

# Antibiotika a jejich výroba ve výuce chemie na základní škole

MARKÉTA VEČEŘOVÁ, VÁCLAV RICHTR



**Abstrakt:** Článek je zaměřen na chemickotechnologické téma „Antibiotika a jejich výroba“ ve výuce na základní škole. Úvodní část tvoří obecná charakteristika chemickotechnologických procesů. Dále je popsáno dané téma a hodnocení výskytu této problematiky v učebnicích chemie pro základní školy. Následující část obsahuje návrh výukového materiálu. Tento materiál byl vyzkoušen v praxi na základní škole. Hlavním cílem práce bylo připravit pro učitele a žáky jednoduchý a zajímavý učební materiál s ohledem na mezipředmětové vztahy a využití získaných znalostí žáky v budoucím životě.

**Klíčová slova:** Chemická technologie, výukové materiály, laboratorní cvičení, antibiotika, výroba antibiotik.

VEČEŘOVÁ, M. & RICHTR, V. 2023. Antibiotika a jejich výroba ve výuce chemie na základní škole. *Arnica* 13(1), 35–39. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, ISSN 1804-8366.

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

Markéta Večeřová, Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Hlavova 8, 128 43, Praha, Česká republika; e-mail: vojtajovamarketa@seznam.cz • Václav Richtr, Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Veleslavínova 42, 306 14, Plzeň, Česká republika; e-mail: richtr@kch.zcu.cz

## Úvod

Článek se zabývá problematikou výuky tématu „Antibiotika a jejich výroba“ v rámci chemickotechnologických témat na základní škole. Chemická technologie není jednoduchý chemický obor, ale jeho role ve výuce chemie na základní škole je významná. Právě tato část chemie žákům dokládá význam a důležitost chemických procesů pro jejich každodenní život. Zastoupení tématu v učebnicích je značně limitováno, což je jeden z důvodů tvorby výukového materiálu, který byl následně ověřován v praxi. Využití materiálu při výuce může přispět k lepšímu pochopení dané problematiky žáky.

## Chemickotechnologické procesy

Chemickotechnologické procesy je možné chápat jako chemické a fyzikální procesy, které se uplatňují při chemických výrobcích. Hlavní cíl chemické výroby je získání širokého sortimentu anorganických i organických látek pomocí chemických reakcí a fyzikálních pochodů (Kizlink 2011).

Chemická technologie je specifickým oborem, který v sobě zahrnuje množství teoretických i praktických informací a postupů popisujících výroby a úpravy chemických sloučenin. Je zde úzká souvislost s chemickým průmyslem a ochranou životního prostředí (témata RVP ZV). Témata chemické technologie jsou tradičně řazena do čtyř základních oborů – anorganická technologie, organická technologie, potravinářská a biochemická technologie a technologie obecná. Bližší informace k jednotlivým tématům, včetně jejich dalšího členění, jsou dostupné v odborné literatuře (Neiser *et al.* 1981, 1988).

## Antibiotika a jejich výroba

Téma „Antibiotika a jejich výroba“ bylo zvoleno na základě předchozího výzkumu v rámci řešení disertační

práce autorky. Jednalo se o dotazníkové šetření mezi učiteli chemie na základních školách v Plzeňském kraji (Vojtajová & Richtr 2017). Téma „Výroba antibiotik“ nebylo vyučováno ani jedním z 23 respondentů. Z hlediska důležitosti a historického významu této skupiny léčiv bylo přistoupeno ke zpracování tématu formou vhodnou pro základní školy. Samotná výroba antibiotik tvoří jen část výukového materiálu. Důvodem je přiměřenost pro základní školu a snaha o vytvoření uceleného materiálu o jedné skupině léčiv.

Tvorbě výukového materiálu předcházelo hodnocení učebnic chemie pro 9. ročník základních škol. Bylo hodnoceno celkem pět učebnic chemie s doložkou MŠMT. První učebnice Chemie 9 (Škoda & Doulík 2018) neobsahuje téma „Antibiotika“ vůbec. Druhá učebnice Základy chemie 2 (Beneš *et al.* 2011) věnuje tématu dvě krátké věty. Učebnice Chemie 9 Úvod do organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů (Morbacherová 2021) obsahuje základní informace, včetně objevení penicilinu, rozsah je přibližně čtvrtina strany A4. Čtvrtá učebnice Chemie II (Karger *et al.* 2019) jako jediná obsahuje zmínku o výrobě antibiotik, celkem jsou tématu věnovány čtyři věty. Poslední učebnice Chemie Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů (Plucková *et al.* 2021) má na téma vyčleněny dvě věty. Je tedy zřejmé, že příliš prostoru námi řešenému tématu v učebnicích věnováno není.

## Výukový materiál

Výukový materiál byl koncipován formou pracovního listu a prezentace pro vyučujícího, kde byly uvedeny odkazy na videa a další informace (motivační snímek, technologické

**Pracovní list**

Téma dnešní hodiny je: \_\_\_\_\_

**Význam antibiotik**

Úkol: Doplňte připravená slova správně do textu.

Čině	proti	bakteriemi	život	penicilin	úzkospektré
------	-------	------------	-------	-----------	-------------

Slovo *antibiotika* pochází ze dvou řeckých slov, *anti* ( \_\_\_\_\_ ) a *bios* ( \_\_\_\_\_ ). Jedná se o skupinu léčiv, která má pro člověka obrovský význam, jelikož se využívá k léčbě chorob způsobených \_\_\_\_\_. Jednoduchá domácí antibiotika se používala k léčbě již ve staré \_\_\_\_\_. Mezi neznámější antibiotika patří \_\_\_\_\_. Antibiotika dělíme podle rozsahu účinku na \_\_\_\_\_ a širokospektré.

**Kdo objevil penicilin a jak?**

Úkol: Shlédněte krátké video a zodpovězte otázky.

*V jakém roce byl penicilin objeven?**Jak se jmenuje jeho objevitel?**Jak k objevu došlo?***Jak antibiotika fungují?**

Úkol: Vysvětlete pojmy.

*Baktericidní =**Bakteriostatické =***Jaké jsou skupiny antibiotik?**

Úkol: Propojte názvy nejdůležitějších skupin antibiotik s konkrétními příklady léků.

*Penicilinová antibiotika**Ospen**Tetracyklíny**Klarithromycin**Cefalosporíny**Chloramfenikol**Sulfonamidy**Biseptol**Amfenikoly**Doxycyklin**Erytromyciny**Cefaklor***Obr. 1.** Pracovní list, 1. část.

schéma výroby penicilinu a dotazník). Pracovní list obsahoval celkem sedm úkolů týkajících se významu, historie, funkce, dělení a výroby antibiotik. Poslední úkol byl zaměřen na rezistenci mikroorganismů na antibiotika. Pracovní list je uveden na obr. 1 a 2. Při řešení jednotlivých úkolů měli žáci k dispozici dataprojektor, počítač a své mobilní telefony.

V úvodu hodiny měli žáci za úkol bez pomoci učitele odhalit téma hodiny, které jim nebylo předem sděleno.

K dispozici měli motivační snímek v prezentaci, na kterém byly obrázky bakterie, léků, vnějších projevů angíny, reaktoru na výrobu antibiotik a plísně. Tento úkol plnila celá třída společně.

První úkol v pracovním listu byl zaměřen na význam antibiotik a žáci samostatně doplňovali slova do textu.

Druhý úkol se týkal objevu penicilinu. Zde bylo využito video z pořadu Slavné dny na stream.cz (Den, kdy byl

**Jak se antibiotika vyrábějí?**

Úkol: Popište schéma výroby antibiotik a запиšte, co je na jejich výrobu potřeba.

**Můžeme si samy vyrobit funkční antibiotika?**

Úkol: Navrhněte jednoduchý pokus, při kterém vznikne nějaké antibiotikum. Pokus realizujte ve skupinách.

**Proč nás straší rezistence?**

Úkol: Diskutujte problematiku rezistence na antibiotika. Co můžeme udělat my, abychom tento problém alespoň neprohlubovali?

**Obr. 2.** Pracovní list, 2. část.

objeven penicilin) a žáci samostatně během jeho sledování zodpovídali otázky z pracovního listu („V jakém roce byl penicilin objeven? Jak se jmenuje jeho objevitel? Jak k objevu došlo?“).

Třetí úkol se týkal mechanismů fungování antibiotik a žáci samostatně vyhledávali informace na internetu (vyhledávali definice pojmů „baktericidní“ a „bakteriostatické“).

Čtvrtý úkol byl zaměřen na skupiny antibiotik a konkrétní léky. Žáci na svých mobilních telefonech pomocí internetu dohledávali ve dvojicích informace, který lék patří do zadané skupiny antibiotik. Smyslem této činnosti bylo, aby žáci získali přehled o hlavních skupinách antibiotik a viděli, o jak rozsáhlou skupinu léčiv se jedná.

Další dva úkoly se vztahovaly k výrobě antibiotik. V prvním měli žáci za úkol samostatně popsat zjednodušené

schéma výroby antibiotik, které jim bylo názorně předvedeno vyučujícím (za využití běžného laboratorního skla a chemikálií). Fotografie z realizace je uvedena na obr. 3. Byly využity kádinky, jednoduchá filtrační aparatura, akvárium, lžička, stříkačka a z chemikálií cukr, síran železnatý a oxid chromitý. První kádinka byla využita k přípravě „spor“, které byly při realizaci nahrazeny oxidem chromitým. Tyto „spory“ byly následně přeneseny do kádinky s roztokem síranu železnatého, který představoval živné médium pro „spory“. Obsah kádinky byl následně přelit do akvária, kde k němu byl přidán cukr (představující živiny) a vzduch stříkačkou (představující kyslík). Akvárium reprezentovalo fermentor. Poslední fází ukázky bylo přelití obsahu akvária na filtrační papír a jeho přefiltrování. Postup byl učitelem komentován a všechny základní kroky byly žákům popsány, včetně toho, že filtrát se musí dále přecistit, upravit apod. Ukázka žákovského popisu je na obr. 4. Druhý úkol v této části listu byl o tvůrčím myšlení žáků, jejichž úkolem bylo ve dvojicích navrhnout jednoduchý pokus, při kterém vznikne nějaké antibiotikum. Poslední úkol byl již pouze doplněním a výzvou k diskusi všech žáků na téma rezistence mikroorganismů vůči antibiotikům. Pro dokreslení atmosféry byla žákům přečtena písnička „Antibiotika ztrácejí sílu“ dostupná na YouTube.

### ■ Průběh ověření výukového materiálu a hodnocení

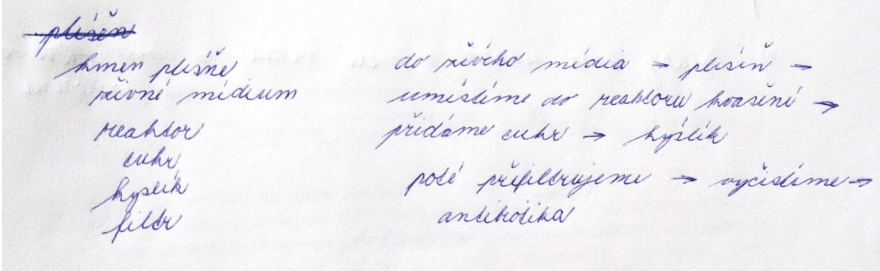
Výukový materiál byl ověřen dne 14. 11. 2022 na Základní škole Plasy v Plzeňském kraji. Byly vybrány paralelní třídy 9. ročníků, tedy 9. A a 9. B. Poslední ročníky byly zvoleny z důvodu vztahu tématu k tématům ŠVP ZŠ Plasy (např. „CH-9-7-03 – orientuje se v přípravě a využívání různých látek v praxi a jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka“). Ověření se účastnilo celkem 41 žáků (21 v jedné, 20 ve druhé třídě) a jeden vyučující. Časová dotace byla stanovena na jednu vyučovací jednotku (45 minut) a tento časový koncept se ukázal jako vyhovující pro teoretickou část práce. Pokus byl v této hodině pouze vymyšlen a jeho hodnocení proběhlo cca po týdnu.



Obr. 3. Ukázka výroby antibiotik.

#### Jak se antibiotika vyrábějí?

Úkol: Popište schéma výroby antibiotik a запиšte, co je na jejich výrobu potřeba.



Obr. 4. Popis výroby antibiotik žákem.

Jednotlivé úkoly z pracovního listu řešili žáci současně, tzn. vždy celá třída ve stejný čas pracovala na jednom úkolu. Některé úkoly byly řešeny samostatně, jiné ve dvojicích, v některých byla zapojena celá třída (viz výše). Učitel sloužil hlavně jako průvodce pracovním listem, řídil časový harmonogram, předvedl aparaturu a radil žákům s návrhem pokusu. Pokus byl nakonec žáky a učitelem vymyšlen tak, že se vzal chléb od svačiny, uložil se do polyethylenového sáčku a nechal se takto uložený několik dní, do vytvoření plísně. Poté bylo do výuky přírodopisu zařazeno mikroskopování vzniklé plísně (mikroskopování je možné zařadit i do výuky chemie). Tento pokus nebyl zcela ideální a bylo by vhodné jej do budoucna modifikovat. Jako přijatelná možnost úprav se jeví např. větší propojení s přírodopisem – nechat chléb plesnivět, připravit agarovou živnou půdu do Petriho misek a osídlit běžně se vyskytujícími bakteriemi a poté vyzkoušet antimikrobiální účinek plísně.

Po vypracování všech úkolů provedl učitel s žáky kontrolu správných odpovědí a následně měli žáci za úkol zodpovědět jednoduchý dotazník, který sloužil k hodnocení výuky.

Otázky byly koncipovány velmi jednoduše („Líbí se Vám tato forma výuky? Proč ano/ne. Máte pocit, že si touto formou zapamatujete víc látky než pouhým výkladem?“). Autoři si uvědomují nedokonalost formulace jednotlivých otázek a také, že se jedná pouze o subjektivní hodnocení „zábavnosti“ výuky. V rámci přípravy dalších materiálů a opakovaném ověřování zde prezentovaného pracovního listu bude forma hodnocení žáky upravena (možností je využití pojmové mapy před realizací a po realizaci a jejich srovnání). Vzhledem ke snaze o komplexnost informací je na místě uvést, že 100 % žáků subjektivně hodnotilo vyučovací hodinu pozitivně. Kladně hodnocena byla tato hodina i učitelem, protože žáci pracovali velmi dobře a se zájmem. Slabou stránkou materiálu je podle učitele úkol o skupinách antibiotik a konkrétních příkladech léků a také pokus, který není realizovatelný během jedné hodiny. Úkol o skupinách antibiotik by bylo vhodné nahradit jiným (např. přiřazováním léků k chorobám, které mají léčit apod.). Pokus by bylo vhodné alespoň částečně připravit předem (chléb s plísní a Petriho misky s agarem a bakteriemi – možné připravit i na hodinách přírodopisu) a pak během hodiny chemie věnované antibiotikům přenést plíseň na agar s bakteriemi, nechat např. do další hodiny chemie a poté zhodnotit antibakteriální účinky, jak bylo popsáno výše. Úkol by byl v pracovním listu poté přeformulován (např. „Zjistěte, jestli plíseň na vašem chlebu dokáže zabít bakterie!“ apod.). Poslední otázka v dotazníku byla formulována velmi obecně: „Jakou máte představu o ideální formě výuky chemických témat?“. Žáci chválili formu využitou při ověřování tohoto materiálu. Nejčastěji se v odpovědích nacházelo, že je ideální zařazovat pokusy, videa, schémata apod.

### Závěr

Analýza vybraných učebnic ukázala, že téma „Antibiotika a jejich výroba“ je v učebnicích chemie pro základní školy zařazeno pouze omezeně. Článek obsahuje návrh výukového materiálu, který byl ověřen při výuce chemie ve dvou paralelních třídách 9. ročníku Základní školy Plasy. Po ověření byly navrženy úpravy, např. rozšíření pokusu s ohledem na prohloubení mezipředmětových vztahů a změna hodnocení efektivity. Tyto úpravy budou realizovány před dalším ověřováním, které je plánováno na několika základních školách v Plzeňském kraji.

### Literatura

- BENEŠ, P., PUMPR, V. & BANÝR, J. 2011. *Základy chemie 2 – Učebnice pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. Fortuna, Praha. 96 pp.
- KARGER, I., PEČOVÁ, D. & PEČ, P. 2019. *Chemie II – Učebnice pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Prodos, Olomouc. 71 pp.

- KIZLINK, J. 2011. *Technologie chemických látek a jejich použití*. Vutium, Brno. 546 pp.
- MORBACHEROVÁ, J. 2021. *Chemie 9 – Úvod do organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů – Učebnice pro 9. ročník základní školy*. Nová škola – DUHA s.r.o., Brno. 96 pp.
- NEISER, J. a kol. 1981. *Obecná chemická technologie*. SPN, Praha. 286 pp.
- NEISER, J. a kol. 1988. *Základy chemických výrob*. SPN, Praha. 254 pp.
- PLUCKOVÁ, L., ŠIBOR, J. & MACH, J. 2021. *Chemie – Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů*. Nová Škola, s.r.o., Brno. 127 pp.
- ŠKODA, J. & DOULÍK, P. 2018. *Chemie 9 – Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus, Plzeň. 134 pp.
- VOJTAJOVÁ, M. & RICHTR, V. 2017. *Chemicko-technologické procesy ve výuce chemie a vybraných odborných předmětů*. 114–122. In KRIČFALUŠI, D. (ed.) *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Sborník přednášek. Katedra chemie, Přírodovědecké fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava.

### Odkazy na videa

Den, kdy byl objeven penicilin [cit. 12. 1. 2023]. Dostupné na WWW:<<https://www.stream.cz/slavnedny/den-kdy-byl-objeven-penicilin-28-zari-152032>>.

Antibiotika ztrácejí sílu [cit. 12. 1. 2023]. Dostupné na WWW:<[https://www.youtube.com/watch?v=0-1Cg\\_k0UUM](https://www.youtube.com/watch?v=0-1Cg_k0UUM) [12.1.2023]>

## E English summary

### Antibiotics and its production in teaching of chemistry at middle school

This article is concerned with chemical technology as a part of chemistry education at middle school. It is focused on the topic “Antibiotics and its production”. New educational material is described here. This material was tested at middle school in Plasy. The lesson was evaluated by pupils afterwards. Main goal of this article was to create educational material that would be interesting for pupils and teachers. The topic was chosen according to previous research of the author. In the future, there will be more testing of this material at middle schools.

**Key words:** Chemical technology, educational materials, laboratory practice, antibiotics, production of antibiotics.