

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Pokožkové rostliny jedovaté pro psy a kočky

Bakalářská práce

Viola Pad'ourková

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

doc. Ing. František Hnilička, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pokožkové rostliny jedovaté pro psy a kočky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23. 4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Františkovi Hniličkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky, odborné vedení a čas, který mé bakalářské práci věnoval. Dále bych velmi ráda poděkovala Jane a Phillipa, které mi pomohly s anglickým překladem.

Pokožové rostliny jedovaté pro psy a kočky

Souhrn

V mnoha domácnostech můžeme najít různé druhy pokojových rostlin, přičemž většina z nich je pro kočky a psy jedovatá. Mezi rostliny, které nejčastěji způsobují intoxikace psů a koček, patří tyto zahradní rostliny – lilie a denivky (*Lilium* spp. a *Hemerocallis* spp.), pěnišníky (*Rhododendron ponticum* a *Rhododendron luteum*), skočec obecný (*Ricinus communis*), hortenzie (*Hydrangea* spp.), ocún jesenní (*Colchicum autumnale*), tis červený (*Taxus baccata*), štědřenec odvislý (*Laburnum anagyroides*), durman obecný (*Datura stramonium*), rulík zlomocný (*Atropa bella-donna*), náprstníky (*Digitalis* spp.), oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*), narcisy (*Narcissus* spp.), hyacinty (*Hyacinthus* spp.), hyacintovce (*Hyacinthoides* spp.), tulipány (*Tulipa* spp.) a brečťany (*Hedera* spp.). Mezi pokojové rostliny způsobující intoxikace patří především difenbachie (*Dieffenbachia* spp.), řemenatka červená (*Clivia miniata*), dračinec (*Dracaena* spp.), oleandr (*Nerium oleander*), cykasy (*Cycas* spp.), kolopejky (*Kalanchoe* spp.), hvězdníky (*Hippeastrum* spp.), filodendrony (*Philodendron* spp.), krotón (*Codiaeum variegatum*), pryšce (*Euphorbia* spp.), bramboříky (*Cyclamen* spp.) a další.

V této práci jsou nejprve popsány sekundární metabolity rostlin. Funkce sekundárních metabolitů je především obranná, jelikož se vyvinuly jako reakce na změny vnějšího prostředí. Chrání rostlinu před nepříznivými vlivy přírodních jevů, herbivory a patogeny. Fungují ale také jako atraktanty pro opylovače. Mezi hlavní sekundární metabolity patří terpeny, fenolické sloučeniny a alkaloidy. Především alkaloidy jsou pro savce a zejména jejich trávicí soustavu velmi nebezpečné.

Další část práce je věnována pokojovým rostlinám, které se nejčastěji vyskytují v domácnostech a u kterých hrozí riziko požití domácím zvířaty. Intoxikace se projevují nejčastěji gastrointestinálními obtížemi, dále poruchami srdečního rytmu, narušením funkce jater a ledvin a mnoho rostlin způsobuje domácím mazlíčkům respirační obtíže, v krajních případech pak intoxikace končí smrtí.

Klíčová slova: pokojové rostliny; jedovaté rostliny; otravy; intoxikace; pes; kočka

Indoor Plants Poisonous In Dogs and Cats

Summary

Many homes contain indoor plants, most of which are poisonous to cats and dogs. Among the plants that most commonly cause intoxication in cats and dogs are the following outdoor plants – *Lilium* spp. and *Hermerocallis* spp., *Rhododendron ponticum* and *Rhododendron luteum*, *Ricinus communis*, *Hydrangea* spp., *Colchicum autumnale*, *Taxus baccata*, *Laburnum anagyroides*, *Datura stramonium*, *Atropa bella-donna*, *Digitalis* spp., *Aconitum plicatum*, *Narcissus* spp., *Hyacinthus* spp., *Hyacinthoides* spp., *Tulipa* spp. and *Hedera* spp. Indoor plants causing intoxication include *Dieffenbachia* spp., *Clivia miniata*, *Dracaena* spp., *Nerium olenader*, *Cycas* spp., *Kalanchoe* spp., *Hippeastrum* spp., *Philodendron* spp., *Codiaeum variegatum*, *Euphorbia* spp. and *Cyclamen* spp.

In this work, the secondary metabolites of the plants are first described. The function of secondary metabolites is primarily defensive, as they have evolved in response to changes in the external environment. They protect the plant from adverse effects of natural phenomena, herbicides and pathogens. However, they also act as attractants for pollinators. The main secondary metabolites include terpenes, phenolic compounds and alkaloids. Alkaloids in particular are very dangerous to mammals and especially their digestive systems.

The next part of the thesis is devoted to indoor plants which, because they are found in homes are at risk of being ingested by pets. Intoxication is most commonly manifested by gastrointestinal problems, heart rhythm disturbances and liver or kidney dysfunction. In addition many plants cause respiratory problems in pets, in extreme cases resulting in death.

Keywords: indoor plants; poisonous plants; intoxications; dog; cat

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Sekundární metabolity rostlin	10
3.1.1 Terpeny	11
3.1.1.1 Hemiterpeny	11
3.1.1.2 Monoterpeny	11
3.1.1.3 Seskviterpeny	12
3.1.1.4 Diterpeny	13
3.1.1.5 Sesterpeny	13
3.1.1.6 Triterpeny	14
3.1.1.7 Tetraterpeny.....	14
3.1.1.8 Polyterpeny.....	15
3.1.1.9 Meroterpeny	15
3.1.2 Fenolické sloučeniny	15
3.1.2.1 Flavony	15
3.1.2.2 Isoflavony	16
3.1.2.3 Flavonoly.....	16
3.1.2.4 Flavony a dihydroflavonoly	16
3.1.2.5 Flavanoly	16
3.1.2.6 Ne flavonoidní látky	17
3.1.3 Alkaloidy	17
3.1.3.1 Pyrrolidinové alkaloidy	19
3.1.3.2 Pyrrolizidinové alkaloidy	19
3.1.3.3 Pyridinové alkaloidy.....	19
3.1.3.4 Tropanové alkaloidy	20
3.1.3.5 Indolizidinové alkaloidy	20
3.1.3.6 Chinolinové alkaloidy	20
3.1.3.7 Isochinolinové alkaloidy	21
3.1.3.8 Fenantrenové alkaloidy	22
3.1.3.9 Fenylethylaminové alkaloidy	22
3.1.3.10 Indolové alkaloidy	22
3.1.3.11 Purinové alkaloidy.....	23
3.1.3.12 Terpenové alkaloidy	24

3.1.3.13	Aporfinové alkaloidy	24
3.1.3.14	Imidazolové alkaloidy	24
3.2	Pokožkové rostliny v bytech.....	25
3.3	Projevy intoxikace rostlinami	26
3.3.1	Gastrointestinální otravy	27
3.3.2	Poruchy srdečního rytmu	29
3.3.3	Hepatotoxicita	30
3.3.4	Nefrotoxicita	31
3.3.5	Respirační toxicita	32
3.4	Rostliny jedovaté pro psy a kočky	33
3.4.1	Pokožkové rostliny jedovaté pro psy a kočky	33
3.4.2	Zahradní rostliny jedovaté pro psy a kočky	37
3.4.3	Projevy intoxikace u psů a koček	41
4	Závěr.....	44
5	Literatura.....	45
6	Seznam obrázků	54

1 Úvod

Rostliny jsou nedílnou součástí života, ovlivňují klima či koloběh vody a jsou nezbytnou složkou potravního řetězce. Produkují velké množství metabolitů, které jsou velmi důležité nejen při jejich vývoji, ať už se jedná o růst či adaptaci na neustále měnící se podmínky vnějšího prostředí, ale i při obraně před vnějšími vlivy, jako jsou býložraví konzumenti, patogeny či vlivy prostředí. Tyto tzv. sekundární metabolity jsou velmi důležité i pro následné využití člověkem hlavně ve farmaceutickém, potravinářském a kosmetickém průmyslu a zemědělství.

Tyto metabolity však neplní jen pozitivní úlohu, na živočichy mohou působit i negativně. V těchto případech mohou způsobovat lehké či závažnější poškození organismu, silné intoxikace i smrt.

Mnoho pokojových rostlin obsahuje látky, které jsou schopny za určitých podmínek (množství a část požití rostliny, vegetativní stadium atd.) vyvolat u domácích a jiných zvířat toxické účinky. Otravy rostlinami jsou obtížně a nedostatečně diagnostikovány a často projdou bez povšimnutí kvůli nespecifickým klinickým příznakům.

2 Cíl práce

Mnoho rostlin může způsobovat nepříznivé účinky při požití zvířaty nebo lidmi. Rostlinná toxicita je způsobena velkým množstvím chemických toxinů, které zahrnují alkaloidy, glykosidy, fenolické sloučeniny, aminokyseliny atd. Cílem bakalářské práce je formou literární rešerše zpracovat přehled potenciálně toxických pokojových rostlin pro psy a kočky:

1. Rozdělení sekundárních metabolitů rostlin na základě chemického složení a účinku
2. Souhrn potenciálních rizik intoxikací rostlinnými sekundárními metabolity
3. Popis rizikových pokojových rostlin pro psy a kočky

3 Literární rešerše

3.1 Sekundární metabolity rostlin

Metabolismus je kaskáda biochemických reakcí, které se odehrávají v buňkách živých organismů. Cílem metabolismu je udržení života organismu, maximální využití energie či naopak minimalizování jejího využití a uchování (Judge & Dodd 2020).

V eukaryotických buňkách se metabolické dráhy nacházejí v cytosolu a mitochondriích, kde se využívá glukóza a mastné kyseliny pro vytvoření energie a zachování buněčné energie potřebné pro další reakce. Tyto biochemické reakce se uskutečňují při teplotě přirozeného prostředí a pH cytoplazmy musí být neutrální. Metabolická aktivita je ovlivněna aktivitou specifických enzymů a katalyzátorů (Judge & Dodd 2020).

V rostlinách jsou dva typy metabolismu – primární a sekundární. Produkty, které vznikají primárními procesy, jsou zcela nezbytné pro budoucí život rostlin. Primární metabolismus zajišťuje prostřednictvím regulace sacharidů, lipidů, aminokyselin a nukleových kyselin základní rostlinné životní funkce, jako je buněčné dýchání, buněčné dělení, růst a následný vývoj. Produkty vznikající primárním metabolismem jsou malé molekuly, cukry, aminokyseliny, nukleové kyseliny, acetyl-coA, pyruvát a polysacharidy (Hussein & El-Anssary 2019).

Metabolické dráhy, které probíhají jen v některých biologických druzích, v určitých fázích jejich vývoje a typické jen pro některé tkáně (pletiva) nebo skupiny buněk, jsou označovány jako sekundární metabolismus (Vodrážka 1999). Sekundární metabolity nejsou nezbytné pro zajištění životně důležitých funkcí, jelikož se vyvinuly jako reakce na změny vnějšího prostředí. Jejich biosyntéza navazuje na primární metabolismus. Funkcí sekundárních metabolitů je především chemická ochrana rostliny proti mikroorganismům, jelikož sekundární metabolity vykazují baktericidní a fungicidní účinky, a také proti živočichům vzhledem k hořkosti a specifickému zápachu. Dále chrání rostlinu před nepříznivými vlivy přírodních jevů, jako je sucho, horko nebo UV záření. Často i lákají opylovače svou barvou květů a vůní (Pang et al. 2021). Mohou také sloužit jako přenašeči informací (hormony, transmittery) a skladovací systémy odpadních produktů primárního metabolismu (Vodrážka 1999).

Produkty sekundárního metabolismu mohou být využity pro lidské potřeby, například ve farmakologii, kde slouží nejen pro výrobu vlastních léčiv. Už dříve byly rostliny a jejich látky využívány k léčbě různých infekčních onemocnění, jako byla malárie, zápal plic, břišní tyfus nebo infekce nosohltanu, kdy k jejich léčbě byl využit chinin, alkaloid nacházející se v kůře chinovníku lékařského (*Cinchona officinalis*) a příbuzných druhů (Gorlenko et al. 2020). Dále lze uvést antimikrobiální látku cinnamaldehyd, která se nachází ve skořici. V medicíně starověké Číny a Indie byla využívána jako účinná látka (Vasconcelos et al. 2018) ještě spolu s konopím (*Cannabis* sp.) a omějem (*Aconitum* sp.). Lékopisy z Egypta dokládají léčebné využití máku setého (*Papaver somniferum*) jako opia a oleje z ricinových bobů. Domorodí indiáni z Mexika a Peru využívali rudodřev koka (*Erythroxylum Coca*) jako lék proti bolesti. Dalším indiánským lékem byla pryskyřice ze stromu *Pinus edulis*, kterou používali k léčbě abscesů (Williams & Simon).

Sekundární metabolity jsou využívány také pro jejich antioxidační vlastnosti. Vyrábí se z nich přípravky obličejové či tělové kosmetiky a parfémů (Li et al. 2020). Na trhu se často vyskytují produkty s extraktem z heřmánku, který má blahodárné účinky při péči o pokožku. Dále jsou to například katechiny ze zeleného nebo černého čaje v antioxidačních přípravcích proti stárnutí (Sarker & Nahar 2018).

Sekundární metabolity rostliny jsou využívány i při výrobě drog. Mezi nejznámější rostlinné drogy se řadí např. durman (*Datura* sp.), šalvěj divotvorná (*Salvia divinorum*) a halucinogenní houby (Rates 2001).

3.1.1 Terpeny

Terpeny představují nejpočetnější a strukturálně nejvariabilnější produkty. Terpeny vznikají opakovaným lineárním slučováním pětiuhlíkatých izoprenových jednotek. Izopren je systematickým názvoslovím vyjádřen jako 2-methylbuta-1,3-dien a představuje tzv. stavební kámen terpenů (Stefková 2014).

3.1.1.1 Hemiterpeny

Na základě počtu izoprenových jednotek se terpeny rozdělují na nejzákladnější třídu hemiterpenů o jedné izoprenové jednotce, monoterpenů o dvou, seskviterpenů o třech, diterpenů o čtyřech, triterpenů o šesti, tetraterpenů o osmi, polyterpenů o více než osmi izoprenových jednotkách a meroterpenů, což jsou částečné deriváty terpenů (Stefková 2014).

Nejjednodušší skupinou terpenů z hlediska struktury jsou hemiterpeny. Jsou tvořené jednou izoprenovou jednotkou C₅. Nejdůležitějším zástupcem je samostatný izopren, který je emitován listy bylin a stromů, konkrétně se jedná o vilín japonský (*Hamamelis japonica*), jehličnany a listnaté stromy topoly, duby a vrby. Mezi další známé hemiterpeny emitované z rostlin řadíme různé kyseliny, např. kyselinu izovalerovou, tiglovou, seneciovou, andělskou a isoamylalkohol získávaný z lanýže černovýtrusného (*Tuber melanosporum*) (Ludwiczuk et al. 2017).

3.1.1.2 Monoterpeny

Monoterpeny jsou další skupinou terpenů. Jsou známé jako vonné složky různých esenciálních olejů, jsou využívány pro své antioxidační a antimikrobiální účinky a neméně důležitou roli hrají v lékařství, kde se využívají při hojení ran či nádorové aktivitě (Saeidnia & Gohari 2012). Jsou odvozené od dvou izoprenových jednotek a dělí se do tří podskupin – acyklické, monocyklické a bicyklické. V každé skupině se monoterpeny nachází v podobě jednoduchých nenasyčených uhlovodíků nebo s funkční skupinou -COH (alkoholy,) -CHO (aldehydy) nebo C=O (ketony). Monoterpeny se vyskytují především v podobě esenciálních olejů z květín, bylin a koření (Ludwiczuk et al. 2017).

Významnými běžnými acyklickými zástupci jsou citral, myrcen, lavanduol, geraniol a linalool. Myrcen je složkou varbenového či vavřínového oleje, citral je obsažen v oleji z voňatky citronové (*Cymbopogon citratus*) a linalool je složkou esenciálního oleje z koriandru setého (*Coriandrum sativum*) (Ludwiczuk et al. 2017).

Mezi monocyklické monoterpeny patří α -terpineol, mentol, eukalyptol, thymol nebo limonen. Mentol nalezneme například v mátovém oleji, thymol v tymiánovém. Eukalyptol je významné lákadlo pro rostlinné opylovače a nachází se v rozmarýně (*Salvia rosmarinus*) (Ludwiczuk et al. 2017).

Poslední skupinou jsou podle těchto autorů bicyklické monoterpeny, mezi které patří thujon, Δ^3 -karen, α -pinen a β -pinen, borneol a kafr. Thujon a borneol nalezneme u rostlin rodu *Artemisia* (pelyněk), pinen u stromů rodu *Pinus* a v kafrovníku lékařském (*Cinnamomum camphora*) se vyskytuje kafr, který je hojně užívaný v lékařství a známý svými insekticidními vlastnostmi.

3.1.1.3 Seskviterpeny

Seskviterpeny jsou z hlediska struktury velmi variabilní, vyskytují se v široké škále forem, zatím bylo identifikováno přes 300 uhlovodíkových skeletů a derivátů. Kromě četných zdraví prospěšných vlastností jsou také ceněny pro svou silnou vůni a chuť. Jsou odvozeny od tří izoprenových jednotek C₅ uspořádaných do lineárních, monocyklických, bicyklických a tricyklických struktur, přičemž jsou všechny odvozeny od prekursoru farnesyldifosfátu (Cane 1999).

Mezi lineární seskviterpeny patří farnesol a β -nerolidol. Farnesol je přítomný v mnoha rostlinných esenciálních olejích jako je voňatka citronová (*Cymbopogon citratus*) nebo brambořík (*Cyclamen* sp.). Nerolidol je přítomen v rostlinách s květinovou vůní, je využíván v kosmetice i nekosmetických produktech jako jsou prací a čisticí prostředky a používá se jako přísada do dochucovadel potravin (Chan et al. 2016).

Příklady monocyklických zástupců jsou β -bisabolen, α -zingiberen a α -humulen (Ludwiczuk et al. 2017). β -bisabolen je seskviterpen z extraktu esenciálního oleje z pryskyřice opoponaxu (*Commiphora guidottii*) a vykazuje selektivní cytotoxickou aktivitu např. při rakovinném bujení (Yeo et al. 2016). α -zingiberen je hlavní složkou esenciálního oleje z listů tropické dřeviny *Casearia sylvestris*, jejíž kůra, listy a kořeny se využívají k léčbě bakteriálních infekcí, zánětlivých onemocnění a nádorů (Ferreira et al. 2022). α -humulen je hlavní sloučeninou vyskytující se v *Cordia verbenacea* a opět vykazuje vysoce protizánětlivou aktivitu (Mendes de Lacerda Leite et al. 2021).

V rámci bicyklických struktur lze např. uvést β -santalol, β -karyofylen, β -kadinen, artemisinin, alantolakton, chamazulen, nootkaton (Ludwiczuk et al. 2017). β -santalol společně s α -santalolem jsou přirozeně se vyskytujícími složkami v oleji ze santalového dřeva, β -karyofylen se nachází v hřebíčkovém oleji získaným ze sušených pupat hřebíčkovce kořeného (*Syzygium aromaticum*) (Ghelardini et al. 2001). β -kadinen je silicí éterického oleje z jalovce červenoplodého (*Juniperus oxycedrus*), artemisinin je přírodní extrakt z pelyňku pravého (*Artemisia absinthium*), alantolakton najdeme v omanu pravém (*Inula helenium*), chamazulen v heřmánku pravém (*Matricaria chamomilla*), pelyňku a řebříčku obecném (*Achillea millefolium*) a nootkaton v grapefruitu, kde zodpovídá za jeho charakteristickou vůni (Ludwiczuk et al. 2017).

Uvedení autoři dále konstatují, že do tricyklických struktur patří khushimol, thujopsen, β -cedrol nebo pačuli. Thujopsen a cedrol nalezneme v cedrovém dřevě a za zmínku stojí

i esence pačuli nacházející se v rostlině pačuli obecné (*Pogostemon cablin*). Je využívána právě kvůli její nasládlé zemito-dřevito-kořeněné vůni.

3.1.1.4 Diterpeny

Diterpeny představují důležitou třídu metabolitů, existuje více než 18 000 sloučenin a zahrnují fytohormony a látky s velkým významem ve farmaceutickém průmyslu (Hu et al. 2021). Jejich sktruktura může být lineární, bicyklická, tricyklická, tertacyklická, pentacyklická nebo makrocyklická v závislosti na kosterním jádru. V přírodě se běžně vyskytují ve formě polyoxygenů s keto či hydroxylovou skupinou a jsou často esterifikovány alifatickými a aromatickými kyselinami (Ludwiczuk et al. 2017).

V rámci acyklických diterpenů je nutno zmínit fytol, který je přítomný jako ester v molekule chlorofylu a umožňuje jeho zachycení v lipidové membráně rostlinné buňky. Monocyklický diterpen představuje například 9-geranyl- α -terpineol obsažený ve smilu lékařském (*Helichrysum heterolasium*). Bicyklickou strukturu má sklareol, vonná esence v šalvěji muškátové (*Salvia sclarea*), marrubiin, hořčina obsažená v nati jablečnicku obecného (*Marrubium vulgare*) (Ludwiczuk et al. 2017) a salvinorin A, aktivní složka šalvěje divotvorné (*Salvia divinorum*), která byla již dříve využívána starověkou civilizací Mayů a Aztéků k věštění a šamanismu. Nyní je využívána především jako opiát s možným molekulárním cílem pro vývoj léků k léčbě schizofrenie, bipolární poruchy či Alzheimerovy choroby. Je neúčinnějším známým přirozeně se vyskytujícím halucinogenem (Sheffler & Roth 2003).

Tricyklickou strukturu má kyselina abietová, pryskyřice z jehličnanů, např. borovice lesní (*Pinus sylvestris*), kyselina karnosová v šalvěji lékařské (*Salvia officinalis*) či v rozmarýnu (*Rosmarinus officinalis*) a v neposlední řadě látka tanshinon I v šalvěji červenokořenné (*Salvia miltiorrhiza*) (Ludwiczuk et al. 2017).

Mezi tetracyklické diterpeny patří podle Sheffler & Roth (2003) giberelin A1, který s ostatními gibereliny reguluje růst. Dalším důležitým diterpenoidem je steviol z řady steviolových glykosidů, jehož největší množství se nachází v listech paraguayské rostliny stévie sladké (*Stevia rebaudiana*). Steviol-glykosidy se využívají při slazení nápojů a potravin, výhradně v rámci zdravé stravy, jelikož mají nulovou kalorickou hodnotu a nízký glykemický index.

Mezi makrocyklické diterpeny patří kasben, přirozeně se vyskytující ve skočci obecném (*Ricinus communis*), taxol z kůry tisů pacifického (*Taxus brevifolia*) a za zmínku stojí i ginkgolid A, smíšený diterpenoid vyskytující se v jinanu dvoulaločném (*Ginkgo biloba*). Ginkgolid A má mnoho biologických účinků a nejvíce je známý pro své antiaterosklerózní vlastnosti (Sarkar et al. 2020).

3.1.1.5 Sesterpeny

Většina sesterpenů se běžně vyskytuje v tzv. mořských houbách (*Hippospongia lachne*, *Luffariella variabilis*, *Hyrtios erecta*) a mají opět širokou škálu struktur, najdeme zde zástupce monocyklických struktur až po makrocyklické zástupce. Za nejvýznamnější zástupce sesterpenoidů jsou považováni hippolyd E, monoalid, leukosceptrin, heliocid H1, sesterstatin 7 nebo nitiol (Ludwiczuk et al. 2017).

3.1.1.6 Triterpeny

Triterpeny jsou sloučeniny s šestiuhlíkatým skeletem odvozené od základního acyklického uhlovodíku skvalenu C₃₀. Tvoří poměrně složité cyklické struktury. Většinou se jedná o aldehydy, alkoholy nebo karboxylové kyseliny. Specifickou skupinou triterpenů jsou steroly. Sloučeniny vyskytující se v rostlinách se nazývají fytosteroly. Vyšší rostliny jsou na steroly nejbohatší, např. se jedná o sitosterol, kampesterol či stigmasterol. Fytosteroly se rovněž vyskytují v nižších rostlinách, především v řasách (*Porphyra* sp.) a jaternících (*Hepatica* sp.). Méně běžnou sloučeninou je α -spinasterol, jehož přítomnost byla potvrzena u špenátu (*Spinacia oleracea*) a vikve seté – vojtěšky (*Medicago sativa*) (Ludwiczuk et al. 2017).

Skvalen byl poprvé izolován ze žraločích jater, avšak kvůli neetickým aspektům se začal získávat z jiných zdrojů, např. z olivového oleje. Dalšími zástupci jsou α -amyrin vyskytující se v pryskyřici *Bursera* sp. a *Protium* sp., β -amyrin z lotosu (*Nelumbo* sp.) a z kůry ohrožené rostliny *Amphipterygium adstringens*. Oba amyriny jsou součástí epikutikulárního vosku. Dále kyselina ursolová emitovaná z bazalky indické (*Ocimum sanctum*), kyselina oleanolová z olivovníkových listů (*Olea europaea*) a z měsíčku lékařského (*Calendula officinalis*), kyselina betulinová nacházející se v přírodě v mnoha zdrojích – bříze bělokore (*Betula pubescens*), konitrodu lékařském (*Gratiola officinalis*) atd. Mezi další triterpeny patří kukurbitacin B, sitosterol z kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*), stigmasterol, kampesterol nacházející se v různých druzích ovoce a zeleniny (banán, granátové jablko, grapefruit, okurka, cibule atd.) a ořeších, a již zmiňovaný α -spinasterol vyskytující se např. ve špenátu (*Spinacia oleracea*) (Ludwiczuk et al. 2017).

3.1.1.7 Tetraterpeny

Skupina s osmi izoprenovými jednotkami se nazývá tetraterpeny, z nichž nejběžněji vyskytujícími se sloučeninami jsou karotenoidy, přírodní pigmenty – červená, žlutá a oranžová barviva rozpustná v tucích. Karotenoidy se vyskytují ve formě nenasycených uhlovodíků se základní lykopenovou strukturou nebo ve formě lykopenových okysličených xantofylů (Ludwiczuk et al. 2017).

Lykopen je antioxidant podporující správnou funkci srdce, poskytuje ochranu sítnice a získává se z rajčat (*Solanum lycopersicum*). Za barvu v lykopenu zodpovídá specifické uspořádání izoprenových jednotek do formace „hlava-ocas“. Cyklizací lykopenu na obou koncích molekuly vzniká β -karoten, provitamin, z kterého v organismu vzniká vitamin A nezbytný pro tvorbu a funkci rodopsinu. Je také využíván pro svůj silný antioxidační účinek v opalovacích krémech a podporuje růst a regeneraci kožních buněk (Bramley 2000). Nachází se především v kořenech mrkve (*Daucus carota*). Dalším karotenem je γ -karoten, získávaný z rostliny měsíčku lékařského (*Calendula officinalis*). Lutein ze skupiny xantofylů se tvoří ve špenátu (*Spinacia oleracea*), zeaxantin v paprice (*Capsicum annuum*). Komplikovanějšími sloučeninami z řady tetraterpenů jsou glykosidy, v přírodě velmi vzácné. Příkladem je krocín, derivát krocetinu, tzv. „šafránová žlut“ v šafránu setém (*Crocus sativus*), vysoce ceněné rostliny v potravinářském průmyslu (Ludwiczuk et al. 2017).

3.1.1.8 Polyterpeny

Předposlední skupinou terpenů jsou polyterpeny, z nichž nejznámější sloučeninou je přírodní kaučuk, využívaný hlavně v gumárenském průmyslu. Tzv. „přírodní guma“ vznikla cis konfigurací polyizoprenu z latexu stromu gumovníku (*Hevea brasiliensis*) (Breitmaier 1999). Dalším příkladem je gutaperča, vzniklá naopak transfigurací polyizoprenu s velmi podobnými vlastnostmi jako má kaučuk. Využívá se nejvíce jako výplňový materiál a získává se z latexu stromu perčovníku (*Palaquium gutta*) (Vishwanath & Rao 2019).

3.1.1.9 Meroterpeny

Poslední skupinou jsou meroterpeny. Jsou to smíšené biosynteticky hybridní sloučeniny, které jsou produkovány bakteriemi, řasami, ale i zvířaty. Vzniká zde velká chemická rozmanitost kvůli kombinacím terpenoidních struktur s polyketidy, alkaloidy, fenoly a aminokyselinami (Vishwanath & Rao 2019). Příkladem je nezukon z tuji japonské (*Thuja standshii*), lavanduol z levandule lékařské (*Lavandula angustifolia*), α - a β -ionon z violky vonné (*Viola odorata*) nebo kyselina chryzantémová z řimbaby obecné (*Tanacetum parthenium*) (Ludwiczuk et al. 2017).

3.1.2 Fenolické sloučeniny

Fenolické sloučeniny jsou v rostlinné říši druhou nejčastěji zastoupenou skupinou hned po celulóze. Jsou to sekundární metabolity vyskytující se v rostlinných pletivech (semena, plody, listy, kořeny, stonky), v ovoci a zelenině. Nejsou primárně nezbytné pro život rostliny, nicméně vykazují aktivity, jako je ochrana před UV zářením, biotickým a abiotickým stresem či býložravými konzumenty a patogeny. Mají antioxidační vlastnosti a ovlivňují řadu kvalitativních znaků rostlin, konkrétně hořkost, barvu nebo chuť. Podílejí se na produkci pigmentace v květech, např. modrá barva okvětních lístků nebo podzimní zbarvení mnoha listů je důsledkem přítomnosti antokyanů (Janičijević et al. 2007). Vzhledem k těmto vlastnostem je možné ovlivňovat i trvanlivost některých potravin v závislosti na jejich posklizňové úpravě (de la Rosa et al. 2019).

De la Rosa et al. (2019) dále konstatují, že všechny fenolické sloučeniny jsou tvořeny minimálně jedním aromatickým jádrem s jednou hydroxylovou skupinou. Jsou velmi strukturálně variabilní a dají se rozdělit do dvou hlavních skupin – flavonoidy a neflavonoidní látky. Flavonoidy mají fenylbenzopyranovou kostru, dvě aromatická jádra A a B spojené přes heterocyklický pyranový kruh, a podle struktury se dále dělí do šesti skupin – flavony, isoflavony, flavonoly, flavanony, dihydroflavonony a flavanoly.

3.1.2.1 Flavony

Nezákladnější strukturou flavonoidů jsou flavony obsahující ketoskupinu na uhlíku C4, dvojnou vazbu mezi C2 a C3 a k uhlíku C2 je připojen kruh B. Nejčastěji se flavony vyskytují v ovoci a zelenině (apigenin, luteolin a jejich glykosidy), tj. v lubenici obecné, melounu cukrovém, v paprice, čínském zelí a artyčocích. V kořeni jako je petržel, celer nebo tymián mají

také hojně zastoupení. Mohou se vyskytovat i v citrusových šťávách a obalech (geretin a nobiletin) (de la Rosa et al. 2019).

3.1.2.2 Isoflavony

Další skupinou flavonoidů jsou isoflavony. Jedinou změnou ve struktuře oproti flavonům je připojení B kruhu k C3 uhlíku. Vzhledem k této strukturální změně vykazují slabé estrogenní vlastnosti, proto se jim také říká fytoestrogeny. Velké zastoupení mají zejména v sojových luscích a produktech z nich, méně v luštěninách a podzemnici olejné (*Arachis hypogaea*). Hlavními isoflavony jsou daidzein, genistein, glycitein a jejich glykosidy (Janićijević et al. 2007).

3.1.2.3 Flavonoly

Flavonoly jsou sloučeninami obsahující hydroxylované flavony na uhlíku C3 a ze všech flavonoidů jsou významnými antioxidanty. Do této skupiny řadíme kempferol, kvercetin, myricetin a jejich glykosidy. Kempferol je sloučenina, která se nejčastěji vyskytuje v listové zelenině, kapustě a bylinkách, jako je např. kopr a estragon, fazolích, artyčocích, čínském zelí, feferonkách a cibulí. V ovoci najdeme kvercetin v hroznech, třešních nebo jablkách. Kvercetin se také nachází v rostlinách čeledi miříkovité (*Apiaceae*). Dalším flavonolem je myricetin, který obsahují např. vlašské ořechy (de la Rosa et al. 2019).

3.1.2.4 Flavony a dihydroflavonoly

Flavony a dihydroflavonoly (flavanony) jsou sloučeniny obsahující nasycenou pyranovou skupinu bez dvojné vazby mezi C2 a C3 uhlíkem, na C4 uhlík je navázána ketoskupina a na C3 uhlík OH skupina. V přírodě se nevyskytují tak často jako jiné fenolické sloučeniny, a tak jsou považovány za minoritní skupinu ještě spolu s chalkony a aurony. Hlavní flavanony naringenin, eriodiktyol a hesperetin se nacházejí v citrusových plodech a šťávách a také v bylinách, jako je máta peprná (*Mentha × piperita*) nebo *Lippia graveolens* a *Poliomintha longiflora*, kde se též vyskytuje taxifolin (de la Rosa et al. 2019).

3.1.2.5 Flavanoly

Flavanoly (flavan-3-oly) nemají dvojnou vazbu mezi uhlíky C2 a C3, na C3 uhlík je navázána OH skupina a na C4 uhlík oxoskupina. Hlavními zástupci této skupiny jsou katechiny, epikatechiny, galokatechiny, epigalokatechiny, polymery (taniny) a oligomery (proanthokyanidiny). Flavanoly se zřídka objevují jako glykosidy. Flavanoly jsou z hlediska variability nejhojnějšími fenolickými sloučeninami v přírodě. Jsou důležité pro potravinářský průmysl, jsou zastoupeny především v čaji, čokoládě, ořechích, několika druzích ovoce a červeném víně. Katechin a epikatechin se vyskytují v jahodách, ostružinách, broskvích, nektarinkách a hroznech. Proanthokyanidiny se vyskytují v čaji, víně, ovoci, čokoládě a ořechích. Prokyanidiny jsou zastoupeny v barevném ovoci (např. švestky, broskve nebo jablka) a ve fazolích. Anthokyaniny jsou glykosylované deriváty anthokyanidinů pelargonidinu,

kyanidinu, delphinidinu, malvidinu atd., a jsou nejvíce zastoupené opět v červeném víně, barevném ovoci a bobulích (de la Rosa et al. 2019).

3.1.2.6 Neflavonoidní látky

Neflavonoidní látky jsou sloučeniny zpravidla s jednodušší strukturou, než je u flavonoidů, ale existují i výjimky se složitou strukturou a vysokou molekulární hmotností. Nejdůležitější skupinou jsou fenolové kyseliny nacházející se v mnoha druzích ovoce a zeleniny. Obsahují jednu fenylovou skupinu substituovanou jednou karboxylovou skupinou s jednou nebo více OH skupinami. Fenolové kyseliny se dále dělí na hydroxybenzoové kyseliny, hydroxyskořicové kyseliny a hydroxyfenylové kyseliny vzájemně se lišící odlišnou délkou řetězce s navázanou karboxylovou skupinou. Zástupci těchto kyselin jsou kyselina octová, propanová, maleinová nebo chinová. Hydroxybenzoové kyseliny mají mnoho struktur a forem, v přírodě se vyskytují jak ve volné glykosylované formě (kyselina chinová), tak ve vázané na různé strukturální složky rostlinných buněk (celulóza, lignin). Dále se mezi ně řadí např. vanilin, aldehyd odvozený od kyseliny vanilové nebo punikalagin přítomný ve slupce a šťávě granátového jablka (de la Rosa et al. 2019).

Jako zástupce hydroxyskořicových kyselin se uvádí kyselina p-kumarová (brusinka, podzemnice olejná, kukuřice a hřebíček), kávová (bobuloviny, olivy, listy mangoldu) a kyselina chlorogenová (ester kyseliny kávové a chininové). Kyselina chlorogenová a její deriváty se nacházejí výhradně v kávových zrnech a v některém ovoci a zelenině (jablka, hrušky, jahody, borůvky, lilek, rajčata). Za zmínění stojí i kyselina sinapová a ferulová (de la Rosa et al. 2019).

Mezi látky neflavonoidní povahy patří i lignany (matairesinol, pinoresinol) přítomné v malé míře především v obilovinách, ořechách, lněném semínku a zelenině. Chalkony a dihydrochalkony, pro které je typický výskyt v jablkách a výrobcích z nich (florelin, floridzin), stilbeny typické pro hroznové víno (trans-resveratrol) a furanokumariny v celeru, petrželi a rostlinách čeledi *Apiaceae* (bergapten, psoralen) (de la Rosa et al. 2019).

V rámci bylin a koření je nutno zmínit některé fenolické sloučeniny, které vynikají svými bioaktivními vlastnostmi. Eugenol je součástí hřebíčku, karvakrol je typická složka dobromysli obecné (*Origanum vulgare*), z kurkuminu a kurkuminoidů se získává hlavní složka kari, kurkuma nacházející se pouze v oddencích rostliny *Curcuma longa*. Kapsacinoidy se vyskytují v plodech rostlin rodu *Capsicum* a hlavní představitel této skupiny, kapsaicin, je pálivou složkou feferonek (de la Rosa et al. 2019).

3.1.3 Alkaloidy

Alkaloidy jsou důležité rostlinné metabolity, jelikož jsou obecně extrémně toxické a zajišťují přežití v podobě ochrany před mikroorganismy (díky svým protiplísňovým a antibakteriálním vlastnostem), hmyzem, býložravci a jinými rostlinami (Roy 2017). Příroda je zásobárnou mnoha účinných látek, které jsou složkami dnes používaných léků včetně několika, které jsou alkaloidní povahy. V malém množství mají terapeutické účinky a silné farmakologické vlastnosti. Již dříve byly extrakty z rostlin obsahující alkaloidy používány k léčbě např. hadího uštknutí či horečky. V čínské lidové medicíně byly využívány rostliny s tzv. protoberinovými alkaloidy jako analgetika, sedativa a antiseptika. V indickém a islámském léčitelství byly takové rostliny využívány pro léčbu očních chorob, tlumení stahů

děložní svaloviny či při poruchách krvácivosti (Bribi 2018). Dnes se využívají jako základní léčiva po celém světě kvůli svým analgetickým, antispasmodickým a baktericidním účinkům (Roy 2017).

Většina alkaloidů ovlivňuje nervový systém (acetylcholin, epinefrin, norepinefrin, kyselina gama-aminomáselná, dopamin a serotonin) a některé alkaloidy se používají jako antiseptika kvůli své antibiotické aktivitě, např. berberin v oftalmologii a sanguinarin v zubních pastách (Roy 2017). Známymi narkotickými analgetiky jsou morfin a jeho derivát apomorfín, kodein a svalový relaxant papaverin (Salminen et al. 2011). Z alkaloidů extrahují i různé příchutě či jedy a některé mohou být následně využity i na výrobu drog (morfin, kodein).

Jsou produkovány rostlinami, mikroorganismy, mořskými organismy a houbami. Tvoří skupinu strukturně odlišných a biogenně nepříbuzných molekul. Jsou jednoduše definované jako zásadité dusíkaté látky, vyskytují se jako soli a tvoří se biosynteticky z aminokyselin. Zásaditý charakter umožňuje tvorbu solí s minerálními kyselinami (dusičnany, sírany, hydrochloridy) nebo organickými kyselinami (sulfamáty, tartráty a maleáty). Ve volné přírodě se v rostlinách vyskytují alkaloidy buď volně jako soli nebo N-oxidy, jelikož většina alkaloidů obsahuje atom kyslíku. Některé alkaloidy však kyslík postrádají, a proto se vyskytují v tekuté formě (nikotin, koniin) (Bribi 2018). Kromě uhlíku, dusíku nebo vodíku mohou alkaloidy obsahovat síru a zřídka brom, fosfor nebo chlor (Dey et al. 2020). Poměrně vzácnými alkaloidy jsou barevné formy, jako je žlutý berberin nebo měděně červené soli sanguarinu (Bribi 2018).

Alkaloidy se vyskytují hlavně ve vyšších rostlinách a převládají u těchto rostlinných čeledí: *Apocynaceae*, *Annonaceae*, *Amaryllidaceae*, *Berberidaceae*, *Boraginaceae*, *Gnetaceae*, *Liliaceae*, *Leguminosae*, *Lauraceae*, *Loganiaceae*, *Magnoliaceae*, *Menispermaceae*, *Papaveraceae*, *Piperaceae*, *Rutaceae*, *Rubiaceae*, *Ranunculaceae*, *Solanaceae* atd. (Dey et al. 2020).

Alkaloidy lze klasifikovat více způsoby, podle biochemické povahy se dají alkaloidy rozdělit do tří základních typů – pravé alkaloidy, protoalkaloidy a pseudoalkaloidy (Dey et al. 2020). Pravé alkaloidy mají heterocyklickou strukturu a obsahují dusík. Jsou odvozené od aminokyselin jako jsou l-fenylalanin, l-tyrosin, l-ornithin, l-histidin a l-lysin a jsou vysoce reaktivní. Mezi alkaloidy patří kokain, morfin nebo chinin, které se běžně vyskytují v přírodě. Protoalkaloidy obsahují atom dusíku odvozený od aminokyselin, který ale není součástí heterocyklického systému. Hlavními prekurzory jsou l-tryptofan a l-tyrosin. Patří mezi ně yohimbin, meskalin a hordenin. Pseudoalkaloidy nejsou přímo odvozené od aminokyselin, mohou být odvozeny od fenylalaninu nebo acetátu. Mezi běžné pseudoalkaloidní látky patří kapsaicin, kofein nebo efedrin (Dey et al. 2020).

Nejkomplexněji zavedenou klasifikací alkaloidů je rozdělení podle kruhové struktury a přítomnosti základního heterocyklického jádra na alkaloidy tropanové, terpenové, purinové, pyridinové, pyrrolidinové, pyrrolizidinové, piperidinové, chinolinové, isochinolinové, indolové, indolizidinové, imidazolové a steroidní dle Dey et al. (2020), fenantrenové, phenylethylaminové a aporfinové dle Debnath et al. (2018).

Následující kapitoly se věnují biologické aktivitě některých alkaloidů nacházejících se v rostlinách.

3.1.3.1 Pyrrolidinové alkaloidy

Mezi významné zástupce rostlinných pyrrolidinových alkaloidů patří hygrin, kuskohygrin a stychydrin. Hygrin se vyskytuje v listech rudodřevu koka (*Erythroxylon coca*) a v rostlinách čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Má velmi pozitivní vliv na bolest a křečovitě stavy gastrointestinálního traktu jak u zvířat, tak u lidí. Používá se také jako droga ke stimulaci centrální nervové soustavy a navození dobré nálady a energie (Debnath et al. 2018).

Kuskohygrin stimuluje inhibici GABA neurotransmiteru v mozku a získává se z různých druhů rostlin čeledi lilkovité – kořeny rulíku zlomocného (*Atropa bella-donna*), semena durmanu (*Datura* sp.), celá rostlina mandragora lékařská (*Mandragora officinarum*) a další (Debnath et al. 2018).

Stachydrin se nachází v květech listopadky zahradní (*Chrysanthemum morifolium*). Má pozitivní kardiovaskulární, antibakteriální a antipyretické účinky. Je hojně využíván jako léčivo, rozšiřuje koronární cévy, tím zvyšuje průtok krve a působí pozitivně na krevní srážlivost. Může pomoci zmírnit infekce horních cest dýchacích a pomoci při bolestech hlavy a závratích (Rathee et al. 2011).

3.1.3.2 Pyrrolizidinové alkaloidy

V rostlinách čeledí hvězdnicovité (*Astraceae*), brutnákovité (*Boraginaceae*), vstavačovitě (*Orchidaceae*) a bobovité (*Fabaceae*) se vyskytují dva významné pyrrolizidinové alkaloidy echimidin a echihumilin. Oba tyto alkaloidy jsou využívány pro farmakologické účely, jelikož vykazují protizánětlivou, demulgující a antiplazmodickou aktivitu, působí jako lokální anestetikum a gangliový blokátor (Debnath et al. 2018).

3.1.3.3 Pyridinové alkaloidy

Tzv. arekové alkaloidy jsou na bázi kyseliny nikotinové a patří mezi ně arekolin, arekaidin, guavakolin a guvakín. Nejvýznamnější z nich je arekolin, který zvyšuje množství acetylcholinu, čímž stimuluje mozek k větší aktivitě. Arekové alkaloidy však působí negativně na imunitní systém, zapřičiňují supresi T-lymfocytů a snižují uvolňování cytokinů (Debnath et al. 2018).

V semenech skočce obecného (*Ricinus communis*) se nachází jeden z nejvíce toxických alkaloidů – ricinin. Jeho jedovatost závisí na dávce. Má insekticidní účinky, vykazuje antibakteriální a hepatoprotektivní aktivitu. Může mít vliv na stimulaci centrální nervové soustavy a v menší dávce pozitivně působí na paměť. Naopak negativní vliv má na fertilitu samic a při konzumaci vyšší dávky způsobuje v lidském traktu problémy, kterými jsou např. zvracení, průjem a celková nevolnost (Ferraz et al. 1999).

V nadzemní části bohlavu plamatého (*Conium maculatum*) se vyskytuje koniin, vysoce toxický alkaloid. Otrava koniinem může být smrtelná a byla zaznamenána u domácích zvířat i u člověka (Vetter 2004).

Lobelín se vyskytuje v rostlině lobelce nadmuté (*Lobelia inflata*). Stimuluje serotonin a fenyldiguanid, vycytává a podporuje uvolňování dopaminu z presynaptických vezikul a používá se jako léčivo při bronchitidě a dýchacích obtížích (Debnath et al. 2018).

Dalšími pyridinovými alkaloidy jsou pelletierin, vysoce toxický alkaloid izolovaný z plodů marhaníku granátového (*Punica granatum*) a spartein získávaný z janovce metlatého (*Cystisus scoparium*) a lupiny žluté (*Lupinus luteus*) (Debnath et al. 2018).

Na trhu se vyskytuje běžně nikotin, který se nachází především v sušených listech tabáku virginského (*Nicotiana tabacum*) a váže se na cholinergní receptory, čímž dochází k uvolňování řady neurotransmiterů v mozku (Benowitz 2009 & Shah & Seth 2010). Nežádoucími příznaky je podráždění nosní sliznice, mírná bolest hlavy, artralgie, nevolnost nebo zvracení (Debnath et al. 2018).

Cytisin je nikotinový cholinergní agonista získávaný ze semen štedřence odvislého (*Laburnum anagyroides*). Může být přínosný pro úspěšné odvykání na nikotin (Pérez et al. 2012).

3.1.3.4 Tropanové alkaloidy

Jako důležitý zástupce tropanových alkaloidů se uvádí hydrolyzovatelný produkt kokainu ekgonin, který působí na sympatikus a stimuluje funkci centrální nervové soustavy (Debnath et al. 2018).

Mezi nejznámějšími tropanovými alkaloidy uvedenými na trh jsou atropin, skopolamin, kokain a katuabin. Atropin je alkaloid získávaný z rulíku zlomocného (*Atropa bella-donna*). Má anticholinergní účinky, způsobuje tachykardii, snižuje sekreci potu, slin a žaludečních šťáv (Debnath et al. 2018).

Blín černý (*Hyocyamus niger*) obsahuje ve svých listech skopolamin, který kompetitivně inhibuje muskarinové receptory a působí jako muskarinový antagonist. Má sedativní, antiemetické a amnestické účinky (Renner et al. 2005) spojené s ospalostí, závratěmi, problémy s pamětí a pocitem neklidu. Nežádoucím účinkem mohou být i suché oči s pocitem svědění (Debnath et al. 2018).

Kokain je izolován ze sušených listů rudodřevu koka (*Erythroxylon coca*). V čisté izolované formě se vyskytuje jako bílý krystalický prášek. Působí jako stimulant centrální nervové soustavy a nežádoucími účinky je ztráta chuťových a čichových vjemů při podání do nosu či úst (Debnath et al. 2018).

Katuabin je tropanový alkaloid získávaný z kůry stromu *Trichilia catigua* a vykazuje antidepresivní účinky (Campos et al. 2005).

3.1.3.5 Indolizidinové alkaloidy

Senecionin se získává ze starčeku obecného (*Senecio vulgaris*) a v lidovém léčitelství je využíván k léčbě cukrovky, vysokého krevního tlaku nebo jako děložní stimulant. Swainsonin se vyskytuje v rostlině *Swainsona canescens* a v přírodě je ve vysokých dávkách toxický (Debnath et al. 2018).

3.1.3.6 Chinolinové alkaloidy

V semenech rostliny kulčiby dávivé (*Strychnos nux-vomica*) se nachází velké množství alkaloidu strychninu. Strychnin výrazně podporuje vzestup excitačních postsynaptických

potenciálů mozkových neuronů a ovlivňuje tak činnost mozku a vyvolává psychotické stavy. Je prudce jedovatý (Debnath et al. 2018).

V této rostlině se dále vyskytuje i alkaloid brucin, který má významné analgetické a protizánětlivé účinky (Yin et al. 2003).

Dalším chinolinovým alkaloidem je veratrin, jenž se získává ze semen rostliny *Veratrum sabadibla* (Debnath et al. 2018).

Na trh je uveden chinin vyskytující se v kůře chinovníku lékařského (*Conchona officinalis*). Používá se k léčbě malárie už od počátku 16. století. Ze stejné rostliny se získává i dihydrochinin, který se přidává do komerčních farmaceutických přípravků (Debnath et al. 2018).

Chinidin se také získává z kůry chinovníku. Blokuje Na⁺ kanály myokardu, působí jako antiarytmikum a narozdíl od chininu, který působí účinně na většinu parazitů malárie, působí chinidin účinně i proti zimničce tropické (*Plasmodium falciparum*), která je vůči chininu imunní. Nežádoucími účinky chinidinu jsou průjem, nevolnost a zvracení (Sheffler & Roth 2003). Podobné účinky a biologickou aktivitu má i dihydrochinidin, rovněž získávaný z chinovníku (Curd et al. 2016).

3.1.3.7 Isochinolinové alkaloidy

Sanguinarinové alkaloidy se vyskytují v kořenech krevnice kanadské (*Sanguinaria canadensis*) a pleskanky mexické (*Argemone mexicana*). Jedná se o velmi nebezpečné toxiny, jelikož svým působením na transmembránový protein Na⁺/K⁺-ATPázu vyvolávají apoptotické jevy. Z tohoto důvodu se sanguarin využívá např. při chemoterapiích (Malikova et al. 2006).

Emetin se vyskytuje v čeledích *Alangiaceae*, *Icacinaceae*, mořenovitě (*Rubiaceae*) a hlavní zásobárnou je hlaveňka dávivá (*Psychotria ipecacuanha*). Emetin vykazuje mnoho biologických účinků, z nichž nejvýznamnější je schopnost inhibice syntézy ribozomálních i mitochondriálních proteinů a zásah do syntézy DNA a RNA (Debnath et al. 2018).

Narkotin a narcein patří mezi opiové alkaloidy získávané z máku setého (*Papaver somniferum*). Narkotin působí pozitivně na potlačení kašle a narcein je využíván jako sedativum a hypnotikum (Debnath et al. 2018).

Barbamin je získávaný z dříšťálu amurského (*Berberis amurensis*) a má významné leukogenní účinky (Liang et al. 2009).

Pankratistatin se získává ze všech rostlin čeledi amarylkovitých (*Amaryllidaceae*). Není cytotoxický pro normální buňky, ale může účinně cílit apoptotickou cestou na rakovinné nádorové buňky (McLachlan et al. 2005).

Oxyakantin se získává z listů a kořene rostliny *Berberis asiatica* a působí jako silná lipoxygenáza (Debnath et al. 2018).

Na trhu se vyskytuje především papaverin, benzylisochinolinový alkaloid, který se vyskytuje v máku setém. Působí na hladké svalstvo a působí relaxačním účinkem na svalový tonus (Debnath et al. 2018).

Berberin se vyskytuje v kořenech a kůře stonků různých druhů rostlin čeledi dříšťálovitých (*Berberidaceae*) – *Berberis aristata*, *B. lyceum*, *B. petiolaris* a *B. tinctoria*. Nejdůležitější biologickou aktivitou berberinu je zlepšování citlivosti na inzulín, dále antihypertenze, protizánětlivost, hepatoprotekce i antioxidantní účinek (Turner et al. 2008).

3.1.3.8 Fenantrenové alkaloidy

Thebain se stejně jako narkotin a narcein získává z kořenů máku setého (*Papaver somniferum*) (Debnath et al. 2018).

Nejvýznamnějšími zástupci fenantrenových alkaloidů na trhu jsou kodein a morfin, které jsou přítomny v sušených nezralých tobolkách máku. Používají se jako silná opioidní analgetika. Morfin a kodein tlumí dýchací centrum a při vysokých dávkách může dojít k úmrtí v důsledku respiračního selhání (Debnath et al. 2018).

3.1.3.9 Fenylethylaminové alkaloidy

Meskalin se vyskytuje v různých druzích kaktusů, např. lofofora Williamsova (*Lophophora williamsii*). Meskalin je neselektivní antagonist serotoninových receptorů. V důsledku toho je meskalin používán jako terapeutická látka i nelegální droga (halucinogen) (Kovacic & Somanathan 2009).

Nejdůležitějším alkaloidem na trhu je bezpochyby efedrin, alkaloid získávaný z rostlin čeledi chvojníkovité (*Ephedraceae*) – *Ephedra vulgaris*, *E. sinica*, *E. major*, *E. gerardiana* atd. Stimuluje sympatikus. Lze jej použít k prevenci nízkého krevního tlaku při spinální anestezii a používá se také jako lék při astmatických stavech či alergiích (senná rýma) (Ma et al. 2007).

Hordenin je přírodní fenetylaminová sloučenina vyskytující se v ječmeni obecném (*Hordeum vulgare*). Hordenin zlepšuje kognitivní schopnosti a pomáhá zvyšovat hladinu noradrenalinu (Debnath et al. 2018).

3.1.3.10 Indolové alkaloidy

Bufotenin získávaný z muchomůrky červené (*Amanita muscaria*) je schopen blokovat působení serotoninu a způsobuje vazokonstrikci cév a zvýšení krevního tlaku (Debnath et al. 2018).

Psilocybin se vyskytuje v lysohlávce mexické (*Psilocybe mexicana*) a některých dalších druzích hub. Psilocybin je hlavním psychedelickým indolovým alkaloidem (Debnath et al. 2018).

Lysergická kyselina (LSD) je prekurzorem širokého spektra ergolinových alkaloidů, které jsou produkovány semeny *Turbina corymbosa*. LSD ovlivňuje stav vědomí a vyvolává akutní neurokognitivní a sympatomimetické účinky (Passie et al. 2008).

Dalšími významnými indoly jsou mitragynin a 7-hydroxymitragynin. Lze je izolovat z kratomu (*Mitragyna speciosa*). Kratom má antinociceptivní aktivitu, jelikož působí na kanabinoidní receptor typu 1 (CB1) a má vliv na opioidní receptor (Shamima et al. 2012).

Voacangin se získává z listů, kořene a kůry rostliny *Tabernaemontana catharinensis*. U tohoto indolového alkaloidu byla zjištěna silná antioxidační a protinádorová aktivita (Nicola et al. 2013).

Koronaridin se získává z listů, kořene a kůry keře iboga (*Tabernanthe iboga*) a uvádí se, že má antihypertenzní a anticholinesterázové účinky a také vykazuje cytotoxickou aktivitu. V keři iboga se přirozeně vyskytuje i psychoaktivní halucinogenní látka ibogain, která se získává z kořene a kůry. V současné době není ibogain schválen pro lékařské účely, protože zvyšuje sinusovou arytmiu a přispívá k degeneraci Purkyňových vláken (Debnath et al. 2018).

Na trh je uveden eserpin, který se izoluje především z kořene zmijovice hadové (*Rauwolfia serpentina*) a *Rauwolfia vomitoria*. Je známý jako antipsychotikum a antihypertenzivum (Debnath et al. 2018).

Z hlediska chemické povahy je reserpinu velmi podobný indol yohimbin, jenž je izolován z kůry bujarníku johimbe (*Pausinystalia yohimbe*). Působením na periferní autonomní nervový systém zvyšuje parasympatickou aktivitu, a naopak snižuje sympatickou aktivitu. Působí na krevní tlak a má mírný antidiuretický účinek. Mezi nežádoucí účinky způsobené zvýšenou dávkou yohimbinu patří bolesti hlavy a nadměrné pocení (Debnath et al. 2018).

Ergotamin se získává z vrčec parazitické houby paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*). Je vysoce aktivním děložním stimulantem. Způsobuje vazokonstrikci periferních a kraniálních cév, vyvolává útlum centrálních vazomotorických center a snižuje extrakraniální průtok krve (Debnath et al. 2018).

Vinblastin se získává z barvínkovce růžového (*Catharanthus roseus*). Působí protinádorově, způsobuje zástavu mitózy, což vede k buněčné smrti. Vinblastin má také imunopresivní účinek a mezi hlavní nežádoucí účinky patří kašel, horečka a bolestivé močení (Debnath et al. 2018).

Ze stejné rostliny se získává i vinkristin, který též vykazuje silnou protinádorovou aktivitu. Používá se k léčbě například rakoviny prsu či varlat a dětské akutní lymfoblastické leukemie (Ronghe et al. 2001). Nejčastějšími nežádoucími účinky jsou rozmazané nebo dvojité vidění, zácpa, potíže při chůzi, pokleslá víčka, žaludeční křeče a bolesti kloubů, zad a čelisti (Debnath et al. 2018).

Ergin je amid kyseliny D-lysergové (LSA) s výrazně psychedelickými účinky. Nachází v různých druzích lián čeledi svlačcovité (*Convolvulaceae*), z nichž největším zdrojem ergininu je *Argyreia nervosa*. Je také izolován z paličkovice nachové (Paulke et al. 2013).

3.1.3.11 Purinové alkaloidy

Mezi purinové alkaloidy patří xantiny theobromin a theofylin. Theobromin se získává ze sušených zralých semen kakaovníku pravého (*Theobroma cacao*) a theofylin z listů téže rostliny. Mechanismy působení obou alkaloidů jsou velmi podobné. Theobromin inhibuje fosfodiesterázy, blokuje adenosinové receptory a stimuluje centrální nervovou soustavu. Používá se také jako mírné diuretikum a látka stimulující dýchání (Debnath et al. 2018).

Theofylin také působí jako inhibitor fosfodiesterázy a používá se jako lék stimulující centrální nervovou soustavu. Uvolňuje hladkou svalovinu dýchacích cest v plicích a může přispívat ke zlepšení kontrakce bránice (Debnath et al. 2018).

Nejznámějším purinovým alkaloidem na trhu je bezpochyby kofein, který se přirozeně nachází v semenech kakaovníku a listech čajovníku čínského (*Thea sinensis*) (Rusconi & Conti 2010). Kofein je nejrozšířenější stimulační látka na světě, ale užívá se také v lécích proti nachlazení, analgetikách a anorektikách (Cappelletti et al. 2015).

3.1.3.12 Terpenové alkaloidy

Akonitin se vyskytuje ve všech rostlinách rodu *Aconitum*. Akonitin je diterpenoidní alkaloid, u kterého byly prokázány antinociceptivní vlastnosti při různých analgetických testech (Debnath et al. 2018).

Veratramin se získává z oddenku kýchavice bílé (*Veratrum album*) a *Veratrum viride*, v lékařství se používá jako antihypertenzivum (Debnath et al. 2018).

Konessin je steroidní alkaloid, který se vyskytuje u rostlin čeledi toješťovitě (*Apocynaceae*), především v sušených semenech a kůře. Působí jako antagonist H3 receptorů, blokuje působení histaminu a může pomáhat při stavech deprese (Santora et al. 2008).

Muskarin se nachází v některých houbách, zejména ve vláknících (*Inocybe* sp.) a strmělkách (*Clitocybe* sp.) *Clitocybe dealbata* je jednou z nich a je smrtelně jedovatá. Muskarin se váže na acetylcholinový receptor na nervových synapsích hladkých svalů a žláz s vnitřní sekrecí, což způsobuje parasymptomimetické účinky (Debnath et al. 2018).

Cynarin je získávaný z květních pupenů a listů artyčoku kardového (*Cynara cardunculus*) a vykazuje vysokou antioxidační a antiproliferační aktivitu (Velez et al. 2012).

Na trhu je důležitým alkaloidem kapsaicin, který se nachází především v plodech papriky seté (*Capsicum annum*) a papriky křovité (*Capsicum frutescens*). Mechanismus účinku kapsaicinu je zatím intenzivně studován, nicméně od pradávna se mu přisuzují farmakologické účinky při potížích s gastrointestinálním traktem, při hubnutí a působí jako analgetikum (Reyes-Escogido et al. 2011). Vedlejšími účinky jsou pálení, svědění, suchost, bolest, zarudnutí, otok nebo bolestivost (Debnath et al. 2018).

Další alkaloid cholin je součástí buněčných a mitochondriálních membrán a neurotransmiteru acetylcholinu. Ovlivňuje různé procesy, jako je metabolismus lipidů, signalizace prostřednictvím lipidových buněčných posílů, biosyntéza molekul atd. Vedlejším efektem cholinu je bolest hlavy, ospalost, závrať a zácpa nebo průjem (Corbin & Zeisel 2012). Cholin se vyskytuje především v živočišných produktech jako jsou vejce, kuřecí a hovězí maso, ryby a mléko, ale v menší míře se vyskytuje i v brukvovité zelenině a některých fazolích (Zeisel & Caudill 2010).

3.1.3.13 Aporfinové alkaloidy

Příkladem aporfinových alkaloidů je boldin, který se nachází v lýku boldovníku vonného (*Peumus boldus*), který se používá v lidovém léčitelství i jako léčivý přípravek při poruše funkce jater (Cermanova et al. 2015). Poskytuje antioxidační, antipyretický, protizánětlivý účinek a ve velkých dávkách může působit diuretický (Zhang et al. 2007).

3.1.3.14 Imidazolové alkaloidy

Pilokarpiny jsou převážně z imidazolové skupiny alkaloidů a jejich biosyntetickým prekurzorem je L-histidin (Santos & Moreno 2004).

Pilokarpin je izolován z listů *Pilocarpus microphyllus*. Je to parasymptický stimulant a působí na močový měchýř, slzné kanálky, sudoriferózní a slinné žlázy. Je vhodný pro léčbu glaukomu nebo xerostomie při rakovině hrdla způsobené chemoterapií. Malé dávky obecně

způsobují pokles krevního tlaku, ale ve vyšších dávkách vyvolávají naopak jeho zvýšení (Santos & Moreno 2004).

3.2 Pokojové rostliny v bytech

Pokojové rostliny se pěstují v obydlích po staletí. Již staří Římané a Řekové pěstovali rostliny v květináčích a starověké civilizace jako Egypt, Indie a Čína používaly hrnky a nádoby na pěstování rostlin v obydlích, ve venkovních prostorách a na dvorech. Rostliny sloužily jako dekorace, k praktickým účelům (vaření a obživa) a také k léčebným účelům. Postupem času došlo k rozšíření rozmanitosti rostlin, mnoho jich bylo dováženo z různých částí světa, výhradně z tropických oblastí. Vlivem technologického pokroku civilizace se zdokonalilo pěstování pokojových rostlin a postupem času se vyšlechtilo mnoho nových odrůd a hybridů (Strakošová. 2022)

Nyní se pokojové rostliny pěstují výhradně kvůli svým krásným květům a listům za účelem vylepšení estetiky v bytě. Mohou ale fungovat i jako terapie, jelikož péče o ně může majiteli pomáhat vylepšit duševní a tělesné zdraví. Kvůli jejich metabolismu jsou rostliny pěstovány v bytech i za účelem snížení znečištění vnitřního ovzduší a zlepšení jeho kvality (Kobayashi et al. 2007).

Mezi nejoblíbenější a nejčastěji pěstované pokojové rostliny patří podle Příbyla & Bergera (2007):

- agáve (*Agave* sp.);
- aglaonema (*Aglaonema rotundum*);
- aloe (*Aloe* sp.);
- begonie (*Begonia* sp.);
- bilbergie (*Billbergia* sp.);
- blahočet ztepilý (*Araucaria heterophylla*);
- bokarnea tlustokmenná (*Beaucarnea recurvata*);
- brambořík (*Cyclamen* sp.);
- břečťan popínavý (*Hedera helix*);
- citlivka stydlivá (*Mimosa pudica*);
- cypřiš velkoplodý (*Cupressus macrocarpa*);
- datlovník (*Phoenix* sp.);
- dračinec (*Dracaena* sp.);
- dračinka (*Cordyline* sp.);
- fikus malolistý (*Ficus benjamina*);
- filodendron (*Philodendron* sp.);
- fuchsie (*Fuchsia hybrida*);
- gastérie (*Gasteria* sp.);
- guzmánie (*Guzmania* sp.);
- hvězdník (*Hippeastrum* sp.);
- chřest (*Asparagus* sp.);
- ibišek čínský (*Hibiscus rosa sinensis*);
- juka (*Yucca* sp.);
- kolopejka (*Kalanchoe* sp.);

kornoutovka (*Zantedeschia* sp.);
kořenokvětka vyšší (*Aspidistra eliator*);
kroton (*Croton* sp.);
ledviník (*Nephrolepis* sp.);
lopatkovec (*Spathiphyllum* sp.);
molice (*Plectranthus* sp.);
monstera (*Monstera* sp.);
mramornatka (*Dieffenbachia* sp.);
natík (*Adiantum* sp.);
netýkavka balzamína (*Impatiens balsamina*);
oleandr obecný (*Nerium oleandr*);
opuncie (*Opuntia* sp.);
orchideje;
pelargonie páskatá (*Pelargonium zonale*);
pěnišník (*Rhododendron* sp.);
pepřinec (*Peperomia* sp.);
pochvatec šiřákovitý (*Coleus scutellarioides*);
prýšec (*Euphorbia* sp.);
řemenatka (*Clivia* sp.);
sleziník (*Asplenium* sp.);
stapélie (*Stapelia* sp.);
šáchor (*Cyperus* sp.);
šplhavnice zlatá (*Epipremnum* sp.);
tenura (*Sansevieria trifasciata*);
tlusice (*Crassula* sp.);
toulitka (*Anthurium* sp.);
tradeskancie (*Tradescantia spathacea*);
vánoční kaktus (*Schlumbergera truncata*);
voskovka (*Hoya* sp.);
washingtonie (*Washingtonia robusta*);
zelenec chocholatý (*Chlorophytum comosum*);
žumen (*Cissus* sp.)

3.3 Projevy intoxikace rostlinami

Velmi mnoho rostlin může mít na zvířata či lidi velmi nepříznivé účinky při požití, jelikož obsahují velmi široké spektrum chemických látek. Tyto látky se obecně označují jako jedy neboli toxika, v případě rostlinných jedů se jedná o toxiny. Toxin je látka, která po vniknutí do těla způsobí poruchu normálních činností organismu a může způsobit i jeho zánik. Dávka, která způsobí selhání organismu, se označuje jako letální. Tzv. akutní toxicita je dávka jedu způsobující 50% úhyn testovaných konzumentů a 50% přežití. Jako toxické se označují rostliny, které přinášejí možné riziko otravy (Novák 2007).

Projevy intoxikace jsou ve většině případů mírné a není nutný rychlý zásah, na druhou stranu existují i rostliny, při jejichž požití hrozí úmrtí. Patří mezi ně např. oměj šalamounek

(*Aconitum plicatum*), tis červený (*Taxus baccata*), ocún jesenní (*Colchicum autumnale*), rulík zlomocný (*Atropa bella-donna*), durman (*Datura* sp) a štědrěnec odvislý (*Laburnum anagyroides*) (Kupper & Reichert 2009).

Diagnostikovat otravu rostlinou zejména ve veterinární praxi není příliš jednoduché, jelikož často chybí kompletní anamnéza. Pro detekci rostlinných toxinů se využívají hlavně analytické testy, nicméně specifických analytických technik pro detekci intoxikace není mnoho. Delší dobu se čeká na výsledky a diagnostická účinnost bývá omezena dostupností léků (Capela e Silva et al. 2022). Pro většinu rostlinných toxinů neexistují protilátky, ale k úspěšné léčbě mnohdy stačí podpurná a symptomatická péče (Plumlee 2002).

Za normálních podmínek dokážou zvířata nějakým způsobem identifikovat, které rostliny pro ně představují potenciální riziko otravy. Zejména podle špatné chuti či zápachu stravy, nicméně při výjimečném hladu, změně prostředí, zažívacích potížích a jiných faktorech mohou pozřít i toxickou rostlinu. Toxiny mohou otrávit především hospodářská zvířata na pastvě, zvířata při stájovém odchovu a domácí zvířata. Silné otravy se projevují při požití vysoce toxické rostliny, nicméně se mohou projevit i u méně jedovatých druhů, je-li jich ve stravě velké množství. Častější jsou u zvířat chronické otravy, kdy dochází ke kumulování účinku kvůli dlouhodobé konzumaci (Novák 2007).

Toxikologické studie léčivých bylin na zvířecích modelech ukázaly, že některé z těchto rostlin, které se obvykle používají k léčbě chronických ekzémů a jiných kožních onemocnění, mohou způsobit život ohrožující příznaky, jako jsou např. bradykardie, poruchy dýchání a poškození centrálního nervového systému, ledvin a jater (Berny et al. 2010).

3.3.1 Gastrointestinální otravy

U otrav jsou nejčastějšími příznaky problémy s gastrointestinálním traktem, jelikož nejčastěji se zvíře otráví požitím rostliny. Mohou se vyskytovat samostatně nebo současně s toxicitou v jiných orgánech. Mezi hlavní příznaky gastrointestinální intoxikace patří zvracení, bolesti břicha a průjem (Farzaei et al. 2020).

Mezi rostliny způsobující intoxikace s gastrointestinálními symptomy patří štědrěnec odvislý (*Laburnum anagyroides*), který obsahuje směsi chinolizidinových alkaloidů, z nichž nejvýznamnější je cytisin podobný svými účinky nikotinu. Intoxikace většinou nebývají nijak závažné a prvním příznakem je zvracení. Dalšími možnými příznaky mohou být arteriální hypertenze, tachykardie, mydriáza, agitovanost, tonicko-klonické křeče a kóma (Kupper & Reichert 2009).

Skočec obecný (*Ricinus communis*) obsahuje vysoce jedovaté toxiny, ricin obsažený v semenech a piperidinový alkaloid ricinin obsažený v listech a semenech (Knight 2007). Ricin inhibuje syntézu proteinů a způsobuje apoptózu buněk. První příznaky se objevují po čtyřech až šesti hodinách v podobě silného zvracení, kolikovitých bolestí břicha a krvácivého průjmu. Do příznaků, které značí závažnější intoxikaci, patří křeče, hemolýza a poškození jater a ledvin (Kupper & Reichert 2009).

Po požití syrového a tepelně nezpracovaného fazolu obecného (*Phaseolus vulgaris*) hrozí těžká gastroenteritida a krvácení, jelikož obsahuje toxický protein lektin a glykosid fázin (Kupper & Reichert 2009).

Tykev obecná (*Cucurbita pepo*) obsahuje kukurbitaciny, které jsou hořké a vyvolávají dráždivý účinek, po kterém následuje silné zvracení a průjem. Tyto okrasné dýně nejsou určeny ke konzumaci (Kupper & Reichert 2009).

Dávivec černý (*Jatropha curcas*) obsahuje ve svých semenech sloučeniny kurcin, kyselinu kurkanoleovou a diterpenoidy. Tyto sloučeniny jsou zodpovědné za gastrointestinální otravu s příznaky zvracení, nevolnost a bolesti břicha (Moshobane et al. 2017).

Tenura (*Sansevieria trifasciata*) obsahuje saponiny, které vyvolávají silné zvracení. (Novák 2004).

Ocún jesenní (*Colchicum autumnale*) se dříve používal jako léčivá rostlina (při akutní dnové artritidě, familiární středomořské horečce a amyloidóze) (Farzaei et al. 2020). Nejvyšší koncentrace toxických alkaloidů se nachází v květech a semenech. Hlavním toxickým alkaloidem je kolchicin spolu s dalšími alkaloidy. Kolchicin má schopnost vázat se na tubulin a narušuje tak správný průběh mitózy a zasahuje do buněčných funkcí (Knight 2007). Intoxikace kolchicinem je velmi akutní a probíhá ve třech fázích. Nejprve se začínají objevovat těžké gastrointestinální příznaky, leukocytóza a hematurie. V druhé fázi přichází multiorgánové selhání s kardiovaskulárním šokem, respirační selhání, selhání ledvin, rabdomyolýza, metabolická acidóza, neuropatie, křeče, edém mozku a další. Pokud intoxikovaný jedinec tuto fázi překoná, nastává zotavovací fáze. Způsobuje silné podráždění kůže a sliznice. Následky, jako jsou neuromuskulární poruchy nebo alopecie, mohou trvat až několik týdnů. Kolchicin se přirozeně vyskytuje i v mnoha dalších druzích rostlin, jednou z nich je například glorióza vznešená (*Gloriosa superba*) (Kupper & Reichert 2009).

Mléčná šťáva pryšce (*Euphorbia* sp.) obsahuje vysoce dráždivé diterpenové estery, které způsobují zarudnutí kůže, otoky, puchýře a může dojít k poškození oční rohovky, podráždění sliznice dutiny ústní či gastroenteritidě (Kupper & Reichert 2009).

Šťáva z bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) obsahuje fototoxické furanokumariny, které při kontaktu s kůží a současnému vystavení slunečnímu záření mohou způsobit zánětlivou reakci (Kupper & Reichert 2009).

Společným znakem rostlin áronu alpského (*Arum maculatum*), mramornatky (*Dieffenbachia* sp.), aglaonemy (*Aglaonema rotundum*), toulitky (*Anthurium* sp.), kornoutovky (*Zantedeschia* sp.), šplhavnice zlaté (*Epipremnum* sp.) a chřestu (*Asparagus* sp.) je obsah rafidů šťavelanu vápenatého, který rostliny vypouštějí při porušení struktury listů např. po žíru či jiném mechanickém poškození. Pronikají skrz sliznici úst a krku a způsobují bolestivé podráždění (Kupper & Reichert 2009). Mramornatka má ve stonku obsažené saponiny, glykosidy, jedovaté bílkoviny a alkaloidy. Plod aglaonemy obsahuje alkaloidy a saponiny, toulitka obsahuje menší množství kyseliny šťavelové a kornoutovka obsahuje rozpustné šťavelany, kyselinu šťavelovou, saponiny a glykosidy. Tyto látky způsobují především otoky a svědění kůže a sliznice (Novák 2004).

Penišníky (*Rhododendron* sp.) obsahují diterpeny grayanotoxiny (dříve andromedotoxin, rhodotoxin a acetylandromedol) (Knight 2007), které se vážou na sodíkové kanály v buněčných membránách a zvyšují tak jejich propustnost. Zrychluje se vstup vápníku do buněk, a to může vést k nepříznivým účinkům na kardiovaskulární systém (Kimura et al. 2000). Po požití byly zaznamenány příznaky gastrointestinální otravy, včetně nevolnosti, zvracení a muskarinového syndromu. Muskarin způsobuje křeče hladké svaloviny střev, dělohy, močového měchýře, bronchů a způsobuje silné tetanické kontrakce v celém střevním kanálu (Farzaei et al. 2020).

3.3.2 Poruchy srdečního rytmu

Rostliny, u kterých byl popsán fatální průběh otravy mohou způsobovat srdeční arytmií nebo respirační paralýzu. Mezi takové rostliny patří například konvalinka vonná (*Convallaria majalis*), skalník (*Cotoneaster* sp.), dřín (*Cornus* sp.), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), zimolez (*Lonicera* sp.), bobkovišeň lékařská (*Prunus laurocerasus*), pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*), tis červený (*Taxus baccata*), kalina (*Viburnum* sp.) a kolopejka (*Kalanchoe* sp.) (Kupper & Reichert 2009).

Mezi prudce jedovaté rostliny patří oměj horský (*Aconitum napellus*) obsahující jeden z nejsilnějších alkaloidů – akonitin, který se vyskytuje v nejsilnějších rostlinných jedech. Akonitin se do těla vstřebává sliznicí nebo přes kůži. Při perorálním požití se příznaky projeví velmi rychle (do 20 minut) a dochází k pálení a parestézii v ústech a po celém těle dochází k pocitu chladu a nevolnosti. Mezi příznaky patří obvykle zvracení, průjem, křeče, pokles krevního tlaku, respirační paralýza a srdeční arytmie (Kupper & Reichert 2009). Otrava akonitem často končí smrtí v důsledku srdeční zástavy způsobené fatální arytmií, např. fibrilací komor (Farzaei et al. 2020).

Podobný průběh jako při intoxikaci akonitem následuje při požití kýchavice bílé (*Veratrum album*). Kýchavice bílá je velmi podobná hořci žlutému (*Gentiana lutea*), tak může snadno dojít k záměně těchto dvou rostlin a následné otravě (Kupper & Reichert 2009).

Velmi jedovatou dřevinou je tis obecný (*Taxus baccata*) obsahující jedovaté alkaloidní směsi odvozené od taxinu (taxin A a B, isotaxin B, paklitaxel), látky odvozené od taxanu (taxol A a B) a glykosidy (taxikatin) (Farzaei et al. 2020). Jsou přítomny ve všech částech rostliny kromě červeného míšku. Příznaky se objeví po jedné až pěti hodinách po požití menšího množství a projevují se zvracením, křečemi v břiše, průjmem, poklesem krevního tlaku a tachykardií. Po požití většího množství větvíček a jehličí z tisu dochází ke křečím, mydriáze, těžké bradyarytmii a intoxikovaný jedinec upadá do kómatu. Smrt je způsobena respirační paralýzou nebo zástavou srdce (Kupper & Reichert 2009).

Oleandr obecný (*Nerium oleander*) obsahuje srdeční glykosidy oleandrin, neriin, neriantin a jiné. Tyto látky jsou svými účinky velmi podobné glykosidům z náprstníku (*Digitalis* sp.). Glykosidy z oleandru se nacházejí v květech, listech, ale i dřevu a kůře (Zhai et al. 2022). Mají silné inotropní a elektrochemické účinky na srdeční tkáň, inhibují Na^+/K^+ -ATPázu. Kardenolidy působí především na buněčnou membránu, kde narušují transport sodných a draselných iontů, což má za následek příliv vápníku. Při vysokých dávkách dochází k poruše srdečního rytmu s následující srdeční blokádou a smrtí (Knight 2007). Předpokládá se, že srdeční glykosidy ovlivňují autonomní nervový systém tak, že potlačují aktivaci sympatiku a zvyšují vagový tonus (Wu et al. 2017). Mezi příznaky otravy patří nevolnost, zvracení, závratě, bradykardie, vzácně tachyarytmie, fibrilace komor a asystolie. Může se také objevit hyperkalémie, křeče a kóma. Na kůži způsobují podráždění. Kromě glykosidů jsou v oleandru přítomny také terpenoidy, které jsou pravděpodobně příčinou gastrointestinálního podráždění (Kupper & Reichert 2009).

Intoxikace požitím rostliny tevécie peruánské (*Thevetia peruviana*) je podobná intoxikaci náprstníkem (*Digitalis* sp.), obsahuje též srdeční glykosidy. Může dojít k rozvoji arytmie a hypotenzi, k narušení nitrobuněčné produkce ATP, bradykardii, tachykardii a fibrilaci komor (Farzaei et al. 2020).

Linalool, linalyl-acetát, lavandulyl-acetát a terpinen-4-ol jsou hlavními složkami extraktu z levandule (*Lavandula* sp.). Toxicita zejména linaloolu a terpineolu vykazovala centrální depresivní a narkotické účinky. Akutní otravu linaloolem značí ataxie, snížená spontánní motorická aktivita a laterální rekumbence. Landelle et al. (2009) popsali případ hypertrofie adenoidů, zánětu středního ucha a středně těžkého postižení sluchu s normálními hodnotami glukózy v krvi, elektrolytů, vápníku, aminokyselin, aminokyselin v moči a mozkomíšního moku, který byl způsoben požitím malého množství extraktu z levandule.

Durman obecný (*Datura stramonium*) a durman bílý (*Datura suaveolens*) po požití nepříznivě ovlivňují acetylcholinové receptory a příznaky odpovídají anticholinergnímu syndromu – mydriáza s poruchami akomodace, návaly horka, suchá a teplá pokožka, suché sliznice, celková hypertermie, tachykardie, dysfagie, poruchy mikce, retence moči, střevní atonie, zvracení, ataxie, dezorientace v prostoru, záchvaty a kóma (Kupper & Reichert 2009).

Mandragora lékařská (*Mandragora officinarum*) je považována za sedativní a afrodiziakální rostlinu, která se používala jako analgetikum, emetikum a také anestetikum pro chirurgické účely. Solanové a tropanové alkaloidy mandragory vykazují anticholinergní vlastnosti, které mohou způsobit závažné příznaky jako je nevolnost, mydriáza, rozmazané vidění a supraventrikulární tachykardie (Tsiligianni et al. 2009).

Kolopejka (*Kalanchoe* sp.) je toxická rostlina, která ve všech svých částech obsahuje řadu kardiotoxických bufadienolidů. Nejvyšší koncentrace se nachází v květech. Kardiotoxiny, včetně bryotoxinů, bryofylinů a bersalgeninů, mají podobný účinek jako srdeční glykosidy obsažené v náprstníku, oleandru, konvalince a mléčivci. Jejich hlavním účinkem je inhibice Na^+/K^+ -ATPázy, čímž snižují transport sodíku a draslíku přes buněčné membrány, což snižuje srdeční funkci. Nejtoxičtějším druhem je *K. delagonensis* a jeho kříženci (Smith & Volmer 2004).

Dalšími jedovatými rostlinami působící negativně na srdeční aktivitu a centrální nervovou soustavu jsou kastila kaučuková (*Castilla elastica*) a kýchavice bílá (*Veratrum album*) (Farzaei et al. 2020).

3.3.3 Hepatotoxicita

Játra jsou nejdůležitějším orgánem v těle v procesu metabolismu látek. Reakce probíhající v játrech zahrnují oxidázové, reduktázové a hydrolázové mechanismy, které přeměňují lipofilní chemické látky na sloučeniny rozpustné ve vodě, aby mohly být následně vyloučeny z těla (Almazroo et al. 2017). Toxiny z rostlin mohou tyto mechanismy narušovat a způsobovat tak jaterní otravy.

Rostliny rodu *Cycas* obsahují glykosidy methylazoxymethanolu (MAM) a aminokyselinu beta-N-methylamino-L-alanin (BMAA). Glykosidy se nacházejí v nejvyšší koncentraci v listech a v nižších koncentracích v semenech. Způsobují nekrózu buněk, největší poškození bylo zaznamenáno na játrech a gastrointestinálním traktu (Knight 2007).

Semena rostliny *Cassia occidentalis* obsahují antrachinony, které mohou způsobit akutní jaterní selhání následované svalovým a encefalopatickým poškozením (Nirupam et al. 2013 & Kumar et al. 2018).

Semena řepně durkomanu (*Xanthium strumarium*) obsahují silně toxický karboxyatraktylosid, který po požití může způsobit nekrózu a selhání jater (Karabiber et al. 2014).

Badyánovník anýzový (*Illicium anisatum*) a badyáník pravý (*Illicium verum*) obsahují anetol, který má hepatotoxické účinky. Badyánovníky obsahují vysoké množství anisatinů, které jsou známé jako letální toxické látky (Obando Pacheco et al. 2016).

3.3.4 Nefrotoxicita

Nefrony jsou funkční jednotkou ledvin, ve kterých se filtrováním krve tvoří moč. Podílejí se na odstraňování odpadních produktů a toxických látek v těle. Molekuly vody, glukóza, aminokyseliny, kreatinin, ionty a další se reabsorpcí vracejí zpět do peritubulárních kapilár. Zbývající odpadní molekuly a ionty jsou vyloučeny prostřednictvím moči. Většina rostlinných toxinů, u nichž bylo zjištěno, že způsobují nefrotoxicitu, působí prostřednictvím různých společných patogenních mechanismů (Nauffal & Gabardi 2016).

Poškození ledvin v důsledku intoxikace rostlinami lze rozdělit do čtyř hlavních typů, mezi něž patří přímá nebo imunitně zprostředkovaná nefrotoxicita, nefrolitiáza, rabdomyolýza a hepatorenální syndrom (Nauffal & Gabardi 2016). Akutní selhání ledvin způsobené nefrotoxickým poškozením může vést k okamžitému nebo trvalému poškození funkce ledvin a ke smrti.

U podražců (*Aristolochia* sp.) a kopytníků (*Asarum* sp.) se vyskytuje kyselina aristolochová, která patří do skupiny nitrofenanthrenových karboxylových kyselin a její deriváty I a II jsou v přírodě mutagenní. Mutace vedou ke vzniku uroteliálního karcinomu vedoucího k intersticiální fibróze a ztrátě kortikálních tubulů (Paulke et al. 2013). Dalšími následky jsou malignity močového měchýře (Nortier et al. 2000).

Plody stromu *Pithecellobium lobatum* jsou spojeny s rozvojem akutního selhání ledvin, ale patogeneze akutního selhání ledvin po požití ještě nebyla stanovena. Krystaly kyseliny djenkolové by mohly být zodpovědné za obstrukci močovodů, močové trubice a ledvinových kanálků (Wong et al. 2007).

Impila pochází z hlízovitých kořenů *Callilepis laureola* a byla u ní zaznamenána jaterní i ledvinová toxicita. Příznaky intoxikace se vyznačují bolestmi břicha, zvracením, průjmem, poruchou vědomí, křečemi, těžkou hypoglykemií a metabolickou acidózou (Farzaei et al. 2020).

Další rostlinou, která negativně ovlivňuje funkci ledvin, je řemdihák plstnatý (*Uncaria tomentosa*). Obsahuje flavonoidy, oxindolové a indolové alkaloidy, karboliny, steroly, glukosinoláty a polynenasycené mastné kyseliny, které mohou být příčinou abnormalit močového sedimentu v důsledku poruchy funkce ledvin (Farzaei et al. 2020).

Larela trojzubá (*Larrea tridentata*) obsahuje kyselinu nordihydroguaiaretickou, která způsobuje cystickou nefropatii a karcinom. Hlavní metabolit kyseliny nordihydroguaiaretické je δ -kvinon zvyšující hladinu cukru v krvi, křehkost lysozomálních membrán a způsobuje autolýzu, deskvamaci nekrotických buněk proximálního tubulárního epitelu a hromadění buněčných zbytků, což vede k ucpaní tubulů (Farzaei et al. 2020).

Vrba lýkocová (*Salix daphnoides*) obsahuje salicin, při jehož metabolismu vzniká kyselina salicylová, která může způsobovat nekrózu ledvinových papil. Salicyláty způsobují dysfunkci ledvin a snížení průtoku krve ledvinami (Schmid et al. 2001).

Chvojník čínský (*Ephedra sinica*) obsahuje efedrin a pseudoefedrinový alkaloid, o nichž se uvádí, že vyvolávají stimulaci centrální nervové soustavy, bronchodilataci, vazokonstrikci a možnou nefrolitiázu (Farzaei et al. 2020).

Kořen *Securidaca longepedunculata* obsahuje methylsalicylát, který je nefrotoxinem a způsobuje akutní selhání ledvin. V kořeni se údajně vyskytuje také toxická látka sekurin (Steenkamp & Stewart 2005).

V semenech pískavice řecké seno (*Trigonella foenumgraecum*) byla prokázána přítomnost různých flavonoidů, které mohou být zodpovědné za vyvolání akutní intersticiální nefritidy doprovázené autoimunitní hemolytickou anémií na základě dřívější studie, která prokázala, že flavonoidy vyvolaly nefropatii i v jiných případech (Lee & Chen 2006).

V důsledku užívání nesprávně připravených hlíz smldince (*Dioscorea* sp.) a jamu (*Yam* sp.) dochází k otravám a poškození ledvin (Kang & Heo 2015).

Bujarník johimbe (*Pausinystalia yohimbe*) obsahuje farmakologicky aktivní alkaloidní složku yohimbin vyvolávající systémový lupus erythematosus, což má za následek poruchu funkce ledvin (Farzaei et al. 2020).

Aloe kapská (*Aloe capensis*) obsahuje fytochemikálie aloiny a aloinosidy, které údajně způsobují parenchymatózní nefritidu (Farzaei et al. 2020).

V mnoha případech je po požití lékořice lysé (*Glycyrrhiza glabra*) pozorována přidružená nefrotoxicita s následnou hypokalémií a těžce poškozenými tubulárními buňkami kvůli obsažené látce glycyrrhizin. Lékořice způsobuje renální dysfunkci vyvolanou rhabdomyolýzou v důsledku diurézy draslíku. Obsahuje také kyselinu glycyrrhetinovou, která je rozsáhle vázána na tkáň, zabraňuje inaktivaci kortizolu na kortizon, který se tak hromadí v ledvinách a dále stimuluje aldosteronové receptory v kortikálních buňkách sběrného kanálku k reabsorpci sodíkových iontů (Farzaei et al. 2020).

Další sloučeniny vyskytující se v některých rostlinách a narušující přirozenou funkci ledvin jsou atraktylosid a kyselina djenkolová vyvolávající tvorbu ledvinových kamenů (Farzaei et al. 2020).

3.3.5 Respirační toxicita

Dýchací systém mohou narušovat různé typy toxinů. Jedná se o cytotoxiny, neurotoxiny, alkylační a interkalární DNA toxiny, inhibitory buněčného dýchání a toxiny kůže a sliznic. Nejčastěji jsou ale příčiny spojeny s intoxikací neurotoxiny, ty totiž nepůsobí pouze na dýchací systém, ale současně ovlivňují i další segmenty organismu (Farzaei et al. 2020).

Stromy kulčiby (*Strychnos* sp.) obsahují jednu z nejjedovatějších látek strychnin (Chan 2002). Kulčiba dávivá (*Strychnos nux-vomica*) má ve svých semenech velký obsah alkaloidů a může tak způsobit otravu strychninem, která je charakterizována svalovými křečemi. Následuje hluboké a zrychlené dýchání, zástava dechu a asfyxie končící smrtí (Guo et al. 2018).

Podobný průběh otravy nastává při požití rostliny *Gelsemium elegans*. Intoxikace obvykle končí smrtí v důsledku silného útlumu nervového a dýchacího systému (Fung et al. 2007).

Bolehlav plamatý (*Conium maculatum*) je běžná toxická rostlina, jejíž piperidinové alkaloidy koniin a γ -konicein jsou zodpovědné za její neurotoxické vlastnosti. Koniinové alkaloidy způsobují selhání dýchání, kterému předchází ochrnutí, svalový třes a slabost. Otrava může vést až ke smrti (Vetter 2004).

Ocún jesenní (*Colchicum autumnale*) obsahuje velmi silný toxin kolchicin, jenž blokuje průběh mitózy. Konzumace šafránu může způsobit těžkou otravu, počínaje gastroenterokolitidou, která může být i smrtelná (Brvar et al. 2004). Ve většině případů je hlavní příčinou smrti respirační selhání, kardiovaskulární kolaps nebo leukopenie s infekcí (Farzaei et al. 2020).

Cleistanthus collinus obsahuje diterpenové grayatoxiny, které jsou zřídka příčinou úmrtí. Laboratorní studie mechanismu účinku grayanotoxinu ukázaly depresi dýchání a bradykardii u anestetizovaných potkanů albínů, kterým byla aplikována malá dávka (Farzaei et al. 2020).

3.4 Rostliny jedovaté pro psy a kočky

3.4.1 Pokojové rostliny jedovaté pro psy a kočky

V Evropě se díky klimatickým podmínkám vyskytuje mnohem méně jedovatých druhů rostlin než na kontinentech, jako je Jižní Amerika nebo Afrika. Bohužel ze studie milánského toxikologického centra jasně vyplývá, že i v Evropě může často docházet k otravám domácích zvířat rostlinami, a to zejména těmi pokojovými, ke kterým mají zvířata neustálý přístup. K otravám psů a koček obecně dochází v důsledku konzumace listů, stonků, květů a semen jedovatých rostlin. Příčinou okusování rostlin domácími zvířaty může být nuda, zvědavost či čištění trávicího traktu a chrupu (Bertero et al. 2021).

Většina pokojových rostlin, jež se běžně vyskytují v domácnostech, mohou domácím mazlíčkům po pozření způsobit mírné až závažné příznaky. Nejčastěji se jedná o zvracení, slinění nebo průjem, nicméně se mohou vyskytnout i příznaky otravy v podobě poškození jater, ledvin, centrálního nervového a kardiovaskulárního systému. Otrava může vést až ke smrti, to však bývá vzácně (Milewski & Khan 2006).

Průběh otravy ovlivňují faktory jako koncentrace toxinů v jednotlivých částech rostliny, fáze jejího růstu, klima, půda, druh příslušné rostliny a požitá množství (Milewski & Khan 2006). Průběh a závažnost otravy však ovlivňuje i přirozená imunita intoxikovaného zvířete, získaná imunita, trávicí systém, plemeno zvířete, věk, pohlaví a výživa (Bilgili et al. 2020). Některé druhy zvířat mohou být citlivé na určitý druh rostliny a mohou vykazovat závažné klinické účinky, zatímco jiné druhy mohou být vůči rostlině odolné (Milewski & Khan 2006).

Jelikož existuje obrovské množství rostlin, které jsou pro domácí zvířata toxické, v následující kapitole jsou uvedeny pokojové rostliny, které nejčastěji mohou způsobit život ohrožující intoxikaci psů a koček. Patří mezi ně:

- difenbachie (*Dieffenbachia* spp.) (Obr. 1);
- řemenatka červená (*Clivia miniata*) (Obr. 2);
- dračinec (*Dracaena* spp.) (Obr. 3)
- oleandr (*Nerium oleander*) (Obr. 4);
- cykasy (*Cycas* spp.) (Obr. 5);

kolopejky (*Kalanchoe* spp.) (Obr. 6);
hvězdníky (*Hippeastrum* spp.) (Obr. 7);
filodendrony (*Philodendron* spp.) (Obr. 8);
kroton (*Codiaeum variegatum*) (Obr. 9);
pryšce (*Euphorbia* spp.) (Obr. 10);
bramboříky (*Cyclamen* spp.) (Obr. 11) a další (Bilgili et al. 2020).

Obrázek 1: difenbachie (*Dieffenbachia* spp.) (České stavby.cz)



Obrázek 2: řemenatka červená (*Clivia miniata*) (Ticháček 2005)



Obrázek 3: dračínek (*Dracaena* spp.) (Deml 2005)



Obrázek 4: oleandr obecný (*Nerium oleander*) (Krump 2012)



Obrázek 5: africké cykasy (Bučko 2013)



Obrázek 6: kolopejka (*Kalanchoe blossfeldiana*) (Kocna 2016)



Obrázek 7: hvězdník (*Hippeastrum blossfeldiae* spp.) (Kocna)



Obrázek 8: filodendron (*Philodendron elegans*) (Krump 2018)



Obrázek 9: kroton (*Codiaeum variegatum*) (Starr 2007)



Obrázek 10: pryšec nádherný (*Euphorbia pulcherrima*) (Pivoňka 2006)



Obrázek 11: brambořík nachový (*Cyclamen purpurascens*) (Plaček 2021)



3.4.2 Zahradní rostliny jedovaté pro psy a kočky

Mnoho domácích zvířat má přístup ven, kde se může samozřejmě nacházet i velké množství zahradních a lučních rostlin, které jsou toxické a mohou způsobit u zvířat otravu.

Patří mezi ně:

- lilie a denivky (*Lilium* spp. a *Hemerocallis* spp.) (Obr. 12);
- pěnišníky (*Rhododendron ponticum* a *Rhododendron luteum*) (Obr. 13);
- skočec obecný (*Ricinus communis*) (Obr. 14 a 15);
- hortenzie (*Hydrangea* spp.) (Obr. 16);
- ocún jesenní (*Colchicum autumnale*) (Obr. 17);
- tis červený (*Taxus baccata*) (Obr. 18);
- štědřenec odvislý (*Laburnum anagyroides*) (Obr. 19);
- durman obecný (*Datura stramonium*) (Obr. 20);
- rulík zlomocný (*Atropa bella-donna*) (Obr. 21 a 22);
- náprstníky (*Digitalis* spp.) (Obr. 23);
- oměj šalamounek (*Aconitum napellus*) (Obr. 24);
- narcis (*Narcissus* spp.) (Obr. 25);
- hyacint (*Hyacinthus* spp.) (Obr. 26);
- hyacintovec (*Hyacinthoides* spp.) (Obr. 27);
- tulipán (*Tulipa* spp.) (Obr. 28);
- brečťan (*Hedera* spp.) (Obr. 29) a další (Novák 2004).

Obrázek 12: lilie tygrovaná (*Lilium lanciflorum*) (Kocna 2020)



Obrázek 13: pěnišník pontický (*Rhododendron ponticum*) (Rencová 2013)



Obrázek 14 a 15: skočec obecný (*Ricinus communis*) (Urbanová 2011) a jeho semena (Forintová, 2023)



Obrázek 16: hortenzie velkolistá (*Hydrangea macrophylla*) (Pavlíková 2022)



Obrázek 17: ocún jesenní (*Colchicum autumnale*) (Pida 2021)



Obrázek 18: míšky tisů červeného (*Taxus baccata*) (Fárová 2017)



Obrázek 19: štědřenec odvislý (*Laburnum anagyroides*) (Žampach 2021)



Obrázek 20: durman hrozivý (*Datura ferox*) (Kocna 2020)



Obrázek 21 a 22: rulík zlomocný (*Atropa belladonna*) (Lukavský 2019) a jeho plod (Pida 2021)



Obrázek 23: *Digitalis ciliata* (Kesl 2011)



Obrázek 24: oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*) (Pida 2021)



Obrázek 25: narcis skalní (*Narcissus rupicola*) (Vobořil 2014)



Obrázek 26: hyacint východní (*Hyacinthus orientalis*) (Sekora 2009)



Obrázek 27: hyacintovec španělský (*Hyacinthoides hispanica*) (Kesl 2010)



Obrázek 28: tulipán planý (*Tulipa sylvestris*) (Hroneš 2006)



Obrázek 29: brečťan popínavý (*Hedera helix*) (Zichová)



3.4.3 Projevy intoxikace u psů a koček

Ve většině případů následují po požití jedovatých rostlin u malých zvířat pouze mírné gastrointestinální příznaky, nicméně některé případy mohou být obzvláště závažné a pokud majitel a veterinář rychle nezakročí, mohou končit i smrtí (Botha & Penrith 2009). Toxické rostliny mají různé mechanismy účinku a úroveň toxikózy, proto je třeba se obrátit na centrum pro kontrolu otrav zvířat American Society for the Prevention of Cruelty to Animals ASPCA v případě, že si veterinární lékaři nejsou zcela jisti přesnou příčinou otravy či druhem požitě rostliny (Bilgili et al. 2020).

Jedním z hlavních důvodů, proč je riziko otravy u domácích zvířat zvýšené, je velké množství času, který domácí zvířata tráví doma se svými majiteli (Bertero et al. 2020). Údaje z evropské literatury ukazují, že 5–11 % intoxikací bylo způsobeno pozřením toxických pokojových rostlin (Keck et al. 2004 & Caloni et al. 2013)

Většinou se příznaky objeví několik hodin po konzumaci, jejich nástup je zpravidla dřívější než u lidí (Beck et al. 2020). Jedná se o příznaky týkající se hlavně trávicího traktu – zvracení, průjem a zvýšené vylučování slin. Dalšími příznaky je narušení nervového systému – astenie, ataxie, hypertonie, křeče, halucinace nebo mydriáza. Další symptomy se mohou týkat kardiopulmonálního systému – srdeční arytmie, bradykardie, hypotenze nebo dyspnoe (Bertero et al. 2021). Po pozření jedovaté rostliny může také nastat podráždění a poškození sliznic ústní

dutiny a dýchacích cest s následnými otoky, které mohou způsobit až udušení zvířete (Milewski & Khan 2006).

U psů jsou intoxikace jedovatými rostlinami častější než u koček, jelikož mají zvědavé návyky a často pozřou a rozžvýkají větší množství dané části rostliny (Bilgili et al. 2020).

Projevy intoxikací jsou velmi podobné, jelikož téměř všechny pokojové rostliny, jež vykazují toxickou aktivitu, jsou stejně nebo minimálně podobně jedovaté jak pro psy, tak pro kočky. Jsou rostliny, které výrazněji uškodí spíše kočkám nežli psům, takovým příkladem jsou lilie (*Lilium* sp.). Je pravděpodobnější, že následkem pozření určité části lilie bude kočkám hrozit úmrtí spíše než psům, jelikož kočky mají obecně mnohem citlivější gastrointestinální trakt (Guilford et al. 2001).

Projevy intoxikací u psů a koček jsou s ohledem na rozdílné chemické složení rostlin velmi nespecifické. Pro stanovení přesné diagnózy je rozhodující správná identifikace rostliny (Milewski & Khan 2006).

Všechny části lilií a denivek jsou pro kočky toxické, zejména květ, ale i pyl nebo voda ve váze a po požití způsobují závažné následky. Intoxikace liliemi způsobují u koček těžké selhání ledvin (Bilgili et al. 2020). Do tří hodin po pozření jednoho až dvou listů nebo okvětních lístků lilie začnou kočky zvracet a nadměrně slinit. Kočky jsou depresivní a anorektické. Počáteční zvracení a slinění obvykle ustoupí po čtyřech až šesti hodinách. Přibližně po 24 hodinách se objeví proteinurie, izostenurie, polyurie a dehydratace. V této fázi se může zvracení opakovat. Významným ukazatelem otravy lilií je neúměrné zvýšení kreatininu ve srovnání s dusíkem močoviny v krvi. S rozvojem onemocnění kočky dochází k selhání ledvin, anurii, progresivní slabosti a smrti (Knight 2007).

Pěnišníky a všechny jejich části včetně květů a nektaru jsou toxické, některé druhy více, některé méně v závislosti na způsobu pěstování (Knight 2007). Klinickými příznaky je nadměrné slinění, zvýšená nosní sekrece, zvracení, bolesti břicha, nadýmání a nepravidelné dýchání. Projevují se několik hodin po požití listů penišníku (Knight 2007). V mnoha případech se může objevit hypotenze, tachykardie a dechová deprese. Při těžkých intoxikacích byla hlášena slabost, částečná slepota, křeče a v nejhorších případech smrt. Neurologické příznaky mohou přetrvávat několik dní, než se zvíře uzdraví (Knight 2007).

Klinickými příznaky u intoxikace oleandrem je nadměrné slinění, zvracení a průjem, který může obsahovat krev. Během několika hodin po požití rostliny se objeví srdeční příznaky včetně slabosti, deprese, nepravidelného pulsu, bradykardie, zvýšené dechové frekvence a srdeční arytmie (Knight 2007). Zvýšený tonus sympatiku může také způsobit mydriázu (Milewski & Khan 2006). Dalšími příznaky jsou chladné končetiny, hypotenze, bledé sliznice, slabý a nepravidelný puls, svalový třes, kolaps a kóma v důsledku sníženého srdečního výdeje. Příznaky se mohou objevit během 45 minut a trvat čtyři až pět dní, přičemž končí buď smrtí, nebo uzdravením (Burrows & Tyrl 2001).

Mezi klinické příznaky intoxikace rostlinou rodu *Cycas* patří především zvracení, které začíná během několika minut po pozření semen, dále letargie, průjem nebo zácpa a ikterus (Milewski & Khan 2006). Mohou se vyskytnout i neurologické příznaky, které zahrnují slabost, ataxii a proprioceptivní obtíže. V závažných případech byly zaznamenány křeče a kóma. U psů se objevují také známky ascitu a ekchymotického krvácení (Milewski & Khan 2006).

Semena skočce obecného jsou velmi jedovatá, nicméně pokud nejsou rozžvýkána nebo jinak porušena, projdou díky svému tvrdému obalu trávicím traktem a nezpůsobí žádné

komplikace (Knight 2007). Ricin jinak působí primárně na epitel trávicího systému. Po navázání na buňky inhibuje syntézu bílkovin, brání vstřebávání ve střevě a přímo dráždí trávicí trakt a způsobuje hemoragický průjem, který se objeví po šesti hodinách od rozžvýkání semen a je následován bolestmi břicha. V závažných případech se může objevit zvracení, slabost, dehydratace, svalový třes nebo náhlý kolaps (Knight 2007). Ve smrtelných neexperimentálních případech mohou smrti předcházet křeče, které jsou obvykle důsledkem krvácení do srdce a plic. Klinické příznaky mohou trvat až pět dní (Burrows & Tyril 2001). Ricinin má silné hemaglutinační vlastnosti a díky svému působení na neuroreceptory může být zodpovědný za záchvaty a svalovou slabost u zvířat (Knight 2007).

Klinickými příznaky po požití kolopejky je depresivita, anorexie a během několika hodin po konzumaci rostliny se objevuje nadměrné slinění a silný průjem. Jelikož toxiny ovlivňují i kardiovaskulární a nervosvalový systém, mohou se vyskytnout srdeční dysrytmie, bradykardie a srdeční blokáda, což může skončit i úmrtím zvířete (Knight 2007).

Akutní otrava kolchicinem je charakterizována selháním mnoha orgánů a dochází k závažným fyziologickým komplikacím kardiovaskulárního, renálního, metabolického a nervosvalového systému. Kolchicin také způsobuje výrazné snížení produkce prolaktinu, inzulinu, glukóзовé tolerance a katecholaminů. Klinické příznaky se vyznačují nejprve nadměrným sliněním, dále zvracením, bolestmi břicha a silným hemoragickým průjmem. Intoxikovaní jedinci nadále ztrácí sílu, jsou dezorientovaní v prostředí a začínají se projevovat srdeční arytmie (Knight 2007).

4 Závěr

Bakalářská práce byla koncipovaná jako literární přehled. Z uvedeného seznamu vyplývají tyto závěry:

1. Ze sekundárních metabolitů rostlin jsou pro psy a kočky rizikové především alkaloidy, glykosidy, šťavelany a saponiny.
2. Ze sekundárních metabolitů se v rostlinách nejvíce vyskytují alkaloidy, které patří mezi nejsilnější rostlinné jedy a způsobují poruchy zejména nervového systému.
3. Z rostlin zahradních jsou pro psy a kočky toxické následující druhy rostlin: lilie a denivky (*Lilium* spp. a *Heimerocallis* spp.), některé druhy pěnišníků (*Rhododendron ponticum* a *Rhododendron luteum*), skočec obecný (*Ricinus communis*), ocún jesenní (*Colchicum autumnale*), tis červený (*Taxus baccata*), štědřenec odvislý (*Laburnum anagyroides*), durman obecný (*Datura stramonium*), rulík zlomocný (*Atropa bella-dona*), náprstníky (*Digitalis* spp.) nebo oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*).
4. Z pokojových rostlin jsou toxické především tyto druhy: difenbachie (*Dieffenbachia* spp.), řemenatka červená (*Clivia miniata*), dračinec (*Dracaena* spp.), oleandr (*Nerium oleander*), cykasy (*Cycas* spp.), kolopejky (*Kalanchoe* spp.), hvězdníky (*Hippeastrum* spp.), filodendrony (*Philodendron* spp.), krotón (*Codiaeum variegatum*), pryšce (*Euphorbia* spp.) a bramboříky (*Cyclamen* spp.).
5. Mezi projevy intoxikací u koček a psů patří nejčastěji gastrointestinální obtíže – nadýmání, bolesti břicha, průjem, hemoragický průjem, zácpa, nadměrné slinění, zvýšená nosní sekrece a zvracení. Dále se často vyskytuje celková slabost, letargie, ataxie, poruchy koordinace, ochabnutí svalstva, křeče, svalový třes, záškuby. Dochází k nepravidelnému dýchání, dechové depresi, tachypnoi a bradypnoi. Vyskytuje se hypotenze, srdeční arytmie (tachykardie, bradykardie) a srdeční blokáda. Při intoxikacích mnohdy začnou postupně selhávat orgány a dochází k závažným fyziologickým komplikacím renálního systému a jater. Může nastat proteinurie, izostenurie, polyurie, anurie nebo dehydratace. Častým příznakem otrav je mydriáza. V nejzávažnějších případech přichází záchvat, kolaps, kóma a smrt.
6. Po zjištění intoxikace je nutný okamžitý zásah. Nejprve je potřeba zvíře stabilizovat a dekontaminovat či podat antidotum, které bohužel není vždy dostupné. Protilátka je velmi málo a pokud existují, jsou obtížně sehnatelné. Dále je třeba provést kompletní anamnézu, což je ve většině případů velmi náročné, jelikož majitelé obvykle neznají důležité údaje – druh toxické látky, množství, druh požití rostliny a čas, kdy byla požitá. Léčba intoxikace je v mnoha případech velmi individuální a léčebný plán by měl být vypracován na základě průběhu a okolností konkrétního případu. Ve většině případů otrav pomáhá symptomatická léčba.

5 Literatura

- A. Hussein R, A. El-Anssary A. 2019. Plants Secondary Metabolites: The Key Drivers of the Pharmacological Actions of Medicinal Plants. in Herbal Medicine. IntechOpen.
- Achan J, Talisuna AO, Erhart A, Yeka A, Tibenderana JK, Baliraine FN, Rosenthal PJ, D'Alessandro U. 2011. Quinine, an old anti-malarial drug in a modern world: role in the treatment of malaria. *Malaria Journal* 10.
- Almazroo OA, Miah MK, Venkataramanan R. 2017. Drug Metabolism in the Liver. *Clinics in Liver Disease* 21:1-20.
- Atkins CE, Johnson RK. 1975. Clinical Toxicities of Cats. *Veterinary Clinics of North America* 5:623-652.
- Beck AC, Lash EM, Hack JB. 2020. Environmental Toxic Exposures Using Companion Animals as an Indicator of Human Toxicity: A Case Report and Discussion. *The Journal of Emergency Medicine* 59:e1-e7.
- Benowitz NL. 2009. Pharmacology of Nicotine: Addiction, Smoking-Induced Disease, and Therapeutics. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* 49:57-71.
- Berlan M, Verge RL, Galitzky J, Corre PL. 1993. A2-Adrenoceptor antagonist potencies of two hydroxylated metabolites of yohimbine. *British Journal of Pharmacology* 108:927-932.
- Berny P, Caloni F, Croubels S, Sachana M, Vandembroucke V, Davanzo F, Guitart R. 2010. Animal poisoning in Europe. Part 2: Companion animals. *The Veterinary Journal* 183:255-259.
- Bertero A, Davanzo F, Rivolta M, Cortinovis C, Vasquez A, Le Mura A, Masuelli A, Caloni F. 2021. Plants and zootoxins: Toxic-epidemiological investigation in domestic animals. *Toxicon* 196:25-31.
- Bertero A, Fossati P, Caloni F. 2020. Indoor Companion Animal Poisoning by Plants in Europe. *Frontiers in Veterinary Science* 7.
- Bertero A, Fossati P, Caloni F. 2020. Indoor Companion Animal Poisoning by Plants in Europe. *Frontiers in Veterinary Science* 7.
- Bilgili A, Hanedan B, Uysal M. Poisonous Plants for Cats and Dogs Kept in House 1: *Dieffenbachia* spp., *Melia azedarach*, *Ricinus communis*, *Euphorbia pulcherrima*, *Narcissus* spp. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants (CUPMAP)*.
- Botha CJ, Penrith M-L. 2009. Potential plant poisonings in dogs and cats in southern Africa: review article. *Journal of the South African Veterinary Association* 80:63-74.
- Bramley PM. 2000. Is lycopene beneficial to human health?. *Phytochemistry* 54:233-236.
- Breitmaier E. 1999. Polyterpene und Prenylchinone. 123-126in *Terpene*. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Bribi N. 2018. Pharmacological activity of Alkaloids: A Review. *Asian Journal of Botany*.

- Brusick DJ. 2008. A critical review of the genetic toxicity of steviol and steviol glycosides. *Food and Chemical Toxicology* 46:S83-S91.
- Brvar M, Ploj T, Kozelj G, Mozina M, Noc M, Bunc M. 2004. Case report: fatal poisoning with *Colchicum autumnale*. *Critical Care* 8.
- Buer CS, Muday GK, Djordjevic MA. 2007. Flavonoids Are Differentially Taken Up and Transported Long Distances in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 145:478–490. Available from <http://www.plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.107.101>
- Buchert J, Salminen J, Siika - Aho M, Ranua M, Viikari L. 1993. The Role of *Trichoderma reesei* Xylanase and Mannanase in the Treatment of Softwood Kraft Pulp Prior to Bleaching. *Holzforsch* 47:473-478.
- Burrows GE, Tyrl RJ. 2001. *Toxic Plants of North America*. Wiley–Blackwell.
- Caloni F, Cortinovis C, Rivolta M, Alonge S, Davanzo F. 2013. Plant poisoning in domestic animals: epidemiological data from an Italian survey (2000-2011). *Veterinary Record* 172:580-580.
- Campos MM, Fernandes ES, Ferreira J, Santos ARS, Calixto JB. 2005. Antidepressant-like effects of *Trichilia catigua* (Catuaba) extract: evidence for dopaminergic-mediated mechanisms. *Psychopharmacology* 182:45-53.
- Cane DE. 1999. Sesquiterpene Biosynthesis: Cyclization Mechanisms. 155-200in *Comprehensive Natural Products Chemistry*. Elsevier.
- Capela e Silva F, Sousa AC, Pastorinho MR, Mizukawa H, Ishizuka M. 2022. Editorial: Animal Poisoning and Biomarkers of Toxicity. *Frontiers in Veterinary Science* 9.
- Cappelletti S, Daria P, Sani G, Aromatario M. 2015. Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or Psychoactive Drug?. *Current Neuropharmacology* 13:71-88.
- Cappelletti S, Daria P, Sani G, Aromatario M. 2015. Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or Psychoactive Drug?. *Current Neuropharmacology* 13:71-88.
- Cermanova J et al. 2015. Boldine enhances bile production in rats via osmotic and Farnesoid X receptor dependent mechanisms. *Toxicology and Applied Pharmacology* 285:12-22.
- Corbin KD, Zeisel SH. 2012. The Nutrigenetics and Nutrigenomics of the Dietary Requirement for Choline. 159-177in *Recent Advances in Nutrigenetics and Nutrigenomics*. Elsevier.
- Curd FHS, Davey DG, Rose FL. 2016. *Studies on Synthetic Antimalarial Drugs*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 39:157-164.
- de la Rosa LA, Moreno-Escamilla JO, Rodrigo-García J, Alvarez-Parrilla E. 2019. Phenolic Compounds. 253-271in *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Elsevier.
- Debnath B, Singh WS, Das M, Goswami S, Singh MK, Maiti D, Manna K. 2018. Role of plant alkaloids on human health: A review of biological activities. *Materials Today Chemistry* 9:56-72.

- Dey P, Kundu A, Kumar A, Gupta M, Lee BM, Bhakta T, Dash S, Kim HS. 2020. Analysis of alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids). 505-567in Recent Advances in Natural Products Analysis. Elsevier.
- Dorling PR, Colegate SM, Huxtable CR. 1983. The biological activity of swainsonine: An indolizidine alkaloid isolated from *Swainsona canescens*. *Toxicon* 21:93-96.
- Fang CH, Fernie AR, Luo J. 2019. Exploring the Diversity of Plant Metabolism. *Trends in Plant Science* 24:83-98.
- Farzaei MH, Bayrami Z, Farzaei F, Aneva I, Das SK, Patra JK, Das G, Abdollahi M. 2020. Poisoning by Medical Plants. *Archives of Iranian Medicine* 2:117-127.
- Ferraz AC, Angelucci MEM, Da Costa ML, Batista IR, De Oliveira BH, Da Cunha C. 1999. Pharmacological Evaluation of Ricinine, a Central Nervous System Stimulant Isolated from *Ricinus communis*. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 63:367-375.
- Ferreira BA, Silva RF, de Moura FBR, Narduchi CT, Deconte SR, Sartorelli P, Tomiosso TC, Lago JHG, Araújo F de A. 2022. A-zingiberene, a sesquiterpene from essential oil from leaves of *Casearia sylvestris*, suppresses inflammatory angiogenesis and stimulates collagen deposition in subcutaneous implants in mice. *Natural Product Research* 36:5858-5862.
- Frank M, Weckman TJ, Wood T, Woods WE, Tai CH, Chang SL, Ewing A, Blake JW, Tobin T. 1990. Hordenine: pharmacology, pharmacokinetics and behavioural effects in the horse. *Equine Veterinary Journal* 22:437-441.
- Fung HT, Lam KK, Lam SK, Wong OF, Kam CW. 2007. Two Cases of *Gelsemium Elegans* Benth. Poisoning. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine* 14:221-224.
- Ghelardini C, Galeotti N, Di Cesare Mannelli L, Mazzanti G, Bartolini A. 2001. Local anaesthetic activity of β -caryophyllene. *Il Farmaco* 56:387-389.
- Gorlenko CL, Kiselev HY, Budanova EV, Zamyatnin AA, Ikryannikova LN. 2020. Plant Secondary Metabolites in the Battle of Drugs and Drug-Resistant Bacteria: New Heroes or Worse Clones of Antibiotics?. *Antibiotics* 9.
- Gossell-Williams M, Simon RE. 2006. The past and present use of plants for medicines. *West Indian Med J* 4:217-218.
- Guilford WG, Jones BR, Markwell PJ, Arthur DG, Collett MG, Harte JG. 2001. Food Sensitivity in Cats with Chronic Idiopathic Gastrointestinal Problems. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 15:7-13.
- Guo R, Wang T, Zhou G, Xu M, Yu X, Zhang X, Sui F, Li C, Tang L, Wang Z. 2018. Botany, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicity of *Strychnos nux-vomica* L: A Review. *The American Journal of Chinese Medicine* 46:1-23.
- Hoskin PJ, Hanks GW. 1991. Opioid Agonist-Antagonist Drugs in Acute and Chronic Pain States. *Drugs* 41:326-344.

- Hu Z, Liu X, Tian M, Ma Y, Jin B, Gao W, Cui G, Guo J, Huang L. 2021. Recent progress and new perspectives for diterpenoid biosynthesis in medicinal plants. *Medicinal Research Reviews* 41:2971-2997.
- Hussain MS, Rahman MA, Fareed S, Ansari S, Ahmad IZ, Mohd. Saeed. 2012. Current approaches toward production of secondary plant metabolites. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* 4.
- Chan TYK. 2002. Herbal medicine causing likely strychnine poisoning. *Human & Experimental Toxicology* 21:467-468.
- Chan W-K, Tan L, Chan K-G, Lee L-H, Goh B-H. 2016. Nerolidol: A Sesquiterpene Alcohol with Multi-Faceted Pharmacological and Biological Activities. *Molecules* 21.
- Chen J, Qu Y, Wang D, Peng P, Cai H, Gao Y, Chen Z, Cai B. 2014. Pharmacological Evaluation of Total Alkaloids from *Nux Vomica*: Effect of Reducing Strychnine Contents. *Molecules* 19:4395-4408.
- Janićjević J, Tošić S, Mitrović T. 2007. Flavonoids in plants. *Proceeding of the 9th Symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions* 9:153-156.
- Judge A, Dodd M S. 2020. Metabolism. *Essays in Biochemistry* 64:607-647.
- Kang K-S, Heo ST. 2015. A Case of Life-Threatening Acute Kidney Injury with Toxic Encephalopathy Caused by *Dioscorea quinqueloba*. *Yonsei Medical Journal* 56.
- Karabiber H, Almis H, Selimoglu MA, Yakinci C, Yilmaz S. 2014. *Xanthium strumarium* Poisoning Requiring Liver Transplantation. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition* 58:e6-e9.
- Keck G, Berny P, Buronfosse F, Pineau X, Vermorel E, Rebelle B, Buronfosse T. 2004. Veterinary Toxicovigilance: Objectives, Means and Organisation in France. *Veterinary Research Communications* 28:75-82.
- Kessler A, Kalske A. 2018. Plant Secondary Metabolite Diversity and Species Interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 49:115-138.
- Kimura T, Kinoshita E, Yamaoka K, Yuki T, Yakehiro M, Seyama I. 2000. On site of action of grayanotoxin in domain 4 segment 6 of rat skeletal muscle sodium channel. *FEBS Letters* 465:18-22.
- Knight A. 2007. *A Guide to Poisonous House and Garden Plants*. CRC Press.
- Kobayashi KD, Kaufman AJ, Griffis J, James MC. 2007. *Using Houseplants To Clean Indoor Air. Ornamentals and Flowers*.
- Kovacic P, Somanathan R. 2009. Novel, Unifying Mechanism for Mescaline in The Central Nervous System: Electrochemistry, Catechol Redox Metabolite, Receptor, Cell Signaling and Structure Activity Relationships. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2:181-190.

- Kumar V, Chhapola V, Kanwal S. 2018. Hepatomyoencephalopathy secondary to *Cassia occidentalis* poisoning: Report of three cases from North India. *Indian Journal of Critical Care Medicine* 22:454-456.
- Kupper J, Reichert C. 2009. Vergiftungen mit Pflanzen. *Therapeutische Umschau* 66:343-348.
- Landelle C, Francony G, Sam-Lai NF, Gaillard Y, Vincent F, Wroblewski I, Danel V. 2009. Poisoning by lavender extract in a 18-month-old boy. *Clinical Toxicology* 46:279-281.
- Lee J-J, Chen H-C. 2006. Flavonoid-Induced Acute Nephropathy by *Cupressus funebris* Endl (Mourning Cypress). *American Journal of Kidney Diseases* 48:e81-e85.
- Li Y, Kong D, Fu Y, Sussman MR, Wu H. 2020. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 148:80-89.
- Liang Y, Xu R-zhen, Zhang L, Zhao X-ying. 2009. Berbamine, a novel nuclear factor κ B inhibitor, inhibits growth and induces apoptosis in human myeloma cells. *Acta Pharmacologica Sinica* 30:1659-1665.
- Liu C-X, Xiao P-G, Liu G-S. 1991. Studies on plant resources, pharmacology and clinical treatment with berbamine. *Phytotherapy Research* 5:228-230.
- Ludwiczuk A, Skalicka-Woźniak K, Georgiev MI. 2017. Terpenoids. 233-266 in *Pharmacognosy*. Elsevier.
- Ma G, Bavadekar SA, Davis YM, Lalchandani SG, Nagmani R, Schaneberg BT, Khan IA, Feller DR. 2007. Pharmacological Effects of Ephedrine Alkaloids on Human α 1 - and α 2 -Adrenergic Receptor Subtypes. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 322:214-221.
- Ma G, Bavadekar SA, Davis YM, Lalchandani SG, Nagmani R, Schaneberg BT, Khan IA, Feller DR. 2007. Pharmacological Effects of Ephedrine Alkaloids on Human α 1 - and α 2 -Adrenergic Receptor Subtypes. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 322:214-221.
- Malikova J, Zdarilova A, Hlobilkova A. 2006. EFFECTS OF SANGUINARINE AND CHELERYTHRINE ON THE CELL CYCLE AND APOPTOSIS. *Biomedical Papers* 150:5-12.
- McLachlan A, Kekre N, McNulty J, Pandey S. 2005. Pancratistatin: A natural anti-cancer compound that targets mitochondria specifically in cancer cells to induce apoptosis. *Apoptosis* 10:619-630.
- Mendes de Lacerda Leite G et al. 2021. Pharmacological and toxicological activities of α -humulene and its isomers: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology* 115:255-274.
- Milewski LM, Khan SA. 2006. An overview of potentially life-threatening poisonous plants in dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 16:25-33.

- Moshobane MC, Wium C, Mokgola LV. 2017. Acute poisoning in children from *Jatropha curcas* seeds. *South African Journal of Child Health* 11:149-150.
- Nauffal M, Gabardi S. 2016. Nephrotoxicity of Natural Products. *Blood Purification* 41:123-129.
- Nicola C, Salvador M, Escalona Gower A, Moura S, Echeverrigaray S. 2013. Chemical Constituents Antioxidant and Anticholinesterasic Activity of *Tabernaemontana catharinensis*. *The Scientific World Journal* 2013:1-10.
- Nirupam N, Sharma R, Chhapola V, Kanwal SK, Kumar V. 2013. Hepatomyoencephalopathy due to *Cassia occidentalis* Poisoning. *The Indian Journal of Pediatrics* 80:1063-1064.
- Nontprasert A, Pukrittayakamee S, Kyle DE, Vanijanonta S, White NJ. 1996. Antimalarial activity and interactions between quinine, dihydroquinine and 3-hydroxyquinine against *Plasmodium falciparum* in vitro. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 90:553-555.
- Nortier JL et al. 2000. Urothelial Carcinoma Associated with the Use of a Chinese Herb (*Aristolochia fangchi*). *New England Journal of Medicine* 342:1686-1692.
- Novák J. 2004. *Jedovaté rostliny v bytě a na zahradě*. Grada Publishing, Praha.
- Obando Pacheco P, Martínez-Martínez PL, Pérez de Eulate Bazán Y, de la Mota Ybancos JL, Milano Manso G, Sierra Salinas C. 2016. Liver failure secondary to poisoning by a homemade product made of star and green anise in a 4-month-old infant. *Revista Española de Enfermedades Digestivas* 108.
- Pang Z, Chen J, Wang T, Gao C, Li Z, Guo L, Xu J, Cheng Y. 2021. Linking Plant Secondary Metabolites and Plant Microbiomes: A Review. *Frontiers in Plant Science* 12.
- Passie T, Halpern JH, Stichtenoth DO, Emrich HM, Hintzen A. 2008. The Pharmacology of Lysergic Acid Diethylamide: A Review. *CNS Neuroscience & Therapeutics* 14:295-314.
- Paulke A et al. 2013. *Argyrea nervosa* (Burm. f.): Receptor profiling of lysergic acid amide and other potential psychedelic LSD-like compounds by computational and binding assay approaches. *Journal of Ethnopharmacology* 148:492-497.
- Pérez EG, Méndez-Gálvez C, Cassels BK. 2012. Cytisine: a natural product lead for the development of drugs acting at nicotinic acetylcholine receptors. *Natural Product Reports* 29.
- Plumlee KH. 2002. Plant hazards. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 32:383-395.
- Příbyl J, Berger Z. 2007. *Pokožové rostliny*. Aventinum, Praha.
- Rates SMK. 2001. Plants as source of drugs. *Toxicon* 39:603-613.
- Rathee P, Rathee D, Rathee D, Rathee S. 2011. In vitro anticancer activity of stachydrine isolated from *Capparis decidua* on prostate cancer cell lines. *Natural Product Research* 26:1737-1740.

- Renner UD, Oertel R, Kirch W. 2005. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics in Clinical Use of Scopolamine. *Therapeutic Drug Monitoring* 27:655-665.
- Reyes-Escogido M, Gonzalez-Mondragon EG, Vazquez-Tzompantzi E. 2011. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules* 16:1253-1270.
- Ronghe M, Burke GAA, Lowis SP, Estlin EJ. 2001. Remission induction therapy for childhood acute lymphoblastic leukaemia: clinical and cellular pharmacology of vincristine, corticosteroids, L-asparaginase and anthracyclines. *Cancer Treatment Reviews* 27:327-337.
- Roy A. 2017. Eview on the Alkaloids an Important Therapeutic Compound from Plants. *International Journal of Plant Biotechnology*.
- Rusconi M, Conti A. 2010. Theobroma cacao L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacological Research* 61:5-13.
- Saeidnia S, Gohari AR. 2012. Trypanocidal Monoterpenes. 173-190in *Studies in Natural Products Chemistry Volume 37*. Elsevier.
- Santora VJ et al. 2008. A new family of H3 receptor antagonists based on the natural product Conessine. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 18:1490-1494.
- Santos AP, Moreno PRH. 2004. Pilocarpus spp: a survey of its chemical constituents and biological activities. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* 40:116-137.
- Sarkar C et al. 2020. Therapeutic promises of ginkgolide A: A literature-based review. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 132.
- Sarker SD, Nahar L. 2018. Phytochemicals and phyto-extracts in cosmetics. *Trends in Phytochemical Research (TPR)* 2:185-186.
- Seca A, Pinto D. 2018. Plant Secondary Metabolites as Anticancer Agents: Successes in Clinical Trials and Therapeutic Application. *International Journal of Molecular Sciences* 19.
- Shamima AR, Fakurazi S, Hidayat MT, Hairuszah I, Moklas MAM, Arulselvan P. 2012. Antinociceptive Action of Isolated Mitragynine from *Mitragyna Speciosa* through Activation of Opioid Receptor System. *International Journal of Molecular Sciences* 13:11427-11442.
- SHANBHAG SM, KULKARNI HJ, GAITONDE BB. 1970. PHARMACOLOGICAL ACTIONS OF BERBERINE ON THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM. *Japanese Journal of Pharmacology* 20:482-487.
- Sheffler DJ, Roth BL. 2003. Salvinorin A: the ‘magic mint’ hallucinogen finds a molecular target in the kappa opioid receptor. *Trends in Pharmacological Sciences* 24:107-109.
- Schmid B, Kötter I, Heide L. 2001. Pharmacokinetics of salicin after oral administration of a standardised willow bark extract. *European Journal of Clinical Pharmacology* 57:387-391.

- SMITH, Geof; VOLMER, P. A. Kalanchoe species poisoning in pets. VETERINARY MEDICINE-BONNER SPRINGS THEN EDWARDSVILLE-, 2004, 99: 933-936.
- Steenkamp V, Stewart MJ. 2005. Nephrotoxicity Associated With Exposure to Plant Toxins, With Particular Reference to Africa. *Therapeutic Drug Monitoring* 27:270-277.
- Stefková M. 2014. Sekundární metabolity rostlin – přínos pro rostlinu i pro člověka [BSc. Tesis]. Masarykova univerzita, Brno.
- Strakošová N. 2022. Pokojové rostliny v domovech mileniálů [BSc. Tesis]. Masarykova univerzita, Brno.
- Street HE, Cockburn W. 1972. Enzymes—The Catalysts of Metabolism. 59-83in *Plant Metabolism*. Elsevier.
- Tsiligianni IG, Vasilopoulos TK, Papadokostakis PK, Arseni GK, Eleni A, Lionis CD. 2009. A two cases clinical report of mandragora poisoning in primary care in Crete, Greece: two case report. *Cases Journal* 2.
- Turner N et al. 2008. Berberine and Its More Biologically Available Derivative, Dihydroberberine, Inhibit Mitochondrial Respiratory Complex I. *Diabetes* 57:1414-1418.
- Vasconcelos NG, Croda J, Simionatto S. 2018. Antibacterial mechanisms of cinnamon and its constituents: A review. *Microbial Pathogenesis* 120:198-203.
- Velez Z, Campinho M, Guerra Â, García L, Ramos P, Guerreiro O, Felício L, Schmitt F, Duarte M. 2012. Biological Characterization of *Cynara cardunculus* L. Methanolic Extracts: Antioxidant, Anti-proliferative, Anti-migratory and Anti-angiogenic Activities. *Agriculture* 2:472-492.
- Vetter J. 2004. Poison hemlock (*Conium maculatum* L.). *Food and Chemical Toxicology* 42:1373-1382.
- Vishwanath V, Rao HM. 2019. Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. *Journal of Conservative Dentistry* 22.
- Vodrážka Z.: *Biochemie*. Academia, Praha 1999.
- White NJ, Warrell DA, Bunnag D, Looareesuwan S, Chongsuphajaisiddhi T, Harinasuta T. 1981. QUINIDINE IN FALCIPARUM MALARIA. *The Lancet* 318:1069-1071.
- Wong JS, Chua H-H, Tan C, Ong T-A. 2007. Acute Anuric Renal Failure Following Jering Bean Ingestion. *Asian Journal of Surgery* 30:80-81.
- Wu I-L, Yu J-H, Lin C-C, Seak C-J, Olson KR, Chen H-Y. 2017. Fatal cardiac glycoside poisoning due to mistaking foxglove for comfrey. *Clinical Toxicology* 55:670-673.
- Yeo SK, Ali AY, Hayward OA, Turnham D, Jackson T, Bowen ID, Clarkson R. 2016. B-Bisabolene, a Sesquiterpene from the Essential Oil Extract of *Opoponax* (*Commiphora guidottii*), Exhibits Cytotoxicity in Breast Cancer Cell Lines. *Phytotherapy Research* 30:418-425.

- Yin W, Wang T-S, Yin F-Z, Cai B-C. 2003. Analgesic and anti-inflammatory properties of brucine and brucine N-oxide extracted from seeds of *Strychnos nux-vomica*. *Journal of Ethnopharmacology* 88:205-214.
- Zeisel SH, Caudill MA. 2010. Choline. *Advances in Nutrition* 1:46-48.
- Zeisel SH, Caudill MA. 2010. Choline. *Advances in Nutrition* 1:46-48.
- Zhai J, Dong X, Yan F, Guo H, Yang J. 2022. Oleandrin: A Systematic Review of its Natural Sources, Structural Properties, Detection Methods, Pharmacokinetics and Toxicology. *Frontiers in Pharmacology* 13.
- Zhang A, Zhang Y, Branfman AR, Baldessarini RJ, Neumeyer JL. 2007. Advances in Development of Dopaminergic Aporphinoids. *Journal of Medicinal Chemistry* 50:171-181.

6 Seznam obrázků

- Bučko J. 2013. flora-cs.com. Africké cykasy. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/32092/>
- České stavby.cz. Difenbachie | Dieffenbachia. Available from: <https://www.ceskestavby.cz/rostliny/difenbachie-dieffenbachia.html>
- Deml M. 2005. biolib.cz. Dračinec vonný. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id6850/?taxonid=116573&type=1>
- Fárová M. 2017. flora-cs.com. Tis červený – větévky s plody. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/73343/>
- Forintová K. 2023. flora-cs.com. Skočec obecný. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/152262/>
- Hoskovec L. 2006. botany.cz. Pryšec. Available from: <https://botany.cz/cs/euphorbia-pulcherrima/>
- Hroneš M. 2006. biolib.cz. Tulipán planý pravý. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id224507/?taxonid=623009&type=1>
- Kesl M. 2010. biolib.cz. Hyacintovec španělský. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id119740/?taxonid=128593&type=1>
- Kesl M. 2011. biolib.cz. Digitalis ciliata. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id201060/?taxonid=903013&type=1>
- Kocna P. 2016. encyklopedie-cs.com. Kolopejka. Available from: <https://www.encyklopedie-cs.com/foto/cz/59340/>
- Kocna P. 2020. flora-cs.com. Druman hrozivý. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/97269/>
- Kocna P. 2020. flora-cs.com. Lilie tygrováná. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/99047/>
- Kocna P. biolib.cz. Hippeastrum blossfeldiae. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id195019/?taxonid=919727&type=1>
- Krump M. 2012. flora-cs.com. Oleandr obecný. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/30632/>
- Krump M. 2018. flora-cs.com. Filodendron. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/74776/>
- Lukavský J. 2019. flora-cs.com. Rulík zlomocný. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/90385/>
- Pavlíková J. 2022. flora-cs.com. Hortenzie velkolistá. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/147455/>

- Pida M. 2021. flora-cs.com. Ocún jesenní. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/117098/>
- Pida M. 2021. flora-cs.com. Oměj šalamounek. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/117367/>
- Pida M. 2021. flora-cs.com. Rulík zlomocný. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/121259/>
- Pivoňka P. 2006. biolib.cz. Pryšec nádhern. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id24890/?taxonid=104753&type=1>
- Plaček J. 2021. flora-cs.com. Brambořík nachový. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/128909/>
- Rencová E. 2013. botany.cz. Pěnišník pontický. Available from: <https://botany.cz/cs/rhododendron-ponticum/>
- Sejkora R. 2009. biolib.cz. Hyacint východní. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id106744/?taxonid=41970&type=1>
- Starr F. & Starr K. 2007. biolib.cz. Codiaem variegatum. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id55688/?taxonid=145825&type=1>
- Ticháček P. 2005. biolib.cz. Řemenatka červená. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id18510/?taxonid=100191&type=1>
- Urbanová B. 2011. flora-cs.com. Skočec obecný. Available from: <https://www.flora-cs.com/foto/cz/10848/>
- Vobořil P. 2014. biolib.cz. Narcis skalní. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id251430/?taxonid=793230&type=1>
- Zichová J. biolib.cz. Břečťan popínavý. Available from: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id3136/>
- Žampach A. 2021. flora-cs.com. Štědřenec odvislý. Available from: <https://www.rostliny-cs.com/foto/cz/132071/>