

УДК 001.5:[246.5≈7.046.3]=161.1'01"14"(045)

Ю.А. Ушанов

ГИПОТЕЗА О ПРИМЕНЕНИИ СКЛЕРОЦИИ СПОРЫНЬИ В ДРЕВНЕРУССКОЙ ИКОНОПИСИ

This article shows the importance of research on the nature of the materials used in the ancient iconography that gave a special glow of pure colors and the luminosity of the faces to the icon created in the XIV–XV centuries. The approach to use such materials for the icons was lost by the old masters in the second half of the XVI century and nowadays it is considered to be the greatest riddle of the Orthodox icons. There are almost no scientific publications discussing this issue. The authors have shown that the composition of the paint layer used in the old Russian icons consist from the poorly-explored natural plant materials on the basis of clavus, which have high optical activity and reflect the light in the visible range. The authors have deduced that the ancient iconographers mainly used yolk of the egg as binding substance, which is diluted with bread kvass with particles of ergot sclerotia (*Secale cornutum*). The results of the experimental studies confirm the hypothesis about the presence of transparent paints made from crystalline mineral pigments (cinnabar, hematite, lazurite, azurite) particles of the clavus, which have high optical activity and reflect the light in the visible range. In the paint layer of the ancient icon the light beam, reflected from the flakes of clavus, sequentially passes through the colorful layers and is repeatedly refracted by lots of crystalline particles. This creates the effects of image depth, inner glow and the play of light.

Введение

Технике создания иконы и технологии материалов посвящено большое число трудов, начиная от средневековых иконописных подлинников XV–XVIII веков и “мастеровиков” – собраний рецептов приготовления красок и др., а также научных исследований современных реставраторов и специалистов.

Так, не утратил актуальности и по сей день важный исторический документ итальянского живописца XV ст. Ченнино Ченнини [1]. В этом ценном источнике сведений о технике живописи эпохи Возрождения мы также находим и объяснение приемам работы яичной темперой.

Книга Ж. Вибера [2] написана в конце XIX ст. и содержит некоторые сведения о свойствах живописных материалов.

Классическое пособие по технологии живописных материалов представлено работой А.М. Лентовского [3].

Подробное обозрение о технологии красок в древней Руси приводится в работе крупного химика – технолога и знатока древней иконописи В.А. Щавинского [4].

Глубокое представление о приемах и технике старинной иконописи мы получаем из книги Н.М. Зиновьева [5]. В монографии В.В. Филатова [6] рекомендации рукописных источников сопоставлены с результатами современных исследований памятников древнерусской живописи.

Особый интерес для широкого круга читателей представляет фундаментальное исследование – монография Ю.И. Гренберга [7].

Учебное пособие [8], подготовленное сотрудниками ВНИИ реставрации, охватывает широкий круг вопросов, связанных с историей технологии живописи, методов ее исследования и хранения.

Впервые попытались обобщить разрозненные по разным литературным источникам сведения о реставрационных материалах, их химических свойствах и способах применения Н.К. Никитин и Е.П. Мельников в справочном издании [9].

Анализ выше перечисленной и другой литературы, опубликованной в минувшем столетии, свидетельствует о том, что сообщаемые в ней подробные сведения о технологии и свойствах иконописных материалов соответствовали уровню научных и технических достижений того времени. Основной недостаток перечисленных работ заключается в том, что квас, пиво и виноградное вино не рассматривались исследователями как источники поступления в красочный слой иконы оптических активных материалов. Что касается кваса, известного задолго до образования Киевской Руси, без внимания остался исторический факт о наличии в исходном сырье – муке из ржаного зерна – вредных примесей.

Для современных специалистов остаются актуальными исследования о природе материалов древней иконописи, которые придавали особое сияние чистых красок и светоносность

лика иконы периода XIV–XV веков. Способность так писать была утрачена старыми мастерами во второй половине XVI в. и сегодня представляет величайшую загадку православной иконы. К моменту постановки данной работы в научной литературе практически отсутствовали публикации, посвященные этому вопросу.

Результаты современных исследований на границе органической химии с молекулярной биологией и биохимией, которые являются непрофильными для искусствоведения, позволили приблизиться к ответу на конкретный вопрос древней иконописной практики, вынесенный в заглавие нашей статьи.

Постановка задачи

Цель работы – провести исследования и доказать, что в состав красочного слоя древнерусских икон входят малоизученные природные растительные материалы, которые обладают высокой оптической активностью и отражают свет видимого диапазона.

Объект исследования – техника создания иконы и технологии приготовления лакокрасочных материалов на основе хлебного кваса из ржаной муки, которым древние иконописцы разбавляли эмульсию желтка куриного яйца, а также липидные связующие – воск и ланолин.

Предмет исследования – гипотеза о применении склероции спорыньи в древнерусской иконописи.

Техника и технология иконописи Киевской Руси

Техника и технология иконописи пришли в Киевскую Русь из Византии с принятием христианства в 988 г. Памятник древнерусской литературы “Киево-Печерский патерик” сохранил нам имя первого древнерусского иконописца – преподобного Алипия иконописца Печерского (?–1114). Наивысшего расцвета русская иконопись достигает к XIV–XV векам.

На протяжении многих столетий русские мастера иконы писали в технике яичной темперы, которая применялась еще в Древнем Египте для росписи саркофагов. Основой для приготовления красок служил однородный порошок из ярко окрашенных кристаллических и землистых природных минеральных пигментов. В качестве связующего вещества в основном

применялась эмульсия, состоящая из разбавленного на хлебном квасе желтка куриного яйца, рыбы или растительные клеи. Немецкие иконописцы разбавляли эмульсию пивом, а итальянские мастера – водными растворами виноградного уксуса и вина.

В конце XIX в. под воздействием факторов внешней среды и многочисленных реставраций древняя икона приобретала вид темной доски с едва видимым изображением образа. Это считалось одним из характерных свойств старинной русской иконы.

По инициативе мецената С.П. Рябушинского (1874–1942) и благодаря энтузиазму художника И.С. Остроухова (1858–1929) и академика Н.П. Лихачева (1862–1936) 13 февраля 1913 г. в Москве состоялась первая выставка икон XV–XVI веков. В залах “Делового двора” было размещено (выставлено) около ста пятидесяти икон, которые иконными мастерами Е.И. Брагиным, А.В. Тюлиным и другими были расчищены от слоев поздних записей, потемневшей олифы и копоти. О впечатлениях посетителей выставки выдающийся российский искусствовед В.Н. Лазарев (1897–1976) пишет: “Вместо темных, мрачных, покрытых толстым слоем олифы икон они увидели прекраснейшие произведения станковой живописи, которые могли бы оказать честь любому народу. Эти произведения горели, как самоцветные камни, красками, полыхали пламенем киновари, ласкали глаз тончайшими оттенками нежных розовых, фиолетовых и золотисто-желтых цветов, приковывали к себе внимание невиданной красотой белоснежных и голубых тонов” [10].

Посетители выставки вновь увидели всю красоту ярких и светоносных красок иконы. Это сенсационное событие поставило православную икону в ряд величайших явлений мировой художественной культуры. Открытие древней иконы также заложило основы реставрации и научного исследования свойств иконописных материалов.

Спорынья (маточные рожки) – гриб класса аскомицетов

В качестве разбавителя и антисептика для желткового связующего древние иконописцы в основном использовали хлебный квас, ячменное пиво и виноградное вино, а также рыбы или растительные клеи. По мнению многих

искусствоведов применение таких, на первый взгляд, не связанных между собой напитков и клеящих веществ, можно объяснить местными традициями. Вместе с тем, производство хлебного кваса, ячменного пива и виноградного вина предусматривает процесс брожения, вызываемое ферментами. Ферменты образуются дрожжами или бактериями.

Дрожжи – внетаксономическая группа одноклеточных грибов, утративших мицелиальное строение в связи с переходом к обитанию в жидких и полужидких субстратах. Некоторые виды дрожжей тысячи лет люди использовали для пивоварения, выпечки хлеба, виноделия, квасоварения и других целей. В естественных условиях дрожжи присутствуют на поверхности плодов винограда в виде светлого налета на ягодах. Напомним читателю, что грибы и дрожжи содержат биополимер – хитин, а главный стерин представлен природным оптически активным кристаллическим соединением – эргостерином провитамином D². Названное вещество обладает большой реакционной способностью. Может образовывать молекулярные комплексы в клетках. Впервые эргостерин был выделен из спорыньи. Содержится он также в пекарских дрожжах, которые являются промышленным источником его получения.

Спорынья (маточные рожки) (рис. 1) – гриб класса аскомицетов, семейства спорыньевые (*Clavicipitaceae*), паразитирует на 170 видах культурных и дикорастущих злаков, чаще на ржи (*Secale cereale L.*), а также на тимофеевке, пырее, ячмене, пшенице и др.

Относится к классу сумчатых грибов (*Ascomycetes*). На пораженных рожками растениях в соцветиях (колосьях) хорошо заметны склероции (рис. 2) – искривленные трехгранные рожки, покрытые черно-фиолетовым легко стирающимся налетом, длиной 1–5 см, шириной 3–5 мм. Это покоящаяся стадия гриба. Склероции состоят из сердцевины белого или желтовато-белого цвета, покрытой корой меланизированных толстостенных клеток. В склероциях ржаных рожков найдены несколько важных оптических изомеров алкалоидов, амины, алкиламины и другие азотсодержащие соединения, аминокислоты, хризогеновая и хризергоновая кислоты, секалоновые кислоты А и В, антрахиноновые пигменты, 3–4 % сахаров (трегалоза, глюкоза и др.), до 1 % многоатомных спиртов, стероиды (около 0,1 % эргостерола), хитин, жирные масла и липиды, а также мак-



Рис. 1. Колос ржи со склероциями спорыньи



Рис. 2. Склероций спорыньи

роэлементы кальция. Более подробные сведения о спорынье излагаются в аналитическом обзоре авторами Ивано-Франковской государственной медицинской академии Р.В. Куциком и Б.М. Зузуком [11]. Препараты спорыньи и их основные алкалоиды – эрготамин и эргометрин имеют большое значение для практической медицины.

Спорынья – один из давно известных токсичных грибов, который вызывает у человека и животных отравление – эрготизм. Эрготизм – это отравление алкалоидами спорыньи, попавшими в муку из зерен ржи, зараженных склероциями.

Высокие дозы алкалоидов приводят к мучительной смерти, низкие – к сильным болям, умственным расстройствам, агрессивному поведению. Первое достоверное известие об эрготизме в Германии относится к 857 г. В результате отравления спорыньей в 994 г. во Франции погибло около 40 тыс. человек. В средние века эпидемии эрготизма были неоднократно зафиксированы летописцами в Германии, Бургундии и Италии.

К концу XI в. распространение эрготизма в Европе приняло угрожающие масштабы и папа Урбан II основал орден святого Антония,

который лечил страдающих “злыми корчами”. Отсюда и походит старинное название болезни – “огонь святого Антония” или “антонов огонь”. Только в 1670 г. французский врач Луи Тулье предположил, что причина болезни “огня св. Антония” вызвана употреблением в пищу ржаного хлеба, содержащего спорынью.

Связь “злых корчей” и некачественной ржи со спорыньей была известна в России по крайней мере уже в 1785 г. во время эпидемии в селах Киевской и Черниговской губерний.

Начало возделывания ржи относится к I–II тыс. до н.э. в бассейнах Днепра, Днестра, Оки и рек других европейских стран. Усвоив преимущества гражданской оседлой жизни, древние жители Киевской Руси стали заниматься земледелием для получения хлебного зерна и тогда же стали печь хлебы и готовить квас [12].

Письменное упоминание о квасе относится к 988 г., когда великий князь Владимир обратил своих подданных в христианство. В летописи по этому поводу было написано: “Раздать народу пищу, мед и квас”.

Квас является продуктом незавершенного спиртового и молочнокислого брожения сула. В качестве основных хлебных продуктов применяют ржаной, пшеничный, ячменный сухой дробленый солод; ржаную, пшеничную и гречневую муку. Готовый квас содержит молочную и уксусную кислоту, этанол, уксусную и муравьиную кислоты, свободную углекислоту, эфиры кислот с этанолом, манит, декстрины и др. вещества.

С началом возделывания ржи, очевидно, имели место и случаи локальных эпидемий эрготизма. О заболевании “антоновым огнем” впервые упоминается в Троицкой летописи в 1408 г. Крестьяне считали, что крупные рожки в колосе – прибавка к хлебу, их назвали спорым хлебом. В средние века спорынья обычно считалась признаком хорошего урожая, символом изобилия и “матерью ржи”. Спорыньей поражались преимущественно те местности, где наблюдался неурожай и в дождливое лето. Потребление спорыньи стало частью национальной культуры.

Последняя крупная вспышка эрготизма наблюдалась в 1816 г. в Бургундии. В 1929 г. эпидемия эрготизма была зарегистрирована в Ирландии. Небольшие вспышки отмечались в Европе в годы второй мировой войны. Применением современного комплекса мероприятий по защите растений и установлением контроля

качества зерна и муки на мельницах случаи эрготизма стали редкостью.

Тему настоящего поискового исследования подсказала разработка в соавторстве, защищенного патентом [13], метода идентификации ингредиентов композита растительного происхождения, обладающих естественной оптической активностью – фитостероинов, которые работают структурными компонентами клеточной мембраны. Метод основан на измерении величины вращения плоскости поляризации света при прохождении его через оптически активные вещества [13]. В клетках млекопитающих ту же роль выполняет (зоостерин) – холестерин, растений (фитостерин) β -ситостерин и стигмастерин, а главный стерин дрожжей и грибов (микостерин) – эргостерин.

Из химических свойств холестерина важное значение имеет его способность вступать в реакцию этерификации с карбоновыми кислотами и образовывать сложные эфиры, которые, как нам сегодня известно, сочетают анизотропные свойства кристаллов и текучие свойства жидкостей. Впервые новое состояние вещества обнаружил в 1861 г. профессор Львовского университета Планер, который также наблюдал явление селективного отражения света холестерической фазой холестерилхлорида. О результатах научной работы Планер опубликовал статью [14], на которую ссылался австрийский ботаник и химик Фридрих Рейнитцер (1857–1927), в 1888 г. детально исследовавший производные холестерина. Его консультант – немецкий кристаллограф Отто Леман (1855–1922) назвал эти вещества, обладающие одновременно свойствами жидкостей и кристаллов – жидкими кристаллами (ЖК). Различают три основных типа структур ЖК: смектический, нематический и холестерический, которые относятся к термотропным жидким кристаллам. Периодическая спиральная структура холестериков обладает уникальными оптическими свойствами. Сегодняшний читатель не задумывается о том, что в основе управляемых внешним электрическим полем быстродействующих и экономичных ЖК-индикаторов и дисплеев лежат уникальные свойства соединений веществ, которые могут находиться в ЖК-состоянии. Кроме этого, шаг холестерической спирали обладает громадной чувствительностью к изменению температуры, давления и другим внешним факторам, что сказывается на окраске, селективном отражении света, оптической активности и круговом дихроизме холестерика (рис. 3). Особую роль жидкие

кристаллы играют в процессах жизнедеятельности человека и животного мира. Например, в желтке куриного яйца содержится около 270 мг холестерина в кристаллическом состоянии.

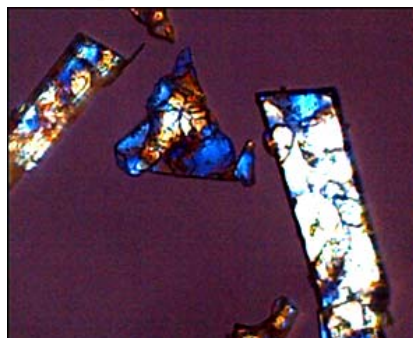


Рис. 3. Кристаллы холестерина в проходящем поляризованном свете

В настоящее время внимание ученых стали привлекать ЖК-полимеры холестерического типа, которые открывают для человечества исключительно новые горизонты познания мира живой и неживой природы.

Так, например, Сид Дж.В. и Этвуд Дж.Л. – авторы учебника [15], в т.ч. дают объяснение механизму окраски жуков и насекомых: “Покровы из холестерических жидкокристаллических полимеров используют на практике в качестве отражательных пленок и поляризаторов. Такой жидкий кристалл, охлажденный ниже температуры стеклования, образует твердый полимер, который хотя и аморфен, но содержит большие области “замороженного” жидкокристаллического порядка. Эти структуры обнаружены и в природе в виде радужной, почти металлической окраски жуков и других насекомых, возникающей благодаря наличию спиральных холестерических структур в наружном слое защитного панциря” [15].

Более подробно о механизме радужной окраски жуков можно также ознакомиться и в статье В.П. Шибаева [16].

По мнению автора, в хитине, из которого построены крылья многих жуков, содержатся “замороженные” холестерические структуры, избирательно отражающие свет видимого диапазона. Хитин – высококристаллический полимер, образованный природными полисахаридами. Необходимо отметить, что хитин у членистоногих связан с белками типа склеротина и меланинами. Хитин, который содержится в клеточной стенке (КС) грибов, находится не в свободном состоянии, а связан ионными или водородными связями с полиса-

харидами, липидами и макроэлементами. Выделение его в основном происходит в виде хитин-глюканового комплекса.

Полисахариды внутреннего слоя КС грибов, как считают авторы учебника по микологии Д.В. Леонтьев и О.Ю.Акулов, имеют сложную архитектуру, которая образует ее каркас. Молекулы основного структурного полисахарида КС имеют фибриллярную структуру и спиралевидную форму [17].

Экспериментальная часть

Для экспериментальной проверки гипотезы о применении склеротии спорыньи в иконописи древнерусской живописи мы проводили исследование микропроб с помощью оптического микроскопа JJ-Optics Digital Lab с интерфейсом для компьютера. Диапазон увеличения 40 крат. Микроскоп оснащен цифровой камерой-окуляр и программным обеспечением Ulead Video Studio 7 SE. В качестве дополнительных элементов оптической системы применялись поляризационные фильтры Gray.C-PL, 28 и 22 мм. Для фотосъемки через окуляр микроскопа использовался цифровой фотоаппарат Sony DSC-W7 в автоматическом режиме, что позволило устранить оптическую помеху от микропробы.

Освещение склеротии и микропрепаратов на черной подложке осуществлялось косыми лучами солнечного света в октябре–ноябре 2011 г. В это время года для Солнца характерно низкое расположение над горизонтом. Изображение при таком освещении строится за счет зеркального и диффузного отражений света от компонента микропробы.

Квас был приготовлен по старинной технологии и рецептам из ржаной муки, в которую были добавлены склеротии спорыньи грубого помола. После сбраживания квасного сусле в прозрачной стеклянной емкости был получен напиток в виде полупрозрачной жидкости с коричневым оттенком.

Кроме самого напитка, также образуется квасная гуща, осадок отработанных дрожжей и слой хлопьев склеротии в виде маленьких блестящих плоских частиц. Отмечено, что частицы сохраняют способность отражать падающий на них естественный свет только в жидкой среде напитка. В противном случае, частицы склеротий под воздействием внешних факторов приобретают форму порошка коричневого цвета.

При испарении воды из кваса на предметном стекле микроскопа образуется пленка. Ее возникновение, очевидно, связано со свойством молочной кислоты, часть которой не вступила в химическое взаимодействие, образовывать циклический димер (лактид) и линейные полимеры (лактоиллактат). Вместе с тем, полученный композит не имеет достаточной прочности и подвержен разрушению при механическом воздействии. В порах тонкой оболочки пленкообразующего материала могут оказаться и продукты брожения, которые при микроскопировании не позволяют добиться контрастного изображения объекта. Поэтому несколько миллилитров жидкости с частицами склероций извлекались из емкости с помощью проточной пипетки и вводились в раствор, который состоит из кислоты молочной пищевой, кислоты ацетатной разведенной, этанола и воды очищенной. Условно назовем его искусственным квасом. С подробными сведениями об ингредиентах раствора и его свойствах можно дополнительно ознакомиться в патенте о желтковой эмульсии [18].

Оптические свойства склероции спорыньи проиллюстрированы на фотографиях микропрепаратов (рис. 4–12).

На первом этапе микроскопического исследования фрагмента склероции спорыньи представилось возможным обнаружить отражение света от наружной поверхности сердцевинки объекта (см. рис. 4).

Фрагмент сердцевинки склероции спорыньи при боковом естественном освещении помещения имел бледно-серую окраску (см. рис. 5).

Микроскопия указанного образца в косых солнечных лучах позволила наблюдать отражение в виде интенсивной, так называемой оптической помехи, которая является основным признаком поляризации света видимого диапазона (см. рис. 6).

Дальнейшее исследование микропрепаратов измельченных фрагментов сердцевинки склероция в среде искусственного кваса подтвердило их свойство отражать солнечный свет (см. рис. 7).

Внешний вид микропрепарата взвеси хлопьев частиц склероции спорыньи из натурального напитка в растворе искусственного кваса показан на рис. 8.

Вид микропрепарата непрозрачной краски из красной охры с частицами спорыньи, которые придают ей дополнительную яркость, показан на рис. 9.

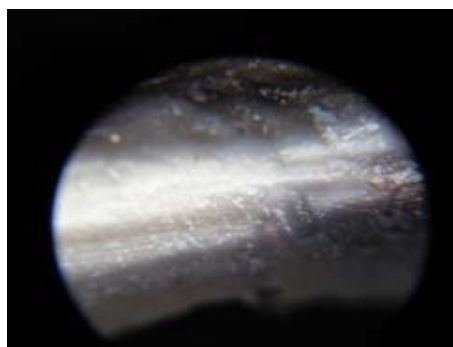


Рис. 4. Фрагмент сердцевинки склероции спорыньи со стертым темным налетом



Рис. 5. Фрагмент сердцевинки склероции при естественном освещении



Рис. 6. Оптическая помеха, создаваемая фрагментом сердцевинки склероции



Рис. 7. Отражение солнечного света мелкими фрагментами склероции

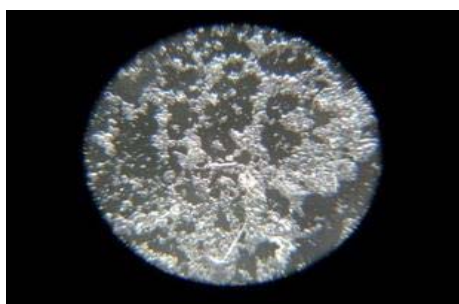


Рис. 8. Хлопья частиц склерозии спорыньи в растворе кваса

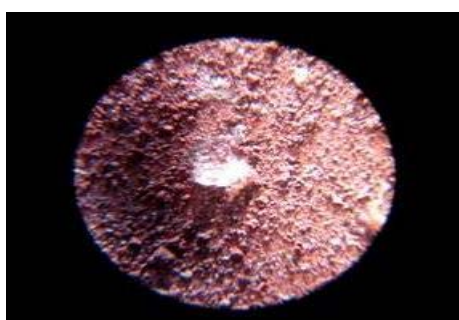


Рис. 9. Краска из красной охры

Выше изложенные результаты микроскопических исследований оптических свойств склерозия спорыньи были реализованы в патенте о композитном клеевом связующем для изготовления темперных красок [18] (см. рис. 10).

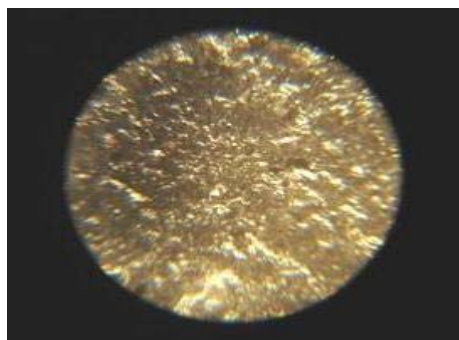


Рис. 10. Микропрепарат композитного клеевого связующего. Коричневый оттенок обусловлен красящими веществами вишневой камеди

Вещества, которые применялись в древней иконописи в качестве связующих относятся к разным классам природных органических соединений: белкам, углеводам и липидам. Так, к липидным связующим относится пчелиный воск. Пчелиный воск применялся еще в Древнем Египте в 3 тыс. до н.э. для создания энкаустических произведений — фаюмских порт-

ретов. Первые христианские иконы также выполнены в технике энкаустики.

Пчелиный воск — многокомпонентный продукт, который содержит более 300 веществ. Воск имеет кристаллическую, зернистую структуру (см. рис. 11). Основные компоненты воска представляют смесь сложных эфиров (72 %), насыщенных неразветвленных углеводородов (12–15 %) и карбоновых кислот (15 %). В воске выделены и идентифицированы тритерпены (скавален и ланостерин), стеролы (холестерол и его эфиры) [18].



Рис. 11. Микропрепарат пчелиного воска в проходящем поляризованном свете

На веб-страницах электронного проекта “ARTconservation-Мастерская” — социального специализированного ресурса содействия сохранению, реставрации и консервации материальных памятников истории и культуры опубликованы результаты системной работы лаборатории физико-химических исследований российского Государственного научно-исследовательского института реставрации, которые имеют отношение к нашей работе. Так, автор статьи [19] говорит, что кроме пчелиного воска в составе материалов произведений искусства могут встретиться ланолин — жир овечьей шерсти.

В состав ланолина входят: сложные эфиры жирных кислот и высших спиртов, в т.ч. ланолинового; жирные кислоты (12–40 %); спирты (44–45 %); углеводороды (14–18 %); оптически активные стеринны (холестерин, изохолестерин, эргостерин) в свободном виде и в виде сложных эфиров (10 %) (см. рис. 12).

Исследование с помощью поляризационной микроскопии показало, что воск и ланолин содержат мультиламеллярные структуры, типичные для холестерических ЖК — холестериков.

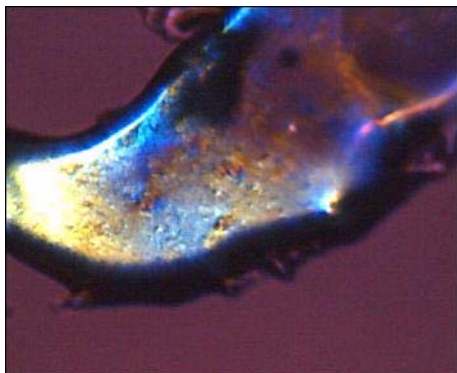


Рис. 12. Микропрепарат ланолина в проходящем поляризованном свете

Периодической спиральной структуре холестериков присуща анизотропия оптических и других свойств. Например, изменение температуры сказывается на интенсивности отражения света, оптической активности, круговом дихроизме, а также окраске холестерика. Явление изменения окраски холестерика используется в цветовых термоиндикаторах.

Таким образом, мы установили принципиальное различие оптических свойств склероци спорыньи, пчелиного воска и ланолина.

Выводы

Результаты экспериментальных исследований подтверждают гипотезу о наличии в прозрачных лессировочных красках из кристаллических минеральных пигментов (киноварь, гематит, лазурит, азурит) частиц склероци спорыньи, которые обладают высокой оптической активностью и отражают свет видимого диапазона.

В красочном слое древней иконы световой луч, отражаясь от хлопьев частиц склероци спорыньи, последовательно проходит сквозь красочные слои и многократно преломляется множеством кристаллических частиц, что создает эффекты глубины изображения, его внутреннего свечения и игры света.

Кроме этого, супрамолекулярное строение спорыньи и ее оптические свойства могут представлять большой интерес для ученых, которые изучают возможность создания и использования светуправляемых полимерных пленок для записи и хранения информации.

Статью следует рассматривать лишь как первичную информацию об особенностях структуры, оптических свойствах спорыньи и применении ее в иконописи. В настоящей статье реализованы результаты экспериментальных исследований Ю.А. Ушанова [21]. Вне рамок рассмотрения остались, очевидно, и аналогичные оптические свойства дрожжей – одноклеточных грибов, которые люди тысячелетиями использовали для производства хлебного кваса, пива, вина и уксуса. Раствор указанных продуктов разжижал яичную темперу. Темперой работали выдающиеся мастера, как Леонардо да Винчи, Рафаэль, Микеланджело, Феофан Грек, Андрей Рублев.

Автор выражает свою признательность кандидату медицинских наук, Заслуженному изобретателю Украины В.В. Демьяненко (1942–2012) за ценные консультации, кандидату фармацевтических наук Д.Б. Коробко за помощь в проведении экспериментов.

1. Ченнини Ч. Книга об искусстве или трактат о живописи / Пер. с итал. А. Лужнецкой; под ред. и со вступ. статьей А. Рыбникова. – М.: ОГ; ИЗ-ИЗОГИЗ, 1933. – 78 с.
2. Вибер Ж. Живопись и ее средства. – М.: Академия художеств СССР, 1961. – 232 с.
3. Лентовский А.М. Технология живописных материалов. – Ленинград: Искусство, 1949. – 220 с.
4. Шавинский В.А. Очерки по истории техники живописи и технологии красок в Древней Руси. – М. – Ленинград: СоцЭКГИЗ, 1935. – 158 с.
5. Зиновьев Н.М. Искусство Палеха. – Ленинград: Художник РСФСР, 1975. – 248 с.
6. Филатов В.В. Русская станковая темперная живопись, техника и реставрация. – М.: Искусство, 1961. – 222 с.
7. Гренберг Ю.И. Технология станковой живописи. История и исследования. – М.: Изобраз. Искусство, 1982. – 320 с.
8. Учебное пособие. Технология, исследование и хранение произведений станковой и настенной живописи / Под ред. Ю.И. Гренберга. – М.: Изобраз. Искусство, 1987. – 348 с.
9. Никитин Н.К., Мельников Е.П. Справ. изд. Химия в реставрации. – Ленинград: Химия, 1990. – 304 с.
10. Лазарев В.Н. Русская иконопись от истоков до начала XVI века. – М.: Искусство, 2000. – С. 14.
11. Кущик Р., Зузук Б. Спорынья (маточные рожки) – *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne (Аналитический обзор) // Провизор. – Х., 2002. – № 11. – С. 24–27.

12. *Российский союз пекарей. История хлебопечения на Руси [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <http://www.hleb.net./history/rus-hist/index-r.html>
13. *Патент 29048 UA.* Спосіб ідентифікації інгредієнтів композита / В.В. Дем'яненко, А.П. Поліщук, Ю.О.Ушанов. – № а2006 03213; 10.01.2008; Опубл. 10.01.2008; Бюл. № 1.
14. *Pr. Planer*, “Notiz Uber das Cholesterin”, *Ann. Chem. und Pharm.*, Bd. 118, pp. 510–514, 1861.
15. *Стюд Дж.В., Этвуд Дж.Л.* Супрамолекулярная химия / Пер. с англ.: в 2 т. – М.: ИКЦ Академкнига, 2007. – Т. 2. – 2007. – С. 834–835.
16. *Шибаете В.П.* Жидкие кристаллы: холестерин // *Химия и жизнь.* – 2008. – № 7. – С. 4–8.
17. *Леонтьев Д.В., Акулов О.Ю.* Загальна мікологія: Підруч. для вищ. навч. закладів. – Х.: Основа, 2007. – 228 с., 352 іл. – С. 88.
18. *Патент 56402 UA.* Штучна жовткова емульсія “Терносвіт-1” / Ю.О. Ушанов; № u201008691; 12.07.2010; Опубл.10.01.2011, Бюл. № 1.
19. *Хисматуллина Н.З.* Апитерапия. – Пермь: Мобиле, 2005. – С. 63.
20. *ARTconservation-Мастерская* – социальный специализированный ресурс содействия сохранению, реставрации и консервации материальных памятников истории и культуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// art- con.ru/](http://art-cons.ru/)
21. *Ушанов Ю.А.* О неизвестном светоносном материале древнерусской иконописи / Внесено до Держ. реєстру свідоцтв про реєстрацію автор. права на твір (свідоцтво Держ. служби інтелект. власності України № 49437 від 31.05.2013).

Рекомендована Радою
факультету біотехнології і біотехніки
НТУУ “КПІ”

Надійшла до редакції
24 червня 2013 року