

**Молекулярная диагностика микробиологического поражения иконы «Деисус из 13 фигур» из Государственной Третьяковской галереи**

**Научный руководитель – Авданина Дарья Александровна**

**Башкирова Кристина Яковлевна**

*Студент (бакалавр)*

Московский политехнический университет, Москва, Россия

*E-mail: 79263539152@yandex.ru*

Икона «Деисус из 13 фигур» поступила на хранение в Государственную Третьяковскую галерею в 30-х гг. прошлого столетия. На лицевой стороне иконы до консервационных работ имелись внизу обширные следы копоти, утрат красочного слоя и левкаса, подтёков воды, размягчения древесины. Имелись следы микробиологического поражения в виде белесых пятен (рис. 1).

С разрешения заведующего отделом научной реставрации темперной живописи Третьяковской галереи (ГТГ) М.В. Шитова с темперной поверхности иконы отобрали 15 микробиологических проб, в проблемных и контрольных областях. Аликвоты (100 мкл), инкубированные 4 часа при 26°C, 230 г.р.м, инокулировали на 6 типов скошенных агаризованных сред. Культивировали 15 суток, 26°C. Для идентификации использовали метод световой микроскопии (рис. 2). В 3-х образцах обнаружили совместный рост бактерий и доминантного мицелиального гриба. В остальных образцах обнаружили бактериальный рост. Для генотипирования из полученных культур выделили геномную ДНК, амплифицировали участки рДНК бактерий (V3/V4) и грибов (ITS1/ITS2), провели секвенирование по Сенгеру.

Для всех грибных образцов получили одинаковые последовательности (100% идентичности), относящиеся к аскомицету *Iodophanus sp.* [3].

Для уточнения видовой специфичности аскомицета *Iodophanus* провели дополнительное амплифицирование с олигонуклеотидными праймерами (Rb\_Up/Rb\_Dw) кодирующими большую субъединицу (табл. 1). Результаты амплифицирования представлены на рисунке 3. Исходя из полученных данных, можно предположить, что образцы под номером 25 и 26 соответствуют видовой принадлежности *Iodophanus testaceus*, однако с номером 16 следует провести ряд уточняющих исследований.

Для подбора таргетированного антисептика против этого гриба-деструктора изучили его чувствительность к ряду новых синтезированных биоцидов, некоторые из которых ранее показали высокую эффективность против плесневой микрофлоры ГТГ [1, 2]. Были протестированы аналоги нуклеозидов, гетероциклических соединений и фосфорзамещённых аналогов аминокислот. Выявили ряд эффективных веществ - гетероциклические соединения (табл. 2).

Обнаруженный нами представитель семейства Pezizaceae – *Iodophanus sp.* достаточно редкий объект исследования на предметах искусства. Определённые нами эффективные биоциды ряда гетероциклических соединений, следующим шагом, должны быть проверены на макетах с художественно-реставрационными материалами, чтобы перейти к обработке самого объекта – иконы «Деисус из 13 фигур».

### **Благодарность**

Хочу выразить свою благодарность к.б.н, н.с. Авданиной Д.А. ФИЦ Биотехнологии РАН за предоставленную возможность исследования, помощь в идентификации микроорганизма и подбора антисептиков.

### **Источники и литература**

- 1) 1. Alexandrova L. A. et al. Discovery of Novel N4-Alkylcytidines as Promising Antimicrobial Agents // European Journal of Medicinal Chemistry. 2021. (215). С. 113212.
- 2) 2. Alexandrova L. A. et al. 3'-Amino Modifications Enhance the Antifungal Properties of N4-alkyl-5-methylcytidines for Potential Biocides // New Journal of Chemistry. 2022. № 12 (46). С. 5614–5626.
- 3) 3. Cinto, I.E., Dokmetzian, D.A., Ranalli M. E. Iodophanus carneus and I. testaceus (Ascomycota-Pezizales): Independent taxonomic identity or synonymy? A study of their morphology and isozymes \* // Bol. Soc. Argent. Bot. 2007. № 3–4 (42). С. 181–187.

### Иллюстрации

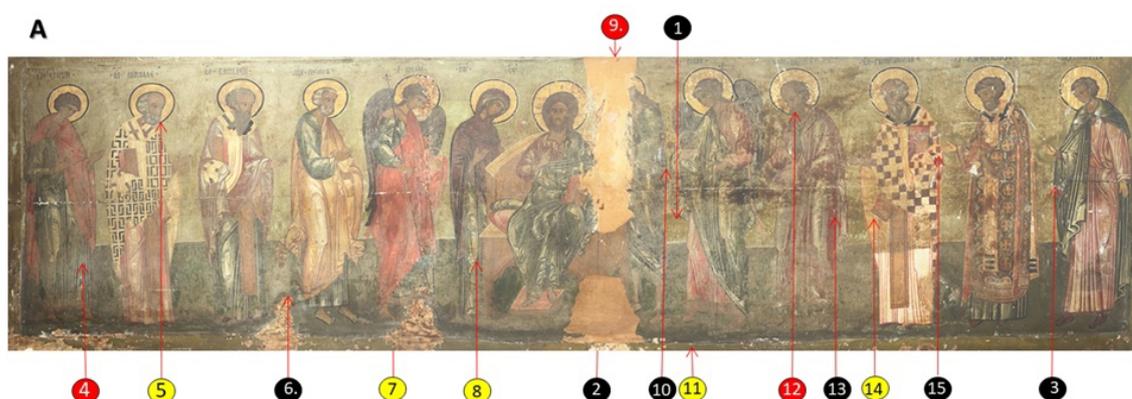


Рис. : Рис. 1. Икона «Деисус из 13 фигур», конец 16 в. Яичная темпера, 215x59,5x4 см. Карта отбора проб с иконы: в желтых кружках – номера проб с бактериальным поражением; в красных кружках – с грибным поражением; в черных кружках – отсутствие поражения.

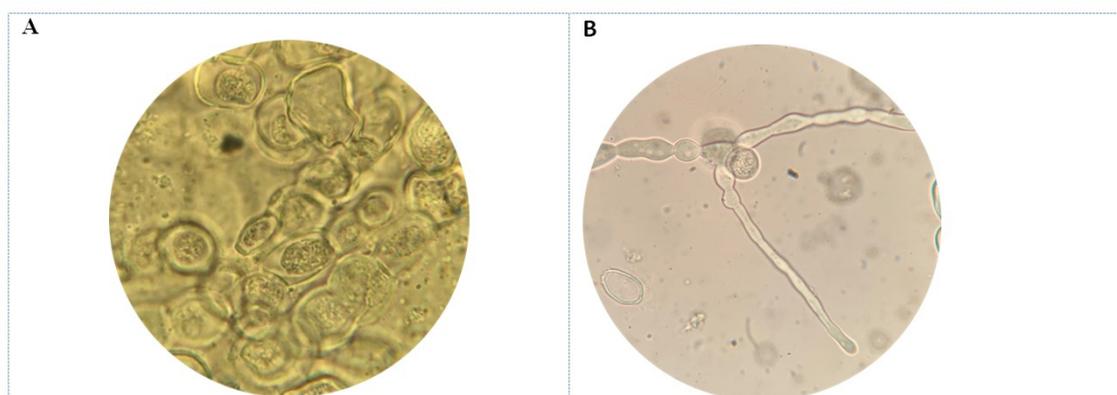


Рис. : Рис. 2. Световая микроскопия *I. testaceus*, ув. 1000 (CarlZeiss, Германия). А – септированные гифы; В – растущая молодая гифа.

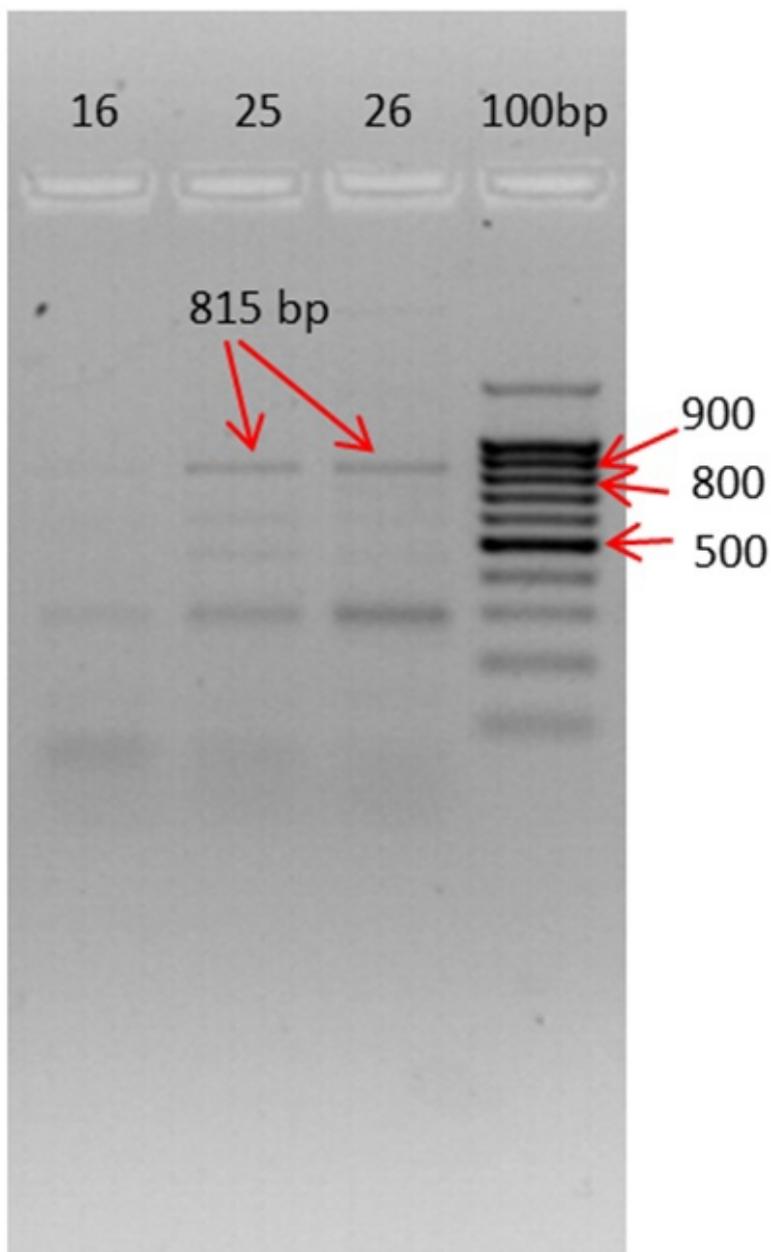


Рис. : Рис. 3. Электрофореграмма ПЦР-фрагментов *I. testaceus* после амплификации с олигонуклеотидными праймерами Rb\_Up/Rb\_Dw

Название праймера	Последовательность
Rb Up	GGCACAGCGTCGTCGATGAT
Rb Dw	CGTGTTTCAAGACGGGGTCA

Рис. : Таблица 1. Олигонуклеотидные праймеры

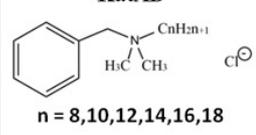
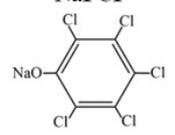
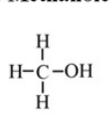
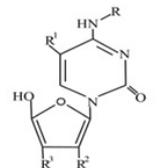
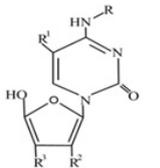
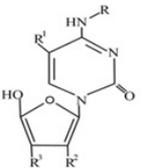
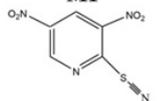
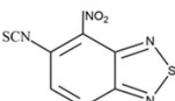
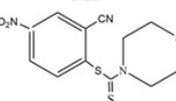
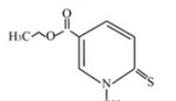
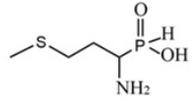
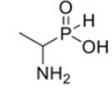
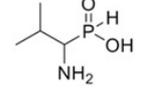
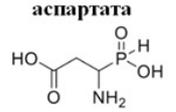
Тип соединения	<p><b>KatAB</b></p>  <p><math>n = 8, 10, 12, 14, 16, 18</math></p>	<p><b>NaPCP</b></p> 	<p><b>2% Methanole</b></p> 	
НУКЛЕОЗИДЫ	<p><b>Ala 54</b> R=C12H25; R1=H; R2=H; R3=OH</p> 	<p><b>Ala106</b> R=C12H25; R1=H; R2=OH; R3=OH</p> 	<p><b>SOV4</b> R=C12H25; R1=H; R2=H; R3=NH2</p> 	
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	<p><b>M1</b></p> 	<p><b>M2</b></p> 	<p><b>M3</b></p> 	<p><b>M4</b></p> 
ФОСФОРЗАМЕЩЕННЫЕ АНАЛОГИ АМИНО К-Т	<p><b>X3 аналог метионина</b></p> 	<p><b>X6 аналог аланина</b></p> 	<p><b>X7 аналог валлина</b></p> 	<p><b>X11 аналог аспаргата</b></p> 

Рис. : Таблица 2. Тестируемые антисептики