

doi:10.11937/bfyy.20165045

不同浓度光合细菌对水培油麦菜 产量及品质的影响

穆金艳, 赵兰枝, 王振宇

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

摘 要:以油麦菜幼苗为试材,通过水培的方式,采用不同浓度(200 mL 光合细菌菌剂+3 800 mL 营养液、400 mL 光合细菌菌剂+3 600 mL 营养液、600 mL 光合细菌菌剂+3 400 mL 营养液、800 mL 光合细菌菌剂+3 200 mL 营养液、1 000 mL 光合细菌菌剂+3 000 mL 营养液)的光合细菌进行处理,以 4 000 mL 营养液为对照,通过对水培油麦菜的叶片数、鲜质量、根活力、维生素 C、可溶性糖、可溶性蛋白质、硝酸盐含量进行分析比较,研究了不同浓度光合细菌对水培油麦菜产量及品质的影响。结果表明:600 mL 光合细菌菌剂+3 400 mL 营养液处理的效果最好,与 CK 相比,叶片数增加了 62.66%,鲜质量增加了 139.7%,根系活力增加了 132.04%,维生素 C 含量增加了 18.34%,可溶性蛋白质含量增加了 16.60%,可溶性糖含量增加了 192.37%,硝酸盐含量减少了 69.44%。600 mL 光合细菌菌剂+3 400 mL 营养液处理保证了水培油麦菜的产量,又降低了硝酸盐含量,提高了油麦菜的品质。

关键词:光合细菌;油麦菜;硝酸盐;产量和品质

中图分类号:S 636.9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)15-0056-05

油麦菜(*Lactuca sativa* L.)属菊科莴苣属植物,别名莴麦菜,又叫苦菜、生菜,是以嫩梢、嫩

叶为产品的尖叶型叶用莴苣^[1]。油麦菜营养丰富、适应性强、生长周期短,是无土栽培研究的模式植物之一,也是生产规模较大的水培绿叶蔬菜之一^[2]。

光合细菌(photosynthetic bacteria, PSB)是一类以光作为能源,可进行不放氧光合作用的微生物。广泛存在于自然界的水田、江河、湖泊、海洋、活性污泥及土壤内,在厌氧光照或好氧黑暗条件下,利用自然界中的硫化物、氨、有机物等作为

第一作者简介:穆金艳(1986-),女,硕士,助理实验师,研究方向为园艺植物生物技术。E-mail: mujinyan135@126.com.

责任作者:赵兰枝(1964-),女,高级实验师,研究方向为园艺植物无土栽培与生理生化。E-mail: zhaolz123@163.com.

收稿日期:2017-02-28

different stages was influenced by different nutrients application during the whole growing period. Appropriate application of N, P and K could promote the formation of fruit and increase the accumulation rate of dry matter in fruit, further on providing the material basis for seed formation. Appropriate application of N, P and K also improved the transportation of dry matter, yield and quality.

Keywords: seed pumpkin (*Cucurbita*); dry matter transportation; dry matter accumulation; nutrients management

供氢体兼碳源^[3-4]。光合细菌在不同的自然条件下具有固氮、固碳、脱氢、氧化硫化物等多种功能^[5]。目前光合细菌在水产养殖业、畜牧业、种植业、有机废水处理、新能源开发利用、食品、化妆品、医药保健等领域得到广泛应用^[6]。光合细菌在蔬菜生产方面的应用较广泛^[7-10]，郭旭耀等^[9]研究表明加入光合细菌提高了番茄的生长速度，开花提前 12 d 左右。赵彩霞等^[10]研究发现光合细菌可以显著提高水培油菜的产量和品质。但关于光合细菌对水培油菜产量和品质的影响尚鲜见报道。该试验通过研究不同浓度光合细菌对水培油麦菜产量和品质的影响，以期生产高品质水培油麦菜提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试特高产尖叶油麦菜(*Lactuca sativa* var. *ramosa*)幼苗采自长垣鸿志有限公司的温室育苗棚。供试菌剂为 BM 光合细菌(鹤壁市百惠生物科技有限公司生产)，主要成分是沼泽红假单胞菌、莢膜红假单胞菌、球形红假单胞菌等。BM 光合细菌溶液性状为红褐色或者紫红色液体，稀释菌数为 10^{12} 个 \cdot L⁻¹。供试营养液采用 1/2 日本园式配方^[11]和通用微量元素营养配方(表 1)。

表 1

营养液配方

mg \cdot L⁻¹

日本园式配方			
大量元素	用量	大量元素	用量
Ca(NO ₃) ₂ \cdot 4H ₂ O	945	NH ₄ H ₂ PO ₄	153
KNO ₃	809	MgSO ₄ \cdot 7H ₂ O	493
通用微量元素配方			
微量元素	用量	微量元素	用量
EDTA-2NaFe	20.00	MnSO ₄ \cdot 4H ₂ O	2.13
H ₃ BO ₃	2.86	ZnSO ₄ \cdot 7H ₂ O	0.22
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ \cdot 4H ₂ O	0.02	CuSO ₄ \cdot 5H ₂ O	0.08

1.2 试验方法

试验于 2015 年在河南科技学院园艺园林学院水培实验室进行。选择 3~4 片真叶期大小一致的油麦菜幼苗进行根部预培养，清洗根部，剪去过长的根系和残根。用 800 倍的多菌灵消毒 10 min，晾干后在 500 倍生根粉中浸泡 10 min。在漂浮板上打孔(15 cm \times 15 cm)，每孔定植 2 株，放在营养液槽中进行水培驯化。驯化 6 d 后培养出水生根，采用水培方式进行不同处理。

随机区组设计，设置 5 个处理，处理 1(200 mL 光合细菌菌剂+3 800 mL 营养液)、处理 2(400 mL 光合细菌菌剂+3 600 mL 营养液)、处理 3(600 mL 光合细菌菌剂+3 400 mL 营养液)、处理 4(800 mL 光合细菌菌剂+3 200 mL 营养液)、处理 5(1 000 mL 光合细菌菌剂+3 000 mL 营养液)，以 4 000 mL 营养液为对照(CK)，每处理 20 株，重复 3 次。在培养过程中，每天通气 2 次，上下午各 1 次，每次 2 h；每 10 d 更换一次营养液；培养温度 15~25 $^{\circ}$ C。培养 1 个月收获，随机取

样 10 株对形态指标、生理指标、品质指标进行测定。

1.3 项目测定

鲜质量采用直接称重法测定；根活力采用 TTC 法测定^[12]；维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定^[12]；可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定^[13]；可溶性糖含量采用蒽酮法测定^[14]；硝酸盐含量采用水杨酸硫酸比色法测定^[14]。以上指标均重复测定 3 次，取平均值。

1.4 数据分析

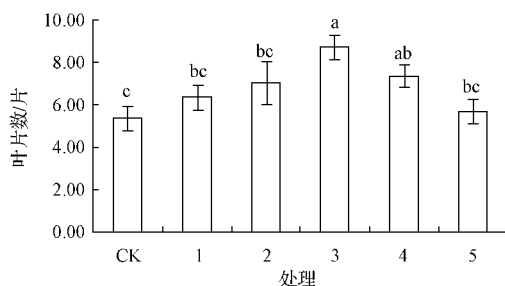
采用 Excel 2003 软件对试验数据进行处理，采用 DPS v7.5 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜叶片数及鲜质量的影响

从图 1、2 可以看出，水培油麦菜在不同浓度光合细菌的处理下，对其叶片数和鲜质量有一定

的影响,叶片数和鲜质量均呈先升高后降低的趋势。处理3的叶片数最多,为8.83片,与对照相比,增加了62.66%,除处理4外,处理3与其它处理相比差异显著(图1)。处理1与处理2之间水培油麦菜鲜质量差异不显著,处理3和处理4之间不显著,除了处理5以外,其它处理与对照之间的鲜质量差异均达到显著水平;处理3的鲜质量最高,为72.12 g,与对照相比,处理3增加了139.7%,处理4增加了118.19%(图2)。



注:不同小写字母表示0.05水平显著差异。下同。

图1 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜叶片数的影响

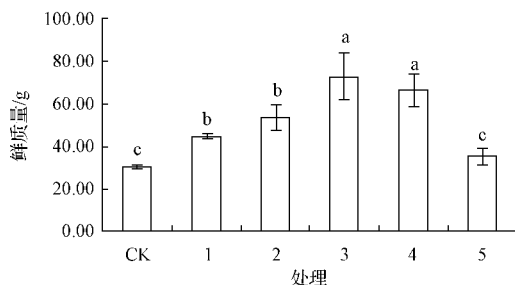


图2 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜鲜质量的影响

2.2 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜根活力的影响

植物根系是吸收与合成最活跃的器官,根系活力越高,地下部活动就越旺盛,能够源源不断的吸收矿质元素,以满足地上部的生长^[15]。从图3可以看出,光合细菌可以明显的提高水培油麦菜的根系活力,各处理与对照之间的根活力差异均达到显著水平。在一定范围内,随着光合细菌量的增加,根活力的强度也逐渐增加,处理3根活力最强,与对照相比根活力增加了132.04%。处理4和处理5根系活力随着光合细菌量的增加而呈

下降趋势,但这2个处理的根系活力仍然比对照的根系活力强。说明光合细菌的营养物质有利于根系对养分的吸收和利用,从而提高了水培油麦菜的根系活力。

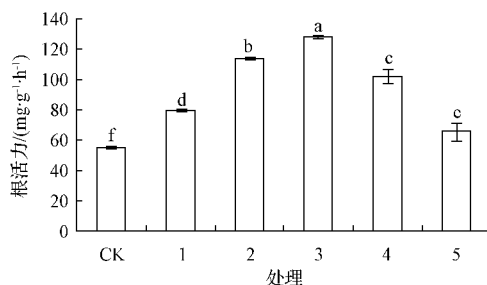


图3 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜根系活力的影响

2.3 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜维生素C含量的影响

维生素C又称抗坏血酸,是人类体内必需的营养素,对某些有毒物质有解毒作用,能增强人体免疫功能,具有抗衰老、防癌抗癌等作用^[12]。由图4可以看出,与对照相比,加入不同浓度的光合细菌后,油麦菜维生素C含量显著提高。处理3的维生素C含量最高,为230.26 mg·kg⁻¹,比对照增加了18.34%,处理2的维生素C含量最低,为198.82 mg·kg⁻¹,比对照增加了2.26%。虽然处理4与处理5的维生素C含量随光合细菌浓度的增加呈下降趋势,但其维生素C含量仍显著高于对照。由此说明光合细菌中的营养物质可以提高水培油麦菜的维生素C含量。

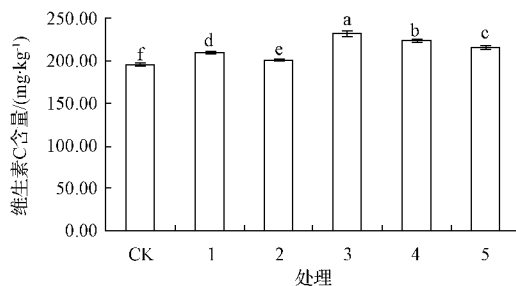


图4 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜维生素C含量的影响

2.4 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜可溶性蛋白质含量的影响

从图5可以看出,加入光合细菌后,各处理与

对照可溶性蛋白质含量均差异显著,处理 1、4、5 的可溶性蛋白质含量显著低于对照,与对照相比分别降低了 14.09%、11.22%、6.12%。处理 3 可溶性蛋白质含量最高,为 $6.48 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比对照增加了 16.60%,处理 2 次之,比对照增加了 9.81%。

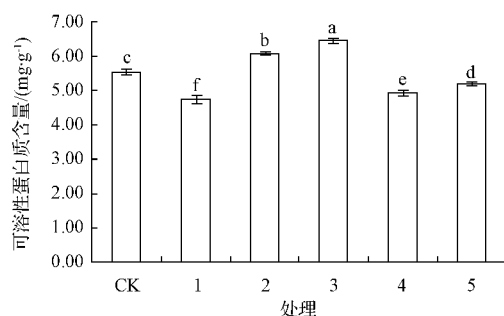


图 5 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜可溶性蛋白质含量的影响

2.5 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜可溶性糖含量的影响

从图 6 可以看出,随着光合细菌浓度的增加可溶性糖含量呈先增加后下降的趋势。各处理与对照之间可溶性糖含量的差异均达到显著水平,其中处理 3 的可溶性糖含量最高,为 $0.40 \text{ g} \cdot (100\text{g})^{-1}$,比对照增加了 192.37%。处理 2 与处理 5 的可溶性糖含量差异不显著,但显著高于对照,分别增加了 85.88%和 75.04%。

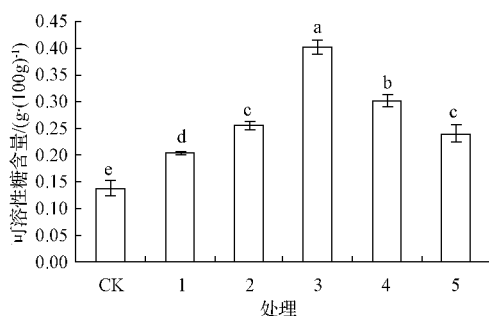


图 6 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜可溶性糖含量的影响

2.6 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜硝酸盐含量的影响

从图 7 可以看出,经过不同浓度光合细菌处理后,各处理和对照之间硝酸盐含量的差异均达

到显著水平。在一定浓度范围内,随着光合细菌浓度的增加水培油麦菜硝酸盐含量呈先下降后上升的趋势,处理 3 硝酸盐含量达到最低,与对照相比降低了 69.44%。该试验结果说明光合细菌可以降低水培油麦菜硝酸盐的含量。

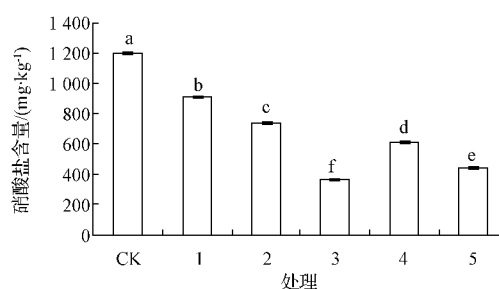


图 7 不同浓度的光合细菌对水培油麦菜硝酸盐含量的影响

3 结论

该试验结果表明,与对照相比在营养液中加入不同浓度的光合细菌,水培油麦菜的叶片数、鲜质量、根系活力均有增加,说明加入光合细菌后可以显著的提高水培油麦菜的产量。此外,与对照相比,在营养液中加入不同浓度的光合细菌,水培油麦菜的维生素 C 含量、可溶性糖含量均有增加,并且硝酸盐含量也有所减少。综合试验结果,600 mL 光合细菌菌剂+3 400 mL 营养液处理的效果最好。说明光合细菌不仅可以提供丰富的营养物质,有利于水培油麦菜的生长发育,更重要的是在提高水培油麦菜产量的同时,减少了油麦菜中硝酸盐的含量,提高了油麦菜中主要营养成分的含量。

参考文献

- [1] 张振贤. 蔬菜栽培学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003:400-408.
- [2] 王晋,周相助,胡海非,等. 硝态和铵态氮配比对水培油麦菜苗期生长及生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2016, 36(3): 542-550.
- [3] 魏玉利. 光合细菌的培养及应用[J]. 生命科学仪器, 2007, 5(3):27-30.
- [4] 韩杰,孟军. 光合细菌在水产养殖中的应用研究进展[J]. 现代畜牧兽医, 2006, 33(7):68-70.
- [5] WU J, BAUER C E. RegB/RegA, aobal redox responding two-component system[J]. Adv Exp Med Biol, 2008, 631:131-148.

- [6] 韩梅,陈锡时,张良,等. 光合细菌研究概况及其应用进展[J]. 沈阳农业大学学报,2002,33(5):387-389.
- [7] 武丽娜. 光合细菌对水培黄瓜苗期生长的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(11):6409-6410,6477.
- [8] 赵彩霞,洪坚平. 光合细菌对水培蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 科技情报开发与经济,2007,17(10):150-153.
- [9] 郭旭耀,赵彩霞. 光合细菌对水培番茄生长性状影响的研究[J]. 山西农业科学,2007,35(8):38-41.
- [10] 赵彩霞,洪坚平. 光合细菌对水培油菜产量和品质影响的研究[J]. 山西农业科学,2007,35(7):36-41.
- [11] 温清琴. 不同浓度营养液对油麦菜生长的影响[J]. 长江蔬菜学术版,2009(8):55-56.
- [12] 乔富廉. 植物生理学实验分析测定技术[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002(8):133-135.
- [13] 张志良,瞿伟菁,李小芳. 植物生理学实验指导[M]. 4版. 北京:高等教育出版社,2009:264-265.
- [14] 敏琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业社,2000:126-128.
- [15] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2004:15-17.

Effects of Different Concentrations of Photosynthetic Bacteria on Yield and Quality of *Lactuca sativa* L.

MU Jinyan, ZHAO Lanzhi, WANG Zhenyu

(School of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract: Leaf lettuce seedlings of *Lactuca sativa* L. was used as test materials, through the way of hydroponic, using different concentrations of photosynthetic bacteria (200 mL photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 800 mL nutrient solution, 400 mL nutrient photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 600 mL nutrient solution, 600 mL nutrient photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 400 mL nutrient solution, 800 mL nutrient photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 200 mL nutrient solution, 1 000 mL nutrient photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 000 mL nutrient solution), taking 4 000 mL nutrient solution as control. Number of lettuce leaves, fresh mass and root vigor, vitamin C, soluble sugar, soluble protein, nitrate content were analyzed, effects different concentrations of photosynthetic bacteria on yield and quality in hydroponic lettuces were studied. The results showed that the processing effect of 600 mL photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 400 mL nutrient solution was the best, compared with CK, leaf number increased by 62.66%, fresh quality increased by 139.7%, and root activity increased by 132.04%, vitamin C content increased by 18.34%, soluble protein content increased by 16.60%, soluble sugar content increased by 192.37%, and nitrate content decreased by 69.44%. The treatment of 600 mL photosynthetic bacteria bacterium agent + 3 400 mL nutrient ensured the hydroponic production of leaf lettuce and reduced the nitrate content, at the same time it could improve the quality of the leaf lettuce.

Keywords: photosynthetic bacteria; *Lactuca sativa* L.; nitrate; yield and quality