

Tuky ve výuce chemie – východiska k inovaci kurikula na základní škole

MONIKA PELIKÁNOVÁ, MARTIN BÍLEK, MILAN ŠMÍDL



Abstrakt: Článek pojednává o analýze kurikulárně zaměřených výzkumných studií publikovaných v období 2018–2022, indexovaných v databázi Web of Science se zaměřením na téma „Tuky“. Analýza, provedená za účelem tvorby výzkumného designu orientovaného na příslušnou oblast učiva chemie na základní škole, přinesla zajímavé návrhy pro inovaci výuky. Jde zejména o ověření pozitivních efektů různých alternativních výukových metod, včetně laboratorních i domácích experimentů. Získané výsledky by měly být oporou pro ověřování účinnosti současných akcentů kurikulární politiky zaměřených na redukci učiva, mezioborovou integraci a další aspekty revize kurikulárních dokumentů v České republice.

Klíčová slova: Tuky, lipidy, přírodní látky, výuka chemie na základní škole, řešerše, kurikulum, výzkumné studie.

PELIKÁNOVÁ, M., BÍLEK, M. & ŠMÍDL, M. 2023. Tuky ve výuce chemie – východiska k inovaci kurikula na základní škole. *Arnica* 13(1), 52–58. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, ISSN 1804-8366.

Rukopis došel 17. 1. 2023; byl přijat po recenzi 30. 5. 2023.

Monika Pelikánová, Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, M. Rettigové 4, 116 39, Praha, Česká republika; Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pasteurova 3632/15, 400 96, Ústí nad Labem, Česká republika; e-mail: moncapelikanova@seznam.cz • Martin Bílek, Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, M. Rettigové 4, 116 39, Praha, Česká republika; e-mail: martin.bilek@pedf.cuni.cz • Milan Šmídl, Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pasteurova 3632/15, 400 96, Ústí nad Labem, Česká republika; e-mail: m.smidl@seznam.cz

Úvod

V současném přístupu k tvorbě kurikulárních dokumentů v České republice dominují akcenty zejména na redukci učiva a na užší propojování vzdělávacích oborů i vzdělávacích oblastí. Je sice možné se v těchto procesech opírat o zkušenosti učitelů, tvůrců kurikulárních dokumentů, hodnotitelů efektivit školní práce a dalších zainteresovaných osob a institucí, ale podstatná by měla být také analýza dostupných výzkumných výsledků a s jejich pomocí příslušná orientace dalších souvisejících výzkumů. Jednou z takových cest jsou v českém vzdělávacím prostoru i identifikace a návrhy na eliminaci tzv. klíčových (nepostradatelných), kritických (obtížných z pohledu žákovy učení) a dynamických (inovačních v souladu s posledními výsledky oboru) míst kurikula (Rendl *et al.* 2013, Kuberská *et al.* 2020). V úrovni obsahu počáteční výuky chemie na základní škole se identifikací klíčových, kritických a dynamických míst věnoval projekt „Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I“ (Rychtera *et al.* 2020). Na základě výsledků rozhovorů s učiteli bylo připraveno osm výukových modulů pro eliminaci následujících kritických míst počáteční výuky chemie: výpočty složení roztoků, chemické reakce, chemické rovnice a jejich vyčíslování, výpočty z chemických rovnic, stavba atomu, oxidační číslo, názvosloví kyselin a názvosloví solí (Rychtera *et al.* 2018, 2019, 2020). Jmenovaný projekt se zaměřil na počáteční výuku chemie na základní škole a naší snahou je orientovat se i na další průběh výuky chemie, konkrétně na tematickou oblast „Přírodní látky“ zahrnující

v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní školy témata: tuky, sacharidy, bílkoviny a vitaminy. Přípravu na použití výzkumného designu inspirovaného zmíněným projektem jsme začali řešerší výzkumných studií v databázi *Web of Science*. V našem textu se zaměřujeme konkrétně na příklad tématu „Tuky“.

Tuky ve výuce chemie na základní škole

Výuka tematického celku Přírodní látky, tedy i problematika týkající se tématu Tuky, je na základní škole většinou součástí učiva 9. ročníku. V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) je téma Tuky zmíněno v povinném očekávaném výstupu *CH-9-6-04 „uveďte příklady zdrojů bílkovin, tuků, sacharidů a vitaminů“* (shodně též v minimální doporučené úpravě očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření) a uvedeno v doporučeném učivu „*přírodní látky – zdroje, vlastnosti a příklady funkcí bílkovin, tuků, sacharidů a vitaminů*“ (RVP ZV 2021). Jako příklad implementace očekávaného výstupu a doporučeného učiva z RVP ZV do školních vzdělávacích programů (ŠVP) je možné uvést ŠVP Základní školy Jirkov, ul. Budovatelů, kde jsou definovány výstupy vyžadující uvedení významu bílkovin, tuků a sacharidů pro lidský organismus a uvedení příkladů zdrojů bílkovin, tuků, sacharidů a vitaminů. Jako doplnění výuky je rovněž realizováno laboratorní cvičení na důkazové reakce sacharidů v potravinách (ŠVP pro základní vzdělávání – Nechci stát

Fraus (Škoda <i>et al.</i> 2018)	<ul style="list-style-type: none"> vznik tuků esterifikací mastných kyselin a glycerolu (vč. rovnice chemické reakce) fyzikální vlastnosti tuků (rozpuštěnost, skupenství, ...) význam tuků v potravě a rizika spojená s jejich nadměrnou konzumací rozdělení na živočišné tuky (zdroje nasycených mastných kyselin a cholesterolu), rostlinné tuky (oleje, zdroje nenasycených mastných kyselin) zdroje tuků a jejich vliv na zdraví člověka lipidy jako součást biomembrán průmyslové zpracování tuků – ztužování tuků (margarín), mýdla vosky
Hravá chemie (Budínská <i>et al.</i> 2019)	<ul style="list-style-type: none"> vznik tuků esterifikací mastných kyselin a glycerolu (vč. rovnice chemické reakce) fyzikální vlastnosti tuků (rozpuštěnost, skupenství, ...) lipidy jako součást biomembrán, včetně struktury fosfolipidů rozdělení na živočišné tuky (zdroje nasycených mastných kyselin a cholesterolu), rostlinné tuky (oleje, zdroje nenasycených mastných kyselin) průmyslové zpracování tuků – ztužování tuků (margarín), mýdla vosky
Nová škola (Plucková <i>et al.</i> 2022)	<ul style="list-style-type: none"> rozdělení na živočišné tuky (nasycené mastné kyseliny, cholesterol), rostlinné tuky (oleje, nenasycené mastné kyseliny), příklady zdrojů fyzikální vlastnosti tuků (rozpuštěnost, skupenství, ...) průmyslové zpracování tuků – ztužování tuků (margarín), mýdla

Tab. 1. Tuky – přehled témat v učebnicích pro 9. ročník ZŠ (tučně výstupy dle RVP ZV).

na okraji 2022). V nejčastěji používaných učebnicích chemie pro 9. ročník základní školy (Rusek *et al.* 2016) jsou v rámci kapitoly Tuky zahrnuta nejčastěji témata uvedená v přehledu v Tab. 1. Při porovnání povinných očekávaných výstupů z RVP ZV a témat v učebnicích je patrné značné předimenzování učiva chemie přírodních látek na základní škole, což potvrzují i šetření České školní inspekce, která je spojuje i se špatným hodnocením a neoblíbeností učiva chemie jako učebního předmětu (Zatloukal a kol. 2020). Rovněž výzkumné práce zaměřené na analýzu učebnic pro základní školy ukazují, že současné pojetí výuky přírodních látek je pro žáky velmi obtížné a abstraktní, přičemž jejich autoři navrhuji úpravy vzdělávacího obsahu i formy jeho prezentace (např. Kramářová 2009, Uherčíková 2011, Průchová 2017, Šubová 2020, Chlumecká 2021, Vojtíš 2021 a další). Na portálu rvp.cz (Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů 2023) jsou z této problematiky uvedeny pouze tři zdroje rozšiřujících aktivit pro žáky (pracovní list a dvě křížovky). Z těchto důvodů je naší snahou vytvořit další návrhy inovací obsahu tematického celku Přírodní látky v kurikulu základní školy s oporou o výsledky provedených a nově realizovaných výzkumných šetření. Jako příklad uvádíme hledání východisek pro příslušné zkoumání obsahu tématu Tuky.

Metodologie

Kvalitativní analýzou výzkumných studií jsme hledali odpověď na následující výzkumnou otázku: Jaký design

využívají v současné době výzkumy kurikulárních souvislostí tématu Tuky ve výuce chemie a jaké jsou jejich výsledky? V databázi *Web of Science* (WoS) jsme pro hledání designu a výsledků výzkumných studií využili anglické ekvivalenty klíčových slov „tuky“ a „lipidy“, a to „lipid“ a „fat“ v oddílu *Topic (Title, Abstract, Autor Keywords a Keywords Plus)*. Vyhledávání bylo omezeno na časové období posledních pěti let (2018–2022). Dalšími filtry byly zvoleny:

- 1) druhy publikací: *Article a Proceeding paper*,
- 2) publikační kategorie: *Education Scientific Disciplines, Education Educational Research a Education Special*.

Na základě uvedených parametrů bylo ve WoS vyhledáno 178 publikací s klíčovým slovem „lipid“ a 308 publikací s klíčovým slovem „fat“. Následně proběhl výběr relevantních publikací pro naše výše formulované zaměření zabývající se vzděláváním z pohledu tří nezávislých odborníků na názvy vyhledaných publikací. Sjednocením všech tří výběrů vznikl soubor 50 výzkumných studií, který byl podroben další analýze. Na základě studia abstraktů byly dále vybrány články, které by mohly na základě analýzy jejich výzkumného designu a dosažených výsledků pomoci s návrhy strategií na zkoumání českého kurikula v této oblasti a na přípravu inovací výuky tématu Tuky na základní škole. Po odstranění duplicit publikací získaných hledáním pomocí obou klíčových slov a dostupnosti publikací byl získán výsledný soubor 20 studií pro analýzu plných textů. Vývoj počtu publikací k analýze je uveden v Tab. 2.

Klíčové slovo	Celkový počet publikací	Výběr na základě titulů	Výběr na základě abstraktů	Výběr k analýze plných textů
<i>lipid</i>	178	27	16	15
<i>fat</i>	308	23	7	5

Tab. 2. Postup výběru publikací pro analýzu plných textů výzkumných studií s tématem Tuky z databáze WoS za období 2018–2022.

■ Výsledky analýzy výzkumných studií

Analýza plných textů proběhla se zaměřením jednak na metadata článků vyplývající z databáze Web of Science (Tab. 3), jednak na kategorie související s jejich výzkumným designem na základě výše formulované výzkumné otázky (Tab. 4).

Publication Year
Country
Source Title

Tab. 3. Kategorie analýzy plných textů na základě metadat databáze Web of Science.

Úroveň vzdělávání (základní škola, střední škola, vysoká škola)
Výzkumný design
Výzkumná metoda
Výzkumný nástroj
Téma z oblasti chemie
Výsledky výzkumu
Limity výzkumu

Tab. 4. Kategorie výzkumného designu analyzovaných studií.

Výsledky získané z metadat databáze Web of Science jsou uvedené v tabulkách 5 a 6. Z Tab. 5 je zřejmé, že počty publikací věnovaných výzkumu v uvedené oblasti, které jsme vybrali pro naši analýzu, v posledních pěti letech většinou stoupají. Z hlediska zemí původu (Tab. 6) jsou v našem výběru jen tři použitelné studie z Evropy, přičemž nejvíc, pět studií, má původ v Brazílii.

	2018	2019	2020	2021	2022
<i>lipid</i>	0	1	5	2	7
<i>fat</i>	0	3	0	1	1
celkem	0	4	5	3	8

Tab. 5. Počty publikovaných textů vybraných k analýze v období 2018–2022 (Publication Year).

	<i>lipid</i>	<i>fat</i>	celkem
Brazil	5	0	5
India	2	1	2
England	2	1	3
Canada	1	1	2
USA	2	0	2
China	1	0	1
South Africa	1	0	1
Chile	1	0	1
Indonesia	1	0	1
Thailand	0	1	1
Germany	0	1	1

Tab. 6. Počty publikovaných textů vybraných k analýze dle zemí původu (Country).

Jak vyplývá z Tab. 7, většina vybraných publikací je orientována na vysokoškolskou výuku, nejčastěji na kurzy biochemie, konkrétně na návrhy laboratorních experimentů (Khalid *et al.* 2022) či alternativních metod výuky jako jsou např. Service-learning (učení službou, učení pomocí druhým) (Dougherty 2022), Team-based learning (týmová výuka) (Silva & Cardoso 2019) nebo „školní zahrada“ jako venkovní laboratoř (Queiroz *et al.* 2021). Vzhledem k období, na které jsme se zaměřili, v němž výuka na školách probíhala z důvodů pandemie Covid-19 často plně distančně, jsou publikace zaměřené i na domácí experimenty s dostupnými zdroji (Velarde *et al.* 2022; Lima *et al.* 2022). Z hlediska výzkumné metodologie byl v 16 analyzovaných studiích použit kvantitativní a v 5 studiích kvalitativní design. Z použitých výzkumných metod byla ve většině studií aplikována explorace (10), druhou nejčastější výzkumnou metodou bylo ověřování znalostí respondentů (4). Další využití výzkumné metody jsou uvedeny v Tab. 8. Z nejfrekventovanějších výzkumných nástrojů uvedených v Tab. 9 byly v devíti případech použity dotazníky a ve čtyřech případech didaktické testy či kvízy

(např. Jain *et al.* 2021 nebo Long *et al.* 2021). V jednom případě byla použita také videoanalýza a polostrukturovaný rozhovor (Fakoyede & Otulaja 2020). Řada studií nalezená prostřednictvím klíčových slov odpovídajících anglickým ekvivalentům slov tuk/lipid byla zaměřena na širší oblast přírodních látek, tedy i na sacharidy, bílkoviny, vitaminy aj. Vzhledem k tomu, že některé z analyzovaných publikací nebyly primárně koncipovány jen jako studie s výzkumně-vzdělávacím designem, jejich výsledky a limity se často týkají i konkrétní provedené výukové metody, zejména experimentální činnosti.

	<i>lipid</i>	<i>fat</i>	celkem
ZŠ	0	2	2
SŠ	3	1	2
VŠ	9	2	11

Tab. 7. Úroveň vzdělávání v analyzovaných studiích.

Explorace	10
Ověřování znalostí	4
Analýza výstupů respondenta	2
Pedagogický experiment	1
Pozorování	1

Tab. 8. Použité výzkumné metody v analyzovaných studiích.

Dotazník	9
Didaktický test	3
Polostrukturovaný rozhovor	1
Kvíz	1
Videoanalýza	1
Analýza deníku respondentů	1
Poznámky výzkumníka	1

Tab. 9. Použité výzkumné nástroje v analyzovaných studiích.

V dalším textu se tedy zaměříme na některé z analyzovaných studií, které přinesly zajímavé informace. K překonání abstraktnosti struktur přírodních látek lze uvést jako příklad studii autorů Fakoyede a Otulaja (2020). U molekul glukózy, fruktózy, lipidů a proteinů byl rozvoj představitivosti, řešení problémů a kritického myšlení žáků 10. ročníku z Jihoafrické republiky podpořen použitím kulturně

relevantních pomůcek, konkrétně korálek a korálových výrobků. Autoři formulují následující tři směry výzkumu (Fakoyede & Otulaja 2020):

- (1) zkoumání efektivity použití korálek a korálových výrobků, které jsou kulturními artefakty k rozvoji učení a učitelské profese, ve výuce přírodních věd,
- (2) zkoumání, jakým způsobem použití korálek a korálových výrobků mění učitelovu spokojenost s výukou,
- (3) zkoumání, jakým způsobem může použití korálek a korálových výrobků změnit spokojenost žáků ve výuce přírodních věd.

V této studii autoři použili nejvíce nástrojů pedagogického výzkumu: polostrukturovaný rozhovor, videa natočená během výuky a jejich následná analýza, dotazníky s otevřenými položkami a poznámky z pozorování psané v průběhu výuky. Z průzkumu vyplynulo, že 100 % žáků má korálky v oblibě, ať už z hlediska jejich barevnosti, atraktivnosti, možnosti kreativity či z důvodu, že jsou součástí jejich vlastní kultury. Barevnost korálek se ukázala také jako podstatná při propojení s konkrétními atomy prvků v rámci sestavovaných modelů molekul (černé korálky – uhlík, bílé korálky – vodík, růžové korálky – kyslík). V rámci probíhajícího výzkumu došlo k posunu u žáků ve čtyřech nezávisle pracujících skupinách, když neočekávali správnou odpověď od učitele (jak tomu bylo doposud), ale začali sami hledat způsob, jak problém vyřešit (např. vytvoření dvojné vazby). Učitel tedy v průběhu hodin změnil přístup k výuce od metody předávání hotových poznatků k využití praktické výuky a roli mentora. Výzkumník zasahoval do výuky povzbuzováním žáků ke kritickému a kreativnímu myšlení. Jednotlivé skupiny se navzájem motivovaly k vytvoření výsledné struktury (neprozrazovaly si navzájem řešení).

Long *et al.* (2021) studovali implementaci 3D animace „*Metabolism in motion*“ ve výuce biochemie, která má v rámci použitých metafor pomoci k lepšímu pochopení tohoto náročného tématu. Zpětná vazba studentů 2. ročníku bakalářského studia proběhla ve formě anonymního online dotazníku, ze kterého vyplynulo, že 86 % studentů zjistilo, že jim 3D animace pomohla k pochopení tématu a 80 % se cítilo po zhlédnutí animace lépe připraveno pro zvládnutí bakalářského kurzu.

Zavedení žákovského reflektivního deníku po ukončení praktických činností jako prostředku metody aktivního učení zkoumali Seeharaj & Samiphak (2019). Tématem praktických činností žáků 10. ročníku byly biomolekuly a výzkum probíhal prostřednictvím analýzy žákovských deníků. Z výsledků vyplývá, že zavedení deníků do výuky pozitivně ovlivňuje pozornost žáků v hodinách a jejich zvědavé myšlení. Espinosa-Curiel & Martínez-Rosas (2019) ve svém výzkumu implementovali program „*Healthy Lunch*“ jako hru připravující žákům na prvním

stupni základní školy tzv. zdravé krabičky v rámci tématu Výživa. Jako limit výzkumu uvádějí provedení pouze v jedné škole s malým počtem účastníků (29 žáků ve věku 8–10 let).

Další studie zaměřené na podrobný popis laboratorního cvičení uvádějí limity zejména v souvislosti s provedením experimentu. Například Khalid *et al.* (2022) připravili laboratorní cvičení pro analýzu základního složení 15 vybraných potravin. Ověření znalostí studentů proběhlo prostřednictvím didaktického testu zahrnujícího 12 otázek s vícerou možnými odpověďmi a 6 otevřených otázek. Uvedené limity zde formulovali např. jako finanční náročnost zajištění organických látek pro HPLC, časovou náročnost, nemožnost rozlišení bílkovinného a nebílkovinného dusíku apod. Velarde *et al.* (2022) se zaměřili na provádění domácích experimentů. Uvádějí podstatný limit své studie, a to absenci okamžité zpětné vazby od studentů k učiteli. Zajímavým pojetím se v souboru analyzovaných studií odlišují Cardinali *et al.* (2022) zkoumající efektivitu použití analogie bankovní loupeže pro výuku endokrinní fyziologie, konkrétně syntézy, transportu a mechanismu účinku hormonů rozpustných v lipidech a ve vodě na cílové buňky. Jako limit použité metody uvedli samotnou analogii, která nikdy není stoprocentní. Přestože se jedná o účinnou výukovou metodu, která pomáhá studentům lépe porozumět abstraktním pojmům, může vést k přílišnému zjednodušení tématu.

Závěr

V rámci provedené rešerše kurikulárně zaměřených výzkumných studií orientovaných na téma Tuky v databázi Web of Science bylo analyzováno 20 plných textů. Šlo o velmi malé procento z celkového počtu 486 studií nalezených podle výše uvedených kritérií, protože většina studií se zaměřovala na medicínské hledisko výživy a jejich souvislostí, nebo nešlo o studie s výzkumným zaměřením. Přestože ani u vybraných studií nebyl primárně cílem pedagogický výzkum, analýza přinesla řadu přínosných návrhů pro výzkum inovací výuky tématu Přírodní látky (Tuky) na základní škole, a to zejména prostřednictvím alternativních výukových metod, včetně laboratorních i domácích experimentů. Překvapivým výsledkem je většinová orientace studií na inovace výuky tematického celku Přírodní látky/Tuky na vysoké škole (nejčastěji v kurzu biochemie), protože o uplatnění různých alternativních výukových metod se obecně mluví spíše v souvislosti se základní či střední školou. Analýza také ukázala, že výzkumně zaměřených studií týkajících se výuky tématu Tuky na úrovni základní školy je velmi málo, a pokud byly nalezeny, jejich obsah naznačoval zcela odlišný přístup k pojetí výuky, než jaký se uplatňuje na českých základních školách. Ve výzkumech věnovaných analýze učebnic pro ZŠ v České republice se v tématu Přírodní látky (včetně tématu Tuky) ukazuje, že se

jedná spíše o témata statické biochemie věnovaná struktuře a vlastnostem přírodních látek, jejich důkazům a reakcím (Uherčíková 2011, Josífková 2020, Chlumecká 2021), popř. dynamické části biochemie, věnované jejich metabolismu než o témata související přímo s výživou. Témata doporučeného učiva uvedená v RVP ZV ve vzdělávacím oboru chemie, tedy zdroje těchto látek a vztah k výživě, jsou spíše jen sporadická. Z naší analýzy tak vyplývá, že pojetí výuky tuků by měla být věnována větší pozornost i u nás. V zahraničí je tedy ve větší míře výuka tématu Přírodní látky věnována vztahu chemických látek k výživě a zdravému životnímu stylu a více jsou voleny motivační a aktivizační formy výuky. To je i velká výzva pro naši další výzkumnou a tvůrčí činnost. Hodláme podobnou analýzu rozšířit i o další témata tematického celku Přírodní látky, kterými jsou dle současného RVP ZV sacharidy, bílkoviny a vitaminy.

Literatura

- BUDÍNSKÁ, G., KRÍŽANOVÁ, A., NÝVLTOVÁ, V. & TOMAN, P. 2019. *Hravá chemie 9: učebnice pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik, Praha. 124 pp.
- CABALSA, J. M. & ABRAHAM, L. 2020. Exploring biochemical reactions of proteins, carbohydrates, and lipids through a milk-based demonstration and an inquiry-based worksheet: A COVID-19 laboratory experience. *Journal of Chemical Education* 97(9): 2669–2677.
- CARDINALI, C. A., MARTINS, Y. A., PRATES, R. P., DE ARAÚJO, E. V., COSTA VIANA, F. J., DE SOUSA, M. E., BOMBARDI, C. & NUNES, M. T. 2022. The bank robbery analogy as a first approach for understanding basic concepts of synthesis, transport, and mechanism of action of hormones. *Advances in Physiology Education* 46(4): 724–727.
- CHLUMECKÁ, L. 2021. *Analýza vizuálních reprezentací zařazených v tematickém celku Organické sloučeniny v učebnicích chemie pro základní školy*. MS, Bakalářská práce, depon. in: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra chemie a didaktiky chemie. 56 pp.
- CUI, J. & ZHAN, W. 2022. Hidden beauty, assembling lipids: Modular hands-on outreach experiments showcasing lipid assembly chemistry. *Journal of Chemical Education* 99(2): 1087–1094.
- DOUGHERTY, C. A. 2022. Hybrid service-learning group project in the first semester of a biochemistry lecture course: Developing interactive lessons for the public library. *Journal of Chemical Education* 99(3): 1509–1515.
- ESPINOSA-CURIEL, I. E., MARTÍNEZ-ROSAS, M. J., DEL HOYO-CEJA, J. M., DELGADO-PÉREZ, E. E. & POZAS-BOGARIN, E. E. 2019. Healthylunch: A serious game for educating and promoting the intake of the recommended number of daily servings among children. 351–361. In LIAPIS, A., YANNAKAKIS, G. N., GENTILE, M. & NINAUS, M. (eds) *Games and Learning Alliance: 8th International Conference, GALA 2019, Athens, Greece, November 27–29, 2019, Proceedings*. Springer International Publishing. Cham.

- FAKOYEDE, S. J. & OTULAJA, F. S. 2020. Beads and beadwork as cultural artifacts used in mediating learners' agentic constructs in science classrooms: A case for place-based learning. *Cultural Studies of Science Education* 15: 193–210.
- FLYNN, M. M., GEORGE, P. & SCHIFFMAN, F. J. 2019. Food is medicine: Using a 4-week cooking program of plant-based, olive oil recipes to improve diet and nutrition knowledge in medical students. *Medical Science Educator* 29: 61–66.
- JAIN, P., SINGH, S. & ARYA, A. 2021. A student centric method for calculation of fatty acid energetics: Integrated formula and web tool. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 49(3): 492–499.
- JOSÍFKOVÁ, H. 2020. *Lipidy – Tvorba animací pro podporu vzdělávání v přírodních vědách* MS, Diplomová práce, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha. 82 pp.
- KHALID, H., AMIN, F. R. & CHEN, C. 2022. An integrated laboratory experiment for the determination of main components in different food samples. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 50(1): 133–141.
- KRAMÁŘOVÁ, D. 2009. *Evaluační a komparace učebnic chemie na ZŠ. Ústav pedagogických věd, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně*. [online]. Dostupné z WWW: <<http://hdl.handle.net/10563/9620>>.
- KUBERSKÁ, M., MASOPUST, P., KOLÁŘOVÁ, L., DESENSKÝ, P., SLAVÍK, J. & MENTLÍK, P. 2020. Dynamická místa kurikula jako most mezi formálním a neformálním vzděláváním. *Pedagogika* 70(3): 293–313.
- LIMA, Q. C. E., DA ROCHA, J. B. T. & DA SILVA LORETO, É. L. 2022. Perception of pre-service chemistry teachers about detergency: from macroscopic observations to symbolic theoretical mental models applied to inactivation of SARS-CoV-2. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 20(1): 90–111.
- LONG, S., ANDREPOULOS, S., PATTERSON, S., JENKINSON, J. & DEREK, P. 2021. Metabolism in motion: Engaging biochemistry students with animation. *Journal of Chemical Education* 98(5), 1795–1800.
- MARET, W. & BLOWER, P. 2022. Teaching the chemical elements in biochemistry: Elemental biology and metallomics. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 50(3): 283–289.
- RVP 2023. *Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů*. Metodický portál RVP. [online] [cit. 30.1. 2023]. Dostupné na WWW: <<https://rvp.cz/vyhledavani?term=tuky&sb=>>>.
- PLUCKOVÁ, I., ŠIBOR, J. & MACH, J. 2022. *Chemie 9: Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů (7. aktualizované vydání)*. Nová škola. 128 pp.
- PONNAMBALAM, S., PALANISAMY, S., SINGARAVELU, R. & JANARDHANAN, H. A. 2022. Effectiveness of a school-based nutrition education program on waist circumference and dietary behavior among overweight adolescents in Puducherry, India. *Journal of Education and Health Promotion* 11(1): 323.
- PRŮCHOVÁ, J. 2017. *Názornost vybraných učebnic chemie*. MS, Bakalářská práce, depon. in: Masarykova univerzita, Brno. 68 pp.
- QUEIROZ, M., MENDONÇA, A. & LEITE, A. 2021. O uso da “Horta na Escola” e ensino por investigação como ferramenta de ensino e aprendizagem em Bioquímica/ Química de Alimentos. *Revista de Ensino de Bioquímica* 19(2): 25–38.
- RENDL, M., & VONDROVÁ, N. a kol. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha. 464 pp.
- MŠMT 2021. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online] [cit. 30. 1. 2023]. Dostupné z WWW: <<https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/07/RVP-ZV-2021.pdf>>.
- RUSEK, M., STÁRKOVÁ, D., METELKOVÁ, I. & BENEŠ, P. 2016. Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy. *Chemické listy* 110(12): 953–958.
- RYCHTERA, J., BÍLEK, M., BARTOVÁ, I., CHROUSTOVÁ, K., KOLÁŘ, K., MACHKOVÁ, V., SLOUP, R., ŠMÍDL, M., ŠTROFOVÁ, J., VOTRUBCOVÁ, Š. & WOLFOVÁ, R. 2020. *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. 158 pp.
- RYCHTERA, J., BÍLEK, M., BARTOVÁ, I., CHROUSTOVÁ, K., SLOUP, R., ŠMÍDL, M., MACHKOVÁ, V., ŠTROFOVÁ, J., KOLÁŘ, K. & KESNEROVÁ ŘÁDKOVÁ, O. 2018. Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice? *Arnica* 8(1): 35–44.
- RYCHTERA, J., ŠMÍDL, M. & BÍLEK, M. 2019. Jak eliminovat kritická místa počátečního chemického vzdělávání – příklady témat „Složení roztoků“ a „Názvosloví solí“. *Arnica* 9(1): 31–38.
- SEEHARAJ, A. & SAMIPHAK, S. 2019. Fostering the grade 10 underprivileged students' inquiring mind through science reflective journal writing and active learning. *AIP Conference Proceedings* 2081(1): 030002.
- SERUNI, R., MUNAWAROH, S., KURNIADEWI, F. & NURJAYADI, M. 2020. Implementation of e-module flip PDF professional to improve students' critical thinking skills through problem based learning. *Journal of Physics: Conference Series* 1521(4): 042085.
- SIDOU, L.F. & BORGES, E. M. 2020. Teaching principal component analysis using a free and open source software program and exercises applying PCA to real-world examples. *Journal of Chemical Education* 97(6), 1666–1676.
- SILVA, E. & CARDOSO, F. P. 2019. Team-based learning in biochemistry teaching at undergraduate level. *Journal of Biochemistry Education* 17: 27–36.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P., ŠMÍDL, M. & PELIKÁNOVÁ, I. 2018. *Chemie 9: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus. 128 pp.
- ŠUBOVÁ, Š. 2020. *Analýza didaktické vybavenosti učebnic chemie pro základní školy v ČR*. MS, Diplomová práce, depon. in: Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha. 71 pp.
- ŠVP 2022. *ŠVP pro základní vzdělávání – Nechci stát na okraji*. Jirkov: 1. ZŠ Jirkov, Budovatelů 1563, Jirkov. [online]. Dostupné z WWW: <[https://www.1zsjirkov.cz/upload/files/skolni-vzdelavaci-program/VP_od_2022\(1\).pdf](https://www.1zsjirkov.cz/upload/files/skolni-vzdelavaci-program/VP_od_2022(1).pdf)>.

TASCINI, A. S., WANG, S., SEDDON, J. M., BRESME, F. & CHEN, R. 2020. Fats' love–hate relationships: A molecular dynamics simulation and hands-on experiment outreach activity to introduce the amphiphilic nature and biological functions of lipids to young students and the general public. *Journal of Chemical Education* 97(5): 1360-1367.

UHERČÍKOVÁ, G. 2011. *Moderní „učebnice“ biochemie (Kapitola Lipidy)*. MS, Bakalářská práce, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha. 59 pp.

VELARDE, V., CASADO-BARRAGÁN, F., THAMAR, M., RANDS V. F. & GONZALEZ, A. A. 2022. Home-based laboratory experiences during COVID-19 pandemic in undergraduate biochemistry students. *Frontiers in Education* 7: 965438.

VOJÍŘ, K. 2021. *Učebnice chemie pro základní školy: využití a analýza vybraných strukturních komponentů*. MS, Dizertační práce, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha. 157 pp.

ZATLOUKAL, T. a kol. 2020. *Kvalita a efektivita vzdělávání a vzdělávací soustavy ve školním roce 2019/2020. Výroční zpráva České školní inspekce za školní rok 2019/2020*. Česká školní inspekce, Praha. 704 pp.

E English summary

Fats in K-12 Chemistry Education – Commencing Point for Curricular Innovation

With our contemporary attitude towards creation of curricular documentation, the predominating approach is to mainly redact the volume of topics being taught and to achieve a stronger connection between differing educational areas and their subsequent educational disciplines. Although it is possible to consider the experience of teachers, creators of curricular documentation, the surveyors of teaching effectivity, and other institutions and parties invested, it should be vital to account for the data that has been collected via research studies and with them finding a way to engage in further research. One of the paths currently being taken in Czech education

system is the process of determining, identifying, or eliminating so called key (indispensable), critical (difficult in the sense of pupils' understanding), and dynamic (innovating under the latest discoveries in the subject) areas of the curriculum. To acquire an overview of what can a qualitative analysis of published research studies focused on one topic of K-12 chemistry education offer, we have decided to scrutinize one research question: What design is being used in contemporary research of curricular conjunctions under the topic of Fats in chemistry education, and what results are being collected. Based on recherche in the database Web of Science with keywords of lipids and fats we analysed 20 manuscripts, which have been centralized around the topic of Fats. It was a rather miniscule pool of works taken from a much larger body of 486 found manuscripts of the article a proceedings paper type, published between 2018 and 2022, filed in the categories of Education Scientific Disciplines, Education Educational Research and Education Special, because majority of this body has been of medicinal nature, or they were not research studies. The methodology has been split through the studied papers, where 16 have been analysed by quantitative and 5 qualitative approaches. Majority of papers have undergone the research method of exploration (11), second in frequency was the research method of validating respondents' knowledge (5). Notwithstanding the fact that the sole focus of aforementioned studies was never pedagogical, we have been able to extract a plethora of important and proven methods innovating education of the topic of Fats and other biochemical areas, mainly through alternative methods of learning, including laboratory and domestic experiments useful in K-12/elementary education. What is surprising is the prevalence of innovating methods for the curriculum of higher education, whereas the expectation of such topics was more foreseen in lower education levels which tend to see the use of innovative methods more often.

Keywords: Fats, lipids, Organic matter, K-12 chemistry education, *recherché*, curriculum, research study.