



# Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

## **PROJEKT RAVIOLY: CHEMIE V KONZERVĚ**

Úvod k chemickým lekcím

Hans Joachim Bader

Překlad  
Šárka Matoušková



Education and Culture

**Socrates**  
Comenius



CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*, nebo-li *Chemie a průmysl pro učitele evropských škol*) je projekt programu COMENIUS, který se zaměřuje na vytváření výukových materiálů pro učitele chemie, jež se snaží zatraktivnit své hodiny chemie tím, že se snaží vyučovaná témata začlenit do kontextu chemického průmyslu a každodenního života.

Projektu CITIES se účastní následující organizace:

- Goethe-Universität Frankfurt, Německo, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Česká společnost chemická, Praha, Česká republika, <http://www.csch.cz/>
- Uniwersytet Jagielloński, Krakow, Polsko, [http://www.chemia.uj.edu.pl/index\\_en.html](http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html)
- Hochschule Fresenius, Idstein, Německo, <http://www.fh-fresenius.de>
- European Chemical Employers Group (ECEG; Skupina evropských chemických zaměstnavatelů), Brusel, Belgie, <http://www.eceg.org>
- Royal society of Chemistry (Královská chemická společnost), London, Velká Británie, <http://www.rsc.org/>
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF; Federace evropských těžebních, chemických a energetických společností), Brusel, Belgie, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, Velká Británie, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh; Německá chemická společnost), Frankfurt/Main, Německo, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Španělsko, <http://www.iqs.url.edu>

Další organizace zapojené do projektu CITIES:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Velká Británie
- Masarykova střední škola chemická, Praha, Česká republika
- Astyle linguistic competence, Wien, Rakousko
- Univerzita Karlova v Praze, Praha, Česká republika



**Tento projekt je financovaný za podpory Evropské komise. Publikace vydané v rámci projektu vyjadřují pouze názory autorů, Evropská komise nenese žádnou zodpovědnost za jakékoli následky způsobené přenosem/využitím informací z těchto publikací. CITIES tým předpokládá, že všichni, kteří využívají uvedený experimentální materiál, znají a dodržují bezpečnostní i jiné předpisy závazné v jednotlivých zúčastněných zemích. CITIES nenese žádnou zodpovědnost za případné škody vzniklé nesprávným provedením uvedených postupů.**





---

## PROJEKT RAVIOLY: CHEMIE V KONZERVĚ

---

### **SPOLUAUTOŘI:**

Ute Albrecht, Melanie Escher, Susanne Hartnagel, Alexandra Heinz, Jürgen Knapp, Anita Kohlenberger, Matthias Leibold, Barbara Lesniak, Jörg Ludwig, Nicole Rust, Clemens Schwanzer, Oliver Solleder, Timo Vogt, Kirsten Fischer, Silke Heuser, Dr. Stefan Horn, Dorothea Klüsche-Hudson, Dr. Barbara Patzke, Dr. Jürgen Richter, Dr. Christiane Schüler

---

## ODBORNĚ DIDAKTICKÉ HLEDISKO

---

Práce, kterou zde představujeme, by se mohla stát součástí výuky chemie. Nesnaží se pouze osvětlit a podrobně popsat níže uvedené činnosti z chemického hlediska za různých podmínek a v jejich souvislostech, ani shromáždit výběr nových nákladných experimentů pro výuku chemie. Cílem bylo spíše ukázat pomocí všedního produktu Ravioly v konzervě, jaké poznatky je možné získat pomocí jednoduchých všeobecně známých chemických experimentů a důkazů.

Protože při projektové výuce se upřednostňuje samostatná činnost žáků, jsou zde uváděny především experimenty, které mohou žáci provádět sami. Pořadí pokusů by mělo odpovídat běžným výzkumným metodám. Žáci se tak seznamují s hlavními principy chemického výzkumu a postupně pronikají do jeho problematiky.

První, čeho si všimneme v obchodě na konzervě raviol, je pestrý obal, tedy potištěný papír. Pod ním nalezneme kovovou konzervu, jejíž složení budeme také zjišťovat. Nabízí se otázka, zda je tak nákladný obal nutný. K odpovědi nás dovedou znalosti ohledně možností konzervace potravin. Po otevření konzervy spatříme těstoviny, které představují „obal“ pro maso. (Ravioly plněné zeleninou nejsou k tomuto experimentu vhodné.) Nakonec v omáčce můžeme dokázat přítomnost barviv a zahušťovadel. Z výše uvedeného vyplývají následující oblasti výzkumu:

OBAL:                                      papírová etiketa  
    konzerva a možnosti konzervace

OBSAH KONZERVY:                      těstoviny  
    masová náplň  
    rajčatová omáčka a její součásti

Budeme se zde zabírat nejrůznějšími oblastmi, které nejsou v běžné výuce využitelné. Nechceme-li se však omezit čistě na teoretický popis, musíme znát základy chemie k následujícím tematickým cečkům: kovy, elektrolýza, typy chemických vazeb v organických sloučeninách (jednoduché a dvojně vazby), uhlovodíky, bílkoviny a tuky. Projekt Ravioly v konzervě je obzvláště vhodný pro výuku v době ukončování střední školy, kdy se probraná témata mohou prohloubit praktickým příkladem ze života.

Toto téma nabízí mnoho mezioborových souvislostí, které spočívají v diskuzi o hospodaření se zpracováním konzerv, o nejmodernějších stravovacích zvyklostech až k otázce, do jaké míry je možné náhražky potravin považovat za zdravotně přijatelné. V každém případě se snažíme získat v pravém smyslu slova vhled do toho, co opravu jíme.

---

## JEDNOTLIVÉ TEMATICKÉ OBLASTI

---

### Papírová etiketa

Hlavním smyslem papírové etikety na konzervě je informovat o jejím obsahu. Vedle toho má její design také obchodně psychologické cíle. Analýza barev z etikety by přesahovala rámec tohoto projektu, ale jednodušší experimenty výzkumu použitého papíru se provádějí jednoduše, např. důkaz škrobu jako běžné plnicí a zpevňovací součásti nebo hydrolýza celulózy a důkaz redukujících cukrů z ní vzniklých.

Další experimenty v rámci tohoto projektu mohou být například: výroba papíru z čerstvé celulózy jakož i ze starého papíru [1,2]. Také bělení celulózy je proveditelné v jednoduchých školních podmínkách [3].

### Konzerva

Konzervy se, aby nerezavěly, vyrábí například z ocelového plechu, který je pocínován. To znamená, má na sobě nanesenou tenkou vrstvičku cínu. Dnes se pocínování provádí elektrolýzou, dříve byly ocelové plechy nořeny do roztaveného cínu. Touto metodou se však nedosáhlo souvislé vrstvy stejné tloušťky a spotřeba tohoto vzácného (a drahého) kovu byla vyšší.

Abychom zamezili možnému ovlivnění chuti obsahu konzervy cínem, je konzerva zevnitř pokrytá vrstvou laku. Na konzervě od raviol je bílá vrstva laku velmi dobře zřetelná.

Experimentální úvod k tématu spočívá v důkazu železa a cínu jako součástí pocínovaného plechu. Pomocí velmi působivého experimentu lze ukázat antikorozi vlastnosti cínové vrstvy.

Galvanizační experimenty jsou hojně popsány v literatuře (např. [4]) a mohou sloužit k doplnění tématu.

Vzhled konzervy evokuje zajímavou matematickou otázku: Jaké jsou ideální rozměry a tvar konzervy, aby spotřeba plechu byla minimální? Konzerva musí pojmut 880 ml potravin. Odpověď je nasnadě. Ze všech hledisek je nejvýhodnějším tvarem válec. Použitím jednoduchého matematického vzorce vypočítáme jeho rozměry. Průměr dna konzervy raviol je o maličko větší, než průměr víka, aby se daly konzervy pohodlně stavět na sebe.

Studentům na tomto příkladě můžeme ukázat, do jaké míry se projevuje know-how i na tak všedním výrobku, jako je konzerva raviol.

## Konzervace

Při konzervování se v našem případě k dosažení trvanlivosti používají pouze fyzikální metody. Sterilizací, tedy zahřátím na více než 100 °C v autoklávech se zničí všechny bakterie a mikroby v konzervovaném jídle. Po naplnění jsou konzervy hermeticky uzavřeny, čímž se zabrání průniku mikroorganismů a následnému zkažení potravin. Tímto procesem dosáhneme trvanlivosti na několik desetiletí. Avšak v průběhu času zaznamenáváme ztrátu chuti. Datum spotřeby vyražené na konzervě tedy udává podstatně kratší trvanlivost.

V projektu Ravioly v konzervě se nezabýváme chemickou konzervací. Je vysoce zajímavé studentům zdůraznit prostřednictvím historických událostí, že konzervy nebyly vždy tak nezávadné, jako jsou dnes. Jako podklad můžeme použít knihu „Pohřbeni v ledu“ (v originále Buried in Ice) od autorů Beattie a Geiger [5]. Tato kniha pojednává o polární expedici Johna Franklina, který se v roce 1845 vypravil probádat se třemi loděmi severozápadní oblast Arktidy. Výprava byla výborně vybavena mimo jiné i značným množstvím konzerv. Expedice však ztroskotala a nikdo nepřežil. Pátrání zůstala po mnoho let neúspěšná a pozdější průzkumy přinesly jen další dohady. Například byl nalezen záchranný člun, který vezl část posádky k pevnině. Na jeho palubě ovšem byly nalezeny naprosto nepotřebné věci, jako stříbrné přibory či hedvábné kapesníčky. Až exhumace mrtvol, které byly dokonale zakonzervovány vrstvou ledu, odhalila v 80. letech pravdu: Mnoho námořníků zemřelo na následek otravy olovem. Konzervy byly totiž tehdy letovány olovem, které kontaminovalo potraviny uskladněné v konzervě. To znamená, že posádka nepřetržitě požívala malé dávky olova, což vedlo k typickým příznakům duševní i tělesné slabosti.

Naše téma můžeme rozšířit dalšími konzervačními metodami, které nalezneme v [6].

## Těstoviny

Těstoviny se v Evropě vyrábějí převážně z pšeničné mouky nebo krupice. Prvním krokem je promísení mouky nebo krupice s vodou, příp. vejce či sušeného vaječného prášku, a následně vytvoření těsta. Tím dojde k navázání vody na škrob, jakož i na bílkoviny v pšeničné mouce. Těsto se poté dobře prohněte a nechá vysušit. Hlavní složkou těstovin je škrob. (Podíl bílkovin v pšeničné mouce se pohybuje mezi 10 a 15 procenty podle druhu mouky.)

Oddělíme-li těstoviny z raviolového pokrmu, lze snadno dokázat škrob. K tomuto účelu krátce povaříme vzorek ve vodě ve zkumavce a přidáme Lugolův roztok (roztok elementárního jódu a jodidu draselného ve vodě). Tento experiment je také pozitivní v omáčce, neboť škrob se používá také jako zahušťovací činidlo.

V dalším experimentu dokazujeme, že jak vařené tak nevařené těstoviny, stejně jako ravioly neobsahují žádný redukující cukr. Teprve po rozštěpení škrobu kyselinou je lze dokázat pomocí Fehlingova činidla.

Další experimenty související s moukou a jejími složkami – např. obsah bílkovin – je možné nalézt v uvedené literatuře [7].



## Maso

Vyrábějí se ravioly s různými náplněmi, nás budou zajímat ravioly s náplní masovou. Je důležité, aby si žáci všimli, že maso představuje jeden z nejdůležitějších zdrojů bílkovin v potravinách a že navíc obsahuje tuk, jehož je více nebo méně podle typu masa.

Masovou náplň můžeme z raviol snadno vyjmout a dokázat bílkoviny xantoproteinovou reakcí. Biuretova reakce je podle očekávání též pozitivní.

Spotřebitele též pochopitelně zajímá, kolik tuku masová směs obsahuje. K tomuto účelu použijeme masovou náplň z více druhů raviol, kterou necháme minimálně 24 hodin vysušit v exsikátoru s oxidem fosforečným nebo jiným sušidlem a potom zvážíme. (Maso by nemělo být sušeno v sušárně kvůli nepříjemnému zápachu.) Po extrakci masa benzínem a odpaření rozpouštědla v předem zvážené baňce již jednoduše zjistíme obsah tuku. (Námi zkoumaný vzorek obsahoval téměř přesně 25 % tuku v sušině.) Důkaz, že benzínový extrakt obsahuje převážně tuk, provedeme pomocí tukové tečkovací zkoušky. Také důkaz nasycených mastných kyselin je v bromové vodě pozitivní.

## Omáčka

Teprve červená omáčka dodá raviolám jejich typickou chuť. Omáčka je vyrobena z rajčat a koření, přičemž se k vylepšení chuti přidává cukr a sůl. Aby omáčka neměla konzistenci polévky, nechybějí zahušťovací činidla jako například škrob.

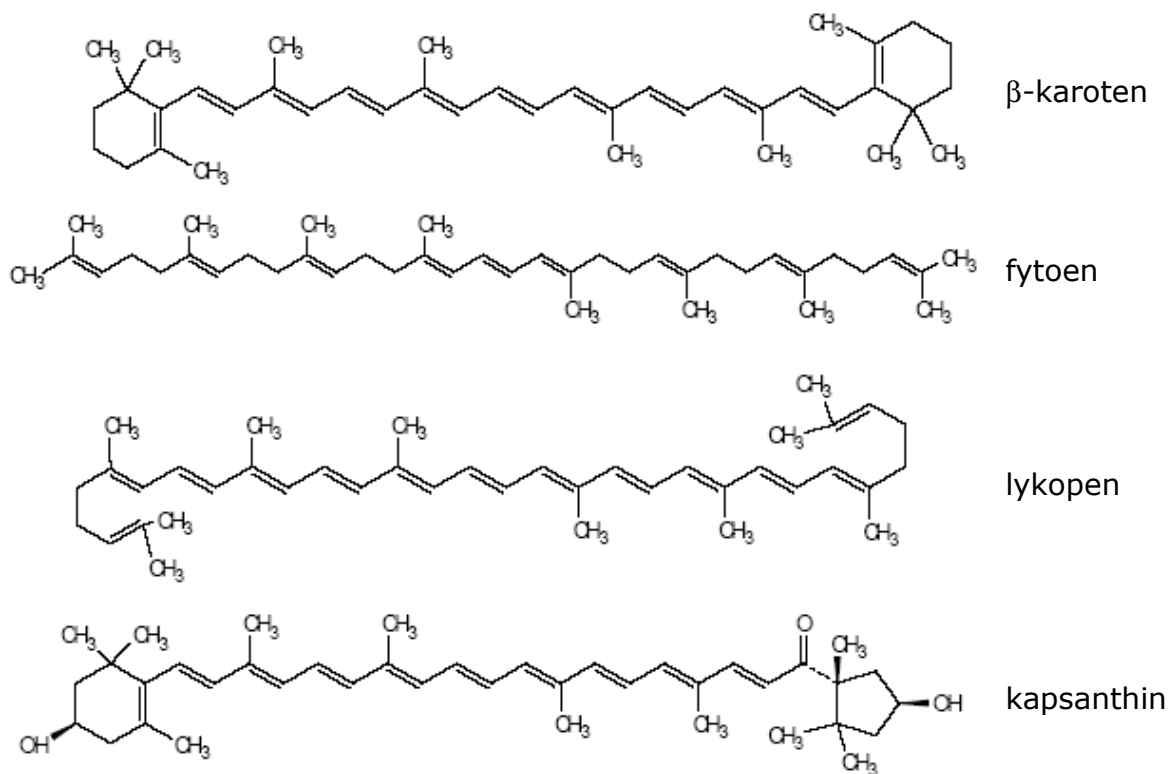
Všechny tři přísady můžeme snadno dokázat. K tomu je zapotřebí omáčku přefiltrovat přes vatou. K získanému roztoku přidáme Fehlingovo činidlo, další část filtrátu použijeme k důkazu chloridů. Škrob dokážeme přidáním Lugolova roztoku (roztok elementárního jódu a jodidu draselného ve vodě) do omáčky.

Rajčata obsahují různé karoteny, které slouží jako barviva. Jejich podíl se liší v závislosti na druhu [8]. Jedním z karotenů je na příklad  $\beta$ -karoten, který je obsažen také v mrkvi. V druhu „High-Beta“ je obsaženo 36 ppm  $\beta$ -karotenu. V jiných druzích nalezneme hlavně fytoen a lykopen (Tab. 1), které se od  $\beta$ -karotenu liší chemicky jen málo.

	$\beta$ -karoten	fytoen	lykopen
Campbell	1,4	24,4	43,8
High Beta	35,6	32,5	0
Jubilee	0	68,6	5,1

**Tab. 1** Některé druhy karotenů ve třech druzích rajčat, údaje v ppm, dle [8].

Značná chemická podobnost je zřetelná na chemických vzorcích karotenů. V této souvislosti je zajímavé srovnání s barvivem červené papriky. Převažujícím karotenem je kapsanthin, který je zřetelně více polární díky svým dvěma hydroxylovým skupinám.



**Obr. 1** Strukturní vzorce β-karotenu, fytoenu, lykopenu a kapsanthinu

Běžnými jednoduchými prostředky na školách není možné provést chromatografii na tenké vrstvě a následně identifikaci jednotlivých karotenoidů v rajčatové omáčce. Avšak lze provést celkovou klasifikaci: porovnání chromatogramů benzínových extraktů omáčky a mrkve ukazují, že oranžovočervené skvrny mají téměř identické hodnoty retenčních faktorů ( $R_f$ ). Značný rozdíl se ukazuje v paprikovém extraktu, na jehož chromatogramu je vidět tmavě červená skvrna (pravděpodobně kapsanthinu) se zřetelně nižší hodnotou  $R_f$ .

Do omáček jsou často přidávána dochucovadla. Také ravioly obsahují glutamát sodný (E 621), který posiluje slanou a masovou chuť jídla, aniž by významně ovlivnil vlastní chuť raviol [9].

K prohloubení tématu o koření se nabízí celá řada experimentů, jako na příklad izolace pepřového aromatu nebo experimenty týkající se kmínového oleje.

---

## LITERATURA

---

- [1] Baierl, M. und Pfeifer, P.: Von der Cellulose zum Papier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 17.
- [2] Laier, B.: Papier machen aus Altpapier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 38.
- [3] Wöhrle, F. et. al.: Rund um ´s Papier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 26.
- [4] Haupt, P.: Das Galvanisieren, in: Glöckner, W., Jansen, W. und Weissenhorn, R. G.: Handbuch der Experimentellen Chemie, Band 6: Elektrochemie, Aulis, Köln 1994, str. 318.
- [5] Beattie, O., Geiger, J.: Der eisige Schlaf. Piper, München 1992.
- [6] Seabert, H., Wöhrmann, H.: Experimente zu historischen Konservierungsverfahren. In: NiU-Chemie 4 (1993), Nr. 19, str. 36.
- [7] Glöckner, W., Jansen, W. und Weissenhorn, R. G.(Hrsg.): Handbuch der Experimentellen Chemie, Band 12: Kunststoffe, Recycling, Alltagschemie, Aulis, Köln 1997, str. 167.
- [8] Belitz, H.-D., Grosch, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer Berlin 1987, str. 196.
- [9] Lebensmittelchemische Gesellschaft der GDCh (Hrsg.): Schulversuche mit Lebensmittel-Zusatzstoffen. Behr, Hamburg 1990, str. 97.
- [10] Sallatsch, I.: Pfeffer als Beispiel für die Betrachtung von Gewürzen. NiU (PC) 31, 1983, 164.



Tato práce je licencována nekomerční licencí Creative Commons Attribution-Non-commercial-No Derivative Works 3.0 Unported License. Kopii licence získáte návštěvou stránek <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> nebo zašlete dopis na adresu Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.