

УДК 76.025.4"19-20"

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/39-1-13>**Марія БОРИСЕНКО,***orcid.org/0000-0002-8302-0896**аспірантка кафедри мистецтвознавчої експертизи
Національної академії керівних кадрів культури і мистецтва
(Київ, Україна) mariaborysenko8@gmail.com*

СУЧАСНИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЗИМІВ У РЕСТАВРАЦІЇ АРХІТЕКТУРНОЇ ГРАФІКИ

Метою статті є аналіз використання ензимів як ефективного інструменту у здійсненні реставраційних заходів з очищення пам'яток архітектурної графіки, виконаних на паперовій основі. **Методологія дослідження** включає методи візуального обстеження, систематизації, порівняння, узагальнення, техніко-технологічні методи, зокрема, використання оптичної мікроскопії (в ультрафіолетовому та інфрачервоному діапазонах), методи рентгено-флуоресцентного аналізу (РФА) та ІК спектроскопії з Фур'є-перетворенням (FTIR), хімічний аналіз для дослідження стану основи та рівня її кислотності, а також визначення типів клею, наявних на творі.

Наукова новизна. Міжнародний досвід, отриманий у процесі практичного застосування та наукових досліджень використання ензимів, продемонстрував позитивні результати під час вирішення окремих задач реставрації. Незважаючи на це, використання ферментів у вітчизняній реставрації паперу недостатньо описане та не розповсюджене в практичному застосуванні. Особливо ж це стосується архітектурної графіки, зберігання якої, через великий формат робіт та внаслідок використання їх під час реалізації проектів, є досить складним. У статті описано практичний досвід застосування ензимів у реставрації творів на паперовій основі. **Висновки.** У роботі розглянуто основні види ензимів, механізми їхнього впливу, способи застосування та нейтралізації, а також вплив молекулярної маси і якості ферментів на кінцевий результат роботи під час проведення реставраційних заходів з метою оптимізації підходів зі збереження проектів архітектурної графіки. Для дослідження було обрано твір архітектурної графіки «Проект Урядового центру в м. Києві. Будинок РНК УРСР. Фасад» (1930-ті рр.), авторства радянського архітектора Федора Олейника. Прецедент проведення реставраційно-консерваційних заходів для цієї роботи розглядається як важливий досвід збереження великоформатних робіт архітектурної графіки, які зберігаються у фондівих колекціях і перебувають у вкрай незадовільному стані, очікуючи на реставрацію. У статті детально проаналізовано стан збереження твору до реставрації, досліджено та систематизовано види пошкоджень. Описано реставраційно-консерваційні заходи з використанням ензимів, застосованих щодо нього. Зазначена інформація необхідна для розширення інструментарію українських реставраторів у питанні практичного збереження творів архітектурної графіки та робіт на паперовій основі загалом та здійснення наукових досліджень за даною темою.

Ключові слова: ензими, архітектурна графіка, реставрація, Федір Олейник.

Maria BORYSENKO,*orcid.org/0000-0002-8302-0896**Postgraduate Student at the Department of Art History Expertise
National Academy of Culture and Arts Management
(Kyiv, Ukraine) mariaborysenko8@gmail.com*

MODERN EXPERIENCE OF APPLYING OF ENZYMES IN RESTORATION OF ARCHITECTURAL GRAPHICS

The purpose of this article is analysis of the use of enzymes as an effective tool in restoration for a cleaning the monuments of architectural graphics, made on paper base. **The methodology of this study** includes methods of visual examination, systematization, comparison, generalization, technical and technological methods, in particular, the use of optical microscopy (in the ultraviolet and infrared ranges), methods of X-ray fluorescence analysis (X-ray diffraction) and Fourier-transform IR spectroscopy. Chemical analysis was used to study the state of the paper base and the level of its acidity, as well as to determine the types of glue available on the work. **The scientific novelty.** International experience gained in the process of practical application and research on the use of enzymes has shown positive results in solving some problems of restoration. Nevertheless, the use of enzymes in domestic paper restoration is insufficiently described and not widespread. This is especially true for architectural graphics, the storage of which, due to the large format of works and due to their use in the implementation of projects, is quite complex. The article describes the practical experience of using enzymes in the restoration of works on paper base. **Conclusions.** The current article explores the main types of enzymes, mechanisms of their influence, methods of application and neutralization, as well as the influence of molecular weight and quality of enzymes on the final result of restoration activities to optimize approaches to preserving

architectural graphic projects. The work of architectural graphics "Project of the Government Center in Kyiv. House of the RNA of the USSR. Façade" (1930s), authored by Soviet architect Fyodor Oleynyk. The precedent of carrying out restoration and conservation measures for this work is considered as an important preservation experience large-scaled works of architectural graphics, which are stored in stock collections and are in extremely unsatisfactory condition, awaiting restoration. The article analyzes in detail the state of preservation of the work before restoration, investigates and systematizes the types of damage. Restoration and conservation measures using enzymes applied to it are described. This information is necessary to expand the tools of Ukrainian restorers in the practical preservation of works of architectural graphics and works on paper basis in general and the implementation of research on this topic.

Key words: *enzymes, architectural graphics, restoration, Fedor Oleynyk.*

Постановка проблеми. Реставрація є частиною важливої сфери – збереження культурного надбання. Розвиток та розширення палітри інструментарію в реставраційній галузі є вкрай необхідним завданням, що на пряму впливає на якість кінцевого результату, а також позначається на продуктивності, полегшуючи та пришвидшуючи роботу реставраторів у реалізації певних процесів.

Іноземний досвід використання ензимів для збереження паперу нараховує вже кілька десятків років. Особливості їхнього застосування та характеристики обговорюються у статтях та дослідженнях, ферменти визнано цінним інструментом. Проте використання їх на території України не є розповсюдженим, а публікацій стосовно практичного використання ензимів вкрай недостатньо. Очевидно, що застосування ензимів має бути здійснене з дотриманням відповідних вимог та методик, тому необхідні ґрунтовні дослідження та наукові публікації, що містять інформацію про практичний досвід застосування ензимів у реставрації паперу на теренах України.

Аналіз досліджень і публікацій. Тема використання ензимів в реставрації творів архітектурної графіки на паперовій основі висвітлена не була, однак є згадки про використання цих ферментів у реставрації паперу загалом. Так, у матеріалах доповідей Першої міжнародної науково-практичної конференції у Львові 2018 р. згадано про використання ферментів в якості інструменту для здійснення процесу роздублювання гравюри (Волков, 2018: 83). У довіднику «Хімія в реставрації» (Нікітін, Мельникова, 1990: 241) є лише коротка інформація про застосування ензимів для очищення паперу.

Закордонні реставратори паперу визнали переваги використання ферментів у наукових дослідженнях з кінця 1960-их рр. У 1969 р. Пол Бенкс у своїй роботі описав колагеназу – ферменту, що розщеплює колаген, розглядаючи його як інструмент для швидкого видалення залишків клею тваринного походження (Banks, 1969: 56). У 1970 р. було опубліковано працю, в якій описане застосування ферментів для відокремлення склеєних сторінок рукопису (Wendelb, Fosse, 1970: 249).

У публікації 1977 р. вперше описується використання ферментів протеази та амілази (Segal, Cooper, 1977: 47–50). Автори публікації виявили взаємозв'язок між кількістю ферментів, що використовуються при здійсненні реставраційних процесів, та температурних показників і значення рН (кислотності). Ці дослідження лягли в основу використання у реставрації буферних розчинів з додаванням фосфату натрію. Також дослідження довели, що метод, розроблений Отто Венделбом (Wendelb, Fosse, 1970: 249), є неефективним, оскільки призводить до ослаблення паперу як основи, а тому науковці запропонували альтернативні методи застосування ензимів.

За час проведення досліджень інформація накопичувалась та систематизувалась, проте і сьогодні важливими залишаються питання: дослідження природи продуктів ферментативних реакцій, їхня нейтральність до пам'ятки; нейтралізація та видалення продуктів ферментативної взаємодії з паперової основи та її імовірний вплив на об'єкт реставрації із плином часу. Сьогодні важливим є дослідження та впровадження зарубіжного досвіду в українську практику реставрації пам'яток на паперовій основі, що сприятиме розвитку галузі та розширенню інструментарію практикуючих реставраторів.

Мета статті: здійснення аналізу основних ферментів, що застосовуються в реставрації творів на паперовій основі, та їхніх особливостей із метою оптимізації процесів видалення клею тваринного походження та очищення паперу, опис практичного досвіду реставрації твору з використанням ензимів.

Вклад основного матеріалу. Ферменти – це біологічні каталізатори білкової природи, що беруть участь у життєво важливих реакціях живих організмів. Вони допомагають цим організмам ефективно розщеплювати, тобто перетравлювати, збільшуючи швидкість реакції, спожиті ними біологічні полімери – білки, вуглеводи та жири.

Ензими, що представляють інтерес для реставраторів, каталізують реакції деградації, переважно гідролітичні, та зазвичай належать до класу, відомого як гідролази. Препарати ензимів, що вико-

ристовують в реставрації, походять із клітин бактерій, цвілі а також підшлункових залоз великої рогатої худоби.

Амілази, протеази та ліпази – основні ферменти, що використовуються в реставрації творів на паперовій основі. Суфікс «аза» вказує, що сполука є ферментом, перша ж частина у назві ідентифікує те, що переробляє ензим. Наприклад, ліпаза сприяє переробці жирів, протеаза розщеплює білки, амілаза каталізує засвоєння вуглеводів.

Слід зазначити, що використання ферментів є виправданим, коли інші рішення зі здійснення реставраційно-консерваційних заходів є більш руйнівними. Наприклад, у випадку наявності на роботі стійких пастозних нашарувань клею, які можна видалити за допомогою тривалого зволоження або занурення у кювет, використання ензимів є кращою альтернативою.

Ензими використовують у реставрації графічних творів, японського паперу, слабо проклеєних або пошкоджених паперів, книг, альбомів тощо. Необхідно підкреслити, що використання ферментів передбачає подальшу промивку творів для нейтралізації процесів, викликаних ферментами. Перед застосуванням ензимів потрібне проведення ґрунтовних досліджень об'єкта реставрації для визначення наявності на авторській роботі покриття або включень, що можуть постраждати внаслідок взаємодії з ферментами. Наприклад, фермент амілаза може завдати шкоди гуаші, якщо вона містить декстрин.

Для правильного підбору ензиму під час реставрації необхідно ідентифікувати тип клею або забруднення, до якого планується застосування ферменту. У випадку неможливості точно визначити природу клею, наявності в ньому крохмалю або продуктів тваринного походження – рекомендують використання амілази першою, оскільки протеаза має здатність перетравлювати її, і, будучи використана другою, нейтралізує перший ензим.

Важливими критеріями у виборі ферменту є ступінь його очищення та активності. Чистота ензиму характеризується відсотком білка у твердій речовині. Ліофілізовані (чисті) ферменти не мають домішок, що позитивно впливає на результат реставрації, на відміну від неочищених ензимів, які можуть містити інші ферменти в домішках, що може призвести до пошкодження твору на паперовій основі. Активність ферменту визначає його здатність гідролізувати, вона вимірюється в одиницях активності. Тож чим вищою є активність, тим менша кількість речовини потрібна для отримання позитивного результату. Також ферменти з низькою молекулярною масою – тобто

менше ніж 15 000 одиниць атомної маси (АМУ) – вимиваються з основи легше, ніж ензими з високою молекулярною масою (понад 50 000 АМУ).

На ефективність ензимів впливає температура та рівень кислотності середовища (рН). Активність ферментів збільшується у 2–4 рази внаслідок підвищення температури від 20° С на кожні 10° С. Оптимальним температурним діапазоном для використання ферментів є діапазон від 35° С до 100° С, залежно від типу фермента. Перевищення оптимальної температури призводить до суттєвого зменшення ефективності ферменту. Що ж до рН, то оптимальне значення для кожного ферменту варіюється. Загалом умови реставрації повинні спиратись на потреби об'єкта реставрації, а не ферменту. Ферментні препарати застосовують, розчиняючи їх у воді, або місцево, використовують у компресах і в сумішах води та органічних розчинників.

Щодо практичного застосування ензимів у реставрації творів графіки, то розглянемо приклад роботи з твором «Проект Урядового центру в м. Києві. Будинок РНК УРСР. Фасад» архітектора Федора Олейника, що знаходився в аварійному стані і надійшов на реставрацію з фондів Національного заповідника «Софія Київська» у 2017 р.

Було здійснено дослідження вихідного стану проекту із застосуванням методів візуального обстеження, систематизації, техніко-технологічних методів вивчення об'єкта з використанням оптичних приладів та застосуванням необхідних хімічних аналізів. У результаті встановлено, що стан пам'ятки під час надходження на реставрацію був аварійний. Техніка виконання твору – змішана (акварель, гуаш, туш, олівець). Основа роботи – папір для креслення, дрібно-волокнистий, крихкий, ламкий, який втратив свої фізико-хімічні властивості, мав значні забруднення та фізичні пошкодження (складався з трьох нерівномірних фрагментів: 43,0x14,0 см; 85,0x63,0 см; 15,1x16,5 см). Через постійні коливання температури та світла папір мав нерівномірне пожовтіння. Окрім того, на папері були наявні забруднення, пилові нашарування, екскременти комах, плями іржі, залишки силікатного та столярного клею, наскрізні плями та патьоки, написи графітним та кольоровим олівцем на зображенні, по краях роботи вздовж верхнього краю – велика пляма, інтенсивні затікання з коричневими ореолами, чорнильні плями, плями від цупкого клею тваринного походження на зображенні тощо. Також були зафіксовані механічні ушкодження: втрати, розриви, жорсткі злами, зриви верхнього шару паперу (у зв'язку з чим на цих місцях частково

втрачено зображення), проколи від цвяхів, кнопок, порізи лезом по зображенню, жорсткі згини з осипанням основи тощо.

Фарбовий шар мав слабкий зв'язок з основою та часткове знебарвлення кольору, значні потертості, осипання у місцях розривів. Уздовж лівого краю вгорі виявлено потертий напис, виконаний гуашшю, зі значними втратами фарбового шару (09,5x1,4 см). У лівому нижньому куті зрізаний напис тушшю з особистими підписами виконавців проекту.

За реакцією мікропроби з реактивом сірчано-кислого аніліну було визначено, що папір не містить лігніну. Дослідження проб клею показали наявність на роботі силікатного клею та клею тваринного походження. Було проведено додаткові дослідження методом оптичної мікроскопії, в ультрафіолетовому та інфрачервоному діапазонах, методами рентгено-флуоресцентного аналізу (РФА) та ІК спектроскопії з Фур'є-перетворенням (FTIR), виконані на базі та за підтримки бюро науково-технічної експертизи «Арт-Лаб» (Київ).

Також визначено рН паперу – 5,9, який мав ознаки деструкції основи. Під час реставрації показники кислотності було стабілізовано та відновлено фізико-хімічні властивості основи. Видалення поверхневих забруднень, враховуючи аварійний стан роботи, було виконано дуже обережно. Силікатний клей було нейтралізовано та здійснено закріплення неводостійкого фарбового шару і написів за допомогою спиртового розчину 2% фракційної желатини та Cyclododecane. Підбір методів та видалення численних плям і забруднень різноманітного походження виконувалось, ґрунтуючись на стані збереження паперу та індивідуальних особливостях плям (тип, походження, тощо.). Так, видалення стійких плям білкового походження (що було встановлено попередніми дослідженнями) здійснювалось локальним нанесенням компресу у комбінації Tylose5% + та ензиму протеаза (Protease) 0,4% через плівку

holytex, при сталій температурі 40° С (час впливу – 60 хв.). Процес відбувався під постійним контролем, після успішного видалення плям фермент було нейтралізовано.

Після подальших дій із пластифікації та підклейки розривів і доповнення втрат роботу було дубльовано та продовжено реставраційно-консерваційні процеси. У результаті здійснених реставраційних заходів робота набула експозиційного вигляду та після науково-реставраційної ради повернулася на зберігання до фондів Національного заповідника «Софія Київська».

Висновки. Практичне застосування ензимів у реставрації твору архітектурної графіки «Проект Урядового центру в м. Києві. Будинок РНК УРСР. Фасад» архітектора Ф. Олейника показало гарний результат. Видалення стійких плям білкового походження з роботи, що здійснювалось локальним нанесенням компресу з дотриманням потрібної температури та часу впливу, було виконано успішно.

Однак використання методів реставрації із застосуванням ензимів не є панацеєю та не підходить для усіх творів на папері, а тому важливим є чітке розуміння процесів, що відбуваються під час роботи з такими технологіями. Проведення подібних видів робіт має здійснюватись із дотриманням усіх необхідних вимог та методик, як і сам підбір необхідних ферментів.

Використання ензимів у реставрації творів архітектурної графіки є важливим та ефективним інструментом для збереження пам'яток на паперовій основі. Дослідження, публікації за цією темою та впровадження використання цих методів в Україні є перспективними та важливими. Актуальними напрямками дослідження цієї теми є питання природи продуктів ферментативних реакцій, їхня нейтральність до пам'ятки при подальшому її зберіганні, нейтралізація та видалення продуктів ферментативної взаємодії з паперової основи та імовірний вплив на об'єкт реставрації тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк В. Складне роздублювання пам'яток мистецтва та писемної культури на паперових основах за допомогою ферментів : Матеріали доповідей Першої міжнародної науково-практичної конференції. Львів : Українська академія друкарства, Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, 2018. С. 80–84.
2. Нікітін М. К., Мельникова Е. П. Химия в реставрации : справ. изд. Ленинград : Химия, 1990. 304 с.
3. Banks P. Paper Cleaning. *Restaurator*. Berlin : Periodicals Service Company & Schmidt Periodicals GmbH, 1969. Vol. 1. № 1. Pp. 52–56.
4. Wendelb O., Fosse B. Protein Surgery: A Restoring Procedure Applied on Paper. *Restaurator*. Berlin : Periodicals Service Company & Schmidt Periodicals GmbH, 1970. Vol. 1. № 4. Pp. 245–293.
5. Segal J., Cooper D. The Use of Enzymes to Release Adhesives. *The Paper Conservator*. London : Taylor & Francis, 1977. Ltd. Vol. 2. Pp. 47–50.

REFERENCES

1. Vovk V. Skladne rozdblyuvannya pam"yatok mystetstva ta pysemnoyi kul'tury na paperovykh osnovakh za dopomohoyu fermentiv : Materialy dopovidey Pershoyi mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Complex duplication of monuments of art and written culture on paper with the help of enzymes]. L'viv : Ukrayins'ka akademiya drukarstva, L'vivs'ka natsional'na naukova biblioteka Ukrayiny im. V. Stefanyka, 2018. S. 80–84 [in Ukrainian].
2. Nikitin M. K., Mel'nykova E. P. Khymyya v restavratsyy : spravochnoe izdaniye [Chemistry in restoration]. Lenynhrad : Khymyya, 1990. 304 s. [in Russian].
3. Banks P. Paper Cleaning. Restaurator. Berlin : Periodicals Service Company & Schmidt Periodicals GmbH, 1969. Vol. 1, № 1, Pp. 52–56 [in English].
4. Wendelb O., Fosse B. Protein Surgery: A Restoring Procedure Applied on Paper. Restaurator. Berlin : Periodicals Service Company & Schmidt Periodicals GmbH, 1970. Vol. 1, № 4, Pp. 245–293 [in English].
5. Segal J., Cooper D. The Use of Enzymes to Release Adhesives. The Paper Conservator. London : Taylor & Francis, 1977. Ltd. Vol. 2, P. 47–50 [in English].