

蚯蚓粪与鼠李糖脂配施对小白菜和生菜产量、生长指标及品质的影响

陈彬^{1, 2}, 张颖¹, 王树强^{1, 3}, 韩斯琴¹, 包红旭², 张玉兰^{1*}

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 辽宁大学环境学院, 辽宁 沈阳 110036; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为了探明蚯蚓粪配施鼠李糖脂对小白菜及生菜品质的影响, 基于盆栽试验, 研究了蚯蚓粪及其与鼠李糖脂 (0.027%、0.054% 和 0.108%) 配施处理对小白菜和生菜产量、生长指标和品质指标的影响。结果表明, 蚯蚓粪与鼠李糖脂配施可以不同程度地提高小白菜及生菜品质, 相比不施肥处理蚯蚓粪配施鼠李糖脂处理小白菜及生菜的产量、叶面积、可溶性糖、可溶性蛋白和可滴定酸均显著提高。蚯蚓粪配施鼠李糖脂处理小白菜和生菜产量、可溶性糖、可溶性蛋白、可滴定酸及硝酸盐含量与蚯蚓粪处理无显著性差异。随着鼠李糖脂浓度的增大, 蚯蚓粪配施鼠李糖脂处理的小白菜产量呈现下降趋势, 未达到显著性差异。蚯蚓粪配施鼠李糖脂相比蚯蚓粪处理可显著提高小白菜游离氨基酸含量。综上, 蚯蚓粪配施鼠李糖脂具有显著提高蔬菜产量的效果, 蚯蚓粪配施鼠李糖脂与蚯蚓粪处理对蔬菜产量及品质方面的影响没有显著性差异, 二者配施没有降低蚯蚓粪的肥效, 说明蚯蚓粪与鼠李糖脂配施具有药肥开发的可行性。

关键词: 蚯蚓堆肥; 生物表面活性剂; 叶菜; 品质

鼠李糖脂是目前研究最为广泛的一种生物表面活性剂, 它的发现最早可以追溯到 1946 年^[1], 其化学结构主要由一个或两个鼠李糖分子与一个或两个不同链长的 3- 羧基脂肪酸通过 β -糖苷键连接而成, 这种特殊的结构决定了其具有表面活性剂的功能^[2]。鼠李糖脂具有极好的表面活性、良好的乳化性能, 且无毒、可生物降解、对环境友好, 因此, 具有大规模生产的潜力^[3], 在石油化工、医药、农业等多个领域有着广泛的应用前景^[4]。近几年研究表明, 鼠李糖脂具有良好的抗菌性, 能够有效抑制多种植物病害, 2004 年美国环境保护署已通过鼠李糖脂作为生物农药的备案^[5]。张培苹^[6]研究表明, 鼠李糖脂水溶肥能够有效提高苹果的单果重。刘雅等^[7]研究表明, 喷洒添加鼠李糖脂叶面肥能够显著提高大豆叶片的叶绿素含量。刘菊^[8]

将鼠李糖脂作为叶面肥施用于西瓜, 发现鼠李糖脂能够有效降低西瓜枯萎病的发病率。杨莹攀^[9]将鼠李糖脂用于棉花种植, 发现鼠李糖脂能够有效调节盐渍化土壤棉花的蒸腾作用, 显著提高棉花的产量。

目前, 鼠李糖脂在农业作物上的应用还停留在叶面肥上, 将鼠李糖脂直接作为底肥的研究还比较少。蚯蚓粪是一种高品质的生物有机肥, 具有很好的物理性质, 如团粒结构良好、表面积大和吸附能力强等^[10]。同时, 蚯蚓粪肥腐熟完全, 不含病菌、虫卵, 施肥后不会二次发酵, 解决了二次发酵带来的烧苗问题。蚯蚓堆肥的同时还能获得蚯蚓副产品, 从而延长物质循环链条、减少环境污染^[11]。施用蚯蚓粪肥能在一定程度上减少化肥施用量, 同时又能够避免环境污染问题, 能够在增产的同时提高作物品质^[12-13]。Ravindran 等^[14]以蚯蚓分解制革废物作为肥料提升了番茄的生长及产量。Shi 等^[15]将香菇菌糠同猪粪按比例混合进行蚯蚓堆肥, 其产物蚯蚓粪增加了玉米种子发芽率。Zuo 等^[16]研究发现, 蚯蚓粪增加了草莓可溶性固形物、可溶性糖和维生素 C 的含量。刘丽等^[17]用蚯蚓粪种植玉露香梨, 果实中的果糖、维生素 C 含量被显著

收稿日期: 2021-12-06; 录用日期: 2022-02-26

基金项目: 中国科学院科技服务网络计划 (STS 计划) 区域重点项目 (KFJ-STIS-QYZD-180)。

作者简介: 陈彬 (1997-), 硕士研究生, 研究方向为微生物学。

E-mail: chenbin199756@163.com。

通讯作者: 张玉兰, E-mail: ylzhang@iae.ac.cn。

提高。

本研究将鼠李糖脂和蚯蚓粪配施制成新型生物有机肥应用到小白菜和生菜的种植上,探索蚯蚓粪配施鼠李糖脂对作物品质及产量的影响,旨在为鼠李糖脂与蚯蚓粪配施作为生物有机肥,在小白菜、生菜及其他作物肥料上更广泛的应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计与样本采集

本试验于2020年9月在位于沈阳市苏家屯区十里河镇的辽宁沈阳农田生态系统国家野外科学观测研究站开展,研究站位于辽河平原的中心地带(41° 31' N, 123° 24' E),年均温7~8℃,无霜期147~164 d,年均降水量650~700 mm。试验选择草炭土作为盆栽基质,添加剂为蚯蚓粪和蚯蚓粪配施生物表面活性剂鼠李糖脂。蚯蚓粪有机肥(VC)为采用菌糠:牛粪=2:8的养殖料饲养蚯蚓获得;鼠李糖脂溶液(RL)由本团队扩繁菌株制备获得。测定鼠李糖脂溶液浓度,计算盆栽种植的添加剂用量。先布置小白菜种植试验;根据小白菜种植试验结果,选定低浓度鼠李糖脂,布置生菜种植试验。

小白菜种植试验设置5个处理,分别为无肥对照(CK)、蚯蚓粪(VC)和蚯蚓粪配施低、中、高3种浓度生物表面活性剂鼠李糖脂(0.027%, RLa; 0.054%, RLb; 0.108%, RLc)。生菜种植试验设置3个处理,分别为无肥对照(CK)、蚯蚓粪(VC)和蚯蚓堆肥配施低浓度(0.027%)鼠李糖脂(VCR)。将基质干重10%的蚯蚓粪与一定数量的鼠李糖脂溶液混合,将二者的混合物与基质混合置于塑料盆(直径25 cm、深25 cm)下半部,避免移栽苗根系直接接触,每盆装土3000 g(以干土计)。每个处理设4次重复,随机区组排列。出苗20 d后定苗4株,按常规管理措施进行播种、浇水等。

1.2 测定指标及其测定方法

生菜生长期进行叶片数、株高、叶面积、叶片叶绿素含量的测定,小白菜和生菜收获期测定叶片数、株高、叶面积、叶片叶绿素含量、维生素C含量、硝酸盐含量、可溶性蛋白含量、游离氨基酸含量、可滴定酸含量和可溶性糖含量。

用尺子测量株高,采用叶面积测定仪测量叶面

积;用叶绿素测定仪测定叶片的叶绿素含量。采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定叶片维生素C含量;采用紫外分光光度法测定硝酸盐含量;采用考马斯亮蓝G-250染色法测定可溶性蛋白含量;采用水合茚三酮比色法测定游离氨基酸含量;采用NaOH直接滴定法测定可滴定酸含量;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[18]。

1.3 数据处理

采用Excel 2010进行数据整理及表格绘制、Origin 2021作图、SPSS 20.0对数据进行统计分析,用Duncan法进行差异性检验($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 蚯蚓粪配施不同浓度鼠李糖脂对小白菜产量和生长指标的影响

相较于无肥对照(CK),蚯蚓粪(VC)及不同浓度鼠李糖脂配施蚯蚓粪处理(RLa、RLb和RLc)均显著提高了小白菜产量($P<0.05$),分别提高2.46、1.98、1.49及1.42倍(图1)。蚯蚓粪配施鼠李糖脂处理的小白菜产量与蚯蚓粪添加处理之间没有显著性差异,随着鼠李糖脂数量的增加,各处理产量有降低的趋势,但无显著性差异。

蚯蚓粪处理小白菜的叶片数显著高于无肥处理,蚯蚓粪配施鼠李糖脂处理高于无肥处理,但与蚯蚓粪以及无肥处理间差异不显著(图1)。VC处理小白菜的株高与无肥处理无显著性差异,蚯蚓粪配施不同浓度的鼠李糖脂处理均显著提高小白菜株高,分别提高了50%、44%和52%,不同数量鼠李糖脂配施蚯蚓粪处理间株高无显著性差异。VC处理与CK相比,小白菜的叶面积无显著性差异,RLb处理中小白菜叶面积显著高于VC处理和CK,分别提高了12.9%和38.1%,RLa和RLc处理与VC及CK间均无显著性差异。VC、RLb和RLc处理的小白菜叶绿素含量与无肥处理间无显著差异,仅RLa处理的小白菜叶绿素显著低于无肥处理(4.3%)。

与无肥处理相比,VC、RLa、RLb和RLc处理中,小白菜可溶性糖含量分别显著提高了1.06、1.66、1.22和1.55倍;可溶性蛋白含量分别显著提高了0.89、1.20、1.26和0.75倍;可滴定酸含量均显著提高56%(图2)。RLa、RLb和RLc处理小白菜的可溶性糖、可溶性蛋白和可滴定酸含量与VC

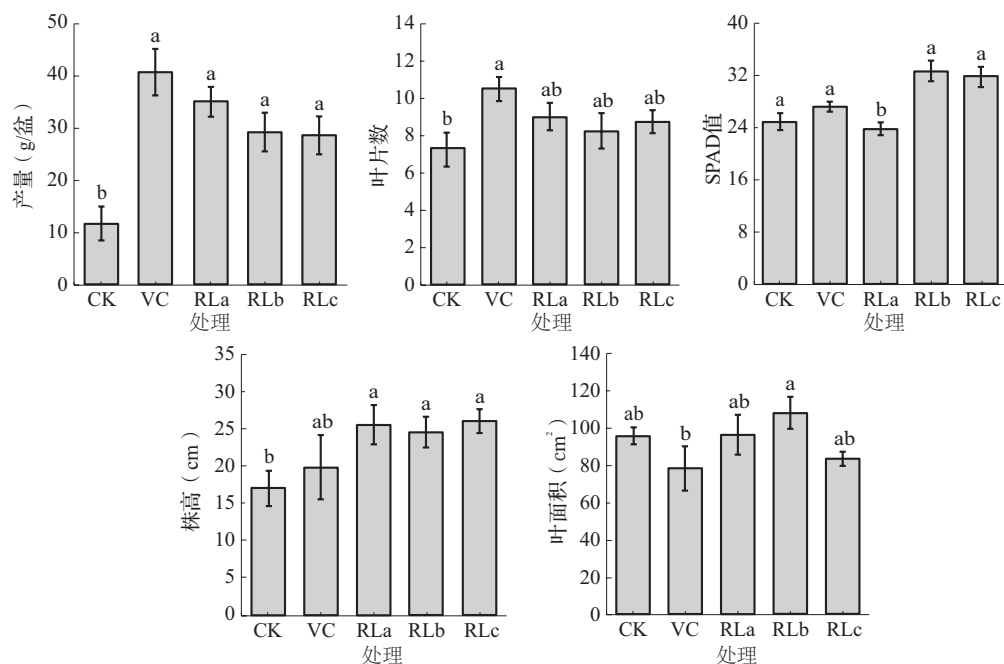


图1 不同浓度鼠李糖脂配施蚯蚓粪对小白菜产量和生长指标的影响

注: CK: 无肥对照; VC: 蚯蚓粪; RLa: 蚯蚓粪配施 0.027% 鼠李糖脂; RLb: 蚯蚓粪配施 0.054% 鼠李糖脂; RLc: 蚯蚓粪配施 0.108% 鼠李糖脂, 图2同。柱上不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

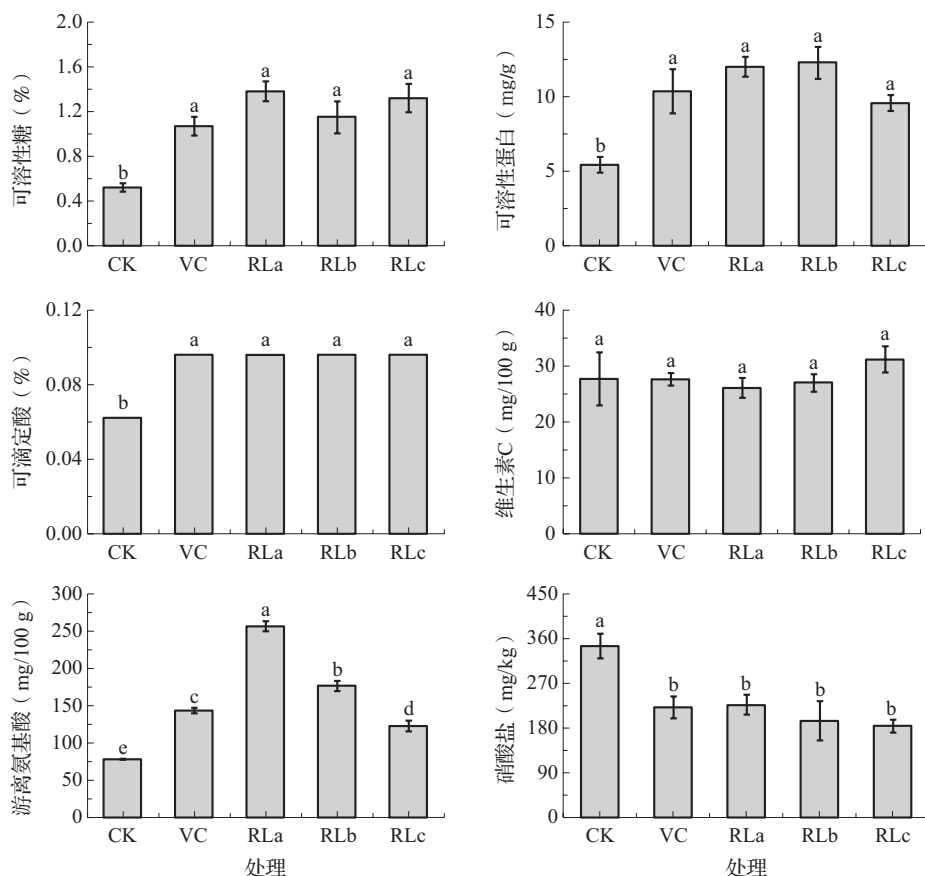


图2 不同浓度鼠李糖脂配施蚯蚓粪对小白菜品质的影响

处理间无显著性差异, CK、VC、RLa、RLb 和 RLc 处理小白菜中的维生素 C 含量无显著差异, VC、RLa、RLb 及 RLc 处理小白菜中的游离氨基酸含量均显著高于 CK, 其中 RLa 的处理小白菜的游离氨基酸含量最高, 提高了 2.27 倍, 随着鼠李糖脂浓度的增加, 小白菜的游离氨基酸呈现负增长。VC、RLa、RLb 和 RLc 处理与 CK 相比, 硝酸盐在小白菜中的累积均显著降低, 分别降低了 36%、35%、44% 和 47% (图 2), RLa、RLb 和 RLc 处理间无显著性差异。

2.2 蚯蚓粪配施鼠李糖脂生物表面活性剂对生菜生长及品质的影响

相比于无肥处理 (CK), 蚯蚓粪 (VC)、蚯蚓粪配施鼠李糖脂 (VCR) 处理都显著提升

了生菜的产量 ($P<0.05$), 分别提高了 1.19 和 1.34 倍, VC 与 VCR 二处理之间有显著性差异 (图 3)。

VC 处理的生菜在苗期叶片数显著高于 CK 处理, 但后期两者之间并无显著性差异, VC 和 VCR 处理生菜的株高都显著高于 CK, 分别提高了 44.5% 和 54.5% (图 3), VC、VCR 处理生菜的叶面积相比 CK 显著提高, 分别提高了 2.34 和 2.40 倍。生菜收获期, VCR 处理的叶片数显著高于 CK 处理, 提高了 46.4%; VCR 处理的株高显著提高了 37.0%, VCR 与 VC 处理间无显著性差异; 各处理间的叶面积无明显差异。在生菜全生育期, VCR 与 VC 处理间生菜的叶绿素含量与 CK 处理间无显著性差异 (图 3)。

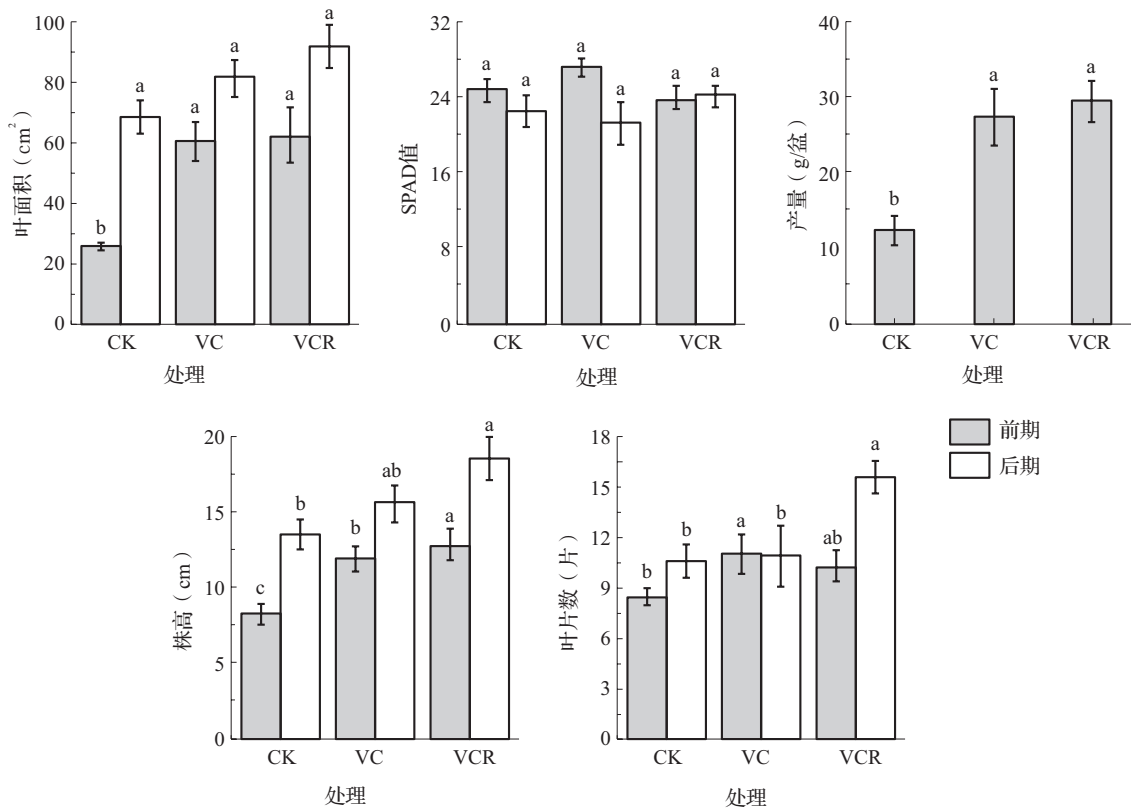


图 3 蚯蚓粪配施生物表面活性剂对生菜产量和生长指标的影响

注: CK: 无肥对照; VC: 蚯蚓粪; VCR: 蚯蚓粪复配 0.027% 鼠李糖脂。图 4 同。

相比于无肥处理, 蚯蚓粪处理和蚯蚓粪配施 0.027% 鼠李糖脂处理的生菜可溶性糖含量分别显著提高了 35% 和 46%, 可溶性蛋白含量分别显著提高了 1.46 和 2.13 倍, 可滴定酸含量分别显著提高

了 75% 和 87%, 但处理间差异不显著 (图 4)。VC、VCR 处理显著降低了生菜的硝酸盐含量, 分别降低了 48% 和 62%。VC 和 VCR 处理中, 生菜维生素 C 和游离氨基酸含量与 CK 处理间无显著性差异。

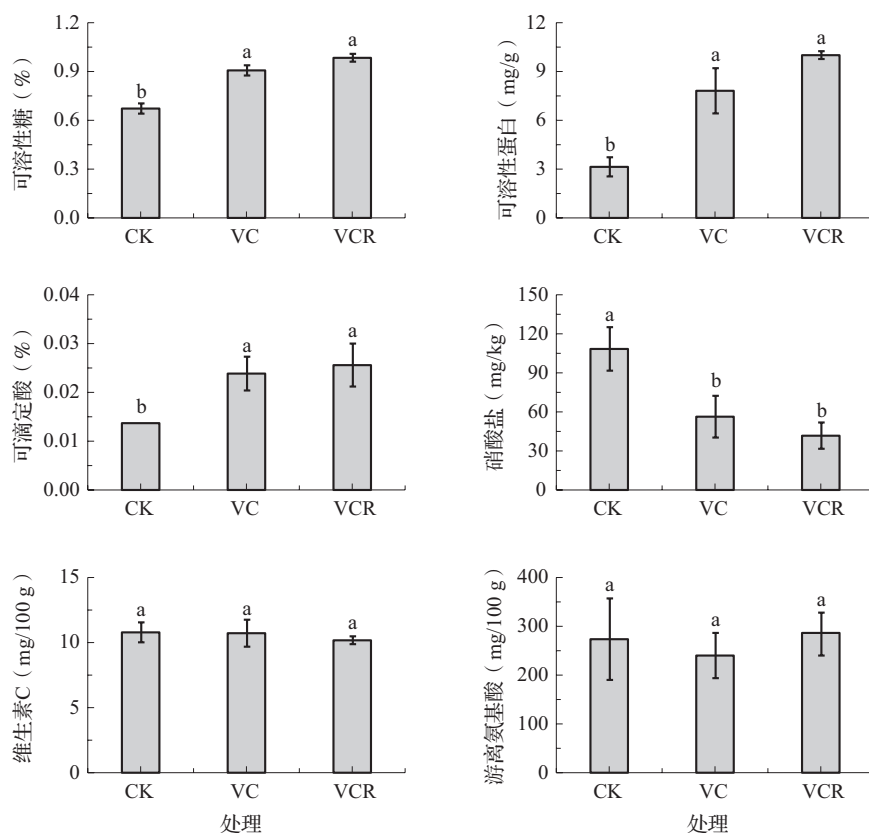


图4 蚯蚓粪配施生物表面活性剂对生菜品质的影响

3 讨论

本研究结果与前人对草莓、黄瓜、番茄、生菜等多种作物的研究结果相符^[19-22]。施用蚯蚓粪显著促进了小白菜和生菜产量、生长和品质,显著增加了可溶性糖、可溶性蛋白、可滴定酸及游离氨基酸含量的同时降低了硝酸盐含量,证明了蚯蚓粪的肥效。作物生长和品质的提升主要是由于蚯蚓粪能够提供作物生长所需要的氮、磷、钾元素以及多种微量元素。蚯蚓粪中含多种有益微生物如光合菌群及放线菌群等,同时富含腐殖酸、吡啶乙酸以及细胞分裂素等物质,对生菜和小白菜的生长和产量有较好的促进作用,同时提高其品质^[23]。蚯蚓粪对土壤的物理结构进行改善,提高了土壤的孔隙度,促进作物更好地生长^[24]。

与单施蚯蚓粪处理相比,蚯蚓粪配施鼠李糖脂有降低小白菜产量的趋势,对生菜产量无显著影响。该结果表明本试验采用的鼠李糖脂数量不利于作物产量的增加。蚯蚓粪配施鼠李糖脂处理中,仅游离氨基酸含量显著高于单施蚯蚓粪处理,其余品质指标与单施蚯蚓粪处理无显著性差异。推测可能是因为小

白菜和生菜的生长周期过短,可滴定酸、可溶性糖、维生素C含量过低,或者是因为鼠李糖脂的施用方式不适宜,因此鼠李糖脂与蚯蚓粪配施作用效果不显著,还需要进一步研究。

低、中浓度鼠李糖脂配施蚯蚓粪相比单施蚯蚓粪增加了小白菜中游离氨基酸的含量,游离氨基酸的增加可能与土壤中参与氮循环酶的增加有关,硝酸盐还原成亚硝酸盐的可能性随着硝酸还原酶的增加而相应的增加。增加的亚硝酸盐在亚硝酸盐还原酶和6-铁氧还原酶的作用下进一步被还原成铵,铵可以参与氨基酸和蛋白质的合成^[25]。而Helle等^[26]发现,表面活性剂能够增强细胞膜的渗透性,促进酶的释放。蚯蚓粪中富含大量有益微生物,能够使土壤中难以利用的氮、磷、钾转化为可利用的氮、磷、钾,同时可以分泌促进植物生长的生长激素,促进作物生长的同时起到提高作物抗病性的作用。同时蚯蚓粪还可以提高土壤中的酶活性,特别是具有防御作用的防御酶系,以此来限制病原菌的生长^[27]。蚯蚓粪肥在一定程度上具有药肥的潜力,将其与多种生物农药如抗生素农药、昆虫生长调节剂及苏云金杆菌、印楝素等结合,能够起到药肥合

一的效用。

鼠李糖脂可抑制作物病原体, 改变土壤微生物群落结构, 并固定作物根系中的微量元素^[28], 在农业行业有一定的应用前景, 但鼠李糖脂在农业上的应用方法还需要进一步探究。目前关于鼠李糖脂在农业上的应用, 尤其是在作物品质及产量上的应用还较少, 大多停留在叶面肥阶段, 作为微量元素肥料助剂提高植物叶面对养分的吸收^[7], 本研究将鼠李糖脂与蚯蚓粪直接配施以期能够探究鼠李糖脂应用于微生物肥料助剂, 降低作物发病率, 达到增产增效的目的。

4 结论

本研究表明, 相比于对照, 蚯蚓粪能够显著提高小白菜和生菜的产量, 增加可溶性糖、可滴定酸、可溶性蛋白以及游离氨基酸的含量, 同时降低硝酸盐的累积。将蚯蚓粪和鼠李糖脂进行配施, 鼠李糖脂配施蚯蚓粪较单施蚯蚓粪能显著提高小白菜游离氨基酸的含量, 低浓度鼠李糖脂配施蚯蚓粪效果最好。鼠李糖脂配施蚯蚓粪较对照能显著提高小白菜和生菜的产量、叶面积、可溶性糖、可溶性蛋白和可滴定酸, 同时能够显著降低硝酸盐含量, 较蚯蚓粪处理无显著性差异。因此, 利用鼠李糖脂作为肥料助剂与蚯蚓粪配施作为底肥对作物品质有一定的提高, 但在产量上无明显提升效果, 鼠李糖脂与蚯蚓粪的复配方式及对作物的影响机理还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Bergstrom S, Theorell H, Davide H. On a metabolic product of *Ps. pyocyanea*, pyolipic acid, active against *Myobact. tuberculosis* [J]. *Arkiv. Kemi. Mineral. Geol*, 1946, 23: 1–12.
- [2] Gajalakshmi S, Abbasi S A. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia*, and on several vegetables [J]. *Bioresource Technology*, 2002, 85 (2): 197–199.
- [3] Wang J F, Bao H Y, Pan G D, et al. Combined application of rhamnolipid and agricultural wastes enhances PAHs degradation via increasing their bioavailability and changing microbial community in contaminated soil [J]. *Journal of Environmental Management*, 2021, 294: 112998.
- [4] 巩志金, 车程川, 杨革, 等. 铜绿假单胞菌发酵产鼠李糖脂生物表面活性剂的方式及条件研究 [J]. *中国酿造*, 2017, 36 (10): 130–134.
- [5] De S, Malik S, Ghosh A, et al. A review on natural surfactants [J]. *RSC Advances*, 2015, 5 (81): 65757–65767.
- [6] 张培萃. 鼠李糖脂水溶肥料对苹果农艺性状及产量的影响 [J]. *农业科技通讯*, 2014 (10): 137–139.
- [7] 刘雅, 蔡光容, 于伟, 等. 生物表面活性剂鼠李糖脂对大豆叶面肥喷施效果的影响 [J]. *大豆科学*, 2018, 37 (3): 378–384.
- [8] 刘菊. 鼠李糖脂对西瓜枯萎病防治作用的研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [9] 杨莹攀. 鼠李糖脂对盐渍化棉田土壤理化特性及棉花生长的影响 [D]. 塔里木: 塔里木大学, 2021.
- [10] Atiyeh R M, Subler S, Edwards C A, et al. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil [J]. *Pedobiologia*, 2000, 44 (5): 579–590.
- [11] 单颖, 赵凤亮, 林艳, 等. 蚯蚓粪对土壤环境质量和作物生长影响的研究现状与展望 [J]. *热带农业科学*, 2017 (6): 11–17.
- [12] 徐立明. 蚯蚓在环境保护中的作用 [J]. *农业环境科学学报*, 1984 (4): 25–27.
- [13] 胡哲伟, 金淑, 应蓉蓉, 等. 蚓粪和益生菌配施对土壤微生物生物量及酶活性的影响 [J]. *江苏农业科学*, 2021, 49 (11): 7.
- [14] Ravindran B, Lee S R, Chang S W, et al. Positive effects of compost and vermicompost produced from tannery waste–animal fleshing on the growth and yield of commercial crop–tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) plant [J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 234 (15): 154–158.
- [15] Shi Y J, Wang Z Y, Wang Y R. Optimizing the amount of pig manure in the vermicomposting of spent mushroom (*Lentinula*) substrate [J]. *PeerJ*, 2020, 8: 10584.
- [16] Zuo Y, Zhang J, Zhao R, et al. Application of vermicompost improves strawberry growth and quality through increased photosynthesis rate, free radical scavenging and soil enzymatic activity [J]. *Scientia Horticulturae*, 2018, 233: 132–140.
- [17] 刘丽, 郭宝贝, 刘娟桃, 等. 蚯蚓粪肥对‘玉露香梨’果实品质及土壤理化性状和酶活性的影响 [J]. *中国农学通报*, 2019, 35 (20): 38–43.
- [18] 王学奎, 黄见良. 植物生理生化实验原理与技术 3 版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [19] 吴珏, 李建勇, 刘娜. 蚯蚓粪有机肥对番茄产量、品质和土壤化学性质的影响 [J]. *上海农业学报*, 2018, 34 (4): 16–19.
- [20] 郑世英, 郑建峰, 王宝泉, 等. 蚯蚓粪对草莓土壤肥力及产量和品质的影响 [J]. *北方园艺*, 2017 (10): 16–20.
- [21] 冯腾腾, 黄怀成, 陈飞, 等. 不同蚯蚓粪施用量对连作黄瓜农艺性状, 产量和品质的影响 [J]. *南方农业学报*, 2018, 49 (8): 1575–1580.
- [22] 范美蓉, 刘强, 荣湘民, 等. 有机无机复混肥对茼蒿产量和品质的影响 [J]. *湖南农业大学学报 (自然科学版)*, 2005

- (3): 331–334.
- [23] Wei Y Y, Shu B M, Kang T U. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2012, 40 (4): 411–441.
- [24] 刘一凡, 杨丽娟, 王红, 等. 蚯蚓粪肥在农业生产中的应用效果及研究进展 [J]. *土壤通报*, 2021, 52 (2): 474–484.
- [25] Kyaing M S, 顾立江, 程红梅. 植物中硝酸还原酶和亚硝酸还原酶的作用 [J]. *生物技术进展*, 2011, 1 (3): 6.
- [26] Helle S S, Duff S J B, Cooper D G. Effect of surfactants on cellulose hydrolysis [J]. *Biotechnology & Bioengineering*, 2010, 42 (5): 611–617.
- [27] Amooaghaie R, Golmohammadi S. Effect of vermicompost on growth, essential oil, and health of *Thymus Vulgaris* [J]. *Compost Science & utilization*, 2017, 25 (3): 1–12.
- [28] Chen J, Wu Q, Hua Y, et al. Potential applications of biosurfactant rhamnolipids in agriculture and biomedicine [J]. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 2017 (101): 8309–8319.

Effects of vermicompost and rhamnolipid on soil enzyme activities and microbial community structure

CHEN Bin^{1, 2}, ZHANG Ying¹, WANG Shu-qiang^{1, 3}, HAN Si-qin¹, BAO Hong-xu², ZHANG Yu-lan^{1*} (1. Shenyang Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang Liaoning 110016; 2. School of Environment, Liaoning University, Shenyang Liaoning 110036; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: To investigate the effects of vermicompost with rhamnolipid on the quality of cabbage and lettuce, by investigate the effects of vermicompost and rhamnolipid (0.027%, 0.054% and 0.108%) on the yield, growth and quality of cabbage and lettuce based on pot trials. The results showed that the application of vermicompost with rhamnolipid improved the quality of cabbage and lettuce to different degrees, and the yield, leaf area, soluble sugar, soluble protein and titratable acid of cabbage and lettuce were significantly higher in the vermicompost with rhamnolipid treatment compared to the no-fertilizer treatment. Yield, soluble sugars, soluble protein, titratable acid and nitrate content of cabbage and lettuce were not significantly different between the vermicompost and rhamnolipid treatments. As the concentration of rhamnolipid increased, the yield of cabbage in the vermicompost treatment with rhamnolipid showed a decreasing trend, but did not reach a significant difference. The vermicompost treatment with rhamnolipids significantly increased the free amino acid content of cabbage compared to the vermicompost treatment. To sum up, the combination of earthworm manure and rhamnolipids has a significant effect on improved vegetable yield, there was no significant difference in the effect of vermicompost with rhamnolipid and vermicompost on the yield and quality of vegetables, and the effectiveness of vermicompost was not reduced by the two treatments, indicating that the combination of earthworm manure and rhamnolipids has the feasibility of drug fertilizer of drug fertilizer development.

Key words: vermicomposting; biosurfactants; leafy vegetables; quality