



Fot. 2. Pokrzywa z bliska  
(infografikę wykonała: Agata Melnyk)

aktualności /osa-czy-pszczoła), zobaczyć żądło szerszenia albo zachwycić się puchowatością trzmieła. Warto bliżej się przyjrzeć zwłaszcza skrzydłom motyli – nie dość, że można zobaczyć na własne oczy łuski, które je pokrywają, to jeszcze nagle okazuje się, że ich powierzchnia i brzegi są tak właściwie chropowate, choć wcale się takie nie zdawały gołym okiem.

Posiadamy również kolekcję piasków z różnych miejsc świata, warto więc przyjść do nas przed podjęciem decyzji o kierunku wakacyjnych podróży. Jak się okazuje, piasek piaskowi nie równy – jeden jest drobniejszy, inny grubszy; jeden ma formę drobnych kuleczek, a inny większych nieregularnych kawałków. A ten drobny pomarańczowy piasek, który wydaje się wilgotny? To nie piasek, to sproszkowana papryka!

Na koniec rozwiążemy zagadkę z początku artykułu – czym są te fasolki? To składnik jednego z naszych tradycyjnych ciast – mak.

Wszystkich chcących spróbować swoich sił identyfikując, co takiego kryje się pod mikroskopem, zapraszamy do odwiedzenia ścieżki Mikroświat-Makroświat w Centrum Nauki i Techniki EC1.

Krzysztof Matuszek

nano@info.p.lodz.pl

Studenckie Koło Naukowe NANO, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

## Bycza czerwień, baranie jelita i pruski dryl, czyli rzecz o cyjanotypii

Była jesień roku 1709. Przysadzisty zamek w okolicy Darmstadt w zachodnich Niemczech spowijała lekka mgła. Przy ogniu palnika grzał się Johann Konrad Dippel. W kociołku bulgotał bydłęcy łój z dodatkiem węgla potasu. Alchemik próbował poddać go procesowi, który dziś nazwalibyśmy rektyfikacją. Licząc na otrzymanie czerwonego barwnika, dodał jeszcze koszenili i siarczanu żelaza. Jakież było jego zaskoczenie, gdy mikstura zrobiła się błękitna! Niezrażony badacz skromnie nazwał swój wynalazek „Dipfels Öl” – olej Dippela, a już parę lat później skutecznie przekonał pruskich generałów, że będzie to wyborny barwnik na mundury dla kajzerowskich wojaków – imponujące

osiągnięcie, wzięwszy pod uwagę że *błękit pruski* – jak go później ochrzczono – ustępował droższemu indygo pod jednym, drobnym względem – spierał się mydłem.

Tymczasem świat szedł do przodu: w 1717 roku inny Niemiec, polimata Johann Heinrich Schulze rozpuszczał metaliczne srebro w mieszaninie kredy i kwasu azotowego. Zauważył, że zawartość pozostawionej na słońcu butelki wyraźnie ciemniała. Oczywiście, nie mógł na tym poprzestać i już w następnym tygodniu zadziwiał swoich asystentów, prezentując im nową zabawę: przykładał do ścianek butelki szablony liter, które utrwały się w mętnym roztworze – przynajmniej do czasu, aż ktoś butelką nie wstrząsnął. Nie



przyszło mu jednak do głowy, żeby swoje odkrycie pożenić z wynalazkiem, który ludzkość znała już od czasów Arystotelesa. *Camera obscura*, bo tak nazywało się szczelne prostopadłościenne pudełko z dziurką z jednej strony i błoną z baraniego jelita z drugiej, miała stać się matką chrzestną aparatu fotograficznego.

Odkrycie Schulzego wytyczyło szlak, którym podążali kolejni pionierzy: około roku 1800 Thomas Wedgwood i jego uczeń Humphry Davy jako pierwsi wykonali światłoczuły papier, choć uzyskiwany obraz był jeszcze niewyraźny; Nicéphore Niépce naprawił ten problem w roku 1816, ale to Henry Fox Talbot dwie dekady później ukuł pojęcie *utrwalacza* i uzyskał nieblaknące odbitki. Utrwalaczem tym był pospolity dziś w laboratoriach chemicznych tiosiarczan sodu, którego użycie zarekomendował Talbotowi przyjaciel, kolejny już w tej historii polimata: matematyk, astronom, chemik, geograf, wynalazca, żeglarz i botanik – sir John Herschel, twórca terminu *fotografia*.

Choć Herschel, zgodnie ze standardami epoki, z powodzeniem rozwijał techniki fotograficzne oparte na halogenkach srebra, mierzył się jednak z problemem, który dobrze znają i dzisiejszy chemicy, możliwym do streszczenia w słowach: „A ile to będzie kosztować?”. Miał świadomość, że w pewnych zastosowaniach nie jest potrzebna najwyższa możliwa jakość. Przełom przyniosło odkrycie w latach 40. XIX wieku światłoczułych właściwości soli żelaza. W 1842 r. genialny naukowiec – nie bójmy się tego słowa – opracował wówczas pierwszą szeroko zastosowaną technikę niesrebrną: cyjanotypię. Tak jak sugeruje jej nazwa, cyjanotypia pozwala uzyskać odbitki w kolorze munduru kanclerza Bismarcka, w przeciwieństwie jednak do niego nie jest już dziś powszechnie znana (choć, trzeba przyznać, pruskiemu politykowi mogło pomóc nazwanie pancernika jego imieniem). Co interesujące, niski koszt odbitek cyjanotypowych był zarazem ich wadą i zaletą: należy uzmysłowić sobie, że fotografia była w tamtych czasach dobrem luksusowym, a poważną ujmą na luksusowości jest użycie *tej tańszej metody*. Cyjanotypia wymagała ponadto dość długich czasów naświetlania, typowo około paru minut, podczas gdy już od połowy XIXw. skutecznie skracano czas ekspozycji odbitek srebrnych. W dodatku, znana z przywiązania do raz sformułowanych opinii arystokracja krzywo patrzyła na błękitne fotografie, niepodobne zapewne do szarego, codziennego życia w równym stopniu, co czarno-białe odbitki srebrne, do których przywykła. Cyjanotypia znalazła więc swoją niszę jako technika używana przez amatorów i czeladników u fotografów, a także do dokumentacji wielkich przedsięwzięć inżynierskich, jak na przykład budowa Kanału Panamskiego – również dlatego,

że kanały i mosty niezbyt żwawo biegają, a pozostawianie w bezruchu przez 20 minut nie robi na nich wrażenia. Była też szeroko stosowana do kopiowania wszelkiego rodzaju schematów, rysunków technicznych, projektów czy planów – stąd zresztą angielski termin *blueprint*, również autorstwa Herschela.

Tyle teorii, ale nie byłoby tego artykułu, gdybym nie przeszedł do praktyki. Swoje podejście do cyjanotypii zacząłem od wyboru tak zwanej „metody II”, na amerykańskich forach tematycznych nazywanej też „new cyanotype”. Różni się ona od receptury Herschela użyciem szczawianożelazianu(III) potasu w miejsce cytrynianu żelazowo-amonowego i pozwala uzyskać bardziej ostre odbitki, gdyż handlowo dostępny cytrynian żelazowo-amonowy zwykle nie jest zbyt czysty.

Najpierw musiałem wybrać się do sklepu – nabyłem:

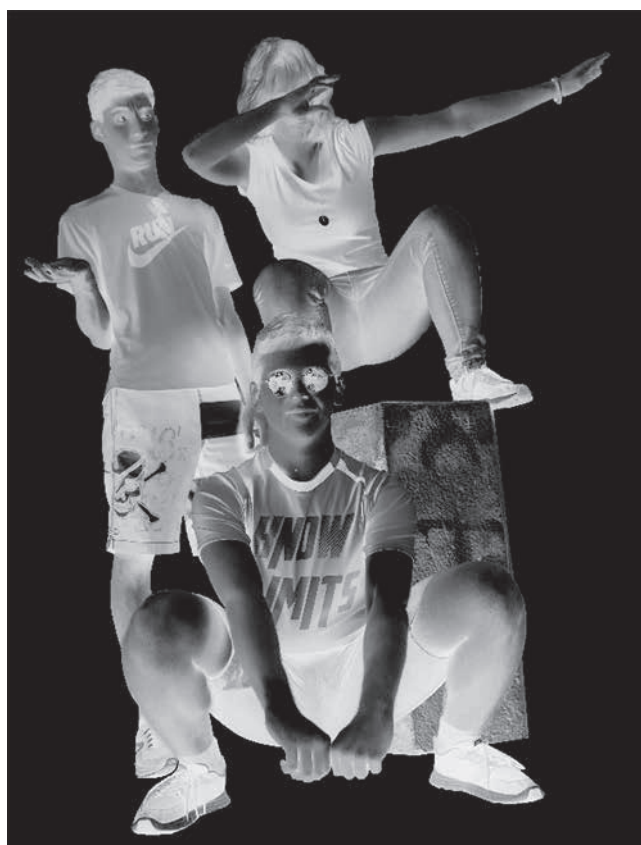
- chlorek żelaza(III) bezwodny – 5g;
- szczawian potasu dwuwodny –  $K_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  – 17g;
- żelazocyjanek potasu; heksacyjanożelazian(III) potasu –  $K_3[Fe(CN)_6]$  – 10g;
- glicerynę – op. 50 ml;
- kwas cytrynowy (spożywczy) – 100g;
- wodę destylowaną;
- szklaną antyramę formatu A4;
- klipsy biurowe;
- papier do gwaszu i akwareli;
- transparencje – folię do drukarek (materiał na negatywy);
- zlewkę 600ml;
- białe lampki choinkowe (to nie żart);
- gąbkę do mycia naczyń;
- butelkę z ciemnego szkła;
- duże plastikowe pudełko do płukania odbitek.

W pierwszym etapie przeprowadziłem następującą reakcję:



Po schłodzeniu roztworu w lodówce, nadmiar KCl można po prostu zdekantować znad pięknych, szmaragdowozielonych kryształów szczawianożelazianu. W miarę możliwości od tego momentu najlepiej pracować w ciemni, bo otrzymany związek jest już światłoczuły. Korzystając z doświadczenia swoich amerykańskich poprzedników, korzystałem jedynie z delikatnej poświaty lampek choinkowych.

W celu sporządzenia emulsji światłoczułej, otrzymane kryształy  $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$  rozpuściłem w 100ml wody destylowanej, po czym dodałem heksacyjanożelazian(III) potasu,



5g kwasu cytrynowego i 5ml gliceryny; całość przelałem do butelki z ciemnego szkła.

Następnym krokiem było pokrycie papieru emulsją za pomocą gąbeczki – im dokładniej się to zrobi, tym lepsze odbitki można uzyskać. Po wyschnięciu, naświetliłem papier

stykowo, umieściwszy go uprzednio w antyramie, nakrywszy negatywem i spiąwszy ciasno klipsami biurowymi. Początkowo limonkowozielony papier błękitnieje w przeciągu około 10 minut; sygnałem do przzerwania naświetlania jest blaknięcie błękitu spowodowane fotodegradacją wierzchniej warstwy barwnika – czy mówiłem już, że pruskie mundury troszkę płowiały?

