



高鹤, 元玉昆. 荧光假单胞菌对东北山樱幼苗光合特性及生长的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2021(4): 25-28, 43.

荧光假单胞菌对东北山樱幼苗光合特性及生长的影响

高 鹤¹, 元玉昆²

(1. 辽宁省林业发展服务中心, 辽宁 沈阳 110036; 2. 山东省林业科学研究院, 山东 济南 250014)

摘要:为探究荧光假单胞菌的作用机制, 本文通过盆栽外源根际接种试验, 利用便携式 CIRAS-II 型光合测定系统测定 4 株荧光假单胞菌菌株接种对东北山樱幼苗叶片净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度、饱和水汽压差以及生长指标的影响。结果表明: 与对照相比, 3-7-2 处理能够显著提高净光合速率、蒸腾速率和气孔导度, 分别提高 19.1%、40.0% 和 48.3%, 茎粗净生长量极显著高于对照 121.7%, 株高净生长量也显著高于对照。3-8-2 处理较对照显著提高净光合速率、蒸腾速率、气孔导度和饱和水汽压差, 分别提高 20.3%、40.0%、47.6% 和 4.7%, 株高净生长量、茎粗净生长量、叶宽、叶片长度均极显著高于对照。由此可知, 3-7-2 和 3-8-2 两菌株促生效果较为显著。

关键词:根际; 荧光假单胞菌; 促生细菌; 光合特性

东北山樱(*Cerasus suchulanensis* Kom.) 是东北山区野生树种, 主要分布在我国辽宁东部山区, 因其具有抗寒、嫁接成活率高、易于繁殖等特性, 作为樱桃砧木广泛应用于我国北方甜樱桃产区^[1]。近年来, 随着樱桃产业的发展, 栽培面积不断扩大, 常出现因根癌病多发而导致的根系功能下降、树势早衰、果实品质下降、甚至死亡等现象^[2]。除土壤、气候、栽培管理措施等主要因子外, 土壤微生物在植物根际的促生作用亦不容忽视^[3-8]。

对不同生长条件下东北山樱根际微生物的多年研究发现, 野生条件下东北山樱根际存在特异的微生物群落, 且在植株生长发育中发挥作用, 但并未对荧光假单胞菌作进一步研究^[1,9]。本试验

在前期研究基础上, 筛选出 4 株荧光假单胞菌, 制备菌悬液, 在植株根际接种, 从光合特性和生长发育的角度出发, 拟探究其作用机制, 以期为后续工作提供借鉴与参考。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验于 2014 年在沈阳农业大学果树试验基地进行, 菌株选用在东北山樱根际筛选出的促生细菌——荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*) 4 株优势菌株, 菌株代号: 2-1-1、3-7-1、3-7-2 和 3-8-2。幼苗为一年生实生苗, 于 1 月移栽入 16 cm×16 cm 黑色塑料营养钵中, 基质为含 25% 草炭的普通园土, 理化性质详见表 1。

表 1 基质理化性质

pH	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	有机质/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	碱解氮/($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	速效磷/($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	有效钾/($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
6.41±0.062	142±2.18	52±0.59	210.38±0.104	365±1.15	385±0.45

1.2 方法

1.2.1 菌悬液制备 挑取保存的菌株于牛肉膏蛋白胨培养基上, 28℃ 恒温条件下活化培养 24 h 后转接活化培养 24 h。取幼龄菌接种于液体培养基中恒温振荡加富培养, 待浑浊后离心, 取上清

液于 600 nm 处比色, 用灭菌水调节浓度, 使菌液 OD 值均保持在 0.4 左右。

1.2.2 菌液处理 挑选生长良好, 整齐一致的东北山樱一年生幼苗, 于 3 月 1 日开始用菌悬液进行灌根处理, 每钵 50 mL, 重复 10 株, 以等量无菌水处理作为对照(CK), 每隔 3 d 处理 1 次, 连续处理 30 d, 强化细菌在根际定殖。

1.2.3 测定项目及方法 从顶端数第 5~7 片功能叶, 利用便携式 CIRAS-II 型光合测定系统(英

收稿日期: 2020-12-19
第一作者: 高鹤(1982—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事林业技术推广工作。E-mail: hebe_0908@qq.com。

国)于 9:00—10:30,室温 25 ± 2 °C 时在开放气路模式下测定净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度和饱和水汽压差。

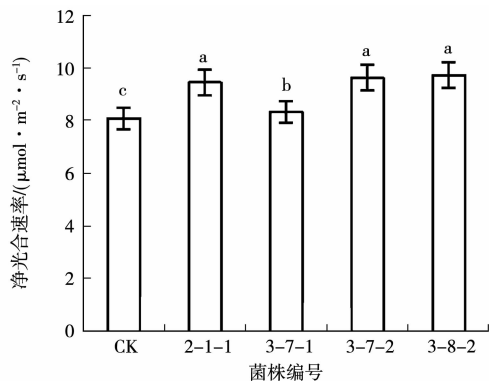
于灌根处理前、后洗去苗木基质,用米尺和游标卡尺分别测定株高、茎粗、叶柄长、叶片宽、叶片长和根系长,计算株高和茎粗净生长量、叶柄长、叶片宽、叶片长、根系长和根冠比。

1.2.4 数据分析 试验数据采用 Excel 2013 软件分析并作图。

2 结果与分析

2.1 荧光假单胞菌对幼苗光合特性的影响

2.1.1 叶片净光合速率 光合速率用单位时间内叶面积上光合作用吸收的 CO_2 量或放出的 O_2 量来表示。东北山樱一年生幼株在 4 株促生细菌作用下,如图 1 所示,净光合速率与对照比较 2-1-1、3-7-2 和 3-8-2 效果更为显著。说明为 3 株促生细菌可有效改善植物光合作用效能,促进东北山樱幼苗叶片的净光合速率,提高植物干物质积累,从而发挥促生作用。



注:不同小写字母代表 0.05 水平差异显著,下同。

图 1 荧光假单胞菌对叶片净光合速率的影响

2.1.2 叶片蒸腾速率 蒸腾速率是指植物在单位时间内叶面积蒸腾的水量。由图 2 可知,菌株 2-1-1、3-7-1、3-7-2 和 3-8-2 处理幼苗后,植株蒸腾速率比对照均有升高,其中 2-1-1 处理提高 23.8%, 3-7-1 提高 19.8%, 3-7-2 提高 40.0%, 3-8-2 提高 40.0%,可见 2-1-1、3-7-2 和 3-8-2 处理后显著高于对照,但 3-7-2 和 3-8-2 具有更为明显的优势,即促生效果更强;3-7-1 处理后与对照无显著差异。说明此相同类型的细菌对植物的影响存在差异,特别是在植物养分和水分存储和能量方面,可发挥促进或抑制的作用。

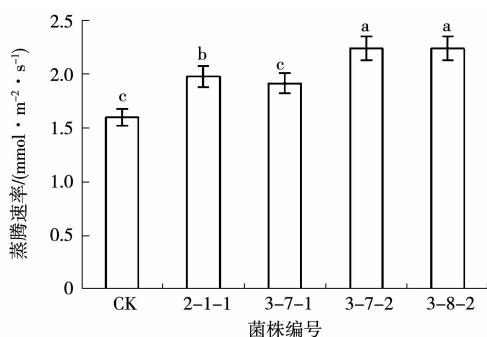


图 2 荧光假单胞菌对叶片蒸腾速率的影响

2.1.3 叶片气孔导度 植物气孔蒸腾包括两个步骤:第一步是水分从叶肉细胞壁蒸发,产生的水蒸气充满细胞间隙和气孔腔;第二步是水蒸气从气孔腔通过气孔扩散到大气中。气孔导度表示的是气孔的张开程度,影响光合作用和蒸腾作用,由图 3 可知,2-1-1、3-7-1、3-7-2 和 3-8-2 处理幼苗后植株气孔导度变化与蒸腾速率变化趋势相近,其中 2-1-1 提高 30.8%, 3-7-1 提高 2.7%, 3-7-2 提高 48.3%, 3-8-2 提高 47.6%,且 2-1-1、3-7-2 和 3-8-2 处理后显著高于对照,但 3-7-2 和 3-8-2 在促进植株的效果更为显著。

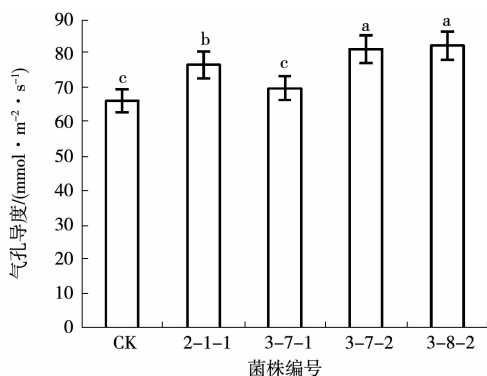


图 3 荧光假单胞菌对叶片气孔导度的影响

2.1.4 叶片胞间二氧化碳浓度 植物在进行光合作用过程中要将空气中的二氧化碳经气孔吸入到植物细胞内部,再通过自由扩散进入叶绿体完成光合作用,所以高效率的光合作用必伴随着较高的胞间二氧化碳浓度。由图 4 可知,菌株处理幼苗后植株胞间二氧化碳浓度均显著高于对照,分别为 2-1-1 提高 337.3%, 3-7-1 提高 240.2%, 3-7-2 提高 203.0%, 3-8-2 提高 103.0%,表现为 $2-1-1 > 3-7-1 > 3-7-2 > 3-8-2$,说明此 4 种细菌可显著促进植株对空气中二氧化碳的吸入。

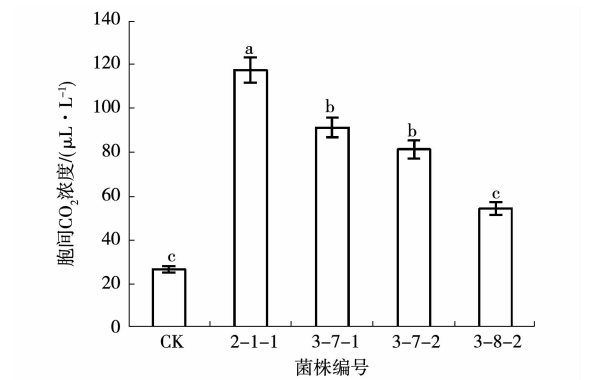


图4 荧光假单胞菌对叶片胞间二氧化碳浓度的影响

2.1.5 叶片饱和水汽压差 饱和水汽压差表示饱和的水汽压与空气中实际水汽压之差。由图5可知,各菌株处理后幼苗叶片的饱和水汽压差值表现为3-8-2>3-7-1>3-7-2>2-1-1,其中,3-7-1提高3.4%,3-7-2提高1.5%,3-8-2提高4.7%,且各菌株处理间差异不显著。

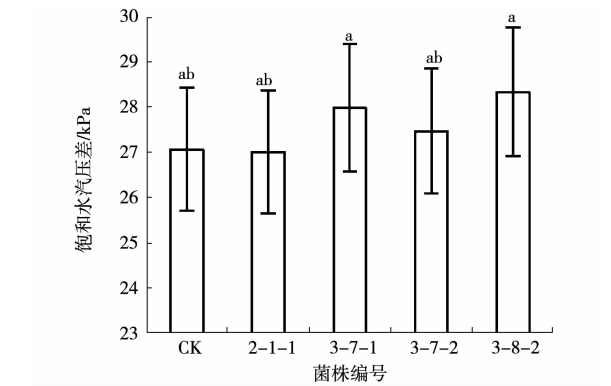


图5 荧光假单胞菌对叶片饱和水汽压差的影响

2.2 荧光假单胞菌对幼苗生长的影响

植物地上部分的生长情况,是评价促生细菌发挥其作用的关键。本试验对比了不同促生细菌对一年生东北山樱植株幼苗生长情况的影响,促生细菌对东北山樱生长发育的影响如表2所示。

表2 促生细菌对东北山樱幼苗生长发育的影响							
处理	株高净生长量/cm	茎粗净生长量/cm	叶柄长/cm	叶宽/cm	叶长/cm	根系长/cm	根冠比
CK	16.20±5.93 cC	0.350±0.72 bB	1.42±0.13 aA	4.70±0.73 cC	9.88±0.89 bB	16.80±0.98 aA	0.81±0.91 aA
2-1-1	16.80±2.77 cC	0.844±0.21 aA	1.17±0.08 cC	4.70±0.46 cC	8.87±0.43 cC	16.02±0.64 aA	0.79±0.66 aA
3-7-1	16.90±2.77 cC	0.820±0.60 aA	1.30±0.29 bB	5.02±0.47 bB	9.08±1.86 bB	15.64±0.94 bB	0.63±1.02 cC
3-7-2	19.60±4.88 bB	0.776±0.40 aA	1.36±0.26 aA	4.86±0.28 cC	9.24±0.66 bB	12.31±0.33 dD	0.75±0.34 bB
3-8-2	21.20±5.93 aA	0.772±0.72 aA	1.38±0.13 aA	5.78±0.73 aA	10.32±0.89 aA	13.27±0.67 cC	0.72±0.21 bB

注:不同大小写字母表示处理间差异显著性 $P<0.01$ 或 $P<0.05$ 。

与对照相比,2-1-1处理的茎粗净生长量极显著高于对照141.1%,叶柄长度和叶片长度极显著低于对照17.6%和10.2%,株高净生长量、叶宽和根系长度与对照无显著差异。3-7-1处理的茎粗净生长量极显著高于对照134.3%,叶宽极显著高于对照,叶柄长度和根系长度显著低于对照,根冠比极显著低于对照22.2%。3-7-2处理的茎粗净生长量极显著高于对照121.7%,株高净生长量极显著高于对照,根冠比极显著低于对照,根系长度极显著低于对照26.7%,其余指标与对照无显著差异。3-8-2处理的株高净生长量、茎粗净生长量、叶宽和叶片长度分别极显著高于对照30.9%、120.6%、23.0%和4.5%,根系长度极显著低于对照21.0%,根冠比极显著低于对照,叶柄长度与对照无显著差异。

3 讨论

根际是植物根系与环境进行营养物质的交换的重要场所,根系主动或被动吸收土壤中的营养物质并将其运送到地上部分用于植物生长发育,地上部将通过光合作用合成的有机物以根系分泌物的形式释放到土壤中^[3]。植物与土壤微生物在漫长的进化演替过程中,形成了较为复杂且具有特异性的微生物群落。Zipfel等^[10]研究发现,植物能通过细胞膜上的共生受体和共生菌分泌的共生因子识别菌群中可以与其建立共生关系的促生菌。Zamioudis等^[11]研究发现,不同的假单胞菌(Pseudomonas)在促进植物生长过程中,直接或间接地发挥着不可忽视的作用。数据显示,假单胞菌(菌株WCS417)定殖到拟南芥根际之后,促进其对土壤中三价铁的吸收,还能够诱导植物

产生对众多病原菌和植食性昆虫的广谱抗性;假单胞菌(菌株 PCL1391)能够产生吩噻类化合物抑制土壤中的致病真菌如尖孢镰刀菌^[12];假单胞菌(菌株 WCS358 和 WCS417)能够通过酸化根际环境来抑制免疫识别后的胞内信号转导^[13]。光合作用对植物至关重要,植物形态结构和生长发育都与之有直接或间接的关系。数据显示,菌株在东北山樱根际定植后,净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、饱和水汽压差等指标都有所提高,可见其在植物叶片光合作用和水分利用中起到了不可忽视的促进作用。与此同时,植株的生长指标也证明了此结论。通过试验可知,假单胞菌可能在植物有机物的合成转化、水分利用与生长发育等活动中扮演着更重要的角色,这与前人得到的结论相近^[10-15]。

4 结论

本试验中,不同荧光假单胞菌在接种后,对东北山樱幼苗的影响存在差异,2-1-1 菌株对东北山樱幼苗净光合速率和胞间二氧化碳浓度具有极显著促进作用,对蒸腾速率和气孔导度具有较显著促进作用。对植株的茎粗具有极显著的促进作用。3-7-1 对东北山樱幼苗净光合速率、胞间二氧化碳浓度具有较显著促进作用。对植株的茎粗具有极显著的促进作用。3-7-2 对东北山樱幼苗净光合速率、蒸腾速率和气孔导度具有极显著的促进作用,对胞间二氧化碳浓度具有较显著促进作用。对植株的茎粗具有极显著的促进作用,对株高具有显著促进作用。3-8-2 对东北山樱幼苗净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等具有极显著促进作用。对植株的株高、茎粗和叶宽、叶片长具有极显著的促进作用。

本试验利用根际施入的方法,探究根际促生细菌对东北山樱幼苗光合特性和生长的影响,施入促生细菌后,各菌株的作用效果存在差异。结果显示,菌株 3-8-2 和 3-7-2 有相对较好的促生效果。

参考文献:

[1] 秦嗣军,张硕,周文杰,等. 根际促生细菌对东北山樱幼苗光合特性及生长的影响[J]. 果树学报,2014(S1):98-102.

- [2] 罗贵斌,张建军,等. 起垄与药剂组合对樱花根癌病防效及生长的影响[J]. 北方园艺,2017(3):121-126.
- [3] 禹珂,王孝林,张学斌,等. 植物根系与益生菌相互作用的研究进展[J]. 植物生理学报,2020(11):2275-2287.
- [4] Hoang S A, Lamb D, Seshadri B, et al. Rhizoremediation as a green technology for the remediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soils[J]. Journal of Hazardous Materials, 2020(10):10-16.
- [5] 马源,张德罡. 草地根际过程对养分循环调控机制研究进展[J]. 草业学报,2020(11):172-182.
- [6] 黄芳芳,李勤,黄建安. 茶树根际微生物研究进展[J]. 茶叶科学,2020(6):715-723.
- [7] Raaijmakers J M, Paulitz T C, Steinberg C, et al. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms[J]. Plant and Soil, 2009, 321(1-2):341-361.
- [8] Poudel R, Jumpponen M M, et al. Rootstocks shape the rhizobiome: Rhizosphere and endosphere bacterial communities in the grafted tomato system[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2019(85):1765-1783.
- [9] 吕德国,高鹤,秦思军,等. 嫁接对东北山樱(*Cerasus sachalinensis* Kom.)根际微生物群落结构及多样性的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(10):82-87.
- [10] Zipfel C, Oldroyd G E D. Plant signalling in symbiosis and immunity[J]. Nature, 2017, 543: 328-336.
- [11] Zamioudis C, Korteland J, Van Pelt J A, et al. Rhizo-bacterial volatiles and photosynthesis-related signals coordinate MYB72 expression in Arabidopsis roots during onset of induced systemic resistance and iron-deficiency responses[J]. Plant Journal, 2015, 84: 309-322.
- [12] Mazurier S, Corberand T, Lemanceau P, et al. Phenazine antibiotics produced by fluorescent pseudomonads contribute to natural soil suppressiveness to *Fusarium* wilt[J]. The ISME Journal, 2009(3): 977-991.
- [13] Djonovic S, Uargas W A, Kolomiets M V, et al. A proteinaceous elicitor Sm I from the beneficial fungus *Trichoderma virens* is required for induced systemic resistance in maize[J]. Plant Physiology, 2007, 145: 875-889.
- [14] Nagpal S, Sharma P, Sirari A, et al. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) as model legume for decoding the co-existence of *Pseudomonas fluorescens* and *Mesorhizobium* sp. as bio-fertilizer under diverse agro-climatic zones[J]. Microbiological Research, 2021(10):247-252.
- [15] Chitra P, Jijeesh C M. Biopriming of seeds with plant growth promoting bacteria *Pseudomonas fluorescens* for better germination and seedling vigour of the East Indian sandalwood[J]. New Forests, 2021(2):1-13.

(下转第 43 页)

术的进展[J]. 现代化农业, 2003(11): 8-10.

[2] 张朝贤. 国内外除草剂及杂草综防研究进展[J]. 农药信息, 2000(12): 17-18.

[3] 韩玉军, 赵长山. 丙草胺对水稻生理生化特性的影响[J]. 植物保护学报, 2008, 35(2): 35-37.

[4] 赵长山, 何付丽, 闫春秀. 黑龙江省化学除草现状及存在问题[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(8): 136-139.

[5] 孙鼎昌, 倪汉文. 面向 21 世纪中国农田杂草可持续治理[M]. 南宁: 广西民族出版社, 1999.

[6] 苏少泉. 当前黑龙江省化学除草的若干重要问题[J]. 现代化农业, 2005(11): 1-3.

[7] 吴志凤. 乙氧氟草醚的应用前景与使用技术[J]. 杂草科学, 2004(4): 12-14.

[8] 王险峰, 辛明远. 除草剂安全应用手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.

[9] 赵广鹏, 许炳花. 24% 乙氧氟草醚乳油防除水稻移栽田杂草效果[J]. 现代化农业, 2012(7): 10-11.

[10] 邓良佐. 黑龙江省农田化学除草存在问题和建议[J]. 世界农药, 2006, 28(3): 21-22.

[11] 许秀杰, 张相权, 赵国华. 24% 乙氧氟草醚乳油防除移栽稻田杂草药效试验[J]. 现代农药, 2006(4): 50-52.

Control Effect of 240 g·L⁻¹ Oxyfluorfen EC on Annual Weeds in Rice Field

CAO Li-ping

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to control weeds in rice field more efficiently, the safety of 240 g·L⁻¹ oxyfluorfen EC on rice and its control effect on annual weeds of Gramineae, broadleaf weeds and Cyperaceae were determined. The field plot efficacy test was carried out by using medicinal soil method 5-7 days before rice transplanting. The results showed that after applying 240 g·L⁻¹ oxyfluorfen EC 15, 20, 25, 40 mL·667 m⁻² (dosage) for 40 days, the control effect on fresh weight of annual gramineous weeds, Cyperaceae and broad-leaved weeds in rice field was 89.7%-100.0%, and rice yield increased by 97.6%-109.8%. 240 g·L⁻¹ oxyfluorfen EC is safe to rice at the recommended dosage, and can effectively control the malignant weeds in rice field.

Keywords: rice; weeds; oxyfluorfen EC; control

(上接第 28 页)

Effects of *Pseudomonas fluorescens* on Photosynthetic Characteristics and Growth of *Cerasus suchulanensis* Kom. Seedlings

GAO He¹, QI Yu-kun²

(1. Liaoning Forestry Development Service Center, Shenyang 110036, China; 2. Shandong Academy of Forestry, Jinan 250014, China)

Abstract: In order to explore the mechanism of *Pseudomonas fluorescens*, in this paper, the effects of four *Pseudomonas fluorescens* strains on net photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance, intercellular carbon dioxide concentration, saturated water vapor pressure and growth index of *Cerasus* seedlings were studied by using portable CIRAS-II photosynthetic system. The results showed that compared with the control, the 3-7-2 treatment significantly increased the net photosynthetic rate(19.1%), transpiration rate(40.0%), stomatal conductance(48.3%), and the net growth of stem diameter was extremely significant, it was 121.7% higher than the control, and the net growth of plant height was significantly higher than that of the control. Treatment 3-8-2 significantly increased net photosynthetic rate(20.3%), transpiration rate(40.0%), stomatal conductance(47.6%), saturated vapor pressure(4.7%), net growth of plant height, the net growth of stem diameter, leaf width and leaf length were significantly higher than those of the control. Therefore, the growth-promoting effects of strains 3-7-2 and 3-8-2 were more significant.

Keywords: rhizosphere; *Pseudomonas fluorescens*; growth-promoting bacterium; photosynthetic characteristics