

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Morfometrie vnitřních orgánů volně žijících hlodavců

Diplomová práce

Bc. Věra Syřínková

Zájmové chovy zvířat (N-PETIM)

Ing. Zuzana Čadková, Ph.D., DiS.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Morfometrie vnitřních orgánů volně žijících hlodavců“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 25. 4. 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce Ing. Zuzaně Čadkové, Ph.D., DiS. za profesionální a lidské vedení diplomové práce, za načerpání nových zkušeností a velkou podporu. Dále bych chtěla poděkovat své babičce, která mi nikdy nepřestala věřit.

Morfometrie vnitřních orgánů volně žijících hlodavců

Souhrn

Cílem diplomové práce je stanovení hmotnostních koeficientů vnitřních orgánů u vybraných druhů volně žijících hlodavců a porovnání těchto koeficientů s ohledem na druh, pohlaví a věk jedince.

Pro morfometrickou analýzu byla použita data shromážděná během terénních výjezdů v letních a podzimních měsících. Sběr vzorků proběhl na dvou lokalitách—oblasti Mostecka a oblasti Sokolovska. Celkem byla v této práci využita data získána ze 166 jedinců, z toho bylo 20 exemplářů druhu *Apodemus sylvaticus*, 7 jedinců druhu *Apodemus flavicollis*, a 139 jedinců druhu *Microtus arvalis*.

V této práci bylo pracováno s játry, ledvinami, slezinou a plícemi. Pro zjištění hmotnosti sušiny byly vzorky zmrazeny, a prošly procesem lyofilizace. Následně byl proveden výpočet poměru mezi hmotnostmi jednotlivých tkání a celkovou hmotností daného jedince.

Jelikož na základě získaných výsledků nepocházela data z normálního rozdělení, byly pro další výpočty zvoleny neparametrické testy. Pro statistické ověření vlivu „pohlaví“ a „druh“ byla hypotéza ověřována pomocí Mann–Whitneyova U testu. Pro statistické ověření vlivu „věk“ byl použit Kruskal–Wallisův test. V další části práce byla ověřena závislost mezi hmotností daného jedince a hmotností vnitřních orgánů za použití Pearsonova korelačního koeficientu.

Výsledkem této práce potvrdily, že sledované faktory mají v určité míře vliv na hmotnost orgánů sledovaného jedince.

Játra u juvenilních jedinců tvoří průměrně 0,39 % hmotnosti živého jedince, ledviny 0,007 %, slezina 0,002 % a plíce 0,006 %. U subadultních jedinců tvoří játra 0,018 % hmotnosti živého jedince, ledviny 0,004 %, slezina 0,002 % a plíce 0,003 %. Játra adultních jedinců vykazovala průměrně 0,014 % hmotnosti živého jedince, ledviny 0,003 %, slezina 0,002 % a plíce 0,002 %. V případě věku bylo zjištěno, že signifikantní rozdíl v souvislosti s věkovou kategorií vykazují adultní jedinci oproti zbylým dvěma sledovaným skupinám, tedy subadultním a juvenilním jedincům u hmotnosti sušiny, a dále u orgánů v čerstvém stavu byly odchylky pozorovány mezi SA a A jedinci. Játra samic tvoří průměrně 0,015 % hmotnosti živého jedince, ledviny 0,004 %, játra samců tvoří průměrně 0,014 % a ledviny 0,003 %, shodné hodnoty pro obě pohlaví vykazují slezina a plíce a to průměrně 0,002 %. Vliv faktoru pohlaví byl potvrzen pouze u dvou ze čtyř sledovaných orgánů, u tkáně jater a ledvin, a z výsledků je zřejmé, že samice vykazují vyšší hodnoty oproti samcům. Játra hrabošů tvoří průměrně 0,015 % hmotnosti živého jedince, ledviny 0,003 %, slezina a plíce 0,002 %. U myšic tvoří játra 0,018 %, ledviny 0,004 %, slezina 0,001 % a plíce 0,003 %. V případě druhové příslušnosti byly sledovány dvě rodové linie—rod *Apodemus* a rod *Microtus*. Prakticky výhradně bylo možné vyšší hodnoty pozorovat u exemplářů rodu *Apodemus*, jediná tkáň, kde byla vyšší hmotnost tkáně sledována u rodu *Microtus* byla slezina, a to jak v čerstvém stavu, tak v hodnotách naměřené sušiny.

Konkrétní výsledky také odhalily, že existuje statisticky středně silná závislost, mezi celkovou hmotností daného jedince a hmotností jeho vnitřních orgánů.

Klíčová slova: hlodavci, *Microtus*, *Apodemus*, tělesná hmotnost, hmotnost orgánů

Morphometry of wild rodent internal organs

Summary

The aim of the diploma thesis is to determine the mass coefficients of internal organs in selected species of wild rodents, and to compare of these coefficients with respect to species, sex and age of the individual.

Data collected during field trips in the summer and autumn months were used for morphometric analysis. Sampling took were placed in two localities—the Most region and the Sokolovsko region. In total, data collected from 166 individuals were used in this work, of which 20 specimens of the species *Apodemus sylvaticus*, 7 individuals of the species *Apodemus flavicollis*, and 139 individuals of the *Microtus arvalis* species.

In this work, the liver, kidneys, spleen and lungs were specifically worked with. To determine the dry weight, the samples were frozen and lyophilized. Subsequently was calculated the ratio between the weight of individual tissues and the total weight of the individual.

As the data did not come from the normal distribution, nonparametric tests were chosen for further calculations. For statistical verification of the effect of „gender“ and „species“, the hypothesis was verified using the Mann–Whitney U test. For the effect „sex“ was verified by the Kruskal–Wallis test. In the next part of the work, the correlation between the weight of a given individual and the weight of internal organs was verified using Pearson's correlation coefficient.

The result of this thesis confirmed that the observed factors have a certain effect on the weight of the organs of the subject.

The liver, kidney, spleen and lungs in juveniles accounts for an average of 0,39 %, 0,07 %, 0,02 % and 0,06 % of the weight of a living individual. In subadult individuals, the liver, kidneys, spleen and lungs comprises 0,18 %, 0,04 %, 0,02 % and 0,03 % of the weight of the living individual. The liver, kidney, spleen and lungs of adults showed an average of 0,14 %, 0,03 %, 0,02 % and 0,02 % weight of the living individual. In the case of age, it was found that a significant differences was found between adults and other two study groups, subadult and juvenile individuals in dry weights, and between SA and A in fresh weight. Female liver and kidney make up on average 0,015 % and 0,04 % of the weight of a live individual, male livers and kidney make up on average 0,014 % and 0,03 %, the same values for both sexes are shown by the spleen and lungs, on average 0,02 %. The effect of the sex factor was confirmed in only two of the four monitored organs, and the results clearly show that females show higher values compared to males. The liver, kidney, spleen and lungs of voles makes up on average 0,015 %, 0,003 %, the spleen and lungs 0,002 % of the weight of a living individuals. In mice, the liver, kidney, spleen and lungs is 0,018 %, 0,004 %, 0,001 % and 0,003 %. In the case of species affiliation, two genus lines were monitored—the genus *Apodemus* and the genus *Microtus*. Higher values were primarily shown in *Apodemus* specimens, and the spleen was the only tissue where higher weight was observed in the genus *Microtus*, both in the fresh and dry biomass. Specific results also revealed that there is a statistically significant relationship between the total weight of an individual and the weight of its internal organs.

Keywords: rodents, *Microtus*, *Apodemus*, body weight, organ weight

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Charakteristika zájmových druhů	10
3.1.1 Řád: Hlodavci (Rodentia).....	10
3.1.1.1 Čeleď: Hrabošoví (Microtidae)	10
3.1.1.2 Čeleď: Myšoví (Muridae).....	11
3.2 Vnitřní morfologie hlodavců (Rodentia)	12
3.2.1 Fyziologie vstřebávání.....	12
3.2.2 Trávicí trakt	12
3.2.3 Orgány vylučovací (močové) soustavy.....	13
3.2.4 Fyziologie respirace.....	13
3.2.5 Dýchací soustava	13
3.2.6 Centrální nervový systém	14
3.2.7 Pohlavní soustava	14
3.3 Vývoj orgánů hlodavců (Rodentia)	14
3.4 Anatomie orgánů myši laboratorní <i>Mus musculus</i> (Linné, 1758)	16
3.4.1 Slezina	16
3.4.2 Játra.....	18
3.4.3 Ledviny	18
3.4.4 Plíce	19
3.5 Anatomie orgánů křečka syrského <i>Mesocricetus auratus</i> (Waterhouse, 1839)	20
3.5.1 Trávicí trakt	21
3.5.2 Močová soustava	22
3.5.3 Dýchací soustava	22
4 Metodika	23
4.1 Původ odchycených exemplářů	24
4.1.1 Popis odchytových lokalit.....	24
4.1.1.1 Sokolovsko a Mostecko	24
4.1.1.2 Mostecká pánev	25
4.1.1.3 Sokolovská pánev	25
4.2 Odchyt exemplářů v terénu	26
4.2.1 Sklapovací pasti.....	26
4.2.2 Živolovné pasti	26
4.3 Laboratorní práce	27
4.3.1 Pitva.....	27
4.3.2 Použité statistické údaje a metody	27
5 Výsledky	31
5.1 Vliv faktoru „pohlaví“ na hmotnost orgánů	31

5.2	Vliv faktoru „věk“ na hmotnost orgánů	33
5.3	Vliv faktoru „druh“ na hmotnost orgánů	38
5.4	Závislost (korelace)	40
6	Diskuze	43
7	Závěr	45
8	Literatura.....	46
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	50
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Morfometrie se klasifikuje jako kvantifikace kvalitativních znaků a lze díky ní sledovat změny v organismech. Obvykle se morfometrické analýzy zabývají měřením hmotnosti, tvaru a velikosti, ale také vztahy mezi nimi. Tyto analýzy se následně používají k pozorování různých evolučních dopadů, pomáhají objasňovat dopady určitých faktorů na organismy, hlavním cílem morfometrie je však statisticky testovat hypotézy o faktorech, které ovlivňují tvar či velikost daného organismu. Tradičním pojetí morfometrie tedy rozumíme především měření velikosti.

Morfometrie nalézá široké využití nejen v biologii, ale také lékařství, geologii, či například geomorfologii.

Tato diplomová práce se zabývá porovnáním hmotnosti vnitřních orgánů a hmotnosti jedince samotného, zejména u hraboše polního, a následným stanovením výpočtu významnosti vlivu daného faktoru, kterými byl ustanoven věk, pohlaví a druhová příslušnost. Následně byla také stanovena závislost mezi sledovanými proměnnými hmotností sledovaných orgánů a celkovou hmotností jedince. Dalšími pozorovanými druhy byla myšice křovinná, a myšice lesní.

Existuje řada studií, které se věnují podobné tematice a bylo díky nim prokázáno, že vnější a vnitřní faktory mohou mít vliv na hmotnost orgánů různých druhů hlodavců. Konkrétně k druhům sledovaným v této práci však existuje v souvislosti s morfometrickými analýzami velice málo informací. Výsledky této diplomové práce tak přinášejí aktuální informace o vlivu výše zmíněných faktorů na hmotnost orgánů právě u hraboše polního, myšice křovinné, či myšice lesní.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Poměr hmotnosti vnitřních orgánů k celkové hmotnosti jedince je u sledovaných hlodavců závislý na faktorech jako druh, pohlaví a věk.

Cílem této práce je stanovení hmotnostních koeficientu vybraných vnitřních orgánů u jedinců *Microtus arvalis* a *Apodemus* sp. odchycených na území SZ Čech a na základě statistického ověření zjistit, zda výše uvedené faktory ovlivňují výsledné hmotnosti sledovaných vnitřních orgánů.

3 Literární rešerše

3.1 Charakteristika zájmových druhů

3.1.1 Řád: Hlodavci (Rodentia)

Druhově nejpočetnější řád savců, v recentní fauně se uznává asi 2000 druhů hlodavců (Rodentia). Skutečný počet bude vyšší, protože jsou mezi nimi skryté druhy, jejichž existenci odhalují až moderní biochemické a molekulární biologické metody. U hlodavců je sice dost velký rozdíl mezi nejmenšími a největšími, od délky těla 5 cm do 1,2 m a hmotnosti od 5 g do 66 kg, ale převažují spíše jedinci menší, přibližně velikosti domácí myši.

Všem hlodavcům je společné, že mají jen čtyři řezáky, dva horní a dva dolní a místo chybějících špičáků dlouhou mezeru, zvanou diastema. Tím se liší od ostatních recentních savců až na jedinou výjimku, na madagaskarskou poloopici ksukola. Řezáky zvané hlodáky mají sklovinu jen na přední straně a neukončený růst, proto se při hlodání neustále brousí jako dláto. Podle tvaru spodní čelisti se hlodavci dělí na sciurognátní a na hystrikognátní (mezi něž patří jen nutrie) (Gaisler, 2002).

3.1.1.1 Čeleď: Hrabošovití (Microtidae)

3.1.1.1.1 Hraboš polní *Microtus arvalis* (Pallas, 1778)

Hraboš polní (viz. obr. č. 1) je jeden z našich nejběžnějších drobných savců. Svrchu bývá žlutošedý, šedohnědý nebo slabě narezavělý, naspodu obvykle šedobílý se žlutým nádechem. Důležitými určovacími znaky jsou vedle menšího ušního boltce (obvykle pod 11 mm) s hustým porostem chlupů i světlá, nepigmentovaná chodidla zadních končetin, jen výjimečně délkou přesahující 18 mm (nejčastěji 14,5 – 17,5 mm). Ocas dosahuje 30 až 40 % délky těla, oko je v průměru větší než 3 mm (Anděra, 2012).



Obr. č. 1 *Microtus arvalis*, převzato z <https://www.facebook.com/roslinolekarskyportal/photos/hrabo%C5%A1-poln%C3%AD-microtus-arvalis/337165783643740/>

3.1.1.2 Čeleď: Myšovití (Muridae)

3.1.1.2.1 Myšice lesní *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)

A. flavicollis (viz. obr. č. 2) je největší ze čtyř u nás žijících druhů myšic, ale tělesnými rozměry se s myšicí křovinnou v nemalé míře překrývá. V dospělosti má typické kontrastní zbarvení, ve kterém ryšavě hnědý až kaštanový odstín na hřbetě a bocích odděluje ostrá hranice od téměř čistě bílého břicha. Na hrdle mívá velkou žlutou skvrnu, která se na vnitřní straně předních končetin napojuje na tmavší zbarvení boků. U mladých jedinců však přechází světle šedohnědý odstín na hřbetě a bocích do šedobílé spodní strany těla bez zřetelnějšího ohraničení. Spolehlivě lze zpravidla určit dospělé jedince (je třeba brát zřetel na rozdíly mezi samci a samicemi) s délkou zadní tlapky nad 24 mm a ocasem stejně dlouhým či spíše delším než tělo (96–114 % délky těla); u subadultních, a zvláště juvenilních myšic je determinace nejistá a jednoznačný výsledek mnohdy nedají ani lebeční rozměry (zejména délka horní řady zubů) (Anděra, 2012).



Obr. č. 2 *Apodemus flavicollis*, převzato z <https://eunis.eea.europa.eu/species/11231>

3.1.1.2.2 Myšice křovinná *Apodemus sylvaticus* (Linné, 1758)

Zabarvení hřbetu myšice křovinné (viz. obr. č. 3) je světle rezavé až hnědé, na spodní straně těla se prolíná špinavě bílá a šedivá barva srsti. Někdy bývá na hrdle přítomna menší žlutá skvrna protáhlého tvaru, která ale nezasahuje na přední končetiny. Tento druh myšice váží přibližně 14–35 g. Délka těla se pohybuje v rozmezí 75–110 mm. Charakteristickými znaky jsou nápadné korálkové oči a velké ušní boltce (Reichholf, 1996, Anděra a Horáček, 2005).

Myšici křovinnou lze však snadno zaměnit s dalším druhem u nás žijící myšice, a to s myšicí lesní. Vzhledem i velikostí těla jsou si totiž velmi podobné. Avšak myšice křovinná je v průměru menší, ocas má kratší než tělo a na něm cca 150–180 ocasních kroužků. Taktéž nemá tolik výraznou, již výše zmíněnou, žlutou skvrnu na spodní straně krku, jež je myšici lesní

vlastní. U myšice křovinné není také tolik patrný přechod ve zbarvení tmavších boků a světlejšího břicha. Přesto se jako nejspolehlivější ukazatel k určení druhu nejčastěji používá velikost zadního chodidla. U myšice křovinné jsou nejběžnějšími hodnotami délky 20,5 až 23 mm (celkové rozmezí činí 19,5 – 24 mm) (Anděra a Horáček, 2005).



Obr. č. 3 *Apodemus sylvaticus*, převzato z <http://www.freenatureimages.eu/>

3.2 Vnitřní morfologie hlodavců (Rodentia)

3.2.1 Fyziologie vstřebávání

Mezi organismy a prostředím probíhá výměna látek, která zabezpečuje zásadní část životních funkcí. Jedinec získává kyslík, vodu, živiny, minerální látky a jiné látky ze zevního prostředí a předává tam některé produkty svého metabolismu. V průběhu vývoje vznikly oddělené systémy pro výměnu plynů a pro příjem, zpracování a vstřebávání ostatních látek. Z hlediska odstranění produktů metabolismu jsou důležité plíce a ledviny (vylučování). Gastrointestinální systém zajišťuje jen vylučování malého množství metabolitů obsažených ve žluči.

Zpracování a přestup většiny látek (vstřebávání) do vnitřního prostředí organismu zajišťuje u vyšších živočichů stěna trávicího traktu. Gastrointestinální trakt (GIT) zabezpečuje fyzikální (mechanickou) a chemickou přípravu potravy ke vstřebávání (Orel, 2019).

3.2.2 Trávicí trakt

Příjem a zpracování potravy je nezbytnou podmínkou existence všech organismů. Potrava je zdrojem energie pro další chemické procesy (např. svalovou kontrakci) a poskytuje materiál pro stavbu nových tkání a náhradu tkání poškozených. Potrava je přijímána v podobě, ve které většinou nemůže být transportována přes stěny buněk a tím je pro organismus nevyužitelná. Musí být, proto mechanicky rozmělněna a chemicky rozštěpena na molekuly schopné průchodu membránami buněk a zbavena své antigenní povahy. Procesu mechanické a chemické úpravy

potravu říkáme trávení (digesce). Soustava orgánů, které tyto procesy zajišťují, tvoří trávicí systém (*apparatus digestorius*) (Dylevský, 2009).

Jedná se tedy o orgány odpovědné za mechanický sběr potravy a chemickou přeměnu na vstřebatelné molekuly, a orgány, které jsou odpovědné za eliminaci zbytkového odpadu tvořeného trávicím traktem. Proto zažívací trakt zahrnuje ústní dutinu, část hltanu a také jícen, žaludek, střeva a žlučník (Gattermann et al., 2002).

3.2.3 Orgány vylučovací (močové) soustavy

Orgány močové soustavy přispívají k udržení homeostázy těla produkcí moči, skrz kterou vylučují různé metabolické odpadní produkty společně s vodou a elektrolyty. Mezi močové orgány patří ledviny, močovody, močový měchýř a močová trubice. Ledviny produkují moč filtrací krve ze systémového oběhu, zatímco močovody odvádějí moč z ledvin do močového měchýře, kde je uložena, dokud není vyloučena přes močovou trubici (Gattermann et al., 2002).

3.2.4 Fyziologie respirace

Dýchání (respirace) je výměna dýchacích plynů mezi tkáněmi a vnějším prostředím.

Anatomicky tvoří dýchací systém jednak dýchací cesty a jednak plíce. Funkčně závisí dýchání ještě na stavbě hrudníku a na funkci dýchacích svalů. Dýchací systém má i jiné – nerespirační funkce. V plicích jsou metabolizovány některé látky, například serotonin, a dále se zde přeměňuje angiotenzin I. na angiotenzin II. Celý dýchací systém plní roli imunitní bariery proti zevnímu okolí. Plicními kapilárami se mohou vstřebávat do krevního objemu plynné látky. Výměna vzduchu mezi okolím a plícemi se nazývá ventilace. Výměna plynů mezi plicními alveoly a krví plicních kapilár je difuze. Oba tyto procesy označujeme jako vnější (zevní) dýchání. Výměnu dýchacích plynů ve tkáních označujeme jako vnitřní dýchání. Transport dýchacích plynů mezi plícemi a tkáněmi zajišťuje krevní oběh. Dýchání tak úzce souvisí s funkcí krevního oběhu, složkami plazmy a vlastnostmi erytrocytů. Tyto faktory ovlivňují dodávku kyslíku do tkání. Dýchání je v rovnováze s úrovní tkáňového metabolismu, který produkuje CO₂. Parciální tlak CO₂ (POC₂) řídí ventilaci a ovlivňuje acidobazickou rovnováhu. Dýchání probíhá spontánně (automaticky, mimovolně), ale pro jeho průběh jsou důležité informace z dýchacích cest a plic. Dýchání je koordinováno s polykáním a zvrácením. Kromě centrálního řízení celého dýchacího systému je v plicích několik lokálních mechanismů, které zajišťují optimální kontakt vdechnutého vzduchu s krví (Orel, 2019).

3.2.5 Dýchací soustava

Respirace je proces výměny plynů mezi atmosférou, krví a tkáňovými buňkami.

Dýchací systém se bezprostředně podílí pouze na ventilaci a difuzi. Pro realizaci celého respiračního cyklu je nezbytná součinnost především dvou systémů – oběhového a dýchacího. Z fyziologického hlediska, i z pohledu patofyziologie chorobných změn a jejich léčení tvoří dýchací a oběhový systém jeden funkční celek – kardiopulmonální systém (Dylevský, 2009).

Dýchací aparát je tvořen dvěma hlavními funkční částmi, horními cestami, které jsou odpovědné za přívod kyslíku, a dolními cestami, kde dochází k výměně plynů, zejména uvolňování oxidu uhličitého a absorpce kyslíku. Horní dýchací cesty zahrnují orgány umístěné uvnitř lebky, tj. nosní dutiny, paranazální dutiny a nosohltan, zatímco dolní dýchací cesty se skládají z hrtanu, průdušnice a plic. Dýchací cesty jsou odpovědné nejen za vedení vzduchu, ale také pro úpravu jeho teploty a vlhkosti, stejně jako odstranění nečistot. Navíc dýchací cesty mají další důležité funkce, jako je olfakce, fonace a souvisí také se sexuálním chováním (Gattermann et al., 2002).

3.2.6 Centrální nervový systém

Centrální nervový systém (CNS) je vitálně důležitým a doposud nenahraditelným řídicím centrem. Řídící funkci CNS umožňují specializované nervové buňky, neurony, které však pro svou funkci potřebují i další podpůrné buňky, především buňky gliové. CNS tvoří mozek-*cerrebrum*, *encephalon* a hřbetní mícha – *medulla spinalis*.

Neurony jsou základní funkční jednotkou CNS. Neuron je charakterizován schopností přijímat, vydávat a dále předávat elektrické impulzy, vzruchy. Základní struktura neuronu je tvořena tělem (perikaryon), výběžky přivádějící aferentní vzruchy (dendrity) a výběžkem vedoucím eferentní vzruchy (axon). Perikaryon obsahuje jádro, nukleus, ve kterém je jadérko, nucleolus, a DNA. Dendrity jsou zpravidla vícečetné, dále se větví a nejsou obaleny myelinovou pochvou. Přijímají excitační nebo inhibiční impulzy z jiných neuronů. Axon (neurit) je zpravidla jeden dlouhý výběžek, který vede eferentní informace z těla neuronu (Fiala et al., 2020).

3.2.7 Pohlavní soustava

Pohlavní ústrojí se zakládá u obou pohlaví stejně; z embryonálního indiferentního stadia se pak podle genetického určení diferencují na organa *genitalia masculina* a *organa genitalia feminina* (Čihák et. al, 2013).

Reprodukční funkce samice spočívají v tvorbě vajíček (oocytů) a zajištění vhodného prostředí pro růst a výživu plodu, který se vyvíjí po oplození zralého vajíčka spermií. Na konci březosti následuje porod a samice pokračuje ve výživě svého mláděte po dobu laktace. Vzájemné složité vztahy hormonálních a tkáňových změn v těle samice jsou koordinovány tak, aby samice splnila svou hlavní roli, kterou je zachování druhu (Reece, 2011).

3.3 Vývoj orgánů hlodavců (*Rodentia*)

Bruckner et. al., (2007) uvádí, že růstové rovnice lze použít ve fyziologicky založené farmakokinetice za účelem poskytnutí fyziologických parametrů (např. tělesná hmotnost, objemy tkáně / orgánu) u dospívajících hlodavců.

Zobecněný Michaelis–Mentenův model (GMM) byl vyvinutý tak, aby výsledky odpovídaly údajům o tělesné hmotnosti v závislosti na věku. Model GMM má funkční schéma:

$$W_t = \frac{W_{t_o} \cdot K^\gamma + W_{t_{\max}} \cdot Age^\gamma}{K^\gamma + Age^\gamma}$$

(1)

GMM Model, kde W_t je hmotnost orgánu / tkáň ve stanoveném věku, W_{t_o} a $W_{t_{\max}}$ jsou hmotnost při narození a hmotnost v době maximálního růstu, a K a γ jsou konstanty.

Hmotnost orgánů použitá pro výpočet byla stanovena z čerstvě odebraných orgánů (játra, slezina, ledviny, srdce, plíce, mozek, gastrointestinální trakt a tuková tkáň), a měření probíhalo u samců laboratorních potkanů (*Rattus norvegicus var.*) v různém věku (1–280 dní) a výsledky byly použity k vyhodnocení funkčnosti tohoto modelu. Model GMM byl nastaven tak, aby se přizpůsobil hmotnosti orgánů, a výsledkem byly parametry statisticky významné pro všechny orgány a tkáň. Hmotnost orgánů korelovala s jejich příslušnými hodnotami odpovídajícími věku jedince.

Na základě výsledků GMM, byly předem stanovené parametry, tedy růst orgánů a profily % BW¹ frací v souladu s použitými empirickými údaji i předchozími studiemi. Díky modelu GMM bylo možné získat velmi přesné údaje o předpokládané hmotnosti v závislosti na věku u všech vyšetřovaných orgánů.

Lopez a kol. (2000) vytvořili zobecněnou GMM rovnici pro výpočet růstu celého těla u laboratorních potkanů. Dokázali tím, že tento model GMM poskytuje nejpřesnější údaje o růstu těla laboratorního potkana nežli jiné rovnice používané pro tento výpočet, jako je například Gompertz rovnice (Winsor, 1932) a Richardsova rovnice (1959).

Z tohoto důvodu Bruckner et. al., (2007) ve své studii zvolil tento vzorec k popisu růstu orgánů u samců laboratorních potkanů, kde W_t (mg) znamená předpokládanou hmotnost orgánu/tkáň zvířete, W_{t_o} (mg) hmotnost živočišného orgánu/tkáň při narození, $W_{t_{\max}}$ (mg) maximální hmotnost orgánu/tkáň, K věk (ve dnech) v dosažené polovině maximálního růstu. Tím byla vypočítána hmotnost orgánu, rovnice se dále nazývá W_t GMM. Čím nižší je hodnota K , tím rychleji orgán/tkáň dosáhne své maximální možné hmotnosti. Věkem (dny) se rozumí postnatální věk, za předpokladu PND1 jako datum narození; γ je tzv. „Hillův koeficient“ (bez jednotky), který určuje sigmoidicitu růstových křivek. Pokud se γ rovná hodnotě jedna, pak dominuje jednoduchý růst vyznačující se hyperbolickou křivkou. Pokud má γ hodnotu větší než jedna, bude růstová křivka sigmoidální, tedy ve tvaru s křivkami ve dvou směrech. Tím, jak hodnota γ zvyšuje sklon křivky růstu, bude bod inflexe o to větší nebo strmější (Lopez et al.,

¹ Percent body weight – procentuální podíl tělesné hmotnosti

2000). Ačkoli tato funkce byla původně použita k získání údajů o tělesné hmotnosti, nakonec byla aplikována i na různé tkáně/orgány u rostoucích samců laboratorních potkanů.

Hmotnost orgánů/tkání vypočítané pomocí modelu GMM (WtGMM) byly porovnány s experimentálními daty (WtEXP) a porovnány s věkem zvířat. Procentuální hmotnost orgánů/tkání s procentem tělesné hmotnosti (% BW), tedy WF byly získány pomocí následující rovnice:

$$WF = \frac{Wt}{BW} \times 100 \quad (2)$$

kde **Wt** znamená hmotnost orgánu/tkáně zvířete o určité tělesné hmotnosti (BW)

Následující rovnice byla vytvořena pro zpětný výpočet odhadu neznámého věku potkanů na základě použití BW (tato rovnice nebyla ve studii použita):

$$Age = K_{BW} \left(\frac{BW - Wt_{o(BW)}}{Wt_{max(BW)} - BW} \right)^{\frac{1}{\gamma(BW)}} \quad (3)$$

kde K_{BW} (d), Wt_o (BW) (mg) a Wt_{max} (BW) (mg) a γ_{BW} (bez jednotek) se rozumí K, a Wt_o , Wt_{max} a γ se rozumí růst BW (mg). Získaný věk (d) lze poté použít k určení hmotnosti různých orgánů / tkání pomocí rovnice.

Dle Jacksona et. al., (2017) probíhají u hlodavců ve věku mezi 8–12 týdny identické fyziologické změny, mezi které se řadí například:

- růst kostí je dokončen ve věku 26 týdnů,
- zároveň je v této době zvýšená produkce T a B lymfocytů,
- vývoj imunitního systému je definován změnami velikosti brzlíků,
- u potkanů se významně zvětšuje velikost mozku do věku 9 týdnů.

3.4 Anatomie orgánů myši laboratorní *Mus musculus* (Linné, 1758)

3.4.1 Slezina

Slezina je největším sekundárním imunitním orgánem v těle a je zodpovědná za zahájení imunitních reakcí na antigeny přenášené krví a za filtraci krve (Cesta, 2006). Je však také místem destrukce erytrocytů a místem lymfopoézy. Lymfatické folikuly jsou kulovité struktury

v sekundárních lymfatických orgánech. Jejich germinální (zárodečná) centra jsou při primární specifické odpovědi na antigen místem klonální expanze B-buněk a selekce probíhající v interakci s Th-lymfocyty a folikulárními dendritickými buňkami. Vznikají zde plazmatické a paměťové B-buňky (Toman et. al., 2009).

Slezina, i když je složena převážně z lymfatické tkáně, není klasifikována jako lymfatická uzlina. Místo toho se slezina podílí na funkci krevních cév a nemá žádné spojení s lymfatickými cévami.

Slezina je mírně zakřivený podlouhlý oválný orgán ležící diagonálně v levém předním kvadrantu břišní dutiny podél většího zakřivení žaludku. Slezinová tepna vstupuje přes několik větví podél podélného hřebene v dorzální části. Ventrální část je velmi mírně konvexní; průřez středovou částí sleziny je zhruba trojúhelníkový, dorzální hřeben tvoří vrchol orgánu. Slezina se liší ve vzhledu, tvaru a velikosti v závislosti na věku, námaze, pohlaví a zejména okolních podmínkách. Například při zvýšené námaze se velikost sleziny zvětšuje, v závislosti na pohlaví, kdy samci vykazují velikostně větší velikost orgánu než samice, se stoupajícím věkem má naopak tendenci se objemově zmenšovat. Zdravá slezina má sytě červenou barvu a má hladký lesklý povrch. Pravý konec je obvykle zaoblený, levý může být zaoblený, špičatý nebo rozdvojený. Variace velikosti jsou tak velké, že hmotnost sleziny není jednoznačným ukazatelem reakce lymfatické tkáně na experimentální manipulace (Dunn, 1954; Santisteban, 1960). V blízkosti slinivky břišní se často nachází jedna nebo více přídatných uzlin.

Mikroskopická anatomie:

Povrchová vrstva se nazývá peritoneum, pod ním se nachází tenká, ale pevná elastická kapsle z husté pojivové tkáně obsahující elastická vlákna. Nepravidelně uspořádané řídké trámce obsahují buňky hladkého svalstva směřujících směrem dovnitř, a síť retikulárních vláken a buněk tvoří rámec bílé a červené splenické pulpy. Převážnou část orgánu tvoří bílá pulpa, malé lymfatické tkáně, které zapouzdřují malé tepny. U bílé pulpy se lymfocyty spojují do nezřetelně ohraničených uzlíků, splenických uzlů nebo Malpighovských tělísek. Jsou podobné kortikálním uzlům lymfatických uzlin a stejně jako u nich se jedná o přechodné struktury občas vytvářející zárodečná centra. Okrajové oblasti difúzní lymfatické tkáně obklopují uzlíky a odděluje je od červené dřene, která obsahuje erytrocyty v „sítích“. Kromě erytrocytů obsahuje červená pulpa granulované leukocyty, lymfocyty, krevní elementy, žírné buňky, plazmatické buňky a megakaryocyty. V červené buničině se pravidelně vyskytuje extramedulární hematopoéza (Dunn, 1954).

Uvnitř sleziny se tepny opakovaně větví, zužují se a jsou obaleny splenickými uzly. Malé rozvětvené tepny zasahují od bílé dřene do červené dřene. Pásmo červené dřene obsahuje mnoho erytrocytů (Snook, 1950). Existují rozdíly ve struktuře retikula a jeho uspořádání v uzlu, relativním množství červené a bílé pulpy, množství hematopoézy, počtu a distribuci makrofágů obsahujících hemosiderin a počtu buněk, jako jsou například žírné buňky a megakaryocyty (Coleman et. al, 1966; Dunn, 1954).

3.4.2 Játra

Játra jsou velká tubulární žláza, která zabírá třetinu přední dutiny břišní. Přední konvexní část kopíruje bránici a zadní konkávní část lemuje a částečně zakrývá žaludek a dvanáctník. Játra mají čtyři hlavní laloky, dorzálně spojené. Jsou to: velký střední lalok (rozdělený šterbinou na levou a pravou část), pravý boční lalok (horizontálně rozdělený na přední a zadní část), levý boční lalok a kaudální lalok sestávající ze dvou částí v dorzální formě listu a dalšího ventrálně do jícnu. Krev je distribuována do jater prostřednictvím interlobulárních větví jaterních tepen a jaterních žil (Silva-Santana et. al, 2019). Játra samice váží více než játra samce (Webster et al., 1955). Myš se liší od potkana tím, že má žlučník. Jaterní kanál z jater a cystický kanál se pojí a vytvářejí společný žlučovod. Tento úzký kanál se táhne za zadní částí dvanáctníku a prochází částí slinivky břišní, a posléze prochází střevní stěnou.

Mikroskopická anatomie:

Povrch jater je pokryt tenkou serózou, ze které vstupují do orgánu jemná vlákna retikulární pojivové tkáně, aby vytvořily pilíř pro jaterní buňky, krevní cévy a žlučovody. Rozdělení na laloky nebo jaterní jednotky je velmi neurčité, přepážka je viditelná pouze kolem interlobulárních větví jaterní tepny a jaterní portální žíly. Endotel obsahuje specializované fagocytární buňky, Kupfferovy buňky, které případně fungují tak, aby zajistily rovnoměrnou distribuci krve do jaterních buněk.

Jaterní parenchymální buňky jsou velké, polygonální, s velkými centrálními jádry (někdy až dvěma v buňce) a jedním nebo více jadérky. Obrys buněk je často nejasný a cytoplazma je velmi variabilní. Buňky jsou uspořádány ve dvou liniích oddělených sinusoidami. Žlučové kapiláry se spojují a vytváří žlučovody lemované jednovrstvým kubickým epitelem.

Megakaryocyty jsou přítomny v játrech již během prvních několika týdnů postnatálního vývoje (Fortuyn, 1933).

3.4.3 Ledviny

Ledviny jsou párový orgán fazolovitého tvaru, který leží retroperitoneálně proti hřbetní stěně po obou stranách páteře. Nejsou pevně ukotveny, ale uloženy volně a upevněny pomocí tukové tkáně. Pravá ledvina je větší, těžší a lokalizovaná více vpředu. Přední část pravé ledviny je obvykle na úrovni 12. žebra, u levé ledviny na úrovni 13. Existuje i rozdíl v pohlaví, ledviny samce jsou těžší a větší. Tvar a velikost ledvin se liší podle druhu (Hummel, 1954).

Ledvina je dorzoventrálně zploštělá a má rozsáhlou konvexní laterální a krátkou konkávní střední hranici. Pokud je ledvina rozříznuta, lze vidět i bez mikroskopu dvě vrstvy, kůru a dřev.

Mikroskopická anatomie:

Ledvina je složena z nefronů, které jsou spojeny jemnými, bohatě prokrvenými vlákny pojivové tkáně a uzavřenými v tenkých kanálcích pojivové tkáně. Základem nefronu je Malphigiho tělísko (*corpusculum renale*) a klubko kapilár glomerulus, to je obklopeno Bowmanovým pouzdem, ve kterém je vložen glomerulus. Glomerulus je klubíčko rozvětvených vlásečnic, které se nachází uvnitř každého nefronu. Glomerulus na proximálním konci nefronu filtruje krev a prochází filtrát do tubulárního epitelu, který jej upravuje před průchodem moči do sběrného kanálku (Davidson, 2009). Velká část tekutin je následně z glomerulu vedena do Bowmanových váčků. Z Bowmanových váčků vystupují kanálky, které jsou uloženy v kůře. Kanálek sestává z proximálních a distálních spletených částí s přímým segmentem, a mezi nimi se nachází Henleyova klička. Nefrony se sbíhají do rovných sběrných tubulů, které se spojují s ostatními a vytvářejí velké tubuly. Nefron je strukturálně podobný tomu lidskému, stejně jako skladba krevních cév.

Vnější část kůry je složena převážně z glomerulů a stočených vlásečnic. Rovné trubičky Henleových klíček jsou seskupeny do svazků a dávají typický paprskový vzhled vnitřku kůry. Ledvinová dřevina má pruhovaný vzhled, je složena hlavně z přímých sběrných tubulů, které se sbíhají k papile.

Určité rysy ledvin u myši jsou pozoruhodné. Ve srovnání se samci mnoha druhů má myš glomerulární objem (počet a velikost) asi jen polovinu předpokládaného v poměru k velikosti a objemu ledvin (Rytand, 1938). Existuje relativní počet, jež se vztahuje k pohlaví a relativní počet Bowmanových váčků. Většina z parietálního epitelu u samic a mladých a kastrovaných samců je kryta dlaždicovým epitelem, zatímco u dospělých samců se vyskytuje mnoho Bowmanových váčků, které jsou lemovány kubickým epitelem (Crabtree, 1941).

3.4.4 Plíce

U hlodavců je pravá plíce rozdělena na čtyři laloky, zatímco levá plíce má jeden lalok (Thiesse, 2010). Čtyři pravé plicní laloky se nazývají kranální, střední, kaudální a přídatný. (Meyerholz et al, 2018). Levá plíce myši je menší, a to z důvodu, že na levé straně se nachází také srdce.

Mikroskopická anatomie:

Plíce jsou pokryty serózní membránou, viscerální nebo plicní pleurou a jsou umístěny v pohrudnici. Pleura se dělí na pleura parietalis a pleura visceralis, pleura visceralis přímo pokrývá povrch plic, pleura parietalis tvoří výstelku pleuralní dutiny (pravou a levou), prostor mezi pl. dutinami se nazývá mediastinum. Stěny dvou pohrudničních dutin se dotýkají s přední a zadní k perikardiální dutinou a vytvářejí dvojstěnnou středovou septu. Levý plicní lalok leží v levé pleurální dutině, tři z pravých laloků leží v pravé dutině a střední lalok leží v záhybu mediastinálního septa nalevo od dolní duté žíly. Celková kapacita plic (TLC) myši je přibližně 1 ml ve srovnání s 10 ml potkana a 6000 ml člověka. Parenchym plic myši zabírá menší část

celkového objemu než u potkana, ale více než lidské (myš: 18 %, potkan: 24 %, člověk: 12 % objemu plic).

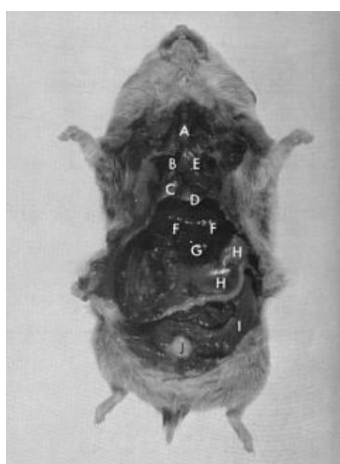
Alveoly plic myši jsou menší (průměrný lineární intercept 80 μm (MLI)) než u potkana (MLI 100 μm) nebo u člověka (MLI 210 μm). Tloušťka bariéry pro výměnu plynů v krvi u myši (0,32 μm) je podobná tloušťce u potkana (0,38 μm), ale poněkud menší než u člověka (0,62 μm), což může být důležité jak pro výměnu plynů, tak pro mechaniku parenchymu plic. V průdušnici se nachází chrupavka, která ale není tak dobře uspořádána jako u jiných druhů; pouze horní část průdušnice má kompletní prstence, které jsou patrné u jiných savců a tyto se rychle mění na destičky (Irving et al, 2003).

Plíce přijímají krev ze dvou zdrojů: okysličenou krev bronchiálními tepnami ze systémového oběhu a žilní krev plicními tepnami ze srdce. Plicní tepny a žíly následují průdušky a velmi tenké kapiláry investují do alveolárních stěn.

3.5 Anatomie orgánů křečka syrského *Mesocricetus auratus* (Waterhouse, 1839)

Dospělý křeček syrský je dlouhý přibližně 14–19 cm a váží přibližně 114–140 g.

Žaludek křečka je přibližně 3,5 cm dlouhý a 2,0 cm široký a je rozdělen na dvě odlišné oblasti: žláznatý žaludek a předžaludek. Čtyřkomorové srdce je umístěno na úrovni třetího až pátého hrudního žebra. Plicní a aortální chlopně jsou trikuspidální. Levá i pravá atrioventrikulární chlopně mají dva hlavní a dva vedlejší příbalové letáky. Systém dýchací soustavy křečka se skládá z nosní dutiny, nosních dutin, hltanu, hrtanu, průdušnice a plic. Průměrná celková hmotnost mozku křečka je 1,4 g. Mozkové hemisféry se skládají z velkých čelních, bočních a týlních laloků (Moskalewski et. al., 2002). Orgány dutiny břišní a hrudní jsou popsány na obrázku č. 5.



Obr. č. 5 Orgány břišní a hrudní dutiny: (A) průdušnice, (B) střední plicní lalok, (C) pravý kaudální plicní lalok, (D) mediální plicní lalok, (E) srdce, (F) pravý a levý kranio-ventrální jaterní laloky, (G) levý dorso-kaudální jaterní lalok, (H) žaludek, (I) slepé střevo a (J) močový měchýř, převzato z: Thomas et. al (1979)

3.5.1 Trávicí trakt

Dutina ústní

Křečci mají vyvinuté výrazné lícní torby, což jsou vychlípeniny ze sliznice dutiny ústní. Slouží k přenosu potravy a výjimečně mláďat (Kaluža et. al., 2020)

Chrup

Křečci mají difyodontní chrup, kdy nejprve vyrůstají mléčné zuby, které jsou následně nahrazovány trvalými zuby. Zuby jsou rozlišeny podle tvaru (heterodontní chrup) na řezáky a stoličky. Špičáky a zuby třenové chybí. Řezáky v horní čelisti jsou delší než řezáky v dolní čelisti-nejedná se tak o přerůstání. Celkem mají 16 zubů.

Zubní vzorec je 2x (I1/1, C0/0, M3/3).

Řezáky křečků dorůstají celý život (elodontní). Ve srovnání s jinými hlodavci však zuby rostou pomaleji. Stoličky po prořezání již nedorůstají (Kaluža et. al. 2020).

Žaludek

Žaludek křečka se skládá ze tří částí: předžaludek, tělo žaludku (corpus) a antrum. Poslední dvě zmíněné části tvoří dohromady žláznatý žaludek. Krev je do žaludku křečka přiváděna celiakální tepnou. Levá žaludeční tepna je hlavním zdrojem zásobujícím tělo žaludku. Pravá gastroepiploická tepna lemují zakřivení žláznatého žaludku. Pravá žaludeční tepna zajišťuje prokrvení antru.

Subepiteliální kapiláry mají větší průměr než ty vzestupné a ústí do širokých žil (Moskalewski et. al., 2002).

Do předžaludku ústí jícen. Předžaludek je lemován keratinizovaným epitelem, má vyšší pH než žláznatý žaludek a obsahuje mikroorganismy, které umožňují fermentaci což napomáhá trávení. Pylorická oblast žláznatého žaludku ústí do tenkého střeva (Murray, 2012).

Játra

Reznik et. al, 1978 uvádí, že funkce jater jsou mnohočetné. Dokonce i u novorozených mláďat zaujímají játra velkou část břišní dutiny, ale následně se velikost rapidně zmenšuje. Játra jsou důležitým úložištěm glykogenu produkovaného z natrávených sacharidů ve střevech a distribuovaného pomocí krve. Jsou největším orgánem v těle. Jejich váha se pohybuje kolem 15 g u obou pohlaví.

3.5.2 Močová soustava

Ledviny křečků jsou uloženy v retroperitoneu, což je prostor mezi břišní (peritoneální) dutinou, páteří a svaly. Z anatomických zvláštností je nutné uvést odlišnosti ve struktuře ledvinné pánvičky, která má pouze jednu ledvinnou papilu. Moč je vysoce koncentrovaná. Specifická hustota moči je u křečků 1,060. U křečků je přirozené vylučování bílkovin v moči (Kaluža et. al. 2020).

Ledviny

Ledviny mají červenohnědou barvu, jsou fazolovitého tvaru a jsou umístěny mezi druhým a čtvrtým bederním obratlem. Pravá ledvina je umístěn více kraniálně než levá ledvina a obecně její hmotnost bývá nižší (Murray, 2012). Ledviny křečků bývají velmi vnímavé na estrogen, protože močopohlavní systém vzniká z téhož zárodečného listu (Li et. al, 1993).

3.5.3 Dýchací soustava

Křečci mají několik nosních serózních žláz, které vstupují do úst a nosu. Mezi tyto žlázy patří například infraseptální žláza, horní, střední a dolní skořepa, a tzv. Stenova žláza.

Průdušnice se rozdvouje ve výšce čtvrtého páru žeber na tlustší pravé a tenčí levé hlavní průdušky. Reisseisenova membrána, vrstva hladkého svalstva a elastická tkáň, lemuje lobární průdušky. Membrána dosedá dorzálně na první bederní obratle. Pleura tvoří velký pravý a levý vak obklopující plíce. Křečci nemají žádné respirační bronchioly.

Histologický řez průdušnice křečka velmi připomíná lidské průdušky. Plicní cévní řečiště je podobné jako u lidí v mnoha ohledech. Tato podobnost činí z křečka syrského potenciální model pro studium chronické bronchitidy. U křečků chybí lymfoidní tkáň spojená s bronchem, která se normálně vyskytuje pouze v hilu plic u hlodavců (Kling, 2011).

4 Metodika

V rámci diplomové práce byly na různých lokalitách provedeny odchyty volně žijících hlodavců.

U každého odchyceného jedince byly standardními mamalogickými metodami určeny druh, pohlaví, věková kategorie a celková hmotnost.

Následně byly během pitev odebrány vybrané vnitřní orgány (játra, ledviny, slezina, plíce apod.) a stanovena jejich hmotnost v čerstvém stavu. Získané vzorky byly zamrazeny a následně lyofilizovány, a to za účelem stanovení přesné hmotnosti sušiny.

Na základě takto získaných údajů byly pro tyto orgány stanoveny hmotnostní koeficienty vztahované k celkové hmotnosti daného jedince, a to jak v čerstvém, tak ve vysušeném stavu.

Na závěr byl vhodnými statistickými metodami vyhodnocen vliv druhu, pohlaví a věku na tyto koeficienty.

4.1 Původ odchycených exemplářů

V této práci byli použiti jedinci odchycení na dvou lokalitách–Sokolovsko a Mostecko (viz. obr. č. 6, červeně vyznačeno), a to konkrétně z oblastí Ledvice (13.780655 E 50.587545 N), Lom u Mostu (13.667311 E 50.584341 N), Osek u Duchcova (13.711382 E 50.618445 N), Fláje (13.6275172 E 50.6991164 N), Braňany (13.690650 E 50.537544 N), Jindřichovice v Krušných horách (12.6107706 E 50.2739806 N), Lom Jiří.



Obr. č. 6 Odchytové lokality

4.1.1 Popis odchyťových lokalit

4.1.1.1 Sokolovsko a Mostecko

Z hledisek geomorfologie jsou obě pánevní oblasti obdobné. Jedná se vesměs o nevýrazné pahorkatiny s mírnou dynamikou reliéfu. Jako pahorkatiny na nezpevněných a polygenetických kvartérních sedimentech jsou typickými představiteli akumulárního až erozně akumulárního reliéfu. V současné době ovšem významně ovlivněného povrchovou těžbou v Mostecké a Sokolovské pánvi, kde vznikly novotvary vnějších výsypek s převýšením až 100 m a s lomy přes 200 m hlubokými. Projevy dynamiky reliéfu se zde uplatňují významnou erozní aktivitou a svahovými sesuvy na výsypkách před jejich rekultivací.

Přírodní podmínky podkrušnohorských pánví jsou významně ovlivňovány i hydrologickou situací. Je odvodňována řekou Ohří a ve východní části řekou Bílinou. Oba tyto toky jsou pak levostrannými přítoky Labe. Dlouhodobě je však v Mostecké pánvi a v Sokolovské pánvi hydrologická situace ovlivňována nutností odvodňovat dobývací prostory, což si vynucuje přemísťování vodotečí, likvidaci a výstavbu nových retenčních a akumulárních nádrží. I když

se poslední desítky let čistota toků v celém území významně zlepšila, voda řeky Bíliny patří mezi nejvíce znečištěné v České republice, což se hlavně v Mostecké pánvi projevuje nepříznivě v rámci hydrologických rekultivací, kdy se přistupuje k dotacím čisté vody z povodí Ohře. Vývojově nejvyšším subsystémem přírodní krajiny posuzovaných pánví je rostlinstvo a živočišstvo – poměry biotické. Vegetace má především klimatogenní tendenci, takže příslušnost k uváděným fytogeografickým zónám předurčuje i potenciál přirozené vegetace (Štýs et al., 2014).

4.1.1.2 Mostecká pánev

Severočeská hnědouhelná pánev (SHP) je největší a také nejdůležitější podkrušnohorskou pánví. Vyplňuje ji až 550 m mocný eocenní až miocenní komplex o rozloze asi 1420 km². Část pánve, považovaná z provozního, ekonomického a technického hlediska za území možné těžby, se označuje jako Severočeský hnědouhelný revír (SHR). Větší část SHP je zakryta kvarténními sedimenty. Kromě terasových písků a štěrků se v pánvi vyskytují poměrně hrubá deluviální a proluviální klastika, spraše a jezerní jílové sedimenty (Pešek et. al., 2012)

4.1.1.3 Sokolovská pánev

Sokolovská pánev je podkrušnohorská třetihorní pánev situovaná mezi chebskou pánví na JZ a na SV oddělená Doupovskými horami od severočeské pánve. Je vyplněna hlavně miocenními sedimenty, obsahujícími důležité uhelné sloje i keramické jíly a také četné vulkanogenní uloženiny (Petránek et. al., 2016).

4.2 Odchyt exemplářů v terénu

K odchytu exemplářů byly použity dva druhy odchyťových pastí—sklapovací a živolovné. Celkem bylo použito asi 150 sklapovacích (mechanických) pastí a 160 živolovných. Pasti byly kladeny na lesní periferii, na loukách a podél polí. Nejčastějším odchyceným druhem byl hraboš polní, ale také myšice lesní či bělozubka bělobřichá. Tato diplomová práce se bude blíže zabývat druhy *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis* a *Microtus arvalis*.

4.2.1 Sklapovací pasti

Pro odchyt drobných zemních savců byly použity sklapovací pasti (viz. obr. č. 7) umístěny v terénu za použití liniového a kvadrátového odchyťu. Návnadu tvořil knot opražený ve směsi rostlinného tuku, mouky a slaniny. Kontrola nakladených pastí probíhala vždy následující den. Pasti byly exponovány 5 dní (4 noci). Následně byla stanovena rodová příslušnost odchycených drobných zemních savců, hmotnost, délka těla, ucha, zadní tlapy a ocasu.

Následně byla provedena pitva k zjištění hmotnosti jednotlivých orgánů.



Obr. č. 7 sklapovací past, převzato z: <https://www.webobal.cz/agro/pasti-na-mysi-a-potkany>

4.2.2 Živolovné pasti

Pasti (viz. obr. č. 8 a 9) byly stejně jako sklapovací pasti kladeny do kvadrátu 5 × 5 pastí, případně, pokud terén neumožňoval kvadrátové rozmístění, byly pasti kladeny do linií. Typů návnad bylo v každé pasti použito hned několik. Povidla, paštika, ovoce, corn flakes, granule, pečivo, a sardinkové filety.

Pasti byly řádně očíslované a použity dvě velikosti živolovných pastí. Kontrola pastí taktéž probíhala ve skupinách každý následující den.

U drobných savců odchycených touto metodou byla následně stanovena rodová příslušnost, pohlaví a věk.



Obr. č. 8 a 9 Živolovné pasti, převzato z: <https://prostredky-proti-skudcum.heureka.cz>

4.3 Laboratorní práce

4.3.1 Pitva

Pomůcky: skalpel, nůžky, špendlíky

Kadáver exempláře jsme nejprve připevnili k podložce za pomoci špendlíků v poloze hřbetní. Podélný řez byl veden pomocí skalpelu od oblasti hlavy směrem k ocasu. Vždy byl kladen důraz na důkladné oddělení kůže od svaloviny. Následně byla otevřena dutina břišní, kde bylo možné vidět játra, která jsou v blízkosti bránice a mají tmavě načervenalou barvu, žlučník a močový měchýř. Abychom mohli játra vyjmout, bylo nutné naříznout vazy, které spojují játra s bránicí. V levém horním rohu dutiny břišní bylo možné nalézt slezinu, jež má tmavě červenou barvu a je úzce spojena se slinivkou břišní. Pankreas je uložen v tukové tkáni. Poté byl odstraněn jícen, střeva a žaludek.

Jakmile byly z dutiny břišní vyjmuty veškeré výše zmíněné orgány, bylo možné odkrýt orgány močové soustavy – ledviny, močový měchýř a močovou trubici. Ledviny jsme mohli vyjmout společně s nadledvinkami. V této fázi lze bezpečněji rozeznat pohlaví daného jedince.

Vybrané orgány jsme následně očistili a navážili.

Poté byly vzorky tkání zamrazeny a následně prošly procesem lyofilizace. Jedná se o separační proces, kdy dochází nejprve ke zmrazení vzorku a jeho následnému vysušení.

Lyofilizace se skládá ze dvou hlavních kroků, kterými jsou mrazení vzorku a sušení zmrazeného vzorku pomocí vakua. Sušení je dále rozděleno do dvou fází – primární a sekundární sušení (Procházková, 2013).

4.3.2 Použité statistické údaje a metody

Celkový počet jedinců, se kterými bylo pracováno v této diplomové práci byl 166. Z toho 20 exemplářů druhu *Apodemus sylvaticus*, 7 jedinců druhu *Apodemus flavicollis*, a 139 jedinců druhu *Microtus arvalis* (viz. Příloha č. 1).

Průměrný obsah vody v daném orgánu (viz. tab. č. 1) byl určen z hmotnostního úbytku po vysušení vzorku za použití vzorce, a to z průměrných hodnot bez ohledu na věk, pohlaví či druhovou příslušnost.

Tab. č. 1 průměrný obsah H₂O v jednotlivých orgánech a poměr celkové hmotnosti ku hmotnosti tkáně

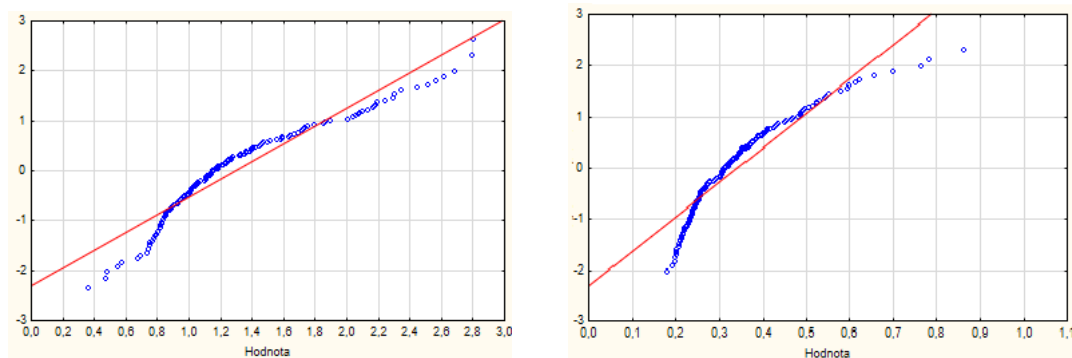
Orgán	Čerstvá váha [g]	Váha sušiny [g]	ztráta H ₂ O %	Poměr orgán/BW [g]	
				FW	DW
Játra	1,039	0,316	69,5	0,056	0,015
Ledviny	0,275	0,068	75,2	0,015	0,003
Slezina	0,106	0,031	70,7	0,009	0,002
Plíce	0,194	0,048	75,2	0,010	0,002

V prvním kroku byl vypočten poměr mezi hmotnostmi jednotlivých orgánů a celkovou hmotností jedince (viz. tab. č. 1). Pro každou tkáň tak byly získány dva údaje, poměr v čerstvém stavu a poměr lyofilizovaného stavu. Tyto výsledky byly použity pro ověření vlivu jednotlivých faktorů na sledovanou proměnnou, tedy hmotnost orgánů.

Poté byly otestovány charakteristiky jednotlivě vzniklých souborů dat, a to ověřením normality rozdělení a homogenity rozptylu. Ověření normality rozdělení bylo provedeno v programu Statistica za použití Shapiro–Wilkova W testu (viz. graf č. 1 až 8). Osou x se rozumí naměřená hodnota a osou y očekávaná normální hodnota. Hladina α se rovná 0,05. Ke grafickému posouzení byl použit Q–Q graf.

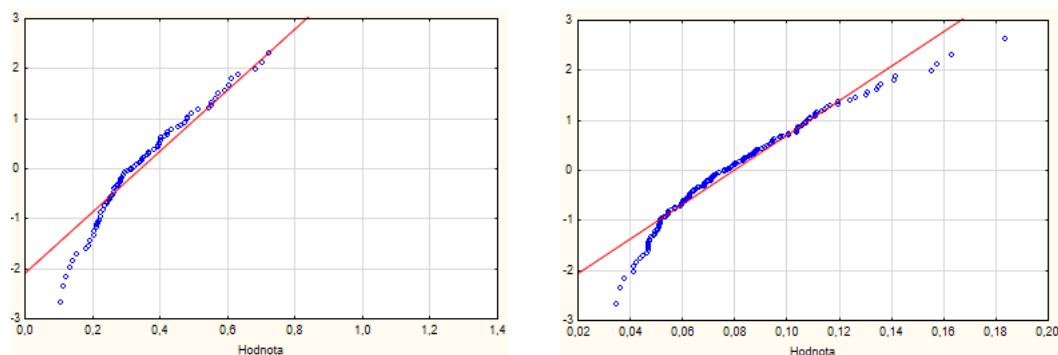
Hypotéza H_0 : Vzorky pocházejí z normálního rozdělení

Alternativní hypotéza H_1 : Vzorky nepocházejí z normálního rozdělení



Graf č. 1 a 2 výsledky pro Shapiro–Wilkův W test pro tkáň jater FW a DW (Q–Q plot)

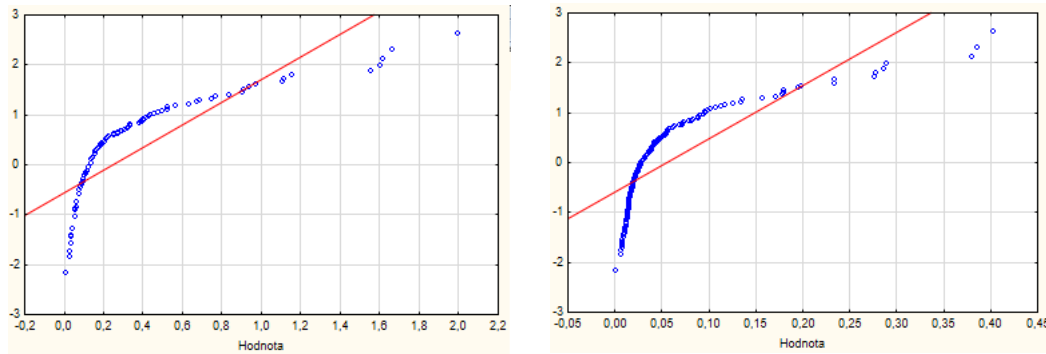
P–hodnota pro játra FW je $4,57079e-9$, a p–hodnota pro sušinu vychází $1,80974e-9$. Jelikož p–hodnota $< \alpha$, zamítáme nulovou hypotézu u obou sledovaných vzorků (viz. graf č. 1 a 2) a předpokládáme, že data nepocházejí z normálního rozdělení.



Graf č. 3 a 4 výsledky pro Shapiro–Wilkův W test pro tkáň ledvin FW a DW (Q–Q plot)

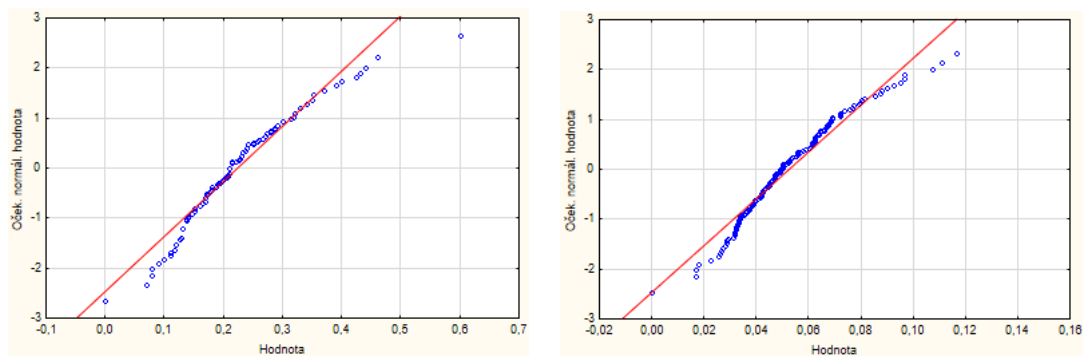
Pro ledviny FW (graf č. 3) je p –hodnota $3,78931e-6$, a hodnota pro ledviny DW $1,16682e-5$ (graf č. 4). Jelikož p–hodnota je opět $< \alpha$, zamítáme nulovou hypotézu. Jinými slovy, rozdíl mezi

naměřeným vzorkem dat a normálním rozdělením je dostatečně velký, abychom ho mohli považovat za statisticky významný.



Graf č. 5 a 6 výsledky pro Shapiro–Wilkův W test pro tkáň sleziny FW a DW (Q–Q plot)

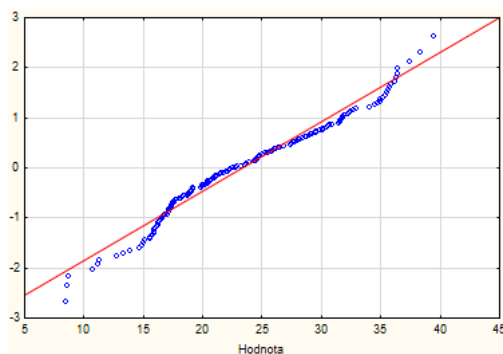
Výsledek Shapiro–Wilkova W testu pro slezinu byl v čerstvém stavu $1,33227e-15$ a pro hmotnost sušiny $6,66134e-16$. Opět se tedy řídíme pravidlem, že čím nižší p–hodnota, tím pravděpodobnější je potvrzení alternativní hypotézy. V tomto případě dokonce vidíme tzv. zešikmeného rozdělení, kdy leží prvky vychýleně do oblouku na jedné straně přímky, jak je tomu na grafickém znázornění č. 5 a 6.



Graf č. 7 a 8 výsledky pro Shapiro–Wilkův W test pro tkáň plic FW a DW (Q–Q plot)

P–hodnota pro tkáň plic FW je $9,38937e-6$, a p–hodnota pro sušinu plic vychází $8,56594e-7$. Opět, stejně jako u předchozích tkání, zamítáme nulovou hypotézu.

Zároveň byl proveden test pro celkovou hmotnost jedince s následujícím výsledkem:



Graf č. 9 výsledky pro Shapiro–Wilkův W test pro celkovou hmotnost jedince (Q–Q plot)

Již z grafického zobrazení (viz. graf. č. 9) je patrné, že přijímáme alternativní hypotézu, což potvrzují i výsledky, kdy p -hodnota odpovídá 0,0195600, a šance na chybu typu 1 (odmítnutí správné H_0) je velmi malá: 1,96 %.

V první části byly ověřovány hypotézy vlivu výše uvedených faktorů na konkrétní proměnnou, tedy hmotnostní koeficient orgánů.

U zkoumaného vlivu „pohlaví“ a „druh“, byly ověřovány hypotézy vlivu za pomoci Mann–Whitneyova U testu, protože z výsledků vyplývá, že data nepocházejí z normálního rozdělení. Pro tento test bylo použito 100 vzorků pocházejících ze samic, a 66 vzorků samců a 27 jedinců rodu *Apodemus* a 139 exemplářů rodu *Microtus*. Použité hodnoty byly výsledkem poměru daného sledovaného orgánu oproti celkové hmotnosti jedince.

Pro tento test byla zvolena tolerance chyby 5 %.

Pro výpočet vlivu faktoru „věk“ byla použita metoda neparametrická jednofaktorová ANOVA, opět s hladinou tolerance chyby 5 %. Tato metoda byla zvolena z důvodu, že u faktoru „věk“ porovnáváme tři datové řady vzhledem k jedné proměnné (hmotnost orgánů). Následně bylo pomocí tzv. post-hoc testů provedeno porovnání konkrétních rozdílů mezi sledovanými kategoriemi.

Veškeré výpočty byly prováděny v programu Statistica.

Následně bylo stanoveno, zda existuje závislost mezi hmotností daného jedince a jednotlivých stanovených tkání, zda je případná závislost statisticky průkazná, a síla této závislosti.

5 Výsledky

V tabulce č. 2 jsou uvedeny dosažené výsledky pro konkrétní skupiny jedinců. Výsledky jsou zde vyjádřeny střední hodnotou a směrodatnou odchylkou.

Tab. č. 2 dosažené střední hodnoty a směrodatné odchylky u konkrétních pozorovaných skupin hlodavců

Druh	Sex	Věk	Játra DW/BW		Ledviny DW/BW		Slezina DW/BW		Plíce DW/BW	
			Střední hodnota	SD	Střední hodnota	SD	Střední hodnota	SD	Střední hodnota	SD
<i>Apodemus</i>	M	J	-	-	-	-	-	-	-	-
		SA	0,014	0,001	0,004	0,000	0,001	0,000	0,004	0,000
		A	0,014	-	0,005	-	0,001	-	0,002	-
	F	J	0,018	0,004	0,005	0,001	0,001	0,000	0,003	0,000
		SA	0,019	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001
		A	0,021	0,006	0,004	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001
<i>Microtus</i>	M	J	0,038	0,007	0,005	0,000	0,002	0,000	0,005	0,002
		SA	0,019	0,005	0,004	0,001	0,002	0,001	0,003	0,000
		A	0,014	0,004	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001
	F	J	0,053	0,043	0,010	0,008	0,002	0,003	0,007	0,007
		SA	0,019	0,009	0,004	0,001	0,003	0,005	0,003	0,001
		A	0,014	0,003	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001

Legenda: DW-hmotnost sušiny, BW-celková hmotnost jedince, J-juvenil, SA-subadult, A-adult

5.1 Vliv faktoru „pohlaví“ na hmotnost orgánů

Mann–Whitneyův U test byl zvolen pro srovnání středních hodnot dvou proměnných, tedy vlivu pohlaví na sledovanou proměnnou. Tento test se používá pro hodnocení nepárových pozorování, kdy oproti sobě porovnáváme dva výběrové soubory. V tomto případě tedy poměr hmotnosti orgánů a celkové hmotnosti jedince oproti pohlaví. Hladina α byla zvolena 0,05. Z je označení pro testovací kritérium, jehož hodnota je porovnávána s tabulkovou kritickou hodnotou Mann–Whitneyova testu.

Hypotéza H_0 : Hmotnost sledovaných orgánů je totožná pro obě pohlaví.

Alternativní hypotéza H_1 : Hmotnost sledovaných orgánů se pro každé pohlaví liší.

Tab. č. 3 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň jater FW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Liver FW/BW	9330,000	4532,000	2320,000	3,231952	0,001230

Z výše uvedeného (viz. tab. č. 3) je patrné, že u tkáně jater v čerstvém stavu je p -hodnota $< \alpha$ a zamítáme nulovou hypotézu.

Tab. č. 4 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň jater DW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Liver DW/BW	9143,000	4718,000	2507,000	2,614928	0,008925

U jater DW (viz. tab. č. 4) také zamítáme nulovou hypotézu, jelikož p–hodnota je 0,008925, tedy nižší než hladina α a připouštíme alternativní hypotézu, že hmotnost sledovaných orgánů se pro každé pohlaví liší.

Tab. č. 5 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň ledvin FW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Kidney FW/BW	9265,000	4596,000	2385,000	3,017478	0,002549

Z výše uvedené tabulky č. 5 vyplývá, že opět zamítáme nulovou hypotézu, že hmotnost ledvin v čerstvém stavu je totožná pro obě pohlaví.

Tab. č. 6 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň ledvin DW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Kidney DW/BW	9058,000	4803,000	2592,000	2,334462	0,019572

U tkáni ledvin zamítáme nulovou hypotézu, jelikož hodnota p je opět nižší než zvolená α hladina (viz. tab. č. 6).

Tab. č. 7 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň sleziny FW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Spleen FW/BW	7768,000	6093,000	2718,000	-1,91871	0,055021

P–hodnota u sleziny v čerstvém stavu je 0,05502, nulovou hypotézu tedy nelze zamítnout (viz. tab. č. 7).

Tab. č. 8 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň sleziny DW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Spleen DW/BW	7843,000	6018,000	2793,000	-1,67128	0,094667

Z výsledků pro slezinu DW je jasně patrné, že vzhledem k tomu, že p–hodnota $< \alpha$ (viz. tabulka č. 8), nelze zamítnout nulovou hypotézu, že hmotnost daného orgánu je stejná pro obě pohlaví.

Tab. č. 9 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň plic FW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Lung FW/BW	8552,500	5308,500	3097,000	0,666518	0,505081

U tkáně plic v čerstvém stavu není možné zamítnout nulovou hypotézu (viz. tab. č. 9), že hmotnost sledovaných orgánů je totožná pro obě pohlaví.

Tab. č. 10 výsledek Mann–Whitneyova U testu pro tkáň plic DW

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Lung DW/BW	8441,000	5420,000	3209,000	0,298613	0,765235

Na základě výsledků (viz. tab. č. 10) nemůžeme u tkáně plic DW zamítnout nulovou hypotézu.

Tím, že byla nulová hypotéza byla zamítnuta pouze v polovině případů, nelze jednoznačně potvrdit vliv faktoru pohlaví na hmotnost vnitřních orgánů sledovaných druhů hlodavců. U některých orgánů tedy byly prokázány rozdíly v hmotnosti dané tkáně mezi pohlavími. Konkrétní výsledky poměrů hmotností sledovaných orgánů a celkové hmotnosti daných jedinců ve vztahu k pohlaví u těchto tkání toto tvrzení potvrzují. Co se týká hmotnostních koeficientů konkrétní výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 11:

Tab. č. 11 hmotnostní koeficienty jednotlivých orgánů v závislosti na pohlaví

	LI FW/BW	LI DW/BW	KI FW/BW	KI DW/BW	SP FW/BW	SP DW/BW	LU FW/BW	LU DW/BW
F	0,061	0,016	0,016	0,004	0,009	0,002	0,011	0,002
M	0,051	0,014	0,013	0,003	0,011	0,002	0,009	0,002

Legenda: FW–čerstvá hmotnost, DW–hmotnost sušiny, BW–hmotnost těla, LI–játra, KI–ledviny, SP–slezina, LU–plíce

5.2 Vliv faktoru „věk“ na hmotnost orgánů

Pro posouzení výše uvedeného faktoru „věk“ byla zvolena neparametrická obdoba jednofaktorové ANOVy, tedy metoda Kruskal–Wallisova. Byly porovnávány tři datové řady (neboli věkové kategorie J, SA, A). Kritická hodnota byla stanovena 5,9918, tolerance chybovosti nastavena na 5 %. Bylo pracováno s výsledky 7 jedinců juvenilního věku, 27 subadulních jedinců a 132 adultních jedinců. Na základě výsledků výše uvedeného testu byl proveden porovnávací tzv. post-hoc test, pro zjištění konkrétních rozdílů mezi jednotlivými věkovými kategoriemi.

Hypotéza H_0 : Hmotnost sledovaných orgánů je stejná u všech jedinců bez ohledu na věk (věk nemá vliv na hmotnost orgánů).

Alternativní hypotéza H_1 : Věk má vliv na hmotnost vnitřních orgánů.

Tab. č. 12 Kruskal–Wallisova ANOVA pro játra FW (věk)

Závislá: Liver FW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Liver FW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=178)=9,217810$ $p=0,01$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	808	115,4286
SA	2	27	3055	113,1481
A	3	132	12068	83,8056

Z tabulky č. 12 je patrné, že výsledná hodnota H u jater FW je 9,217810 a je tedy vyšší než kritická hodnota, a zároveň $p=0,01$ proto na hladině významnosti testu 5 % zamítáme nulovou hypotézu, neplatí, že věk nemá vliv na hmotnost orgánů.

Tab. č. 13 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro játra FW/BW

Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Liver FW/BW			
Kruskal-Walisův test: $H(2, N=178)=9,217810$ $p=0,0100$			
	J	SA	A
J		1,000000	0,338476
SA	1,000000		0,019865
A	0,338476	0,019865	

Z výsledků v tabulce č. 13 pro játra v čerstvém stavu lze vyčíst, že významný rozdíl je mezi věkovou skupinou SA a A, kdežto mezi J a SA signifikantní rozdíl není.

Tab. č. 14 Kruskal-Wallisova ANOVA pro játra DW (věk)

Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Liver DW/BW				
Kruskal-Walisův test: $H(2, N=178)=30,13738$ $p=0,000$				
Závislá: Liver DW/BW	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	1112	158,8571
SA	2	27	3351	124,1111
A	3	132	11468	79,6389

Vliv faktoru věku byl na základě výsledků potvrzen i u tkáně jater DW (viz. tab. č. 14), kde $H=30,13738$ a $p=0,000$, je tedy nižší než 0,05 a potvrzujeme vliv věku na hmotnost sledovaného orgánu.

Tab. č. 15 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro játra DW/BW

Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Liver DW/BW			
Kruskal-Walisův test: $H(2, N=178)=30,13738$ $p=0,000$			
	J	SA	A
J		0,335619	0,000214
SA	0,335619		0,000116
A	0,000214	0,000116	

Z výstupu v tabulce č. 15 můžeme vidět, že neexistuje významný rozdíl mezi věkovou skupinou J a SA, ale naopak mezi J a A již signifikantní rozdíl pozorujeme. Zároveň pozorujeme rozdíl mezi SA a A.

Tab. č. 16 Kruskal–Wallisova ANOVA pro ledviny FW (věk)

Závislá: Kidney FW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;Kidney FW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=178)=12,2842$ $p=0,0022$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	1007	143,8571
SA	2	27	2858	105,8704
A	3	132	12065	83,7882

U ledvin v čerstvém stavu je z grafu č. 16 opět patrné, že potvrzujeme vliv věku na sledovanou tkáň.

Tab. č. 17 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro ledviny FW /BW

	Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Kidney DW/BW		
	Kruskal-Walisův test: $H(2, N=178)=12,2842$ $p=0,0022$		
	J	SA	A
J		0,246573	0,007788
SA	0,246573		0,123028
A	0,007788	0,123028	

Z grafu č. 17 je patrné, že skupina A a SA nevykazuje rozdíly mezi sledovanými proměnnými, ale existuje významný rozdíl mezi juvenilními a adultními jedinci v poměru celkové hmotnosti ku hmotnosti sledované tkáně, v tomto případě ledviny v čerstvém stavu.

Tab. č. 18 Kruskal–Wallisova ANOVA pro ledviny DW (věk)

Závislá: Kidney DW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;Kidney DW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=178)=27,40967$ $p=0,000$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	1112	158,8571
SA	2	27	3266	120,9630
A	3	132	11553	80,2292

Jelikož $H=27,40967$ (viz. tab. č. 18) což je více, než kritická hodnota a p -hodnota $<0,05$ zamítáme nulovou hypotézu. Věk má vliv na tkáň ledvin v suchém stavu.

Tab. č. 19 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro ledviny DW /BW

	Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Kidney DW/BW		
	Kruskal-Walisův test: $H(2, N=178)=27,4097$ $p=0,000$		
	J	SA	A
J		0,248820	0,000242
SA	0,248820		0,000491
A	0,000242	0,000491	

Na základě vícenásobného porovnání můžeme říct, že naše exempláře dosahovaly u tkáně ledvin DW významných rozdílů mezi věkovou skupinou juvenilní a adultní a mezi subadultními jedinci a adultními, ale zároveň nepozorujeme rozdíl mezi jedinci v juvenilním a subadultním věku (viz. tabulka č. 19).

Tab. č. 20 Kruskal–Wallisova ANOVA pro slezinu FW (věk)

Závislá: Spleen FW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;Spleen FW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: H (2, N=178)=11,2966 p=0,0035			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	588,5	84,07143
SA	2	27	1561	57,81481
A	3	132	13781,5	95,70486

U sleziny v čerstvém stavu je z výsledků uvedených v tabulce č. 20 patrné, že zamítáme nulovou hypotézu, a připouštíme, že věk má vliv na tkáň.

Tab. č. 21 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro slezinu FW /BW

	Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Spleen FW/BW		
	Kruskal-Walisův test: H (2, N=178)= 11,2966 p=0,0035		
	J	SA	A
J		0,794293	1,000000
SA	0,794293		0,002473
A	1,000000	0,002473	

V návaznosti na výsledky uvedené v tabulce č. 21 můžeme konstatovat, že neexistuje významný rozdíl mezi hodnotami ve věkové skupině J a SA, a J a A, ale zato mezi SA a A je rozdíl signifikantní.

Tab. č. 22 Kruskal–Wallisova ANOVA pro slezinu DW (věk)

Závislá: Spleen DW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;Spleen DW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: H (2, N=178)=3,262843 p=0,1957			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	617	88,14286
SA	2	27	1990	73,70370
A	3	132	13324	92,52778

Naopak jedinou tkání, u které nulovou hypotézu nelze zamítnout, je sušina sleziny. Z výsledků (viz. tab. č. 22) je patrné, že $H < 5,9918$ a $p=0,1957$ a je tedy vyšší než 0,05.

Tab. č. 23 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro slezinu DW /BW

	Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Spleen DW/BW		
	Kruskal-Walisův test: H (2, N=178)= 3,262834 p=0,1957		
	J	SA	A
J		1,000000	1,000000
SA	1,000000		0,213765
A	1,000000	0,213765	

Výše uvedené výsledky patrné z tabulky č. 22 potvrzuje i vícenásobné porovnání průměrného pořadí (viz. tab. č. 23), kdy je z výsledků zřejmé, že výsledky nevykazují žádné významné odchylky, což potvrzuje, že u této konkrétní tkáně nelze zamítnout nulovou hypotézu.

Tab. č. 24 Kruskal–Wallisova ANOVA pro plíce FW (věk)

Závislá: Lungs FW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;Lungs FW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: H (2, N=178)=20,59836 p=0,000			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	961,5	137,3571
SA	2	27	3266	120,9630
A	3	132	11525,5	80,5979

U plic FW (viz. tab. č. 24) také připouštíme vliv věku na výslednou hmotnost orgánů, protože výsledná hodnota testu „H“ je vyšší, než kritická hodnota 5,9918 a $p < 0,05$.

Tab. č. 25 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro plíce FW /BW

	Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Lungs FW/BW		
	Kruskal-Walisův test: H (2, N=178)= 20,59836 p=0,000		
	J	SA	A
J		1,000000	0,012647
SA	1,000000		0,000522
A	0,012647	0,000522	

Odchylky v hodnotách jsou z tabulky č. 25 zřejmé opět mezi skupinami A a J i SA, naopak výrazné rozdíly nepozorujeme mezi juvenilními a subadultními jedinci.

Tab. č. 26 Kruskal–Wallisova ANOVA pro plíce DW (věk)

Závislá: Lungs DW/BW	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.;Lungs DW/BW			
	Kruskal-Wallisův test: H (2, N=178)=28,83682 p=0,000			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. pořadí
J	1	7	1082	154,5714
SA	2	27	3334	123,4815
A	3	132	11337	79,2797

Stejně jako u tkáně v čerstvém stavu, zamítáme na základě výsledků uvedených v tabulce č. 26 nulovou hypotézu, věk má vliv na tkáň plic.

Tab. č. 27 výsledek vícenásobného porovnání hodnot pro plíce DW /BW

	Vícenásobné porovnání p hodnout (oboustr.) Lungs DW/BW		
	Kruskal-Walisův test: H (2, N=178)= 28,83682 p=0,000		
	J	SA	A
J		0,457671	0,000441
SA	0,457671		0,000118
A	0,000441	0,000118	

Výchylky pozorujeme mezi hodnotami získanými u jedinců ve věkové kategorii J, SA v porovnání s adultními jedinci. Naopak nevýznamný rozdíl můžeme sledovat mezi J a SA (viz. tab. č. 27).

Z komplexních výsledků vyplývá, že věk, jakožto pozorovaný faktor, má vliv na hmotnost orgánů daného jedince. Z následného vícenásobného porovnání hodnot je patrné, že největší odchylky v hodnotách lze pozorovat mezi dospělými jedinci a zbylými dvěma pozorovanými věkovými kategoriemi. I výsledky hmotnostních koeficientů uvedené v tabulce č. 28 potvrzují výše uvedená tvrzení. Například je z tabulky zřejmé, že u sleziny v suchém stavu jsou hodnoty totožné, a nelze tedy v tomto případě zamítnout nulovou hypotézu.

Tab. č. 28 hmotnostní koeficienty jednotlivých orgánů pro sledované věkové skupiny

	LI FW/BW	LI DW/BW	KI FW/BW	KI DW/BW	SP FW/BW	SP DW/BW	LU FW/BW	LU DW/BW
J	0,095	0,039	0,025	0,007	0,006	0,002	0,018	0,006
SA	0,065	0,018	0,016	0,004	0,004	0,002	0,012	0,003
A	0,054	0,014	0,014	0,003	0,011	0,002	0,009	0,002

Legenda: FW–čerstvá hmotnost, DW–hmotnost sušiny, BW–hmotnost těla, LI–játra, KI–ledviny, SP–slezina, LU–plíce

5.3 Vliv faktoru „druh“ na hmotnost orgánů

Pro výpočet byl opět použit Mann–Whitneyův U test. V tomto případě byl porovnáván poměr hmotnosti orgánů a celkové hmotnosti jedince oproti druhové příslušnosti. Jedinci byli rozděleni do skupin dle rodu, byly tedy mezi sebou porovnávány dvě proměnné. Rod *Microtus* a rod *Apodemus*. Celkem bylo pracováno s hodnotami získanými ze 139 jedinců rodu *Microtus* a ze 27 jedinců rodu *Apodemus*. Hladina α byla opět zvolena 0,05.

Hypotéza H_0 : Hmotnost sledovaných orgánů je stejná u všech jedinců bez ohledu na druhovou příslušnost (druh nemá vliv na hmotnost orgánů).

Alternativní hypotéza H_1 : Druh má vliv na hmotnost orgánů daných jedinců.

Tab. č. 29 Mann–Whitneyův U test pro tkáň jater FW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Liver FW/BW	3097,000	10764,00	1034,000	3,684302	0,000229

Dle výsledků v tabulce č. 29 je zřejmé, že hodnota $p < 0,05$ je pro tkáň jater v čerstvém stavu a zamítáme nulovou hypotézu. Lze tedy předpokládat, že druh má vliv na hmotnost jater daného jedince.

Tab. č. 30 Mann–Whitneyův U test pro tkáň jater DW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Liver DW/BW	3361,000	10500,00	770,000	4,839475	0,000001

U tkáni sušiny jater, stejně jako u tkáni v čerstvém stavu zamítáme nulovou hypotézu a připouštíme vliv druhové příslušnosti na výslednou hmotnost sledovaného orgánu (viz. tab. č. 30).

Tab. č. 31 Mann–Whitneyův U test pro tkáň ledvin FW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Kidney FW/BW	3234,000	10627,00	897,000	4,283767	0,000018

Hodnota p u ledvin v čerstvém stavu je 0,000018 (viz. tab. č. 31) a připouštíme tedy alternativní hypotézu, která tvrdí, že druh má vliv na hmotnost vnitřního orgánu jedince.

Tab. č. 32 Mann–Whitneyův U test pro tkáň ledvin DW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Kidney DW/BW	3527,000	10334,00	604,000	5,565834	0,000000

Na základě zjištěných výsledků (viz. tab. č. 32), zamítáme nulovou hypotézu a u ledvin DW připouštíme vliv druhové příslušnosti na hmotnost sledovaných orgánů.

Tab. č. 33 Mann–Whitneyův U test pro tkáň sleziny FW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Spleen FW/BW	1277,000	12584,00	899,000	-4,27502	0,000019

Jak je patrné z tabulky č. 33, na základě vyhodnocení připouštíme alternativní hypotézu, že druh má vliv na hmotnost sledovaného orgánu, jelikož $p < 0,05$.

Tab. č. 34 Mann–Whitneyův U test pro tkáň sleziny DW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Spleen DW/BW	1473,000	12388,00	1095,000	-3,41747	0,000632

U tkáně sleziny v suchém stavu můžeme vidět, že $p = 0,000632$, zamítáme tedy nulovou hypotézu. Druhová příslušnost má v tomto případě vliv na hmotnost sleziny DW (viz. tab. č. 34).

Tab. č. 35 Mann–Whitneyův U test pro tkáň plic FW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Lung FW/BW	3229,000	10466,00	875,000	4,349629	0,000014

Z výsledků v tabulce č. 35 je patrné, že potvrzujeme vliv druhu na hmotnost sledované tkáně, a to u plic v čerstvém stavu a na základě vyhodnocení zamítáme nulovou hypotézu.

Tab. č. 36 Mann–Whitneyův U test pro tkáň plic DW (druh)

Mann-Whitneyův U test					
Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05$					
Proměnná	Sčt. poř. skup 1	Sčt. poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.
Lung DW/BW	3188,000	10507,00	916,0000	4,169037	0,000031

U sušiny plic zamítáme nulovou hypotézu a potvrzujeme, že druhová příslušnost má vliv na celkovou hmotnost sledovaného orgánu, jak je patrné z výsledků uvedených v tabulce č. 36.

Z výše uvedeného vyplývá, že v tomto pozorovaném datasetu vliv druhové příslušnosti na hmotnost orgánů z výsledků lze jednoznačně prokázat, a to u všech sledovaných orgánů bez výjimky. Průměrný hmotnostní koeficient u jednotlivých orgánů ve vztahu k druhové příslušnosti a poměr sledovaných orgánů v poměru k celkové hmotnosti jedince je uveden v tabulce č. 37:

Tab. č. 37 hmotnostní koeficienty jednotlivých orgánů pro sledované rody *Microtus* a *Apodemus*

	LI FW/BW	LI DW/BW	KI FW/BW	KI DW/BW	SP FW/BW	SP DW/BW	LU FW/BW	LU DW/BW
<i>Microtus</i>	0,055	0,015	0,015	0,003	0,011	0,002	0,010	0,002
<i>Apodemus</i>	0,063	0,018	0,018	0,004	0,003	0,001	0,012	0,003

Legenda: FW–čerstvá hmotnost, DW–hmotnost sušiny, BW–hmotnost těla, LI–játra, KI–ledviny, SP–slezina, LU–plíce

5.4 Závislost (korelace)

Pro vyhodnocení závislosti byl použit Pearsonův korelační koeficient [r], jež měří sílu lineární závislosti mezi dvěma veličinami. Dalším kritériem k prokázání závislosti mezi celkovou hmotností daného jedince a jeho jednotlivých orgánů byla zvolena testová statistika k ověření hypotézy existence závislosti mezi pozorovanými faktory a hmotností vnitřních orgánů.

Pearsonův korelační koeficient

Jeden z návrhů stanovení síly asociace je rozdělení do pásem a pásma síly asociace podle velikosti korelačního koeficientu [r] jsou hodnoty 0,1–0,3 pro malou sílu asociace, 0,3–0,7 pro střední sílu asociace a 0,7–1 pro velkou sílu asociace.

Ověření závislosti pomocí hypotézy

t = testová statistika (hypotéza) se porovnává s kritickou hodnotou. Výpočet byl proveden pomocí vzorce:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r_{X,Y}^2}} \sqrt{n-2}$$

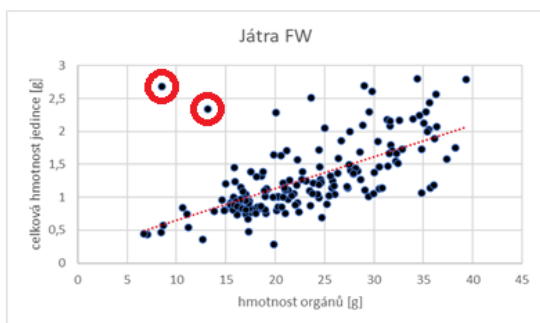
(4)

Pokud vyjde T vyšší, než je kritická hodnota, která činí 5 %, je závislost významná. Kritická hodnota se získá z tabulek (viz. tab. č. 38).

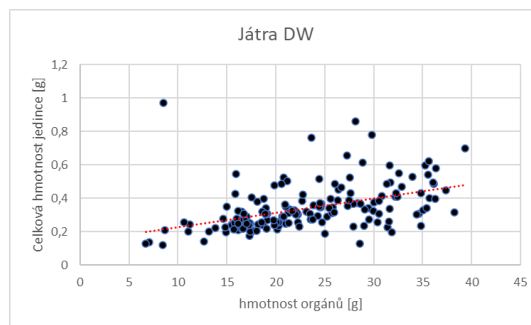
Tab. č. 38 hodnota Pearsonova korelačního koeficientu

	Játra FW [g]	Játra DW [g]	Ledviny FW [g]	Ledviny DW [g]	Slezina FW [g]	Slezina DW [g]	Plíce FW [g]	Plíce DW [g]
korelace [-]	0,647	0,453	0,577	0,507	0,419	0,404	0,510	0,425
T (testová statistika)	10,966	6,582	9,135	7,605	5,974	5,715	7,662	6,078
kritická hodnota	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
významnost	Významná závislost	Významná závislost	Významná závislost	Významná závislost	Významná závislost	Významná závislost	Významná závislost	Významná závislost

Dalším nástrojem k posouzení závislosti mezi celkovou hmotností daného jedince a jeho jednotlivých orgánů byla zvolena vizuální metoda pomocí grafického znázornění (viz. graf č. 10 až graf č. 17). Osa x odpovídá hmotnosti vnitřního orgánu v [g] a osu y udává celková hmotnost těla jedince v [g]. Červeně vyznačená je směrnice trendu.

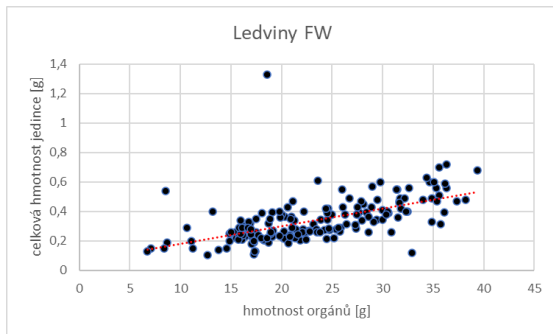


Graf č. 10 Grafické znázornění hodnot pro játra FW

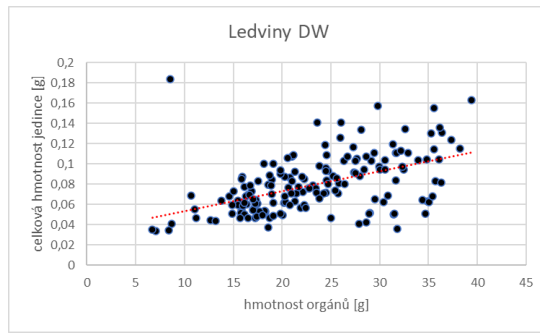


Graf č. 11 Grafické znázornění hodnot pro játra DW

U tkáně jater v čerstvém stavu vykazovali dva jedinci nadprůměrné hodnoty (viz. graf č. 10). Stejně jako u jater v lyofilizovaném stavu (viz. graf č. 11) se jednalo o jednu juvenilní samici *M. arvalis*, která měla nadprůměrné hodnoty u všech sledovaných orgánů. Toto by mohlo být způsobeno například onemocněním, případně zvýšenou koncentrací nějakého chemického prvku v prostředí. Druhým jedincem byla subadultní samice druhu *M. arvalis*, která měla hmotnost ostatních orgánů v normálu v porovnání s ostatními samicemi stejného druhu a věku, což by mohlo být způsobeno například chybou při vážení daného orgánu.

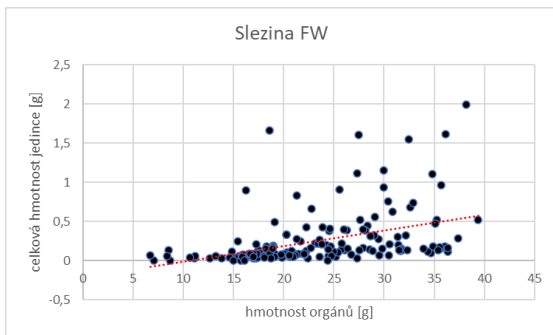


Graf č. 12 Grafické znázornění hodnot pro ledviny FW

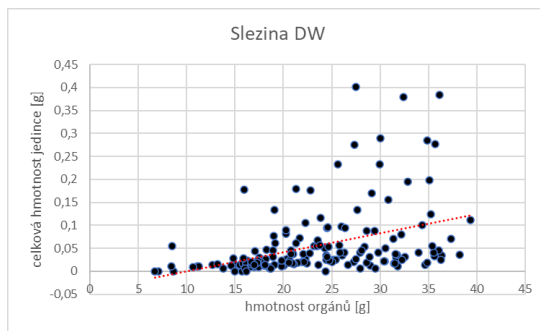


Graf č. 13 Grafické znázornění hodnot pro ledviny DW

U ledvin jak v čerstvém, tak suchém stavu vykazoval oproti normálu výchylku pouze jediný exemplář—opět se jedná o výše zmíněnou juvenilní samici *M. arvalis* (viz. graf č. 12 a 13).

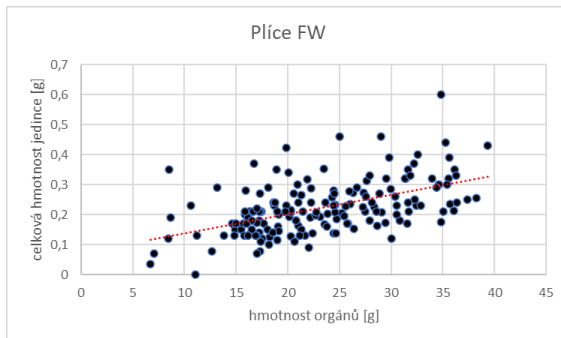


Graf č. 14 Grafické znázornění hodnot pro slezinu FW

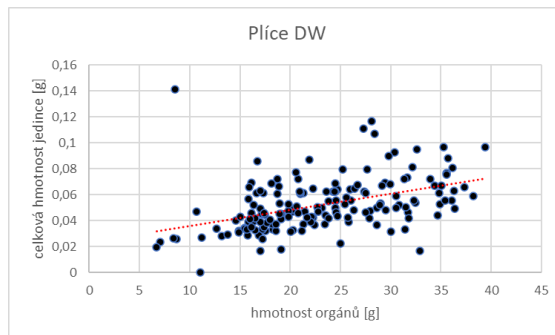


Graf č. 15 Grafické znázornění hodnot pro slezinu DW

U sleziny lze u obou stavů pozorovat trend nadprůměrných hodnot hned u několika exemplářů (viz. graf č. 14 a 15). Všichni jsou adultní jedinci druhu *M. arvalis*, obou pohlaví, je tedy možné, že druh obecně může vykazovat vyšší hodnoty pro tuto konkrétní tkáň.



Graf č. 16 Grafické znázornění hodnot pro plíce FW



Graf č. 17 Grafické znázornění hodnot pro plíce DW

U plic v čerstvém stavu vykazoval vyšší hodnoty jeden adultní samec druhu *M. arvalis* (viz. graf č. 16), u plic v lyofilizovaném stavu vykazoval jeden exemplář značný rozdíl, oproti ostatním jedincům (viz. graf č. 17), jednalo se opět o juvenilní samici *M. arvalis*.

Nejvyšší korelace byly naměřeny mezi játry FW a celkovou hmotností jedince, kde byla hodnota Pearsonova korelačního koeficientu vypočítána $r=0,647$, dále měly hodnoty sestupnou tendenci, a to u ledvin FW ($r=0,577$), plic FW ($r=0,510$), ledvin DW ($r=0,507$). Nejnížší hodnoty oproti tomu vykazovaly játra DW ($r=0,453$), plíce DW ($r=0,425$), a slezina v obou stavech FW ($r=0,419$), DW ($r=0,404$).

6 Diskuze

Cílem této práce bylo stanovit hmotnostní koeficienty pro jednotlivé sledované orgány, a následně zhodnotit vliv tří konkrétních faktorů, které by mohly mít eventuelně vliv na hmotnost orgánů sledovaných hlodavců. K dosažení co nejpřesnějších výsledků byla nejprve posouzena normalita a následně vhodně zvolenými statistickými metodami ověřen jejich vliv na sledovanou proměnnou. Poté byla zjištěna Pearsonova korelačním koeficientem závislost mezi hmotností daného jedince a sledovaných orgánů.

Je zřejmé, že některé faktory prokazatelně ovlivňují hmotnost některých orgánů, v našem případě se jednalo o slezinu, játra, ledviny a plíce. Na základě výsledků této práce bylo zjištěno, že věk je faktorem, jež ovlivňuje celkovou hmotnost vnitřních orgánů. Menees et. al (2021), ve své studii uvádí, že již dříve bylo prokázáno, že hmotnost sleziny se zvyšuje s věkem u samců myši, avšak změny této tkáně spojené s věkem u samic myši nebyly dostatečně prokázány. Výsledky této práce potvrzují, že existují signifikantní rozdíly mezi jedinci adultními a dvěma zbylými věkovými kategoriemi u tkáně v sušině u všech výše zmíněných orgánů s výjimkou sleziny, u které nebylo možné nulovou hypotézu zamítnout a což bylo i potvrzeno následným post-hoc testem. U tkáně jater, ledvin, sleziny a plic v čerstvém stavu můžeme pozorovat významné rozdíly mezi skupinou subadultních a adultních jedinců.

Mirfazaelian a Fisher (2007), uvádějí, že poměr hmotnosti sleziny, ledvin, srdce, plic a mozku oproti celkové hmotnosti těla potkanů vykazovaly nejvyšší hodnoty přibližně kolem 10 měsíce věku, a následně byl pozorován jistý pokles. Hmotnostní poměry pro ledviny a slezinu po narození (0–1 den) byly velmi podobné poměrům u dospělých potkanů, a hodnoty při narození pro srdce, plíce a mozek byly relativně blízké svému maximu. U dospělých jedinců byl nejvyšší poměr naměřen u tkáně mozku a nejnižší u srdce. Tuto tezi však naše výsledky nepotvrzují. Jak již bylo řečeno výše, signifikantní rozdíly byly vždy pozorovány mezi A jedinci a SA jedinci, u tkání v suchém stavu byla tato odchylka pozorována i u juvenilních jedinců. Toto může být způsobeno i nerovnoměrností získaných vzorků u konkrétních věkových skupin. Kupříkladu juvenilních jedinců bylo v této práci pouze 7, kdežto adultních 132.

Vliv pohlaví na hmotnost vnitřních orgánů nebylo možné jednoznačně zamítnout ani prokázat. U tkáně jater a ledvin byla nulová hypotéza na základě výsledků zamítnuta, byl tedy připuštěn vliv pohlaví na tyto dva orgány. Oproti tomu u sleziny a plic nebylo možné zamítnout nulovou hypotézu, že hmotnost orgánů je stejná pro obě pohlaví. V této souvislosti Wang et. al (2007), uvádí, že ve svém experimentu nepozoroval vliv pohlaví na celkovou hmotnost jedince, kdy na konci experimentu byl přírůstek u ostatních sledovaných orgánů totožný pro samce i samice sledované skupiny. Naproti tomu hmotnost ledvin u samců byla asi o 32 % vyšší nežli u samic. I Masui et. al. (1926) tvrdí, že hmotnost ledviny se u pozorovaných myši liší podle pohlaví jedince, a podstatně těžší hodnoty byly prokázány u samců než u samic. Kromě toho lze rozumně předpokládat, že hmotnost orgánu souvisí s jeho funkční aktivitou, tj., že funkční aktivita se může zvyšovat úměrně hmotnosti orgánu. Tyto výsledky mohou napovídat tomu, že samci vykazují vyšší aktivitu ledvin. V této práci však bylo dosaženo opačných výsledků, kdy

samice vykazovaly vyšší hmotnost u jater a ledvin v čerstvém i suchém stavu, což může být způsobeno tím, že v této práci byli zkoumáni jedinci z volné přírody, nikoli laboratorní, jako tomu bylo u ostatních studií.

Dle Carey et. al. (2008), mají dospělé samice myši a potkanů více, ale menších plicních alveolů než samci stejného druhu, což jim poskytuje větší poměr povrchu plic k hmotnosti těla, zatímco dospělí samci myši mají větší absolutní objem plic než samice, ale menší poměr objemu k tělesné hmotnosti.

Naproti tomu Bergmann et. al (1995), uvádí, že hmotnosti orgánů u samců myši jsou vždy výrazně vyšší než u samic. Výjimku tvoří hmotnost srdce u mladých jedinců (cca 40 dní) a hmotnost svalů u nejstarších jedinců v pozorované skupině (360 dnů), které nevykazují žádný rozdíl v souvislosti s pohlavím.

Výsledky této práce však nepotvrdily tvrzení ani jedné z výše uvedených tezí, jelikož například u tkáně plic nelze zamítnout nulovou hypotézu, že hmotnost vnitřního orgánu je stejná pro obě pohlaví, což s tvrzením Careye et. al (2008), nekoresponduje.

Na rozdíl od toho Marino (2011), ve své studii uvádí, že výsledky obecně naznačují podobné trendy variability v hmotnosti orgánů u samců a samic. Pozorovaná skupina byla ve věku 2 týdny až 24 měsíců. Výsledky této studie však tvrdí, že neexistuje významný rozdíl mezi hmotnostmi orgánů jedince v závislosti na věk, nepotvrzují.

Výsledky této práce potvrdily také vliv druhové příslušnosti na výslednou hmotnost orgánů jedince. Konkrétně se jednalo o rod *Apodemus* a rod *Microtus*. Rod *Apodemus* vykazoval vyšší hodnoty u všech sledovaných orgánů, kromě tkáně sleziny, a to jak v čerstvém, tak suchém stavu, kde vyšší hodnoty vykazoval rod *Microtus*. V souvislosti s druhovou příslušností uvádí Silva-Santana et. al (2019), ve své studii, že byly zjištěny zajímavé odchylky mezi absolutní a relativní tělesnou hmotností dvou druhů zvířat (*M. musculus* a *R. norvegicus*) a jejich orgánů, v délce a šířce každého orgánu.

Dále můžeme z výsledků pozorovat i středně silnou korelaci mezi celkovou hmotností jedince a hmotností orgánů pro všechny sledované orgány. Lazic et. al (2020) ve své studii uvádí, že mezi celkovou hmotností laboratorních myši a játry byla naměřena korelace $r=0,075$, což značí silnou závislost, výsledek pro tkáň jater v čerstvém stavu v této práci je $r=0,647$. Také Nigori et. al (2014) potvrzuje významnou závislost mezi játry a celkovou hmotností těla potkanů ($r > 6$).

7 Závěr

Cílem této práce bylo primárně stanovit hmotnostní koeficient pro jednotlivé orgány a na základě statistického ověření zjistit, zda se určité faktory ovlivňují výsledné hmotnosti sledovaných vnitřních orgánů drobných zemních savců. Těmito faktory byly věk, pohlaví a druh.

Tkáně, které byly použity k dosažení výsledků, byly získány z odchytů uskutečněných na 7 lokalitách Mostecka a Sokolovska, ze 166 exemplářů 3 druhů hlodavců. Odchyt hlodavců probíhal za pomoci živolovných a sklapovacích pastí. Po odchytu sledovaných jedinců a následném zpracování biologického materiálu byla provedena navážka orgánů v čerstvém stavu a vzorky byly zamrazeny. Poté prošly procesem lyofilizace a hmotnost sušiny byla opět navážena. Poté byl konkrétními statistickými metodami testován vliv sledovaných faktorů věk, pohlaví a druh, kdy na základě tohoto měření byly posouzeny nulové hypotézy stanovující tvrzení pro každý sledovaný faktor.

Vliv faktorů pohlaví a druh byl ověřován pomocí Mann–Whitneyova U testu. Ke stanovení zbývajícího posuzovaného faktoru, věku, byla použita metoda Kruskal–Wallisova ANOVA. V této diplomové práci byl potvrzen vliv věku na výslednou hmotnost sledovaných vnitřních orgánů, což koresponduje s výsledky jiných autorů. Největší odchylky mezi hodnotami vykazovali oproti zbylým dvěma skupinám adultní jedinci. V čerstvém stavu byl signifikantní rozdíl pozorován u subadultních jedinců v porovnání s adultními, a naopak nebyl zjištěn významný rozdíl mezi jedinci J a SA. U tkáně sušiny byly významné odchylky pozorovány právě mezi J a SA v porovnání s A jedinci. Dále se potvrdil vliv druhové příslušnosti na výslednou hmotnost sledovaných orgánů. Rod *Apodemus* vykazoval prakticky jednoznačně vyšší hodnoty u sledovaných orgánů, oproti tomu u tkáně sleziny tomu bylo právě naopak a vyšší hodnoty bylo možné pozorovat u rodu *Microtus*. Vliv pohlaví na hmotnost sledovaných orgánů nebyl v této práci jednoznačně prokázán ani vyvrácen, jelikož pro tkáň jater a ledvin byl vliv pohlaví připuštěn, zatímco u sleziny a plic byl faktor zamítnut. Ve výsledku bylo možné pozorovat, že u orgánů, u nichž byl vliv pohlaví prokázán, dosahují vyšších hodnot samice oproti samcům. Na závěr byla Pearsonovým korelačním koeficientem prokázána středně silná závislost mezi hmotností orgánů a celkovou hmotností jedince pro všechny sledované orgány.

Tato práce tedy přinesla nové, aktuální poznatky k tématu zkoumání vnitřních vlivů na hmotnost orgánů u hraboše polního, myšice křovinné a myšice lesní. Dle mého názoru se jedná pouze o první z mnoha kroků, jež je nutné udělat k dalšímu výzkumu v této oblasti. Konkrétně u výše uvedených druhů je k dispozici velice málo informací, a pro navazující studie by bylo jisté vhodné zajistit více takových výstupů. Datový soubor nebyl příliš rozmanitý, jelikož vzorky pocházeli pouze z omezeného počtu sezón, čímž mohly být zapříčiněny nižší úlovky, a tím také dostupnost materiálu, ze kterého vzorky pocházejí. Pro relevantnější výsledky by jistě bylo vhodné zajistit více biologického materiálu. Vzhledem k širokému spektru pozorovaných faktorů by také bylo žádoucí zaměřit se ještě detailněji na každý z nich, popřípadě na souvislosti mezi jednotlivými faktory navzájem. Závěrem lze konstatovat, že původní cíl této práce byl bezpochyby naplněn.

8 Literatura

Anděra, M., Horáček, I., 2005, *Poznáváme naše savce*. 2. doplněné vydání. Sobotáles. Praha. 328 p., ISBN: 80-86817-08-3

Bailey SA, Zidell RH, Perry RW, 2004, Relationships between organ weight and body/brain weight in the rat: what is the best analytical endpoint? *Toxicol Pathol.*, **32**:448-66

Bazhan N, Jakovleva T, Feofanova N, Denisova E, Dubinina A, Sitnikova N, & Makarova E, 2019, Sex Differences in Liver, Adipose Tissue, and Muscle Transcriptional Response to Fasting and Refeeding in Mice Cells, **8(12)**:1529

Bergmann, P., Militzer, K., Schmidt, P., & Büttner, D. (1995). Sex differences in age development of a mouse inbred strain: body composition, adipocyte size and organ weights of liver, heart and muscles. *Laboratory Animals*, **29(1)**: 102–109

Bruckner VJ., Fisher WJ., Kim HJ., Kim K-B, Lee S., Mirfazaelian A., 2007, Organ Growth Functions in Maturing Male Sprague-Dawley Rats, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, **70**: 429–438

Buer CS, Muday GK, Djordjevic MA. 2007. Flavonoids Are Differentially Taken Up and Transported Long Distances in Arabidopsis. *Plant Physiology* **145**:478–490.

Burke, RP., Xu, Z., Lee, CP., Baucom, RB., Poulouse, BK., Abramson, RG., & Landman, BA., 2015, Multi-atlas segmentation for abdominal organs with Gaussian mixture models. *Medical Imaging 2015: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging*.

Carey, MA., Card, W., Voltz, JW., Arbes, SJ., Germolec, DR., Korach, KS., & Zeldin, DC, 2007, It's all about sex: gender, lung development and lung disease. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, **18(8)**: 308–313

Cesta, M. F. (2006). Normal Structure, Function, and Histology of the Spleen. *Toxicologic Pathology*, **34(5)**: 455–465

Coleman Douglas L., Nathan Kaliss, Charles P. Dagg, Elizabeth S. Russell, John L. Fuller, Joan Staats, Margaret C. Green, 1966, *Biology of the Laboratory mouse*, Dover publications, New York

Crabtree, CE, 1941, The structure of Bowman's capsule in castrate and testosterone treated male mice as an index of hormonal effects on the renal cortex II, *Endocrinology*, **29(2)**: 197–203

Čihák R., 2013, *Anatomie 2*, str. 312, ISBN 978-80-247-4788-0

Davidson, AJ., *Mouse kidney development* (January 15, 2009), StemBook, ed. The Stem Cell Research Community, StemBook

Dunn, TB., 1954, Normal and pathologic anatomy of the reticular tissue in laboratory mice, with a classification and discussion of neoplasms. *J. Nat. Cancer Inst.* **14**: 1281-1434

Dylevský I, 2009, *Funkční anatomie*, str. 317-341, ISBN 978-80-247-3240-4

- Fiala P., Valenta J., 2020, Přehled anatomie centrálního nervového systému, str. 11, ISBN 978-80-246-4477-6
- Filippi A, Petrusa E, Braidot E, 2016, Flavonoid facilitated/passive transport: Characterization of quercetin microsomal uptake by a DPBA-dependent assay. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics* **1857**: e64. Elsevier
- Fortyun ABD, 1933, On the age at which the megakaryocytes disappear in the liver of the mouse, Peking. *Nat. Hist. Bull* **7**:227
- Frangne N, Eggmann T, Koblichke C, Weissenbock G, Martinoia E, Klein M. 2002. Flavone Glucoside Uptake into Barley Mesophyll and Arabidopsis Cell Culture Vacuoles. Energization Occurs by H⁺-Antiport and ATP-Binding Cassette-Type Mechanisms. *Plant Physiology* **128**:726–733.
- Gaisler J., 2002, Atlas savců České a Slovenské republiky. Vyd. 1. Ilustroval Jan DUNGEL. Praha: Academia, 150 s. ISBN 80-200-1026-2.
- Gattermann R, Fritzsche P, Weinandy R, Neumann K., 2002, Comparative studies of body mass, body measurements and organ weights of wild-derived and laboratory golden hamsters (*Mesocricetus auratus*). *Lab Anim.*,**36**:445-54
- Green EL, 1966, *Biology of the Laboratory Mouse* (Ed. 2). New York: McGraw-Hill Book Company
- Hummel KP, 1954, Aplasia of the kidney in mice of strain C58. *Mat Rec* **118**: 391
- Ichii O., Yabuki A., Ojima T., Matsumoto M., & Suzuki S., 2006, Rodent Renal Structure Differs among Species, *Journal of Veterinary Medical Science*, **68(5)**: 439–445.
- Irvin, C.G., Bates, J.H., 2003, Measuring the lung function in the mouse: the challenge of size, *Respiratory Research* volume 4, **1**
- Jackson S. J., Andrews N., Ball D., Bellantuono I., Gray J., Hachoumi L., Chapman K., 2016, Does age matter? The impact of rodent age on study outcomes, *Laboratory Animals*, **51(2)**, 160–169
- Jeandet P, Hébrard C, Deville M-A, Cordelier S, Dorey S, Aziz A, Crouzet J. 2014. Deciphering the Role of Phytoalexins in Plant-Microorganism Interactions and Human Health. *Molecules* **19**:18033–18056.
- Kaluža M, Konvalinová J, Hytychová T, 2020, <https://cit.vfu.cz/nz/DS/anatomie.krecku.html>
- Kautman M., Rybářová M., 2015, Drobní savci ČR, Ústav biologie a chorob volně žijících zvířat, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie Ústav biologie a chorob volně žijících zvířat, Brno
- Kling, M. A., 2011, A Review of Respiratory System Anatomy, Physiology, and Disease in the Mouse, Rat, Hamster, and Gerbil. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **14(2)**: 287–337

Lazic SE, Semenova E, Williams DP., 2020, Determining organ weight toxicity with Bayesian causal models: Improving on the analysis of relative organ weights. *Sci Rep.* **10(1):6625**

Liu, E.; Jianglin Fan, J. 2017. *Fundamentals of Laboratory Animal Science*. CRC Press. 352 pp. ISBN 9781498743518

Marino, D. J., 2011, Age-Specific Absolute and Relative Organ Weight Distributions For B6C3F1 Mice. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, **75(2): 76–99**

Masui K, Yashishige T, 1926, The Effect of Gonadectomy on the Weight of the Kidney, Thymus, and Spleen of Mice, *Journal of Experimental Biology*, **3: 207-223**

Meyerholz, D. K., Suarez, C. J., Dintzis, S. M., & Frevort, C. W., 2018, Respiratory System. *Comparative Anatomy and Histology*, 147–162

Mirfazaelian, A., & Fisher, J. W., 2007, Organ Growth Functions in Maturing Male Sprague-Dawley Rats Based on a Collective Database, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, **70(12): 1052–1063**

Moskalewski S, Biernacka-Wawrzonek D, Klimkiewicz J, Zdun R., 2002, Vessels involved in the venous outflow from glandular mucosa of hamster stomach, *Folia Morphol (Warsz)*, **61(2):81-7**

Mirfazaelian A, Kim KB, Lee S, Kim HJ, Bruckner JV, Fisher JW, 2007, Organ growth functions in maturing male Sprague-Dawley rats. *J Toxicol Environ Health A.*, **1;70:429-38.**

Murray, K. A., 2012, *Anatomy, Physiology, and Behavior. The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*, 753–763

Navarro M., Ruberte J., Carretero A., Nacher V., & Domínguez E., 2017, Digestive tract. *Morphological Mouse Phenotyping*, 89–178

Nirogi R, Goyal VK, Jana S, Pandey SK and Gothi A, 2014, What suits best for organ weight analysis: Review of relationship between organ weight and body / brain weight for rodent toxicity studies. *Int J Pharm Sci Res*, **5(4): 1525-32**

Orel M., MUDr. PhDr. Ph.D., *Anatomie a fyziologie lidského těla pro humanitní obory*, 2019, 185-223

Pawlak-Sprada S, Stobiecki M, Deckert J, 2011, Activation of phenylpropanoid pathway in legume plants exposed to heavy metals. Part ii. Profiling of isoflavonoids and their glycoconjugates induced in roots of lupine (*Lupinus luteus*) seedlings treated with cadmium and lead. *Acta Biochimica Polonica* **58**, 217–223.

Pešek J., Sivek M., 2012, *Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky*, str. 107

Petránek a kolektiv, 2016, *Encyklopedie geologie*, str. 86

Pettan-Brewer, C., M. Treuting, P., 2011, Practical pathology of aging mice. *Pathobiology of Aging & Age-Related Diseases*, **1**

- Procházková J, 2013, Vliv kryoprotektantů při mrazení vodních roztoků na enzymatickou aktivitu, Masarykova Univerzita, Brno
- Reece WO, 2011, Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat 2., rozšířené vydání, str. 391, ISBN 978-80-247-3282-4
- Reznik, G, Schuller, H M., Mohr, U., Walter P C., Dodson, Peter 1978, Clinical anatomy of the European hamster, *Cricetus*, L., str. 95-127
- Rytand, D. A., 1938, The number and size of mammalian glomeruli as related to kidney and to body weight, with methods for their enumeration and measurements, *American Journal of Anatomy*, **62(4)**: 507–520
- Santisteban, G.A. 1960. The growth and involution of lymphatic tissue and its interrelationships to aging and growth of the adrenal glands and sex organs in CBA mice. *Anat. Rec.* **136**: 117-126
- Silva-Santana, G.; Aguiar-Alves, F.; Silva, L.E.; Barreto, M.L.; Silva, J.F.R.; Gonçalves, A.; Mattos-Guaraldi, A.L.; Lenzi-Almeida, K.C., 2019 Compared Anatomy and Histology between *Mus musculus* Mice (Swiss) and *Rattus norvegicus* Rats (Wistar), Preprints
- Simpson, L. O., & Spears, G. F, 1973, The relationship of organ weight, body weight and age in mice, *American Journal of Anatomy*, **137(2)**: 209–214
- Snook T., 1950, A comparative study of the vascular arrangements in mammalian spleens. *Am J Anat.*, **87(1)**:31-77
- Štýs S., Bízková R., Ritschelová I., 2014, Proměny severozápadu, český statistický úřad, 23-23
- Thiesse J, Namati E, Sieren JC, et al., 2010, Lung structure phenotype variation in inbred mouse strains revealed through in vivo micro-CT imaging. *J Appl Physiol* (1985), **109(6)**: str.1960-1968
- Toman M., prof. MVDr. CSc. A kol., Veterinární imunologie, 2. doplněné a aktualizované vydání, 2009, str. 41
- Villegas M, Sommarin M, Brodelius PE, 2000, Effects of sodium orthovanadate on benzophenanthridine alkaloid formation and distribution in cell suspension cultures of *Eschscholtzia californica*. *Plant Physiology and Biochemistry* **38**:233–241
- Wang, L., Wang, X., Qu, H. Y., Jiang, S., Zhang, J., Fu, L., Liu, R., 2017, Role of Kidneys in Sex Differences in Angiotensin II–Induced Hypertension Novelty and Significance, *Hypertension*, **70(6)**: 1219–1227
- Webster ME, Saigin JF, Landy M, Johnson AG, 1955, Studies of the O antigen of *Salmonella typhosa* I Purification of the antigen, *J. Immunol.* **74**: 455-465
- Ye Y, Ding Y, Jiang Q, Wang F, Sun J, Zhu C. 2017. The role of receptor-like protein kinases (RLKs) in abiotic stress response in plants, *Plant Cell Reports* **36**: 235–242

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

DW	Dried weights (hmotnost sušiny)
FW	Fresh weights (hmotnost tkáně v čerstvém stavu)
BW	Body weights (celková hmotnost těla jedince)
LI	Liver (játra)
KI	Kidney (ledviny)
SP	Spleen (slezina)
LU	Lung (plíce)
J	Juvenilní jedinec (mládě)
SA	Subadultní jedinec (jedinec již není mládětem, ale zároveň nedosáhl pohlavní zralosti)
A	Adultní jedinec (dospělý jedinec)
AF	<i>Apodemus flavicollis</i> , myšice lesní
AS	<i>Apodemus sylvaticus</i> , myšice křovinná
MA	<i>Microtus arvalis</i> , hraboš polní

10 Samostatné přílohy

Příloha č. 1 – data použitá k výpočtům

Druh, pohl., věk	BW (g)	liver FW (g)	Liver DW (g)	kidney FW (g)	Kidney DW (g)	spleen FW (g)	Spleen DW (g)	lung FW (g)	Lung DW (g)
MA, M, A	29.44	1.017	0.34206	0.346	0.11079	0.279	0.08737	0.173	0.06904
MA, M, A	28.37	1.40	0.37204	0.394	0.09468	0.448	0.05371	0.225	0.10716
MA, M, A	26.05	1.04	0.48422	0.43	0.14087	0.134	0.03522	0.236	0.0556
MA, M, A	37.35	1.58	0.44609	0.47	0.12365	0.287	0.07112	0.251	0.06579
MA, M, A	26.3	1.36	0.3852	0.38	0.10318	0.386	0.04003	0.273	0.04833
MA, M, A	29.12	1.11	0.33117	0.33	0.1033	0.562	0.16997	0.207	0.06717
MA, M, A	35.72	1.14	0.40044	0.313	0.08278	0.965	0.27702	0.236	0.0878
MA, M, A	29.97	1.05	0.32546	0.344	0.09744	0.933	0.23267	0.286	0.06806
MA, M, A	27.64	1.41	0.43172	0.396	0.10522	0.519	0.1343	0.314	0.07977
MA, M, A	23.85	1.21	0.35847	0.343	0.09805	0.428	0.11558	0.203	0.0551
MA, M, A	38.22	1.75	0.31284	0.479	0.11533	1.988	0.03537	0.256	0.05871
MA, M, A	24.46	0.99	0.34876	0.212	0.07143	0.059	0.02522	0.137	0.05005
MA, M, A	12.68	0.36	0.13912	0.104	0.04444	0.027	0.01359	0.078	0.03366
MA, M, A	17.3	0.48	0.17632	0.109	0.04735	0.027	0.01405	0.079	0.03616
MA, M, A	25.2	0.89	0.28838	0.221	0.08813	0.053	0.02518	0.205	0.07938
MA, M, A	25.82	1.25	0.3465	0.29	0.08048	0.14	0.04087	0.17	0.03909
MA, M, A	25.76	1.14	0.309	0.262	0.07084	0.219	0.05624	0.17	0.04242
MA, M, A	20.17	0.80	0.21344	0.22	0.06187	0.071	0.01729	0.193	0.04721
MA, M, A	21.88	1.05	0.32771	0.202	0.05667	0.082	0.01993	0.317	0.08715
MA, M, A	20.32	0.85	0.23447	0.214	0.06229	0.107	0.027	0.209	0.04889
MA, M, A	23.16	1.25	0.32083	0.314	0.07868	0.219	0.05456	0.192	0.05007
MA, M, A	20.28	1.00	0.25702	0.262	0.06809	0.33	0.08195	0.215	0.0488
MA, M, A	23.46	1.10	0.30822	0.277	0.07575	0.215	0.05428	0.352	0.03715
MA, M, A	27.94	1.35	0.3669	0.34	0.08779	0.16	0.04092	0.181	0.04757
MA, M, A	25.43	1.02	0.33843	0.279	0.07352	0.105	0.02566	0.195	0.05294
MA, M, A	22.27	0.92	0.25394	0.252	0.05924	0.425	0.106	0.241	0.0644
MA, M, A	22.24	1.57	0.3027	0.401	0.08523	0.12	0.02725	0.287	0.04248
MA, M, A	27.34	1.14	0.35225	0.286	0.09131	1.11	0.27469	0.273	0.06249
MA, M, A	34.84	1.07	0.43179	0.33	0.10408	1.105	0.28512	0.176	0.06126
MA, M, A	21.34	0.97	0.31152	0.219	0.06266	0.833	0.17935	0.265	0.06134
MA, M, A	25.6	1.32	0.39601	0.291	0.08607	0.904	0.23223	0.227	0.05753
MA, M, A	18.27	0.82	0.23776	0.202	0.05289	0.184	0.04771	0.126	0.033
MA, M, A	28.11	1.44	0.8607	0.45	0.13388	0.39	0.04508	0.24	0.11633
MA, M, A	31.45	1.47	0.22678	0.55	0.04993	0.2	0.01709	0.32	0.03338
MA, M, A	22.43	0.78	0.22796	0.211	0.05663	0.025	0.01752	0.139	0.03649
MA, M, A	29	2.69	0.23278	0.57	0.05121	0.32	0.01213	0.46	0.05305
MA, M, A	25	2.05	0.18886	0.38	0.04651	0.11	0.02016	0.46	0.02238
MA, M, A	34.65	2.24	0.30562	0.6	0.05101	0.1	0.01353	0.3	0.04423
MA, M, A	27.91	1.36	0.22998	0.47	0.04071	0.4	0.00574	0.33	0.04184
MA, M, A	17.51	1.39	0.40424	0.35	0.08293	0.13	0.02939	0.12	0.03184
MA, M, A	36.35	2.07	0.57862	0.56	0.13047	0.11	0.03424	0.24	0.04951
MA, M, A	22.15	1.18	0.30916	0.28	0.07205	0.08	0.02079	0.19	0.04285

MA, M, A	14.89	0.81	0.1965	0.2	0.05091	0.05	0.01484	0.15	0.03204
MA, M, A	15.82	1.45	0.25195	0.22	0.05442	0.04	0.01363	0.2	0.03868
MA, M, A	15.46	0.92	0.24174	0.26	0.06353	0.25	0.01259	0.16	0.03418
MA, M, A	19.12	1.11	0.26847	0.27	0.06188	0.09	0.06181	0.2	0.01803
MA, M, A	17.21	0.90	0.23126	0.22	0.05676	0.06	0.01432	0.18	0.0451
MA, M, A	17.27	0.83	0.21608	0.19	0.04691	0.07	0.01652	0.14	0.03344
MA, M, A	31.67	2.08	0.59367	0.47	0.11045	0.13	0.02999	0.35	0.0735
MA, M, A	18.72	0.83	0.23623	0.19	0.04681	0.05	0.00986	0.23	0.06051
MA, M, A	32.59	2.17	0.55096	0.56	0.13443	0.68	0.03082	0.4	0.09499
MA, M, A	17.49	0.77	0.21122	0.26	0.06106	0.08	0.01802	0.21	0.04493
MA, M, A	31.74	1.79	0.4922	0.49	0.11071	0.15	0.03571	0.21	0.04649
MA, M, A	32.2	1.55	0.40674	0.49	0.11307	0.32	0.08046	0.37	0.08146
MA, M, A	39.37	2.79	0.69733	0.68	0.16266	0.52	0.1114	0.43	0.09637
MA, M, A	17	1.04	0.26668	0.233	0.05434	0.034	0.00854	0.07	0.01681
MA, M, A	31.34	2.18	0.48516	0.55	0.11905	0.3	0.07114	0.32	0.07202
MA, M, A	35.28	2.30	0.59672	0.56	0.13007	0.52	0.12487	0.44	0.09644
MA, M, A	21.44	1.26	0.33141	0.28	0.0707	0.09	0.01947	0.21	0.04699
MA, M, A	19.09	0.75	0.21722	0.23	0.04861	0.05	0.01463	0.16	0.0452
MA, M, A	17.39	0.94	0.24569	0.23	0.0513	0.1	0.02374	0.11	0.03511
MA, M, A	20.81	1.22	0.52292	0.24	0.08631	0.11	0.04626	0.18	0.07194
MA, M, A	17.04	0.74	0.29074	0.18	0.05426	0.07	0.04347	0.13	0.04926
MA, F, A	22.04	0.88	0.30357	0.259	0.0873	0.086	0.03734	0.09	0.03917
MA, F, A	20.99	0.75	0.24535	0.365	0.10698	0.089	0.03815	0.164	0.06044
MA, F, A	24.73	0.69	0.25578	0.273	0.0933	0.054	0.02409	0.186	0.06408
MA, F, A	25.97	1.17	0.3141	0.549	0.12576	0.395	0.09768	0.279	0.06395
MA, F, A	24.26	1.04	0.29297	0.273	0.07104	0.198	0.05003	0.257	0.0621
MA, F, A	24.55	1.23	0.36139	0.343	0.08346	0.379	0.0939	0.208	0.04624
MA, F, A	24.59	1.27	0.34511	0.419	0.10861	0.408	0.09546	0.232	0.05549
MA, F, A	30	1.38	0.37441	0.41	0.09433	1.15	0.28872	0.12	0.03181
MA, F, A	36.17	1.89	0.48674	0.59	0.13566	1.61	0.38451	0.35	0.08047
MA, F, A	32.43	1.51	0.40692	0.4	0.09426	1.55	0.37855	0.23	0.05353
MA, F, A	32.87	1.73	0.4668	0.12	0.11076	0.74	0.19455	0.23	0.01674
MA, F, A	27.48	1.49	0.38682	0.38	0.09094	1.6	0.40175	0.21	0.04616
MA, F, A	30.55	1.13	0.3069	0.39	0.09428	0.21	0.05096	0.23	0.05875
MA, F, A	23.55	0.87	0.27128	0.26	0.07147	0.269	0.0677	0.168	0.0442
MA, F, A	30.84	1.14	0.41304	0.259	0.06895	0.626	0.15633	0.181	0.05192
MA, F, A	21.65	1.02	0.32188	0.243	0.07759	0.247	0.07279	0.13	0.04216
MA, F, A	28.63	1.27	0.36638	0.364	0.10719	0.314	0.08801	0.164	0.05007
MA, F, A	21.29	1.11	0.25224	0.337	0.09209	0.271	0.06058	0.15	0.0373
MA, F, A	24.69	1.23	0.36638	0.282	0.07988	0.182	0.05283	0.138	0.0436
MA, F, A	20.3	1.01	0.25459	0.362	0.08734	0.331	0.08964	0.129	0.03247
MA, F, A	19.1	1.13	0.3047	0.393	0.10039	0.492	0.13286	0.146	0.04115
MA, F, A	20.66	0.85	0.28995	0.184	0.07675	0.05	0.0237	0.111	0.05114
MA, F, A	20.81	1.00	0.28718	0.23	0.05948	0.12	0.03794	0.18	0.04607
MA, F, A	18.21	0.85	0.24281	0.21	0.05375	0.15	0.02677	0.1	0.0373
MA, F, A	23.79	1.05	0.27131	0.26	0.06612	0.21	0.05644	0.16	0.04185

MA, F, A	22.72	1.27	0.38112	0.271	0.07553	0.16	0.03873	0.198	0.05019
MA, F, A	36.08	1.18	0.49486	0.394	0.10428	0.179	0.04551	0.214	0.05578
MA, F, A	18.96	0.81	0.34173	0.248	0.08405	0.188	0.07755	0.116	0.04499
MA, F, A	26.4	1.59	0.44929	0.313	0.07989	0.152	0.09436	0.152	0.06444
MA, F, A	22.79	1.39	0.42226	0.265	0.07595	0.666	0.17685	0.208	0.04679
MA, F, A	36.32	2.56	0.39755	0.72	0.08131	0.16	0.02561	0.33	0.06322
MA, F, A	34.87	1.73	0.23186	0.49	0.06276	0.18	0.01879	0.6	0.05243
MA, F, A	34.39	2.80	0.30274	0.63	0.06408	0.11	0.10005	0.29	0.06703
MA, F, A	29.5	2.30	0.27176	0.48	0.06531	0.07	0.00651	0.32	0.0479
MA, F, A	27.3	1.16	0.65516	0.31	0.11636	0.032	0.02085	0.225	0.1109
MA, F, A	20.05	2.29	0.25405	0.38	0.04917	0.09	0.01247	0.34	0.03148
MA, F, A	18.6	1.32	0.32025	1.33	0.07935	1.66	0.00575	0.24	0.03229
MA, F, A	31.63	2.16	0.33789	0.46	0.08338	0.12	0.03751	0.24	0.00
MA, F, A	31.82	1.71	0.19538	0.42	0.03607	0.13	0.01066	0.33	0.042
MA, F, A	31.53	1.66	0.26093	0.36	0.05066	0.13	0.01732	0.17	0.0502
MA, F, A	28.6	1.69	0.12926	0.26	0.04204	0.14	0.01834	0.21	0.0367
MA, F, A	35.08	2.13	0.32601	0.6	0.06255	0.47	0.19772	0.21	0.06721
MA, F, A	16.9	0.99	0.26317	0.32	0.07262	0.05	0.013	0.13	0.02877
MA, F, A	16.53	1.15	0.31912	0.28	0.06911	0.09	0.02059	0.15	0.0325
MA, F, A	15.49	0.88	0.23672	0.22	0.05976	0.05	0.01391	0.15	0.03394
MA, F, A	24.47	1.19	0.3483	0.41	0.09616	0.14	0.03522	0.28	0.06839
MA, F, A	32.29	1.66	0.43012	0.4	0.09739	0.13	0.02526	0.25	0.05571
MA, F, A	17.67	0.82	0.2038	0.24	0.0531	0.1	0.02072	0.17	0.03834
MA, F, A	30.51	1.46	0.38094	0.4	0.10394	0.07	0.02115	0.2	0.0499
MA, F, A	16.38	0.93	0.22945	0.23	0.06012	0.05	0.01339	0.21	0.05222
MA, F, A	11.08	0.74	0.20024	0.2	0.05504	0.03	0.01079	x	x
MA, F, A	17.41	0.83	0.19811	0.13	0.04776	0.04	0.00913	0.21	0.04584
MA, F, A	24.5	1.46	0.372	0.39	0.0931	0.14	0.03132	0.27	0.06248
MA, F, A	35.6	2.44	0.62118	0.7	0.15503	0.15	0.03246	0.39	0.07665
MA, F, A	16.26	0.96	0.26653	0.3	0.06768	0.9	0.02279	0.21	0.03874
MA, F, A	15.8	1.00	0.2508	0.23	0.05159	0.07	0.0167	0.13	0.02851
MA, F, A	16.13	0.77	0.20876	0.21	0.05028	0.06	0.01204	0.19	0.04608
MA, F, A	17.32	0.90	0.25281	0.13	0.06416	0.09	0.02314	0.27	0.06101
MA, F, A	28.89	2.09	0.61214	0.43	0.05074	0.12	0.03114	0.27	0.05228
MA, F, A	33.96	2.19	0.52904	0.48	0.10357	0.15	0.04035	0.32	0.07181
MA, F, A	17	0.95	0.23596	0.246	0.05423	0.082	0.01552	0.172	0.0388
MA, F, A	35.58	2.03	0.54032	0.51	0.11431	0.17	0.04125	0.32	0.07543
MA, F, A	19.82	0.28	0.23756	0.233	0.05117	0.07	0.01559	0.424	0.04772
MA, F, A	27.53	2.00	0.5233	0.43	0.10328	0.13	0.02689	0.26	0.06115
MA, F, A	26.71	1.86	0.46217	0.49	0.10705	0.08	0.01429	0.29	0.06723
MA, F, A	18.01	0.76	0.20353	0.22	0.04934	0.06	0.0119	0.15	0.04041
MA, F, A	18.58	0.86	0.25345	0.22	0.03726	0.09	0.00802	0.14	0.0373
MA, F, A	30.39	1.85	0.25593	0.38	0.06235	0.76	0.02209	0.26	0.09268
MA, F, A	16.17	0.73	0.32344	0.24	0.0772	0.06	0.01763	0.13	0.06899
MA, F, SA	15.94	1.24	0.54506	0.34	0.08698	0.08	0.17842	0.28	0.06604

MA, F, SA	13.2	2.34	0.19916	0.4	0.04375	0.06	0.01482	0.29	0.0279
MA, F, SA	16.5	0.97	0.21545	0.29	0.0463	0.06	0.00925	0.18	0.042
MA, F, SA	15.72	0.81	0.21275	0.21	0.04643	0	0.00	0.17	0.03335
MA, F, J	8.66	0.57	0.20927	0.19	0.04096	0	0	0.19	0.02602
MA, F, J	8.52	2.68	0.96879	0.54	0.18334	0.13	0.05438	0.35	0.14099
MA, F, J	11.21	0.54	0.24093	0.15	0.0467	0.06	0.01074	0.13	0.02711
AS, F SA	13.79	0.79	0.22224	0.14	0.06395	0.03	0.00674	0.13	0.0293
AS, F SA	18.73	1.39	0.39558	0.32	0.0887	0.03	0.00637	0.24	0.07202
AS, F SA	18.95	1.01	0.30079	0.26	0.07041	0.17	0.04514	0.21	0.05305
AS, F SA	14.85	0.80	0.22374	0.25	0.0596	0.11	0.02741	0.13	0.03107
AS, F SA	18.1	1.31	0.38048	0.39	0.10016	0.04	0.01363	0.29	0.0686
AS, F SA	15.99	0.94	0.27714	0.25	0.05875	0.03	0.00627	0.17	0.04117
AS, F SA	16.72	1.09	0.30438	0.33	0.07848	0.06	0.0151	0.37	0.08556
AS, F SA	14.6	0.96	0.27728	0.15	0.06815	0.04	0.01229	0.17	0.04014
AS, F SA	17.26	0.67	0.2365	0.2	0.06119	0.21	0.01916	0.21	0.02569
AS, F SA	15.84	0.88	0.42589	0.29	0.08489	0.05	0.02861	0.21	0.05685
AS, F, J	8.41	0.47	0.11892	0.15	0.03437	0.06	0.01059	0.12	0.0265
AS, F, J	10.65	0.84	0.25349	0.29	0.06852	0.04	0.00956	0.23	0.04719
AS, F, A	35.39	2.00	0.33879	0.47	0.0682	0.13	0.05492	0.3	0.05533
AS, F, A	24.4	1.72	0.51296	0.42	0.11899	x	x	0.23	0.06233
AS, F, A	21.05	1.11	0.34744	0.29	0.083	0.06	0.01565	0.24	0.06185
AS, F, A	19.85	1.64	0.47761	0.36	0.08998	0.04	0.01074	0.23	0.0526
AS, F, A	21.15	1.71	0.50271	0.47	0.1087	0.07	0	0.13	0.03198
AS, F, A	29.8	2.61	0.77909	0.6	0.15703	0.15	0.04017	0.39	0.08987
AS, F, A	23.61	2.51	0.76132	0.61	0.1411	0.05	0.01351	0.24	0.06251
AS, F, A	20.91	1.14	0.36361	0.35	0.07117	0.05	0.0176	0.3	0.06253
AF, F, SA	15	1.20	0.34983	0.26	0.07281	0	0	0.17	0.04292
AF, F, SA	16.13	0.86	0.24675	0.29	0.06145	0	0	0.13	0.03512
AF, F, SA	18.9	1.10	0.30525	0.35	0.07868	0.15	0.03194	0.35	0.06646
AF, F, SA	20.58	1.63	0.4834	0.43	0.10589	0.07	0.01822	0.27	0.07732
AF, M, A	19.8	1.00	0.26946	0.4	0.09352	0.08	0.02278	0.21	0.04323
AF, M, SA	16.66	0.83	0.21904	0.29	0.06906	0.09	0.02	0.21	0.06118
AF, M, SA	17	0.81	0.24598	0.28	0.06498	0.05	0.01373	0.22	0.06299