

ROSTLINNÉ ALKALOIDY

Učební text pro 9. ročníky ZŠ nebo odpovídající ročník nižšího gymnázia

Eva Větrovská

1. verze

Praha 2016

1. Obsah

Obsah	2
Předmluva	3
Úvod	4
Rozdělení rostlinných alkaloidů	4
Pravé alkaloidy	6
1. Atropin	6
2. Kokain	7
3. Nikotin	9
4. Piperin	10
Protoalkaloidy	12
1. Efedrin	12
2. Meskalin	14
3. Kapsaicin	15
4. Papaverin	18
5. Morfin	18
Pseudoalkaloidy	20
1. Kofein	20
2. Theobromin	22
Použitá literatura	23

Předmluva

Vážení čtenáři,

Dostává se Vám do rukou soubor učebních textů zaměřených na rostlinné alkaloidy. Jsou zde vybrány alkaloidy, které mají dle mého osobního názoru pozoruhodné vlastnosti a také široké použití ať už v lékařství či potravinářství. Také jsou zde uvedeny alkaloidy, které si sebou nesou určitá úskalí při jejich zneužívání v sociálně-kulturní rovině.

Tento soubor má za cíl rozšířit výuku rostlinných alkaloidů na základních školách a odpovídajících ročnících nižšího gymnázia. Primárně je určen pro žáky, ale je také vhodným materiálem pro učitele, ať už pro přípravu výuky nebo i při výuce samotné. Soubor je strukturován do logických celků. Úvod je věnován vysvětlení problematiky rostlinných alkaloidů a jejich rozdělení. Ve větší části textu je pozornost věnována typickým zástupcům a jejich detailnějším popisům.

Pro názornost jsou texty doplněny fotografiemi a obrázky. Zvědaví čtenáři naleznou doplňující informace v postranní liště.

Pevně věřím, že učební text usnadní učitelům přípravu na vyučování a bude žáky motivovat.

Eva Větrovská

2. Úvod

Rostlinné alkaloidy jsou přírodní látky obsažené v mnoha druzích vyšších rostlin, méně často i v nižších rostlinách či houbách. Z biologického hlediska zastávají v rostlinách převážně funkci obrannou nebo jsou zásobárnou dusíku pro rostlinu či se jedná o odpadní látky metabolismu rostlin. Z chemického hlediska je jedná o dusíkaté heterocykly, kde dusík je do molekuly dodáván různými způsoby, nejčastěji je však odvozen z jednoduchých aminokyselin. Často se jedná o bezbarvé krystalické látky, což ale také není pravidlem.

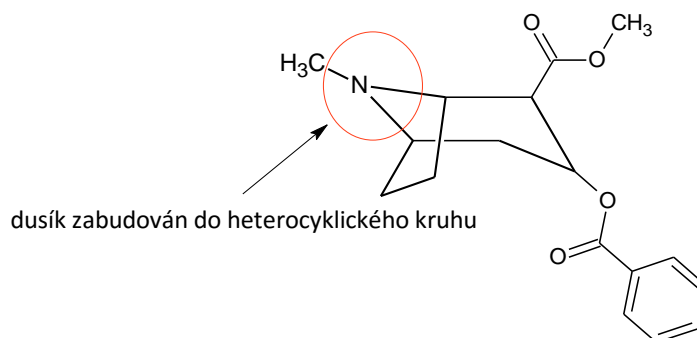
V současné době je známo přes 10 000 alkaloidů a nové se stále objevují. V běžném každodenním životě mají pro lidstvo nezastupitelný význam ať už v lékařství či v potravinářství. Někteří zástupci si ale s sebou nesou vysoké riziko zneužívání a možné otravy organismu při jeho požití.

3. Rozdělení rostlinných alkaloidů

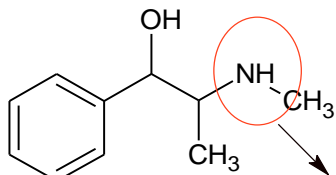
Velice často se v literatuře setkáváme s rozdělením dle účinku na lidský organismus. V takovém případě naleznete alkaloidy stimulující, halucinogenní, opiátové či „legální“ alkaloidy. Pro práci žáků 9. tříd ZŠ a odpovídajících ročníků nižšího gymnázia je toto rozdělení z hlediska pochopení účinku dostatečný, zvláště pak pro přípravu a následné zpracování různých projektů. Ale pro lepší pochopení struktur alkaloidů a jejich řazení je vhodné uvést právě rozdělení dle jejich vzniku.

Dle chemické struktury a způsobu vzniku alkaloidů v rostlině rozlišujeme alkaloidy:

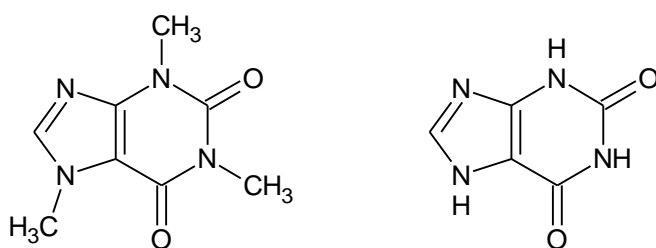
1. Právě alkaloidy – zahrnují dusíkaté heterocyklické báze, které jsou odvozené od aminokyselin.
2. Protoalkaloidy – zahrnují také alkaloidy odvozené od aminokyselin, ale jejich dusík se nenachází v heterocyklickém kruhu ale v postranním řetězci.
3. Pseudoalkaloidy – mezi významné pseudoalkaloidy patří purinové alkaloidy, jejichž chemická struktura je odvozena od xanthinu.



Chemická struktura pravých alkaloidů (kokain)



Chemická struktura protoalkaloidů (efedrin)



Chemická struktura pseudoalkaloidů

kofein - vlevo, chemická struktura

xanthinu - vpravo

Pravé alkaloidy

Pro pravé alkaloidy jsou charakteristické dusíkaté heterocyklické sloučeniny, které vznikly z aminokyselin (ornithin, tryptofan, aj.). Mezi známé pravé alkaloidy patří například atropin, skopolamin, kokain, nikotin, arekolin, piperin a ergometrin. Výběr těch nejběžnějších a nejznámějších je popsán níže.

1. Atropin

Výskyt

Atropin je alkaloid, který se nejčastěji vyskytuje v rulíku zlomocném (*Atropa belladonna*). Jeho přeměna probíhá převážně v játrech a metabolizované produkty se spolu s částí atropinu vylučují ledvinami. Právě přibližně 30-50% atropinu se v těle nepřemění a vyloučí se nezměněn. V těle se atropin nejlépe vstřebává přes trávicí soustavu, i když byly prokázány otravy i vdechnutím při kouření rulíkových listů.



Rulík zlomocný (web 1)

Účinky

Atropin má silné účinky na žlázy s vnější sekrecí, kdy jejich činnost tlumí tak, že člověk se přestane potit, což může vyvolat zvýšení vnitřní teploty těla bez možnosti vyrovnání této teploty pocením. Zvýšení vnitřní teploty těla má za následek horečku a přehřátí. Pokud se člověku včas nedostane ochlazení, dochází k poruchám mozku, krevního oběhu, ledvin a dalších životně důležitých funkcí. Při požití nízkých dávek (do 5mg) vyvolává atropin bolesti hlavy, poruchy řeči a zadržování moči v močovém měchýři tak, že člověk nemá možnost zcela vyprázdnit močový měchýř. Následuje i zácpa.

Název *belladonna* pravděpodobně vznikl tak, že dříve si italské dívky vkapávaly atropinovou tinkturu do očí, což jim rozšiřovalo zornice. Byly přesvědčené, že tzv. zasněný pohled je pro muže přitažlivý.



Efekt *belladonna* (web 2)

Použití v lékařství

Střední dávky atropinu (0,5-2mg) způsobují sucho v ústech, snížení a následné rychlé zvýšení srdeční činnosti a zhoršení zraku. Vysoké dávky atropinu dochází už k výrazným poruchám zraku a ke zrakovým i sluchovým nepříjemným halucinacím. Pokožka na těle většinou zčervená a následuje bezvědomí, selhání dechu a smrt.

2. Kokain

Výskyt

Alkaloid kokain se izoluje z jihoamerického kokainovníku pravého (*Erythroxylon coca*). Právě Jižní Amerika, převážně Peru a v Bolívii je největším vývozcem kokainu na světě.



Kokainovník pravý (web 3)

Účinky

Účinky kokainu závisí na způsobu užívání i na velikosti dávky. Při žvýkání listů člověk ztrácí pocit hladu a žízně, ale při užití krystalického kokainu přichází svalový třes, slabost a celková únava. Až při opakovaném užívání krystalické formy se dostavuje pocit síly, zvýšení sebedůvěry a euforie.

Kokain způsobuje hlavně psychickou závislost.

Kokain se užívá v několika formách, např. rolníci v Jižní Americe žvýkají kokové listy, čímž zahánějí hlad a snižují svou únavu. Zbytek světa zná spíše upravenou o formu kokainu do bílého prášku, který se buď šňupe nebo rozpuštěný vpichuje rovnou do žíly.



Žvýkání koky Bolívii (web 4)

Při předávkováním kokainu je otrávenému člověku špatně, nastane u něj celkové slabost a nevolnost, cítí úzkost, rozšíří se mu zornice a zvýší srdeční tep. Intoxikovaný je zmatený, má halucinace a ztrácí paměť. Později se objeví křeče celého těla a následuje bezvědomí, ochrnutí dýchacích svalů a smrt. Smrtelná dávka se udává 1g čistého kokainu per os, tedy ústy. Přesto byla pozorována smrt i při čtvrtinové dávce.

Při častém užívání kokainu přes nosní sliznici, tzv. šňupáním, dochází k deformaci nosní přepážky, protože kokain způsobuje špatné prokrvování sliznice.

Použití v lékařství

Kokain byl použit jako první moderní anestetikum při operaci oka na konci 19. století. Dnes se jako anestetikum používá v zubním lékařství. V alternativní medicíně si

Historie kokainu v nápojích

Krátce po první izolaci kokainu, korsický obchodník Angelo Mariani, přivedl roku 1883 na trh první víno na bázi koky. Později bylo zjištěno, že jedna sklenice (0,2 l) obsahovala mezi 35-70mg kokainu. Po víně to byl Marianiho čaj až s osminásobkem kokainu oproti vínu!



Marianiho víno (web 5)

Ve Spojených státech to byl zase John Stythem Pemberton, který představil nápoj obsahující kokain, kofein a extrakt z kola ořechů, nasycený oxidem uhličitým pod známým názvem Coca-Cola. Kokain byl součástí tohoto nápoje až do roku 1903.



Logo Coca Coly r. 1902 (web 6)

3. Nikotin

Výskyt

Nikotin je kapalný alkaloid a silný jed, který je součástí rostlin rodu *Nicotiana*, především druhu tabáku virginského (*Nicotiana tabacum*).



Tabák virginský (web 7)

Účinky

Nikotin vyvolává aktivaci nikotinových receptorů v mozku a zvyšuje tím bdělost a snižuje dráždivost a agresivitu. Dále vyvolává v kosterních svalech jemný svalový třes. V trávicím ústrojí podporuje peristaltiku střev, zvyšuje sekreci slin i trávicích šťáv. Tento účinek však má pouze krátkodobý charakter.

Při častém a opakovaném užívání nikotinu vzniká návyk.

V případě akutní otravy nikotinem dochází k nevolnosti, zvracení a svalovým křečím. Následuje ochrnutí dýchacího svalstva a smrt. Za smrtelnou dávku se považuje 50 mg nikotinu a otrava může nastat několika způsoby:

1. Může dojít k předávkování vykouřením velkého množství tabákových výrobků.
2. Při zpracování tabákových výrobků dojde k otravě přes kožní sliznici. Nikotin se totiž velice dobře vstřebává kůží.

Díky Jeanu Nicotovi, který se spolu s Kolumbem vrátil roku 1559 z Ameriky, se poprvé dostal do Evropy i tabák virginský. Používal se v sušené formě určené ke šňupání.



Kolumbo-va loď (web 9)



Doutníky – tabákový výrobek (web 8)

Použití v lékařství

V posledních letech se diskutuje o možnosti využití nikotinu při léčbě nebo zmírnění příznaku Alzheimerovy choroby. Dnes se jím běžně napouštějí náplasti nebo jsou součástí různých žvýkaček, které mají pomoci při odvykání kouření.



Nikotinové žvýkačky (web 10)

4. Piperin

Výskyt

Alkaloid piperin je součástí černého pepře (*Piper nigrum*) a pepře dlouhého (*Piper longum*) a je zodpovědný za jeho ostrou příchuť.



Pepř černý (web 11)

Účinky

Piperin stimuluje centrální nervovou soustavu a umožňuje lepší vstřebávání a využití dalších složek z potravy jako jsou beta-karoten, kurkumin, aminokyseliny a glukóza. Nicméně při vyšších koncentracích může poškodit tkáň jazyka, snížit krevní tlak i rychlost dýchání

Použití v lékařství

Piperin se používá při léčení zánětů, zmírňuje bolest, zmírňuje projevy astmatu a zlepšuje trávení. Vyskytuje se v léčivech snižující plynatost a žaludeční nevolnost. V přípravcích určených sportovcům je účinná jako látka umožňující lepší absorpci vitamínů a minerálních látek.



Černý pepř (web 12)

Plody pepře se v tradiční indické medicíně používá ke stimulaci trávení a metabolismu. Působí močopudně, ulehčuje odkašlávání a je považován za přírodní afrodiziakum. Některé druhy pepře údajně zabraňují rozčilení.

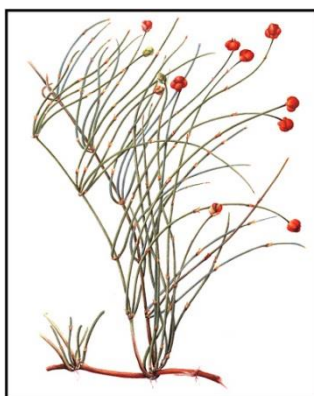
Protoalkaloidy

Na rozdíl od pravých alkaloidů není dusík v molekule protoalkaloidu zabudován do heterocyklického kruhu, ale do postranního řetězce. Mezi významné protoalkaloidy patří efedrin, meskalin, kapsaicin, papaverin, morfin, kodein a tubokurarin. Opět jsou níže popsána některá ze jmenovaných.

1. Efedrin

Výskyt

Efedrin byl poprvé získán z čínské rostliny Ma-Huang, která je dnes známá jako chvojník čínský (*Efedra sinica*). Efedrin je ale také i hlavní složkou chvojníku obecného (*Efedra vulgaris*). Vedlejším alkaloidem v těchto rostlinách je pseudoefedrin.



Chvojník čínský (web 13)

Účinky

Od chvíle, co byl efedrin poprvé syntetizován (r. 1855) uplynulo přibližně 75 let, než byly objeveny jeho účinky na lidský organismus. Jeho účinky byly zpočátku srovnávány s účinky adrenalinu.

Užitím efedrinu se člověk dostane do stavu euforie, ale je zde tenká hranice k předávkování, které se projevuje zrychlením srdeční činnosti, psychózou a celkovým svalovým třesem. Poté může následovat infarkt myokardu nebo cévní mozková příhoda, tzv. mrtvice. Projevy při častém až chronickém užívání efedrinu jsou nespavost, ztráta paměti a poškození nervů.

Použití v lékařství

Efedrin byl používán hlavně v tradiční čínské medicíně k léčbě astmatu a bronchitidy. I v naší medicíně je součástí léčiv k léčbě těchto onemocnění.

Dále je v lécách na podporu hubnutí a společně s kofeinem a aspirinem se používá ve formě tablet jako doplněk ke stravě v kulturistice. Tato kombinace má zajistit lepší spalování tuků. V Českém antidopingovém výboru a Státním ústavem pro kontrolu léčiv je efedrin v těchto tabletách zakázáný.



Efedrin v tabletách (web 14)

Mnoho druhů chvojníků pochází ze středomořských, středoasijských a východoasijských oblastí. Dnes se ale vyskytují i v Andách, USA a Mexiku. V Čechách je najdeme pouze v okrasných zahradách.

Ve všech oblastech výskytu se z chvojníku vyráběl čaj, který měl pozitivní účinky na léčbu astmatu a senné rýmy. Nicméně čaje byly vhodné i na celkové posílení organismu.



Chvojník čínský (web 15)

2. Meskalin

Výskyt

Jedním z hlavních alkaloidů izolovaných ze šťávy mexických kaktusů peyotl (rodu *Anhalonium*) je právě meskalin. Alkaloid ve formě bílé krystalické látky se připravuje rozkrájením a následným usušením z nadzemní části kaktusu.



Kaktus peyotl (web 16)

Účinky

Požití tohoto alkaloidu znamená, že velká část, až 70 % se nezměněn vyloučí močí. Zbytek se v metabolismu přemění. Otrava se projevuje bolestmi hlavy, závratěmi a třesem. Dochází ke zvýšení krevního tlaku i tělesné teploty. Po 2-4 hodinách po požití následují zrakové halucinace a teprve po dalších 6 hodinách přichází únava a spánek.

Použití v lékařství

Meskalin je známý halucinogen a v psychiatrickém lékařství je používán k vyvolání modelových psychóz. To slouží ke zjištění způsobu léčby přirozeně se projevující psychózy.

3. Kapsaicin

Výskyt

V paprikách rodu *Capsaicum* z čeledi *Solanaceae* je hlavním alkaloidem právě kapsaicin. Tento alkaloid je zodpovědný za pálivou chuť těchto paprik. Kapsaicin spolu s jeho deriváty se hromadně nazývají kapsacinoidy a představují přibližně 90% kapsacinoidů v chilli papričkách.



Paprika roční (web 17)

Účinky

Kapsaicin spolu s jeho deriváty dráždí u všech obratlovců především nervová zakončení se specifickými kapsacinoidními receptory. Většina nervových vláken s těmito receptory vedou do mozkových oblastí, které vnímají pálení, teplo a bolest. Proto je základním projevem kapsaicinu pálení především v ústech, ale i na jiných sliznicích, např. oko, nos nebo kůže. Aktivace kapsacinoidních receptorů je pouze přechodná, proto po čase pocit pálení i bolesti ustává.

Alkaloid zvyšuje rychlost metabolismu, čehož se využívá při redukci váhy. Běžné dávky kapsaicinu celkově podporují tělesné funkce a výkonnost. Také podporuje průtok krve trávicí soustavou, především v žaludku a střevech, znemožňuje růst nežádoucí bakterie *Helicobacter pylori* v žaludku a přispívá k vytvoření ochranného žaludečního hlenu, který působí preventivně proti vzniku tzv. žaludečního vředu. Kapsaicin má také podobný vliv na oběhovou soustavu jako krátké aerobní cvičení.

Kapsaicin je látka lipofilní, takže zahánění pálivosti v ústech vodou nebude mít žádný účinek. Proto se někdy používá tvrdý alkohol nebo i mechanické odstraňování pálivosti – pojídání chleba.

Použití v lékařství

Jak již bylo zmíněno výše, tak kapsaicin napomáhá vzniku žaludečního hleny. Toho se využívá i v léčích. Stejně tak je součástí léků na podporu hubnutí a používá se při léčbě obezity. Často je také využíván jako lokální analgetikum při pooperačních bolestech.

V různých druzích krémů i napuštěných náplastí se kapsaicin využívá k léčbě chronických lokálních bolestí (bolesti svalů a kloubů)



Carolina Reaper – nejpálivější paprička světa (web 18)

SCOVILLEHO STUPNICE

Tato stupnice měří pálivost papriček. Danému množství kapsaicinu v papričkách odpovídá počet jednotek pálivosti (Scoville heat units . SHU). Základem je roztok z paprik, cukru a vody, který je následně ochutnáván dobrovolníky a měří se čas, dokud nezmezí pálivost. Tento test pálivosti byl poměrně subjektivní, dnes je již překonán chromatografickými metodami. Přesto se ještě dnes můžeme s touto jednotkou setkat.

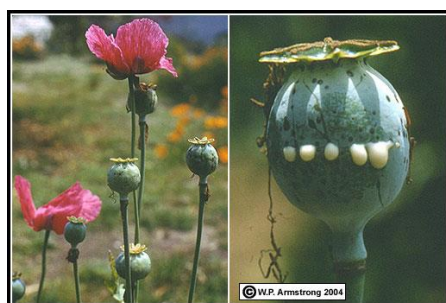
100% kapsaicin má 16 miliónů SHU jednotek a nejpálivější paprička známá jako Carolina Reaper má hodnotu 1,5 – 2,2 miliónů SHU a drží tak rekord v pálivosti od roku 2013.

Opium

Opium je bílý latex, který se získává řezem z nezralých makovic máku setého (*Papaver somniferum*). Tento latex na vzduchu rychle koaguluje a hnědne a je zpracován do nepravidelné hmoty, která je nazývána indické opium.



Mák setý (web 19)



Získávání surového opia naříznutím nezralých makovic máku setého (web 20)

Současným největším dodavatelem opia je Indie, avšak i země jakou jsou Turecko, Írán, Egypt nebo Čína dokáží opium vyrábět ve větším množství.

Samotné opiu obsahuje až na 30 různých rostlinných alkaloidů, z nichž největší zastoupení má morfin (až 10%), následuje narkotin (6%) a papaverin (0,8%).

Již v 16. Století se používali opiové tinktury, známé jako laudanum, jako látku účinnou proti bolesti. Dnes jsou také známé opiové tinktury, které obsahují 1% morfinu získaného z opia.



*Opiová tinktura
Laudanum
(web 21)*

4. Papaverin

Výskyt

Jak již bylo zmíněno, tak v surovém opiu z máku setého je přibližně 0,8% alkaloidu papaverinu.



Nezralé makovice máku setého (web 22)

Účinky

Užití alkaloidu papaverinu může vést ke vzniku srdeční arytmie a ke snížení krevního tlaku. Otrava papaverinem se projevuje bolestmi hlavy, závratěmi, nadměrným pocením a zácpou. Alkaloid nemá narkotický účinek a nepůsobí na dýchací centrum.

Použití v lékařství

Derivát alkaloidu papaverinu způsobuje relaxaci hladkého svalstva, a proto se používá jako účinná látka při léčbě střevních, žlučových, ledvinových kolik a střevních průjmeh.

5. Morfin

Výskyt

Opět se jedná o alkaloid obsažený v opiu máku setého. A podle zralosti či nezralosti makovic, jejich odrůd, vodnímu režimu rostliny či dostatku minerálních látek a živin se v surovém opiu vyskytuje morfin od 2,7% až po 20%.

Účinky

Morfin je silné analgetikum, to znamená, že velice dobře tlumí bolest. Ale protože se jedná o alkaloid s narkotickými účinky, tak spolu s tlumením bolesti přichází stav euforie a utlumením činnosti dýchacího centra. Morfin zvyšuje střevní napětí, zpomaluje srdeční činnost a zužuje zornice. Při prvních dávkách dochází k častému zvracení, ale při opakovaném užívání žaludeční problémy ustávají.

Při předávkování morfinem dochází k selhání dechového centra, až nakonec dýchací cesty selžou úplně a nastává smrt.

Na morfin velice rychle vzniká závislost.

Použití v lékařství

V lékařské praxi je morfin používán jako narkotické analgetikum. Velice dobře tlumí bolest a potlačuje i psychickou a emotivní reakci na bolest. Snadno na něj vzniká závislost, a proto se používá především pacientům v posledních fázích rakovinných onemocnění nebo v případech, kdy už pacientovi pouze „odlehčuje od bolesti“, tedy u pacientů nevyléčitelných.



Síran morfinu pro injekční podání (web 23)

Heroin

Heroin je derivát morfinu, který byl poprvé vyroben v 90. letech 19. st. v německé farmaceutické firmě Bayer pány H. Dreserem a F. Hoffmanem. Tato látka měla být lepší náhražkou původního morfinu a jeho analgetický účinek měl nastupovat rychleji. Přitom měl být šetrnější k žaludeční sliznici a neměl by tak vyvolávat zvracení. Na začátku 20. století byl heroin volně prodáván jako léčivo vhodné při dýchacích onemocnění, ale i při různých pohlavních a psychiatrických problémech. Také byl používán jako přípravek pro odvykání závislosti na morfinu.

Později se zjistilo, že návyk na heroin vzniká mnohem rychleji než na morfin a jeho účinek je silnější, tak byl v mnoha státech zakázán a definován jako návyková látka. Přesto je ještě v některých státech povolen a na předpis je používán jako léčivo nesnesitelných bolestí. Přesto je ještě v některých státech povolen a na předpis je používán jako léčivo nesnesitelných bolestí.



Lahvička heroinu od firmy Bayer (web 24)

Pseudoalkaloidy

Chemická struktura pseudoalkaloidů je odvozena od kyseliny mevalonové, ne od aminokyselin, jak tomu bylo u pravých alkaloidů a protoalkaloidů. Níže jsou popsány dva nejvýznamnější zástupci: kofein a theobromin.

1. Kofein

Výskyt

Kofein je alkaloid rostlin, které se běžně používají v potravinářství. Jako příklad uvedeme v kávovník arabský (*Coffea arabica*), v čajovník čínský (*Thea sinensis*) nebo kolu pravou (*Cola vera*) či v méně známé paulinii nápojně (*Paullinia cupana*), jejíž semena s vysokým obsahem kofeinu jsou známá jako guarana.



Čajovník čínský (web 25)

Účinek

Kofein z velké části působí na mozkovou kůru, srdce a ledviny. Jeho účinek závisí na výši dávky. Při menších dávkách (do 3 mg na kilogram tělesné hmotnosti) stimuluje centrální nervovou soustavu, celkově povzbuzuje organismus a zvyšuje krevní tlak. Naopak vyšší dávky kofeinu (nad 3 mg na kilogram tělesné hmotnosti) mohou způsobit dezorientaci a agresivitu. U dávek kolem 500 mg byl pozorován záchvat paniky.

K otravám dochází při nadměrném užití kofeinu, přičemž výše nadměrné dávky záleží vždy na individuálních podmínkách každé osoby. Pohybuje se ale v rozsahu 200 – 500 mg. Otrava se projevuje nervozitou, bolestí hlavy, nespavostí, podrážděním a zrychlením srdečního tepu.

Smrtelná dávka se odhaduje na 5 gramů, přičemž opět se jedná o množství, které může působit individuálně.

Užívání kofeinu vyvolává zvýšenou toleranci i závislost, která je naší společností akceptována.

Použití

Vzhledem k jeho schopnostem povzbuzovat srdeční činnost a dýchací centrum, tak se kofein používá v lékařství při horečnatých onemocněních ke stimulaci krevního oběhu a dýchání. Také zvyšuje účinnost některých analgetik s protihorečnatým účinkem a zároveň má stimulační a povzbudivé účinky na centrální nervovou soustavu. Proto je součástí psychostimulancií, která zvyšují fyzickou i psychickou odolnost.

Kofein je alkaloid vyskytující se v mnoha různých nápojích, potravinách a doplňcích stravy právě s cílem zvýšit bdělost a odolnost organismu. Z některých můžeme jmenovat např. kávu, energetické nápoje, v ochucených nápojích, čokoládách i mnoha druzích doplňků stravy.



Zrnka kávy s kofeinem (web 26)



Guarana plus s obsahem kofeinu (web 27)

Několik vědců
nezávisle na sobě
přišlo s novou teorií
o funkci kofeinu
v tělech rostlin.
Uvádí se, že
opylovači, stejně
jako lidé, si vytvoří
na alkaloidu
závislost a následně
jej vyžadovat.
Přednostně tedy
budou opylovat
např. kávovník na
rozdíl od
konkurence.



*Květ kávovníku
(web 28)*

2. Theobromin

Výskyt

Alkaloid theobromin je hlavním alkaloidem kakaových bobů kakaovníku pravého (*Theobroma cacao*).



Kakaovník pravý (web 29)

Účinky

Oproti kofeinu má theobromin slabé stimulační účinky. Přesto pravidelná konzumace kakaových výrobků vede k lehké závislosti a náhlé přerušení přísunu theobrominu, tedy kakaových výrobků, vede k abstinenčním příznakům, např. bolesti hlavy a podrážděnosti.

Použití

Theobromin je hlavně součástí právě kakaových potravinářských výrobků např. čokoláda, kakao a mnoho druhů dalších pochutin. V čokoládě je obsaženo od 0,5% – 2,7% theobrominu, závisí na kvalitě kakaových bobů.

V dnešním lékařství se theobromin používá jako součástí léčiv povzbuzujících srdce.

Velice často dochází k otrávám domácích mazlíčků právě čokoládou. To je způsobeno tím, že pro nás neškodný theobromin je pro psy a kočky opravdu jedovatý. Ve větší míře u nich způsobuje defektní změny na buněčné úrovni, což se nejprve projevuje zvracením, neklidem následovaným nekontrolovatelným třesem. Může nastat kóma a smrt. Odhaduje se, že smrtelná dávka běžné mléčné čokolády je 50-60mg na kilogram hmotnosti psa.



Čokoláda – jed pro domácí mazlíčky (web 3)

Použitá literatura

BALÍKOVÁ, Marie. *Forenzní a klinická toxikologie: laboratorní toxikologická vyšetření*. Praha: Galén, c2004, 140 s. ISBN 978-807-2622-849.

DAVIDOVÁ, Lenka, Ilona MAXNEROVÁ, Silvie HANDSCHUHOVÁ a Jiří PATOČKA. Atropin a jeho místo v současné medicíně. *Kontakt: Scientific Acta Faculty of Social and Health Studies : vědecký časopis Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity* [online]. 2005, 3-4, s. 349-352 [cit. 2012-11-10]. ISSN 1212-4117. Dostupné z: <http://casopis-zsfj.u.zsf.jcu.cz/kontakt/clanky/3-4~2005/321-atropin-a-jeho-misto-v-soucasne-medicine>.

EVANS, William Charles. *Trease and Evans Pharmacognosy: Alkaloids* [online]. 16. vyd. printed in China: Elsevier, 2009, s. 353-415 [cit. 2012-10-20]. ISBN 978-0-7020-2933-2.

LINHART, Igor. *Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012, 375 s. ISBN 978-807-0808-061.

LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Martin WEHLING. *Farmakologie a toxikologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 694 s. ISBN 80-716-9976-4.

MORAVCOVÁ, Jitka. *Biologicky aktivní přírodní látky*. Praha, 2006, 108 s. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/lam/new/bapl2003-01.pdf>.

MIŠTOVÁ, Tereza. *Alkaloidy obsažené v rostlinách čeledi Papaveraceae Juss.* Zlín, 2009. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/8280/mi%C5%A1tov%C3%A1_2009_bp.pdf?sequence=1 Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Roman Kimmel.

ORIŠAKOVÁ, Eva. *Biologicky aktivní látky ve vybraných rostlinách rodu Camellia*. Zlín, 2010. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/11828/ori%C5%8akov%C3%A1_2010_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

OSECKÁ, Karolína. *VLIV POLYSACHARIDŮ NA VSTŘEBÁVÁNÍ KOFEINU Z NÁPOJŮ*. Brno, 2012. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=49980. Bakalářská práce. Vysoké technické učení v Brně. Vedoucí práce prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.

PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 178 s. ISBN 80-247-0608-3.

RADAKOVIC, Milena, N. DJELIC, Z. STANIMIROVIC, Bosiljka PLEČAS-SOLAROVIC, Biljana SPREMO-POTPAREVIC, Lada ZIVKOVIC a V. BAJIC. Evaluation of the effects of ephedrine on human lymphocytes in the comet assay. *Acta veterinaria* [online]. 2011, roč. 61, č. 4, s. 363-

371 [cit. 2012-12-31]. ISSN 0567-8315. DOI: 10.2298/AVB1104363R. Dostupné z:

<http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0567-83151104363R>

REYES-ESCOGIDO, Maria, Edith G. GONZALEZ-MONDRAGON a Erika VAZQUEZ-TZOMPANTZI. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules* [online]. 2011, roč. 16, č. 12, s. 1253-1270 [cit. 2013-01-15]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/16/2/1253/>

RIEDL, Ota; VONDRÁČEK, Vladimír; [a kol.]. Klinická toxikologie: toxikologie léků, potravin, jedovatých živočichů a rostlin aj. – 5. Přepřac. vyd. – Praha: Avicenum, 1980; 820s.

SINGH a DUGGAL. Piperine - Review of Advances in Pharmacology. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology* [online]. 2009, roč. 2, č. 3 [cit. 2012-12-21]. Dostupné z: http://www.pharmabooksyndicate.com/issues/615_full.pdf

STRUNECKÁ, Anna a Jiří PATOČKA. *Doba jedová*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2011, 295 s. ISBN 978-80-7387-469-8.

ŠEJVL, Jaroslav. *Kokain - účinky*. Praha, 2010: Centrum adiktologie, PK 1. LF UK v Praze a VFN v Praze, 21 s. Dostupné z www.adiktologie.cz/cz/articles/download/3444/kokainucinky-pdf.

ŠEVČÍKOVÁ, Kateřina. *Rostlinné alkaloidy v potravinách*. Zlín, 2010. Dostupné z: <http://theses.cz/id/gufap1/?lang=en;furl=%2Fid%2Fgufap1%2F> Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Marta Severová.

TLUKA, Petr. *Mechanismus vlivu abiotického stresu těžkými kovy (kadmíem a zinkem) na kvantitu a kvalitu alkaloidů v máku (Papaver somniferum L.)*. V Praze, 2011. Dostupné z: <http://www.agrobiologie.cz/pds/dp/tluka.pdf> Disertační práce. Česká zemědělská Univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Jaromír Lachman, CSc.

VĚTROVSKÁ, Eva. 2013. *Rostlinné alkaloidy a jejich účinky na lidský organismus*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

VONDREJS, Vladimír. „Čeko“ drogový poklesek kvasinek. *Vesmír* [online]. 2004, 2015-11-22, 83(8): 432 [cit. 2015-11-22]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/ceko-drogovy-poklesek-kvasinek>

VYSKOČIL, František. Kapsaicin a jeho vliv na lidský organismus. *Vesmír* [online]. 2013, 2013-10-03, 92(10): 570-573 [cit. 2015-11-28]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/kapsaicin-a-jeho-vliv-na-lidsky-organismus>

ZEMAN, Roman. Výroba efedrinu jako příklad biotechnologie. *Vesmír* [online]. Praha: Euromedia Group, 1995, roč. 74, č. 194 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/vyroba-efedrinu-jako-priklad-biotechnologie>

Internetové zdroje v textu

Capsacinoidy. *Chilliforum.cz* [online]. 2010, 2010-08-13 [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <http://www.chilli-forum.cz/vseobecne-informace-o-chilli-paprickach/kapsaicin-stupnice-a-palivost-t793.html>

Carolina Reaper. *Carolina Reaper* [online]. 2013 [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <http://www.carolina-reaper.cz/>

Kofein vyvolává závislosti opylovačů. *Science world* [online]. F solutions, s.r.o., 2014, 2014-09-18 [cit. 2015-11-28]. Dostupné z: <http://www.scienceworld.cz/neziva-priroda/kofein-vyvolava-zavislosti-opylovacu/>

Antidopingový výbor ČR: Zakázané léky. *Antidopingový výbor ČR* [online]. 2012 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://www.antidoping.cz>

[http://en.wikipedia.org/wiki/K. K. Chen](http://en.wikipedia.org/wiki/K._K._Chen)

<http://www.farmaceutika.info/papaverin-spofa>

Obrázky v textu

Web 1 [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atropa belladonna - K%C3%B6hler%E2%80%93s Medizinal-Pflanzen-018.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atropa_belladonna_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-018.jpg)

Web 2 <http://woman.hotnews.bg/n/zloveshti-razkrasyavashti-protseduri-ot-minaloto.39772.html>

Web 3 http://cs.wikipedia.org/wiki/Kokainovn%C3%ADk_prav%C3%BD

Web 4 <http://www.legalizace.cz/2012/03/bolivie-na-zasedani-komise-osn-znovu-obhajuje-kokovy-list/>

Web 5 <https://www.touscoprod.com/en/angelomarianiwine>

Web 6 <http://erythroxyllum-coca.com/coca-cola/index.html>

Web 7 [http://www.lfhk.cuni.cz/patanat/koureni/obr/Nicotiana tabacum L.jpg](http://www.lfhk.cuni.cz/patanat/koureni/obr/Nicotiana_tabacum_L.jpg)

Web 8 <http://www.eshaman.cz/img/new/doutniky1.jpg>

Web 9 <http://caveofknowledge.com/wp-content/uploads/2011/05/santamaria.jpg>

Web 10 <http://www.ordinace.cz/clanek/cigaretu-nahradi-naplast-nebo-zvykacka/>

Web 11 http://www.anniesremedy.com/herb_detail19.php

- Web 12 <http://fresh.iprima.cz/recepty/spaghetti-cacio-pepe>
- Web 13 <http://www.itmonline.org/arts/mahuang.htm>
- Web 14 <http://shop.liveleantoday.com/shop-by-ingredient/ephedrine-hcl/efedrin-arsan-50mg-ephedrine-for-weight-loss?zenid=bjfqh7n8u12chipj4johnvfd44>
- Web 15 <http://www.semenakonopi.cz/semenakonopi-cz/Ephedra-Sinica-seeds-20-ks.html>
- Web 16 <http://www.osacr.cz/2013/12/02/psychotropni-latky-ayahuasca-lysohlavky-a-peyotl-dil-2/>
- Web 17 https://en.wikipedia.org/wiki/Capsicum_annuum
- Web 18 <http://www.superhotchiles.com/carolinareapergallery.html>
- Web 19 <http://www.britannica.com/EBchecked/media/36332/Opium-poppy-with-mature-fruit-and-seed-and-detail-of>
- Web 20 <http://waynesword.palomar.edu/opium.htm>
- Web 21 <https://www.behance.net/gallery/Laudanum-font/6400609>
- Web 22 http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=2758
- Web 23 <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Morfin>
- Web 24 <https://cs.wikipedia.org/wiki/Heroin>
- Web 25 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camellia_sinensis_-_K%C3%B6hler%E2%80%93Medizinal-Pflanzen-025.jpg
- Web 26 <http://kolo.cz/clanek/doplňky-stravy-kofein>
- Web 27 <http://www.guaranaplus.sk/>
- Web 28 <http://www.ireceptar.cz/zahrada/pokojove-rostliny/jak-pestovat-kavovnik-doprejte-mu-vhodne-osvetleni-zalivku-a-zimovani/>
- Web 29 <http://www.myartteacher.com/likes/theobroma-cacao-food-of-the-gods/>
- Web 30 <http://www.veterinaprostejov.cz/cokolada-pokrm-bohu-nebo-jed>