

蔓越莓组培苗对微生物菌剂的生理响应

战禹辰¹, 研究生

陶晶², 陈士刚³, 秦彩云⁴, 研究员

¹ 吉林农业大学

^{1, 2, 3, 4} 吉林省林业科学研究院 (吉林省生物防治中心站)

¹ 13664342282@163.com, ² taojing8116@126.com,

³ chensga@126.com, ⁴ 849591061@qq.com

摘要: 以蔓越莓生根组培苗为试验对象, 对其进行微生物菌剂最佳浓度的筛选。通过试验发现, 蔓越莓组培苗根系侵染程度和生长状态, 与施加微生物菌剂浓度有关, 综合试验数据分析得到最佳侵染浓度为 20%。与其余处理相比, 施加微生物菌剂浓度 20%、培养 40d 时, 蔓越莓组培苗根系侵染率最高, 达到 64%。组培苗生长状态最佳, 平均株高达到 7.89 cm, 植物体内可溶性蛋白含量、过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性均达到最佳。

监测: 组培苗, 基质, 微生物菌剂, 生长生理

УДК 634.7

EDN QZVQWY

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-227-234>

**Физиологическая реакция проростков культуры тканей клюквы
на воздействие микробиологических агентов**

Чжан Юйчэнь¹, аспирант

Тао Цзин², Чэнь Шиган³, Цинь Цайюнь⁴, исследователи

¹ Цзилиньский сельскохозяйственный университет

провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай

^{1, 2, 3, 4} Цзилиньская академия лесных наук (станция Центра биологического контроля провинции Цзилинь), провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай

¹ 13664342282@163.com, ² taojing8116@126.com,

³ chensga@126.com, ⁴ 849591061@qq.com

Аннотация. Используя в качестве тест-объекта проростки культуры ткани для укоренения клюквы, они были подвергнуты скринингу на предмет оптимальной концентрации микробиологических агентов. В ходе испытаний

установлено, что степень заражения и состояние роста корневой системы проростков культуры тканей клюквы зависят от концентрации применяемых микробиологических агентов, и оптимальная концентрация инфекции, полученная в результате комплексного анализа данных испытаний, составляет 20 %. По сравнению с остальной обработкой, когда концентрация микробиологического агента составляла 20 %, а культура 40 дней, уровень заражения корней проростков культуры тканей клюквы был самым высоким и достигал 64 %. Состояние роста проростков культуры тканей является оптимальным, средняя высота растений составляет 7,89 см, а содержание растворимого белка, активность пероксидазы и полифенолоксидазы в растении являются оптимальными.

Ключевые слова: клюква, проростки культуры тканей, матрикс, микробиологические агенты, физиология роста

Physiological reaction of cranberry tissue culture seedlings to the effects of microbiological agents

Zhan Yuchen¹, Postgraduate Student

Tao Jing², **Chen Shigang**³, **Qin Caiyun**⁴, Researchers

¹ Jilin Agricultural University, Jilin Province, Changchun, China

^{1, 2, 3, 4} Jilin Academy of Forest Sciences (Jilin Province Biological Control Center Station), Jilin Province, Changchun, China

¹ 13664342282@163.com, ² taojing8116@126.com,

³ chensga@126.com, ⁴ 849591061@qq.com

Abstract. Using cranberry tissue culture seedlings as a test object, they were screened for the optimal concentration of microbiological agents. During the tests, it was found that the degree of infection and the state of growth of the root system of cranberry tissue culture seedlings depend on the concentration of microbiological agents used, and the optimal concentration of infection obtained as a result of a comprehensive analysis of test data is 20%. Compared with the rest of the treatment, when the concentration of the microbiological agent was 20% and the culture was 40 days old, the level of infection of the roots of cranberry tissue culture seedlings was the highest and reached 64%. The growth state of tissue culture seedlings is optimal, the average plant height is 7.89 cm, and the soluble protein content, peroxidase and polyphenol oxidase activity in the plant are optimal.

Keywords: cranberries, tissue culture seedlings, matrix, microbiological agents, growth physiology

蔓越莓 (*Vaccinium Macrocarpon* L.) 又称蔓越橘, 是杜鹃花科越橘属植物, 生长在北半球温带至寒带酸性的沼泽地和沙地土壤中。目前主要在美国东部

和东北部以及加拿大大部分地区种植。蔓越莓果实长 2-5 cm 的卵圆形浆果，红皮下的果肉由白色到深红色，口感重酸微甜[1, 2]。

蔓越莓组培苗移栽是规模化栽植的基础。本试验以蔓越莓生根组培苗为材料，移栽进穴盘内，对基质施加不同浓度的微生物菌剂，观察在微生物菌剂处理下蔓越莓的生长情况，研究微生物菌剂对蔓越莓生长、生理指标的影响，为蔓越莓大田栽植提供技术支持。

1 试验地点与方法

1.1 试验地点

吉林省林业科学研究院的净月综合实验基地，温室内温度 35–38 °C, 湿度 90–95%，遮荫网定时开放，每两天浇水一次，实验基质 pH 值 4.5–5.5。

1.2 试验材料

蔓越莓生根组培苗（吉林农业大学引种选育的品种“西尔斯”[3, 4]），选择生长健壮、高度 6 cm 的生根组培苗，用清水洗净根部的培养基。

1.3 试验方法与处理

在基质（腐殖土+苔藓，比例为 1:1）中施加不同浓度的微生物菌剂，搅拌均匀后装进规格 6×4 的穴盘内（125 cm³），将试验材料移栽进配置好的穴盘基质中，每一穴盘移栽组培苗 9 株，压紧基质，定期浇水。

施用的微生物菌剂为林业专用外生菌根菌剂，为外生菌根菌，有效活菌数 ≥ 1.0 亿/g。微生物菌剂用量设计四个处理水平，分别为 0%，10%，20% 和 30%，见表 1，定期观测蔓越莓的生长情况。在不同处理时间（20d、40d、60d）时调查和取样，样品装入编号的自封袋内，迅速放入 -80 °C 冰箱速冻保存。分别进行菌根侵染率与可溶性蛋白。

（SP）、过氧化物酶（POD）、多酚氧化酶（PPO）的测定，如图 1。

表 1 微生物菌剂处理浓度与取样时间

处理	时间	处理	时间	处理	时间	浓度, %
CK ₁	20 d	CK ₂	40 d	CK ₃	60 d	0
A ₁	20 d	A ₂	40 d	A ₃	60 d	10
B ₁	20 d	B ₂	40 d	B ₃	60 d	20
C ₁	20 d	C ₂	40 d	C ₃	60 d	30



图 1 菌根侵染染色过程与玻片制作

1.4. 计算公式

(1) 平均株高计算公式:

$$\text{平均株高} = \text{株高总长} / \text{取样株数} \quad (1)$$

(2) 可溶性蛋白浓度公式: 待测样本蛋白浓度

$$(\text{g/L}) = (A_{\text{测定}} - A_{\text{空白}}) / (A_{\text{标准}} - A_{\text{空白}}) \times C_{\text{标准}} \times N \quad (2)$$

式中: $C_{\text{标准}}$ – 为标准液浓度 0.524g/L; N – 为样本测试前稀释倍数。

(3) 过氧化物酶活性公式:

$$\text{POD 活性} [\text{U/g 鲜重}] = [(A_{\text{测定}} - A_{\text{对照}}) / 12 \times d] \times (V_{\text{反总}} / V_{\text{样}}) / T / (W / V_{\text{样总}}) \times 1000 \quad (3)$$

式中: $V_{\text{反总}}$ – 为反应总体积, 4 mL; $V_{\text{样}}$ – 为取样量, 0.1 mL;
 d – 为比色光径, 单位为, cm; T – 为反应时间, 30 分钟;

W – 为组织鲜重, 单位为 g; $V_{\text{样总}}$ – 为匀浆液总体积, 单位为 mL.

(4) 多酚氧化酶活性公式:

$$\text{PPO 活力 (U/g 组织)} = (\Delta A / 0.01) \times (V_{\text{提}} / W) \times (V_{\text{反总}} / V_{\text{样}}) \times (1 / V_{\text{反总}}) / T \quad (4)$$

式中: $V_{\text{提}}$ – 为提取液总体积 mL; W – 为样本质量, 单位为 g;
 $V_{\text{反总}}$ – 为反应体系总体积, 0.9 mL; $V_{\text{样}}$ – 为取样量, 0.15 mL;
T – 为反应时间, 10 min.

(5) 菌根侵染率公式:

$$\text{侵染率} = \left[\sum (0 \times \text{根段数} + 10\% \times \text{根段数} + 20\% \times \text{根段数} + \dots + 100\% \times \text{根段数}) \right] \quad (5)$$

2 结果与分析

2.1 微生物菌剂对根系侵染率的影响

对第 20d、40d、60d 取样的材料进行染色观察, 结果发现: 当微生物菌剂浓度为 20% 时, 在第 40d (B2) 的外生菌根菌侵染率最高, 可达到 64%. 在该处理条件下蔓越莓植株的生长状态最好, 平均株高达到 7.89 cm. 这与陈猛等 [5] 对菌根真菌能够有效促进蓝莓生长的结论一致。

当微生物菌剂浓度为 10% 时, 也能够侵染成功, 但在处理阶段的 20d (A1)、40d (A2)、60d (A3) 时侵染率变化不显著, 从第 20d (A1) 开始侵染率就基本稳定在 30% 左右, 到 40d 时 (A2) 蔓越莓平均株高为 7.15 cm. 当微生物菌剂浓度为 30% 时, 在第 40d (C2) 时侵染率最高, 可达到 56%, 平均株高为 7.34 cm, 仅次于 B2 处理。

由此可见, 在不同浓度的微生物菌剂处理下, 蔓越莓组培苗的根系均能被外生菌根菌侵染, 而且侵染的部位主要集中在根系的表皮细胞层。

根据菌根侵染的孢子数进行分级, 图 2 所示为菌根侵染率 0%、10%、50% 和 100% 状态。

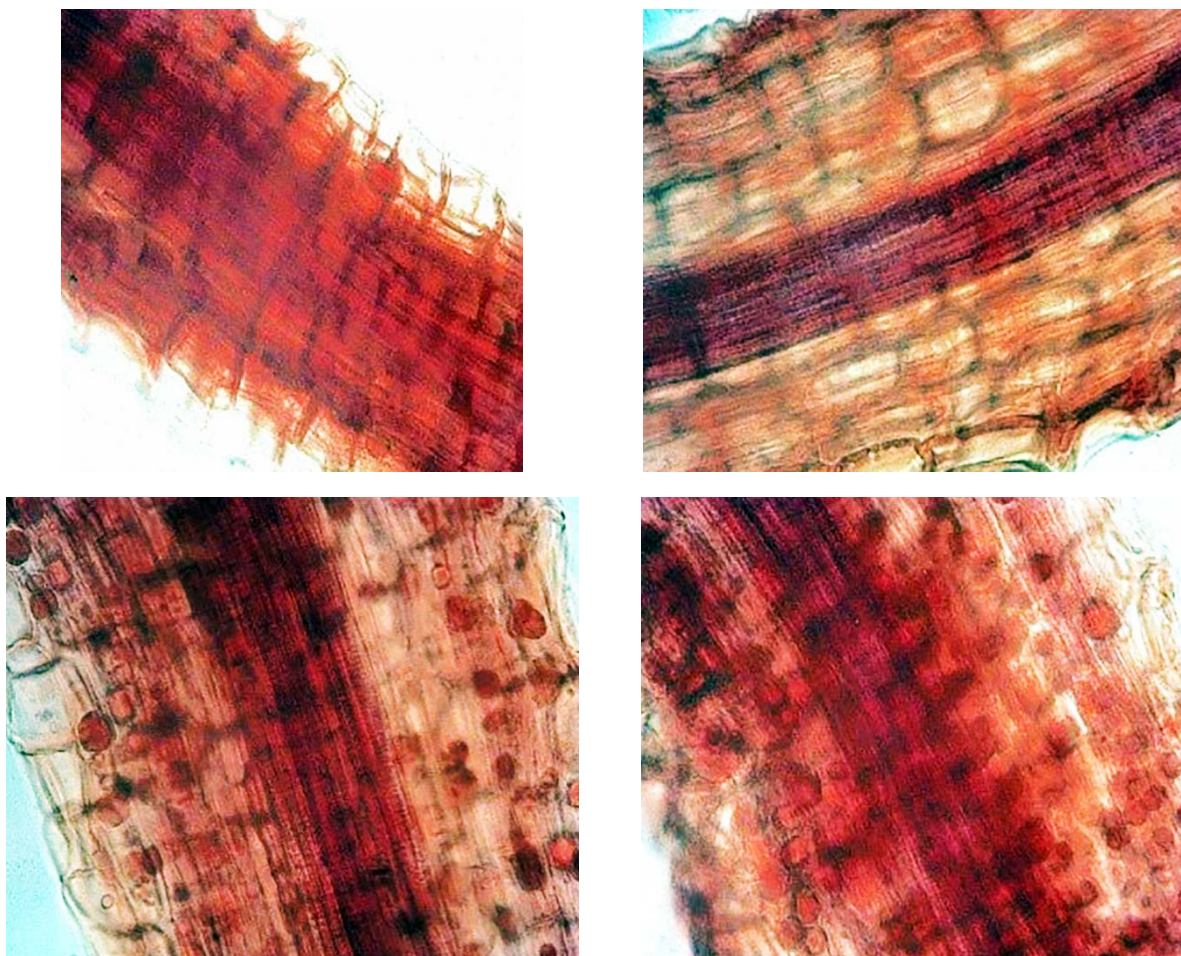


图 2 菌根侵染 0%、10%、50%、100%状态

2.2 微生物菌剂对储藏物质和酶活性的影响

可溶性蛋白与养分运输能力成正相关 [6]。

施加不同浓度的微生物菌剂后，可溶性蛋白含量变化呈现先上升后下降的变化趋势（见图 3, a）。对照组在 20d（CK1）、40d（CK2）、60d（CK3）时分别达到了 1.235 mg/gFW、1.42 mg/gFW、1.55 mg/gFW，呈现缓慢上升趋势；微生物菌剂 20% 处理组可溶性蛋白呈现“快速上升”趋势，在 20d（B1）时可溶性蛋白为 2.035 mg/gFW，在 40d（B2）时达到峰值 4.427 mg/gFW，60d（B3）时为 2.261 mg/gFW，虽有所下降，但仍高于对照组和 B1 组。

微生物菌剂 10% 处理组可溶性蛋白一直处于稳步上升趋势，A2 和 A3 均高于对照和 A1，但未达到 B₂ 处理的峰值。微生物菌剂 30% 处理组均低于对

照和其他处理组。适当浓度的微生物菌剂处理可提高可溶性蛋白含量，对蔓越莓组培苗的生长起到促进作用。

与可溶性蛋白变化趋势相同，POD 酶活性与 PPO 酶活性也呈现先上升后下降的变化趋势（见图 3-b, 3-c），其活性远高于对照组，在 20d、40d、60d。表明蔓越莓组培苗在施加微生物菌剂条件下可以通过 POD 酶与 PPO 酶的积累，清除组培苗体内多余的活性氧，减少组培苗的细胞损伤。且在适宜的微生物菌剂施加条件下，对组培苗生长起着促进作用。

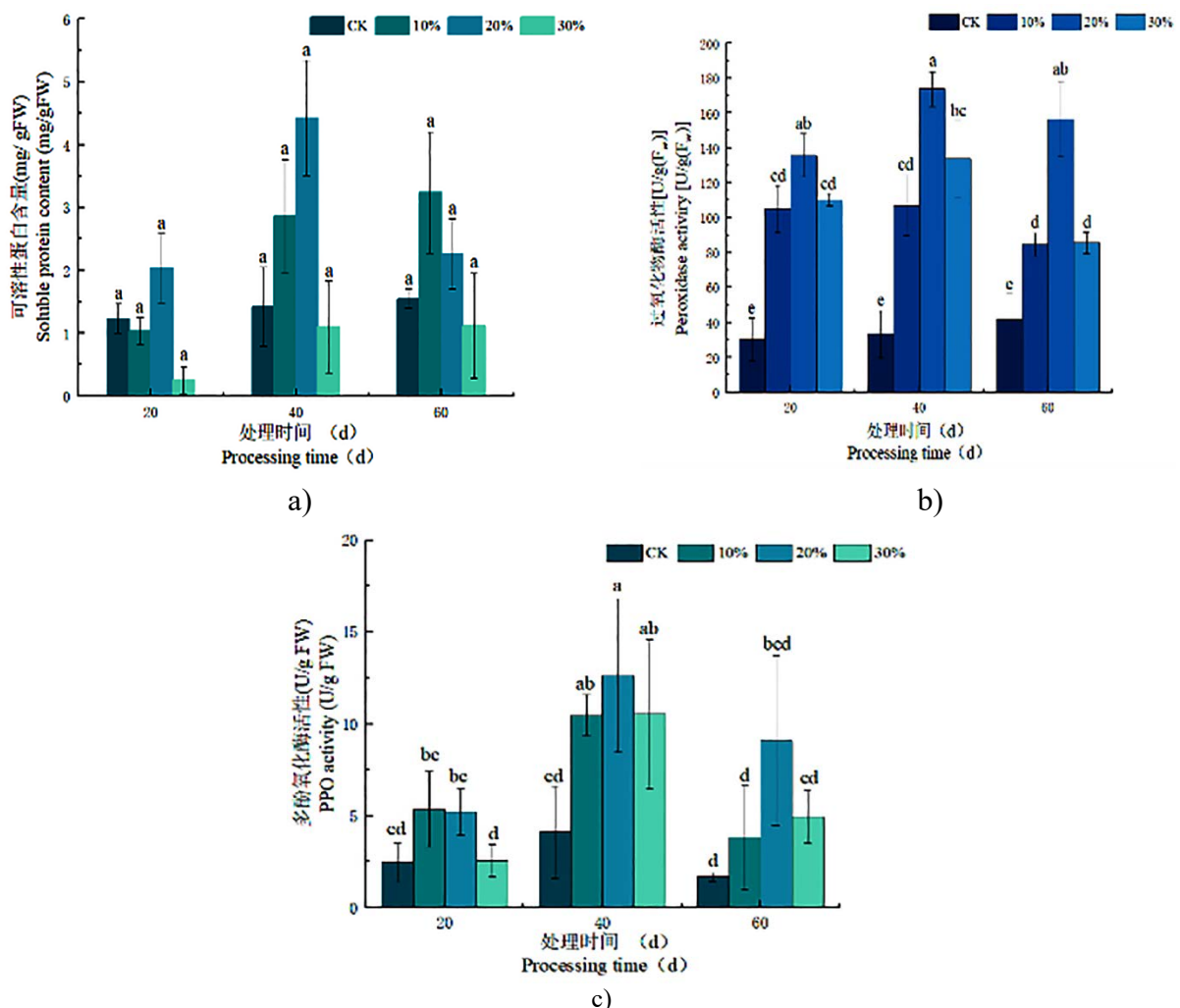


图 3 可溶性蛋白、过氧化物酶、多酚氧化酶活性含量

综上，在 B₂ 处理时蔓越莓植物体内可溶性蛋白含量达到最高，过氧化物酶

活性、多酚氧化酶活性均达到最佳，分别为 173.75 U/g(Fw)和 12.64 U/g(Fw)。

3 结论

微生物菌剂浓度是影响蔓越莓组培苗根系侵染率的重要因素。通过试验数据综合分析，确定最佳侵染率的微生物菌剂浓度为 20%。蔓越莓组培苗在 40d (B₂) 处理时根系侵染率最高，能够达到 64%。同时发现，施加微生物菌剂也是影响蔓越莓组培苗生长发育的重要因素，蔓越莓组培苗在 40d (B₂) 处理时生长势强，生命力旺盛，平均株高达到 7.89 cm。可溶性蛋白含量、过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性均达到最佳。

参考文献

1. 刘小涵, 王远亮. 蔓越莓中的植物化合物及其抑菌机理研究进展. 食品与机械, 2020;36(11):202–205,210.
2. 魏燕, 詹子逸, 章宇. 蔓越莓生物活性物质及主要生理功能研究进展. 食品研究与开发, 2017;38(10):219–224; Nutrition Research, 2013;33(8):595–607.
3. 吴林. 蔓越莓(橘)品种筛选与栽培技术研究. 吉林省, 吉林农业大学, 2021-09-07.
4. 裴彤, 李金英, 王颖, 等. 蔓越莓产业发展及栽培技术研究进展. 吉林林业科技, 2022;51(02):32–37.
5. 陈猛, 苏栋山, 朱红惠等. 菌根真菌提高蓝莓抗逆性研究进展. 亚热带植物科学, 2018;47(01):88–93.
6. Gao Y., Long R., Kang J. Comparative proteomic analysis reveals that antioxidant system and soluble sugar metabolism contribute to salt tolerance in alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaves. Journal of Proteome Research, 2019;18(1):191–203.

© 战禹辰, 陶晶, 陈士刚, 秦彩云, 2024