

Aktivity k výuce předmětu Člověk a chemie

Tato aktivita je koncipována jako badatelsky orientovaná výuka, která na praktickém experimentu představuje princip fungování inteligentních obalů léčiv (drug delivery systems). Studenti si vyzkouší přípravu hydrogelových kapslí z alginátu sodného a chloridu vápenatého (síťování polymeru) a následně ověřují jejich chování a stabilitu v simulovaném prostředí žaludku (kyselé pH) a střeva (zásadité pH). Součástí je metodický list pro učitele včetně formulace BOZP a přesahů do medicínské praxe, žákovský badatelský list a provázání s kompetencemi KRAAU.

Klíčová slova: badatelská výuka, hydrogelové kapsle, alginát sodný, cílený transport léčiv, pH, síťování polymerů, chemický experiment.

Aktivita 1 – Laboratoř: příprava gelových kapslí a simulace uvolňování léčiva.

Badatelská výuka – určeno pro vyšší ročníky ZŠ nebo střední školy.

Téma: Funkce hydrogelových kapslí uchovávající léčiva

Téma využívá princip **hydrogelových kapslí**, které se v moderní medicíně používají pro cílený transport léčiv (drug delivery systems) nebo v estetické medicíně a krytí ran.

ČÁST 1: Metodický list pro učitele

- **Téma:** Jak bezpečně dopravit lék až do střeva? (Model cíleného transportu léčiv)
- **Cílová skupina:** 8.–9. třída ZŠ / 1.–2. ročník SŠ
- **Časová dotace:** 45 minut
- **Cíle výuky:**
 - *Oborové:* Žák vysvětlí princip přípravy nerozpustného hydrogelu z alginátu sodného a vápenatých iontů (iontová výměna/síťování polymeru).
 - *Badatelské:* Žák formuluje hypotézu ohledně chování hydrogelové kapsle v prostředí s různým pH (žaludek vs. střevo) a ověří ji experimentem.
 - *Aplikované:* Žák propojí chemické vlastnosti polymerů s jejich využitím v medicíně.
- **Aparatura a chemikálie (pro 1 skupinu):**
 - 1% roztok alginátu sodného (lze obarvit potravinářským barvivem – slouží jako model léčiva)

- 2% roztok chloridu vápenatého (CaCl_2)
- Model žaludeční šťávy: 0,1M HCl (nebo ocet, pH cca 2)
- Model střevního prostředí: 2% roztok jedlé sody (NaHCO_3 , pH cca 8)
- Injekční stříkačka (bez jehly) nebo kapátko, kádinky (100 ml), lžička, sítko, univerzální pH papírky.

Průběh výuky:

1. **Diskuse:** „Proč některé léky nesmíme kousat nebo drtit? Jak tělo pozná, kde se má z tablety nebo kapsle uvolnit účinná látka?“
2. **Vlastní práce:**
 - a) Na základě postupu a informací o chemikáliích potřebných k pokusu, studenti vypracují bezpečnostní pokyny – vzájemně si zkontrolují, vyučující schválí, případně doplní.
 - b) Studenti pracují ve skupinách podle návodu pracovního listu. Připraví alginátové kuličky (kapsle) a testují jejich stabilitu v kyselém a zásaditém prostředí.
3. **Výsledek a vysvětlení:** Diskuse o výsledcích. Kyselé prostředí zpevní obal (protonace síťujících skupin), zatímco v zásaditém prostředí sody dochází k výměně Ca^{2+} za Na^+ ionty, síť se rozpadá a kapsle uvolňuje barvivo (lék).
4. **Možné rozšíření tématu:** Přesah do praxe – využití stejného principu u nesteroidních antiflogistik (narušování žaludeční sliznice) nebo implantátů – diskuze studentů s vyučujícím.
5. **Reflexe:** Vyplnění závěrečné badatelské otázky v pracovním listu.

ČÁST 2: Pracovní list pro žáka

Badatelský list: Chemie pro zdraví – Tajemství chytrých kapslí

Jméno a příjmení / Skupina:

Datum:

1. Výzkumný problém

Některá léčiva se nesmí rozpustit v žaludku, protože by je žaludeční kyselina zničila (rozštěpila), nebo by naopak lék podráždil žaludek. Lékaři proto používají **inteligentní obaly (kapsle)**, které projdou kyselým žaludkem netknuté a rozpadnou se až v neutrálním/zásaditém prostředí střeva.

Badatelská otázka: Bude alginátová kapsle stabilní v simulovaném žaludku (kyselé pH) a rozpadne se až v simulovaném střevu (zásadité pH)?

2. Hypotéza

(Vyber nebo doplň vlastní předpoklad před začátkem pokusu)

- ☐ Kapsle se rozpadne hned v kyselém prostředí žaludku.
- ☐ Kapsle vydrží v kyselém prostředí žaludku a rozpadne se až v zásaditém prostředí střeva.
- ☐ Kapsle nerozpustí ani v jednom prostředí.

Zdůvodnění hypotézy: _____

3. Postup práce

Fáze A: Příprava chytrých kapslí (Cílený transport)

1. Do kádinky s roztokem chloridu vápenatého (CaCl_2) přikapávejte pomocí stříkačky roztok obarveného alginátu sodného.
2. Sledujte, jak při dopadu kapky vzniká pevná kulička (simulace kapsle uzamykající barvivo = lék).
3. Ponechejte kuličky 2 minuty vytvrdnout, poté je pomocí sítky vyberte a opláchněte v čisté vodě.

Fáze B: Testování v simulovaných tělesných prostředích

1. Do **Kádinky č. 1** nalijte simulovanou tekutinu žaludku (kyselé pH). Změřte pH papírkem a zapište hodnotu.
2. Do **Kádinky č. 2** nalijte simulovanou střevní tekutinu (zásadité pH). Změřte pH papírkem a zapište hodnotu.
3. Vložte do každé kádinky 3 vyrobené kapsle a jemně míchejte po dobu 5 minut.
4. Pozorujte, kde dochází k uvolňování barviva (léčiva) a rozpadu obalu.

4. Pozorování a výsledky

Prostředí	Naměřené pH	Vzhled kapsle po 1 min.	Vzhled kapsle po 5 min.	Došlo k uvolnění barviva? (ANO/NE)
Kádinka 1 (žaludeční tekutina)				
Kádinka 2 (střevní tekutina)				

5. Závěr a vyhodnocení badatelské otázky

1. **Potvrdila se Vaše hypotéza?** (*Stručně zhodnoťte na základě naměřených dat*)

2. **Vysvětlení chemického principu:**

V roztoku CaCl_2 dochází k nahrazení sodných iontů ionty vápenatými. Ty propojí řetězce alginátu jako „mosty“ a vytvoří síť (gel). V zásaditém prostředí střeva se tyto mosty přeruší, gel se rozpustí a lék se (**uvolní / neuvolní**).

3. **Aplikace pro medicínu:**

Proč je tento obal výhodný například pro pacienty, kteří užívají silné léky na bolest (např. ibuprofen)?

KRAAU 1.1: Odborná a didaktická kompetence

- **Aplikace a transformace:** Převádím téma polymerního síťování a lékových forem do názorného modelu „chytrých kapslí“ s přesahy do farmakologie.
- **Propojení s praxí:** Propojuji učivo s reálným výzkumem biodegradabilních materiálů a řízeného uvolňování léčiv, čímž rozvíjím zdravotní gramotnost a kritické myšlení žáků.

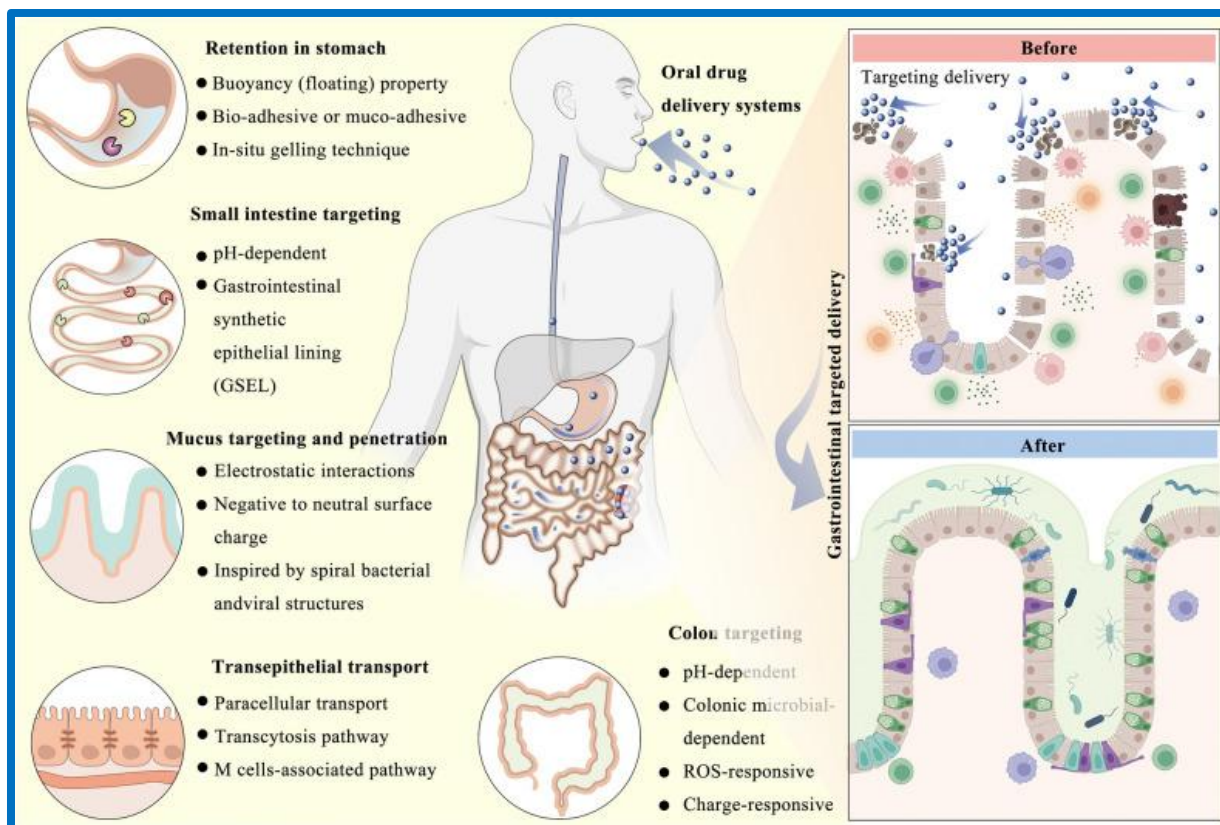
KRAAU 2.1: Metodika badatelsky orientované výuky

- **Hypotézy a experiment:** Studenti formulují hypotézu o chování alginátu v různém pH prostředí, připraví modelové kapsle a testují jejich stabilitu v simulovaném prostředí žaludku a střeva.
- **Data a závěry:** Naměřená data zaznamenávají do tabulky, vyhodnocují platnost hypotézy a vysvětlují rozpad gelu v NaHCO_3 na základě výměny iontů.

KRAAU 2.3: Reflexe, bezpečnost a hodnocení výuky

- **BOZP a kvalita:** Studenti vytvářejí bezpečnostní pokyny před prací s chemikáliemi, materiál využívá odstupňovanou hodnotící rubriku a sebehodnocení.

- **Pedagogická reflexe:** Struktura listu umožňuje objektivní posouzení badatelských cílů a poskytuje podklad pro kolegiální zpětnou vazbu a úpravu metodiky.



ZHANG, Yafei, Yiran WANG, Yao LU, Heng QUAN, Yuqi WANG, Sijia SONG a Huiyuan GUO. Advanced oral drug delivery systems for gastrointestinal targeted delivery: the design principles and foundations. *Journal of Nanobiotechnology*. 2025, 23(1), č. 347. ISSN 1477-3155. DOI: 10.1186/s12951-025-03479-8.

Aktivita 2 – Chemické Domino na téma *Chemie a stomatologie*.

Aktivita je koncipována jako výuková pomůcka ve formě chemického domina nebo párovací hry (Matching Game), která propojuje teoretické poznatky z chemie s reálnou stomatologickou praxí. Prostřednictvím 10 navazujících dvojic pojmů a jejich definic (např. hydroxyapatit, dentální amalgám, fotokompozit či peroxid vodíku) si studenti procvičují anorganickou, organickou i polymerní chemii a vlastnosti dentálních materiálů. Cílem herního řetězce je odhalení finálního produktu bakteriálního metabolismu v ústech – kyseliny mléčné. Materiál zároveň reflektuje didaktické kompetence KRAAU se zaměřením na mezipředmětové vztahy a rozvoj zdravotní a chemické gramotnosti.

Klíčová slova: chemické domino, chemie a stomatologie, dentální materiály, kyselina mléčná, aktivizační metody, párovací hra, mezipředmětové vztahy.

Hra obsahuje **10 navazujících dvojic** (Levá strana kartičky / Pravá strana kartičky).

Kartičky jsou navrženy tak, aby na sebe v řadě domino logicky navazovaly: **Pravá strana kartičky N tvoří otázku/pojem pro Levou stranu kartičky N+1.**

Cílem hry je odpověď na otázku: Jak se jmenuje produkt metabolismu bakterií způsobující zubní kaz.

Cílem je, aby se studenti dopracovali ke správnému názvu – kyselina mléčná.

Další možností je varianta Matching Game:

Kartičky se rozstříhnou napůl na 20 samostatných kartiček a studenty necháme spárovat správný pojem s jeho chemickou/stomatologickou definicí (funkcí).

KRAAU 1.1: Odborná a didaktická kompetence

- **Aplikace a transformace:** Převádím odborná témata ze stomatologie a anorganické/organické chemie (hydroxyapatit, amalgám, síťování alginátů, polymerace fotokompozitů) do hravé a přístupné formy domina.
- **Propojení s praxí:** Propojuji učivo s reálnou dentální péčí, materiálovým inženýrstvím a biochemickými procesy v ústní dutině (vznik kazu působením kyseliny mléčné), čímž rozvíjím zdravotní a chemickou gramotnost studentů.

KRAAU 2.1: Metodika gamifikace a aktivizačních metod

- **Struktura a logika hry:** Navrhuji a realizuji herní aktivitu s logickou řetězovou navazující strukturou, kde správná znalost pojmu a jeho definice vede k postupnému vyřešení finální otázky.
- **Variabilita výuky:** Využívám variabilitu pomůcky – možnost transformace z lineárního domina na párovací hru (*Matching Game*), což umožňuje diferencovat výuku podle úrovně studentů a zároveň upevňovat chemické pojmy.

KRAAU 2.3: Reflexe, pomůcky a hodnocení výuky

- **Didaktická kvalita pomůcky:** Vytvářím hotové, estetické a terminologicky přesné výukové karty s jednoznačným kódováním pro usnadnění autokorekce studentů během hry.
- **Pedagogická reflexe:** Hru navrhuji jako efektivní nástroj pro opakování a diagnostiku znalostí, který poskytuje okamžitou zpětnou vazbu vyučujícímu i studentům a tvoří podklad pro následné hodnocení.

Levá strana (Pojem / Odpověď)	Pravá strana Otázka / Popis
START HRY	Fluorid sodný (NaF)
Minerál dodávající zubní sklovině odolnost vůči kyselinám.	Hydroxyapatit
Hlavní minerální složka skloviny a kostí ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$).	Kyselina fosforečná (H_3PO_4)
Látka používaná k leptání skloviny před aplikací fotokompozitu.	Peroxid vodíku (H_2O_2)
Sloučenina využívaná k profesionálnímu i domácímu bělení zubů.	Dentální amalgám
Tradiční výplňový materiál složený ze rtuti, stříbra, mědi a cínu.	Eugenol
Organická sloučenina s vůní hřebíčku v dočasných výplních.	Alginát sodný
Polymer využívaný pro rychlé a přesné otisky chrupu.	Fotokompozit
Estetická výplň vytvrzovaná modrým světlem (UV/VIS).	Kyselina mléčná
Produkt metabolismu bakterií způsobující zubní kaz.	CÍL HRY



<https://www.zshuskom.cz/1.-rocnik-preventivni-program-vesele-zoubky>