

高晶霞, 吴雪梅, 牛勇琴, 等. 辣根素水乳剂对连作辣椒生长及土壤酶活性的影响[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(1): 116-120.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2021.01.015

## 辣根素水乳剂对连作辣椒生长及土壤酶活性的影响

高晶霞<sup>1</sup>, 吴雪梅<sup>2</sup>, 牛勇琴<sup>2</sup>, 高 昱<sup>2</sup>, 谢 华<sup>1</sup>

(1. 宁夏农林科学院种质资源研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏回族自治区彭阳县蔬菜产业发展服务中心, 宁夏 彭阳 756500)

**摘要:** 通过对 20% 的辣根素水乳剂进行不同剂量的调制, 分析不同药量处理对连作辣椒生长、光合特性以及土壤酶活性的影响。结果显示, 施加不同体积质量分数的辣根素水乳剂改善了连作辣椒的生长特性, 提高了辣椒株高、茎粗等生物量; 同时改善了土壤酶活性, 有效提升了连作辣椒的生长活力; 不同体积质量分数辣根素水乳剂对土壤及辣椒植株生长的改善能力不同, 需要科学调配到最优体积质量分数。

**关键词:** 辣根素; 连作; 辣椒; 光合特性; 土壤酶活性

**中图分类号:** S641.3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-4440(2021)01-0116-05

## Effect of athomin water emulsion on growth and soil enzyme activities of continuous cropping pepper

GAO Jing-xia<sup>1</sup>, WU Xue-mei<sup>2</sup>, NIU Yong-qin<sup>2</sup>, GAO Yu<sup>2</sup>, XIE Hua<sup>1</sup>

(1. Institute of Germplasm Resources, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Vegetable Industry Development Service Center of Pengyang County, Ningxia Hui Autonomous Region, Pengyang 756500, China)

**Abstract:** In this study, the effects of different doses of 20% athomin water emulsion on growth, photosynthetic characteristics and soil enzyme properties of continuous cropping pepper were analyzed after preparing the solutions with different doses. The results showed that the growth characteristics and indexes like plant height, stem thick of continuous cropping pepper were improved by applying athomin water emulsion with different ratios of volume to mass. The athomin water emulsion with different ratios of volume to mass also improved soil enzyme activities and promoted the growth vitality of pepper effectively. Since the improvement ability of athomin water emulsion with different ratios of volume to mass on soil and pepper is different, it is necessary to optimize the ratio of volume to mass.

**Key words:** athomin; continuous cropping; pepper; photosynthetic characteristics; soil enzyme activity

收稿日期: 2020-06-15

**基金项目:** 国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-23-G24); 全产业链创新示范项目(QCYL-2018-03); 宁夏农林科学院科技先导资助项目(NKYJ-17-28); 宁夏农林科学院农业自主科技创新项目(NKYJ-17-04)

**作者简介:** 高晶霞(1984-), 女, 宁夏银川人, 硕士, 助理研究员, 主要从事蔬菜栽培及育种等研究工作。(E-mail) wz13rh@163.com

在目前蔬菜种植中, 困扰农户的主要问题是辣椒连作的问题, 辣椒连作容易导致土壤酶活性降低、菌群失调以及病虫害增加, 从而导致土壤的整体生产能力下降, 与此同时, 过多的农药以及化肥在土壤中残留, 进一步破坏了土壤的修复能力, 造成了严重的环境生态问题, 这些因素都是辣椒连作带来的连锁反应, 严重影响了辣椒作物的生长发育<sup>[1-3]</sup>。针对这种情况, 目前常用的做法是对土壤进行消毒, 恢复

土壤的自我修复能力。有学者研究发现土壤的消毒措施可以提升土壤酶活性,降低土壤病虫害,为部分经济作物的连作提供了基础保障<sup>[4-6]</sup>。也有学者通过混合多种农药,通过调节农药成分,尽可能修复土壤酶活性,降低土壤病虫害等影响,同时研究混合农药对土壤酶活性的影响<sup>[7]</sup>。

目前学者主要通过施用各种调配农药来实现辣椒等连作经济作物的土壤修复,较少涉及对连作经济作物本身生长特性的分析,同时没有考虑植物性农药对连作经济作物土壤的修复能力。为此,本研究以改善土壤酶活性为研究视角,选择辣根素为研究对象。辣根素作为一种植物性农药,区别于化学合成性农药,辣根素对自然环境的伤害效应低,环保特性高,同时作为土壤处理剂能够有效杀灭多种土壤中的多种病菌,残留量低,副作用小<sup>[8-9]</sup>。通过对20%的辣根素水乳剂进行不同剂量的调制,分析不同药量处理对连作辣椒的光合特性以及土壤酶活性的影响,为连作辣椒土壤的修复及病虫害防治提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

选用的辣椒品种为巨丰1号,试验田位于宁夏彭阳县新集乡辣椒核心试验基地,面积为100 m<sup>2</sup>,分为4个小区,每小区面积25 m<sup>2</sup>。土壤基本参数如下:pH值8.37,碱解氮78.2 mg/kg,有效磷18.3 mg/kg,速效钾406.0 mg/kg,有机质38.7 g/kg。试验田地势平缓,浇灌设施齐全,土壤的养分含量及病虫害水平处于平均值,试验田的土壤管理参照正常管理。20%辣根素水乳剂由中农齐民(北京)科技发展有限公司提供。对照组采用的50%多菌灵可湿性粉剂购自宁夏尚博农植物保护有限公司。所用的肥料为经济作物专用的果蔬有机肥,主要购自宁夏银川市益力特种苗木有限公司。试验小区随机排列,在测试过程中不进行药剂喷洒。

### 1.2 试验方法

试验分成5组进行处理,利用文丘里系统滴灌施药,滴灌时间约30~40 min,确保施药均匀。前3组(处理1、2、3)的辣根素水乳剂施药量分别为0.008 L/m<sup>2</sup>、0.013 L/m<sup>2</sup>、0.016 L/m<sup>2</sup>,处理4和5为对照,分别为50%多菌灵可湿性粉剂对照和空白对照。试验中各药剂按照不同的施药处理进行精准

喷灌施药,并进行土壤表面覆膜,覆膜3~5 d后进行种植;空白组仅对辣椒植株进行覆膜,不作其他处理,覆膜3~5 d后进行种植。

### 1.3 指标测定

1.3.1 生长指标 在种植30 d后,测量辣椒植株的各项生长指标,其中辣椒的株高采用杜克ls-p激光测距仪测量,茎粗用游标卡尺测量,植株生物量采用梅特勒托利多ME204/02物理电子天平测量。

1.3.2 辣椒的叶绿素含量及光合作用指标 辣椒植株的叶绿素含量采用丙酮乙醇混合液法<sup>[10]</sup>测量,随机选择5株种植30 d的辣椒植株,在每株上选取中部叶片各1片,去除叶脉,称取0.3 g放入三角瓶中,加入提取试剂,使叶片完全浸入提取液中,测定各提取液中叶绿素含量。利用美国产OPTI-SCIENCES OS-5p+便携式脉冲调制叶绿素荧光仪测量PSII最大量子产量( $F_v/F_m$ )、PSII实际量子产量 $[Y(II)]$ 、光化学淬灭系数( $qP$ )等参数。

1.3.3 土壤指标 采用pH测量仪、细菌培养法以及比色法等方法,分别测量连作辣椒土壤的pH、电导率、土壤微生物以及酶活性等参数。

### 1.4 数据处理

数据用EXCEL和SPSS 11.0软件进行统计分析,显著水平为 $P<0.05$ 。

## 2 结果与分析

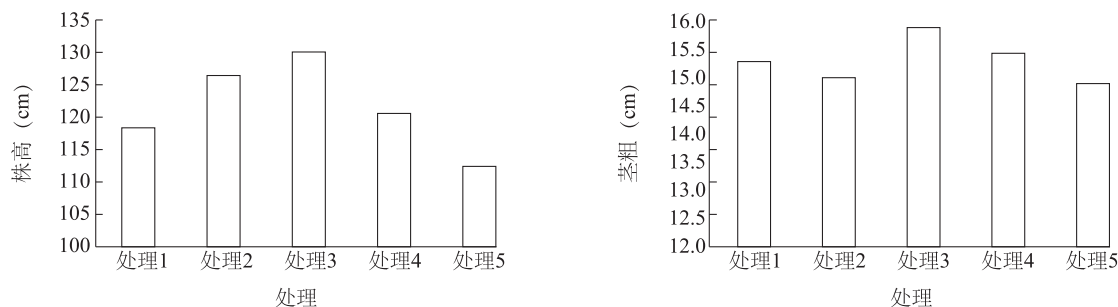
### 2.1 不同施药量辣根素处理对连作辣椒植株生长的影响

图1为不同施药量辣根素处理后,种植30 d的辣椒植株的株高和茎粗变化。从图1中可以发现,辣椒植株的株高和茎粗在经过不同施药量辣根素处理后,均大于不处理的空白对照(处理5)。特别是处理3对辣椒植株茎粗和株高的影响最为显著,2个生长指标增长明显,辣椒在定植30 d时株高和茎粗分别增加了15.73%、6.67%。处理1和处理2对辣椒植株株高和茎粗增长的促进作用低于处理4(50%多菌灵可湿性粉剂)。说明辣根素水乳剂处理对促进辣椒植株生长的促进作用有显著影响。

不同辣根素处理对连作辣椒干质量的影响如表1所示。从表1中可以发现,处理1和处理2的辣椒总质量均显著高于空白对照,同时处理1对辣椒茎的生长有显著促进作用,处理2对辣椒根的生长有显著促进作用。另外,处理1和处理2的辣椒总

干质量均高于处理 4, 但差异不显著。同时从表 1 中还可以看到, 相比于处理 4 和处理 5, 处理 3 对辣椒生长发育的影响不显著, 特别是辣椒茎部干质量

显著低于处理 4 和处理 5, 总质量也低于处理 4 和处理 5 处理。



处理 1: 辣椒素水乳剂 0.008 L/m<sup>2</sup>; 处理 2: 辣椒素水乳剂 0.013 L/m<sup>2</sup>; 处理 3: 辣椒素水乳剂 0.016 L/m<sup>2</sup>; 处理 4: 50% 多菌灵可湿性粉剂对照; 处理 5: 空白对照。

图 1 不同施药量辣椒素水乳剂对连作辣椒植株株高、茎粗的影响

Fig.1 Effects of different doses of athomin water emulsion on the plant height, stem thick of continuous cropping pepper plants

表 1 不同施药量辣椒素水乳剂处理对连作辣椒植株干质量的影响  
Table 1 Effects of different treatments of athomin water emulsion on the plant dry mass of continuous cropping pepper

处理	总干质量 (g)	根干质量 (g)	茎干质量 (g)
处理 1	0.136 *	0.021	0.105 *
处理 2	0.135 *	0.051 *	0.075
处理 3	0.109	0.043 *	0.055 *
处理 4	0.126	0.032	0.083
处理 5	0.117	0.025	0.082

各处理见图 1 注。\* 表示相比于处理 5 差异显著 ( $P < 0.05$ )。

从表 2 中可以看到, 相比于处理 5, 处理 1 和处理 2 能有效促进辣椒根系的生长发育, 辣椒根系的长度、根系表面积以及体积显著增长。其中处理 2 的效果最好, 辣椒植株的根系长度、根系表面积、根系体积以及根尖数相比空白对照组分别增加了 24.49%、46.62%、76.92% 以及 31.63%, 辣椒植株根系整体生长发育最好。同时从表 2 中还可以看到, 处理 1 和处理 2 相比于处理 4, 辣椒根系的长度、根系表面积以及体积有一定程度的增长, 但差异并不显著。另外从表 2 中可以看到, 处理 3 对辣椒根系的影响与处理 5 几乎一致, 并且小于处理 4 对辣椒根系生长的促进作用。

## 2.2 不同施药量辣椒素处理对连作辣椒植株光合能力的影响

从表 3 中可以看到, 相比于处理 4 和处理 5, 处理 3 对辣椒植株光合作用的影响显著, 能够有效促进辣

椒植株的光合作用, PSII 最大量子产量 ( $F_v/F_m$ )、PSII 实际量子产量 [ $Y(II)$ ]、光化学淬灭系数 ( $qP$ ) 等参数均有显著的提高。同时从表 3 中可以看到, 处理 1 和处理 2 相比于处理 4 和处理 5, 对辣椒植株光合作用有一定的促进作用, 但不显著。处理 4 相比于处理 5, 也均有一定程度的促进作用, 但同样不显著。

表 2 不同施药量辣椒素水乳剂处理对连作辣椒根系的影响

Table 2 Effects of different doses of athomin water emulsion on root system of continuous cropping pepper

处理	根系长度 (mm)	根系表面积 (mm <sup>2</sup> )	根系体积 (mm <sup>3</sup> )	根尖数
处理 1	216.77a	38.78a	0.61a	313.36a
处理 2	219.37a	39.13a	0.62a	318.57a
处理 3	205.62a	31.59a	0.46a	283.19a
处理 4	209.36a	33.12a	0.51a	296.39a
处理 5	183.26b	30.37b	0.43b	278.19b

各处理见图 1 注。同一列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

## 2.3 不同施药量辣椒素处理对连作辣椒植株叶绿素含量的影响

从表 4 中可以看到, 相比于处理 4 和处理 5, 处理 3 显著增加辣椒植株叶绿素含量, 这与处理 3 促进辣椒植株光合作用有关。处理 3 叶绿素 a、叶绿素 b 与叶绿素 a+b 含量相比于处理 5 分别增长了 17.03%、19.25% 及 22.56%。另外从表 4 中可以看到, 处理 1 和处理 2 相比于处理 4 和处理 5, 对辣椒植株叶绿素含量有一定的提升作用, 但不显著。

表 3 不同施药量辣根素水乳剂处理对连作辣椒叶片光合作用的影响

Table 3 Effects of different doses of athomin water emulsion on photosynthetic capacity of continuous cropping pepper leaves

处理	PS II 最大量子产量 ( $F_v/F_m$ )	PS II 实际量子产量 [ $Y(II)$ ]	光化学淬灭系数 ( $qP$ )	非化学淬灭系数 ( $NQP$ )
处理 1	0.85a	0.38a	0.51a	1.37a
处理 2	0.87a	0.39a	0.52a	1.36a
处理 3	0.93a	0.46a	0.67a	1.61a
处理 4	0.83b	0.37b	0.49b	1.35b
处理 5	0.79b	0.35b	0.46b	1.33b

各处理见图 1 注。同一列不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

表 4 不同施药量辣根素水乳剂处理对辣椒叶绿素含量的影响

Table 4 Effect of different doses of athomin water emulsion on chlorophyll content of pepper

处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素 a+b 含量 (mg/g)
处理 1	1.98a	0.78a	2.56a
处理 2	1.92a	0.75a	2.52a
处理 3	2.13a	0.97a	2.87a
处理 4	1.88b	0.66b	2.49b
处理 5	1.82b	0.62b	2.46b

各处理见图 1 注。同一列不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

表 5 不同浓度的辣根素水乳剂处理对辣椒种植土壤酶活性的影响

Table 5 Effects of different doses of athomin water emulsion on soil enzyme activities in pepper cultivation

处理	脲酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ]	蔗糖酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ]	酸性磷酸酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ]	多酚氧化酶活性 [ $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ]
处理 1	1.382a	2.865a	0.309a	0.203a
处理 2	1.563a	2.989a	0.363a	0.228a
处理 3	1.123b	1.903b	0.207b	0.013b
处理 4	1.038b	1.893b	0.176b	0.096b
处理 5	0.938b	1.589b	0.165b	0.083b

各处理见图 1 注。同一列不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

3 讨论

辣椒等经济作物连作对土壤的影响较为显著,容易造成土壤酶活性降低,土壤菌群失调,导致种植植物的病虫害增加。通过采用多种化学肥料及原料处理连作土壤,可以改善连作土壤酶活性,提高抗病虫害能力<sup>[11-13]</sup>。这些研究结果与本研究结论较为一致。本研究通过加入不同施药量辣根素水乳剂改善了辣椒的生长特性,提高了辣椒株高、茎粗等生物量特性。

2.4 不同施药量辣根素处理对连作辣椒土壤酶活性的影响

从表 5 中可以看到,处理 1 和处理 2 对土壤酶活性有显著增强作用,土壤脲酶、蔗糖酶、酸性磷酸酶及多酚氧化酶活性相比于处理 4 和处理 5 均显著增加。特别是处理 2,上述几种土壤酶的活性分别比处理 5 增加了 66.63%、88.11%、120.00% 及 174.70%,说明处理 2 对辣椒连作土壤酶活性有显著改善作用。同时从表 5 中可以看到,与处理 4 和处理 5 相比,处理 3 对这几个土壤酶活性的改善作用较小,无显著影响。

植物叶绿素含量等参数是衡量植物光合作用的主要参数。本研究结果表明,用辣根素水乳剂处理连作土壤增强了辣椒植株的光合作用及连作辣椒的叶绿素含量,增强了辣椒的根系活性,提升了辣椒作物的生长能力及抗病毒能力。同时在农作物种植过程中,适当改善土壤酶活性可以有效提升农作物的生长活力。在本试验中,土壤中添加辣根素水溶剂能够改善土壤酶活性,但不同施药量辣根素水乳剂对土壤及辣椒植株的改善能力不同,辣根素水乳剂的最优施药量还需进一步研究。

## 参考文献:

- [1] ROBIN L, FRANCK V, NICOLAS A. Reply to comment on "Large-scale geometry, offset and kinematic evolution of the Karakorum fault, Tibet" [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2004, 229(1): 18-26.
- [2] 刘 政, 李迎宾, 孙 艳, 等. 20% 辣根素水乳剂防控棉花黄萎病的研究[J]. *中国科技论文*, 2017, 12(24): 2817-2821.
- [3] 张 萌, 赵 欢, 肖厚军, 等. 贵州典型黄壤辣椒生长、品质及光合特性对新型肥料的响应[J]. *干旱地区农业研究*, 2017, 35(6): 187-193.
- [4] NUR A B, LAURENS P, MATTHIJS D. Using particle size and fat content to control the release of *Allyl isothiocyanate* from ground mustard seeds for its application in antimicrobial packaging[J]. *Food Chemistry*, 2020, 308(3): 29-38.
- [5] ZHOU Y Y, XU X Y. Allyl isothiocyanate treatment alleviates chronic obstructive pulmonary disease through the Nrf2-Notch1 signaling and upregulation of MRP1[J]. *Life Sciences*, 2020, 243(7): 82-87.
- [6] 王彦柠, 李迎宾, 黄小威, 等. 辣根素对常见植物病原菌的抑菌活性研究[J]. *中国科技论文*, 2018, 13(6): 692-697.
- [7] 乔 岩, 董 杰, 王品舒, 等. 不同土壤消毒药剂对甘薯 2 种土传病害的防治效果[J]. *河南农业科学*, 2017, 46(8): 92-95.
- [8] NAZARETH T M, ALONSO-GARRIDO M. Effect of allyl isothiocyanate on transcriptional profile, aflatoxin synthesis, and *Aspergillus flavus* growth[J]. *Food Research International (Ottawa, Ont)*, 2020, 128(3): 28-36.
- [9] 钟平安, 邵 东, 黄英金, 等. 不同光环境下辣椒光合特性和瞬时水分利用效率[J]. *生态学杂志*, 2019, 38(7): 2065-2071.
- [10] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. *辽宁农业科学*, 1986(3): 28-30.
- [11] 宁楚涵, 李文彬, 张 晨, 等. 丛枝菌根真菌与放线菌对辣椒和茄子的促生防病效应[J]. *应用生态学报*, 2019, 30(9): 3195-3202.
- [12] 安 东, 车永梅, 赵方贵, 等. 解磷菌 3P29 促进辣椒生长的生理机制[J]. *北方园艺*, 2019(22): 8-16.
- [13] 李 静. 低温弱光下辣椒叶片中类胡萝卜素组分的变化及其与品种耐性的关系研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2018.

(责任编辑: 张震林)