

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav výživy zvířat a pícninářství



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Vliv taurinu na biochemické ukazatele v orgánech laboratorních potkanů
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Pavel Horký, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Martina Mrázková

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....
vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Horkému, Ph.D., za cenné rady, připomínky, odborné vedení a poskytnuté konzultace. Děkuji také své rodině za podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

ABSTRAKT

Mrázková, M: Vliv taurinu na biochemické ukazatele v orgánech laboratorních potkanů, Diplomová práce, MENDELU, Brno, 2016, s.59

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv různých hladin taurinu na antioxidační status organismu laboratorních potkanů. Sledovat koncentraci taurinu a jednotlivých aminokyselin ve vybraných orgánech.

Diplomová práce hodnotí vliv taurinu v játrech a mozku laboratorních potkanů, po jeho aplikaci v krmných směsích. Byl sledován vliv taurinu na poměr GSH/GSSG, koncentraci taurinu a metalothioneinu.

Do pokusu bylo použito 48 samců potkanů druhu Wistar, kteří byli rozděleni do osmi skupin (n=6). Během čtyř týdnů, byly potkanům podávány krmné směsi obohaceny o taurin v dávkách 0, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 a 4000 mg/kg/diety. Zvířata přijímala dietu a pitnou vodu ad libidum. Průměrná spotřeba krmné směsi za den byla 35 g.

Aplikací taurinu došlo ke zvýšení koncentrace taurinu v organismu, což pozitivně působí na antioxidační mechanismy organismu. Ovšem nemůžeme potvrdit, že doplnění taurinu do diety ovlivňuje koncentrace metalothioneinu a glutathionu v organismu. V mozku byla zjištěna zvýšená poměru GSH/GSSG a snížení koncentrace metalothioneinu. Naopak tomu bylo v játrech, kdy došlo ke snížení poměru GSH/GSSG a zvýšení koncentrace metalothioneinu.

Klíčová slova: taurin, antioxidant, glutathion, metalothionein

ABSTRAKT

Mrázková, M: Effect of taurine on biochemical indicators in the rats organs, Dissertation, MENDELU, Brno, 2016, p.59

The aim of this dissertation was to valorize the effect of various levels of taurine on the antioxidant status in rats body, monitor serum taurine and individual aminoacids in selectedorgans.

This dissertation valorize the influence of taurine in the rats liver and brain after its application into feed mixtures. The effect of taurine was monitored on the ratio of GSH / GSSG, concentration of metallothionein and taurine.

To this experiment were used 48 Wistar male rats, which were divided into eight groups (n = 6). During four weeks feed mixtures were given to these rats enriched with taurin eat a dose of 0, 1000, 1500, 2000 2500, 3000, 3500 and 4000 mg / kg / diet. Animals accepted diet and drinking water ad libitum. Average consumption of feed mixtures were 35 grams per day.

Application taurine in creased concentration of taurine in the organism, which has an positive effect on antioxidant mechanisms of the organism. In deed we can not confirm that the addition of taurine in to the diet increases the concentrations of metallothionein and glutathione in the organism. In the brain was found increasing ratio of GSH / GSSG and reduced concentration of metallothionein. The other way around in the liver was reduction ratio of GSH / GSSG and increasing concentration of metallothionein.

Keywords: taurine, antioxidant, glutathione, metallothionein

Obsah

1	ÚVOD	9
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	Taurin	10
2.1.1	Fyzikální vlastnosti.....	10
2.1.2	Výskyt taurinu v těle.....	10
2.1.3	Výskyt taurinu v potravinách.....	11
2.1.4	Nadbytek/nedostatek	12
2.1.5	Průmyslová výroba	13
2.1.6	Dávkování a terapeutické využití	14
2.1.7	Nežádoucí účinky taurinu.....	16
2.1.8	Vylučování taurinu	17
2.1.9	Transport taurinu	17
2.1.10	Metabolismus tuků (biochemická aktivita).....	18
2.2	Taurin u zvířat.....	18
2.2.1	Taurin u koček	19
2.2.2	Taurin u psů.....	20
2.3	Účinky taurinu na organismus.....	21
2.3.1	Účinky taurinu na zrak.....	21
2.3.2	Účinek taurinu na diabetes	21
2.3.3	Taurin při léčbě epilepsie	22
2.3.4	Taurin u autistů	22
2.3.5	Taurin jako antioxidant	22
2.3.5.1	Glutathion	23
2.3.5.2	Metalothionein.....	24
2.3.6	Taurin jako doplněk stravy	25
2.3.6.1	Sport a fitness.....	26

2.3.7	Účinek taurinu na játra.....	27
2.3.8	Účinek taurinu na srdeční činnost.....	28
2.3.9	Účinek taurinu na mozek.....	29
2.3.10	Vliv taurinu na krevní běh	30
2.3.11	Vliv taurinu na užítkovost.....	31
3	CÍL PRÁCE.....	32
4	MATERIÁL A METODIKY	33
5	VÝSLEDKY	37
6	DISKUZE.....	44
7	ZÁVĚR.....	47
8	SEZNAM POUŽITÉ ILTERATURY	48
9	PŘÍLOHY.....	62

1 ÚVOD

Taurin je podmíněná neesenciální aminokyselina, která se vytváří z aminokyselin metioninu a cysteinu za pomoci vitamínu B₆. V lidském organismu se nachází ve vysokých koncentracích ve všech tkáních, se zvyšujícím věkem se jeho koncentrace ve tkáních snižuje. V lidském těle se nachází především v kosterní svalovině, centrálním nervovém systému, mozku, sítnici a srdečním svalstvu. Omezené množství taurinu se vytváří v těžkých katabolických stavech. Člověk musí přijímat taurin z potravy, zejména z potravin živočišného původu. Vysoké koncentrace taurinu se vyskytují v mase, rybách, mořských produktech, mléce, vejcích a kvasnicích. V potravinách rostlinného původu se prakticky nevyskytuje.

V současné době je taurin využíván v mnoha oblastech. Ve farmaceutickém průmyslu je hojně využíván do preparátů proti bolestem hlavy, při vyčerpání organismu, k podpoře a ochraně jater, pro výživu kloubů a vaziv, při poruše metabolismu tuků. Často bývá přidáván do doplňků stravy a energetických nápojů, jeho obliba se v dnešní době zvyšuje především v oblastech fitness, a to zejména k posílení fyzické a psychické výkonnosti a oddálení nástupu únavy. Taurin má také vliv na správnou funkci sítnice, při jehož deficitu může dojít k poškození fotoreceptorů. Zajímavostí taurinu je jeho schopnost napodobovat funkci inzulínu. Byl zjištěn pozitivní účinek na inzulínovou rezistenci a redukci hmotnosti u obézních jedinců. Jsou uváděny také zprávy o pozitivním vlivu při léčbě epilepsie. Mezi jeho nejdůležitější vlastnosti patří antioxidační schopnost, kdy snižuje aktivitu volných radikálů a pravděpodobnost jejich vzniku, zpomaluje proces stárnutí, působí preventivně proti řadě nemocí (zejména onemocnění srdce a infarktu). Taurin také ovlivňuje enzym superoxid dismutázu, který chrání tělo před aktivními volnými radikály. Tento enzym je zkoumán z hlediska léčby rakoviny, kdy jako antioxidant pravděpodobně napomáhá k ochraně proti destrukci buněk.

Taurin působí nejvíce v oblasti mozku. Působí na přenos nervových vzruchů a ovlivňuje signály v nervové soustavě. V mozku se podílí na mnoha funkcích. Má velmi důležitou roli jako neurotransmitter. Studie syntézy a distribuce ukazují, že taurin je přítomen v mozku již na počátku embrya a je rozdílně distribuován. Podílí se na ochraně mozku před neurotoxickým působením ostatních aminokyselin. Působí také neuroprotektivně na neurony, kdy je chrání před poškozením a odumíráním. Taurin je také důležitou látkou pro zvířata a to zejména pro kočky a psi. Při jeho nedostatku může u zvířat dojít k mnoha negativním vlivům na metabolismus, kardiovaskulární onemocnění, kůži a srst.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Taurin

Taurin je derivát aminokyseliny cysteinu (sirné aminokyseliny). Řadíme ho mezi organické kyseliny, systematickým názvem se jedná o kyselinu 2 - aminoethansulfonovou (Tevatia et al., 2015). Taurin bývá často řazen mezi aminokyseliny, ale místo karboxylové kyseliny obsahuje zbytek kyseliny sulfonové. Přesnější by tedy proto bylo označení aminosulfonová kyselina. Vzniká z aminokyselin metioninu a cysteinu za pomoci vitamínu B₆ (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2015). Meziproduktem je kyselina cysteová (Velíšek, Hajšlová, 2009). Zajímavostí je, že je-li kyselina cysteová přijata potravou je zcela nevyužitelná a z takto přijaté kyseliny cysteové nedokáže tělo taurin vyrobit. Taurin vzniká pouze uvnitř buňky na enzymovém komplexu při dekarboxylaci cysteinu a následné oxidaci sulhydrikové skupiny (Anonym, 2015).

Další možností je vznik z cysteaminu pomocí příslušné sulfinové kyseliny (hypotaurin). Také v tomto případě je zcela analogická situace, z cysteinsulfinové kyseliny přijaté potravou, tělo nedokáže taurin vyrobit. Vázanými formami taurinu jsou některé žlučové kyseliny (Velíšek, Hajšlová, 2009). Patří mezi neesenciální resp. podmíněně neesenciální aminokyseliny. Což znamená, že za určitých podmínek a v různých situacích se vylučují zvýšená množství taurinu. Například při nadměrné fyzické námaze nebo při vysokých stresových situacích. I když nepatří mezi kódované aminokyseliny, je velmi významnou biomolekulou a u savců patří mezi nejvíce zastoupenou intracelulární „aminokyselinu“ (Bromová, Dalihodová, 2010).

2.1.1 Fyzikální vlastnosti

Poprvé byl izolován německým vědcem Friedrichem Tiedemanem z býčí žluči (latinsky taurus - býk), odkud pochází jeho název taurus. Je to bezbarvý, krystalický prášek bez zápachu. Sumárním vzorcem označován jako C₂H₇NO₃S. Teplota tání taurinu je 305,11 °C. Molární hmotnost je 125,14 g/mol. Jedná se o látku rozpustnou ve vodě, málo rozpustnou v ethanolu a nerozpustnou v etheru (Bretz, 2001).

2.1.2 Výskyt taurinu v těle

Taurin patří mezi jednu z nejzastoupenějších aminokyselin v lidském těle (Holeček, 2006). V organismu vzniká syntézou z cysteinu a metioninu účinkem vitamínu B₆ (Mach, 2012). Je přítomný ve vysokých koncentracích ve všech tkáních (Bromová, Dalihodová, 2010), bylo

zjištěno, že s přibývajícím věkem jeho koncentrace ve tkáních klesá (Dawson et al., 1999). V lidském těle se nachází především ve tkáních, které jsou nervově stimulovány, jako je centrální nervový systém, kosterní svalstvo, mozek, sítnice, srdeční svalstvo (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2015; Mach, 2012; Holeček, 2006). U aminokyselin obsahující síru, cystein, cystin a taurin, se odlišují velké rozdíly v patologických stavech (Zadák, 2008). Taurin se v omezených hladinách vyvíjí u těžkých katabolických stavů, jako je nádorové onemocnění, většinou u akutních komplikací, v progresivním stavu po operaci a traumatech, popáleninách, při chemoterapii a ozařování. U katabolických stavů může být omezeno působení cysteindekarboxylázy, což je nezbytný enzym, který je důležitý pro rychlost syntézy taurinu (Zadák, 2008).

Koncentrace taurinu v plazmě se pohybuje mezi 4 - 7,5 mg / l, v orgánech 190 - 1425 mg / kg (nejvíce v kosterním svalstvu, srdci, mozku a játrech) (Kasper, 2015; Bretz, 2001). Koncentrace taurinu v plazmě je až 100x nižší, než ve tkáních což naznačuje, že je důležitý pro modulaci klíčových buněčných funkcí (De luca et al., 2015). Předpokládá se, že v těle zdravého člověka se vyskytuje 30-70 g taurinu (Kasper, 2015; Bretz, 2001).

2.1.3 Výskyt taurinu v potravinách

Člověk je závislý na dodávce taurinu z potravy nebo na tom, aby si ho játra vytvořila přeměnou z aminokyseliny cysteinu nebo metioninu (Šácha, 2013). Taurin se vyskytuje v potravinách přirozeně. Jeho zdrojem ve stravě jsou potraviny živočišného původu (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2015). V potravinách rostlinného původu se prakticky nevyskytuje (Mach, 2012). Problém může nastat při dodržování vegetariánské diety, kdy taurinu může být v těle nedostatek (McCarty, 2004). Vysoký obsah taurinu se nachází v mase všeho druhu (především hovězí, jehněčí, kuřecí, skopové), ve vysokém množství se vyskytuje také v rybách a mořských produktech (maso mlžů, chobotnic a lastur). Dále se nachází v mléce, vejcích, kvasnicích, hmyzu a obilných klíčcích. V posledních letech je často spojován s energetickými nápoji, kde se také nachází a často ho využívají i sportovci jako doplněk stravy. Taurin se nachází především volný, je však součástí i některých netypických peptidů se specifickými fyziologickými účinky (Bretz, 2001).

Obsah taurinu v mořských produktech se pohybuje v rozmezí 300 - 800 mg / 100 g, v mase ryb 50 - 200 mg / 100 g, v různých druzích masa se pohybuje okolo 30 - 160 mg / 100 g. Zajímavostí je, že obsah taurinu v mase je téměř stejný, jako všech volných základních aminokyselin dohromady (alanin a kyselina glutámová asi 0,01 - 0,05 %, ostatní dohromady méně než 0,005 %) (Bretz, 2001).

Tabulka 1: Obsah taurinu v potravinách

Zdroj	Koncentrace taurinu mg/kg	Zdroj	Koncentrace taurinu mg/kg
Maso		Ústřice	700
Hovězí maso (syrové)	430	Treska (mražená)	310
Vepřové maso (syrové)	610	Škeble	2400
Kuřecí maso (syrové červené maso)	1690	Lastura	8270
Kuřecí stehno	337	Oliheň	3560
Krocán (syrové červené maso)	3060	Mléko a mléčné výrobky	
Jehněčí maso (syrové)	470	Kravské mléko	151
Pečená šunka	500	Jogurt odtučněný	33
Plody moře		Vanilková zmrzlina	19
Tuňák celý	2840	Krmiva	
Tuňák červené maso	2798	Masokostní moučka	956
Tuňák křídlatý	1760	Syrovátka	660
Tuňák v konzervě	420	Kuřecí vnitřnosti	1004
Bílá ryba (syrové)	1510	Vedlejší drůbeží produkty	3049
Volně žijící losos	600	Rybí moučka	3201
Losos	600	Rybí hydrolizovaný protein	7501
Platýs černý	1460	Moučka z lososa	3106
Treska	1080	Krevety	1094
Makrela	780	Tuňák	1060
Mušle	6550	Droždí	112

Zdroj: <http://www.thefishsite.com/articles/1733/is-dietary-aurine-supplementation-beneficial-for-farmed-fish-and-shrimp/>

2.1.4 Nadbytek/nedostatek

Denní příjem taurinu ve stravě se odhaduje asi mezi 0 a 400 mg. Tento velmi velký rozdíl je dán individuálními stravovacími návyky obyvatel. Například při vegetariánské dietě, kdy je ho nedostatek, nebo naopak při stravě bohaté na ryby je ho ve stravě dostatek (Bretz, 2001). Zvýšená potřeba taurinu může nastat při nadměrné konzumaci alkoholu, ten zároveň také snižuje schopnost výroby taurinu. Také onemocnění diabetem zvyšuje jeho potřebu. Příznaky při předávkování taurinem jsou velmi málo popsány. Týkají se vlivu taurinu na tukové zásoby a jeho rozmístění, avšak nebylo popsáno další upřesnění (Mindell, Mundis, 2010). U lidí jsou zásoby taurinu vysoké a projevy deficitu u dospělých jsou vzácné. Deficit taurinu byl popsán u novorozenců živených syntetickou dietou, u novorozenců živených pouze kravským

mlékem (které ve srovnání s mateřským mlékem obsahuje velmi málo taurinu) a u těžkých katabolických stavů (nádorová onemocnění, popáleniny sepse, chronická renální insuficience). Z těchto důvodů je taurin řazen mezi podmíněně esenciální aminokyseliny (Holeček, 2006). Množství taurinu v těle může být sníženo kyselinou L-glutamovou, aminokyselinou beta-alanine a beta hypotaurine, a také vitamínem skupiny B kyselinou pantothenovou. Dále bylo zjištěno, že zinek zvýrazňuje účinky taurinu. Při porušení transportu některých aminokyselin včetně cystinu (lysin, arginin, ornitin) dochází k postižení cystinurií (Zadák, 2008). Nedostatek taurinu v plazmě byl zjištěn i u pacientů trpících depresemi, i když se suplementací jeho hladina zvýší, předpokládá se, že může hrát roli v patofyziologii deprese (Samuelsson et al., 2012). Dle Terrill et al., (2015) byl sledován nedostatek taurinu při svalové dystrofii.

Při deficitu vitamínu B₆ je sníženo vylučování taurinu, což znamená, že přiměřený příjem vitamínu B₆ je důležitý pro produkci taurinu. Omezené množství taurinu může být vyrobeno přímo ze síry. Cystein a vitamin B₆ jsou tedy užitečné ke zvýšení hladiny taurinu bez jeho suplementace (Anonym, 2015).

Výzkumy prokázaly souvislost mezi deficitem taurinu ve výživě a špatným vývojem sítnice. Tento výzkum byl pozorován u novorozenců, u kterých byla totální parenterální výživa. Následně bylo prokázáno, že taurin je nezbytný pro tvorbu fotoreceptorů (Bromová, Dalihodová, 2010). Je-li nutná suplementace při úplné parenterální výživě není zcela rozhodnuto, ale deplece jsou časté a negativní vliv nedostatku taurinu je víc než pravděpodobné. Výrazný deficit taurinu, který se neupraví ani po několika týdnech suplementace, se objevuje velmi často u akutních stavů (Zadák, 2008).

U předčasně narozených dětí, bylo zjištěno, že mohou postrádat enzym, který zajišťuje přeměnu cystathioninu na cystein, proto se u nich může vyskytnout nedostatek taurinu (je-li strava chudá na cystein). Následně se jim tedy strava obohacuje o cystein, nebo přímo o taurin. (Anonym, 2015). Dříve se o potřebě ve výživě člověka neuvažovalo. V současnosti je velmi dobře známé, že taurin je nezbytný pro správný vývoj plodu a také pro správný vývoj mozku malých dětí. Proto je tedy nezbytné, aby těhotné a kojící ženy měly ve stravě taurinu dostatek (Strunecká, Patočka, 2012).

2.1.5 Průmyslová výroba

Taurin je vyráběn především v Číně. Uvádí se, že Čína vyrobí 15000 - 96000 tun taurinu za rok, stává se tedy světovým lídrem ve výrobě taurinu. Taurin je vyráběn syntézou z ethylenu, amoniaku a siřičitanu (Bretz., 2001). V roce 1993 bylo vyrobeno přibližně 5000 - 6000 tun

taurinu a to jak synteticky, tak i čištěním z přírodních zdrojů. Produkce byla rozdělena na 50% pro výrobu krmiv pro domácí zvířata a 50% pro farmaceutické využití. V dnešní době je těžké odhadnout kolik je vyrobeno taurinu, nicméně není pochyb, že dnešní výroba je podstatně vyšší. Celosvětová produkce je předurčena především pro kojeneckou výživu, nápojový průmysl a k obohacení krmiv pro kočky (Salze et al., 2015).

2.1.6 Dávkování a terapeutické využití

V potravě denně člověk přijme přibližně 50 až 60 mg taurinu. Doplnění stravy o taurin může mít pozitivní vliv u lidí, kteří mají zvýšený příjem tuků nebo trpí poruchou metabolismu tuků. V kombinaci s látkami ovlivňujícími mozkovou činnost může zvyšovat intenzitu mozkové činnosti. Ovšem aby bylo dosaženo takového účinku, musel by být příjem taurinu mnohonásobně vyšší a to až 30 krát (Anonym, 2015). Taurin je dle preklinických i klinických experimentů látkou nerizikovou a to bez jakýchkoliv vedlejších účinků.

Farmaceutický průmysl ho používá do preparátů proti bolestem hlavy, při vyčerpání organismu, k podpoře jater, pro výživu kloubů a vaziv (Zadák, 2008). Dále se jeho suplementace doporučuje v době plánovaného rodičovství, v době kojení, při aktivním sportování, zvýšených fyzických výkonech, v době po větším zranění, při zaživacích (střevních) potížích, při obezitě, kuřákům (Strunecká, Patočka, 2012), řidičům ke zvýšení pozornosti a oddálení pocit vyčerpání, zlepšuje také koncentraci při učení (Zadák, 2008).

Taurin se také využívá v transplantační medicíně a to díky příznivému účinku na dlouhodobou hypotermní ochranu orgánů. Taurin se suplementuje například před operací srdeční chlopně a koronárního bypassu. Některé orgány, jsou vysoce náchylné na ischemicko-reperfuční poškození, jedná se především o srdce, mozek a játra. Hrají zde důležitou roli aktivní produkované formy kyslíku a aktivace imunitních buněk. U poškozené tkáně ischemií dochází k nekróze, také může dojít k poškození tkáně oxidačním působením po obnovení perfuze (Sahelian, 2014).

Současnými výzkumy, které byli sledovány na potkanech, bylo prokázáno, že suplementace taurinu farmakologickými dávkami a jeho zvýšením v kardioplegických roztocích dochází ke zmenšení ischemicko-reperfučního poškození (Akdemir et al., 2011). Snížení stresové reakce hepatocytů potlačením apoptózy, dochází ke zvýšení schopnosti snášet prolongovanou hypotermii (Zadák, 2008). Dostatečným příjmem taurinu nebo jeho zvýšením do farmakologických dávek, dochází ke snížení plazmatických koncentrací lipidů, zejména u lidí postižených inzulinorezistencí, diabetických a obézních pacientů. Projev farmakologické dávky se uvádí při příjmu 3 a více gramů za den (Zadák, 2008).

V současné době jsou uváděny záznamy, které uvádějí dříve málo známé vlastnosti taurinu a jeho možné využití v parenterální výživě. Taurin je dle posledních poznatků nezbytnou součástí všech infuzních aminokyselinových formulí vyšší generace pro parenterální výživu. Taurin se nově používá díky jeho aditivním účinkům k vlivu glutaminu, zlepšení trofiky mukózy tenkého střeva a jeho bariérovým funkcím. Spojením taurinu a glutamové kyseliny dochází ke snížení exprese adhezních molekul v játrech a v plicích a pozitivně působí na mikrocirkulaci v játrech. Tohoto kombinovaného účinku příznivě působí u pacientů s akutními orgánovými poruchami (Zadák, 2008).

Dnešní moderní aminokyselinové formule pro parenterální výživu, jako Neonutrin 5%, Neonutrin 10% a Neonutrin 15% jsou schopné taurin doplnit v dostatečné koncentraci. V případě enterální výživy může být suplementace taurinu nedostatečná. Komerční roztoky ve velké míře obsahují malé koncentrace taurinu, nebo ho neobsahují vůbec, a to z důvodu jeho zhoršené rozpustnosti a inetrferaci s jinými aminokyselinami (Zadák, 2008).

Synteticky vyrobený taurin je z velké části zpracováván farmaceutickým průmyslem. Je uváděno, že nízká hladina taurinu se vyskytuje v krvi u lidí postižených depresí, nadměrnou úzkostí, hypertenzí. Nižší hladina byla objevena také u lidí se sníženou funkcí štítné žlázy. Jeho nedostatek je spojován s neplodností a obezitou. Doporučuje se taurin podávat při problémech s nespavostí, neklidu, také při podrážděnosti a při nutkavému chování (obsesi). Taurin dále snižuje krevní tlak, ovlivňuje hospodaření organismu s vodou i hladinu některých hormonů. Pozitivní vliv při podávání taurinu byl pozorován i při léčbě lupénky. Dokonce bylo vědeckými studiemi zjištěno, že má taurin příznivý vliv při odvykací léčbě alkoholiků. Taurin se účastní mnoho důležitých životních funkcí, přestože jeho účinky nejsou zcela známy. Je zapojen do ochrany plicní tkáně před oxidací, účastní se na regulaci srdečního rytmu a pomáhá stabilizovat buněčné membrány. Mezi jeho nejznámější funkce řadíme konjugace žlučových kyselin a xenobiotik, neurotransmise v mozku. Taurin působí i na transport vápenatých iontů přes buněčnou membránu a jejich intarcelulární distribuci. Studie prokázaly jeho antikonvulzivní účinek u epilepsie a pozitivní inotropní a antiarytmický účinek na srdeční sval (Holeček, 2006). Dále taurin ovlivňuje přenosy nervových impulsů. Zasahuje do chování neurotransmiterů a tím podporuje neuronální dráždivost (Bromová, Dalihodová, 2010). Byl prokázán pozitivní vliv na podporu koncentrace a oddálení nástupu psychické únavy (Anonym, 2015). Navíc taurin může řídit svalový metabolismus a genové exprese, a to prostřednictvím dosud nejasných mechanismů (De luca et al., 2015). Je to také prokázáný antioxidant, má antimikrobiální účinky, ochraňuje endotel (Egan et al., 2001) a zajišťuje správnou činnost ledvin.

V současné době jsou důkazy, které naznačují pozitivní vliv taurinu na srdeční onemocnění, hepatitidy, cystické fibrózy a myotonie. Ovšem pro potvrzení tohoto účinku je potřeba ještě dalších studií. Jako esenciální živina má tedy taurin mnoho preventivních lékařských využití (Bromová, Dalihodová, 2010).

Ve Švýcarsku se zabývali vlivem taurinu u starších pacientů při zlomenině krčku. Zlomenina krčku se stává u starší populace lidí častou příčinou úmrtí. U starších lidí je známa nízká hladina taurinu, což může mít negativní vliv na pooperační výsledky. Taurin byl suplementován od přijetí, před operací a týden po operaci. Pooperační výsledek byl monitorován po dobu jednoho roku po hospitalizaci. Bylo zjištěno, že suplementace taurinu snižuje pooperační oxidační stres, ale nemá vliv na úmrtnost po operaci krčku (Van Stijn et al., 2015).

Dle Islambulchila et al. (2014), byl proveden výzkum, vlivu taurinu na vyvolané nevolnosti a zvracení po chemoterapii při léčbě akutní lymfoblastické leukémii. Výsledky ukázaly, že suplementace taurinu výrazně snižuje nevolnosti a zvracení. Alam et al. (2011) potvrzuje i možný terapeutický potenciál proti vzniku sekundárních nádorů po chemoterapii.

Studie potvrzují antitrombotický účinek taurinu na zvířecích modelech. Provedené testy u lidské populace ukazují na zvýšenou trombolytickou aktivitu (Ijiri et al., 2013).

Byl zjištěn pozitivní vliv při léčbě cystické fibrózy neboli mukoviscidózy, což je multisystémové geneticky podmíněné onemocnění, které se projevuje chronickým onemocněním dýchacích cest, insuficiencí zevní sekrece pankreatu, zvýšenou koncentrací elektrolytů v potu. Toto onemocnění patří mezi nejčastější ohrožující dědičné onemocnění.

Suplementace taurinu snižuje závažnost steatorrhey, která je spojená s výskytem cystické fibrózy (Birdsall, 1998).

2.1.7 Nežádoucí účinky taurinu

Taurin může negativně působit na pacienty trpící chronickou hemodialýzou. U pacientů může dojít k nedostatečnému vylučování jeho přebytku a k následné akumulaci v ledvinách. Pacienti trpící postiženým ledvin nebo selháním ledvin, by proto neměli pít energetické nápoje s obsahem taurinu. I když dochází k vymizení příznaků po ukončení konzumaci taurinu, rizika spojená s dlouhodobou kumulací nelze vyloučit. Taurin je udáván jako látka bezpečná s velmi nízkou toxicitou, ale i tak nelze vyloučit určitou opatrnost, jde-li o jeho suplementaci v potravě. Dle současných informací by doporučená denní dávka taurinu u člověka neměla přesáhnout 3 g (Bromová, Dalihodová, 2010).

Je nutné dbát na opatrnost při suplementaci taurinu, protože doposud nejsou známy

studie o škodlivosti účinku taurinu. Při příjmu doporučené denní dávce, 3 g denně nejsou známy žádné vedlejší účinky. Jelikož přebytek taurinu je vylučován ledvinami. Mezi rizikové skupiny patří alergici nebo lidé, kteří užívají jiné léky. Pacienti podstupující chemoterapii by měli užívání taurinu také omezit, jelikož by mohlo dojít k interakci s jinými léky. Pokud dojde při užívání taurinu k jakýmkoliv vedlejším účinkům, měl by být příjem omezen (Vinš, 2013).

Výzkum trvající jeden rok testoval bezpečnost taurinu, tento výzkum neprokázal žádné vedlejší účinky taurinu při jeho suplementaci. Je znám pouze jeden případ o postižení mozku muže, kdy byl taurin použit v dávce 14g a to spolu s inzulinem a anabolickými steroidy. Ovšem není prokázáno, zda to způsobil taurin nebo ostatní přijaté látky.

Přepokládá se, že velká koncentrace taurinu vede k zhoršení bipolární poruchy. Je znám případ, kdy došlo u pacienta trpícím tímto onemocněním k zhoršení jeho stavu a to po konzumaci energetických nápojů s obsahem taurinu, kofeinu, inositolu a ostatních látek. Prokazatelně není zjištěno, s kterou látkou toto zhoršení onemocnění souvisí (Vinš, 2013).

2.1.8 Vylučování taurinu

Taurin je hlavní produkt metabolismu aminokyselin obsahující síru. Jeho vylučování probíhá dvěma způsoby, buď močí, nebo žlučí. Hlavní způsob je močí a to pokud je jeho hladina přiměřená. Pokud je taurinu malé množství ledviny ho dokáží reabsorbovat. Taurin je vylučován také žlučí ve vazbě se žlučovými kyselinami (Holeček, 2006).

2.1.9 Transport taurinu

K transportu taurinu přichází přes buněčnou membránu, kdy je potřeba alespoň dvou iontů sodíku a jeden iont chloridu. Pokud se u těžce nemocného vyvine iontový deficit s nedostatkem těchto iontů, vážně transport taurinu intracelulárně a je poškozena také osmotická regulace buňky (Velíšek, Hajšlová, 2009). Na rozdíl od ostatních aminokyselin není taurin metabolizován nebo zabudován do proteinu, ale zůstává volně v intracelulární tekutině. Většina aminokyselin se vstřebává v množstvích 98-99 %, ale reabsorpce taurinu se může pohybovat v rozmezí od 40% do 99,5%. Mezi faktory ovlivňující hromadění taurinu patří iontové prostředí, elektrochemický náboj, post-translační a transkripční faktory (Han et al., 2006).

2.1.10 Metabolismus tuků (biochemická aktivita)

Jeho přední biochemická aktivita souvisí s metabolismem tuků, jelikož je taurin důležitou součástí žluče. V metabolismu tuků se uplatňuje, pomocí žlučových kyselin (Velíšek, Hajšlová, 2009). Ve žlučových kyselinách působí jako látka snižující povrchové napětí (surfaktant), tím napomáhá emulgovat tuky a umožňuje jejich trávení v tenkém střevě (Chadim, 2015). Taurin je navázán prostřednictvím své aminoskupiny na kyselinu chenodeoxycholovou a kyselinu cholovou. Současně vzniká taurochenodeoxycholát sodný a taurocholát sodný, jedná se tedy o žlučové soli. Sulfonová kyselinu zůstává u těchto solí záporně nabitá (poměrně v širokém rozsahu pH) a kvůli tomu tyto dvě soli pracují jako výkonné surfaktanty. Pomocí této schopnosti dochází k vytvoření podmínek pro emulgaci tuků a následně k enzymatickému štěpení (trávení tuků) (Holeček, 2006, Zadák, 2008). Základní fyziologická funkce taurinu při přeměně cholesterolu na žlučové kyseliny je známá po desítky let. S deficitem taurinu proto souvisí nedostatek žlučových kyselin, které jsou důležité pro fungování správného trávení. Jestli-že máme problémy s trávením tuků, příčinu můžeme hledat i v nedostatku taurinu (Strunecká, Patočka, 2012). Taurin se také uplatňuje při vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích (Mindell, Mundis, 2010). Podílí se i na kontrole cholesterolu. Výzkumy prokazují, že taurin snižuje zvýšenou koncentraci lipoproteinů v krvi s nízkou a velmi nízkou hustotou, které působí jako faktory pro rozvoj aterosklerózy (Chadim, 2015).

2.2 Taurin u zvířat

Taurin je velmi důležitá živina i pro zvířata. Je známo, že organismus koček není schopen sám produkovat dostatečné množství taurinu. Dlouhodobý nedostatek taurinu může negativně ovlivnit metabolismus kočky a způsobit problémy s kůží a srstí. Proto je vhodné doplňovat krmivo o taurin a předcházet postižení organismu. Současné studie ukazují, že taurin je důležitou složkou v potravě, především u velkých a obřích psích plemen. Zejména hraje důležitou roli v prevenci kardiovaskulárních onemocnění. Dilatační kardiomyopatie patří mezi nejčastější kardiovaskulární onemocnění u psů. Bylo zjištěno, že metabolismus taurinu je ovlivněn velikostí psa i tělesnou hmotností. Spotřeba kalorií a bílkovin na jednotku hmotnosti těla velkých plemen psů je nižší, než u malých plemen. U psů postižených dilatační kardiomyopatií bylo zjištěno, že mají sníženou schopnost trávit bílkoviny (Agudelo, 2015; Strunecká, Patočka, 2012).

2.2.1 Taurin u koček

Taurin je pro kočky esenciální aminokyselinou. Doktor Hayes, profesor biologie, který se specializoval na výživu zvířat. Dokázal v roce 1975, že deficit taurinu u koček může způsobit destrukci sítnice oka s možným následkem oslepnutím (Blažková, 2008). Toto se týká koček, které jsou závislé na dodávané dietě, nikoliv u koček chovaných venku. Deficit taurinu způsobuje u koček vysychání sítnice v oku a poruchám vidění v důsledku degenerace světločivných buněk v sítnici. U koček postižených tímto onemocněním, je možné jejich vyléčení suplementací taurinu. Oslepnutí u lidí při deficitu taurinu není známo, i když může dojít v budoucnu k novému zjištění (Strunecká, Patočka, 2012). Nedostatkem taurinu v potravě se začali výrobci krmiv zabývat, až za 12 let a to od roku 1987, v době prokázání nedostatku taurinu s dilatační kardiomyopatií. Jedná se o závažné onemocnění srdečního svalu kočky. Tuto souvislost prokázal Paul Pion. V této době se vyskytovala velmi často slepota a náhlé úmrtí u domácích koček, které byly krmeny dle marketingového doporučení výhradě komerční stravou. Taurin nacházející se v syrovém mase, se rychle rozkládá tepelnou úpravou. Kočky při své evoluci přišly o svou schopnost vytvářet si taurin ve vlastním těle. Podáváním pouze tepelně upraveného krmiva (čehož se využívá při výrobě komerčních krmiv) jestliže taurin není řádně doplněn, se kočky mohou dostat do taurinového deficitu, který může vyústit ve zdravotní komplikace. Proto se v osmdesátých letech, díky nátlaku veřejnosti začal taurin přidávat do krmiv uměle (Blažková, 2008).

Dilatační kardiomyopatie se u koček vyskytovala, před rokem 1987 jako nejčastěji diagnostikované onemocnění srdečního svalu. U koček s deficitem taurinu docházelo k jeho následné suplementaci a docházelo k normalizaci funkce levé komory. Deficit taurinu u koček vzniká často, jako důsledek jeho vyčerpání v játrech při metabolických procesech. Suplementací taurinem se viditelně omezila prevalence onemocnění. U všech koček však deficit taurinu nevyvolává myokardiální poškození. Je zde účinnost i jiných faktorů, aby došlo k srdečnímu selhání. Řadíme sem genetické predispozice a ostatní synergické faktory (dlouhodobé vrozené nebo získané onemocnění srdce, toxické, metabolické a jiné). Při nedostatku taurinu je tedy vznik dilatační kardiomyopatie zapříčiněn pravděpodobně podáváním netradičních krmiv (vegetariánská strava, nekvalitní domácí strava, podáváním psích krmiv kočkám). Ve všech dietách není dostatek hladiny taurinu. Proto musí výrobce dodržovat, že po podání diety bude zaručena hladina taurinu v krvi i tkáních a to přinejmenším 6 měsíců. Všichni výrobci krmiv v současnosti suplementují taurin do krmiv pro kočky, proto se při výskytu dilatační kardiomyopatie jedná o genetickou formu nebo jde o výskyt jiných onemocnění srdečního svalu.

Suplementace taurinu není ovšem účinná na všechny pacienty a důvod proč tomu tak je, je dosud neobjasněn. I přesto je léčba pacientům s doplněním taurinu doporučována (Agudelo, 2015). Na kočkách byly také dělány pokusy, ve kterých se posuzoval vliv taurinu na vývoj plodu. U koček, kterým byla podávána dieta bez taurinu, docházelo velmi často k potratům. Jestli-že se koťata narodila, byla malá, docházelo k předčasným porodům nebo měly různé postižení, jako špatně vyvinutou nervovou soustavu, časté neurologické defekty a některé se narodila bez mozku (Strunecká, Patočka, 2012).

2.2.2 Taurin u psů

Dilatační kardiomyopatie postihuje i psi, je spojena také s deficitem taurinu. U psů toto onemocnění souvisí i s nedostatkem L-karnitinu. I když není deficit L-karnitinu hlavní příčinou dilatační kardiomyopatie. Je nutné podávat zároveň taurin i L-karnitin, aby se zlepšil klinický stav, především u predisponovaných plemen. Dilatační kardiomyopatie je způsobena řadou možných příčin, které mohou být někdy i nejasné. Dokonce některé plemena i různé rodové linie můžou mít vyšší spotřebu taurinu nebo jsou postiženi nějakou metabolickou poruchou taurinu. Deficit taurinu vede k rozvoji dilatační kardiomyopatie u amerických kokršpanělů, novofoundlandských psů, dalmatinů a labradorských retrívrů. Je velmi důležité rozpoznání nedostatku taurinu, protože jeho doplnění může mít pozitivní vliv na funkce srdce. U plemen, která nejsou náchylná na dilatační kardiomyopatii, se doporučuje zjistit vyšetřením hladina taurinu v krvi. Pozitivní inotropické vlastnosti byly také pozorovány u výzkumných modelů, což může být znamenat, že má jeho suplementace význam i u jedinců bez nedostatku taurinu. Obvykle se u psů s deficitem taurinu, doporučují diety na základě masa a důvod nedostatku taurinu se svede na nedostatečné vstřebávání nebo na abnormality v metabolismu a exkreci taurinu (Agudelo, 2015).

Hladiny taurinu se u psů i koček vyšetřuje v krvi a plazmě. Tyto dva výsledky jsou přesnějším odrazem jeho hladiny v srdci a ve skeletu. U psů i koček postižených dilatační kardiomyopatií z nedostatku taurinu se hladina taurinu pohybuje < 25nmol/ml. Doporučuje se dávka 500-1000 mg. Velmi rychle lze sledovat zlepšení zdravotního stavu pacientů u echokardiografie, lze pozorovat zlepšení až po 2-4 měsících terapie. V dnešní době existuje celá řada rozmanitých produktů s taurinem. Výrobci se předstihují, aby byly výrobky co nejvíce atraktivní, jak pro zvířata, tak pro jejich majitele (Agudelo, 2015; Strunecká, Patočka, 2012).

2.3 Účinky taurinu na organismus

2.3.1 Účinky taurinu na zrak

Taurin patří mezi nejhojnější aminokyseliny nacházející se v sítnici oka. Při deficitu taurinu může dojít k poškození sítnice a to zejména poškození fotoreceptorů. Účinnost taurinu je závislá na jeho vychytávání do buněk sítnice (mikrovaskulární endoteliální buňky, pigmentový epitel) (Froger et al., 2014). Byla zjištěna i snížená koncentrace taurinu v krvi při postižení sítnice (Strunecká, Patočka, 2012). Taurin také může zabránit vzniku šedého zákalu (Froger et al., 2014), vykazuje silné ochranné účinky proti diabetickému poškození čočky (Hsu et al., 2012) a vyživuje a zvlhčuje oči (Bromová, Dalihodová, 2010).

2.3.2 Účinek taurinu na diabetes

Zajímavostí taurinu je jeho schopnost napodobovat funkci inzulínu. Tato vlastnost umožňuje zlepšení využití sacharidů podobným mechanismem, aniž by docházelo k poklesu krevního cukru nebo až k hypoglikemii jako u inzulínu. Proto dochází k efektivnějšímu zpracování látek, které jsou nezbytné pro růst svalů a jejich regeneraci (Bromová, Dalihodová, 2010). Taurin je obsažen v dostatečně vysoké koncentraci v beta buňkách Langerhansových ostrůvků. Výzkum také ukázal, že suplementace taurinu reguluje funkci beta buněk a homeostázu glukózy za normálních i diabetických podmínek (Santos-Silva et al., 2015). Buňky poškozené cytokiny mohou být účinkem taurinu schopny normalizace sekrece inzulínu (Zadák, 2008).

Byla provedena rozsáhlá klinická studie taurinu v léčbě diabetu, diabetické retinopatie, metabolického syndromu a kardiovaskulárních onemocnění. Studie uvádí pozitivní vliv na inzulínovou rezistenci a redukci hmotnosti u obézních jedinců. Také byl zjištěn účinek na krevní tlak, ostrost vidění a na metabolismus sacharidů a lipidů. Taurin působí pozitivně proti makro i mikrovaskulárním diabetickému postižení srdce (Dell Corte et al., 2001). Údaje ze studií potvrzují příznivý účinek proti diabetu prvního i druhého typu (Sirdah, 2015).

Diabetická neuropatie je jednou z mnoha komplikací diabetes mellitus. Bylo zjištěno, že doplněním taurinu dochází částečně k zmírnění zánětu neuronů. Obranný antioxidační mechanismus pro zmírnění neuropatie se aktivuje při suplementaci 2% taurinu v pitné vodě (Agca et al., 2014).

Byl proveden výzkum zabývající se suplementací taurinu při léčbě diabetu vyvolaného alloxanem. Podání taurinu významně zlepšilo hladinu glukózy v krvi a diabetický

šedý zákal v čočce. Histopatologické vyšetření ukázalo, že doplnění taurinu snížilo výskyt lézí vyvolaných hyperglykemií v čočce (Hsu et al., 2012).

2.3.3 Taurin při léčbě epilepsie

Předpokládá se působení taurinu na neurotransmitery. Objevily se také zprávy o tom, že suplementace taurinem může mít pozitivní vliv při léčbě epilepsie. Oxidační stres může dramaticky změnit funkce neuronů, s tím je také spojena neurochemická změna pozorovaná během statusu epileptiku a spontánních recidivujících záchvatů (Noor et al., 2015). Taurin pravděpodobně snižuje výskyt motorických tiků, např. nekontrolovatelné záškuby v obličeji. Použití taurinu při léčbě epilepsie je ovšem omezeno a to z důvodu jeho omezené prostupnosti z krve do mozkové tkáně (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2015).

2.3.4 Taurin u autistů

V současné době byly provedeny výzkumy, které zjistily sníženou hladinu taurinu v krvi a také deficit žlučových kyselin. S tím je spojen výskyt písčité stolice. Je doporučováno u dětí postižených autismem suplementace taurinu v rozmezí 250-500 mg denně, u dospělých maximálně 2 g denně. Je důležité postupovat opatrně a začít s nízkými koncentracemi taurinu. Postupně můžeme koncentraci navyšovat. Vhodná je konzumace ryb, vajíček a červeného masa (Strunecká, Patočka, 2012).

2.3.5 Taurin jako antioxidant

Taurin hraje důležitou roli v řadě biologických procesů a to i jako antioxidační látka. Patří tedy mezi látky s antioxidační schopností, ty omezují aktivitu volných radikálů a snižují pravděpodobnost jejich vzniku (Li et al., 2015). Jsou schopny tyto látky převádět do méně reaktivních nebo nereaktivních stavů. Antioxidanty pravděpodobně mají schopnost zpomalovat proces stárnutí a preventivně působí proti řadě nemocí, zejména proti onemocnění srdce a infarktu (Srdíć-Rajič, Konić Ristič, 2015; Regenermelová, 2010). U starších lidí se snižuje hladina taurinu a s tím je spojeno i zhoršení oxidačního stresu (Eppler et al., 2001). Studie Yildirima a Kilica (2011) poukazují na to, že taurin má potencionální roli pro zpomalení těchto reakcí.

Taurin funguje nepřímou, jako zametač reaktivních kyslíkových substancí (aktivních forem kyslíku), ale zvyšuje aktivitu buněčných antioxidačních mechanismů. Mezi hlavní účinek taurinu je vazba chloru a reaktivních molekul produkovaných neutrofilů a monocytů enzymem myeloperoxidázou. Z aktivního chloridového iontu vzniká taurin-chloramin (Tau-

Cl), tato vzniklá sloučenina je mnohem stabilnější a méně toxická (Zadák, 2008).

Pozitivní vlastností taurinu je chránit buněčné membrány před toxickými sloučeninami, včetně volných radikálů. Experimentálními výzkumy bylo zjištěno, že taurin působí jako přímý i nepřímý antioxidant. Působení taurinu jako nepřímého antioxidantu dochází ke stabilizaci plasmové membrány a proto brání zvyšování permeability způsobené kyslíkem.

Bylo zjištěno, že pokud se udržuje hladinu taurinu ve fyziologické koncentraci, působí jako antioxidant ochraňující aleveolární makrofágy u krys před možným oxidativním poškozením. Bronchioly vystavené NO₂ jsou tedy chráněny, účinkem taurinu před oxidativním poškozením. Suplementace taurinu snižuje i riziko výskytu specifických markerů karcinomu plic (Venkatachalam et al., 2014).

Taurin také ovlivňuje nejdůležitější antioxidační enzym vyrobený v reprodukčním mužském systému savců - superoxid dismutáza. Tento enzym se přirozeně vyskytuje v těle a chrání ho před aktivními volnými kyslíkatými radikály. Má důležitou schopnost neutralizovat superoxidový radikál, který řadíme mezi jeden z nejvíce škodlivých volných radikálů a mění ho na méně toxický peroxid vodíku. Množství superoxid dismutázy se snižuje s postupujícím věkem a v závislosti na genetických dispozicích. Patří mezi významné faktory pro obranyschopnost organismu. Tento enzym je také zkoumaný z hlediska léčby rakoviny, kdy jako antioxidant pravděpodobně napomáhá k ochraně proti destrukci buněk. Dle studií Mansuroglu et.al, (2015) má chemicky modifikovaná superoxid dismutáza pozitivní vliv na antioxidační stav u diabetických krys.

2.3.5.1 Glutathion

Glutathion řadíme k nejsilnějším antioxidantům, jelikož má schopnost tlumit působení volných radikálů. Patří mezi důležitou biomolekulu nacházející se v živočišných buňkách (nejvíce se nacházejí v hepatocytech) i rostlinných buňkách. U živočichů se vyskytuje v poměrně vysoké koncentraci 1-10 mmol/l. Je důležitým úložištěm redukované síry. Z chemického hlediska se jedná o tripeptid, složený z gama-glutamyl-cysteinyl-glycinu. Nachází se ve dvou formách a to redukované (GSH) a oxidované (GSSG). V redukované formě se jedná o triol a v oxidované formě o bisulfid. Důležitá je biochemicky jeho biosyntéza s ohledem na postavení v metabolismu buňky a antioxidační účinky. Biosyntéza glutathionu má dva stupně. Nejprve reaguje kyselina glutamová s cysteinem a za katalýzy gama-glutamylcysteinsynthasy vzniká gama-glutamylcystein. V následujícím druhém stupni reaguje gama-glutamylcystein s glycinem za vzniku redukované formy glutathionu. Tento

reakční stupeň katalyzuje glutathionsynthetasa. Antioxidační působení glutathionu funguje tak, že redukovaná forma glutathionu je slabé redukční činidlo vzhledem ke koncentraci sulfhydrylové skupiny v přítomném cysteinu. Princip účinku při působení volných kyslíkových radikálů je založen na oxidaci sulfhydrylové skupiny, vytvoří se disulfidická skupina a z glutathionu se vytvoří dimer glutathiondisulfid. Oxidovaná forma glutathionu se působením glutathionreduktasy přemění zpět na redukovanou formu glutathionu. Princip oxidačních a redukčních přeměn glutathionu se nazývá askorbát-glutathionový cyklus. Glutathion se využívá jako marker oxidačního stresu. Ve fyziologickém stavu se intracelulárně nachází přes 99 % glutathionu v redukované formě. Glutathion se také účastní transportu aminokyselin přes membránu do buněk v ledvinách pomocí enzymu gama-glutamyltransferasa, detoxikaci volných radikálů, brání vzniku mutagenních buněk, aktivně se účastní v gastrointestinálním traktu, ochraňuje DNA proti oxidačnímu poškození, obnovuje také vitaminy C a E. Suplementace glutathionu se neprovádí orálně. V žaludku se velmi brzy rozpadá což má za důsledek jeho omezenou absorpci ze střeva. Podává se tedy nitrožilně. Také je vhodné doplňovat látky podporující jeho tvorbu (Kopřiva, 2011). Nedostatečná koncentrace v těle se projevuje rychlým stárnutím, makulární degenerací, diabetem, poškozením plic a trávicího ústrojí, křečovitými stavy, Parkinsonovým syndromem a dalšími neurodegenerativními postiženími. V potravinách se nachází především v brokolici, zelí, kvěťáku, ale i v mase a ovoci (Arndt, 2011).

2.3.5.2 Metalothionein

Metalothionein je protein s nízkou molekulovou hmotností (6200), asi v 30 % jeho aminokyselinových zbytků se nachází cystein, ten váže ionty kovů kadmia, mědi a zinku. Proto je významným faktorem v interakci zinek-měď. Má proto významnou regulační funkci v metabolismu zinku a mědi. Také syntéza metalothioneinu je indukována zinkem. Je reaktivní v akutní fázi v souvislosti s oxidativním metabolismem (Vávrová, Pechová, 2006). Díky vysoké koncentraci cysteinu umožňuje svými volnými sulfhydrylovými skupinami redukovat volné radikály. Metalothionein je schopen také vázat xenobiotika (rtuť, stříbro, arzen). V lidském těle se ve vyšší koncentraci syntetizuje především v játrech a ledvinách. Jeho produkce je závislá na dostupnosti zinku, mědi, selenu a aminokyselin histidinu a cysteinu. U lidí jsou známy čtyři hlavní izoformy MT 1, MT2, MT3 a MT4. Nejvíce rozšířené izoformy u savců jsou MT 1 a MT 2, ty jsou rychle indukovány v játrech pomocí široké škály kovů, léků a zánětlivých mediátorů (Coyle et al., 2002). Isoforma MT 3 se nachází ve

vysokých koncentracích v mozku a izoforma MT 4 je soustředěna nejvíce v epiteliálních tkáních, jícnu, gastrointestinálním traktu a kůži. Metalothionein patří mezi nejstarší antioxidanty produkované v lidském těle. V dnešní době došlo k jeho zdůraznění vzhledem k rozvoji a využití v anti-agingu. Nicméně nedávné experimenty ukazují, že metalothionein by mohl hrát důležitou roli v prevenci a zástavě degeneraci neuronů při Alzheimerově chorobě, stejně jako chrání střevní bariéru před toxickými kovy. Bylo prokázáno, že u Alzheimerovy choroby dochází ke snížení izofomy MT 3 v mozku. Metalothionein pracuje synergicky s glutathionem. Obě látky jsou bohaté na cystein, proto jsou schopny se vázat na širokou škálu volných radikálů a toxinů. Pokud se glutathion oxiduje, dochází k přenosu toxických kovů na metalothionein a následně dochází k jejich odstranění a vyloučení. Při nedostatku metalothioneinu dochází k neschopnosti navázání toxických kovů, k jejich následnému hromadění ve tkáních a negativnímu vlivu na zdravotní stav (Mcevoy, 2014).

Další studie uvádí zvýšené hladiny MT 1 a MT 2 při nádorovém onemocnění jako je rakovina prsu, ledvin, plic, nosohltanu, vaječnicků, prostaty, varlat, slinných žláz, močového měchýře, děložního čípku a také u karcinomu kůže (Pedersen et al., 2009). Metalothionein byl označen za potenciální negativní regulátor apoptózy a některé studie naznačují, že může mít velký podíl v karcinogenezi a resistenci u některých nádorových buněk (Takahashi, 2012).

Metalothionein byl také studován z hlediska epilepsie. Kdy byla zjištěna jeho zvýšená hladina při postižení epilepsií, výsledky ukazují, že jeho zvýšená hladina souvisí s oxidačním stresem (Juárez-Rebollar et al., 2015).

2.3.6 Taurin jako doplněk stravy

Stále více se taurin stává populárním jako složka doplňků stravy, funkčních potravin a nápojů. V dnešní době se velké množství taurinu přidává do energetických nápojů. Využívá se jeho schopnosti jako energizéru, protože stimuluje mozkovou aktivitu. Taurin také ovlivňuje činnost neurotransmiterů, optimalizuje činnost CNS a zvyšuje prokrvení mozku, což vede ke stimulaci myšlenkových pochodů a celkovému zvýšení výkonnosti a bdělosti (Bromová, Dalihodová, 2010).

V poslední době se energetické nápoje stávají oblíbené a to zejména u dospívajících (ve věku 10-19 let) a mladých dospělých, což má vážné důsledky pro jejich zdraví. Popularita těchto nápojů je v důsledku zmírnění únavy, zlepšení fyzické a duševní výkonnosti. Při konzumaci těchto nápojů je ignorováno reálné nebezpečí. Výzkumný tým v Kanadě odhaduje, že 31% z 12 až 19-letých adolescentů pravidelně konzumuje energetické nápoje. Tyto nápoje často obsahují vysoké množství kofeinu. Mohou však obsahovat i maskovaný kofein,

například ve formě guarany. Přidání guarany a dalších látek, jako jsou ženšen či taurin, ve variabilních množstvích může negativně ovlivňovat zdraví. Mezi možné negativní důsledky se řadí tachykardie, zvýšená úzkost, závrať, úzkost, mdloba, deprese, nespavost, infarkt myokardu, kardiovaskulární onemocnění, ale i náhlá srdeční smrt (Sanchis-Gomar et al., 2015).

2.3.6.1 Sport a fitness

V současné době se taurin stále více využívá v kulturistice a fitness. Deriváty aminokyselin jsou často šířeny jako účinné látky k posílení fyzické a psychické výkonnosti. Mezi nejčastěji vyžívané při sportu se řadí kreatin, karnitin, tyrosin a taurin. U taurinu bylo zjištěno, že oddaluje nástup únavy, zlepšuje sportovní výkon a tělesnou sílu (Luckose et al., 2013).

Taurin má důležitou vlastnost při intenzivních trénincích, působí na snižování hladiny kyseliny mléčné. Také zvyšuje objem svalových buněk a napomáhá k udržení minerální bilance, což předchází výskytu svalových křečí. Běžná koncentrace taurinu přijatá z potravin sportovcům pro své výkony nestačí a proto by měl být doplňován. V průběhu tréninku hladina taurinu v našem těle klesá, a proto klesá úměrně i naše síla. Suplementací taurinu před sportovním výkonem dosáhneme toho, že se snížení síly neprojeví a síla se může dokonce i mírně zvýšit. Taurin napomáhá srdci pracovat šetrněji a efektivněji, protože zvyšuje sílu srdečních kontrakcí a současně snižuje tepovou frekvenci. Napomáhá dostat glukózu a aminokyseliny do svalových buněk a tím působí anabolicky jako inzulin, ale nedochází ke snižování koncentrace krevního cukru.

Výzkumy ukazují, že suplementace taurinu vede ke snížení rozkladu svalových bílkovin, a to dokonce o 20 %, a tím působí antikatabolicky (Smejkal, 2015).

Pro své energetické účinky se podává 20-30 minut před výkonem a to v dávkách od 500-1000 mg. Tím výrazně zlepšuje koordinaci pohybů, soustředění, psychickou odolnost a toleranci stresu (Bromová, Dalihodová, 2010). Taurin také funguje jako stimulant při oddálení pocitu únavy po cvičení (Smejkal, 2015).

Výzkumy prokazují možnost, že taurin zvyšuje svalovou vytrvalost až o 50 %. Taurin napomáhá srdci přemístit více krve do svalů. Toho se využívá jak při vytrvalostních kardio trénincích, tak i při silovém cvičení. Bylo zjištěno, že pokud se před tréninkem přijme taurin, zvyšuje se schopnost odcvičit více opakování (Anonym 3, 2012).

Taurin může zesilovat účinky inzulinu. Ten přesouvá cukr z krve do buněk a taurin tento proces urychluje. Suplementace taurinu po cvičení způsobí, že krevní cukr je rychleji přesunut do namáhaných částí. Může to způsobit nedostatečné množství energie pro mozek, a

proto hrozí riziko výskytu hypoglykémie a s tím spojené nevolnosti, mdloby a ztráta vědomí (Zimola, 2010).

Taurin má protektivní vliv na ochranu buněk proti poškození DNA způsobené pohybovou aktivitou. Předpokládá se, že vede ke snížení svalového poškození způsobené při svalové práci a urychluje regeneraci mezi tréninky. Také byly provedeny studie, které ukázaly že suplementací taurinu může dojít ke zvýšení sportovního výkonu, protože zvyšuje intenzitu svalové kontrakce (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2015).

Byl proveden výzkum sledující vliv energetických nápojů na srdeční činnost v průběhu cvičení. Výzkumy provedeny u třinácti kulturistů metodou echokardiografie, sledovaly zlepšení srdeční funkce. Bylo zjištěno, že pití energetických nápojů zvýšilo množství přečerpávané krve srdcem až o 21 %, zatímco u čistého kofeinu nebyl zjištěn žádný účinek (Vinš, 2013).

Taurin se většinou vyrábí v kapslích o koncentraci 500 mg. Často se aplikuje do mnoho energetických nápojů. Plechovka Red Bullu obsahuje 983 mg taurinu, tím je podpořen povzbuzující účinek kofeinu a stimulace energetického účinku přidaného jednoduchého cukru. Pro dosažení povzbudivého účinku se doporučuje suplementace 2 - 6 g taurinu denně. Pro prevenci se uvádí snížené množství na 500 mg taurinu denně (Anonym 2, 2004).

2.3.7 Účinek taurinu na játra

Játra jsou důležitým orgánem látkové výměny, v metabolismu sacharidů, tuků i bílkovin. Jsou také orgánem zásobním, ukládají glykogen, železo a vitaminy. Nejdůležitější je jejich detoxikační funkce organismu. Játra jsou tedy vystavena škodlivým účinkům léků, toxinů, široké paletě karcinogenních a mutagenních škodlivin. Taurin je významná ochranná látka, která pomáhá zabránit poškození jater v průběhu detoxikace (Yx et al., 2004).

Byly provedeny podrobné výzkumy vlivu taurinu na jaterní funkce. Také se sledoval vztah při chronické hepatitidě, postižení jater toxiny i jaterní fibróze. Při postižení jater dochází k rozsáhlé destrukci jaterní tkáně, až po úplnému vyčerpání kapacity jaterní regenerace hepatocytu. Taurin pozitivně a ve prospěch zajišťuje vyváženou bilanci mezi regenerací hepatocytů a podpůrné vazivové tkáně. V poslední době byly provedeny výzkumy, které poukazují na značný ochranný vliv taurinu na integritu jaterní tkáně, postiženou chemickými látkami. Tamoxifen, antiestrogenní cytostatika a další toxické látky indikují hepatotoxicitu vyvoláním lipoperoxidace a omezením antioxidačního ochranného systému. Ochranu jater zajišťuje taurin pomocí stabilizace rovnováhy antioxidačního systému a aktivních forem kyslíku, především při lipoperoxidačních procesech. Profylaktická příprava

podáváním taurinu ve výzkumu výrazně omezuje hepatotoxicitu a funkční i morfologické postižení jaterní tkáně (Zadák, 2008). Pravidelná konzumace taurinu ve stravě může poskytnout potenciální terapeutickou léčbu proti jaternímu oxidačnímu nebezpečí (Roy, 2011).

Ukládání tuků v játrech, vede k jejich ztučnění s čímž je spojena i obezita, Taurin reguluje metabolismus lipidů a tím brání ztučnění jater (Bonfleur et al., 2015). Taurin vykazuje i pozitivní výsledky při léčbě jaterní fibróze způsobenou alkoholem (Devi et al., 2009). Výzkum sledoval účinek taurinu na onemocnění způsobené alkoholem. Potkanům byl podáván alkohol po dobu 3 měsíců, poté byl zkoumán vliv taurinu na vývoj jaterního onemocnění. Bylo zjištěno, že podávání taurinu snižuje koncentraci aspartátaminotransferázy, zvyšuje hladinu glutathionu a superoxid dismutázy. Patologické změny ukázaly, že podíl tukové degenerace a záněty jsou ve skupině potkanů, kterým by podán taurin menší než u kontrolní skupiny. Tato zjištěná ukazují, že jaterní onemocnění způsobené chronickou konzumací alkoholu lze předcházet a zastavit (Wu et al., 2009).

Byly zjišťovány účinky v léčbě schistosomiázy, při podávání taurinu. Schistosomiáza je tropické parazitární onemocnění napadající člověka i zvířata. Nemoc vyvolávají krevní motolice rodu *Schistosoma* (krevnička). Vajíčka těchto parazitů se mohou usadit do žilní sítě jater a dochází k poškození jaterní tkáň. Následně může dojít až k jaterní cirhóze. Během výzkumu byl infikované skupině myši podán taurin v pitné vodě, po dobu čtyř týdnů. Taurin výrazně zlepšil jaterní patologické nálezy, snížil výskyt granulomu v oblasti jater a zabránil v progresu fibrózy (Yu, 2016).

2.3.8 Účinek taurinu na srdeční činnost

Suplementace taurinu zmírňuje srdeční následky po infarktu myokardu (Ardisson et al., 2013). Využívá se pro zlepšení srdeční funkce, při srdečním selháním i při závažných srdečních onemocnění. Stav u některých pacientů s těžkým srdečním selháním se rychle zlepšuje po 4 až 8 týdnech suplementace. Pozitivní výsledky jsou viditelné po dlouhodobém užívání taurinu. Délka léčby trvá do jednoho roku (Vinš, 2013).

Při studii na krysách bylo zjištěno, že při pravidelnému doplnění taurinu ve stravě dochází k regulaci diabetu a jeho přidružených komplikacích srdce (Das, 2012).

Studie na zvířatech ukazují, že suplementace taurinu 500 mg třikrát denně se snižuje úmrtnost a zabraňuje srdečnímu selhání. U pacientů postižených městnavým srdečním selháním, při kterém srdce čerpá snížené množství krve do těla, dochází k hromadění krve v jiných orgánech (nejvíce v plicích a játrech). Při podávání taurinu bylo u těchto pacientů

zjištěno pozitivní vliv a to především zvýšení fyzické zdatnosti (Beyranvand, 2011).

Některé výzkumy zjišťovaly vliv taurinu při cvičení na minimalizaci škodlivých účinků na zdraví a v prevenci cévních chorob. Byl potvrzen pozitivní účinek v prevenci endoteliální dysfunkce (Oharomari et al., 2015).

2.3.9 Účinek taurinu na mozek

Taurin je přítomen v mozku, kde se podílí na mnoha funkcích. Má velmi důležitou roli jako neurotransmitter. Studie syntézy a distribuce ukazují, že taurin je přítomen v mozku již na počátku embrya a je rozdílně distribuován (Roysommuti et al., 2015).

Taurin má vlastnosti jako energizér, tím stimuluje mozkovou aktivitu. Působí na chování neurotransmiterů, optimalizuje činnost CNS a zlepšuje prokrvení mozku, to vede ke stimulaci myšlenkových pochodů a celkovému zvýšení výkonnosti a bdělosti (Bromová, Dalihodová, 2010). Proto je v posledních letech prosazován jako doplněk stravy zvyšující pozornost, kognitivní schopnosti a pocity pohody. Byl proveden výzkum, který se zabýval těmito účinky při konzumaci doplňků výživy obsahující taurin, kofein a glukuronolaktan (přírodní detoxikující látka). Touto studií byl zjištěn pozitivní účinek na mentální výkon a náladu člověka. Bohužel byl testován účinek těchto látek dohromady a není zjištěno jaký vliv měl samostatně taurin (Kleiner, Greenwood-Robinson, 2015).

Taurin působí nejvíce v oblasti mozku. Působí na přenos nervových vzruchů a ovlivňuje signály v nervové soustavě. Nejdůležitější funkci jako přenašeč nervových vzruchů v mozku plní v průběhu embryonálního a časného postnatálního života (Roysommuti, Michael, 2015). V průběhu embryonálního a raně postnatálního života působí taurin jako hlavní inhibiční neurotransmitter, nachází se zde ve vyšší koncentraci než kyselina gama-aminomáselná. V postnatálním období se zvyšuje působení kyseliny gama-aminomáselné spolu s glycinem, jako centrální inhibiční vysílač. V mozku probíhá relativně nízká de novo syntéza taurinu, proto je vhodné doplnění taurinu pro rozvoj a funkci mozku (Roysommuti et al., 2015). Plod získává taurin výhradně od matky. Předčasně narozené děti a novorozenci také nemají možnost vlastní syntézy taurinu. Jestliže není jeho koncentrace v mateřském mléku dostatečná, může dojít v jejich mozku k nepříznivým změnám (Strunecká, Patočka, 2012). Je tedy zapotřebí suplementace taurinu, pro správný rozvoj a funkce mozku. Vyčerpání taurinu v perinatálním období vede k poruše učení, paměti, krevního tlaku a nervových regulací. Naopak doplnění taurinu zabraňuje nebo zlepšuje některé neurologické poruchy (Roysommuti et al., 2015). Studie také naznačují, že má taurin potenciál jako širokospektrální činidlo pro prevenci a léčbu poškozených neuronů u novorozenecké žloutenky (Zhanga et al.,

2015). Účinek taurinu v neurotransmisi je snížen požitím alkoholu (Yang et al., 2009).

Taurin také zajišťuje ochranu mozku před neurotoxickým působením ostatních aminokyselin, jako je glutamát nebo kyselina asparagová (aspartát). Ochraňuje tím nervové buňky před jejich poškozením (Strunecká, Patočka, 2012).

Taurin se podílí v procesech zahrnující rozvoj mozku a na přenosu nervových vzruchů. S tím je spojen vliv taurinu na nervové kmenové buňky ve vnitřním uchu. Podle Wanga má taurin potenciál k léčbě při ztrátě sluchu, způsobené degenerací neuronů a dokonce vede ke zlepšení citlivosti sluchu a tím zvyšuje celkovou dráždivost sluchového nervového systému (Wang et al., 2015).

Předpokládá se, že taurin působí neuroprotektivně na neurony, ochraňuje je tedy před poškozením a odumíráním (Camargo et al., 2015). U starších lidí se snižuje neurogeneze v oblasti velkého mozku, což může vést k poškození kognitivních funkcí a zvyšuje se riziko zánětu. S vyšším věkem je spojena i nižší koncentrace taurinu. Podle výsledku Gebara, který prováděl studium vlivu taurinu na neurogenezi u stárnoucích myši, má taurin pozitivní vliv na neurogenezi. Vede také ke zmírnění poškození kognitivní funkce (Gebara et al., 2015). Taurin podporuje zrání neuronů a jeho terapeutická dávka vede k celkovému neurologickému zotavení (Xiao et al., 2015). Také je prokázáno, že taurin chrání neurony před arsenem. Ten patří mezi průmyslové kovy se silnou neurotoxicitou, vyskytuje se široce v půdě, v prostředí jako průmyslový odpad, fungicid a v podzemních vodách. U dětí způsobuje zpomalení inteligentního vývoje a snížení kognitivních funkcí (Chou et al., 2015). Studie potvrzují i útlum oxidačního stresu a mitochondriální dysfunkci neuronů před účinkem niklu (Xu et al., 2015). Dle výzkum Gu et al. (2015) bylo prokázáno, že taurin při vnitřním poranění hlavy, ochraňuje šedou a bílou hmotu mozku a zeslabuje hipokampální zranění.

2.3.10 Vliv taurinu na krevní běh

Při výzkumu na Mendlově univerzitě byla sledována koncentrace taurinu v krevní plazmě a erythrocytech a to po jeho suplementaci. Pro výzkum byl použit laboratorní potkan druhu Wistar Han. Studie probíhala po dobu 28 dní. Potkanům byl taurin podáván v krmných směsích, ty byly tvořeny z nezávadných komponent a rozdíl byl v přídatku taurinu. Při pokusu byl sledován zdravotní stav, přírůstky hmotnosti, čistý příjem pokusných krmných směsí, příjem a konverze krmiva. Pro vyšetření byly odebrány vzorky 2 ml krve, kde se následně stanovila hladina taurinu v krevní plazmě i v červených krvinkách. Při ukončení pokusu došlo k punkci do srdce, odběru krevních vzorků, vzorku mozku a jater. Při výzkumu bylo zjištěno, že suplementace v krmných směsích má pozitivní vliv na koncentraci taurinu v

erythrocytech a krevní plazmě, což může být ve prospěch mnohých fyziologických procesů pro tělo (Lukešová, 1995).

2.3.11 Vliv taurinu na užítkovost

Byla provedena studie na růstovou schopnost u prasat při aplikaci taurinu. I když se předpokládal příznivý vliv taurinu na růst, bylo zjištěno, že má nepříznivý vliv na schopnost růstu (Liu et al., 2014).

Při aplikaci taurinu do krmných směsí pro brojlerů, byl zjištěn negativní vliv taurinu na užítkové parametry. Taurin byl suplementován 400 kohoutkům, kteří byli rozděleni do 4 skupin po 100 jedincích. Ti byli krmeni dle stáří. Krmné směsi byly obohaceny o taurin v první skupině byla koncentrace taurinu 0 mg / kg směsi, v druhé 250 mg / kg směsi, v třetí 500 mg / kg směsi a v poslední skupině 750 mg taurinu/ kg směsi. Směs byla zkrmována ad libidum ve formě granulek. Hmotnostní přírůstek živé váhy byl zjišťován individuálním vážením kuřat. Na konci pokusného výzkumu byla vyhodnocena intenzita růstu, spotřeba a konverze krmiva a úhyn. Ve skupině s nejvyšší koncentrací taurinu (750 mg/kg směsi) byla zjištěna ve srovnání se skupinami s 250 a 500 mg/ kg směsi průkazně nižší konečná hmotnost (Hošková et al., 2013).

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv různých hladin taurinu na antioxidační status organismu laboratorních potkanů. Dále sledovat koncentraci taurinu ve vybraných orgánech.

4 MATERIÁL A METODIKY

Experimentální zvířata

K pokusu bylo použito 48 samců potkanů druhu Wistar (BioTest, Konárovice, Česká republika). Na počátku pokusu bylo potkanům 28 dní. Rozdíly v tělesné hmotnosti byli v rozmezí 2,5 g. Zvířata byla držena v klimatizované místnosti se stabilní teplotou 23 ± 1 °C, vlhkost v místnosti byla 60%, délka světelného dne byla 12 hodin se světelnou intenzitou 200 lx, obsah CO₂ byl do 0,25%, NH₃ až 0,0025%. Zvířata přijmala dietu a pitnou vodu ad libidum. Všechna zvířata byla v dobrém stavu a nebyly pozorovány žádné odchylky v chování a vývoji. Experiment byl schválen a pod dohledem etickou komisí, Mendelovy univerzity v Brně, Brno, Česká republika.

Experiment

Zvířata byla rozdělena do 8 experimentálních skupin (6 samců v každé skupině). Krmné směsi byly obohaceny o taurin v dávkách 0, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 a 4000 mg / kg /diety. Pokus trval 4 týdny. Průměrná spotřeba krmné směsi za den byla 35 g. Zvířata byla usmrcena po 28 dnech. Od zvířat se odebíraly vzorky z jater a mozku, následně byly zmrazeny a analyzovány.

Chemikálie

Taurin a ostatní chemikálie byly zakoupeny od Sigma Aldrich Chemical Corp. (St. Louis, Missouri, USA). Zásobní roztok 800 mM taurinu byl připraven zředěním destilovanou vodou. Deionizovaná voda byla připravena v zařízení pro reverzní osmózu Aqual 25 (Česká republika). Dále je deionizovaná voda čištěna za použití přístroje MiliQ Direct QUV, který je vybavený UV lampou. Odpor byl 18 MV. Hodnota pH byla měřena pomocí měřiče pH WTW inoLab (Weilheim, Německo).

Příprava vzorků pro stanovení taurinu, glutathionu a metalothioneinu

Vzorek (1 g jater nebo mozku, čerstvá hmotnost) byl hluboce zamrazen kapalným dusíkem. K vzorku se přidalo 1 ml 0,2 M fosfátového pufru (pH 7,0). Následovalo míchání vzorku po dobu 15 minut a centrifugace při 25.000 g (20 min při teplotě 4 °C). Supernatan o objemu 300 µl se smísil se 300 µl 15% kyseliny trifluoroctové (TFA). Takto připravený vzorek se dále

centrifuguje 24,000g (20 min, 4 °C). Konečný vzorek o objemu 400 µl je připraven pro analýzu pomocí zařízení AAA 400.

Stanovení taurinu

Pro identifikaci taurinu byla použita iontově výměnná kapalinová chromatografie s kolonou derivatizací ninhydrinem. VIS detektor byl nastaven na 5 µl o dvou vlnových délkách: 440 a 570 nm. Skleněná kolona byla temperována na 60 ° C, s vnitřním průměrem 3,7 mm a délce 350 mm, byla naplněna ručně se silným cationexovým měničem v cyklu sodného LG ANB (INGOs) (Praha, Česká republika) s přibližně 12 µm částic a 8% pórovitosti. Kolona byla temperována na 60 ° C. Roztok ninhydrin (Sigma Aldrich), byl připraven v 75% methyl celosolve (v / v) v 2% (v / v) 4 M kyseliny octové pufru (pH 5,5). Chlorid cínu byl použit jako redukční činidlo. Připravený roztok ninhydrinu byl uložen pod inertní atmosférou (N₂) v temnu při teplotě 4 °C. Eluce taurinu byla provedena pufrém obsahujícím 11,11g kyseliny citrónové, 4,04 citrátu sodného a 9,25 g NaCl na litr roztoku a pH 2,7. Průtok byl 0,25 ml / min při tlaku v rozmezí od 4,5 do 6,0 MPa. Teplota v reaktoru byla nastavena na 120 °C.

Stanovení redukováného a oxidovaného glutathionu

HPLC-ED systém se skládá ze dvouchromatografických čerpadel Model 582 ESA (ESA Inc., Chelmsford, MA) (pracovní rozsah 0.001-9.999 ml min⁻¹), chromatografické kolony s reverzní fází Zorbax Eclipse AAA C18 (150 x 4,6; 3,5 µm částice, Agilent Technologies, USA) a dvanácti-kanálového CoulArray elektrochemického detektoru (Model 5600A, ESA, USA). Detektor se skládá ze tří průtokových analytických komor (Model 6210, ESA, USA). Každá komora obsahuje čtyři analytické buňky. Jedna analytická buňka obsahuje dva referenty (vodík-paladium), dvě počítadla a jeden porézní grafit pracovní elektrody. Elektrochemické detektor se nachází v řídicím modulu, který je termostován. Vzorky (20 µl) byly s pomocí injekčního autosampleru injektovány (model 542, ESA, USA) prostor je temperován. Kolona byla termostována na 35 °C. Průtok mobilní fáze byl 1 ml min⁻¹. Mobilní fáze se skládá z: kyselina trifluoroctová (80 mM), B: 100% Met-OH. Sloučeniny byly eluovány po lineární v rýhovací gradientu: 0 → 1 min (3% B), 1 → 2 min (10% B), 2 → 5 min (30% B), 5 → 6 min (98% B). Detekce byla prováděna na aplikovaný potenciál 900 mV. Doba jedné analýzy byla 20 minut.

Stanovení metalothioneinu

Při použití této metody byla provedena diferenční pulsní voltametrická měření za pomoci plně automatizované aparatury 747 VA Stand, 693 VA Procesor, 695 Autosampler (Metrohm,

Švýcarsko). S použitím standardního potenciometru s tříelektrodovým zapojením a chlazeným držákem vzorku do 4 °C (Julabo F25, JulaboDE, Německo). Rtuťová kapková elektroda (HMDE) s kapkou o rozloze 0,4 mm² byla pracovní elektroda. ANAG / AgCl / 3M KCl elektroda byla referenční a platinová elektroda byla pomocná. Pro zpracování dat byla použita VA databáze 2.2, pomocí Metrohm CH. Analyzované vzorky byly před měřením zbaveny přebytečného kyslíku propláchnutím argonem (99,999%) nasyceného vodou po dobu 120 s. Byl použit Brdičkův pomocný elektrolyt, obsahující 1 mM Co (NH₃)₆Cl₃ a 1 M amoniakového pufru (NH₃ (aq) + NH₄Cl, pH = 9,6). Nosný elektrolyt byl vyměněn po každé analýze. Parametry měření byly následující: počáteční potenciál -0,700 V, konečný potenciál -1,750 V, modulační čas 0,057 s, časový interval 0,2 s, potenciální krok 0,002 V, modulační amplituda -0,250 V, E_{ads} = 0 V, objem vstříkovaného vzorku: 2 ml (20 µl vzorku, 1980 µl Brdičkova elektrolytu) pro kalibrační křivky.

Příprava vzorků pro stanovení aminokyselin

Vzorek (0,01 g jater nebo mozku, čerstvá hmotnost) byl smíchán s 500 µl 35% kyseliny chlorovodíkové a mineralizován pomocí mikrovlnného zařízení MW 3000 (Anton Paar, Graz, Rakousko) pomocí parametrů: Výkon 80; Rampa, 15 min; doba, 90 min; Max, tlak 25 bar, Rotor XF100-4. Mineralizovaný vzorek (100 µl) se zředí 900 µl pufru (zředění thiodiglykol 5 ml, kyselina citronová 14 g, chlorid sodný 11,5 g, a azid sodný 0,10 g na litr) a odstředí se za použití odstředivky 5417Runder za následujících podmínek: teplota 4 °C, 25,000 x g po dobu 20 minut. Následně se 500 µl vzorku zředí v 500 µl 0,6 M NaOH rozpuštěných v ředicím pufru před analýzou pomocí iontově-výměnné chromatografie.

Stanovení aminokyselin

Pro identifikaci složení aminokyselin byla využita iontově výměnná kapalinová chromatografie s kolonou derivatizací ninhydrinem a dvojitého kanálu VIS detektoru, byl nastaven na 5 µl na dvou vlnových délkách: bylo použito 440 a 570 nm. Byla použita skleněná kolona, temperovaná na 60 °C, s vnitřním průměrem 3,7 mm a délky 350 mm, byla naplněna ručně se silným cationex měničem v cyklu sodného LG ANB (INGOs) s přibližně 12 µm částic a 8% pórovitostí. Kolona byla temperována na 60 °C. Roztok ninhydrinu (Sigma - Aldrich), byl připraven v 75% methyl celosolve (v / v) v 2% (v / v), 4 M pufru kyseliny octové (pH 5,5). Chlorid cínu byl použit jako redukční činidlo. Připravený roztok ninhydrinu byl uložen pod inertní atmosférou (N₂) v temnu při teplotě 4 °C. Bylo provedeno vymývání aminokyselin, pufrly obsahovaly 11,11g kyseliny citronové, 4,04 citrátu sodného, 9,25 g

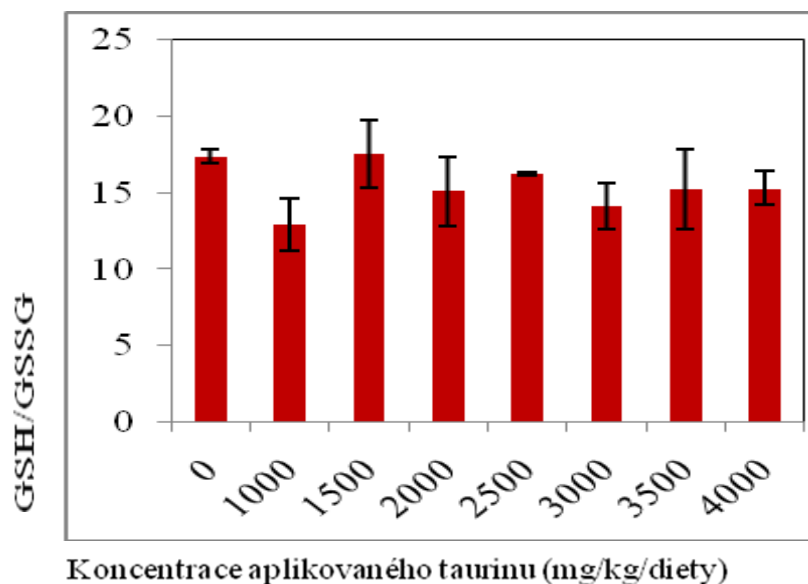
chloridu sodného a 2,5 ml thiodiglykolu a na litr roztoku a hodnota pH byla 2,7, který obsahuje 10 g kyseliny citrónové, 5,6 citrátu sodného, 8,36 g chloridu sodného a 2,5 ml thiodiglykol na litr roztoku a pH bylo 3, obsahovalo 7,53 g kyseliny citrónové, citrátu sodného, 9,06 g 18 g chloridu sodného a 2,5 ml thiodiglykol na litr roztoku a pH bylo 4,25, obsahující citrát sodný 19,6 g, 52,6g NaCl a 2,05 g kyseliny borité na litr roztoku a pH bylo 9,7. Průtok byl 0,25 ml / min při tlaku v rozmezí od 4,5 do 6,0 MPa. Teplota v reaktoru byla nastavena na 120 ° C.

Statistika

Údaje byly zpracovány statisticky pomocí programu STATISTICA.CZ, verze 10.0 (Česká republika). Výsledky jsou vyjádřeny jako průměr \pm směrodatná odchylka (SD). Statistická významnost byla stanovena stanovením základních rozdílů mezi skupinami a mezi jednotlivými vzorky s použitím ANOVA a Schéffeho testu (dvoufaktorová analýza) pro parametry GSH / GSSH; taurin; metalothionein a jednotlivé aminokyseliny (Asp, Thr, Ser, Glu, Pro, Gly, Ala, Cys, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, His, Lys, Arg). Rozdíly na hladině $P < 0,05$ byly považovány za významné.

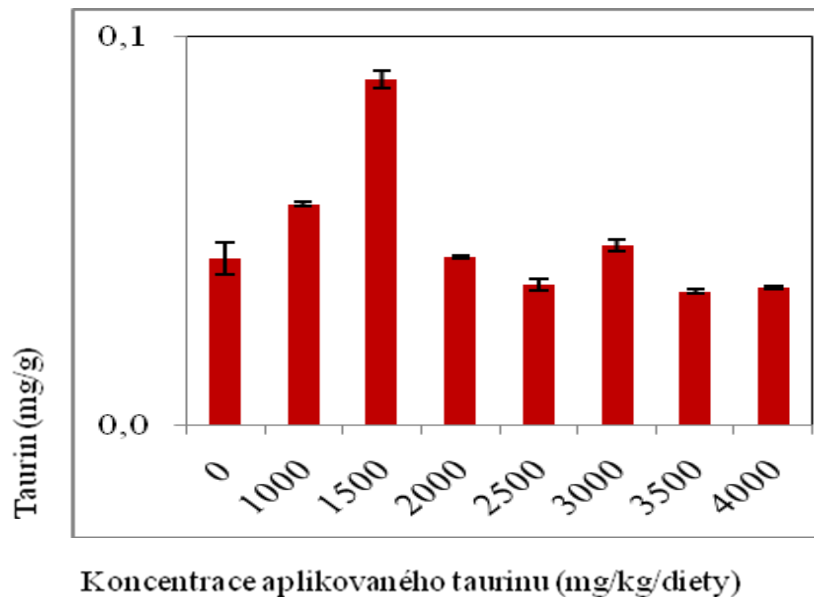
5 VÝSLEDKY

V průběhu pokusu byl sledován vliv rozdílných hladin taurinu na markery oxidačního stresu organismu. Rovněž byl sledován obsah taurinu a jednotlivých aminokyselin ve vybraných orgánech.



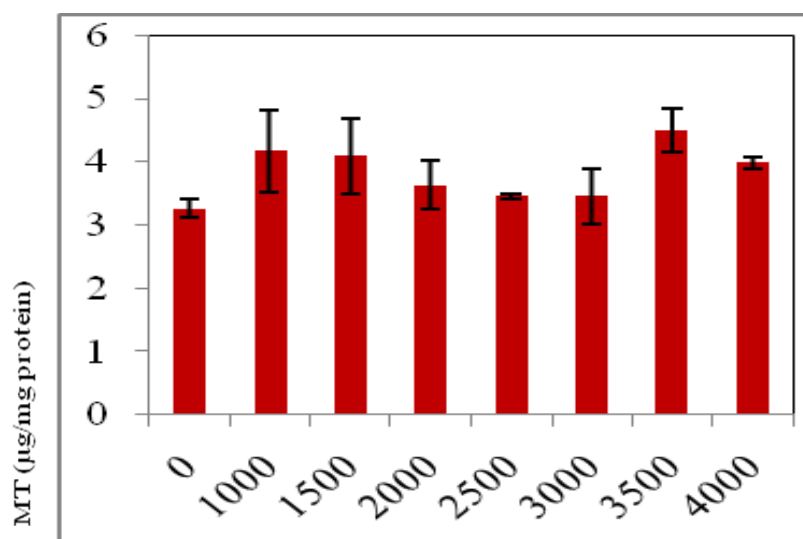
Graf č.1 Poměr GSH/GSSG v játrech po aplikaci taurinu

Graf č. 1 zobrazuje poměr GSH/GSSG v játrech po aplikaci taurinu. Při aplikaci 1500 mg taurinu došlo k nepatrnému nárůstu hodnot glutathionu o 1 % oproti kontrolní skupině. Hladina glutathionu byla průkazně snížena při aplikaci 1000, 2500, 3000 a 4000 mg ($P < 0,05$). Zjištěné hodnoty glutathionu byly v rozmezí 12,9-17,6.



Graf č.2 Koncentrace taurinu v játrech po aplikaci taurinu

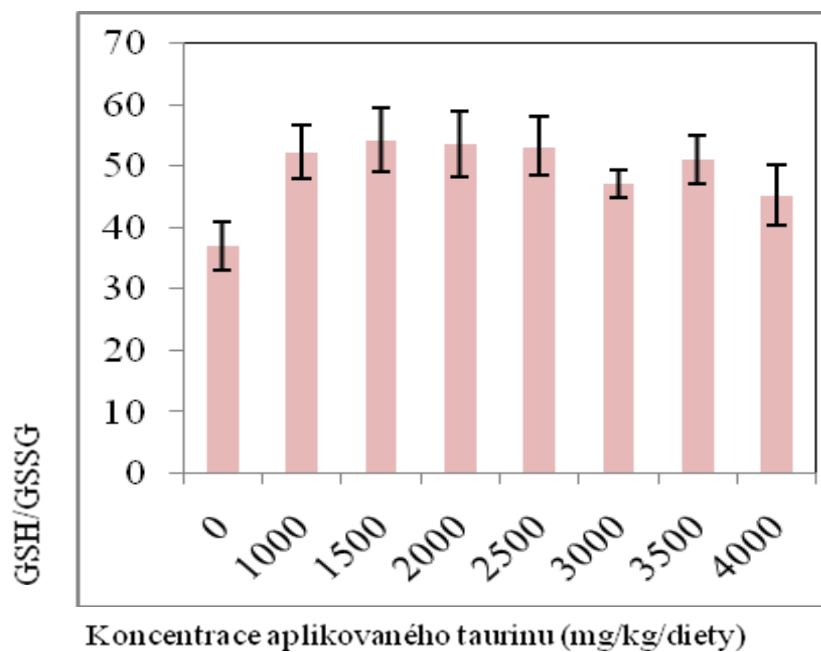
Graf č. 2 vyobrazuje výsledky koncentrace taurinu v játrech po jeho aplikaci. Hladina taurinu byla průkazně zvýšena při aplikaci 1000 a 1500 mg ($P < 0,05$). Při aplikaci 1500 g činil rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou 107 %. Signifikantní pokles byl zjištěn při aplikaci 3500 a 4000 mg taurinu. Zjištěné hodnoty taurinu byly v rozmezí 35-89 mg/g.



Koncentrace aplikovaného taurinu (mg/kg/diety)

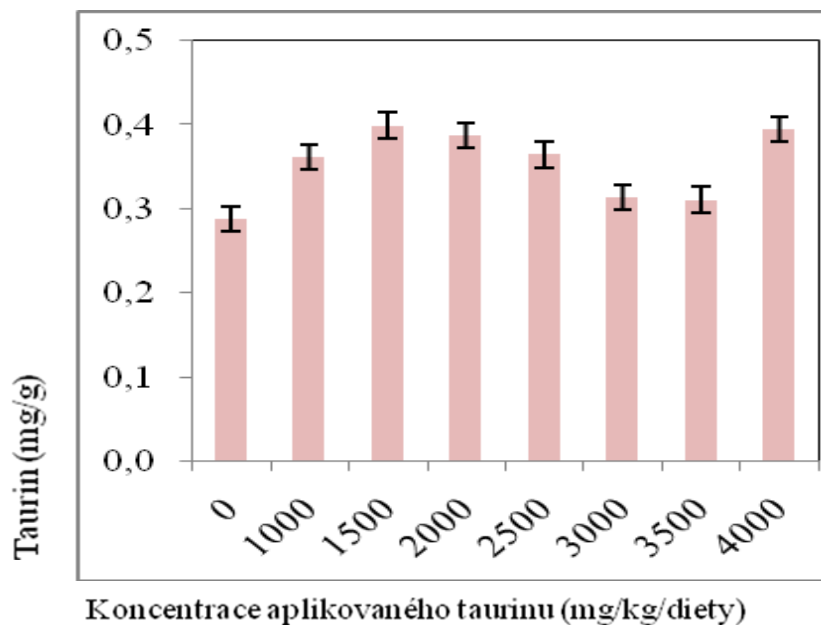
Graf č.3 Koncentrace metalothioneinu v játrech po aplikaci taurinu

Graf č. 3 vyobrazuje výsledky koncentrace metalothioneinu v játrech po aplikaci taurinu. Hladina metalothioneinu byla průkazně zvýšena při aplikaci 1000 mg ($P < 0,05$). V porovnání s kontrolní skupinou rozdíl činí 27 %. K průkaznému zvýšení došlo také při aplikaci 1500 mg, kdy rozdíl s kontrolní skupinou činí 25 % dále při aplikaci 3500 mg, kdy rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou činí 38 %. Průkazné zvýšení nastalo i při aplikaci 4000 mg, kdy rozdíl s kontrolní skupinou činí 22 %. Zjištěné hodnoty taurinu byly v rozmezí 3,26-4,50 µg.



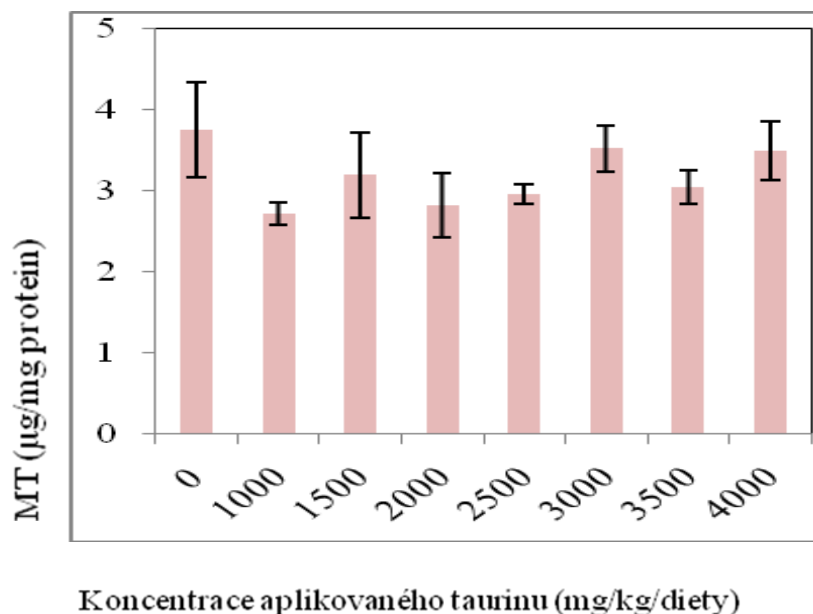
Graf č.4 Poměr GSH/GSSG v mozku po aplikaci taurinu

Graf č.4 zobrazuje poměr GSH/GSSG v mozku po aplikaci taurinu. Poměr obou glutathionů byl průkazně zvýšen téměř při všech aplikacích taurinu ($P < 0,05$). Pouze při aplikaci 4000 mg taurinu, byl zjištěn neprůkazný rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou. Zjištěné hodnoty glutathionu byly v rozmezí 37-54,3.



Graf č.5 Koncentrace taurinu v mozku po aplikaci taurinu

Graf č.5 vyobrazuje výsledky koncentrace taurinu v mozku po jeho aplikaci. Hladina taurinu byla signifikantně zvýšena ($P < 0,05$) téměř při všech aplikacích taurinu, pouze při aplikaci 3000 a 3500 mg nebyl zjištěn průkazný rozdíl. K nejvyššímu nárustu hladiny taurinu došlo při aplikaci 1500 mg, kdy rozdíl s kontrolní skupinou činil 38,5 %. Zjištěné hodnoty taurinu byly v rozmezí 287,9-399 mg.



Graf č.6 Koncentrace metalothioneinu v mozku po aplikaci taurinu

Graf č.6 vyobrazuje výsledky koncentrace metalothioneinu v mozku po aplikaci taurinu. Signifikantní pokles byl zjištěn při aplikaci 1000 a 2500 mg ($P < 0,05$). Nejmeně naměřená hladina metalothioneinu byla při aplikaci 1000 mg, kdy rozdíl v porovnání s kontrolní skupinou činil 28 %. V ostatních případech aplikace taurinu, nebyl zjištěn průkazný rozdíl. Zjištěné hodnoty taurinu byly v rozmezí 2,72-3,75 µg.

Procentuální vyjádření aminokyselinového složení jater a mozku

Tabulka 2: Procentuální vyjádření aminokyselinového složení jater

Játra	%																
Taurin (mg)	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg
0	11	3	2	16	2	11	7	0	8	2	3	12	2	4	4	10	4
1000	11	2	1	16	2	12	9	0	9	1	4	12	1	4	4	10	4
1500	12	2	2	16	1	11	7	0	8	2	4	12	2	4	5	10	4
2000	11	2	1	15	2	11	9	0	8	1	4	12	1	5	4	10	4
2500	10	2	1	15	1	11	9	0	9	1	4	12	1	4	4	10	4
3000	11	2	2	15	2	11	9	1	8	1	4	11	2	4	4	10	4
3500	11	2	0	16	1	12	8	0	9	0	4	12	1	5	4	10	4
4000	10	2	1	15	2	11	9	0	9	1	4	13	1	5	4	10	4

Z tabulky můžeme vidět, že nedošlo k výrazným rozdílům v koncentracích aminokyselin po aplikaci různých dávek taurinu. Pouze u threoninu došlo ke snížení koncentrace a to při všech aplikacích taurinu. Zjištěný rozdíl činil při všech aplikacích taurinu pouze 1 %. Nepatrná zvýšená koncentrace naproti kontrolní skupině, byla zjištěna u isoleucinu, kdy došlo při všech aplikacích taurinu ke zvýšení o 1 %.

Tabulka 3: Procentuální vyjádření aminokyselinového složení mozku

Mozek																	
Taurin (mg)	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg
0	10	3	3	15	2	11	9	0	8	1	4	11	1	4	3	10	4
1000	12	2	1	18	2	9	8	0	9	1	5	12	0	5	3	10	4
1500	11	2	3	17	1	10	8	1	7	2	4	10	2	3	4	9	5
2000	11	3	3	17	1	11	8	0	8	1	4	11	1	4	4	9	4
2500	12	3	2	17	1	11	9	0	8	2	4	10	1	4	4	9	4
3000	12	2	1	18	2	11	8	0	8	1	5	9	0	4	3	10	4
3500	12	2	4	17	1	8	8	1	8	2	4	12	2	3	3	8	5
4000	12	3	4	17	2	10	9	1	7	2	4	10	2	3	3	8	4

Z tabulky můžeme vidět, že nedošlo k výrazným rozdílům v koncentracích aminokyselin po aplikaci různých dávek taurinu. Byla zjištěna zvýšená koncentrace kyseliny asparagové, se zvyšující se dávkou taurinu, kdy rozdíl činil max. 2 %. Zvýšena byla také koncentrace kyseliny glutamové, ovšem rozdíl nebyl zjištěn se zvyšující se dávkou taurinu.

6 DISKUZE

Byl proveden výzkum, kde se sledoval účinek taurinu na glutathion a superoxid dismutázu v mladším a středním produktivním věku potkanů. Mladí potkani byli ve věku 6-7 týdnů, potkani ve středním věku měli 13-14 měsíců. Kontrolní skupině bylo podáno 0,5 ml izotonického roztoku chloridu sodného, ostatním skupinám bylo podáno intraperitoneální injekcí v jedné dávce 200 mg/ kg/ taurinu za den po dobu 7 dnů. Hladiny glutathionu v mozku byly významně vyšší u kontrolní skupiny mladých potkanů ve srovnání s kontrolní skupinou potkanů ve středním věku. Ve skupině potkanů ve středním věku, kterým byl podán taurin, byla zjištěna v mozku zvýšená hladina glutathionu ve srovnání s kontrolní skupinou ve středním věku. Lze tedy říct, že suplementace taurinu může mít potenciální roli pro zpomalení oxidačních reakcí s přibývajícím věkem (Yildirima, Kilic, 2011). Rovněž v našem sledování byl pozorován nárůst taurinu v mozku. Z těchto výsledků je patrné, že mozek můžeme rovněž chápat jako rezervoár taurinu v organismu. Můsíme ovšem brát na zřetel, že v našem případě byla použita několikanásobně vyšší dávka taurinu v porovnání s výzkumem Yildirima a Kilic.

Výzkum dle Oliveira et al. (2010) sledoval antioxidační vlastnost taurinu v koncentracích nižších, než je jeho fyziologická hladina. Z výzkumu bylo zjištěno, že taurin může fungovat jako významný potenciál proti zachycení peroxidovým radikálům a oxidu dusného. Dále bylo zjištěno, že taurin může chránit superoxid dismutázu před jejím poškozením peroxydusitanem. Toto zjištění podporuje hypotézu, že taurin působí jako antioxidant a jeho fungování může být důležité pro udržování důležitých buněčných funkcí. Stejně tak Kizek et al. (2014) při svém výzkumu sledovali účinek taurinu na glutathion, metalothionein a superoxid dismutázu. Studium bylo provedeno na potkanech druhu Wistar. V této studii se zaměřili na účinek taurinu v krevní plazmě a erytrocytech. Taurin byl aplikován potkanům v krmných směsích o dávce 0, 1, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 mg/kg/diety. Výsledky ukázaly taurin jako vysoce efektivní sloučeninu pro zvyšování antioxidační účinnosti v organismu, ale přesný mechanismus účinku taurinu v těle není znám. Další studie provedená Pushpakiran et al. (2004) zkoumala ochranný antioxidační účinek taurinu. Výzkum byl proveden na potkanech druhu Wistar. Potkanům byl po dobu 28 dnů podáván taurin v dávce 3 g/kg tělesné hmotnosti, dvakrát denně. Antioxidační potenciál byl sledován v krevní plazmě, játrech, mozku, ledvinách a srdci. Bylo zjištěno, že taurin působí pozitivně na vychytávání volných radikálů, způsobených oxidačním stresem. Pozitivní antioxidační účinky jsou také popsány ve studii Obrosova et al. (2001), kdy byl zjištěn příznivý vliv taurinu proti oxidačnímu stresu a zároveň byl zjištěn pozitivní vliv na léčbu diabetické neuropatie.

Během našeho výzkumu nedošlo při aplikaci taurinu ke statisticky průkaznému zvýšení glutathionu v játrech, Arndt (2011) ve své publikaci uvádí, že nedostatečná koncentrace glutathionu v těle se může projevit rychlým stárnutím, diabetem, křečovými stavy, poškozením plic, trávicího ústrojí, Parkinsonovým syndromem a dalšími neurodegenerativními postiženími. Studie Lovell et al. (1998) se zabývala studiem hladiny glutathionu v mozku při Alzheimerově chorobě, při jejich pokusu byly hladiny glutathionu sníženy ve všech oblastech mozku v porovnání s kontrolními skupinami. Obdobný výzkum provedli Marí et al. (2009) a také z jejich výsledků byla zjištěna nízká koncentrace glutathionu při Parkinsonově a Alzheimerově chorobě.

Zhu et al. (2006) ve své studii sledovali hladinu glutathionu v mozku vzhledem k věku. Výsledky ukázaly, že s věkem došlo k výraznému snížení poměru GSH/GSSG ve všech zkoumaných oblastech mozku. Rovněž dle studií Marií et al. (2009) bylo zjištěno, že poměr GSH/GSSG klesá se zvyšujícím se věkem, což je spojeno s oxidačním stresem a dalšími degenerativními onemocněními. Zvýšená koncentrace glutathionu tak může ovlivnit průběh a terapii nemoci. Při našem výzkumu došlo k průkaznému nárůstu poměru GSH/GSSG v mozku. Z čehož můžeme usuzovat, že taurin zvyšuje hladinu glutathionu v mozku a tím pozitivně ovlivňuje zdravotní stav organismu.

Dle Ruttkay-Nedecky et al. (2013) dochází při oxidačním stresu k uvolnění zinku. Přičemž metalothionein patří k důležitým udržovatelům hladiny zinku a může být spojen s vychytáváním volných radikálů. Stejně tak dle výzkumu Suemori et al. (2006), kdy byl zkoumán vliv metalothioneinu na oxidační poškození sítnice, byl zjištěn pozitivní vliv. Tato studie naznačuje, že metalothionein působí jako antioxidant a chrání proti poškození sítnice. Pozitivní vliv byl stejně, tak zjištěn dle výzkumu Kang (1999), kdy genetické studie ukázaly, že metalothionein hraje důležitou ochranu před oxidativním poškozením. Tato studie prokázala zejména antioxidantní funkci metalothioneinu v srdci.

Při našem sledování došlo k zvýšení metalothioneinu v játrech při aplikaci taurinu. Naproti tomu nedošlo ke zvýšení koncentrace metalothioneinu v mozku, což může být způsobeno tím, že metalothionein je syntetizován především v játrech a proto byla koncentrace v játrech zvýšena. Nemůžeme tedy potvrdit, že taurin zvyšuje koncentraci metalothioneinu. Zvýšenou koncentrací metalothioneinu v játrech uvádí také výzkum dle Mulder et al. (1992), kdy byla zjištěna zvýšená koncentrace při primární biliární cirhóze (postupné poškození jaterní tkáně) a Wilsonově chorobě (kumulace mědi v játrech, vedoucí k poškození jaterních buněk), což může vést k detoxifikaci mědi. Dle Shiraishi et al. (1983) může dojít ke zvýšení koncentrace metalothioneinu v játrech potkanů také při ozáření

rentgenovým zářením (1000 R). Kim, Kang (2016) ve své publikaci uvádí, že genová exprese metalothioneinu může být vyvolána potravinovou expozicí chromu. Studie provedená Pedersen et al. (2009) uvádí zvýšené hladiny metalothioneinu při nádorovém onemocnění jako je rakovina prsu, ledvin, plic, nosohltanu, vaječnicků, prostaty, varlat, slinných žláz, močového měchýře, děložního čípku a také u karcinomu kůže. Naproti tomu Mulder et al. (1992) ve své publikaci uvádí sníženou koncentraci metalothioneinu v metastázích kolorektálního karcinomu, než v okolní normální jaterní tkáni. Dle Takahashi (2012) může mít metalothionein velký podíl v karcinogenezi a resistenci u některých nádorových buněk.

Dalé jsem při našem výzkumu sledovali koncentrace jednotlivých aminokyselin v játrech a mozku po aplikaci taurinu. V našich výsledcích nedošlo k výrazným rozdílům v koncentracích aminokyselin po aplikaci různých dávek taurinu. V játrech došlo k nepatrnému snížení threoninu a nárůstu isoleucinu. V mozku byl zjištěn mírný nárůst asparagové kyseliny a snížení kyseliny glutamové.

Dle studií Beker (1979) může dojít ke zvýšení isoleucinu, tyrosinu, fenylyalaninu, tryptofanu a methioninu při chronickému postižení jater. Dle Morgan et al. (1982) může být většina změn v koncentracích aminokyselin u pacientů s chronickým postižením jater způsobená poruchou funkcí jater, postižením portálního oběhu a hyperinzulinémií. Dle studií Benga a Ferdinanda (1995) byla také zjištěná různá koncentrace aminokyselin v normálním stavu v porovnání s chronickým postižením jater. Rozdílné hladiny kyseliny glutamové mohou být dle studie Jauniaux et al. (1998) také během těhotenství.

Studie Satsu et al. (2002) sledovala vliv sirných aminokyselin o obsahu taurinu na potkanech. Potkanům byly podávány tři typy diet. Dieta s nízkým obsahem taurinu, středním a vysokým obsahem taurinu. Tyto diety neměly žádný vliv na růst potkanů. Patrné změny sirných aminokyselin byly zjištěny v játrech po aplikaci nejvyšší dávky taurinu. Zároveň nebyla zjištěna žádná změna pro příjem taurinu do tenkého střeva.

7 ZÁVĚR

V našem experimentu byl zkoumán vliv různých hodnot taurinu na antioxidační status organismus laboratorních potkanů. Dále sledovat koncentraci taurinu a jednotlivých aminokyselin ve vybraných orgánech.

Do pokusu bylo použito 48 samců potkanů druhu Wistar, kteří byli rozděleni do osmi skupin. Během čtyř týdnů, byly potkanům podávány krmné směsi obohaceny o taurin v dávkách 0, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 a 4000 mg/kg/diety. Zvířata přijímala dietu a pitnou vodu ad libitum. Průměrná spotřeba krmné směsi za den byla 35g. Byl sledován vliv taurinu po jeho aplikaci na jeho konečnou koncentraci v játrech a mozku, dále vliv taurinu na poměr GSH/GSSG, koncentraci metalothioneinu a jednotlivých aminokyselin.

Z našich dosažených výsledků, jsem zjistil, že taurin má odlišný vliv v játrech i mozku. V játrech nebyl průkazně zvýšen poměr GSH/GSSG, koncentrace taurinu byla průkazně zvýšena při aplikaci 1000 a 1500 mg. Kdy při aplikaci 1500 mg činil rozdíl s kontrolní skupinou 107 %. V případě metalothioneinu došlo k nárůstu jeho koncentrace v játrech. Naopak v mozku došlo k průkaznému zvýšení poměru GSH/GSSG. Stejně tak došlo k průkaznému zvýšení koncentrace taurinu. Koncentrace metalothioneinu v mozku nebyla zvýšena.

Můžeme tedy usuzovat, že doplnění diety o taurin zvyšuje koncentraci v mozku a játrech. Při našem výzkumu došlo k průkaznému nárůstu poměru GSH/GSSG v mozku. Z čehož můžeme usuzovat, že taurin zvyšuje hladinu glutathionu v mozku a tím pozitivně ovlivňuje zdravotní stav organismu. Při sledování došlo k zvýšení metalothioneinu v játrech. Naproti tomu nedošlo ke zvýšení koncentrace metalothioneinu v mozku, což může být způsobeno tím, že metalothionein je syntetizován především v játrech a proto byla koncentrace v játrech zvýšena. Nemůžeme tedy potvrdit, že taurin zvyšuje koncentraci metalothioneinu. Dalé jsem při našem výzkumu sledovali koncentrace jednotlivých aminokyselin v játrech a mozku po aplikaci taurinu. V našich výsledcích nedošlo k výrazným rozdílům v koncentracích aminokyselin po aplikaci různých dávek taurinu.

Z výsledků lze tedy předpokládat, že doplnění diety o taurin zvyšuje koncentraci taurinu v organismu a tím podporuje antioxidační potenciál organismu. Ovšem nemůžeme potvrdit, že doplnění taurinu do diety ovlivňuje koncentrace metalothioneinu a glutathionu v organismu.

8 SEZNAM POUŽITÉ ILITERATURY

AGCA, C., TUZCU, M., HAYIRLI, A. a SAHIN, K. Taurine ameliorates neuropathy via regulating NF- κ B and Nrf2/HO-1 signaling cascades in diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*. 2014, **71**: 116-121. DOI: 10.1016/j.fct.2014.05.023. ISSN 02786915. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691514002579>

AGUDELO, C.F. *Výživa psů se srdečním onemocněním* [online]. 2015, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: http://cms2.netnews.cz/files/attachments/67030/22814-Vyziva_psu_se_srdecnim_onemocnenim-12-3.pdf

AKDEMIR, O., HEDE, Y., ZHANG, F., LINEAWEAVER, W.C., ARSLAN, Z. a SONGUR E. Effects of taurine on reperfusion injury. *Journal of Plastic, Reconstructive*. 2011, **64**(7): 921-928. DOI: 10.1016/j.bjps.2010.12.007. ISBN 10.1016/j.bjps.2010.12.007. ISSN 17486815. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1748681510007370>

ALAM, S., HAFIZ, N., EL-RAHIM A., Protective role of taurine against genotoxic damage in mice treated with methotrexate and tamoxfine. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2011, **31**(1): 143-152. DOI: 10.1016/j.etap.2010.10.001. ISBN 10.1016/j.etap.2010.10.001. ISSN 13826689. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1382668910001730>

ANONYM 1. *Taurin: Institut galenus* [online]. In: [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://galenus.cz/clanky/vyziva/aditiva-aurin>

ANONYM 2. *Fakta o taurinu* [online]. In: 2004, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: http://www.muscle-fitness.cz/index.php?option=com_content

ANONYM 3. *Podle čeho poznat kvalitní před tréninkový suplement* [online]. In: . 2012, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.nutrisport-magazin.cz/podle-ceho-poznat-kvalitni-predtreninkovy-suplement-cast-prvni/>

ARDISSON, L., Bruna, P., RAFACHO, M.P., SANTOS, P., ASSALIN, H., GONÇALVES, A., AZEVEDO, P., MINICUCCI, M., POLEGATO, B., OKOSHI, K. et al. Taurine attenuates

cardiac remodeling after myocardial infarction. *International Journal of Cardiology*. 2013, **168**(5): 4925-4926. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.07.091. ISSN 01675273. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167527313013028>

BAKER, L. Amino Acids in Liver Disease: A Cause of Hepatic Encephalopathy? *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 1979, **242**(4), 355-. DOI: 10.1001/jama.1979.03300040041025. ISSN 0098-7484. Dostupné také z: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.1979.03300040041025>

BENGA, G. a FERNINAND, W. *Amino acid composition of rat and human liver microsomes in normal and pathological conditions*. 1995. Dostupné také z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7579035>.

BEYRANVAND, M., KADKHODAI, M., ROSHAN, V., CHOOBINEH S., PARSA, A., PIRANFAR, M.; Effect of taurine supplementation on exercise capacity of patients with heart failure. *Journal of Cardiology*. 2011, **57**(3), 333-337. DOI: 10.1016/j.jjcc.2011.01.007. ISBN 10.1016/j.jjcc.2011.01.007. ISSN 09145087. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S091450871100010>

BLAŽKOVÁ, L. *Správné krmení psů a koček* [online]. In: . 2008, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.krejpg.estranky.cz/clanky/clanky/spravne-krmeni-psu-a-kocek-3.html>

BONFLEUR, M., BORCK, P., RIBEIRO, R., CAETANO L., SOARES, G., CARNEIRO E., a BALBO S. Improvement in the expression of hepatic genes involved in fatty acid metabolism in obese rats supplemented with taurine. *Life Sciences*. 2015, **135**: 15-21. DOI: 10.1016/j.lfs.2015.05.019. ISSN 00243205. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024320515003100>

BRETZ, M. *Taurin*. Germany, 2001. Seminararbeit von. Bayerische Julius – Maximilians – Universität Würzburg. Vedoucí práce Prof. Dr. P. Schreier.

BROMOVÁ, M., a DALIHODOVÁ, A. *ZDRAVOTNÍ RIZIKA ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ* [online]. 2010, 2015-11-13 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://casopis->

zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/administrace/clankyfile/20120509143740608411.pdf

CAMARGO, R., BATISTA, T.M., RIBEIRO, R.A., BRANCO, R.S.C, SILVA, P., IZUMI, C., ARAUJO, T., J. GREENE, L., BOSCHERO, A. et al. Taurine supplementation preserves hypothalamic leptin action in normal and protein-restricted mice fed on a high-fat diet. *Amino Acids*. 2015, **47**(11): 2419-2435. DOI: 10.1007/s00726-015-2035-9. ISSN 0939-4451. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00726-015-2035-9>

COYLE, P., PHILCOX, J.C., CAREY, L.C. a ROFE, A.M. *Metallothionein: the multipurpose protein.: Division of Clinical Biochemistry, Institute of Medical and Veterinary Science, Adelaide, SA. peter.coyle@imvs.sa.gov.au*. 2002. , 627-47. 12022471. Dostupné také z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12022471>

DAS, J., VASAN, V., SIL, P.C. Taurine exerts hypoglycemic effect in alloxan-induced diabetic rats, improves insulin-mediated glucose transport signaling pathway in heart and ameliorates cardiac oxidative stress and apoptosis. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2012, **258**(2), 296-308. DOI: 10.1016/j.taap.2011.11.009. ISSN 0041008x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0041008X11004455>

DAWSON, R., LIU, S., EPPLER, B., PATTERSON, T., Effects of dietary taurine supplementation or deprivation in aged male Fischer 344 rats. *Mechanisms of Ageing and Development*. 1999, **107**(1): 73-91. DOI: 10.1016/S0047-6374(98)00138-9. ISSN 00476374. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0047637498001389>

DE LUCA, A., PIERNO, S. a CAMERINO, D.C., *Taurine: the appeal of a safe amino acid for skeletal muscle disorders*. DOI: 10.1186/s12967-015-0610-1. ISBN 10.1186/s12967-015-0610-1. Dostupné také z: <http://www.translational-medicine.com/content/13/1/243>

DEVI, S.L., VISWANATHAN, P. a ANURADHA, C.V., Taurine enhances the metabolism and detoxification of ethanol and prevents hepatic fibrosis in rats treated with iron and alcohol. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2009, **27**(1): 120-126. DOI: 10.1016/j.etap.2008.09.004. ISBN 10.1016/j.etap.2008.09.004. ISSN 13826689. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S138266890800135X>

EGAN, B.M., CHEN, G., KELLY, C.J. a BOUCHIER-HAYES, D.J., Taurine Attenuates LPS-Induced Rolling and Adhesion in Rat Microcirculation. *Journal of Surgical Research*. 2001, **95**(2): 85-91. DOI: 10.1006/jsre.2000.6005. ISSN 00224804. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022480400960050>

EPPLER, B. a DAWSON, R., Dietary taurine manipulations in aged male Fischer 344 rat tissue: taurine concentration, taurine biosynthesis, and oxidative markers11Abbreviations. *Biochemical Pharmacology*. 2001,**62**(1): 29-39. DOI: 10.1016/S0006-2952(01)00647-5. ISSN 00062952. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006295201006475>

FROGER, N., SAHE, J-A. a PICAUD, S., Taurine Deficiency and the Eye. *Handbook of Nutrition, Diet and the Eye*. Elsevier, 2014, : 505. DOI: 10.1016/B978-0-12-401717-7.00051-4. ISBN 9780124017177. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124017177000514>

FROGER, N., MOUTSIMILLI, L., CADETTI, L., JAMMOUL,F., WANG, Q-P., FAN, Y., GAUCHER, D., ROSOLEN, S.G., NEVEUX, N., et al. Taurine: The comeback of a nutraceutical in the prevention of retinal degenerations. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2014, **41**: 44-63. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2014.03.001. ISSN 13509462. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350946214000147>

GEBARA, E., UDRY, F., SULTAN, S., a TONI, N., Taurine increases hippocampal neurogenesis in aging mice. *Stem Cell Research*. 2015, **14**(3): 369-379. DOI: 10.1016/j.scr.2015.04.001. ISSN 18735061. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1873506115000434>

GU, Y., Y. ZHAO, K. QIAN a M. SUN. Taurine attenuates hippocampal and corpus callosum damage, and enhances neurological recovery after closed head injury in rats. *Neuroscience*. 2015, **291**: 331-340. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2014.09.073. ISSN 03064522. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306452214008422>

HOLEČEK, M., *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 286 s. ISBN 80-247-1562-7.

HOŠKOVÁ, Š., BALABÁNOVÁ, M., HOŠEK, M., a ZEMAN, L., *Kábrtovy dietetické dny: APLIKACE TAURINU DO KRMNÝCH SMĚSÍ PRO BROJLERY*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2013, Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-263-0365-7.

HSU, Y-W., YEH, S-M., CHEN, Y-Y. CHEN, Y-CH., LIN, S., a TSENG, J-K., Protective effects of taurine against alloxan-induced diabetic cataracts and refraction changes in New Zealand White rabbits. *Experimental Eye Research*. 2012, **103**: 71-77. DOI: 10.1016/j.exer.2012.08.001. ISSN 00144835. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014483512002461>

CHADIM, V., *Taurin: Výživa ve sportu* [online]. In: . 2015, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.nutricoach.cz/taurin--c48>

CHOU, Ch., LIN, T., HWANG, P., WANG, S., HSIEH, Ch., a HWANG, D., Taurine resumed neuronal differentiation in arsenite-treated N2a cells through reducing oxidative stress, endoplasmic reticulum stress, and mitochondrial dysfunction. *Amino Acids*. 2015, **47**(4): 735-744. DOI: 10.1007/s00726-014-1901-1. ISSN 0939-4451. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00726-014-1901-1>

IJIRI, Y., IKARUGI, H., TAMURA, Y., URA, M., MORISHITA, M., HAMADA, A., MORI, M., MORI, H., YAMORI, Y., et al. Antithrombotic effect of taurine in healthy Japanese people may be related to an increased endogenous thrombolytic activity. *Thrombosis Research*. 2013, **131**(2): 158-161. DOI: 10.1016/j.thromres.2012.09.021. ISSN 00493848. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0049384812007578>

ISLAMBULCHILAR, M., ASVADI, I., SANAAT, Z., ESFAHANI A., a SATTARI, M., Taurine attenuates chemotherapy-induced nausea and vomiting in acute lymphoblastic leukemia. *Amino Acids*. 2015, **47**(1): 101-109. DOI: 10.1007/s00726-014-1840-x. ISSN 0939-4451. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00726-014-1840-x>

JUANIAUX, E., GULBIS, B., GERLOO, E. *Free amino acids in human fetal liver and fluids at 12–17 weeks of gestation Eric Jauniaux^{1,4}, Beatrice Gulbis² and Erik Gerloo³* [online]. 1999 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://humrep.oxfordjournals.org/content/14/6/1638.full>

JUÁREZ-REBOLLAR, D., MANJARREZ, J., NAVA-RUIZ, C., ZAGA-CLAVELLINA, V., FLORES-ESPINOSA, P., HERAS-ROMERO, Y., DÍAZ-RUIZ, A., a MÉNDEZ-ARMENTA, M. Metallothionein expression in the rat brain following KA and PTZ treatment. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2015, **40**(2), 530-534. DOI: 10.1016/j.etap.2015.08.006. ISSN 13826689. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1382668915300508>

KANG, J. *The Antioxidant Function of Metallothionein in the Heart: Medicine, Research & Experimental* 67 out of 123 [online]. 1999 Dostupné z: <http://ebm.sagepub.com/content/222/3/263.abstract>

KASPER, H. *Výživa v medicíně a dietetika*. 1. české vyd. Praha: Grada, 2015, xiii, 572 s. ISBN 978-80-247-4533-6.

KIM, J.H. a KANG, J. Oxidative stress, neurotoxicity, and metallothionein (MT) gene expression in juvenile rock fish *Sebastes schlegelii* under the different levels of dietary chromium (Cr⁶) exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2016, **125**, 78-84. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.12.001. ISSN 01476513. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0147651315301913>

SOCHOR, J., NEJDL, L., RUTTKAY-NEDECKY, B., BEZDEKOVA, A., LUKESOVA, K., ZITKA, O., CERNEI, N., MARES, P., POHANKA, M., ADAM, V., BABULA, P., BEKLOVA, M., ZEMAN, L., KIZEK, R. Investigating the influence of taurine on thiol antioxidant status in Wistar rats with a multi-analytical approach. *Journal of Applied Biomedicine*. 2014, **12**(2), 97-110. DOI: 10.1016/j.jab.2013.01.002. ISSN 1214021x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1214021X13000094>

KLEINER, S.M a GREENWOOD-ROBINSON, M. *Fitness výživa: Power Eating program*. 2. vyd. Praha: Grada, 2015, 352 s. ISBN 978-80-247-5289-1.

KOPŘIVA, V. *Glutathion - aktuální biomolekula: Doplnková studijní materiál* [online]. 2011 [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/GLUTATHION.pdf>

LOVELL, M. A., XIE, C. a MARKESBERY, W.R. *Decreased glutathione transferase activity in brain and ventricular fluid in Alzheimer's disease* [online]. 1998. DOI: 10.1212/WNL.51.6.1562. Dostupné z: <http://www.neurology.org/content/51/6/1562>

LI, M., LAI, H., LI, Q., GONG, S. a WANG, R. Effects of dietary taurine on growth, immunity and hyperammonemia in juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* fed all-plant protein diets. *Aquaculture*. 2016, **450**: 349-355. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.08.013. ISSN 00448486. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848615301320>

LIU, Y., MAO, X., YU, B., HE, J., ZHENG, P., YU, J., LUO, J. a CHEN, D. Excessive dietary taurine supplementation reduces growth performance, liver and intestinal health of weaned pigs. *Livestock Science*. 2014, **168**: 109-119. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.08.014. ISSN 18711413. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141314004065>

LUCKOSE, F., PANDEY, M.CH. a RADHAKRISHNA, K. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013, **55**(13). DOI: 10.1080/10408398.2012.708368. ISSN 1040-8398. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2012.708368>

LUKEŠOVÁ, K., KROBOT, R., MLEJNKOVÁ, V., FRÖHDEOVÁ, M. a ZEMAN, L.. *Kábrtovy dietetické dny: VLIV PŘÍDAVKU TAURINU DO KRMNÝCH SMĚSÍ NA JEHO OBSAH V ERYTROCYTECH A KREVNÍ PLAZMĚ*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2013, ^^svazků. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-263-0365-7.

LUKEŠOVÁ, K., KROBOT, R., MLEJNKOVÁ, V., a ZEMAN, L. *NutriNET international animal nutrition PhD conference = konference studentské vědecké činnosti z oboru výživa zvířat : Brno ..* V Brně: Mendelova univerzita v Brně, [2012], ISBN 978-80-7375-667-3.

MACH, I. *Doplňky stravy: jaké si vybrat při sportu i v každodenním životě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 175 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-4353-0

MANSUROĞLU, B., DERMAN, S., YABA, A. a KIZILBEY, K. Protective effect of chemically modified SOD on lipid peroxidation and antioxidant status in diabetic rats. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015, **72**, 79-87. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2014.07.039. ISSN 01418130. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141813014005145>

MARÍ, M., MORALES, A., COLELL, A., ARCÍA-RUIZ, C. a FERNÁNDEZ-CHECA, J.C. Mitochondrial Glutathione, a Key Survival Antioxidant. *Antioxidants*. 2009, **11**(11), 2685-2700. DOI: 10.1089/ars.2009.2695. ISSN 1523-0864. Dostupné také z: <http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/ars.2009.2695>

MCCARTY, M. F. Sub-optimal taurine status may promote platelet hyperaggregability in vegetarians. *Medical Hypotheses*. 2004, **63**(3). DOI: 10.1016/j.mehy.2002.11.007. ISSN 03069877. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306987704002178>

MCEVOY, M. *Metallothionein: Forgotten Antioxidant: Missing Puzzle Piece For Alzheimer's & Leaky Gut?* [online]. 2014 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://metabolichealing.com/metallothionein-forgotten-antioxidant-missing-puzzle-piece-for-alzheimers-leaky-gut/>

MINDELL, E. a MUNDIS, H. *Nová vitaminová bible: vitaminy, minerální látky, antioxidanty, léčivé rostliny, doplňky stravy, léčebné účinky potravin i léky používané v homeopatii*. Vyd. 3. Praha: Ikar, 2010. ISBN 978-80-249-1419-0.

MORGAN, M .Y., MARSHALL, A.W., MILSOM, J.P. a SHERLOCK, S. Plasma amino-acid patterns in liver disease. *Gut*. 1982, **23**(5), 362-370. DOI: 10.1136/gut.23.5.362. ISSN 0017-5749. Dostupné také z: <http://gut.bmj.com/cgi/doi/10.1136/gut.23.5.362>

MULDER, T.P, JANSSENS, A.R., VERSPAGET, H.W. a LAMERS, C.B. Metallothionein concentration in the liver of patients with Wilson's disease, primary biliary cirrhosis, and liver

metastasis of colorectal cancer. *Journal of hepatology*. **1992**. PMID: 1487612. Dostupné také z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1487612>

NOOR, N.A., MOHAMMED, H.S., KHADRAWY, Y.A., ABOUL EZZ, H.S. a RADWAN, N.M. *Evaluation of the neuroprotective effect of taurine and green tea extract against oxidative stress induced by pilocarpine during status epilepticus*. DOI: 10.1016/j.jobaz.2015.02.001. ISBN 10.1016/j.jobaz.2015.02.001. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2090989615000132>

OBROSOVA, I.G., FATHALLAH, L. a STEVENS, M.J. Taurine Counteracts Oxidative Stress and Nerve Growth Factor Deficit in Early Experimental Diabetic Neuropathy. *Experimental Neurology*. 2001, **172**(1), 211-219. DOI: 10.1006/exnr.2001.7789. ISSN 00144886. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014488601977891>

OLIVEIRA, M.W, MINOTTO, J.B. a ZANOTTO-FILHO, A. *Scavenging and antioxidant potential of physiological taurine concentrations against different reactive oxygen/nitrogen species*. 2010. 20360629. Dostupné také z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20360629>

PECHOVÁ, A. a VÁVROVÁ, J. *Metallothionein* [online]. In: . 2006 [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: <http://www.enclabmed.cz/encyklopedie/A/JVAMR.htm>

PEDERSEN, M., LARSEN, A., STOLTENBERG, M. a PENKOWA, M. The role of metallothionein in oncogenesis and cancer prognosis. *Progress in Histochemistry and Cytochemistry*. 2009, **44**(1), 29-64. DOI: 10.1016/j.proghi.2008.10.001. ISSN 00796336. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079633608000399>

PUSHPAKIRAN, G., MAHALAKSHMI, K. a ANURADHA, C.V. [Http://link.springer.com/article/10.1007/s00726-004-0066-8](http://link.springer.com/article/10.1007/s00726-004-0066-8) [online]. 2004 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00726-004-0066-8>

REGENERMELOVÁ, L. *Co jsou antioxidanty a v čem se nacházejí* [online]. In: . 2010, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://zdrava-vyziva.zdrave.cz/co-jsou-antioxidanty-a-v-cem-se-nachazeji/>

ROY, A. a SIL, P.C. Taurine protects murine hepatocytes against oxidative stress-induced apoptosis by tert-butyl hydroperoxide via PI3K/Akt and mitochondrial-dependent pathways. *Food Chemistry*. 2012, **131**(4), 1086-1096. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.09.057. ISSN 03088146. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814611013197>

ROYSSOMMUTI, S. a WYSS, J.M. The Effects of Taurine Exposure on the Brain and Neurological Disorders. *Bioactive Nutraceuticals and Dietary Supplements in Neurological and Brain Disease*. Elsevier, 2015, : 207. DOI: 10.1016/B978-0-12-411462-3.00022-9. ISBN 9780124114623. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124114623000229>

RUTTKAY-NEDECKY, B., NEJDL, L., GUMULEC, J., ZITKA, O., MASARIK, M., ECKSCHLAGER, T., STIBRKOVA, M., ADAM, V., KIZEK, R. The Role of Metallothionein in Oxidative Stress. *International Journal of Molecular Sciences*. 2013, **14**(3), 6044-6066. DOI: 10.3390/ijms14036044. ISSN 1422-0067. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/1422-0067/14/3/6044/>

SAHELIAN, R. *TauTaurine supplement benefit and side effects, what is the right dosage?* [online]. In: 2014, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.raysahelian.com/taurine.html>

SALZE, G.P. a DAVIS, D.A. Taurine: a critical nutrient for future fish feeds. *Aquaculture*. USA, 2015, **437**: 215-229. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2014.12.006. ISSN 00448486. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848614006292>

SAMUELSSON, M., GERDIN, G., ÖLLINGER, K., a VRETHEM, M. Taurine and glutathione levels in plasma before and after ECT treatment. *Psychiatry Research*. 2012, **198**(1): 53-57. DOI: 10.1016/j.psychres.2012.02.016. ISSN 01651781. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165178112000984>

SANCHIS-GOMAR, F., PAREJA-GALEANO, H., CERVELLIN, G., LIPPI, G. a EARNEST, C.P. Energy Drink Overconsumption in Adolescents: Implications for

Arrhythmias and Other Cardiovascular Events. *Canadian Journal of Cardiology*. 2015, **31**(5): 572-575. DOI: 10.1016/j.cjca.2014.12.019. ISSN 0828282x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0828282X14016675>

SANTOS-SILVA, J.C., RIBEIRO, R.A., VETTORAZZI, J.F., IRLES, E., RICKLI, S., BORCK, P.C, PORCIUNCULA, P.M., QUESADA, I., NADAL, A. et al. Taurine supplementation ameliorates glucose homeostasis, prevents insulin and glucagon hypersecretion, and controls β , α , and δ -cell masses in genetic obese mice. *Amino Acids*. 2015, **47**(8): 1533-1548. DOI: 10.1007/s00726-015-1988-z. ISSN 0939-4451. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00726-015-1988-z>

SATSU, H., KOBAYASHI, Y., YOKOYAMA, T. a TERESAWA, E. *Effect of dietary sulfur amino acids on the taurine content of rat tissues*. 2002. ISSN <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12436214>.

SHIRAIISHI, N., AONO, K. a UTSUMI, K. Increased Metallothionein Content in Rat Liver Induced by X Irradiation and Exposure to High Oxygen Tension. *Radiation Research*. 1983, **95**(2), 298-. DOI: 10.2307/3576256. ISSN 00337587. Dostupné také z: <http://www.jstor.org/stable/3576256?origin=crossref>

SIRDAH, M.M. Protective and therapeutic effectiveness of taurine in diabetes mellitus: A rationale for antioxidant supplementation. *Diabetes*. 2015, **9**(1): 55-64. DOI: 10.1016/j.dsx.2014.05.001. ISSN 18714021. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871402114000502>

SMEJKAL, J. *Taurin* [online]. In: 2015, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.nutrend.cz/taurin-a29774.htm>

SRDIĆ-RAJIĆ, T. a KONIĆ RISTIĆ, A. Antioxidants: Role on Health and Prevention. *Encyclopedia of Food and Health*. Elsevier, 2016, : 227. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00038-6. ISBN 9780123849533. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123849472000386>

STRUNECKÁ, A., PATOČKA, J. *Doba jedová*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2012, 2 sv. (295, 367 s.). ISBN 978-80-7387-469-8.

SUEMORI, S., SHIMAZAWA, M., KAWASE, K., SATOH, M., NAGASE, H., YAMAMOTO, T. a HARA, H. Metallothionein, an Endogenous Antioxidant, Protects against Retinal Neuron Damage in Mice. *Investigative Ophthalmology*. 2006, **47**(9), 3975-. DOI: 10.1167/iovs.06-0275. ISSN 1552-5783. Dostupné také z: <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?doi=10.1167/iovs.06-0275>

ŠÁCHA, P. *Taurin* [online]. In: 2013, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.celostnimedicina.cz/taurin.htm>

TAKAHASHI, S. Molecular functions of metallothionein and its role in hematological malignancies. *Journal of Hematology*. 2012, **5**(1), 41-. DOI: 10.1186/1756-8722-5-41. ISSN 1756-8722. Dostupné také z: <http://www.jhoonline.org/content/5/1/41>

TERRILL, J. R., GROUNDS, M. a ARTHUR, P.G. Taurine deficiency, synthesis and transport in the mdx mouse model for Duchenne Muscular Dystrophy. *The International Journal of Biochemistry*. 2015, **66**: 141-148. DOI: 10.1016/j.biocel.2015.07.016. ISSN 13572725. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1357272515002010>

TEVATIA, R., ALLEN, J., RUDRAPPA, D., WHITE, D., CLEMENTE, T.E., CERUTTI, H., DEMIREL, Y. a BLUM, P. The taurine biosynthetic pathway of microalgae. *Algal Research*. 2015, **9**: 21-26. DOI: 10.1016/j.algal.2015.02.012. ISSN 22119264. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211926415000387>

VAN, S., BRUINS, A., VERMEULEN, M., WITLOX, J., TEERLINK, T., SCHOORL, M., BANDT, J.D., TWISK, J., VAN LEEUWEN, P. et al. Effect of Oral Taurine on Morbidity and Mortality in Elderly Hip Fracture Patients: A Randomized Trial. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015, **16**(6): 12288-12306. DOI: 10.3390/ijms160612288. ISSN 1422-0067. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/1422-0067/16/6/12288/>

VELÍŠEK, J. a HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin: revue littéraire mensuelle*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 2 sv. ISBN 978-80-86659-17-6.

VENKATACHALAM, S., KUPPUSAMY, P., KUPPUSAMY, B. a DHANAPAL, S. The potency of essential nutrient taurine on boosting the antioxidant status and chemopreventive effect against benzo (a)pyrene induced experimental lung cancer. *Biomedicine*. 2014, **4**(2): 251-255. DOI: 10.1016/j.bionut.2013.09.006. ISSN 22105239. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210523913000627>

VINŠ, J. *Taurin* [online]. In: 2013, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.ceskaordinace.cz/taurin-ckr-1058-6920.html>

WANG, Q., ZHU, G.H., XIE, D.H., WU, W.J. a HU, P. Taurine Enhances Excitability of Mouse Cochlear Neural Stem Cells by Selectively Promoting Differentiation of Glutamatergic Neurons Over GABAergic Neurons. *Neurochemical Research*. 2015, **40**(5): 924-931. DOI: 10.1007/s11064-015-1546-9. ISSN 0364-3190. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11064-015-1546-9>

XIAO, B., LIU, H., GU, Z., LIU, S. a JI, CH. Taurine Protected Against the Impairments of Neural Stem Cell Differentiated Neurons Induced by Oxygen–Glucose Deprivation. *Neurochemical Research*. 2015, **40**(11): 2348-2356. DOI: 10.1007/s11064-015-1726-7. ISSN 0364-3190. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11064-015-1726-7>

XU, S., HE, M., ZHONG, M., LU, L., ZHANG, Y., ZHANG, L., YU, Z. a ZHOU, Z. The neuroprotective effects of taurine against nickel by reducing oxidative stress and maintaining mitochondrial function in cortical neurons. *Neuroscience Letters*. 2015, **590**: 52-57. DOI: 10.1016/j.neulet.2015.01.065. ISSN 03043940. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304394015000786>

YANG, H.T., CHIEN, Y.W., TSEN, J.H., CHANG, CH.CH., CHANG, J.H. a HUANG, S.I. Taurine supplementation improves the utilization of sulfur-containing amino acids in rats continually administrated alcohol. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2009, **20**(2): 132-139. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2008.01.009. ISSN 09552863. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0955286308000284>

YILDIRIM, Z. a KILIC, N. Effects of Taurine and Age on Cerebellum Antioxidant Status and Oxidative Stress. *International Journal of Gerontology*. 2011, **5**(3): 166-170. DOI: 10.1016/j.ijge.2011.09.019. ISSN 18739598. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1873959811000901>

YU, Y.R., NI, X.Q., HUANG, J., ZHU, J.H. a QI, J.F. Taurine drinking ameliorates hepatic granuloma and fibrosis in mice infected with *Schistosoma japonicum*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2016, **6**(1), 35-43. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2016.01.003. ISSN 22113207. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211320716300045>

ZADÁK, Z. *Výživa v intenzivní péči*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2008, 542 s., [5] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2844-5.

ZHANG, B., YANG, X. a GAO, X. Taurine protects against bilirubin-induced neurotoxicity in vitro. *Brain Research*. 2010, **1320**: 159-167. DOI: 10.1016/j.brainres.2010.01.036. ISSN 00068993. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000689931000106X>

ZHU, Y., CARVEY, P.M. a LING, Z. Age-related changes in glutathione and glutathione-related enzymes in rat brain. *Brain Research*. 2006, **1090**(1), 35-44. DOI: 10.1016/j.brainres.2006.03.063. ISSN 00068993. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006899306008481>

ZIMOLA, P. *Taurin, látka z býčí žluči* [online]. In: . 2010, 2015-11-20 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://zdrava-vyziva.zdrave.cz/taurin/>

9 PŘÍLOHY

Seznam tabulek

Tabulka 1: Obsah taurinu v potravinách

Tabulka 2: procentuální vyjádření aminokyselinového složení jater

Tabulka 3: procentuální vyjádření aminokyselinového složení mozku

Seznam grafů

Graf č.1 Poměr GSH/GSSG v játrech po aplikaci taurinu

Graf č.2 Koncentrace taurinu v játrech po aplikaci taurinu

Graf č.3 Koncentrace metalothioneinu v játrech po aplikaci taurinu

Graf č.4 Poměr GSH/GSSG v mozku po aplikaci taurinu

Graf č.5 Koncentrace taurinu v mozku po aplikaci taurinu

Graf č.6 Koncentrace metalothioneinu v mozku po aplikaci taurinu

Seznam zkratk

GSH - redukovaný glutathion

GSSG - oxidovaný glutathion

MT - metalothionein

CNS - centrální nervová soustava

NO₂ - oxid dusičitý

DNA - deoxyribonukleová kyselina