

LEPTÁNÍ A BARVENÍ KRASLIC JAKO CHEMICKÝ POKUS PRO ŠKOLNÍ VÝUKU

ZITA HOLÍK PURKRTOVÁ

Ústav biochemie a mikrobiologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha, Česká republika
Zita.Holik.Purkrtova@vscht.cz, purkrtova@gmail.com

Došlo 24.3.22, přijato 15.1.23.

Leptání vaječných skořápek přirozeně kyselými roztoky je tradiční postup zdobení velikonočních kraslic. Tato technika využívající pouze látky, které jsou právně klasifikovány jako potraviny, je snadno proveditelná a umožňuje demonstrovat některé základní chemické principy (reakce mezi kyselinou a solí; vliv doby a teploty na průběh reakce).

Klíčová slova: školní chemický pokus, leptání kraslic, popularizace chemie

Úvod

Významnou součástí výuky chemie je pokus. Pokus je v rámci výuky chemie zdrojem informací a způsobem ověření teoretických poznatků sdělených učitelem, ale i možností rozvíjet dovednosti žáků v oblasti logického myšlení (schopnost propojovat experimentální výsledky s teoretickými předpoklady) i v oblasti psychomotorických dovedností (např. vážení, odměřování roztoků, pipetování)¹. Pokud je chemický pokus součástí širšího tématu v rámci projektové vyučovací metody, pak vede k získání a rozvíjení poznatků i z dalších oborů (např. spojitost a propojení přírodních zákonů, využití chemických dějů v běžném životě). Úspěšné provedení chemického pokusu na žáky klade nároky i v rámci morálně volních vlastností (soustředění, spolupráce, odpovědnost, pečlivost, ukázněnost)¹. Chemický pokus je tedy nejen zdrojem kompetencí žáka spjatých s obsahem předmětu chemie, ale i kompetencí dalších (např. kompetence k řešení problémů, kompetence pracovní, popř. kompetence sociální a personální). Význam pokusu pro výuku chemie se odráží i v rámci vzdělávacích programech jak pro základní vzdělávání, tak pro gymnázia. Tyto dokumenty mluví o požadavku u žáků rozvíjet dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných jevů, analyzovat výsledky a vyvozovat z nich závěry^{2,3}. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia pak mluví i o schopnosti předvídání průběhu studovaných přírodních procesů³. Provedení školního pokusu je značně komplikováno současným stavem legislativy⁴. Tento problém může být vyřešen použitím potravin a dalších běžně dostupných látek, které nejsou klasifikovány jako nebezpečné chemické látky. Využití potravin, stejně tak jako postupů vyskytujících se v běžném životě, umožňuje zároveň představit chemii jako vědu propojenou s životem všedního dne. Tento aspekt je důležitý i pro odstranění předsudku, který chemii vnímá jako nebezpečnou, „umělou“ a od života odtrženou vědu⁵.

Propojení mezi chemií a událostmi běžného života je pak ještě podpořeno, pokud je možno chemický pokus použít v rámci průřezového tématu dle Rámcového vzdělávacího programu, které propojí chemii s ostatními vyučovanými předměty (historie, občanský a společenskovední základ). V tomto článku je představen pokus, který splňuje výše zmíněné požadavky a patří tak mezi jednoduché a bezpečné pokusy, které je možno použít při výuce nejen chemie.

Leptání je jednou z historicky doložených a etnograficky čistých metod zdobení kraslic, která byla rozšířena především na území střední a západní Evropy díky své dostupnosti a jednoduchosti provedení. Pro leptání byly používány přirozeně kyselé roztoky i roztoky anorganických kyselin. Nejběžněji byl používán ocet, tedy 8% roztok kyseliny octové, a nálevy z kvašené zeleniny (zelí či okurky), které obsahují proměnnou koncentraci kyseliny mléčné. Z této skutečnosti je odvozen i jeden z lidových názvů leptání, „zelová technika“⁶.

Historicky doložená jsou dvě technická provedení leptání. V prvním případě je kyselý roztok nanášen na povrch vejce vhodným nástrojem (brko, pero, dřívko), čímž dojde k odstranění barvy a vrchní vrstvy skořápky. Vzniká tak bílý vzor na tmavším pozadí původní barvy. Tento způsob se nejčastěji používal na předem obarvená vejce, aby byl zdůrazněn kontrast mezi bílým vzorem a tmavším pozadím. Druhý technický postup využívá ponoření celého vejce do kyselého roztoku, čímž dojde k odstranění vrchní či nezakryté části skořápky. Při tomto postupu bylo vejce nejdříve ozdobeno voskem, následně ponořeno do kyselého roztoku, a po odstranění vosku horkou vodou došlo k vytvoření reverzního vzoru majícího původní barvu skořápky na bílém pozadí⁷. Vzhledem k zaměření článku na snadno proveditelné pokusy používající běžně dostupné látky, tento článek pracuje s přirozeně kyselými roztoky a postupem bez vosku. Pro barvení vajec před leptáním bylo vybráno barvení pomocí cibulových slupek.

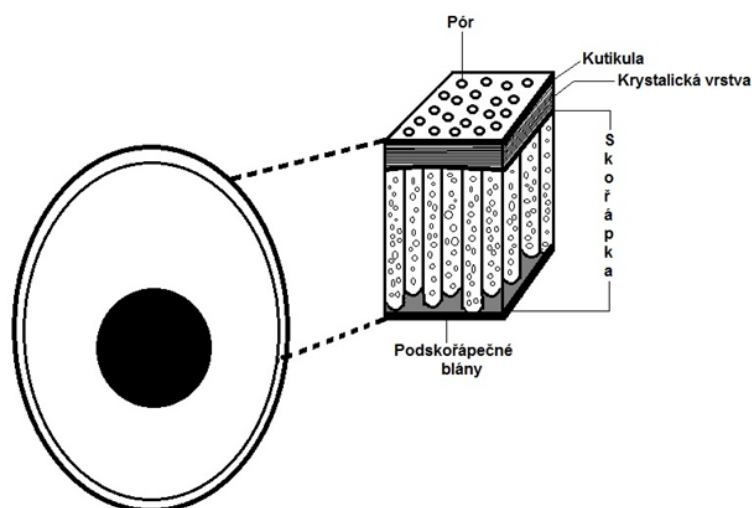
Princip metody a chemické děje probíhající během pokusu

Podstatou metody leptání je reakce kyselého roztoku s povrchovými strukturami vejce, souhrnně nazývanými skořápka. Skořápka slouží k mechanické ochraně vnitřních částí vejce, zároveň její poréznost umožňuje vypařování vody, výměnu plynů, tepla a minerálních látek s okolím. Z povrchu vejce směrem dovnitř vejce se jedná o tyto vrstvy (obr. 1): kutikula, krystalická vrstva, skořápka a podskořápečné blány⁸. Vnější obal vlastní skořápky – kutikula – je převážně bílkovinné povahy. Kutikula usnadňuje snesení vejce a po zaschnutí slouží jako ochrana proti vysychání a průniku mikrobiální kontaminace. Mezi kutikulou a vlastní skořápkou je krystalická vrstva tvořená vertikálně orientovanými krystaly uhličitanu vápenatého. Tato vrstva spolu s kutikulou obsahuje porfyrinové pigmenty způsobující zabarvení skořápky, především protoporfyrin IX. Porfyrinové pigmenty zvyšují tvrdost skořápky, kterou zároveň chrání svými baktericidními účinky před působením některých grampozitivních bakterií. Tyto hemoglobinu podobné látky jsou syntetizovány ve vaječniku nosnic, kde se zachytávají ve skořápce v poslední fázi vzniku vejce. Skořápka ve vlastním slova smyslu je z většiny (98 %) tvořena sušinou, z níž 95 % tvoří anorganické soli jako uhličitan vápenatý (ve formě kalcitu), uhličitan hořečnatý, fosforečnan vápenatý a fosforečnan hořečnatý. Krystalická vrstva tvoří pevnou ochrannou vrstvu. Skořápka je od tekutého obsahu vejce oddělena podskořápečnými blánami, které jsou tvořeny především proteiny. Jedná se o proteiny strukturní, které vytváří matici proteinových vláken, jež přiléhají ke krystalům uhličitanu vápenatého a dalších solí tvořících skořápku, a o proteiny s enzymovou aktivitou, které regulují mineralizaci skořápky a zároveň přispívají k ochraně tekuté části vejce před bakteriemi. Ze strukturního hlediska je možno skořápku označit jako kalcifikovanou matici, v níž dochází k překrytí dvou rozdílných

složek, kompaktní mineralizované vrstvy a skořápečné membrány tvořené proteiny⁹. Obdobný princip překrytí dvoufázových kompozitních materiálů se vyskytuje i v kalcifikovaných maticích obratlovců (např. zuby a kosti), přestože v tomto případě mají překrývající se materiály jiné složení. V případě obratlovců se jedná o dvoufázový systém kolagenních a nekolagenních látek, jež jsou v těsném kontaktu s minerály.

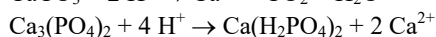
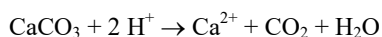
Historicky doložené, a dnes opět hojně používané, je barvení cibulovými slupkami. Cibulové slupky obsahují kvercetin, slupky červené cibule navíc i anthokyaniny, které obarví vejce tmavě hnědou až fialovou barvou. Kvercetin a anthokyaniny patří mezi flavonoidy vyskytující se v rostlinách, kde vznikají jako sekundární metabolit poskytující květům či jiným částem rostlin zbarvení. Jedná se o polyfenolické struktury, v nichž jsou aromatická jádra substituována hydroxylovými skupinami. Historicky byly části rostlin obsahující tyto sloučeniny používány jako levný a dostupný zdroj barviv. Odstín a intenzita barvy závisí na typu použité cibule, množství slupek a době a teplotě barvení. Zvýšená teplota přispívá k rychlejšímu a mohutnějšímu uvolnění barviva ze slupek cibule i k následnému zachycení barviva do struktur skořápky barveného vejce.

Při technice leptání dochází k ošetření povrchu skořápky, případně barvy na jejím povrchu, kyselým roztokem. Po kontaktu kutikuly s kyselým roztokem dojde k denaturaci bílkovin, následované štěpením na kratší peptidy, případně až aminokyseliny, které jsou uvolňovány do roztoku. Při kontaktu kyseliny a vlastní skořápky dojde k reakci mezi anorganickými solemi, které tvoří skořápku, a kyselinou přítomnou v přirozeně kyselém roztoku. V případě uhličitanu vápenatého a uhličitanu hořečnatého dochází k jejich rozkladu za vzniku plynného oxidu uhličitého. Při reakci fosforečnanu vápenatého s kyselinou vzniká dihydrogenfosforečnan vápenatý, který je na rozdíl od fosforečnanu vápenatého rozpustný ve vod-

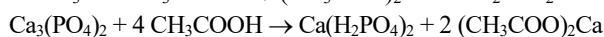
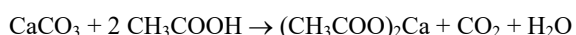


Obr. 1. Schematické znázornění struktury vaječné skořápky

ných roztocích. V místech styku s kyselinou tak dochází k rozpuštění skořápky. V obou případech je dalším produktem reakce odpovídající sůl použité kyseliny a vápenatého či hořečnatého kationtu pocházejícího z anorganické soli. Podle typu použitého kyselého roztoku tak vzniká octan v případě použití octa nebo laktát, pokud je použit nálev z kvašeného zelí nebo okurek obsahujících kyselinu mléčnou. Výše popsané děje je možno schematicky zachytit následujícím iontovým zápisem:



Zápis v neiontové formě při použití kyseliny octové je následující:



Pigmenty, komplexní aromatické porfyrinové struktury přirozeně se vyskytující ve vejcích, a popřípadě i barviva, kterými je vejce obarveno (ať už ze slupek cibule nebo jiného barviva), jsou zachyceny především ve vrchní části skořápky. Způsob zachycení pigmentu ve struktuře skořápky není přesně popsán, nicméně je možno předpokládat součinnost dvou jevů: sterické zachycení molekul pigmentu v pórech a současná fixace molekuly pigmentu díky vzniku komplexu mezi molekulou porfyrinového pigmentu a vápenatými (hořečnatými) ionty skořápky. Odstranění kutikuly a vrchní části skořápky v místech styku s kyselinou vede i k odstranění barviv přítomných ve skořápce. Barviva ztrácí nosič, na který jsou vázaná, a uvolňují se do okolního roztoku. Konečným výsledkem použití přirozeně kyselého roztoku jsou tak bílá či značně světlejší místa, která dávají vznik požadovanému vzoru. Při dostatečně dlouhém působení kyselých roztoků v řádu hodin dojde k úplnému odstranění skořápky.

Experimentální postup

Prezentovaný postup zdobení kraslic se skládá z několika následných kroků. První z nich je odbarvení vejce v přírodně kyselém roztoku (ocet, nálev z bílého nebo červeného zelí), následuje barvení slupkami cibule a tvorba ornamentů leptání octem.

Příprava (odbarvení) vejce

Zdobení lze provést s celými vejci nebo s vejci vyfouklými. Při použití vyfouklých vajec je vhodné je před použitím naplnit vodou a otvory zalepit voskem, aby se s vejci lépe manipulovalo a zároveň aby nedošlo k průniku kyselého roztoku dovnitř vejce. Připravte sklenice obsahující kyselý roztok, nálev z kvašeného zelí a ocet. Kyselý roztok je možno ředit s vodou v různém poměru a vytvořit tak koncentrační řadu, která umožní sledovat vliv koncentrace kyseliny na rychlost reakce, kterou lze sledovat prostřednictvím míry narušení povrchových struktur skořápky, kvalitativně např. sledováním změny intenzity pig-

mentů ve vajíčku a nebo mírou zdrsnění povrchu vajíčka, popř. intenzitou vzniku bublinek při leptání vejce. Změřte pH roztoků pomocí indikátorového papírku. Do každé sklenice opatrně umístěte jedno vejce tak, aby bylo zcela ponořeno, a nechte kyselý roztok působit 10 minut. Jedno vejce nechte stranou jako kontrolu účinku odbarvení. Na povrchu vajec začne docházet k tvorbě bublinek, jejichž vznik provází probíhající reakci mezi anorganickými solemi ve skořápce vejce a kyselým roztokem.

Barvení vejce

V průběhu 10 minut, kdy dochází k odbarvení vejce, připravte roztok pro barvení. Suché cibulové slupky umístěte do nádoby na barvení a zalijte je dostatečným množstvím vody tak, aby byly ponořeny. Připravenou barvicí lázeň začněte zahřívat a umístěte do ní odbarvená vejce, včetně vejce, které nebylo ponořeno v kyselém roztoku. Vejce vařte 10 minut. Po ukončení barvení vejce krátce ponořte do studené vody. Ochladená vejce osušte a jemně otřete savým hadříkem či papírem.

Tvorba ornamentů metodou leptání

Pomocí seříznuté špejle namočené do roztoku octa tvořte na povrchu vejce ornamenty (tečky, čárky, hvězdičky, jednoduché lístky a květiny). Nanesený roztok nechte krátce působit (do 30 sekund) a následně jeho přebytek odstraňte savým hadříkem či papírem. Nakonec vejce krátce ponořte do studené vody. Pro zvýšení lesku je na závěr možno vejce jemně přetřít jedlým olejem. Výsledné kraslice jsou prezentované na obr. 2.

Potřebný materiál

Pro provedení výše popsaného postupu je potřebný následující materiál a roztoky.

Potraviny a roztoky pro barvení a leptání

- ocet,
- nálev z bílého nebo červeného kvašeného zelí (500 g



Obr. 2. Kraslice získané technikou leptání přirozeně kyselými roztoky. Vejce byla nejdříve odbarvena v přirozeně kyselém roztoku (nálev z kvašeného zelí) a následně obarvena roztokem obsahujícím slupky z červené cibule. Ornamenty byly leptány roztokem octa.

balení poskytne zhruba 300 ml nálevu) Poznámka: Na obalu potravin zkontrolujte, zda se jedná skutečně o kvašené zelí a ne zelí konzervované přidáním octa.

- vejce s tmavou skořápkou,
- suché slupky červené či žluté cibule (zhruba dvě větší cibule na jedno barvení 4 vajec),
- jedlý olej na potřeni vajec,
- voda.

Ostatní pomůcky a materiál

- pH indikátorový papírek,
- sklenice (např. od okurek, objem 720 ml),
- seříznuté špejle pro nanášení octa,
- hadřík či savý papír (ubrousky, papírové kapesníky),
- nádoba pro barvení (hrnec či kádinka),
- nádoba pro ochlazení vajec,
- elektrický vařič či jiný zdroj tepla pro var během barvení,
- polévková lžice pro manipulaci s vejci.

Didaktické využití prezentovaného pokusu

Leptání vajec je v tomto článku popsáno jako komplexní experiment skládající se z několika kroků. Pro použití ve výuce je možné a často i vhodné pokus přizpůsobit (využití pouze jedné části či jednoho typu kyselého roztoku) způsobem, který zohledňuje nejen věk a znalosti studentů, ale i pedagogický cíl a využití ve výuce¹. Pro potřeby výuky může být pro experimentální použití při výuce využit jen některý z uvedených kroků a proveden jako samostatný experiment. Příkladem může být krok odbarvení vejce, v němž lze demonstrovat několik různých jevů. Probíhající chemická reakce mezi uhličitánem vápenatým ve skořápce a oxoniiovými kationty v roztoku se projevuje vznikem bublinek plynu. V případě využití řady různých kyselých roztoků, tedy roztoků s různou koncentrací oxoniiových kationtů, lze kvalitativně (a částečně i kvantitativně – např. počítáním vzniklých bublinek) sledovat závislost rychlosti reakce na koncentraci reaktantu nebo sledováním změny intenzity zbarvení vejce. Pokud je pro odbarvení použit neředěný roztok octa, vznik bublinek je natolik intenzivní, že část vznikajících bublinek zůstane zachycena v pórech skořáčky, a po zhruba pěti minutách dojde k nadnesení vejce ze dna nádoby a jeho vznášení v roztoku. Tento jev demonstruje jednak omezenou rozpustnost plynů v kapalině, ale také tendenci plynů s hustotou nižší než okolní kapalným roztok tímto roztokem stoupat vzhůru k hladině v důsledku nastolování termodynamické rovnováhy systému. V neposlední řadě k nadnesení vejce přispívá i jeho porézní povrch, který zachycuje bubliny a jednotlivé póry tak mohou sloužit jako tzv. nukleační centra, tedy místa, kde vznikají kapsy plynu (stabilní bubliny) bez zpětného rozpouštění v okolní kapalině. Obdobný jev je možno pozorovat ve sklenici nápojů sycených plynem. Celkově jsou tyto jevy tak mocné, že povedou k již zmíněnému nadnesení vajíčka ze dna

nádoby, pokud se v pórovité struktuře vaječné skořáčky zachytí dostatečné množství bublin oxidu uhličitého. Vajíčko, na rozdíl od samotných bublin, nemůže vyplavat až na hladinu, protože jeho samotná hustota, která je příčinou klesání vejce ke dnu, je příliš vysoká na to, aby ji zmiňované jevy převážily.

V dalším kroku pokusu, v kroku barvení, dochází k reakci zahrnující barviva obsažená v cibulových slupkách či jiných přírodninách. Tato barviva (např. kvercetin, flavonoid obsažený v cibulových slupkách) jsou z chemického pohledu komplexní aromatické struktury, jejichž popis spadá do oblasti pokročilé organické chemie, a je proto vhodný pro střední průmyslové školy, pro vyšší ročníky gymnázií nebo nadstavbové semináře. V zásadě se jedná o rozkladné reakce těchto barviv v kyselém prostředí, dále lze z didaktického pohledu seznámit studenty se strukturou těchto barviv a dále pak s příčinou jejich barevnosti, kterou je konjugovaný systém dvojných vazeb přítomných v těchto barvivech. V posledním kroku tvorby ornamentů dochází opět k reakci mezi kyselým roztokem a skořápkou, což vede ke ztrátě barvy v místě kontaktu s kyselým roztokem. Přestože se jedná o stejnou reakci jako v prvním kroku odbarvení, v tomto případě již reakce není doprovázená snadno pozorovatelným vznikem plynových bublinek a spíše než k demonstračním účelům zmíněným dříve, může sloužit jako podnět vedoucí studenty k aplikaci informací, které se dozvěděli v první části pokusu a k vytvoření vlastních odpovědí na otázky vznesené učitelem (např. odpověď na otázky: „Kde je vázáno barvivo?“, „Proč je barvivo odstraněno?“).

Pro implementaci diskutovaného pokusu či jeho částí do výuky je důležitá návaznost zmíněných témat na vzdělávací obsah, který pro obor Chemie uvádí Rámcové vzdělávací programy (RVP). V rámci RVP pro základní vzdělávání² je možno v souvislosti s uvedeným experimentem zmínit následující vzdělávací obsah, v jehož rámci je možné pokus implementovat: Pozorování, pokus a bezpečnost práce; Chemická reakce, především popis chemického děje chemickou reakcí a faktory ovlivňující průběh chemických reakcí; Anorganické sloučeniny, stupnice pH, kyselost roztoků, vzorce a názvy významných kyselin. V rámci RVP pro gymnázia³ je možno s diskutovaným experimentem či jeho částmi zmínit tento vzdělávací obsah: Anorganická chemie, včetně předvídání průběhu typických reakcí anorganických sloučenin; Organická chemie a charakteristiky základních skupin organických sloučenin a jejich významných zástupců; Biochemie, konkrétně proteiny. Výše uvedená provázanost na RVP naznačuje možnou implementaci prezentovaného pokusu do výuky chemie v závislosti na konkrétní situaci, která zohledňuje typ školy (základní škola, víceleté gymnázium, čtyřleté gymnázium, střední průmyslová škola) a studijní plán uplatňovaný na dané škole.

V předchozím odstavci bylo zmíněno, že diskutovaný experiment je možno použít jako pokus ověřující či ilustrující (vznik oxidu uhličitého při reakci kyseliny a anorganické soli; závislost množství vzniklého plynu na podmínkách reakce; proces barvení a odbarvení vaječné sko-

řápky). Časová náročnost provedení pokusu je zhruba 30 minut, nepřekračuje tedy délku jedné vyučovací hodiny a odpovídá tak možnostem prezenční výuky chemie. Pokus, nebo jeho část, je možno provést jako demonstrační pokus provedený učitelem či jako školní (laboratorní) pokus provedený samotnými žáky. Pro demonstrační provedení učitelem je vhodná první část pokusu (odbarvení vejce kyselými roztoky), která je doprovázena výrazným a snadno pozorovatelným jevem – vznikem bublinek a rozpuštěním skořápky. Školní pokus je možno rozšířit o následné domácí pokusy, které jsou časově náročnější (např. sledování úbytku skořápky v závislosti na čase, kdy po několika hodinách dojde k úplnému odstranění skořápky). V závislosti na způsobu provedení a použití pokusu v rámci výuky je možno zadat domácí přípravu (např. vyhledání chemického složení skořápky, předpokládaný průběh chemických reakcí, předpokládaný vliv koncentrace kyseliny či času na průběh reakce). Zázpis pozorovaných jevů a jejich vyhodnocení jsou závislé na způsobu provedení a použití pokusu, v případě domácího pokusu či školního pokusu je možno připravit pracovní list, kteří žáci doplní, případně mohou samostatně vypracovat celý laboratorní protokol.

Z hlediska bezpečnosti práce není vhodné, aby zejména žáci ZŠ připravovali extrakt barviva z cibule, aby nedošlo k jejich popálení při práci s tepelnými zdroji či při manipulaci s horkými roztoky.

Nedávná doba a omezení spojená s epidemií onemocnění Covid-19 otevřela otázku distančního vzdělávání. Pokus popsán v tomto článku, stejně tak jako jeho vyhodnocení, může být snadno provedeno i v domácích podmínkách a odpovídá tak požadavkům distančního vzdělávání. V podmínkách online vzdělávání je vhodným způsobem vyhodnocení nebo kontroly provedení pokusu vyplnění dotazníku či pracovního listu předpřipraveného pedagogem.

Chemie je v RVP součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která zahrnuje i další příbuzné obory (Fyzika, Přírodopis/Biologie)^{2,3}. Prezentovaný pokus v některých aspektech přesahuje do oborů biologie a fyziky (např. složení vejce, funkce jednotlivých částí vejce a vrstev skořápky, prostup plynů porézní skořápkou, vysvětlení jevu nadnesení vejce při uvolňování plynů). Díky této skutečnosti je uvedený pokus možno použít jako námět pro projektové metody výuky sjednocující předměty zahrnuté ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Projektová metoda výuky umožňuje žákům spolupracovat na samostatném zpracování integrovaného tématu projektu, jehož výsledkem je výrobek či produkt. Zároveň je tato metoda výuky považována za významnou metodu podporující motivaci žáků pro studium a kooperativní učení¹⁰.

Komplexnost prezentovaného pokusu umožňuje otevřít i další témata, která mohou být použita k rozšíření nebo prohloubení zájmu o chemii, případně jako nadstavbová témata v zájmových seminářích či zájmových kroužcích. Konkrétně se může jednat o tyto oblasti: stavba a složení skořápky vejce a jeho podobnost se zubní sklovinou a kostmi; přítomnost barviv v přírodních materiálech (slupky cibule, ale i další přírodniny historicky používané

pro barvení – tráva, borůvky, káva, kůra stromů, květy rostlin či minerály) a jejich chemická struktura.

Prezentovaný pokus vychází z historicky doložených postupů používaných pro zdobení kraslic. Přestože prezentuje dnes již pozapomenutou techniku, dotýká se lidového zvyku, který je stále živý. Nabízí se tak jeho použití v rámci tematických workshopů pro popularizaci nebo pro seznámení se s chemií při různých příležitostech (dny otevřených dveří, popularizační akce, zájmové kroužky). Výhodou v tomto případě je jak nenáročnost, tak i možnost rozdělení pokusu na několik částí (odbarvení, barvení, zdobení ornamenty) a zapojení účastníků v různých fázích nebo kontinuálně.

Závěr

Zdobení kraslic technikou leptání je ukázkou tradičního použití chemie v běžném životě. Jedná se o historicky doloženou lidovou tradici, která pro zdobení vajec využívá běžně dostupné potraviny (ocet a nálevy z kvašených potravin) a přírodní materiál umožňující barvení (slupky cibule, tráva, borůvky, kůra stromů, květy rostlin či minerály). Pokus představující techniku zdobení vajec leptáním přirozeně kyselými roztoky je pokus, který otvírá možnost otevřít diskusi na téma chemie v běžném životě (chemické složení vajec, zejména jejich skořápky; přirozená přítomnost kyselin v potravinách; přírodní barviva v potravinách a jejich složení) a zároveň umožňuje i demonstraci základních chemických dějů (reakce mezi kyselinou a anorganickými solemi, uvolňování plynu v průběhu chemické reakce). Vzhledem k tomu, že látky používané v tomto pokusu jsou klasifikovány jako potraviny, mohou s nimi pracovat i děti a mladiství a prezentovaný pokus je snadno použitelný nejen ve školách, ale i v rámci aktivit popularizujících chemii.

LITERATURA

1. Dušek B.: *Kapitoly z didaktiky chemie*. Vydavatelství VŠCHT, Praha 2009.
2. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2021.
3. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2007.
4. Skřehot P. A., Marek J., Skřehotová M., Houser F., Pil'á J.: *Chem. Listy* 110, 947 (2016).
5. Chalupa R., Nesměrák K.: *Chem. Listy* 108, 10 (2014).
6. Večerková E.: *Malované vejce: o kraslicích v českých zemích*. Moravské zemské muzeum, Etnografický ústav, Brno 2013.
7. Dvořáček K.: *Kraslice: rozbor ornamentu a způsob výzdoby*. Karel Dvořáček, Brno 1923.
8. Veselovský Z.: *Obecná ornitologie*. Academia, Praha 2001.
9. Míksík I.: *Sluka* 10, 49 (2014).
10. Průcha J., Walterová E., Mareš J.: *Pedagogický slovník*. Portál, Praha 2003.

Z. Holík Purkrtová (*Department of Biochemistry and Microbiology, University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic*): **Egg Etching as a Chemical Experiment**

Etching egg shells with naturally acidic solutions is a traditional method of Easter eggs decorating. This technique, using only substances that are legally classified as food, is easy to proceed and makes it possible to demonstrate some basic chemical principles (such as a reaction between acid and salt; the influence of time and temperature on the course of the reaction).

Keywords: school chemistry experiment, etching of Easter eggs, popularization of chemistry