

Masarykova univerzita v Brně

Lékařská fakulta



Vliv kulinárních metod na nutriční kvalitu zeleniny

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Danuše Lefnerová, Ph.D.

Vypracovala:

Štěpánka Jírková

obor výživa člověka

Brno, květen 2009

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Danuše Lefnerové, Ph.D. a uvedla jsem v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

Děkuji za vedení a poskytnuté materiály RNDr. Danuši Lefnerové, Ph.D. a MVDr. Halině Matějové za poskytnuté materiály a cenné rady. Dále děkuji všem svým blízkým za podporu během celého studia.

V Brně dne 12.května 2009

Štěpánka Jírková

Jméno a příjmení autora: Štěpánka Jírková

Název bakalářské práce: Vliv kulinárních metod na nutriční kvalitu zeleniny

Pracoviště: Ústav preventivního lékařství

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Danuše Lefnerová, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2009

Anotace:

Teoretická část je zaměřena na zeleninu, která je zdrojem mnoha bioaktivních látek (vitaminů, minerálních látek, vlákniny, antioxidantů apod.). Tyto složky mají pozitivní vliv na lidský organismus. Při tepelné i netepelné úpravě zeleniny obsah těchto látek klesá. Obsah v hotovém pokrmu závisí na mnoha faktorech, jako je například teplota, doba tepelné úpravy, působení světla a kyslíku.

Praktická část se zabývá stravovacími návyky respondentů a jejich znalostmi o antioxidantech. Studie byla provedena formou dotazníku u 145 studentů středních škol.

Annotation:

The theoretical part is focused on vegetable, which is one of the important sources of many bioactive substances (such as vitamins, mineral substances, fibre, antioxidant etc.). These elements have a positive influence on human organism. During both warm and cold cooking of the vegetable the amount of these substances is decreasing. Their content in the finished food depends on many factors, e.g. warmth, length of cooking, light and oxygen action.

The practical part of this work summarizes results of questionnaires that were filled by one hundred and forty five high school students. They were asked about their knowledge and awareness about antioxidants and about their feeding habits

Klíčová slova: zelenina

antioxidanty

kulinární úpravy

změna nutriční hodnoty

biologicky aktivní látky

Souhlasím, aby práce byla půjčována ke studijním účelům a byla citována dle platných norem.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	7
SEZNAM TABULEK	7
I. TEORETICKÁ ČÁST	8
1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE	9
3 ZELENINA	10
3.1 VÝZNAM ZELENINY VE VÝŽIVĚ	10
3.2 SPOTŘEBA ZELENINY	11
4 SLOŽENÍ ZELENINY	12
4.1 VODA.....	12
4.2 LIPIDY.....	12
4.3 BÍLKOVINY	12
4.4 SACHARIDY.....	13
4.5 VITAMINY ROZPUSTNÉ V TUCÍCH.....	14
4.5.1 <i>Vitamin A a karotenoidy</i>	14
4.5.2 <i>Vitamin E a jeho deriváty</i>	14
4.5.3 <i>Vitamin D</i>	15
4.5.4 <i>Vitamin K</i>	15
4.6 VITAMINY ROZPUSTNÉ VE VODĚ	15
4.6.1 <i>Vitamin C</i>	16
4.6.2 <i>Vitaminy skupiny B</i>	16
4.6.3 <i>Kyselina listová a foláty</i>	17
4.6.4 <i>Biotin</i>	18
4.7 BIOLOGICKY AKTIVNÍ SLOŽKY ZELENINY	18
4.7.1 <i>Fenolové sloučeniny a flavonoidy</i>	18
4.7.2 <i>Fytosteroly</i>	19
4.7.3 <i>Glukosinoláty</i>	19
4.7.4 <i>Jiné bioaktivní molekuly obsahující síru</i>	20
4.7.5 <i>Další biologicky aktivní látky s pozitivním účinkem</i>	20
4.8 MINERÁLNÍ LÁTKY	21
4.9 NEŽÁDOUCÍ SLOUČENINY OBSAŽENÉ V ZELENINĚ.....	21
4.9.1 <i>Rizikové látky přírodního původu</i>	21
4.9.2 <i>Látky z prostředí</i>	22
5 VOLNÉ RADIKÁLY A ANTIOXIDANTY	23
5.1 VOLNÉ RADIKÁLY	23
5.1.1 <i>Vznik volných radikálů</i>	23
5.1.2 <i>Působení volných radikálů na organismus</i>	23
5.2 ANTIOXIDANTY.....	24
5.3 OXIDAČNÍ STRES	25
6 KULINÁRNÍ ÚPRAVY	26
6.1 PŘEDBĚŽNÁ ÚPRAVA.....	26
6.2 TEPelná ÚPRAVA	27
6.2.1 <i>Blansírování</i>	27
6.2.2 <i>Vaření</i>	27

6.2.3	<i>Dušení</i>	28
6.2.4	<i>Smažení</i>	28
6.2.5	<i>Pečení</i>	28
6.2.6	<i>Úpravy v mikrovlnné troubě</i>	29
6.3	ÚPRAVA S POUŽITÍM NÍZKÝCH TEPLŮ	29
7	ZMĚNY NUTRIČNÍCH HODNOT VLIVEM KULINÁRNÍ ÚPRAVY	30
7.1	VLÁKNINA	31
7.1.1	<i>Neteplná příprava</i>	31
7.1.2	<i>Vaření</i>	31
7.1.3	<i>Úprava v tlakové nádobě</i>	31
7.2	POLYNENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY	32
7.2.1	<i>Blanšírování</i>	32
7.2.2	<i>Vaření ve vodě a v páře</i>	32
7.2.3	<i>Smažení</i>	32
7.2.4	<i>Úprava v mikrovlnné troubě</i>	32
7.3	ZMĚNA NUTRIČNÍ HODNOTY PROTEINŮ	33
8	ZMĚNY ANTIOXIDANTŮ VLIVEM KULINÁRNÍ ÚPRAVY	34
8.1	ZMĚNY KAROTENOIDŮ	35
8.1.1	<i>Úpravy za studena</i>	35
8.1.2	<i>Blanšírování</i>	36
8.1.3	<i>Vaření ve vodě</i>	36
8.1.4	<i>Vaření pod tlakem</i>	36
8.1.5	<i>Smažení</i>	37
8.1.6	<i>Pečení</i>	37
8.1.7	<i>Úprava v mikrovlnné troubě</i>	37
8.2	ZMĚNY TOKOFEROLŮ A JEJICH DERIVÁTŮ TEPELNOU ÚPRAVOU	37
8.2.1	<i>Vaření ve vodě, v páře, v tlakové nádobě</i>	37
8.2.2	<i>Smažení</i>	38
8.3	ZMĚNY FENOLŮ A FLAVONOIDŮ	38
8.3.1	<i>Vaření</i>	38
8.3.2	<i>Vaření pod tlakem</i>	39
8.3.3	<i>Vaření v páře</i>	39
8.3.4	<i>Smažení</i>	39
8.3.5	<i>Pečení</i>	39
8.3.6	<i>Úprava v mikrovlnné troubě</i>	39
8.3.7	<i>Výsledky studie provedené Ústavem preventivního lékařství LF MU</i>	40
8.4	ZMĚNY FOLÁTŮ A LISTOVÉ KYSELINY	41
8.4.1	<i>Vaření</i>	41
8.4.2	<i>Dušení a vaření pod tlakem</i>	42
8.4.3	<i>Blanšírování</i>	42
8.4.4	<i>Smažení</i>	42
8.4.5	<i>Pečení a grilování</i>	42
8.4.6	<i>Úprava v mikrovlnné troubě</i>	42
8.5	ZMĚNY GLUKOSINOLÁTŮ A JEJICH DEGRADAČNÍCH PRODUKTŮ	43
8.5.1	<i>Neteplné úpravy</i>	43
8.5.2	<i>Tepelná úprava</i>	43
8.5.3	<i>Vaření</i>	43
8.5.4	<i>Blanšírování</i>	44
8.5.5	<i>Úprava v mikrovlnné troubě</i>	44
8.5.6	<i>Výsledky studie provedené ÚPL LF MU</i>	44

8.6	ZMĚNY KYSELINY ASKORBOVÉ	45
8.6.1	<i>Skladování a netepelné úpravy</i>	45
8.6.2	<i>Tepelná úprava</i>	46
8.6.3	<i>Výsledky studie provedené ÚPL LF MU</i>	47
8.7	ZMĚNY BIOAKTIVNÍCH MOLEKUL OBSAHUJÍCÍCH SÍRU	48
8.8	ZMĚNY FYTOSTEROLŮ	48
9	ZÁVĚR	49
II. PRAKTICKÁ ČÁST		50
1	ÚVOD	50
2	CÍL	51
3	VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ	52
4	ZÁVĚR	74
SEZNAM LITERATURY		75
PŘÍLOHY		80

Seznam použitých zkratk

ACSO	S-alkenyl-L-cystein sulfoxid
GSN	glukosinoláty
MK	mastné kyseliny
PUFA	polyunsaturated fatty acids...polynenasycené mastné kyseliny
RNS	reactive nitrogen species...reaktivní formy dusíku
ROS	reactive oxygen species...reaktivní formy kyslíku
UV	ultrafialové záření

Seznam tabulek

TABULKA 1: PRŮMĚRNÝ OBSAH VITAMINU C V POTRAVINÁCH	16
TABULKA 2: DENNÍ POTŘEBA VITAMINŮ SKUPINY B U DOSPĚLÉHO ČLOVĚKA	17
TABULKA 3: FYZIOLOGICKÉ ZHÁŠECÍ SYSTÉMY	25
TABULKA 4: RETENCE VITAMINU VE VYBRANÝCH POKRMECH.....	30
TABULKA 5: JAK CHRÁNIT ANTIOXIDANTY V ZÁVODECH SPOLEČNÉHO STRAVOVÁNÍ.....	34
TABULKA 6: OBSAH CELKOVÝCH FENOLICKÝCH LÁTEK V MG VE 100G BROKOLICE	40
TABULKA 7: OBSAH CELKOVÝCH FENOLICKÝCH LÁTEK V MG VE 100G ČERVENÉHO ZELÍ.....	41
TABULKA 8: OBSAH SULFORAFANU V MG V 1G BROKOLICE	45
TABULKA 9: ZTRÁTY VITAMINU C PŘI RŮZNÝCH ÚPRAVÁCH ZELÍ.....	46
TABULKA 10: ZTRÁTY VITAMINU C V ZELENINĚ PO ROZMRAZENÍ.....	47
TABULKA 11: OBSAH KYSELINY ASKORBOVÉ V MG VE 100G BROKOLICE	47

I. Teoretická část

1 Úvod

Význam zeleniny pro člověka je často zdůrazňován, stále však její konzumace není dostatečná. Zelenina obsahuje množství zdraví prospěšných látek, které hrají významnou roli ve snižování rizika vzniku civilizačních onemocnění, nejčastěji kardiovaskulárních a rakovinných.

Mezi nejvýznamnější složky zeleniny patří vitaminy, minerální látky, antioxidanty a jiné biologicky aktivní látky. V poslední době je nejvíce diskutována skupina antioxidantů, jejich význam spočívá ve snižování aktivity volných radikálů a zabraňování vzniku oxidačního stresu.

Antioxidanty jsou sice často zmiňovány v informačních prostředcích, povědomí široké veřejnosti je ale stále nedostatečné. Většinou je tento pojem využit pouze k marketingovým účelům, ale většina informací není zaměřena na jejich působení ani na ovlivnění obsahu antioxidantů kulinární úpravou. Proto jsem se rozhodla zaměřit se ve své bakalářské práci na zmapování současných vědeckých poznatků o této problematice.

2 Cíl práce

Cílem teoretické části bakalářské práce je zmapování a stručné shrnutí současných vědeckých poznatků o působení kulinárních úprav na nutriční kvalitu zeleniny a zejména na změny obsahů antioxidantů vlivem různých kulinárních úprav.

Informovaností veřejnosti se zabývá praktická část bakalářské práce.

3 Zelenina

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č.157/2003 Sb., která je doplněním Zákona o potravinách a tabákových výrobcích 110/1997 Sb., jsou jako zelenina označovány jedlé části, zejména kořeny, bulvy, listy, nať, květenství a plody jednoletých nebo víceletých rostlin. Podle těchto zákonů mezi zeleninu nejsou řazeny brambory, které tvoří samostatnou skupinu (54).

Zeleninu dělíme do následujících skupin podle vyhlášky 157/2003 (38):

- košťálová (zelí, kapusta, květák, kedlubna, brokolice, pekingské zelí, čínské zelí),
- kořenová (mrkev, celer, petržel, pastinák, křen, ředkev, ředkvička atd.),
- listová (salát, špenát, mangold aj.),
- lusková (hráškové a fazolové lusky),
- plodová (rajčata, paprika, lilek, okurky, tykev, meloun vodní, meloun pravý aj.),
- cibulová (cibule, česnek, pór, pažitka aj.),
- natě (kopr, celer, petržel, libeček aj.),
- klasy (kukuřice),
- výhonky (chřest, bambus aj.).

3.1 Význam zeleniny ve výživě

Zelenina je významná zejména pro svou vysokou nutriční hodnotu danou příznivým obsahem vitaminů, minerálních látek, vlákniny a dalších biologicky aktivních složek a současně i pro svou nízkou energetickou hodnotu, která je dána nízkým obsahem tuků a sacharidů (33).

Zelenina je dobrým zdrojem vitamínu C a karotenoidů (provitaminů A), některé druhy jsou významné i pro obsah vitaminů skupiny B. Minerální látky jsou většinou vázány do špatně využitelných sloučenin s fytáty a oxaláty. Konzumace zeleniny má význam zejména z hlediska příjmu draslíku a hořčíku (jsou součástí chlorofylu). Dále je zelenina významná pro vysoký obsah vlákniny. Důležitou složkou jsou i některé těkavé i netěkavé aromatické látky, které podmiňují typickou chuť a vůni zeleniny. Zelenina dále obsahuje řadu látek biologicky aktivních, které působí preventivně proti některým onemocněním (nádorovým či kardiovaskulárním) a podporují správné fungování organismu. Vedle pozitivně působících látek může zelenina obsahovat i látky nežádoucí a zdraví škodlivé (kyselinu oxalovou, dusičnany, furanokumariny nebo tomatin), většinou se ale nevyskytují ve vysokých dávkách (33).

Význam zeleniny stoupá v některých typických obdobích života (dětství, těhotenství, stáří). Uplatňuje se v prevenci či léčbě různých onemocnění (součást léčebné výživy) (6).

Každodenní příjem zeleniny napomáhá k plnění výživových doporučení pro obyvatelstvo ČR. Cílem výživových doporučení je konzumace 600g ovoce a zeleniny v pěti porcích denně, včetně zeleniny tepelně upravené, poměr zeleniny a ovoce by měl být 2:1 (6).

3.2 Spotřeba zeleniny

Sortiment zeleniny se v posledních letech značně rozšířil, v současnosti je nabízeno přes šedesát druhů, ať z dovozu či tuzemských. Toto široké spektrum však není plně využito konzumenty. Více než dvě třetiny spotřeby činí pouze šest druhů: zelí, cibule, mrkev, rajčata, květák a okurky. Dále se ze 2 - 4,4 % podílejí kedlubny, papriky, melouny, hlávková kapusta, petržel, celer, hlávkový salát. Zbývá 3 - 4% spotřeby představuje hlavně špenát, hrášek, fazolka, česnek, ředkvička, pažitka, pór, pekingské zelí a dalších čtyřicet komodit (26).

Průměrná celoroční spotřeba zeleniny v České republice činí asi 82,7 kg na osobu (v roce 2007) (49). Spotřeba zeleniny se značně zvyšovala v období od roku 1993 až do roku 1999, kdy vzrostla z 74 kg na 85 kg na osobu a rok. Od roku 2000 do roku 2004 se spotřeba snížila (až na 77 kg na osobu a rok). V posledních letech je zaznamenán opět mírný nárůst spotřeby (49). Tyto údaje jsou vypočítány podle spotřebního koše, není zde zohledněno tzv. samozásobení, které může spotřebu navýšit až o čtvrtinu. Optimální příjem zeleniny podle výživových doporučení by měl být okolo 300g na osobu a den, to by znamenalo zvýšit spotřebu přibližně na 120 kg na osobu a rok (26).

Sortiment ovoce, zeleniny a dalších zahradnických produktů je pozitivně hodnocen pro svou chuťovou a tvarovou pestrost, nízký obsah energie, vysoký obsah vitaminů a minerálních látek, přiměřený obsah potravinové vlákniny i pro podlimitní obsah antikvalitativních faktorů (26).

4 Složení zeleniny

Největší podíl na hmotnosti zeleniny má voda, obsah lipidů a bílkovin je nízký. Obsah sacharidů je různý, závislý na druhu zeleniny. Dále zelenina obsahuje množství vitaminů, minerálních látek a dalších biologicky významných látek, které mají pozitivní účinky na lidské zdraví. Zelenina ale může obsahovat i různé antinutriční, alergenní a toxické látky (6).

4.1 Voda

Hlavní složkou zeleniny je voda, tvoří 75 – 95 % z celkové hmotnosti zeleniny. Ve vodě jsou rozpuštěny organické i anorganické sloučeniny (např. ve vodě rozpustné vitaminy). Při konzumaci doporučeného množství (300 g/den) tvoří voda zeleniny až pětinu celkového denního příjmu tekutin (26).

4.2 Lipidy

Obsah lipidů je v zelenině velmi nízký, průměrný obsah je okolo 0,1 % z celkové hmotnosti. V lipidech jsou rozpuštěny vitaminy a různé aromatické látky, které ovlivňují chuť a vůni daného druhu zeleniny (26).

- **Polynenasycené mastné kyseliny** (dále jen PUFA)

PUFA řady ω -3 a ω -6 jsou esenciální pro lidský organismus. Jedním z hlavních zdrojů mastných kyselin řady ω -3 je listová zelenina a oleje ze semen (43).

- **Triacylglyceroly**

Triacylglyceroly jsou obsaženy zejména v semenech a oplodí (neboli perikarpu). Složení tuků je dáno složením mastných kyselin (33).

4.3 Bílkoviny

Zelenina je velmi omezeným zdrojem bílkovin, obsah se pohybuje okolo 0,3 – 5%. Nejvíce bílkovin obsahují semena rostlin, v listech, plodech, bulvách, hlízách a dalších částech jsou hodnoty velmi nízké. Výživová hodnota samotných proteinů je nízká, u všech bývá nedostatková některá esenciální aminokyselina. Vhodná kombinace rostlinných materiálů ale může vést ke směsi proteinů, která má vysokou nutriční hodnotu a může být téměř plnohodnotná. Rostlinné zdroje většinou obsahují velké množství asparagové a glutamové kyseliny a jejich amidů (53).

4.4 Sacharidy

Obsah sacharidů a jejich druh závisí na druhu zeleniny. Sacharidy tvoří hlavní složku energetické hodnoty zeleniny, jejich obsah není vysoký, a proto je energetická hodnota zeleniny nízká. Významně se podílí na chuti zeleniny (33).

- **Monosacharidy**

Zelenina obsahuje monosacharidy, zejména glukósu, fruktósu, v menším množství arabinosu a xylosu, v některých druzích se však mohou vyskytovat i neobvyklé monosacharidy jako je například apiosa v petrželi a celeru (53).

- **Polysacharidy a vláknina**

Jako zásobní sacharidy se uplatňují polysacharidy škrobu a inulinu (33). Z dalších polysacharidů jsou významné polysacharidy vlákniny (45). Vláknina je nehomogenní směs polysacharidů a nepolysacharidových polymerů. Vlákninu dělíme na dvě složky, a to na rozpustnou a nerozpustnou (55).

Do **rozpustné vlákniny** patří hemicelulózy, pektiny, guar a slizy. Tyto látky jsou označovány jako bobtnavé, protože mají schopnost na sebe poutat vodu. Jsou také hlavním zdrojem potravy bakterií ve střevě, které je fermentují na mastné kyseliny (dále jen MK) s krátkým uhlíkatým řetězcem. Tyto MK jsou hlavním energetickým substrátem enterocytů tlustého střeva. Další funkcí je regulace trávení a vstřebávání sacharidů v tenkém střevě. Podílí se na snižování obsahu cholesterolu vázáním žlučových kyselin, které se pak musí doplnit syntézou *de novo* z cholesterolu. Vazbou vody a žlučových kyselin zvyšují náplň tlustého střeva, čímž se „naředí“ obsah toxických látek (55).

Jako **nerozpustnou vlákninu** označujeme celulózu a lignin. Hlavní funkcí je zvětšení střevního obsahu a úprava doby transportu tráveniny střevem. V žaludku vyvolává pocit sytosti a snižuje tak příjem dalších energetických substrátů. Ve střevě působí laxativně (55).

Vláknina upravuje množství hnilobných bakterií ve střevě snížením pH, tím se zvýší počet kvasných bakterií (*Lactobacillů* a *Bifidibakterií*). Také působí příznivě na zácpu a její komplikace. Význam má i v prevenci vzniku obezity, žaludečních vředů a onkologických onemocnění (55).

Největší výskyt vlákniny je v obilovinách, zelenině, ovoci a ořechách. Doporučené denní množství vlákniny pro dospělého je 35g, 50% příjmu vlákniny by mělo být z obilovin, 30 - 40% by mělo pocházet ze zeleniny, 16% z ovoce a 3% z dalších zdrojů (43).

4.5 Vitaminy rozpustné v tucích

Mezi vitaminy rozpustné v tucích řadíme vitamin A, vitamin E, vitamin D, vitamin K. Všechny tyto vitaminy můžeme nalézt v zelenině, u některých nepředstavuje hlavní zdroj, protože v ní jsou díky nízkému obsahu tuku zastoupeny pouze v malém množství. Obsah vitaminů závisí na druhu zeleniny.

4.5.1 Vitamin A a karotenoidy

Retinol, neboli vitamin A, patří podle chemické struktury k isoprenoidům (12). Může být potravou přijímán jako retinol nebo v podobě β -karotenu, ze kterého ve střevě vzniká oxidačním štěpením retinol, který se ukládá v játrech (28). Retinol se přirozeně vyskytuje v játrech, tučných rybách, žloutku a másle (12), nevyskytuje se tedy v rostlinných zdrojích. Mezi hlavní funkce vitaminu A patří zajištění správné funkce a růstu buněk (28). Je součástí rhodopsinu - zrakového purpuru tyčinek a čípků sítnice, proto mezi první příznaky nedostatku vitaminu A patří šeroslepost (12).

Denní doporučené dávky vitaminu A (1 mg) jsou běžnou stravou překračovány. Při dlouhodobém příjmu vysokých dávek se může vyvinout hypervitaminosa A, která způsobuje poškození jater, vypadávání vlasů, krvácení z nosu a atrofizaci sliznic. Nejzávažnější účinek má však na plod, u kterého může vyvolat různé deformace (28).

Z rostlinných zdrojů získáváme karotenoidy, což jsou žluté, oranžové nebo červené pigmenty. Jsou to sloučeniny rozpustné v tucích. Mezi hlavní zástupce této skupiny patří β -karoten a lykopen. Nachází se nejen v barevné zelenině, ale i v zelené, kde chlorofyl překrývá barvu ostatních pigmentů. Karoteny mají aktivitu provitaminu A, působí jako radikáloví skavengeri v lipidové matrix, působí preventivně proti vzniku nádorů a kardiovaskulárních onemocnění (43).

Karotenoidy jsou přijímány ve vyspělých zemích ze 70 - 90% konzumací ovoce a zeleniny, což tvoří 25 - 35% z příjmu retinolu (52).

4.5.2 Vitamin E a jeho deriváty

Vitamin E je souhrnný název pro skupinu látek, která vykazuje stejnou biologickou aktivitu jako α -tokoferol. Tyto látky jsou přirozené antioxidanty, z nichž nejúčinnější a nejrozšířenější je α -tokoferol. Vitamin E je rozpustný v tucích a má nepolární charakter díky isoprenoidnímu řetězci, který je součástí molekuly (12).

Podle chemické struktury dělíme tuto skupinu látek na tokoferoly a tokotrienoly.

Tokoferoly omezují peroxidaci nenasycených mastných kyselin membránových lipidů a lipoproteinů, zabraňují oxidaci i dalších významných sloučenin. Pro tuto funkci je rozhodující fenolový hydroxyl v poloze 6 (v para poloze k heteroatomu kyslíku), přenosem jeho atomu vodíku je zneškodněn volný radikál. Vzniklý fenoxo-radikál může být regenerován askorbátem na původní tokoferol, nebo může být rozložen dalším radikálem (12).

Denní doporučenou dávku 12mg lze pokrýt příjmem potravy, vitamin E se vyskytuje v rostlinných olejích a semenech a také v zelenině, jedinou potravinou živočišného původu je mléko (28). Pokud strava obsahuje více PUFA je nutné zvýšit příjem vitaminu E (12)

4.5.3 Vitamin D

Vitamin D se vyskytuje ve dvou základních formách, jako rostlinný ergokalciferol označovaný jako vitamin D₂ a živočišný cholekalciferol označovaný jako vitamin D₃ (15).

Vitamin přijatý spolu s potravou je vstřebáván ve střevě společně s tuky. Označení vitamin není oprávněné, z části si jej tělo tvoří samo z 7-dehydrocholesterolu obsaženého v epidermis, ze kterého se při ozáření UV paprsky tvoří vitamin D₃. Vitaminy D₂ i D₃ jsou tedy spíše provitaminy nebo přesněji prohormony, účinné formy se z nich stávají hydroxylací v játrech a v ledvinách (28).

Vitamin D se podílí na hospodaření s vápníkem, fosforem a tím i na mineralizaci kostí (15).

4.5.4 Vitamin K

Vitamin K se nachází v chloroplastech rostlin, ale rostlinná strava není jediným zdrojem. Syntéza probíhá v tlustém střevě působením střevní mikroflóry. Vitamin K se účastní procesu hemokoagulace a oxidační fosforylace. Mezi hlavní zdroje je považována listová zelenina, zelí, růžičková kapusta, nať petržele a rajčata (53).

4.6 Vitaminy rozpustné ve vodě

Mezi vitaminy rozpustné ve vodě patří vitaminy skupiny B (thiamin, riboflavin, pyridoxin, vitamin B12 a niacin), kyselina listová, biotin a vitamin C (15). V organismu působí jako kofaktory enzymů (nebo jako prekurzory kofaktorů) (28). U vitaminů rozpustných ve vodě nemůže dojít k hypervitaminose, přebytek je vždy vyloučen močí. Snadno může dojít k nedostatku vitaminu při nedostatečně pestré stravě či některých onemocnění, protože zásoby v organismu jsou malé (15).

4.6.1 Vitamin C

Vitamin C neboli kyselina L-askorbová je nepostradatelný pouze pro člověka, primáty a morče, ostatní živočichové i rostliny si ho dokáží syntetizovat z kyseliny D-glukuronové (28).

Je významným redukčním činidlem a antioxidantem (12). Kyselina askorbová je málo odolná vůči oxidaci, proto je v tepelně opracovaných pokrmech její obsah snížený. Snadno se oxiduje i působením vzdušného kyslíku zejména při kontaktu s těžkými kovy (měď, železo), ke kterému dochází při používání kovového nádobí. Oxidace probíhá rychleji v kyselé vodě. Výsledkem oxidace je kyselina dehydroaskorbová, která je téměř neúčinná jako vitamin (28). Vitamin C má významnou antioxidační aktivitu, přímo reaguje se superoxidy, hydroxyradikály a se singletovým kyslíkem. Také se podílí na regeneraci vitamínu E, který je rovněž významným antioxidantem. Kyselina askorbová blokuje nitrosační procesy, čímž zabraňuje tvorbě N-nitroso sloučenin (27), které jsou předpokládanými karcinogeny žaludku, tlustého střeva, pankreatu, jater a žlučových cest (22).

V organismu se účastní syntézy kolagenu, žlučových kyselin, adrenalinu a při odbourávání tyrosinu. Dále zvyšuje resorpci železa v trávicím traktu. Denní doporučená dávka je 70 – 100 mg, jejím hlavním zdrojem je zelenina a ovoce (12). Jeho potřeba je zvýšená v určitých životních obdobích, jako je těhotenství a laktace nebo v období zvýšeného stresu, po úrazech, po operacích apod.(27). Lidé s nízkým příjmem vitamínu C jsou snadno unavitelní a náchylní k infekcím (12).

tabulka 1: Průměrný obsah vitamínu C v potravinách (23)

Potravina	Šípky	Paprika	Kadeřavá petržel	Křen	Kedluben	Zelí	Brambory	Rajčata
Vitamin C (mg/100g)	500	100	200	100	40	40	20	20

Potravina	Kiwi	Citrusy	Jahody	Rybíz černý	Rybíz červený	Jablko	Mléko	Maso
Vitamin C (mg/100g)	100	50	55	200	30	5	1	2

4.6.2 Vitaminy skupiny B

Obsah a zastoupení vitaminů skupiny B záleží na druhu zeleniny. Nejvíce je zastoupen pyridoxin neboli vitamin B6, představuje trojici sloučenin: pyridoxol, pyridoxamin a pyridoxal. Tyto látky se stávají biologicky aktivními až po fosforylaci. Vzniklý

pyridoxalfosfát pracuje jako kofaktor enzymů podílejících se na metabolismu aminokyselin. Denní doporučený příjem jsou 2 mg. Zdrojem kromě zeleniny jsou játra, ryby, mléko, celozrnná mouka, brambory a banány (28).

Další vitaminy skupiny B – thiamin (B1), riboflavin (B2) a niacin (někdy označován jako vitamin PP) se v zelenině vyskytují pouze v malých množstvích. Kobalamin, neboli vitamin B12, se v zelenině, ani v jiných rostlinných potravinách nevyskytuje, zdrojem jsou pouze živočišné produkty (28).

Vitaminy skupiny B jsou termostabilní, tepelná úprava jejich hodnoty nesnižuje nebo pouze minimálně. Výjimkou jsou potraviny obsahující thiamin, při suché úpravě je jeho obsah stabilní, při vaření ve vodě obsah thiaminu mírně klesá (28).

tabulka 2: Denní potřeba vitaminů skupiny B u dospělého člověka (23)

Vitamin	Potřeba pro zdravého dospělého člověka (mg/den)
Thiamin	1,2
Riboflavin	1,4
Niacin	16,0
Pyridoxin	1,5
Folacin	0,4
Biotin	0,05
Kobalamin	0,003

4.6.3 Kyselina listová a foláty

Jako foláty se označuje skupina látek s podobnou strukturou a nutriční aktivitou jako kyselina listová. Aktivní formou je v buňkách tetrahydrofolát, kofaktor přenášející jednouhlíkaté fragmenty v různých oxidačních stavech (12).

Denní potřeba folátů pro dospělé je 0,15 – 0,2 mg. Foláty se přirozeně vyskytují zejména v listové zelenině (kapusta, zelí, špenát), v luštěninách, v játrech a droždí (12). Kyselina listová je částečně syntetizována mikroflórou tlustého střeva (28).

Foláty jsou ale velmi termolabilní, proto je jejich obsah v tepelně opracovaných pokrmech velmi nízký. Denní příjem je ale téměř vždy dostatečný. Zvýšená pozornost dostatečnému příjmu musí být věnována během těhotenství a v období laktace (podílejí se na správném vývoji neurální trubice) (28). Nedostatek folátů se projevuje především na krevním obraze (megaloblastická anemie, trombocytopenie) (12).

4.6.4 Biotin

Biotin byl dříve označován jako vitamin H, od označení se upustilo zejména proto, že si jej tělo dokáže vyrobit samo prostřednictvím střevní mikroflóry. Dietní zdroj je za normálních okolností nepotřebný. Zvýšené množství je potřeba při užívání antibiotik, která ničí střevní mikroflóru. Jako zdroj se uplatňuje zelenina, ale i čokoláda, maso, játra, ořechy a kvasnice. V organismu se účastní v karboxylačních reakcích, kde má úlohu přenašeče CO₂ (28).

4.7 Biologicky aktivní složky zeleniny

Biologicky aktivní sloučeniny mají pozitivní (nebo negativní) účinek na lidský organismus. Mezi jejich nejvýznamnější vlastnosti patří antioxidační aktivita. Díky této vlastnosti je organismus chráněn před působením volných radikálů, nebo je jejich účinek alespoň zeslaben.

4.7.1 Fenolové sloučeniny a flavonoidy

Fenolové sloučeniny představují nejpočetnější a nejrozsáhlejší skupinu sekundárních rostlinných metabolitů. V rostlinách se vyskytují jako barviva, nebo jako látky tvořící chuť a vůni. Mezi hlavní zdroje patří ovoce, zelenina a nápoje (zejména káva, čaj, pivo a víno). jejich konzumace je spojována se snížením rizika vzniku kardiovaskulárních a nádorových onemocnění. Fenolové sloučeniny lze rozdělit do mnoha skupin, nejběžnější jsou flavonoidy, fenolové kyseliny a lignany (27).

Flavonoidy s biologickým účinkem jsou někdy označovány jako vitamin P. Mezi nejvýznamnější zástupce patří rostlinné látky quercetin, rutin a kampferol (28). Fenoly a flavonoidy jsou široce rozšířeny, alespoň ve stopových množstvích je nacházíme ve všech jedlých rostlinách (43).

Flavonoidy jsou významné pro své potenciální chemoprotektivní vlastnosti. Mají antioxidační účinky a indukují detoxikační enzymy (55). Díky své antioxidační aktivitě zabraňují peroxidaci lipidů, reagují s volnými kyslíkovými radikály a inaktivují prooxidační ionty (27). Dále mají pozitivní efekt na pružnost cév (dříve se používaly proti lomivosti kapilár), snižují rozvoj aterosklerózy (28). Vyznačují se i antimikrobiálním působením (55).

V poslední době byla věnována řada výzkumů trojsytnému fenolu resveratrolu, který se vyskytuje nejvíce ve slupkách bobulí červené révy. Jeho antioxidační působení je spojováno se snížením rizika vzniku onemocnění cév, srdce a nádorových onemocnění (27).

4.7.2 Fytosteroly

Rostlinné steroly nebo fytosteroly tvoří rozsáhlou skupinu, pozornost je zaměřena především na těchto 5 typů: kampesterol, β -sitosterol, kampestanol, stigmasterol a β -sitoestanol. Chemicky mají strukturu blízkou cholesterolu. V potravě jsou vázány většinou na vlákninu, do těla jsou vstřebány pouze v malém množství (55). Nacházejí se v cereáliích, olejích a zelenině, kde se vyskytují ve čtyřech různých formách: volné, esterifikované na mastné kyseliny, jako součást sacharidů a fenolové kyseliny (43).

Fytosteroly mají různé účinky na strukturu a funkci buněčné membrány, tyto vlastnosti jsou důležité v procesu karcinogeneze, kde redukuje tvorbu zánětlivých cytokinů a tumor nekrotizujících faktorů, dále regulují apoptózu buněk a růst tumoru. Mezi další účinky patří optimalizace imunitních funkcí (i u chronických deficitů jako je rheumatoidní artritida, AIDS nebo rakovina). Fytosteroly snižují hladinu krevního cholesterolu (55).

4.7.3 Glukosinoláty

Glukosinoláty jsou přítomné výhradně v zelenině rodu *Brassica sp.*, do kterého patří například růžičková kapusta, zelí a brokolice (55). V brukvovité zelenině je 20 – 30 glukosinolátů, některé jsou obsaženy ve významném množství (např. sulforafan). V rostlinách jsou glukosinoláty v podobě neúčinných prekurzorů, které mohou být enzymaticky degradovány na látky biologicky aktivní. Konzumace brukvovité zeleniny je spojována se snížením výskytu nádorových onemocnění, zejména kolorektálního karcinomu. Z tohoto pohledu jsou zkoumány glukosinoláty a jejich možné chemoprotektivní vlastnosti (29).

Degradaci glukosinolátů katalyzuje enzym myrosinasa. Výsledkem je přeměna na širokou řadu bioaktivních metabolitů, např. isothiokyanáty, thiokyanáty a nitrily (55). Mnoho těchto produktů je těkavých a vytváří silnou vůni a chuť nejen při vaření. Například isothiokyanátový alyl způsobuje charakteristickou pálivou chuť hořčice, glukosinoláty sinigrin a progoitrin způsobují hořkou chuť růžičkové kapusty (43).

Antimutagení a antikarcinogenní účinek byl prokázán zejména u sirných a aromatických isothiokyanátů. Účinek je založen na indukci detoxikačních enzymů (55). Nejsilnější indukční účinek má sulforafanin, který vzniká degradací glukorafaninu. Působí přímo na molekuly s poškozenou DNA, podporují jejich apoptózu a potlačují jejich buněčné dělení (27). Některé degradační produkty tvoří s L-askorbovou kyselinou askorbigen, který má antikarcinogenní a antimutagení účinky (55).

Degradaci glukosinolátů mohou vznikat slabě strumigenní isothiokyanáty, nitrily, které mají hepatotoxický a nefrotoxický účinek, nebo goitrin působí inhibičně na vznik

thyreoidních hormonů. Podle výzkumů ale nepředstavuje konzumace brukvovité zeleniny žádné zdravotní riziko (27).

4.7.4 Jiné bioaktivní molekuly obsahující síru

Tyto molekuly jsou charakteristické zejména pro rod *Allium*, kam patří například česnek, cibule a šalotka, způsobují jejich charakteristické aroma a štiplavou chuť (43).

- **Organosulfury**

Organosulfury jsou složky produkované rozpadem S-alkenyl-L-cysteinu sulfoxidu (dále jen ACSO), rozpad je katalyzován enzymem alliinasou, a následnou kondenzací. ACSO je uložen v mnoha rostlinách ve vakuole a enzym v cytoplasmě. Reakce je vyvolána pouze tehdy, když je buňka porušena a obě sloučeniny se setkají. K tomu může dojít například při krájení, lámání a dalších úpravách (43).

- **Thiosulfináty**

Thiosulfináty jsou produkované reakcí alliinasy. Tyto sloučeniny mají společný prekurzor allicin (přírodní antibiotikum), ze kterého vzniká široké spektrum nestálých sloučenin. Thiosulfináty jsou zodpovědné za silnou chuť a charakteristické aroma a mají i mnoho biologických významů. Jejich příjem má pozitivní efekt na lidské zdraví, snižují riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění, hypercholesterolemie, diabetu a hypertenze. Dále jsou studovány pro možný antitrombotický potenciál (43).

4.7.5 Další biologicky aktivní látky s pozitivním účinkem

Chlorofyly jsou rostlinná barviva, která se nachází ve všech zelených rostlinách, nejvíce v listové zelenině. Vykazují antimutagenní účinky a mají příznivý vliv na tvorbu červených krvinek (26).

Koenzym Q patří do skupiny ubichinonů. Je to lipofilní sloučenina s funkcí vitamínu. Je součástí dýchacího řetězce, zabezpečuje energii pro buňky. Saturace orgánů s věkem klesá. Potřeba stoupá u určitých skupin obyvatelstva (staří, těžce pracující, alkoholici, kuřáci), dobrým zdrojem ze zeleniny je například brokolice, z živočišných zdrojů ryby, vepřové maso, vejce. Koenzym Q povzbuzuje srdeční akci posílením myokardu, uplatňuje se jako prostředek proti předčasnému stárnutí a využívá se jako lék proti paradontóze (28).

S-methylmethionin je biologicky aktivní formou methioninu. Dříve byl označován jako vitamin U, nebo jako antiulcerový (protivředový), protože snižuje riziko vzniku vředového onemocnění žaludku a dvanáctníku. Mezi jeho další účinky patří snižování hladiny lipidů v krvi, má také detoxikační a regenerační účinky. Významným zdrojem S-methioninu je hlávkové zelí, kedlubny a naťový celer (26).

Prebiotika jsou nestravitelné složky potravy, které slouží jako potrava pro střevní mikroflóru, podporují její růst a správnou funkci, čímž mají pozitivní efekt na lidské zdraví. V zelenině se vyskytuje vláknina a inulin (15).

Probiotika jsou bakterie z rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* (21), které se vyskytují v již upravené zelenině, zejména v zelenině, která prošla mléčným kysáním (okurky, zelí) (26). Probiotika stimulují intestinální peristaltiku a zvyšují imunitní odpověď organismu a tím i odolnost proti infekcím (21). Konzumace probiotik s prebiotiky zlepšuje složení střevní mikroflóry (podporují růst mikroorganismů podílejících se na kvasných procesech ve střevě). Dále přispívají k posílení střevní mukózy a modulaci imunity. Imunita souvisí s prostředím ve střevě, a to je ovlivňováno výživou (15).

4.8 Minerální látky

Zelenina je významná i pro svůj obsah minerálních látek, jako u vitamínu jejich obsah závisí na druhu zeleniny, některé druhy obsahují některé minerální látky pouze ve stopovém množství, jiné druhy mají významný obsah daných minerálních látek. Minerální látky bývají v zelenině vázány do špatně využitelných forem ve vazbě na fyáty nebo oxaláty (33).

Z hlediska příjmu jednotlivých minerálních látek a konzumace zeleniny je nejvýznamnější obsah draslíku a hořčíku, jsou součástí chlorofylu (33).

4.9 Nežádoucí sloučeniny obsažené v zelenině

Nežádoucí látky jsou rizikovými faktory hygienicko-toxikologické jakosti. Patří mezi ně nežádoucí přírodní a cizorodé látky. Výhodou produktů ekologického zemědělství je nižší obsah reziduí pesticidů, dusičnanů a těžkých kovů díky jiným postupům pěstování. Ostatní faktory se mohou vyskytnout v produktech ekologického i konvenčního zemědělství (25).

4.9.1 Rizikové látky přírodního původu

Tyto látky jsou běžnou součástí buňky, většinou jsou požívány v neškodném množství. Na některé z nich si lidský organismus vyvinul detoxikační systémy. Jejich obsah v rostlinách se zvyšuje špatnou pěstitelskou či zpracovatelskou praxí (25).

Biogenní aminy mají vliv na kardiovaskulární systém, krevní tlak a mohou vyvolávat bolesti hlavy. Do této skupiny patří histamin (kysané zelí), kadaverin (kvašená zelenina), spermidin (listová zelenina) a další. **Alergeny** mohou být různé složky zeleniny, které mohou vyvolat u citlivých jedinců alergickou reakci. **Sekundární a stresové metabolity** vznikají působením stresorů na buňky (škůdci, mechanické a chemické vlivy apod.). **Látky snižující stravitelnost** představují skupinu látek do které patří lektiny, kyselina fytová, kyselina

šťavelová a další, snižují využitelnost proteinů nebo minerálních látek. Například tanin, který snižuje využitelnost bílkovin, thiaminu, vitamínu B₁₂ a železa. **Fytoestrogeny** jsou látky, které mají karcinogenní a proliferativní účinek, např. kumestany. **Dusičnany** jsou přirozenou součástí rostlinných buněk. Dusičnany se mohou metabolizovat na dusitany, které mohou být transformovány na nitrosaminy, které jsou karcinogenní (25).

4.9.2 Látky z prostředí

Tyto látky se do rostlin dostávají z půdy, ze vzduchu a z vody. Jsou to např. **polycyklické aromatické uhlovodíky**, které mohou působit karcinogenně, teratogenně nebo mutageně. **Toxické prvky** (arsen, olovo, rtuť a podobně) se vyskytují v zelenině z postižených oblastí, vláknina obsažená v zelenině chrání organismus před jejich toxickým působením. **Rezidua pesticidů** ohrožují zdravotní bezpečnost zeleniny při nesprávné aplikaci (25).

5 Volné radikály a antioxidanty

Strava bohatá na ovoce a zeleninu může mít pozitivní účinek v prevenci vzniku kardiovaskulárních, nádorových a dalších onemocnění. Ochranný efekt je zajištěn zejména přítomností mnoha funkčních sloučenin, jako jsou fenolové složky, vitamin C, vitamin E, provitaminy, minerální látky a vláknina. Mnoho z nich se účastní bioaktivních mechanismů efektivního vyhledávání reaktivních forem kyslíku (ROS) a dusíku (RNS), tedy volných radikálů (42).

5.1 Volné radikály

Volné radikály jsou atomy, ionty, či molekuly schopné samostatné existence, které mají ve svém elektronovém obalu jeden nebo více nepárových elektronů. Snaží se získat další elektron a doplnit si tak elektronový pár do stabilní konfigurace. Tím je způsobená jejich vysoká reaktivita a omezená doba jejich existence. Reagují jednak s jinými volnými radikály a jednak s intaktními molekulami, čímž vzniká jiný volný radikál. Tento děj má tendenci pokračovat řetězovou reakcí. Volné radikály mohou způsobit napadáním makromolekul rozsáhlá tkáňová či orgánová poškození (40).

5.1.1 Vznik volných radikálů

Volné radikály vznikají během mnoha běžných metabolických procesů v lidském těle, ale i díky působení vnějších faktorů, jako např. znečištěné ovzduší, kouření, ionizující záření, UV záření, potrava. Během biochemických reakcí vzniká neustále kvantum volných radikálů, dalším zdrojem v organismu jsou leukocyty a makrofágy (17). Radikálové reakce jsou charakteristické řetězovitým průběhem a nevyžadují téměř žádnou dodávku energie (4).

5.1.2 Působení volných radikálů na organismus:

Volné radikály nepůsobí na organismus pouze škodlivě, mají i svou fyziologickou funkci (40):

- Účastní se ničení fagocytovaných mikroorganismů (z kyslíkových radikálů vzniká kyselina chlorná, která mikroorganismus ničí)
- Při ovulaci a oplodnění vajíčka (superoxid narušuje membránu vajíčka tak umožňuje pronikání spermií, peroxid vodíku spolu s tyrosinem zabraňuje mnohonásobnému proniknutí spermií)
- Mají signalizační funkci v molekule.

Negativní působení volných radikálů na buňku (28):

- Oxidační poškození lipidů, tzv. lipoperoxidace poškozuje fosfolipidovou dvojvrstvu biologických membrán (hlavně v endotelu cév), postihují místa dvojné vazby mastných kyselin, a to kyseliny linolové a linolenové. Postižení membrány se projevuje změnou permeability. Toto poškození způsobuje zejména hydroperoxylový a hydroxylový radikál, jako indikátor míry poškození se uplatňuje malondialdehyd, který je produktem reakce lipoperoxidace.
- Oxidační poškození bílkovin a enzymů – dochází k napadání SH-skupin, čímž se poškodí metabolická funkce enzymu (stejný proces i u hemoglobinu). Dochází také k poškození bílkovin pojiva – elastinu a kolagenu, dochází ke zvýšení příčného zesíťování.
- Poškození jiných makromolekul, např.: nukleových kyselin, polysacharidů, glykosaminoglykanů a nízkomolekulárních látek. Do této skupiny patří i tzv. „sebevrazi“, jež se vystavují působení volných radikálů, a tak chrání buněčné struktury, takto působí zejména askorbát a tokoferol.
- Reaktivní formy dusíku se podílejí zejména na procesu rozvoje aterosklerózy.

5.2 Antioxidanty

Antioxidanty lze definovat jako látky přítomné v nízkých koncentracích vzhledem k oxidovanému systému (lipidy, proteiny a nukleové kyseliny), které významně zamezují oxidaci substrátu (2). Starším názvem zejména pro endogenní antioxidanty je zhášecí systém. V současné době je známo asi 4000 antioxidantních látek, mezi nejznámější a nejvýznamnější patří vitamin C, vitamin E a karotenoidy (17).

Antioxidanty lze rozdělit na endogenní (antioxidační enzymy, nízkomolekulární antioxidanty), které si organismus vytvořil během evolučního vývoje jako ochranu před poškozením volnými radikály a nekontrolovatelným oxidačním procesem, a na exogenní, které se do organismu dostávají potravou (vitaminy, flavonoidy apod.) (24).

Ochranný systém organismu snižuje působení volných radikálů mechanizmy, které brání jejich tvorbě, vylučují již vytvořené a opravují (odstraňují) poškozené molekuly. K první skupině lze řadit fyziologické enzymy (kataláza, peroxidáza) a enzymy inhibující katalyticky vytvářené volné radikály. Do další skupiny patří ochranné molekuly, které vylučují volné radikály (označují se jako vylučovači neboli scavengers) a přeměňují je na neradikálové formy. Dále lapače (tzv. trappers), kteří radikál zachytí a přemění ho na stabilní formu, a zhášecí (quenchers), kteří zhášejí reaktivitu volných radikálů. Do třetí skupiny patří

reparační systémy, které se podílejí na odstranění poškozených molekul, tento systém je zajištěn především působením peptidáz a fosfolipáz. Působením všech těchto systémů se vytváří účinná ochrana před působením volných radikálů a oxidačním stresem (4).

Exogenní antioxidanty lze zařadit mezi nízkomolekulární látky, které mají úlohu unášeců, scavengerů a traperů. (4). Saturace organismu vitamínem C, vitamínem E, β -karoteny a některými dalšími antioxidanty je přímo závislá na stravovacích zvyklostech, tedy na příjmu těchto antioxidantů s potravou (17).

Antioxidanty jsou často přidávány do potravin, které obsahují snadno oxidovatelné složky, zejména lipidy s vyšším podílem nenasycených mastných kyselin. Oxidace těchto potravin se projevuje změnou vůně a chuti na tzv. žluklou. Dále mohou být přidány pro prodloužení trvanlivosti, pro stabilitu aroma a zabránění nežádoucích senzorických změn v potravinách i nápojích (34).

5.3 Oxidační stres

Za fyziologických podmínek je tvorba volných radikálů a endogenních antioxidantů v rovnováze, volné radikály mohou vykonávat své fyziologické funkce. V případě nadprodukce volných radikálů nebo nedostatečné kapacity antioxidačního obranného systému dochází k poruše rovnováhy a vzniká tzv. oxidační stres. Oxidační stres je spojen s celou řadou onemocnění jako je ateroskleróza, kardiovaskulární onemocnění, katarakta, imunologická onemocnění, nádorová onemocnění a diabetes mellitus (24).

Ukazuje se, že oxidační stres je rozhodující pro vznik mnoha onemocnění, protože volné kyslíkové radikály mají schopnost poškozovat makromolekuly (DNA, proteiny a lipidy) (42).

tabulka 3: Fyziologické zhašecí systémy (17)

Enzymatické	Neenzymatické	
Superoxiddismutáza	Vitamin C, E, A	Flavonoidy ¹⁾
Glutathion peroxidáza	Lykopen	Polyfenoly
Kataláza	Glutathion	Fytoestrogeny
Glutathion	Koenzym Q	Albumin
	Kyselina lipoová	Transferin
	Kyselina močová	Feritin
	Bilirubin	Ceruloplazmin
	Selen	

1) Flavonoidy jsou významné sloučeniny ze skupiny polyfenolů

6 Kulinární úpravy

Kulinární úpravou rozumíme proces, kdy z potravin připravujeme pokrm. Účelem této úpravy je zvýšení stravitelnosti a zlepšení sensorických vlastností (tedy vůně, chuti, textury a barvy). Kulinární úprava by měla zajistit zdravotní nezávadnost pokrmů, odstranění nečistot a snížení obsahu toxických látek (13).

Podle výživových doporučení pro obyvatele ČR je třeba při kulinární úpravě dodržovat zásady racionální přípravy stravy, zejména dbát na zachování obsahu vitaminů a jiných ochranných látek. Preferovat vaření a dušení, omezení příjmu toxických produktů vznikajících při smažení, pečení a grilování a také snížení příjmu tuků ze smažených či fritovaných pokrmů. Dále je výhodné dbát na dostatečný příjem syrové stravy, zejména ovoce a zeleniny. Doporučuje se zvýšit příjem salátů, luštěninových a zeleninových pokrmů (6).

6.1 Předběžná úprava

Během předběžné úpravy dochází k odstranění částí potraviny, které nebudou konzumovány. Cílem by mělo být zvýšení hygienické jakosti, ale zejména u ovoce a zeleniny je třeba myslet na to, že odstraněním některých částí dochází k velkým ztrátám nutrientů. Mezi předběžné úpravy patří omývání, namáčení, loupání, strouhání atd. (13).

Již během těchto úprav dochází ke změnám, které mohou být pozitivní (zlepšení stravitelnosti, zvýšení hygienické jakosti) i negativní. Mezi negativní můžeme zařadit ztrátu hmotnosti, která může být způsobena odstraněním některých částí, úbytkem vody, nebo metabolickými pochody. Dále může dojít ke ztrátám živin při kontaktu s vodou, které se především týkají ve vodě rozpustných vitaminů, minerálních látek, některých bílkovin a sacharidů. Při tomto procesu o velikosti ztrát rozhoduje teplota vody (čím vyšší teplota, tím vyšší ztráty) a délka máčení. Při předběžné přípravě pokrmů může dojít ke ztrátám oxidací, ke kterým dochází při narušení tkáně, což umožní vyplavení oxidačních enzymů, které degradují některé vitaminy (zejména vit C, B1, E, provitaminy A) a nenasycené mastné kyseliny. Ztráty mohou být zapříčiněny působením světelného záření (UV), které postihuje vitamin C, A, E, B2 a karotenoidy (13).

6.2 Tepelná úprava

Při tepelné úpravě dochází v potravinách k mnoha procesům, jejichž výsledkem je změna senzorické i nutriční hodnoty. Působením vysoké teploty se inaktivují toxické a antinutriční látky, ničí se vegetativní formy patogenních mikroorganismů a zlepšuje se senzorická i hygienická hodnota pokrmu. Při tepelné úpravě mohou ovšem vznikat i nežádoucí látky s karcinogenním potenciálem (13).

6.2.1 Blanšírování

Blanšírování je krátká tepelná úprava, která je zaměřená na deaktivaci enzymů, které způsobují degradaci biologicky aktivních složek potravy. Proto se používá u zeleniny před tím, než se nechá zmrazit. Blanšírování může být provedeno horkou vodou, horkou párou, mikrovlnnými vlnami, nebo krátkou úpravou na tuku. Ukazuje se, že nejšetrnějším způsobem vzhledem k degradaci vitaminů, ale i vzhledem k senzorickým vlastnostem a nutriční hodnotě, je úprava v páře. Úprava horkou vodou (při 100°C po 5 min) je šetrnější než úprava na tuku (při 180°C po 2 min). Nežádoucí je změna barvy zeleniny, která je zapříčiněna izomerizací karotenoidů z *trans* formy do *cis* formy, která je méně biologicky aktivní (43).

6.2.2 Vaření

U vaření můžeme rozlišit několik typů podle použitého média, které ohřívá potravinu či podle použití zařízení, ve kterém chceme vařit (13).

- **Vaření v tekutině**

Vařením dochází k zahřívání potravin rovnoměrně ze všech stran vroucí tekutinou, do které je ponořena. Tekutina (voda, vývar, mléko, atd.) je rychle po přidání potravin přivedena k varu (při teplotě okolo 100°C). Vaření by mělo probíhat ve vhodném hrnci s těsně přiléhající pokličkou, která zamezí úniku těkavých a senzoricky významných látek. Míchání způsobuje okysličování - způsobuje degradaci některých vitaminů, proto by mělo být omezeno. Pro omezení ztrát výluhem, volíme nezbytně nutné množství tekutiny (13). Mezi nejcitlivější bioaktivní složky zeleniny patří retinol (ztráty až 77%), vitamin C, foláty a thiamin. Karotenoidy jsou méně zasaženy (43).

- **Vaření v páře**

Vaření v páře je způsob úpravy, při kterém se potravina umístí na děrovanou pařákovou podložku, pod kterou je vroucí voda, a tak je potravina ohřívána pouze horkou parou. Při této úpravě nedochází ke kontaktu s vodou, tudíž ztráty jsou nižší (13).

- **Vaření pod tlakem**

K vaření pod tlakem je potřeba speciální hrnec, ve kterém lze díky utěsnění vytvořit vyšší tlak. Teploty dosahují 120-140°C, díky tomu lze dobu přípravy zkrátit až o třetinu. Dochází k nižším ztrátám výluhem, ale některé látky jsou citlivější vůči vyšší teplotě i tlaku (13).

6.2.3 Dušení

Při dušení se potraviny upravují současným působením menšího množství tekutiny (a tuku) a páry v uzavřené nádobě. Množství tekutiny by nemělo být větší než dvě třetiny objemu potraviny, aby výsledný pokrm neměl charakter vařeného. Míchání i při této úpravě omezujeme na minimum. Dušení je šetrné k většině biologicky aktivních látek, ale vzniká méně chuťových a vonných látek, proto jsou takto připravené pokrmy méně atraktivní (13).

6.2.4 Smažení

Smažení je tepelná úprava potravin tukem při teplotě 150-190°C. Horní hranice by neměla být překročena, aby nevznikl namodralý kouř, který obsahuje zdraví škodlivé látky (13).

Při smažení je důležitý výběr tuku, měl by být přímo určen ke smažení. Pokud vybereme olej bohatý na PUFA, vznikne během úpravy velké množství nežádoucích produktů, např. aldehydů. Výhodnější je tedy olej s nižším obsahem PUFA. Pokud je olej vystaven opakovaně cyklu smažení, zvyšuje se množství škodlivých látek vzniklých oxidací oleje (43).

Podle množství použitého tuku lze rozlišit smažení ve velkém množství tuku (lze označit jako fritování), které je rovnoměrné, potraviny mají lepší sensorické vlastnosti (kyprost, křehkost, šťavnatost), při použití speciálních fritéz regulující teplotu vzniká méně škodlivých produktů. Druhým způsobem je smažení na malém množství tuku - 5-10% z hmotnosti potraviny, při použití ještě menšího množství tuku označujeme úpravu jako opékání (13).

6.2.5 Pečení

Pečení je způsob tepelné úpravy potravin působením horkého suchého vzduchu. Rozlišujeme několik druhů podle zařízení nebo podle technologického postupu:

- **Pečení v troubě**

Doporučená teplota je do 200°C, při vyšších teplotách vznikají zdraví škodlivé látky (13).

- **Pečení v alobalu a papilotě**

Potravina se před pečením zabalí do alobalu, nebo papiloty (pergamenový papír ve tvaru srdce) a peče se v troubě, ve žhavém popelu či na roštu. Velkou výhodou je, že se k potravine nemusí přidávat tuk (13).

- **Grilování**

Grilování je úprava sálavým teplem při teplotách 250-350°C, uvnitř potraviny je ale teplota mnohem nižší. To je riziko zejména u masa, kdy nemusí být dodržena teplota 72°C ve střední části po dobu 10 minut a tak nemusí dojít ke zničení mikroorganismů a parazitů. Při této úpravě vzniká velké množství chemických látek, zdraví škodlivých včetně karcinogenních (13).

- **Zapékání a gratinování**

Zapékání je úprava horkým vzduchem tepelně upravených potravin. Zlepšuje vzhled i chuť pokrmu. Gratinování je výraz používaný pro zapékání jednotlivých porcí v samostatných nádobách. Obě úpravy musí být krátké a rychlé, aby se pokrm nepřipálil (13).

6.2.6 Úpravy v mikrovlnné troubě

Při mikrovlnném ohřevu se využívá energie mikrovln, která je absorbována potravinou a tím se ohřívá. Účinnost je mnohem vyšší než u klasických metod, proto je výrazně kratší doba přípravy. Podle některých výzkumů je i šetrnější. Ohřev je ale nerovnoměrný, a tak nemusí být zničeny všechny mikroorganismy (13). Lépe ale zachovávají nutriční i sensorické vlastnosti zeleninových pokrmů (45).

6.3 Úprava s použitím nízkých teplot

Použití nízkých teplot je nejvýhodnější a nejšetrnější způsob prodloužení trvanlivosti potravin a pokrmů. Délka doby uskladnění závisí na typu potraviny a výši použité teploty.

- **Chlazení**

Chlazení probíhá při teplotách 2-8°C. Při těchto teplotách je růst některých mikroorganismů pouze zpomalen, dochází ke ztrátám hmotnosti a enzymatickému rozkladu tkání. Proto není vhodné takto skladovat potraviny déle než je nutné. Při skladování zeleniny by se mělo přihlížet na specifické teplotní požadavky jednotlivých druhů (13).

- **Mrazení**

Mrazení je nejvhodnější běžně dostupná metoda pro dlouhodobé skladování potravin a pokrmů. Při mrazírenských teplotách (teploty -18°C a nižší) je zcela potlačen růst mikroorganismů. Při velmi dlouhém skladování zmrazených potravin může docházet k oxidaci tuků, změnám ve struktuře bílkovin a k sublimaci ledu (tedy ztrátě tekutiny). Nežádoucí je vznik velkých krystalů ledu, které mohou potrhát buněčné stěny, při následném rozmrazení pak může dojít ke ztrátám buněčné šťávy. Zmrazené potraviny by měly být rovnou tepelně ošetřeny, během rozmrazování dochází k rozmnožení mikroorganismů (13).

7 Změny nutričních hodnot vlivem kulinární úpravy

Pro zpracování surovin byla vyvinuta celá řada technologických postupů, které ovlivňují nutriční hodnotu výsledného pokrmu. Tyto postupy ovlivňují nutriční hodnotu jak v kladném, tak i v záporném smyslu. Například tepelné opracování zvyšuje využitelnost některých nutrientů, na druhé straně jsou některé nutrienty degradovány, a tím je snížen jejich příjem (18).

tabulka 4: Retence vitamínů ve vybraných pokrmech (18)

Potravina	Retence vitamínů (%)								
	C	B ₁	B ₂	Niacin	B ₆	Kys. listová	B12	A	β-karoten
Brambory pečené ve slupce	80	85	95	95	95	90	100	100	100
Brambory vařené ve slupce	75	80	95	95	95	90	100	100	100
Brambory oloupané vařené	75	80	95	95	95	75	100	100	100
Brambory smažené	80	80	95	95	95	75	100	100	100
Rajčata vařená, pečená	95	95	95	95	95	70	100	95	95
Zelenina listová vařená ve vodě	55	80	90	85	85	60	100	95	95
Zelenina listová vařená ze zmrazené	60	90	95	90	90	55	100	95	95
Zelenina kořenová vařená ve vodě	65	80	90	90	90	65	100	90	90
Zelenina kořenová vařená ze zmrazené	70	90	95	95	95	70	100	90	90
Zelenina ostatní vařená ve vodě	75	80	90	85	85	65	100	90	90
Zelenina ostatní vařená ze zmrazené	80	90	95	90	90	70	100	90	90

7.1 Vláknnina

Vláknnina je nehomogenní směs polysacharidů a nepolysacharidových polymerů. Vláknninu dělíme na dvě složky, a to nerozpustnou (celulosa, hemicelulosa, lignin) a rozpustnou (pektin, slizy) (55). Mezi hlavní účinky vlákniny na organismus patří zvětšení objemu střevní náplně a podpoření střevní peristaltiky (hemicelulosa), podporuje růst sacharolytické mikroflóry, dále se uplatňuje jako adsorbent nízkomolekulárních dusíkatých látek a žlučových kyselin, čímž je z těla nepřímo vylučován cholesterol (12).

7.1.1 Netepelná příprava

Při přípravě pokrmů ze zeleniny dochází často k odstranění částí bohatých na nerozpustnou vlákninu jako jsou slupky apod. Skladováním dochází ke změnám v kvalitě a kvantitě vlákniny v závislosti na jeho podmínkách. Velký vliv na změny obsahu má druh zeleniny a podmínky růstu a sklizně (39).

7.1.2 Vaření

Mnoho výzkumů se zabývá efektem vaření a netepelné úpravy na vlákninu a buněčnou stěnu, zkoumajících změnu textury a aktivaci pektinmethylesterasy. Teplota v první řadě postihuje pektiny. Složky vlákniny nejsou znehodnocovány pokud je doba varu krátká, ale při době varu okolo 1 hodiny jsou ztráty pektinů značné. Například obsah pektinu vyluhovaného do vody může být až o 400% vyšší po jedné hodině varu ve srovnání s varem po dobu 20 minut. Tímto způsobem se neztrácí pouze pektiny, ale i další složky vlákniny, což má za následek pokles jejího celkového obsahu (43).

Na druhou stranu, někteří autoři pozorují vzestup obsahu vlákniny, který je nejspíše zapříčiněn tvorbou komplexů mezi polysacharidy a dalšími složkami (např. proteiny) a zvýšením podílu suché hmotnosti (43).

7.1.3 Úprava v tlakové nádobě

Při vaření pod tlakem dochází v porovnání s běžným vařením i úpravou v mikrovlnné troubě k největším ztrátám. Celulosa je redukována o 24,4 - 43,8% a hemicelulosa o 31,3 - 47,4% z původního obsahu. Pokud budeme v tlakovém hrnci upravovat zeleninu v páře, dochází k tepelnému rozpadu polysacharidů na jednoduché sacharidy. Například dochází ke konverzi celulosa na glukosu a hemicelulosa na arabinosu. K tomuto tepelnému rozpadu dochází i při jiných intenzivních úpravách, ale ne v takové míře (56).

7.2 Polynenasycené mastné kyseliny

Polynenasycené mastné kyseliny a jejich estery mohou být snadno oxidovány molekulami kyslíku z volných radikálů, tento proces se nazývá autooxidace. Míra změn obsahu PUFA závisí zejména na podmínkách skladování. Tepelná úprava většinou umožňuje oxidaci PUFA za vzniku těkavých a netěkavých toxických produktů. Příklady těkavých produktů vznikajících oxidací z ω -3 jsou acetaldehyd, propenal, propanal a hexanal jako produkt degradace linolenové kyseliny. Další proces vedoucí k degradaci PUFA je peroxidace (43).

7.2.1 Blanšírování

U upravené zeleniny je jedním z limitujících faktorů určujících kvalitu oxidace lipidů, která má za následek ztrátu chuti. Klíčovou roli v tomto procesu mají enzymy lipooxygenázy a peroxidázy, které jsou tepelnou úpravou inaktivovány, z tohoto důvodu se ukazuje důležitost a nezbytnost krátké tepelné úpravy před zmrazením zeleniny. Tím dochází k omezení úbytku hodnot PUFA během skladování (43).

7.2.2 Vaření ve vodě a v páře

Vaření ve vodě se podle současných studií ukazuje jako nejvhodnější úprava pro zachování obsahu PUFA. Při vaření nebyly pozorovány významnější ztráty, PUFA jsou při této úpravě stabilní. Dušení je méně vhodný způsob přípravy v porovnání s vařením ve vodě, způsobuje větší ztráty vzhledem k hodnotám PUFA. Dušením klesá i celkový obsah lipidických složek (43).

7.2.3 Smažení

Při této kulinární metodě jsou lipidové složky atakovány vysokou teplotou, rovněž dochází k výměně některých složek mezi olejem (tukem) a smaženou potravinou. Při smažení dochází k oxidaci. Obecně lze říci, že oxidace jedné složky vede k oxidaci dalších. Oxidací a peroxidací lipidových složek vzniká množství nežádoucích aldehydových produktů, jejichž množství stoupá s délkou trvání procesu (43).

7.2.4 Úprava v mikrovlnné troubě

Během úpravy v mikrovlnné troubě jsou používány vysoké dávky energie, které napomáhají oxidativnímu procesu v PUFA a formování konjugátů a polymerů během krátké doby. Pokud mikrovlny silně rozvibrují molekulu, vibrace působí zejména na vodíkový atom aktivní metylenové skupiny, která přiléhá nenasyceným centřům, a tak může dojít

k poškození struktury a tvorbě nežádoucích sloučenin. Ale pokud jsou PUFA stabilizovány ostatními složkami potravy, nedochází k tak významnému úbytku PUFA (43).

Při oxidaci lipidů klesá obsah PUFA a vzrůstá podíl nasycených mastných kyselin. Výsledky ale mohou být značně rozdílné, pokud budou lipidy v matrix společně s proteiny, sacharidy nebo jinými složkami (43).

7.3 Změna nutriční hodnoty proteinů

Zelenina nepatří mezi dobré zdroje proteinů, obsahuje pouze 0,3 – 0,5% z celkové hmotnosti (53).

Využitelnost a stravitelnost proteinů je ovlivněna strukturou proteinu a přítomností tzv. antinutričních faktorů. Tepelnou úpravou dochází k redukci či eliminaci těchto faktorů, tím se zlepšuje stravitelnost proteinů. Tepelná úprava však může zesilovat či zeslabovat účinky faktorů ovlivňujících stravitelnost. Mezi tyto faktory patří například inhibitory trypsinu, fytáty, taniny atd. Mezi kulinární metody zlepšující stravitelnost patří běžné vaření, vaření pod tlakem nebo úprava v mikrovlnné troubě. Mezi procesy zlepšující stravitelnost patří zvýšení rozpustnosti aminokyselin a proteinů, inaktivace antinutričních faktorů a zlepšení dostupnosti aminokyselin. Pro tento účinek je rozhodující doba úpravy, pro běžné vaření je to 40 minut, pro vaření pod tlakem 15 minut a pro úpravu v mikrovlnné troubě to jsou 4 minuty (při vyšším výkonu) (16).

Ztráty proteinů během tepelné úpravy - zejména vařením ve vodě, jsou minimální a jsou způsobené uvolněním ve vodě rozpustných proteinů do okolní vody (například klesá obsah proteinů v sojových bobech během vaření z 13,1% na 4,57% po úpravě v mikrovlnné troubě po dobu 6 minut). Zhoršení stravitelnosti proteinů může být vyvoláno tepelnou úpravou, během které dojde k tzv. neenzymatickému hnědnutí proteinů, které způsobuje tvorbu komplexů protein-tanin nebo protein-fytát. Některé proteiny podléhají také tepelné proteolýze, patří mezi ně zejména globuliny (16).

8 Změny antioxidantů vlivem kulinární úpravy

Antioxidanty působí příznivě v prevenci civilizačních chorob (zejména choroby krevního oběhu a nádorová onemocnění), k jejichž příčinám patří tzv.volné radikály. Volné radikály v těle vznikají z přirozených složek potravy (např.z nenasycených tuků), jejich působení je omezováno antioxidanty (37).

Při přípravě pokrmů se musí dbát nejen na obsah antioxidantů v surovinách, ale i na co nejmenší ztráty během přípravy. Pro zachování vysokého obsahu platí, že doba skladování by měla být co nejkratší, zejména ovoce a zelenina by měly být v chladu a v nepoškozeném stavu. Vlastní úprava by měla být rychlá, protože se antioxidanty na vzduchu rychle rozkládají. Dlouhým a postupným zahříváním se obsah také snižuje. Pro zvýšení obsahu antioxidantů se doporučuje použít dochucování kořením až po tepelné úpravě (v domácnostech), tak se obsah antioxidantů v koření nesníží. Mezi další způsoby je přidávání salátů (zeleninových i ovocných) či zeleninových příloh ke každému pokrmu (37).

tabulka 5: Jak chránit antioxidanty v závodech společného stravování (37)

Při skladování	Při záhřevu	V hotových pokrmech
<ul style="list-style-type: none">○ Skladovat krátce,○ ovoce a zeleninu vcelku, nepoškozené○ v temnu,○ v chladnu,○ neporušit vakuované balení, balení pod dusíkem,○ často pomáhá kyselý nálev,○ do nálevu nebo na povrch přidat vitamin C.	<ul style="list-style-type: none">○ Co nejkratší doba mezi předběžnou úpravou a záhřevem,○ krátký a rychlý záhřev,○ pokud to jde, omezit styk se vzduchem,○ před záhřevem přidat přísady bohaté na antioxidanty (koření, listová zelenina, ovocná šťáva).	<ul style="list-style-type: none">○ Co nejrychleji od kuchaře na stůl strážníka,○ omezit dlouhé přihřívání,○ omezit přepravu z kuchyně do jídelny na minimum,○ neskladovat pokrmy na přímém světle,○ podle možnosti dochutit kořením a zeleninou (bohaté na antioxidanty).

8.1 Změny karotenoidů

Karotenoidy jsou díky své základní struktuře (symetrickému tetraterpenu) velmi náchylné k oxidaci, cyklizaci či hydrogenaci. K jejich degradaci dochází téměř při každé kulinární úpravě. Obsah karotenoidů v zelenině je negativně ovlivňován i při omývání, škrábání, krájení, sušení a skladování při pokojové teplotě, v ledničce či mrazničce. Samozřejmě k úbytku dochází i při tepelných úpravách. Jinými slovy jako hlavní faktor ovlivňující denní příjem karotenoidů je typ úpravy daného pokrmu (52).

Je nutno říci, že tepelná úprava má i svou kladnou stránku, kterou je zvýšení využitelnosti karotenoidů. Je to díky denaturaci proteinu, který drží karoteny uvnitř rostlinných chloroplastů (5).

8.1.1 Úpravy za studena

Při krájení se vystavuje vnitřní tkáň více kyslíku a světlu, což má za následek pokles hladin karotenoidů. K celkové degradaci provitaminů A a ostatních karotenoidů dochází při současném přidání kyselého ochucovačla (octa, citronu atd.). Kyselé prostředí a světlo způsobují přeměnu karotenoidů z *trans* formy do *cis* formy, která je biologicky méně aktivní. Přidáním dalších antioxidantů se ztráty sníží (14).

Při strouhání dochází překvapivě k nižším ztrátám než při krájení (stálejší je zejména lykopen) (52). Při skladování nastrouhané zeleniny dochází k velkým ztrátám již po třech hodinách (běžná doba mezi přípravou a konzumací ve stravovacím zařízení), ztráty jsou pak větší než při tepelné úpravě, odpovídají 59% z celkového množství karotenoidů (to odpovídá 62,2% α -karotenu a 74,5% β -karotenu). Při domácí přípravě jsou ztráty samozřejmě menší, protože ke konzumaci dochází v kratším čase (43).

Mezi běžné úpravy patří i sušení. Tímto procesem, který vyžaduje teplo, vzduch a většinou i světlo dochází k poklesu obsahu karotenoidů, který je způsoben tepelnou degradací a oxidací (31).

Při skladování zeleniny záleží ztráty karotenoidů na podmínkách skladování a na aktivitě enzymu lipooxygenasy, který se podílí na degradaci karotenoidů. Lipooxygenasa je inaktivována tepelnou úpravou (43). Pokud právě sklizenou zeleninu uložíme do chladničky s vnitřní teplotou 4°C v polyethylenových sáčcích, zelenina si uchová původní objem vody i obsah β -karotenu, ale pouze při kratším skladování. Pokud sklizenou zeleninu nejprve upravíme blanšírováním, a potom ji zmrazíme, zůstane okolo 70% β -karotenu. Ztráty se však během skladování již nebudou zvyšovat. Pokles obsahu během tepelné úpravy je dán

přechodem do *cis* formy (20). Mražením se uchovávají provitaminy A, při pozvolném rozmrazování dochází k jejich degradaci (52).

8.1.2 Blanšírování

Blanšírováním se inaktivují zejména oxidativní enzymy, tím je zelenina chráněna před dalším úbytkem karotenoidů během skladování a dalších úprav, a zvyšuje jejich biologickou dostupnost. Tuto metodu provází změny barevnosti zeleniny způsobené izomerizací karotenoidů z *trans* formy do méně biologicky aktivní *cis* formy. Pokud jsou karotenoidy uvnitř chloroplastů, změna barvy je malá. U zeleniny s vysokou koncentrací karotenoidů jsou změny značné. Tato výrazná změna je zapříčiněná jednak izomerizací (*cis* forma je méně barevná) a jednak jsou teplotou ničeny chloroplasty, a tím dochází k rozpuštění karotenoidů v jiných buněčných lipidech (52).

8.1.3 Vaření ve vodě

Vaření ve vodě bez použití tlaku se ukazuje jako lepší způsob úpravy vzhledem k zůstatku karotenoidů. Z celkového množství karotenoidů zůstává 72,4%, dále zůstává 78% α -karotenu a 89% β -karotenu. Zůstatek karotenoidů ovlivňuje i použitý objem vody. Nejlepší výsledky byly dosaženy při použití nezbytně nutného objemu vody, nízký zůstatek karotenoidů byl při použití velkého objemu vody (43). Dále se množství zachovaných karotenoidů může ovlivnit přidáním koření s antioxidační aktivitou. Například přidáním tamarindu indického do vařící se listové zeleniny zvýšíme zůstatek β -karotenu o 11 – 16% během otevřeného vaření, kyselina citrónová zvýší zůstatek u amarantu až o 23% (14). Violaxantin je více náchylný k vaření než k ostatním tepelným úpravám, ale kvůli své velké termolabilitě může být úplně zničen při jakékoli prodloužené tepelné úpravě (43).

8.1.4 Vaření pod tlakem

Při vaření s použitím tlaku dochází k menším ztrátám karotenoidů a dalších pigmentů než při vaření v páře. Zůstatek karotenoidů jde ovlivnit použitím acidulantů i při této úpravě. Například přidáním prášku tamarindu se ztráty sníží o 8 – 17% u listové zeleniny, přidáním citrónové kyseliny o 11 – 14%. Použití kurkumy obecně zlepšuje uchování β -karotenu při vaření bez i s použitím tlaku díky jejím antioxidačním vlastnostem. Přidání cibulového prášku je více efektivní při otevřeném vaření než při vaření pod tlakem, které ničí aktivní složky zodpovědné za ochranu β -karotenu (14).

8.1.5 Smažení

Podmínky této kulinární úpravy jsou drastičtější než tomu je u vaření, díky tomu dochází i k větším ztrátám, které jsou způsobené tepelnou degradací. Při porovnání ztrát při vaření a smažení se může zdát, že je tomu naopak, protože při vaření dochází k výluhu karotenoidů do okolní vody, zatím co při smažení se karotenoidy koncentrují v potravíně, a proto může výsledkem být vyšší obsah karotenoidů na jednotku hmotnosti (11). Například smažením rajčat při 145°C a 165°C po dobu 1 minuty dochází k redukci lykopenu na 36,6% a 35,5%. Výjimkou je množství β -karotenu, které je téměř stejné u vaření i smažení (43).

Jako pozitivní efekt smažení na karotenoidy je zvýšení jejich biologické dostupnosti, které je způsobeno rozpuštěním karotenoidů v tucích. Toto však není dostatečná kompenzace změn a ztrát dalších nutrientů, proto tuto úpravu nelze bez výhrady doporučit (43).

8.1.6 Pečení

Pečení stejně jako smažení vyvolává značné ztráty provitaminů A a ostatních karotenoidů. U této úpravy jsou ztráty závislé především na použití různých typů spotřebičů a použité teplotě (elektrická, plynová, mikrovlnná trouba apod.) (43).

8.1.7 Úprava v mikrovlnné troubě

Úprava v mikrovlnné troubě způsobuje větší ztráty karotenoidů než dušení i než vaření ve vodě (48). Podle analýzy během vaření v mikrovlnné troubě klesají hodnoty β -karotenu i violaxantinu, naopak stoupá hodnota luteinu. Zvýšení hladin luteinu může být způsobeno transformací do *trans* formy díky působení mikrovln (43).

8.2 Změny tokoferolů a jejich derivátů tepelnou úpravou

Tokoferoly jsou poměrně stálé při nízkých (v chladničce, mrazničce) i pokojových teplotách, pokud jsou skladovány na místě, kde je zamezen přívod kyslíku a světla. Tokoferoly i tokotrienoly jsou rozpustné v tucích, proto tepelná úprava nemá přílišný vliv na jejich koncentrace na rozdíl od vitaminů rozpustných ve vodě (7).

8.2.1 Vaření ve vodě, v páře, v tlakové nádobě

Vařením zeleniny ve vodě dochází ke ztrátám mezi 10 až 20%, ztráty závisejí na druhu zeleniny, době vaření a použitém nádobí. Mezi nejméně stabilní tokoferoly patří α -isomery (α -tokoferol, α -tokotrienol), naopak stabilní jsou β a γ isomery (7).

Ztráty tokoferolů při dušení v tlakové nádobě dosahují 18% z celkového obsahu (5). Při dušení s použitím margarínu se obsah tokoferolu snižuje v potravíně a přechází do margarínu.

Ztráty tokoferolu se značně zvýší pokud je použita nerezová pánev (ztráty dosahují 57% z celkového obsahu, protože tokoferoly mohou reagovat s kovovými ionty), při použití skleněné jsou ztráty pouze 0,7% (43).

8.2.2 Smažení

Při smažení zeleniny na panenském olivovém oleji vzroste obsah α -tokoferolu 6 - 30krát v závislosti na původním obsahu v dané zelenině. Tokoferoly jsou stále v tomto typu oleje při běžné domácí úpravě (160 - 190°C po 30 – 120 minut) díky efektivní ochraně vlastními polyfenoly, obě molekuly působí synergicky jako lipidové antioxidanty (43). Při použití jiných olejů jsou tokoferoly stále jen po krátkou dobu. Ztráty lze snížit přidáním látky se synergickým účinkem jako je např. propyl galát. Ztráty se tak mohou snížit na 11%. Opětovné vstřebávání oleje při několikanásobném opakování cyklu smažení-chlazení-skladování-smažení dochází ke snížení obsahu tokoferolů. Více citlivý k oxidaci je α -tokoferol, po 4 až 5 cyklech se jeho obsah sníží až o 50%, β -tokoferol a γ -tokoferol ke stejné redukci potřebují 7 až 8 cyklů (7).

8.3 Změny fenolů a flavonoidů

Fenolové sloučeniny jsou ve vodě rozpustné a podléhají oxidaci, změny jejich obsahu během úpravy a skladování záleží na vybrané komoditě. Změny objemu vody v zelenině během skladování mohou zkreslovat některé výsledky studií, ze kterých vyplývá, že je prospěšné konzumovat pouze čerstvou zeleninu bez ohledu na výhody plynoucí z její úpravy. Proto je vhodnější provádět analýzu na jednotky vysušené komodity (41).

Jak bylo výše zmíněno fenolové látky lze rozdělit do několika skupin, jednou z nejvýznamnějších a nejrozšířenější je skupina flavonoidů (27). Rozmístění flavonoidů a jiných fenolů v zelenině není konstantní, například rajčata obsahují nejvíce fenolů a flavonoidů ve slupce a v semenech, pokud tedy odstraníme při přípravě tyto části, tak většinu těchto látek ztratíme. Další úbytek při netepelné úpravě pozorujeme při krájení, kdy se uvolňují degradační enzymy (zejména glukosidázy) (43).

8.3.1 Vaření

Při vaření zeleniny dochází k výluhu flavonoidů do okolní vody a tím dochází i ke snížení jejich hodnot v potravině. V jedlé části brokolice klesají hodnoty na 49% derivátů kyseliny sinapové a ferulových kyselin a na 40% derivátů kyseliny caffeoylchinové, během vaření vzniknou ztráty okolo 60% z celkového množství flavonoidů. Na druhé straně dochází k přeměně původních flavonoidů na další významné produkty, nebo k oxidaci fenolových

kyselin na fenoly. Ve srovnání vaření s vařením pod tlakem způsobuje vaření větší ztráty. Tento rozdíl je dán zejména efektem tlakového vaření, který významně snižuje dobu úpravy a tím se snižuje i doba kontaktu vody se zeleninou a tím pádem nedochází k tak velkému výluhu. V porovnání s úpravou v mikrovlnné troubě je však vaření šetrnější. Pro snížení ztrát při vaření lze použít pouze nezbytně nutné množství tekutiny (51).

8.3.2 Vaření pod tlakem

Vysokotlaká úprava zasahuje flavonoidy poměrně značně, i když je doba úpravy významně snížena a nedochází k tak velkému výluhu. I přesto dochází ke ztrátám, v jedlé části brokolice jsou hodnoty redukovány na 47% celkového množství flavonoidů, 52% derivátů sinapových a ferulových kyselin. Koncentrace flavonoidů v okolní vodě je okolo 45%. Ztráty se samozřejmě snižují se snižováním trvání úpravy (51).

8.3.3 Vaření v páře

Vaření v páře se zdá být velice vhodným způsobem tepelné úpravy, ztráty z celkového množství činí pouze 11%. Při zaměření na jednotlivé skupiny, úbytek pozorujeme u derivátů kyseliny caffeoylchinové (8%), ale u derivátů sinapové a ferulové kyseliny jsou ztráty zanedbatelné. Zachování obsahu flavonoidů při této úpravě je dáno malým výluhem, protože bylo použito malé množství vody a také díky inaktivaci oxidativních enzymů (51).

8.3.4 Smažení

Vysoká teplota, která je používána při smažení postihuje jak fenoly tak flavonidy. Ztráty quercetinu dosahují při smažení u cibule 21% a u rajčat 35%. Degradovány jsou i polyfenoly v oleji, ve kterém se potravina smaží. Ztráty po prvním cyklu smažení dosahují 20%, po osmém cyklu 80% (43).

8.3.5 Pečení

Účinky pečení lze přirovnat k účinkům vaření v páře, tato metoda je velmi šetrná. Ztráty z celkového množství fenolů u pečených rajčat jsou 12% v porovnání se syrovými. Záleží na teplotě a době procesu (43).

8.3.6 Úprava v mikrovlnné troubě

Úprava v mikrovlnné troubě způsobuje vysoké ztráty. V porovnání s ostatními metodami jsou ztráty nejvyšší. V brokolici ztráty dosahují 97% z celkového množství flavonoidů, 74% derivátů kyseliny sinapové a 87% kyseliny caffeoylchinové. Ztráty jsou způsobené zejména

vysokou evaporací vody, ve které jsou tyto látky rozpuštěné. Při analýze okolní vody bylo detekováno pouze malé množství, důvodem je nejspíše to, že tyto látky jsou ve vodě ještě méně stabilní než ve tkáni, a tak jsou rychle degradovány. Úpravou bez vody lze sice ztráty snížit, ale zároveň dochází k výrazné změně sensorických vlastností (51).

8.3.7 Výsledky studie provedené Ústavem preventivního lékařství LF MU

V roce 2007 bylo provedeno měření obsahu celkových fenolických látek v brokolici a červeném zelí na Preventivním ústavu Lékařské fakulty Masarykovy univerzity (dále jen ÚPL LF MU).

Oba druhy zeleniny byly upraveny různými kuchyňskými úpravami. Obsah fenolických sloučenin byl určen pomocí spektrofotometrických měření barevných produktů reakce hydroxydových skupin fenolických sloučenin s činidlem Folin-Ciocalteu.

Výsledky této studie jsou shrnuty v tabulce č. 6 pro brokolici a v tabulce č. 7 pro červené zelí.

Jako nejvhodnější způsob kulinární úpravy je vaření v páře, kde byl pozorován nárůst obsahu u brokolice o 72,1 – 80,3%, u zelí o 14,8 – 30,1% (stanovení fotometrickou metodou je ale málo specifické, je pouze orientační). Při tomto měření nebyly pozorované rozdíly mezi ztrátami při vaření po vložení do studené vody nebo do vroucí vody (27).

tabulka 6: Obsah celkových fenolických látek v mg ve 100g brokolice (27)

Typ kulinární úpravy	Obsah fenolických látek [mg/100g]
smalt / studená voda / 10 min.	0,60
smalt / vroucí voda / 10 min.	0,81
nerez / studená voda / 10 min.	0,70
nerez / vroucí voda / 10 min.	0,96
nerez / pára / 10 min.	2,10
plast / studená voda / 10 min.	0,66
plast / vroucí voda / 10 min.	1,02
tlakový / studená voda / 5 min.	0,95
tlakový / pára / 5 min.	2,20
čerstvá	1,22

tabulka 7: Obsah celkových fenolických látek v mg ve 100g červeného zelí (27)

Typ kulinární úpravy	Obsah fenolických látek [mg/100g]
smalt / studená voda / 10 min.	2,12
smalt / vroucí voda / 10 min.	2,05
nerez / studená voda / 10 min.	2,26
nerez / vroucí voda / 10 min.	2,44
nerez / pára / 10 min.	4,32
plast / studená voda / 10 min.	2,23
plast / vroucí voda / 10 min.	2,31
tlakový / studená voda / 5 min.	2,22
tlakový / pára / 5 min.	3,81
čerstvá	3,32

8.4 Změny folátů a listové kyseliny

Foláty jsou ve vodě rozpustné sloučeniny, proto se do vody uvolňují při vaření, ale i při pokojových teplotách i při pouhém omývání zeleniny (39). Množství ztrát může být ovlivněno parametry jako je pH, obsah kyslíku, přítomnost kovových iontů, hladina antioxidantů, trvání úpravy a objem vody (30).

Stabilita folátů během mrazení a skladování v mrazničce je velká (39). Pokud potraviny skladujeme při pokojových teplotách a v suchých prostorech, jsou foláty i listová kyselina stabilní. Ke ztrátám folátů dochází zejména při úpravě zeleniny, při přípravě pokrmů z živočišných potravin jsou ztráty zanedbatelné (43).

8.4.1 Vaření

Jak již bylo řečeno, foláty jsou ve vodě rozpustné látky a kvůli tomu jejich ztráty během vaření jsou velké. Velikost ztrát je dána objemem vody i dobou vaření (30). Během první minuty vaření si špenát udrží 80,7% folátů, ale po 20 minutách varu pouze 5,5%. Většinu ze ztracených folátů můžeme nalézt ve vodě, ve které se zelenina vaří, termolabilní složky folátů jsou však degradovány, a tak i obsah vyluhovaných folátů klesá (43).

Ztráty záleží také na druhu zeleniny, při identických podmínkách. Nejmenší ztráty byly popsány u chřestů, květáku a brokolice, kde i po 8 minutách vaření zbylo více než 75% původních folátů. Zůstatek mezi 37 – 52% z původního obsahu byl zjištěn u špenátu, kadeřávků a mrkve. Tyto rozdíly mohou být zapříčiněny jinými vlastnostmi jednotlivých druhů zeleniny, jako např. jiný poměr hmotnosti/povrchu nebo přítomností endogenních antioxidantů (19).

8.4.2 Dušení a vaření pod tlakem

V porovnání efektu vaření a dušení na foláty, vypadá dušení jako příznivější metoda vzhledem k tomu, že během něho nedochází k výrazným ztrátám (30).

Metody omezující kontakt zeleniny s vodou, jako je například vaření pod tlakem, jsou preferovány před vařením ve vodě vzhledem k zachování většího množství folátů (30).

8.4.3 Blanšírování

Blanšírování díky krátkému času, malému množství vody a teplotám nedosahujících 100°C způsobuje ztráty většinou okolo 12%, někteří autoři uvádí 12 – 35%. Zůstatek folátů je vždy však vyšší než 64% z původního obsahu. Ve srovnání s dušením způsobuje větší ztráty. Pokud je však použito blanšírování v průmyslu před zmrazením zeleniny, trvá pouze několik vteřin, díky tomu nezpůsobuje žádné významné ztráty folátů (47).

8.4.4 Smažení

Smažení na malém množství tuku je lepší metoda pro zachování folátů než vaření. Ztráty při vaření dosahují 50% u listové zeleniny a 50 - 90% u ostatních druhů, pokud budeme stejnou zeleninu smažit na malém množství tuku ponechá si listová zelenina 43 – 90% folátů, ostatní druhy téměř 100%. Při smažení na velkém množství tuku jsou ztráty folátů o něco vyšší (43).

8.4.5 Pečení a grilování

Pečení i grilování patří mezi suché tepelné úpravy, proto nedochází ke ztrátám folátů vyluhováním do okolní vody. Při těchto procesech je však dosaženo vysoké teploty, která působí dlouhou dobu a poškozuje termolabilní foláty (43). Ztráty vysokou teplotou se pohybují okolo 35%, například pečené brambory si ponechají 63% folátů (47).

8.4.6 Úprava v mikrovlnné troubě

Průměrné ztráty folátů při úpravě zeleniny touto metodou jsou 30%, zelenina si ponechává 70% (47). Při úpravě špenátu v mikrovlnné troubě bez vody, ztráty nepřesahují 14% (39). Při úpravě hrachu zůstává mezi 84 – 97% folátů (47).

8.5 Změny glukosinolátů a jejich degradačních produktů

Glukosinoláty jsou látky přítomné v mnoha druzích zeleniny, jako je například zelí brokolice (brukvovitá zelenina). Jsou stabilní pouze pokud jsou neporušená rostlinná pletiva. Při poškození buňky jsou rychle rozkládány myrosinázou. Nejvýznamnějším degradačním produktem jsou isothiokyanáty, které jsou spojovány se snížením rizika vzniku zhoubných nádorů při konzumaci brukvovité zeleniny (55).

8.5.1 Netepelné úpravy

Glukosinoláty (dále jen GNS) jsou přirozeně chráněny uvnitř buňky před působením myrosinázy. Pokud se tato bariéra poruší, dojde ke vzniku mnoha degradačních produktů jako např.: isothiokyanáty, thiokyanáty a další. Enzymatická aktivita závisí na podmínkách okolí: pH, teplotě, přítomnosti Fe^{2+} , obsahu askorbové kyseliny. Tyto faktory se podílí na zvyšující se hladině indolových GNS při krájení, kdy je prodloužena doba působení kyslíku (44).

Při skladování v chladničce se ukazuje, že různé GNS jsou různě citlivé k nízkým teplotám. Například při skladování brokolice při 4°C po dobu jednoho týdne je redukováno 31% glukorafaninu, ale z celkového obsahu GNS je redukováno pouze 16% (44).

8.5.2 Tepelná úprava

Tepelnou úpravou dochází k denaturalizaci myrosinázy. Vznikají také degradační produkty, jejichž koncentrace s dobou přípravy vzrůstá, mezi ně patří sulfidy a isothiokyanáty, na rozdíl koncentrace nitrilů a thionitrilů s prodlužující se dobou úpravy klesají. Pokud je ale tepelná úprava dlouhá (nad 1 h) jsou těžko detekovatelné všechny tyto produkty, výjimkou je thiokyanátový iont a ascorbigen (44).

Mezi faktory ovlivňující ztráty glukosinolátů patří anatomická struktura (velikost a tloušťka nakrájených částí) a doba tepelné úpravy, podílející se na ztrátách z 10 – 60% podle dalších podmínek (9).

8.5.3 Vaření

Tento kulinární proces může vést k částečné, nebo celkové inaktivaci myrosinázy, dále může vést ke zničení glukosinolátů vysokou teplotou. Umožňuje uvolnění glukosinolátů i jejich degradačních produktů do okolní vody. Nejvýraznější úbytek byl pozorován při vaření bílého zelí. S prodlužující se dobou tepelné úpravy, klesá obsah glukosinolátů, přičemž největší úbytek je během prvních 5 minut (35%), každých dalších 5 minut klesá obsah o dalších 10–15%. Nejvíce termolabilní je v porovnání s ostatními glukosinoláty glukoberin.

Obecně lze říct, že indolové glukosinoláty jsou méně stabilní než alifatické, jejich ztráty však nejsou způsobeny tepelnou degradací, ale efektivnějším výluhem do okolní vody. Jejich hodnota ve vodě je třikrát vyšší než alifatických (9).

8.5.4 Blanšírování

Blanšírování je mírná tepelná úprava, která nezpůsobuje viditelné ztráty z celkového obsahu glukosinolátů (32). Krátká tepelná úprava před zmrazením nezpůsobuje díky tepelné inaktivaci myrosinázy úbytek glukosinolátů ani během skladování. Při další úpravě pak dochází k menším ztrátám. Tento postup se však neosvědčil u všech druhů zeleniny, například blanšírováním brokolice dochází k velkým ztrátám GNS. Důvodem těchto rozdílů nejspíše je rozdílná pevnost buněčné tkáně (44).

8.5.5 Úprava v mikrovlnné troubě

Úprava v mikrovlnné troubě představuje velkou ztrátu hladin glukosinolátů jak alifatických, tak indolových. Ztráty dosahují až 75% z celkového množství, což je v porovnání s vařením ve vodě (55%) i s vařením pod tlakem (33%) nejvíce (44). Tyto ztráty však mohou být způsobeny vysokou evaporací a následným výluhem do okolní vody (51). Mikrovlnná trouba je nevhodná i proto, že v ní z glukosinolátů vznikají škodlivé produkty hydrolysy jako nitrily, kyanohydroxybuteny, iberiny nebo iberiny nitrilu (43).

Úprava v mikrovlnné troubě efektivně inaktivuje enzym myrosinásu již během prvních minut (32).

8.5.6 Výsledky studie provedené ÚPL LF MU

Ústav preventivního lékařství LF MU provedl i měření obsahu sulforafanu v brokolici a červeném zelí. Sulforafan je rozpadový produkt glukosinolátů. Měření bylo provedeno u obou druhů zeleniny před a po různých kulinárních úpravách. Hodnoty byly stanoveny metodou vysokotlaké kapalinové chromatografie.

Výsledkem pokusu bylo zjištění, že sulforafanin je velice náchylný k tepelným úpravám, jeho ztráty se pohybovaly mezi 99,36 – 99,94%. U červeného zelí byly hodnoty po všech druzích kulinárních úprav pod hranicí stanovitelnosti. Výsledky u brokolice jsou shrnuty v tabulce č 8.

Protože naměřené hodnoty byly příliš nízké, nelze porovnat účinek jednotlivých úprav (27).

tabulka 8: Obsah sulforafanu v µg v 1g brokolice (27)

Typ kulinární úpravy	Obsah sulforafanu [µg.g ⁻¹]
smalt / studená voda / 10 min.	0,19
smalt / vroucí voda / 10 min.	0,06
nerez / studená voda / 10 min.	0,30
nerez / vroucí voda / 10 min.	0,06
nerez / pára / 10 min.	0,29
plast / studená voda / 10 min.	0,18
plast / vroucí voda / 10 min.	0,03
tlakový / studená voda / 5 min.	0,21
tlakový / pára / 5 min.	0,13
čerstvá	46,87

8.6 Změny kyseliny askorbové

Kyselina askorbová neboli vitamin C je významným redukčním činidlem, má antioxidační aktivitu. V organismu se účastní hydroxylačních reakcí (syntéza kolagenu, žlučových kyselin a adrenalinu). Dobrým zdrojem vitamínu C jsou citrusy, kiwi, černý rybíz i brambory (12).

8.6.1 Skladování a netepelné úpravy

Vitamin C je obsažen v různých částech zeleniny v různém množství, například u brokolice je obsaženo 124 mg/100g ve stonku, což je o 19,8% vyšší obsah než v růžici (56). Obsah vitamínu C rychle klesá ihned po sklizni (36). Ztráty způsobené vadnutím a nevhodnou přepravou mohou dosahovat 30 – 40% (45). Při skladování při pokojové teplotě, skladování při těchto podmínkách způsobuje ztráty okolo 28% po 7 dnech, 44% po 14 dnech skladování. Pokud je zelenina skladována při teplotách okolo 4°C, ztráty nedosahují 20% ani po 21 dnech. Kyselina askorbová je stálá při skladování v mrazničce (teplota -20°C), po 12 měsících jsou ztráty pouze mezi 3 – 8% (36). Pokud zvolíme netepelnou úpravu (např. krájením, strouháním), dochází ke ztrátám obsahu kyseliny askorbové působením vzdušného kyslíku. Ztráty se ještě významně zvýší pokud takto upravenou zeleninu budeme skladovat. Při přípravě zelného salátu dochází ke ztrátě 40% kyseliny askorbové, při skladování tohoto salátu v chladničce po tři hodiny, zvýší se ztráty na 55% (45).

tabulka 9: Ztráty vitamínu C při různých úpravách zelí (45)

Úprava pokrmu	Vitamin C (mg/100g)	Ztráty (%)
Syrové zelí	21,2	0
Spařené zelí	12,4	42
Dušené	5,4	75
Dušené zelí po 1 hodině	1,6	93
Dušené zelí po 3 hodinách	0,0	100

8.6.2 Tepelná úprava

Každá tepelná úprava způsobuje vysoké ztráty obsahu kyseliny askorbové, která je velice termolabilní. Teplota výrazně ovlivňuje udržení obsahu vitamínu C v rostlinné tkáni (56). Ztráty jsou závislé na pH a dále na míře spontánní konverze na 2,3-diketonglukuronovou kyselinu, která je hlavní formou vitamínu C například v zelí. Kyselina askorbová je dále inaktivována vznikem komplexů s degradačními produkty vzniklými při enzymatických reakcích katalyzovaných zejména myrosinásou. Tyto komplexy se nazývají askorbigeny. Tvorba těchto komplexů během tepelné úpravy je zodpovědná asi za 10% ztrát kyseliny askorbové (36). Jako další negativní faktor se uplatňuje účinek vzdušného kyslíku (při krájení i při vaření), který zvyšuje ztráty během tepelné úpravy v otevřené nádobě nebo častým promícháváním. Například u mrkve se ztráty při vaření v otevřené nádobě zvyšují o 10%, u špenátu až o 60% (45).

Změny během blanšírování jsou závislé na druhu zeleniny. Zachování hodnot je zde díky krátké době úpravy, květák si ponechává 84%, brokolice 70% a zelí 70%. U zelí byly ztráty zvýšeny ještě nakrájením na menší části (36). Pokud je však tepelná úprava příliš krátká nevede k inaktivaci degradačních enzymů (oxidasa, fenolasa). Mezi nejšetnější metody patří dušení. Domácí úprava většinou vede k 20 – 40% ztrátám (50).

Vaření způsobuje velké ztráty, rozhodující je délka úpravy a druh zeleniny. Při vaření brokolice dochází ke ztrátám 19,2% po 30 vteřinách, 33,5% po 60 vteřinách a 59,2% po 2 minutách (56). Mikrovlnný ohřev díky krátké době způsobuje ztráty do 10%, při přípravě brambor je to pouze 5 %, zatím co při běžné úpravě 35 – 40% (45).

tabulka 10: Ztráty vitamínu C v zelenině po rozmrazení (18)

Zelenina	Doba skladování při -18°C (měsíce)	Průměrné ztráty (%)
Brokolice	6–12	35 – 68
Květák	6–12	40 – 60
Hrášek	6–12	32 – 67
Špenát	6–12	54 - 80

8.6.3 Výsledky studie provedené ÚPL LF MU

Již výše zmíněná studie Preventivního ústavu LF MU sledovala také změnu obsahu kyseliny askorbové. Měření bylo provedeno titračním stanovením. Tentokrát bylo stanovení provedeno pouze u brokolice. Výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 11.

Pro zachování co nejvyššího obsahu kyseliny askorbové je nejvhodnější použít vaření v páře. Největší ztráty byly pozorovány při vaření po vložení do studené vody. Dále byla sledována hodnota askorbové kyseliny v čerstvé a v zamražené zelenině. Výsledkem zmražení byl úbytek obsahu o 70,5% (27).

tabulka 11: Obsah kyseliny askorbové v mg ve 100g brokolice (27)

Typ kulinární úpravy	Obsah kyseliny askorbové [mg/100g]
smalt / studená voda / 10 min.	23,69
smalt / vroucí voda / 10 min.	39,68
nerez / studená voda / 10 min.	25,69
nerez / vroucí voda / 10 min.	36,40
nerez / pára / 10 min.	53,10
plast / studená voda / 10 min.	25,83
plast / vroucí voda / 10 min.	38,77
tlakový / studená voda / 5 min.	23,94
tlakový / pára / 5 min.	53,81
Čerstvá	88,98
čerstvá – zamražená	26,26

8.7 Změny bioaktivních molekul obsahujících síru

Vliv kulinárních metod na tyto složky se nestal předmětem mnoha studií, proto máme zatím málo poznatků. Cílem studií bylo zjistit, zda kulinární úpravy ovlivňují antiagregační aktivitu těchto sloučenin (43).

Popsán byl efekt kulinární úpravy na obsah thiosulfínátů. Při pečení v troubě při 200°C nebo při vaření trvající tři a méně minut se nezměnila schopnost inhibice agregace česneku (ve srovnání se syrovým), avšak zahříváním po dobu delší než 6 minut byla tato aktivita zcela potlačena. Opačný výsledek byl zjištěn při zahřívání česneku rozmačkaného před tepelnou úpravou. U nerozmačkaného česneku lze najít vysvětlení, že nedošlo k reakci s alliinasou, takže tyto produkty nemohly být vytvořeny (43).

8.8 Změny fytosterolů

O stabilitě fytosterolů vůči kulinárním úpravám není mnoho informací. Vařením nebyly pozorovány významnější ztráty v porovnání s hodnotami obsahu fytosterolů v syrové zelenině. Největší ztráty byly v hladinách kampesterolu a sitosterolu. Jako nejdrastičtější metoda se ukazuje smažení ve velkém množství tuku při vysokých teplotách. Jako determinující faktor stability se ukázala kruhová struktura sterylové části, kde byly porovnávány volné steroly a sterylové estery. Větší ztráty byly při smažení v palmovém a řepkovém oleji (43).

9 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se nejprve zabývala zeleninou, její spotřebou a významem ve výživě člověka a také její nutriční hodnotou. V následující části jsem se soustředila na působení volných radikálů a antioxidantů. Hlavní část byla věnována kulinárním úpravám, zejména otázce ovlivnění nutriční hodnoty a obsahu antioxidantů vlivem různých kulinárních úprav.

Na základě literárních zdrojů jsem došla k závěru, že nejvyšší nutriční hodnotu, tedy i obsah antioxidantů, má zelenina syrová. Její úpravou dochází k degradaci těchto látek a tím i k poklesu nutriční hodnoty. Tepelná úprava může mít i pozitivní vliv, zvyšuje stravitelnost a využitelnost některých látek např. β -karotenu, nebo proteinů.

Ztráty antioxidantů lze jednoduše snížit omezením doby skladování, doby působení teploty na nezbytně nutnou, použitím pro vaření pouze nutný objem vody, aby se zabránilo ztrátám ve vodě rozpustných látek výluhem. Při pečení je vhodné použít teplotu co nejnižší. Omezení přístupu kyslíku (omezení míchání) zabrání nežádoucí oxidaci. Dále bychom měli upřednostňovat kulinární metody, které jsou šetrné k obsahu bioaktivních látek (dušení, vaření v páře) před úpravami nešetrnými (smažení, grilování), při kterých rovněž vzniká množství zdraví škodlivých látek.

Jako nejšetrnější úprava vzhledem k zachování nutriční hodnoty zeleniny se ukazuje vaření v páře. Tato technologie zabraňuje výluhu ve vodě rozpustných látek, jako je kyselina askorbová, flavonoidy, foláty a další. Minimálně mění i sensorické vlastnosti zeleniny.

Při předběžné úpravě zeleniny je dobré uvažovat o možných ztrátách vlákniny, flavonoidů a dalších látek, které mohou být způsobeny odstraněním dané části rostliny (loupáním, okrajováním).

Závěrem je nutné dodat, že konzumace zeleniny je žádoucí vzhledem k obsahu zdraví prospěšných látek, které se podílí na snížení rizika zejména civilizačních onemocnění. Nejvyšší nutriční hodnotu má syrová zelenina, ale při vhodně zvolené kulinární úpravě se obsah biologicky aktivních látek sníží pouze minimálně a stoupne stravitelnost a biologická využitelnost zeleniny.

II. Praktická část

1 Úvod

Konzumace zeleniny je důležitým preventivním faktorem v rozvoji civilizačních onemocnění (kardiovaskulární a nádorová onemocnění). Zelenina obsahuje velké množství protektivních látek, jako jsou vitaminy, minerální látky, látky nenutritivní povahy, z nichž řada má antioxidační schopnosti. Antioxidanty jsou v zelenině obsaženy v poměrně velkém množství, jejich obsah rychle klesá s jakoukoli kulinární úpravou (netepelnou i tepelnou).

Antioxidanty jsou často používány jako reklamní lákadlo mnoha potravin a pochutin (káva, čokoláda) nebo výživových doplňků, ale jejich výskyt v zelenině není zdůrazňován. Zeleninové pokrmy jsou náročnější na přípravu, chuť je méně atraktivní, to jsou možné důvody stále nízké spotřeby zeleniny v České republice.

Množství antioxidantů se většinou hodnotí pouze v surovině, nikoli v hotovém pokrmu, není proto tak viditelné, jak kulinární úprava ovlivňuje jejich obsah. Pro udržení jejich optimálního množství v hotovém pokrmu je třeba dbát na výběr kulinární úpravy. Ta by měla být co nejšetrnější a co nejméně by měla snižovat množství antioxidantů a jiných biologicky aktivních látek.

Dotazník, který byl podán respondentům, je zaměřen na stravovací zvyklosti, zejména konzumaci zeleniny a preference kulinárních úprav pokrmů, dále zjišťuje zda mají respondenti elementární znalosti o antioxidantech.

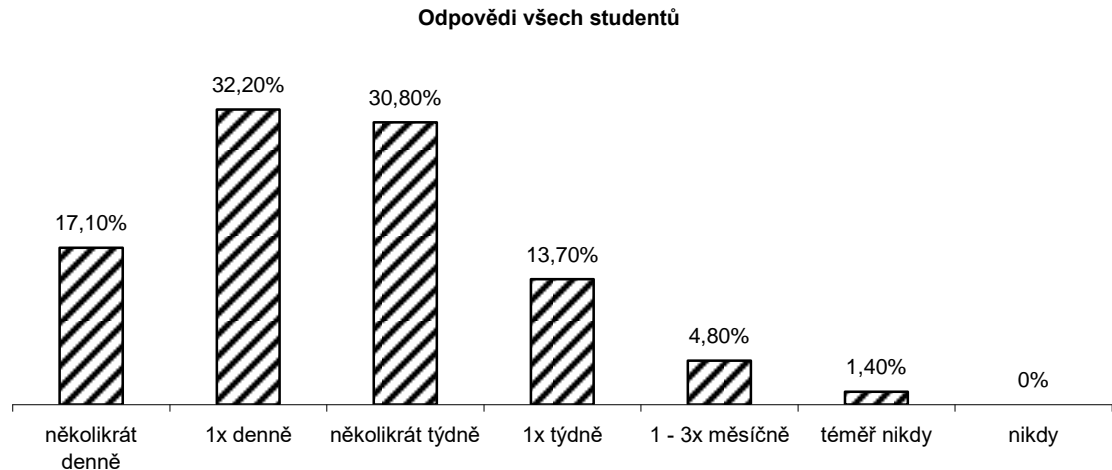
2 Cíl

Cílem praktické části této bakalářské práce je průzkum stravovacích zvyklostí zaměřených na zeleninu a informovanosti o antioxidantech a jejich zdrojích. Dotazník byl podán 145 respondentům, věk respondentů se pohyboval od 16 do 19 let.

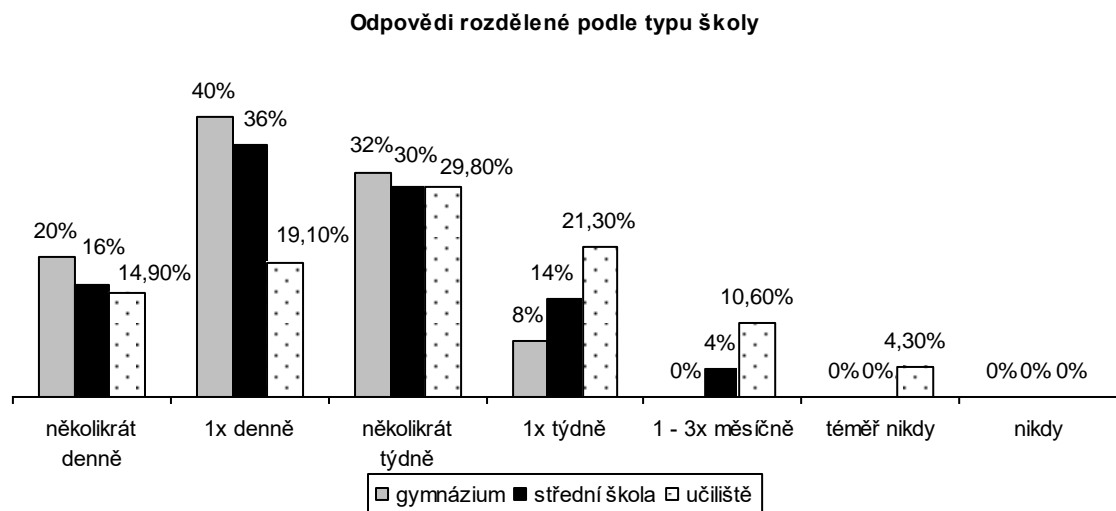
3 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Otázka č. 1:

Jak často konzumujete zeleninu?



Největší část studentů (32,2%) konzumuje zeleninu jedenkrát denně, 30,8% studentů odpovědělo, že zeleninu konzumuje několikrát týdně, 17,1% studentů konzumuje zeleninu vícekrát denně. Méně častá odpověď studentů byla, že zeleninu konzumují jedenkrát týdně (13,7%), jedenkrát až třikrát měsíčně (4,8%). A 1,4% studentů odpovědělo, že zeleninu téměř nekonzumují, žádný student neodpověděl, že zeleninu nejí vůbec.



Při vyhodnocení otázky v závislosti na typu školy, jsou vidět rozdíly mezi četností konzumace zeleniny mezi studenty jednotlivých škol.

Studenti gymnázia nejčastěji odpověděli, že konzumují zeleninu jedenkrát denně (40%), 32% studentů konzumuje zeleninu několikrát týdně, 20% vícekrát denně a jen 8% studentů konzumuje zeleninu pouze jedenkrát týdně.

Studenti střední školy také nejčastěji konzumují zeleninu jedenkrát denně (36%), 30% studentů konzumuje zeleninu několikrát týdně a 16% studentů několikrát denně. Ve srovnání s gymnáziem větší procento (14%) studentů odpovědělo, že zeleninu konzumuje pouze jedenkrát týdně a 4% pouze jedenkrát až třikrát měsíčně.

U studentů učiliště je oproti předchozím školám větší rozdíl. Nejvíce studentů učiliště (29,8%) odpovědělo, že zeleninu konzumuje několikrát týdně, 21,3% jedenkrát týdně a 19,1% jedenkrát denně. Pouze 14,9% odpovědělo, že zeleninu konzumuje několikrát denně, 10,6% studentů ale odpovědělo, že zeleninu konzumuje jedenkrát až třikrát měsíčně a 4,3% studentů odpovědělo, že zeleninu nekonzumuje téměř nikdy.

Vyhodnocení této otázky ukázalo, že se většina středoškoláků nestravuje podle aktuálních výživových doporučení. Zeleninu konzumuje pouze 17,1% studentů vícekrát denně. Doporučené množství zeleniny je 300g na den (26), to odpovídá asi třem porcím. Více studentů (30,8%) konzumuje zeleninu jedenkrát denně. Znepokojivé je, že ostatní studenti (50,7%) konzumují zeleninu ještě méně často. Nejhorší situace je u studentů učiliště, kde je 66% studentů nekonzumuje zeleninu ani jedenkrát denně, což je ze všech studentů nejvíce.

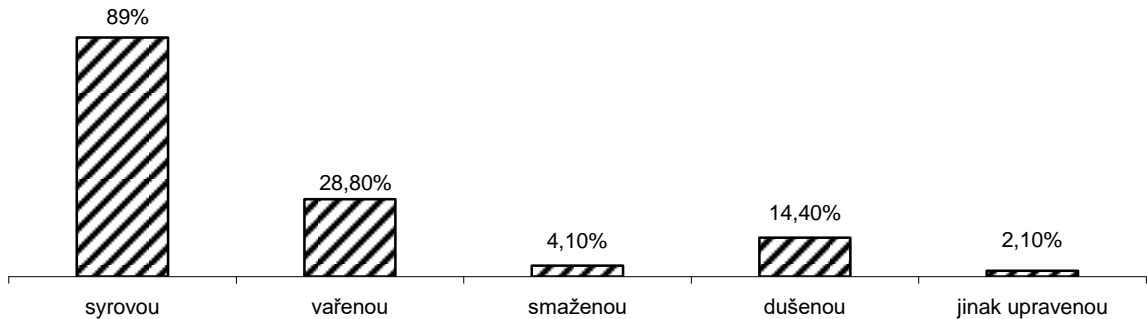
Podle studie provedené v USA je velký rozdíl v konzumaci ovoce a zeleniny mezi studenty škol podporující programy zdravé výživy a mezi ostatními školami. Ve školách, které napomáhají studentům vytvářet si správné stravovací návyky, studenti konzumují 56% z celkového doporučeného denního příjmu ovoce a zeleniny přímo ve škole, kde jim je nabízena místo dezertu po obědě apod. (10).

V ostatních školách pouze 25% studentů má ke svačině ovoce nebo zeleninu (džus nebo mléko). Celkový denní příjem ovoce a zeleniny je 2,3 – 2,7 porce (což je 50% z denního doporučeného množství) (3). Mnoho studentů konzumuje velké množství sladkostí a sladkých nápojů, čímž se dramaticky zvyšuje počet obézních v jejich věkové kategorii. Proto se mnoho amerických škol snaží zařadit nutriční téma do svých programů, a to jak pro žáky tak pro rodiče (8).

Otázka č. 2:

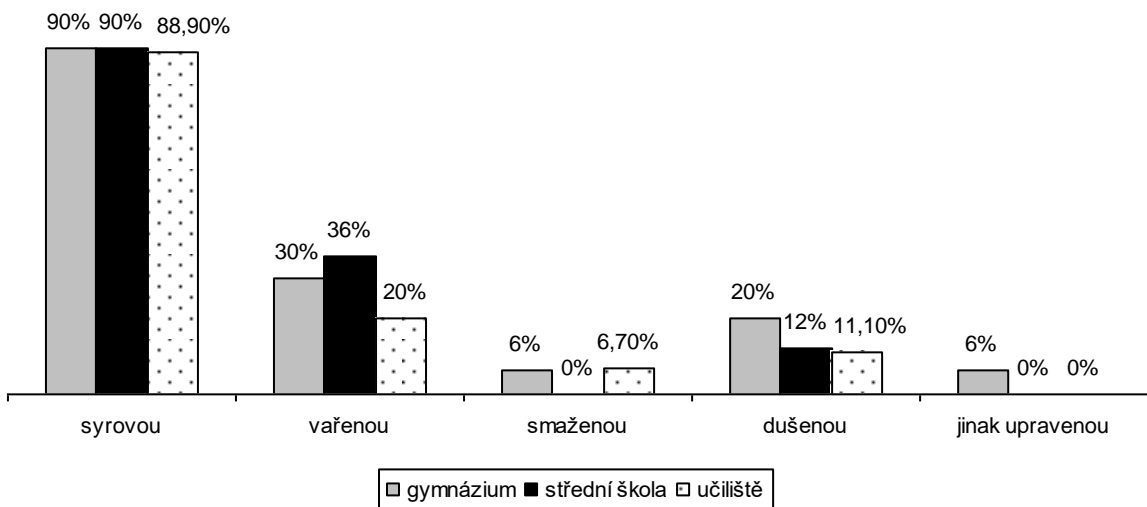
Jak upravenou zeleninu nejčastěji konzumujete?

Odpovědi všech studentů



Z odpovědí vyplynulo, že nejoblíbenější je konzumace syrové zeleniny, konzumuje ji 89% studentů. Vařenou zeleninu konzumuje 28,8%, dušenou 14,4%, smaženou 4,1% a jinak upravenou zeleninu pouze 2,1% studentů (nejčastější z jiných úprav bylo vaření v páře).

Odpovědi rozdělené podle typu školy



Při vyhodnocení pro různé typy škol nejsou viditelné výraznější rozdíly v oblíbenosti různých úprav zeleniny.

Studenti gymnázia odpověděli, že nejčastěji (90%) konzumují syrovou zeleninu. Vařenou a dušenou zeleninu konzumuje méně (respektive 30% a 20%) studentů a smaženou a jinak upravenou zeleninu konzumuje pouze 6% studentů.

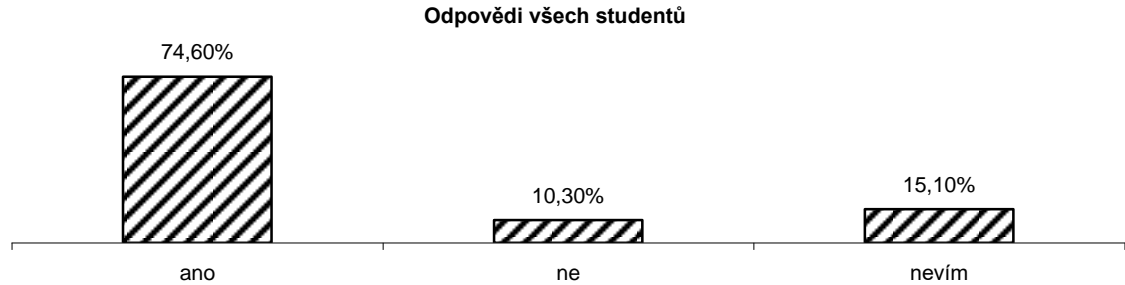
Studenti střední školy rovněž nejraději konzumují syrovou zeleninu (90%), vařenou zeleninu konzumuje 36% studentů a dušenou pouze 12%.

Studenti učiliště také nejčastěji konzumují syrovou zeleninu (88,9%), 20% konzumuje i vařenou zeleninu, 11,1% konzumuje dušenou zeleninu, 6,7% konzumuje i smaženou zeleninu.

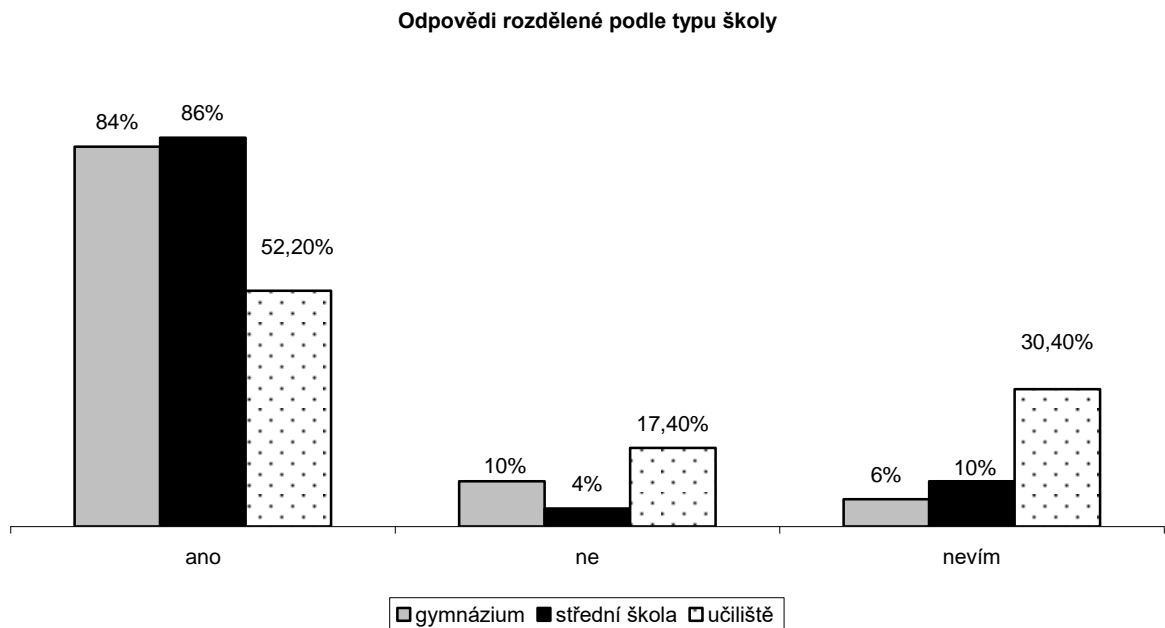
Konzumace syrové zeleniny (a ovoce) se podílí na zachování dostatečného podílu syrové stravy. Díky vysokému obsahu ochranných látek se uplatňuje při prevenci kardiovaskulárních a nádorových onemocnění. Také snižuje přívod energie a zvyšuje příjem vlákniny (6). Studenti sice nejčastěji konzumují syrovou zeleninu, ale v nedostatečném množství. Tepelně upravenou zeleninu konzumuje pouze malé množství studentů, to svědčí o malé pestrosti jejich jídelníčku. I podle výživových doporučení by se měla na celkovém příjmu zeleniny podílet jak syrová tak tepelně upravená (6). Studenti nejčastěji konzumují zeleninu upravenou varem, tato úprava je ale méně šetrná k obsahu bioaktivních látek, mnoho se jich ztratí výluhem, nevýhodou je i délka úpravy (43).

Otázka č. 3:

Myslíte si, že úprava zeleniny (strouhání, vaření...) má nějaký vliv na nutriční hodnotu zeleniny?



Velké množství studentů (74,6%) si myslí, že úprava zeleniny má vliv na její nutriční hodnotu, 15,1% neví, zda kulinární úprava má vliv na nutriční hodnotu a 10,3% studentů si myslí, že úprava na nutriční hodnotu vliv nemá.



Při vyhodnocení otázky podle typu školy je patrný rozdíl mezi odpověďmi u studentů učiliště.

Studenti gymnázia si většinou myslí, že úprava má vliv na její nutriční hodnotu, 84% studentů vybralo odpověď „ano“. 10% si myslí, že úprava žádný vliv nemá a 6% studentů odpovědělo, že neví, zda kulinární úprava má vliv na nutriční hodnotu.

I většina studentů střední školy (86%) si myslí, že úprava má vliv, 10% neví a pouze 4% si myslí, že úprava vliv nemá.

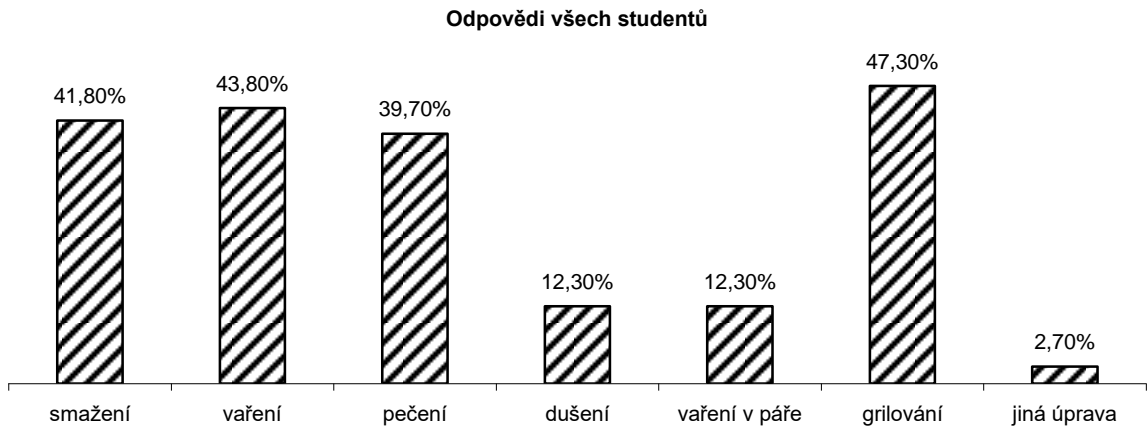
Pouze 52,2% studentů učiliště si myslí, že úprava má vliv na nutriční hodnotu zeleniny, 30,4% studentů neví, jestli kulinární úprava má vliv na nutriční hodnotu a 17,4% si myslí, že úprava žádný vliv nemá.

Většina studentů (74,6%) odpověděla, že si myslí, že kulinární úprava má vliv na nutriční hodnotu zeleniny. Jejich názor je správný, jakákoli kulinární úprava více či méně ovlivňuje nutriční hodnotu zeleniny. Není nutné tuto změnu vždy hodnotit negativně, tepelnou úpravou dochází ke zvýšení stravitelnosti zeleniny a využitelnosti některých biologicky aktivních látek, zejména karotenoidů (2). Nejen z tohoto důvodu by měla být i upravená zelenina zařazena do jídelníčku každého studenta (i ostatní populace).

Čtvrtina studentů nemá vůbec představu o tom, co se děje s potravinou během její úpravy, neví nebo si myslí, že úprava na její nutriční hodnotu vliv nemá. Otázkou zůstává, zda je to nezájmem samotných studentů, nebo zda s touto problematikou nebyli vůbec seznámeni.

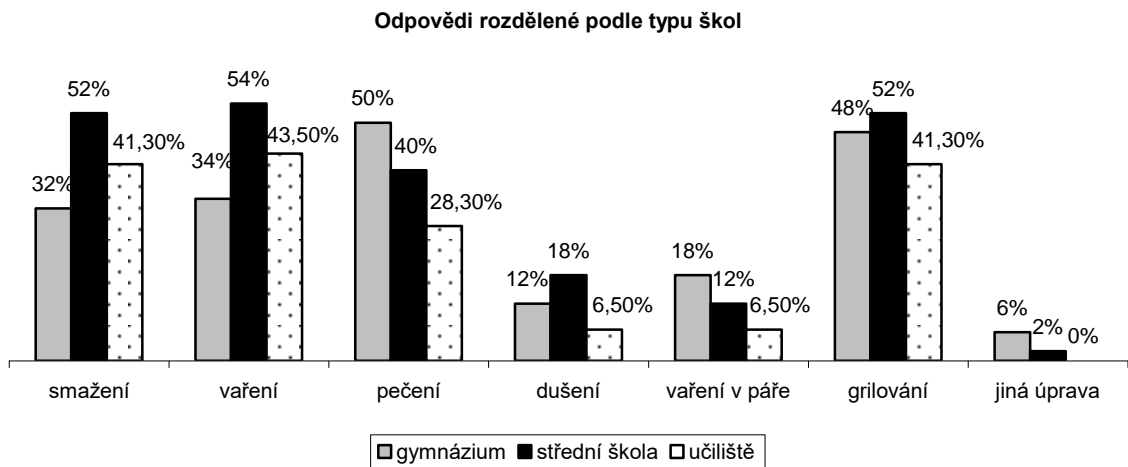
Otázka č. 4:

Jaké úpravě u jiných než zeleninových pokrmů dáváte přednost?



U téměř poloviny studentů je oblíbená úprava grilování (47,3%), o něco méně je oblíbená úprava vaření (43,8%), smažení (41,8%) a pečení (39,7%). Malou oblibu mají úpravy dušení (12,3%) a vaření v páře (12,3%) a jiné úpravy (2,7%).

Nejčastější odpověď zněla: „Dávám přednost smažení, pečení a grilování.“



Z grafu lze vyčíst rozdílné preference studentů na různých školách.

U studentů gymnázia je nejoblíbenější úpravou pečení, tuto úpravu má rado 50% studentů. Grilování má rádo 48% studentů. O něco menší oblibu má vaření (32%) a smažení (32%). Málo oblíbené jsou úpravy vaření v páře (pouze u 18%), dušení (12%) a jiné úpravy (6%).

Studenti střední školy mají v oblíbě vaření (54%), grilování (52%) a smažení (52%), Méně oblíbené je pečení (40%). Malou oblibu má dušení (18%), vaření v páře (12%) a jiné úpravy (2%).

Mezi studenty učiliště jsou nejoblíbenější úpravy vaření (43,5%), smažení (41,3%) a grilování (41,3%). Menší oblibu má pečení (oblíbené u 28,3% studentů). Nejméně oblíbené mezi studenty jsou úpravy dušení (6,5%) a vaření v páře (6,5%).

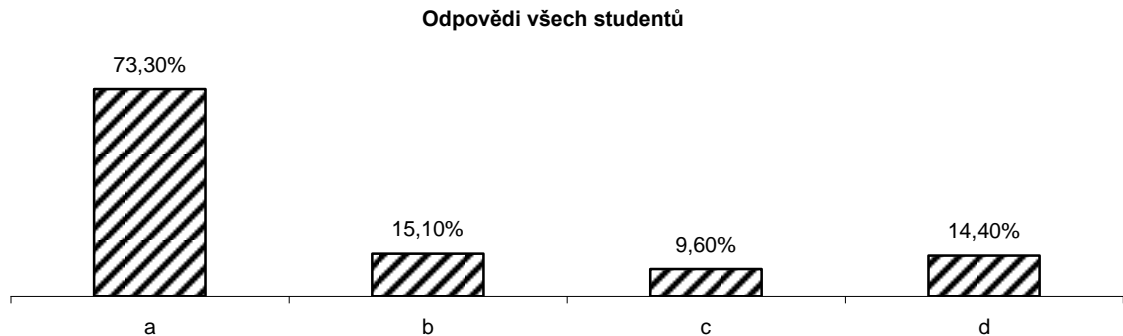
U jiných než zeleninových pokrmů studenti mají rádi úpravu zejména grilováním, smažením a pečením. Tyto úpravy ale nejsou zcela vhodné pro každodenní konzumaci (nejméně vhodné je grilování). Pokrmy upravené touto úpravou většinou obsahují velké množství tuků a při jejich přípravě vznikají látky, které mohou mít negativní vliv na lidské zdraví (např. polyaromatické uhlovodíky, heterocyklické aminy) (22). Dochází také k degradaci vitaminů a jiných protektivních látek. Proto by se měla konzumace takto upravených pokrmů spíše omezovat (6).

Důležité je, že je v povědomí studentů úprava v páře, což je jedna z nejnovějších technologií, která je zatím méně známá. Pro tuto úpravu je vhodné mít speciální nádoby na přípravu pokrmu, ale zachovává nejvyšší podíl bioaktivních látek.

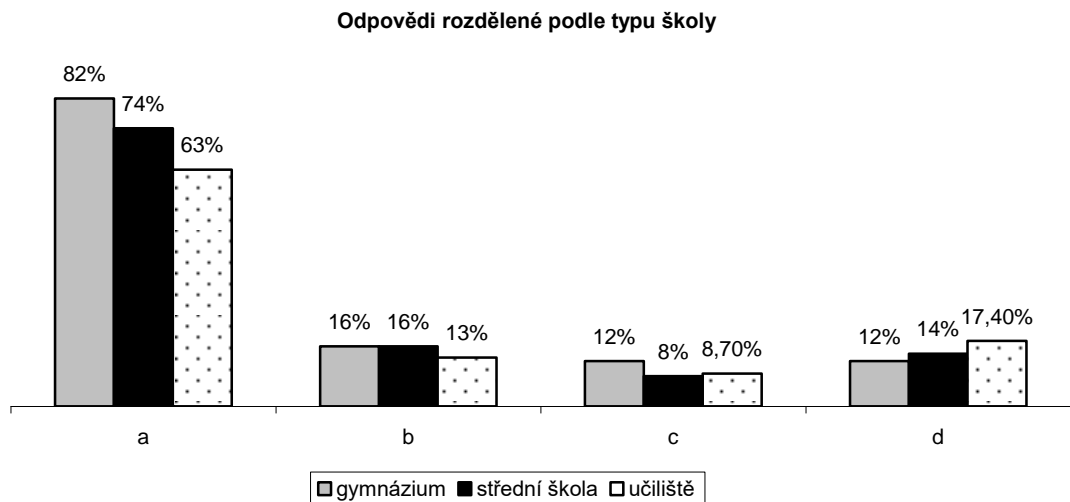
Otázka č. 5:

Úpravu pokrmu vybíráte podle:

- a...senzorických vlastností hotového pokrmu (vůně, chuť, vzhled..)
- b...zachování co nejvyššího obsahu vitaminů a jiných prospěšných látek
- c...ceny hotového pokrmu
- d...je mi jedno, jak je pokrm upravený



Většina (73,3%) studentů vybírá úpravu pouze podle výsledných sensorických vlastností. Pouze 15,1% studentů přemýšlí při výběru úpravy o zachování co nejvyššího obsahu vitaminů a jiných prospěšných látek. O úpravě nepřemýšlí 14,4% studentů a pro 9,6% studentů je rozhodující i cena výsledného pokrmu.



Při vyhodnocení odpovědí podle typu školy jsou vidět rozdíly ve zvolených odpovědích.

Studenti gymnázií si vybírají úpravu hlavně podle sensorických vlastností hotového pokrmu (82% studentů), pro 16% je podstatné i zachování co nejvyššího obsahu vitaminů a jiných prospěšných látek, 12% studentů při výběru posuzuje i cenu a 12% studentů je jedno jak upravený pokrm zkonsumují.

U studentů střední školy jsou odpovědi podobné, 74% vybírá podle sensorických vlastností, 16% podle zachování obsahu vitaminů, 8% podle ceny. Vyšší je procento studentů, kterým je jedno jak upravený pokrm konzumují (14%).

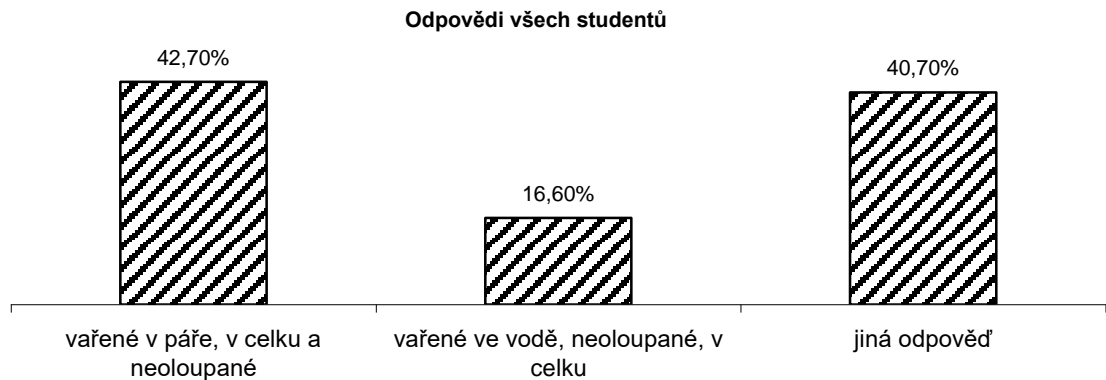
Studenti učiliště rovněž vybírají úpravu pokrmu podle sensorických vlastností (63%), pro 13% je důležité zachování obsahu vitaminů, pro 8,7% studentů je významná i cena. Téměř pětině (17,4%) studentů je ale jedno jak je pokrm upravený.

Pouze 15,1% studentů si vybírá úpravu pokrmu podle zachování co nejvyššího obsahu vitaminů a jiných prospěšných látek, ačkoli 74,6% studentů odpovědělo, že si myslí, že kulinární úprava má vliv na nutriční hodnotu. Nejdůležitější je pro studenty lákavá vůně, chuť a vzhled, to je rozhodující pro 73,3% studentů. Cílem by mělo být upravovat, ale zároveň zachovat nutriční hodnotu. Téměř 15% studentů, je jedno, jak je pokrm upravený, je to z nedostatku času, nebo z nezájmu o to, co jí?

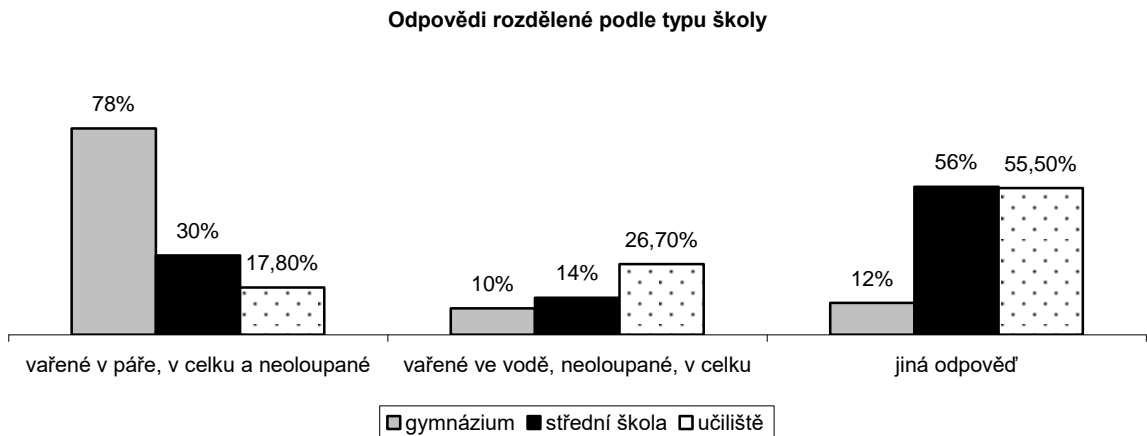
Jak pro české studenty tak pro americké je společná obliba v nezdravých pokrmech. Ze studie provedené v americkém státě Texas vyplynulo, že 5% studentů kouří, většina ze studentů má rádo pokrmy z restaurací rychlého občerstvení (fast food), kde pokrmy sice velmi lákavě voní a chutnají, ale jejich nutriční hodnota nízká, a pije sladké limonády. Bylo prokázáno, že adolescenti potřebují vliv a dohled dospělých k vytvoření správných životních a stravovacích návyků (46).

Otázka č. 6:

Jak upravené brambory obsahují nejvíce vitamínu C?



Správnou odpověď, tedy brambory vařené v páře vcelku a neloupané, zvolilo 42,7% studentů, Zbytek studentů zvolilo jinou odpověď, ze kterých byla nejčastější odpověď, že nejvíce vitamínu C obsahují brambory vařené ve slupce, vcelku a vařené ve vodě (takto odpovědělo 16,6% studentů), 40,7% studentů zvolilo úplně jiné možnosti.



Při vyhodnocení této otázky na úrovni škol se ukázaly velké rozdíly.

Většina studentů gymnázia (78%) zvolila správnou odpověď, 22% nesprávnou.

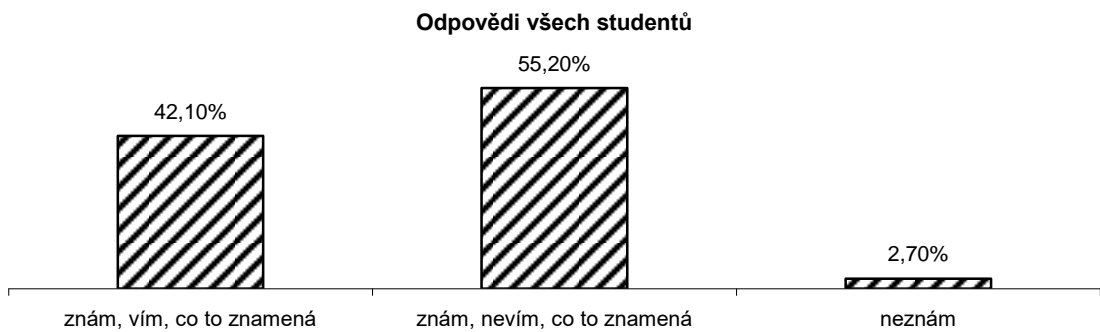
Téměř tři čtvrtiny (70%) studenti střední školy zvolili špatnou odpověď, 30% studentů dokázalo odpovědět správně.

Většina studentů učiliště zvolala špatnou odpověď (82,2%), pouze 17,8% studentů vybralo správnou.

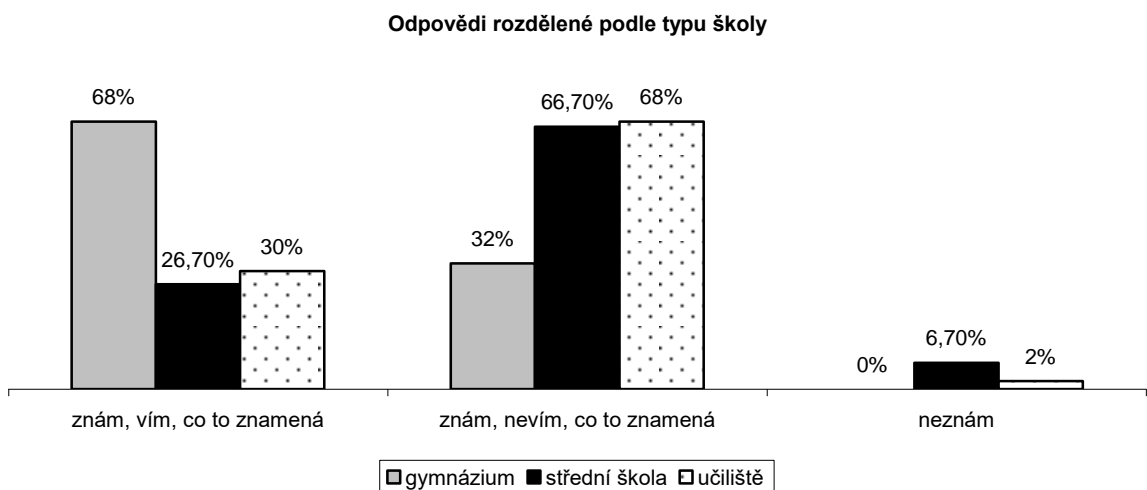
V této otázce se nejvíce projeví rozdíly mezi informovaností studentů. Studenti gymnázia vybrali nejvíce správných odpovědí, ale zajímavé by bylo srovnání s otázkou, jak brambory nečastěji sami upravují nebo konzumují. Zda se řídí svými vědomostmi.

Otázka č. 7:

Pojem antioxidanty



Na tuto otázku odpovědělo 55,2% studentů, že pojem „antioxidant“ zná, ale přesně neví, co tento pojem znamená, 42,1% studentů odpovědělo, že tento pojem zná a přesně ví, co tento pojem znamená, pouze 2,7% studentů odpovědělo, že tento pojem nezná.



Vyhodnocení otázky podle středních škol se ukázaly rozdíly v informovaosti studentů.

Většina studentů gymnázia (68%) tento pojem zná a ví, co znamená, 32% studentů tento pojem zná, ale přesně neví, co znamená.

Většina studentů střední školy sice tento pojem zná, ale neví, co znamená, 26,7% studentů odpovědělo, že ví, co tento pojem znamená a 6,7% studentů tento pojem vůbec nezná.

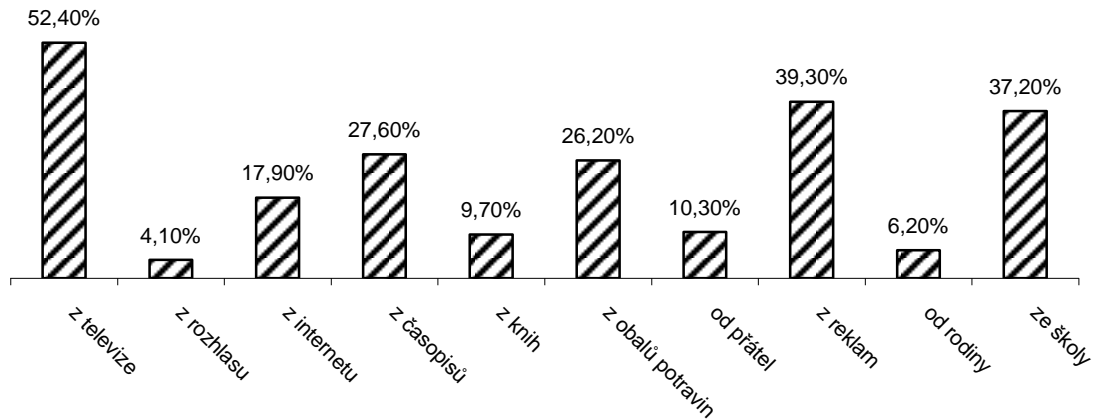
Studenti učiliště většinou rovněž odpověděli, že tento pojem znají, ale přesně nevědí, co znamená, 30% studentů ví, co znamená a 2% studentů tento pojem nezná. Více studentů učiliště odpovědělo, že daný pojem zná, než studentů střední školy.

Na tomto místě je dobré zdůraznit, že 97,3% studentů tento pojem zná, ale pouze 42,1% ví, co tento pojem znamená. Z těchto odpovědí je patrné, jak je tento termín povrchově používán v médiích, v reklamách, ale význam většinou nebývá vysvětlen.

Otázka č. 8:

Pojem antioxidanty znám

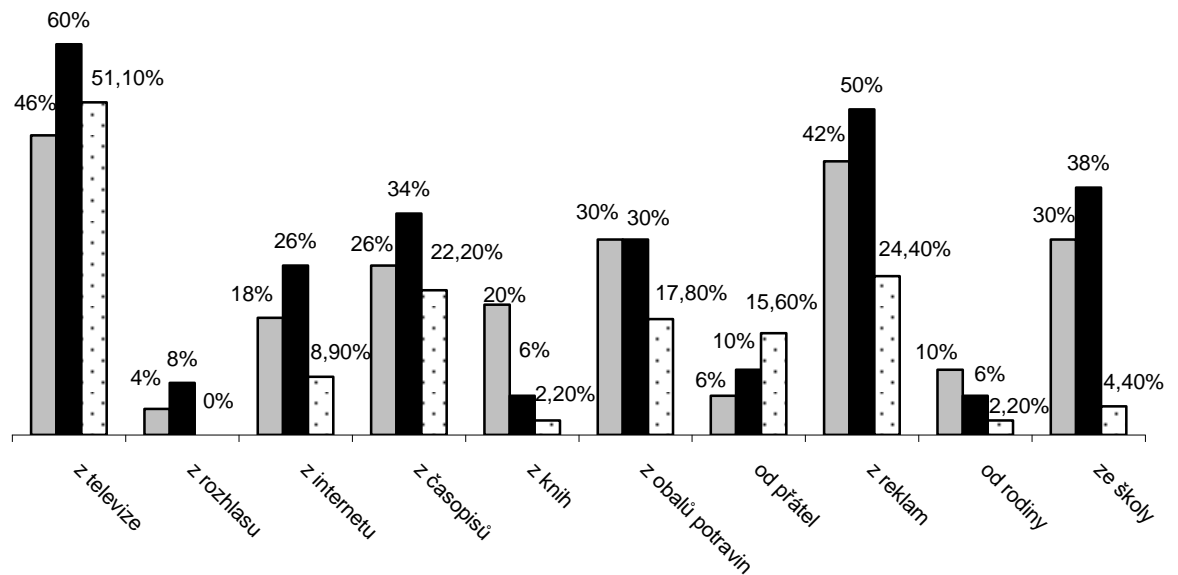
Odpovědi všech studentů



Podle odpovědí studentů se na informovanosti o antioxidantech podílí nejvíce televize (tento pojem zná z televize 52,4% studentů), velký podíl mají i reklamy a škola. Menší podíl mají časopisy, informace na obalech potravin a internet. Pouze malou úlohu v informovanosti o antioxidantech hrají přátelé, knihy, rodina a rozhlas.

Odpovědi rozdělené podle typu školy

■ gymnázium ■ střední škola □ učiliště



Studenti gymnázia nejčastěji uváděli, že informace o antioxidantech mají z televize (46% studentů), z reklam (42%), ze školy a z informací na obalech potravin shodně 30%, dále z časopisů a internetu.

Studenti středních škol ještě ve větší míře využívají televizi (60% studentů) a reklamy (50%) k získání informací, v menší míře se uplatňuje škola, časopisy, obaly potravin a internet.

Studenti učiliště využívají méně zdrojů, opět se ale nejčastěji uplatňuje televize a reklamy, dále časopisy, informace na obalech potravin a mají informace od přátel.

Téměř všichni pojem antioxidant znají, pouze 2,7% studentů odpovědělo, že o tomto pojmu nikdy neslyšelo. Hlavními zdroji informací jsou pro studenty televize a reklama. Jak již bylo výše zmíněno, termín je často používán povrchově a kvalita takových informací je malá. Antioxidanty jsou nejčastěji v médiích spojovány se slovem zdraví, ale jejich funkce v organismu zmiňována není, není dostatečně vysvětlen jejich význam.

Škola se samozřejmě také podílí na informovanosti, její podíl by ale měl být větší než podíl televize a reklamy.

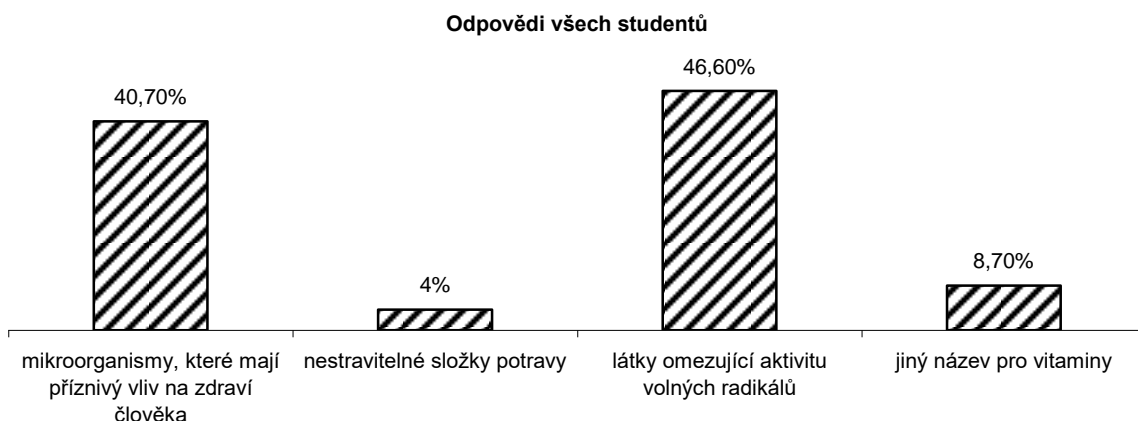
Více než čtvrtina studentů se s pojmem antioxidanty setkala na obalech potravin, což je pozitivní výsledek, pokud si studenti opravdu všímají těchto informací. Ještě o něco více studentů uvedlo jako zdroj časopisy, které v porovnání s vlivem internetu přesahují téměř o 10%, což je v dnešní době poměrně překvapivé. Nízký vliv internetu je i na gymnáziích, kde je jistě samozřejmá výuka informačních technologií, studenti jsou s internetem téměř v každodenním kontaktu.

Malý vliv rozhlasu jako zdroje informací se nechal předpokládat, v oblibě zejména u mladých lidí jsou pouze hudební kanály.

V poslední době se o antioxidantech začalo často hovořit v médiích, ale kvalitních informací je stále málo. Z výsledků dotazníku je zřejmé, že se studenti se slovem antioxidant setkali, ale většina nezná jeho přesný význam. Podíl ze strany školy na informovanosti studentů o této problematice je nízký, a proto je třeba ho zvýšit pomocí intervenčních programů, protože škola by měla být pro tuto věkovou skupinu největším zdrojem kvalitních informací.

Otázka č. 9:

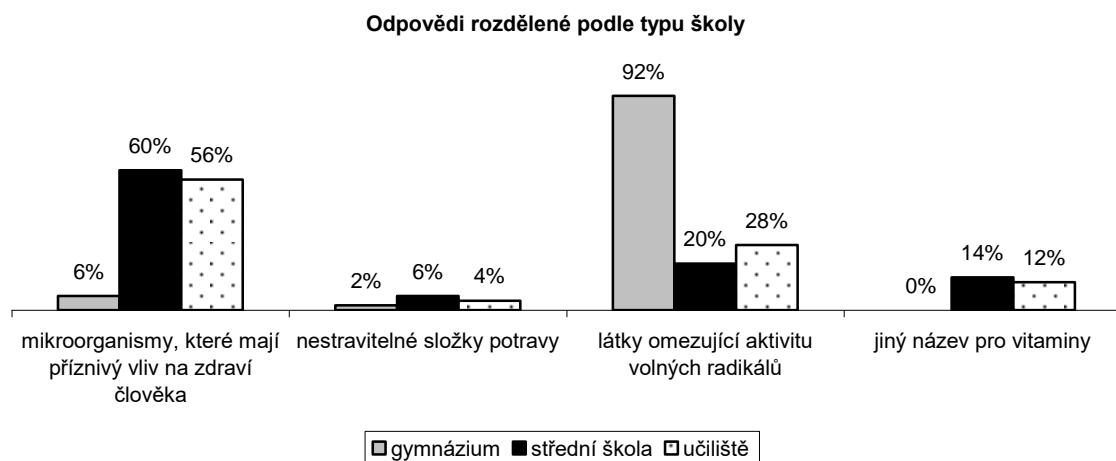
Podle Vašeho názoru antioxidanty jsou



Téměř polovina studentů (46,6%) na otázku, co to jsou antioxidanty, odpověděla správně, tedy že to jsou látky omezující aktivitu volných radikálů.

Téměř stejný počet (40,7%) studentů odpověděl, že to jsou mikroorganismy, které mají příznivý vliv na zdraví člověka.

Pouze 8,7% studentů odpovědělo, že je to jiný název pro vitaminy a 4% si myslí, že to jsou nestravitelné složky potravy.



Vyhodnocením této otázky v závislosti na typu školy se ukázaly velké rozdíly ve znalostech o antioxidantech.

Téměř všichni studenti (92%) gymnázia odpověděli správně, 6% si myslí, že to jsou mikroorganismy a 2% že to jsou nestravitelné složky potravy.

Nadpoloviční počet (6%) studentů střední školy si myslí, že antioxidanty jsou mikroorganismy, 20% odpovědělo správně. 14% studentů si myslí, že je to jiný název pro vitaminy a 6% že jsou to nestravitelné složky potravy.

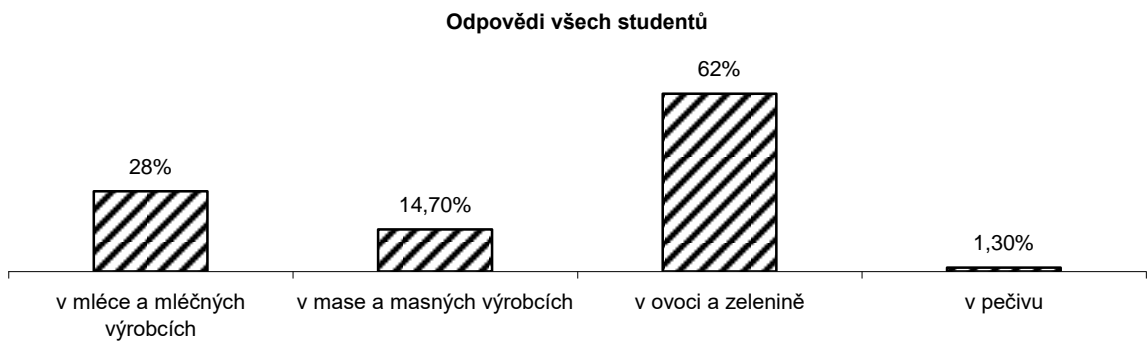
I nadpoloviční většina (56%) studentů učilišť si myslí, že to jsou mikroorganismy, 28% však odpovědělo správně. Dále si 12% myslí, že je to jiný název pro vitaminy a 4% že to jsou nestrávitelné složky potravy. Studenti učiliště odpověděli častěji správně než studenti střední školy.

Tato otázka by se dala označit jako nejdůležitější, správně na otázku co to jsou antioxidanty odpovědělo pouze 46,6% studentů (většina těchto studentů byla z gymnázia), ostatní zvolili nesprávnou odpověď. Přičemž pouze 2,7% studentů odpovědělo, že pojem antioxidant nezná (podle otázky č.7). To potvrzuje, že informace získané z televize a reklam jsou pouze povrchní. Mnoho studentů si pojem antioxidanty zaměnilo s pojmem probiotika, která jsou také častým předmětem reklam. Při položení otevřené otázky, kdy by studenti museli pojem antioxidanty definovat vlastními slovy (bez nabízených odpovědí), výsledky by byly pravděpodobně ještě horší.

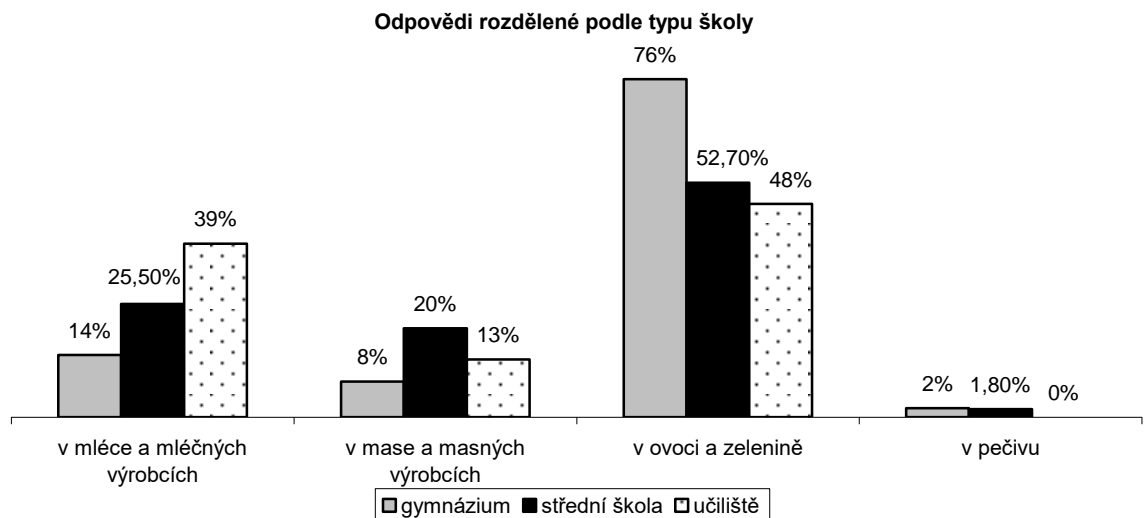
Jak již bylo výše řečeno, studenti slovo antioxidant znají, ale většinou nevědí, co znamená, což je způsobeno právě malou znalostí problematiky a nedostatkem a nekvalitou informací. Vzhledem k tomu, že stravovací návyky a správná výživa je jednou z nejdůležitějších oblastí možné prevence vzniku obezity a dalších civilizačních onemocnění, je nutné, aby obzvláště tato věková skupina znala jejich význam a aby se dokázala ve svém životě jejich zásadami řídit.

Otázka č. 10:

V jakých potravinách jsou podle Vás antioxidanty nejvíce zastoupeny?



Většina studentů (62%) zvolila ovoce a zeleninu za potraviny, ve kterých se antioxidanty nejvíce vyskytují. Více než čtvrtina (28%) si myslí, že jsou nejvíce obsaženy v mléce a mléčných výrobcích, 14,7% studentů si myslí že jsou nejvíce v masě a masných výrobcích a 1,3% si myslí, že jsou nejvíce zastoupeny v pečivu.



Při hodnocení jednotlivých škol se ukázaly následující rozdíly.

Většina (76%) studentů gymnázia zvolila správnou odpověď, tedy že se nejvíce vyskytují v ovoci a zelenině. 14% zvolilo za největší zdroj mléko a mléčné výrobky, 8% maso a masné výrobky a 2% studentů pečivo.

Polovina studentů (52,7%) střední školy také zvolila za hlavní zdroj ovoce a zeleninu, 25,5% si ale myslí, že hlavním zdrojem je mléko a mléčné výrobky, 20% odpovědělo, že hlavním zdrojem je maso a masné výrobky a 1,8 % studentů si myslí, že hlavním zdrojem je pečivo.

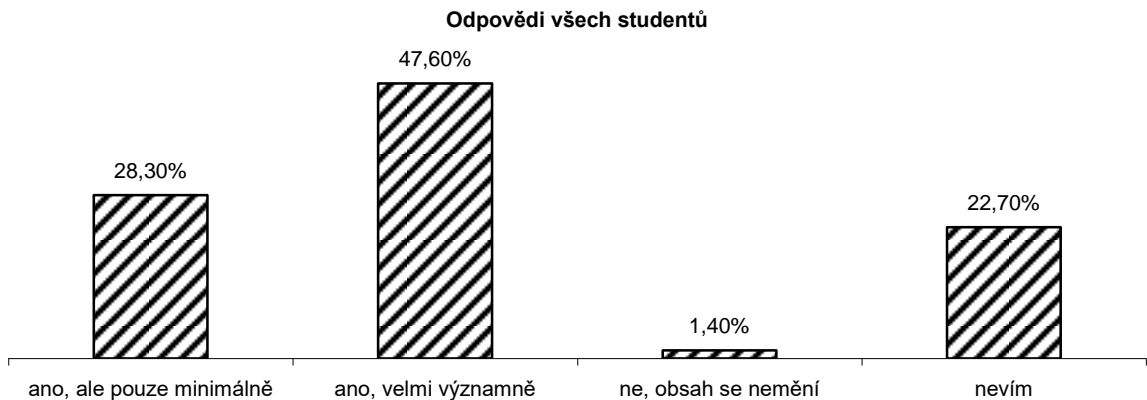
Necelá polovina (48%) studentů učiliště také zvolila ovoce a zeleninu za hlavní zdroj, 39% zvolilo mléko a mléčné výrobky a 13% studentů zvolilo maso a masné výrobky.

V jakých potravinách jsou antioxidanty nejvíce zastoupeny, správně odpovědělo 62% studentů, ačkoli na otázku co jsou to antioxidanty správně odpovědělo správně jen 46,6% studentů.

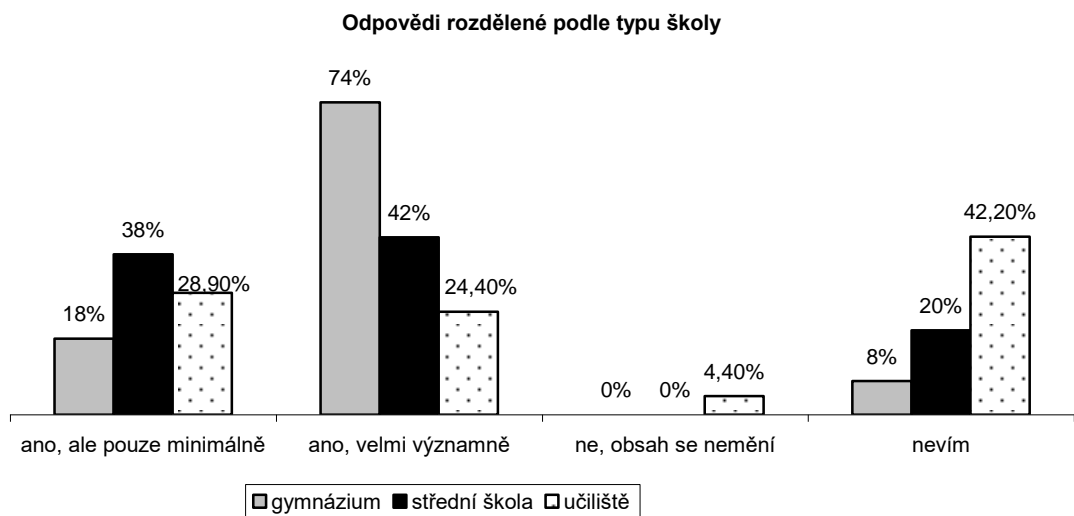
I přesto, že na předcházející otázku 40,7% studentů odpovědělo, že antioxidanty jsou mikroorganismy, které mají příznivý vliv na zdraví člověka, očekávanou odpověď - výskyt v mléčných výrobcích označilo pouze 28% studentů. Z toho vyplývá, že studenti nejspíš neznají přesný význam ani pojmu probiotika ani antioxidant.

Otázka č. 11:

Myslíte si, že se obsah antioxidantů během tepelné úpravy může změnit?



Necelá polovina (47,6%) studentů si myslí, že se obsah antioxidantů může významně měnit během tepelné úpravy. 28,3% studentů si myslí, že se jejich obsah mění pouze minimálně a 1,4% studentů si myslí, že se jejich obsah nemění. Téměř čtvrtina (22,7%) studentů neví, zda se obsah antioxidantů může změnit během tepelné úpravy.



Rozdíly v názorech studentů různých typů škol se ukázal i v této otázce.

Většina studentů (74%) si myslí, že se obsah antioxidantů významně mění během tepelné úpravy, 18% si myslí, že se obsah mění pouze minimálně a 8% neví, zda se obsah během úpravy mění.

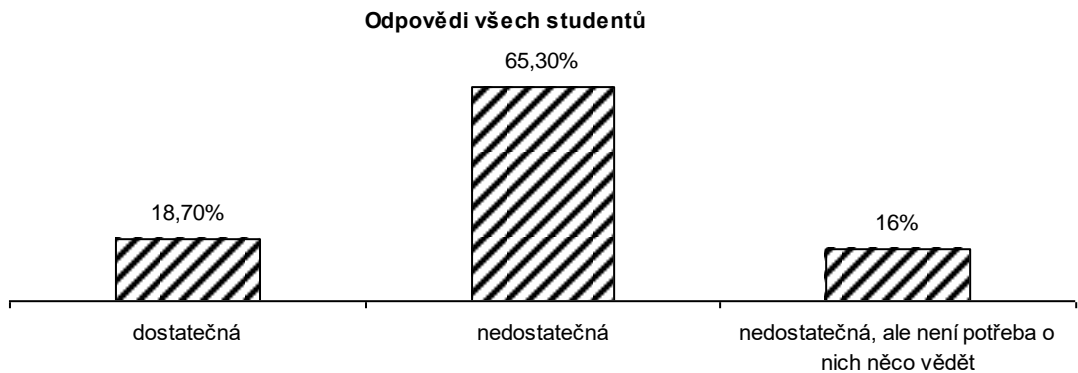
Studenti střední školy si ve 42% myslí, že se obsah mění výrazně, ve 38% pouze minimálně a 20% studentů neví, jestli se obsah mění.

Nejčastější odpovědí studentů učiliště byla možnost, že neví, tak odpovědělo 42,2% studentů. Dalších 28,9% studentů odpovědělo, že se obsah mění pouze minimálně a 24,4% odpovědělo, že se jejich obsah mění významně. Ve 4,4% odpověděli, že se jejich obsah nemění.

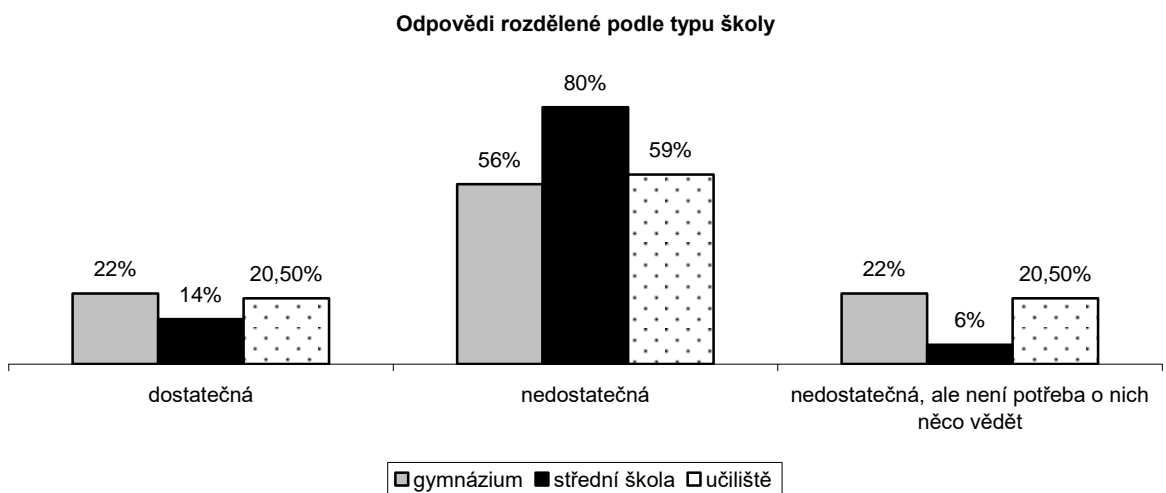
Pouze necelá polovina studentů (47,6%) si zcela správně myslí, že tepelná úprava má velký vliv na obsah antioxidantů. Jakákoli tepelná úprava více či méně jejich obsah mění (43). Pouze 1,4% studentů si myslí, že tepelná úprava žádný vliv nemá.

Otázka č. 12:

Informovanost o antioxidantech podle Vás je



Nadpoloviční počet studentů (65,3%) si myslí, že informovanost o antioxidantech je nedostatečná, téměř pětina studentů (18,7%) si myslí, že je dostatečná a 16% si myslí, že je informovanost nedostatečná, ale že není nutné o antioxidantech něco vědět.



Více než polovina (56%) studentů gymnázia si myslí, že je informovanost nedostatečná, 22% si myslí, že informovanost je dostatečná a 22% si myslí, že není potřeba se dozvědět víc.

Většina studentů (80%) střední školy si myslí, že informovanost je nedostatečná, 14% si myslí, že je dostatečná a 6% si myslí, že není potřeba o nich něco vědět.

Téměř 60% studentů učiliště si myslí, že je informovanost nedostatečná, 20,5% si myslí, že o nich není potřeba víc vědět a 20,5% si myslí, že informovanost je dostatečná. Co se týče informovanosti, 65,3% studentů si myslí, že informovanost je nedostatečná. Tato odpověď je chvályhodná, studenti si uvědomují, že nemají dostatečné informace, tedy ani znalosti.

Jak z tohoto dotazníku tak i z ostatních průzkumů vyplývá, že podvědomí lidí jak o správné výživě tak i o antioxidantech je nedostatečné. Šetření na toto téma ve státě Uruguay zjistilo, že vědomosti jsou malé. Pouze 59,9% lidí odpovědělo správně na otázky z této oblasti. I přesto se zvyšuje obliba a spotřeba potravin obohacených antioxidanty nebo vlákninou, ačkoli lidé neznají význam ani účinek (1).

4 Závěr

Dotazníkového šetření zaměřeného na stravovací návyky a na informovanost o antioxidantech se zúčastnilo 145 studentů středních škol ve věku mezi 16-19 lety (konkrétně 50 studentů gymnázia, 50 studentů střední školy a 45 studentů učiliště), z toho 48 chlapců a 97 dívek. Žádný rozdíl v odpovědích mezi pohlavími však nebyl zjištěn, proto z tohoto hlediska nejsou výsledky uvedeny. Tento malý průzkum ukázal, že stravovací návyky neodpovídají výživovým doporučením a že míra informovanosti se liší dle typu škol.

Studenti většinou prokázali, že o problematice antioxidantů mají základní informace, ale jsou většinou velmi povrchní. Podle výsledků tyto znalosti neaplikují do svých stravovacích zvyklostí. Většina studentů konzumuje nedostatečné množství zeleniny a preferuje úpravy, jejichž častá konzumace představuje určitá zdravotní rizika. Studenti středních škol jsou ve věku, kdy je ještě možné ovlivnit jejich návyky. Proto by se jim mělo věnovat více intervenčních programů.

Na informovanosti všech skupin studentů se nejvíce podílí televize a reklamy, až na třetím místě jsou informace ze školy. To svědčí o velkém vlivu médií na tuto věkovou skupinu. Podle průzkumu pouze malá skupina studentů využívá jako zdroj knihy. Málo využíván je i internet, který je v současné době jedním z hlavních zdrojů informací, samozřejmě včetně zavádějících a nespolehlivých. Tady je nutné zdůraznit úlohu školy, která by studenty měla naučit informace třídit, rozeznat relevantní od zavádějících.

Při porovnání jednotlivých škol jsou vidět v teoretických otázkách velké rozdíly mezi studenty gymnázií a ostatními studenty. Většina studentů na teoretické otázky odpověděla správně, znalosti z teorie se však neprojevily na jejich stravování. Konzumace zeleniny je u studentů gymnázia sice větší, ale není uspokojivá. Při výběru úpravy většinou nepřemýšlí o tom, zda zvolená úprava zachová, co největší hodnotu vitamínů a jiných zdraví prospěšných látek. V oblibě mají stejné úpravy jako studenti z jiných škol.

Studenti středních škol mají průměrné teoretické znalosti ze zkoumané oblasti. Jejich stravovací zvyklosti také neodpovídají výživovým doporučením.

Studenti učiliště ve většině teoretických otázek zvolili nejvíce nesprávných odpovědí, jejich stravovací zvyklosti jsou nevyhovující. Konzumace zeleniny je v této skupině nejnižší a rovněž si tito studenti vybírají méně vhodné úpravy.

Výsledky tohoto dotazníku by měly být impulsem ke zvýšení zájmu o středoškoláky a jejich stravovací návyky a životní styl.

Seznam literatury

1. ARES, G., GIMÉNEZ, A., GÁMBARO, A. Influence of nutritional knowledge on perceived healthiness and willingness to try functional foods. *Appetite*, 2008, no. 51, p. 663-668.
2. BÁRTOVÁ, I. *Elektrooxidace alkaloidů a flavonoidů a jejich antioxidační aktivity*. Brno, Diplomová práce Př F MU, 2001.
3. BEECH, M.B. et al. Knowledge, attitudes, and practices related to fruit and vegetable consumption of high school students. *J of adolescent health*, 1999, vol. 24, p. 244-250.
4. BENEŠ, L. Antioxidancia. *Praktické lékařství*, Solen, Olomouc, 2008, roč.4, č.4, s. 183-185.
5. BERNHARDT, S., SCHLICH, E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. *J Food Eng*, 2006, vol. 77, p. 327-333.
6. BLATNÁ, J., DOSTÁLOVÁ, J., PERLÍN, C., TLÁSKAL, P. *Výživa na začátku 21. století: aneb o výživě aktuálně a se zárukou*. Praha. Společnost pro výživu a Nadace NutriVIT, 2005, 79 s. ISBN 80-239-6202-7.
7. BRAMLEY, P. M. et. al. Vitamin E. *J Sci Food Agri*, 2000, vol. 80, p. 913-938.
8. BRIEFEL, R. et al. A national study of school food policies and environment: School food policies affect beverage consumption at school, but student characteristics and behaviors also matter. *Suppl 3 – abstract*, 2008, vol. 108, no. 9, p. A-10.
9. CISKA, E., KOZLOWSKA, H. The effect of cooking on glukosinolates content in white cabbage. *Eur Food Res Technol*, 2001, vol. 212, p. 582-587.
10. CREPINSEK, M.K., WILSON, A., BRIEFEL, R. A national study of school food environments and polices: School food police affect fruit and vegetable consumption at school, especially in elementary school. *Suppl 3 – abstract*, 2008, vol. 108, no. 9, p. A-10.
11. DE SA, M. C., RODRIGUES-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of cooked green vegetables from restaurants. *Food Chem*, 2003, vol. 83, p. 595-600.
12. DOSTÁL, J. et al. *Lékařská chemie II*. 2. vyd., Brno. Nakladatelství MU, 2005. ISBN 80-210-3789-X.
13. DOSTÁLOVÁ, J. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. 1. vyd., Forsapi, 2009. ISBN 978-80-903820-8-4.
14. GAYATHRI, G. N. et al. Influence of antioxidant spices on the retention of β -carotene in vegetables during domestic cooking processes. *Food Chem*, 2004, vol. 84, p. 35-43.

15. GROFOVÁ, Z. *Nutriční podpora*. Grada Publishing, 2007, ISBN 978-80-247-1868-2.
16. HABIBA, R. A. Changes in anti-nutrients, protein solubility, suggestibility and HCl-extractibility of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods. *Food Chem*, 2002, vol. 77, p. 187-192.
17. HLÚBIK, P, STRÍTECKÁ, H, FAJFROVÁ, J. Antioxidanty v klinické praxi. *Praktické lékařství*, Solen, Olomouc, 2006, roč.2, č.6, s 254-256.
18. HLÚBIK, P., OPLTOVÁ, L. *Vitaminy*. 1. vyd., Praha. Grada Publishing, a.s., 2004. ISBN 80-247-0373-4.
19. HOLASOVÁ, M., FIEDLEROVÁ, V., VAVREINOVÁ, S. Determination on folates in vegetables and their retention during boiling. *Czech J Food Sci*, 2008, vol. 26, p. 31-37.
20. HOWARD, L. A., WONG, A. D., PERRY, A. K., KLEIN, B.P. Beta-Carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *J Food Sci*, 1999, vol. 64, p. 929-936.
21. HRONEK, M. *Výživa ženy v obdobích těhotenství a kojení*. Maxdorf, 2004, ISBN 80-7345-013-5.
22. KOMPRDA, T. *Obecná hygiena potravin*. Brno, MZLU, 2004, 145 s.
23. KOMPRDA, T. *Základy výživy člověka*. Brno, MZLU, 2003, 162 s.
24. KOMRSKOVÁ, D. *Antioxidační mechanismy v prevenci oxidativního poškození*. Brno, Přírodovědná fakulta MU, Disertační práce, 2006.
25. KOPEC, K. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998.
26. KOPEC, K. *Potraviny rostlinného původu – ovoce a zelenina*. Studijní podklady pro posluchače bakalářského studia oboru „Výživa člověka“. Poslední aktualizace textu 3.9.2007.
27. KUCHYŇKOVÁ, Š. *Změny obsahových látek v brukvovité zelenině při různé kulinární úpravě*. Brno, Diplomová práce LF MU, 2007.
28. LEDVINA, M., STOKLASOVÁ, A., CERMAN, J. *Biochemie pro studující medicíny*. Praha, Karolinum, 2004, ISBN 80-246-0851-0.
29. MANDELOVÁ, L. et al. Inhibice mutagenity působením šťáv a biologicky aktivních látek brukvovité zeleniny. In slovník Aktuální problematiky genetické toxikologie. 29. pracovní dny České a Slovenské společnosti pro mutagenezu zevním prostředím, NCO NZO Brno, 2006, s. 71-72, ISBN 80-8013-438-0.

30. MC KILLOP, D. J. et al. The effect of different cooking methods on folate retention in various foods that are amongst the major contributors to folate intake in UK diet. *British Journal of Nutrition*, 2002, vol. 88, p. 681-688.
31. MOSHA, T. C. et al. Effect of traditional processing practises on the content of total carotenoid, beta-carotene, alpha-carotene and vitamin A activity of selected Tanzanian vegetables. *Plant Food Hum Nutr*, 1997, vol. 50, p. 189-201.
32. OERLEMANS, K. et al. Thermal degradation of glukosinolates in red cabbage. *Food Chem*, 2006, vol. 95, p. 19-29.
33. PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J., KOHOUT, P. *Základy výživy*. 1. vyd., Praha, Svoboda servis, 2002. ISBN 80-86320-23-5.
34. PARKÁNYOVÁ, J., PARKÁNYOVÁ, L., POKORNÝ, J. *Rostliny jako zdroje přírodních antioxydantů*. Praha, VŠCHT.
35. PAULOVÁ, H, BOCHOŘÁKOVÁ, H, TÁBORSKÁ, E. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy*, č. 98, 2004, s 174 – 179.
36. PODESEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity in Brassica vegetables: A review. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 2005, vol. 40, p. 1-11.
37. POKORNÝ, J. Antioxidanty a kulinární úprava. *Výživa a potraviny*, 2000, č. 5, roč. 55, s. 68-69.
38. Příloha č.1 k vyhlášce č. 157/2003 Sb. (Členění na skupiny a poskupiny).
39. PUUPPONEN-PIMIÁ, R. et al. Blanching and long term freezing affect various bioactive compounds of vegetable in different ways. *J Sci Food Agric*, 2003, vol. 83, p. 1389-1402.
40. RACEK, J.,HOLEČEK, V. Enzymy a volné radikály. *Chemické listy*, 1999, roč. 93, s 774-780.
41. RICKMAN, J. C., BARRETT, D. M., BRUHN, C. M. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *J Sci Food Agric*, 2007, vol. 87, p. 930-944.
42. ROY, M K, TAKENAKA, M, ISOBE, S, TSUSHIDA, T. Antioxidant potential, anti-proliferative activities, and phenolic content in water soluble fractions of some commonly consumed vegetables: Effect of thermal treatment. *Food Chem* 2007, vol 103, p 106-114.
43. RUIZ-RODRIGUEZ, A. et al. Effect of domestic processing on bioactive compounds. *Phytochem Rev*, 2008, vol. 7, p. 345-384.

44. RUNGAPAMESTRY, V. et al. Effect of cooking brassica vegetables on the subsequent hydrolysis and metabolic fate of glukosinolates. *Proceedings of the nutrition Society*, 2007, vol. 66, p. 69-81.
45. SEDLÁČKOVÁ, H., POTÁCEL, J., STARNOVSKÁ, T. *Výživa a příprava pokrmů II*. Fortuna, 1993, ISBN 80-7168-313-2.
46. SOLIAH, L.L., WALTER, J.M. Lifestyle choices (smoking, soft drink consumption, restaurant patronage, sedentary activity) influence health status among adolescents. *Journal of the American Dietetic Association Online*.
Dostupné z <<http://www2.us.elsevierhealth.com>>
47. STEA, T. H. et al. Retention of folates in cooked, stored and reheated peas, broccoli and potatoes for use in modern large-scale service systems. *Food Chem*, 2006, vol. 101, p. 1095-1107.
48. THANE, CH., REDDY, S. Processing of fruit and vegetables: Effect on carotenoids. *Bradford*, 1997, vol. 97, p. 58.
49. Údaje Českého statistického úřadu. Spotřeba ovoce a zeleniny v letech 1993-2007 v ČR. Dostupné online z www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/p/3004-08. Zveřejněno 28.11.2008.
50. VALLEJO, F. A., GERBERÁN, T., GARCÍA-VINGUERA, C. Glukosinolates and vitamin C content in edible parts of broccoli florets after domestic cooking. *Eur Food Res and Technik*, 2002, vol. 215, p. 310-316.
51. VALLEJO, F., BERBERÁN, T., GARCÍA-VIGUERA, C. Phenolic compound contents in edible parts of broccoli inflorescences after domestic cooking. *J Sci Food Agric*, 2003, vol. 83, p. 1511-1516.
52. VAN DEN BERG, H. et al. The potential for the improvement of carotenoid levels in food and the likely systemic effect. *J Sci Food Agric*, 2000, vol. 80, p. 880-912.
53. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. 2. vyd., Tábor, Osis, 2002. ISBN 80-86659-03-8.
54. Vyhláška č. 157/2003 Sb.(Požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování.)
55. WILHELM, Z. et al. *Výživa v onkologii*. Brno, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-410-0.
56. ZHANG D, HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chem*, 2004, vol. 88, p. 503-509.

57. ZIA-UR-REHMAN, ISLAM, M., SHAH, W. H. Effect of microwave and conventional cooking on insoluble dietary fibre components of vegetables. *Food Chem*, 2003, vol. 80, p. 237-240.

Přílohy

Příloha č. 1: Dotazník praktické části

Vážená paní, vážený pane,

dovoluji si Vás požádat o vyplnění následujícího dotazníku. Tento dotazník byl sestaven pro studii Preventivního ústavu Lékařské fakulty Masarykovy univerzity. Dotazník je anonymní a Vámi poskytnuté informace budou použity pouze pro účely studie LF MU.

Děkuji za spolupráci.

Pokyny pro vyplnění:

Vyberte 1 či více odpovědí, které nejvíce odpovídají skutečnosti a zakroužkujte je. Pokud neodpovídá ani jedna z nabízených možností a není možnost odpovědět jinak, nechte otázku nevyplněnou.

1. Jak často konzumujete zeleninu?

- | | |
|---------------------|-----------------|
| a) několikrát denně | e) 1-3x měsíčně |
| b) 1 x denně | f) téměř nikdy |
| c) několikrát týdně | g) nikdy |
| d) 1x týdně | |

2. Jak upravenou zeleninu nejčastěji konzumujete?

- | | |
|-------------|--|
| a) syrovou | d) dušenou |
| b) vařenou | e) jinak upravenou ^{doplňte úpravu} |
| c) smaženou | |

3. Myslíte si, že úprava zeleniny (strouhání, vaření...) má nějaký vliv na nutriční hodnotu zeleniny?

- a) ano
- b) ne
- c) nevím

4. Jaké úpravu u jiných než zeleninových pokrmů dáváte přednost?

- | | |
|------------------|---|
| a) smažení | f) grilování |
| b) vaření | g) dávám přednost ^{doplňte Vámi preferovanou úpravu} |
| c) pečení | |
| d) dušení | |
| e) vaření v páře | |

5. Úpravu pokrmu vybíráte podle

- a) sensorických vlastností hotového pokrmu (vůně, chuť, vzhled..)
- b) zachování co nejvyššího obsahu vitamínů a jiných prospěšných látek
- c) ceny hotového pokrmu
- d) je mi jedno, jak je pokrm upravený

6. Jak upravené brambory obsahují nejvíce vitamínu C? (Vyberte z každého sloupce 1 možnost)

- | | | |
|--------------|----------------|-------------------|
| a) ve slupce | d) vcelku | g) vařené v páře |
| b) oloupané | e) nakrájené | h) vařené ve vodě |
| c) okrájené | f) nastrouhané | i) smažené |

7. Pojem antioxidanty

- a) jsem slyšel/a a vím, co tento pojem znamená
- b) jsem slyšel/a, ale nevím, co tento pojem znamená
- c) nikdy jsem neslyšel/a nevyplňujte otázku č.7

8. Pojem antioxidanty znám

- | | | |
|----------------|---------------------|--------------|
| a) z televize | e) z knih | i) od rodiny |
| b) z rozhlasu | f) z obalů potravin | j) ze škol |
| c) z internetu | g) od přátel | |
| d) z časopisů | h) z reklam | |

9. Podle Vašeho názoru antioxidanty jsou

- a) mikroorganismy, které mají příznivý vliv na zdraví člověka
- b) nestravitelné složky potravy
- c) látky omezující aktivitu volných radikálů
- d) jiný název pro vitaminy

10. V jakých potravinách jsou podle Vás antioxidanty nejvíce zastoupeny?

- a) v mléce a mléčných výrobcích
- b) v mase a masných výrobcích
- c) v ovoci a zelenině
- d) v pečivu

11. Myslíte si, že se obsah antioxidantů během tepelné úpravy může změnit

- a) ano, ale pouze minimálně
- b) ano, velmi významně
- c) ne, obsah se nemění
- d) nevím

12. Informovanost o antioxidantech podle Vás je

- a) dostatečná
- b) nedostatečná
- c) nedostatečná, ale není potřeba o nich něco vědět

Věk:

Pohlaví: dívka/chlapec

Škola: gymnázium/ SŠ s maturitou/ SŠ bez maturity (učiliště)

Jménem Preventivního ústavu LF MU Vám děkuji za účast a vyplnění dotazníku.