




KIRSTEN BIEDERMANNOVÁ · EMMANUEL THIBAUT

# PÍT S ROZMYSLEM



 energetické nápoje, isotonické nápoje, kofein, cukr, námaha

 chemie, biologie, fyzika, matematika

 část 3.1: 14–18 let a část 3.2: 8–18 let

Studium složek energetických nápojů a nebezpečí pro zdraví, která představují, je vhodné pro studenty všech věkových kategorií od 8 do 18 let.

## 1 | SOUHRN

Na trhu vidíme pod všelijakými názvy mnoho různých energetických nápojů obsahujících rozpoznatelné složky, které mohou zlepšit výkonnost konzumenta, ale současně pro něj představují zdravotní nebezpečí. Zde uvádíme tipy pro výuku zaměřenou na takové nápoje a na metody zjišťování jejich obsahu a účinků na mozkovou a svalovou aktivitu.

## 2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Tato výuková jednotka se zabývá nápoji souvisejícími s fotbalem a sportem obecně. Dnes se na trhu objevuje stále více nápojů, které mají zlepšit fyzickou a duševní výkonnost spotřebitelů.

Tento projekt si klade následující hlavní otázky:

- Z čeho se tyto nápoje skládají? Jak můžeme analyzovat jejich obsah?
- Jaký je jejich vliv na duševní a fyzickou aktivitu? Jak můžete tento vliv měřit?

Projekt se soustředí na tři různé typy nápojů:

- Energetické nápoje: zvyšují váš srdeční tep a tlak krve
- Isotonické nápoje: poskytují cukry a minerály pro zlepšení svalové a mozkové aktivity
- Vítální nápoje: pouze voda

## 3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

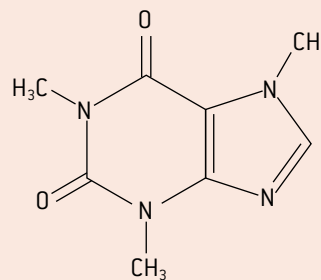
### 3 | 1 Energetické nápoje

Energetické nápoje jsou vyráběny tak, aby spotřebitelům dodali více energie, a obsahují směs různých stimulačních složek. Tyto složky zahrnují kofein, což je alkaloid působící jako stimulant a psychotropní látka. Vedle toho mohou obsahovat taurin, aminokyselinu, jejíž účinky na lidské tělo jsou doposud neznámé.

### Biologie

Studenti libovolného věku si nejprve mohou o energetických nápojích popovídat a zjistit jejich obsah kofeinu podle štítků na některých komerčních produktech (za tímto účelem mohou pořizovat fotografie v místních obchodech a nápoje si ani nemusí kupovat). Mohou obsah kofeinu zkoumat a následně porovnat své výsledky s obsahem kofeinu v kávě a probrat související zdravotní problémy.

### OBR. 1 Kofein



### Závěr

Kofein, jehož vliv na lidské tělo je dnes dobře znám, má ze všech složek nápojů tohoto typu zdaleka největší vliv, ať už dobrý, nebo špatný.

Jeden energetický nápoj (250 ml) obsahuje asi 80 mg kofeinu, což je přibližně stejné množství jako šálek silné černé kávy. Toto množství se výrazně blíží limitu, u kterého lze očekávat vedlejší účinky (100 až 160 mg), ale i hornímu limitu přípustné denní spotřeby (200 mg/denně pro dospělé). Riziko pro sportovce netkví v pozitivním testu na doping, ale v příjmu toxické dávky.

### Chemie pro studenty ve věku 14 až 18 let

Analýza populárních komerčních produktů v chemické laboratoři je osvědčenou metodou podpory vzdělávání, zájmu a porozumění studentů. Je možné provádět mnoho analýz na různých úrovních a pomocí různých metod a materiálů.

### 3 | 1 | 1 Extrakce a identifikace kofeinu

Za účelem ověření obsahu kofeinu v energetických nápojích je možné provést kvantitativní analýzu s využitím klasické tenkovrstvé chromatografie. Studenti musí po základním zpracování provést nejprve extrakci kofeinu pomocí neškodného rozpouštědla, například etylacetátu, s cílem rozpustit kyseliny a nako- nec i tanin.

### Metoda extrakce:

- Vezměte 50 ml nápoje a zamíchejte jej skleněnou tyčinkou, aby se odstranily případné plyny.
- Přidejte roztok sody (uhlíčitan sodný) o koncentraci 1 mol/l a současně nádobu protřepávejte, abyste získali pH hodnotu okolo 9.



OBR. 2 Kontrola alkalizace pH papírkem



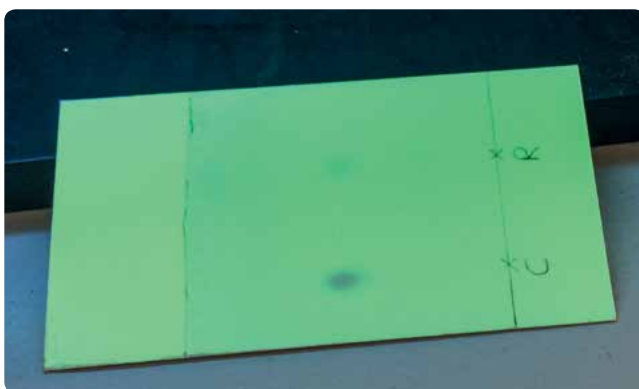
OBR. 3 Extrakce kofeinu rozpouštědlem



OBR. 4 Sušení organické fáze pomocí vysoušedla



OBR. 5 Chromatografie organické fáze



OBR. 6 Vizualizace chemických forem pomocí ultrafialového světla

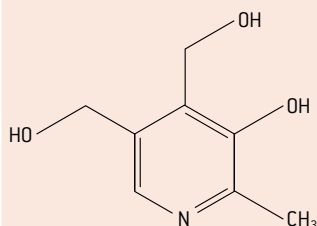
- Extrahujte pomocí 15 ml rozpouštědla a dělicí nálevky.
- Odeberte fázi obsahující kofein do kádinky.
- Zopakujte extrakci pomocí 15 ml rozpouštědla.
- Odeberte organické fáze a usušte je pomocí bezvodého síranu hořečnatého.

Na konci tohoto kroku, před odpařením rozpouštědla, musí být výsledky chromatografie zaznamenány.

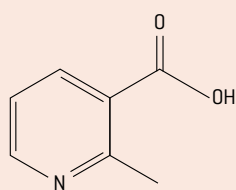
- Eluční činidlo (mobilní fáze) pro kofein: směs kyseliny mravenčí a butylacetátu (30 ml / 50 ml).
- Stacionární fáze: tenká vrstva oxidu křemičitého
- Vizualizace: UV
- Kofein jako referenc, rozpuštěný v etanolu nebo v elučním činidle.

Pomocí chromatografie mohou studenti identifikovat kofein a další sloučeninu, která vytváří samostatnou skvrnu (což ukazuje, že tuto druhou sloučeninu nelze v organické fázi po extrakci opomíjet). Když si studenti přečtou složení nápojů, mohli by vydedukovat, že touto druhou sloučeninou je vitamin, který má hodně dvojných vazeb, obzvláště B3 nebo B6.

#### OBR. 7 B6 (pyridoxin) a B3 (niacin nebo niacinamid)



B6 (pyridoxin)



B3 (niacin nebo niacinamid)



OBR. 8 Odpaření rozpouštědla pomocí rotačního odpařovače (nalevo) · Prášek na boční straně lahve po odpaření rozpouštědla

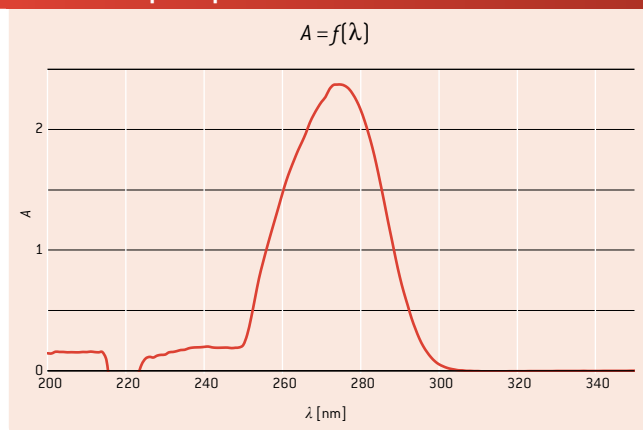
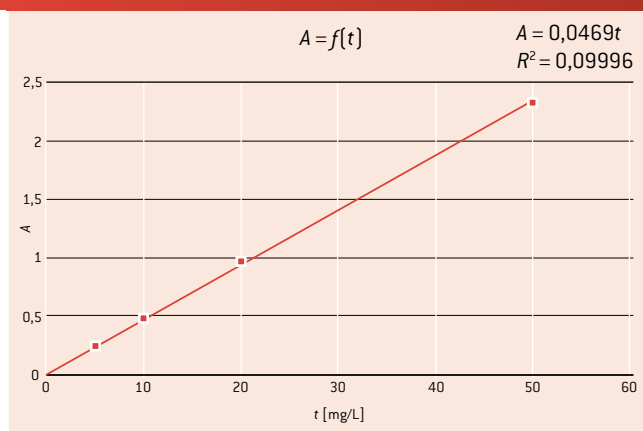
Další postup:

- Studenti by si mohli připravit další chromatografii, při které by jako referenci použili vitaminy B6 a B3.
- Je možné rozpouštědlo odpařit, a tak získat prášek tvořený kofeinem.

3 | 1 | 2 **Dávkování kofeinu**

Nejprve lze provést analýzu pomocí Lambertova-Beerova zákona.

- Studenti mohou stanovit spektrum vodního roztoku kofeinu a energetických nápojů, aby zjistili maximální úroveň absorpce. Mohou připravit roztok obsahující přibližnou koncentraci kofeinu udávanou výrobcem. Vzhledem k nasycení budou muset roztok zředit. Měli by se rozhodnout pro práci při vlnové délce 271 nm, při které je dosaženo špičkové absorpce.
- Následně mohou sestavit kalibrační křivku s různými vodními roztoky kofeinu a otestovat ji na vybraném energetickém nápoji, 20násobně zředěném.
- Pomocí této metody mohou odvodit, že energetický nápoj obsahuje o 17 % více kofeinu (373 mg/l), než udává výrobce (320 mg/l). Výrobce samozřejmě při uvádění údajů nepodváděl, protože má zavedené interní i externí postupy řízení kvality. Na kalibrační křivku má ale vliv druhá sloučenina zjištěná chromatografií (vitamin B6 a/nebo B3), která také absorbuje v UV pásmu.

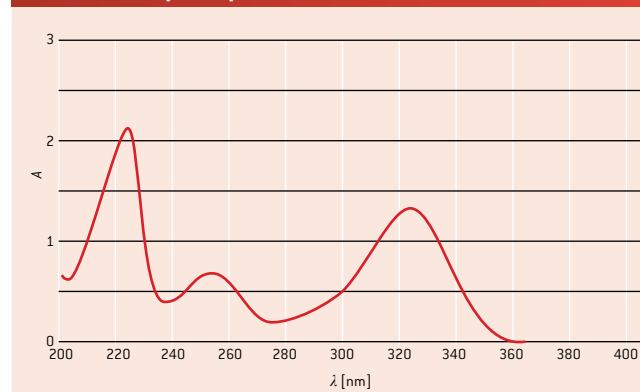
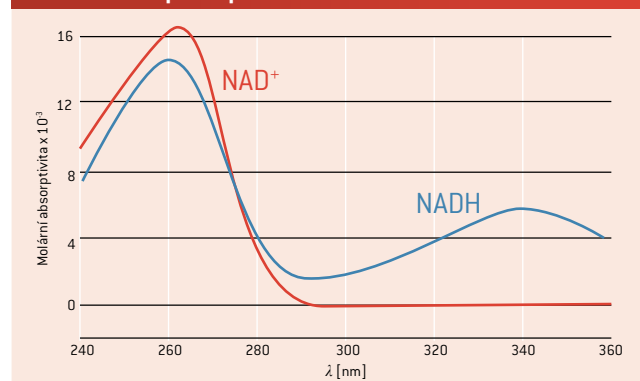
**OBR. 9 Absorpční spektrum kofeinu****OBR. 10 Kalibrační křivka absorpce související s koncentrací kofeinu**

Pro účely sestavení lepší kalibrační křivky:

- Studenti mohou vytvořit absorpční spektrum vitamínu B6 a/nebo B3 s cílem stanovit, zda mají tyto vitamíny silnou absorpci při vlnové délce zvolené v předchozím kroku. Podle

výsledku se mohou rozhodnout použít jinou vlnovou délku. Když nyní mají spektra vitamínu B6 a B3, mohou zvolit vlnovou délku, při které je absorpce nízká (například mezi 240 až 250 nm).

- Bylo by také zajímavé studenty motivovat k tomu, aby v laboratoři našli jinou analytickou metodu, například HPLC; to by jim umožnilo získat lepší výsledky.

**OBR. 11 Absorpční spektrum vitamínu B6****OBR. 12 Absorpční spektrum vitamínu B3<sup>[1]</sup>**3 | 2 **Jak změřit vliv isotonických nápojů a vody na mozkovou aktivitu**

Naše tělo potřebuje pro správnou funkci vodu, cukr a minerály. Velmi působivou ukázkou této skutečnosti můžete vidět ve videu s Gabrielou Andersen-Schiessovou při olympijském maratónu v roce 1984, která se na poslední občerstvovací stanici nenapila. Několik těchto videí lze najít na internetu.

Sestavíme metody, navrhne studii a zamyslíme se nad objektivitou, platností a spolehlivostí měření vlivu isotonických nápojů a vody na účinnost mozku.

**Biologie:**

Studenti všech věkových kategorií by měli začít tak, že dají hlavy dohromady a sepíší své znalosti. Studenti ve věku nad 13 let by mohli dále zkoumat různé mozkové aktivity (senzory, aktory, modální a intermodální aktivity atd.) a vliv vody a isotonických nápojů. Pak mohou své výsledky prezentovat na plaká-



OBR. 13 Příklad tabulky pro test záměny číslic a symbolů

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<	∩	Δ	X	+	⊥	∧	○	=
2	1	5	4	7	6	9	3	8
∩	<							
6	3	1	2	6	7	3	9	2

tech a teprve poté začít přemýšlet nad tím, jak měřit výše uvedený vliv.

Mohou si vybrat z následujících metod:

**[A] Test záměny číslic a symbolů (který je součástí mnoha IQ testů) – doporučeno pro studenty ve věku od 13 let**

Tento test, který je také známý jako DSST test (Digit Symbol Substitution Test), pomáhá posoudit, zda má subjekt normálně fungující intermodální aktivitu.

Na papíře je napsán seznam číslic, např. od 1 do 9. Každá číslice je spojena s nějakým symbolem (např. - / & / 0). Pod tímto seznamem je tabulka se seznamem číslic opakovaných v náhodném pořadí. Subjekt musí co nejrychleji napsat vždy související symbol pod každou číslici.

Studentovi ze zkoumané skupiny může být vyměřeno např. 90 sekund na vyplnění papíru. V polovině, např. po 45 sekundách, si udělá přestávku. Později se můžete podívat, zda se student při přidružování číslic k symbolům zrychluje. Této mozkové aktivitě se říká učení.

O pět minut později je možné studenta požádat, aby napsal správné symboly přidružené k číslicím a zjistit, kolik si jich pa-

matuje. To je další mozková aktivita, které se říká dlouhodobá paměť.

**[B] Test s pravítkem – doporučený pro všechny věkové kategorie**

Vedoucí testu pustí pravítko z výšky mezi palec a ukazovák studenta a student se jej pokusí co nejrychleji chytit. Studenti mohou diskutovat o tom, jaká by byla nejlepší počáteční pozice pravítka. Snadno mohou zjistit, o jakou vzdálenost musí pravítko spadnout, než jej subjekt může chytit.

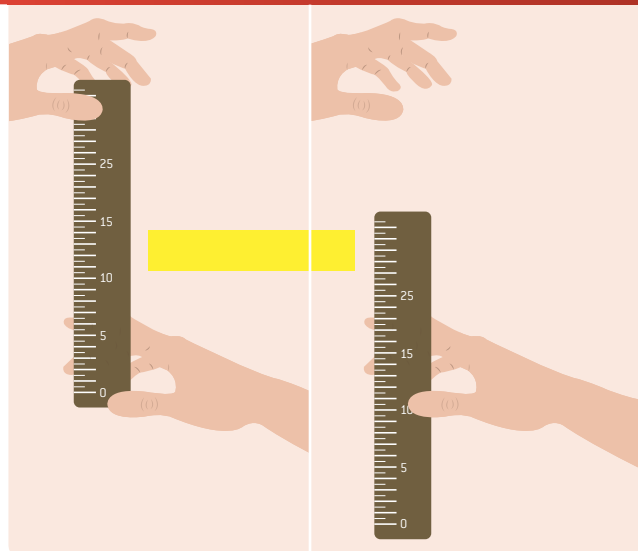
Navíc musí určit nejlepší možnou podobu studie, včetně doby vyžadované studentem, který se nenapil. Samozřejmě toto je experimentální kontrolní podoba, což znamená, že souběžně porovnáváte dvě náhodné skupiny (kontrolní skupinu a experimentální skupinu). Toto nastavení umožňuje porovnávat mozkovou aktivitu dvou skupin bez jakýchkoliv dalších vlivů či zavádějících faktorů, kromě faktoru pití. V dalších testech mohou studenti měřit a porovnávat vliv různých druhů nápojů.

**Matematika:**

**[pro test A]** Studenti (věk nad 13 let) shromáždí a zanalyzují údaje a prezentují svá zjištění.

**[pro test B]** Studenti budou muset provést některé výpočty, aby zjistili, o kolik centimetrů pravítko spadlo, pokud nestanoví počáteční pozici palce subjektu na 0 cm. Nejmladší žáci mohou jednoduše porovnat jednotlivé výsledky, zatímco starší děti by mohly provést výpočty, jež zohlední nejistotu měření, a následně určit průměr z několika měření.

OBR. 14 Test s pravítkem



**Fyzika:**

**[pro test B]** Studenti ve věku od 13 let by mohli vypočítat dobu pádu pravítka tak, že použijí výšku  $h$ , kterou naměřili.

$$E_{kin(1)} + E_{pot(1)} = E_{kin(2)} + E_{pot(2)}$$

$$E_{kin(1)} + 0 = 0 + E_{pot(2)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \quad | : m$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot h$$

kdy  $v = g \cdot t$ , protože  $v = a \cdot t$  a  $a = g$

$$\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot t^2 = g \cdot h \quad | \frac{2}{g^2}$$

$$t^2 = 2 \cdot \frac{h}{g} \quad | \sqrt{\quad}$$

$$t = \sqrt{2 \cdot \frac{h}{g}}$$

$a$ : zrychlení [ $\frac{m}{s^2}$ ]

$h$ : výška [m]

$g$ : tíhové zrychlení,  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

$t$ : čas [s]

$v$ : rychlost [ $\frac{m}{s}$ ]

**4 | ZÁVĚR**

Tento projekt lze přizpůsobit a použít k výuce studentů ve věku od 8 do 18 let. Naučí je měřit mozkovou aktivitu a optimalizovat konkrétní metodu za účelem minimalizace potřeby hodnocení založeného na výpočtech, počítání atd. Studenti poznají experimentální kontrolní podobu zkoumání a mohou využívat poznatky z jiných přírodovědných a technických předmětů – biologie, matematiky či fyziky.

**5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE**

Doporučujeme vám nahlížet na tento projekt jako na meziškolní a mezinárodní. Pokud nemáte ve škole požadované technické vybavení na chemickou část, můžete se obrátit na ostatní školy poblíž, abyste s nimi mohli na experimentech spolupracovat. Vaši žáci budou muset o svém zkoumání a protokolech komunikovat s jinými žáky; to je pro ně mnohem smysluplnější, než kdyby si jen zapsali výsledky do sešitů. Taková spolupráce a sdílení vytváří další motivaci a vstupy a umožňuje dvojjazyčnou výuku/učení přírodovědných a technických předmětů.

Můžete porovnávat nápoje dostupné v různých zemích a postoje k jejich konzumaci. Vedle toho můžete vést diskuzi o podobě studií, shromažďovat další nápady a organizovat cvičení ve dvou nebo více spolupracujících školách, abyste pro svou analýzu vlivů získali více údajů.

A nakonec se můžete o poznatky zjištěné ve spolupráci s ostatními školami podělit. Další informace najdete na našich internetových stránkách. <sup>[2]</sup>

**REFERENCE**

<sup>[1]</sup> Zdroj: Cronholm144 (vlastní práce) [volné dílo], prostřednictvím Wikimedia Commons [https://en.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide\\_adenine\\_dinucleotide#/media/File:NADNADH.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_adenine_dinucleotide#/media/File:NADNADH.svg) (08.03.2016)

<sup>[2]</sup> [www.science-on-stage.de/iStage3\\_materials](http://www.science-on-stage.de/iStage3_materials)



# IMPRINT

## TAKEN FROM

iStage 3 - Football in Science Teaching  
available in Czech, English, French, German,  
Hungarian, Polish, Spanish, Swedish  
[www.science-on-stage.eu/istage3](http://www.science-on-stage.eu/istage3)

## PUBLISHED BY

Science on Stage Deutschland e.V.  
Poststraße 4/5  
10178 Berlin · Germany

## REVISION AND TRANSLATION

TransForm Gesellschaft für Sprachen- und Mediendienste mbH  
[www.transformcologne.de](http://www.transformcologne.de)

## CREDITS

The authors have checked all aspects of copyright for the images and texts used in this publication to the best of their knowledge.

## DESIGN

WEBERSUPIRAN.berlin

## ILLUSTRATION

Tricom Kommunikation und Verlag GmbH  
[www.tricom-agentur.de](http://www.tricom-agentur.de)

## PLEASE ORDER FROM

[www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de)  
[info@science-on-stage.de](mailto:info@science-on-stage.de)

Creative-Commons-License: Attribution Non-Commercial  
Share Alike



First edition published in 2016

© Science on Stage Deutschland e.V.



## SCIENCE ON STAGE – THE EUROPEAN NETWORK FOR SCIENCE TEACHERS

- ... is a network of and for science, technology, engineering and mathematics (STEM) teachers of all school levels.
- ... provides a European platform for the exchange of teaching ideas.
- ... highlights the importance of science and technology in schools and among the public.

The main supporter of Science on Stage is the Federation of German Employers' Associations in the Metal and Electrical Engineering Industries (GESAMTMETALL) with its initiative think ING.

Join in - find your country on

[WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU](http://WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU)

 [www.facebook.com/scienceonstageeurope](http://www.facebook.com/scienceonstageeurope)

 [www.twitter.com/ScienceOnStage](http://www.twitter.com/ScienceOnStage)

Subscribe for our newsletter:

 [www.science-on-stage.eu/newsletter](http://www.science-on-stage.eu/newsletter)



MAIN SUPPORTER OF  
SCIENCE ON STAGE GERMANY

think  
ING.  
Die Initiative für  
Ingenieur Nachwuchs

Proudly supported by

