

ХІМІЯ КОЛЬОРІВ. СИНІЙ



**Ірина Максимчук, вчитель хімії
Рівненського природничо-
математичного ліцею «Елітар»**

Коли ми розглядаємо художнє полотно у картинній галереї, то звертаємо увагу на сюжет, композицію, техніку живопису, з цікавістю вдивляємося у деталі, оцінюємо загальне враження від картини. Але ми не замислюємося, які матеріали були використані при її написанні. І практично ніколи ми не намагаємося подивитися на художній твір з погляду хімії, хоча і фарби, які накладаються на полотно, і техніка виконання картини – це в основному продукти хімічної технології.

Перш іпігменти, як із'явилися в арсеналі художників, мали природне походження. Це були різні сполуки Феруму (*охра, мумія, сієна, сурик, умбра*), які давали можливість художнику

одержувати стійкі жовті, червоні, коричневі, чорні кольори. З хімічного боку дані пігменти – це ферум (III) оксид (Fe_2O_3) різного ступеня гідратації, який містить оксиди алюмінію, силіцію, магнію, мангану. Яскраво-червоний колір одержували за допомогою *кіновару* (HgS), чорний колір – за допомогою *сажі* (C). Білий колір можна було добути, використовуючи *крейду* (CaCO_3) або *бланфікс* (BaSO_4). Але перевагу художники надавали *свинцевим білилам* ($\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$), які людство навчилося добувати ще в античні часи, розчиняючи свинець у винному оцті. Аналогічно часів Древнього Риму добували *міднузелень* або *мідянку* ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$), яка дає зелений колір з бірюзовим відтінком. *Ультрамарин*, відомий як *ляпіс-лазур*, був рідкісним і зустрічався далеко не в кожній картині. Сині пігменти на основі купрум (II) гідроксокарбонату (*азурити*) ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) були відомі здавна, але їх кольоровий тон не давав можливості одержувати насичений синій колір, який з часом змінювався на самій картині. Тому найпопулярнішим, але найнедоступнішим синім пігментом був все-таки ультрамарин.

Ультрамарин є алюмосилікатом, кристалічна ґратка якого складається з тетраедрів $[\text{AlO}_4]^{5-}$ і $[\text{SiO}_4]^{4-}$, сполучених через спільні атоми Оксигену в складній просторовій структурі. У порожнинах кристалічної ґратки містяться аніони Сульфуру S^{2-} . Заряд аніонів компенсується катіонами натрію Na^+ . Склад ультрамарину можна записати формулою $n(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2) \cdot \text{Na}_2\text{S}_x$, де n і $m = 2-3$, $x = 1-5$, причому Сульфур є хромофорною групою. Саме від кількості йонів Сульфуру залежить кольоровий тон пігменту і його глибина.

У 1704 р. берлінський фарбувальник Йохан Дісбах, осаджуючи карміновий лак ферум (II)сульфатом і калій гідроксидом, над яким переганялися масла, добуті з кісток тварин, добув новий синій пігмент – *берлінську блакить* або *мілорі*, що є калій-ферум (III) гексацианофератом (II) ($\text{K}[\text{Fe}^{3+}][\text{Fe}(\text{CN})_6]$). $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 3\text{KCl}$



Але берлінська блакить не змогла повністю замінити ультрамарин через свій зеленкуватий відтінок і відносно невисоку хімічну стійкість. Проте вона відіграла важливу роль в історії пошти. Неймовірний філателістичний раритет, знаменитий «Голубий Маврикій», був надрукований синьою фарбою на основі саме цього пігменту. Непримітна двопенсова марка, випущена у світ у 1847 р. на острові Маврикій біля берегів Африки у наш час є найдорожчою маркою світу, її стартова ціна на аукціонах перевищує мільйон доларів.

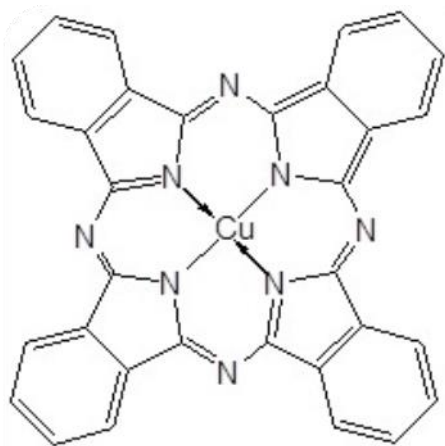
Справжня революція синього кольору відбулася у 1802 році, коли Луї Жаку Тенару, викладачу хімії знаменитої паризької Еколь Політехнік при спіканні солей кобальту вдалося добути новий синій пігмент – *кобальтову синь*, пізніше названу *тенаровою синню* на честь свого першовідкривача. З погляду хімії цей пігмент є кобальталоюмінатом ($\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). Тенарова синь швидко завоювала визнання у світі мистецтва. Найбільшим прихильником кобальтового пігменту став Вінсент Ван Гог. Завдяки тенаровій сині Ван Гог створює у 1889 році, за рік до смерті, одну із найвідоміших і найзагадковіших своїх картин – «Зоряну ніч», яка зберігається у Музеї сучасного мистецтва у Нью-Йорку.



Щодо кобальтових мінералів, то вони набули популярності набагато раніше, ще в античні часи. Їх застосовували для фарбування скла в синій колір за кілька тисячоліть до нашої ери. У розкопках Вавилону, Персії та Єгипту знайдені штучні скляні прикраси насиченого синього кольору, до складу яких входить від 0,05 до 0,15% кобальту. Пофарбоване цим металом синє скло виявлене в пам'ятках культури Римської імперії, а синя кобальтова мозаїка знайдена в руїнах Помпеї. У Стародавньому Китаї також оцінили здатність сполук металу надавати забарвлення скла. За 200 років до н. е. китайські майстри виготовляли сині скляні намиста. Синє кобальтове скло прикрашує вітражі Реймського та Амьєнського соборів, Київського Софійського собору, мозаїку в мавзолеях Самарканда. З XIII ст. кобальтові мінерали почали застосовувати для фарбування порцеляни в Китаї, а з початку XVIII ст. - у Франції та Німеччині для виробництва знаменитої севрської та майсенської порцеляни. Ще один кобальтовий пігмент, цього разу небесно-блакитного кольору, був синтезований Хепфнером у 1821 р. Проте майже сорок років пігмент перебував у забутті, поки в Лондоні у 1860 р. Джордж Роуні не дав йому друге життя, включивши в асортимент своєї фірми під назвою «церулеум». Слово «церулеум» було відомо ще за часів Римської Імперії та означало синю фарбу взагалі. Латинська назва пігменту походить від слова *caelum* – небо. А. Чарч наводить такий склад пігменту: 49,7% станум (IV) оксиду; 18,6% кобальт (II) оксиду і 31,7% кремнійоксиду.

Церулеум через чистий колір, високу світлостійкість і хімічну стабільність широко представлений на палітрі художників. Його важливою перевагою є відсутність фіолетового відтінку за штучного освітлення. Яскравий красивий пігмент особливо полюбився імпресіоністам. На своїй картині «Вокзал Сен-Лазар» (1877), що зберігається нині в музеї Д'Орсі в Парижі, Клод Моне навіть для написання похмурого неба використовував церулеум.

Кінець XVII – початок XVIII століття істотно визначили те унікальне місце, яке



сполукам кобальту вдалося зайняти в живопису. Завдяки синтезу у 1802 р. тенарової сині ($\text{CoO} \times \text{Al}_2\text{O}_3$) вдалося розв'язати проблему синього кольору в мистецьких фарбах.

Закінчилася епопея синього кольору синтезом і промисловим виробництвом британською компанією ICI у 20-их роках XX століття дешевих органічних фталоціанінових пігментів? які забезпечують широкий спектр відтінків синього кольору. Такі пігменти витримують нагрівання, стійкі до дії кислот і лугів.

Сьогодні в світі цифрової фотографії, коли одержання зображення і передавання його у будь-яку частину земної кулі не становить ні найменшого клопоту, коли заняття малюванням

сприймається як хобі, нам важко уявити, що ще зовсім недавно єдиною можливістю зберегти пам'ять про минулий час був живопис. Це було серйозне ремесло, дивним чином пов'язане з хімією та хімічною технологією. Відкриття, які здійснювали художники в своїх майстернях, намагаючись отримати нові кольори та нові матеріали, впливали на історію людства, а деякі з них увійшли в наше повсякденне життя.