

Zdravotní aspekty řas, využitelných pro lidskou výživu

Ludmila Machů

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ludmila MACHŮ**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Zdravotní aspekty řas, využitelných pro lidskou výživu**

Zásady pro vypracování:

1. Řasy, svým obsahem nutričně významných látek, mají vliv na zdraví.
2. Zjistěte zdravotní aspekty různých druhů řas a formou dotazníku zhodnoťte dosavadní využití těchto produktů pro lidskou výživu.

Ludmila Machů
prof. Ing. Jaroslav Čížek, CSc.
ředitel ústavu

Ludmila Machů
doc. Ing. Petr Hájek, CSc.
ředitel ústavu

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

DAWCZYNSKI, Christine, SCHUBERT, Rainer, JAHREIS, Gerhard. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 2007, vol. 103, s. 891-899.

SHENG, J., et al. Preparation, identification and their antitumor activities in vitro of polysaccharides from *Chlorella pyrenoidosa*. *Food Chemistry*, 2007, vol. 105, s. 533-539.

MABEAU, Serge, FLEURENCE, Joel. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 1993, vol. 4, s. 103-107.

MCHUGH, D.J. A guide to the seaweed industry. University of New South Wales, Australian Defence Force Academy, Canberra, Australia, 2003, 105 s., ISBN: 92-5-104958-0.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ladislava Mišurcová

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. listopadu 2007

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Řasy se dělí na dvě velké skupiny: na řasy mořské a sladkovodní. Řasy jsou významné především svou nutriční hodnotou. Ve východoasijských zemích se tradičně používají jako potravina, ale v evropských zemích není přímá konzumace řas příliš rozšířena. Dotazníkem bylo zjištěno, kolik lidí řasy zná, konzumuje a zná jejich pozitivní účinky na lidský organismus.

Klíčová slova: mořské řasy, sladkovodní řasy, nutriční hodnota, dotazník

ABSTRACT

Algae is divided into two big groups: seaweed and freshwater algae. Algae is notable first of all for its nutritious value. In East Asian countries is algae traditionally used like food, but in European countries isn't straight algae's consumption spread so much. It was found out how many people know algae, consume algae and know their positive benefits for human organism by questionnaire.

Keywords: seaweed, freshwater algae, nutritious value, questionnaire

Mé velké poděkování patří v první řadě Ing. Mišurcové za obětavost a trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu a pomoc.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 TAXONOMIE ŘAS	10
2 MOŘSKÉ ŘASY	14
2.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ ŘAS	14
2.1.1 Bílkoviny a aminokyseliny	17
2.1.2 Nebílkovinné dusíkaté látky	20
2.1.3 Sacharidy	21
2.1.4 Lipidy a mastné kyseliny	24
2.1.5 Vitaminy	28
2.1.6 Minerální látky	28
2.2 PRODUKCE ŘAS	30
2.3 LEGISLATIVA	30
3 SLADKOVODNÍ ŘASY	33
3.1 CHLORELLA	33
3.2 SPIRULINA	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
4 CÍL PRÁCE	36
5 METODIKA PRÁCE	37
5.1 DOTAZNÍK	37
6 VÝSLEDKY A DISKUSE	38
6.1 SLOŽENÍ RESPONDENTŮ	38
6.1.1 Preference kvality či ceny	38
6.1.2 Nákup v prodejnách zdravé výživy	39
6.2 ZNALOST ŘAS	40
6.2.1 Znalost jak mořských tak sladkovodních řas	41
6.2.2 Znalost jen sladkovodních řas	42
6.2.3 Znalost jen mořských řas	44
6.3 NÁKUP ŘAS	46
6.3.1 Nákup jak mořských tak sladkovodních řas	47
6.3.2 Nákup jen sladkovodních řas	47
6.3.3 Nákup jen mořských řas	49
6.3.4 Důvody negativní odpovědi na nákup řas	51
6.4 ÚČINKY ŘAS NA LIDSKÝ ORGANISMUS	51
ZÁVĚR	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59

SEZNAM OBRÁZKŮ	61
SEZNAM TABULEK	62
SEZNAM PŘÍLOH	64

ÚVOD

Řasy jsou klasifikovány jako jednobuněčné i mnohobuněčné organismy, které mohou být jak mikroskopických tak makroskopických rozměrů. Nacházejí se především v přímořských oblastech. Makroskopické řasy, známé také jako mořské řasy, jsou členěny podle svých přírodních pigmentů na: hnědé řasy (*Phaeophyta*), červené řasy (*Rhodophyta*) a zelené řasy (*Chlorophyta*). Také se k nim obvykle řadí „modrozelená řasa“ *Spirulina*, která patří mezi sinice (*Cyanophyta*).

Řasy se jako součást jídelního lístku pravidelně objevují především v asijských zemích jako je Japonsko, Korea nebo Čína. V Evropě se řasy využívají k výrobě hydrokoloidů – agaru, alginátu, karagenanu, v kosmetickém průmyslu a jako krmivo pro zvířata hojněji než k přímé spotřebě. Řasy jsou bohatým zdrojem bílkovin s vhodným složením aminokyselin včetně esenciálních, obsahují velké množství minerálních látek a pokud jsou konzumovány v čerstvém stavu také vitaminů. Další jejich předností je vysoký obsah vlákniny a nízká koncentrace lipidů, z nichž převážná část je tvořena polynenasycenými mastnými kyselinami. Nesporné je také jejich příznivé působení na lidský organismus.

Trend zdravé výživy, do níž konzumace řas nepochybně patří, se rozšiřuje i v České republice. Řasy se u nás dají opatřit nejen na internetu a v prodejnách zdravé výživy, ale začínají pronikat i do supermarketů ať už v podobě doplňků stravy, farmaceutických výrobků, jako součástí jiné potravin nebo v sušené podobě.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodla zaměřit svou bakalářskou práci především na charakteristiku sladkovodních a mořských řas z hlediska nutričního složení a jejich působení na lidský organismus. Součástí bakalářské práce je i vypracování a zpracování dotazníku, který měl mimo jiné prověřit, nakolik lidé znají sladkovodní a mořské řasy, jestli znají jejich účinky na lidský organismus a jestli je kupují. Pokud je kupují, jaké formě konzumace dávají přednost a pokud je nekupují, z jakého důvodu tak činí.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAXONOMIE ŘAS

Taxonomické rozdělení řas dle [2]:

Doména: EUKARYA (Eukarya)

Říše: CHROMISTA (Chromista)

Oddělení (kmen): Chromofyta

Třída: Hnědé řasy (Phaeophyceae)

Říše: ROSTLINY (Plantae)

Podříše: Biliphyta

Oddělení: Ruduchy (Rhodophyta)

Podříše: Zelené rostliny (Viridiplantae)

Vývojová linie: Zelené řasy (Chlorophytae)

Oddělení: Zelené řasy (Chlorophyta)

Doména: BAKTERIE (Bacteria)

Oddělení: Gramnegativní bakterie s buněčnou stěnou (Gracilicutes)

Skupina: Oxygenní fototrofní bakterie

Podskupina: Cyanobakterie (sinice)



Obrázek 1: *Palmaria palmata* [1]

Rozdělení jedlých mořských řas:

- Zelené řasy (Chlorophyta)
 - *Caulerpa* (*Caulerpa lentillifera*- komerční název: Sea Grapes, Green Caviar)
 - *Codium*
 - *Enteromorpha* (komerční název: Aonori)
 - *Monostroma* (komerční název: Aonori)
 - *Ulva* (*Ulva lactuca*- komerční název: Sea Lettuce)

Zelené řasy dosahují podobných rozměrů jako červené řasy tj. od několika centimetrů až do jednoho metru [1].

- Červené řasy (Rhodophyta)
 - *Chondrus* (*Chondrus crispus*- komerční název: Irish Moss)
 - *Eucheuma*
 - *Gigartina*
 - *Gracilaria* (komerční název: Ogo, Ogonori)
 - *Hypnea*
 - *Lithothamnion*
 - *Meristotheca*
 - *Palmaria* (*Palmaria palmata*- komerční název: Dulse)
 - *Porphyra* (komerční název: Nori)



Obrázek 2: *Porphyra umbilicalis* [1]

Červené řasy obvykle dosahují menších rozměrů od několika centimetrů až do jednoho metru [1]. Jejich barevnost je dána poměrem v nich obsažených barviv- především chlorofylu, karotenů, fykoerythrinu a fykocyaninu [22]. Proto červené řasy nebývají vždy červené. Někdy mohou být i fialové nebo dokonce červenohnědé [1].

➤ Hnědé řasy (Phaeophyta)

- *Alaria* (*Alaria esculenta*- komerční název: Winged Kelp)
- *Ascophyllum*
- *Durvillaea*
- *Eisenia* (*Eisenia arborea*- komerční název: Arame)
- *Fucus*
- *Himanthalia*
- *Hizikia* (*Hizikia fusiforme*- komerční název: Hiziki)
- *Laminaria* (*Laminaria japonica*- komerční název: Kombu, Kelp)
- *Macrocystis*
- *Sargassum*
- *Undaria* (*Undaria pinnatifida*- komerční název: Wakame)



Obrázek 3: *Undaria pinnatifida* [1]

Hnědé řasy obvykle dosahují velkých rozměrů od dvacetimetrové řasy Kelp přes kožovité řasy s délkou 2 až 4 metry po menší druhy s rozměry 30 až 60 cm [1].

Rozdělení jedlých sladkovodních řas:

- Zelené řasy
 - *Chlorella*
- „Modrozelené“ řasy
 - *Spirulina*



Obrázek 4: *Spirulina* [5]

2 MOŘSKÉ ŘASY

V asijských zemích jsou některé druhy mořských řas využívány jako potrava z důvodu vysokého obsahu nutričních látek a jejich nezaměnitelné chuti. Především lidé z přímořských oblastí konzumují čerstvé sušené řasy ve značném množství. Řasy jsou nutričně velmi zajímavé, protože i přes nízkou kalorickou hodnotu jsou velmi bohaté na proteiny, aminokyseliny, vitaminy, minerály a dietní vlákninu [7].

Význam mořských řas prudce roste zvláště v poslední době, kdy většina zemědělské půdy je zničena intenzivním hnojením, pesticidy, nedostatkem humusu a kyselými dešti. V mnoha krajích vypěstované plodiny neobsahují tabulková množství makro- a mikroprvků, a proto lidé trpí četnými poruchami a nemocemi z jejich nedostatku. Z hlediska lidské výživy jsou tyto anorganické látky většinou nevyužitelné, protože nejlépe se vstřebávají látky organického původu. Právě mořské řasy jsou schopny tyto mikro- a makroprvky ve svém rostlinném těle přeměňovat do organické formy využitelné pro tělo. V literatuře se uvádí, že mořské řasy obsahují 59 makro a mikroprvků, některé vitaminy - zvláště významný v dostatečném množství je vitamin B₁₂, o němž se donedávna předpokládalo, že může být využit jen z potravin živočišného původu. Kromě toho řasy obsahují mnoho dalších biologicky aktivních látek jako je například β -karoten [3].

2.1 Chemické složení řas

Chemické složení řas se mění v závislosti na druhu, geografické lokalitě, ročním období, zralosti, vnějším prostředí, jako je teplota, slanost vody, intenzita světla, koncentrace živin, a na životním prostředí [7], [16].

Složení mořských řas zajišťuje dostupnost dietních složek v nich obsažených. Jedlé mořské řasy jsou bohaté na množství proteinů, aminokyselin, minerálních látek, ale také i na jiné složky jako je vláknina. Další významnou vlastností řas je schopnost vylučovat volné radikály [7].

Pro srovnání uvádím tabulku, která obsahuje obsah bílkovin, obsah tuků, vlákniny, popelovin, vitamínu C, vápníku a železa (viz tabulka 1) v červené řase *Gracilaria changgi* a vybraných produktech.

Tabulka 1: Obsah bílkovin, tuků, vlákniny, popelovin, Ca, Fe a vitamínu C v *G. changgi* a vybraných produktech [11]

Produkty	Bílkoviny	Tuky	Vláknina	Popeloviny	Ca	Fe	Vitamín C
	g/100 g				mg/100 g		
<i>G. changgi</i>	6.9	3.3	24.7	22.7	651	95.6	28.5
zelené fazolové výhonky	2.6	0.2	0.7	0.3	25.0	1.7	14.1
sója, bílá	33.8	18.9	5.5	4.8	200	0.6	7.5
hrách (zelený, konzervovaný)	3.4	0.4	2.7	1.3	25.0	1.9	8.1
červený špenát	2.8	0.3	1.5	1.8	120	4.0	48.3
mrkev	1.0	0.1	1.1	0.8	140	0.8	9.5
brokolice	4.1	0.1	1.0	0.8	40.0	0.7	85.0
hlávkový salát	1.2	0.1	0.5	0.7	50.0	1.5	27.6
rajče	1.4	0.2	0.5	0.6	12.0	0.8	25.8
červená dýně	0.9	0.1	0.3	0.4	21.0	0.7	36.5
zelí	1.6	0.2	0.9	0.8	40.0	0.6	53.0
chilli paprika	2.8	0.7	4.8	0.9	15.0	1.8	175.0

Nutriční hodnota řas je určena především množstvím a využitelností proteinů, aminokyselin, lipidů, mastných kyselin, sacharidů, vlákniny, vitaminů a minerálních látek. Tyto hodnoty se liší, a proto uvádím tabulku 2 ze zdroje [6], který se zabývá zkoumáním množství sušiny, hrubé bílkoviny, čisté bílkoviny, nebílkovinného dusíku, lipidů a dietní vlákniny u červené řasy *Porphyra* sp. z různých stanovišť výskytu a u vybraných druhů hnědých řas. Pro srovnání uvádím tabulku 3, kde se zdroj [14] zaměřuje na množství hrubých bílkovin, popelovin, vlhkosti, sacharidů, hrubých lipidů a dietní vlákniny. Tyto hodnoty jsou zjišťovány u hnědých řas *Hizikia japonica* a *Hizikia charoides* a u zelené řasy *Ulva lactuca*. Všechny hodnoty jsou uváděny v g/100 g sušiny.

Tabulka 2: Hodnoty nutričních faktorů u vybraných druhů červených a hnědých řas [6]

Nutriční faktory (g/100 g d. w.)	Červené řasy			Hnědé řasy			
	<i>Porphyra</i> sp. ^A	<i>Porphyra</i> sp. ^B	Celkový průměr	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Hizikia fusiforme</i>	Celkový průměr
Sušina	93.5 ± 1.5	92.3 ± 0.7	93.1 ± 1.3	89.3 ± 1.4	91.0 ± 2.2	89.4 ± 0.5	90.0 ± 1.9
Hrubá bílkovina	31.4 ± 8.4	30.9 ± 3.9	31.3 ± 7.3	19.8 ± 1.4	7.5 ± 1.9	11.6 ± 0.8	13.8 ± 6.2
Čistá bílkovina	27.0 ± 7.3	25.6 ± 3.6	26.6 ± 6.3	18.9 ± 9.8	6.3 ± 3.8	10.9 ± 1.0	12.9 ± 6.2
Nebílkovinný dusík	4.4 ± 1.4	5.3 ± 0.6	4.6 ± 1.2	0.4 ± 0.3	1.6 ± 0.9	0.7 ± 0.2	0.9 ± 0.6
Lipidy	2.8 ± 1.0	1.0 ± 0.2	2.1 ± 1.2	4.5 ± 0.7	1.0 ± 0.3	1.4 ± 0.1	2.4 ± 1.8
Dietní vláknina	49.8 ± 6.6	45.7 ± 1.9	48.6 ± 5.9	45.9 ± 1.5	36.0 ± 5.7	62.3 ± 0.7	43.8 ± 9.2

^A*Porphyra* sp. z Japonska a Koreje

^B*Porphyra* sp. z Číny

Tabulka 3: Složení vybraných druhů hnědých a zelených řas [14]

Složení (g/100 g d. w.)	Hnědé řasy		Zelené řasy
	<i>Hizikia japonica</i>	<i>Hizikia charoides</i>	<i>Ulva lactuca</i>
Hrubá bílkovina	19.0 ± 0.36	18.4 ± 0.30	7.06 ± 0.06
Popeloviny	22.1 ± 0.72	22.8 ± 2.23	21.3 ± 2.78
Vlhkost	9.95 ± 0.27	10.9 ± 0.62	10.6 ± 1.14
Sacharidy	4.28 ± 1.52	7.02 ± 4.06	14.6 ± 4.94
Hrubé lipidy	1.42 ± 0.35	1.48 ± 0.15	1.64 ± 0.10
Dietní vláknina	53.2 ± 0.56	50.3 ± 2.78	55.4 ± 2.00

2.1.1 Bílkoviny a aminokyseliny

Z tabulek 2 a 3 je patrné, že červené, hnědé i zelené druhy mořských řas vykazují rozdíly v obsahu bílkovin. Obsah hrubého proteinu v červených mořských řasách byl přibližně 31 g/100 g sušiny, zatímco obsah hrubého proteinu v hnědých řasách byl jen 14 g/100 g sušiny [6]. Naproti tomu zdroj [14] udává obsah hrubé bílkoviny u hnědých řas cca 19 g/100 g sušiny a obsah hrubé bílkoviny u zelených řas přibližně 7 g/100 g sušiny.

Obsah bílkovin v hnědých řasách (např. *Laminaria japonica*, *Hizikia fusiforme* nebo *Undaria pinnatifida*) je relativně nízký: 7-16 g/100 g sušiny. Naproti tomu červené řasy (např. *Palmaria palmata* (Dulse) a *Porphyra tenera*) obsahují 21-47 g bílkovin/100 g sušiny. Bílkoviny řas obsahují všechny esenciální aminokyseliny a všechny tyto esenciální aminokyseliny jsou v průběhu roku dostupné, ačkoliv se jejich koncentrace během ročních období mění. Množství esenciálních aminokyselin je u některých rodů (např. *Porphyra* sp.) srovnatelné se sójovou nebo vaječnou bílkovinou. V mnoha druzích mořských řas se ve vysokých koncentracích vyskytují především aminokyseliny Arg, Asp a Glu a také esenciální aminokyseliny [6].

Autoři [6] a [14] se zabývali zkoumáním množství aminokyselin v mořských řasách. Výsledky jejich analýzy uvádějí tabulky 4 a 5. V tabulce 4 jsou zobrazeny hodnoty esenciálních aminokyselin a v tabulce 5 hodnoty semiesenciálních a neesenciálních aminokyselin ze zdroje [6] v červených řasách *Porphyra* sp. z různých zeměpisných oblastí a v hnědých řasách *Undaria pinnatifida*, *Laminaria* sp., *Hizikia fusiforme*, a ze zdroje [14] v hnědých řasách *Hizikia japonica* a *Hizikia charoides* a v zelené řase *Ulva lactuca*. Zdroj [6] hodnoty uvádí v g/100 g sušiny, zatímco zdroj [14] hodnoty uvádí v mg/g proteinu. Jelikož jsou hodnoty uvedeny v jiných veličinách, jsou výsledky analýzy aminokyselin v mořských řasách srovnány jen v rámci jednotlivých zdrojů.

Tabulka 4: Hodnoty esenciálních aminokyselin u vybraných druhů hnědých, červených a zelených řas [6], [14]

Řasy	Červené		Hnědé				Zelené	
	zdroj [6]; údaje v g/100 g sušiny				zdroj [14]; údaje v mg/g proteinu			
AK	<i>Porphyra</i> sp. Jap.,Korea	<i>Porphyra</i> sp. Čína	<i>Undaria</i> <i>pinnatifida</i>	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Hizikia</i> <i>fusiforme</i>	<i>Hizikia</i> <i>japonica</i>	<i>Hizikia</i> <i>charoides</i>	<i>Ulva</i> <i>lactuca</i>
Thr	5.3 ± 0.8	5.2 ± 0.6	4.4 ± 0.6	3.5 ± 0.6	4.1 ± 0.5	45.9	51.3	50.6
Val	5.2 ± 1.0	4.5 ± 0.4	5.2 ± 0.5	3.8 ± 1.0	4.9 ± 0.5	56.3	61.4	55.0
Ile	3.1 ± 0.5	3.3 ± 0.2	4.1 ± 0.3	2.7 ± 0.9	4.0 ± 0.4	44.8	48.5	38.2
Leu	5.5 ± 0.9	5.9 ± 0.4	7.4 ± 0.6	4.9 ± 1.7	6.7 ± 0.6	97.9	72.3	67.1
Phe	3.3 ± 0.4	3.5 ± 0.4	4.7 ± 0.3	3.2 ± 1.0	4.6 ± 0.4	37.2	56.0	35.0
Lys	4.9 ± 0.9	5.2 ± 0.6	5.6 ± 0.4	3.9 ± 1.4	3.1 ± 0.3	66.3	64.9	65.8
Met	1.8 ± 0.7	1.7 ± 0.3	1.7 ± 0.5	0.9 ± 0.2	1.6 ± 0.1	18.5	16.8	15.7
Trp	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.5 ± 0.5	0.4 ± 0.0	---	---	---

Při srovnání údajů ze zdroje [14] jsou patrné rozdíly v koncentracích esenciálních kyselin v rámci hnědých řas. Nejmarkantnější jsou rozdíly u Leu a Phe, kdy *Hizikia japonica* vykazuje vyšší množství Leu, ale naproti tomu *Hizikia charoides* obsahuje mnohem vyšší koncentrace Phe než *Hizikia japonica* a zároveň také než zelená řasa *Ulva lactuca*. Srovnáním hnědých řas a zelené řasy *Ulva lactuca* je patrné, že koncentrace esenciálních aminokyselin u zelené řasy je srovnatelná a v případě Ile, Leu, Phe a Met je dokonce nižší než u hnědých řas. Z tabulky 4 vyplývá, že nejhojněji se vyskytující esenciální aminokyselinou je Leu u hnědých řas *Hizikia japonica* a *Hizikia charoides* i zelené řasy *Ulva lactuca* [14].

Tabulka 5: Hodnoty semiesenciálních a neesenciálních aminokyselin u vybraných druhů červených, hnědých a zelených řas [6], [14]

Řasy	Červené		Hnědé					Zelené	
	zdroj [6]; údaje v g/100 g sušiny					zdroj [14]; údaje v mg/g proteinu			
AK	<i>Porphyra</i> sp. Jap.,Korea	<i>Porphyra</i> sp. Čína	<i>Undaria</i> <i>pinnatifida</i>	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Hizikia</i> <i>fusiforme</i>	<i>Hizikia</i> <i>japonica</i>	<i>Hizikia</i> <i>charoides</i>	<i>Ulva</i> <i>lactuca</i>	
P-Ser	0.7 ± 0.8	0.3 ± 0.7	1.5 ± 1.3	1.8 ± 2.8	5.6 ± 0.2	---	---	---	
Tau	4.3 ± 2.1	2.4 ± 1.1	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.2	0.6 ± 0.2	---	---	---	
Asp	8.5 ± 1.0	8.2 ± 1.3	8.7 ± 1.1	12.5 ± 2.8	9.1 ± 1.0	98.4	88.6	98.7	
Ser	4.0 ± 0.5	4.9 ± 0.4	4.0 ± 0.4	3.3 ± 0.6	3.7 ± 0.3	47.5	44.9	55.4	
Glu	10.2 ± 2.6	9.3 ± 1.1	14.5 ± 3.2	23.8 ± 7.5	18.7 ± 2.4	110	98.4	87.3	
Gly	5.1 ± 1.3	4.1 ± 0.4	5.1 ± 0.7	4.0 ± 1.1	4.8 ± 0.5	54.2	50.6	67.4	
Ala	6.2 ± 2.2	4.2 ± 0.4	4.7 ± 0.6	5.7 ± 2.8	4.3 ± 0.4	57.4	52.3	73.9	
Tyr	3.4 ± 2.1	3.2 ± 0.5	2.9 ± 0.5	1.7 ± 0.5	2.8 ± 0.4	27.9	26.0	35.0	
His	2.6 ± 0.4	2.4 ± 0.5	2.5 ± 0.3	2.2 ± 0.4	2.6 ± 0.4	6.89	6.58	4.82	
Arg	5.9 ± 0.4	5.9 ± 0.7	5.2 ± 0.2	3.3 ± 1.1	4.5 ± 0.3	66.8	63.6	84.4	
Pro	3.5 ± 1.0	3.6 ± 0.4	3.6 ± 1.6	3.1 ± 1.1	3.8 ± 0.4	45.4	47.9	44.6	
Cys	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.2	0.9 ± 0.2	1.2 ± 0.3	0.9 ± 0.1	29.1	28.1	13.3	

Z tabulek 4 a 5 je patrné, že ve všech druzích zkoumaných řas byly v bílkovinách převážně zastoupeny tyto aminokyseliny: Thr, Val, Leu, Lys, Gly a Ala. Z neesenciálních aminokyselin byly jak v červených, hnědých i zelených řasách obsaženy v nejvyšších koncentracích aminokyseliny Asp a Glu [6], [14].

Z tabulky 4 lze rovněž vyčíst, že koncentrace esenciálních aminokyselin byla srovnatelná v rámci jednotlivých druhů červených řas, ale podstatně se lišila u jednotlivých druhů hnědých řas. Koncentrace Thr, Val, Ile, Leu, Phe, Lys a Met byly významně vyšší u *Undaria pinnatifida* než u *Laminaria* sp. *Undaria pinnatifida* měla významně vyšší koncentraci Lys než *Hizikia fusiforme* a *Laminaria* sp. měla významně vyšší koncentraci Cys než *Undaria pinnatifida* [6].

Taurin je méně obvyklou aminokyselinou vznikající oxidací cysteinu a vyskytující se stejně tak jako Gly v podobě konjugovaných žlučových kyselin. Obsah taurinu (Tau), i když taurin zrovna nepatří mezi typické složky evropské stravy, reprezentuje nutriční znaky charakteristické pro červené řasy. Je zde také významný rozdíl mezi koncentrací taurinu u *Porphyra* sp. z Japonska a Koreje, kde byla významně vyšší, a koncentrací taurinu u téhož rodu z Číny. U hnědých řas byly zjištěny pouze nízké koncentrace taurinu. Naproti tomu hnědé řasy obsahují fosfoserin (P-Ser) a nejvyšší koncentrace této aminokyseliny lze nalézt u *Hizikia fusiforme* [6].

Limitující aminokyseliny určují výživovou hodnotu stravy a vyjadřují nejmenší množství esenciálních aminokyselin ve stravě. Trp byl první limitující aminokyselinou jak červených tak hnědých řas. Mezi ostatní limitující aminokyseliny obsažené v bílkovinách červených řas, které jsou prezentovány nízkou koncentrací zahrnujeme Leu a Ile, kdežto mezi aminokyseliny hnědých řas, které jsou zastoupeny v nízké koncentraci zahrnujeme Met, Cys a Lys [6]. Limitující aminokyselinou zelených řas je především Met [14].

2.1.2 Nebílkovinné dusíkaté látky

V červených řasách jsou hodnoty frakce nebílkovinných dusíkatých sloučenin mnohem vyšší než v případě hnědých řas (viz tabulka 2). Frakce nebílkovinných dusíkatých látek jsou složeny převážně z chlorofylu, nitritu, nitrátu, nukleových kyselin a amoniových složek stejně tak jako z volných aminokyselin [6].

2.1.3 Sacharidy

Typy a množství sacharidů silně kolísá s druhem řas. Typickými sacharidy v červených řasách jsou α -(1→4)-glukan (florideový škrob), celulóza, xylan a mannan. Ve vodě rozpustná frakce vlákniny je tvořena galaktany obsahující síru, např. agar nebo karagenan. Typické sacharidy v hnědých řasách jsou složeny z fukoidanu, laminaranu (β -(1→3)-glukan), celulosy, alginátů a mannitolu. Vlákninou hnědých řas je hlavně celulóza a nerozpustné algináty. Algináty jsou vápenaté, hořečnaté nebo sodné soli alginové kyseliny (polymer β -D-mannuronové kyseliny a α -L-guluronové kyseliny spojené vazbou 1→4) [6].

Jak ukazují tabulky 2 a 3, byl obsah dietní vlákniny v červených řasách a v hnědé řase *Undaria pinnatifida* srovnatelný. Nejvyšší obsah vlákniny byl prokázán v *Hizikia fusiforme* a to 62 g/100 g sušiny, zatímco v *Laminaria* sp. bylo nejnižší množství vlákniny. Žádné významné rozdíly mezi obsahem dietní vlákniny v hnědých, červených a zelených řasách nebyly zaznamenány [6], [14].

Bezvará sliznatá frakce vlákniny hnědých řas je z velké části tvořena ve vodě rozpustnými algináty nebo fukoidanem. Hlavními zásobními polysacharidy hnědých řas jsou laminaran (β -(1→3)-glukan) a mannitol [6]. Fyzikální vlastnosti polysacharidů zelených řas jsou bližší listům rostlin žijících na pevnině než jiným třídám mořských řas [7]. Sacharidy typické pro řasy nemohou být tráveny lidským gastrointestinálním traktem a z toho důvodu jsou dietní vlákninou. Obsah celkové dietní vlákniny se pohybuje v rozmezí 33-50 g/100 g sušiny. Obsah vlákniny v mořských řasách je proto vyšší než ten, který byl nalezen v mnohých druzích ovoce a zeleniny. Bylo ověřeno, že konzumace vlákniny z řas má na lidský organismus zdraví podporující účinek [6].

Konzumaci vlákniny jsou přisuzovány tyto podporující účinky:

- podporuje růst a ochranu prospěšné intestinální flóry [6],
- má hypoglykemické účinky [6],
- zlepšuje hojení střevní sliznice tlustého střeva [4],
- snižuje celkový cholesterol [4],
- snižuje resorpci cukru a tuku [4],
- zvyšuje růst bakterií ve střevním lumen, z čehož vyplývá její prebiotický účinek [4],

- podílí se na udržení a zlepšení morfologie střevních klků [4],
- chrání sliznici tlustého střeva před eventuálními toxickými látkami ve střevním obsahu [4],
- urychluje vyprazdňování [6],
- zlepšuje adaptaci střeva u syndromu krátkého střeva [4],
- její konzumace snižuje riziko výskytu rakoviny tlustého střeva [6].

Polysacharidy řas mají funkce především strukturní a zásobní. V případě hnědých řas jsou strukturními polysacharidy algináty a fukany a hlavní zásobní polysacharid je laminarin. U červených řas jsou strukturními polysacharidy především karagenany, agar, celulosa a xylan a jako zásobní polysacharid červeným řasám slouží florideový škrob. Strukturními polysacharidy zelených řas jsou celulosa, xylan, mannan a glukuronoxylorhamnan a jako zásobní polysacharid se uplatňuje škrob. Přehled hlavních polysacharidů řas uvádí tabulka 6.

Tabulka 6: Hlavní polysacharidy řas [12]

Druh řasy	Strukturní polysacharidy	Zásobní polysacharidy
Hnědé řasy	alginát (guluronová kyselina, mannuronová kyselina)	laminarin (glukosa)
	fukany (fukosa sulfát)	
Červené řasy	karagenany (galaktosa, sulfát)	florideový škrob (glukosa)
	agar (galaktosa)	
	celulosa	
	xylan	
Zelené řasy	celulosa	škrob
	xylan	
	mannan	
	glukuronoxylorhamnan	

Vláknina je jednou z důležitých nutričních složek. Vlákninu můžeme dělit podle rozpustnosti ve vodě na rozpustnou a nerozpustnou. Tabulka 7 udává koncentrace vlákniny rozpustné, nerozpustné a celkové v g/100 g sušiny u vybraných zástupců hnědých, červených a zelených řas a u některých potravin rostlinného původu.

Tabulka 7: Obsah dietní vlákniny ve vybraných mořských řasách a potravinách rostlinného původu [12]

Zdroj	Vláknina (g/100 g sušiny)		
	Rozpustná	Nerozpustná	Celková
Hnědé řasy			
Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>)	30.0	5.3	35.3
Hijiki (<i>Hizikia fusiforme</i>)	32.9	16.3	49.2
Sea-spaghetti (<i>Himanthalia elongata</i>)	25.7	7.0	32.7
Konbu-breton (<i>Laminaria digitata</i>)	32.6	4.7	37.3
Zelené řasy			
Sea-lettuce (<i>Ulva lactuca</i>)	21.3	16.8	38.1
Ao-nori (<i>Enteromorpha spp.</i>)	17.2	16.2	33.4
Červené řasy			
Nori (<i>Porphyra tenera</i>)	17.9	6.8	34.7
Potraviny			
jablko	5.9	8.3	14.2
zelí	16.8	17.5	34.3
pšeničné otruby	8	77	85
cukrová řepa	25	50	75

2.1.4 Lipidy a mastné kyseliny

Lipidy jsou v mořských řasách zastoupeny v množství 1-6 g/100 g sušiny. V některých odrůdách hnědých řas, jako je např. *Hizikia* sp. a *Eisenia bicyclis*, jsou lipidy přítomny pouze v množství 0,7-0,9 g/100 g sušiny [6].

Červené řasy (např. *Porphyra* sp.) vykazují vysokou koncentraci eikosapentaenové kyseliny z celkového množství mastných kyselin, které jsou v celkovém počtu methylesterů mastných kyselin zastoupeny 48,0-51,0 %, mezní koncentrace kyseliny arachidonové jsou 2,1-10,9 % a kyseliny linolové 1,3-2,5 %. Naproti tomu hnědé řasy (např. *Laminaria* sp., *Undaria* sp., *Hizikia* sp.) obsahují vzhledem k množství mastných kyselin velké množství olejové kyseliny, tj. 4,1-20,9 %, linolové kyseliny 4,0-7,3 % stejně tak jako α -linolenové kyseliny 3,6-13,8 % z celkové hodnoty methylesterů mastných kyselin, ale nízká je u hnědých řas koncentrace eikosapentaenové kyseliny 5,9-13,6 % z celkového počtu methylesterů mastných kyselin. V mořských řasách rodu *Porphyra* sp., *Laminaria* sp., a *Undaria* sp., je koncentrace dokosaheptaenové kyseliny a dokosapentaenové kyseliny pod hranicí měřitelnosti tj. méně než 0,1 % z celkového množství methylesterů mastných kyselin [6].

Mořské řasy *Porphyra* sp. z různých oblastí, *Undaria pinnatifida*, *Laminaria* sp. a *Hizikia fusiforme* byly podrobeny analýze zaměřené na množství nasycených a nenasycených mastných kyselin. Tabulka 8 zobrazuje množství nasycených mastných kyselin, tabulka 9 ukazuje koncentrace monoenoových mastných kyselin a tabulka 10 prezentuje množství polyenoových mastných kyselin, přičemž právě polyenové mastné kyseliny jsou v řasách nejvíce zastoupeny, což zvyšuje jejich nutriční hodnotu. Všechny hodnoty jsou uváděny v g/100 g sušiny.

Tabulka 8: Hodnoty nasycených mastných kyselin u vybraných druhů červených a hnědých řas [6]

Mastné kyseliny (g/100 g d.w.)	Červené řasy		Hnědé řasy		
	<i>Porphyra</i> sp. Jap.,Korea	<i>Porphyra</i> sp. Čína	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Hizikia fusiforme</i>
C12:0	0.02 ± 0.02	0.09 ± 0.06	---	0.06 ± 0.03	---
C14:0	2.68 ± 2.17	4.07 ± 4.84	2.25 ± 0.07	2.88 ± 3.92	0.30 ± 0.09
C15:0	0.34 ± 0.13	0.45 ± 0.23	0.21 ± 0.03	0.40 ± 0.21	0.17 ± 0.03
C16:0	30.8 ± 4.60	37.1 ± 17.74	13.5 ± 0.67	36.0 ± 10.04	26.8 ± 3.84
C17:0	0.19 ± 0.14	0.18 ± 0.07	0.20 ± 0.06	0.16 ± 0.06	0.04 ± 0.02
C18:0	0.66 ± 0.02	1.89 ± 0.52	0.86 ± 0.06	1.49 ± 0.35	0.76 ± 0.31
C20:0	0.21 ± 0.19	0.45 ± 0.63	0.39 ± 0.05	0.28 ± 0.49	0.04 ± 0.06
C22:0	0.41 ± 0.36	---	---	---	0.01 ± 0.02
C24:0	0.17 ± 0.15	---	---	---	---

Z tabulky 8 je patrné, že kyselina palmitová (C16:0) je nejhojněji se vyskytující nasycenou mastnou kyselinou. Obsah kyseliny palmitové byl nejvyšší u *Porphyra* sp. z Číny a nejnižší u *Undaria pinnatifida*. Mimoto jednotlivé testované druhy řas vykazovaly menšinový podíl myristové kyseliny (C14:0) a nepatrný podíl kyseliny pentadekanové (C15:0) a heptadekanové (C17:0). Podobné výsledky byly prokázány i jinými analýzami, ale *Laminaria* sp. a *Hizikia* sp. měly vyšší obsah myristové kyseliny. Celkový obsah nasycených mastných kyselin byl značně vyšší u červených řas a u *Laminaria* sp. než u *Undaria pinnatifida* [6].

Tabulka 9: Hodnoty monoenových mastných kyselin u vybraných druhů červených a hnědých řas [6]

Mastné kyseliny (g/100 g d.w.)	Červené řasy		Hnědé řasy		
	<i>Porphyra</i> sp. Jap.,Korea	<i>Porphyra</i> sp. Čína	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Hizikia fusiforme</i>
C14:1 _{n5}	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.05	---	---	---
C16:1 _{n7}	2.24 ± 1.89	1.82 ± 2.14	0.44 ± 0.02	1.71 ± 1.08	0.15 ± 0.07
C17:1 _{n7}	0.19 ± 0.03	0.20 ± 0.11	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.10	---
ΣC18:1	7.16 ± 3.58	15.3 ± 11.43	5.95 ± 0.15	12.8 ± 8.27	7.68 ± 4.22
C20:1 _{n9}	1.42 ± 2.29	1.52 ± 2.11	---	1.55 ± 1.31	4.09 ± 2.13
C22:1 _{n11}	2.96 ± 2.58	---	---	0.02 ± 0.04	---
C22:1 _{n13}	0.20 ± 0.25	0.96 ± 1.35	---	0.96 ± 0.84	0.64 ± 0.32

Z tabulky 9 lze vyčíst, že převládající monoenovou mastnou kyselinou byla kyselina olejová. Koncentrace této kyseliny byla velmi vysoká u *Porphyra* sp. z Číny a *Laminaria* sp. Jiné studie ukazují podobnou koncentraci olejové kyseliny u *Laminaria* sp., *Undaria pinnatifida* a *Hizikia fusiforme*, ale nižší koncentraci u *Porphyra* sp. Mimoto testované druhy mořských řas měly nízkou hladinu palmitoolejové kyseliny (C16:1_{n-7}). U *Porphyra* sp. a *Laminaria* sp. byla koncentrace této kyseliny nejvyšší, zatímco u *Undaria pinnatifida* a *Hizikia fusiforme* byla koncentrace této mastné kyseliny nejnižší. U *Hizikia fusiforme*, *Laminaria* sp. a *Porphyra* sp. se vyskytovalo vyšší množství eikosenové kyseliny (C20:1_{n-9}). Červené řasy z Japonska a Koreje obsahovaly zejména vyšší množství dokosenové kyseliny (C22:1_{n-11}) [6].

Tabulka 10: Hodnoty polyneenasycených mastných kyselin u vybraných druhů červených a hnědých řas [6]

Mastné kyseliny (g/100 g d. w.)	Červené řasy		Hnědé řasy		
	<i>Porphyra</i> sp. Jap.,Korea	<i>Porphyra</i> sp. Čína	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Laminaria</i> sp.	<i>Hizikia fusiforme</i>
C18:2 _{n6}	3.86 ± 1.47	7.06 ± 4.65	7.41 ± 0.47	5.48 ± 3.44	3.56 ± 1.45
C20:2 _{n6}	0.51 ± 0.43	0.90 ± 0.71	0.12 ± 0.03	0.87 ± 0.31	0.97 ± 0.27
C18:3 _{n6}	0.31 ± 0.01	2.04 ± 2.32	1.71 ± 0.13	1.60 ± 2.25	0.42 ± 0.06
C18:3 _{n3}	5.66 ± 4.74	0.94 ± 1.15	11.2 ± 0.53	0.76 ± 0.93	0.41 ± 0.23
C20:3 _{n6}	1.20 ± 1.28	0.97 ± 0.84	0.57 ± 0.04	1.17 ± 0.73	3.21 ± 0.56
C20:3 _{n3}	0.15 ± 0.02	0.04 ± 0.05	0.14 ± 0.02	0.01 ± 0.02	0.09 ± 0.00
C18:4 _{n3}	3.37 ± 2.72	1.51 ± 2.14	25.8 ± 1.55	1.24 ± 2.15	---
C20:4 _{n6}	8.00 ± 4.69	9.84 ± 1.60	13.3 ± 0.41	12.4 ± 1.61	5.30 ± 1.98
C20:5 _{n3}	20.9 ± 26.54	10.4 ± 7.46	13.2 ± 0.66	16.2 ± 8.90	42.4 ± 11.88
C22:5 _{n3}	0.05 ± 0.09	---	---	---	0.09 ± 0.04

Převládající podíl polyenových mastných kyselin reprezentuje kyselina linolová, α -linolenová, stearidonová (C18:4_{n-3}), arachidonová a eikosapentaenová (EPA). Nejvyšší obsah kyseliny linolové byl zjištěn u *Porphyra* sp. z Číny a u *Undaria pinnatifida*. Koncentrace kyseliny γ -linolenové byla relativně nízká. Nejvyšší koncentrace kyseliny α -linolenové byla zaznamenána u *Undaria pinnatifida* a u některých druhů *Porphyra* sp. z Koreje a z Číny. Bohatý zdroj kyseliny stearidonové byl zejména u *Undaria pinnatifida*. Kyselina stearidonová je velmi zajímavou mastnou kyselinou pro lidskou výživu, protože

vykazuje vysokou relativní účinnost při zvyšování koncentrace EPA v červených krvinkách a v lipidech plazmy. Nejvyšší množství arachidonové kyseliny bylo zaznamenáno u *Undaria pinnatifida* a *Laminaria* sp. Naproti tomu nejnižší koncentraci vykazovala řasa *Hizikia fusiforme*. Všechny zkoumané druhy řas obsahovaly vysoká množství EPA, především pak *Porphyra* sp. (z Japonska a Koreje) a *Hizikia fusiforme*, ale nebyl neprokázán výskyt dokosaheptaenové kyseliny (DHA) v žádném zkoumaném druhu mořských řas [6].

Výsledky ukazují, že palmitová kyselina, EPA, arachidonová kyselina, olejová kyselina, linolová kyselina a α -linolenová kyselina byly primárními mastnými kyselinami červených a hnědých řas jako *Laminaria* sp. a *Hizikia fusiforme* [6].

2.1.5 Vitaminy

Stejně tak jako u minerálních látek se množství vitaminů v řasách mění v závislosti na druhu řasy, ročním období, stádiu růstu a životním prostředí. Většina červených řas obsahuje velké množství provitaminu A a významná množství vitaminů B₁ a B₂. V tomto druhu řas a v určitých druzích zelených řas lze také nalézt vitamín B₁₂. Obsah vitaminů, které se vyskytují u hnědých řas, není významný. Mělo by být ale zmíněno, že pokud se řasy nebo produkty z nich podrobují působení vysokých teplot, značně se snižuje obsah vitaminů, zvláště vitaminu C. Současná fakta naznačují, že určité druhy hnědých řas, např. čerstvá *Himantalia elongata*, vykazují vysoká množství vitaminu C a to 150-400 mg/kg sušiny. Z dostupných dat je možné usuzovat, že řasy mají významné vitaminové složení, které může doplňovat vitaminové složení zeleniny pěstované na pevnině [12].

2.1.6 Minerální látky

Mořské řasy jsou známé i vysokým obsahem minerálních látek. Tento obsah se ale mění v závislosti na různých faktorech jako je druh řasy, roční období, životní prostředí, zeměpisná poloha aj. Většina mořských řas vykazuje vysoké koncentrace vápníku, hořčíku, fosforu, draslíku, sodíku a železa. Ve srovnání s vyššími rostlinami je jejich nejvýznačjším znakem vysoký obsah jódu. Některé druhy, např. *Ulva* nebo *Enteromorpha* spp., jsou dokonce charakteristické vysokým množstvím jednotlivých prvků s katalytickou funkcí, které zahrnují vysoký obsah hořčíku (2-5.2 % sušiny). Nicméně vazba určitých minerálních látek s aniontovými polysacharidy jako jsou alginát, agar nebo karagenan, může zapříčinit omezení absorpce těchto minerálních látek. V některých případech je

biologická dostupnost minerálních látek podmíněna jednak typem vazby mezi polysacharidy a minerálními látkami a také stravitelností polysacharidů [12].

Nejvíce zastoupenými minerálními látkami jak v červených, tak v hnědých a zelených řasách jsou sodík, draslík, fosfor, vápník, hořčík, železo a jod. Množství těchto prvků u vybraných druhů řas jsou uvedena v tabulce 11. Všechny hodnoty jsou uvedeny v mg/100 g sušiny.

Tabulka 11: Minerální složení některých jedlých mořských řas [12]

Minerální látky (mg/100 g)	Červené řasy	Hnědé řasy		Zelené řasy
	<i>Palmaria palmata</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Laminaria spp.</i>	<i>Ulva spp.</i>
Sodík	1700-2500	1600-7000	900-6000	900-5900
Draslík	7000-9000	5500-6300	1300-10600	730-1030
Fosfor	360	200-600	150-800	90-270
Vápník	560-1200	1100-3000	500-3000	860-5600
Hořčík	170-500	1000-3000	500-2000	2000-5200
Železo	15-140	8-40	4-80	6-100
Jod	10-100	25	200-1000	2-25

Mimo nutriční hodnoty lze v praxi využít i další vlastnost řas- absorpce těžkých kovů z prostředí a to hlavně niklu, mědi, zinku, olova a kadmia [15]. Řasa *Chlorella vulgaris* má schopnost absorbovat i nejtoxičtější formu arzenu As^{3+} [17], [18].

Jako nejvhodnější se k biologickému odbourávání těžkých kovů z prostředí jeví hnědé řasy (*Phaeophyceae*), zvláště *Fucus vesiculosus*, která má největší schopnost akumulace těžkých kovů [19]. Vhodnými bioindikátory znečištění prostředí těžkými kovy jsou i hnědé řasy druhu *Sargassum* [20].

Při využití řas pro lidskou výživu je proto vhodné sledovat obsah těžkých kovů.

2.2 Produkce řas

Mořské řasy jsou bohatými zdroji prospěšných nutričních látek a jsou konzumovány především v zemích východní Asie jako jsou Čína, Japonsko nebo Korea. Například v Japonsku člověk zkonsumuje více než 1,6 kg řas za rok. Kromě toho, že řasy hrají důležitou roli v tradiční asijské kuchyni, jsou mořské řasy průmyslově zpracovávány jako zdroj hydrokoloidů jako jsou agar, karagenan nebo alginát [6].

Čína je největším producentem jedlých mořských řas se sklizní okolo 5 milionů tun. Většinová část náleží Kombu (*Laminaria japonica*). Korea pěstuje okolo 800 000 tun tří rozdílných druhů. Asi 50 % produkce patří Wakame (*Undaria pinnatifida*). Japonská produkce činí okolo 600 000 tun, z čehož asi 75 % náleží Nori (*Porphyra* spp.) [1].

V posledních letech konzumace produktů z mořských řas v evropských zemích stoupla. Přibližně 15-20 druhů jedlých mořských řas je dodáváno na evropský trh. Tyto řasy se velmi liší jak kvalitou, tak barvou, konzistencí a obsahem živin. Produkty z mořských řas jsou k dostání většinou jen ve specializovaných obchodech se zdravou výživou [6].

2.3 Legislativa

Vzhledem k malé spotřebě mořských i sladkovodních řas ve většině evropských zemí, k nimž se řadí i Česká republika, není řešena otázka legislativy a především přípustná množství toxických látek. V České republice se na řasy pohlíží jako na každou jinou potravinu a jako taková je řešena v rámci Zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích.

Francie jako první evropská země zavedla specifické regulace týkající se použití řas pro lidskou konzumaci. V současné době je schváleno 11 druhů mořských řas a jeden druh sladkovodní řasy (viz tabulka 12). Tyto řasy a jejich komponenty musí splňovat určitá nařízení ohledně bezpečnosti konzumentů. Byly definovány maximální povolené limity toxických látek pro všechny povolené jedlé řasy (viz tabulka 13) [12].

Tabulka 12: Řasy schválené ve Francii pro lidskou konzumaci [12]

<i>Ascophyllum nodosum</i>	hnědá řasa
<i>Fucus vesiculosus</i>	hnědá řasa
<i>Fucus serratus</i>	hnědá řasa
<i>Himantalia elongata</i>	hnědá řasa
<i>Undaria pinnatifida</i>	hnědá řasa
<i>Ulva spp.</i>	zelená řasa
<i>Enteromorpha spp.</i>	zelená řasa
<i>Porphyra umbilicalis</i>	červená řasa
<i>Palmaria palmata</i>	červená řasa
<i>Gracilaria verrucosa</i>	červená řasa
<i>Chondrus crispus</i>	červená řasa
<i>Spirulina sp.</i>	modrozelená řasa

Tabulka 13: Kritéria kvality, které se vztahují na jedlé řasy prodávané ve Francii [12]

Kritéria	Použitelnost pro:
Toxické látky (mg/kg sušiny):	všechny řasy (čerstvé i sušené)
anorganický As ≤ 3.0	
Pb ≤ 5.0	
Cd ≤ 0.5	
Sn ≤ 5.0	
Hg ≤ 0.1	
I ≤ 5.0	
Bakterie (CFU/g):	pouze sušené řasy
aerobní ≤ 100 , anaerobní ≤ 100	
fekální koliformní ≤ 10	
<i>Clostridium perfringens</i> ≤ 1	

Tyto nízké hodnoty jsou považovány za vysokou záruku bezpečnosti potravin. V ostatních evropských zemích řasy nejsou podrobeny zvláštním omezením. V některých zemích jako je například Irsko, Dánsko a Nizozemí se použití řas řídí všeobecnými potravními omezeními. Ale v jiných zemích, například v Řecku, nejsou řasy považovány za potravinu a proto nemohou být schváleny [12].

3 SLADKOVODNÍ ŘASY

3.1 Chlorella

Chlorella je jednobuněčná zelená řasa, která roste v čisté vodě. V porovnání s jinými rostlinami je *Chlorella* mnohem bohatší na bílkoviny a chlorofyl a obsahuje velké množství vitaminů, minerálů, vlákniny, nukleových kyselin [8] a *Chlorella* růstový faktor [9]. Bílkoviny obsažené v řase *Chlorella* zahrnují všechny esenciální aminokyseliny důležité pro lidské zdraví a růst. *Chlorella* a výtažky z řasy *Chlorella* vykazují nízkou hladinu cholesterolu, zlepšují imunitu proti různým infekcím a mají protinádorový efekt. V současnosti je *Chlorella* široce rozšířená jako doplněk a součást zdravé výživy v mnoha oblastech světa [8]. *Chlorella* také vykazuje velmi dobrou antioxidační aktivitu, která je vyšší než u ostatních běžně využívaných antioxidantů. Proto mohou být řasy využívány ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu, hlavně *Chlorella vulgaris* [9]. Významným zástupcem je mimo jiné také *Chlorella pyrenoidosa*.

Chlorella pyrenoidosa byla organizací FAO pojmenována jako zelená zdravá potravina, která je bohatá na živiny, jako jsou bílkoviny, jejichž procentuální obsah v sušině činí 50-65%, celkové tuky, které v sušině zaujímají 5-10%, celkové cukry, jejichž podíl v sušině je 10-20%, a antioxidanty, vitamin C, jehož obsah se pohybuje v rozmezí 200-500 mg/kg a vitamín E, který je zde zastoupen v množství 120-300 mg/kg. Bylo prokázáno, že denní dietní doplněk stravy z řasy *Chlorella pyrenoidosa* u lidí s mírnou hypertenzí snižuje a ustaluje diastolický krevní tlak [10].

3.2 Spirulina

Spirulina si zaslouží pozornost jednak tím, že je zdrojem jednoduchých buněčných proteinů, ale i pro svoje nutriční vlastnosti. Chemické složení řasy *Spirulina* naznačuje, že má vysokou nutriční hodnotu kvůli obsahu esenciálních živin jako jsou bílkoviny, provitamíny, minerály a polynenasycené mastné kyseliny jako je γ -linolenová kyselina [13]. *Spirulina* jako potravní doplněk může být řešením pro lidi z rozvojových zemí, kteří trpí malnutricí. Může být ale vhodná i pro lidi ze západních zemí, kteří konzumují nezdravé jídlo a často trpí nadváhou. V obou případech může *Spirulina* pomoci.

Spirulina obsahuje největší množství bílkovin ze všech přírodních potravin- až 65 %. Z hlediska aminokyselinového složení má limitující aminokyseliny Met a Cys. Stravitelnost bílkovin je u řasy *Spirulina* poměrně velká a je na stejné úrovni jako stravitelnost obilí a je vyšší než stravitelnost ořechů. *Spirulina* je stravitelná z 85-95 % a to hlavně díky tomu, že její buněčná stěna neobsahuje celulosu. Obsah lipidů v řase *Spirulina* je nízký- přibližně 5 % a neobsahuje téměř žádný cholesterol. Z vitaminů je v řase *Spirulina* zastoupen ve velkém množství především β -karoten, který má terapeutické účinky zahrnující snižování obsahu cholesterolu v krvi a výskyt nádorů. *Spirulina* je považována za největší zdroj přírodního β -karotenu. *Spirulina* také obsahuje antioxidační komplex složený z nejméně deseti karotenoidů. Dalšími vitaminy, které se vyskytují v hojném množství je B-komplex a především vitamin B₁₂, B₆, niacin, biotin, kyselina pantothenová, kyselina folová a v malém množství i vitamin E. Z minerálních látek je významné především železo a dále pak vápník, hořčík a zinek [5].

Řasa *Spirulina* má na lidský organismus příznivé účinky: má protivirový účinek, redukuje cholesterol, snižuje krevní tlak, pomáhá při cukrovce, dodává potřebné minerály, vitaminy a živiny, podporuje krevtvorbu, zvyšuje imunitu organismu, je prevencí chudokrevnosti, podporuje detoxikaci ledvin, zlepšuje střevní mikroflóru, pomáhá při nedostatečné výživě organismu a chrání buňky před radiací [21].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Jako součást praktické části byl vypracován dotazník týkající se konzumace mořských a sladkovodních řas. Cílem dotazníku bylo zjistit, zda lidé znají řasy jako zdroj potravy, jestli lidé řasy konzumují, jakým druhům řas dávají přednost, v jaké formě řasy konzumují a jestli znají příznivé účinky na jejich organismus, a v případě, že řasy nekonzumují, odhalit příčinu a zjistit, zda by řasy konzumovali, pokud by věděli o jejich příznivém působení na lidský organismus.

5 METODIKA PRÁCE

Výsledky dotazníku byly zpracovány podle zvolených hledisek a vyhodnocení bylo provedeno podle relativních četností a vyjádřeno v %.

5.1 Dotazník

Bylo dotázáno 120 osob jak mužů tak žen. Byla snaha o zastoupení všech věkových kategorií s různým stupněm dosaženého vzdělání.

Dotazník obsahoval celkem 30 otázek. Na úvod byly osoby tázány, jestli při nákupu preferují spíše kvalitu nebo cenu a jestli nakupují v prodejnách se zdravou výživou. Ostatní otázky se týkaly už jen samotných řas. Dotazovaní odpovídali na otázky, jestli znají sladkovodní a mořské řasy a pokud ano jaké. Dále pak jestli kupují sladkovodní řasy, pokud ano, zda samotné nebo ve formě potravních doplňků a farmaceutických výrobků. V případě záporné odpovědi měli uvést důvod proč je nekupují, buď o nich ještě neslyšeli, z důvodu finanční náročnosti, malé dostupnosti nebo neví jak je upravovat či mají jiný důvod. Podobné otázky zodpovídali i v případě nákupu mořských řas, tj. jestli kupují výrobky, které obsahují mořské řasy; pokud ano, zda ve formě samotných řas nebo jako součást jiné potraviny a pokud mořské řasy nekupují, byly jim nabídnuty stejné varianty odpovědí jako v případě sladkovodních řas. Další otázky byly směřovány na znalost zdravotních účinků, jestli dotazovaní znají zdravotní účinky, zda je mohou jmenovat a jestli by používali řasy, kdyby znali jejich pozitivní účinky.

Vzorový dotazník je součástí přílohy PI.

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

6.1 Složení respondentů

Dotazováno bylo celkem 120 osob, z toho 80 žen a 40 mužů. Věkové zastoupení a složení podle dokončeného vzdělání uvádí tabulky 14 a 15.

Tabulka 14: Věkové zastoupení respondentů

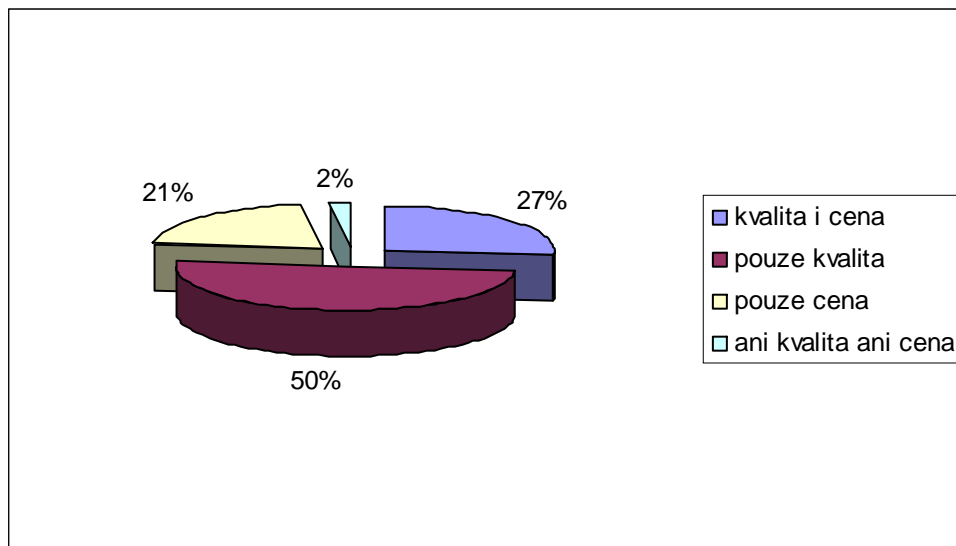
	Do 20 let	Do 30 let	Do 40 let	Do 50 let	Do 60 let	60 let a více
Ženy	25	28	9	7	5	6
Muži	11	3	6	7	8	5

Tabulka 15: Složení respondentů podle dosaženého vzdělání

	Základní vzdělání	Středoškolské	Vysokoškolské
Ženy	26	38	16
Muži	16	14	10

6.1.1 Preference kvality či ceny

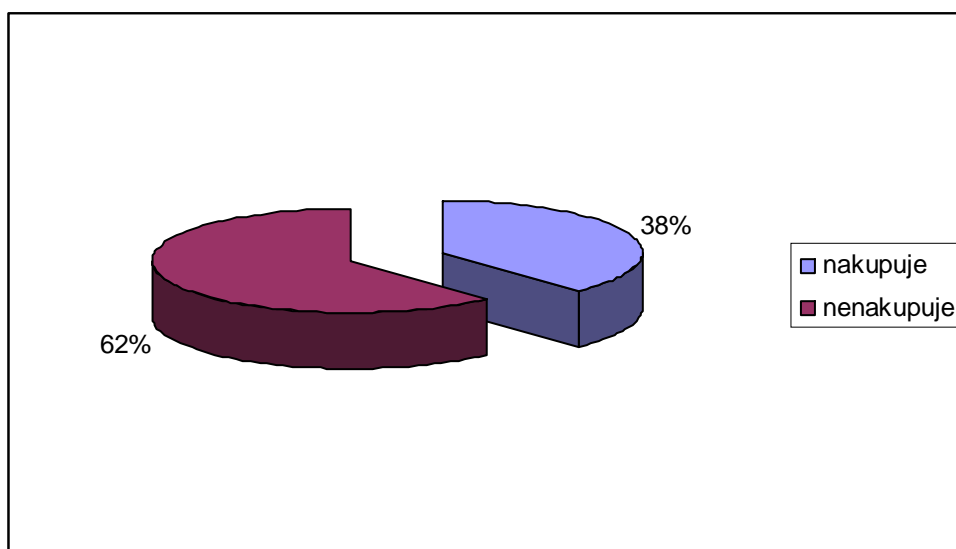
Prvními otázkami v dotazníku bylo zjišťováno, zda dotazovaní při nákupu upřednostňují kvalitu nebo cenu výrobku. Z odpovědí bylo možno vysledovat, že z celkového počtu 120 osob dbá na kvalitu a současně i cenu 27 % dotazovaných, 50 % dotazovaných dává přednost kvalitě před cenou a naopak cenu před kvalitou upřednostňuje 21 % dotazovaných. Zbýlé 2 % nedbají ani na kvalitu ani na cenu. Grafické znázornění je na obr. 5.



Obrázek 5: Preference kvality či ceny

6.1.2 Nákup v prodejnách zdravé výživy

Většinu řas a výrobků z nich je možné koupit pouze v prodejnách se zdravou výživou. Respondenti byli dotazováni, zda nakupují potraviny v prodejnách se zdravou výživou. Z celkového počtu 120 dotazovaných nakupuje v prodejnách zdravé výživy 46 osob (tj. 38 %) a zbytek tj. 62 % dotazovaných prodejny se zdravou výživou nenavštěvuje. Situace je znázorněna na obrázku 6.

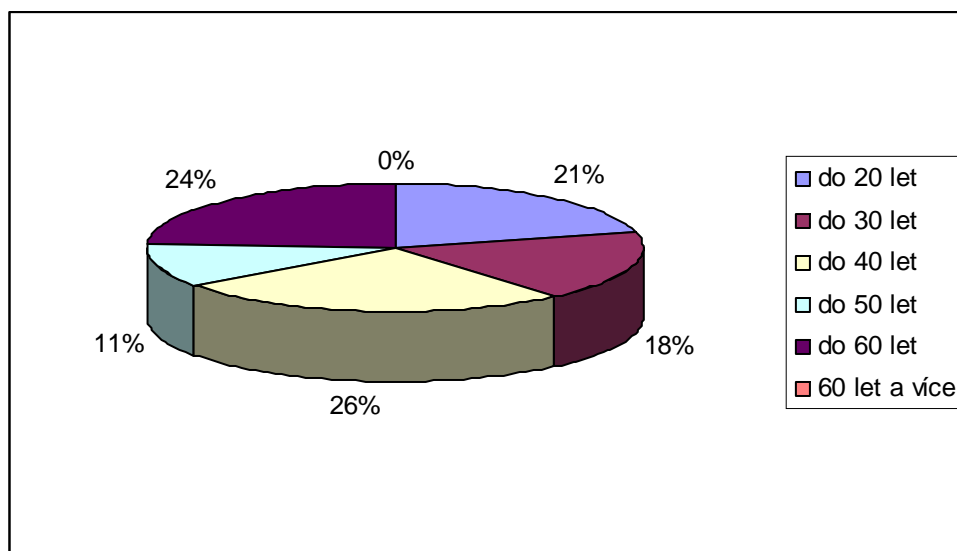


Obrázek 6: Nákup v prodejnách zdravé výživy

Ti, kteří především navštěvují prodejnu zdravé výživy, jsou ženy- 46 % z celkového počtu dotazovaných. Prodejnu zdravé výživy navštěvuje 22,5 % mužů z celkového počtu dotazovaných. U žen, které především nakupují v prodejnách zdravé výživy, jsou zastoupeny všechny stupně dosaženého vzdělání: od vysokoškolského (z 39 %), přes středoškolské (z 27 %), k základnímu vzdělání (34 %). Majoritní část žen nakupujících v prodejnách se zdravou výživou tvoří věková skupina od 31 do 40 let. Zastoupení ostatních věkových kategorií u žen i mužů udává tabulka 16. Obrázek 7 znázorňuje věkové složení žen nakupujících v prodejnách se zdravou výživou.

Tabulka 16: Věkové složení mužů a žen nakupujících v prodejnách zdravé výživy

Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	21 %	55 %
do 30 let	18 %	0 %
do 40 let	26 %	0 %
do 50 let	11 %	0 %
do 60 let	24 %	25 %
60 let a více	0 %	20 %

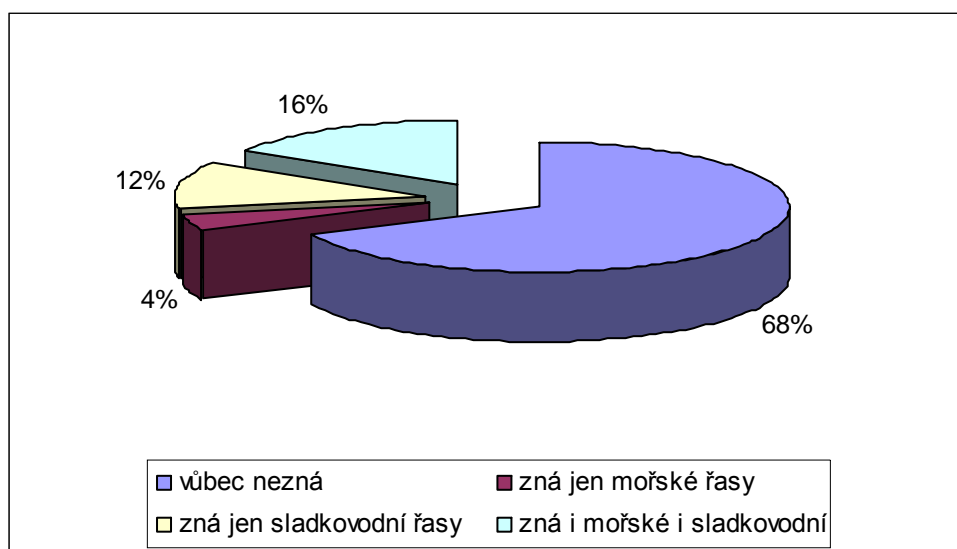


Obrázek 7: Věkové složení žen nakupujících v prodejnách zdravé výživy

6.2 Znalost řas

Dalším hlediskem bylo zjistit, kolik respondentů zná řasy. Průzkum ukázal, že 82 osob (tj. 68 %) řasy vůbec nezná, 5 osob (tj. 4 %) zná jen mořské řasy, 14 osob (tj. 12 %) zná jen

sladkovodní řasy a 19 osob (tj. 16 %) zná jak mořské tak sladkovodní řasy. Procentuální vyčíslení uvádí obrázek 8.



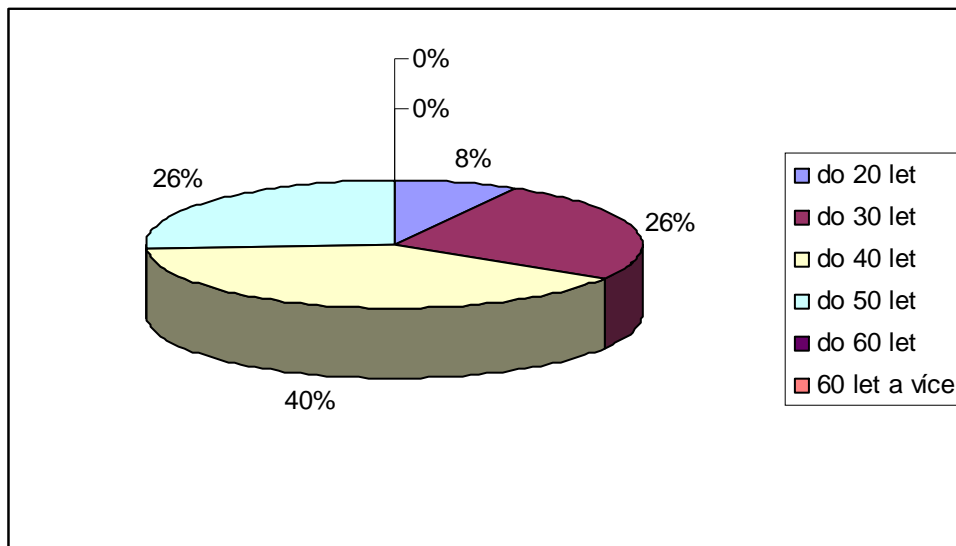
Obrázek 8: Znalost řas

6.2.1 Znalost jak mořských tak sladkovodních řas

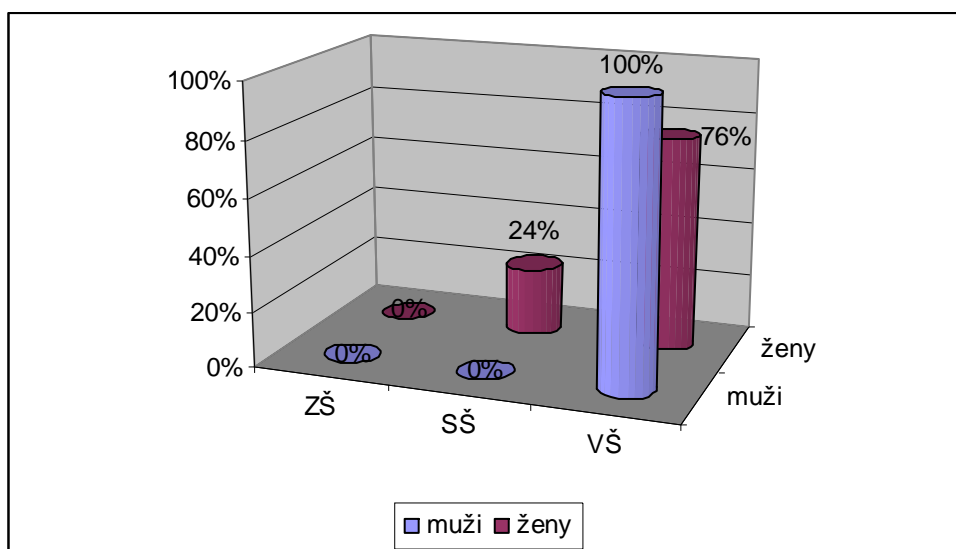
Bylo zjištěno, že sladkovodní i mořské řasy zná 20 % ze všech dotazovaných žen a pouze 7,5 % ze všech dotazovaných mužů. Všichni muži, kteří znají jak mořské tak sladkovodní řasy, mají vysokoškolské vzdělání. U žen, které znají jak sladkovodní tak mořské řasy, převažuje ze 76 % vysokoškolské vzdělání a zbylých 24 % tvoří ženy se středoškolským vzděláním. Největší znalost řas jak mořských tak sladkovodních prokázaly ženy ve věkovém rozmezí 30-40 let. Ženy ve věku od 51-60 let a nad 60 let nebyly vůbec zastoupeny. Věkové složení mužů a žen znajících mořské i sladkovodní řasy zobrazuje tabulka 17. Obrázek 9 znázorňuje věkové složení žen znajících jak mořské tak sladkovodní řasy, zastoupení z hlediska vzdělání uvádí obrázek 10.

Tabulka 17: Věkové složení mužů a žen znajících mořské i sladkovodní řasy

Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	8 %	0 %
do 30 let	26 %	55 %
do 40 let	40 %	0 %
do 50 let	26 %	24 %
do 60 let	0 %	21 %
60 let a více	0 %	0 %



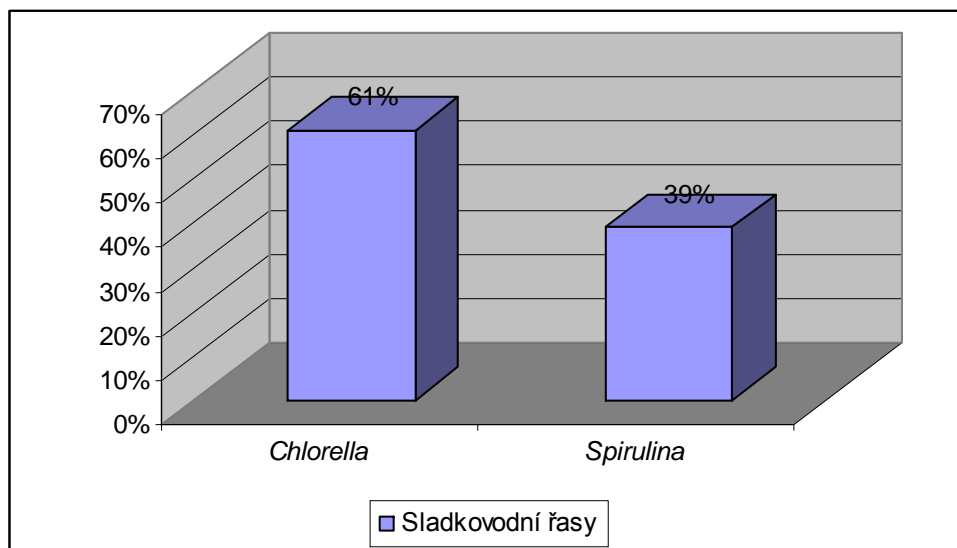
Obrázek 9: Věkové složení žen znajících mořské i sladkovodní řasy



Obrázek 10: Složení mužů a žen znajících mořské i sladkovodní řasy dle dosaženého vzdělání

6.2.2 Znalost jen sladkovodních řas

V této kategorii byli řešeni respondenti, kteří znají jen sladkovodní řasy. Ti, kteří znají mimo sladkovodních řas i mořské, zde nefigurují. Nejčastěji jmenovanou sladkovodní řasou byla *Chlorella*, kterou jmenovalo 19 osob (tj. 61 %) z těch, kteří sladkovodní řasy znají. Druhou nejčastější byla ve dvanácti případech (tj. 39 %) *Spirulina*. Grafické zpracování uvádí obrázek 11.

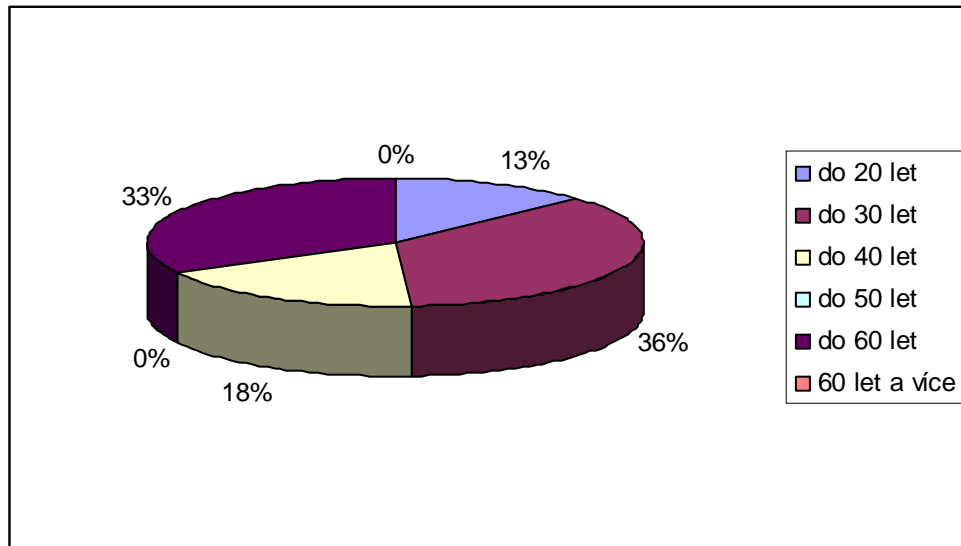


Obrázek 11: Druhy sladkovodních řas dle znalosti dotazovaných

Z dotazníku bylo dále možno zjistit, že pouze sladkovodní řasy zná 12,5 % ze všech dotazovaných žen a 10 % ze všech dotazovaných mužů. Všechny tyto dotazované muže spojuje dosažené vysokoškolské vzdělání. U dotazovaných žen v tomto případě převažuje z 80 % středoškolské vzdělání a zbylých 20 % tvoří vysokoškolské vzdělání. Největší znalost sladkovodních řas prokázala věková skupina žen od 20 do 30 let a také od 50 do 60 let. Věkové skupiny od 31 do 40 let a ženy starší 60 let nebyly v této kategorii zastoupeny. Věkové zastoupení mužů a žen znajících sladkovodní řasy uvádí tabulka 18. Obrázek 12 znázorňuje věkové složení žen znajících sladkovodní řasy.

Tabulka 18: Věkové složení mužů a žen znajících sladkovodní řasy

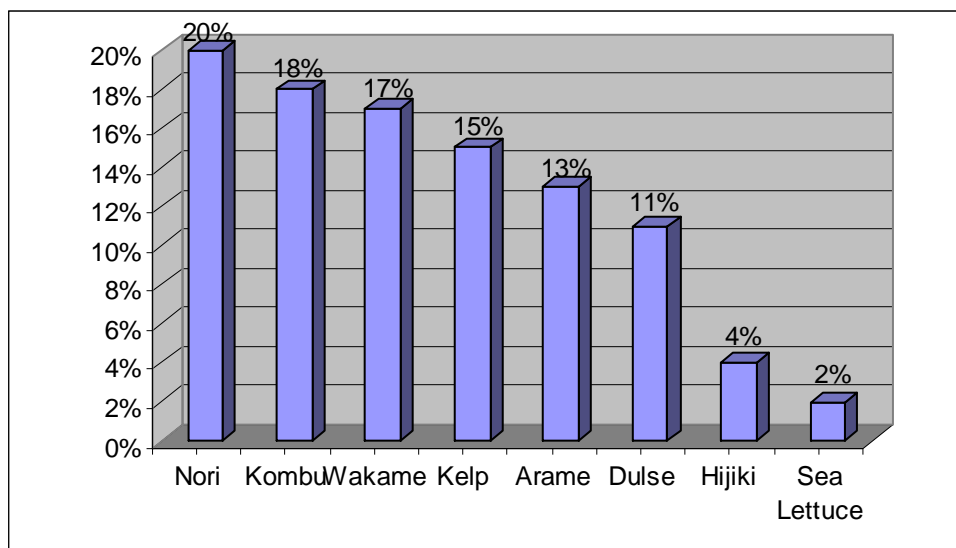
Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	13 %	0 %
do 30 let	36 %	0 %
do 40 let	18 %	49 %
do 50 let	0 %	21 %
do 60 let	33 %	0 %
60 let a více	0 %	30 %



Obrázek 12: Věkové složení žen znajících sladkovodní řasy

6.2.3 Znalost jen mořských řas

V této kategorii byli řešeni respondenti, kteří znají jen mořské řasy. Ti, kteří znají mimo mořských řas i sladkovodní, zde nefigurují. Nejčastěji jmenovanou mořskou řasou byla *Porphyra tenera*- známá jako Nori, kterou označilo 11 osob (tj. 20 %) z těch, kteří projevíli znalost o mořských řasách. Dalšími jmenovanými řasami byly: *Laminaria japonica*- známá jako Kombu (10 osob- tj. 18 %) a Kelp (8 osob- tj. 15 %), *Undaria pinnatifida*- známá jako Wakame (9 osob- tj. 17 %), *Eisenia arborea*- známá jako Arame (7 osob- tj. 13 %), *Palmaria palmata*- známá jako Dulse (6 osob- tj. 11 %), *Hizikia fusiforme*- známá jako Hijiki (2 osoby- tj. 4 %) a *Ulva lactuca*- známá jako Sea Lettuce (1 osoba- tj. 2 %). Grafické znázornění viz obrázek 13.

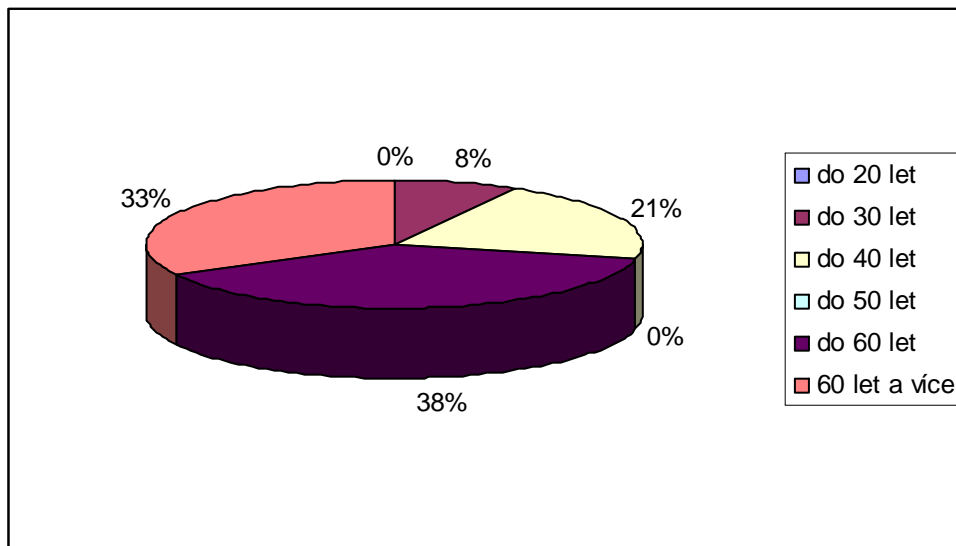


Obrázek 13: Druhy mořských řas dle znalosti dotazovaných

Zpracováním dotazníků bylo zjištěno, že pouze mořské řasy zná 5 % ze všech dotazovaných žen a jen 2,5 % mužů. Znalost mořských řas prokázaly především ženy ve věkové skupině od 51 do 60 let. Věkové složení mužů a žen znajících mořské řasy zobrazuje tabulka 19. Obrázek 14 znázorňuje věkové složení žen znajících mořské řasy. Majoritní část žen (tj. 47 %) se znalostí mořských řas má ukončeno základní vzdělání, 18 % žen středoškolské vzdělání a 35 % žen vysokoškolské vzdělání.

Tabulka 19: Věkové složení mužů a žen znajících mořské řasy

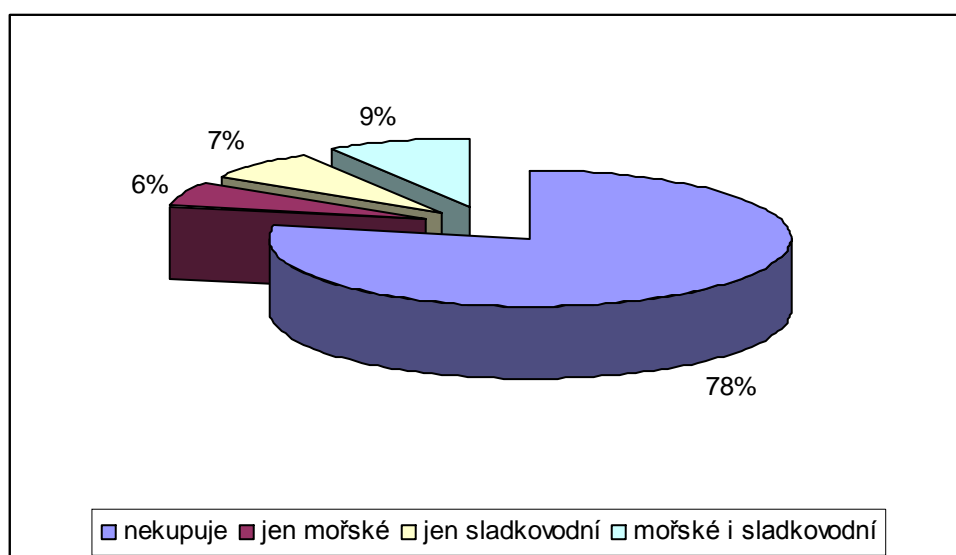
Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	0 %	0 %
do 30 let	8 %	0 %
do 40 let	21 %	0 %
do 50 let	0 %	0 %
do 60 let	38 %	0 %
60 let a více	33 %	100 %



Obrázek 14: Věkové složení žen znajících mořské řasy

6.3 Nákup řas

Dalším kritériem pro vyhodnocení byla otázka, zda respondenti řasy kupují, pokud ano, tak jenom sladkovodní nebo jenom mořské, případně oboje, a v jakých formách je nejčastěji konzumují. Ukázalo se, že 94 osob (tj. 78%) ze 120 dotazovaných řasy vůbec nekupuje, 8 (tj. 7 %) dotazovaných kupuje jen sladkovodní řasy, 7 (tj. 6 %) kupuje jen mořské řasy a 11 (tj. 9 %) kupuje řasy jak mořské tak sladkovodní. Procentuální vyjádření uvádí obrázek 15.



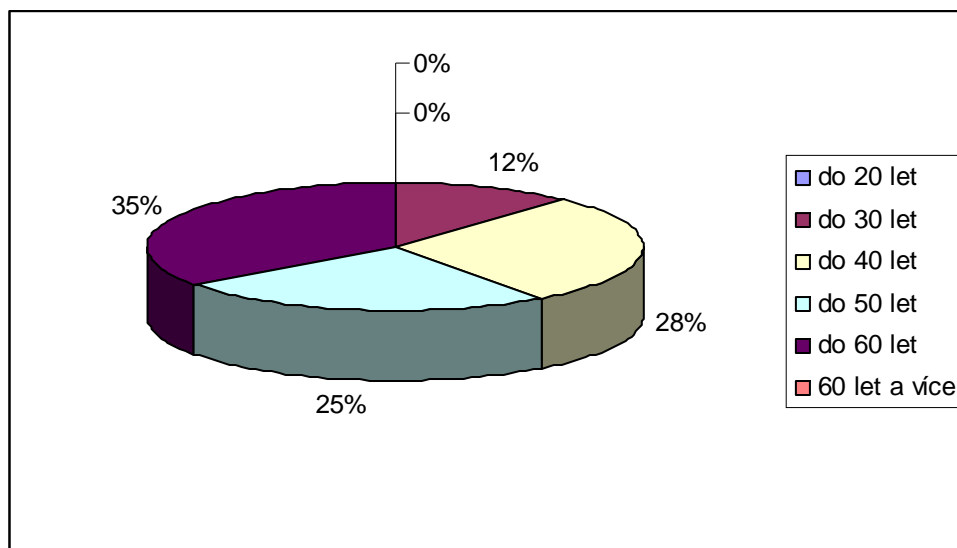
Obrázek 15: Procentuální vyjádření koupi řas

6.3.1 Nákup jak mořských tak sladkovodních řas

Z dotazníku bylo zjištěno, že mořské i sladkovodní řasy nakupují pouze ženy a to 14 % ze všech dotazovaných žen. Většina (tj. 53 %) nakupujících žen má středoškolské vzdělání a zbylých 47 % žen má vysokoškolské vzdělání. Mořské i sladkovodní řasy nejčastěji nakupuje věková kategorie žen od 51 do 60 let. Věkové složení mužů i žen nakupujících mořské i sladkovodní řasy uvádí tabulka 20. Obrázek 16 znázorňuje věkové složení žen nakupujících mořské i sladkovodní řasy.

Tabulka 20: Věkové složení mužů a žen nakupujících mořské i sladkovodní řasy

Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	0 %	0 %
do 30 let	12 %	0 %
do 40 let	28 %	0 %
do 50 let	25 %	0 %
do 60 let	35 %	0 %
60 let a více	0 %	0 %

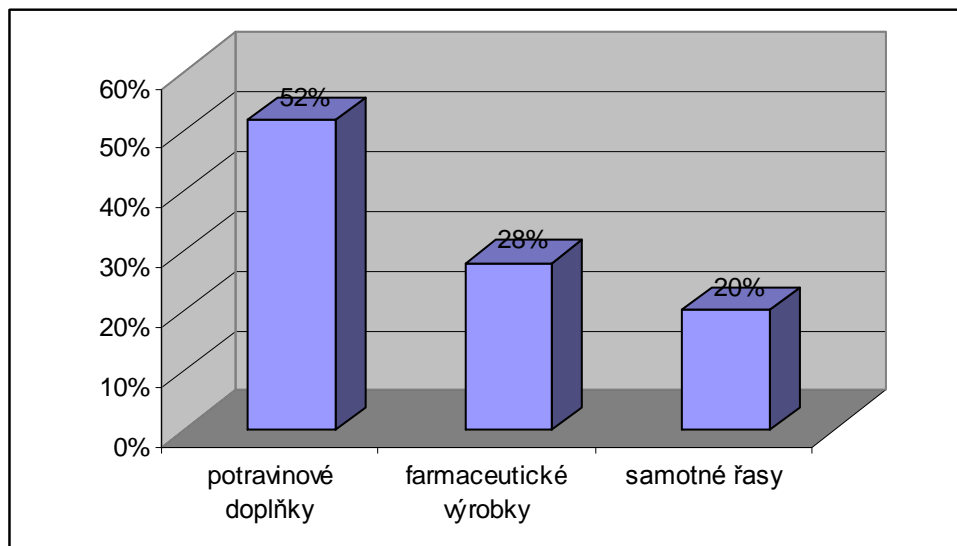


Obrázek 16: Věkové složení žen nakupujících sladkovodní i mořské řasy

6.3.2 Nákup jen sladkovodních řas

V této kategorii byli řešeni respondenti, kteří nakupují jen sladkovodní řasy. Ti, kteří nakupují mimo sladkovodních řas i mořské, zde nefigurují. Z dotazníku vyplynulo, že ti, kteří kupují sladkovodní řasy (tj. 19 osob) je nejčastěji konzumují ve formě potravních

doplňků. Této formě dává přednost 13 dotazovaných (tj. 52 %). Ve formě farmaceutického výrobku je konzumuje 7 dotazovaných (tj. 28 %) a jako samotné řasy jsou konzumovány pěti dotazovanými (tj. 20 %). Grafické znázornění uvádí obrázek 17.

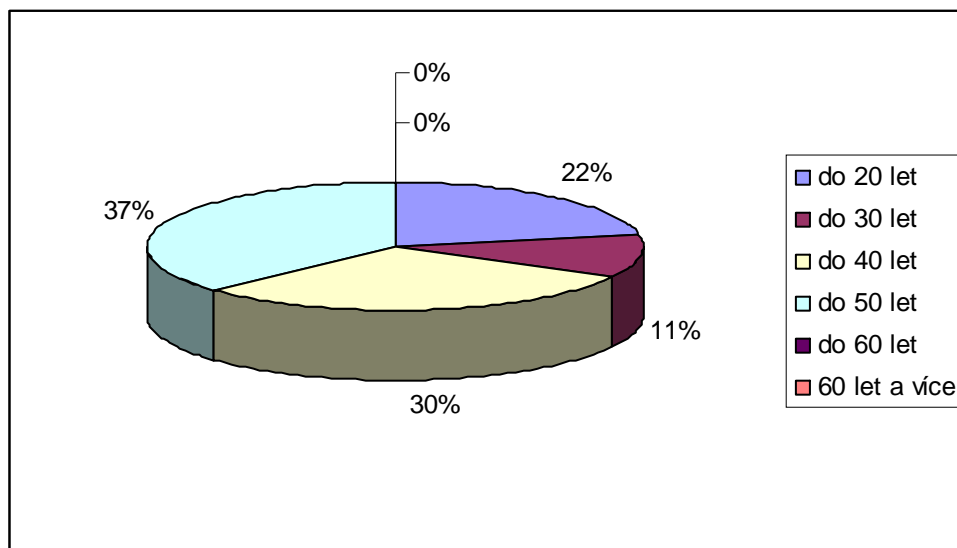


Obrázek 17: Formy konzumace sladkovodních řas

Zpracováním dotazníku bylo zjištěno, že pouze sladkovodní řasy nakupuje více mužů než žen a to 7,5 % z celkového počtu dotazovaných. Všichni muži nakupující sladkovodní řasy mají základní vzdělání a jsou mladší 20 let. Naproti tomu sladkovodní řasy nakupuje 6 % žen z celkového počtu dotazovaných žen. Tyto ženy dosahují jak základního (ze 42 %), středoškolského (ze 26 %), tak vysokoškolského vzdělání (z 32 %) a náleží především do věkové kategorie od 41 do 50 let. Věkové zastoupení mužů i žen nakupujících sladkovodní řasy je shrnuto v tabulce 21. Obrázek 18 znázorňuje věkové zastoupení žen nakupujících sladkovodní řasy.

Tabulka 21: Věkové složení mužů a žen nakupujících sladkovodní řasy

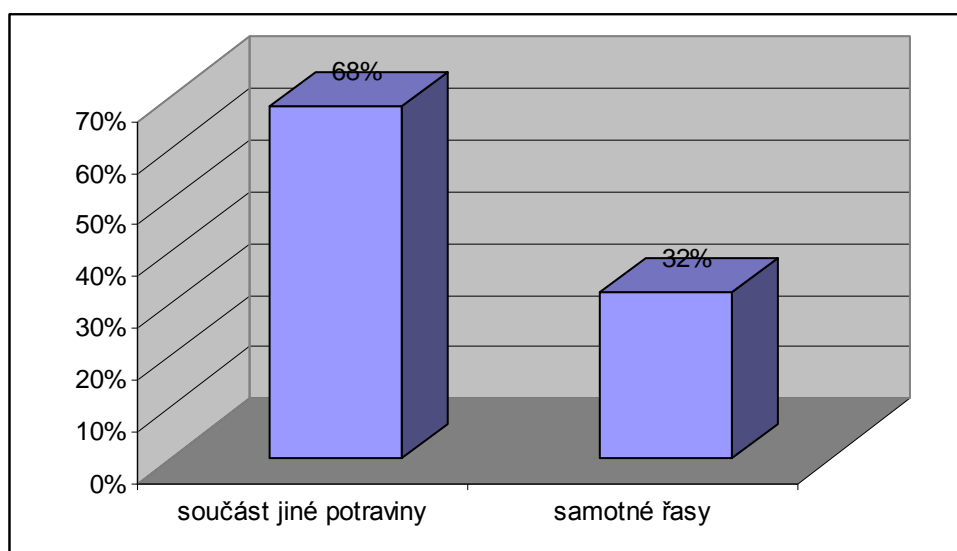
Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	22 %	100 %
do 30 let	11 %	0 %
do 40 let	30 %	0 %
do 50 let	37 %	0 %
do 60 let	0 %	0 %
60 let a více	0 %	0 %



Obrázek 18: Věkové složení žen nakupujících sladkovodní řasy

6.3.3 Nákup jen mořských řas

V této kategorii byli řešeni respondenti, kteří nakupují jen mořské řasy. Ti, kteří nakupují mimo mořských řas i sladkovodní, zde nefigurují. Dotazované osoby mořské řasy nejčastěji konzumují a kupují jako součást jiné potraviny. V této formě je konzumuje 13 dotazovaných (tj. 68 %) z těch, kteří mořské řasy kupují. Druhou nejčastější formou konzumace je samotná mořská řasa. Tuto formu preferuje 6 dotazovaných (tj. 32 %). Grafické znázornění forem konzumace mořských řas ukazuje obrázek 19.

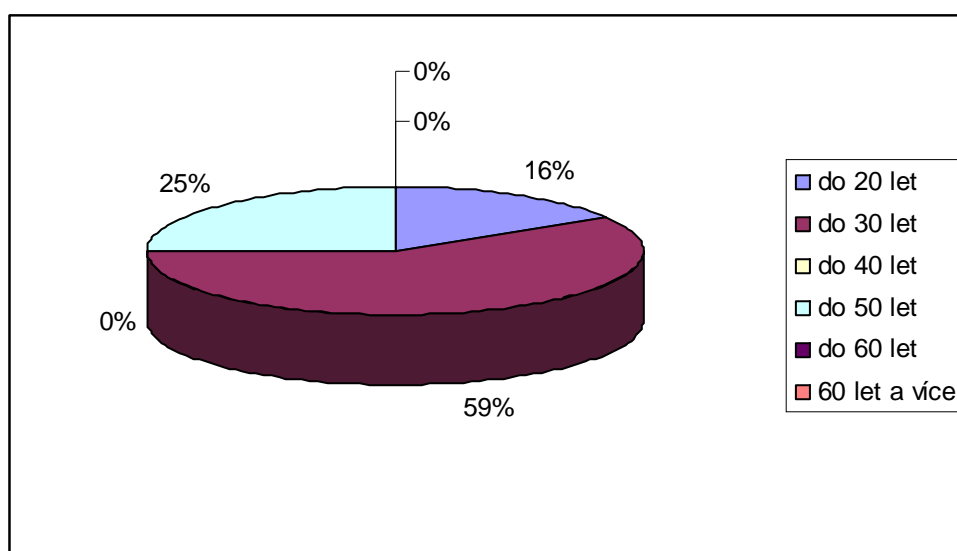


Obrázek 19: Formy konzumace mořských řas

Bylo zjištěno, že mořské řasy častěji kupují muži. Z celkového počtu dotazovaných mořské řasy nakupuje 7,5 % mužů a 5 % žen. Ženy kupující mořské řasy jsou zastoupeny pouze věkovými kategoriemi mladší 20 let (z 53 %) a od 21 do 30 let (ze 47 %). Z hlediska dosaženého vzdělání byly zastoupeny všechny skupiny: vysokoškolsky vzdělané (64 %), středoškolsky vzdělané (15 %) i ženy se základním vzděláním (21 %). U mužů nakupujících mořské řasy převládalo základní vzdělání (64 %), zbylých 36 % tvořilo středoškolské vzdělání. Nejpočetnější věkovou skupinu mužů nakupujících mořské řasy tvořila věková kategorie od 21 do 30 let. Přehled věkového zastoupení mužů a žen nakupujících mořské řasy zachycuje tabulka 22. Obrázek 20 znázorňuje věkové složení mužů nakupujících mořské řasy.

Tabulka 22: Věkové složení mužů a žen nakupujících mořské řasy

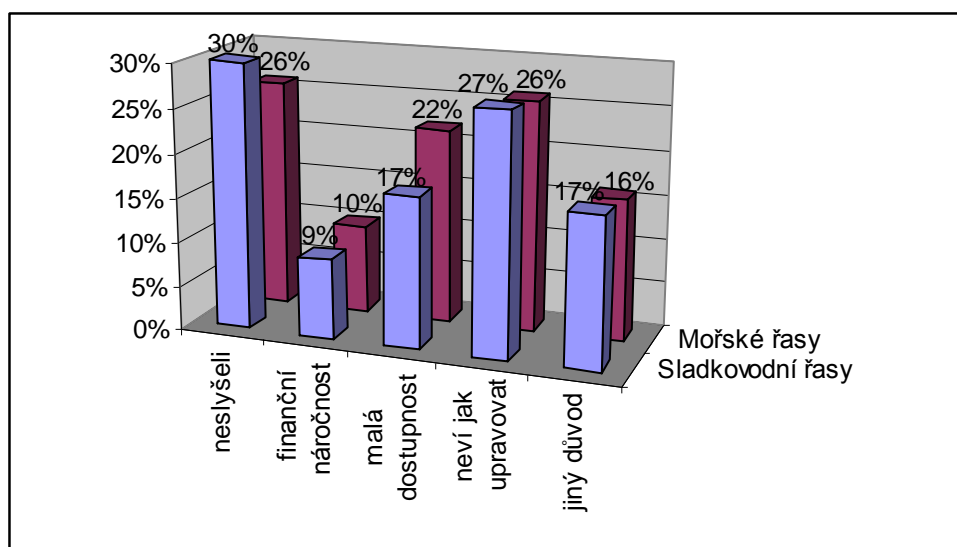
Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	16 %	16 %
do 30 let	59 %	59 %
do 40 let	0 %	0 %
do 50 let	25 %	25 %
do 60 let	0 %	0 %
60 let a více	0 %	0 %



Obrázek 20: Věkové složení mužů nakupujících mořské řasy

6.3.4 Důvody negativní odpovědi na nákup řas

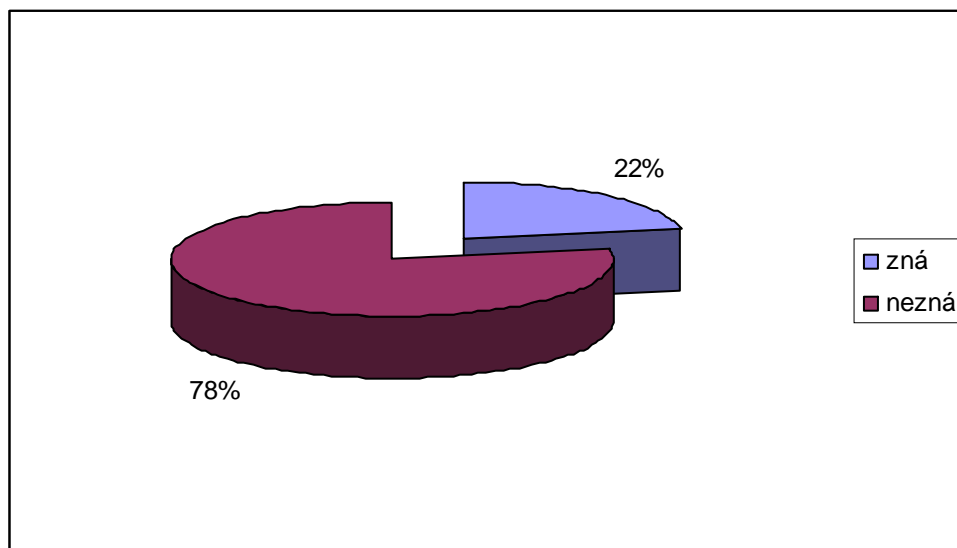
Osoby, které na otázku, zda kupují řasy ať už sladkovodní nebo mořské, odpověděly záporně, byly dále dotazovány, z jakého důvodu řasy nekupují. V případě sladkovodních řas převažovala z 30 % odpověď, že o sladkovodních řasách zatím neslyšely. Druhou nejčastější odpovědí bylo, že neví, jak řasy upravovat (27 %). Dále pak odpovídaly, že řasy nekupují kvůli malé dostupnosti (17 %), finanční náročnosti (9 %) nebo mají jiný nespécifikovaný důvod (17 %). V případě mořských řas 26 % dotazovaných neví jak řasy upravovat, 26 % o nich zatím neslyšelo, 22 % řasy nekupují z důvodu malé dostupnosti, 10 % z důvodu finanční náročnosti a 16 % má jiný nespécifikovaný důvod. Odpovědi jsou shrnuty v obrázku 21.



Obrázek 21: Proč lidé nekupují řasy

6.4 Účinky řas na lidský organismus

Dalším cílem bylo zjistit, zda dotazované osoby znají účinky řas. Z dotazníku vyplynulo, že příznivé účinky řas zná jen 27 osob (tj. 22 %) z celkových 120 dotazovaných a 93 dotazovaných (tj. 78 %) žádné účinky řas nezná. Situace je znázorněna na obrázku 22.

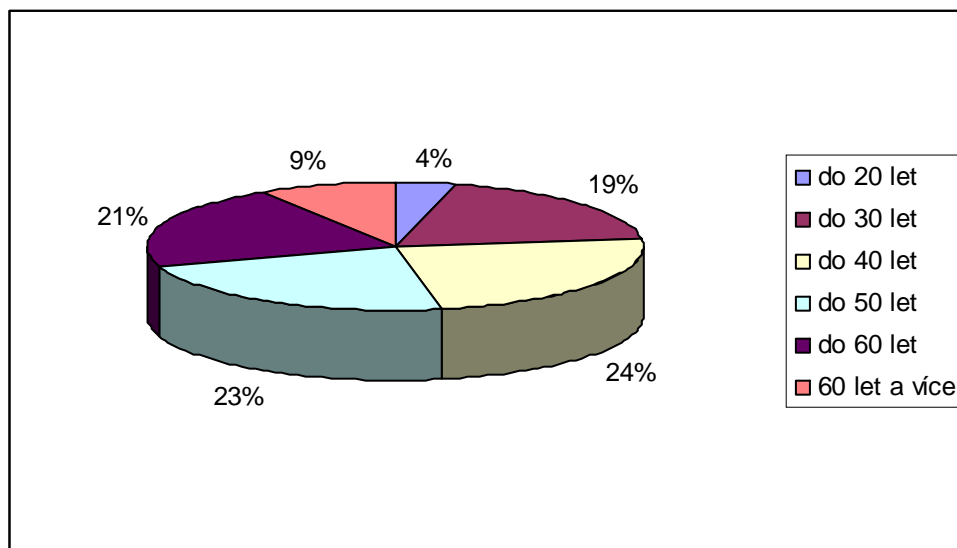


Obrázek 22: Znalost účinků řas

Znalost účinků řas projevily především ženy- 27,5 % z celkového počtu dotazovaných žen. Pouze 12,5 % z celkového počtu dotazovaných mužů znalo účinky řas na lidský organismus. Většina mužů znajících účinky řas má vysokoškolské vzdělání (z 85 %). Zbytek disponuje středoškolským vzděláním (15 %). Ženy znající účinky řas měly jak vysokoškolské (57 %), středoškolské (38 %) i základní (5 %) vzdělání. Největší znalost účinků řas prokázaly ženy ve věkovém rozmezí 30-40 let. Věkové složení mužů a žen znajících účinky řas uvádí tabulka 22. Obrázek 23 znázorňuje věkové složení žen znajících účinky řas.

Tabulka 23: Věkové složení mužů a žen znajících účinky řas

Věkové kategorie	Procentuální zastoupení	
	ženy	muži
do 20 let	4 %	0 %
do 30 let	19 %	33 %
do 40 let	24 %	33 %
do 50 let	23 %	14 %
do 60 let	21 %	0 %
60 let a více	9 %	20 %



Obrázek 23: Věkové složení žen znajících účinky řas

Ti, kteří znají příznivé působení řas na lidský organismus nejčastěji jmenovali antioxidační, antikarcinogenní a detoxikační účinek, dále pak obsah vlákniny a s tím spojený příznivý vliv na trávení, obsah minerálních látek, vitaminů, posílení imunity, obsah jódu a v souvislosti s tím vliv na činnost štítné žlázy, vliv na snížení cholesterolu v krvi a v neposlední řadě obsah aminokyselin, enzymů a celkový prospěch organismu.

71 % z těch, kteří uvedli, že účinky řas na lidský organismus neznají by řasy používali, kdyby znali jejich pozitivní účinky.

ZÁVĚR

První zmínka o řasách jako o potravině se objevila ve čtvrtém století v Japonsku a v šestém století v Číně. Dnes tyto země společně s Koreou tvoří největší konzumenty řas. V těchto zemích se řasy využívají často k přímé spotřebě ať už k přípravě salátů, sushi nebo jiných pokrmů. V Evropských zemích jsou sladkovodní a mořské řasy nejčastěji využívány pro výrobu agaru, alginátu a karagenanu, jako krmivo nebo v kosmetickém průmyslu. Méně pak jsou rozšířeny ve formě nutričních doplňků nebo koření.

Zpracováním teoretické části této bakalářské práce jsem došla k závěru, že řasy jsou lidskému tělu velmi prospěšné. Řasy, ať už sladkovodní či mořské, jsou zdrojem bílkovin a všech esenciálních aminokyselin, jejichž množství je u některých druhů - např. *Porphyra* sp. srovnatelné se sojovou nebo vaječnou bílkovinou. Pozornost si také zaslouží díky obsahu dietní vlákniny, vitaminů - především provitaminu A, vitaminů B₁, B₂ a B₁₂ a vitaminu C a minerálních látek, z nichž jsou nejvýznamnější jód, vápník, hořčík, fosfor, draslík, sodík a železo. Některé druhy řas, především hnědé řasy, mají schopnost absorbovat těžké kovy z prostředí. Naproti tomu řasy vykazují nízké hodnoty cholesterolu a lipidů, z nichž převážná část je tvořena polynenasycenými mastnými kyselinami. Mimo jejich příznivé nutriční složení působí na lidský organismus i tím, že mají hypoglykemický účinek, snižují krevní tlak, celkový cholesterol a resorpci cukru a tuku, snižují riziko výskytu rakoviny tlustého střeva, vykazují antioxidační aktivitu, protinádorový efekt, zvyšují imunitu organismu proti infekcím a podporují krvetvorbu.

Vzhledem k tomu, že se trend zdravé výživy, k níž konzumace řas nepochybně patří, stále více rozšiřuje, byl v rámci praktické části této bakalářské práce sestaven a zpracován dotazník týkající se znalosti, konzumace a nákupu mořských a sladkovodních řas. Výsledkem dotazování 120 osob různých věkových kategorií bylo zjištěno, že mořské ani sladkovodní řasy nejsou zatím lidem moc známy. 68 % respondentů řasy jako součást potravy vůbec nezná, 78 % dotazovaných řasy nekupuje a 78 % respondentů nezná jejich příznivé účinky na lidský organismus. Tato malá znalost by se dala připisat nízké informovanosti o řasách a malé dostupnosti řas. Dostatečný sortiment řas mimo internetové obchody můžeme v současné době nalézt jen v prodejnách zdravé výživy, které navštěvuje pouze 38 % dotazovaných. Toto procento dotazovaných uvedlo, že v prodejnách zdravé výživy nakupuje a zároveň řasy zná. Z odpovědí této menšiny vyplynulo, že ze

sladkovodních řas znají především řasu *Chlorella* a červenou mořskou řasu *Porphyra tenera* známou jako Nori. Ti, kteří kupují řasy uvedli, že sladkovodní řasy konzumují nejčastěji ve formě potravních doplňků a mořské řasy jako součást jiné potraviny. 22 % dotazovaných také ví o jejich zdravotních účincích. Nejčastěji uvedenými příklady pozitivního působení byly antioxidační účinky a obsah vlákniny. Obecně lze říci, že větší znalost sladkovodních a mořských řas prokázaly ženy. Ženy jsou také častějšími návštěvnicemi v prodejnách zdravé výživy a častěji také sladkovodní a zároveň mořské řasy nakupují a konzumují.

Z výsledků dotazníku vyplývá, že v České republice nejsou řasy téměř rozšířeny, což se dá přičíst hlavně nízké informovanosti o složení řas a jejich příznivém působení na lidský organismus. Do budoucna bych navrhovala mnohem větší propagaci sladkovodních i mořských řas a produktů z nich a rozšíření jejich sortimentu do běžných obchodů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MCHUGH, Dennis J. *A guide to the seaweed industry : FAO Fisheries Technical Papers – T441*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003. 105 s. ISBN 92-5-104958-0.
- [2] ROSYPAL, Stanislav. *Nový přehled biologie*. Praha : Scientia, 2003. 797 s. ISBN 80-7183-268-5.
- [3] ČERVENÁ, Drahomíra, ČERVENÝ, Karel. *Léčba výživou : Encyklopedie léčivých potravin*. Martin : Neografia, 1994. 213 s. ISBN 80-88892-49-X.
- [4] ZADÁK, Zdeněk. *Výživa v intenzivní péči*. Praha : Grada Publishing a.s., 2002. 496 s. ISBN 80-247-0320-3.
- [5] HENRIKSON, Robert. *Earth Food Spirulina : How This Remarkable Blue-Green Algae Can Transform Your Health and Our Planet*. Hana : Ronore Enterprises Inc., 2000. 188 s. Dostupný z WWW: <www.spirulinasource.com>. ISBN 0-9623111-0-.
- [6] DAWCZYNSKI, Christine, SCHUBERT, Rainer, JAHREIS, Gerhard. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products . *Food Chemistry*. 2007, vol. 103, is. 3, s. 891-899. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [7] MAMATHA, B.S. , et al. Studies on use of Enteromorpha in snack food. *Food Chemistry*. 2007, vol. 101, is. 4, s. 1707-1713. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [8] NAKANO, Shiro, et al. Maternal-fetal distribution and transfer of dioxins in pregnant women in Japan, and attempts to reduce maternal transfer with *Chlorella* (*Chlorella pyrenoidosa*) supplements . *Chemosphere*. 2005, vol. 61, is. 9, s. 1244-1255. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [9] GARCIA, I. R., GUERRERO, J. L. G. Evaluation of the antioxidant activity of three microalgal species for use as dietary supplements and in the preservation of foods. *Food Chemistry* . 2008, vol. 108, is. 3, s. 1023-1026. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.

- [10] SHENG, Jianchun, et al. Preparation, identification and their antitumor activities in vitro of polysaccharides from *Chlorella pyrenoidosa*. *Food Chemistry* . 2007, vol. 105, is. 2, s. 533-539. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [11] NORZIAH, Mohd Hani, CHING, Chio Yen. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry*. 2000, vol. 68, is. 1, s. 69-76. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [12] MABEAU, Serge, FLEURENCE, Joël. Seaweed in food products : biochemical and nutritional aspects. *Trends in Food Science & Technology*. 1993, vol. 4, s. 103-107.
- [13] COLLAA, L. M., et al. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. *Bioresource Technology*. 2007, vol. 98, is. 7, s. 1489-1493.
- [14] WONG, K. H., CHEUNG, P. C. K. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds : proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food chemistry*. 2000, vol. 71, s. 475-482.
- [15] ADERHOLD, D., WILLIAMS, C. J., EDYVEAN, R. G. J. The removal of heavy-metal ions by seaweeds and their derivatives. *Bioresource Technology*. 1996, vol. 58, is. 1 , s. 1-6.
- [16] MARINHO-SORIANO, E., et al. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology* [online]. 2006, vol. 97, is. 18 [cit. 2008-05-15], s. 2402-2406. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [17] TABOADA- DE LA CALZADA, A., et al. Determination of arsenic species in environmental samples: use of the alga *Chlorella vulgaris* for arsenic(III) retention. *Trends in Analytical Chemistry*. 1998, vol. 17, no. 3, s. 167-175.
- [18] BECEIRO-GONZÁLES, E., et al. Interaction between metallic species and biological substrates: approximation to possible interaction mechanisms between the alga *Chlorella vulgaris* and arsenic(III). *Trends in Analytical Chemistry*. 2000, vol. 19, no. 8, s. 475-480.

- [19] RIGET, Frank, JOHANSEN, Poul, ASMUND, Gert. Natural seasonal variation of cadmium, copper, lead and zinc in brown seaweed (*Fucus vesiculosus*) . *Marine Pollution Bulletin*. 1995, vol. 30, is. 6, s. 409-413. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [20] HU, Shengxi, TANG, Chin Hung , WU, Madeline . Cadmium accumulation by several seaweeds. *Science of The Total Environment*. 1996, vol. 187, is. 2, s. 65-71. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
- [21] *Www.spirulina.cz* [online]. 2005-2006 [cit. 2008-05-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.spirulina.cz/index.htm>>.
- [22] *Www. biotox.cz* [online]. 2001-2007 , 30. 7. 2001 [cit. 2008-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.biotox.cz/naturstoff/biologie/default.html>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Arg	arginin
Asp	kyselina asparagová
Glu	kyselina glutamová
Thr	threonin
Val	valin
Leu	leucin
Lys	lysin
Gly	glycin
Ala	alanin
P-Ser	fosfoserin
Tau	taurin
Ser	serin
Ile	isoleucin
Tyr	tyrosin
Phe	fenylalanin
His	histidin
Pro	prolin
Cys	cystein
Met	methionin
Trp	tryptofan
EPA	eikosapentaenová kyselina
DHA	dokosahexaenová kyselina
As	arzen
Pb	olovo

Cd kadmium

Sn cín

Hg rtuť

I jód

d. w. sušina

AK aminokyseliny

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Palmaria palmata [1].....</i>	10
<i>Obrázek 2: Porphyra umbilicalis [1]</i>	12
<i>Obrázek 3: Undaria pinnatifida [1].....</i>	13
<i>Obrázek 4: Spirulina [5].....</i>	13
<i>Obrázek 5: Preference kvality či ceny.....</i>	39
<i>Obrázek 6: Nákup v prodejnách zdravé výživy.....</i>	39
<i>Obrázek 7: Věkové složení žen nakupujících v prodejnách zdravé výživy</i>	40
<i>Obrázek 8: Znalost řas</i>	41
<i>Obrázek 9: Věkové složení žen znajících mořské i sladkovodní řasy.....</i>	42
<i>Obrázek 10: Složení mužů a žen znajících mořské i sladkovodní řasy dle dosaženého vzdělání.....</i>	42
<i>Obrázek 11: Druhy sladkovodních řas dle znalosti dotazovaných</i>	43
<i>Obrázek 12: Věkové složení žen znajících sladkovodní řasy</i>	44
<i>Obrázek 13: Druhy mořských řas dle znalosti dotazovaných.....</i>	45
<i>Obrázek 14: Věkové složení žen znajících mořské řasy.....</i>	46
<i>Obrázek 15: Procentuální vyjádření koupi řas.....</i>	46
<i>Obrázek 16: Věkové složení žen nakupujících sladkovodní i mořské řasy.....</i>	47
<i>Obrázek 17: Formy konzumace sladkovodních řas</i>	48
<i>Obrázek 18: Věkové složení žen nakupujících sladkovodní řasy</i>	49
<i>Obrázek 19: Formy konzumace mořských řas</i>	49
<i>Obrázek 20: Věkové složení mužů nakupujících mořské řasy.....</i>	50
<i>Obrázek 21: Proč lidé nekupují řasy.....</i>	51
<i>Obrázek 22: Znalost účinků řas</i>	52
<i>Obrázek 23: Věkové složení žen znajících účinky řas</i>	53

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Obsah bílkovin, tuků, vlákniny, popelovin, Ca, Fe a vitamínu C v G. changgi a vybraných produktech [11].....</i>	15
<i>Tabulka 2: Hodnoty nutričních faktorů u vybraných druhů červených a hnědých řas [6].....</i>	16
<i>Tabulka 3: Složení vybraných druhů hnědých a zelených řas [14].....</i>	16
<i>Tabulka 4: Hodnoty esenciálních aminokyselin u vybraných druhů hnědých, červených a zelených řas [6], [14].....</i>	18
<i>Tabulka 5: Hodnoty semiesenciálních a neesenciálních aminokyselin u vybraných druhů červených, hnědých a zelených řas [6], [14].....</i>	19
<i>Tabulka 6: Hlavní polysacharidy řas [12].....</i>	22
<i>Tabulka 7: Obsah dietní vlákniny ve vybraných mořských řasách a potravinách rostlinného původu [12].....</i>	23
<i>Tabulka 8: Hodnoty nasycených mastných kyselin u vybraných druhů červených a hnědých řas [6].....</i>	25
<i>Tabulka 9: Hodnoty monoenových mastných kyselin u vybraných druhů červených a hnědých řas [6].....</i>	26
<i>Tabulka 10: Hodnoty polynenasycených mastných kyselin u vybraných druhů červených a hnědých řas [6].....</i>	27
<i>Tabulka 11: Minerální složení některých jedlých mořských řas [12].....</i>	29
<i>Tabulka 12: Řasy schválené ve Francii pro lidskou konzumaci [12].....</i>	31
<i>Tabulka 13: Kritéria kvality, které se vztahují na jedlé řasy prodávané ve Francii [12].....</i>	31
<i>Tabulka 14: Věkové zastoupení respondentů.....</i>	38
<i>Tabulka 15: Složení respondentů podle dosaženého vzdělání.....</i>	38
<i>Tabulka 16: Věkové složení mužů a žen nakupujících v prodejnách zdravé výživy.....</i>	40
<i>Tabulka 17: Věkové složení mužů a žen znajících mořské i sladkovodní řasy.....</i>	41
<i>Tabulka 18: Věkové složení mužů a žen znajících sladkovodní řasy.....</i>	43
<i>Tabulka 19: Věkové složení mužů a žen znajících mořské řasy.....</i>	45
<i>Tabulka 20: Věkové složení mužů a žen nakupujících mořské i sladkovodní řasy.....</i>	47
<i>Tabulka 21: Věkové složení mužů a žen nakupujících sladkovodní řasy.....</i>	48
<i>Tabulka 22: Věkové složení mužů a žen nakupujících mořské řasy.....</i>	50

Tabulka 23: Věkové složení mužů a žen znajících účinky řas..... 52

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Dotazník

PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍK

Dobrý den,

děkuji Vám za ochotu k vyplnění tohoto krátkého dotazníku, který se týká mořských a sladkovodních řas. Podklady získané na základě tohoto dotazníku budou sloužit jako příloha k bakalářské práci. Dotazník je anonymní.

Odpovězte prosím na následující otázky podle vlastního uvážení a to tak, že Vámi vybranou variantu zakroužkujete, popřípadě slovně vypíšete.

-
1. *Preferujete při nákupu potravin spíše kvalitu?* ANO
NE
2. *Preferujete při nákupu potravin více cenu?* ANO
NE
3. *Nakupujete potraviny v prodejnách se zdravou výživou?* ANO NE
4. *Znáte sladkovodní řasy, které se využívají jako potravina nebo potravní doplněk?*
(např. *Chlorella, Spirulina*) ANO NE
5. *Pokud ano, můžete je jmenovat?*
6. *Znáte mořské řasy, které se využívají jako potravina nebo potravní doplněk?*
(např. *Nori, Kombu, Kelp, Wakame, Dulse, Arame, Hijiki, Sea Lettuce*)
ANO NE

7. Pokud ano, můžete je jmenovat?

8. Kupujete výrobky, které obsahují sladkovodní řasy? ANO NE

Pokud ano, jaké?

9. - samotné řasy (sušené) ANO NE

10. - jako potravní doplňky (tablety *Chlorela Tabs*, *Alga spring*, *Veselí draci*,
chlorela pyrenoidosa, těstoviny se *Spirulinou*)

ANO NE

11. - jako farmaceutický výrobek (*Algafit*) ANO NE

Pokud ne, proč?

12. - zatím jste o nich neslyšeli ANO NE

13. - z důvodu finanční náročnosti ANO NE

14. - z důvodu malé dostupnosti ANO NE

15. - nevíte jak je upravovat ANO NE

16. - máte jiný důvod (např. nechutnají Vám) ANO NE

17. Kupujete výrobky, které obsahují mořské řasy? ANO NE

Pokud ano, jaké?

18. - samotné řasy (sušené pláty, nudličky, vločky) ANO NE

19. - jako součást jiné potraviny (*tofu*, potravní doplněk *Kelpamax*) ANO NE

Pokud ne, proč?

20. - zatím jste o nich neslyšeli ANO NE

21. - z důvodu finanční náročnosti ANO NE

22. - z důvodu malé dostupnosti ANO NE

23. - nevíte jak je upravovat ANO NE

24. - máte jiný důvod (např. nechutnají Vám) ANO NE
25. Znáte jejich zdravotní účinky? ANO NE
26. Můžete některý zdravotní účinek jmenovat?
.....
27. Pokud byste znali jejich pozitivní účinky používali byste je?
ANO NE
- ---
28. Pohlaví MUŽ ŽENA
29. Patříte do věkové kategorie do 20 do 30 do 40 do 50 do 60 let 60 let a více
30. Vzdělání ZŠ SŠ VŠ

Děkuji za Vámi strávený čas a věrohodnost údajů.