

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta pedagogická

Katedra chemie

**Orientační stanovení obsahu
cholesterolu v potravinách a zhodnocení
velikosti jeho průměrného denního příjmu
v české populaci**

Bakalářská práce

Zuzana Voříšková

Chemie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Doc. Ing. Zdeněk Zloch, CSc.

Plzeň, 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Doc. Ing. Zdeňka Zlocha, Csc. a že v seznamu literatury jsem uvedla všechny použité zdroje.

V Plzni dne _____

Chtěla bych poděkovat Doc. Ing. Zdeňku Zlochovi, Csc. za vedení mé bakalářské práce a za cenné rady, které mi pomohly tuto práci sepsat.

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Teoretická část	2
2.1 Co je cholesterol.....	2
2.1.1 Cholesterol vázaný na HDL – dobrý cholesterol	3
2.1.2 Cholesterol vázaný na LDL – špatný cholesterol.....	3
2.2 V jakých potravinách je cholesterol přítomen	3
2.3 Syntéza cholesterolu.....	4
2.4 Metabolismus cholesterolu	4
2.5 Zdravotní rizika při vysokém obsahu cholesterolu v těle.....	5
2.5.1 Ateroskleróza	5
2.5.2 Hypercholesterolémie	5
2.6 Stravování a cholesterol.....	5
2.7 Hypocholesterolemická léčiva	6
2.8 Životospráva a cholesterol.....	6
2.9 Laboratorní stanovení cholesterolu	7
2.9.1 Stanovení cholesterolu digitoxinovou metodou.....	7
2.9.2 Chromatografické stanovení – tenkovrstvá chromatografie (TLC)	7
2.9.3 Enzymové stanovení cholesterolu	8
2.9.4 Stanovení cholesterolu pomocí Liebermannovy – Burchardovy reakce ...	8
2.9.5 Spektrofotometrie	8
3 Praktická část	10
3.1 Výpočet množství cholesterolu v potravinách ze zjištěné absorbance	10
3.1.1 Cholesterol v mléčných produktech	12
3.1.2 Cholesterol v masě a masných výrobcích.....	15
3.1.3 Cholesterol v pečivu	19

3.1.4 Čokoládové produkty.....	21
3.1.5 Živočišné a rostlinné tuky.....	22
3.1.6 Vejce a výrobky z vajec.....	23
3.2 Statistické zhodnocení průměrného denního příjmu cholesterolu v české populaci.....	25
3.3 Doporučení o stravování.....	27
4 Závěr	30
5 Seznam použité literatury.....	32
6 Použité internetové zdroje	33
7 Cizojazyčné resumé	34

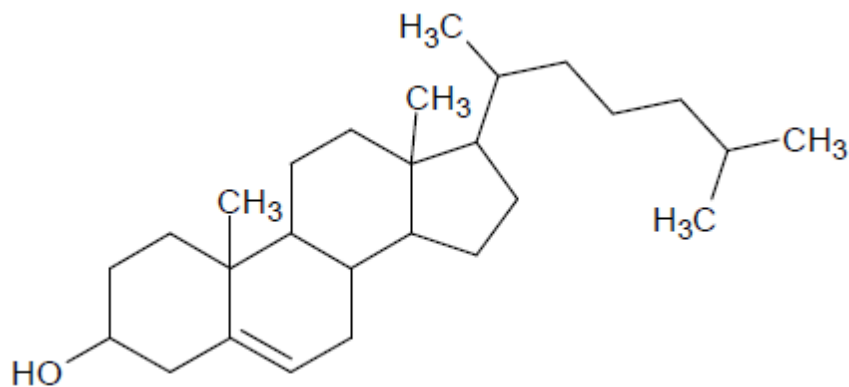
1 Úvod

Pro svou bakalářskou práci jsem si zvolila téma orientační stanovení cholesterolu v potravinách a zhodnocení jeho průměrného denního příjmu v české populaci. Chtěla bych se zaměřit na přehled fyziologických funkcí cholesterolu u člověka a na jeho úlohy při vzniku a rozvoji nemocí, zvláště pak aterosklerózy. Také bych chtěla poukázat na různé možnosti laboratorních stanovení obsahu cholesterolu v potravinách živočišného původu. Zvolenou metodou pak analyzuji ty produkty, které se u nás asi nejvíce konzumují. S pomocí statistických údajů o spotřebě jednotlivých druhů potravin a výsledků jejich analýzy na obsah cholesterolu bych se pokusila provést výpočet pravděpodobného průměrného celkového příjmu této látky u našich obyvatel. Na základě zjištěných výsledků bych zkusila zformulovat doporučení, jak upravit stravovací návyky naší populace s cílem omezit aterogenní riziko z potravního příjmu cholesterolu.

2 Teoretická část

2.1 Co je cholesterol

Cholesterol je látka živočišného původu podobná tukům a je přítomna ve všech buňkách organismu. Patří do skupiny látek zvaných steroly. Všechny steroly jsou složeny z perhydrofenanthrenu a molekuly cyklopentanu. Cholesterol je jednou ze základních stavebních jednotek buněčných membrán a regulačních látek, jakými jsou hormony, vitamín D a žlučové kyseliny. Nejvíce zastoupený je však v nervových orgánech. [1]



Obr. 1 **Struktura cholesterolu** [1]

Cholesterol přijímáme v potravě, ale i naše tělo si ho samo vyrábí. Udává se, že denně si náš organismus vytvoří přibližně 500 miligramů cholesterolu. U dospělého jedince se tato hodnota může pohybovat až kolem hodnoty 1 g cholesterolu za den. Na tvorbě cholesterolu se mohou podílet všechny naše tkáně. Asi 10 procent celkové syntézy pochází z jater a přibližně 15 procent ze střeva. Významně se na vzniku cholesterolu podílí i kůže. [1]

Jsou dva typy cholesterolu. Takzvaný „špatný“, LDL cholesterol (low density lipoproteins) a „dobrý“ HDL cholesterol (high density lipoproteins). Cholesterol je přenášen pomocí lipoproteinů krevním oběhem k tkáním a buňkám, které jsou na jeho přítomnosti závislé. [2]

HDL cholesterol je transportován do jater, kde je katabolizován na žlučové kyseliny. LDL cholesterol je odváděn do periferie a ukládá se v cévách. [2]

Naše krev by měla obsahovat méně než 5 mmol/l cholesterolu. Při obsahu nad 5 mmol/l se již mohou objevit vážné zdravotní následky. Denní příjem cholesterolu v potravě, by neměl přesahovat dávku 300 miligramů, u rizikových skupin, jakými jsou například diabetici, by se měl denní příjem pohybovat kolem 200 miligramů. [2]

2.1.1 Cholesterol vázaný na HDL – dobrý cholesterol

Cholesterol vázaný na HDL tvoří u člověka přibližně 25 – 30 % cholesterolu v těle. Jeho hlavní úlohou je ochrana organismu před cholesterolem vázaným na LDL. Hladina dobrého cholesterolu by v krvi mužů měla být vyšší než 1,4 mmol/l u žen pak vyšší než 1,6 mmol/l. Nižší přítomnost této látky v krvi s sebou přináší rizikové faktory, jakými mohou být mozková mrtvice či infarkt myokardu. [2]

2.1.2 Cholesterol vázaný na LDL – špatný cholesterol

Je přenášen LDL lipoproteiny, které jsou v lidském těle zastoupeny ve velkém množství. Tyto lipoproteiny mají přístup ke všem tělním buňkám. Velké množství tohoto cholesterolu v těle způsobuje špatnou funkci cévního systému, protože se cholesterol hromadí v cévních stěnách a ucpává je. Dochází tak ke špatnému průtoku krve cévou a tím se omezuje přísun živin k tělním orgánům, zvláště pak srdci a mozku. Hladina špatného cholesterolu v krvi by měla být nižší než 2,6 mmol/l. [2]

2.2 V jakých potravinách je cholesterol přítomen

Cholesterol je přítomen zcela výhradně v živočišných produktech. Je přítomen v mase, vnitřnostech, vaječném žloutku, másle, mléčných výrobcích, loji a sádle. V rostlinných produktech se cholesterol nevyskytuje, avšak rostliny obsahují látky cholesterolu podobné, jedná se o rostlinné steroly. [2]

2.3 Syntéza cholesterolu

Základem pro syntézu cholesterolu je acetyl-CoA, který vzniká při metabolismu sacharidů, proteinů a lipidů. Dvě molekuly acetyl-CoA spolu reagují za současného působení enzymu thiolasy, vytvoří se acetacetyl-CoA, který reaguje s další molekulou acetyl-CoA za vzniku HMG-CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA). Tato reakce je katalyzována enzymem HMG-CoA-syntázou. Dvěma redukcemi se HMG-CoA mění na mevalonát, působením NADHP (nikotinamid dinukleotid fosfát) a účastí enzymu HMG-CoA-reduktázy. Fosforylací mevalonátu pomocí ATP (adenosintrifosfát) vznikají aktivní fosforylované meziprodukty, ze kterých je po následné dekarboxylaci vytvořena izoprenová jednotka isopentenylpyrofosfát. Tři molekuly isopentenylpyrofosfátu kondenzují na molekulu farnesylpyrofosfátu. Dále spolu reagují dvě molekuly vytvořeného farnesylpyrofosfátu. Při této reakci dochází k odstranění pyrofosfátu a následuje vznik preskvalenpyrofosfátu, ze kterého redukcí vzniká skvalen. Skvalen se přemění na lanosterol, ze kterého vzniká cholesterol. Syntéza je doprovázena řadou enzymatických reakcí. Nejdůležitějším enzymem je asi HMG-CoA reduktáza, která katalyticky působí na samém počátku syntézy a která kontroluje a reguluje celou syntézu. Když člověk hladoví, sníží se aktivita enzymu, a proto se sníží i syntéza cholesterolu. Pokud je příjem cholesterolu v potravě vysoký, snižuje se pak jeho biosyntéza v játrech a naopak. [1]

2.4 Metabolismus cholesterolu

Cholesterol je ve střevu resorbován a transportován do jater. Játra část cholesterolu vylučují do žluče, buď ve formě žlučových kyselin nebo jako volný cholesterol. Nějaké množství cholesterolu je ve střevu ze žluče opět resorbováno a zbytek pak z těla odejde se stolicí. Tento cyklus se nazývá enterohepatální oběh. V játrech se z cholesterolu syntetizují primární žlučové kyseliny, kyselina cholová a chenodeoxycholová. Tyto kyseliny putují do žluče a spolu s ní pak do střeva, kde mohou vlivem střevních bakterií podléhat změnám. K těmto změnám se řadí dekarboxylace či dekonjugace, při kterých se primární žlučové kyseliny mění na

sekundární. Z kyseliny cholové vzniká kyselina deoxycholová a z kyseliny chenodeoxycholové kyselina lithocholová, která není kvůli své nerozpustnosti ve střevu resorbována ve velkém množství. Ve střevu je resorbováno velké množství žlučových kyselin, denně je z těla odstraněno pouze kolem 500 mg kyselin. Avšak ztráta žlučových kyselin se kompenzuje odpovídající syntézou z cholesterolu. [1]

2.5 Zdravotní rizika při vysokém obsahu cholesterolu v těle

Za zdravotní rizika je odpovědné vysoké množství LDL cholesterolu v krevní plasmě. [1]

2.5.1 Ateroskleróza

Ateroskleróza je onemocnění, při kterém dochází k ukládání cholesterolu v cévách, což vede k jejich deformaci a ke ztrátě jejich pružnosti. V buňkách je asi 93% celkového cholesterolu a zbylých 7% je volně v krevní plasmě. Pokud se zvýší přítomnost cholesterolu v krevní plasmě, vzroste i riziko vzniku aterosklerózy. Vlivem aterosklerózy pak dochází k infarktu myokardu nebo k mozkové mrtvici. [3]

Větší riziko vzniku aterosklerózy způsobují ale i nemoci, u kterých je dlouhodobě zvýšené množství LDL lipoproteinů v krevním řečišti. Jedná se o choroby: diabetes mellitus, zvýšená funkce štítné žlázy, hyperlipidémie. [1]

2.5.2 Hypercholesterolémie

Toto onemocnění vzniká následkem mutací receptoru LDL. Zvyšuje se tedy množství špatného cholesterolu v krvi, což opět vede ke vzniku aterosklerózy. [3]

2.6 Stravování a cholesterol

Pro koncentraci cholesterolu v krvi jsou limitující nejen dědičné vlivy, ale i naše stravovací návyky. Člověk by měl omezit denní příjem cholesterolu na 300 mg, rizikové skupiny až na 200 mg. Dobré je nahradit nasycené mastné kyseliny,

keré jsou v másle a sádle, kyselinami nenasycenými, které jsou přítomny v rostlinných olejích. Nasyčené mastné kyseliny přispívají tvorbě malých částic o velmi nízké hustotě, které mají vyšší obsah cholesterolu, jsou využívány tkáněmi mimojaterními pomaleji než větší částice, a proto se mohou považovat za aterogenní. Na vzestupu lipidů v krvi se také podílejí cukry sacharóza a fruktóza. [1]

V našem jídelníčku by se proto měly nacházet zejména ty potraviny, které jsou nízkotučné. Měli bychom také konzumovat více ovoce a zeleniny, raději libové maso místo tučného, celozrnné pečivo, mléčné výrobky, potraviny bohaté na obsah vitamínu C a E, které patří mezi antioxidanty a tak příznivě působí na metabolismus cholesterolu. [2]

2.7 Hypocholesterolemická léčiva

Pokud nepomůže ani dieta, musí se obsah cholesterolu v těle snížit podáváním léčiv. Hypercholesterolemie se může léčit buď chirurgickým vyřazením střeva či přerušením oběhu žlučových kyselin. Hypocholesterolemická léčiva, tzv. statiny, blokují výrobu cholesterolu v různých částech jeho syntézy a jsou nejrozšířenějšími léčivy na trhu. [1]

2.8 Životospráva a cholesterol

Na obsahu cholesterolu v krvi se podílí řada faktorů. Stres, kouření, pití kávy, obezita, způsobují, že se zvýší obsah mastných kyselin v těle a ty pak umožňují únik cholesterolu do krve. [1]

Důležitý je dostatek pohybu, protože napomáhá redukovat a udržet si váhu a a to má za následek zvýšení množství HDL cholesterolu v organismu. [2]

2. 9 Laboratorní stanovení cholesterolu

2.9.1 Stanovení cholesterolu digitoxinovou metodou

Naváží se 5 g tuku s přesností na 0,01 g. Tuk se smíchá se 3 ml KOH, 7 ml etanolu (95%). Tato směs se nechá 15 – 20 minut zmýdelňovat pod zpětným chladičem. Poté se ke směsi přidá 60 ml vody a 180 ml etanolu a zahřeje se na 50°C. Po zahřátí se ke směsi přimíchá 25 – 30 ml digitoninu v etanolu. Směs se nechá přes noc krystalizovat. Krystaly se zfiltrují na skleněném kelímku, jednou se promyjí vodou a poté několikrát etanolem a nakonec malým množstvím diethyletheru. Krystaly se suší v sušárně při 100 – 105 °C do konstantní hmotnosti. 1 g digitininů odpovídá 0,25 g sterolu. [4]

2.9.2 Chromatografické stanovení – tenkovrstvá chromatografie (TLC)

Metoda se používá pro rozdělení sterolů. Z tuku se pomocí diethyletherové metody izolují nezmýdelnitelné látky, ze kterých se po vysrážení digitoninem oddělí steroly. Do 50 ml Erlenmeyerovy baňky se vzniklé digitinidy převedou, přidají se k nim 3 ml acetanhydridu a 15 minut se obsah zahřívá pod zpětným chladičem. Nadbytečný acetanhydrid se oddestiluje na vodní lázni při sníženém tlaku. Ke zbylému obsahu se přilijí 3 ml 0,5 N KOH, rozpuštěném v etanolu. Pod zpětným chladičem se nechá směs asi hodinu zahřívát, pak se přidá 20 ml vody. Roztok se převede do dělicí nálevky. Roztok se poté extrahuje s 20 ml diethyletheru a extrakt se dvakrát promyje 20 ml vody, rozpouštědlo se odpaří. Na vrstvu silikagelu se nanáší malé množství vzorku a deska se ponoří do směsi kyseliny octové a vody (v poměru buď 90:10 nebo 92:8). Deska se poté vysuší a deteguje se 20% fosfomolybdenovou kyselinou v etanolu. Složky se rozpoznávají porovnáním se standardy. Pro cholesterol je retardační faktor standardu roven jedné a to pro obě ředění mobilní fáze. [4]

2.9.3 Enzymové stanovení cholesterolu

Tohoto stanovení se využívá v medicíně k vyšetření obsahu cholesterolu v krevní plasmě. Využívá se enzymu cholesterázy, který hydrolyzuje estery cholesterolu na mastné kyseliny a volný cholesterol. Vlivem esterifikovaného cholesterolu a volného cholesterolu se vytvoří barevný komplex, jenž se stanovuje spektrofotometricky. [6]

2.9.4 Stanovení cholesterolu pomocí Liebermannovy – Burchardovy reakce

Například 0,5 g vzorku se extrahuje 4,5 ml Folchova činidla (směs chloroformu a metanolu smíchaná 2:1). Lze také použít jiná množství vzorku a činidla (1 g vzorku a 9 ml činidla, 2 g vzorku a 18 ml činidla). Extrakce se provádí následujícím způsobem. Vzorek dáme do Erlenmeyerovy baňky a k němu se přidá příslušné množství extrakčního činidla. Baňka se zazátkuje a po dobu dvou až tří minut se obsah protřepává. Extrakt se poté zfiltruje, odebere se 0,5 ml filtrátu do 50 ml Erlenmeyerovy baňky a nechá se odpařit na vodní lázni. K odparku se pipetují 2 ml chloroformu, 0,5 ml acetanhydridu a 0,1 ml koncentrované kyseliny sírové. Směs se uloží na temné místo a po 15 minutách se fotometruje při 635 nm. Srovnávacím roztokem pro spektrofotometrii je směs 2 ml chloroformu, 0,5 ml acetanhydridu a 0,1 ml koncentrované kyseliny sírové. Obsah cholesterolu ve vzorku se vypočítá ze zjištěné absorbance vzorku a standardního roztoku. Standardní roztok se připraví rozpuštěním 100 mg čistého cholesterolu v 50 ml chloroformu. 0,1 ml standardního roztoku se smíchá s 2 ml chloroformu, 0,5 ml acetanhydridu a 0,1 ml koncentrované kyseliny sírové. Tato směs se také nechá 15 minut na temném místě a pak se fotometruje při 635 nm. [4]

2.9.5 Spektrofotometrie

Spektrofotometrie patří mezi optické metody, při kterých dochází k výměně energie mezi zkoumanou látkou a zářením. Výměna energie je způsobena emisí či absorpcí záření zkoumanou látkou. Proto můžeme spektrální metody dělit na absorpční a emisní.

Absorpcí je myšlena taková interakce látky se zářením, kdy látka energii přijímá. Látka přijímá záření o různých vlnových délkách, jejichž soubor se nazývá absorpční spektrum. Pro každou látku jsou charakteristické jiné vlnové délky, tudíž lze látku podle nich rozpoznat. Množství absorbovaného záření vyjadřuje jednotka absorbance a značí se A. Vyjadřuje se Lambertovým – Beerovým zákonem, který zní $A = \varepsilon \cdot c \cdot L$, kde ε = molární absorpční koeficient, c = koncentrace látky, L = délka absorbujícího prostředí.

Emise je opakem absorpce. Dodání energie přechází látka do vyšších energetických stavů a opět se navrácí do nižšího energetického stavu nebo až do stavu základního. Získanou energii odstraňuje vysíláním záření, které je pro látku charakteristické. Soubor frekvencí, jež látka emituje, se označuje jako emisní spektrum. [5]

3 Praktická část

Potraviny jsem analyzovala pomocí Liebermannovy – Burchardovy metody. Ke stanovení jsem používala především produkty živočišného původu, ale i potraviny rostlinného původu, ve kterých by se však cholesterol vyskytovat neměl. Z rostlinných produktů jsem se zaměřila především na margaríny a ztužené rostlinné tuky, do kterých se dle některých názorů přidávají tuky živočišné, které jsou levnější a tím se pak sníží náklady na jejich výrobu. Ze zjištěných dat absorbance analyzovaných potravin a standardního roztoku jsem vypočítala množství cholesterolu nacházejícího se ve vybraných potravinách. Z databáze potravin jsem se pokusila o statistické zhodnocení průměrného denního příjmu cholesterolu obyvateli naší republiky.

3.1 Výpočet množství cholesterolu v potravinách ze zjištěné absorbance

Standardní roztok jsem vytvořila rozpuštěním 100 mg čistého cholesterolu v 50 ml chloroformu. Z tohoto množství jsem odpipetovala 0,1 ml do Erlenmeyerovy baňky a smíchala s 2 ml chloroformu, 0,5 ml acetanhydridu a 0,1 ml koncentrované kyseliny sírové. Baňku jsem uložila na temné místo a po 15 minutách jsem obsah baňky fotometrovala při 635 nm. Zjistila jsem, že hodnota absorbance standardního roztoku je 0,484. Tuto hodnotu jsem pak použila k výpočtu.

100 mg cholesterolu bylo rozpuštěno v 50 ml chloroformu, což je ta samá koncentrace, jako kdyby bylo rozpuštěno 200 mg cholesterolu ve 100 ml chloroformu. Z tohoto roztoku jsem k práci použila pouze 0,1 ml. To znamená, že v 0,1 ml roztoku bylo obsaženo pouze 200 μ g cholesterolu. Zjištěná hodnota absorbance (0,484) tudíž odpovídá množství 200 μ g cholesterolu. Tento vztah jsem použila pro další výpočty.

Při zkoumání potravin jsem postupovala takto. Navázila jsem si vzorek potravin a extrahovala ho příslušným množstvím Folchova činidla. Poté jsem extrakt zfiltrovala a odpipetovala z něj 0,5 ml do Erlenmeyerovy baňky. Extrakt jsem dala odpařit na vodní lázeň a k odparku jsem pipetovala 2 ml chloroformu, 0,5 ml acetanhydridu a 0,1 ml koncentrované kyseliny sírové. Baňku jsem uložila na temné místo a po 15 minutách fotometrovala při 635 nm. Zjištěnou absorbanci jsem využila k výpočtu.

Pro přepočet absorbance analyzovaných produktů na množství obsaženého cholesterolu pak stačila přímá úměrnost, protože absorbance je přímoúměrná koncentraci látky. Zjištěný obsah cholesterolu ve stanovovaném množství vzorku jsem poté převedla na hmotnost 100 g potravin, protože v tomto množství se udávají nutriční hodnoty všech potravin.

Výpočet:

Absorbance standardu 200 µg cholesterolu

Absorbance vzorku x µg cholesterolu

0,484 200 µg cholesterolu

Absorbance vzorku x µg cholesterolu

Z těchto závislostí pak dostaneme vzorec, kde m_{ch} je množství cholesterolu a A_{vz} je hodnota absorbance vzorku.

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484}$$

Přepočet množství cholesterolu na 100 g potravin:

Množství vzorku a Folchova činidla jsem volila tak, že při pipetování 0,5 ml extraktu, bylo v tomto množství vždy obsaženo 0,05 g vybrané potravin. Při přepočítávání obsahu cholesterolu ve 100 g potravin jsem také využila přímé úměrnosti.

0,05 g vzorku obsahuje x g cholesterolu

100 g vzorku obsahuje y g cholesterolu

$$y = \frac{x * 100}{0,05}$$

3.1.1 Cholesterol v mléčných produktech

Hermelín:

Navázila jsem 2 g Hermelínu a extrahovala jsem ho 18 ml Folchova činidla. K analýze jsem odebrala 0,5 ml extraktu. To znamená, že z cca 20 ml bylo odebráno 0,5 ml a to odpovídá pouze čtyřicetině z původního množství vzorku, což je 0,05 g. Naměřila jsem absorbanci 0,195.

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,195 * 200}{0,484} = 80,58 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{80,58 * 100}{0,05} = 161160 \text{ } \mu\text{g} = 161,16 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

Po dosazení do vzorce jsem zjistila, že 0,05 g hermelínu obsahuje cca 80,58 μg cholesterolu. Ve 100 g potraviny je množství cholesterolu rovno 161160 μg cholesterolu, což odpovídá 161,160 mg cholesterolu ve 100 g hermelínu.

Eidam (30% tuku v sušině):

$$A_{vz} = 0,092.$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,092 * 200}{0,484} = 38,02 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{38,02 * 100}{0,05} = 76040 \text{ } \mu\text{g} = 76,04 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

V 0,05 g vzorku je 38,02 μg cholesterolu, ve 100 g Eidamu je tedy 76040 μg cholesterolu, tuto hodnotu můžeme převést na 76,04 mg.

Tavený sýr:

$$A_{vz} = 0,090.$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,090 * 200}{0,484} = 37,19 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{37,19 * 100}{0,05} = 74380 \text{ } \mu\text{g} = 74,38 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

Obsah cholesterolu v 0,05 g vzorku je 37,19 μg , ve 100 g je tato hodnota rovna 74,380 mg.

Mléko konzumní polotučné:

Naměřená absorbance mléka měla hodnotu 0,021.

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,021 * 200}{0,484} = 8,68 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{8,68 * 100}{0,05} = 17360 \text{ } \mu\text{g} = 17,36 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

Polotučné mléko obsahuje 8,68 μg cholesterolu. I ve 100 g je tato hodnota nízká, je to pouhých 17,36 mg cholesterolu.

Máslo:

$$A_{vz} = 0,398$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,398 * 200}{0,484} = 164,46 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{164,46 * 100}{0,05} = 328920 \text{ } \mu\text{g} = 328,92 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

Absorbance 0,398 odpovídá 164,46 μg cholesterolu v 0,05 g a 328,92 mg cholesterolu ve 100 g másla.

Pomazánkové máslo:

$$A_{vz} = 0,209$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,209 * 200}{0,484} = 119,83 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{119,83 * 100}{0,05} = 239660 \text{ } \mu\text{g} = 239,66 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

Z absorbance o hodnotě 0,209 jsem spočítala, že pomazánkové máslo obsahuje 119,83 μg cholesterolu v 0,05 g, to odpovídá 239,66 mg ve 100 g.

Polotučný tvaroh:

$$A_{vz} = 0,068$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,068 * 200}{0,484} = 28,1 \text{ } \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{28,1 * 100}{0,05} = 56200 \text{ } \mu\text{g} = 56,2 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

U tvarohu jsem naměřila absorbanci 0,068, z toho vyplývá, že v 0,05 g vzorku je přítomno přibližně 28,1 μg cholesterolu, tj. 56,2 mg na 100 g tvarohu.

Smetana (30%):

$$A_{vz} = 0,155$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,155 * 200}{0,484} = 64,05 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g výrobku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{64,05 * 100}{0,05} = 128100 \mu\text{g} = 128,1 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g výrobku}$$

0,05 g poskytuje 64,05 μg cholesterolu (128,1 mg/100 g). Absorbance byla 0,155.

Balkánský sýr (48%):

$$A_{vz} = 0,128$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,128 * 200}{0,484} = 52,9 \mu\text{g v } 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{52,9 * 100}{0,05} = 105800 \mu\text{g} = 105,8 \text{ mg cholesterolu ve } 100 \text{ g vzorku}$$

Přestože balkánský sýr obsahuje více tuku v sušině než smetana, zjištěná absorbance sýru byla nižší, pouze 0,128. Balkánský sýr obsahuje 52,9 μg v 0,05 g a ve 100 g 105,8 mg cholesterolu.

Smetanový ovocný jogurt (8,5%):

$$A_{vz} = 0,056$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,056 * 200}{0,484} = 23,14 \mu\text{g v } 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{23,14 * 100}{0,05} = 46280 \mu\text{g} = 46,28 \text{ mg cholesterolu ve } 100 \text{ g vzorku}$$

U tohoto produktu jsem naměřila absorbanci 0,056. V 0,05 g jogurtu se nachází 23,14 μg cholesterolu, ve 100 g je této látky přítomno 46,28 mg.

Bílý jogurt (3,5%):

$$A_{vz} = 0,034$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,034 * 200}{0,484} = 14,05 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{14,05 * 100}{0,05} = 28100 \mu\text{g} = 28,1 \text{ mg cholesterolu ve } 100 \text{ g vzorku}$$

Extinkce tohoto jogurtu byla menší, 0,034. 100 g jogurtu obsahuje 28,1 mg cholesterolu.

Sýr Gouda:

$$A_{vz} = 0,102$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,102 * 200}{0,484} = 42,15 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{42,15 * 100}{0,05} = 84300 \mu\text{g} = 84,3 \text{ mg cholesterolu ve } 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance byla rovna 0,102. Množství cholesterolu ve 100 g sýru odpovídá 84,3 mg.

Tab. 1 Přehled výsledků analýzy mléčných výrobků

Produkt	Absorbance	Obsah cholesterolu ve 100 g produktu (mg)
Hermelín	0,195	161,16
Eidam (30%)	0,092	76,04
Tavený sýr	0,090	74,38
Mléko konzumní polotučné	0,021	17,36
Máslo	0,398	328,92
Pomazánkové máslo	0,209	239,66
Polotučný tvaroh	0,068	56,2
Smetana (30%)	0,155	128,1
Balkánský sýr	0,128	105,8
Smetanový ovocný jogurt (8,5%)	0,056	46,28
Bílý jogurt (3,5%)	0,034	28,1
Gouda	0,102	84,3

3.1.2 Cholesterol v mase a masných výrobcích

Hovězí maso (kýta):

$$A_{vz} = 0,131$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,131 * 200}{0,484} = 54,13 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{54,13 * 100}{0,05} = 108260 \mu\text{g} = 108,26 \text{ mg cholesterolu ve } 100 \text{ g vzorku}$$

Ze zjištěné absorbance 0,131 vyplývá, že hovězí maso obsahuje ve 100 g 108,26 mg cholesterolu.

Kuřecí prsní řízký:

$$A_{vz} = 0,118$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,118 * 200}{0,484} = 48,76 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{48,76 \cdot 100}{0,05} = 97520 \mu\text{g} = 97,52 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

V kuřecím mase je méně cholesterolu než v mase hovězím. Ve 100 g je obsaženo 97,52 mg cholesterolu, což odpovídá naměřené absorbanci 0,118.

Vepřové maso (plec):

$$A_{vz} = 0,146$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} \cdot 200}{0,484} = \frac{0,146 \cdot 200}{0,484} = 60,33 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{60,33 \cdot 100}{0,05} = 120660 \mu\text{g} = 120,66 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

U tohoto druhu masa jsem zjistila extinkci 0,146. Vepřové maso je známo vysokým obsahem cholesterolu, jenž je ve 100 g masa roven 120,66 mg.

Salám Gothaj:

$$A_{vz} = 0,132$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} \cdot 200}{0,484} = \frac{0,132 \cdot 200}{0,484} = 54,55 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{54,55 \cdot 100}{0,05} = 109100 \mu\text{g} = 109,1 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Tento salám je značně tučný, odpovídá tomu i hodnota absorbance, která činí 0,132. Množství cholesterolu ve 100 g produktu je 109,1 mg.

Játrová paštika Svačinka:

$$A_{vz} = 0,156$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} \cdot 200}{0,484} = \frac{0,156 \cdot 200}{0,484} = 64,46 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{64,46 \cdot 100}{0,05} = 128920 \mu\text{g} = 128,92 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance 0,156 odpovídá 128,92 mg cholesterolu v tomto produktu. Paštika s největší pravděpodobností obsahuje velmi malé množství jater, protože játra jsou velmi bohatá na cholesterol a absorbance by proto měla být o dost větší.

Salám Junior:

$$A_{vz} = 0,063$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,063 * 200}{0,484} = 26,03 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{26,03 * 100}{0,05} = 52060 \mu\text{g} = 52,06 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Tento salám není nijak mastný, značí to hodnota absorbance, která je 0,063. Ve 100 g se nachází 52,06 mg cholesterolu.

Salám Vysočina:

$$A_{vz} = 0,127$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,127 * 200}{0,484} = 52,48 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{52,48 * 100}{0,05} = 104960 \mu\text{g} = 104,96 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Vysočina je také jedním z mastnějších produktů. Ve 100 g Vysočiny se skrývá 104,96 mg cholesterolu. Hodnota absorbance byla 0,127.

Tmavá tlačěnka:

$$A_{vz} = 0,067$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,067 * 200}{0,484} = 27,69 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{27,69 * 100}{0,05} = 55380 \mu\text{g} = 55,38 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Zjištěná absorbance 0,067 ukazuje, že ve 100 g tmavé tlačěnky je obsaženo 55,38 mg cholesterolu.

Salám Paprikáš:

$$A_{vz} = 0,366$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,366 * 200}{0,484} = 151,24 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{151,24 * 100}{0,05} = 302480 \mu\text{g} = 302,48 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

U tohoto produktu byla absorbance značně vysoká, činila 0,366. Myslím, že tato hodnota mohla být zkreslená některými steroly, vyskytujícími se v paprice, která je v produktu přítomná. Pokud by tomu tak nebylo, 100 g salámu by obsahovalo 302,48 mg cholesterolu. Tato hodnota pokrývá přijatelnou denní dávku cholesterolu v potravě.

Vepřový mozek:

$$A_{vz} = 0,930$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,930 * 200}{0,484} = 384,3 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{384,3 * 100}{0,05} = 768600 \mu\text{g} = 768,6 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Vepřový mozek by měl kromě jater a vaječných žlutků obsahovat nejvyšší množství cholesterolu. Ze zjištěné absorbance je jasné, že je to pravda. Extinkce byla 0,930, takže ve 100 g vepřového mozku se ukrývá 768,6 mg cholesterolu.

Dušená šunka od kosti:

$$A_{vz} = 0,065$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,065 * 200}{0,484} = 26,86 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{26,86 * 100}{0,05} = 53720 \mu\text{g} = 53,72 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Ve 100 g této šunky je přítomno 53,72 mg cholesterolu. Absorbance činila 0,065.

Uzená krkovicice:

$$A_{vz} = 0,104$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,104 * 200}{0,484} = 42,98 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{42,98 * 100}{0,05} = 85960 \mu\text{g} = 85,96 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Naměřená extinkce odpovídala 0,104, což znamená, že ve 100 g produktu je 85,96 mg cholesterolu. Je však nutné zmínit, že i když se jednalo o krkovicici, byla velmi libová.

Dětský šunkový salám:

$$A_{vz} = 0,079$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,079 * 200}{0,484} = 32,64 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{32,64 * 100}{0,05} = 65280 \mu\text{g} = 65,28 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance dětského šunkového salámu byla vyšší než dušené šunky a činila 0,079. Je to možná dáno tím, že dětská šunka je o něco kvalitnější a obsahuje více masa. 100 g dětské šunky odpovídá 65,29 mg cholesterolu.

Točený salám:

$$A_{vz} = 0,099$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,099 * 200}{0,484} = 40,91 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{40,91 * 100}{0,05} = 81820 \mu\text{g} = 81,82 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Extinkce tohoto druhu uzeniny byla 0,099, takže ve 100 g produktu je obsaženo 81,82 mg cholesterolu.

Tab. 2 Přehled analýzy masa a masných produktů

Produkt	Absorbance	Obsah cholesterolu ve 100 g produktu (mg)
Hovězí maso (kýta)	0,131	108,26
Kuřecí prsní řízký	0,118	97,52
Vepřové maso (plec)	0,146	120,66
Gothaj	0,132	109,1
Svačinka	0,156	128,92
Junior	0,063	52,06
Vysočina	0,127	104,96
Tmavá tlačěnka	0,067	55,38
Paprikáš	0,366	302,48
Vepřový mozek	0,930	768,6
Dušená šunka od kosti	0,065	53,72
Uzená krkovice	0,104	85,96
Dětský šunkový salám	0,079	65,28
Točený salám	0,099	81,82

3.1.3 Cholesterol v pečivu

Rohlík tukový:

$$A_{vz} = 0,107$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,107 * 200}{0,484} = 42,21 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{42,21 * 100}{0,05} = 84420 \mu\text{g} = 84,42 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Naměřila jsem absorpenci 0,107. Ve 100 g se nachází 88,42 mg cholesterolu. Jeden kus tohoto pečiva váží přibližně 50 g, to znamená, že konzumací jednoho rohlíku přijmeme cca 42,22 mg cholesterolu. Velikost absorpance je celkem vysoká, protože se prý při výrobě do těsta přidává sádlo, ale výsledky mohou zkreslovat i rostlinné steroly z obilí.

Chléb:

$$A_{vz} = 0,074$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,074 * 200}{0,484} = 30,58 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{30,58 * 100}{0,05} = 61160 \mu\text{g} = 61,16 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance chlebu byla nižší než u rohlíku, činila 0,074. Ve 100 g této potraviny je obsaženo méně cholesterolu. Obsah 61,16 mg/100 g tvoří přibližně pětinu z celkového doporučeného denního příjmu. Ale na druhou stranu si opět myslím, že se spíše než o cholesterol jedná o rostlinné steroly.

Rohlík celozrnný:

$$A_{vz} = 0,079$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,079 * 200}{0,484} = 32,64 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{32,64 * 100}{0,05} = 65280 \mu\text{g} = 65,28 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Tento rohlík je ve srovnání s běžným rohlíkem méně tučný. Značí to jeho absorpance o hodnotě 0,079. Přepočtením na množství 100 g potraviny jsem došla k závěru, že tento produkt obsahuje 65,29 mg cholesterolu (nebo jiného sterolu), což je o 23,14 mg cholesterolu (či jiného sterolu) méně než v běžném rohlíku.

Celozrnnýchléb:

$$A_{vz} = 0,049$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,049 * 200}{0,484} = 20,25 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{20,25 * 100}{0,05} = 40500 \mu\text{g} = 40,5 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance byla pouze 0,049. To znamená, že ve 100 g celozrnného chlebu by bylo 40,5 mg cholesterolu. Opět si však myslím, že výsledky jsou zkresleny.

Tab. 3 Přehled obsahu cholesterolu v pečivu

Produkt	Absorbance	Obsah cholesterolu ve 100 g produktu (mg)
Rohlík tukový	0,107	84,42
Bílý chléb	0,074	61,16
Celozrnný rohlík	0,079	65,28
Celozrnný chléb	0,049	40,5

3.1.4 Čokoládové produkty

Mléčná čokoláda:

$$A_{vz} = 0,197$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,197 * 200}{0,484} = 81,40 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{81,40 * 100}{0,05} = 162800 \mu\text{g} = 162,80 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

0,197 je absorbance tohoto produktu. Ve 100 g čokolády by mělo být 162,8 mg cholesterolu. Tato čokoláda obsahuje mléčný tuk a odstředěné mléko, ale také obsahuje kakaovou hmotu, která také obsahuje rostlinné steroly.

Hořká čokoláda (70%):

$$A_{vz} = 0,297$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,297 * 200}{0,484} = 122,73 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{122,73 * 100}{0,05} = 244260 \mu\text{g} = 244,26 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Ve 100 g hořké čokolády by se ze zjištěné absorbance 0,297 mělo nacházet 245,45 mg cholesterolu. Nevím, jestli tento produkt neobsahuje nějaký ztužený tuk, ale myslím si, že hodnotu absorbance opět zkreslují jiné steroly.

Čokoládový krém:

$$A_{vz} = 0,530$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,530 * 200}{0,484} = 219,01 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{219,01 \cdot 100}{0,05} = 438020 \mu\text{g} = 438,02 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Hodnota této absorbance mě velice překvapila. Naměřila jsem hodnotu 0,530. 100 g čokoládového krému by obsahovalo 438,02 mg cholesterolu. Ale z etikety produktu je zřejmé, že by cholesterol obsahovat neměl. V krému by se měly nacházet pouze rostlinné tuky. Je tedy možné, že rostlinné steroly reagovaly stejně jako cholesterol.

Tab. 4 Přehled výsledků analýzy čokoládových produktů

Produkt	Absorbance	Obsah cholesterolu ve 100 g produktu
Mléčná čokoláda	0,197	162,8
Hořká čokoláda	0,297	244,26
Čokoládový krém	0,530	438,02

3.1.5 Živočišné a rostlinné tuky

Vepřové sádlo:

$$A_{vz} = 0,245$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} \cdot 200}{0,484} = \frac{0,245 \cdot 200}{0,484} = 101,24 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{101,24 \cdot 100}{0,05} = 202480 \mu\text{g} = 202,48 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance sádla byla 0,245, takže ve 100 g je přítomno 202,48 mg cholesterolu. Množství cholesterolu v sádle je nižší než v másle. Na 100 g produktů je rozdíl obsahu cholesterolu cca 127 mg.

Margarín:

$$A_{vz} = 0,693$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} \cdot 200}{0,484} = \frac{0,693 \cdot 200}{0,484} = 286,36 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x \cdot 100}{0,05} = \frac{286,36 \cdot 100}{0,05} = 572720 \mu\text{g} = 572,72 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance margarínu byla hodně vysoká a činila 0,693. Ve 100 g produktu by se tak nacházelo 572,73 mg cholesterolu, jelikož se však má jednat o potravinu rostlinného původu, myslím si, že rostlinné steroly značně zkreslily výsledky.

Řepkový olej:

$$A_{vz} = 1,102$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{1,102 * 200}{0,484} = 455,37 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{455,37 * 100}{0,05} = 910740 \mu\text{g} = 910,74 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Naměřená absorbance byla 1,102. Z tohoto výsledku je jasné, že rostlinné steroly reagují stejně jako cholesterol a tím pádem jsou výsledky produktů, ve kterých se nacházejí jak živočišné tak rostlinné steroly, hodně zkresleny. Ve 100 g řepkového oleje by bylo 910,74 mg cholesterolu, což je ovšem nemožné, protože se jedná o rostlinný produkt.

Tab. 5 Výsledky analýzy živočišných a rostlinných tuků

Produkt	Absorbance	Obsah cholesterolu ve 100 g produktu (mg)
Vepřové sádlo	0,245	202,48
Margarín	0,693	572,72
Řepkový olej	1,102	970,74

3.1.6 Vejce a výrobky z vajec

Vaječný bílek:

$$A_{vz} = 0,004$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,004 * 200}{0,484} = 1,65 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{1,65 * 100}{0,05} = 3300 \mu\text{g} = 3,3 \text{ mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Vaječný bílek by neměl obsahovat cholesterol. Přesto je z výsledků jasné, že nějaký cholesterol obsahují. Avšak obsah cholesterolu je ve vaječném bílku minimální. Dejme tomu, že jeden bílek váží cca 30 g. Jeden bílek by pak obsahoval cca 1 mg cholesterolu. K pokrytí denního příjmu cholesterolu bychom pak museli sníst bílky z 300 kusů vajec.

Vaječný žloutek:

$$A_{vz} = 0,845$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,845 * 200}{0,484} = 349,17 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{349,17 * 100}{0,05} = 698340 \mu\text{g} = 698,34 \text{mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Vaječný žloutek je na rozdíl od bílku značně bohatý na cholesterol. Absorbance 0,845 značí, že 100 g žloutku obsahuje 698,34 mg. Jedno vejce váží cca 60 g a žloutek tvoří asi polovinu množství, což dělá asi 232,8 mg cholesterolu. Jedno vejce tudíž skoro pokryje denní příjem cholesterolu.

Majonéza:

$$A_{vz} = 0,894$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,894 * 200}{0,484} = 369,42 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{369,42 * 100}{0,05} = 738840 \mu\text{g} = 738,84 \text{mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance majonézy je 0,894. Tento produkt by měl obsahovat 738,84 mg cholesterolu / 100 g. Ale majonéza kromě vaječných žloutků obsahuje i rostlinné oleje.

Tatarská omáčka:

$$A_{vz} = 0,787$$

$$m_{ch} = \frac{A_{vz} * 200}{0,484} = \frac{0,787 * 200}{0,484} = 325,21 \mu\text{g cholesterolu} / 0,05 \text{ g vzorku}$$

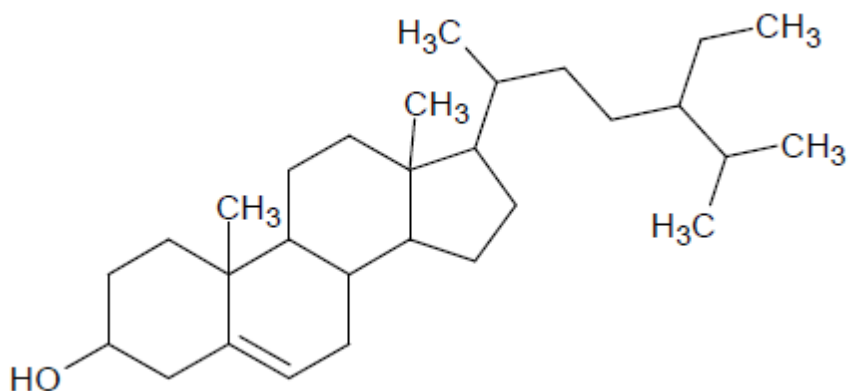
$$y = \frac{x * 100}{0,05} = \frac{325,21 * 100}{0,05} = 650420 \mu\text{g} = 650,42 \text{mg cholesterolu} / 100 \text{ g vzorku}$$

Absorbance byla nižší než u majonézy a činila 0,787. Z této hodnoty lze vypočítat, že 100 g produktu by obsahovalo 650,42 mg cholesterolu. Ale tatarská omáčka je svým složením majonéze podobná a také obsahuje rostlinné oleje.

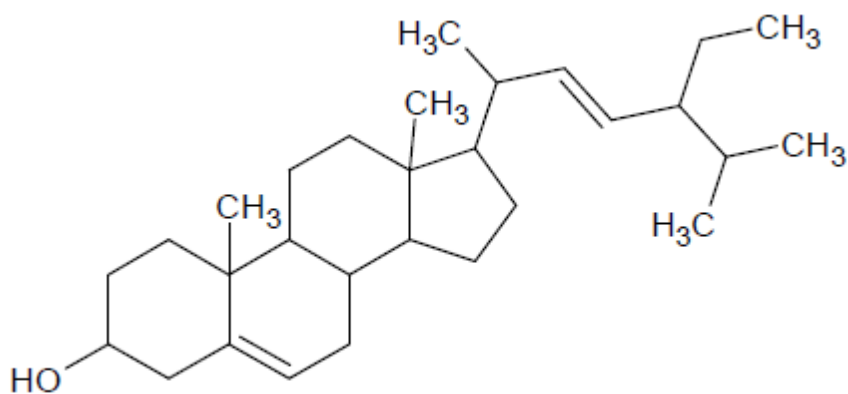
Tab. 6 Přehled výsledků analýzy vajec a produktů z vajec

Produkt	Absorbance	Obsah cholesterolu ve 100 g produktu (mg)
Vaječný bílek	0,004	3,3
Vaječný žloutek	0,845	698,34
Majonéza	0,894	738,84
Tatarská omáčka	0,787	650,42

Výsledky analýzy byly značně ovlivněny rostlinnými steroly. Příkladem takovychto sterolů mohou být sitosterol či stigmasterol.



Obr. 2 **Struktura sitosterolu – rostlinný sterol** [8]



Obr. 3 **Struktura stigmasterolu – rostlinný sterol** [9]

3.2 Statistické zhodnocení průměrného denního příjmu cholesterolu v české populaci

Při zpracování statistiky jsem používala databázi vytvořenou Ústavem zemědělské ekonomiky a informací v Praze. Z databáze, která se zabývá příjmem potravin, jsem zjistila celkový příjem potravin v české populaci aktuálního pro rok 2012.

Mnou vypočtený obsah cholesterolu v potravinách jsem převedla na jednotku mg cholesterolu/ kg potraviny. Obsah cholesterolu v kg produktu jsem vynásobila jeho zkonsumovaným množstvím. Takto jsem zjistila roční příjem cholesterolu z potraviny. Roční příjem jsem poté vydělila 365, abych získala denní příjem cholesterolu z produktů.

Databáze však není úplná. Nelze zde najít data pro uzeniny, či pro některé výrobky z mléka. Některé hodnoty jsem musela poupravit, protože například váha masa byla měřena i s kostmi. Pro statistické zpracování jsem vybrala pouze 15 produktů, u kterých je namísto předpoklad přítomnosti cholesterolu a u nichž jsou dostupná data o jejich spotřebě. Výsledky jsem zaznamenala do tabulky.

Tab. 1 Přehled průměrného příjmu cholesterolu v potravinách

Druh potraviny	Celkový příjem potraviny (kg/osobu)	Obsah cholesterolu v potravine (mg cholesterolu/kg potraviny)	Roční příjem cholesterolu (mg cholesterolu/osobu)	Denní příjem cholesterolu (mg cholesterolu/osobu)
vaječný žloutek	7,32	6983,4	51118,5	140,1
máslo	5,2	3289,2	17103,8	46,9
pomazánkové máslo	3,5	2396,6	8388,1	23
polotučný tvaroh	3,4	562	1910,8	5,2
sádlo	4,7	2024,8	9516,6	26,1
Eidam	8,3	760,4	6311,3	17,3
Balkánský sýr	11,2	1058	11849,6	32,5
Gouda	8,3	843	6996,9	19,2
Mléko polotučné	25	173,6	4340	11,9
Tavený sýr	2,2	743,8	1636,4	4,5
Hermelín	1,8	1611,6	2900,9	7,9
mléčná čokoláda	0,9	1628	1465,2	4
Hořká čokoláda	0,9	2442,6	2198,3	6
Maso vepřové	20,5	1206,6	24735,3	67,8
Maso hovězí	8,2	1082,6	8877,3	24,3
Maso kuřecí	25	975,2	24380	66,8
Suma denního příjmu ve vybraných potravinách				503,5

[7]

Z vypočtených hodnot je zřejmé, že největší množství cholesterolu se u nás přijme ve vejcích a mase. V naší republice se nejvíce konzumuje vepřové maso, v těsném závěsu je drůbež. Hovězího masa sní podle statistiky každý z nás 8,1 kg za rok. Nejméně se u nás konzumuje zvěřina a králičí maso. Ryb sníme každý asi 5,7 kg za rok. Mléka a mléčných produktů každý člověk sní cca 240 kg ročně. [7]

Potravinami, které jsem zahrnula do statistického zpracování, naše populace překračuje doporučený denní příjem cholesterolu o 200 mg cholesterolu a to se na našem trhu vyskytuje ještě značné množství uzenin a mléčných produktů. Otázkou však také je, jaké množství se opravdu zkonsumuje a jaké množství je odpadem. Další komplikací je také otázka vegetariánství a veganství. Myslím, že v dnešní době vegetariánů a veganů přibývá. Vegetariáni nejedí maso a vegani dokonce žádné živočišné produkty. Takže se hodnoty denního příjmu cholesterolu u ostatních lidí mohou ještě navýšit.

Řekla bych, že naše populace překračuje denní příjem cholesterolu tak o 70%. U rizikových osob, nedodržujících dietu, může být překročení ještě větší. Tomu odpovídá i fakt, že na kardiovaskulární choroby u nás umírá kolem poloviny obyvatel.

3. 3 Doporučení o stravování

Základem dobrého zdraví je zdravý životní styl. Při zvýšeném obsahu cholesterolu v krevní plasmě bychom měli především omezit živočišné tuky a nahradit je tuky rostlinnými. Důležité také je omezit příjem alkoholu a konzumovat více vlákniny, která podporuje rychlejší a úplnější vylučování žlučových kyselin a zbytkového cholesterolu a tím urychluje katabolismus cholesterolu.

Měli bychom omezit konzumaci bílého pečiva a nahradit ho pečivem celozrnným, které je bohatší na obsah vlákniny.

Dále by se v našem jídelníčku mělo vyskytovat více ovoce a zeleniny místo bonbónů a zákusků. Oproti sladkostem, které obsahují složené cukry, ovoce obsahuje značné množství cukrů, především jednoduchých, které jsou rychlým zdrojem energie.

Co se týká těstovin, je lepší volit těstoviny bezvaječné nad vaječnými. Snížíme tak značný příjem cholesterolu. Vaječný žloutek je totiž na cholesterol značně bohatý, vaječný bílek však můžeme jíst téměř bez omezení. Je proto lepší dělat si omelety či jiné pokrmy z vajec pouze z bílků. Ale na druhou stranu obsahuje vejce i prospěšné látky. Je velmi dobrým zdrojem bílkovin, vitamínů a minerálů. Obsahuje značné množství esenciálních aminokyselin, které jsou základem pro stavbu bílkovin. Z vitamínů je to například vitamín A, D, E a vitamíny skupiny B. Z minerálů se jedná o draslík, sodík, vápník, železo.

Měli bychom preferovat libové maso nad tučným. Lepší je konzumovat bílé maso (ryby, kuře, krůtu, králíka) než maso červené. Z červeného masa raději volit hovězí nežli vepřové. Ale červené maso má zase tu výhodu, že obsahuje železo, které je pro naši krev také důležité. Také bychom měli omezit příjem uzenin a paštik. Obzvláště bychom se měli vyvarovat vnitřnostem, které obsahují hodně velké množství cholesterolu, obzvláště se jedná o mozek a játra.

Majonéza obsahuje vaječné žloutky, proto je potřeba se jí také vyvarovat. Je lepší ji nahradit nízkotučným bílým jogurtem, který obsahuje méně cholesterolu.

Z mléčných produktů bychom měli konzumovat ty, které jsou méně bohaté na obsah tuku. Vyvarovat bychom se měli plnotučnému mléku, smetaně, smetanovým jogurtům a tučným sýrům. Je lepší volit produkty se sníženým obsahem tuku, které mají na svém obalu nápis light.

Co se týká tuků, je žádoucí preferovat tuky rostlinné. Raději než máslem či sádlem si namazat chléb margarínem. Margarín obsahuje nenasycené mastné kyseliny, které nezpůsobují aterosogenní riziko. Navíc se do margarínů přidávají i vitamíny. Lepší je také smažit na fritovacích olejích než na másle či sádle. Fritovací oleje snesou větší teplotu, tuk se tudíž tak rychle nepřepálí. Přepálený tuk není zdravý z toho důvodu, že obsahuje velké množství karcinogenních látek.

Důležitý je také pitný režim. Volit bychom měli především neslazené nealkoholické nápoje. Denně bychom měli vypít 2-3 litry tekutin.

Další součástí zdravého životního stylu je také sport, především aerobní cvičení. Sportem se zvyšuje množství dobrého cholesterolu v krvi.

Negativními vlivy jsou také stres, alkohol a kouření. Vysoké množství cholesterolu v organismu ucpává cévy. To samé dělá i cigaretový kouř. Je důležité přestat kouřit, snížíme si tak aterogenní riziko.

Myslím, že v tomto případě bychom se mohli učit od vegetariánů. Jelikož vegetariáni nejedí žádné masné výrobky, přijímají v potravě daleko méně cholesterolu a snižují si tak riziko vzniku aterosklerózy. Řekla bych, že celkově je jejich životní styl zdravější.

Podle mého názoru je lepší dodržovat tyto zásady, než požívat hypocholesterolemická léčiva po celý život.

4 Závěr

Cholesterol je látka živočišného původu, patří do skupiny živočišných sterolů. Je přítomen ve všech buňkách organismu, hlavně v nervové tkáni, játrech a vaječném žloutku.

Je důležitý pro syntézu hormonů, žlučových kyselin a vitamínu D a také pro stavbu buněčných membrán.

Hladina cholesterolu v krvi by neměla překročit hodnotu 5mmol/l. HDL cholesterolu by naše krev měla obsahovat více než 1,6 mmol/l, u LDL cholesterolu by hodnota neměla být vyšší než 2,6 mmol/l.

LDL cholesterol způsobuje aterosklerózu, což je onemocnění, při kterém se ucpávají cévy. Toto onemocnění má za následek vznik infarktu a mozkové mrtvice.

Denní příjem cholesterolu v potravě by neměl být vyšší než 300 mg, u rizikových skupin je tato hodnota pouze 200 mg.

Náš organismus si cholesterol umí vytvořit sám. Denně vyrobí asi 500 mg cholesterolu z Acetyl-CoA. U dospělého jedince se může vytvořit až kolem 1 g cholesterolu za den.

Metabolismus cholesterolu probíhá v játrech, kde se jedna část přetváří na žlučové kyseliny a druhá část cholesterolu je odváděna žlučí do střeva. Ve střevu se část cholesterolu resorbuje zpět do jater a zbytek je z těla odstraněn stolicí. Tomuto cyklu se říká enterohepatální oběh.

Dieta někdy nezabírá právě z toho důvodu, že se sice sníží příjem cholesterolu v potravě, ale náš organismus ho začne vytvářet větší množství. Důležité však je snížení příjmu cholesterolu alespoň zkusit, abychom nemuseli požívat hypocholesterolemická léčiva.

V praktické části jsem se zabývala zjišťováním množství cholesterolu v potravinách pomocí Liebermannovy- Burchardovy reakce. Tato reakce však nebyla směrodatná, protože výsledky značně zkreslovaly rostlinné steroly. Důkazem byl pokus s řepkovým olejem, u kterého byla naměřena hodně vysoká hodnota absorpance.

Z databáze o příjmu potravin jsem zjišťovala průměrný denní příjem cholesterolu v populaci. Databáze však nebyla úplná. Pro řadu mnou analyzovaných výrobků jsem nenašla data o spotřebě. Avšak i z 15 produktů, ze kterých jsem mohla udělat statistiku je zřejmé, že denní příjem cholesterolu je v naší populaci značně překročen.

Ve stravě je důležité vyvarovat se tučnému masu, tučným mléčným produktům. Lepší je používat margaríny a rostlinné oleje než živočišné tuky. Důležité také je vyvarovat se velké konzumaci vaječných žloutků a vnitřností. Neměli bychom kouřit, nadbytečně se stresovat a pít alkoholické nápoje. Důležitá je také pohybová aktivita.

5 Seznam použité literatury

- [1] MURRAY, Robert K. et al. *Harperova biochemie: a lange medical book*. 23. vyd., 4. české vyd., V H + H 3. Jinočany: H & H, 2002. ix, 872 s. ISBN 80-7319-013-3.
- [2] WAGNER, Petr *Zvýšený cholesterol skryté nebezpečí*. 1. vyd. Praha: Triton, 1998, 15 s. ISBN 80-7254-012-2.
- [3] GANONG, William F. a HERGET, Jan, ed. *Přehled lékařské fyziologie*. Vyd. v ČR 1. Jinočany: H & H, 1997. xiii, 681 s. ISBN 80-85787-36-9.
- [4] DAVÍDEK, Jiří et al. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1981, 718 s.
- [5] OPEKAR, František et al. *Základní analytická chemie: pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2002. iv, 201 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0553-8.

6 Použité internetové zdroje

[6] <http://www.lf2.cuni.cz/Ustavy/biochemie/vyuka/cholesterol.pdf>, staženo 27. 5. 2014

[7] [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/21002D4619/\\$File/21391301.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/21002D4619/$File/21391301.pdf), staženo 6. 6. 2014

[8] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sitosterol_structure.svg, staženo 25. 6. 2014

[9] <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.4444352.html>, staženo 25. 6. 2014

7 Cizojazyčné resumé

Tato práce se zabývá stanovením cholesterolu v potravinách. Jsou zde popisovány fyziologické funkce cholesterolu a jeho vliv na vznik a rozvoj aterosklerózy. Práce také obsahuje statistické zhodnocení denního příjmu cholesterolu v české populaci a doporučení týkající se stravování.

This work deals with the assessment of cholesterol in food. There are described the physiological function of cholesterol and its effect on the formation and development of atherosclerosis. The work also includes a statistical evaluation of the daily intake of cholesterol in the Czech population and recommendations about diet.