

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Využívání a zneužívání rostlinných stimulantů

Use and Abuse of herbal Stimulants

Lucie Lichtenbergová

Vedoucí práce: RNDr. Jana Skýbová, Ph.D.

Studijní program: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na  
vzdělávání

Studijní obor: B BI-CH 20



Odevzdáním této bakalářské práce na téma Využívání a zneužívání rostlinných stimulantů potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 2024

Tímto bych ráda poděkovala především RNDr. Janě Skýbové, Ph.D. za její trpělivost, a hlavně podstatné odborné rady a připomínky, které mi byly v průběhu psaní této práce poskytovány. Zároveň bych také chtěla poděkovat všem svým nejbližším hlavně za jejich podporu během psaní a po celou dobu studia, kterou mi dávali.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá rostlinnými stimulanty a jejich biologicky aktivními látkami. V první teoretické části práce jsou uvedeny základní informace o rostlinných stimulantech, základní charakteristiku sekundárního metabolismu a sekundárních metabolitů, včetně výskytu v různých rostlinách. Dále práce pojednává o vybraných zástupcích, společně s jejich biologicky aktivními látkami, které poskytují stimulační efekty na lidský organismus. Práce následně přibližuje problematiku možných závislostí na rostlinných stimulantech, které nejsou z hlediska informovanosti téměř známy. Tato teoretická část byla rešeršního charakteru. Poslední část práce je didaktická, zabývá se analýzou kurikulárních dokumentů pro čtyřletá gymnázia z hlediska výskytu množství informací o rostlinných stimulantech. Součástí didaktické části je návrh pracovního listu a také laboratorní práce, které by bylo možné využít při výuce. Rostlinné stimulanty jsou rozšířeny po celém světě, ale informovanost o nich je vcelku nízká, proto tato práce může být využita při výuce k rozšíření informovanosti o dané problematice.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

rostlinné stimulanty, stimulancia, sekundární metabolity, drogová závislost

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with plant stimulants and their biologically active substances. The first theoretical part of the thesis presents basic information about plant stimulants, basic characteristics of secondary metabolism and secondary metabolites, including their occurrence in different plants. Next, the thesis discusses selected representatives, together with their biologically active substances, which provide stimulatory effects on the human organism. Subsequently, the thesis presents the issue of possible dependencies on plant stimulants, which are almost unknown in terms of information. This theoretical part was of a research character. The last part of the thesis is didactic, it deals with the analysis of curriculum documents for four-year high schools in terms of the amount of information about plant stimulants. The didactic part includes the design of a worksheet and also laboratory work that could be used in education. Plant stimulants are widespread all over the world, but awareness of them is quite low, so this work can be used in teaching to broaden awareness of the issue.

## **KEYWORDS**

plant stimulants, stimulants, secondary metabolites, drug addiction

## Obsah

Úvod .....	1
1 Charakteristika drogy .....	4
2 Drogová závislost .....	6
3 Historie omamných drog .....	7
4 Sekundární metabolismus rostlin .....	9
4.1 Sekundární metabolity rostlin.....	9
5 Charakteristika účinných látek v rostlinách .....	11
6 Stimulancia .....	19
7 Rostlinné stimulanty .....	20
8 Charakteristika vybraných zástupců rostlin se stimulačním efektem.....	22
8.1 Cesmína paraguayská ( <i>Ilex paraguariensis</i> ) .....	24
8.2 Čajovník čínský ( <i>Camellia sinensis</i> L.).....	25
8.3 Jinan dvoulaločný ( <i>Ginkgo biloba</i> L.) .....	27
8.4 Kakaovník pravý ( <i>Theobroma cacao</i> ).....	28
8.5 Kávovník arabský ( <i>Coffea arabica</i> L.) .....	30
8.6 Kolovník zašpičatělý ( <i>Cola acuminata</i> ) .....	32
8.7 Paulinie nápojná ( <i>Paullinia cupana</i> ) .....	33
9 Zneužívání rostlinných stimulantů .....	35
9.1 Závislost na stimulanciích .....	35
10 Zastoupení rostlinných stimulantů v kurikulárních dokumentech .....	38
10.1 Zastoupení rostlinných stimulantů v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia.....	38
10.2 Zastoupení rostlinných stimulantů v učivu botaniky v učebnicích pro čtyřletá gymnázia.....	39

11	Didaktické využití rostlinných stimulantů ve výuce na čtyřletých gymnáziích.....	46
11.1	Pracovní list .....	46
11.1.1	Pracovní list na téma rostlin poskytující povzbuzující účinky .....	47
11.2	Laboratorní práce žáků .....	52
11.2.1	Laboratorní práce sublimace kofeinu .....	52
11.2.2	Pracovní postup k sublimaci kofeinu .....	53
	Závěr.....	55
	Seznam použitých informačních zdrojů .....	56
	Seznam příloh.....	61



## Úvod

Rostliny, které poskytují povzbuzující účinky tu s námi jsou již dlouho a mají svou rozsáhlou historii. Dodnes má většina stimulačních nápojů v různých zemích svou tradici a jsou spojeny s různými rituály. S těmito rostlinami a především produkty z nich, se běžně v našich životech setkáváme, pokud jsou legální. Mezi těmito rostlinami však nacházíme i spoustu nelegálních zástupců. Důvodem a zároveň i cílem, proč jsem si vybrala toto téma, je přiblížení problematiky stimulancí, které jsou v dnešní době stále více rozšířené a jejich využívání stále stoupá, avšak jejich možné negativní účinky nejsou tolik známé a často se o nich vůbec nepojednává. Stejně tak není moc známý možný vznik závislosti na rostlinných stimulantech. Práce pojednává pouze o legálních zástupcích rostlinných stimulantů, které jsou tak hojně rozšířeny po celém světě a dnes a denně se s nimi setkáváme. Zároveň toto téma bylo vybráno i z důvodu didaktiky tohoto tématu, jak moc se vyskytuje v kurikulárních dokumentech, zda je poskytnuto dostatek informací nejen z hlediska základní charakteristiky, ale také možných účinků. Stimulační rostliny jsou jedny z prvních substancí, se kterými se lidé setkávají již ve velmi mladém věku. Zároveň užívání rostlinných stimulancí většinou přetrvává po celý život.

Kofein a jemu podobné látky, ze skupiny purinových alkaloidů, jsou jedny z nejrozšířenějších psychoaktivních látek, které jsou každodenně konzumovány po celém světě. Nedochozí pouze k ovlivnění centrálního nervového systému, ale také má nejrůznější biologické a psychologické účinky.

Sekundární metabolismus a sekundární metabolity rostlin jsou neustále zkoumány proto, aby se zjistil jejich původní záměr pro rostlinu. Stále se objevují další a další sekundární metabolity rostlin a zkoumají se jejich účinky, nejen pro rostlinu, ale také možné využití pro člověka. Celkově sekundární metabolity rostlin jsou fascinující látky, které jsou zkoumány v mnoha oblastech jako je biochemie, fyziologie i farmakologie. Právě sekundární metabolity jsou látky rostlin, které mohou poskytovat nejrůznější efekty na lidský organismus, ale také i na další biologické systémy. Zároveň spousta sekundárních metabolitů jsou využívány jako léčiva s farmakologickými účinky. Nejedná se pouze o využití ve farmakologii, ale také jsou významnou součástí tradiční medicíny.

Problematika rostlinných stimulantů je využitelná při výuce na čtyřletých gymnáziích, a to především při výuce biologie, chemie, ale také výchově ke zdraví. Dané téma je velmi široké a má mezipředmětové vztahy. Ve výuce by měl být brán zřetel nejen za základní charakteristiku rostlin a obsahové látky, ale také možnosti vzniku závislosti. Též by měly být zmíněné možné nežádoucí účinky na lidský organismus, včetně doporučení k užívání rostlinných stimulantů.

## **Cíle práce**

- Charakterizovat rostlinné stimulanty.
- Popsat vybrané zástupce rostlin obsahující stimulační látky.
- Analyzovat kurikulární dokumenty (RVP G, vybrané učebnice botaniky pro čtyřletá gymnázia), z hlediska zastoupení informací o rostlinných stimulantech.
- Vytvořit praktické cvičení a pracovní list pro výuku tematiky rostlinných stimulantů na čtyřletých gymnáziích.

## 1 Charakteristika drogy

Pojem droga je slovo s mnoha významy a definicemi. „*Droga (drug) je v širokém slova smyslu surovina rostlinného původu používaná k přípravě léků.*“ (Zábranský, 2003, s. 14) V dalším významu je možné použít pojem psychoaktivní droga nebo omamná droga. Jedná se o přírodní či syntetickou látku, která ovlivňuje psychiku, vnímání reality a způsobuje závislost (Valíček et al., 2000, s. 20).

Pojem droga je však přesně definován zákonem č. 167/1998 sbírky o návykových látkách (Zábranský, 2003, s. 14).

Ve většinovém pojetí se drogy považují za ilegální, psychoaktivní látky. Drogy však mohou být i běžně dostupné látky, které nejsou nijak zákonem zakázané a jedná se o tzv. legální drogy. Mezi tyto společnosti akceptovatelné látky například spadá: alkohol, nikotin, kofein a mnoho dalších. Tyto látky jsou stejně tak návykové. Jejich konzumace není zakázaná, maximálně dochází k regulaci povoleného množství (Dvořák, 2023, s. 8).

### Rozdělení drog

Mezi nejužívanější dělení, které je společností využíváno, je dělení na legální a nelegální látky. Dle drogové epidemiologie se užívá dělení dle tří kategorií: podle vzniku, podle typu působení a podle stupně společenské nebezpečnosti. Podle vzniku jsou drogy děleny na přírodní (konopné produkty, opium, psychoaktivní houby a rostliny, kafein a mnohé další), semisyntetické (morfin, heroin, LSD, kokain) a syntetické (amfetaminy, ecstasy, PCP atd.) (Zábranský, 2003, s. 14-15).

Mezi další možnost dělení drog spadá dělení dle rizika vzniku závislosti na drogy měkké a tvrdé. Měkké drogy jsou například: káva, tabák, alkohol. Do tvrdých drog patří například: heroin, kokain, pervitin. Jsou to takové látky, u kterých je riziko vzniku závislosti vysoké. Drogy se mohou dělit dle účinku na psychiku, do tří skupin: tlumivé látky (narkotické), psychomotorická stimulancia a halucinogeny (Kalina, 2015, s. 50-51).

**Halucinogenní drogy** jsou skupinou látek, které způsobují změnu vědomí. Tyto drogy výrazně mění psychiku a celkové vnímání reality, což je umocněné sluchovými i zrakovými halucinacemi, které jsou u těchto látek typické. Dále dochází ke změnám vnímání času, prostoru, barevnosti, ale i zvuků. Po užití se mohou dostavit pocity splynutí s přírodou či

vesmírem. U halucinogenů se nepředpokládá vzniku psychické ani fyzické závislosti. Největším rizikem může být stav depersonalizace a též neodhadnutelný průběh. Mezi halucinogenní drogy lze zařadit: konopné produkty, mezkalin, psilocibyn a také syntetické LSD a mnoho dalších (Valíček, et al., 2000, s. 21).

**Stimulační drogy** stimulují centrální nervovou soustavu. Tyto látky způsobují euforii, která je doprovázena návallem energie, během kterého postupně odeznívá pocit únavy, ale též pocit hladu. Dochází k nárůstu aktivity a představivosti. Při vyšších dávkách může dojít k chaosu a neovladatelnému myšlení. U tohoto typu drog dochází k rychlému vzniku psychické závislosti. Kokain a pervitin jsou neznámější stimulanty (Valíček, et al., 2000, s. 21).

**Narkotické analgetika** (opiáty) jsou získávány z opia. Mezi nejznámější opia se řadí morfin a kodein, tyto látky se využívali v lékařství k tlumení bolesti. Postupem času bylo přírodní opium nahrazeno syntetickými látkami (Valíček, et al., 2000, s. 21).

## 2 Drogová závislost

Pojem závislost vyjadřuje nepřekonatelnou touhu, jež narůstá s opakovanou aplikací drogy a pojí se také s pravděpodobným navyšováním dávky. Jedná se o fyzický či psychický stav jedince, který ovlivňuje jeho život mnoha změnami. Především se jedná o změny chování (Valíček, et al., 2000, s. 22).

Závislosti vedou ke spoustě rizik: zdravotních, kriminálních, ale i ekonomických. Podle drogové epidemiologie zneužívání drog má své stádia, která vedou ke zneužívání. Stejně jako u jiných nemocí, je závislost také léčitelná. Pokud je podchycena v nižším stádiu, je lehčeji léčitelná. Jako první stádium je experiment, během kterého člověk užívá drogy s ostatními a jeho zdraví ani finance nejsou narušeny. V druhém stádiu, tzv. stádiu aktivního vyhledávání, dochází uživatelem k vytvoření vlastní zásoby drog. V tomto stádiu dochází k prvním „dojezdům“ a „kocovinám“ a občasnému narušení pracovní aktivity. Třetí stádium je zaujetí drogou, kde se užívání drogy zvyšuje, dochází k většímu narušení pracovní aktivity, skrze narušení spánku. Vysoké útraty za drogy, změna postoje. Poslední fáze je stádium závislosti, dochází k finančním problémům, narušení zdraví. Uživatel je plně zaujat drogami (Zábranský, 2003, s. 18-20).

### 3 Historie omamných drog

V průběhu neolitické revoluce, která byla zapříčiněna nárůstem zemědělství, což vedlo ke vzniku civilizací, také v tomto období byly nejspíše objeveny halucinogeny. Množství informací ohledně využívání rostlinných omamných látek v neolitu je velmi omezené a tyto informace pocházejí pouze z vykopávek a některých domněnek. Z vykopávek na Tchajwanu byly nalezeny keramické nádoby zdobené konopným provázkem, což dokládá užívání konopí jako užitkové rostliny. Z dalších archeologickým nálezům se předpokládá, že se ve Starém Egyptě užívalo opium, které bylo v nádobách makovic. V Číně, Indii či v Mezopotámii se drogy doporučovaly jako léčivé byliny na tlumení bolestí. V Egyptské knize mrtvých, se nachází zmínka o mandragoře a jejím omamném nápoji. Ve starém světě se často konaly mystické zasvěcení, věštění či rituály, které byly doprovázeny různými rostlinami, jako je opium, konopí, mandragora, mochromůrka červená a mnoho dalších. Řecký lékař Dioskorides a jeho dílo se stalo předchůdcem starověkých herbářů. Dále se v řeckých bájích mluví o bylinkářkách a čarodějnicích, které využívali kouzla bylin. Celkově omamné rostliny byly převážně součástí náboženských obřadů nejen ve starověkém Řecku, ale také Keltové či Slované. Na území Evropy bylo rozšířeno víno, medovina a pivo. Ve středověku čarodějnice vytvářely masti, které byly vyvářeny z mandragory, rulíku, blínu, oměje či bolehlavu a způsobovaly po namazání halucinace. Indie považovala konopí a durman za afrodiziaka. Ve středověku omamné látky, byly využívány spíše jako léky (Valíček, et al., 2000, s. 9-19).

Rozmach omamných látek byl především v Novém světě. Indiánské kmeny běžně využívaly peyotl, halucinogenní houby, durman, ayahuascu, povíjníci a mnoho dalších. Z období před příchodem Španělů se nedochovalo mnoho informací, jelikož církve užívání omamných látek považovala za hřích a jejich užívání se trestalo, proto se vše utajovalo. Mayové, Aztékové a další Indiáni k rituálům využívali kaktus peyotl, lysohlávky, durman, liánu ololiuqui a listy koky. Koku využívali Španělé a podávali ji zotročeným Indiánům, kvůli zvýšení výkonnosti. Přírodovědec Alexander von Humboldt objevil mnoho léčivých a halucinogenních rostlin v Amazonském pralese. V Amazonii se často halucinogenní rostliny využívají v různých rituálech. Dále byl v Americe využíván tabák, který byl buď šňupán nebo ho kouřili. V Americe byla také tradičně využívaná kata a v Asii betel. V posledním

období izoloval kokain v roce 1860, což způsobilo vlnu zkoumání drog. Dalším důležitým objevem byla izolace LSD z námelu v roce 1943 dr. Albertem Hofmannem. LSD se začalo pro své účinky využívat v psychiatrii. Během beatnické generaci umělci hojně využívali drogy, to se stalo symbolem pro hippies. Moderní generace drogy užívá k útěku před realitou (Valíček, et al., 2000, s. 9-19).

### **Historie stimulačních nápojů**

Mezi úplně první zmínky v historii se objevil čaj, který byl zaznamenán již v roce 500 před Kristem. Dále byl čaj velmi posvátným ve starověké Číně, kde byly čaji přisuzovány léčivé vlastnosti. V těchto dobách byl čaj užíván hlavně buddhistickými mnichy, kteří jej užívali na dlouhodobé meditace. Dále se tento zvyk přesunul i do Japonska, kde dodnes je součástí jejich kultury a stále se pořádají čajové obřady. Do Evropy byl čaj dovezen až v 16. století. Největší spotřebu čaje mají Britové, kde na každého občana vychází až 4,5 kilogramů čaje na rok (Mann a Šatavová, 1996, s 56-58).

Oproti čaji nejvyšší spotřebu kávy mají Američané, kde je spotřeba až 8 kilogramů na osobu na rok. Dle pověstí a legend, kávovník objevil světec, který chtěl být čilý i během několikahodinových meditací. Pěstování kávy se rozšířilo až v 9. století, do Evropy se káva dostala až na konci 15. století. Od 18. století až dodnes je největším producentem kávy Jižní Amerika (Mann a Šatavová, 1996, s. 56-58).

Kakao má svou historii v Mayské kultuře, kde se mu přezdívalo jako nápoj bohů, byl určen pouze pro krále a šlechtu. V roce 1550 byly kakaové boby rozdrceny, dále smíchány s vanilkou a vodou a vzniklo kakao, kterému byly přisuzovány afrodisiakální účinky. Stalo se rychle velmi oblíbeným a rozšířilo do celého světa (Mann a Šatavová, 1996, s. 56-58).

V Brazílii kmen Guarana využíval k bdělosti nápoj yerba maté, tedy listy cesmíny. Oproti tomu kmeny na Jamajce využívaly semena kolovníku, která žvýkala. Oba tyto kmeny se snažily snížit únavu a potlačit hlad. V oblasti Amazonky, byla rozšířena paulinie, jinak známá jako guarana. Všechny tyto stimulační nápoje obsahují velké množství xantinů (Mann a Šatavová, 1996, s 56-58).



## **4 Sekundární metabolismus rostlin**

Rostlinný metabolismus je možně dělit na primární a sekundární. Primární metabolismus přeměňuje základní sloučeniny, jedná se o sacharidy, bílkoviny, nukleové kyseliny a lipidy obsažené v buňkách. Tyto látky jsou na rozdíl od sekundárních metabolitů pro rostlinu nezbytné. Druhotné látky, které nejsou mezi základními molekulárními látkami rostlinné buňky, jsou tvořeny sekundárním metabolismem. Sekundární látky jsou součástí pouze některých pletiv nebo orgánů rostlin. Oba metabolismy jsou spolu úzce propojeny (Luštinec a Žárský, 2003).

Sekundární metabolity jsou velmi chemicky rozmanité, každý organismus je jedinečný a vyznačuje se svým vlastním charakteristickým souborem sekundárních metabolitů. Velmi dlouho byly sekundární metabolity označovány jako odpadní látky, které se považovaly za látky bez užitku pro danou rostlinu. Sekundární metabolity rostlin se neustále studují dále, v dnešní době se již nepovažují za odpadní produkt, ale znalosti stále nejsou tak velké, aby toto téma bylo zcela pochopeno. Množství sekundárních metabolitů, které známe, se neustále rozšiřuje a každoročně se jich objeví mnoho dalších (Verpoorte, 2000).

### **4.1 Sekundární metabolity rostlin**

Metabolity sekundárního metabolismu jsou tvořeny na základě stavby svých buněk, ale i stavby jednotlivých částí. Jsou součástí všech vyšších rostlin, to je spojené s diferenciací pletiv. V dnešní době jsou tyto látky a jejich vznik charakterizován různými hypotézami (Jahodář, 2018, s. 14).

Sekundární metabolity jsou organickými látkami, které nezajišťují základní životní funkce pro růst a vývoj rostlin, na rozdíl od primárních metabolitů. Tyto metabolity mají různé funkce ale i využití. Sekundární metabolity mohou dodávat rostlině pevnost, ochraňují rostlinu před UV paprsky, škůdci či patogeny, mohou pomáhat při příjmu a přenosu signálů mezi rostlinou a prostředím. Součástí těchto metabolitů jsou také léčivé, omamné i halucinogenní pryskyřice (Pavlová, 2005, s. 27).

Stejně jako primární metabolity mají sekundární metabolity významnou roli organismu rostliny. Mohou sloužit jako přenašeče informací ve formě hormonů nebo transmiterů, dále

jako efekty organismů, jako jsou barviva, antibiotika, insekticidy, poté mohou být skladovacími formami odpadních látek primárního metabolismu (Musilová et al., 2012).

## 5 Charakteristika účinných látek v rostlinách

Farmakognozie je vědní obor zabývající se rostlinnými i živočišnými látkami, které se využívají jako léčiva. Jedná se o produkty, která vznikly během látkové výměny organismů anebo jejich orgánů. Farmakognozie se zabývá identifikacemi biologických materiálů a drog, identifikuje a izoluje obsahové látky produkcí léčivých rostlin, standardizací drog a jejich technologií na získávání. Také hledá nové materiály přírodního původu (Moravcová, 2005).

Dle Moravcové (2005, s. 171) se mohou vyskytovat účinné složky rostlin v celé rostlině, ale také pouze v její části. Nadzemními částmi rostlin, které mohou obsahovat účinné složky, jsou nať, lodyha, pupen, list, dřevo, kůra, květ, plod, oplodí, stopka, semeno, výtrusy. V podzemních částech rostlin se může jednat o kořen, oddenek, hlízy či cibule.

Účinné látky rostlin lze rozdělit na hlavní účinné složky, vedlejší složky a balastní složky. Hlavní účinné látky poskytují farmakologické účinky. Vedlejší složky mohou tyto účinky poskytovat též, ale nemusí. Balastní složky nemají účinek, mohou spíše účinek negovat, jedná se o vodu, tuk a škrob (Moravcová, 2005, s. 5-8).

Do hlavní skupiny účinných tzv. sekundárních látek náleží isoprenoidy (terpenoidy), fenolické látky a alkaloidy. Jejich funkce v rostlinném těle mají svůj speciální význam, který je nepostradatelný. Řadíme mezi ně fytohormony, chinony, anthokyany, fotoalexiny, které nesou životně nepostradatelné funkce. Sekundární metabolismus téměř všech rostlin je od sebe odlišný a velmi specifický (Luštinec a Žárský, 2003, s. 140).

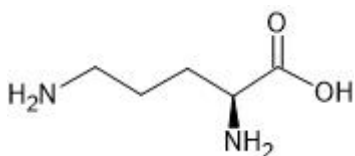
**Alkaloidy** jsou rostlinné dusíkaté báze, které obsahují atom dusíku v heterocyklických útvarech. Alkaloidy napomáhají rostlině v ochraně před okusem zvířaty. Vznikají v mladých buňkách a jsou uloženy v celém těle rostliny. Jejich kvantita i kvalita je ovlivněna vnějšími podmínkami (Staněk, 1957, s. 13).

Existuje přes 3 000 alkaloidů v rostlinách, nejhojněji se však vyskytují ve dvouděložných bylinách. Jedná se o farmakologicky významné sloučeniny mající na lidský organismus silný až toxický vliv (Luštinec a Žárský, 2003, s. 145).

Alkaloidy jsou syntetizovány z aminokyselin. Dle struktury se dělí na protoalkaloidy, vlastní alkaloidy a pseudoalkaloidy. Vnik alkaloidů je odvozen od aminokyselin (fenylalanin, tryptofan, ornitin, lysin, histidin a kyselina antranilová) (Spilková et al., 2016, s. 193).

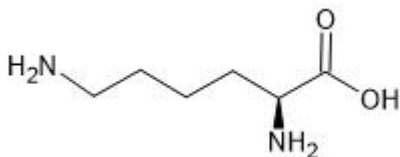
**Pravé alkaloidy**, jinak známé jako vlastní alkaloidy, které ve své struktuře obsahují heterocyklický dusík, který vzniká po vícestupňové dekarboxylaci aminokyseliny (Spilková, et al., 2016, s. 193).

Pravé alkaloidy se dělí na: alkaloidy odvozené od ornithinu, viz obrázek 1 a lysinu viz obrázek 2 (tropanové alkaloidy, chinolizidinové alkaloidy, pyridinové a piperidinové alkaloidy, purinové alkaloidy) a na alkaloidy odvozené od tryptofanu, viz obrázek 3 (indolové alkaloidy, chinolinové alkaloidy) (Spilková, et al., 2016).



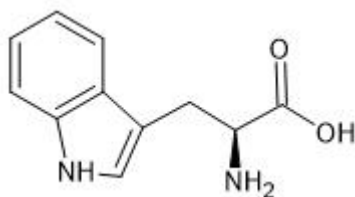
Obrázek 1 - ornithin

Zdroj: ChemSketch



Obrázek 2 - lysin

Zdroj: ChemSketch



Obrázek 3 - tryptofan

Zdroj: ChemSketch

**Pyridinové a piperidinové alkaloidy** jejichž základem je pyridin a jeho redukovaný produkt piperidin. Kyselina nikotinová reaguje s ornithinem a lysinem. Tyto alkaloidy jsou nejvíce obsaženy v tabáku virginského (*Nicotiana tabacum L.*), kde je nejúčinnější alkaloid

nikotin. Další alkaloid ze skupiny piperidinu je piperidin, který je obsažen v nezralých plodech pepřovníku černého (*Piper nigrum L.*). Mezi další alkaloidy této skupiny se řadí alkaloidy koniin a konhydrin, které se nachází v listech bolehlavu blamatého (*Conium maculatum L.*), což je jedovatý plevel, velmi podobný anýzu (Moravcová, 2005, s. 22-24).

**Chinolizidinové alkaloidy**, mezi které spadají terapeuticky významné alkaloidy spartein a cystein, které se nejvíce vyskytují v čeledi bobovitých rostlin. Spartein se hojně vyskytuje v janovci metlatém (*Sarothammus scoparius L.*), jedná se o polokeř s drobnými žlutými květy. Jako hlavní účinek sparteinu je regulace srdeční činnosti. Cystein se nachází ve všech částech keře štědřence zlatého deště (*Laburnum anagyroides L.*) (Moravcová, 2005, s. 25).

**Tropanové alkaloidy** jsou estery tropinu, mající psychotropní účinky. Mezi nejhojněji vyskytující se tropanový alkaloid patří L-hyoscyamin. Tropanové alkaloidy se nejvíce vyskytují ve velmi jedovatých rostlinách. Rulík zlomocný (*Atropa belladonna L.*), který obsahuje L-hyoscyamin, který při předávkování způsobí suchost v ústech, nervovou podrážděnost, až dochází ke smrti na základě selhání dýchací soustavy. Jako další rostlina obsahující tropanové alkaloidy je durman obecný (*Datura stramonium L.*), blín černý (*Hyoscyamus niger L.*). Jako další rostlina je koka pravá (*Erythroxylon coca LAM.*), obsahující alkaloid kokain, který se v medicíně využívá jako lokální anestetikum. Listy koky způsobují euforii a snižují únavu (Moravcová, 2005, s. 26-28).

**Purinové alkaloidy** obsahují několik farmaceutiky významných alkaloidů jako je kofein, theofylin a theobromin. Kávovník arabský (*Coffe arabica L.*) obsahující kofein, který stimuluje centrální nervovou soustavu a zrychluje srdeční tep. Čajovník čínský (*Thea sinensis L.*) obsahující kofein, theobromin, theofylin a xanthin a dále silice a saponiny. Kola pravá (*Cola vera*) obsahuje kofein a využívá se na výrobu nealkoholických nápojů. Jako další zástupce je kakaovník pravý (*Theobroma cacao L.*), který obsahuje theobromin, kofein, třísloviny, tuky, škroby a proteiny (Moravcová, 2005, s. 28-30).

**Indolové alkaloidy** zahrnují alkaloidy bufotenin, psilocin a psilocybin. Kůra stromu bujarníku johimbe (*Pausinystalia yohimbe PIERRE*), která se užívá jako afrodiziakum a léčivo ke snížení krevního tlaku. Paličkovice nachová (*Claviseps purpurea*), která parazituje nejčastěji na žitu a obsahuje sklerocium tzv. námel (Moravcová, 2005, s. 16-21).

**Chinolinové alkaloidy** se nejhojněji vyskytují v chinovníku červeném (*Cinchona succirubra* PAV.), obsahující chinin, který snižuje horečky, uvolňuje od bolestí a pomáhá při srdečních arytmiích (Moravcová, 2005, s. 21-22).

**Protoalkaloidy** jsou neheterocyklické alkaloidy, jelikož dusík není součástí heterocyklu, vznikají dekarboxylací aminokyselin a jedná se tedy o aminy. Do protoalkaloidů spadají alkaloidy odvozené od fenylalaninu a tyrosinu (deriváty fenylalkylaminů, isochinolinové alkaloidy) (Spilková, et al., 2016, s. 198).

**Pseudoalkaloidy** jsou skupinou alkaloidů zahrnující steroidní a terpenické alkaloidy. Steroidní alkaloidy a jejich struktura je odvozená od cholesterolu nebo pregnanu. Steroidní alkaloidy se využívají na výrobu steroidních hormonů. Terpenické alkaloidy a jejich významný zástupce seskviterpenický alkaloidy nufarin, který je k nalezení v stulíku žlutém (*Nuphar lutea* L.). Nufarin je přírodní látka, která má prokazatelné protinádorové účinky. Do této skupiny se řadí také jedovatý alkaloid akonitin obsažený v rodu oměj (*Aconitum*). Tento jed je velmi silný a již při velmi malých dávkách dochází k obrně svalstva a následné smrti (Moravcová, 2005, s. 30-31).

**Glykosidy** jsou velmi rozsáhlá skupina, jejich molekula je tvořená z cukerné a necukerné složky, které jsou spojené glykosidovou vazbou. Cukerná složka je tvořená glykonem a necukerná aglykonem (Baloun, 1989, s. 29).

Glykon, tedy cukerná složka, je tvořen monosacharidy. Aglykony mohou být: alkoholy, fenoly, thioalkoholy nebo aminy, tedy látky schopné glykosidické vazby. Cukerná složka může ovlivnit farmakologický účinek, ten je ale ovlivněn hlavně aglykonem (Spilková, et al., 2016, s. 80).

Glykosidy jsou součástí rostlin, vyskytuje se v nich většinou vícero typů. Mají detoxikační a transportní význam, dále dochází k ukládání cukrů a mnoha dalších látek do vakuol (Moravcová, 2005, s. 32-33).

**Kumariny** jsou látky vznikající vytvořením laktonu, z prekurzorů glykosidů kyseliny o-kumarové a kyseliny kumarinové ve vzájemné rovnováze. Tento laktonový kruh je hlavním nositelem farmakologických účinků. Jeho povolené množství je v Evropě 0,1 mg/kg denně (Spilková, et al., 2016, s. 95).

Mají charakteristickou vůni, jako čerstvě posekané seno, proto se kumariny využívají jako parfemace. Využívá se jako diuretikum, při vysokých dávkách, způsobují bolesti hlavy, závratě a pocit opilosti. Kumariny jsou součástí opalovacích krémů, jelikož velmi dobře absorbují UV záření (Moravcová, 2005, s. 25-26).

**Flavonoidy** jsou deriváty 2-fenylchromanu. Můžeme je rozdělit do několika tříd, dle stupně oxidace pyranového kruhu. Vyskytují se pouze v rostlinné říši, převážně v cévnatých rostlinách v květech a plodech. „*Flavonoidy se v rostlinách vyskytují glykosidně vázané, rozpuštěné v buněčné šťávě vakuol.*“ (Spilková, et al., 2016, s. 102) Mají vysoké využití převážně terapeutické (Spilková, et al., 2016, s. 102).

Z těchto derivátů můžeme odvodit 3 základní skelety: flavan, isoflavan a neoflavan. Dle předcházejícího postupného seřazení jejich výskyt v přírodě klesá. Využívají se převážně pro jejich farmakologické účinky, flavany jsou navíc žlutá rostlinná barviva. Nejvýznamnějšími biologickými účinky flavonoidů je, že snižují riziko lomivosti vlasečnic, zabraňují šíření toxinů nebo napomáhají při léčení infekčních onemocnění. Kvercetin je nejrozšířenější flavonoid, vyskytující se převážně ve chmelu, česneku a plodech kaštanu. Mezi významné flavonoidy patří rutin, který je využíván terapeuticky. Rutin nese název dle routy vonné, ze které byl poprvé izolován. Rutin se dále nachází v černém rybízu, jerlínu japonském a v oplodí pomerančů. Ten se převážně využívá k léčbě alergií a při krvácení. Další významný flavonoid je hesperidin, který se získává z citrusových plodů společně s vitamínem C, někdy se označuje jako citrin (Moravcová, 2005, s. 38-40).

**Saponiny** jsou glykosidy, pokud jsou ve formě vodného roztoku, tak pění na základě jejich vlastnosti snižování mezipovrchového napětí. Pro pěnové vlastnosti se saponiny využívají jako pěnové nápoje, ale také v kosmetickém průmyslu. Mají vysokou hemolytickou aktivitu, která zajišťuje toxicitu při parenterálním podání, na rozdíl od perorálního podání, které je netoxické. Saponiny jsou toxické pro vodní živočichy, dochází k vyšší propustnosti epitelu žaber i pokožky a dochází ke ztrátě minerálních látek. Některé druhy saponinů mohou působit diureticky. Obsahují lipofilní aglykon a cukernou složku. Aglykon, tzv. saponin, může být rozdělen na steroidní a triterpenické saponiny. Steroidní saponiny jsou především v jednoděložných rostlinách, příklad v čeledích Smilacaceae, Agavaceae a Dioscoreaceae. Ze steroidních saponinů se mohou syntetizovat steroidní hormony jako kortison, diosgenin,

smilagenin, převážně z rodu *Smilax* a sarmentogenin z rodu *Strophanthus*. Na rozdíl od steroidních saponinů, které se ve dvouděložných rostlinách vyskytují jen výjimečně se v nich běžně vyskytují triterpenické saponiny, a to především v čeledích Hippocastanaceae, Polygalaceae, Sapindaceae a Primulaceae (Spilková, et al., 2016, s. 153-158).

**Třísloviny** jsou látky, které vyčiňují kůži, což dokáže zbavovat zbytek živočišných tkání z kůže. Pouze rostlinné třísloviny mají farmaceutické využití. Vyskytují se převážně ve dvouděložných rostlinách, a to pouze v některých částech rostlin. Celkový obsah tříslovin je ovlivněn především stářím organismu. Předpokládaný význam u rostlin je ochrana rostliny před hmyzem v raném stádiu, poté dochází k odbourání anebo uložení do pletiv. Jedná se o nekrytalické polyfenoly, rozpustné ve vodě a alkoholu. Jejich účinnost na živou tkáň je adstringentní a zabraňují šíření infekcí, využívají se při gastro-intestinálních onemocnění a kožních onemocnění. Dále dokáží léčit záněty, hemeroidy, průjmy a popáleniny. Dle chemické struktury je můžeme dělit na hydrolyzované a nehydrolyzované třísloviny (Moravcová, 2005, s. 60-61).

**Hořčiny** jsou látky hořké chuti, které se hojně vyskytují v rostlinné říši. Hořčiny nemají žádný důležitý farmakologický význam. Jedná se o velmi různorodé sloučeniny. Jejich koncentrace je určována dle hořkosti. Využívají se ve formě výluhů, extraktů, tinktur a vín. Hořčiny mohou zvyšovat chuť k jídlu a napomáhají vyprazdňování žlučníku. Využívají se na likéry a aperitivy. Hořčiny se vyskytují například v hořci žlutém (*Gentiana lutea L.*), který je u nás chráněný, obsahuje gentiopikrin, amarogentin a gentiamarin, které zvyšují vstřebávání živin a tvorbu červených a bílých krvinek. Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium*), který obsahuje hořčiny absinthin a artabsin a také jedovatou silici thujon. Kyselá hořčiny se vyskytují v chmeli otáčivém (*Humulus lupulus L.*). Jablečník obecný (*Marrubium vulgare L.*) obsahuje marrubin, který patří do diterpenických hořčin. Akorin a akoretin jsou součástí puškvorce obecného (*Acorus calamus L.*). Hořká chuť smetánky lékařské (*Taraxacum officinale L.*) je dána taraxinem (Moravcová, 2005, s. 73-77).

**Silice** jsou sloučeninami mnoha látek, převážně lipofilních metabolitů vyskytujících se v rostlinných pletivech. Silice jsou využívány ve farmacii nebo jako koření. Některé silice jsou toxické a mohou způsobit podráždění pokožky. Mnoho silic je jedovatých, jedná se



například o thujon z čeledi cypřišovitých (*Cupressaceae*), pulegon z hluchavkovitých (*Lamiaceae*) a safrol vyskytující se v miříkovitých (*Apiaceae*) (Baloun, 1989, s. 26).

Silice jsou komplexem vonných a těkavých látek, které jsou většinou bezbarvé, až postupem času a reakcemi tmavnou a pryskyřičnatí. Silice se dají izolovat mnoha způsoby: extrakcí tuky, lisováním, extrakcí těkavých nepolárních rozpouštědel a destilací. Silice se využívají v chemickém, potravinářském i farmaceutickém průmyslu. Spektrum účinků silic je velmi široké, prokrvují pokožku, působí protizánětlivě, používají se jako diuretika a zvyšují chuť k jídlu, podporují trávení. Mezi nejvýznamnější rostliny, které obsahují silice řadíme mátu, kmín, česnek a kafrovník. Rostliny obsahující silice jsou: rozmarýn lékařský (*Rosmarinus officinalis L.*), kopytník evropský (*Asarum europaeum L.*), heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla L.*), meduňka lékařská (*Melissa officinalis L.*), kozlík lékařský (*Valeriana officinalis L.*) a mnoho dalších (Moravcová, 2005, s. 78-91).

**Pryskyřice a balzámy** jsou směsi terpenů, fenypropanů, pryskyřičných kyselin a alkoholů, resinotanolů, esterů a resenů. Pryskyřice jsou pevné, zahříváním dochází k měknutí. Pryskyřice jsou exkrety metabolismu, které se ukládají do pryskyřičných kanálů a dutin. Balzámy jsou směsi pryskyřic obsahující aromatické kyseliny. Tyto látky se získávají poraněním či nařezáváním stromů, získává se tak sirupovitý balzám, ze kterého pomocí destilace získáváme pevnou složku, tedy pryskyřici (Spilková, et al., 2016, s. 275-276).

**Slizy** jsou složeny ze dvou polysacharidů: basorin a tragakanthin. Slizy jsou nejhojněji zastoupeny v rostlinách rodu *Astragalus* a rodu kozinec. Vznikají z primárního dřeva, které slizovatí, a to prostupuje až k primární kůře a dochází k vytékání. Sliz na vzduchu tuhne, k jeho získání se stromy nařezávají. Rostlinné slizy nalezneme u podbělu lékařského (*Tussilago farfara L.*), lenu užitkového (*Linum usitatissimum L.*), plicníku lékařského (*Pulmonaria officinalis L.*) a mnoho dalších. Slizy se využívají k výrobě tablet a k fixaci zubních protéz (Moravcová, 2005, s. 97-98).

**Sacharidy** jsou produkty fotosyntézy, jejich hlavním úkolem je zdroj energie, rezervní a stavební látky. Postupnými reakcemi se ze sacharidů stávají proteiny, tuky a sekundární metabolity. Sacharidy se dělí na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Mezi monosacharidy se řadí pentózy (xylóza, ribóza, arabinóza, rhamnóza, fukóza) a hexózy (glukóza, fruktóza, galaktóza, manóza a sorbitol). Oligosacharidy jsou složeny ze 2-10

monosacharidů, jedná se o maltózu, sacharózu a laktózu. Polysacharidy obsahují více než 10 monosacharidových jednotek. Mezi polysacharidy řadíme škroby, celulózu, gumy, slizy, fruktany a glukofruktany (Spilková, et al., 2016, s. 9-28).

**Oleje a tuky** jsou směsi lipidů, které jsou z 95 % acylglyceroly a zbytek jsou převážně organické látky. Souhrnně oleje a tuky označujeme jako mastné kyseliny. Tuky jsou hojně rozšířeny v rostlinné i živočišné říši. Vyskytují se ve všech rostlinných orgánech a zajišťují důležité životní pochody. Dále se tuky ukládají jako rezervní látky, především do plodů a semen. Právě z těchto částí se mastné kyseliny získávají. Některé mastné kyseliny je potřeba upravit a až poté dochází k lisování, které probíhá za studena. Teplota zvyšuje výtěžek, ale dochází k ničení kvality (Spilková, et al., 2016, s. 43-45).

**Aminokyseliny** jsou produkty primárního metabolismu, jedná se o základní stavební jednotky peptidů a bílkovin. Z aminokyselin vznikají sekundární látky jako alkaloidy, purinové deriváty a vitamíny. Peptidy jsou aminokyseliny, které jsou spojené peptidovou vazbou. Oligopeptidy mají 2-10 aminokyselinových jednotek, polypeptidy jich obsahují více než 10. Nať jmelí obsahuje peptidy a jedná se o farmaceuticky významnou látku (Spilková, et al., 2016, s. 69-72).

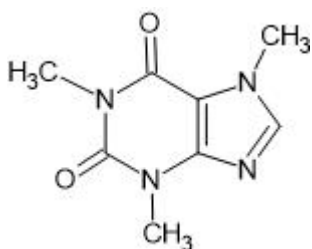
## 6 Stimulancia

Stimulační drogy obsahují přírodní i syntetické látky. Jedná se o skupinu látek zvyšující aktivitu centrální nervové soustavy. Často se stimulanty označují jako látky povzbuzující, nejvíce se projevují na snížení únavy, a to jak na fyzické, tak i psychické rovině. Celkově povzbuzují, způsobují euforii, navyšují energii a snižují chuť k jídlu. Zároveň dochází ke zvýšení představitosti a sebevědomí. Při užití vyšší dávky mohou způsobit nežádoucí účinky, jako jsou závratě, svalový třes, bolest hlavy, srdeční arytmie, bolest na hrudi, zvracení, nadměrné pocení a sluchové a zrakové halucinace. U stimulačních drog je pozorovaná vysoká návykovost, a to především psychická závislost, vedoucí k potřebě užít danou látku znovu a znovu. Často se však jedná o nárazové užívání, tedy pouze nahodilé užití vyšší dávky v určitém čase. Při častém užívání stimulantů dochází k paranoidnímu myšlení až k psychóze se sebevražednými sklony. Po dlouhodobém užívání a následném vysazení stimulantů dochází k depresi, úzkosti, touze po droze a ke strachu (Drug Enforcement Administration, 2020) a (Valíček, et al., 2000, s. 21).

## 7 Rostlinné stimulanty

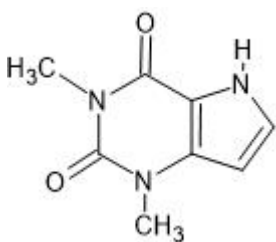
Mezi stimulující rostliny se řadí mnoho rostlin, které již řadu let napomáhají potlačovat pocit únavy, který svým účinkem oddalují. Rostlinné stimulanty jsou hojně rozšířené po celém světě. Jiným názvem se stimulující rostliny dají označit jako analeptika, tedy látky, které dokáží zvyšovat účinnost životních funkcí, jako je krevní oběh a dýchání (Hlava a Valíček, 1992, s. 3).

Mnoho rostlinných stimulantů se užívá ve formě nápojů, extraktů, nebo ve formě žvýkacího tabáku, které mají své stimulační účinky kvůli xantinům jako je kofein (viz obrázek 4), theofylin (viz obrázek 5) a theobromin (viz obrázek 6). Již v dávnějších dobách docházelo k experimentům s rostlinnými stimulanty, a to zejména z důvodu oddálení únavy, ale zároveň i hladu (Mann a Šatavová, 1996, s. 56).



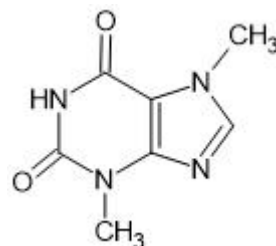
Obrázek 4 - kofein

Zdroj: ChemSketch



Obrázek 5 - theofylin

Zdroj: ChemSketch



Obrázek 6 - theobromin

Zdroj: ChemSketch

Purinové alkaloidy obsahují velmi známé a dosti studované látky. Mezi tyto alkaloidy patří sloučeniny, které jsou hojně užívány člověkem. Jak je vidět výše, kofein, theobromin a theofylin, mají velmi podobnou strukturu, avšak jejich biomedicínské účinky se mohou výrazně lišit (Melnik et al., 2014).

## 8 Charakteristika vybraných zástupců rostlin se stimulačním efektem

Tato kapitola zahrnuje základní charakteristiku vybraných zástupců rostlin, které poskytují na základě svých obsahových látek stimulační efekt na nervovou soustavu člověka. Daný výběr rostlin byl založen na základě obsahových látek rostlin. Byly vybrány rostliny, které obsahují purinové alkaloidy, především kofein, theobromin a theofylin, až na jednu výjimku, kterou je jinan dvoulaločný. Jinan dvoulaločný je uveden jako rostlinný stimulant, který neobsahuje purinové alkaloidy, ale je uveden jako zástupce, který je nejhojněji zastoupen v učebnicích pro čtyřletá gymnázia.

V úvodní tabulce je uveden přehled charakterizovaných rostlin, která zahrnuje český název, latinský název, čeleď a obsahové látky dané rostliny. V tabulce jsou rostliny seřazeny v abecedním pořadí dle českého názvu.

Tabulka 1 - Zástupci stimulačních rostlin

Český název	Latinský název	Čeleď	Obsahové látky
<b>cesmína paraguayská</b>	<i>Ilex paraguariensis</i>	cesmínovité	kofein, theofylin
<b>čajovník čínský</b>	<i>Camellia sinensis</i> L.	čajovníkovité	kofein, theobromin, theofylin
<b>jinan dvoulaločný</b>	<i>Ginkgo biloba</i> L.	jinanovité	flavony, glykosidy, biflavonoidy
<b>kakaovník pravý</b>	<i>Theobroma cacao</i>	slézovité	theobromin, kofein
<b>kávovník arabský</b>	<i>Coffea arabica</i> L.	mořenovité	kofein, theobromin, theofylin, theakrin, liberin, methylliberin
<b>kolovník zašpičatělý</b>	<i>Cola acuminata</i>	slézovité	kofein, theobromin, kolanin

<b>paulinie nápojná</b>	<i>Paullinia cupana</i>	mýdelníkovité	kofein, theofylin, theobromin, adenin
-------------------------	-------------------------	---------------	--

## 8.1 Cesmína paraguayská (*Ilex paraguariensis*)

Cesmína je většinou známa pod názvem yerba maté. Jedná se o rostlinu pocházející z Jižní Ameriky, hlavně z oblasti řek Paraná a Paraguay. Dále se pěstuje hlavně v Brazílii a Argentině. Vzrůst cesmíny může být keřovitý až stromovitý, záleží, zda je pěstována anebo roste planě. Listy jsou vstřícné, téměř oválné, lehce zubaté po okrajích. Květy vyrůstají z paždí listů. Plodem je červená peckovice obsahující 4 až 8 semen. Obsah kofeinu je přibližně kolem 2 %, dále obsahuje theofylin. Cesmína také obsahuje třísloviny, vitamíny, sacharidy a velmi malé množství silic. Cesmína se zpracovává tak, že se odsekávají celé větve, které se následně vysuší, aby došlo k co největší ztrátě vody, dále dochází k dalšímu dosušení. Dle dostupných informací by cesmína měla mít vyšší stimulující účinky než čajovník. Cesmína se stejně jako čajovník připravuje ve formě horkého nápoje, po zalití vysušených listů horkou vodou, následně se pije tradiční bombillou, což je speciální brčko se sítkem. Cesmína se používá v potravinářském průmyslu k výrobě nealkoholických nápojů (Hlava a Valíček, 1992, s. 12).

Rod *Ilex* zahrnuje mnoho dalších druhů. Mezi další velmi známý druh je cesmína ostrolistá (*Ilex aquifolium* L.), která je pěstována pro okrasu. Tato rostlina nemá využití ani v medicíně, ani v lidovém léčitelství, a to z důvodu, že její listy a plody jsou jedovaté. Její biologická látka, která působí jako buněčný jed, doposud není známá. Otrava způsobuje průjemy a zvracení, při intoxikaci je potřeba vypít velké množství tekutin a požit aktivní uhlí a síran sodný, při vysoké intoxikaci je možné provést žaludeční výplach (Jahodář, 2018, s. 212-213).

I u nás v našich zeměpisných podmínkách je možné pěstovat některé druhy cesmíny, které jsou velmi odolné a schopné se přizpůsobit našim podmínkám. Mezi tento odolnější druh patří cesmína evropská (*Ilex aquifolium* L.), která v našich zeměpisných podmínkách dokáže vykvést a následně i plodit. Tento druh cesmíny je rozšířen po téměř celé Evropě (Mladá a Procházka, 1987, s. 114).

Nápoj ze sušených listů je také možné připravit i z jiných druhů, jako je například zástupce *Ilex dumosa* a *Ilex amara* (Hlava a Valíček, 1992, s. 12).





Obrázek 7 - cesmína paraguayská

Foto (Buršík, 2008)

## 8.2 Čajovník čínský (*Camellia sinensis* L.)

Čajovník čínský (*Camellia sinensis*) je stále zelený keř z čeledi čajovníkovitých. Původní rozšíření čajovníku čínského bylo v jihovýchodní Asii, odkud se rozšířil téměř do všech oblastí tropů a subtropů každého světadílu (Hlava a Valíček, 1992, s. 3).

Tento keř planě může dorůst výšky až 6 metrů, pokud je pěstován udržuje se a zastřihává ve výšce 2 metrů. Listy čajovníku jsou uspořádané střídavě, jsou tmavě zelené s kopinatým tvarem. Květy vyrůstají ve svazečcích v paždích listů. Plody čajovníku jsou kulaté, jedná se o trojpouzdré tobolky, které v sobě ukrývají hnědá semena. Čajovník se pěstuje různými způsoby, což záleží na dané kultuře a klimatu. Předmětem sklizně jsou listy, které se sklízí až ve třetím roce od vysazení. Čím je sklizeň starší, tím klesá kvalita, nejvíce kvalitní čaj je tedy z první sklizně (Polívka a Větvička, 1996, s. 172-174).

U nás se čajovník pěstuje pouze v botanických zahradách, kde je chráněn ve sklenících. Čajovník dokáže snést i velmi nízké teploty, přibližně až -3 °C, proto se nachází i ve vysokých nadmořských výškách v subtropických a tropických oblastech. Při jeho pěstování je důležité, aby půda byla bohatá na humus, zároveň byla dobře propustná a bez vápníku (Mladá a Procházka, 1987, s. 122).

Mezi hlavní obsahové látky, pro které se čajovník využívá je kofein, který je v listech čajovníku zastoupen ve 4–5 %. Dále ve velmi malém množství obsahuje některé purinové látky, jako je theofylin, theobromin, adenin a xantin. Mezi další obsahové látky čajovníku

se řadí aminokyseliny, cukry, vitamíny, fenolické kyseliny, silice a saponiny (Spilková, et al., 2016, s. 262).

Z čajovníku čínského se užívají listy, které se používají k přípravě čajů. Na základě obsahových látek, a to nejen s obsahem kofeinu, má povzbuzující účinek. Dokáže stimulovat dýchání, kdy dochází k intenzivnější práci plic. Zároveň v přiměřeném množství napomáhá správné funkci trávicího systému. Celkově ovlivňuje centrální nervovou soustavu, kdy napomáhá k navození psychické pohody, ale zároveň poskytuje energii pro fyzickou činnost (Hlava a Valíček, 1992, s. 4-5).

Listy čajovníku se zpracovávají různým způsobem. Pokud se listy fermentují vzniká černý čaj, pokud k fermentaci nedochází vzniká čaj zelený. Před fermentací, než vznikne černý čaj, se listy rolují, čímž dochází k sekreci buněčných šťáv a urychlení celkového procesu fermentace (Mladá a Procházka, 1987, s. 122).

Rod *Camellia* má spoustu druhů, kterých je přibližně 50, vždy jsou stálezelené keře nebo stromy, které rostou v subtropích až tropech. Jako další pěstovaný čajovník, kromě čajovníku čínského (*Camellia sinensis*) je *Camellia sasanqua*, který se pěstuje hlavně v Japonsku pro jeho olejnatá semena. Také se pěstuje *Camellia japonica* pro své krásné květy, ale je pěstován pouze jako okrasa (Hlava a Valíček, 1992, s. 3).

Čajovníky lze také dělit do skupin, tzv. džátů. Existuje tedy čínská, ásamská a indočínská skupina. Jedná se o původní džáty, ze kterých se postupně tvořili kříženci, kteří avšak nejsou již tolik kvalitní, ale produkují více. Čínská skupina čajovníků jsou keřovitého vzrůstu a je vůči nízkým teplotám nejodolnější. Ásamská skupina čajů jsou středně vysoké stromy, které nesou tak nízké teploty jako čínská skupina. Indočínská skupina čajovníků je nejméně rozšířená a jedná se o stromy menšího vzrůstu (Hlava a Valíček, 1992, s. 3-4).



Obrázek 8 - čajovník čínský

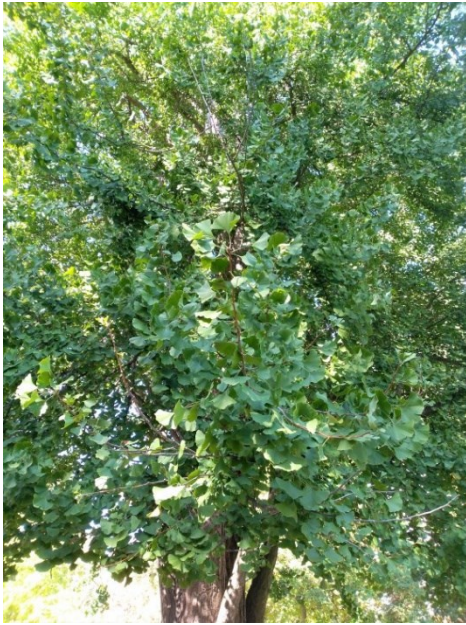
Foto (Kesl, 2009)

### 8.3 Jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba L.*)

Jinan dvoulaločný je dvoudomý, opadavý strom, který pochází z malého území v jihovýchodní Číně. Je součástí oddělení nahosemenných rostlin, jejich semena nejsou uložena v plodech. Borka jinanu má šedé zbarvení, z brachyblastů vyrůstají ploché listy, které mají vějířovitou žilnatinu. Semena mají žlutou barvu a tvarově jsou podobné peckovici (Kubát et al., 2003, s. 138-139).

Tento strom může dorůst až 40 metrů, má mohutnou korunu. Tyčinky tvoří jehnědovité útvary. Jedná se o jediný druh jinanu. U nás se převážně pěstuje v parcích a zahradách, jako okrasná dřevina. Z listů jinanu se tvoří léčivé přípravky, které stimulují krevní oběh a centrální nervovou soustavu (Hoskovec, 2007).

Listy jinanu obsahují více druhů látek. Hojně zastoupené flavonoidy, hlavně flavony, jako jsou kempferol a kvercetin a dále jejich glykosidy. Poté v listu nalezneme bioflavonoidy a terpeny, jako například bilobalid a ginkgolidy. Součástí semen je ginkgotoxin, který může způsobit ztrátu vědomí a křeče. Na základě velkého množství aktivních látek, extrakty z jinanu poskytují i velké množství účinků. Hojně se užívá při poruchách paměti a pozornosti, také se doporučuje jako součást terapie u Alzheimerovy choroby. Zároveň dodává energii celému metabolismu (Spilková, et al., 2016, s. 116-118).



Obrázek 9 - jinan dvouřadový

Foto (Novák, 2019)

#### **8.4 Kakaovník pravý (*Theobroma cacao*)**

Kakaovník pravý je stálezelený strom pocházející z tropické Ameriky, odkud se pěstování kakaovníku rozšiřovalo. Vyžaduje vysoké teploty, které nesmí být nižší než 15 °C, zároveň jsou za potřebí srážky. Velkým problémem kakaovníku jsou plísně. Kakaovník dorůstá přibližně 4 až 8 metrů. Listy jsou různě velké a podlouhlé se zakončením do špičky. Listy jsou na větvích uspořádány střídavě. Květy jsou drobné, pětičetné, bílé až růžové, vyrůstající z kmene nebo silnějších větví (Grulich, 2011).

Jelikož květy kakaovníku nijak nevoní, ani neprodukují nektar, je pyl přenášen hlavně mravenci či jinými malými brouky. Plodem je šiřatá bobule, která dorůstá délky až 30 centimetrů. Plod může mít mnoho barev, jako například červenou, žlutou, hnědou i černou. Plod je rozdělen do 5 komor, ve kterých jsou ukryta semena, která se nazývají kakaové boby. Kakaové boby jsou složeny hlavně z tuku, sacharidů a vody, dále obsahují purinové alkaloidy theobromin a kofein. V lékařství se theobromin využívá k syntéze kofeinu. Ze semen plodu se stávají kakaovými boby až po několika úpravách jako je fermentace, sušení a leštění. Po oxidaci se ze semen začne uvolňovat ester kakaol, který dává bobům jemnější chuť a tradiční vůni. Kakaové boby se po všech úpravách ještě mohou drtit a pražit, aby se získala kakaová hmota, která se dále zpracovává na kakaové máslo a kakaový prášek. Tyto

suroviny jsou velkou součástí potravinářského průmyslu při výrobě čokoládových cukrovinek. Kakaový prášek se také využívá k přípravě nápoje společně s mlékem (Hlava a Valíček, 1992, s. 10-11).

K pěstování kakaovníku je potřeba úrodná půda, nejen že potřebuje vyšší teploty, zároveň je potřeba, aby byl chráněn před větry. Kakaovník se může množit buď semeny, nebo stonkovými řízků, ale také očkováním (Mladá a Procházka, 1987, s. 164).

Rod kakaovníků (*Theobroma*) zahrnuje přibližně 22 druhů. Nejdůležitějším druhem je však kakaovník pravý (*Theobroma cacao*), který lze dělit do tří skupin, podle toho, kde se pěstují. Do skupin kakaovníku pravého se zařazuje: Criollo, Forastero a Trinitario. Criollo je jedna ze skupin kakaovníku pravého a vyznačuje se tím, že plody rostou pouze na kmeni, jejich barva je žlutá nebo červená. Plody Criollo jsou velmi kvalitní, ale na světový trh se téměř nedostávají. Další skupina je Forastero, tato skupina zajišťuje až 90% světové produkce kakaových bobů. Jako poslední skupina je Trinitario, která je hybridem předešlých dvou skupin a jejich plody mají různé tvary, ale i barvy (Hlava a Valíček, 1992, s. 10).

Jako další zástupce kakaovníků je kakaovník peruánský (*Theobroma bicolor*), který má vyšší zastoupení tuku v semenech. Dále je kakaovník velkokvětý (*Theobroma grandiflora*) a semena tohoto kakaovníku se užívají stejně, jako semena kakaovníku pravého (Hlava a Valíček, 1992, s. 10-11).



Obrázek 10 - kakaovník pravý

Foto (Kesl, 2005)



Obrázek 11 - plod kakaovníku pravého

Foto (Starr, 2002)

### **8.5 Kávovník arabský (*Coffea arabica* L.)**

Kávovník arabský je stromek, který se planě dorůstá přibližně 4–6 metrů, což u pěstování není vítané a udržuje se do keřovité výšky. Je vždy zelený, jeho listy mají vejčitý tvar, jsou lehce kožovité a mají krátké řapíky. V paždí listů se nachází svazečky květů s 5 čtenou korunou. Plodem kávovníku je peckovice, která se podobá třešním a ve svém dužnatém obalu obsahuje většinou dvě semena, takzvaná kávová zrna. Zralé plody kávovníku mají výrazně červenou až fialovou barvu. Nejvíce kávových zrn vyprodukuje kávové stromky v rozmezí 7-12 roku, dále se mezi 20-30 rokem vykopají a nahradí novým stromkem, a to z důvodu, že již neplodí dostatečně, anebo přestane plodit úplně. Ke zpracování kávových zrn je nejprve zapotřebí vyloupat kávová zrnka z pecek, což je v dnešní době dělané stroji. Vyloupaná zrna se následně čistí kartáčovým strojem. Po těchto úpravách lze již kávová zrnka prodávat jako kávu zelenou a nepraženou. Nebo je možné zelenou kávu pražit až do hnědé barvy, kdy dojde k tvorbě vonné silice kofeolu, který dává kávě typické aroma (Polívka a Větvička, 1996, s. 159-162).

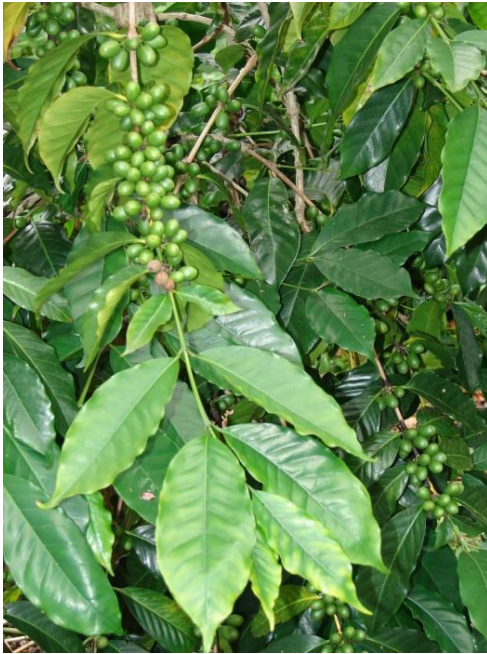
Může se stát, že se z plod obsahuje pouze jedno semeno, poté nese název kávová perla. Nejprve se kávovník vysadí ze semene na záhonu, odkud je po nějaké době přesazen na plantáže do vysoce humózní půdy. Pokud je plantáž silně osvětlena sluncem, často se vysazují do okolí vyšší stromy, aby vytvářely stín, popřípadě chránily před větry. K pražení

semen se také využívají semena kávovníku liberského (*Coffea liberica*) a dále také kávovníku statného (*Coffea canephora*) (Mladá a Procházka, 1987, s. 172).

Semeno kávovníku obsahuje deriváty hydroskořicových kyselin, jako jsou estery kyseliny chinové s kyselinou kávovou. Dále v semenech nalezneme purinové báze jako je kofein, theobromin, theofylin, paraxantin, teakrin, liberin a methylliberin (Opletal, 2016, s. 354).

Jelikož kávovník obsahuje mnoho biologicky aktivních látek, jak již bylo zmíněno. Mezi další zajímavé látky patří kyselina skořicová a cinnamaldehyd, tyto látky mají uplatnění v průmyslu parfémů. Účinek, pro který je káva velmi využívána, je povzbuzující účinek, který dodává energii a oddaluje únavu. Mezi další pozitivní účinky se řadí antioxidační, protizánětlivé, antidiabetické, kardioprotektivní či neuroprotektivní. Samozřejmě existuje i mnoho negativních účinků kávy na člověka, mezi které se dají zařadit například problémy se spánkem, vznik úzkostí a migrén, také může způsobovat podráždění trávicího systému (Záveský, 2022, s. 40-41).

Kávovník arabský se běžně rozděluje na dvě varianty. První variantou je *Coffea arabica* var. *typica*, jedná se o kávovník arabský, který byl popsán K. Linném a ve světové produkci tento typ kávovníku převažuje. Druhou variantou je *Coffea arabica* var. *bourbon*, který má lehce širší listy, také dochází k tomu, že tento typ dokáže vytvořit více plodů. Dále se však sází i další odrůdy kávovníků, jsou to vždy takové odrůdy, které jsou přizpůsobeny daným podmínkám tak, aby se jim v daném prostředí co nejvíce dařilo. Proto další variantou kávovníku, který se vysazuje, je *Coffea canephora*, tedy kávovník robusta, jehož produkce po světě je velmi rozšířená a činí přibližně 30% celé produkce kávy. Kávovník robusta se však stále rozšiřuje, kvůli svým schopnostem se lépe přizpůsobit vnějším podmínkám a je také mnohem více odolný vůči chorobám, jako například rzi kávovníku. Také existuje kávovník liberijský (*Coffea liberica*), který je pěstován hlavně v Libérii, kvalita kávy z této odrůdy je však nižší kvůli své natrpklé chuti a používá se tedy proto spíše do směsí s dalšími odrůdami. Dále se do směsí může přidávat kávovník úzkolistý (*Coffea stenophylla*), anebo kávovník šari (*Coffea excelsa*), jejichž kvalita je také nižší, a proto se neuvžívají samostatně (Hlava a Valíček, 1992, s. 7).



Obrázek 12 - kávovník arabský

Foto (Starr, 2007)

## 8.6 Kolovník zašpičatělý (*Cola acuminata*)

Kolovník zašpičatělý je strom pocházející z tropických oblastí Afriky, odkud se rozšířil do Brazílie, do tropických oblastí Asie. Je to stálezelený, užší strom, vysoký 7-10 metrů a má velmi řídké olistění. Listy jsou podlouhlé, střídavé a zašpičatělé. Plodem kolovníku jsou nahnědlé dřevnaté měchýřky, kterých bývá většinou 5 a tvoří hvězdovité souplodí. Každý měchýřek má v sobě několik semen, jedná se o kolové ořechy. Semena jsou složena hlavně ze sacharidů, a to převážně škrobu. Dále obsahuje kofein, stopové množství theobrominu a glykosid kolanin. Kolové ořechy se v západní Africe žvýkají čerstvé, kvůli dodání energie a celkovému povzbuzení. V Evropě či Americe jsou kolové ořechy využívány ve farmacii na výrobu povzbuzujících léků nebo v potravinářském průmyslu jako součást nápojů (Hlava a Valíček, 1992, s. 13).

Kolovník kvete celý rok, proto jeho sklizeň není nijak ovlivněna. Celoročně potřebuje teploty okolo 25°C. Strom kolovníku za rok vyprodukuje přibližně 40 až 50 kilogramů semen. Nejprve je nutné z plodů semena dostat a následně usušit na slunci, během toho dochází k rozplynutí slizového obalu (Mladá a Procházka, 1987, s. 182).



Také existuje více druhů, které se pěstují, jako například kolovník lesklý (*Cola nitida*), v jehož případě se jedná o vysoký strom, který má dlouhé zašpičatělé listy. Květy mají barvu bílou až žlutou. Semena kolovníku leklého jsou bílá, růžová až červená, většinou mají dvě dělohy. Dále se také pěstuje *Cola cordifolia* a *Cola verticillata*, přičemž tyto druhy nejsou tolik rozšířeny (Hlava a Valíček, 1992, s. 13).



Obrázek 13 - kolovník zašpičatělý

Foto (Zikán, 2019)

### **8.7 Paulinie nápojná (*Paullinia cupana*)**

Pochází ze severní a západní Brazílie a jižní Venezuely, kde se dodnes stále pěstuje. Paulinie nápojná je popínavý keř, který může dorůst až 10 metrů. Listy jsou střídavé a lichozpeřené a po okraji zubaté. Drobné bílé květy dohromady tvoří úžlabní hrozny. Plodem je trojpodzdrá tobolka obvykle s jedním černým semenem, zbylé dvě většinou zakrní anebo zaniknou. Pokud je pěstována ve vhodných podmínkách, plodí již ve třetím roce a dokáže plodit asi po dobu 40 let. Paulinie nápojná je taktéž známá pod názvem guarana. Guarana se připravuje ze semen, která se následně suší na slunci a poté vypraží na ohni. Vypražená semena se rozmělnují s trochou vody a vzniká hnědočerná hmota, která se následně může upravovat do různých podob. Na slunci semena úplně ztvrdnou, vydrží tak několik let. Obsah kofeinu guarany je vyšší než u kávy (Polívka a Větvička, 1996, s. 171-172).

Guarana obsahuje jako hlavní účinnou látku kofein, který se zde nachází přibližně v 5 %. Dále obsahuje také theofylin, theobromin a adenin. Z guarany se dále vyrábí různé nealkoholické nápoje, nebo se vytvořená hmota suší a vyrábí se z ní tabletky se stimulačním efektem (Hlava a Valíček, 1992, s. 14).



*Obrázek 14 - paulinie nápojná*

*Foto (Fortis, 2006)*

## 9 Zneužívání rostlinných stimulantů

Kofein je často využívaná látka, je obsažena v mnoha rostlinách, jak již bylo zmíněno, například v kakaovníku, čajovníku, kávovníku, kolovníku, paulinii či v cesmíně. V současné době se kofein může vyrábět synteticky. Nejvýznamnější účinek kofeinu je povzbuzení CNS. Dále kofein stimuluje dýchací systém, oddaluje únavu a zvyšuje výkonnost, může být účinný jako prevence před kardiovaskulárním onemocněním. Kofein však může zvyšovat hodnoty krevního tlaku, vysoké dávky mohou způsobit tachykardii. Samozřejmě existuje i mnoho negativních a nežádoucích účinků jako nespavost, neklid, zrychlené dýchání a tep, bolest hlavy, vyčerpání, křeče a arytmie. Maximální denní doporučená dávka kofeinu by neměla překročit 250 mg, zároveň by nemělo dojít k podání jedné dávky, ale rozdělení do menších v průběhu dne (Opletal, 2016, s. 581-585).

Nejčastěji jsou stimulancia zneužívány právě studenty a dále osobami, které chtějí zvýšit svou pozornost a oddálit svou únavu. Kofein je společností považován za drogu, která je tolerována, zároveň se jedná o jednu z nejrozšířenějších drog. Dle dostupných informací návykovost na kofeinu je velmi nízká oproti jiným stimulanciím. Kofein se v těle váže na adenosinové receptory (Doležal, 2013, s. 107).

### 9.1 Závislost na stimulanciích

Stimulancia je skupina látek různorodého původu ať přírodního či syntetického. Spousta z nich se využívaly jako léčiva a některé z nich jsou také nelegální. Již dlouhou dobu jsou stimulační drogy užívaný rekreačním způsobem. Při intoxikaci stimulancií se projevují psychické i somatické příznaky. Mezi psychické symptomy můžeme zařadit: přívaly energie, euforii, agresivitu, častou změnu nálad, vztahovačnost, mohou se však dostavit i halucinace a iluze. Somatické příznaky zahrnují arytmiu, hypertenzi, pocení, celkový neklid, křeče, svalovou slabost i pokles hmotnosti (Hosák et al., 2015, s. 167-168).

Závislost na kofeinu může vzniknout stejně tak, jako u jiných silných stimulanciích, mezi které spadá například amfetamin. Závislost tak vzniká stejně, jelikož celkové působení na organismus je identické. Kofein v lidském těle stimuluje uvolňování dopaminu a tím zvyšuje výkonnost a pozornost (Fischer a Škoda, 2009).

Kofein se přirozeně vyskytuje v mnoha rostlinách a jeho obsah je různý, nejvyšší zastoupení nalezneme v guaraně. Kofein se absorbuje z gastrointestinálního traktu, poté následně proniká do krve. Již při dávce 50 až 100 miligramů se dostavují stimulační účinky. Závislost na kofeinu se projevuje postupným navyšováním množství kofeinu, nejčastěji pro jeho pozitivní účinky. Přibližně u 30 % uživatelů bylo pozorováno, že projevy závislosti jsou velmi znatelné. U některých závislých se dokonce objevuje abstinenční syndrom, který je doprovázen nepříjemnými pocity, jako jsou poruchy nálady, deprese, ospalost, vyšší podrážděnost až celková nevolnost, přičemž tyto příznaky mohou trvat až 7 dní. Při užívání nadměrného množství kofeinu při afektivních poruchách může dojít k panickým atakám či silným depresím (Hosák, et al., 2015, s. 171).

Dávky kofeinu, které jsou do 200 mg u dospělého člověka o váze 70 kilogramů, což vychází přibližně na 3 miligramy kofeinu na jeden kilogram hmotnosti, nezpůsobí u zdravého jedince žádné nebezpečí. Užívání kofeinu a stimulačních látek v těsné blízkosti před spánkem, může způsobit jeho zkracování. Běžně však dochází ke konzumaci až 400 mg kofeinu za den, což by stále nemělo vyvolat žádné nebezpečí, až na některé výjimky, jako jsou těhotné ženy. Pokud ženy během těhotenství užívají kofein, velmi záleží na dávce, pokud je do 200 mg za den, nemělo by zapříčinit nebezpečí plodu. To stejné platí pro kojící ženy, stejně tak, jako během těhotenství. Celkově však je studií na téma kofeinu a těhotných či kojících žen zatím velmi málo. Stejně tak jsou nedostatečné informace ohledně užívání kofeinu u dětí a dospívajících (European Food Safety Authority, 2015).

Syndrom vysazení se projevuje také u kofeinu a jemu podobným látkám. V literatuře není dostatek informací ohledně odvykacích příznaků, a to hlavně z důvodu, že k vysazování kofeinu často nedochází, protože není považován za návykovou látku. Po dlouhodobém denním užívání kofeinu a následně jeho vysazení, se dostavuje bolest hlavy, ztráta energie až vyčerpání, snížená kvalita spánku, deprese, snížená koncentrace a podrážděnost. Tyto symptomy se pomalu začínou vyskytovat přibližně mezi 12 až 24 hodinou po posledním užití kofeinu. Po 20-51 hodině se dané symptomy maximalizují a přetrvávají 2 až 9 dní (Dreher a Landa, 2017, s. 143).

Nejčastěji jsou stimulanty známé jako rekreační drogy, které jsou užívány buď příležitostně, což často může vést až k opakovanému užívání a následné závislosti. Stimulanty jsou také

hojně užívány sportovci, ať už v rekreačním užívání či na vrcholové úrovni (Docherty a Alsufyani, 2021).

Kofein je součástí mnoha potravin, ať už nejrůznějších nápojů, jako káva čaj a spousta dalších, dále se přidává do mnoha léků, ale také do pochutin či nealkoholických nápojů, jako jsou energetické drinky. Přibližně až 80 % světové populace denně užívá kofein, tím se tak kofein stává tou nejvíce užívanou psychoaktivní látkou na světě (Ogawa a Ueki, 2007).

## **10 Zastoupení rostlinných stimulantů v kurikulárních dokumentech**

V rámci této kapitoly jsem se věnovala stručné analýze kurikulárních dokumentů, z hlediska zastoupení a výčtu informací ohledně rostlin, které mohou poskytovat stimulační účinky. Zjištěné informace jsou uvedeny u analýzy RVP G a analýzy učebnic jako pouhý výčet informací bez statistického zhodnocení. U analýzy učebnic jsou zjištěné informace zpracovány jako tabulkový přehled, kde je uvedené přesné znění části učebnic o daném tématu.

### **10.1 Zastoupení rostlinných stimulantů v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia**

Dokumenty kurikulárního charakteru existují ve dvou formách, a to ve formě státní a ve formě školní. Státní kurikulární dokumenty jsou charakterizovány rámcovými vzdělávacími programy (RVP) pro předškolní, základní i střední školy. Dále každá škola má své školní vzdělávací programy (ŠVP), podle kterých je dále směřována výuka, tento program si každá škola tvoří sama, kdy musí vycházet ze zásad RVP (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2021, s. 4).

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia slouží čtyřletým gymnáziím k tvorbě vlastního školního vzdělávacího programu. Zároveň tento dokument charakterizuje úroveň vzdělávání, která by měla být dodržena na každé škole. Také obsahuje klíčové kompetence, které jsou dány pro danou úroveň vzdělávání, jedná se o úroveň, která má žáky připravit na vyšší vzdělání, pro jejich profesi, ale i jejich osobní život. Charakterizuje jejich vědomosti, které by měly žáci mít a dokázat je dávat do širších kontextů a dané vědomosti prakticky využívat. Klíčové kompetence jsou v dokumentu RVP G uvedeny, žák by si je měl během studia na čtyřletých gymnáziích osvojit, jedná se o kompetence: k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanskou, k podnikavosti a kompetenci digitální. Celkově klíčové kompetence jsou souborem mnoha schopností, které si má žák osvojit pro svůj vlastní rozvoj. Následně se dokument RVP G zabývá jednotlivými vzdělávacími oblastmi, do kterých následně spadají jednotlivé předměty. Každá vzdělávací oblast je charakterizována společně s cílem a jejím obsahem vzdělávání, společně s očekávanými výstupy (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2021, s. 4-11).

Tématika sekundárního metabolismu a celkově rostlin, které poskytují stimulační efekt, nejsou v rámci dokumentu RVP G vůbec zmíněny jako samostatný tematický celek. Dále pouze uvádím možnosti, v jakých oblastech a vzdělávacích oborech by tato tematika mohla být zmíněna. Vzdělávací oblast člověk a příroda zahrnuje vzdělávací obory: fyzika, chemie, biologie, geografie a geologie. Téma rostlinných stimulantů by mohlo být součástí vzdělávacího oboru chemie a biologie. V rámci chemie by učivo rostlinných stimulantů a jejich účinných látek mohlo být součástí organické chemie, a to hlavně součástí učiva o heterocyklických sloučeninách, kam patří všechny purinové alkaloidy, tedy biologicky aktivní látky spouště rostlinných stimulantů. Též v učivu organické chemie v učivu o léčivech, jelikož se jedná o rostlinné stimulanty. V rámci biologie součástí tematického celku biologie rostlin, kde by měli být zástupci rostlinných stimulantů zmíněni a uvedena nejen jejich morfologie a anatomie, ale také jejich biologicky aktivní látky. Rostliny se stimulačními účinky jsou především součástí rostlin tropů a subtropů, kde by měli být určitě zmíněny (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2021, s. 25-31).

Vzdělávací oblast člověk a svět zdraví, kam spadá předmět výchova ke zdraví a tělesná výchova. Výchova ke zdraví obsahuje mnoho oblastí, kde se dá téma rostlinných stimulantů zahrnout. Dané téma může být součástí zdravého způsobu života a péče o zdraví, v péči o reprodukční zdraví a také v rizicích ohrožující zdraví a jejich prevence. V těchto oblastech by tematika rostlinných stimulantů měla být zmíněna hlavně z hlediska možné návykovosti a také jejich účinků na organismus člověka (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2021, s. 56-59).

## **10.2 Zastoupení rostlinných stimulantů v učivu botaniky v učebnicích pro čtyřletá gymnázia**

V rámci své práce jsem provedla analýzu učebnic biologie pro čtyřletá gymnázia a střední školy z hlediska zastoupení informací o rostlinách poskytující povzbuzující účinky. Uvedla jsem výčet jednotlivých rostlin a informace související s tématem stimulantů a jejich biologicky aktivních látek. Seznam použitých učebnic a tabulka dostupných informací je seřazena dle roku vydání daných učebnic od nejnovějších po nejstarší.

### Seznam použitých učebnic v analýze:

- ŠÍMA, Petr. Biologie pro 1. ročník gymnázií. Praha: Eduko, 2022.
- JELÍNEK, Jan a ZICHÁČEK, Vladimír. Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 12. vydání. Olomouc: Nakladatelství Olomouc s.r.o, 2021. ISBN 978-80-7182-345-2.
- BENEŠOVÁ, Marika. Odmaturuj! z biologie. Druhé, přepracované vydání. Brno: Didaktis, 2013. ISBN 978-80-7358-231-9.
- HANČOVÁ, Hana; VLKOVÁ, Marie; PTÁČEK, Petr a KANTOREK, Pavel. Biologie v kostce: pro střední školy. Praha: Fragment, 2008. ISBN 978-80-253-0606-2.
- KINCL, Lubomír; KINCL, Miloslav a JAKRLOVÁ, Jana. Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií. Čtvrté, přepracované vydání – dotisk v r. 2008. Praha: Fortuna, 2006. ISBN 80-7168-947-5.
- KUBÁT, Karel; KALINA, Tomáš; KOVÁČ, Jaroslav; KUBÁTOVÁ, Dagmar; PRACH, Karel et al. Botanika. 2. vyd. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-7183-266-9.



Tabulka 2 – Zastoupení učiva rostlinných stimulantů v učebnicích

Učebnice – vydavatelství (rok)	Rostlina	Dostupné informace
Eduko (2022)	jinan dvoulaločný	Zůstal jako jediný druh, je živoucí fosilií. Vytváří samčí a samičí stromy, je dvoudomý. Pěstuje se po celém světě v parcích, pochází z malé rezervace ve východní Číně. Čaje a preparáty z ginka se pro obsah specifických silic používají na podporu prokrvení a ochranu nervové soustavy. Jinan je opadavá dřevina, která zjara obráží klínovitými dvoulaločnými listy s vidličnatou žilnatinou. Listy na nejstarších větvích vyrůstají na vrcholu zkrácených větviček, brachyblastů.
Nakladatelství Olomouc (2021)	-	V základním pletivu se mohou vyskytovat skupiny buněk, ve kterých se hromadí, případně se vylučují, silice, pryskyřice, třísloviny, alkaloidy aj.
	-	Alkaloidy jsou součástí organických látek v sušině těla rostliny.
	jinan dvoulaločný	Je to dvoudomý strom s vějířovitými, na vrcholu dvoulaločnatými listy. Tyčinky vyrůstají ze zkrácených větviček (brachyblastů) jako jehnědovité soubory. Plodolisty nesou dvě vajíčka, z nichž jedno se po oplození vyvíjí v kulaté semeno připomínající peckovici. U nás se pěstuje jako

		okrasná dřevina v parcích. Listy na zimu opadají.
Didaktis (2013)	-	Alkaloidy jsou sekundární metabolity rostlinného původu, často vykazují fyziologické účinky na živočišné organismy, využívají se v lékařství nebo bývají zneužity jako drogy nebo jedy, např. morfin
	jinan dvoulaločný	Přírodně se jinan dvoulaločný vyskytuje pouze na malém území v jihovýchodní Číně, u nás se pěstuje v parcích a botanických zahradách. Je to dvoudomý opadavý strom, má laločnaté listy vidličnatou žilnatinou, velká kulovitá, na povrchu dužnatá semena s charakteristickým zápachem.
Fragment (2008)	-	Alkaloidy jsou produkty rostlin, mají ochrannou funkci, pro jiné organismy mohou být toxické (kofein, nikotin, morfin).
	jinan dvoulaločný	Recentní pouze jeden druh. Je to dvoudomý strom, má opadavé listy s vidličnatou žilnatinou. Na semenech se tvoří obal ze zdužnatělých integumentů = semenná peckovice.
Fortuna (2006)	čajovník čínský	Z mladých listů čajovníku se získává čaj.
	kávovník arabský	Upražená semena se používají k přípravě kávy; obsahují alkaloid kofein.
	kakaovník pravý	Pěstuje se v tropických zemích, pocházející z Jižní Ameriky. Plodem jsou tobolky,

		z jejichž semen (kakaových bobů) se připravuje kakao a čokoláda.
	jinan dvoulaločný	Je to dvoudomý opadavý strom s plochými dvoulaločnatými listy s vidličnatou žilnatinou, uspořádanými ve svazečcích na výrazných brachyblastech. Vajíčka jsou na dlouhých stopkách. K opylení dochází větrem, oplození zajišťují mnohobičíkaté spermatozoidy. Velká kulovitá semena připomínají peckovici; po odpadu žloutnou a odporně páchnou. Jinan se přirozeně vyskytuje pouze na malém území v jv. Číně. Dnes se tato dřevina pěstuje i na plantážích pro cenné léčivé látky obsažené v listech (preparáty s výtažky z jinanu léčí zejména poruchy krevního oběhu a paměti).
Scientia (2003)	-	V parenchymatickém pletivu někdy vznikají idioblasty – buňky lišící se od ostatních tvarem a obsahem. Hromadí se v nich různé speciální látky: silice, pryskyřice, alkaloidy aj.
	jinan dvoulaločný	Dnes žije jediný druh. Jako původní dřevina roste vzácně v jv. Číně, běžně se pěstuje v parcích. Opadavé dlouze řapíkaté, většinou dvoulaločné listy s vějířovitou žilnatinou vyrůstají na dlouhých brachyblastech. Pylová zrna nemají vzdušné vaky. Spermatozoidy jsou opatřeny mnoha brvami. Vajíčka na dlouhých stopkách jsou po dvou, ale vyvíjí se obvykle jen jediné. Semena jsou žlutá, asi 2 cm v průměru, připomínající peckovice.

	kávovník arabský	Je keř nebo malý strom s neopadávými kožovitými listy a dvousemennými peckovicemi. Původem v horách severovýchodní Afriky, dnes se pěstuje v tropech celého světa; z pražených semen se připravuje káva.
	čajovník čínský	Je vždy zelený keř, pěstovaný v tropech a v subtropích celého světa pro mladé kožovité listy. Jejich úpravou se získává pravý čaj.
	kakaovník pravý	Je to strom z tropické Ameriky. Jeho květy vyrůstají na kmenech a silných větvích, ze semen se získává kakao.
	kolovník	Semena jsou důležitá pro přípravu kolových nápojů.

### Závěr analýzy učebnic

V rámci analýzy učebnic pro čtyřletá gymnázia jsem zjistila, že celkové téma rostlin poskytující stimulační účinky a jejich biologicky aktivních látek v učebnicích není jako látka téměř zastoupena. V každé z analyzovaných učebnic byl uveden zástupce jinan dvoulaločný, avšak pouze ve dvou případech byla u jinanu uvedena informace ohledně jeho stimulačních účincích. Dále zastoupení jednotlivých zástupců je velmi nízké. Pouze v jedné učebnici u zástupce kávovníku arabského byla zmíněna jeho účinná látka kofein, u dalších zmíněných bylo pouze uvedeno jejich využití nebo následné zpracování do výsledného produktu z dané rostliny. Zástupci stimulancií, kávovník a čajovník, byli uvedeni pouze dvakrát z šesti učebnic. Další zástupci byli uvedeni v nižším nebo žádném zastoupení. Ve většině učebnic také není téměř vůbec zastoupené téma biologicky aktivních látek, v některých byly zmíněny alkaloidy, pouze, že se vyskytují v těle rostlin. Pouze ve dvou případech bylo zmíněno, že alkaloidy mohou být zneužívány nebo mohou být toxické. Celkově téma alkaloidů bylo ve všech učebnicích zastoupeno pouze u jedovatých čeledí pryskyřníkovité, mákovité a

lilkovité. Téma rostlin, které poskytují povzbuzující účinky, téměř není v učebnicích zastoupeno, je uvedeno jen pár zástupců, ale bez jejich účinků a jejich biologicky aktivních látek. V učebnicích by se mělo zajisté vyskytovat více informací o daném tématu i z hlediska možného vzniku závislosti na rostlinných stimulantech již v brzkém věku, měly by být uvedeny také možné negativní dopady na lidský organismus, jelikož tyto informace zde chybí, anebo nejsou dostatečné. Pokud je nějaká informace uvedena, jedná se pouze o pozitivní účinky.

## **11 Didaktické využití rostlinných stimulantů ve výuce na čtyřletých gymnáziích**

Postavení tématu výuky rostlin, které poskytují stimulační účinky, je průřezové téma napříč předměty, které by mohlo mít své postavení nejen v biologii, ale také chemii nebo ve výchově ke zdraví. V každém z uvedených předmětů je možné toto téma probrat vždy trochu z jiného úhlu.

Ve výuce biologie je možné toto téma probrat nejen v biologii rostlin, ale také při výuce člověka, a to hlavně při výuce nervové soustavy, která je stimulanty ovlivňována. Při výuce biologie rostlin hlavně v tématu tropických a subtropických rostlin, jelikož většina druhů těchto rostlin odtud pochází. Celkově využití rostlin člověkem je důležité téma, které je nedílnou součástí výuky.

V rámci výuky chemie je možné toto téma zařadit do témat hlavně organické chemie a biochemie. Ať už v rámci probírané látky heterocyklických sloučenin, kam purinové alkaloidy patří, nebo také mohou být zmíněné v rámci léčiv a jejich působení.

Výuka výchovy ke zdraví umožňuje probrat hlavně i negativní stránku stimulantů, a nejen toho přírodního původu. V rámci rizik a prevence zdraví se pojednává o návykových látkách.

Součástí této kapitoly je uveden pracovní list a také laboratorní cvičení, které přibližují tematiku a problematiku rostlinných stimulantů, které by se dali použít při výuce.

### **11.1 Pracovní list**

Pracovní list se řadí mezi didaktické prostředky, které slouží jako návod k vypracování jednotlivých úkolů a cvičení. Pracovní list je možné využít jako samostatnou práci anebo práce ve dvojicích či skupinách. Pracovní listy poskytují možnost procvičování daných vědomostí (Čapek, 2015, s. 124).

Pracovní listy přináší mnoho účelů pro didaktiku. Mezi ně se řadí například aktivizace žáků v hodinách. Zároveň je možno dodat žákům schopnost samostatnosti, kdy každý pracuje sám a svou práci přizpůsobuje dle sebe a svých schopností. Pracovní listy také přispívají k procvičování probrané látky a její následné vepsání do paměti. Pro učitele je důležité hlavně pro zjištění, jak žáci dané učivo ovládají či mají někde problém v daném učivu.

Zároveň tvorba pracovních listů přispívá také k tvořivosti a kreativitě učitelů, která je také nezbytná. Pokud je pracovní list tvořený přímo učitelem, sám může volit obtížnost a také jednotlivé zadání budou více adekvátní k probrané látce. Tvorba pracovního listu vyžaduje znalosti daného předmětu, ale také mnoho dalších informací, jako jsou obecné znalosti psychologie, pedagogiky a oborové didaktiky. Při tvorbě pracovního listu je nutné nejprve si vybrat téma a následně cíl daného listu. Také je nutné zohlednit formu pracovního listu, kde nedílnou součástí je formát, písmo, zadání, ale také obrázky. Jednotlivá zadání by na sebe měla logicky navazovat, ať dle obtížnosti či rozvíjení jednotlivých znalostí. Je vhodné, aby se střídaly různé typy úloh tak, aby nedošlo k rychlé demotivaci a únavě. Též je důležité zohlednit délku jednotlivých úloh na základě věku žáků (Tymráková et al., 2005).

Pracovní listy spadají pod autodidaktickou vyučovací metodu, která spočívá v tom, že žáci pracují převážně samostatně, učitel pouze kontroluje zadanou práci. Během této práce žáci mohou využívat učebnice, atlasy, určovací klíčem či s elektronickou technikou (Švecová et al., 2000, s. 37).

### **11.1.1 Pracovní list na téma rostlin poskytující povzbuzující účinky**

Obsahový cíl:

- Žák si uvědomuje, jaké rostliny se řadí do rostlinných stimulantů.
- Žák dokáže stručně charakterizovat rostlinné stimulanty.
- Žák zná jednotlivé produkty z daných rostlin, které se u nás prodávají.
- Žák ví, jaká mohou být pozitiva i negativa užívání stimulantů.
- Žák si dokáže chybějící znalosti vyhledat v učebnici či na internetu.

Průběh: pracovní list je vhodné dát žákům po probraní daného tématu a problematiky rostlinných stimulantů. Žák se pokusí vyplnit vše co ví, dále může hledat v učebnicích či na internetu, následuje společná kontrola.

Cílová skupina žáků: pracovní list je vhodný pro žáky na SŠ či gymnáziích.

Počet žáků: možné pro celou třídu, každý může pracovat sám či ve dvojicích.

Pomůcky k práci: vytištěný pracovní list, psací pomůcky, mobil/ počítač.

Délka aktivity: 45 minut.

## Pracovní list na téma rostlinných stimulantů

Řešení pracovního listu je součástí příloh.

Jednotlivé úkoly jsou vždy na nové stránce, kvůli přehlednosti a také kvůli příloze.

### Úkol č. 1

*V osmisměrce najdi rodová jména k vypsaným druhovým jménům vybraných rostlin, které poskytují povzbuzující účinky. Následně je zapiš na vynechaná místa.*

B	D	K	É	R	P	Q	Č	Í	K	A	B	D
B	V	K	R	E	U	O	K	A	B	F	H	K
A	C	B	Í	A	Č	K	K	K	J	J	S	L
C	E	S	M	Í	N	A	G	T	H	N	N	K
I	Q	F	T	X	O	N	J	T	U	R	Í	P
Y	V	J	I	V	K	J	A	O	Í	N	Q	N
C	K	Í	N	V	O	V	Á	K	V	O	A	Í
R	G	Í	F	T	L	C	T	T	A	N	K	K
M	K	S	R	T	O	M	N	Y	I	R	Í	O
V	S	H	T	O	V	K	O	J	L	T	F	K
N	F	T	E	I	N	I	L	U	A	P	T	A
C	N	S	E	C	Í	A	O	M	L	H	S	G
Í	B	V	A	U	K	G	F	S	X	T	N	H

1.	.....	paraguayská
2.	.....	čínský
3.	.....	dvoulaločný
4.	.....	pravý
5.	.....	arabský
6.	.....	zašpičatělý
7.	.....	nápojná



Úkol č. 2

*V jednotlivých větách najdi chybné informace, podtrhni je a napiš nad ně ty správné.*

Sekundární metabolity rostlin jsou anorganické látky, které nezajišťují základní životní funkce rostlin.

Stimulancia, jsou látky, které snižují aktivitu centrální nervové soustavy.

Stimulační účinky má: atropin, theofylin, theobromin a mnoho dalších.

Čajovník je strom, který se pěstuje kvůli jeho plodům.

Jinan dvoulaločný pochází z jihovýchodní Ameriky, vyrábí se z něj tinktury na podporu krevního oběhu.

Kávovník arabský a jeho plod peckovice v sobě ukrývá většinou 4 semena, tzv. kávová zrna.

Úkol č. 3

*Spoj jednotlivé tradiční nápoje nebo produkty s danou rostlinou.*

cesmína paraquayská		Čokoláda.
čajovník čínský		Součást energetických nápojů, dříve se vyskytoval v Coca- Cole.
jinan dvoulaločný		Horký nápoj, známý pod názvem yerba maté, tradičně se popíjí bombillou.
kakaovník pravý		Nápoj, který je nejvíce známý jako guarana, také se přidává do nealkoholických nápojů.
kávovník arabský		Příprava horného nápoje s nejdlejší tradicí, dnes tento nápoj známe jako čaj.
kolovník zašpičatělý		Nejčastěji ve formě tinktur a extraktů na podporu paměti.
paulinie nápojná		Ze zralých zrn se připravuje nápoj káva.

#### Úkol č. 4

*Odpověz na následující otázky.*

1. Co znamená, že rostlina v působení na lidský organismus má stimulující účinky, jaké to jsou?
2. Napiš několik negativních účinků, které mohou tyto rostliny způsobit.
3. Stručně charakterizuj sekundární metabolismus rostlin, v čem se liší od primárního, zároveň uveď alespoň 3 produkty sekundárního metabolismu rostlin.
4. Je možné vybudovat si závislost na rostlinách, které poskytují stimulační účinky?  
ANO  NE
5. Zahrnuje označení stimulancia přírodní i syntetické povzbuzující látky?  
ANO  NE
6. Nápoje s obsahem kofeinu jsou vhodné před spaním.  
ANO  NE

Daný návrh pracovního listu je možný využít při výuce botaniky na čtyřletých gymnáziích po probrání daného tematického celku. Tedy po probrání rostlin semenných, nahosemenných i krytosemenných. Pracovní list je navržen tak, aby daná témata byla připomenuta, včetně důležitých informací, které jsou podstatné. Žáci mohou pracovat samostatně a zjistit, kolik informací si z hodin pamatují. Pokud by byl pracovní list použit před výukou tohoto tématu, mohl by sloužit k prověření jaké znalosti již žáci mají.

## **11.2 Laboratorní práce žáků**

Laboratorní cvičení v poslední době stoupá na oblibě napříč různými předměty. Jedná se o výukovou metodu, která je založena na praxi. Laboratorní práce neslouží pouze k pochopení daného tématu, celkově rozvíjí mnoho schopností žáka, který danou činnost dělá. Zároveň se rozvíjí schopnost pozorovat, samostatnost, ale zároveň i rozvíjejí komunikace se spolužáky během dané práce, celkově se rozvíjí také zručnost. Laboratorní práce mohou být krátkodobé, trvající třeba pouze určitou část hodiny, ale také dlouhodobé, které přetrvávají delší dobu. Existuje více typů laboratorních metod, mezi které se řadí ilustrační typ, který ilustruje již probranou látku z předchozích hodin. Dále aplikační typ, který osvojuje a upevňuje danou teorii, vede k celkovému opakování. Poté existují také laboratorní práce heuristického charakteru, který podporuje bádání a experimentování, které vede k novému poznání (Skalková, 2007, s. 197-198).

Nejčastěji je laboratorní práce v přírodních vědách kvantitativní experiment. Většinou každý žák pracuje sám či ve dvojicích a pracuje svým vlastním tempem, dle vlastních schopností. Žáci postupují dle pracovního návodu a sledují dané jevy a následně zaznamenají zjištěné údaje. Často jako závěr laboratorní práce je odevzdání vypracovaného protokolu z dané činnosti, který obsahuje teoretické zaznamenání pokusu, jeho výsledky a měření a následně závěr (Čapek, 2015, s. 198).

### **11.2.1 Laboratorní práce sublimace kofeinu**

Laboratorní práce založená na izolaci kofeinu a pozorování krystalů kofeinu z přírodních látek. Jedná se o demonstrační pokus, který se provádí v laboratorním prostředí.

Obsahový cíl:

- Žák si dokáže dle postupu připravit potřebné pomůcky a pracovat dle něj.

- Žák pozoruje vzniklé krystaly kofeinu.
- Žák vypracuje protokol.

Průběh: Laboratorní práce probíhá v laboratoři, se všemi nutnými ochrannými pomůckami. Každý žák dostane pracovní postup, podle kterého pracuje a postupně si zaznamenává své poznámky, podle kterých následně vypracuje protokol.

Cílová skupina žáků: Laboratorní cvičení je vhodné pro žáky na čtyřletých gymnáziích.

Počet žáků: Vhodná pro maximálně 15 žáků, pro které jsou většinou laboratoře přizpůsobeny. Také je možná práce ve dvojicích.

Pomůcky: uvedené v následujícím pracovním návodu, základní laboratorní potřeby a mikroskop.

Délka aktivity: Celkově 45 minut na celé zpracování.

Námět na laboratorní cvičení je převzat z: ŠMEJKAL, P. IZOLACE KOFEINU. *STUDIUM CHEMIE* [online]. [cit. 2024-02-28]. Dostupné z: <<https://studiumchemie.cz/experiment/izolace-kofeinu/>>.

Pracovní postup je lehce poupraven tak, aby byl návod co nejjednodušší a je napsaný vlastní teoretický princip, dále jsou k laboratornímu cvičení navrženy doplňující otázky.

### 11.2.2 Pracovní postup k sublimaci kofeinu

Teoretický princip: Sublimace je proces, během kterého hmota dokáže změnit své skupenství z pevného do plynného stavu. Tento proces se běžně stává u organických látek v léčivých rostlinách, což se následně hojně využívá ve farmakologickém průmyslu. Kofein se řadí mezi purinové alkaloidy a přirozeně se vyskytuje například v kávě, čaji či kakau. Kofein dokáže stimulovat centrální nervovou soustavu (Kubienová a Vinter, 2013).

Kofein je bílá, krystalická látka, která se vyznačuje hořkou chutí. Sublimace kofeinu ze vzorků probíhá při teplotě 160-170 °C. Když se kofein dostane do plynného skupenství následně dochází k desublimaci a vytvoří se bílé krystalky, které lze sledovat mikroskopem nebo binokulární lupou (Šmejkal).

Pomůcky: petriho misky, třecí miska s tloučkem, elektrický vaříč, vata, kostky ledu, mikroskop (popřípadě binokulární lupa).

Chemikálie: zrnka kávy, zelený čaj, černý čaj.

Postup:

- 1) Nejprve si připravíme jeden ze vzorků, který si rozetřeme v třecí misce.
- 2) Takto připravený vzorek vložíme do Petriho misky, tu položíme na vařič a začneme zahřívat.
- 3) Na vrch Petriho misky položíme vatou a nahoru ještě led, který to celé bude ochlazovat.
- 4) Celé se to bude zahřívat přibližně 10 minut.
- 5) Po 10 minutách opatrně sundáme led, vatou a následně i vrchní část Petriho misky, na které se nachází jemné krystalky kofeinu.
- 6) Tyto krystalky následně pozorujeme pod mikroskopem či binokulární lupou.

Z celé práce následně žáci vytvoří a odevzdají protokol, který bude obsahovat teoretický úvod, pomůcky a chemikálie které použily, zapíše postup a napíše závěr.

Součástí protokolu budou odpovědi na následující otázky či zpracování zadaného úkolu.

- a) Porovnej krystalky se svým spolužákem, který měl jiný vzorek.
- b) Zakresli krystalky i s daným zvětšením.
- c) Jak vznikly tyto krystalky, k čemu došlo?

Tento návrh laboratorního cvičení je možné využít nejen v biologii, ale také v chemii. Je vhodné, aby žáci při této úloze měli povědomí o kofeinu, jeho základní charakteristice a o tom, kde se nachází. Zároveň dané cvičení obsahuje také teoretický úvod, kde jsou základní informace o metodě, ale také o kofeinu samotném. Toto cvičení přibližuje hlavně chemickou charakteristiku kofeinu.

## **Závěr**

V rámci své bakalářské práce jsem se zabývala rostlinnými stimulanty a jejich účinky, včetně obsahových látek těchto rostlin. Nejprve se práce zabývá obecnou terminologií, sekundárním metabolismem rostlin a pojednává o obsahových látkách rostlin, společně s jejich účinky a výskytem v jednotlivých rostlinách. V této práci jsou také charakterizovány vybraní zástupci rostlinných stimulantů, u kterých je uvedena jejich historie, původ, botanická charakteristika, včetně jejich biologicky aktivních látek, dále jejich využití a popřípadě i zpracování a produkty z nich. Cílem práce bylo především vytvoření přehledu vybraných zástupců a celkově skupiny rostlinných stimulantů. Součástí teoretické části je pojednání o možném vzniku závislosti na rostlinných stimulantech, o které není vysoká informovanost v populaci. Proto je v rámci práce zmíněná, aby byla přiblížena všem čtenářům. Součástí jsou také účinky stimulantů na lidský organismus, které byly jak pozitivní, tak také negativní.

Dále byla provedena stručná analýza vybraných učebnic botaniky pro čtyřletá gymnázia z hlediska informací o rostlinách poskytující povzbuzující účinky na lidský organismus. V rámci analýzy učebnic bylo zjištěno, že množství informací není vysoké, spíše nedostačující. Ve většině nebyly vůbec zmíněny obsahové látky a jejich účinky. V některých případech nebyly součástí ani zástupci skupiny rostlinných stimulantů. Také byl analyzován dokument rámcově vzdělávací program pro gymnázia s ohledem na možnosti, do jakých vzdělávacích oblastí a následně oborů a tematických celků je možné téma rostlinných stimulantů zahrnout v rámci výuky na čtyřletých gymnáziích.

Téma rostlinných stimulantů má mezipředmětové vazby. Jedná se o téma, které může být součástí výuky nejen botaniky, ale také chemie a výchovy ke zdraví, kde v každém ze zmíněných předmětů má své důležité zastoupení vždy z jiného úhlu pohledu.

Práce obsahuje návrh pracovního list a praktického cvičení, které by mohli pomoci učitelům k přiblížení učiva tématu rostlinných stimulantů žákům na čtyřletých gymnáziích. Dále by práce mohla sloužit jako rozšiřující a doplňující učivo v rámci tématu zdraví člověka.

## Seznam použitých informačních zdrojů

- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia - RVP G [online]. Praha: MŠMT, 2021 [cit. 2024-03-22]. Dostupné z:<<https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>>.
- BALOUN, J. *Rostliny způsobující otravy a alergie*. Praha: Avicenum, 1989.
- BENEŠOVÁ, M. *Odmaturuj! z biologie*. Brno: Didaktis, 2013. ISBN 978-80-7358-231-9.
- BURŠÍK, P. cf. *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. - cesmína paraguayská [foto]. 2008. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id77101/>>.
- ČAPEK, R. *Moderní didaktika : lexikon výukových a hodnotících metod* [online]. Vydání 1. Praha: Grada, 2015 [cit. 2024-02-05]. ISBN 978-80-247-9934-6. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/moderni-didaktika-1919/>>.
- DOCHERTY, J. R. A H. A. ALSUFYANI. Pharmacology of drugs used as stimulants. *The Journal of Clinical Pharmacology* [online]. 2021, 61, 53-69. Dostupné z:<<https://doi.org/10.1002/jcph.1918>>. ISSN 0091-2700.
- DOLEŽAL, M. *Farmaceutická chemie léčiv působících na centrální nervový systém* [online]. Vydání 1. Praha: Karolinum, 2013 [cit. 2024-02-01]. ISBN 978-80-246-2407-5. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/farmaceuticka-chemie-leciv-pusobicich-na-centralni-nervovy-system-5366/>>.
- DREHER, J. A L. LANDA. *Psychofarmakoterapie : stručně, jasně, přehledně* [online]. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2017 [cit. 2024-02-14]. ISBN 978-80-271-9722-4. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/psychofarmakoterapie-3098/>>.
- DRUG ENFORCEMENT ADMINISTRATION, U. S. D. O. J. *Drugs of Abuse* [online]. Drug Enforcement Administration, U.S. Department of Justice, 2020 [cit. 2023-11-26]. Dostupné z:<[https://www.dea.gov/sites/default/files/2020-04/Drugs%20of%20Abuse%202020-Web%20Version-508%20compliant-4-24-20\\_0.pdf](https://www.dea.gov/sites/default/files/2020-04/Drugs%20of%20Abuse%202020-Web%20Version-508%20compliant-4-24-20_0.pdf)>.
- DVOŘÁK, O. *Já, droga* [online]. První vydání. Praha: Grada Publishing, 2023 [cit. 2023-10-25]. ISBN 978-80-271-6752-4. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/ja-droga-11229/>>.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, E. *Scientific Opinion on the safety of caffeine*. *EFSA Journal* [online]. 2015, 13 (5). Dostupné z:<<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4102>>. ISSN 1831-4732.



- FISCHER, S. A J. ŠKODA *Sociální patologie : analýza příčin a možnosti ovlivňování závažných sociálně patologických jevů*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2781-3.
- GRULICH, V. THEOBROMA CACAO Aubl. – kakaovník pravý [online]. 2011 [cit. 2024-01-11]. Dostupné z:<<https://botany.cz/cs/theobroma-cacao/>>.
- HANČOVÁ, H., M. VLKOVÁ, P. PTÁČEK A P. KANTOREK *Biologie v kostce : pro střední školy : [obecná biologie, botanika, zoologie, biologie člověka, genetika, ekologie]*. Praha: Fragment, 2008. ISBN 978-80-253-0606-2.
- HLAVA, B. A P. VALÍČEK *Rostliny proti únavě a stresu*. Praha: Brázda : zemědělské nakladatelství, 1992. ISBN 80-209-0223-6.
- HOSÁK, L., H. MICHAL A A. KOL. LIBIGER JAN. *Psychiatrie a pedopsychiatrie* [online]. 1. elektronické vydání. Karolinum, 2015 [cit. 2024-02-08]. ISBN 978-80-246-3011-3. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/psychiatrie-a-pedopsychiatrie-5593/>>.
- HOSKOVEC, L. GINKGO BILOBA L. – jinan dvoulaločný / ginko dvojlaločné. 2007, [cit. 2024-01-26]. Dostupné z:<<https://botany.cz/cs/ginkgo-biloba/>>.
- JAHODÁŘ, L. *Rostliny způsobující otravy*. Praha: Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-4050-1.
- JELÍNEK, J. A V. ZICHÁČEK *Biologie pro gymnázia : (teoretická a praktická část)*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc s.r.o., 2021. ISBN 978-80-7182-345-2.
- KALINA, K. *Klinická adiktologie* [online]. Vydání 1. Praha: Grada Publishing, 2015 [cit. 2024-01-25]. ISBN 978-80-247-9791-5. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/klinicka-adiktologie-2141/>>.
- KESL, M. *Theobroma cacao L. - kakaovník pravý* [foto]. 2005. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id12959/>>.
- KESL, M. *Camellia sinensis (L.) Kuntze - čajovník čínský* [foto]. 2009. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id80459/>>.
- KINCL, L., M. KINCL A J. JAKRLOVÁ *Biologie rostlin : pro 1. ročník gymnázií*. Praha: Fortuna, 2006. ISBN 80-7168-947-5.
- KUBÁT, K., T. KALINA, J. KOVÁČ, D. KUBÁTOVÁ, a kol. *Botanika*. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-7183-266-9.

- KUBIENOVÁ, L. A V. VINTER. Experimenty pro přírodovědné kroužky na téma: Rostliny, léčivé látky, drogy [online]. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci - Přírodovědecká fakulta 2013 [cit. 2024-02-28]. ISBN 978-80-244-3619-7. Dostupné z:<[http://www.priroda21.upol.cz/docs/Experimenty\\_pro\\_prirodovedne\\_krouzky\\_na\\_tema\\_rostliny\\_lecive\\_latky\\_drogy.pdf](http://www.priroda21.upol.cz/docs/Experimenty_pro_prirodovedne_krouzky_na_tema_rostliny_lecive_latky_drogy.pdf)>.
- LUŠTINEC, J. A V. ŽÁRSKÝ *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN 80-246-0563-5.
- MANN, J. A J. ŠATAVOVÁ *Jedy, drogy, léky*. Praha: Academia, 1996. ISBN 80-200-0508-0.
- MELNIK, M., O. SPRUSANSKY A P. MUSIL. Bio-Medical Aspects of Purine Alkaloids. *Advances in Biological Chemistry* [online]. 2014, 4. Dostupné z:<DOI:10.4236/abc.2014.44033>. ISSN 2162-2191.
- MLADÁ, J. A F. PROCHÁZKA *Atlas cizokrajných rostlin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987.
- MORAVCOVÁ, J. Biologicky aktivní přírodní látky [online]. Praha VŠCHT: 2005. Dostupné z:<<https://www.yumpu.com/xx/document/view/23052933/pomucka-biologicky-aktivni-prirodni-latky>>.
- MUSILOVÁ, L., O. UHLÍK, M. MACKOVÁ A T. MACEK. Úloha sekundárních metabolitů rostlin v bakteriální degradaci organických xenobiotik 2012, 106 (11), [cit. 2024-01-08], 1029-1033. Dostupné z:<[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012\\_11\\_1029-1033.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_11_1029-1033.pdf)>.
- NOVÁK, I. Ginkgo biloba L. - jinan dvoulaločný [foto]. 2019. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id380569/>>.
- OGAWA, N. A H. UEKI. Clinical importance of caffeine dependence and abuse. *Psychiatry and Clinical Neurosciences* [online]. 2007, 61 (3), 263-268. Dostupné z:<<https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.2007.01652.x>>. ISSN 1323-1316.
- OPLETAL, L. *Přírodní látky a jejich biologická aktivita. Svazek 3, Nutraceutika : sekundární metabolity rostlin*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-2084-8.
- PAVLOVÁ, L. *Fyziologie rostlin*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0985-1.
- POLÍVKA, F. A V. VĚTVIČKA *Užitkové a pamětihodné rostliny cizích zemí*. Praha: Volvox Globator, 1996. ISBN 80-7207-025-8.

SKALKOVÁ, J. Obecná didaktika 2., rozšířené a aktualizované vydání [online]. 1. elektronické vydání. Grada, 2007 [cit. 2024-02-26]. ISBN 978-80-247-6981-3. Dostupné z:<<https://www.bookport.cz/kniha/obecna-didaktika-109/>>.

SPIPKOVÁ, J., J. MARTIN, T. SIATKA, L. TŮMOVÁ, a kol. *Farmakognozie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3264-3.

STANĚK, J. *Alkaloidy*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1957.

STARR, F. K. Theobroma cacao L. - kakaovník pravý [foto]. 2002. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id50439/>>.

STARR, F. K. Coffea arabica L. - kávovník arabský [foto]. 2007. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id54717/?taxonid=62290&type=1>>.

ŠÍMA, P. *Biologie pro 1. ročník gymnázií*. Praha: Eduko, 2022.

ŠMEJKAL, P. IZOLACE KOFEINU. *STUDIUM CHEMIE* [online]. [cit. 2024-02-28]. Dostupné z:<<https://studiumchemie.cz/experiment/izolace-kofeinu/>>.

ŠVECOVÁ, M., V. ČÍŽKOVÁ, I. RŮŽKOVÁ A J. STOKLASA *Cvičení z didaktiky biologie. I*. Praha: Karolinum, 2000. ISBN 80-246-0000-5.

TYMRÁKOVÁ, I., H. JEDLIČKOVÁ A L. HRADILOVÁ. Pracovní list a tvorba pracovního listu pro přírodovědné vzdělávání. In *Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktik přírodovědných polnohospodářských a příbuzných oborov*. Nitra: Přírodovědec č. 171, 2005, s. 104-110. ISBN 80-8050-848-8.

VALÍČEK, P., J. ARCIMOVIČOVÁ, V. HORÁK, M. VANĚČEK, a kol. *Rostlinné omamné drogy*. Benešov: Start, 2000. ISBN 80-86231-09-7.

VERPOORTE, R. Secondary metabolism [online]. Springer, 2000 [cit. 2024-03-04]. ISBN 978-94-015-9423-3. Dostupné z:<[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-9423-3\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-9423-3_1)>.

ZÁBRANSKÝ, T. *Drogová epidemiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. ISBN 80-244-0709-4.

ZÁVESKÝ, L. Kávovník - od kávy k evoluci. *Nová botanika* [online]. 2022, 5 (2), [cit. 2024-01-11], 40-41. Dostupné z:<<https://play.google.com/books/reader?id=Wo2aEAAAQBAJ&pg=GBS.PA1&hl=cs>>.

## Seznam zdrojů obrázků

- BURŠÍK, P. cf. *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. - cesmína paraguayská [foto]. 2008. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id77101/>>.
- FORTIS, A. Guarana [foto]. 2006. V: Wikimedia commons [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guaran%C3%A1\\_06.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Guaran%C3%A1_06.jpg)>.
- KESL, M. *Theobroma cacao* L. - kakaovník pravý [foto]. 2005. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id12959/>>.
- KESL, M. *Camellia sinensis* (L.) Kuntze - čajovník čínský [foto]. 2009. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id80459/>>.
- NOVÁK, I. *Ginkgo biloba* L. - jinan dvoulaločný [foto]. 2019. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id380569/>>.
- STARR, F. K. *Theobroma cacao* L. - kakaovník pravý [foto]. 2002. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/image/id50439/>>.
- STARR, F. K. *Coffea arabica* L. - kávovník arabský [foto]. 2007. V: BioLib.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id54717/?taxonid=62290&type=1>>.
- ZIKÁN, V. Kolovník zašpičatělý (*Cola acuminata*) [foto]. 2019. V: Afrikaonline.cz [online]. [cit. 2024-03-01], Dostupné z:<<https://www.afrikaonline.cz/kolovnik-zaspicateley/>>.

## Seznam příloh

Příloha 1 – Řešení pracovního listu

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - ornithin.....	12
Obrázek 2 - lysin .....	12
Obrázek 3 - tryptofan.....	12
Obrázek 4 - kofein .....	20
Obrázek 5 - theofylin.....	20
Obrázek 6 - theobromin.....	20
Obrázek 7 - cesmína paraguayská .....	25
Obrázek 8 - čajovník čínský .....	27
Obrázek 9 - jinan dvoulaločný.....	28
Obrázek 10 - kakaovník pravý .....	29
Obrázek 11 - plod kakaovníku pravého.....	30
Obrázek 12 - kávovník arabský .....	32
Obrázek 13 - kolovník zašpičatělý .....	33
Obrázek 14 - paulinie nápojná.....	34

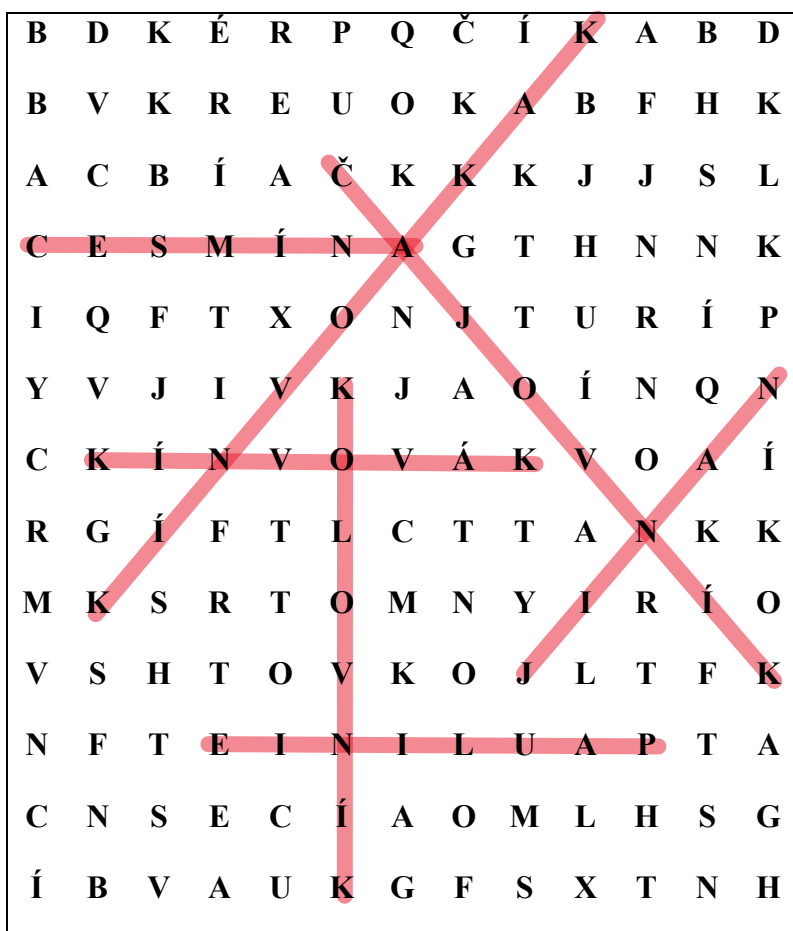
## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Zástupci stimulačních rostlin .....	22
Tabulka 2 – Zastoupení učiva rostlinných stimulantů v učebnicích .....	41

## Příloha 1 - řešení pracovního listu

### Úkol č. 1

V osmisměrce najdi rodová jména k vypsáným druhovým jménům vybraných rostlin, které poskytují povzbuzující účinky. Následně je zapiš na vynechaná místa.



1. cesmína.....  
paraguayská
2. čajovník.....  
čínský
3. jinan.....  
dvoulaločný
4. kakaovník.....  
pravý
5. kávovník.....  
arabský
6. kolovník.....  
zašpičatělý
7. paulinie.....  
nápojná

Úkol č. 2

*V jednotlivých větách najdi chybné informace, podtrhni je a napiš nad ně ty správné.*

organické

Sekundární metabolity rostlin jsou anorganické látky, které nezajišťují základní životní funkce rostlin.

zvyšují

Stimulancia, jsou látky, které snižují aktivitu centrální nervové soustavy.

kofein

Stimulační účinky má: atropin, theofylin, theobromin a mnoho dalších.

keř

listům

Čajovník je strom, který se pěstuje kvůli jeho plodům.

Číny

Jinan dvouletý pochází z jihovýchodní Ameriky, vyrábí se z něj tinktury na podporu krevního oběhu.

2

Kávovník arabský a jeho plod peckovice v sobě ukrývá většinou 4 semena, tzv. kávová zrna.

Úkol č. 3

*Spoj jednotlivé tradiční nápoje nebo produkty s danou rostlinou.*

cesmína paraquayská		Čokoláda.
čajovník čínský		Součást energetických nápojů, dříve se vyskytoval v Coca- Cole.
jinan dvoulaločný		Horký nápoj, známý pod názvem yerba maté, tradičně se popíjí bombillou.
kakaovník pravý		Nápoj, který je nejvíce známý jako guarana, také se přidává do nealkoholických nápojů.
kávovník arabský		Příprava horného nápoje s nejdlejší tradicí, dnes tento nápoj známe jako čaj.
kolovník zašpičatělý		Nejčastěji ve formě tinktur a extraktů na podporu paměti.
paulinie nápojná		Ze zralých zrn se připravuje nápoj káva.



#### Úkol č. 4

*Odpověz na následující otázky.*

1. Co znamená, že rostlina v působení na lidský organismus má stimulující účinky, jaké to jsou?  
Stimulující účinky se vyznačují tím, že snižují únavu jak fyzickou, tak psychickou. Navyšují energii, mohou působit euforicky a potlačují chuť k jídlu. Celkově dochází k povzbuzení centrální nervové soustavy a také dýchací soustavy.
2. Napiš několik negativních účinků, které mohou tyto rostliny způsobit.  
Mohou způsobit svalový třes, závratě, bolest hlavy, srdeční arytmii, zvracení, pocení, zvyšuje krevní tlak. Též může dojít k nespavosti a neklidu.
3. Stručně charakterizuj sekundární metabolismus rostlin, v čem se liší od primárního, zároveň uveď alespoň 3 produkty sekundárního metabolismu rostlin.  
Sekundární metabolismus rostlin produkuje sekundární metabolity, které nezajišťují základní funkce rostliny, primární metabolismus rostlin přeměňuje základní sloučeniny  
- např. alkaloidy, glykosidy, silice
4. Je možné vybudovat si závislost na rostlinách, které poskytují stimulační účinky?  
ANO  NE
5. Zahrnuje označení stimulancia přírodní i syntetické povzbuzující látky?  
ANO  NE
6. Nápoje s obsahem kofeinu jsou vhodné před spaním.  
ANO  NE