

梅奇酵母 XY201 菌株对采后冬枣黑斑病和青霉病的抑制效果

王 亮, 薛梦林*, 施俊凤, 张晓宇, 王春生

(山西省农业科学院农产品贮藏保鲜研究所, 太原 030031)

摘 要: 以采后冬枣 (*Zizyphus jujuba* Mill. 'Dongzao') 为试材, 研究了拮抗菌梅奇酵母 XY201 菌株 (*Metschnikowia zizyphicola* strain XY201) 在冬枣表面及伤口的定殖能力以及对冬枣采后主要病害黑斑病 (病原菌 *Alternaria alternata*) 和青霉病 (病原菌 *Penicillium expansum*) 的抑制效果。结果表明, 梅奇酵母菌 XY201 的悬浮液及与碳酸氢钠或施保克配合使用, 均能在冬枣果面及伤口迅速生长。在 25 °C 常温、0 °C 低温人工气调和 0 °C 低温自发气调 3 种贮藏条件下, 冬枣单果表面拮抗菌数分别达到 $2.2 \times 10^6 \sim 2.6 \times 10^6$ (接种 XY201 菌株 4 d 后)、 $6.3 \times 10^5 \sim 9.7 \times 10^5$ (60 d) 和 $4.0 \times 10^5 \sim 1.1 \times 10^6$ CFU (75 d), 分别是接种时的 34.3 ~ 57.0、15.2 ~ 25.5 和 4.8 ~ 20.3 倍; 冬枣果实每个伤口拮抗菌数分别为 $1.9 \times 10^7 \sim 3.6 \times 10^7$ (8 d)、 $1.2 \times 10^7 \sim 1.8 \times 10^7$ (30 d) 和 $8.4 \times 10^6 \sim 1.2 \times 10^7$ CFU (60 d), 分别是接种时的 34.2 ~ 364.3、16.9 ~ 144.3 和 11.2 ~ 90.0 倍。XY201 菌株 (1×10^8 CFU · mL⁻¹) 分别与 2% 碳酸氢钠和 50 μg · mL⁻¹ 施保克组合, 试验初期冬枣果面和伤口的定殖能力受到抑制, 后期其抑制作用逐渐减弱。在人工气调 (0 °C, O₂ 浓度为 2% ~ 8%, CO₂ 浓度为 0) 条件下贮藏 60 d 时, XY201 菌株 1×10^8 CFU · mL⁻¹ 的悬浮液可有效抑制采后冬枣黑斑病的发生, 发病率降低了 52.5% ~ 59.2%, 病斑直径减小了 5.9% ~ 10.7%; 但对青霉病的抑制效果不明显, 发病率仅减少了 3.6% ~ 6.1%, 病斑直径减小了 11.3% ~ 19.0%。

关键词: 枣; 贮藏; 拮抗菌; 黑斑病; 青霉病; 抑制作用

中图分类号: S 665.1

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2010) 10-1583-08

Inhibiting Effects of *Metschnikowia zizyphicola* Strain XY201 on Black Spot and Blue Mold of Fresh Jujube 'Dongzao' During Storage

WANG Liang, XUE Meng-lin*, SHI Jun-feng, ZHANG Xiao-yu, and WANG Chun-sheng

(The Institute of Agricultural Product Storage and Fresh Keeping, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract: The colonization of *Metschnikowia zizyphicola* strain XY201 on the surfaces and in the wounds of jujube 'Dongzao' fruits and the biological control of black spot and blue mold of postharvest jujubes by *M. zizyphicola* strain XY201 were studied. The results showed that the suspension of *M. zizyphicola* strain XY201 and its cooperation with sodium bicarbonate or Sportak had rapid population growing on the surfaces and in the wounds of fruits. In the conditions of 20 °C, controlled atmosphere

收稿日期: 2010 - 04 - 01; **修回日期:** 2010 - 08 - 09

基金项目: 山西省科技攻关项目 (20080311046-1); 山西省自然科学基金项目 (2010011040-2); 山西省农业科学院博士基金项目 (YBSJJ0703)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: xuemenglin@sohu.com)

(CA/0 °C) storage and modified atmosphere (MA/0 °C) storage, the population of antagonistic yeast XY201 on the surfaces of fruits was $2.2 \times 10^6 - 2.6 \times 10^6$ (4 d after inoculated), $6.3 \times 10^5 - 9.7 \times 10^5$ (60 d) and $4.0 \times 10^5 - 1.1 \times 10^6$ CFU (75 d), respectively, which increased 34.3 – 57.0, 15.2 – 25.5 and 4.8 – 20.3 times respectively compared to the inoculating start point. The population of antagonistic yeast XY201 in the wounds of fruits was $1.9 \times 10^7 - 3.6 \times 10^7$ (8 d), $1.2 \times 10^7 - 1.8 \times 10^7$ (30 d) and $8.4 \times 10^6 - 1.2 \times 10^7$ CFU (60 d), respectively, which increased 34.2 – 364.3, 16.9 – 144.3 and 11.2 – 90.0 times than that of the inoculating start point, respectively. When *M. zizyphicola* strain XY201 at 1×10^8 CFU · mL⁻¹ concentration was combined with 2% sodium bicarbonate or 50 µg · mL⁻¹ Sportak, the colonization on the surfaces and in the wounds of jujube fruits was inhibited in the early period, then had no significant effect in the later period. When fruits were stored in the condition of CA (0 °C, 2% – 8% O₂ and 0% CO₂), the suspending liquid of *M. zizyphicola* strain XY201 at 1×10^8 CFU · mL⁻¹ concentration provided complete control of black spot, the disease rate decreased 52.5% – 59.2%, the diameter of spot declined 5.9% – 10.7%. The biological control of blue mold was not obvious, the disease rate only decreased 3.6% – 6.1%, the diameter of spot declined 11.3% – 19.0%.

Key words: jujube; storage; antagonists; black spot; blue mold; inhibitory effect

冬枣 (*Zizyphus jujuba* Mill. ‘Dongzao’) 病害问题是制约其产业化发展的瓶颈之一, 链格孢 (*Alternaria alternate*) 和扩展青霉 (*Penicillium expansum*) 引发的黑斑病和青霉病是冬枣采后的主要病害, 造成了严重的损失。由于病菌耐药性的不断提高以及农药残留对人体健康的危害 (Bus et al., 1991; El-Ghaouth & Wilson, 1995), 人们不得不寻求取代化学杀菌剂的新防治手段。目前国内外已经筛选出数百种防治果实采后病害的拮抗菌, 有些拮抗菌已被商业化使用 (Roberts, 1990; Wisniewski & Wilson, 1992; Janisiewicz & Korsten, 2002)。目前生物防治冬枣采后病害还处于研究初期, 相关报道较少 (Wan et al., 2003; Tian et al., 2005)。梅奇酵母 XY201 菌株 (*Metschnikowia zizyphicola* strain XY201) 是从枣果表面分离到的一株新酵母拮抗菌。作者以采后冬枣为试材, 研究梅奇酵母 XY201 菌株在冬枣果面和伤口上的定殖能力以及对采后冬枣黑斑病和青霉病的抑制效果, 以期为生物防治冬枣采后病害提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试冬枣 (*Zizyphus jujuba* Mill. ‘Dongzao’) 于 2008 年 10 月 16 日采自山东省无棣县, 当天运至山西省农业科学院农产品贮藏保鲜研究所。选择果形一致、无病虫害、无机械伤的转色期果实, 预冷后 0 °C 冷藏。果实硬度 $11.87 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, 可溶性固形物含量为 35.7%。

拮抗菌梅奇酵母 XY201 (*M. zizyphicola* strain XY201) 是一株从枣果表面新发现的生防菌 (Xue et al., 2006)。该菌株在 NYDA 培养基 (营养肉汤 8 g, 酵母浸膏 5 g, 葡萄糖 10 g, 琼脂 15 g, 水 1 000 mL) 平板上划线后于 25 °C 下培养 48 h, 挑取单菌落接种在 NYDB 液体培养基中, 在 28 °C, $142 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 条件下摇床培养 48 h, 制成 XY201 菌株培养原液, 根据试验设计配制所需处理液。

病原菌链格孢 (*A. alternate*) 和扩展青霉 (*P. expansum*) 分离于自然发病的冬枣果实, 维持在 4 °C 的 PDA 培养基上。使用时转接在 PDA 上, 28 °C 下恒温培养 10 d 后, 用无菌水配制成 1×10^4 孢子 · mL⁻¹ 的孢子悬浮液。

1.2 XY201 菌株在冬枣果实表面定殖能力的测定

试验设 3 种处理: (A) XY201 培养原液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$); (B) XY201 培养原液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$) + 2% 碳酸氢钠; (C) XY201 培养原液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$) + $50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 施保克 (Sportak, Bayer 公司产品)。将冬枣在上述 3 种处理液中浸泡 3 min, 晾干后分别在常温 (25°C) 和低温 (0°C) 下贮藏, 1 h 后测定的菌数设为起始值 (0 d)。

常温贮藏: 放入 PVC 袋中封口, 袋内 O_2 浓度为 17%~19%, CO_2 浓度为 0.1%~0.3%。每天对果实表面的拮抗菌活菌数进行测定, 每次随机取 10 个果, 在 $100 \text{ mL } 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ pH } 6.8$ 的磷酸缓冲液中摇床 (28°C , $142 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$) 20 min 后用超声波处理 10 min, 稀释平板法记数。

低温贮藏: 分别放入 PVC 袋 (气体成分同上) 和气调箱中 (O_2 浓度为 8%, CO_2 浓度为 0)。每 15 d 测定 1 次枣果表面拮抗菌数, 方法与常温的相同。试验重复 3 次。将所得拮抗菌 CFU 转化为 lg 对数。

1.3 XY201 菌株在冬枣果实伤口生长动态的测定

3 种处理: (D) XY201 悬浮液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$); (E) XY201 悬浮液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$) + 2% 碳酸氢钠; (F) XY201 悬浮液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$) + 施保克 ($50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)。参照 Janisiewicz 和 Jeffers (1997) 的方法, 将冬枣果实用 2% 次氯酸钠处理, 晾干后用消毒的接种针在冬枣果实腰部刺 3 mm (长) \times 3 mm (宽) \times 3 mm (深) 的伤口, 取 3 种处理液各 $30 \mu\text{L}$ 于果实伤口内, 晾干后分别在常温和低温下贮藏, 1 h 后测定的菌数设为起始值 (0 d)。常温 (25°C) 贮藏、低温 (0°C) 贮藏和气调箱贮藏方法和测定时间同上。测定方法是用打孔器从伤口处取直径和深度均为 10 mm 果肉组织, 放于内加 1.0 mL 的 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的磷酸缓冲液 (pH 6.8) 的研钵中, 研磨后用稀释平板法计数。每处理 3 个果实, 试验重复 3 次。将所得拮抗菌 CFU 转化为 lg 对数。

1.4 XY201 菌株对采后冬枣黑斑病和青霉病抑制效果的测定

用消毒接种针在果实腰部刺 3 mm (长) \times 3 mm (宽) \times 3 mm (深) 的伤口, 分别接种 XY201 菌株悬浮液 ($1 \times 10^8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$) 和对照 (无菌水) $50 \mu\text{L}$ 于果实伤口内, 4 h 后再分别接种 1×10^4 孢子 $\cdot \text{mL}^{-1}$ 链格孢和扩展青霉孢子悬浮液 $20 \mu\text{L}$, 风干后将果实放在托盘上, 置于 O_2 浓度分别为 2%、5%、8% (CO_2 浓度均为 0) 的气调箱中, 保持相对湿度 95% 左右, 于 0°C 下贮藏, 60 d 后统计果实发病率和病斑直径。

试验数据经过 SAS 软件进行处理, 采用 ANOVA 进行邓肯氏多重差异分析。

2 结果与分析

2.1 XY201 菌株在冬枣果实表面的定殖能力

2.1.1 常温下的定殖能力

常温下 (25°C) XY201 菌株在冬枣果面的数量呈现出先上升后下降的趋势。4 d 时, A、B 和 C 3 种处理每个枣果表面酵母菌数达到最大值, 分别为 2.2×10^6 、 2.6×10^6 和 $2.4 \times 10^6 \text{ CFU}$ 。6 d 后, 各处理均有所下降, 但基本维持在 $1 \times 10^5 \text{ CFU}$ 水平上。在培养初期 1~3 d, 处理 B 和 C 的酵母菌数低于处理 A; 3 d 后, 处理 B 和 C 果表菌数与处理 A 逐渐接近, 这说明 XY201 菌株与 2% 碳酸氢钠和 $50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 施保克组合使用时, 培养初期该酵母菌生长受到抑制, 但后期对该菌定殖能力的影响不大。

2.1.2 低温人工气调贮藏下的定殖能力

如图 1 所示, 在低温人工气调 (CA) 贮藏 (0°C , $8\% \text{O}_2$, $0\% \text{CO}_2$) 条件下, 3 个处理的冬枣果表酵母菌数在培养初期呈缓慢增长趋势, 60 d 时酵母菌数至最大值, 处理 A、B 和 C 每个枣果表面酵母菌数分别为 9.7×10^5 、 9.0×10^5 和 6.3×10^5 CFU, 是接种时的 15.2、25.5 和 20.9 倍, 60 d 后酵母菌数略微下降。说明 XY201 菌株在低温 CA 条件下, 能够在冬枣果表有效定殖, 在培养初期的 60 d, 处理 B 和 C 中冬枣表面酵母菌数均低于处理 A, 而 60 d 后处理 B、C 中果表菌数逐渐接近处理 A。说明 2% 碳酸氢钠和 $50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 施保克对 XY201 菌株的生长有抑制作用, 但随着培养时间的延长其影响逐渐减弱。

2.1.3 低温自发气调贮藏下的定殖能力

在低温自发气调 (MA) 贮藏 (0°C , $17\% \sim 19\% \text{O}_2$, $0.1\% \sim 0.3\% \text{CO}_2$) 条件下, 3 个处理中枣果表面酵母菌数呈缓慢增长趋势 (图 1)。在培养 15 d 时, 处理 B 和 C 较处理 A 冬枣果实表面酵母菌数有所下降。可以看出, 处理 B、C 中的 2% 碳酸氢钠和 $50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 施保克对 XY201 菌株的生长繁殖在培养初期有抑制作用, 但并不影响酵母菌在冬枣表面的增长趋势。在培养 75 d 时, 处理 A、B 和 C 中每个枣果表面活菌数量分别为 1.1×10^6 、 1.1×10^6 和 4.0×10^5 CFU, 是接种时的 11.5、20.3 和 4.8 倍。

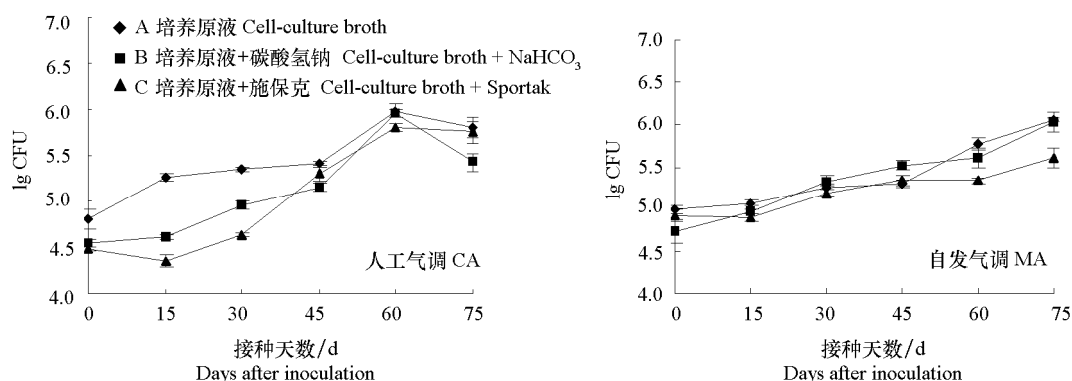


图 1 0°C 人工气调和自发气调贮藏下 XY201 菌株在冬枣果面上的定殖能力

Fig. 1 Population dynamics of *M. zizyphicola* strain XY201 on the surfaces of jujube fruits in controlled atmosphere (CA) storage and modified atmosphere (MA) storage at 0°C

2.2 XY201 菌株在冬枣果实伤口上的生长动态

2.2.1 常温贮藏

XY201 菌株在冬枣伤口上的有效定殖, 是其发挥生防效果的先决条件。常温下 (25°C) XY201 菌株在冬枣伤口上呈“慢—快—慢”的生长趋势 (图 2)。前 1 d, 处理 E 和 F 冬枣伤口 XY201 菌株的群体数量明显低于处理 D, 表明这一时期该酵母菌生长受到抑制, 与冬枣果面 XY201 菌株的生长态势相似; 5 d 后 E、F 处理中冬枣伤口酵母菌数接近处理 D, 变化也趋于平稳, 说明添加剂和化学药剂对梅奇酵母菌 XY201 生长的影响逐渐减弱; 8 d 时, 处理 D、E 和 F 冬枣每个伤口菌数分别为 3.6×10^7 、 1.9×10^7 、 3.4×10^7 CFU。可见, XY201 菌株与 2% 碳酸氢钠和 $50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 施保克组合使用不影响其在冬枣伤口上的有效定殖。

2.2.2 低温人工气调贮藏

在低温 CA 贮藏 (0°C , $8\% \text{O}_2$, $0\% \text{CO}_2$) 条件下, 30 d 前, 3 个处理冬枣伤口酵母菌数迅速增加, 处理 E 和 F 中冬枣伤口菌数低于处理 D, 而后略微下降, 并趋于平稳; 75 d 时, 处理 D、E 和

F 冬枣每个伤口活菌数差异不显著, 分别为 8.7×10^6 、 3.5×10^6 和 5.1×10^6 CFU, 说明 2% 碳酸氢钠和 $50 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 施保克在培养初期对酵母菌的生长有明显的抑制作用, 而 30 d 后对酵母菌生长的影响相对减弱 (图 3)。

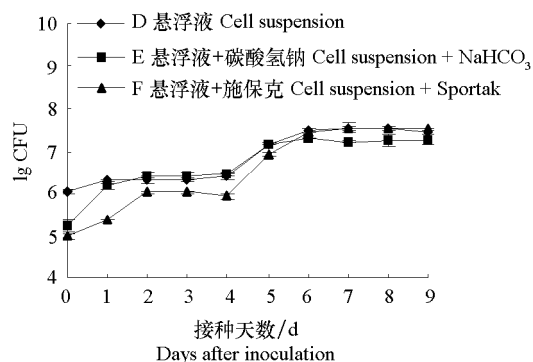


图 2 XY201 菌株在 25℃ 下冬枣伤口上的定殖能力

Fig. 2 Population dynamics of *M. zizyphicola* strain XY201 in the wounds of jujube fruits at 25℃

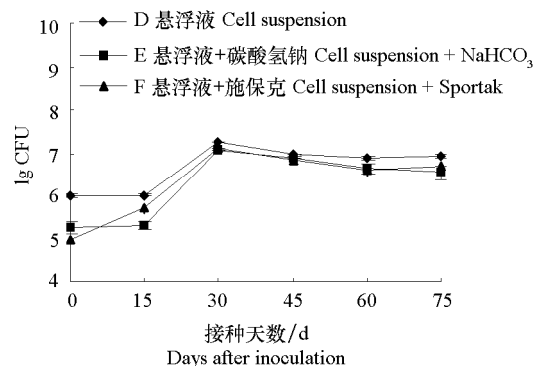


图 3 0℃ 人工气调 (CA) 贮藏下 XY201 菌株在冬枣伤口上的定殖能力

Fig. 3 Population dynamics of *M. zizyphicola* strain XY201 in the wounds of jujube fruits in controlled atmosphere (CA) storage at 0℃

2.2.3 低温自发气调贮藏

如图 4 所示, 低温 (0℃) MA (0℃, 17%~19% O₂, 0.1%~0.3% CO₂) 贮藏下, 冬枣伤口 XY201 菌数呈先上升后略微下降的生长趋势。在 0~30 d, E 和 F 处理冬枣伤口 XY201 活菌数低于处理 D, 酵母菌生长受到抑制; 但 30 d 后, 处理 E 和 F 的酵母菌数与处理 D 明显接近, 60 d 时, 处理 D、E 和 F 每个伤口的酵母菌数分别达到 12.0×10^6 、 9.1×10^6 和 8.4×10^6 CFU, 为培养初始的 11.2、50.9 和 90 倍, 说明贮藏后期添加剂和化学药剂对 XY201 菌数影响不大。

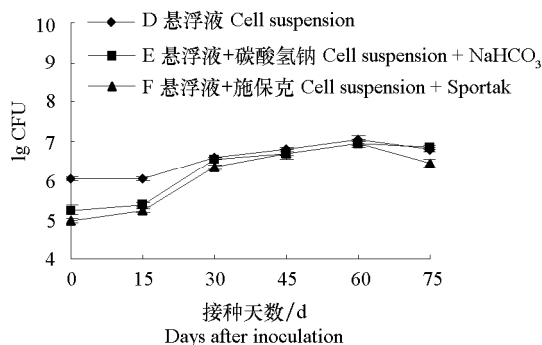


图 4 0℃ 自发气调 (MA) 贮藏下 XY201 菌株在冬枣伤口上的定殖能力

Fig. 4 Population dynamics of *M. zizyphicola* strain XY201 in the wounds of jujube fruits in modified atmosphere (MA) storage at 0℃

2.3 人工气调条件下 XY201 菌株对冬枣采后黑斑病和青霉病的抑制效果

2.3.1 冬枣黑斑病

从图 5 可知, 低温 (0℃) CA 贮藏 60 d 后, 对照冬枣黑斑病的发病率为 80% 以上, 病斑直径在 13.6~19.6 mm 之间, 使用 XY201 菌株悬浮液处理冬枣后, 可明显降低冬枣黑斑病的发生, 抑制病斑扩展 ($P < 0.05$)。与对照相比发病率减少了 52.5%~59.2%, 病斑直径降低了 5.9%~10.7%。可见, XY201 菌株悬浮液在气调条件下, 可表现出良好的生防效力。

在 O_2 浓度分别为 2%、5% 和 8%， CO_2 浓度均为 0 的 3 组气调处理条件下，XY201 菌株明显抑制了冬枣黑斑病的发生，3 个不同氧气浓度（2%、5%、8% O_2 ）间差异不显著（ $P > 0.05$ ），这说明氧气浓度的变化对 XY201 菌株的生防效果影响不大。

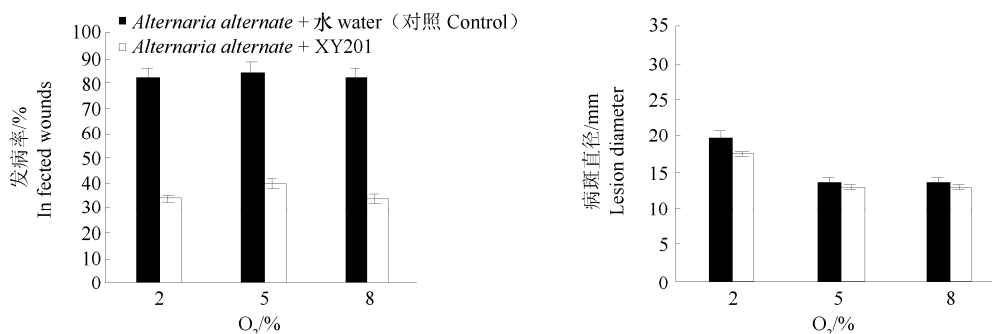


图 5 XY201 菌株在 0 °C 不同氧气浓度气调下对采后冬枣黑斑病的抑制效果

图中数据是果实 0 °C 不同氧气浓度气调下 60 d 后 100 个伤口的平均值。下同。

Fig. 5 Effects of *M. zizyphicola* strain XY201 with different oxygen concentrations on black spot of postharvest jujube fruits at 0 °C

Data are means of 100 wounds counted after 60 days in different oxygen concentrations at 0 °C. The same below.

2.3.2 青霉病

由图 6 所示，在低温（0 °C）CA 贮藏条件下，使用 XY201 菌株悬浮液可一定程度降低青霉病的发生，但 60 d 时与对照相比，发病率只减少了 3.6%~6.1%，病斑直径降低了 11.3%~19.0%，XY201 菌株对青霉病的防治效果不显著，这可能与该拮抗菌的抑菌谱有关。

3 个不同氧气浓度处理间差异不显著（ $P > 0.05$ ），说明不同的氧气浓度没有影响该酵母菌防治冬枣采后青霉病的效力。

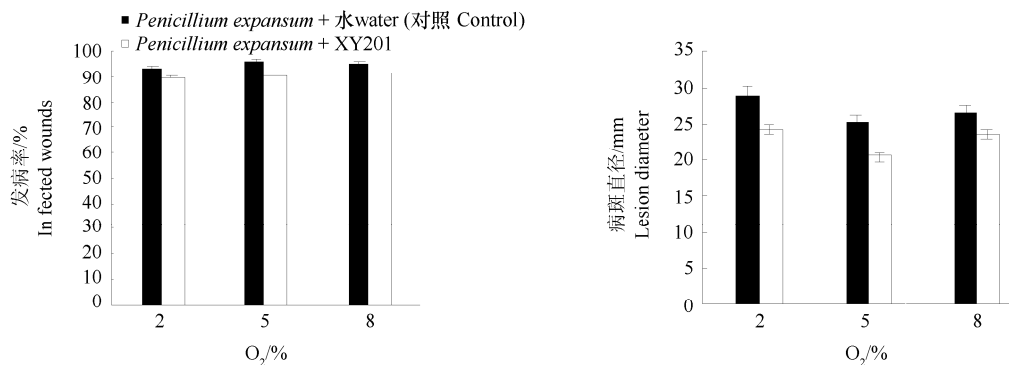


图 6 XY201 菌株在 0 °C 不同氧气浓度气调下对采后冬枣青霉病的抑制效果

Fig. 6 Effects of *M. zizyphicola* strain XY201 with different oxygen concentrations on blue mold of postharvest jujube fruits at 0 °C

3 讨论

许多采后病害是由病原菌通过果实表面的皮孔、气孔以及伤口侵染发生的，所以拮抗菌能否适应果实表面和伤口的生长环境，并且达到有效定殖，是决定其生防潜力大小的关键因素。酵母菌作为生物拮抗菌的最大优点是它能在较干燥的果实表面生存，能迅速利用营养进行繁殖，受杀虫剂的影响较小（Wisniewski & Wilson, 1992）。由于拮抗菌与病原菌进行营养和空间的竞争是酵母拮抗菌主要的抑病机理（Wilson & Wisniewski, 1989; Wilson et al., 1993; Lima et al., 1997; Filonow, 1998），酵母拮抗菌在果实伤口上的群体数量与生防效力存在直接的相关性（Janisiewicz, 1988; Fan

& Tian, 2000)。在本研究中, XY201 菌株在冬枣果面表现出很强的定殖能力, 果表的酵母数常温下 4 d 可达接种时的 34.3~57.0 倍, 低温 CA 条件下 60 d 酵母菌数为接种时 15.2~25.5 倍, 低温 MA 条件下 75 d 酵母菌数为接种时 4.8~20.3 倍。而伤口的酵母数常温下 8 d 可达接种时的 34.2~364.3 倍, 低温 CA 的酵母数 30 d 为接种时 16.9~144.3 倍, 低温 MA 的酵母数 60 d 为接种时 11.2~90.0 倍。因此, XY201 菌株能适应常温、低温 CA 和低温 MA 多种贮藏条件, 在冬枣果实表面和伤口上均能表现良好的定殖能力。

近年来, 有关拮抗酵母菌组合化学物质防治采后果实病害的研究报道较多。拮抗细菌或酵母菌均可与化学药剂配合使用, 以降低化学药剂的使用量 (Holmes & Eckert, 1999; Ippolito et al., 2000; 田世平和范青, 2000); 与添加剂和化学杀菌剂配合使用可以提高酵母拮抗菌的生防效力 (Tian et al., 2001; 刘海波 等, 2002)。本试验中, 在不同的贮藏条件下 XY201 菌株 (1×10^8 CFU \cdot mL⁻¹) 分别与浓度为 2% 碳酸氢钠和 50 μ g \cdot mL⁻¹ 施保克组合使用时, 该酵母菌在生长初期受到一定程度的抑制, 但是这种抑制作用并没有影响拮抗菌在冬枣果实表面与伤口上的增殖趋势。说明该拮抗菌与添加剂和低浓度化学药剂组合使用是防治枣果采后病害的一种可选择方式。这与钼酸铵 (15 mmol \cdot L⁻¹) 和碳酸氢钠 (238 mmol \cdot L⁻¹) 提高红酵母 (*Rhodotorula glutinis*) 和罗伦隐球酵母菌 (*Cryptococcus laurentii*) 防治枣采后青霉病 (*P. expansum*) (Wan et al., 2003) 及 *C. laurentii* 和低剂量的化学杀菌剂抑霉唑 (imazalil) 或醚菌酯 (kresoxim-methyl) 结合强化拮抗酵母菌抑制枣采后细极链格孢 (*A. alternata*) 和美澳核果褐腐菌 (*Monilinia fructicola*) 病害 (Qin & Tian, 2004) 的报道相一致。

关于拮抗菌在气调贮藏条件下对枣采后病害的抑制效果研究, Qin 和 Tian (2004) 指出, *C. laurentii* 与低剂量的化学杀菌剂结合在 CA 贮藏 (0 $^{\circ}$ C, 10% O₂、0% CO₂) 条件下比低温贮藏 (0 $^{\circ}$ C, in air) 能更有效的抑制枣采后病害。本研究中, XY201 菌株在低温 CA (0 $^{\circ}$ C, 2%~8% O₂、0% CO₂) 贮藏条件下, 浓度为 1×10^8 CFU \cdot mL⁻¹ 的悬浮液对采后冬枣黑斑病有显著的抑制效果, 这说明该菌株与拮抗菌 *C. laurentii* 一样可以适应采后低温 CA 贮藏条件。研究也发现, 在不同氧气浓度气调下 XY201 菌株对冬枣采后黑斑病和青霉病的抑制效果差异不显著, 说明采后贮藏环境中氧气浓度的变化并不会影响 XY201 菌株对枣果采后病害的生防效力。

由于 XY201 菌株能在冬枣果面和伤口很好定殖, 可与添加剂和化学杀菌剂结合使用, 能适应采后低温和气调的贮藏条件, 因此具有商业化应用防治冬枣采后病害的潜力。

References

- Bus V G, Bongers A J, Risse L A. 1991. Occurrence of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* resistant to benomyl, thiabendazole and imazalil on citrus fruit from different geographic origins. *Plant Disease*, 74: 134 - 137.
- El-Ghaouth A, Wilson C L. 1995. Biologically based technologies for the control of postharvest diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 6: 5 - 11.
- Fan Q, Tian S P. 2000. Postharvest biological control of Rhizopus rot of nectarine fruits by *Pichia membranefaciens*. *Plant Disease*, 84: 1212 - 1225.
- Filonow A B. 1998. Role of competition for sugars by yeasts in the biocontrol of gray mold of apple. *Biocontrol Science and Technology*, 8: 243 - 256.
- Holmes G J, Eckert J W. 1999. Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. *Phytopathology*, 89: 716 - 721.
- Ippolito A, El-Ghaouth A, Wilson C L, Wisniewski M. 2000. Control of postharvest decay of apple fruit by *Aureobasidium pullulans* and induction of defense responses. *Postharvest Biology and Technology*, 19: 265 - 272.
- Janisiewicz W J. 1988. Biocontrol of postharvest diseases of apples with antagonist mixtures. *Phytopathology*, 78: 194 - 198.
- Janisiewicz W J, Jeffers S N. 1997. Efficacy of commercial formulation of two biofungicides for control of blue mold and gray mold of apples in cold storage. *Crop Protection*, 16: 629 - 633.

- Janisiewicz W J, Korsten L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annual Review of Phytopathology*, 40: 411 - 441.
- Lima G, Ippolito A, Nigro F, Salerno M. 1997. Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida oleophila* against postharvest strawberry rots. *Postharvest Biology and Technology*, 10: 169 - 178.
- Liu Hai-bo, Tian Shi-ping, Qin Guo-zheng, Xu Yong. 2002. Effect of *Cryptococcus laurentii* on biological control of diseases in postharvest grapes. *Scientia Agricultura Sinica*, 35 (7): 831 - 835. (in Chinese)
- 刘海波, 田世平, 秦国政, 徐 勇. 2002. 罗伦隐球酵母对葡萄采后病害的拮抗效果. *中国农业科学*, 35 (7): 831 - 835.
- Qin G Z, Tian S P. 2004. Biocontrol of postharvest diseases of jujube fruits by *Cryptococcus laurentii* combined with a low dosage of fungicides under different storage conditions. *Plant Disease*, 88 (5): 497 - 501.
- Roberts R G. 1990. Postharvest biological control of grey mould of apple by *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathology*, 80: 526 - 530.
- Tian Shi-ping, Fan Qing. 2000. Biological technologies for the control of postharvest diseases of fruits and vegetables. *Chinese Bulletin of Botany*, 17 (3): 211 - 217. (in Chinese)
- 田世平, 范 青. 2000. 控制果蔬采后病害的生物学技术. *植物学通报*, 17 (3): 211 - 217.
- Tian S P, Fan Q, Xu Y, Wang Y. 2001. Effects of *Trichosporon* sp. in combination with calcium and fungicide on biocontrol of postharvest diseases in apple fruits. *Acta Botanica Sinica*, 43 (5): 501 - 505.
- Tian S P, Qin G Z, Xu Y. 2005. Synergistic effects of combining biocontrol agents with silicon against postharvest disease of jujube fruit. *Journal of Food Protection*, 68 (3): 544 - 550.
- Wan Y K, Tian S P, Qin G Z. 2003. Enhancement of biocontrol activity of yeasts by adding sodium bicarbonate or ammonium molybdate to control postharvest disease of jujube fruits. *Letters in Applied Microbiology*, 37: 249 - 253.
- Wilson C L, Wisniewski M E. 1989. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables. An emerging technology. *Annual Review of Phytopathology*, 27: 425 - 441.
- Wilson C L, Wisniewski M E, Droby S, Chalutz E. 1993. A selection strategy for microbial antagonists to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 53: 183 - 189.
- Wisniewski M E, Wilson C L. 1992. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Recent advances. *HortScience*, 27: 94 - 98.
- Xue M L, Zhang L Q, Wang Q M, Zhang J S, Bei F Y. 2006. *Metschnikowia sinensis* sp. nov., *Metschnikowia zizyphicola* sp. nov., *Metschnikowia shanxiensis* sp. nov., three novel yeast species from jujube fruit. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56: 2245 - 2250.

欢迎订阅《北方果树》

《北方果树》由辽宁省农业科学院主管, 辽宁省果树科学研究所、沈阳农业大学园艺学院、辽宁省果树学会主办。主要栏目: 专题论述、试验研究、生产经验、调查(考察)报告、科普讲座、生产建议、果业产业化、典型介绍、绿色果品、百果园、工作论坛、国外见闻、来稿摘登、市场信息、报刊摘引与会讯等。技术范围: 落叶果树(含经济林)、西瓜甜瓜和草莓等新品种选育、引进; 品种特性与配套栽培技术; 土壤管理与肥料的科学施用; 病虫害的发生规律与防治技术; 植物生长调节剂及其应用; 组织培养与脱毒技术; 果品贮藏与加工; 产业化经营与集约化栽培; 果园机械与果园管理机械化等。读者对象: 果树科技人员、农林院校师生、各级果业主管部门与技术行政部门领导与业务干部、广大果树生产者和产品经销者等。

双月刊, 单月 10 日出版, 大 16 开本, 64 页, 彩色四封。每期定价 5.00 元, 全年 6 期 30.00 元。邮发代号: 8-213, 全国各地邮局(所)办理订阅, 编辑部随时可订, 款到发刊, 免费邮寄, 需挂号邮寄, 每册另加 3.00 元, 年加 18.00 元。欢迎以乡(镇)、村统一订阅(20 册以上免收挂号费)。

编辑部地址: 辽宁省营口市熊岳镇铁东街《北方果树》编辑部, 邮编: 115009;

联系电话: 0417-7848206(兼传真), 7033159, 7032701; 电子信箱: lgqbscn@yahoo.com.cn。