随凹土量增加呈先强后弱趋势, 但当凹土量达到 80 g/kg 时, CAT 活性降低至 AT₀ 处理水平。可见, DBP 容易造成辣椒根系膜脂过氧化, 破坏保护酶防御系统, 添加适量凹土能显著降低根系膜脂过氧化程度和提高保护酶活性, 对缓解 DBP 胁迫有显著作用。

表 3 凹土对自毒作用下辣椒根系生理指标及叶绿素含量的影响
Table 3 Effect of attapulgite clay on root physiological index and chlorophyll content of pepper in autotoxicity

处理	MDA 含量 (μmol/g)	POD 活性 (U/(g·min))	CAT 活性 (U/(g·min))	呼吸速率 (CO ₂ mg/(g·h))	叶绿素含量 (mg/g)
CK	1.248 ± 0.106 d	489.5 ± 22.5 a	60.53 ± 2.65 a	1.613 ± 0.124 a	1.531 ± 0.114 a
AT ₀	5.146 ± 0.451 a	265.3 ± 26.1 c	35.23 ± 3.26 c	0.933 ± 0.113 c	0.974 ± 0.088 b
AT ₁	3.639 ± 0.126 b	493.0 ± 42.7 a	45.03 ± 5.18 b	1.067 ± 0.216 bc	1.412 ± 0.118 a
AT ₂	1.235 ± 0.168 d	468.0 ± 26.5 a	58.21 ± 5.49 a	1.583 ± 0.168 a	1.557 ± 0.099 a
AT ₃	1.875 ± 0.234 cd	392.7 ± 28.4 b	42.16 ± 3.25 b	1.367 ± 0.324 ab	1.593 ± 0.153 a
AT ₄	2.439 ± 0.182 c	349.0 ± 20.6 b	34.70 ± 2.75 c	1.067 ± 0.261 bc	1.194 ± 0.109 b

2.4 凹土对辣椒根系呼吸速率和叶绿素含量的影响

DBP 能显著降低辣椒根系的呼吸速率和叶绿素的合成, 减弱植株代谢能力, 由表 3 可知, 添加 DBP 后, 辣椒根系的呼吸速率为 CK 处理的 57.84%, 叶绿素含量为 CK 处理的 30.93%。凹土则有助于改善 DBP 胁迫下的呼吸速率和叶绿素合成, 从表 3 可以看出, 受凹土影响, 辣椒根系的呼吸速率呈先增后减的变化趋势, AT₂ 处理的呼吸速率最强, 为 AT₀ 处理的 1.696 倍, 其次为 AT₃ 处理, 为 AT₀ 处理的 1.464 倍, AT₁ 和 AT₄ 处理的呼吸速率较 AT₀ 处理差异不明显。添加凹土后, 辣椒的叶绿素含量较 AT₀ 处理显著升高, AT₂ 和 AT₃ 处理含量最高, 分别为 AT₀ 处理的

1.60 倍和 1.64 倍, 其次为 AT₁ 和 AT₄ 处理, 分别为 AT₀ 处理的 1.45 倍和 1.23 倍。

3 讨论与结论

自毒是导致植物连作障碍的主要因子之一, 根系分泌物是产生自毒作用的主要来源。研究发现, 豌豆、番茄、黄瓜、西瓜和甜瓜等植物的根系分泌物均具有自毒作用^[17]。辣椒根系分泌物也具有显著自毒作用, 侯永侠等^[18]研究表明, 随着根系分泌物含量的增加, 辣椒的根、茎、叶的生长均受到影响, 其中根鲜重受到的抑制作用最大, 辣椒根系活力、抗氧化的保护酶活性明显下降, 逆境生理指标 MDA 生成量和相对电

导率值明显增大。杨广君等^[4]通过水培试验收集辣椒根分泌物,发现其对 3 个线辣椒品种(系)的 POD、SOD、CAT 均有抑制作用。DBP 是辣椒根分泌物的主要化感物质之一^[5-8]。尹睿等^[19]研究发现,在辣椒果实、植株及根系中的 DBP 残留量随土壤中施加浓度增加而增加,辣椒果实中的维生素 C 和辣椒素含量随施加浓度增加而显著下降,且 DBP 的浓度即使很低也会对辣椒的生长造成影响,推测辣椒品质的下降主要是由于 DBP 的作用。本研究发现,DBP 对辣椒生长和生理代谢造成了损伤,土壤中添加 DBP 后,辣椒生长和干物质积累受到显著抑制,究其原因,可能是辣椒通过根系从土壤中吸收积累 DBP^[19],造成了植株的氧化损伤,膜脂过氧化加剧,细胞膜结构和功能遭破坏,细胞伤害加重,最终使 MDA 含量升高,这与陈晓晓等^[20]的研究结果一致,陈晓晓等研究认为,DBP 胁迫可打破植物体包括以活性氧为主的各种自由基产生和消除的平衡,最终导致细胞内活性氧水平升高^[20]。同时,化感物质主要干扰作物的一些高级代谢过程和生长调节系统,其中对膜的伤害可能是化感物质多种效应的起始点,通过改变膜的功能进而影响植物的生理生化代谢,最终抑制植物的生长发育^[21]。因此,本研究中,POD 和 CAT 活性显著下降、根系吸收面积减小、根系活力降低,根系呼吸速率下降和叶绿素含量减少等这些生理代谢的变化,可能是根系吸收 DBP 后膜脂过氧化所产生的后续反应,植株生长量和干物质积累减少则是其结果。

凹土是一种层链状结构的含水富镁铝硅酸黏土矿物,具有独特的吸水性、可塑性、黏结性,较强的离子交换性能和吸附性能,能有效吸附土壤中的各种有利于农作物生长的营养元素。同时,凹土可作为的肥料和土壤改良剂,改善土壤团粒结构,刺激根的生长^[22]和改变根系土 pH^[12]。研究发现,凹土能显著增加直径 $>0.25\text{ mm}$ 和 $0.25\sim0.5\text{ mm}$ 团聚体总数,凹土用量 $40\sim80\text{ g/kg}$ 时提高小麦千粒重和淀粉含量, 80 g/kg 用量时千粒重最大, 40 g/kg 用量时淀粉含量最高^[11]。 $100\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 临泽凹土粉可使茄子、番茄、黄瓜、草莓增产 $6.1\%\sim18.0\%$,黄瓜维生素 C 增加 12.7% ,茄子粗蛋白增加 25.0% ,番茄可溶性糖增加 6.6% ,使玉米增产 15% ,粗蛋白增加 14.1% ^[23]。另外,凹土还能够有效吸附固定土壤中的有机污染物,促进农作物增产,改良果实品质。刘总堂等^[13]认为,施加有机黏土可以使六六六有效固定在土壤中,降低其移动性,阻抑其在环境中的迁移转化,减少对环境

的危害。本研究发现,适量添加凹土有助于缓解 DBP 对辣椒的毒害作用,表现在膜脂过氧化程度减轻,POD 和 CAT 活性增强,根系活力和吸收能力增强,植株代谢和生长良好,然而,当凹土添加量为 80 g/kg 时,修复作用消减或消失。这可能说明凹土作为修复剂,其修复效果不仅取决于其吸附性,还有凹土和土壤微环境的互作性,这有待进一步研究。总体来看,凹土添加量应控制在 $20\sim40\text{ g/kg}$ 。

参考文献:

- [1] 邱立友,戚元成,王明道,贾新成. 植物次生代谢物的自毒作用及其与连作障碍的关系[J]. 土壤, 2010, 42(1): 1-7
- [2] 张国斌,郁继华,冯致,马彦霞,吕剑. NO 和 ABA 对辣椒幼苗自毒作用缓解的生理生化机制[J]. 园艺学报, 2013, 40(3): 458-466
- [3] 侯永侠,周宝利,吴晓玲. 不同连作土壤对辣椒生长发育的影响研究[J]. 北方园艺, 2009(8): 9-11
- [4] 杨广君,赵尊练,巩振辉,赵海燕,梁丽鹏. 线辣椒根分泌物对辣椒等受体作物的化感效应[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(10): 146-157
- [5] 程智慧,耿广东,张素勤,孟焕文. 辣椒对莴苣的化感作用及其成分分析[J]. 园艺学报, 32(1): 100
- [6] 侯永侠,周宝利,吴晓玲,付亚文. 辣椒根系分泌物化感作用的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(4): 504-507
- [7] 耿广东,张素勤,程智慧. 辣椒根系分泌物的化感作用及其化感物质分析[J]. 园艺学报, 2009, 36(6): 873-878
- [8] 孙海燕,王炎. 辣椒根系分泌的潜在化感物质对生菜幼苗抗氧化代谢的影响[J]. 植物生理学报, 2012, 48(9): 887-894
- [9] 汪军,骆永明,马文亭,李丽娜,朱烨,滕应. 典型设施农业土壤酞酸酯污染特征及其健康风险[J]. 中国环境科学, 2013, 33(12): 2 235-2 242
- [10] 唐源清. 凹凸棒石粘土矿研究现状综述[J]. 甘肃冶金, 2004, 26(2): 83-86
- [11] 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
- [12] 范迪富,黄顺生,廖启林,朱佰万,潘永敏,王伟,唐海燕. 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
- [13] 刘总堂,许敏,林云青,卢再亮,章钢娅. 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
- [14] 董蕾,张明. 土壤中邻苯二甲酸二丁酯研究进展[J]. 安徽农学通报, 2011, 17 (03): 122-123
- [15] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [16] 高俊凤. 现代植物生理试验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006
- [17] 李彦斌,刘建国,谷冬艳. 植物化感自毒作用及其在农业中的应用[J]. 农业环境科学学, 2007, 26(增刊): 347-350

- [18] 侯永侠, 周宝利, 吴晓玲, 等. 辣椒根系分泌物化感作用的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 34(4): 504–507
- [19] 尹睿, 林先贵, 王曙光, 张华勇. 农田土壤中酞酸酯污染对辣椒品质的影响[J]. 农业环境保护, 2002, 21(1): 1–4
- [20] 陈晓晓, 张雯, 武阳, 杨旭. 邻苯二甲酸二丁酯对拟南芥幼苗的氧化损伤[J]. 生态毒理学报, 2010, 5(3): 402–406
- [21] 李彦斌, 刘建国, 谷冬艳. 植物化感自毒作用及其在农业中的应用[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(增刊): 347–350
- [22] Martin JK, Foster RC. A model system for studying the biochemistry and biology of the root-soil interface[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 1985, 17(3): 261–269
- [23] 魏荣道, 崔峤. 甘肃临泽凹凸棒石粘土矿开发应用研究[J]. 甘肃科学学报, 2005, 17(3): 43–45

Physiological and Biochemical Mechanisms of Attapulgitic Clay on Alleviation to Autotoxicity in Pepper

REN Xu-qin^{1,2}, GAO Jun^{1,2}, CHEN Bo-qing^{1,2}, BAI Qing-yun¹, LI Jian-yao¹, ZHANG Xiao-bei¹

(1 *Huaiyin Institute of Technology, Huaian, Jiangsu 223003, China;*

2 *Academician Zhao Qiguo's Workstation, Huaian, Jiangsu 223003, China*)

Abstract: Pot experiments were carried out to study alleviation effects to autotoxicity of attapulgitic clay in pepper. Peppers were planted in pots of DBP-contaminated soil, 80 mg/kg in DBP concentration, and different addition of attapulgitic clay. Effects of attapulgitic clay were studied on pepper growth and physiological and biochemical indexes. The results showed that DBP had a significant autotoxicity to the growth and physiology metabolism of pepper. And attapulgitic clay could alleviate the DBP autotoxicity in pepper. When the dose of attapulgitic clay was 20 g/kg in soil, the pepper had the minimum in MDA content and the maximum in POD activity, CAT activity. At the same time, root activity and respiratory rate were in strongest, root absorption areas in biggest that including the total absorption area, active absorption area and specific surface area, and chlorophyll content in highest. The above meant the alleviative effect on autotoxicity of DBP was best for attapulgitic clay with the content of 20 g/kg in soil. However, when the dose of attapulgitic clay was 80 g/kg, the plant growth and physiology metabolism would be decreased obviously, and the alleviation effect of attapulgitic clay on DBP would be weakened or disappeared. So it was suggested that the optimum was 20 – 40 g/kg attapulgitic clay.

Key words: Pepper, Autotoxicity, Attapulgitic clay, Di-n-butyl phthalate ester (DBP)