

Zastoupení cholesterolu v živočišných produktech a jeho význam ve výživě

Antonín Rychlík

Bakalářská práce
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Antonín RYCHLÍK
Osobní číslo: T09250
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie a řízení v gastronomii

Téma práce: Zastoupení cholesterolu v živočišných produktech a jeho význam ve výživě.

Zásady pro vypracování:

- 1. Charakteristika cholesterolu**
- 2. Obsah v živočišných produktech**
- 3. Význam a výživová doporučení**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin 1, OSSIS, Tábor 2009**
2. **VANCE, E. D. Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes, Elsevier Science 2008**
3. **BELITZ, D. Food Chemistry, Springer 2009**
4. **LUBANDA, H., VECKA, M. Cholesterol. Přítel či nepřítel?, Chemické Listy 103, 2009**
5. **KOMPRDA, T. Cholesterol a jeho oxidační produkty v potravinách, Ústav technologie potravin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Veterinářství 56, 2006**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

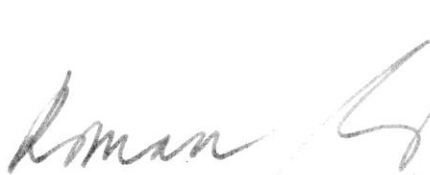
Datum zadání bakalářské práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 21. 5. 2012

Rychlík Antonín

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou cholesterolu a jeho metabolismem. Mapuje jeho obsah v živočišných produktech a možnosti jeho snížení. V další části popisuje výživová doporučení pro optimální hodnotu cholesterolu v krvi člověka.

Klíčová slova: Cholesterol, metabolismus, lipoproteiny, živočišné produkty, výživové doporučení, hypercholesterolemie

ABSTRACT

The Bachelor thesis deals with the characteristics and cholesterol metabolism. It maps the content in animal products and its possible reduction. The next section describes dietary guidelines for optimal cholesterol levels in human blood.

Keywords: Cholesterol, metabolism, lipoproteins, animal products, nutritional recommendations, hypercholesterolemia

Tímto bych rád poděkoval Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za věnovaný čas, ochotu, zájem, zapůjčení literatury a cenné rady při vedení mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
1 CHARAKTERISTIKA CHOLESTEROLU	10
1.1 CHOLESTEROL A BIOMEMBRÁNY	13
1.2 METABOLISMUS	13
2 VÝZNAM CHOLESTEROLU	17
2.1 FUNKCE CHOLESTEROLU	17
2.1.1 Žlučové kyseliny	17
2.1.2 Steroidní hormony	18
2.2 LIPOPROTEINY KREVNÍHO SÉRA	19
2.2.1 Hypercholesterolemie.....	20
2.3 TRANS-NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY A CHOLESTEROL.....	21
2.4 OXYSTEROLY	21
3 CHOLESTEROL V ŽIVOČIŠNÝCH PRODUKTECH	24
3.1 MASO JATEČNÝCH ZVÍŘAT	24
3.1.1 Hovězí maso	24
3.1.2 Telecí maso	25
3.1.3 Vepřové maso.....	26
3.1.4 Tuková tkáň.....	27
3.2 DRŮBEŽ.....	27
3.3 KRÁLÍČÍ MASO	27
3.4 ZVĚŘINA	28
3.5 MINORITNÍ DRUHY MASA.	29
3.6 MASNÉ VÝROBKY.....	30
3.7 RYBY A RYBÍ VÝROBKY.....	30
3.8 VEJCE.....	31
3.9 MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY.....	32
3.9.1 Kravské mléko.....	32
3.9.2 Mléčné výrobky.....	33
3.9.3 Máslo.....	34
4 STANOVENÍ CHOLESTEROLU	35
5 SNÍŽENÍ OBSAHU CHOLESTEROLU V POTRAVINÁCH	37
5.1 MODIFIKOVANÉ KRMIVO	38
5.2 FYTOSTEROLY	39
6 VÝŽIVOVÁ DOPORUČENÍ	40

6.1	NUTRIČNÍ PARAMETRY V SOUVISLOSTI S CHOLESTEROLEM.....	40
6.2	KONZUMACE POTRAVIN S OBSAHEM CHOLESTEROLU	42
6.3	DOPLŇKY STRAVY.....	43
6.4	DIETA PŘI HYPERCHOLESTEROLEMIÍ.....	44
6.5	MASTNÉ KYSELINY A CHOLESTEROL	45
6.6	VNĚJŠÍ FAKTORY	47
	ZÁVĚR	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	58
	SEZNAM TABULEK.....	59

ÚVOD

V posledních desetiletích se v souvislosti s aterosklerózou a kardiovaskulárními chorobami stále častěji hovoří o cholesterolu.

Souvislost mezi hladinou cholesterolu v krvi člověka a četností úmrtnosti na srdečně cévní onemocnění u člověka byla prokázána v mnoha studiích. Jde o onemocnění, které je v rozvinutých zemích hlavní příčinou úmrtnosti v populaci. Tím si získal cholesterol mimořádnou pozornost nejen lékařů, ale také i povědomí široké veřejnosti. Tato zjištění vedla k doporučením snižovat příjem potravin s vysokým obsahem cholesterolu.

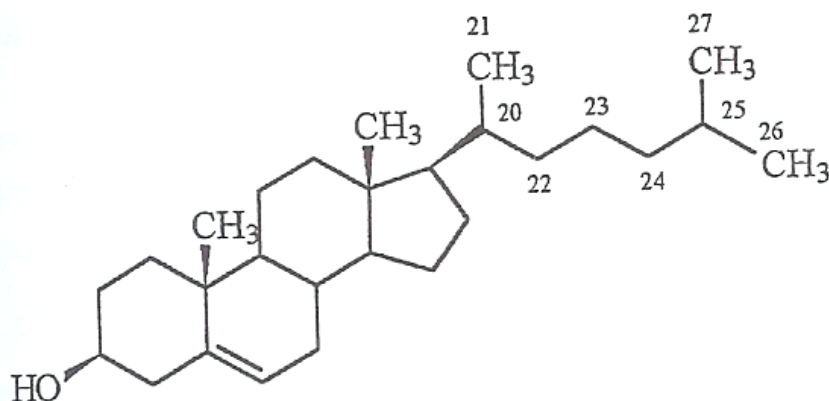
Už méně se hovoří o velkém významu cholesterolu pro lidský organismus. Cholesterol je jako součást buněčných membrán nezbytný pro život. Je zároveň prekurzor a výchozí sloučenina významných molekul.

Cílem mé bakalářské práce je poukázat na důležitost cholesterolu a jeho metabolismu v lidském organismu.

Dále se soustředím na obsah cholesterolu a jeho oxidačních produktů v nejvýznamějších živočišných potravinách. Vysvětlit faktory, které ovlivňují různorodá množství cholesterolu v jednotlivých produktech. Popsat negativní vliv pro lidský organismus při zvýšené koncentraci cholesterolu v krvi a uvést možnosti, jak lze přirozenou formou regulace hladiny cholesterolu, vhodným výběrem konzumované stravy ovlivnit nejen celkový obsah cholesterolu v krvi, ale i vzájemné zastoupení jednotlivých frakcí a jiných lipidů v lidském těle.

1 CHARAKTERISTIKA CHOLESTEROLU

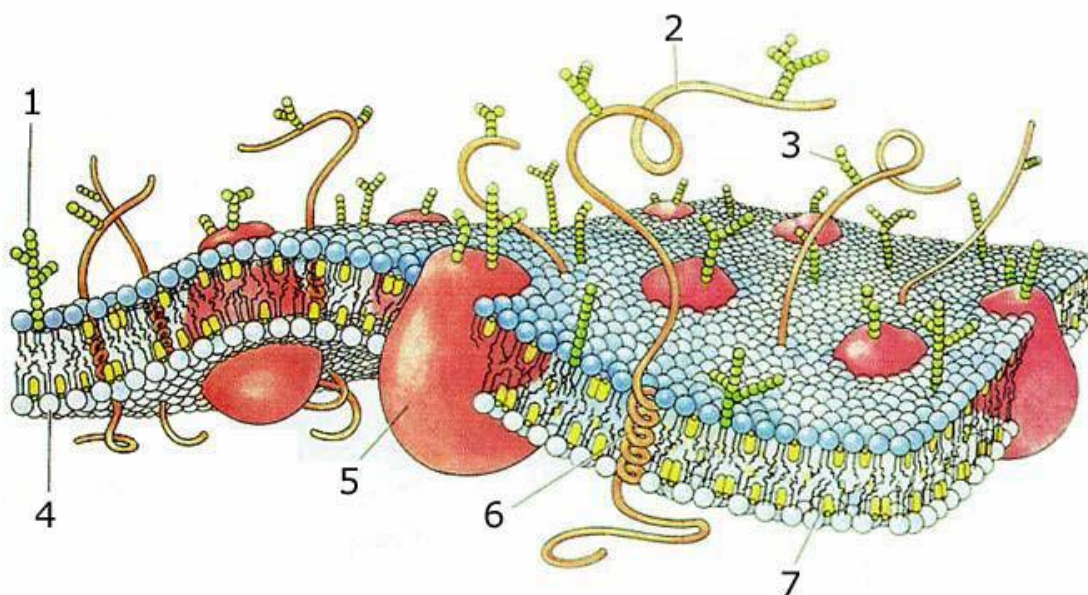
Cholesterol byl poprvé izolován ze žluče už v roce 1788 A. Greenem a jeho syntézu provedli R. Robinson a R. B. Woodward v roce 1951. První izolaci látky, kterou bychom dnes nepochybně nazvali cholesterol, můžeme připisat Francouzům Poullétierovi de la Salle (1769) a A. F. de Fourcroy (1789). Oba badatelé popisovali izolovaný produkt jako krystalickou substanci ze žlučových kamenů. M. E. Chevreul navrhl pro tuto látku roku 1816 termín „cholesterine“; řecky „chole“ znamená žluč a „stereos“ je pevný. Po zjištění, že cholesterolin obsahuje alkoholovou hydroxyskupinu, navrhl francouzský chemik M. Berthelot (1859) změnu názvu sloučeniny na „cholesterol“ (Obr.1). Cesta k našemu dnešnímu poznání významu a fyziologické úlohy cholesterolu byla dlouhá a sahá ještě hlouběji do historie. Britský chemik a filosof R. Boyle, zjistil v roce 1665, že po jídle se krev zvířat mléčně zakalí. Až o celé století později si Henson všiml, že z této „mléčné tekutiny“ lze získat tuk (1774). Druhá polovina minulého století přinesla poznatky o metabolismu cholesterolu na molekulární úrovni. V roce 1950 J. W. Gofman a jeho kolegové identifikovali pomocí ultracentrifugace lipoproteiny o nízké hustotě (low density lipoprotein, LDL) a lipoproteiny o vysoké hustotě (high density lipoprotein, HDL). Dále popsali pozitivní korelaci mezi zvýšeným zastoupením LDL částic a infarktem myokardu u mužů a také inverzní vztah mezi HDL a rizikem koronární aterosklerózy. Framinghamská studie (začala v roce 1948 a pokračuje dodnes s třetí testovanou generací) prokázala, že riziko rozvoje ischemické choroby srdeční je lineárně závislé na hladině cholesterolu v krvi [1, 2].



Obr. 1. Cholesterol [3]

Cholesterol je látka lipidové povahy. Při izolaci lipidů přechází vzhledem ke své nízké polaritě z matrice do lipidové frakce, z analytického hlediska se tedy řadí mezi doprovodné látky lipidů, které bývají velmi často označovány termínem „lipoidy“. Doprovodné látky jsou důležité také proto, že jejich složení je pro každý materiál charakteristické, a jejich analýzou lze tedy úspěšně identifikovat zdroj tuku (i ve směsi) [4,5].

Cholesterol je nejznámější a také jeden z nejdůležitějších sterolů, podskupiny steroidů obsahujících nezaměnitelnou strukturu cyklopentanofenanthrenu a hydroxylskupinu na uhlíku č. 3. Označujeme jej jako 3-hydroxy-5,6-cholesten. Svou délkou odpovídá molekula cholesterolu délce řetězců mastných kyselin (Obr. 1). Společným znakem tzv. vyšších sterolů je jejich univerzální přítomnost v eukaryontních plazmatických membránách (cholesterol v živočišných buňkách) a naopak nepřítomnost v buňkách prokaryontních. I když má jednu hydroxylovou skupinu, je dosti hydrofobní a ve vodě prakticky nerozpustný. Tato fyzikální vlastnost jej předurčila k jeho úloze v organismu. Je to stavba buněčných membrán, které jsou tvořeny převážně cholesterolem a fosfolipidy a které oddělují od sebe vodné prostředí jednotlivých buněk [5,7].



Obr. 2. Schéma plazmatické membrány [8]

(1. glykolipid, 2. protein, 3. oligosacharidový boční řetězec, 4. fosfolipid, 5. globulární protein, 6. protein, 7. cholesterol)

1.1 Cholesterol a biomembrány

Membrány jsou viskosní, plastické, polopropustné struktury, které zajišťují výměnu látek buňky s jejím okolím. Změny ve struktuře membrány mohou ovlivnit vodní rovnováhu a tok iontů. Cholesterol má jedinečnou schopnost zvyšovat uspořádanost lipidové dvojvrstvy buněčné membrány při současném udržování její fluidity a rychlosti difuze (Obr. 2). Fluidita membrány významně ovlivňuje její funkce [9].

Efektivní interakce mezi cholesterolem a fosfolipidy v buněčné membráně mimo jiné zabraňuje úniku sodných iontů, což ve svém důsledku šetří energetické rezervy buňky. Speciﬁcké deficiencie nebo změny některých membránových komponent vedou k řadě onemocnění. Jedním z nich je i porušená endocytosa nízkohustotních lipoproteinů, která má za následek sklon k hypercholesterolémii a onemocnění věnčitých tepen. V nervových tkáních je cholesterol součástí myelinových pochev. V menší míře byl nalezen v mitochondriích, Golgiho aparátu a jaderné membráně [10,11].

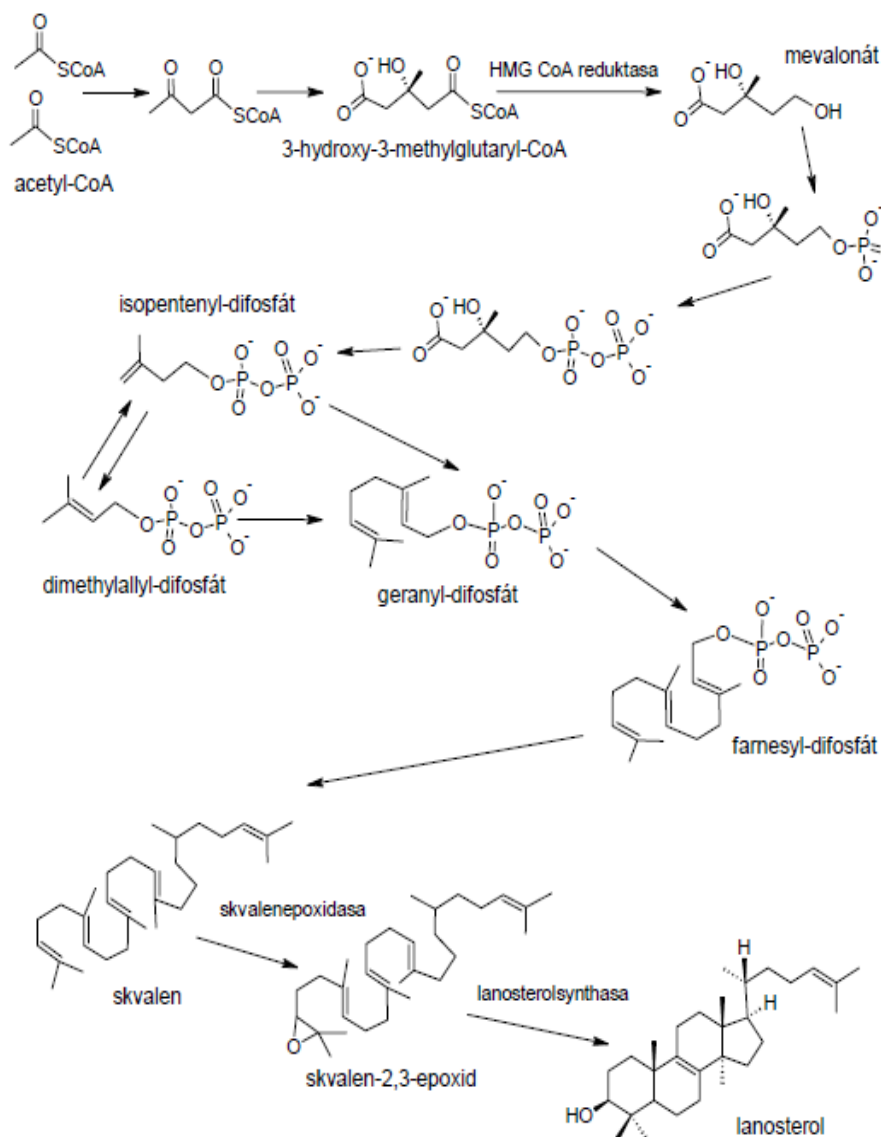
1.2 Metabolismus

Cholesterol je významný a nezbytný pro lidský organismus. Fakt, že je v něm ve značné míře syntetizován a že při zvýšení příjmu cholesterolu se jeho hladina vyrovnává poklesem jeho syntézy, už tak znám není [12].

Cholesterol se do organismu dostává buď zvenčí – je vstřebáván ze zažívacího traktu, nebo je syntetizován *de novo* z acetyl-CoA, kde vzniká přes mevalonát a skvalen. Bez této sloučeniny není možný život. Je tak důležitá, že si ji tělo dokáže vyrobit i z cukrů a aminokyselin a je výchozí látkou pro tvorbu velké části sloučenin obsažených v těle [13].

Biosyntézu cholesterolu tvoří složitý a náročný řetězec více než 20 chemických reakcí, která je schopna realizovat každá buňka (s výjimkou bezjaderných erytrocytů). Syntéza cholesterolu probíhá ve všech tkáních, ale nejvíce ho vznikne v játrech, v distální části tenkého střeva a kůži. První část biosyntézy je naznačena na Obr. 3. Výchozím metabolitem je acetyl-CoA, klíčovým enzymem regulujícím syntézu cholesterolu je β -hydroxy- β -methylglutaryl-CoA-reduktáza (HMG-CoA reduktáza). Vzniká mevalonát a dvojitá redukce karboxylové skupiny na primární alkoholovou. Tato fáze určuje rychlost syntézy cholesterolu. V posledním stupni biosyntézy cholesterolu se nejprve vytvoří ze skvalenu lanosterol a to oxygenací s následnou cyklizací. Cholesterol vzniká postupně z lanosterolu po aerobním

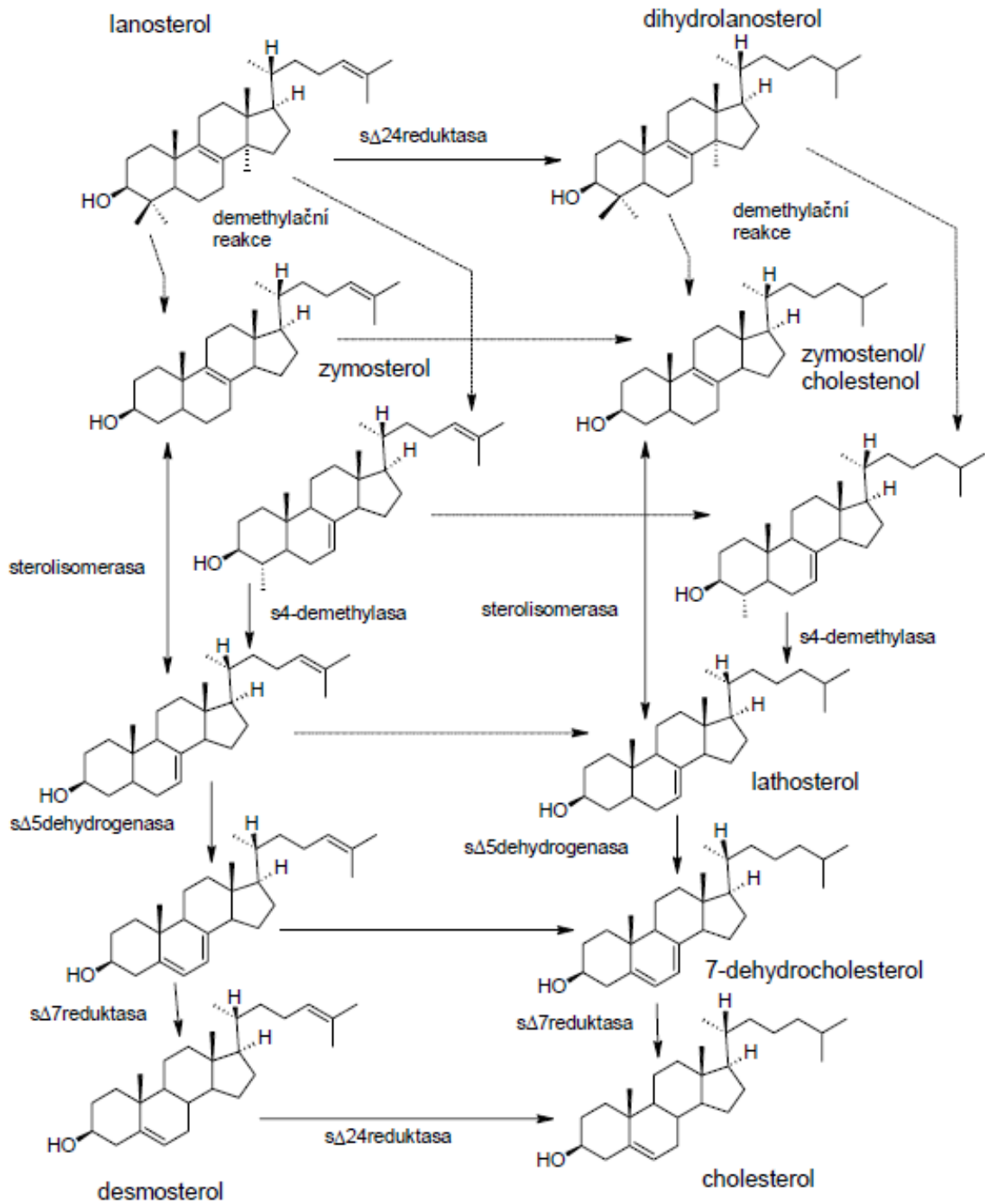
odbourání tří methylových skupin ve formě CO_2 a postupným přesunem dvojné vazby v steroidním skeletu. Možných metabolických drah je zde více (Obr. 4). Některé meziprodukty biosyntézy cholesterolu (desmosterol, lathosterol, kyselina mevalonová) jsou v analytické praxi využívány pro stanovení úrovně biosyntézy cholesterolu [10,14].



Obr. 3. Biosyntéza lanosterolu z acetyl-CoA [14]

Touto cestou vzniká v těle přibližně 1500 až 1700 mg cholesterolu denně, zatímco potravou přijímáme průměrně 300 - 500 mg, při stravě bohaté na tuky až 800 mg. Tělo však vytváří podmínky pro zachování rovnováhy mezi potřebou cholesterolu a množstvím vyloučeným z těla ven. Za normálních podmínek se žlučí vyloučí přibližně 1000 mg přímo jako cholesterol, přibližně stejné množství se vyloučí ve formě žlučových kyselin. Denní

potřeba je tedy udávána kolem 2000 mg. Při zvýšení příjmu cholesterolu se automaticky sníží endogenní syntéza a naopak [6,12].



Obr. 4. Biosyntéza cholesterolu z lanosterolu [14]

(s - steroidní, Δn poloha dvojně vazby, kde probíhá redukční reakce)

Metabolismus cholesterolu na molekulární úrovni dostává v poslední době nový pohled. Cholesterol je vnímán nejen jako součást buněčných membrán, ale i jako látka schopná kovalentní interakce s některými proteiny a také jako ligand pro bílkovinné domény. Regulace biosyntézy a příjmu cholesterolu ve stravě probíhá složitými mechanismy zasahujícími jak extracelulární, tak vnitrobuněčné pochody. Nové poznatky o těchto pochodech dovolily účinnější boj se zvýšenou hladinou cholesterolu, kterou se vědci snaží snížit inhibicí jak biosyntézy, tak i absorpcí cholesterolu. Některé otázky metabolismu cholesterolu zůstávají stále nevyřešeny. Např. role v neurodegenerativních poruchách a úloha meziproduktů biosyntézy cholesterolu [14].

2 VÝZNAM CHOLESTEROLU

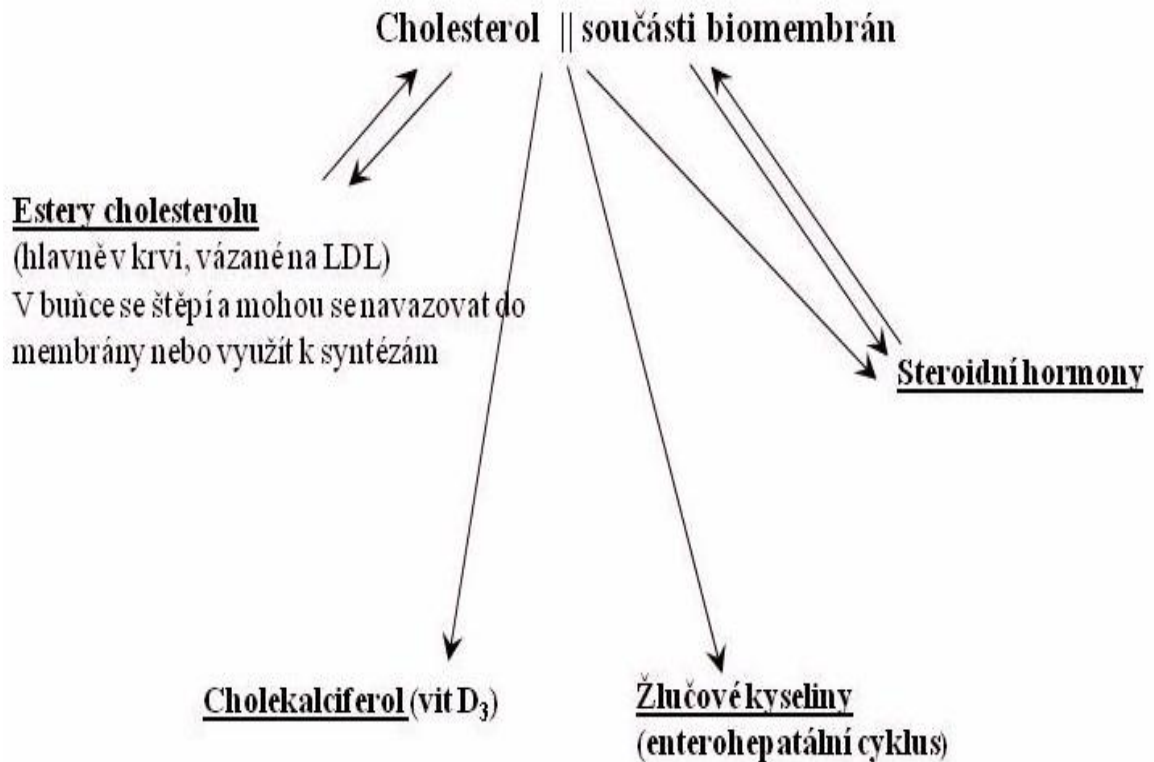
2.1 Funkce cholesterolu

- Představuje výchozí sloučeninu pro biosyntézu významných signálních molekul (Obr. 5) – steroidních hormonů, které řídí celou řadu procesů. Regulují metabolismus minerálů a vody, glukoneogenezi, srdeční glykosidy, zajišťují pohlavní diferenciaci, reprodukční funkce a odpověď organismu na stresové reakce [5].
- Je součástí lipidové dvouvrstvy biologických cytoplazmatických membrán a lipoproteinů krevní plasmy [13].
- Cholesterol je látka v lidském organismu nezbytná pro správnou funkci buněčných membrán [10].
- V lidském těle je prekurzorem žlučových kyselin, které pomáhají při absorpci živin (Obr. 5). Kvantitativně nejvýznamnějším orgánem syntézy cholesterolu jsou játra [6].
- Cholesterol je výchozí látkou pro syntézu fytoosterolu sitosterolu [3].
- Prekurzorem cholekalciferolu (vitaminu D₃), který se uplatňuje v řízení kalcium-fosfátového metabolismu je 7-dehydrocholesterol, meziproduct biosyntézy cholesterolu [14].
- Je nezbytný pro správný růst organismu i pro obnovu tkání organismu dospělého. Nedávno byla objevena důležitá úloha cholesterolu v lidské embryogenezi a byla identifikována řada dědičných metabolických poruch biosyntézy cholesterolu [14].
- Cholesterol je také výchozí surovinou v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, kdy se používá jako emulgátor nebo pro syntézu steroidních hormonů. Průmyslově se získává izolací z míchy jatečných zvířat a z tuku ovčí vlny [15].

2.1.1 Žlučové kyseliny

Žlučové kyseliny vznikají z cholesterolu v játrech. Po chemické stránce se jedná o hydroxyderiváty kyseliny cholové. Jednotlivé žlučové kyseliny se liší počtem a polohou hydroxy-

lových skupin. Základními žlučovými kyselinami jsou kyseliny cholová, deoxycholová, lithocholová a chenodeoxycholová. Z jater se vylučují jako soli konjugátů (glykocholát, taurocholát) do žlučníku a odtud do tenkého střeva. Jejich alkalické soli emulgují tuky v tenkém střevě a tak umožňují jejich vstřebávání střevní sliznicí jako součást enterohepatálního oběhu. Aktivují také *pankreatickou lipasu*, která je nezbytná pro štěpení triacylglycerolů [3,13].



Obr. 5 . Cholesterol jako součást buněčných membrán, zároveň prekurzor a výchozí sloučenina významných molekul [16]

2.1.2 Steroidní hormony

Podle místa, kde tyto hormony vznikají se klasifikují na hormony kůry nadledvin – kortikoidy a na pohlavní hormony – mužské androgeny a ženské estrogeny a gestageny. Jejich společným prekurzorem je cholesterol [13].

2.2 Lipoproteiny krevního séra

Cholesterol díky svému složení není rozpustný v krvi. Aby došel k cílovému orgánu musí být vázán na bílkoviny, které jsou pro něj nosičem. Tímto spojením vznikají lipoproteiny. Jsou složeny z proteinů a nekovalentně asociovaných lipidů. Proteinové složky lipoproteinů jsou obecně známy pod názvem apoproteiny. Molekuly lipoproteinů mají většinou kulovitý tvar. Jejich úloha spočívá v transportu triacylglycerolů a cholesterolu [5].

Když má lipoprotein více lipidů než bílkovin, má nižší hustotu než voda a označujeme jej LDL. Obsahuje-li více bílkovin než lipidů, má vyšší hustotu než voda a označujeme jej HDL. Podle toho, na který lipoprotein se cholesterol naváže, pak hovoříme o LDL cholesterolu a HDL cholesterolu [6].

Lipoproteiny s nízkou hustotou (LDL) přinášejí do periferních tkání asi 80 % cholesterolu. Mají tedy úzkou souvislost s ukládáním cholesterolu na cévních stěnách a s výskytem kardiovaskulárních onemocnění [17].

Lipoproteiny s vysokou hustotou (HDL), které přenášejí asi 20 % cholesterolu, mají opačný efekt - cholesterol z tkání odbourávají a je transportován do jater, aby zde byl přeměněn na žlučové kyseliny, resp. jejich soli [11].

Uvádí se ještě skupina VHDL – lipoproteiny o velmi vysoké hustotě s vyšší hustotou než HDL a IDL – lipoproteiny o střední hustotě, jejichž prekurzorem jsou lipoproteiny s velmi nízkou hustotou -VLDL a samy IDL jsou prekurzorem pro vznik lipoproteinů s nízkou hustotou LDL. U zdravého organismu se vyskytují jen ve velmi malých množstvích. Jejich biologický poločas je jen několik minut [5].

Tab. 1. Doporučené hodnoty krevních lipidů

(Podle European Society of Cardiology) [17]

	Fyziologická hodnota [mmol. l⁻¹krve]	Riziková hodnota [mmol. l⁻¹krve]
Celkový cholesterol	< 5,2	5,2 – 6,2
LDL- cholesterol	< 3,4	3,4 – 4,1
HDL- cholesterol	> 1,2	< 0,9

Přiměřená hranice cholesterolu v krvi pod $5,2 \text{ mmol. l}^{-1}$, jak ukazuje Tab.1, je daleko vyšší než sérové hladiny cholesterolu u volně žijících primátů ($3,25 \text{ mmol. l}^{-1}$), kteří mají pravděpodobně stejné průměrné hodnoty cholesterolu jako naši předci. Přestože mnozí pacienti mají hladinu cholesterolu pod dnes doporučovaným limitem, rozvine se u nich kardiovaskulární onemocnění. Proto je především důležitější než celková hladina cholesterolu, poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu, který by měl být nižší než 5:1 [14,17].

2.2.1 Hypercholesterolemie

Vysoká hladina cholesterolu (hypercholesterolemie), zvláště pak nadbytek LDL frakce, je považován za hlavní příčinu aterosklerózy. Ateroskleróza je onemocnění, které je v rozvinutých zemích vedoucí příčinou úmrtnosti v populaci. Tím si získal cholesterol mimořádnou pozornost nejen lékařů, ale také farmakologického a genetického výzkumu a vešel i do povědomí široké veřejnosti [6].

I exogenní (v potravě přijímaný) cholesterol ovlivňuje (společně se složením mastných kyselin a celkovým množstvím přijímaného tuku) obsah a distribuci cholesterolu v lipoproteinech krevní plazmy [10].

Cholesterol ve stravě může nahradit část cholesterolu, který se syntetizuje, ale většinou je rozsah syntézy stabilní (pokud nedojde k některým metabolickým poruchám) a zvýšený příjem cholesterolu ve stravě může vést k hypercholesterolemii [5].

Hladinu cholesterolu v krvi ovlivňuje kromě stravy, dědičnost, tělesná hmotnost, fyzická aktivita, věk a pohlaví, alkohol a stres. Je-li hladina celkového cholesterolu vyšší než $6,5 \text{ mmol l}^{-1}$ a jsou-li současně splněny některé další rizikové faktory, je nutná terapie a dietní opatření. V současné době se k léčbě primární a familiární hypercholesterolemie a smíšené hyperlipidemie nejvíce využívá léků ze skupiny statinů, které jsou schopny inhibovat biosyntézu cholesterolu. V sekundární prevenci, např. po infarktu myokardu, jsou statiny indikovány vždy [6].

Kromě cholesterolu je rizikovým faktorem pro rozvoj aterosklerózy i stupeň nasycenosti tuku. Proto se často kombinují údaje obsahu nasycených tuků s obsahem cholesterolu, nejčastěji do podoby tzv. CSI (*cholesterol/saturated fat index*):

$$\text{CSI} = 1,01 \text{ MK (suma mastných kyselin g/100 g)} + 50 \text{ CH (obsah cholesterolu g/100 g)} .$$

Tento index spojuje dva nepříznivé faktory a lépe tak informuje o riziku aterosklerotických komplikací než údaje jednotlivé. CSI mohou být použity ke srovnání různých potravin a vyhodnotit denní příjem snadno a rychle [18].

2.3 Trans-nenasycené mastné kyseliny a cholesterol

Trans izomery mastných kyselin (TFA) se vyskytují v potravě přirozeně. Tyto izomery jsou vytvářeny působením bakterií v zažívacím traktu skotu a ovcí a přecházejí do mléka, kde se akumulují. Odtud se pak dostanou do lidského potravního řetězce přes mléčné a masné produkty [19].

V daleko větší míře však TFA bývají produkovány při průmyslovém ztužování nenasycených tuků v procesu hydrogenace. Takto průmyslově ztužené tuky se díky svým technologickým vlastnostem často používají při výrobě potravinářských výrobků - zejména proto, že jsou tuhé a lépe zpracovatelné a mají delší trvanlivost [20].

Zájem o trans nenasycené mastné kyseliny vyvrcholil především v 90 letech ve chvíli, kdy se ukázalo, že příjem *trans* mononenasycených mastných kyselin nepříznivě ovlivňuje poměr lipoproteinového cholesterolu s nízkou (LDL) a vysokou (HDL) hustotou a poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu [6].

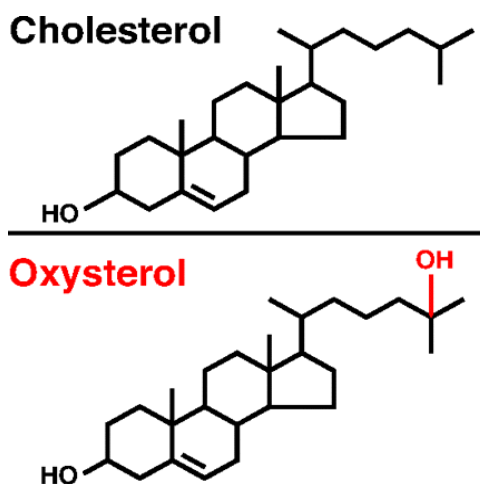
V dnešní době bývá hydrogenace nahrazována použitím emulgátorové technologie. Z pohledu TFA se složení roztíratelných jedlých tuků neustále zlepšuje. Je třeba se ale soustředit nejen na jedlé tuky, ale rovněž na průmyslově vyráběné produkty, např. pečivo, kde se TFA mohou rovněž vyskytovat (podle druhu od 0,1 do 30,0 % z celkového obsahu mastných kyselin). Dalšími výrobky, kde se TFA mohou nacházet ve významném množství, jsou mražené krémy a zmrzliny, čokoládové polevy a různé čokoládové pochoutky. Podle výživových doporučení Světové zdravotnické organizace má podíl TFA činit maximálně 1 % z celkového energetického příjmu [5].

2.4 Oxysteroly

Při technologické a kulinární úpravě potravin se cholesterol a jeho estery mění, i když jde jinak o sloučeniny dosti stabilní. Při intenzivním záhřevu, např. při deodoraci tuků, se z molekuly cholesterolu odštěpuje voda a vznikají uhlovodíky. Při záhřevu (smažení, pečení) v tukovém prostředí se může cholesterol také oxidovat [22].

Tím vznikají tzv. oxysteroly, což je skupina hydroperoxidů, epoxidů, ketonů a trihydroxyderivátů odvozených od cholesterolu (Obr. 6). Tyto látky snadno tvoří nerozpustné produkty s bílkovinami krevní plasmy a mohou vznikat také usazeniny [22].

Produkty oxidace cholesterolu představují podstatně větší riziko pro lidské zdraví nežli produkty oxidace mastných kyselin. Oxysteroly působí na cévní stěnu toxicky, zánětlivě a následně aterogenně. Kromě toho mají genotoxické účinky a mohou se podílet i na zvýšení rizika onkogenese [41].



Obr. 6. Cholesterol a oxysterol [23]

Oxidace probíhá i při dlouhodobém skladování, zvláště zmrazených nebo sušených výrobků. Vznik oxysterolů je možno dále předpokládat v potravinách s vysokým obsahem cholesterolu, které byly zpracovávány pomocí dehydratace, působení vysokých teplot, ionizujícího záření, za přítomnosti kyslíku. Jedná se především o vejce a sušené vaječné obsahy, nebo žloutky, sušené mléko, sýry, maso (hovězí, vepřové), šunku, vnitřnosti, konzervované ryby. Také v dlouhodobě skladovaných tucích používaných ke smažení [10].

Jedním z důležitých faktorů jejich vzniku v potravinách je přítomnost polynenasycených mastných kyselin (PUFA). Samotný cholesterol je z chemického hlediska relativně stálý. V přítomnosti PUFA však dochází k jeho autooxidaci, a to buď intermolekulární (vlivem sousedících molekul PUFA) nebo intramolekulární (působením PUFA esterifikovaných na OH-skupinu cholesterolu) [14].

Z tohoto důvodu roste náchylnost cholesterolu k oxidaci v mase se zvyšujícím se poměrem PUFA v řadě:

jehněčí < hovězí < vepřové < drůbeží < rybí [10].

K dalším faktorům ovlivňujícím tvorbu oxysterolů v potravinách patří přítomnost přirozených katalyzátorů (myoglobin, hemoglobin, nehemové železo), resp. exogenních katalyzátorů (stopy těžkých kovů) a způsob balení a skladování potravin (především přístup světla) [25].

Obsah oxysterolů ve vybraných potravinách v závislosti na technologii zpracování resp. skladování ukazuje Tab.2.

Tab. 2. Obsah oxysterolů ve vybraných potravinách [10]

POTRAVINA	CHOLESTEROL mg/100g	OXYSTEROLY mg/100g
Vejce čerstvá	350	0
Vejce smažená 10 minut	350	24
Sušené vaječné žloutky	1350	13
Máslo skladované šest měsíců	240	2
Máslo zahřáté na 110 °C	240	30
Maso mražené, dlouhodobě skladované (přístup O ₂ , světla)	60	46
Ryby čerstvé	70	0
Ryby konzervované	70	15

Prevence vzniku oxysterolů v potravinách se shoduje s opatřeními pro zábranu oxidace lipidů obecně: aplikace antioxidantů (α -tokoferol) v krmné dávce pro zvířata určitou dobu před porážkou, zpracování potravin při co nejnižší teplotě, balení potravin s vyloučením přístupu kyslíku a vhodné podmínky skladování: nízká teplota, bez přístupu světla [10].

Na omezení oxidace sterolu v tucích se osvědčil přídavek do tuku při výrobě ve formě antioxidantů představující fenolické kyseliny a jejich deriváty s definovanou hodnotou hydrofilně-lipofilní rovnováhy, které mohou být účinné i v disperzích, např. v emulzích [25].

3 CHOLESTEROL V ŽIVOČIŠNÝCH PRODUKTECH

Cholesterol je rozšířen ve všech buňkách. Je typickým produktem živočišného metabolismu a vyskytuje se proto v potravinách živočišného původu jako jsou maso, játra, vaječný žloutek, sádlo, mléko, máslo, sýry a další potraviny. Zvláště bohatým zdrojem jsou nervové orgány, především mozek [4,12].

Existuje nespočet databází, které uvádí obsah cholesterolu v potravinách, především dostupných na webových stránkách. Některé evidentně slouží pro reklamu na konkrétní zboží a uvádějí v porovnání s databázemi vědeckých institucí zkreslené hodnoty.

Centrum pro databázi složení potravin ČR sleduje zatím pouze 298 potravin. Databáze je ve vývoji a spolupracuje s mezinárodní organizací EuroFIR jako přidružený člen. EuroFIR je financován EU a jeho cílem je standartizovat proces sběru a dokumentace dat, tak aby vytvořil nástroje pro transfer dat a vybudování sítě databází složení potravin v Evropě [26].

Databáze nutričního složení potravin Státního zdravotního ústavu ČR obsahuje 530 položek podle spotřebního koše, ale naposledy byla aktualizována v roce 2003. Obsáhlejší databází je Potravinová banka dat Slovenské republiky, která uvádí 1500 položek. V současnosti je největší Národní nutriční databáze potravin USA (2011), která obsahuje 7217 položek s obsahem cholesterolu [27].

Každý spotřebitel a výrobce potravin má svobodný přístup k informacím v uvedených databázích a může je využít dle svých potřeb.

3.1 Maso jatečných zvířat

Obsah cholesterolu v mase jatečných zvířat je ve svalovině, i v tukové tkáni přibližně stejný. Vyplývá to z funkcí cholesterolu v živočišných organismech. Nejnižší obsah vykazuje maso vepřové (50–60 mg/100g) a hovězí (60-70 mg/100g). Vyšší obsahy jsou v mase drůbeže (v podkožním tuku a kůži). Zvýšený obsah cholesterolu je také uváděn zejména ve vnitřnostech [28].

3.1.1 Hovězí maso

Tuk je nositelem křehkosti a chutnosti hovězího masa. Průměrné hodnoty obsahu tuku v hovězím mase jsou rozdílné. Např. u býků je průměrný obsah tuku 3,1% a u jalovic 11,5%. Na druhé straně vliv obsahu tuku na obsah cholesterolu není překvapivě příliš významný.

Obsah cholesterolu v hovězím masu (Tab.3) klasifikovaném v různých jakostních třídách se průkazně neliší a pohybuje se kolem 60-70 mg/100g jedlého podílu. Patrný nárůst je pouze u hovězích vnitřností [28,29].

Důvodem je zřejmě rozdílná distribuce cholesterolu mezi nitrobuněčnou (depotní) a membránovou frakcí buněk svalové tkáně. Při nárůstu celkového obsahu intramuskulárního tuku tedy sice roste koncentrace zásobních lipidů (která však obsahuje pouze 20 % celkového cholesterolu), ale zároveň klesá koncentrace membránové složky obsahující 80 % celkového cholesterolu. Studie vědců z Neapolské univerzity uvádí lineární nárůst obsahu cholesterolu pouze u býčků s rostoucí dobou výkrmu [29].

Tab. 3. Obsah cholesterolu v produktech z hovězího masa

[8, 30, 31, 32, 33, 34]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Hovězí přední	65- 74
Hovězí zadní	60- 67
Roštěnec vysoký	65- 75
Roštěnec nízký	65 -73
Hovězí svíčková	65- 62
Hovězí jazyk	119-125
Hovězí játra	270-310
Hovězí srdce	130- 146
Hovězí dršťky	95-100

3.1.2 Telecí maso

Telecí maso je velmi vhodné na přípravu dietních jídel a pro diferencovanou stravu. Je to maso libové a lehce stravitelné, má velký obsah vody a malý obsah tuku [29].

Ve srovnání s masem hovězím má telecí maso pouze nepatrný nárůst obsahu cholesterolu (Tab.4). Pohybuje se průměrně kolem 70-80mg/100g jedlého podílu [4].

Tab. 4. Obsah cholesterolu v produktech z telecího masa
[8, 30, 31, 32, 33, 34]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Telecí kýta	78-82
Telecí pečeně	79-85
Telecí krk	75-80
Telecí plec	80-84
Telecí játra	346-370
Telecí brzlík	268-280
Telecí mozek	1500-1600

3.1.3 Vepřové maso

Obsah cholesterolu je průměrně 50-60 mg/100g jedlého podílu (Tab.5). Zvýšený obsah cholesterolu je opět zejména ve vnitřnostech.

Tab. 5. Obsah cholesterolu v produktech z vepřového masa
[8, 30, 31, 32, 33, 34, 35]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Vepřová kýta	52-54
Vepřová plec	50-57
Vepřová pečeně	48-52
Vepřová krkovice	48-55
Vepřový bok	55-60
Vepřová játra	180-300
Vepřové ledviny	270-380
Vepřové srdce	150-165

Vepřové maso je často posuzováno z pohledu celého jatečného zvířete. Podíl tuku je poměrně vysoký a to i přes to, že se šlechtění prasat zaměřilo na větší zmasilost s podílem svaloviny nad 60%. Vepřové maso je však v porovnání svých jednotlivých jakostních tříd velice rozdílné v obsahu tuku (18-42%). Především libové partie vepřového masa ob stojí ve srovnání obsahu cholesterolu a mnohdy i tuku s ostatními druhy jatečných zvířat [35].

3.1.4 Tuková tkáň

Využívá se přímo v kulinářství a při výrobě živočišných tuků. Je také jako jedna ze surovin při masné výrobě. Hovězí lůj a vepřové sádlo obsahuje cholesterol průměrně 90-100mg/100g [28].

3.2 Drůbež

Obsah tuku u drůbežího masa se pohybuje mezi 1-40 %. Z hlediska výživné hodnoty je drůbeží tuk hodnocen příznivěji, než tuk velkých jatečných zvířat, vzhledem k vyššímu zastoupení esenciálních mastných kyselin (především kyseliny linolové) [28].

Cholesterol kolísá v poměrně širokém rozmezí 40-90 mg/100g jedlého podílu (Tab.6). Vyšší obsahy cholesterolu jsou v podkožním tuku a kůži drůbeže [36].

Značný rozsah hodnot je možno vysvětlit množstvím faktorů, které obsah cholesterolu ovlivňují. Především jde o vliv živočišného druhu a dané tkáně, doba výkrmu, věk zvířete, šlechtění plemen a aplikací farmak do krmných směsí [10,28].

U kuřat i krůt samčího pohlaví byl zjištěn lineární pokles obsahu cholesterolu ve stehenní svalovině (bez kůže) s rostoucím věkem [10].

V mase ekologicky chovaných kuřat a krůt bylo množství cholesterolu nepatrně vyšší než u konvečně produkovaných kuřat a krůt [37].

3.3 Králičí maso

Králičí maso patří k nejhodnotnějším druhům masa. Obsah cholesterolu je průměrně 50mg/100g jedlého podílu. Používá se v dietách pro svou nízkou energetickou hodnotu vzhledem k malému obsahu tuku, který se pohybuje v rozmezí 3-6% [28].

Tab. 6. Obsah cholesterolu v produktech z drůbežního masa
[10, 30, 31, 32, 33, 34, 36]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Kuře	75-86
<i>kuřecí prsní svalovina</i>	53-75
<i>kuřecí stehenní svalovina</i>	80-83
<i>kuřecí křídla</i>	77-80
Krůta	75-82
<i>krůtí prsní svalovina</i>	53-60
<i>krůtí stehenní svalovina</i>	61-70
Slepice	65-70
Kachna	75-80
Husa	76-90
Perlička domácí	70-80
Drůbka kuřecí	262-280
<u>Vnitřnosti :</u>	
Kuřecí játra	350-497
Husí játra	370-442
Kachní játra	260-350

3.4 Zvěřina

Maso divoké zvěře které bylo uloveno ve volné přírodě je obvykle libové a má nízký obsah tuku. Zvěřina má příznivý poměr esenciálních a nasycených mastných kyselin. Množství cholesterolu 70-80mg/100g jedlého podílu (Tab.7) je nepatrně vyšší v porovnání s masem chovného dobytka [38].

Studie prokazují, že některé hodnoty biochemických parametrů mj. cholesterolu výrazně ovlivňují živočišné bioindikátory stavu životního prostředí [39].

Tab. 7. Průměrný obsah cholesterolu v mase zvěřiny
[88, 30, 31,34,]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Srnčí	85
Jelen	85
Divoká kačena	71
Divoký králík	123
Bažant	71

3.5 Minoritní druhy masa.

K minoritním druhům řadíme maso, které není u spotřebitelů v České republice často používáno z důvodu dostupnosti na trhu nebo nejsou příliš oblíbené pro svou výraznější chuť. Obsah cholesterolu ukazuje Tab. 8.

Tab. 8. Průměrný obsah cholesterolu u minoritních
druhů masa [34, 35,40]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Skopové maso	80
Jehněčí kýta	75
Ovčí mozek	2200
Koňské maso	64
Kozí maso	57
Klokaní maso	56
Pštrosí maso	68

3.6 Masné výrobky

Technologicky opracované výrobky obsahující jako převažující základní surovinu maso. Obsah cholesterolu je různorodý (Tab. 9) podle složení masných výrobků.

Tab. 9. Průměrný obsah cholesterolu ve vybraných produktech masné výroby [108, 30, 31, 32, 33, 34]

POTRAVINA / obsah tuku v %	CHOLESTEROL mg/100g
Šunka/ 10	52
Moravské uzené/ 19,8	97
Uzený bok/ 61	100
Dunajská klobása/ 44,8	96
Gothajský salám/ 39,9	64
Poličan/ 47	79
Lovecký/ 37,2	106
Turistický salám/ 37,6	87
Špekáčky/ 29,3	58
Krůtí párky/ 17,7	107
Tlačenka světlá/ 27,1	70
Jitrnice/ 18,5	101

3.7 Ryby a rybí výrobky

Ryby představují významný zdroj živočišných produktů pro lidskou výživu. Obsah cholesterolu se pohybuje v rozmezí 40-150mg/100g jedlého podílu (Tab.10). Vyšší obsah je u rybích vnitřností. Lipidy ryb se vyznačují vysokým stupněm nenasycenosti a zastoupením polyenových mastných kyselin významných pro lidský organismus [28].

Tab. 10. Průměrný obsah cholesterolu v rybích produktech
[10, 30, 31, 32, 33, 34, 36]

POTRAVINA	CHOLESTEROL <i>mg/100g jedlého podílu</i>
Pstruh	53
Makrela	75
Kapr	55
Losos	70
Štika	33
Candát	35
Tuňák	38
Okoun říční	72
Treska filé	50
Úhoř říční	82
Krevety	138
Langusta	140
Tresčí játra v oleji	235
Sardinky v oleji	140
Kaviár	490

3.8 Vejce

Vejce je nejen plnohodnotná potravina pro lidskou výživu, ale také bohatým zdrojem cholesterolu. Obsah cholesterolu je v konzumních vejcích velmi variabilní a kolísá v širokém rozsahu podle plemene (těžká plemena mají vyšší obsah), stáří nosnice (stářím klesá), způsobu chovu aj. Ve žloutku se nachází cholesterol většinou ve volné formě, asi 15 % je esterifikováno mastnými kyselinami. U drůbeže se nejvíce cholesterolu nachází v krutích vejcích a ve vejcích vodní drůbeže. Kachní vejce obsahují cholesterol průměrně 680mg/100g jedlého podílu a husí vejce 852mg/100g jedlého podílu [28].

Obsah cholesterolu ve žloutku slepičích vajec je udáván 840 - 1914mg/100g, zatímco v jedlém podílu 170-550mg/100g (Tab.11). U slepičích vajec z velkochovu bylo většinou prokázáno nepatrně menší množství cholesterolu než u vajec od malochovatelů [41, 42].

Obavy z vysokého příjmu cholesterolu ve vejcích vedly ke snížení konzumace vajec. Vaječný žloutek je sám emulzí a zároveň je schopen emulze tvořit. Cholesterol, který je lipofilní, tvoří emulzi typu voda v oleji [42].

Tab. 11. Obsah cholesterolu ve slepičím vejci dle vybraných institucí [10, 32, 33, 34, 35, 36, 43,44].

VEJCE SLEPIČÍ, ČERSTVÁ	CHOLESTEROL mg/100g jedlého podílu
Centrum pro databázi složení potravin ČR	431
Databáze nutričního složení potravin SZÚ	400
Potravinová banka dat SR	431
Výzkumný ústav SR	438
Národní nutriční databáze potravin USA	372
LF UP v Olomouci	450
MENDELU Brno	350
www.abcvyzyvy.cz (komerční stránky)	470

3.9 Mléko a mléčné výrobky

Mléko a mléčné výrobky mají ve výživě člověka klíčové postavení. V našich podmínkách se průmyslově zpracovává především mléko kravské [28].

3.9.1 Kravské mléko

Obsah cholesterolu v kravském mléce je poměrně nízký. Množství cholesterolu v mléce je závislé na obsahu tuku. Cholesterol je obsažen hlavně v membráně tukových kuliček. V

litru plnotučného mléka (3,5% tuku) je 120-140 mg cholesterolu. V litru polotučného mléka (1,5% tuku) je obsah již jen 60 mg cholesterolu [45].

3.9.2 Mléčné výrobky

Také v mléčných výrobcích je množství cholesterolu závislé na obsahu tuku. Mléčný tuk je využitelný až z 99% a z hlediska výživy je jedním z nejvýhodnějších tuků vůbec [28].

Variabilní množství ve vybraných výrobcích je uveden v Tab.12

Tab.12 . Průměrný obsah cholesterolu ve vybraných mléčných výrobcích [10, 32, 33, 34, 35, 36, 43,44]

MLÉČNÝ VÝROBEK (tuk)	CHOLESTEROL mg/100g
Jogurt bílý (3,5%)	12
Jogurt bílý smetanový (10%)	30
Pribiňáček (16%)	50
Smetana ke šlehání (33%)	109
Ementál (45% t.v suš.)	87
Sýr typu Zlato (25% t.v suš.)	62
Gouda (48% t.v suš.)	71
Niva (50% t. v suš.)	90
Brie (50% t. v suš.)	100
Romadur (20% t. v suš.)	45
Eidam (30% t.v suš.)	52
Eidam (45% t.v suš.)	89
Eidam (50% t.v suš.)	100
Eidam uzený (45% t.v suš.)	89
Měkký tvaroh (2,5%)	5
Tučný tvaroh (12%)	37
Tvarůžky (1% t.v suš.)	2
Tavené sýry (55% t.v suš.)	78
Lučina (70 % t. v suš.)	111
Lučina (27 % t.v suš.)	60

3.9.3 Máslo

Jak vejce, tak i máslo jsou nejnámější potraviny s nejvyšším množstvím cholesterolu. Zároveň je ale zdrojem řady fyziologicky účinných a biologicky potřebných látek [28].

V řadě databází lze najít značné rozdíly hodnot cholesterolu u klasického másla (Tab.13). Ačkoliv je vyrobeno ze stejných složek a stejnou technologií dle české vyhlášky. Máslo obsahuje cholesterol přibližně 200-300mg/100g.

Tab. 13. Obsah cholesterolu v másle dle vybraných institucí.

[10, 32, 33, 34, 35, 36, 43,44]

MÁSLO (81,5% mléčného tuku)	CHOLESTEROL mg/100g
Centrum pro databázi složení potravin ČR	266
Databáze nutričního složení potravin SZÚ	240
Potravinová banka dat SR	240
Národní nutriční databáze potravin USA	215
LF UP v Olomouci	300
MENDELU Brno	240
www.abcvyzyvy.cz (komerční stránky)	280

4 STANOVENÍ CHOLESTEROLU

Nárůst poznatků z analýzy potravin jako multidisciplinárního oboru přinesl rozvoj laboratorních technik a jejich současnou aplikaci ve výzkumu. Byly vyvinuty zcela nové techniky a ty starší byly podstatným způsobem inovovány. Zcela nové experimentální přístupy umožnily nové pohledy na nejrůznější biochemické jevy a pochody [46].

Exogenní (v potravě přijímaný) cholesterol ovlivňuje (společně se složením mastných kyselin a celkovým množstvím přijímaného tuku) obsah a distribuci cholesterolu v lipoproteinech krevní plazmy a má tedy aterogenní potenciál. Ještě větší toxicitu vůči buňkám cévní stěny však vykazují oxidační produkty cholesterolu (oxysteroly), jejichž množství v potravinách závisí mimo jiné na obsahu cholesterolu jako takového. Proto má smysl posuzování obsahu cholesterolu v potravinách, což je však ztíženo neexistencí jednotného standardního analytického postupu [10].

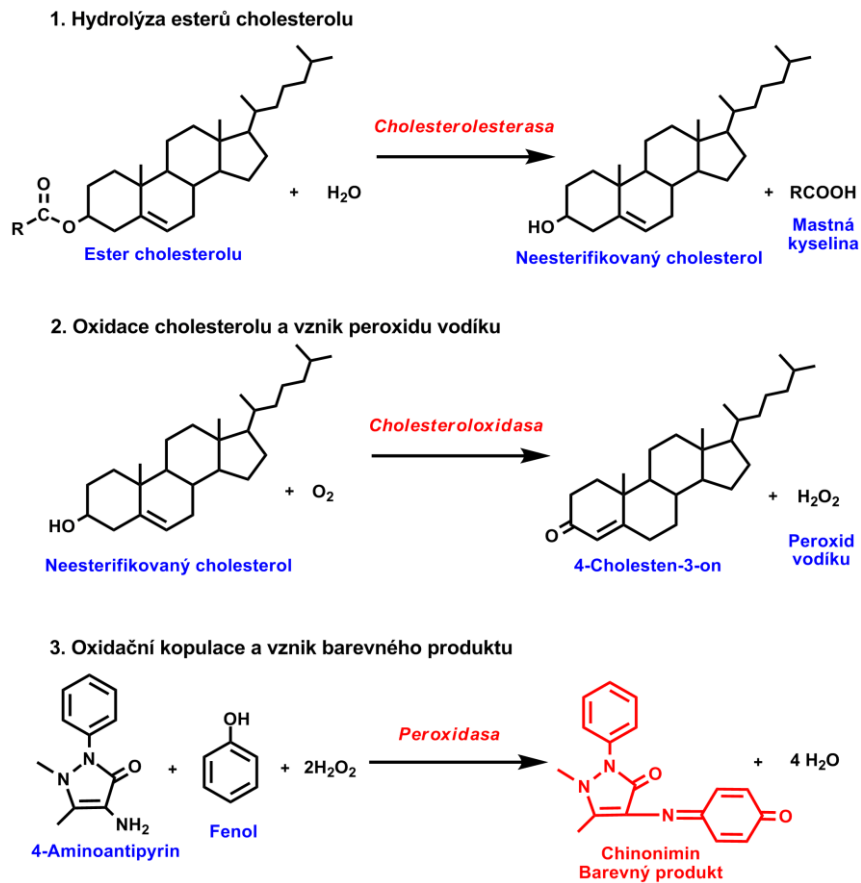
Výčtem možností a postupů při analýze cholesterolu a ostatních sterolů u různých druhů potravin se zabývá velké množství odborné literatury a také prací dostupných pro odbornou veřejnost ve vědeckých databázích a analytických časopisech.

Pro stanovení cholesterolu jako doprovodné látky lipidů je nejprve nutná kvantitativní extrakce celkových lipidů (tedy jak převážně nitrobuněčných triacylglycerolů, z analytického hlediska neutrálních lipidů, tak polárních fosfolipidů buněčných membrán). Z tohoto důvodu nestačí použití pouze jednosložkového, málo polárního rozpouštědla (hexan, etyleter), je nutné použít rozpouštědlo dvousložkové (nepolární a polární složka), nejčastěji směs chloroform / methanol nebo z hlediska nižší toxicity a lepší výtěžnosti výhodnější hexan-2-propanol [47].

Možné je i použití extrakce kapalinou v nadkritickém stavu. K vlastnímu stanovení cholesterolu se stále ještě (především v klinické laboratorní praxi) používají kolorimetrické metody a metoda enzymatická zobrazena na obr.č. 7 (za použití cholesterolesterázy a cholesteroxidázy se spektrofotometrickou nebo elektrochemickou detekcí vzniklého peroxidu vodíku) [48].

Pro analýzu potravin je však nutné použít buď plynovou, nebo kapalinovou chromatografii, která využívá stanovení jak na normální, tak na reverzní fázi s UV/PDA detekcí (detektor s diodovým polem) nebo detekcí pomocí detektoru rozptýleného světla ELSD. Vysokotlakou kapalinovou chromatografií lze použít pro simultánní stanovení cholesterolu i oxysterolů

(včetně mastných kyselin). Méně často se volný cholesterol stanovuje po vysrážení s digitoninem (saponin ze semen náprsníku) gravimetricky. Přímého srovnání hodnot obsahu cholesterolu v potravinách dosažených různými výše uvedenými metodami se ovšem provádí obtížně [49].



Obr. 7. Schéma stanovení celkového cholesterolu enzymovou metodou [50]

5 SNÍŽENÍ OBSAHU CHOLESTEROLU V POTRAVINÁCH

Cholesterol je přirozenou složkou potravin. Vzhledem k jeho účinkům na zdraví se hledají postupy vedoucí ke snížení cholesterolu v potravinách. Metody odstraňování cholesterolu z potravin lze rozdělit na fyzikálně-chemické, enzymové a využívající mikroorganismy. (Tab.14).

Ačkoliv jsou známy různé metody odstranění cholesterolu z potravin pomocí enzymů (biologickými metodami), tak se této možnosti u nás dosud průmyslově nevyužívá [51].

Tab. 14. Přehled metod odstraňování cholesterolu z potravin [51]

Metoda	Princip metody
Fyzikálně-chemická	Extrakce pomocí kapaliny v nadkritickém stavu (superkritickým CO ₂)
	Extrakce do oleje
	Adsorpce cyklodextriny
	Tvorba komplexů se saponinem
Enzymová	Oxidace cholesteroloxidázou
	Redukce cholesterolreduktázou na koprostanol
	Využití fosfolipáz
Využívající mikroorganismy	<i>Eubacterium coprostanoligenes</i> (obsahuje cholesterolreduktázu)
	<i>Tetrahymena thermophila</i> (obsahuje enzymy, které desaturují cholesterol a fosfolipázy, které uvolňují cholesterol z lipoproteinových komplexů)
	<i>Rodococcus equi</i> (obsahuje cholesteroloxidázu)

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách k faktorům ovlivňujícím obsah cholesterolu v živočišných produktech, patří kromě živočišného druhu a dané tkáně složení krmné dávky, doba výkrmu a věk zvířete.

Ve vědeckých databázích se nachází velké množství příkladů výzkumů, zaměřených na možnosti snížení obsahu cholesterolu v potravinách, které proběhly nejen ve světě, ale také v České republice.

5.1 Modifikované krmivo

➤ Drůbeží produkty

Úspěšně se snížení cholesterolu v mase aplikuje u drůbeže. A to např. přidavkem mědi do krmné dávky. Na základě znalosti, že obsah mědi v játrech snižuje koncentraci hepatického glutathionu, který stimulací HMG-CoA reduktázy ovlivňuje biosyntézu cholesterolu. Tak bylo dosaženo více než dvacetiprocentního snížení obsahu cholesterolu v prsní svalovině kuřecích brojlerů [52].

Bylo též prokázáno v průměru deseti- až dvacetiprocentní snížení obsahu cholesterolu v prsní, resp. stehenní svalovině krůt vlivem přidavku vysokého obsahu kyseliny α -linolenové (lněný olej) v krmné dávce [53, 54].

➤ Vepřové produkty

Experimentální studie definují rozdíly ve vybraných znacích jakosti vepřového masa v závislosti na pohlaví a odlišné porážkové hmotnosti (100 a 120 kg) u jatečných prasat. Příznivějších hodnot cholesterolu bylo dosaženo v kategorii 100 kg v podmínkách konvenčního chovu u obou pohlaví (prasničky, vepři). Při výživě na bázi kompletních krmných směsí s PUFA se dosahuje obsahu cholesterolu 48 mg/100g jedlého podílu. V kategorii 120 kg se jeví tendence ke zvýšení obsahu intramuskulárního tuku i celkového cholesterolu ve svalovině u vepřů o 3,5 % a prasniček o 6,5 % [55, 26].

PUFA jsou pro výživu lidí žádoucí, jsou však méně stabilní. Skladovatelnost jatečného produktu zhoršují, tuk v mase snadněji oxiduje. Zhoršují se také organoleptické vlastnosti masa. Stabilita tuku u jatečných zvířat se zlepší při zvýšení obsahu antioxidantů v krmné směsi (100 - 200mg vitamínu E/kg) [55, 26].

➤ Kapr

V současnosti (2011) u nás probíhá mj. spolupráce vědců a lékařů z oddělení preventivní kardiologie IKEM na projektu: Kapr s pozitivním vlivem na zdraví. Speciálně vyrobená krmná směs v kombinaci s obohacením omega-3 mastné kyseliny ve stravě kapra má podle

první klinické zkoušky příznivý efekt na poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu v krvi člověka. Po ukončení a potvrzení celého výzkumu by se měl kapr prodávat podobně jako dnes biopotraviny a mohl by se dostat na pulty obchodů [57].

➤ Vejce

Zastoupení PUFA v krmivu ovlivňuje obsah cholesterolu ve vejcích drůbeže. Možnost ovlivnit poměr PUFA ve vejcích skladbou krmiva na bázi rybích a rostlinných olejů, mořských řas apod. vede ke snížení obsahu cholesterolu až na 190 mg/100g jedlého podílu slepičího vejce a přispívá k omezení nepříznivého vlivu případného přebytku kyseliny arachidonové [42].

Pro výživu lidí je tak možno vyrábět nutričně modifikované, tzv. funkční potraviny (prodávajícím se pod různým obchodním označením např. omega-3 vejce, vejce se sníženou hladinou cholesterolu apod.) [42,58].

Kromě obsahu cholesterolu se skladbou krmiva dá ovlivnit i řada významných nutričních složek vejce (zvýšení koncentrace kyseliny a-linolenové, EPA a DHA [42].

5.2 Fytosteroly

Jednou z možností snižování cholesterolu v potravinách je využití fytosterolů, který má vliv na snižování hladiny krevního LDL-cholesterolu, a také snižuje absorpci cholesterolu ze stravy. Na našem i zahraničním trhu je dostupný zvyšující se počet výrobků s přidanými rostlinnými steroly nebo jejich estery. Vedle cholesterolu tak u těchto výrobků nacházíme zvyšující se procento dalších sterolů, zejména sitosterolu a stigmasterolu. Fytosteroly se přidávají do mléčných a pekařských výrobků, majonéz a dresinků, do tuků a olejů. V Evropě jsou fytosteroly schváleny řadou rozhodnutí do různých typů potravin. Tvrzení na obalu potravin „*k udržování normální hladiny cholesterolu v krvi*“ (Nařízení 608/2004/ES) je podmíněno množstvím fytosterolu v porci specificky podle druhu potraviny [60].

6 VÝŽIVOVÁ DOPORUČENÍ

Exogenní příjem cholesterolu je dnes značně různorodý v závislosti na dietních zvyklostech daného jedince. Během evoluce se u člověka pravděpodobně několikrát významně změnila stravovací zvyklosti a příjem cholesterolu. V současnosti je možné rozlišit dva dietní extrémy: dieta se silně redukováným příjmem exogenního cholesterolu (až na 60 mg/den) a dietu bohatou na cholesterol (300 až 700 mg/den) [14].

Játra a střeva jsou významnými producenty cholesterolu. Denně je v lidském těle játry syntetizováno přibližně 500 mg cholesterolu, u osob s nízkým příjmem cholesterolu potravou produkují játra až 800 mg cholesterolu. Také buněčné potřeby jsou značně variabilní v závislosti na stadiu vývoje organismu a typu tkáně. Hladina cholesterolu může také být podmíněna geneticky, a také je ovlivněna fyzickou aktivitou [62].

Z nejrůznějších důvodů převládá názor v podvědomí veřejnosti, že cholesterol ucpává cévy a způsobuje aterosklerózu a infarkty. V důsledku tohoto názoru zacházejí někteří lidé do extrémů a vyhýbají se všem tučným potravinám. Důležitější je však zaměřit se na jídla, která pomohou hladinu LDL cholesterolu snížit, než úplně z jídelníčku vynechat problematické potraviny. Velmi zjednodušeně by se dalo konstatovat, že není nezdravých potravin, nevhodná jsou jen jejich množství. Další obecně uznávané pravidlo zní „pestře a střídavě“, přiměřeně ke svému zdravotnímu stavu a ke své fyzické aktivitě [20].

6.1 Nutriční parametry v souvislosti s cholesterolem

U nutričních parametrů ovlivňujících faktory v souvislosti s obsahem cholesterolu v krvi by mělo být dosaženo následujících změn, které jsou v souladu s výživovými cíli pro Evropu (WHO) a s doporučením evropských odborných společností: [60, 63, 64, 65]

- Snížení příjmu cholesterolu na max. 300 mg za den (s optimem 100 mg na 1000 kcal, včetně dětské populace) reálný denní příjem u nás se odhaduje na 400 až 600 mg).
- Snížení příjmu tuku u dospělé populace tak, aby celkový podíl tuku v energetickém příjmu nepřekročil 30 % optimální energetické hodnoty (tzn. u lehce pracujících dospělých cca. 70 g na den), u vyššího energetického výdeje 35 %. U dětí by se měl

podíl tuku na celkovém energetickém příjmu postupně snižovat tak, aby ve školním věku tvořil 30 - 35% energetického příjmu a dále odpovídal doporučením dospělých.

- Dosáhnout podílu nasycených, monoenových a polyenových mastných kyselin 1 : 1,4 : 0,6.
- Příjem nasycených mastných kyselin by měl být nižší než 10 % (20 g), polyenových 7 - 10 % z celkového energetického příjmu. Poměr mastných kyselin řady n-6:n-3 maximálně 5:1.
- Obsah tokoferolů (jako hlavních antioxidantů) by se měl v tucích zvyšovat se stupněm nenasycenosti oleje.
- Příjem *trans*-nenasycených mastných kyselin by měl být co nejnižší a neměl by překročit 1 % (cca 2,5 g/den) z celkového energetického příjmu.
- Snižit obsah *trans*-nenasycených a nasycených mastných kyselin v jedlých tucích i ve výrobcích, kde se jedlé tuky používají. Omezit používání kokosového a palmového tuku a palmového oleje.
- Zvýšení příjmu kyseliny askorbové (vitaminu c) na 100 mg denně, u dětí v rámci odpovídajících doporučení .
- Zvýšení příjmu vlákniny na 30 g za den u dospělých, u dětí od druhého roku života 5 g + počet gramů odpovídajících věku (rokům) dítěte.
- Zvýšení příjmu dalších ochranných látek jak minerálních, tak vitamínové povahy a dalších přírodních nutrientů, které by zajistily odpovídající antioxidační aktivitu a další ochranné procesy v organismu (zejména Zn, Se, Ca, karotenů, vitaminu E, ochranných látek obsažených v zelenině aj.).
- U dětí je nejvhodnější dostatečně pestrá strava, ve výběru úměrná věku dítěte, jeho energetickým a nutričním potřebám.

V kulinářské technologii je třeba se zaměřit:

- Preferovat vaření a dušení a zamezit tak zvýšenému příjmu toxických produktů vznikajících při smažení, pečení a grilování, zejména u potravin s vyšším podílem živočišných bílkovin (maso, ryby) a zvýšenému příjmu tuku ze smažených či fritovaných pokrmů.
- na preferenci technologií s nižším množstvím přidaného tuku a volit vhodný druh tuku podle druhu technologického postupu.
- na zachování dostatečného podílu syrové stravy, zejména zeleniny a ovoce.

I když se různé studie liší, lze obecně říci, že snížení cholesterolu v potravě o 100 mg za den, má za následek jeho snížení v krvi přibližně o $0,13 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ [66].

6.2 Konzumace potravin s obsahem cholesterolu

➤ Maso

Kriticky bývá hodnocen obsah cholesterolu v tukových částech masa, který je ovšem obsažen i v libové svalovině a jeho zdravotní důsledky jsou velmi často rozporně interpretovány. Cholesterol je obsažen v rozmezí 50 až 100 mg / 100 g masa jatečných zvířat [67].

Bylo prokázáno, že lipidy jako součásti hovězího masa mohou zvyšovat hladinu krevního cholesterolu. Příčina je udávána současným obsahem nasycených mastných kyselin, které blokují tvorbu tzv. LDL receptorů. Opakem je příklad masa plemene Wagyu (kobský, japonský skot). Kombinace modifikovaného krmiva a dodržování chovných podmínek, v mnoha případech i selektivního rázu přispěla k produkci masa s výrazným mramorováním, které vyniká chutí a vůní a to především kvůli složení tukové tkáně s vysokým obsahem kyseliny olejové a nízkým obsahem cholesterolu v porovnání s jakýmkoliv jiným plemenem skotu na světě. Vyznačuje se nízkým bodem tání (pokojová teplota). Proto je maso Wagyu vhodné pro zařazení do nízkocholesterolových diet [68, 69].

Téměř ve všech vydávaných výživových doporučeních se klade důraz na pravidelnou konzumaci ryb, která snižuje hladinu LDL a VLDL-cholesterolu, zatímco hladina HDL-cholesterolu lehce stoupá. Prospěšnější jsou hlavně mořské ryby, které obsahují nejvíce n-3 PUFA [38, 70].

➤ Máslo

Při průměrné roční spotřebě másla – 4,6 kg činí jeho průměrná denní spotřeba 13 g, které odpovídá obsah cholesterolu pouze 36 mg, tj. 12 % z jeho DDD [19, 71] .

➤ Mléčné výrobky

Při běžné konzumaci mléka a mléčných výrobků prakticky nehrozí pro zdravou populaci navýšení cholesterolu v krevním séru. Potvrzuje to orientační porovnání denního doporučeného limitu obsahu cholesterolu ve stravě – 300 mg, například s obsahem cholesterolu v 1 litru polotučného mléka 60 mg, nebo se 100 g tvrdého sýra s obsahem cholesterolu 60 – 90 mg [20,72].

Bylo prokázáno snížení hladiny LDL cholesterolu při pravidelné konzumaci brynzý a to i přes vysoký podíl tuku v sušině [73].

➤ Vejce

Cholesterol ve vejcích je u některých lidí příčinou omezení jejich konzumace. Díky novým poznatkům o metabolismu cholesterolu je přehodnocován vztah k příjmu vajec. Došlo se k závěru, že 1 vejce denně při dodržování racionální stravy nevedou k překročení doporučeného příjmu cholesterolu a ani významně nezvyšuje hladinu sérového cholesterolu [20].

Průměrný obsah cholesterolu ve slepičím vejci je 397mg/100g jedlého podílu = 210mg v 1 kuse slepičího vece = 70% DDD cholesterolu pro dospělého člověka.

Zdraví lidé a především děti a mládež jsou schopni se vyrovnat s nadbytečným přísunem cholesterolu potravou, takže vyloučení konzumních vajec ze stravy by je ochudilo o celou řadu významných výživových látek. V tuku vaječného žloutku je velmi příznivý poměr mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami. Omezit konzumaci vajec by měli jen osoby, které mají indispozici zvyšovat hladinu cholesterolu v krevním séru [20, 42].

6.3 Doplnky stravy

Je důležité si všimnout nejen obsahu cholesterolu v konzumovaných potravinách, ale i celé řady dalších látek, které jsou schopny snížit hladinu cholesterolu, např. rostlinné steroly (bránící vstřebávání cholesterolu v tenkém střevě – sitosterol, campesterol), vápník, pektiny a pentosany, chitin, vitamín C, fosfolipidy, kyselina orotová aj. [21].

➤ Kyselina askorbová (vitamin C)

Brání oxidaci LDL-cholesterolu, podporuje syntézu steroidních hormonů a přeměnu cholesterolu na žlučové kyseliny [74].

➤ Biotin

Pro metabolismus cholesterolu je také nezbytný biotin, který je nosičem karboxylových skupin. Denní příjem se pohybuje mezi 150 – 300 µg. Při nízkém příjmu může vznikat mj. hypercholesterolemie a glukózová intolerance. Obdobně to platí při nedostatku manganu, mědi a chromu [75].

➤ Balastní polysacharidy

Strava s vysokým obsahem balastních polysacharidů (vlákniny) způsobuje rychlejší průchod tráveniny střevem, takže se nestačí všechny živiny vstřebat. Důsledkem je nižší využitelnost energie ze stravy, což je při dnešním vysokém příjmu energie ve stravě a nízkém výdeji energie výhodou. Vlákna snižuje resorpci tuků a cholesterolu a současně zvyšuje vylučování žlučových kyselin, které jsou degradačními produkty cholesterolu. Zároveň se ale snižuje vstřebatelnost některých žádoucích živin, např. vitamínů a minerálních látek [76].

Výzkumný projekt ISAFRUIT potvrdil snížení LDL cholesterolu o 10 % při konzumaci dvou jablek denně. Podobné výsledky byly prokázány při konzumaci citrusů, česneku, mořských řas, nebo artyčoku [77,78].

6.4 Dieta při hypercholesterolemii

Souvislost mezi hladinou cholesterolu v séru a četností úmrtnosti na srdečně cévní onemocnění u člověka byla prokázána v mnoha studiích. Tato zjištění vedla k doporučením snižovat příjem potravin s vysokým obsahem cholesterolu (vejce, vnitřnosti, mozek). Údaje o vlivu dietárního (exogenního) cholesterolu na poměr plazmatického LDL / HDL-cholesterolu a tedy na proces aterogeneze u člověka však nejsou jednoznačné [10].

V důsledku relativně vysoké syntézy v organismu (endogenní syntéza je ve srovnání s běžně konzumovaným množstvím cholesterolu přibližně trojnásobná) je podíl endogenního cholesterolu na celkové koncentraci v séru výrazně vyšší ve srovnání s cholesterolem přijímaným v potravě. To vedlo k potlačení významu exogenního cholesterolu v aterogenezi člověka a naopak ke zvýšení zájmu o celkový příjem energie v potravě, o příjem nasyce-

ných mastných kyselin a především o poměr n-6 a n-3 polynenasycených mastných kyselin v přijímaném tuku. V důsledku toho někteří autoři argumentují, že příjem cholesterolu v potravě nemá téměř žádný vliv na hladinu sérového cholesterolu [10].

Další práce však jednoznačně prokázaly závislost změny koncentrace plazmatického cholesterolu na obsahu cholesterolu ve stravě. V pokusech na primátech bylo možno vyvolat hypercholesterolémii pouze pomocí stravy obsahující cholesterol. Při absenci přijímaného cholesterolu se hypercholesterolémie nevyvinula [14].

Ve tříleté studii se v režimu relativně nízké spotřeby tuků větší riziko aterosklerózy prokázalo také v souvislosti s konzumací velkého množství sacharidů [79].

Mezi základními kroky v léčbě hypercholesterolemie je nezbytné zavést dietní a režimová opatření. Přestože jejich možnosti jsou limitované, hlavní výhodou zůstává, že jde o přirozenou formu regulace hladiny cholesterolu a jiných lipidů v lidském těle. Hlavním cílem v léčbě hypercholesterolemie je nejen normalizace laboratorních parametrů, ale především snížení kardiovaskulárního rizika. V průměru bývá dietními opatřeními dosaženo snížení celkového cholesterolu po 6 měsících intervence o 5,3 %. Krátkodobě lze intenzivní dietou dosáhnout maximálního poklesu celkového cholesterolu o přibližně 10–20 % a to pouze u 20–40 % zúčastněných [14].

Pozitivní vliv na koncentrace sérového cholesterolu mají mastné kyseliny. Je známo, že nahrazení nasycených mastných kyselin nenasycenými vede ke snížení hladin cholesterolu v séru a působí velmi prospěšně [10, 14].

Přestože alkohol obecně u pacientů s hyperlipoproteinémií není doporučován, byla v roce 1997 publikována v USA studie sledující vliv pití malého množství alkoholu (100–200ml vína denně), která prokázala pokles celkového a LDL cholesterolu provázený vzestupem koncentrace HDL cholesterolu [14].

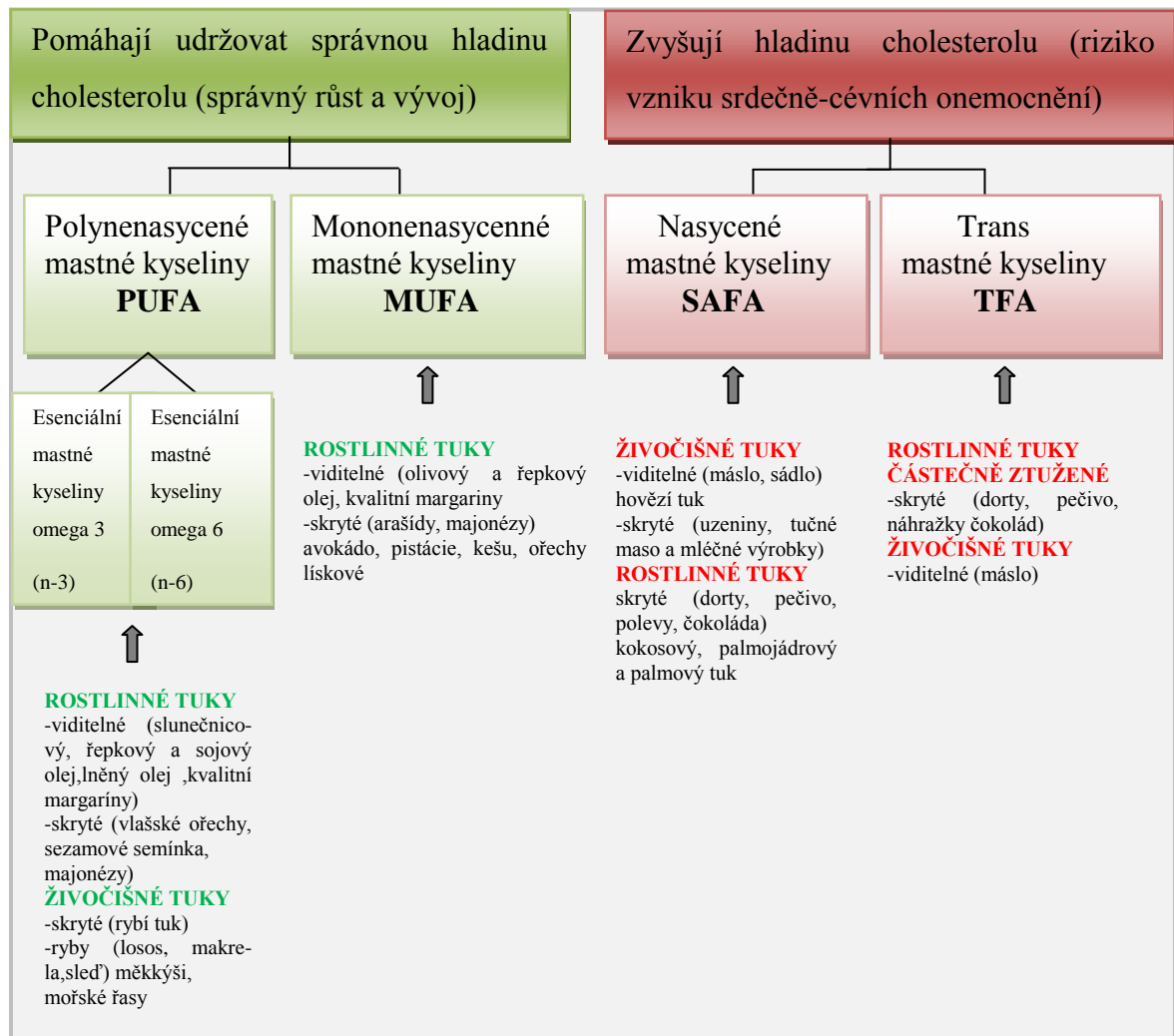
6.5 Mastné kyseliny a cholesterol

Výhrady odborníků ve výživě nesměřují pouze k nadměrnému příjmu tuků, ale rovněž k zastoupení jednotlivých skupin mastných kyselin (Tab.15). Zejména se jedná o vysoký příjem nasycených a trans nenasycených mastných kyselin, který je hodnocen negativně [19].

Doporučuje se, aby poměr mezi nasycenými mastnými kyselinami (SAFA), mononenasycenými mastnými kyselinami (MUFA) a polynenasycenými mastnými kyselinami (PUFA)

byl 1 : 1,4 : 0,6. Důležitý je však i poměr polynenasycených mastných kyselin n-6 (např. kyseliny linolové, γ -linolenové, arachidonové, dokosapentaenové) a n-3 (např. kyseliny α -linolenové, eikosapentaenové - EPA, dokosaheptaenové - DHA), který by měl činit maximálně 5 : 1. Na potřebu zvýšit příjem polynenasycených mastných kyselin je u nás opakovaně poukazováno [63].

Tab. 15. Výživová doporučení pro příjem tuků [78, 80, 81]



Vhodným výběrem konzumované stravy lze ovlivnit nejen celkový obsah cholesterolu v krvi, ale i vzájemné zastoupení jednotlivých frakcí. Významný vliv na koncentraci LDL frakce cholesterolu má složení mastných kyselin ve stravě: [19,63]

- Nasycené mastné kyseliny laurová, myristová a palmitová zvyšují hladiny LDL frakce cholesterolu.
- Nasycená mastná kyselina stearová mírně snižuje obsah LDL frakce cholesterolu.
- Monoenová mastná kyselina olejová má příznivý vliv. Snižuje koncentraci LDL frakce cholesterolu a mírně zvyšuje HDL frakci. Celkové množství cholesterolu se po její konzumaci nemění.
- Trans nenasycené mastné kyseliny zvyšují LDL frakci cholesterolu.
- Polyenové mastné kyseliny (např. linolová a α -linolenová) snižují hladiny LDL frakce. Přestože současně má klesající tendenci i HDL frakce, je nutno je považovat za velmi výhodné, protože po jejich podání vždy klesá poměr LDL:HDL frakcí cholesterolu a snižuje se celkové množství cholesterolu v krvi.
- Nasycené mastné kyseliny se středním řetězcem přecházejí krví přímo do jater, kde jsou metabolizovány, nemají tedy žádný vliv.

6.6 Vnější faktory

Kromě příjmu potravin je však možné zmínit i tzv. vnější faktory ovlivňující obsah cholesterolu v krvi, např. psychický stres, nikotin z cigaretového kouře, pití kávy, požívání značných dávek pokrmů, mezi kterými je dlouhý interval, namísto malých dávek vícekrát denně. Všechny zmíněné vnější faktory vyvolávají zvýšené množství volných mastných kyselin (popř. jeho kolísání), které může vést ke zvýšenému vylučování VLDL frakce cholesterolu játry do krevního oběhu [39].

Celou řadou klinických studií byl dále prokázán pozitivní vliv pravidelné fyzické aktivity na lipidové spektrum urychlením katabolismu lipoproteinových částic a zvýšením aktivity lipoproteinové lipasy. Nejčastěji bývá zmiňován vzestup koncentrace HDL cholesterolu spojeného poklesem koncentrací celkového a LDL cholesterolu [18].

ZÁVĚR

Cholesterol je významný a nezbytný pro lidský organismus. Je nepostradatelný pro správnou funkci lidského organismu. Patří mezi základní stavební jednotky buněčných membrán. Je součástí obalů nervových vláken a výchozí sloučeninou při biosyntéze žlučových kyselin, steroidních hormonů a vitamínu D.

Cholesterol se do organismu dostává buď zvenčí – je vstřebáván ze zažívacího traktu, nebo je syntetizován z acetyl-CoA. Syntéza cholesterolu probíhá ve všech tkáních, ale nejvíce ho vznikne v játrech. Touto cestou vzniká v těle přibližně 1500 až 1700 mg cholesterolu denně, zatímco potravou přijímáme průměrně 300 - 500 mg.

Regulace biosyntézy a příjmu cholesterolu ve stravě probíhá složitými mechanismy. Tělo si však vytváří podmínky pro zachování rovnováhy mezi potřebou cholesterolu a množstvím vyloučeným z těla ven. Nové poznatky o těchto pochodech dovolily účinnější boj se zvýšenou hladinou cholesterolu.

Cholesterol je typickým produktem živočišného metabolismu a vyskytuje se proto v potravinách živočišného původu jako jsou maso, játra, vaječný žloutek, sádlo, mléko, máslo, sýry a další potraviny.

Obsah cholesterolu v živočišných produktech kolísá v poměrně širokém rozmezí. Značný rozsah hodnot je možno vysvětlit množstvím faktorů, které obsah cholesterolu ovlivňují. Především jde o vliv živočišného druhu a dané tkáně, doba výkrmu, věk zvířete, šlechtění plemen a aplikací farmak do krmných směsí

Doporučený denní příjem cholesterolu je max. 300 mg za den (s optimem 100 mg na 1000 kcal, včetně dětské populace) reálný denní příjem u nás se odhaduje na 400 až 600 mg).

Hladinu cholesterolu v krvi ovlivňuje kromě stravy, dědičnost, tělesná hmotnost, fyzická aktivita, věk a pohlaví, alkohol a stres. Vysoká hladina cholesterolu (hypercholesterolemie), zvláště pak nadbytek LDL frakce, je považován za hlavní příčinu aterosklerózy. Kromě cholesterolu je rizikovým faktorem pro rozvoj aterosklerózy i stupeň nasycenosti tuku. Ještě větší toxicitu vůči buňkám cévní stěny však vykazují oxidační produkty cholesterolu (oxysteroly), jejichž množství v potravinách závisí mimo jiné na obsahu cholesterolu jako takového. Proto je důležité posuzování obsahu cholesterolu v potravinách, což je však ztíženo neexistencí jednotného standardního analytického postupu.

V důsledku relativně vysoké syntézy v organismu (endogenní syntéza je ve srovnání s běžně konzumovaným množstvím cholesterolu přibližně trojnásobná) je podíl endogenního cholesterolu na celkové koncentraci v séru výrazně vyšší ve srovnání s cholesterolem přijímaným v potravě. To vedlo k potlačení významu exogenního cholesterolu v aterogenezi člověka a naopak ke zvýšení zájmu o celkový příjem energie v potravě, o příjem nasycených mastných kyselin, trans nenasycených mastných kyselin a především o poměr n-6 a n-3 polynenasycených mastných kyselin v přijímaném tuku.

Vhodným výběrem konzumované stravy lze ovlivnit nejen celkový obsah cholesterolu v krvi, ale i vzájemné zastoupení jednotlivých frakcí. Významný vliv na koncentraci LDL frakce cholesterolu má složení mastných kyselin ve stravě

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MCNAMARA, J. R., WARNICK, G. R., COOPER, G. R. *A brief history of lipid and lipoprotein measurements and their contribution to clinical chemistry*. Clinica Chimica Acta. Volume 369, 158-167 (2006)
- [2] *The 1964 Nobel Prize for the discovery of the biosynthesis of cholesterol*. Acta Paediatrica. Volume 98, 1223–1227 (2009)
- [3] HOZA, I., et al. *Potravinářská biochemie 1*. Vyd. 2. UTB Zlín, 2011. 167s. ISBN 978-80-7318-936-5
- [4] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin 1*. Vyd. 3. Tábor: OSSIS, 2009. 602s. ISBN 978-80-86659-15-2
- [5] BELITZ, D., et al. *Food Chemistry*. Vyd. 4. Springer, 2009. 1070s. ISBN 978-35-4069-933-0. Dostupné na WWW: http://books.google.cz/books?id=xteiARU46SQC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [6] GARRET, R. H., GRISHAM, CH. M. *Biochemistry*. Vyd. 4. Boston: Cengage Learning, 2010. 1059s. ISBN 978-04-9510-935-8. Dostupné na WWW: http://books.google.cz/books?id=iGPsen3fSOIC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [7] VANCE, E. D., VANCE, E. J. *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes*. Vyd. 5. Elsevier Science, 2008. 624s. ISBN 978-0-444-53219-0. Dostupné na WWW: http://books.google.cz/books?id=LZprTsjcvIMC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [8] Obrázek. *Schéma plazmatické membrány*. [online]. [2011-09-24]. Dostupné na WWW: <http://world-of-angie.mypage.cz/menu/vitej/biochemie>
- [9] Mouritsen, G. O., Zuckermann, J. M. *What's so special about cholesterol?* Lipids. Volume 39, 1101-1113 (2004)
- [10] T. KOMPRDA, T. *Cholesterol a jeho oxidační produkty v potravinách*. Ústav technologie potravin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Veterinářství č. 56, 121-125 (2006)
- [11] MURRAY, R. K. *Harperova Biochemie*. Vyd. 2. české (dotisk). H+H Vyšehradská, s. r. o., 2010. 872s. ISBN 80-7319-003-6

- [12] CHRISTE, W. W. *The Lipid Library*. [online]. [2011-10-14]. Dostupné na WWW: <http://lipidlibrary.aocs.org/index.html>
- [13] PÍŤHA, J., POLEDNE, R., et al. *Zdravá výživa pro každý den*. Grada Publishing, 2009. 143s. ISBN 9788024724881
- [14] LUBANDA, H., VECKA, M. *Cholesterol. Přítel či nepřítel?* Chemické Listy 103, 40–51 (2009)
- [15] CAMPBELL, N. A., REECE, J. B. *Biologie*. Brno: Computer Press, 2006. 1332s. ISBN 80-251-1178-4
- [16] Obrázek. *Přeměny cholesterolu*. [online]. [2011-10-10]. Dostupné na WWW: biochemie.euweb.cz/Biochemie/Sterany_Stereoidy.ppt
- [17] HÁJKOVÁ, M., KRATOCHVÍL, B., RÁDL, S. *Atorvastatin – nejprodávanější lék na světě*. Chemické Listy 102, 3-14 (2008)
- [18] BUŇKA, F., NOVÁK, V., KADIDLOVÁ, H. *Ekonomika výživy a výživová politika I*. UTB Zlín, 2006. 159 s. ISBN 80-7318-429-X
- [19] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. Vyd.1 (dotisk 2007). VŠCHT Praha. 219 s. ISBN 978-80-7080-468-1
- [20] DOSTÁLOVÁ, J. *Není nezdravých potravin, nezdravá jsou jen jejich množství*. VŠCHT Praha pro seminář Endokrinologického ústavu Praha. 2011. [online]. [2011-11-05]. Dostupné na WWW: <http://www.zdn.cz/clanek/zdravotnicke-noviny/neni-nezdravych-potravin-nezdrava-jsou-jen-jejich-mnozstvi-460031>
- [21] POKORNÝ, J. *Potravinářské technologie a spotřebitel potravin*. Chemické Listy 101, 121 (2007)
- [22] ZDZISLAW, Z. E., SIKORSKI, Z. *Chemical, Biological, and Functional Aspects of Food Lipids*. CRC Press. Gdansk University of Technology, Poland. 2010. 512 s. ISBN 978-14-3980-237-3. Dostupné na WWW: http://books.google.cz/books?id=rkPwsq7Lup8C&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [23] Obrázek *Intricate choreography of cholesterol metabolism*. [online]. [2011-09-17]. PNAS. Volume 104, 6493-6494 (2007). Dostupné také z WWW: <http://www.pnas.org/content/104/16/6493.full.pdf+html>

- [24] DEREWIAKA, D., OBIEDZIŃSKI, M. *Cholesterol oxides content in selected animal products determined by GC-MS*. European Journal of Lipid Science and Technology Volume 112, 1130-1137 (2010)
- [25] FILIP, V. *Oxidace sterolů v tucích a v tukových disperzích*. VŠCHT Praha, 2011. [online]. [cit. 2011-11-01]. Dostupné na WWW: <http://www.vscht.cz/homepage/fpbt/index/Studium/PhD/DSP>
- [26] MACHÁČKOVÁ, M., HOLASOVÁ, M., MAŠKOVÁ, E. *Full value documentation in the Czech Food Composition Database*. European Journal of Clinical Nutrition. Volume 64, 64-67 (2010)
- [27] *Composition of Foods Raw, Processed, Prepared USDA National Nutrient Database for Standard Reference*. 22/2009. U.S. Department of Agriculture. [online]. [2011-10-13]. Dostupné na WWW: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR22/sr22_doc.pdf
- [28] HRABĚ, F., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P., *Technologie výroby potravin živočišného původu*. UTB Zlín, 2006. 182s. ISBN 80-7318-405-2
- [29] CUTRIGNELLI, M., CALABRÒ, S., BOVERA, F. *Effects of two protein sources and energy level of diet on the performance of young Marchigiana bulls. 2. Meat quality*. Italian Journal of Animal Science. Volume 7, No 3, 271-286 (2008)
- [30] *Databáze složení potravin ČR, verze 2.11*. Centrum pro databázi složení potravin Ústavu zemědělské ekonomiky a informací a Výzkumného ústavu potravinářského Praha, v. v. i. [online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW: <http://www.czfcdb.cz/>
- [31] *Databáze nutričního složení potravin SZÚ*. Státní zdravotní ústav. Centrum hygieny potravinových řetězců v Brně. [online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW: <http://www.chpr.szu.cz/>
- [32] *Potravinová banka dat Slovenské republiky*. [online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW: <http://www.pbd-online.sk>
- [33] *Cholesterol v potravinách*. Výzkumný ústav potravinářský Slovenské republiky. [online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW: <http://www.vup.sk/index.php?start&mainID=1&navID=41>

- [34] *Národní nutriční databáze potravin Spojených států amerických.* [online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW:<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>
- [35] PAVLU, M. *Situační a výhledová zpráva-vepřové maso 2007.* Ministerstvo zemědělství ČR. 73s. ISBN 978-80-7084-589-9
- [36] MOJTO, J., ZAUJEC, K. *Aktuálne údaje o chemickom zložení a nutričnej hodnote mäsa hospodárskych a divých zvierat.* Maso č. 4, 39-41 (2001)
- [37] SLEPIČKOVÁ, M., VORLOVÁ, L. *Effect of Meat and Bone Meal Substitutes in Feed Mixes on Quality Indicators of Turkey Breast Meat.* Acta veterinaria. Volume 77, 297-304 (2008)
- [38] SVAČINA, Š. *Klinická dietologie.* Praha: Grada, 2008. 381s. ISBN 978-80-247-2256-6
- [39] *Kontaminanty a další rizikové látky v potravinách a ekosystémech. XIV. seminář.* Sborník příspěvků. Praha: Ústav chemie a analýzy potravin VŠCHT, Česká společnost chemická, 2001. 22s. ISBN 80-7080-472-6.
- [40] MAJEWSKA, D., et al. *Physicochemical characteristics, proximate analysis and mineral composition of ostrich meat as influenced by muscle,* Food Chemistry. Volume 117, 207–211 (2009)
- [41] SIMEONOVÁ, J., GAJDŮŠEK, S. INGR, I. *Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 122s. ISBN 978-80-715-77089
- [42] HALAJ, M., GOLIAN, J. *Vejce biologické. Technické a potravinářské využití.* Nitra: Garmond, 2011. 224s. ISBN:978-80-89148-70-7
- [43] *Cévní mozková příhoda. Máte se čeho obávat?* Univerzita Palackého v Olomouci.[online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW:
Http://utpo.fzvad.upol.cz/multikultura/educ_prace/e160/index.htm
- [44] *Tukové a cholesterolové hodnoty potravin.* [online]. [2011-09-15]. Dostupné na WWW: Http://www.abcvyzyvy.cz/podpora/tuk_chol.htm
- [45] VESELÁ, Z., HRUBÁ, M. *Situační a výhledová zpráva – Mléko.* Ministerstvo zemědělství České republiky, 2006. 122 s. ISBN 80-7084-569-4
- [46] KÁŠ, J., KODÍČEK, M., VALENTOVÁ, O. *Laboratorní techniky biochemie.* VŠCHT Praha, 2006. 258s ISBN: 80-7080-586-2

- [47] HOCQUETTE, F., GONDRET, F., et al. *Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers*. *Animal*. Volume 4, 303-319 (2010)
- [48] MIGUELHERRERO, H., MENDIOLA, J. *Supercritical fluid extraction: Recent advances and applications*. *Journal of Chromatography A*. Volume 1217, 2495-2511 (2010)
- [49] BORKOVCOVÁ, I., et al. *Možnost stanovení cholesterolu, stigmasterolu a sitosterolu v rostlinných a živočišných tucích metodou hplc*. *Acta fytotechnica et zootechnica – Mimoriadne číslo*. 64-68 (2009). Dostupné také z WWW: www.fem.uniag.sk/acta/download.php?id=546
- [50] Obrázek *Schéma stanovení celkového cholesterolu*. [online]. [2011-10-15]. Dostupné na WWW: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Stanoven%C3%AD_cholesterolu.png#fileliks
- [51] ŠKOP, V. *Možnosti enzymové úpravy hladiny cholesterolu v potravinách*. VŠCHT Praha. *Biopropect* 2, 29–33 (2008)
- [52] LEESON, S. *Copper metabolism and dietary needs*. *World's Poultry Science Journal*. Volume 65, 353-366 (2009)
- [53] KOMPRDA, T., ZELENKA, J., et al. *Cholesterol and fatty acid content in meat of turkeys fed diets with sunflower, linseed or fish oil*. *Arch Geflügelk*. Volume 67, 65-75 (2003)
- [54] KOMPRDA, T., et al. *Cholesterol content in meat of some poultry and fish species as influenced by live weight and total lipid content*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Volume 51, 7692-7697 (2003)
- [35] KOUCKÝ M., et.al. *Vliv pohlaví a porážkové hmotnosti na vybrané znaky jakosti vepřového masa*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha. XXXIV. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin. Sborník souhrnnů sdělení. [online]. [2011- 10-13]. Dostupné na WWW: www.vscht.cz/zkp/ustav/doc/SbSD03.doc
- [56] DOSTÁLOVÁ, A., KOUCKÝ, M., PRŮŠOVÁ, V. *Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství*. Výzkumný ústav živočišné výroby Praha. 2008. 35s. ISBN: 978-80-7403-023-9

- [57] *Kapr s pozitivním vlivem na zdraví*. Zpravodaj časopisu Veterinářství. [online]. [2011-11-15]. Dostupné na WWW:
<http://web.vetweb.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=6318>
- [58] STRATIL, P. *ABC zdravé výživy, 2. díl*. Vydal: Autor, 1998. 232 s. ISBN: 80-900029-8-6
- [59] ZELENKA, J., HEGER, J., ZEMAN, L. *Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 30s. ISBN 978-80-7375-091-6
- [60] *Nutrition and health claims: the role of food composition data*. European Journal of Clinical Nutrition. Volume 64, 8-13 (2010)
- [62] PERLÍN, C *Zeptejte se, na co chcete*. Ústav zemědělské ekonomiky a informací. 2008. [online]. [2011-11-05]. Dostupné na WWW:
www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Publikace/Infopult.pdf
- [63] *Referenční hodnoty pro příjem živin v ČR. Vyd. 1*. Vyživaservis, 2011. 192s. ISBN 978-80-254-6987-3
- [64] *Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to the replacement of mixtures of saturated fatty acids (SFAs) as present in foods or diets with mixtures of monounsaturated fatty acids (MUFAs) and/or mixtures of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations*. EFSA Journal. Volume 9, 2069, 18s (2011). [online]. [2011-11-14]. Dostupné na WWW: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2069.pdf>
- [65] LORENZO, C., WILLIAMS, K., et al. *The National Cholesterol Education Program–Adult Treatment Panel III, International Diabetes Federation, and World Health Organization Definitions of the Metabolic Syndrome as Predictors of Incident Cardiovascular Disease and Diabetes*. Diabetes Care. Volume 30, 8-13 (2007)
- [66] PEARCE, K., CLIFTON, P., NOAKES, M. *Egg consumption as part of an energy-restricted high-protein diet improves blood lipid and blood glucose profiles in individuals with type 2 diabetes*. British Journal of Nutrition. Volume 105, 584-592 (2011)
- [67] KADLEC, P., et al. *Principy potravinářských technologií*.: PIPEK, P. Technologie masa.(kapitola 4.6). VŠCHT Praha, 2002. 536s. ISBN 80-7080-510-2

- [68] INGR, I. *Máme jíst maso? Český svaz zpracovatelů masa*. [online]. [2011-09-14]. Dostupné na WWW: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1075>
- [69] OKITANI, A. *Characterization and evaluation method of palatability of Wagyu beef*. Research Journal of Food and Agriculture. Volume 30, 26-30 (2007)
- [70] SOFI, F., et al. *Adherence to Mediterranean diet and health status: metaanalysis*. British Medical Journal. Volume 337, 1344-50 (2008)
- [71] *Tradiční český špekáček*. Ministerstvo zemědělství ČR. [online]. [2011-11-05]. Dostupné na WWW: http://eagri.cz/public/web/file/114317/tradicni_cesky_spekacek.doc
- [72] BERÁNKOVÁ, J. *Rostlinný tuk v mléčných potravinách*. Informační centrum bezpečnosti potravin. 2009.[online]. [2011-11-05]. Dostupné na WWW: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/roslinny-tuk-v-mlecnych-potravinach.aspx>
- [73] *Celostátní přehledky sýrů 2010*. Výsledky přehledek a sborník přednášek konference Mléko a sýry. VŠCHT Praha, 2010. 306s. ISBN: 978-80-7080-760-6
- [74] MULLEROVÁ, D. *Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí ve schématech*. Praha: Triton, 2003. 99s. ISBN 80-7254-421-7
- [75] MURPHY, P. S., et.al. *Multivitamin-multimineral supplements' effect on total nutrient intake*. Clinical Nutrition. Volume 85, 280-284 (2007)
- [76] HAINER, V. *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada, 2004. 356s. ISBN 80-247-0233-9
- [77] *EU-funded ISAFRUIT research suggests consuming apples reduces cholesterol*. Horticulture Week 2010. 23-24
- [78] SOBENIN, A. I., et al. *The effects of time-released garlic powder tablets on multi functional cardiovascular risk in patients with coronary artery disease*. Lipids in Health and Disease. Volume 9, 119-120 (2010)
- [79] CLEMENS, R., BIDLACK, W. *A changing perspective on saturated fat*. Food Technology. Volume 63, 19-20 (2009)
- [80] *Tabulka Výživová doporučení pro příjem tuků*. Dobře utajene trans- tuky. VŠCHT Praha. [online]. [2011-11-15]. Dostupné na WWW: www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/journal/transtuky.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DHA	Kyselina dokosahexaenová
EPA	Kyselina eikosapentaenová
EUROFIR	European Food Information Resource
HDL	Lipoproteiny o vysoké hustotě (high density lipoproteins)
HMG-CoA reductáza	3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA reductáza
IKEM	Institut klinické a experimentální medicíny
LDL	Lipoproteiny o nízké hustotě (low density lipoproteins)
MUFA	Mononenasyčené mastné kyseliny
MENDELU	Mendelova univerzita v Brně
PUFA	Polynenasycené mastné kyseliny
SAFA	Nasycené mastné kyseliny
SZU	Státní zdravotní ústav ČR
TFA	Trans nenasycené mastné kyseliny
VHDL	Lipoprotein o velmi nízké hustotě
WHO	World Health Organization - Světová zdravotnická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Cholesterol.....	11
Obr. 2. Schéma plasmatické membrány.....	12
Obr. 3. Biosyntéza lanosterolu z acetyl-CoA.....	14
Obr. 4. Biosyntéza cholesterolu z lanosterolu.....	15
Obr. 5. Cholesterol jako součást buněčných membrán, zároveň prekurzor a výchozí sloučenina významných molekul.....	18
Obr. 6. Cholesterol a oxysterol.....	22
Obr. 7. Schéma stanovení celkového cholesterolu enzymovou metodou.....	36

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Doporučené hodnoty krevních lipidů.....	19
Tab. 2. Obsah oxysterolů ve vybraných potravinách.....	23
Tab. 3. Obsah cholesterolu v produktech z hovězího masa.....	25
Tab. 4. Obsah cholesterolu v produktech z telecího masa.....	26
Tab. 5. Obsah cholesterolu v produktech z vepřového masa.....	26
Tab. 6. Obsah cholesterolu v produktech z drůbežního masa.....	28
Tab. 7. Průměrný obsah cholesterolu v mase zvěřiny.....	29
Tab. 8. Průměrný obsah cholesterolu u minoritních druhů masa.....	29
Tab. 9. Průměrný obsah cholesterolu ve vybraných produktech masné výroby.....	30
Tab. 10. Průměrný obsah cholesterolu v rybích produktech.....	31
Tab. 11. Obsah cholesterolu ve slepičím vejci dle vybraných institucí.....	32
Tab. 12. Průměrný obsah cholesterolu ve vybraných mléčných výrobcích.....	33
Tab. 13. Obsah cholesterolu v másle dle vybraných institucí.....	34
Tab. 14. Přehled metod odstraňování cholesterolu z potravin.....	37
Tab. 15. Výživová doporučení pro příjem tuků.....	46