



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Kvalita a zpracování zemědělských produktů

Diplomová práce

Mladý ječmen a chlorella jako součást zdravého stravování

Autorka práce: Bc. Pavla Bícová

Vedoucí práce: doc. MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Produkty mladého ječmene a chlorelly náleží ke stále více vyhledávaným nutraceutikům díky jejich bohatému nutričnímu složení. Cílem diplomové práce bylo: posoudit nabídku mladého ječmene a chlorelly v tržní síti v České republice, dotazníkovým šetřením (n = 338) vyhodnotit znalost o těchto produktech a účinky užívání těchto doplňků stravy a posoudit kvalitu vybraných produktů. Na českém trhu je poměrně široká nabídka produktů chlorelly (57 produktů; 75 % ve formě tablet) a mladého ječmene (24 produktů; 71 % ve formě prášku), které se odlišují složením, způsobem zpracování, zemí původu, cenou i poskytovanými informacemi o nich. Znalost o způsobu výroby a obsahových látkách je důležitá při výběru produktů konzumenty. Bylo zjištěno, že tyto znalosti jsou u některých uživatelů nízké. Informovanost se statisticky významně zvyšovala s věkem a dosaženým vzděláním. Většina uživatelů chlorelly (181; 55 %) a mladého ječmene (224; 68 %) netrpěla vedlejšími příznaky spojenými se začátkem užívání. Nejčastěji zmiňované nepříznivé příznaky byly spojené s trávicím traktem (průjem, zácpa). Mezi příznivými účinky užívání těchto produktů bylo nejčastěji zmiňování zvýšení energie a vitality, zlepšení trávení a imunity. Mikrobiální kvalita vzorků chlorelly a mladého ječmene splňovala legislativní požadavky. Celkový obsah polyfenolů i celková antioxidační aktivita chlorelly byla nižší ($1,20 \pm 0,00$ – $1,35 \pm 0,01$ mg/g, resp. $0,73 \pm 0,00$ mg/g – $0,84 \pm 0,02$ mg/g) u chlorelly v porovnání s mladým ječmenem ($11,44 \pm 0,26$ mg/g – $7,92 \pm 0,25$ mg/g, resp. $10,36 \pm 0,00$ mg/g – $22,76 \pm 0,27$ mg/g).

Klíčová slova: chlorella, mladý ječmen, nutraceutika, dotazníkové šetření, průzkum trhu, mikrobiální kvalita, antioxidační aktivita.

Abstract

Products of young barley and chlorella belong to the increasingly popular nutraceuticals due to their rich nutritional composition. The aim of the thesis was: to assess the offer of young barley and chlorella in the market network in the Czech Republic, to evaluate the knowledge about these products and the effects of using these dietary supplements by questionnaire survey (n = 338) and to assess the quality of the selected products. There is a relatively wide range of chlorella (57 products; 75 % in tablet form) and young barley (24 products; 71 % in powder form) products on the Czech market, which differ in composition, processing method, country of origin, price and information provided about them. Knowledge of the production method and the contents is important when consumers choose products. This knowledge was found to be low among some users. Awareness increased statistically significantly with age and educational attainment. The majority of users of chlorella (181; 55 %) and young barley (224; 68 %) did not suffer from side effects associated with initiation of use. The most frequently reported adverse symptoms were related to the gastrointestinal tract (diarrhoea, constipation). The most frequently reported beneficial effects were more energy and vitality, improved digestion and immunity. The microbial quality of the chlorella and young barley samples met the legislative requirements. Total polyphenol content and total antioxidant activity were lower (1.20 ± 0.00 mg/g – 1.35 ± 0.01 mg/g, 0.73 ± 0.00 mg/g – 0.84 ± 0.02 mg/g, respectively) in chlorella (11.44 ± 0.26 mg/g – 7.92 ± 0.25 mg/g, 10.36 ± 0.00 mg/g – 22.76 ± 0.27 mg/g, respectively) compared to young barley.

Keywords: chlorella, young barley, nutraceuticals, questionnaire survey, market research, microbial quality, antioxidant activity.

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní docentce Lucii Hasoňové za odborné vedení, její ochotu, trpělivost, cenné rady a pomoc, kterou mi poskytla při psaní mé diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat paní profesorce Evě Samkové za pomoc při zpracování výsledků práce. Dále děkuji za možnost zpracování práce s podporou projektu GAJU 5/2022/Z. V neposlední řadě bych ráda také poděkovala mé rodině za podporu v průběhu celého studia.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Mikroskopické řasy	9
1.1.1 Fotosyntéza mikroskopických řas	10
1.1.2 Sladkovodní řasa <i>Chlorella</i> sp.	11
1.1.3 Historie rodu <i>Chlorella</i>	12
1.1.4 Buňka rodu <i>Chlorella</i>	12
1.1.5 Druhy rodu <i>Chlorella</i>	14
1.1.6 <i>Chlorella</i> sp. ve výživě lidí a zvířat	15
1.1.7 Pěstování <i>Chlorella</i> sp.	19
1.1.8 Zpracování <i>Chlorella</i> sp.	22
1.1.9 <i>Chlorella</i> sp. jako doplněk stravy	22
1.2 Mladý ječmen.....	23
1.2.1 Historie mladého ječmene.....	24
1.2.2 Mladý ječmen ve výživě lidí a zvířat	25
1.2.3 Produkce a zpracování mladého ječmene	28
1.3 Příznivé účinky užívání produktů chlorelly a mladého ječmene	30
2 Cíl práce	33
3 Materiál a metodika.....	34
3.1 Nabídka produktů chlorelly a mladého ječmene v tržní síti	34
3.2 Dotazníkové šetření.....	35
3.2.1 Charakteristika respondentů.....	35
3.2.2 Statistické hodnocení	37
3.3 Laboratorní analýza chlorelly a mladého ječmene.....	37
3.3.1 Mikrobiologická analýza.....	40
3.3.2 Měření pH a vodní aktivity	41

3.3.3	Rychlé testy k posouzení zpracování mladého ječmene	41
3.3.4	Mikroskopické posouzení chlorelly	42
3.3.5	Zhodnocení antioxidační aktivity	42
4	Výsledky a diskuse	44
4.1	Vyhodnocení nabídky produktů chlorelly a mladého ječmene na českém trhu	44
4.2	Vyhodnocení dotazníkového šetření	52
4.3	Výsledky laboratorního hodnocení	66
4.3.1	Vyhodnocení mikrobiologické analýzy chlorelly a mladého ječmene	66
4.3.2	Vyhodnocení pH a vodní aktivity	69
4.3.3	Vyhodnocení sedimentačního a denaturačního testu mladého ječmene	70
4.3.4	Vyhodnocení mikroskopického posouzení vzorků chlorelly	73
4.3.5	Vyhodnocení antioxidační aktivity	74
	Závěr	79
	Seznam použité literatury	1
	Seznam obrázků	13
	Seznam grafů	14
	Seznam tabulek	16
	Seznam použitých zkratk	18

Úvod

Lidé se v důsledku zvýšeného výskytu civilizačních onemocnění zajímají více o své zdraví. Mezi často vyhledávané produkty náleží v tomto ohledu tzv. nutraceutika, která zajišťují jednak přísun živin do organismu, a dále mají řadu zdravotních benefitů. Štáva z mladého ječmene a sladkovodní řasa *Chlorella* sp. jsou plnohodnotné doplňky stravy dodávající živiny, které jsou v průmyslově zpracované (západní) stravě mnohdy v nedostatečném množství.

K významným efektům konzumace těchto produktů náleží antioxidační, detoxikační a protizánětlivé účinky. Produkty mladého ječmene a chlorelly se řadí mezi zásadotvorné potraviny, které podporují homeostázu, imunitu, trávení a léčbu civilizačních onemocnění.

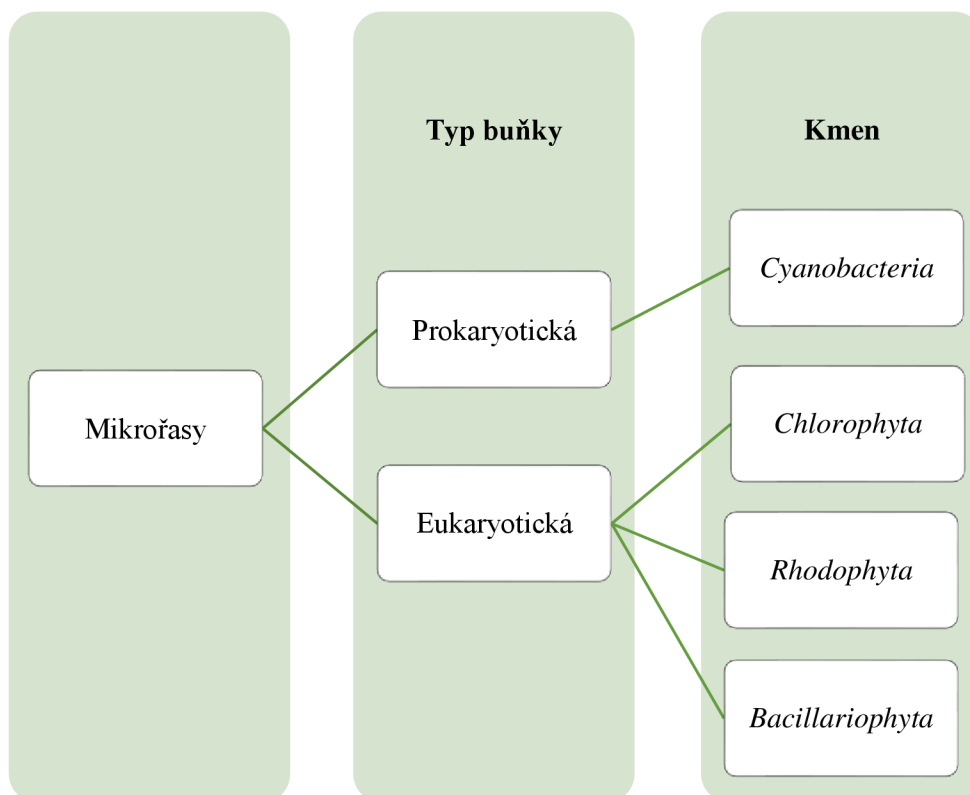
Na trhu je poměrně široká nabídka produktů jak z mladého ječmene, tak z chlorelly lišících se mj. cenou či technologií zpracování. Je však nutno poznamenat, že pro spotřebitele může být orientace v nabízených produktech poměrně náročná.

1 Literární přehled

1.1 Mikroskopické řasy

Chlorella sp. náleží mezi jednobuněčné mikroskopické řasy (dále mikrořasy) žijící ve slané, nebo sladké vodě. Mikrořasy jsou fylogeneticky různorodou skupinou organismů zahrnujících nejenom eukaryotické mikroskopické řasy, kterým je věnována pozornost v tomto literárním přehledu, ale také prokaryotické sinice (**Tabulka 1.1**) (**Koller et al., 2014**). Vyznačují se širokou rozmanitostí druhů, vysokou rychlostí růstu, krátkým růstovým cyklem a výbornou adaptabilitou na prostředí (**Tan et al., 2020**).

Tabulka 1.1: Klasifikace mikrořas (upraveno dle: Oliveira et Bragotto, 2022)



Před více než 2,5 miliardami let začaly mikroskopické řasy díky schopnosti fotosyntézy tvořit kyslíkatou atmosféru planety Země. Řadí se tak mezi nejstarší mikroorganismy na této planetě a vyskytují se ve všech hlavních ekosystémech (**Masojídek, 2016**).

Mikrořasy mají podstatně vyšší rychlost růstu než vyšší rostliny v důsledku větší účinnosti fotosyntézy, krátkému reprodukčnímu cyklu a jednoduché buněčné

struktúre s malými nároky na metabolické funkce (**Masojídek, 2016**). Existují tři základní mechanismy růstu mikrořas: autotrofní, heterotrofní a mixotrofní. Autotrofní mikrořasy k růstu syntetizují organické složky z uhlíku získaného z anorganických látek, mezi které náleží např. oxid uhličitý. Heterotrofním mikrořasám napomáhá k růstu uhlík získaný z jiných organických látek. Některé druhy mikrořas kombinují autotrofní výživu s heterotrofní v tzv. mixotrofním procesu. Energií mikrořasy získávají především ze světla či z chemických reakcí (**Oliveira et Bragotto, 2022**).

Mikrořasy mají velmi nízké růstové nároky a vysokou adaptabilitu na prostředí. Ke svému růstu potřebují pouze sluneční světlo a jednoduché živiny, mezi které náleží dusík, síra, fosfor a oxid uhličitý. Typické pro ně je, že celý růstový cyklus jsou schopny dokončit během několika hodin. Jejich nenáročnost na růstové požadavky představuje výhodu pro různé pěstitelské technologie (**Spain et al, 2021**).

V současné době jsou mikrořasy a jejich produkty celosvětově žádané kvůli jejich nutričním a funkčním vlastnostem. Lze také předpokládat, že mikrořasy budou tvořit jednu z hlavních potravin budoucnosti, a to nejen z nutričních, ale rovněž z ekologických důvodů. Tyto organismy jsou ceněny hlavně jako zdroj vysoce kvalitních bílkovin a bioaktivních molekul (**Ramos-Romeo et al., 2021**).

1.1.1 Fotosyntéza mikroskopických řas

Fotosyntéza mikrořas je fyzikálně-chemický proces, který je zprostředkován biologickými mechanismy, které přeměňují oxid uhličitý na organické sloučeniny a molekulární kyslík (**Li et al., 2022**). Mikrořasy pohlcojí oxid uhličitý a absorbují sluneční světlo. Přírozená fotosyntéza je proces přeměny světelné energie na chemickou energii. Na rozdíl od rostlinných buněk mají mikrořasy větší povrch pro příjem světla, proto je jejich fotosyntetická účinnost o 10–20 % vyšší než u běžných rostlin (**Xie et al., 2022**).

Fotosyntéza probíhá v chloroplastech obsahujících molekuly chlorofylu, které absorbují světlo a jsou zdrojem elektronů (**Xie et al., 2022**). Uvnitř chloroplastů se také nachází pyrenoid, který fixuje oxid uhličitý (**Wang et Jonikas, 2020**). Proces fotosyntézy také umožňuje u autotrofních organismů přeměnu oxidu uhličitého na sacharidy (**Xie et al., 2022**).

Samotný proces fotosyntézy se rozděluje na světelnou a temnostní fázi. Ve světelné fázi se světelná energie přeměňuje na chemickou energii poskytující

biochemické redukční činidlo NADPH₂ a vysokoenergetickou sloučeninu ATP (Masojídek et al., 2021). Pigmenty v chloroplastech sbírají světlo, chrání před reaktivními formami kyslíku a regulují využití světelné energie (Kumar et al., 2021). V temnostní fázi, probíhající ve stromatu chloroplastů, jsou NADPH₂ a ATP využity a dochází k redukci oxidu uhličitého na sacharidy (Masojídek et al., 2021).

1.1.2 Sladkovodní řasa *Chlorella* sp.

Chlorella sp. se řadí mezi jednobuněčné zelené řasy z kmene *Chlorophyta* (Tabulka 1.2). Rozdělení rodů a druhů kmene *Chlorophyta* je založeno na společných morfologických a cytologických znacích (Bock et al., 2011).

Tabulka 1.2: Klasifikace řas kmene *Chlorophyta* (upraveno dle: Champenois et al., 2014)

Kmen	Třída	Rod	Příklad zástupce
<i>Chlorophyta</i>	<i>Trebouxiophyceae</i>	<i>Chlorella</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>
		<i>Parachlorella</i>	<i>P. kessleri</i>
		<i>Auxenochlorella</i>	<i>A. Protothecoides</i>
		<i>Heterochlorella</i>	<i>H. luteoviridis</i>
	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Scendesmus</i>	<i>S. fucus</i>
		<i>Chromochloris</i>	<i>C. zofingiencis</i>

Chlorella sp. je jednou z nejdůležitějších komerčních mikrořas. Hlavní využití této mikrořasy je v lidské výživě jako doplněk stravy. V Evropské unii (EU) nejsou mikrořasy považovány za tradiční potravinu. Jejich přístup na trh EU je regulován Nařízením o nových potravinách (ES) č. 258/97, které stanovuje, že potraviny či složky potravin, které nebyly ve významné míře v EU používány k lidské spotřebě před 15. květnem 1997, vyžadují bezpečnostní posouzení (Champenois et al., 2015).

Katalog nových potravin uvádí produkty rostlinného a živočišného původu a další látky podléhající (nebo nepodléhající) Nařízení o nových potravinách poté, co se země EU a Komise dohodnou v pracovní skupině pro nové potraviny. V Katalogu nových potravin jsou tři druhy rodu *Chlorella* (*Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella luteoviridis*) uvedeny jako druhy, které byly na trhu před 15. květnem 1997, a proto nepodléhají Nařízení o nových potravinách. Uvedené

názvy druhů v Katalogu nových potravin jsou spíše komerčními názvy než skutečnými taxony (**Champenois et al., 2015**).

1.1.3 Historie rodu *Chlorella*

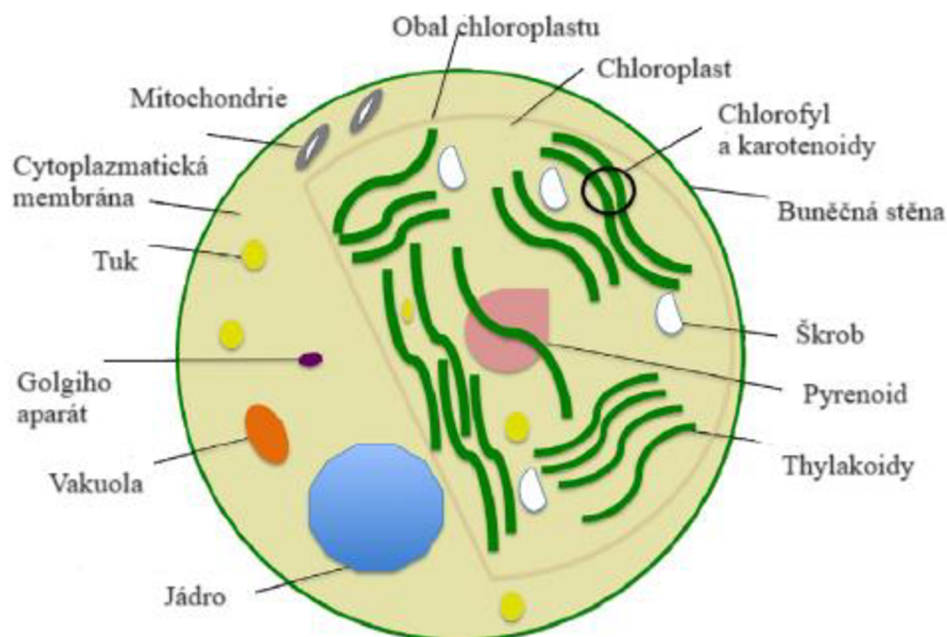
Chlorella sp. se pěstovala již ve středověku v oblasti Asie, kde se také využívala v tradiční medicíně. Jednalo se zejména o oblasti staré Číny, Taiwanu a Japonska. Poprvé detailně popsal sladkovodní řasu *Chlorella* sp. nizozemský botanik a mikrobiolog Martinus Willem Beijerinck v roce 1890 (**Qin et al., 2023**).

Významnější nárůst konzumace *Chlorella* sp. se začal objevovat na počátku 20. století. V této době uvažovali výzkumníci řasu o rozsáhlém pěstování *Chlorella* sp. a jiných mikrořas jako náhražky potravy v reakci na potravinovou krizi. Prvního pokusu převést biologické požadavky na kultivaci biomasy do technických specifikací pro kultivaci ve velkém měřítku bylo dosaženo v letech 1948–1950 pracovníky Stanford Research Institute, San Francisco, USA. Tento problém byl současně řešen v Německu. V roce 1951 se společnost Arthur D. Little, Inc. ujala výstavby a provozu pilotního závodu pro Carnegie Institution (Washington, USA). Pilotní závod ukázal, že kultivace mikrořas ve velkém měřítku byla technicky proveditelná, i když bylo nutné snížit náklady. Následně Japonsko začalo v 60. letech 20. století studovat ve velkém měřítku technologie pěstování *Chlorella* sp. pro vývoj funkčního potravinářského materiálu (**Qin et al., 2023**).

Určitého pokroku bylo rovněž dosaženo v procesech heterotrofní kultivace *Chlorella* sp. v průmyslovém měřítku. Na konci 70. let 20. století se výrobci chlorelly v Japonsku a na Taiwanu pokusili doplnit acetát a glukózu jako zdroje uhlíku a energie pro heterotrofní kultivaci *Chlorella* sp. v nádržích z nerezové oceli. Na konci 20. století bylo již několik druhů *Chlorella* sp. v komerční produkci a kultivace *Chlorella* sp. se stala celosvětově populární. Od počátku 21. století přebírá svou roli v pěstování *Chlorella* sp. také genetické inženýrství (**Masojídek, 2016**).

1.1.4 Buňka rodu *Chlorella*

Nejběžnější zástupce rodu *Chlorella* je *Chlorella vulgaris* (**Obrázek 1.1**), která má kulovité buňky o průměrné velikosti 2–10 µm. Rozmnožování populace probíhá nepohlavním způsobem, a to dělením mateřské buňky (**Oliveira et Bragotto, 2022**).



Obrázek 1.1: Stavba buňky *Chlorella vulgaris* (upraveno dle Safi et al., 2014)

Buňky *Chlorella* sp. obsahují různé typy buněčných stěn, které jsou obecně jednou či více mikrofibrilární vrstvou celulózy (Mehariya et al., 2021). O vlastnostech buněčných stěn je překvapivě známo málo, jelikož jejich složení, struktura a tloušťka značně závisí na druhu, fázi růstu a prostředí (Spain et al., 2021).

V každé buňce se nachází jedno kulovité jádro a jeden pyrenoid, který však může chybět. Je-li pyrenoid přítomen v buňce, je uložen centrálně. V jeho okolí se vyskytuje homogenní matrix z granulárních škrobových zrn, kterou prochází dva páry thylakoidních lamel (Bock et al., 2011).

Jádro buněk obsahuje chromozomy, v nichž se nachází deoxyribonukleová kyselina (DNA). Součástí cytoplazmy jsou dále mitochondrie, jejichž počet je v buňkách proměnlivý. Mitochondrie zajišťují buněčné dýchání a vytváří energii, která je velmi důležitá pro růst buněk (Mehariva et al., 2021).

Endoplazmatické retikulum se dělí na hladké, které neobsahuje ribozomy, v němž probíhá syntéza lipidů a sacharidů. Dále se dělí na hrubé endoplazmatické retikulum, jež ribozomy obsahuje a zde probíhá syntéza bílkovin. Dalšími organelami cytoplazmy jsou plastidy, vakuola, Golgiho aparát, lipidové globule, bičíky a mikrotubuly (Mehariya et al., 2021).

1.1.5 Druhy rodu *Chlorella*

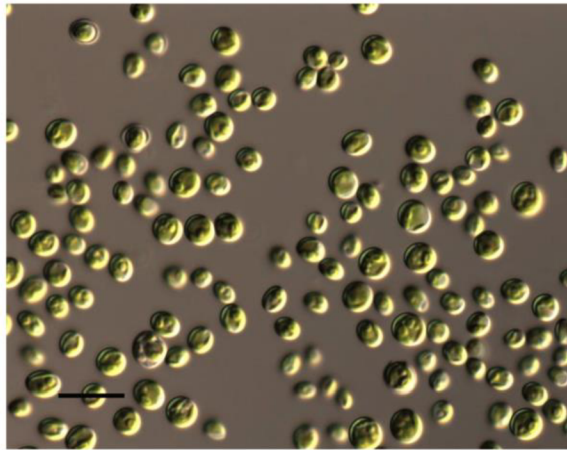
Rod *Chlorella* zahrnuje několik druhů (**Tabulka 1.3**), ale na základě biochemických genetických vlastností se rod *Chlorella* skládá pouze z pěti „pravých“ druhů, a to *Chlorella vulgaris*, *Chlorella lopobhora*, *Chlorella sorokiniana*, *Chlorella heliozoae* a *Chlorella variabilis* (**Bock et al., 2011**).

Tabulka 1.3: Druhy rodu *Chlorella* (upraveno dle: Bock et al., 2011; Safi et al., 2014; Champenois et al., 2015; Lizzul et al., 2018)

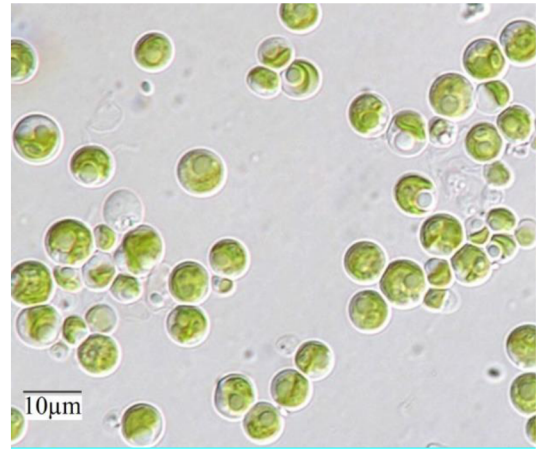
Druh	Velikost buňky (μm)	Tvar buňky
<i>Chlorella colonialis</i>	5,5–7,5	elipsoidní
<i>Chlorella elongata</i>	6,5–8,6	kulovitý
<i>Chlorella chlorelloides</i>	3,8–8,0	oválný
<i>Chlorella lewinii</i>	4,0–6,0	oválný
<i>Chlorella pituita</i>	6,5–8,6	kulovitý až oválný
<i>Chlorella pulchelloides</i>	4,5–6,5	kulovitý
<i>Chlorella rotunda</i>	3,3–4,5	kulovitý až oválný
<i>Chlorella singularis</i>	6,7–9,0	kulovitý až mírně oválný
<i>Chlorella sorokiniana</i>	2,0–4,5	kulovitý
<i>Chlorella volutis</i>	5,0–6,5	kulovitý
<i>Chlorella vulgaris</i>	2,0–4,5	kulovitý

Chlorella vulgaris (**Obrázek 1.2**) byla objevena v roce 1890 Dr. Martinusem Willem Beijerinckem. V roce 1903 byl identifikován další zástupce *Chlorella* sp., který se vyznačoval přítomností pyrenoidů v chloroplastech, podle nichž byl pojmenován *Chlorella pyrenoidosa* (**Bito et al., 2020**).

Chlorella sorokiniana (**Obrázek 1.3**) je druh, který byl poprvé izolován v roce 1953 Sorokinem a původně se domnívalo, že jde o mutanta *Chlorella pyrenoidosa*. Tato taxonomická identifikace byla následně změněna na přelomu 80. a 90. let 20. století, kdy profilování chloroplastové DNA a RNA identifikovalo *Chlorella sorokiniana* jako samostatný druh a *Chlorella pyrenoidosa* náleží pod tento druh. Zajímavostí *Chlorella sorokiniana* je, že je schopna mixotrofního růstu na různých zdrojích uhlíku a dusíku. Ukázalo se, že je schopna růst i v odpadních vodách za podmínek, které byly pro jiné druhy řas nepříznivé. Tento druh je široce uznáván jako druh s průmyslovým potenciálem (**Lizzul et al., 2018**).



Obrázek 1.2: *Chlorella vulgaris*
(Vildanova et al., 2023)



Obrázek 1.3: *Chlorella sorokiniana*
(Salbitani et Carfagna, 2017)

1.1.6 *Chlorella* sp. ve výživě lidí a zvířat

Chlorellové buňky obsahují velké množství živin, díky čemuž se stávají velmi významným doplňkem stravy pro člověka, ale i zvířata. Doplňky stravy z chlorelly se vyrábí v mnoha zemích. Největšími vývozci jsou Čína, USA, Indonésie a Japonsko (Barghchi et al., 2023).

Lipidy

Buňky *Chlorella* sp. jsou zdrojem polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Bito et al., 2018; Lorenzo et al. 2023). Obsah lipidů v buňce *Chlorella* sp. se v různých studiích odlišuje. Wong et al. (2022) uvádí obsah lipidů 12 %, Barghchi (2023) popisuje obsah lipidů ve vyšší variabilitě mezi 8–12 %. Nejvíce zastoupeny jsou omega-6 mastné kyseliny, mezi které se řadí kyselina γ -linolenová a kyselina arachidonová (Andrade et al., 2018). Lipidy se skládají převážně z glykolipidů, vosků, uhlovodíků, fosfolipidů a také malého množství volných mastných kyselin. Tyto složky jsou syntetizovány chloroplastem a nacházejí se v buněčné stěně a membránách organel (Safi et al., 2014).

Vitamíny

Chlorella sp. obsahuje vitamíny B₁, B₂, B₆, B₁₂, niacin, biotin, kyselina listová, kyselina pantotenová, vitamín C, D₂, E a K. Nejvýznamnější jsou především vitamíny D₂ a B₁₂, které v rostlinách chybí (Bito et al., 2020; Hamouda et al. 2022).

Vitamín D je hlavním regulátorem vstřebávání vápníku a snižuje riziko osteomalacie u dospělých a křivice u dětí. Vitamín D běžně potraviny neobsahují, proto je *Chlorella* sp. ceněná pro doplnění tohoto vitamínu. Vitamín D₂ v buňkách *Chlorella* sp. je syntetizován z ergosterolu během kultivace (**Bito et al., 2020**).

Vitamín B₁₂ významně zasahuje do metabolismu organismu a reguluje syntézu DNA, metabolismus mastných kyselin, aminokyselin a energetický metabolismus. V důsledku častého nedostatku vitamínu B₁₂ se stává *Chlorella* sp. vhodným využitelným zdrojem pro všechny skupiny populace (**Kubatka, 2019**). Vitamín B₁₂ je syntetizován určitými bakteriemi a *Archea*, ale ne rostlinami. Potraviny živočišného původu, jako je maso, mléko, ryby a koryši, jsou hlavními zdroji B₁₂ pro lidi. *Chlorella* sp. se proto nyní stává významným doplňkem při vegetariánském a veganském způsobu stravování (**Bito et al., 2020**).

Bílkoviny

Buňky *Chlorella* sp. jsou bohaté na bílkoviny. Některé druhy dokonce obsahují podobné množství bílkovin, jako je v živočišných produktech např. v mléce, vejcích a mase (**Ramos–Romeo et al., 2021**). Proteiny jsou hlavními regulátory buněčné aktivity a napomáhají růstu (**Safi et al., 2014**). *Chlorella pyrenoidosa* běžně obsahuje okolo 57 % bílkovin v sušině, zatímco u *Chlorella vulgaris* je obsah více variabilní a pohybuje se mezi 51–58 % bílkovin v sušině (**Bito et al., 2020**). Jiné studie uvádějí u tohoto zástupce poněkud širší rozpětí, např. **Hildebrand (2020)** uvádí 40–58 % bílkovin. **Barghi (2023)** popisuje rozmezí bílkovin u *Chlorella* sp. mezi 55–65 %.

Buňky *Chlorella* sp. obsahují všechny esenciální aminokyseliny pro člověka ve významných koncentracích (**Tabulka 1.4**). Podle indexu esenciálních aminokyselin (EAAI), používaného k hodnocení kvality bílkovin pro lidskou výživu, je kvalita získaných bílkovin z *Chlorella pyrenoidosa* vysoká (EAAI 0,66). Významné je velké množství argininu (přibližně 3200 mg/100 g sušiny), který se řadí mezi neesenciální aminokyseliny a je určen jako substrát pro produkci oxidu dusnatého, silné intracelulární signální molekuly ovlivňující metabolismus a imunitní systém (**Bito et al., 2020**). Díky vysokému zastoupení bílkovin a esenciálních aminokyselin mají buňky *Chlorella* sp. vyšší nutriční kvalitu než konvenční rostlinné produkty, mezi které náleží např. sója (**Andrade et al., 2018**).

Tabulka 1.4: Obsah esenciálních aminokyselin chlorelly (upraveno dle: Bito et al., 2020)

Aminokyseliny	mg/100 g sušiny
Izoleucin	1820–2030
Leucin	4180–4480
Lysin	3140–4659
Methionin	1009–1240
Fenylalanin	2230–2580
Threonin	2209–2490
Tryptofan	1030–1090
Valin	2780–3090
Histidin	1040–1141

Karotenoidy

Karotenoidy jsou pigmenty se strukturou izoprenových jednotek, které působí jako antioxidanty, jelikož neutralizují volné radikály a inhibují oxidační poškození buněk, tkání a membrán (Kiran et Mohan, 2021). Karotenoidy jsou důležité v regulaci růstu a vývoje rostlin a fungují spolu s chlorofylem při absorpci světelné energie při fotosyntéze (Dianursanti et al., 2020; Igual et al., 2022). Karotenoidy jsou nezbytné pro lidské tělo a jsou přijímané pouze ze stravy (Jiang et Nakano, 2022).

Ve srovnání s ostatními zelenými řasami buňky *Chlorella* sp. obsahují méně karotenoidů. Primárním karotenoidem u buněk *Chlorella* sp. je lutein (Bito et al., 2020). Lutein je přítomný v oblasti lidského oka a podílí na ochraně před poškozením sítnice světelným zářením. Lutein také zabraňuje některým typům rakoviny a kardiovaskulárním onemocněním, navíc může přispívat ke zdraví lidských kostí (D'Este et al., 2017).

Dalšími karotenoidy v buňce *Chlorella* sp. jsou α -karoten a β -karoten. Jejich předností je, že se mohou přeměnit na vitamín A. Po absorpci jsou tyto karotenoidy přeměněny na retinal v enterocytech, nebo absorbovány a transportovány do hepatocytů ke štěpení na retinal, který je přeměněn na vitamín A (Lin et al., 2018).

Růstový faktor *Chlorella* sp.

Růstový chlorellový faktor (CGF) představuje přibližně 5 % buněčné hmoty. Je ve vodě rozpustný a skládá se z nukleových kyselin DNA a RNA (**Kumar et al., 2020**). Dle výzkumů má CGF pozitivní vliv na zdravý růst u dětí, na imunitu, hojení ran a regeneraci lidského těla v důsledku vysokého obsahu DNA a RNA, čímž dochází ke stimulaci dělení a růstu zdravých buněk. Studie na modelových organismech a tkáňových kulturách ukazují, že účinnost spočívá v aktivaci a zvyšování počtu všech důležitých látek v buňkách specifické i nespecifické imunity např. cytokininů, makrofágů, T-lymfocytů a B-lymfocytů (**Merchant et Adre, 2001**).

Kubatka (2018) zmiňuje častou otázku, zda CGF na základě jeho složení podporuje vznik a rozvoj rakoviny. Dle studií k nadměrnému dělení buněk dochází, pouze pokud jsou narušené mechanismy buněčného cyklu, který sám růstový faktor nevyvolává, avšak neexistuje doposud žádný vědecký důkaz.

Chlorofyl

Důležitou součástí buněk *Chlorella* sp. je velké množství pigmentů chlorofylu a, ale také chlorofylu b, díky kterým mají buňky typicky tmavě zelenou barvu (**Andrade, 2018**). Chlorofyl a je hlavním pigmentem, který přeměňuje fotony na chemickou energii. Střed chlorofylu obsahuje hořčík (**Igual et al., 2022**). S procesem fotosyntézy existují tři hlavní funkce chlorofylu, který využívá sluneční energii, dále spouští fixaci CO₂ a třetí funkcí je, že poskytuje energetický základ pro ekosystém jako celek (**Rinawati et al., 2020**).

V průměru buňka *Chlorella* sp. obsahuje 0,5–1,0 % chlorofylu. Podobně jako většina přírodních pigmentů mají chlorofyly četné funkce v potravinářském průmyslu, kdy jsou nejvíce využívány jako barviva. Potravinářský průmysl stále častěji využívá přírodní pigmenty, jelikož syntetické pigmenty způsobují často alergie a mohou být karcinogenní. Chlorofyl lze rovněž využít jako doplněk stravy. Přispívá také k obnovení rovnováhy střevní mikrobioty a snižují riziko vzniku kolorektálního karcinomu. Vzhledem k tomu, že chlorofyly působí jako substituce za hemoglobin při stavech nedostatku, použití chlorofylových doplňků se doporučuje při anémii (**Sun et al., 2023**).

1.1.7 Pěstování *Chlorella* sp.

Buňky *Chlorella* sp. využívají zdroje organického uhlíku a oxidu uhličitého současně, což přispívá k rychlému nárůstu buněčné biomasy (**Piasecka et Barrier, 2022**). Metabolismus *Chlorella* sp. je ovlivněn mnoha faktory, jako je kvalita světla, teplota či kultivační médium (**Li et al., 2022**).

Řasy rodu *Chlorella* jsou nejčastěji pěstovány ve velkoplošných sladkovodních nádržích (**Obrázek 1.4**) především v Japonsku a na Taiwanu, kde jsou ideální klimatické podmínky pro její množení. V jiných zeměpisných šířkách se nutriční hodnota buněk *Chlorella* sp. snižuje z důvodu kolísání klimatických podmínek. Způsob pěstování je zejména v Japonsku velmi striktně kontrolován. Důležitým aspektem je udržování čistoty kultur, která může být zajištěna separačními metodami, které umožňují pouze pěstování jednoho druhu rodu *Chlorella*. Systém kruhové vodní nádrže byl poprvé vyvinut a použit v Japonsku v 60. letech 20. století. Tento systém zahrnoval otočné rameno pro míchání a kruhové jezírko o maximálním průměru 50 m. Konstrukce otevřené kruhové nádrže je o rozměru maximálně 10 000 m², protože u větších jezírek již není možné rovnoměrné míchání otočným ramenem. Pozoruhodné je, že většina kultivačních jezírek pro pěstování *Chlorella* sp. používaných v Japonsku má kruhový tvar a průměr až 50 m (**Qin et al., 2023**). Druhy rodu *Chlorella* se pěstují v nádrži nejčastěji po dobu osmi dní. Chlorellové buňky jsou pěstovány autotrofním, heterotrofním, nebo mixotrofním způsobem (**Rathouský, 2008**).

Fotoautotrofní kultivace je způsob pěstování, kdy se ve venkovních nádržích využívá výhradně slunečního záření. Kultivace mikrořas za fotoautotrofních podmínek byla nejběžnějším způsobem růstu mikrořas, prováděným jak ve fotobioreaktorech, tak v otevřených vodních nádržích. Fotoautotrofní kultivace má však potíže s dosažením vysoké koncentrace biomasy, protože pronikání světla je nepřímo úměrné zákalu kultivačního média. Požadavky na světlo se zvyšují s rostoucí hustotou buněk, protože vzájemné stínění exponenciálně snižuje pronikání světla do média. Fotosyntéza proto nemůže dostatečně probíhat při vysoké hustotě buněk *Chlorella* sp. kvůli zeslabení světla uvnitř nádrže. Snížení intenzity světla je ještě výraznější při použití surových odpadních vod, které mají vysoký zákal (**Mohammad et al., 2016**).

Heterotrofní způsob kultivace je více využívaný než fotoautotrofní. Do kultivačních nádrží je přidáván organický substrát složený např. z glukózy, laktátu,

glutamátu, ethanolu či acetátu. Glukóza umožňuje buňkám *Chlorella* sp. přenášet některé bílkoviny přes cytoplazmatickou membránu (Agwa et al., 2013). Heterotrofní způsob pěstování umožňuje větší růst biomasy, vyšší výnosy a je nejvíce využívaný u druhů *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella vulgaris* a *Chlorella sorokianina* (Guo et Tong, 2014).

Nejvyšší výnos však zajišťuje mixotrofní způsob pěstování. Jedná se o kombinaci fotoautotrofní a heterotrofní kultivace. Kultura je pěstována pod osvětlením a zdroj uhlíku je zároveň anorganického i organického původu. Organické substráty jsou v mixotrofní kultivaci asimilovány a buněčný růst není závislý pouze na fotosyntéze. Jako zdroj uhlíku se při mixotrofní kultivaci využívá kyselina octová, která je příznivá také z hlediska nízké ceny (Giuliano, 2022).

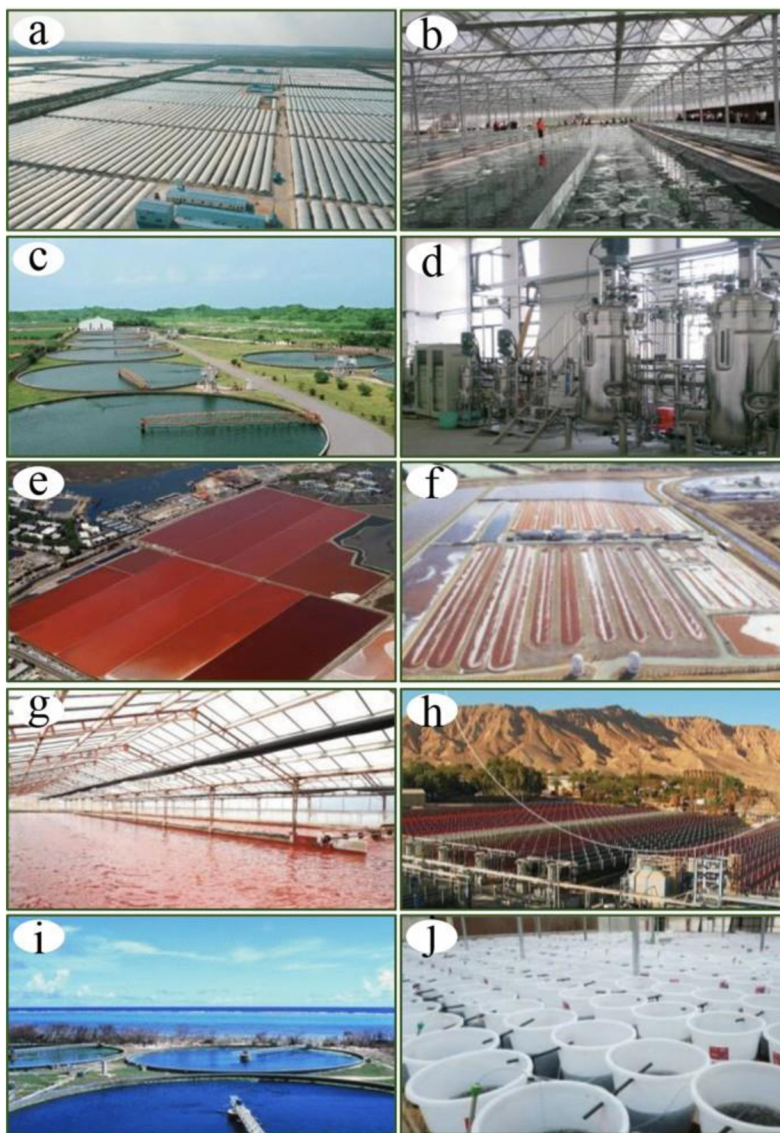
Dalším systémem pro pěstování *Chlorella* sp. jsou cirkulační kaskády (tj. systémy se šikmým povrchem). První experimentální cirkulační kaskádu navrhl Dr. Ivan Šetlík a byla postavena v Botanické zahradě Slovenské akademie věd koncem 50. let. Systém byl konstruován jako stupňovité uspořádání mělkých žlabů z vyztužené polyesterové pryskyřice. Cirkulační kaskády mají několik výhod. Kultury *Chlorella* sp. mohou proudit přes nakloněné roviny uspořádané v nakloněné ploše, což umožňuje hloubku kultury kontrolovat na nízké úrovni (obvykle pod 1 cm), proto lze v tomto otevřeném systému snadno dosáhnout vysoké produktivity (Qin et al., 2023).

Buňky *Chlorella* sp. lze také kultivovat v odpadních vodách, čímž se omezuje využívání zdrojů pitné vody. Další možností pěstování je v otevřených rybníčních systémech, ale zde jsou omezení vyžadující přísnou environmentální kontrolu, aby nedošlo ke znečištění, odpařování vody, napadení bakteriemi či růstu jiných druhů řas. Také teplotní rozdíly v důsledku sezónních změn jsou pro pěstování druhů rodu *Chlorella* nevhodné (Safi et al., 2014).

Podíl makroživin v buňkách *Chlorella* sp. lze měnit změnou podmínek, ve kterých je pěstována (Karenia et al., 2023). Kultivační fáze *Chlorella* sp. zahrnuje mnoho základních parametrů (např. koncentraci biomasy, intenzitu světla, teplotu, hladinu nádrže). Tyto parametry vyžadují přesné sledování, aby byla zajištěna správná produktivita biomasy při pěstování (Lim et al., 2022).

Sklizeň *Chlorella* sp. je proces získávání biomasy z kultivačního média. Představuje jednu z nejdůležitějších výzev pro produkci biomasy v komerčním měřítku. *Chlorella* sp. roste ve vodě, proto je sklizeň energeticky a kapitálově

náročná a může přispět přibližně ke 30 % z celkových nákladů na produkci. V současné době sběr *Chlorella* sp. zahrnuje mechanické, chemické a biologické metody. Konvenční způsoby v komerčním měřítku zahrnují centrifugaci, filtraci a flokulaci, které lze použít jednotlivě, nebo v kombinaci. Tyto způsoby však představují určité ekonomické či technologické nevýhody ve vlastním procesu výroby biomasy (Qin et al., 2023).



Obrázek 1.4: Systémy pěstování mikrořas (Quin et al., 2023).

Vysvětlivky: a, b – otevřené oběžné dráhy ve skleníku *Arthrospira* v Erdosu (Čína); c – kruhová jezírka v Sun *Chlorella* (Japonsko); d – heterotrofní kultivační zařízení; e – pěstování na jezerech Cargill v San Francisco Bay (USA); f – kultivace pomocí otevřených nádrží s oběžnou dráhou; g – otevřené oběžné dráhy ve skleníku v Yunnanu (Čína); h – trubkové fotobioreaktory od společnosti Algatech (Izrael); i – pěstování pomocí kruhových jezírek v Japonsku; j – vnitřní kultivace ve výzkumném středisku řas Plateau v Číně.

1.1.8 Zpracování *Chlorella* sp.

Hlavní překážkou při zpracování *Chlorella* sp. je narušení buněčné stěny pro extrakci požadovaných sloučenin. Nezpracovaná *Chlorella* sp. je velmi těžce stravitelná. Všechny druhy rodu *Chlorella* mají robustní buněčné stěny představující silnou bariéru. Existují metody chemické, které narušují buněčnou stěnu a metody za působení tlaku (**Weber et al., 2022**).

Nejvýznamnější úpravou buněk *Chlorella* sp. je proces dezintegrace. Tento postup určuje míru využitelnosti chlorellových buněk pro člověka. Dezintegrace narušuje buněčnou stěnu tak, aby byl zachován vnitřní obsah buňky. Při dezintegraci se zachovávají všechny důležité látky a zvyšuje se tak jejich stravitelnost (**Weber et al., 2022**).

Pro dezintegraci buněk jsou využívány různé metody např. enzymatické ošetření, alkalické ošetření, vysokotlaká homogenizace, kuličkové mletí, pulzní elektrické pole či ultrazvuk. Pro zajištění rozpustnosti a funkčnosti ve vodě rozpustných proteinů je třeba se vyhnout teplotám nad 35 °C. Proto je nutné tento krok provádět za mírných podmínek, tj. vyhnout se ztrátě funkčnosti produktu (**Postma et al., 2015**).

1.1.9 *Chlorella* sp. jako doplněk stravy

Vzhledem ke změně klimatu, růstu světové populace a změnám diety, zajišťování potravin a udržitelné zachování vodních a půdních zdrojů se stávají výzvou. Uspokojení nutričních potřeb lidské populace vyžaduje hledání nekonvekčních zdrojů živin (**Piasecka and Baier, 2022**).

Bioaktivita makroživin buněk *Chlorella* sp. z ní dělá vhodnou potravinu pro zařazení do běžného jídelníčku či pro zařazení mezi nutraceutika (**Karenia et al., 2023**). Termín nutraceutika je označení pro přípravky na pomezí mezi potravinami a léčivými. Cílem nutraceutik je zlepšovat zdravotní stav a preventivně předcházet onemocněním, nikoliv léčit (**Espín et al., 2007**).

Chlorella sp. jako doplněk stravy se užívá samostatně ve formě tablet či prášku a může se kombinovat také s jinými složkami. Kombinace s řasou *Spirulina* sp. ve formě tablet je velmi častá a přináší řadu dalších zdravotních benefitů (**Kent et al., 2015**).

Tablety jsou jednou z nejoblíbenějších forem podávání doplňků stravy. Důležité pro výrobu přírodních doplňkových tablet je přeměna prášku na kompaktní tablety

bez požadavku na podání přídatných látek. Prášek měl by vykazovat dobré kompresní vlastnosti (Osorio-Fierros et al., 2017). Nejšetrnější způsob pro zpracování *Chlorella* sp. na tablety je technologie „Steam“, která vysuší obsah buňky. Díky tomuto šetrnému sušení se buňky snadno pojí a není třeba do tabletové formy *Chlorella* sp. přidávat jiná aditiva pro lepší propojení (Rathouský, 2008).

1.2 Mladý ječmen

Hordeum vulgare (ječmen setý) je obilovina patřící do čeledě *Poaceae* (Tabulka 1.5) (Kubatka, 2018). Ječmen je jednoletá jarní, nebo ozimá plodina a je jedna z nejstarších zemědělských plodin. Má tři formy, a to ječmen víceřadý, dvouřadý a přechodný. Rostlina se vyznačuje úzkými listy, mělkými kořeny a čepelí (Zeng et al., 2018). Ječmen se pěstuje v nejrůznějších klimatických podmínkách a lze jej najít téměř ve všech zeměpisných šířkách i nadmořských výškách (Newman et Newman, 2006).

Tabulka 1.5: Taxonomické zařazení *Hordeum vulgare* (upraveno dle: Blatner, 2018)

Říše	<i>Plantae</i> (rostliny)
Podříše	<i>Tracheobionta</i> (cévnaté rostliny)
Oddělení	<i>Magnoliophyta</i> (krytosemenné)
Třída	<i>Liliopsida</i> (jednoděložné)
Řád	<i>Poales</i> (lipnicotvaré)
Čeleď	<i>Poaceae</i> (lipnicovité)
Rod	<i>Hordeum</i> (ječmen)

Ječmen má klíčový zemědělský a ekonomický význam a je celosvětově pěstován především za účelem získání zrn. Velká část ekonomické hodnoty ječmene je z endospermu zrna, který je zdrojem příjmu živin pro přímou spotřebu hospodářskými zvířaty a lidmi (Wilkinson et al., 2019).

Ječmen se využívá také jako předplodina, jelikož zlepšuje vlastnosti půdy. Předplodiny bývají po splnění účelu kompostovány, ale to není nutné, jelikož se dají využít. V posledních desetiletích vzrůstá zájem o zelené nápoje připravované z listů mladého ječmene, které mají dlouhodobou tradici zejména v Asii (Paulíčková et al.,

2008). Jako mladý ječmen se označuje mladý list rostliny *Hordeum vulgare* sklizený v délce 15–25 cm (Obrázek 1.5) (Zeng et al., 2018).



(A)

(B)

Obrázek 1.5: Mladý ječmen (Lahoaur et al., 2015)

Vysvětlivky: (A) sazenice mladého ječmene; (B) listy mladého ječmene

1.2.1 Historie mladého ječmene

Ječmen se řadí mezi nejstarší zemědělské plodiny. Již starověké civilizace v Egyptě a Číně využívaly ječmen nejen jako zdroj zrna, ale konzumovaly také jeho mladé listy (Emilia-Ancuța et al., 2019). Divoce rostoucí ječmen pochází dle genetické analýzy z východní části území tzv. úrodného půlměsíce a ze střední Asie. Místo domestikace není známo. Původně ječmen sloužil především jako potravina a krmivo pro hospodářská zvířata (Grausgruber et al., 2012).

Účinky mladých rostlin ječmene využívali již v Egyptě 5000 př. n. l. Považovali je za dar od boha, který dodává energii. Mladý ječmen konzumovali také ve starém Orientu. Byl známý i u Keltů, kteří ho využívali k hojení ran. Ve 20. letech 19. století se mladý ječmen stal více populární. V Americe se mladým ječmenem zabýval doktor Charles Schnabel, který si všiml ozdravující schopnosti po podávání mladého ječmene nemocné drůbeži, kdy se zlepšilo zdraví jedinců i jejich plodnost. Sám považoval mladý ječmen za nejlevnější zdroj minerálů a vitamínů na světě (Rathouský, 2009).

Jeden z prvních lidí, který se začal aktivněji zajímat a studovat zelené rostliny, především zelený ječmen, byl Yoshihide Hagiwara narozený roku 1925. Jeho

zdravotní komplikace ho vedly k hledání alternativních léčiv a začal zkoumat přírodní zdroje. Vedl dlouhodobé studie vlivu mladého ječmene na lidské zdraví (**Rathouský, 2009**).

1.2.2 Mladý ječmen ve výživě lidí a zvířat

Biochemické složení zeleného ječmene dodává rostlině významný hojivý účinek a zpomaluje proces stárnutí buněk. Mladý ječmen má nejvyšší nutriční hodnotu ve výšce rostliny 20–25 cm (**Emilia-Ancuta et al., 2019; Kawka et al., 2019**). Mladý ječmen má jiný nutriční obsah než zrno zralého ječmene a je bohatý na bílkoviny (**Tabulka 1.6**). Rozdíly v nutričním obsahu mohou záviset na původu rostlin, kvalitě půdy a technice sklizně (**Panthi et al., 2020**).

Tabulka 1.6: Základní nutriční složení zpracovaného mladého ječmene od výrobce Green Ways s.r.o. (dostupné z: <https://www.gw-int.net/>)

Výživové údaje	g/100 g
Bílkoviny	28
Tuky	3,9
Sacharidy	39
Vláknina	6,9

Aminokyseliny

Mladý ječmen obsahuje 20 základních aminokyselin, z toho osm esenciálních, které si tělo nedokáže vytvořit. Prášek mladého ječmene obsahuje dvojnásobné množství bílkovin než obilné zrno. Celkový obsah aminokyselin se snižuje se stářím rostliny ječmene, proto je důležitá včasná sklizeň (**Dallen, 2010**).

Mladý ječmen má značný obsah gama-aminomáselné kyseliny, která má funkci inhibičního neurotransmiteru, konkrétně reguluje aktivitu neuronů, působí relaxačně, proti úzkosti, zmírňuje bolest a reguluje spánek (**Zeng et al., 2018**).

Vláknina

Mezi rozpustnou vlákninu v mladém ječmeni se řadí β -glukan, který je důležitý pro lidský organismus, protože snižuje hladinu cholesterolu a glukózy v krvi, čímž napomáhá snižovat výskyt kardiovaskulárních chorob. Rozpustná vláknina

fermentuje v tlustém střevě a vytváří řetězcové mastné kyseliny, které mohou být absorbovány a následně inhibují jaterní cholesterol (**Emilia-Ancuta et al., 2019**).

List mladého ječmene je bohatý také na nerozpustnou vlákninu, která zvyšuje viskozitu obsahu trávicího traktu. Dříve bylo pozorováno, že vysoká viskozita tráveniny způsobená nerozpustnou vlákninou potlačovala zvýšení hladiny glukózy (**Takano et al., 2013**).

Minerální látky a vitamíny

Prášek z mladého zeleného ječmene se skládá z významného množství minerálních prvků (**Tabulka 1.7**). Mladý ječmen obsahuje 11x více vápníku než v kravském mléce (**El-Dreny et El-Hadidy, 2018**).

Tabulka 1.7: Obsah minerálních látek v mladém ječmeni (upraveno dle: Rathouský, 2009)

Minerální prvek	mg/g
bór	58,0
draslík	40,5
fosfor	3,94
hořčík	0,03
chróm	1,09
křemík	0,04
mangan	0,14
měď	0,09
sodík	6,41
stříbro	0,50
vápník	6,80
železo	0,37

Mladý ječmen obsahuje také významné množství vitamínů (**Tabulka 1.8**). Mladý ječmen obsahuje 7x více vitamínu C než pomeranče a 5x více železa než špenát. Proto se mladý ječmen stává velmi významným v doplnění potřebných vitamínů a minerálů (**El-Dreny et El-Hadidy, 2018**).

Tabulka 1.8: Obsah vitamínů v mladém ječmeni (upraveno dle: Rathouský, 2009)

Minerální prvek	mg/ g
biotin	0,80
kyselina listová	1,50
niacin	3,63
vitamín a	15,0
vitamín B ₁	0,43
vitamín B ₂	2,41
vitamín B ₅	5,10
vitamín B ₆	17,8
vitamín C	457
vitamín E	6,75
vitamín K	0,78

Polyfenoly

Listy mladého ječmene obsahují polyfenoly, včetně flavonoidů, což jsou známé antioxidanty, které zabraňují různým onemocněním. Polyfenoly vykazují antioxidační aktivitu, jelikož chrání buňky před škodlivými volnými kyslíkatými radikály v těle (Kamiyama, et Shibamoto, 2012).

Flavonoidy, jako jeden z nejhojnějších přirozených sekundárních metabolitů, se nacházejí v různých vegetativních a reprodukčních tkáních (listy, kořeny, květy, plody). Flavonoidy rostlinného původu mají řadu prospěšných biologických a farmakologických vlastností (Lee et al., 2019). Obsah flavonoidů v mladém ječmeni se pohybuje mezi 273,10–515,30 mg/100 g (Takano et al., 2013).

Nejvýznamnějšími flavonoidními antioxidanty v mladém ječmeni jsou saponarin a lutanarin (El-Dreny et EL-Hadidy, 2018). Saponarin má imunostimulační, antioxidační, antikarcinogenní, protizánětlivé a antimikrobiální vlastnosti (Lee et al., 2019).

Enzymy

Mladý ječmen obsahuje více než 300 enzymů (Tabulka 1.9) (Zeng et al., 2018). Díky zpracování mladého ječmene, kdy teplota nepřesahuje 40 °C je aktivita enzymů zachována (Dallen, 2010).

Tabulka 1.9: Enzymy mladého ječmene (upraveno dle: Dallen, 2010; Zeng et al., 2018)

Enzymy	Funkce
superoxiddismutáza	přeměna superoxidového radikálu na peroxid vodíku
kataláza	rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík
transhydrogenáza	katalyzátor přenosu hydridových iontů
fosfolipáza	hydrolytické štěpení enzymů
askorbátoperoxidáza	rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík
hexokináza	fosforylace glukózy na glukóza-6-fosfát
deoxyribonukleáza	hydrolytické štěpení deoxyribonukleové kyseliny
dehydrogenáza	podpora metabolismu sacharidů a lipidů s mitochondriálním respiračním řetězcem
fosfatáza	hydrolýza monoesterů kyseliny fosforečné na kyselinu fosforečnou a alkohol

Chlorofyl

Chlorofyl je zdrojem biologicky vázaného hořčíku, který je nepostradatelný pro správnou funkci srdce, svalů a nervové soustavy (Zeng et al., 2018). Chlorofyl v mladém ječmeni vykazuje antibakteriální a protizánětlivé vlastnosti, odstraňuje toxiny z jater a krve, a dokonce působí jako náhrada hemoglobinu (Blicharz-Kania et al., 2019). Chlorofyl v mladém ječmeni se skládá z chlorofylu a a chlorofylu b, kdy bylo zjištěno, že deriváty chlorofylu a jsou účinnější při zhášení volných radikálů než deriváty chlorofylu b (Havlíková et al., 2014). Zeng et al. (2018) uvádí ve své studii obsah chlorofylu v listech mladého ječmene 542,9 mg/100 g.

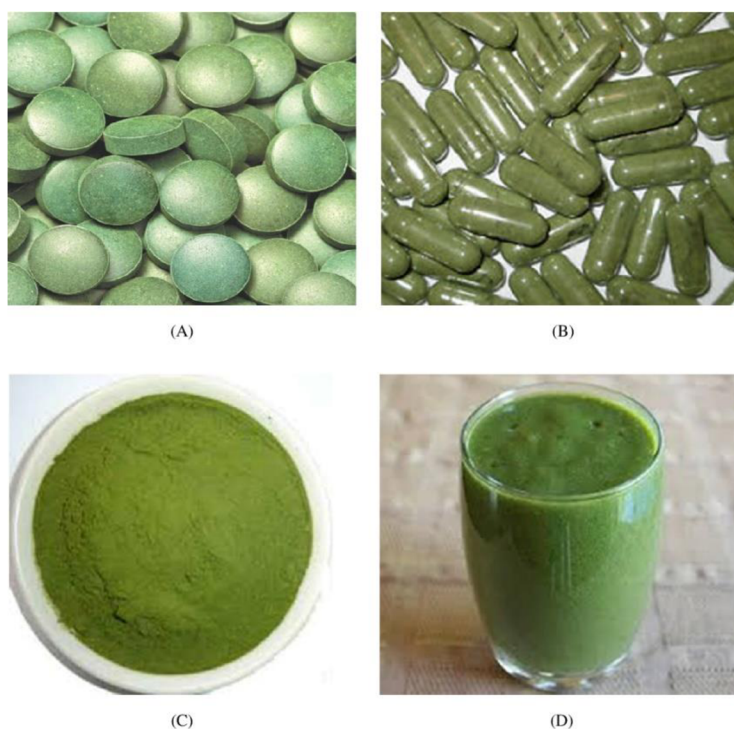
1.2.3 Produkce a zpracování mladého ječmene

Mladý ječmen se sklízí předčasně, a to nejčastěji ve výšce 20–25 cm, protože v této fázi se v listech nachází nejvíce živin (Slimáková, 2016). Existují tři způsoby zpracování mladého ječmene. Prvním způsobem je opláchnutí sklizených listů, jejich vysušení a následné nadrcení. Tento produkt sice obsahuje více vlákniny, ale má nižší stravitelnost a tělo vstřebá menší množství živin (Rathouský, 2009).

Druhým způsobem zpracování mladého ječmene je zamražení sklizených listů a konzument si produkt rozmrazí a na speciálních přístrojích mladé listy vylisuje **(Rathouský, 2009)**.

Třetím způsobem zpracování je vylisování listů mladého ječmene. Listy ječmene se sklídí, omyjí a vylisují. Vylisovaný extrakt se vysuší při teplotě 31 °C po dobu dvou minut za vzniku prášku, který se prodává jako doplněk stravy **(Slimáková, 2016)**. Průběh zpracování je velmi rychlý a trvá maximálně 4 hodiny od sklizně po výsledný produkt. Tento proces je velmi šetrný, aby se minimalizovala oxidace, která by mohla zničit živiny **(Rathouský et al., 2019)**.

Mladý ječmen je významným zdrojem živin a významně podporuje zdraví, čímž se stává více populární mezi doplňky stravy. Mladý ječmen se vyrábí nejčastěji v podobě prášku či tablet. Setkat se můžeme také s doplňkem ve formě šťávy **(Obrázek 1.6) (Kawka et al., 2019)**.



Obrázek 1.6: Formy mladého ječmene dostupné na trhu (Lahoaur et al., 2015)

Vysvětlivky: (A) tablety; (B) kapsle; (C) prášek; (D) šťáva

1.3 Příznivé účinky užívání produktů chlorelly a mladého ječmene

V lidském organismu je důležitá stálost vnitřního prostředí (homeostáza). Optimální pH organismu je v rozpětí 7,36–7,44 (Jabor, 2002). Změna pH může vyvolat řadu onemocnění v důsledku oslabení imunitního systému (Emmett, 2020). Organismus přirozeně produkuje kyseliny, ale zásady získává výhradně potravou (Tepperwein, 2005). Chlorella a mladý ječmen pomáhají udržovat rovnováhu v organismu a náleží mezi zásadotvorné potraviny (Barkia et al., 2019).

Mladý ječmen se doporučuje užívat společně se sladkovodní řasou *Chlorella* sp. Tyto dva produkty se vzájemně podporují a zvyšují účinek, jak při doplnění živin, tak při léčbě a prevenci onemocnění (Lemieszek et Rzeski, 2020).

Chlorella sp. produkuje řadu biologicky aktivních látek (organické kyseliny, sacharidy, proteiny, peptidy, aminokyseliny, enzymy) (Skulberg, 2014). Tyto látky podporují detoxikaci, regeneraci, posilují imunitní systém a podporují krvetvorbu (Cebotari et al., 2017). Konzumace chlorelly zlepšuje fyzickou výdrž a snižuje únavu. Tyto účinky souvisí s antioxidační, protizánětlivou a metabolickou aktivitou všech jejích makroživin. Proteiny *Chlorella* sp. zvyšují intramuskulární hladinu volných aminokyselin a zlepšují schopnost svalů (Karenia et al., 2023). *Chlorella* sp. a její extrakty obsahující růstový faktor jsou schopny zvyšovat citlivost na inzulín a posilovat funkci imunitního systému (Kent et al., 2015).

Pravidelná konzumace mladého ječmene snižuje riziko chronických onemocnění pomocí β -glukanů, fenolových kyselin, flavonoidů, lignanů a fytosterolů. Mladý ječmen vykazuje aktivitu proti agonistům krevních destiček a inhibuje cyklooxygenázové a lipoxygenázové dráhy metabolismu kyseliny arachidonové (Zeng et al., 2018).

Stres a psychická onemocnění

Mnoho expertů na lidské zdraví podporuje hypotézu, že stres je nejčastější příčinou onemocnění. Produkty z chlorelly a mladého ječmene jsou bohaté především na minerály a vitamíny, které podporují psychické zdraví (Yamura et al., 2013).

Suplementace chlorelly stimuluje zásobu hematopoetických kmenových buněk a aktivuje leukocyty. Vliv má především na krvetvorbu. Stres snižuje hladinu myeloidních buněk a leukocytů a dochází tak v organismu k narušení homeostázy.

Chlorella se ukázala skvělým nástrojem pro ochranu proti snížení krvevorbny způsobené stresem (Bito et al., 2020).

Zeng et al. (2018) uvádí u mladého ječmene významný účinek gama-aminomáselné kyseliny, která funguje jako neurotransmitter a zklidňuje nervovou soustavu.

Nádorová onemocnění

Mladý ječmen má nízkou cytotoxicitu a výrazně neovlivňuje životaschopnost lidských epiteliálních buněk. V mnoha studiích se již vyloučilo, že by mladý ječmen podporoval růst nádorů. Naopak mladý ječmen vykazuje antiproliferační účinky, čímž tlumí růst buněčných linií rakoviny a inhibuje některé nádorové buňky natolik, že vyvolává jejich nekrózu, hlavně u rakoviny tlustého střeva (Kawka et al., 2019).

Kubatka (2014) ve své studii ukazuje vliv kombinace *Chlorella pyrenoidosa* s mladým ječmenem na rakovinu prsu. Aditivní a synergické působení fotochemikálií zodpovídá za jejich antioxidační a protinádorové vlastnosti. Tato skutečnost vysvětluje, proč samostatný antioxidant nemůže nahradit kombinované působení desítky různých fotochemikálií přítomných v mladém ječmeni a chlorelle. Chlorella v této studii projevila též mírný antiangiogenní účinek, kdy blokovala tvorbu nových cév nádorové mléčné žlázy.

Nadváha, diabetes a kardiovaskulární onemocnění

Nadváha je jedním z největších zdravotních problémů ve vyspělých zemích. Jde o významný rizikový faktor řady onemocnění, jako je diabetes či kardiovaskulární onemocnění. Chlorella ani mladý ječmen nejsou lékem na hubnutí. Je třeba upravit také životní styl. Klíčový je lipidový mechanismus a funkce mitochondrií, které jsou zodpovědné za buněčné dýchání. Pro obě funkce je nutný dostatečný přísun vitaminů a minerálů, ale také enzymu cytochromoxidázy, který je hojně obsažen obzvláště v mladém ječmeni (Zeng et al., 2020).

Chlorella a mladý ječmen mají vliv na faktory, které výrazně zvyšují riziko vzniku srdečně cévních onemocnění. Tyto produkty snižují LDL cholesterol a váží volné kyslíkové radikály, což jsou rizikové faktory aterosklerózy vedoucí ke kardiovaskulárnímu onemocnění. Vláknina rozpustná ve vodě, kterou obsahuje chlorella a mladý ječmen se váže na natrávený tuk a snižuje vstřebávání sterolů

(např. cholesterol) ze střeva, proto se množství sterolů ve stolici zvyšuje (Fallah et al., 2018). Extrakt mladého ječmene podporuje cévní a endokrinní systém pankreatu u pacientů s diabetem. Jeho vláknina má významný vliv také na snížení hladiny glukózy v krvi. Saponarin v mladém ječmeni také kontroluje hladinu glukózy v krvi a pomáhá při diabetu (Zeng et al., 2020).

Kožní onemocnění

Chlorella a mladý ječmen díky ochranné funkci antioxidantů podporují příznivě pokožku. Bylo zjištěno, že suplementace těchto produktů zlepšuje hydrataci pokožky a podporuje produkci kyseliny hyaluronové. Byl pozorován také pokles tvorby vrásek vyvolaný UV zářením díky zlepšení funkce kožní bariéry. Tricin a jeho analogy (např. luteolin, tricetin, apigenin), přítomné v mladém ječmeni, jsou sloučeniny, které působí jako inhibitor sekrece melaninu. Další sloučeninou s inhibičními účinky na melanogenezi je hordein, který se přirozeně vyskytuje v ječmeni. Studie in vitro s použitím lidských epidermálních melanocytů pozorovala inhibiční účinek hordeinu na syntézu melaninu (Gromkowska-Kepka et al., 2021).

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo:

- posoudit nabídku mladého ječmene a chlorelly v tržní síti v České republice;
- vyhodnotit nepříznivé a příznivé účinky při užívání mladého ječmene a chlorelly a vyhodnotit znalost respondentů o těchto produktech;
- posoudit vybrané charakteristiky produktů zakoupených v tržní síti.

3 Materiál a metodika

3.1 Nabídka produktů chlorelly a mladého ječmene v tržní síti

V období od 15.1.2024 do 15.2.2024 byl proveden průzkum nabídky mladého ječmene a chlorelly v internetové nabídce na českém trhu.

Byly zjišťovány tyto údaje:

- komerční název produktu;
- výrobce/distributor;
- cena – pro sjednocení byla cena (v Kč) přepočtena na 100 g produktu;
- země původu;
- způsob zpracování;
- složení;
- výživové údaje;
- bio certifikace;
- detailní informace (např. způsob pěstování, zpracování a doplňující informace).

3.2 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření probíhalo v období od 5.12.2023 do 5.2.2024, a to elektronickou formou přes platformu survio. Dotazník byl určen pouze pro respondenty, kteří konzumují či v minulosti konzumovali mladý ječmen a/nebo chlorellu.

Dotazník byl zaměřen na:

- příznivé účinky na zdraví uživatelů spojené s konzumací mladého ječmene a chlorelly;
- vedlejší účinky v souvislosti s užíváním mladého ječmene a chlorelly;
- znalostní otázky týkající se mladého ječmene a chlorelly (**Příloha 1**).

3.2.1 Charakteristika respondentů

Dotazníkového šetření se účastnilo celkem 338 respondentů, z nichž většinu tvořily ženy (300; 89 %) (**Tabulka 3.1**).

Tabulka 3.1: Četnosti respondentů v závislosti na vybraných faktorech (n = 338)

Faktor	Kategorie	Počet	%
Pohlaví	ženy	300	89
	muži	38	11
Věk (roky)	17–30	70	21
	31–45	147	43
	46–60	78	23
	61 a více	43	13
Dokončené vzdělání	základní	4	1
	vyučen/a	20	6
	maturitní zkouška	118	36
	vyšší odborné vzdělání	27	8
	vysoká škola	169	50
Bydliště	město nad 100 tisíc obyvatel	78	23
	město pod 100 tisíc obyvatel	109	32
	vesnice	151	45
Způsob stravování	bez omezení	268	79
	vegetarián	25	7
	vegan	5	2
	jiný	40	12
Měsíční příjem domácnosti (tis. Kč)	do 30	69	20
	31–40	65	19
	41–50	68	20
	51–60	43	13
	61–70	36	11
	71 a více	57	17

3.2.2 Statistické hodnocení

Získaná data z dotazníkového šetření byla vyhodnocena za pomoci programu Microsoft Excel 2010 a programu Statistica 12 (StatSoft ČR). Statistická analýza dat byla vyhodnocena na základě kontingenčních tabulek a chí kvadrát testu (χ^2) na obvyklých hladinách významnosti ($p < 0,05$; 0,01; 0,001).

Byly hodnoceny dva faktory:

- Věk – pro statistické hodnocení byly vytvořeny tři věkové kategorie:
 - 17–35 let (mladší věková kategorie);
 - 36–47 let (střední věková kategorie);
 - 48 a více let (starší věková kategorie).
- Vzdělání – pro statistické vyhodnocení byly vytvořeny dvě kategorie dle nejvyššího dosaženého vzdělání:
 - základní a středoškolské (ZŠ+SS);
 - vyšší odborné a vysokoškolské (vyšší).

3.3 Laboratorní analýza chlorelly a mladého ječmene

Pro laboratorní analýzu byly vybrány čtyři produkty chlorelly a čtyři produkty mladého ječmene zakoupené v internetových obchodech od čtyř výrobců těchto produktů. Produkty byly zvoleny v různých cenových kategoriích. Chlorella byla ve formě tablet (**Tabulka 3.2; Obrázek 3.1**) a mladý ječmen byl zakoupen ve formě prášku (**Tabulka 3.3; Obrázek 3.2**). Analýzy byly provedeny v laboratořích Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů.

Tabulka 3.2: Vybrané produkty chlorelly pro laboratorní hodnocení

Vzorek	Produkt	Výrobce	Složení	Zpracování	Země původu	Cena Kč/100 g produktu
Chlorella 1	BIO Chlorella Green Ways	Green Ways s.r.o	100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	dezintegrace	Taiwan	364
Chlorella 2	OstroVit Chlorella	OstroVit	<i>Chlorella pyrenoidosa</i> , oxid křemičitý	neuveďeno	neuveďeno	153
Chlorella 3	BIO Chlorella MycoMedica	MyTao s.r.o.	100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	dezintegrace	neuveďeno	276
Chlorella 4	BEWIT BIO Chlorella pyrenoidosa	Bewit Natutal Medicine s.r.o	100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	dezintegrace	Čína	173



Chlorella 1



Chlorella 2



Chlorella 3



Chlorella 4

Obrázek 3.1: Vzhled jednotlivých produktů chlorelly (1–4) (fotografie vlastní)

Tabulka 3.3: Vybrané produkty mladého ječmene pro laboratorní hodnocení

Vzorek	Produkt	Výrobce	Složení	Zpracování	Země původu	Cena Kč/100 g produktu
Ječmen 1	BIO Ječmen Green Ways	Green Ways s.r.o.	100 % mladý ječmen	100% zelený pudr z vylisované a vysušené čerstvé šťávy mladých lístků ječmene	Utah	400
Ječmen 2	OstroVit Mladý ječmen	OstroVit	mladý ječmen	prášek z trávy mladého ječmene	neuveďeno	45
Ječmen 3	BIO Mladý ječmen MycoMedica	MyTao s.r.o.	100 % mladý ječmen	sušený prášek z výhonků mladého ječmene	neuveďeno	69
Ječmen 4	BEWIT BIO Mladý ječmen RAW	Bewit Natutal Medicine s.r.o	100 % mladý ječmen	RAW prášek ze šťávy z mladého ječmene	USA	272



Ječmen 1



Ječmen 2



Ječmen 3



Ječmen 4

Obrázek 3.2: Vzhled jednotlivých produktů mladého ječmene (1–4) (fotografie vlastní)

3.3.1 Mikrobiologická analýza

Mikrobiologická analýza vzorků mladého ječmene a chlorelly zahrnovala následující indikátorové skupiny: celkový počet aerobních mikroorganismů (CPM), počet koliformních bakterií (KB) a počet kvasinek a plísní (KP). Příprava a zpracování vzorků bylo provedeno podle ČSN EN ISO 7218. Kultivace probíhala za normami stanovených podmínek (**Tabulka 3.4**).

Tabulka 3.4: Sledované indikátorové skupiny mikroorganismů, včetně použité kultivační půdy a kultivačních podmínek

Indikátorové skupiny	Kultivační půda (zkratka)	Kultivační podmínky		Technická norma
		Teplota (°C)	Počet dní	
CPM	Plate Count Agar (PCA)	30	3	ČSN ISO 4833
KB	Violet Red Bile Agar with Lactose (VČŽL)	37	1	ČSN ISO 4832
KP	Sabouraud Dextrose Agar (SA)	20–25	5–7	ČSN ISO 21527

Vysvětlivky: CPM – celkový počet aerobních mikroorganismů; KB – počet koliformních mikroorganismů; KP – kvasinky a plísně

Vyhodnocení

Pro výpočet byla použita následující rovnice:

$$\frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1n_2 + 0,01n_3) \cdot d}$$

, kde:

$\sum C$ = součet kolonií z ploten s normou povoleným rozpětím (celkový počet mikroorganismů: 10–300 kolonií, koliformní bakterie, kvasinky a plísně: 10–150 kolonií);

V = objem inokula v ml;

n_1, n_2, n_3 = počet misek vybraných k výpočtu z daného ředění;

d = ředící faktor, který odpovídá prvnímu ředění použitému pro výpočet.

Výsledky byly zaokrouhleny a uvedeny v intervalu 1,0–9,9 a vyjádřeny jako počet kolonie tvořících jednotek (CFU) v 1 g produktu. Výsledky byly převedeny na logaritmy a vyjádřeny rovněž jako log CFU/g.

3.3.2 Měření pH a vodní aktivity

Pro měření pH bylo 10 g vzorku smícháno s 90 ml destilované vody a zhomogenizováno. Nakalibrovaný pH metr PHT-200 Voltcraft byl použit ke změření pH vždy ve dvou opakováních pro každý vzorek. Z naměřených hodnot byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

Vodní aktivita a_w byla měřena pomocí přístroje Testo 650 (Maneko, ČR). Vzorek o velikosti 0,50 g byl uzavřen do vzduchotěsné komory přístroje. Výsledek byl odečten do cca 10 minut. Každý vzorek byl měřen ve dvou opakováních a byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

3.3.3 Rychlé testy k posouzení zpracování mladého ječmene

Postup a vyhodnocení sedimentačního testu

10 g vzorku bylo zhomogenizováno s destilovanou vodou v kádince o objemu 200 ml. Byla hodnocena rychlost sedimentace v čase: 10 min, 1 h, 2 h a 3 h po zahájení testu.

Rychlá sedimentace vypovídá o výrobě ječmene z celých rostlin, které byly rozdrceny na prášek. Pozvolná sedimentace a zachování jasné zelené barvy nápoje ukazuje na produkt získaný sušením šťávy vylisované z rostlin ječmene.

Postup a vyhodnocení denaturačního testu

10 g produktu bylo umístěno do prázdné kádinky a zalito vodou o teplotě 100 °C. Ihned bylo posouzeno:

- + tvorba nerozpustné zelené sraženiny (**Obrázek 3.3**) (přítomnost enzymů, šetrné sušení produktu);
- bez tvorby sraženiny (sušeno při vysokých teplotách).



Obrázek 3.3: Vyhodnocení denaturačního testu: tvorba sraženiny (vlevo), bez tvorby sraženiny (vpravo) (fotografie vlastní)

3.3.4 Mikroskopické posouzení chlorelly

Postup a vyhodnocení

Vzorek chlorelly byl tloučkem ve hmoždíři rozdrcen v jemný prášek. Byl připraven nativní preparát (fyziologický roztok a chlorellový prášek), který byl prohlížen za použití objektivu 20 a 60. Byla hodnocena barva, tvar a rozmístění jednotlivých buněk chlorelly a případná kontaminace produktu.

3.3.5 Zhodnocení antioxidační aktivity

Extrakce vzorků

100 mg lyofilizovaného vzorku mladého ječmene a chlorelly bylo naváženo do 2 ml Eppendorf tuby a byl přidán 1 ml 80% vodného roztoku ethanolu a vzorek byl extrahován 23 hodin. Poté byl vzorek dán na 1 hodinu do ultrazvukové lázně. Následovala centrifugace 12000 rpm 10 minut při 20 °C. Supernatant byl odpipetován do označených Eppendorf tub. Takto připravené vzorky byly uchovány v mrazničce při -20 °C.

Stanovení obsahu celkových polyfenolů

Pro stanovení obsahu celkových polyfenolů byla použita modifikovaná metoda Folin-Ciocalteuova dle **Lachman et al. (2006)**. Do kyvet 2,5 ml bylo napipetováno 990 μ l destilované vody a 10 μ l vzorku. Bylo přidáno 50 μ l Folin-Ciocalteuova roztoku a 150 μ l 20 % uhličitanu sodného (20 g Na_2CO_3 + 80 ml destilované vody). Vše bylo důkladně promícháno a inkubováno 2 hodiny ve tmě. Poté byla změřena

absorbance při vlnové délce 765 nm proti slepému vzorku. Výsledky byly vyjádřeny jako ekvivalenty gallové kyseliny v mg/g vzorku. Z naměřených hodnot byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

Celková antioxidační aktivita

Pro zhodnocení celkové antioxidační aktivity byl využit test DPPH radikálového vychytávání, kdy k reakci byl použit stabilní radikál 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). V kádince byl DPPH roztok v množství 0,025 g rozpuštěn ve 100 ml methanolu. Takto byl získán zásobní roztok, který byl upraven na absorbanci 0,8 (při 515 nm). Reakční směs byla připravena do kyvet z 975 μ l zásobního roztoku a 25 μ l analyzovaného extraktu. Absorbance reakční směsi byla měřena po 30 minutách od připravení analyzovaného extraktu. Z výsledných hodnot byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

4 Výsledky a diskuse

4.1 Vyhodnocení nabídky produktů chlorelly a mladého ječmene na českém trhu

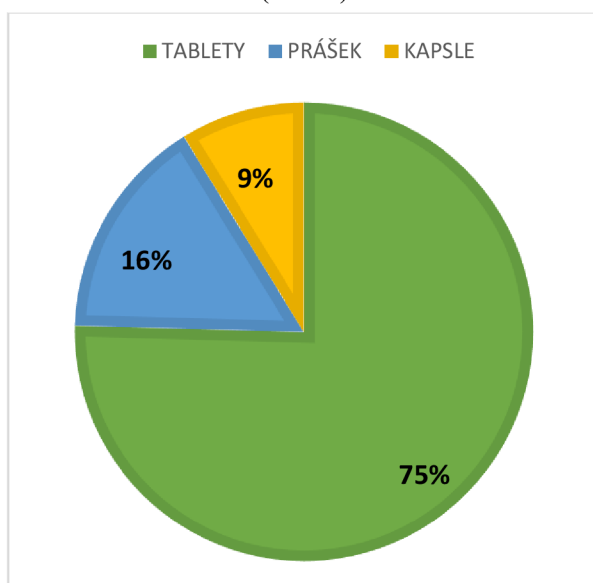
Na základě provedeného hodnocení internetové nabídky vybraných doplňků stravy (chlorella, mladý ječmen) lze říct, že český trh nabízí poměrně široký výběr těchto produktů. Nabízené produkty se odlišují mj. formou, cenou či technologií zpracování, která ovlivňuje kvalitu výsledného produktu. Bylo zjištěno, že na trhu je nabízeno 57 produktů chlorelly (**Příloha 2**) a 24 produktů mladého ječmene (**Příloha 3**).

Forma produktu

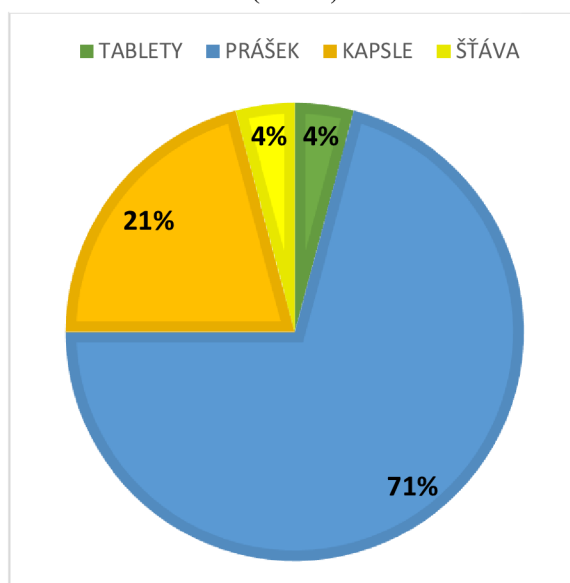
Produkty chlorelly jsou na českém trhu nejčastěji ve formě tablet (43; 75 %). Za méně časté formy lze označit práškovou formu a kapsle (**Graf 4.1**). Jedním z důvodů uvádění chlorelly na trh převážně v tabletované podobě může být skutečnost, že se poměrně snadno tabletuje, a to i bez použití aditivních látek (**Rathouský, 2008**).

Co se týče mladého ječmene, nejvíce produktů je nabízeno ve formě práškové (17; 71 %) (**Graf 4.2**). Uvádí se, že prášková forma je z hlediska vstřebatelnosti živin z mladého ječmene nejvýhodnější (**Rathouský, 2009**). Podle **Kawka et al. (2019)** je nejčastější formou mladého ječmene prášek či tablety. V nabídce na českém trhu však byl ve formě tablet pouze jeden produkt (BIO Ječmen Green Ways) od výrobce Green Ways s.r.o. Mladý ječmen může být prodáván také ve formě šťávy (**Lahouar et al., 2015; Kawka et al., 2019**). Tuto formu v našem šetření měl pouze jediný nabízený produkt (Ekomedica Zelený ječmen šťáva), který na českém trhu distribuuje firma EkoMedica Czech s.r.o.

Graf 4.1: Nabízené formy chlorelly
(n = 57)



Graf 4.2: Nabízené formy mladého ječmene
(n = 24)



Zpracování

Buňky *Chlorella* sp. jsou bez dalšího zpracování velmi těžko stravitelné a je tudíž nezbytné narušení jejich buněčné stěny. Ačkoli je popsáno několik způsobů úpravy za účelem narušení buněčné stěny, nejlepší vstřebatelnost zajišťuje proces dezintegrace (Weber et al., 2022). Za poněkud negativní lze tudíž označit zjištění, že pouze malý podíl produktů nabízených na českém trhu (9; 5 %) má uvedeno, že byly chlorellové buňky dezintegrovány. Vzhledem k tomu, že tento proces významně zvyšuje využitelnost živin z buněk řas (Postma et al., 2015), měl by být spotřebitel o této skutečnosti informován.

U mladého ječmene je pro lepší vstřebatelnost a využití živin za nejvhodnější způsob zpracování označováno vylisování šťávy z rostlin a její šetrné usušení (Lahoaur et al., 2015). Z celkového počtu 24 produktů bylo sedm (29 %) zpracováno vylisováním šťávy a jejím usušením. Jeden produkt byl uváděn na trh ve formě 99,8% šťávy z mladých výhonků ošetřené pasterací a u značného počtu produktů (14; 58 %) mladého ječmene nebyl způsob zpracování vůbec uveden.

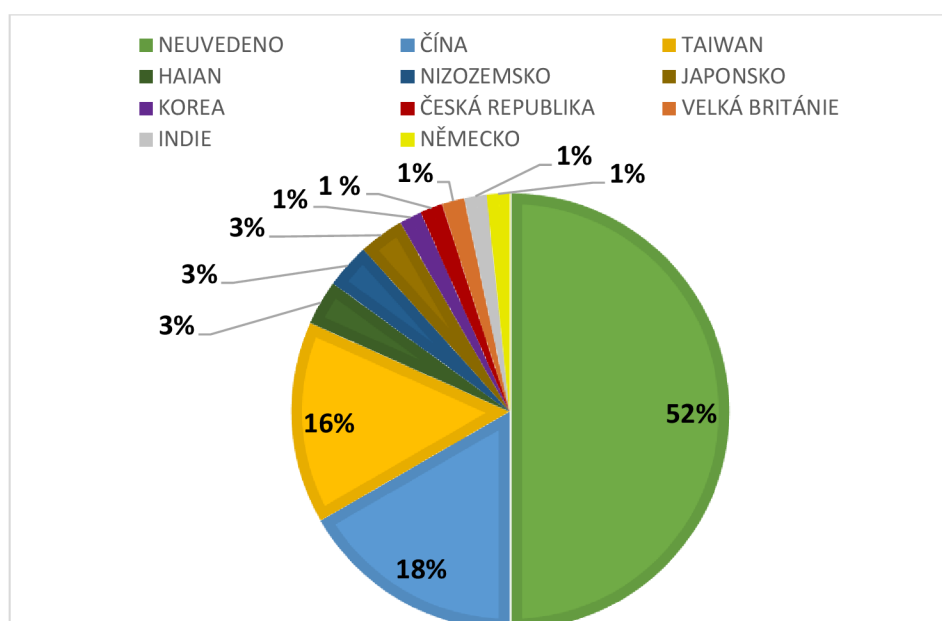
Vzhledem k tomu, že zpracování suroviny do výživových doplňků představuje významnou roli pro využitelnost živin (Kawka et al., 2019; Weber et al., 2022), lze označit za nepříznivé naše zjištění, že většina výrobců chlorelly i mladého ječmene způsob zpracování suroviny neuvádí. Je možné se domnívat, že způsob zpracování neuvádějí z důvodu např. využití levnějších technologií.

Země původu

Dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům uvedení země původu není povinné. Země původu se musí u produktů chlorelly a mladého ječmene uvést pouze tehdy, pokud by mohla vzniknout domněnka, že země původu potraviny je jiná, než je ve skutečnosti. Dále je povinná u komodit, kde je povinnost uvedení země původu přímo stanovena právním předpisem, což se produktů chlorelly a mladého ječmene netýká.

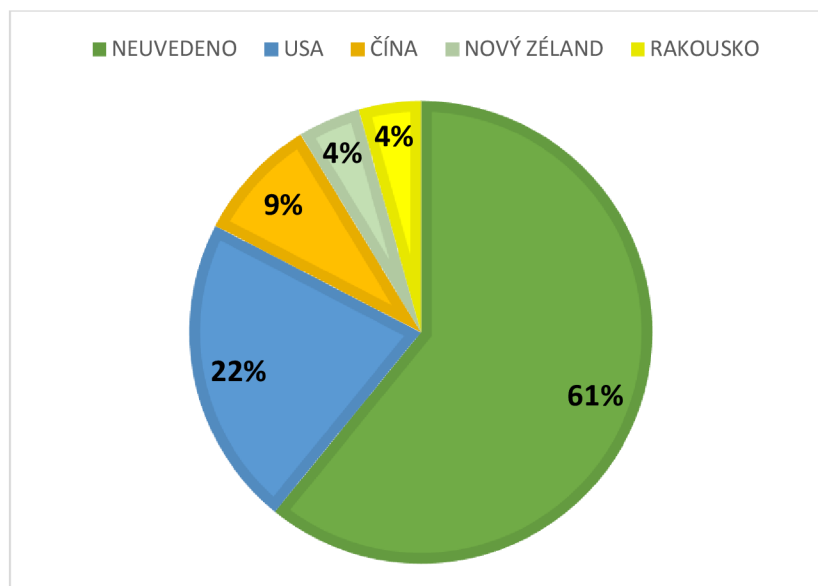
Chlorella sp. se tradičně pěstuje již od středověku v oblasti Asie, zejména jde o oblasti Taiwanu, Číny a Japonska, které mají optimální podmínky pro pěstování (Qin et al., 2023). Adams (2013) uvádí, že nejčistší *Chlorella* sp. pochází z oblasti Taiwanu, zatímco *Chlorella* sp. původem z Japonska a Číny vykazovala vyšší kontaminaci např. těžkými kovy. Tito autoři dále doplňují, že producenti řasy *Chlorella* sp. na Taiwanu využívají nejlepší technologie a tato *Chlorella* sp. vykazuje nejvyšší vstřebatelnost (Adams, 2013). Z uvedeného plyne skutečnost, že země původu je pro kvalitu produktu důležitá. V našem šetření bylo zjištěno, že více než polovina produktů chlorelly (30; 52 %) neměla zemi původu vůbec uvedenou (Graf 4.3). Z produktů, které zemi původu uvedenou měly lze jmenovat, např. deset produktů původem z Číny či devět z Taiwanu. Jeden z produktů dokonce pocházel z České republiky (Alga Spring Chlorella) od distributora Alga Spring.

Graf 4.3: Země původu pěstování *Chlorella* sp. (n = 57)



Za negativní lze označit zjištění, že většina (14; 61 %) produktů mladého ječmene neuváděla informaci o zemi původu. Z těch produktů, které měly uvedenou zemi původu, jich nejvíce (5; 21 %) pocházelo z USA, z toho u čtyř byl uveden přímo konkrétní stát Utah. Další produkty pocházely např. z Číny a Nového Zélandu (**Graf 4.4**).

Graf 4.4: Země původu pěstování mladého ječmene (n = 24)



Bio certifikace

Biopotravina je definována, jako potravina vyrobená za podmínek uvedených v Zákoně č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2018/848, o ekologické produkci a označování ekologických produktů. Bio certifikace se zabývá ohledem vůči přírodě a prostředí, kdy je nutno splňovat definovaná kritéria udržitelnosti. Nutriční kvalita v tomto nehraje důležitou roli (**Morone et al., 2021**). Naším šetřením byla bio certifikace zjištěna u 18 (32 %) produktů chlorelly a u deseti (42 %) produktů mladého ječmene (**Tabulka 4.1**).

Tabulka 4.1: Přehled doplňků stravy chlorelly a mladého ječmene nabízených na českém trhu v bio kvalitě

Chlorella v bio kvalitě	Mladý ječmen v bio kvalitě
1. BIO Chlorella Green Ways	1. BIO Ječmen Green Ways
2. Chlorella BIO Allnature	2. Mladý ječmen Allnature
3. BEWIT Chlorella pyrenoidosa BIO	3. BEWIT Mladý ječmen BIO RAW
4. BEWIT Chlorella vulgaris BIO	4. BIO Ječmen Advance
5. BIO Chlorella MycoMedica	5. BrainMax Pure Mladý ječmen
6. Chlorella ADVANCE	6. Organic zelený ječmen Blendea
7. BrainMax Pure Chlorella BIO	7. Mladý ječmen Wild Herbs
8. BIO Chlorella GymBeam	8. BIO Mladý ječmen Nupreme
9. Chlorella BIO Organic Blendea	9. BIO Mladý ječmen Healthy World
10. BIO Chlorella Nupreme	10. BIO Mladý ječmen Sanct Bernhard
11. Chlorella BIO Zdravý den	
12. Chlorella BIO Nástroje zdraví	
13. Chlorella pyrenoidosa BIO Organic Food	
14. Organic Chlorella Energy	
15. Chlorella pyrenoidosa BIO Sanatur	
16. European Chlorella Mattison	
17. Organic Chlorella KIKI Health	
18. Chlorella BioMedical	

Složení produktů

Produkty chlorelly nabízené na trhu se mohou lišit v závislosti na druhu použité řasy *Chlorella* sp. Z celkového počtu 57 produktů chlorelly na českém trhu je v 22 produktech zastoupena *Chlorella pyrenoidosa* a v 21 produktech *Chlorella vulgaris* (**Tabulka 4.2**). V jednom produktu byla ve složení uvedena *Chlorella sorokiniana* (Mattison European Chlorella) od výrobce Mattisson Healthcare B.V. Na tomto místě je třeba uvést, že název *Chlorella sorokiniana* je uváděn jako správné označení pro *Chlorella pyrenoidosa* (**Lizzul et al., 2018**). Podle **Görs et al. (2010)** *Chlorella vulgaris* postrádá charakteristické struktury buněčné stěny, a proto je do kvalitních produktů preferován druh *Chlorella sorokiniana*.

Za zajímavý lze označit produkt Alga Spring Chlorella od distributora Alga Spring, který ve svém složení uvádí druh *Chlorella kessleri*. Správný taxonomický

název tohoto druhu je však *Parachlorella kessleri*. Tento druh náleží do rodu *Parachlorella*, která se od rodu *Chlorella* odlišuje strukturou buněčné stěny, jež je u rodu *Parachlorella* silnější (Krienitz et al., 2004).

Bylo vyhodnoceno, zda druhové složení produktu ovlivnilo konečnou cenu. Produkty obsahující *Chlorella vulgaris* byly levnější oproti produktům obsahujícím ostatní zástupce rodu *Chlorella*. Nejdražším produktem byl český produkt (Alga Spring Chlorella) od distributora Alga Spring s.r.o., ve kterém byla ve složení uvedena *Chlorella kessleri* (Tabulka 4.2).

Tabulka 4.2: Cenové relace produktů chlorelly s ohledem na druhové složení (n = 57)

Druh <i>Chlorella</i> sp.	Počet produktů		Cena (Kč/100 g produktu)		
	n	%	Min.	Max.	Průměr
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	22	39	119	932	364
<i>Chlorella vulgaris</i>	21	37	100	636	228
<i>Chlorella sorokiniana</i>	1	2	-	-	641
<i>Chlorella kessleri</i>	1	2	-	-	1090
<i>Chlorella</i> sp.	12	20	104	1553	450

U deseti produktů chlorelly (18 %) (Tabulka 4.3) byly ve složení kromě řasy uvedeny i další složky. Ve složení jednoho produktu byla uvedena do 1 % obsahu řasa *Spirulina* (BIO Chlorella Nupreme) od distributora Empower Company s.r.o. Muys et al. (2019) tvrdí, že přídavek *Spirulina* je levnější než *Chlorella* sp., proto její přídavek snižuje náklady na produkt. Další látkou uváděnou ve složení některých produktů byla hydroxypropylmethylcelulóza, která se používá pro výrobu kapslí a připravuje se chemicky z celulózy. Tato látka není zdraví škodlivá (Burdock, 2007).

Celkem u pěti produktů chlorelly (9 %) byly ve složení uvedeny protispěkové látky (oxid křemičitý, stearan hořečnatý, hořečnaté soli, fosforečnan vápenatý, mikrokrytalická celulóza). Podle Vyhlášky č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, se za protispěkové látky označují látky, které snižují tendenci částic ulpívat vzájemně na sobě a snižují tvorbu hrudek.

Tabulka 4.3: Produkty chlorella obsahující kromě řasy i další složky

Název	Výrobce /distributor	Složení	
		Duh <i>Chlorella</i> sp.	Ostatní složky
Nupreme BIO Chlorella	Empower Company s.r.o.	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>spirulina</i> (do 1 %)
GreenFood Chlorella	GreenFood Nutrition s.r.o.	<i>Chlorella vulgaris</i>	hydroxypropylmethylcelulóza, fosforečnan vápenatý, oxid křemičitý
Chaganela Chlorella	Chaganela s.r.o.	<i>Chlorella vulgaris</i>	hydroxypropylmethylcelulóza
Fin Club Chlorella Tabs	Hankintatukku Oy s.r.o.	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	monokrystalická celulóza, oxid křemičitý, hořečnaté soli mastných kyselin
Vitaland Chlorella	Amix Production s.r.o.	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	stearan hořečnatý
Chlorella Starlife	Starlife s.r.o.	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	sodná sůl, karboxymethyl celulóza, fosforečnan vápenatý, emulgátor: mikrokrystalická celulóza, stearan hořečnatý, oxid křemičitý
Now Foods Chlorella	Now Foods	<i>Chlorella</i> sp.	oxid křemičitý
Viridian BIO Chlorella	Vidirian Nutrition	<i>Chlorella</i> sp.	hydroxypropylmethylcelulóza
Swanson Chlorella	Swanson Health Production	<i>Chlorella</i> sp.	uhličitan vápenatý, mikrokrystalická celulóza, kyselina stearová, stearan hořečnatý, sodná sůl
European Mattison Chlorella	Mattison Healthcare s.r.o.	<i>Chlorella sorokiniana</i>	hydroxypropylmethylcelulóza

U doplňků stravy z mladého ječmene byl ve všech případech ve složení uveden ječmen setý (*Hordeum vulgare*), který u většiny produktů (22; 92 %) tvořil jedinou složku. Pouze u dvou produktů (8 %) mladého ječmene byly uvedeny další látky (Tabulka 4.4)

Tabulka 4.4: Produkty mladého ječmene obsahující další složky

Název	Výrobce/distributor	Složení	
		Ječmen	Ostatní složky
Mladý ječmen Healthy World	Healthy World	mladý ječmen	mikrokrytalická celulóza, magnézium stearát, hydroxypropylmethyl celulóza
Mladý ječmen Sanct Bernhard	Krauterhaus Sanct Bernhard KG	mladý ječmen	hydroxypropylmethyl celulóza

Ojedinelým produktem na trhu je dětský ječmen Green Ways (**Tabulka 4.5**). Tento produkt je jediný na českém trhu nabízející ochucenou formu mladého ječmene. Výrobce uvádí čistě přírodní složení a bio certifikaci.

Tabulka 4.5: Ochucený produkt mladého ječmene na českém trhu

Název	Výrobce	Forma	Země původu	Cena Kč/100 g produktu
Dětský ječmen Green Ways	Green Ways s.r.o.	Prášek	Utah	500
Složení: 80 % raw sušená šťáva z listů mladého ječmene, extrakt z organicky pěstovaných jahod, březový cukr (xylitol), stévie a organicky pěstované citrusy				

4.2 Vyhodnocení dotazníkového šetření

V rámci dotazníkového šetření mezi uživateli produktů chlorelly a mladého ječmene byly ověřovány znalosti týkající se těchto produktů.

Je známo, že buňky sladkovodní řasy *Chlorella* sp. jsou vysoce ceněným zdrojem mnoha živin a biologicky aktivních látek (Bito et al., 2020). V jedné z otázek měli respondenti vybrat ze seznamu nabízených možností, které obsahové látky jsou v chlorelle přítomné. V možnostech byly látky, které jsou v chlorelle přirozeně přítomné i látky kontaminující.

Z celkového počtu 338 respondentů většina (241; 71,3 %) věděla, že chlorella je zdrojem vitamínů (Graf 4.5). Chlorella je skutečně bohatým zdrojem vitamínů např. B₁, B₂, B₆, B₁₂, niacin, biotin, kyselina listová, kyselina pantotenová, vitamín C, D₂, E a K (Bito et al., 2020; Hamouda et al. 2022). Vysoký počet správných odpovědí zde může být dán skutečností, že lidé všeobecně spojují přítomnost vitamínů s produkty přírodního původu.

Významnou biologicky aktivní látkou obsaženou v chlorelle je růstový chlorellový faktor (CGF), který je znám pro své prospěšné účinky na imunitní systém a při regeneraci buněk (Merchant et Andre, 2001). O jeho přítomnosti v produktech chlorelly věděla pouze třetina respondentů (109; 32,3 %).

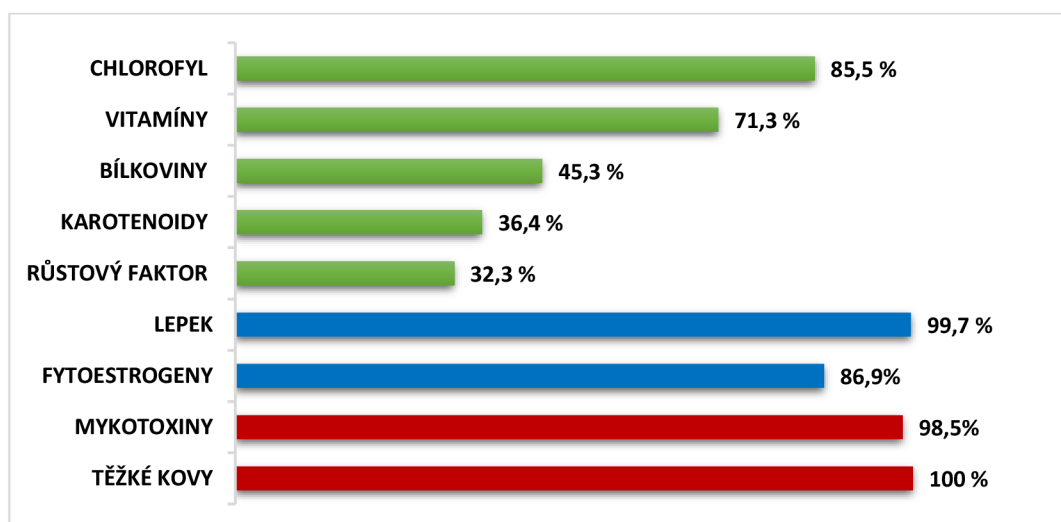
Skutečnost, že chlorella obsahuje chlorofyl věděla většina respondentů (289; 85,5 %). Produkty chlorelly se řadí mezi tzv. zelené potraviny, které jsou obecně známé obsahem chlorofylu (Sun et al., 2023). Oproti tomu další pigmenty, karotenoidy, jsou spojovány typicky s červeným a žlutým zbarvením ovoce a zeleniny (Sun et al., 2018). Lze tedy předpokládat, že právě to mohlo být důvodem, proč o jejich obsahu v chlorelle věděl pouze menší podíl respondentů (123; 36,4 %).

Téměř polovina respondentů (153; 45,3 %) věděla, že chlorella obsahuje bílkoviny, pro které je velmi ceněná, jelikož obsahuje všechny esenciální aminokyseliny nepostradatelné pro člověka. Některé druhy *Chlorella* sp. mají dokonce podobné množství bílkovin jako živočišné produkty (Ramos–Romeo et al., 2021).

Příznivým zjištěním bylo, že 337 (99,7 %) respondentů vědělo, že produkty chlorelly neobsahují lepek. Obecně je obsah lepku spojován spíše s výrobky z obilnin (např. mouka) (Wieser et al., 2021). Pouze menší část respondentů (44; 13 %) uvedla, že chlorella obsahuje fytoestrogeny, avšak ty se v tomto produktu nevyskytují. Fytoestrogeny jsou v různých rostlinných materiálech přítomné látky, které jsou podobné endogenním estrogenům produkovaných v živočišném organismu (Sirotkin et Harrath, 2014). Urbisz et al. (2021) zjišťovali obecné povědomí o fytoestrogenech a jejich obsahu v potravinách rostlinného původu. V jejich studii z celkem 133 respondentů 67 % uvedlo, že vědí o účincích fytoestrogenů a jejich obsahu v potravinách.

Na seznamu nabízených látek byla nabídka i vyloženě zdraví škodlivých látek, konkrétně těžkých kovů a mykotoxinů. Absolutně všichni respondenti věděli, že *Chlorella* sp. těžké kovy neobsahuje. Takto vysoká úspěšnost byla zřejmě zajištěna tím, že tato skupina látek je poměrně široce známá a ví se i o jejich negativních účincích na lidský organismus. Případná nežádoucí přítomnost těžkých kovů v produktech chlorelly může být zapříčiněna kontaminací v průběhu pěstování (Afka et al., 2010). Podobně vysoká úspěšnost byla i v případě odpovědi na přítomnost mykotoxinů (333; 98,5 %). Jedná se opět o zdraví škodlivé látky, konkrétně sekundární metabolity mikroskopických vláknitých hub, jejichž přítomnost v chlorelle je nežádoucí (Muys et al., 2019).

Graf 4.5: Četnost (%) správných odpovědí týkajících se obsahových látek v *Chlorella* sp.
(n = 338) (zeleně označené – látky, které jsou přirozeně přítomné v *Chlorella* sp.; modře označené – látky, které nejsou obsaženy v *Chlorella* sp.; červeně označené – látky nepřítomné v *Chlorella* sp. navíc s negativním účinkem na zdraví)



Informovanost o obsahových látkách se lišila dle věku a úrovně vzdělání (**Tabulka 4.6**). Bylo zjištěno, že s věkem i se stupněm dosaženého vzdělání rostla informovanost o většině látek v *Chlorella* sp.

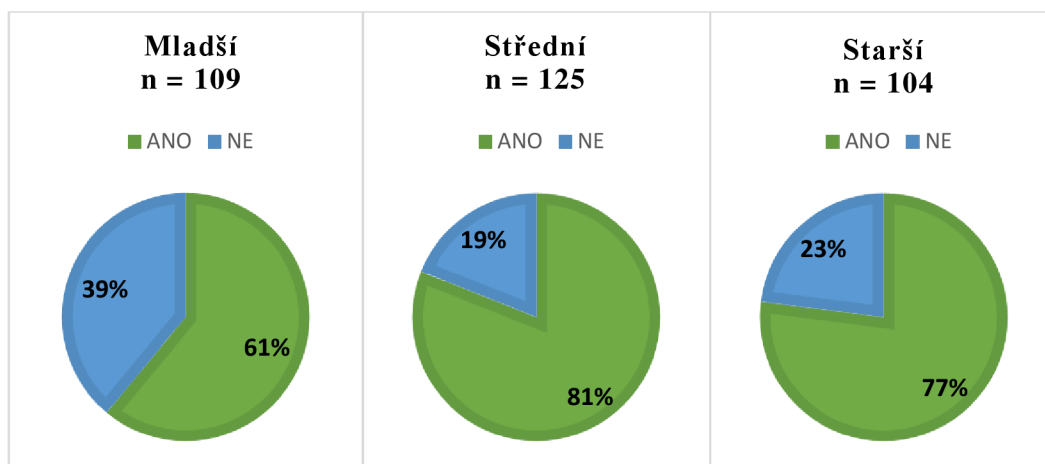
Tabulka 4.6: Vyhodnocení četností správných odpovědí (%) týkající se se obsahových látek v *Chlorella* sp. v závislosti na věku a dosaženém vzdělání (v závorce jsou uvedeny správné odpovědi: ano – látka je přirozeně přítomná; ne – látka není přítomná)

	Věk ¹			Vzdělání	
	Mladší n = 109	Střední n = 125	Starší n = 104	ZŠ+SŠ n = 142	Vyšší n = 196
Chlorofyl (ano)	80,7	89,6	85,6	79,6	89,8
<i>p</i>		0,1577		0,0084	
Vitamíny (ano)	64,2	70,4	79,8	69,0	72,9
<i>p</i>		0,0407		0,4287	
Bílkoviny (ano)	37,6	46,4	51,9	40,9	48,5
<i>p</i>		0,1053		0,1645	
Karotenoidy (ano)	26,6	39,2	43,3	33,1	38,8
<i>p</i>		0,0292		0,2843	
Růstový faktor (ano)	21,1	66,4	57,7	26,7	36,2
<i>p</i>		0,0038		0,0661	
Lepek (ne)	100	99,2	100	100	99,5
<i>p</i>		0,4255		0,3940	
Fytoestrogeny (ne)	88,1	90,4	81,7	88,7	85,7
<i>p</i>		0,1396		0,1645	
Mykotoxiny (ne)	97,3	99,2	99,0	98,6	98,5
<i>p</i>		0,4067		0,9268	
Těžké kovy (ne)	100	100	100	100	100
<i>p</i>		-		-	

Vysvětlivky: ¹věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); *p* – hladina významnosti ($p < 0,05$; 0,01; 0,001), tučně zvýrazněny jsou hodnoty se statistickou významností

V další otázce bylo zjišťováno, zda respondenti vědí, že *Chlorella* sp. náleží mezi sladkovodní řasy (**Bock et al., 2011**). Největší podíl správných odpovědí byl ve věkové kategorii 36–48 let (101; 81 %) (**Graf 4.6**).

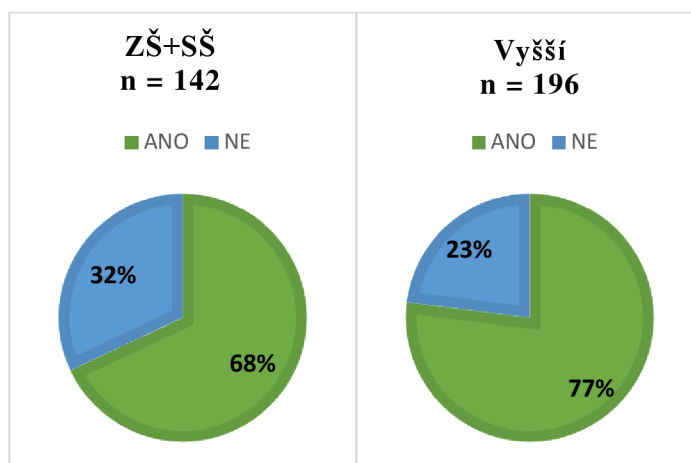
Graf 4.6: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „*Chlorella* sp. je sladkovodní řasa“ v závislosti na věku ($p = 0,0209$)



Vysvětlivky: věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); p – hladina významnosti, hodnota p byla statisticky významná

V případě vlivu vzdělání na informovanost v této otázce bylo zjištěno, že vyšší vzdělání bylo spojeno s vyšším podílem správných odpovědí (150; 77 %) (**Graf 4.7**).

Graf 4.7: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „*Chlorella* sp. je sladkovodní řasa“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0209$)

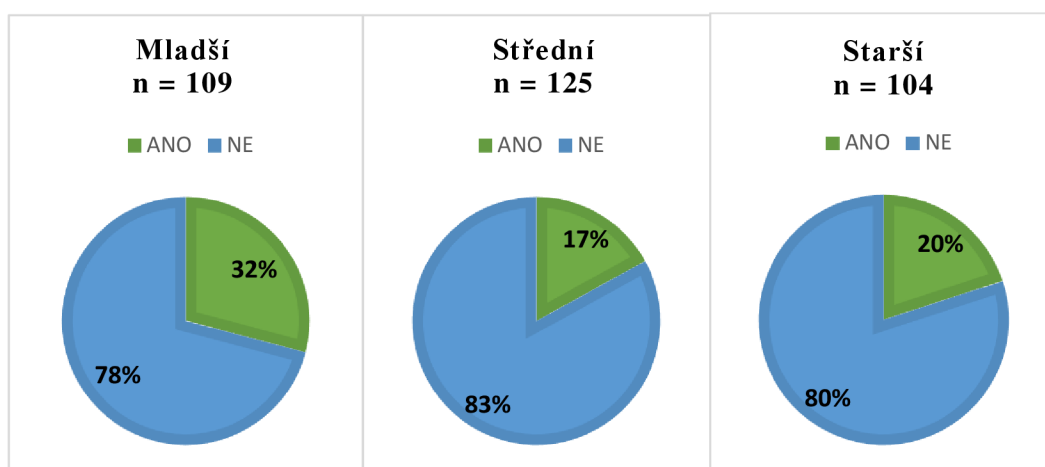


Vysvětlivky: p – hladina významnosti; hodnota p byla statisticky významná

Pouze menší podíl respondentů (77; 23 %) uvedl, že *Chlorella* sp. je mořská řasa. Ačkoli skutečně existují mořské druhy *Chlorella* sp. např. *Chlorella salina* či *Chlorella marina*, tyto se pro zpracování do doplňků stravy nevyužívají (**Darienko et al., 2019**). Nejvyšší podíl nesprávných odpovědí (34; 32 %) byl u věkové kategorie 17–35 let (**Graf 4.8**).

Obecně mořské produkty včetně řas jsou zdrojem jódu, který však není doporučován pro lidi s onemocněním štítné žlázy (Smyth, 2021). Produkty chlorelly bývají často i odborníky nesprávně označovány jako produkty z mořské řasy, proto nedoporučují její užívání pro lidi s tímto onemocněním. Do doplňků stravy je však využívána sladkovodní řasa *Chlorella* sp., která má mnoho prospěšných látek, které neovlivňují nepříznivě stav štítné žlázy (Panahi et al., 2016).

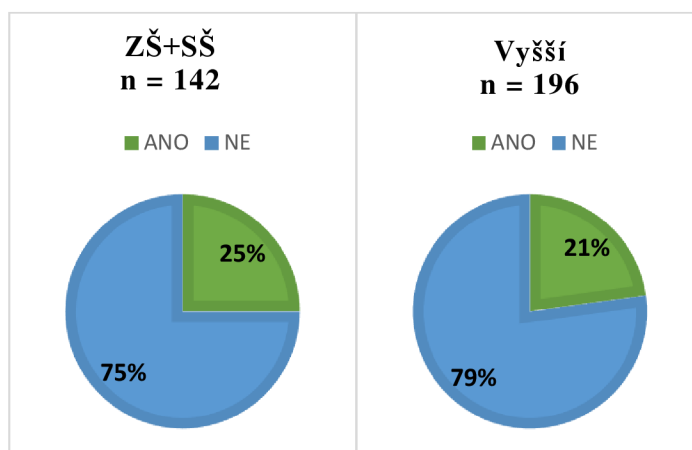
Graf 4.8: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „Chlorella sp. je mořská řasa“ v závislosti na věku ($p = 0,0209$)



Vysvětlivky: věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); p – hladina významnosti, hodnota p byla statisticky významná

Se stupněm vzdělání se zvyšoval podíl správných odpovědí (Graf 4.9).

Graf 4.9: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „Chlorella sp. je mořská řasa“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0209$)



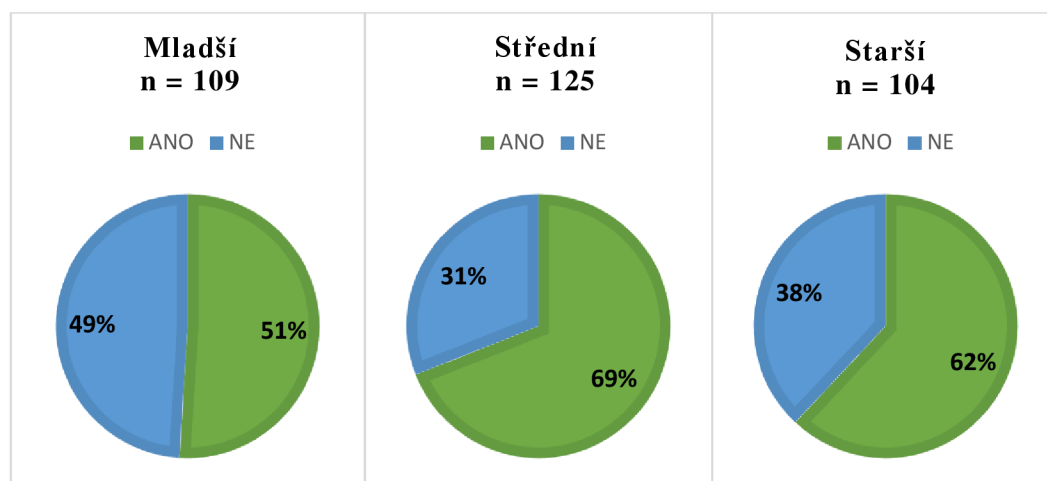
Vysvětlivky: p – hladina významnosti; hodnota p byla statisticky významná

Příznivým zjištěním bylo, že pouze jeden respondent uvedl, že *Chlorella* sp. náleží mezi bakterie a žádný z dotazovaných nezařadil *Chlorella* sp. mezi houby.

Je známo, že produkty mladého ječmene nabízené v tržní síti se mohou odlišovat způsobem zpracování. Ten je významný z hlediska výsledné kvality produktu (Rathouský, 2019). V dotazníkovém šetření bylo zjišťováno, jakým způsobem je podle respondentů zpracováván ječmen do doplňků stravy.

Nadpoloviční většina (206; 61 %) ze všech 338 respondentů uvedla, že mladý ječmen je získáván vylisováním výhonků ječmene na šťávu a její následné usušení (výška rostlin 15–25 cm). Uvádí se, že pro nejlepší výslednou kvalitu produktu je důležité sklídit ječmen v délce 20–25 cm, kdy listy obsahují největší množství živin (Slimáková, 2016). Za nejšetrnější způsob zpracování je považováno vylisování výhonků ječmene a následné vysušení získané šťávy při teplotě 31 °C. Takto zpracovaný ječmen si zachovává nejvíce živin a pro tělo je nejlépe vstřebatelný (Rathouský, 2009). Tento, nejvíce efektivní způsob zpracování, uvedlo 69 % respondentů ze střední věkové kategorie, 62 % respondentů ze starší a 51 % respondentů z mladší věkové kategorie (Graf 4.10).

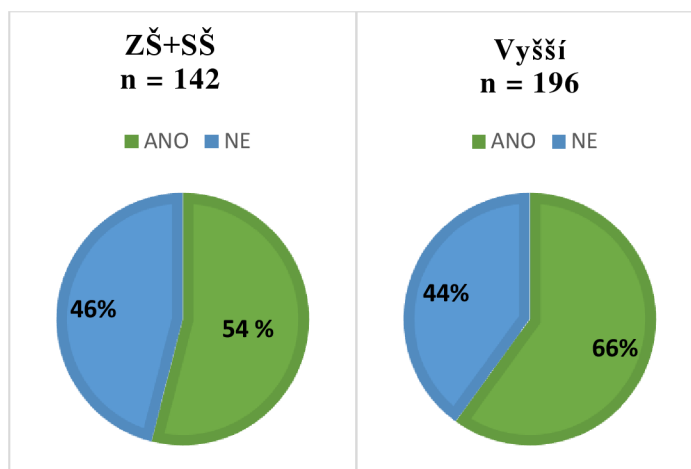
Graf 4.10: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na věku ($p = 0,1859$)



Vysvětlivky: věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); p – hladina významnosti, hodnota p nebyla statisticky významná

Se stupněm vzdělání se zvyšoval podíl správných odpovědí (Graf 4.11), kdy 129 (66 %) respondentů s vyšším vzděláním zvolilo správnou odpověď.

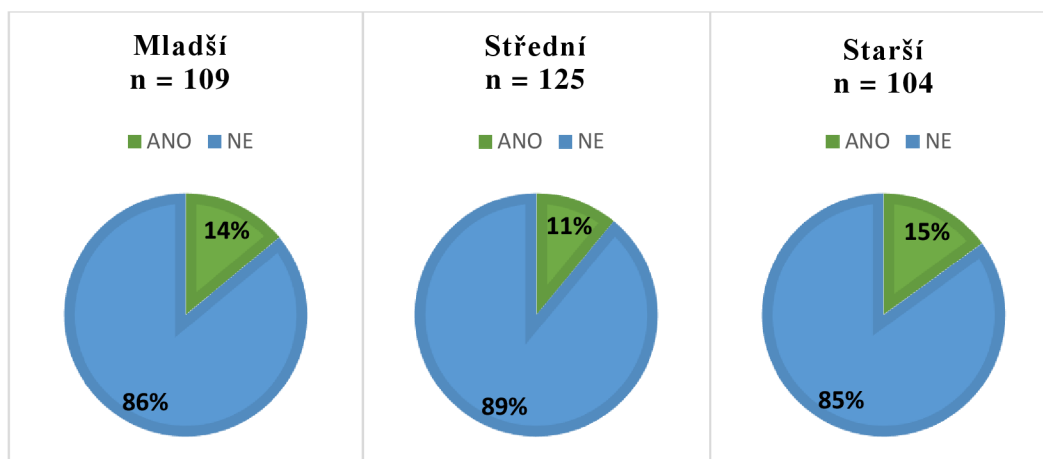
Graf 4.11: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0846$)



Vysvětlivky: p – hladina významnosti; hodnota p nebyla statisticky významná

Druhou uvedenou možností bylo zpracování vylisováním výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 26–35 cm). Nejvíce nesprávných odpovědí (15 %) bylo u starší věkové kategorie (**Graf 4.12**).

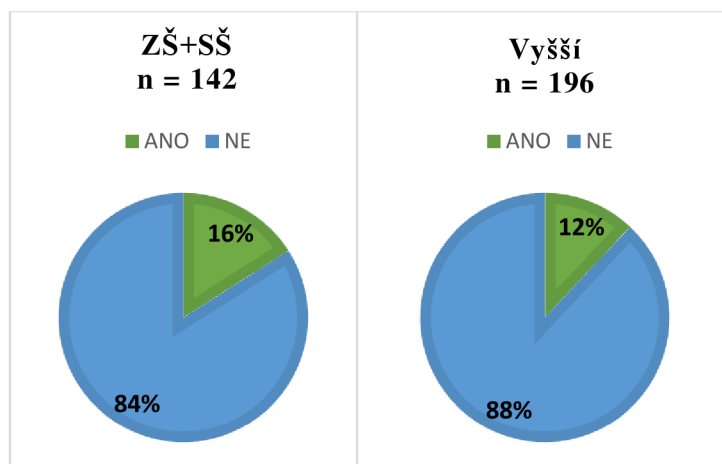
Graf 4.12: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 26–35 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,1859$)



Vysvětlivky: věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); p – hladina významnosti, hodnota p nebyla statisticky významná

Nesprávnou odpověď zvolilo 16 % respondentů se základním a středoškolským vzděláním (**Graf 4.13**).

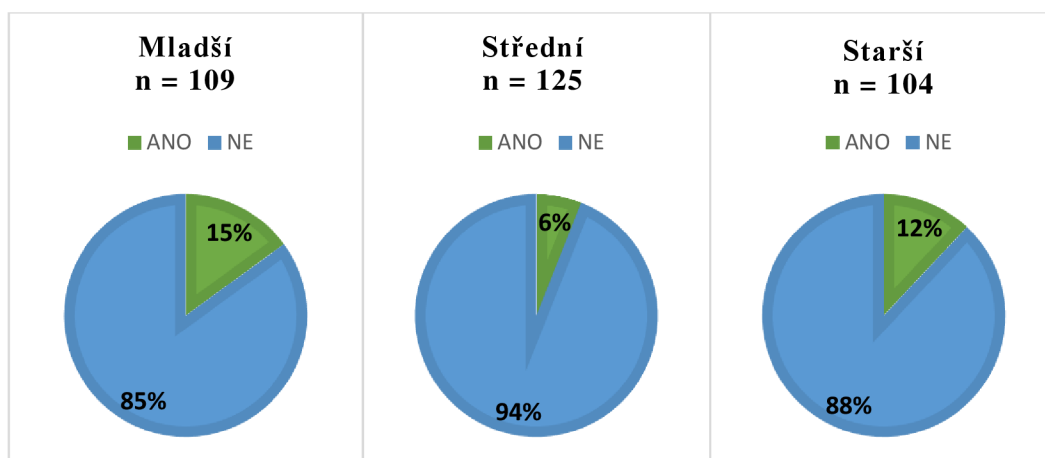
Graf 4.13: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 26–35 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0846$)



Vysvětlivky: p – hladina významnosti; hodnota p nebyla statisticky významná

Další respondentům nabízenou možností zpracování ječmene bylo zpracování mladého ječmene usušením a semletím výhonků ječmene ve výšce rostliny 15–25 cm. Takto zpracovaný ječmen má pro tělo nižší stravitelnost, jelikož obsahuje pro člověka nestravitelnou vlákninu a nedochází tudíž k plnému vstřebání živin (**Rathouský, 2009**). Tento nesprávný způsob zpracování uvedlo 15 % respondentů mladší věkové kategorie, 12 % respondentů starší věkové kategorie, zatímco nejnižší míra nesprávných odpovědí (6 %) byla u střední věkové kategorie (**Graf 4.14**).

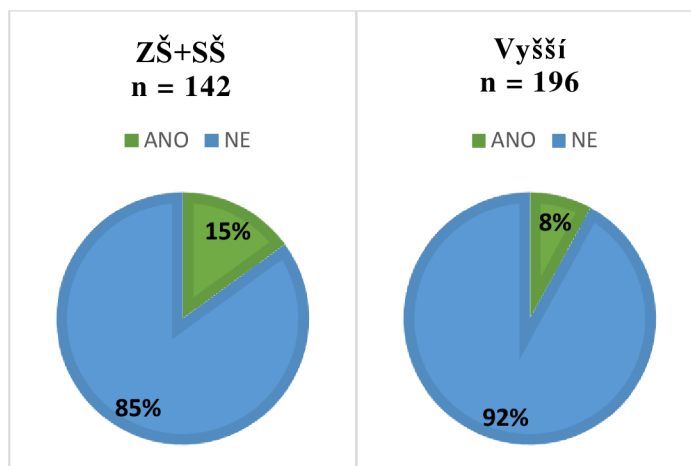
Graf 4.14: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na věku ($p = 0,1859$)



Vysvětlivky: věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); p – hladina významnosti, hodnota p nebyla statisticky významná

Bylo zjištěno, že s vyšším vzděláním byla nižší míra nesprávné odpovědi (8 %) (Graf 4.15).

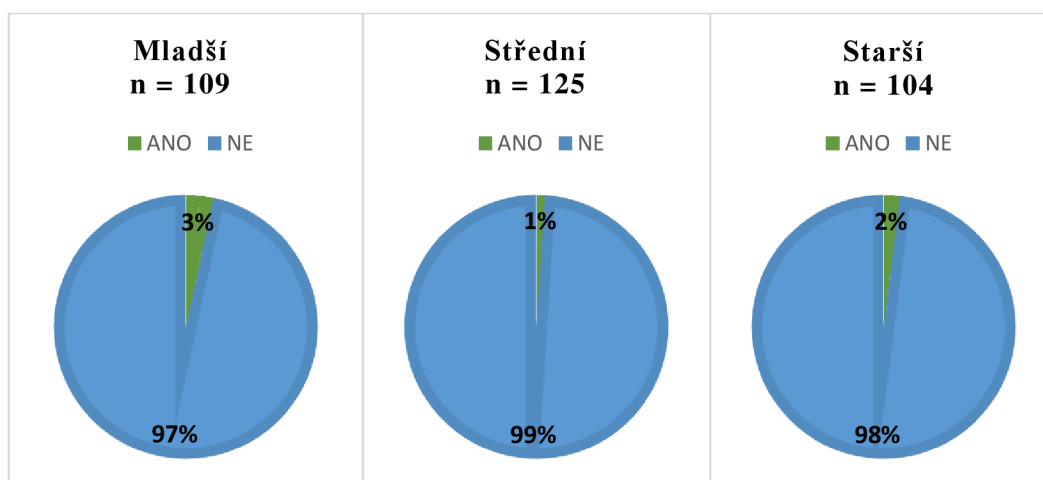
Graf 4.15: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,1859$)



Vysvětlivky: p – hladina významnosti; hodnota p nebyla statisticky významná

Poslední uvedenou možností bylo zpracování mladého ječmene usušením a semletím výhonků ječmene ve výšce rostliny 26–35 cm. Pouze 3 % z mladší věkové kategorie, 1 % ze střední a 2 % ze starší věkové kategorie zvolilo tuto špatnou odpověď (Graf 4.16).

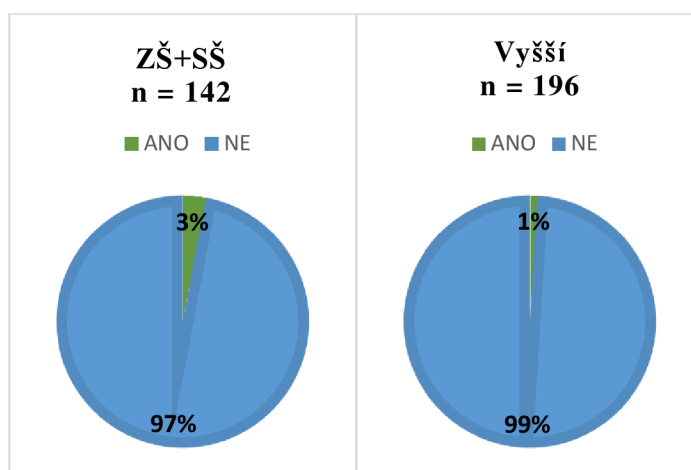
Graf 4.16: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 16–35 cm)“ v závislosti na věku ($p = 0,1859$)



Vysvětlivky: věkové kategorie (mladší: 17–35 let, střední 36–48 let, starší: nad 48 let); p – hladina významnosti, hodnota p nebyla statisticky významná

V závislosti na dosaženém vzdělání se ukázalo, že 1 % respondentů s vyšším vzděláním (**Graf 4.17**) uvedlo uvedenou nesprávnou variantu zpracování. Z celkového počtu 338 respondentů 45 (13 %) respondentů uvedlo, že na otázku nezná odpověď.

Graf 4.17: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 16–35 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,1859$)



Vysvětlivky: p – hladina významnosti; hodnota p nebyla statisticky významná

V další části dotazníkového šetření bylo zjišťováno, zda respondenti pozorovali na začátku užívání produktů mladého ječmene a/nebo chlorelly nějaké vedlejší projevy. Příznivým zjištěním bylo, že 181 (55 %) uživatelů chlorelly a 224 (68 %) uživatelů mladého ječmene nepocítilo žádné negativní účinky na začátku užívání (**Graf 4.18**).

Z vedlejších účinků v souvislosti s počátkem užívání chlorelly byly nejčastěji jmenovány efekty na zažívací trakt, zejména se jednalo o nadýmání a plynatost (66; 20 %), ale i další trávicí potíže – zácpa (42; 13 %), průjem (38; 12 %) či bolest břicha (24; 7 %). Také v případě mladého ječmene patřily zažívací potíže k nejčastěji jmenovaným vedlejším efektům. Řada respondentů uvedla, že užívala od začátku oba doplňky stravy současně a bylo pro ně tudíž obtížné určit, který z produktů vede k nepříznivým vedlejším účinkům.

Chlorella a mladý ječmen obsahují mnoho biologicky aktivních látek a podporují celkovou detoxikaci organismu (**Cebotari et al., 2017**). **Barkia et al. (2019)** uvádí, že tyto produkty se řadí mezi zásadotvorné potraviny. Pokud dochází v těle k detoxikaci a úpravě pH, tělo může reagovat nepříznivými projevy, které však během pravidelného užívání těchto produktů samy odezní. **Rzymiski et Jaśkiewicz**

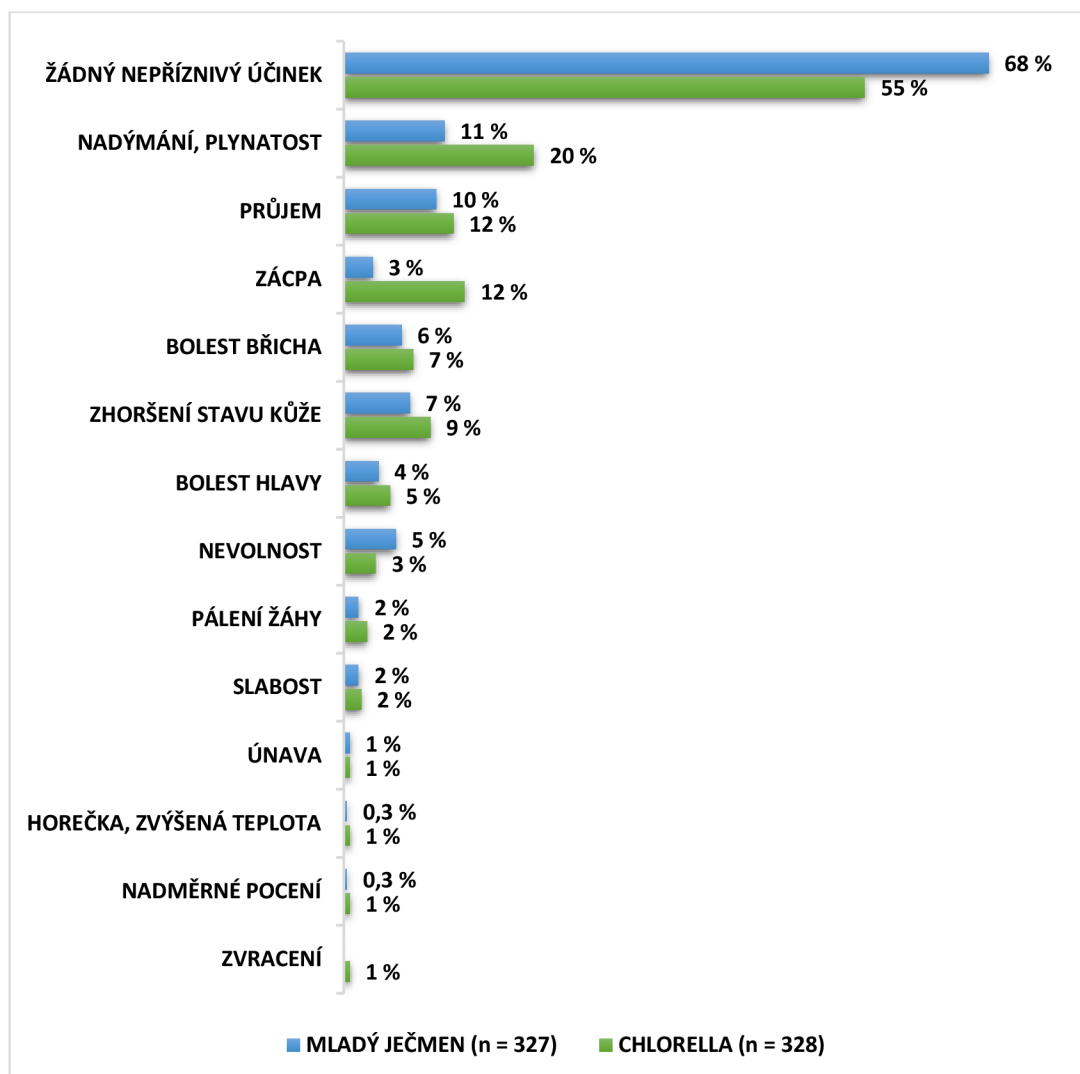
(2017) uvádí, že vysoký obsah bílkovin a chlorofylu v chlorelle může způsobit gastrointestinální potíže. Důležité je dbát na doporučené dávkování.

Zhoršení stavu kůže (vyrážky, akné, ekzém atd.) zaznamenalo 30 (9 %) respondentů u chlorelly a 23 (7 %) u mladého ječmene. Tím, že tělo spouští detoxikační procesy při užívání chlorelly i mladého ječmene, může dojít k přechodnému zhoršení stavu kůže, než se postupně kožní bariéra obnoví (Gromkowska-Kepka et al., 2021).

Někteří respondenti doplnili jiné vedlejší příznaky kromě těch, které byly v otázce nabídnuty, konkrétně bolesti kloubů, herpes, zvýšení kyseliny močové dávivý reflex při užívání či zánět dutin.

Rzymiski et Jaśkiewicz (2017) zjišťovali u 45 uživatelů chlorelly vedlejší příznaky při užívání. Nepříznivé efekty v rámci užívání uvedl jen menší podíl (8; 18 %) uživatelů. Podobně jako v našem šetření autoři zjistili, že nejčastěji jmenované byly potíže v oblasti trávicího ústrojí, zejména průjem (3; 7 %). Z dalších projevů, které v polské studii respondenti uváděli se jednalo o celkovou slabost, zhoršení stavu kůže či bolest hlavy.

Graf 4.18: Vedlejší účinky v souvislosti s počátkem užívání chlorelly a mladého ječmene



Chlorella a mladý ječmen působí blahodárně na organismus (Zeng et al., 2018; Karneina et al., 2023). Respondenti byli dotazováni, jaké příznivé účinky zaznamenali během užívání těchto produktů.

Z celkového počtu 338 respondentů pouze malý podíl (34; 10 %) uvedl, že během užívání nepocítil žádný příznivý účinek. Naproti tomu respondenti uváděli širokou škálu příznivých účinků na své zdraví (Graf 4.19). Největší podíl jmenovaných příznivých efektů tvořilo větší množství energie a vitality (214; 63 %). Karneina et al., 2023 uvádí snižování únavy a zvýšení fyzické vitality díky antioxidačním účinkům těchto produktů. Rzymiski et Jaśkiewicz (2017) uvádí ve své studii u devíti (20 %) uživatelů chlorelly zvýšení celkové vitality.

Druhou nejčastější odpovědí (21; 63 %) respondentů bylo zlepšení trávení. Vlivem obsahu rozpustné a nerozpustné vlákniny obzvláště u mladého ječmene

dochází k podpoře trávení. Vlákna je důležitá také pro prospěšné mikroorganismy v trávicím traktu (**Takano et al., 2013**). **Rzymiski et Jaśkiewicz (2017)** uvádí zlepšení trávení a vyprazdňování u pěti (11 %) ze 45 uživatelů chlorelly.

Zlepšení imunity zaznamenalo 201 (59 %) respondentů. **Kwak et al. (2012)** ve svém výzkumu poukazuje na podporu imunitní funkce díky doplňkům stravy z *Chlorella* sp. Byl zde porovnáván efekt doplňku chlorelly a placebo, kdy užívání placebo nepodpořilo imunitní funkci organismu, naopak při užívání chlorelly došlo k výraznému zlepšení. **Rzymiski et Jaśkiewicz (2017)** však uvádí pouze u jednoho respondenta z 45 uživatelů chlorelly zlepšení imunity. **Zeng et al. (2018)** popisuje u mladého ječmene vysokou imunomodulační aktivitu obzvláště v důsledku funkce polysacharidu arabinoxylan.

Snížení stresu jako další příznivý účinek užívání zelených potravin uvedlo v naší studii 101 (31 %) respondentů. **Zeng et al. (2018)** zmiňuje vliv gama-aminomáselné kyseliny obsažené v mladém ječmeni na zklidnění nervové soustavy, kdy může dojít ke snížení psychického napětí. Obecně snížení stresu pomáhá celkové regeneraci organismu a zlepšuje imunitu (**Yamura et al., 2013**).

Respondenti při užívání také pocítovali vliv na kvalitu pleti (116; 34 %) a kvalitu vlasů (97; 29 %). Čtyři (2 %) respondenti přímo doplnili informaci, že u nich došlo ke zlepšení stavu ekzému. **Rzymiski et Jaśkiewicz (2017)** uvádí u deseti (22 %) respondentů chlorelly zlepšení kůže a u dvou (4 %) zlepšení kvality vlasů.

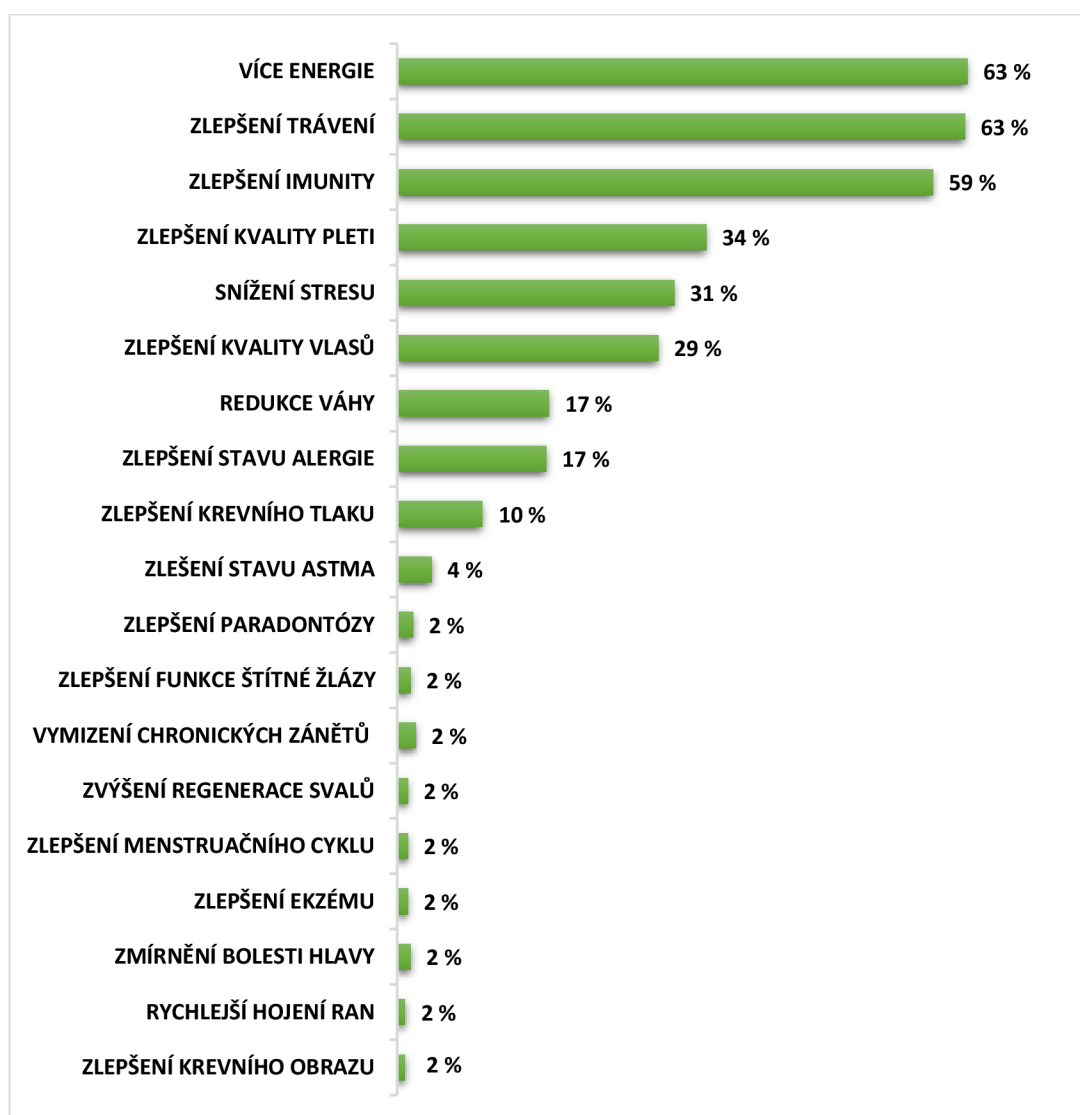
U 57 (17 %) respondentů došlo ke zlepšení stavu alergie či jejímu vymizení a u 13 (4 %) respondentů se zlepšil stav astma díky užívání zelených potravin.

Část respondentů uvedla mezi příznivými účinky redukcí hmotnosti (32; 10 %) a zlepšení krevního tlaku (57; 17 %). Je známo, že pro snížení krevního tlaku je důležité se také vyvarovat nadváze (**Fallah et al., 2018**). Mladý ječmen je ceněný pro obsah β -glukanu, který snižuje hladinu cholesterolu a glukózy v krvi (**Emilia-Ancuta et al., 2019**). **Fallah et al. (2018)** uvádí také účinky chlorelly, kdy dochází ke snížení vstřebávání cholesterolu ze střeva. Snížení hladiny cholesterolu uvedli dva (1 %) respondenti.

Vymizení chronických zánětů v těle uvedlo sedm (2 %) respondentů. **Tabazard et al. (2020)** poukazuje na to, že v chlorelle jsou obsaženy protizánětlivě působící látky patřící do skupiny polysacharidů, polynenasycených mastných kyselin a mezi karotenoidy.

Kawka et al. (2019) zmiňuje antiproliferační vliv mladého ječmene zejména u rakoviny tlustého střeva. Zelené potraviny s ohledem ke svým obsahovým látkám představují významnou podporu při řešení onkologických onemocnění i s následnou terapií. Jeden z respondentů v našem šetření uvedl vymizení následků onkologické léčby.

Graf 4.19: Příznivé účinky uváděné respondenty (n = 338) v souvislosti s užíváním chlorelly a mladého ječmene



4.3 Výsledky laboratorního hodnocení

4.3.1 Vyhodnocení mikrobiologické analýzy chlorelly a mladého ječmene

Dle Vyhlášky č. 132/2004 Sb., o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení jsou mikrobiologické požadavky pro jednotlivé druhy potravin stanoveny výběrem mikroorganismů s přípustnými hodnotami. Pokud není zřejmé, k jaké skupině potravin náleží, dle vyhlášky se přiřazuje tam, kam z hlediska mikrobiologického rizika nejbližší náleží.

Byla provedena mikrobiologická analýza čtyř vzorků chlorelly (**Tabulka 4.7**). Míra přijatelné mikrobiální kontaminace závisí na specifických předpisech zemí, kde jsou produkty prodávány. Vhodným parametrem, který ukazuje míru kontaminace mezofilními aerobními a fakultativně anaerobními bakteriemi, kvasinkami a plísněmi, je v tomto ohledu CPM. Dle Vyhlášky č. 132/2004 Sb., by CPM neměl překročit hodnotu 10^5 CFU/g. Všechny vzorky chlorelly splňovaly tyto požadavky.

CPM se u hodnocených vzorků pohyboval od nulových hodnot (Chlorella 2) do $6,8 \times 10^2 \pm 0,75$ CFU/g (Chlorella 3). **Görs et al. (2010)** analyzovali 19 produktů chlorelly, z toho u sedmi produktů byla hodnota CPM u komerčních produktů v rozpětí 1×10^2 až $1,5 \times 10^2$ CFU/g. Tato hodnota je považována za velmi nízkou. Naopak u nezpracovaných prášků chlorelly byla CPM vyšší než 10^6 CFU/g. **Torres et al. (2017)** uvádí, že u dvou produktů práškové chlorelly bylo <10 CFU/g mezofilních aerobních bakterií, <10 CFU/g plísní a <10 CFU/g kvasinek. U těchto produktů nebyla nalezena *Escherichia coli*, která se řadí mezi koliformní bakterie a nebyl prokázán ani nález bakterií *Salmonella* spp.

Rhoades et al. (2023) hodnotili mikrobiální kontaminaci u pěti různých produktů řasy *Spirulina*. Zjištěné hodnoty byly nízké a u žádného z produktů nepřekročily 3,2 log CFU/g. Největší podíl tvořily endosporotvorné bakterie a bakterie *Pseudomonas* spp. Kvasinky a plísně byly v hodnotě $3,0 \pm 0,28$ log CFU/g. Hodnota koliformních bakterií u produktů spirulina byly pod 2,0 log CFU/g. Příznivým zjištěním v námi vyšetřovaných vzorcích chlorelly byla nepřítomnost koliformních bakterií.

Kvasinky a plísně nebyly zjištěny u vzorku Chlorelly 1 a 2. Pokud se jedná o Chlorellu 3, byly kvasinky a plísně v množství $3,5 \times 10^2 \pm 0,60$ CFU/g, u Chlorelly 4 byla hodnota $<2,5 \pm 2,50$ CFU/g. Ve Vyhlášce č. 132/2004 Sb., je u podobné

kategorie potravin (koření, směsi koření a suché kořeníci přípravky, bylinné čaje) uveden limit pro plísň 5 x 10³. Limit pro kvasinky není legislativou určen.

Ahmad et al. (2020) uvádí, že k bakteriální kontaminaci chlorelly dochází nejčastěji již při pěstování. K nejvyšší kontaminaci při pěstování dochází v otevřených rybníčních systémech. *Chlorella* sp. se však nejvíce pěstuje ve fototrofních kultivačních systémech, kde je koncentrace volných zdrojů uhlíku zanedbatelná a přítomnost bakterií bývá spíše bezproblémová. Je také důležité si uvědomit, že tyto produkty většinou prochází šetrným zpracováním za nižších teplot, aby se zachovaly živiny produktu, proto ani není možné mít produkt plně sterilní. V našem šetření pouze v případě vzorku Chlorella 2 nebyly zjištěny žádné životaschopné mikroorganismy. To může poukazovat na vyšší teploty při zpracování, které sice zajistí likvidaci mikroorganismů, na druhou stranu ale snižuje využitelnost živin (**Görs et al., 2010**).

Tabulka 4.7: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů ve vzorcích chlorelly

Vzorek	Indikátorové skupiny					
	CPM		KB		KP	
	CFU/g	log	CFU/g	log	CFU/g	log
Chlorella 1	<2,5±2,50	<0,40±0,35	0	0	0	0
Chlorella 2	0	0	0	0	0	0
Chlorella 3	6,8 x 10 ² ±0,75	2,83±0,05	0	0	3,5 x 10 ² ±0,60	2,54±0,080
Chlorella 4	2,6 x 10 ² ±0,00	2,41±0,00	0	0	<2,5±2,50	<0,40±0,35

Vysvětlivky: CPM – celkový počet mikroorganismů; KB – koliformní bakterie; KP – kvasinky a plísň; CFU – kolonie tvořící jednotky. Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze dvou měření.

CPM u vzorků mladého ječmene se pohyboval v rozmezí od 9,3 x 10²±0,35 CFU/g (Ječmen 2) do 1,5 x 10³±0,05 CFU/g (Ječmen 4) (**Tabulka 4.8**). Všechny vzorky splňují povolený limit CPM ≤10⁵ CFU/g (Vyhláška č. 132/2004 Sb.).

Sušená šťáva z mladého ječmene je porovnatelná s jiným druhem rostlinné šťávy. Kupř. **Tan et al. (2021)** zjistili průměrné hodnoty CPM u sušeného džusu z cantaloupe 2,63 log CFU/g. Uvedli, že se jedná o běžnou hodnotu sušeného prášku

z rostlin. Za maximální hodnotu pro zachování je obecně uváděna hodnota nižší než 6 log CFU/g (NSW Food Authority, 2009).

Ve vzorku Ječmen 2 a Ječmen 3 byla ve velmi nízkých počtech potvrzena přítomnost koliformních bakterií. Koliformní bakterie poskytují obraz o způsobu a hygieně získávání a zpracování produktu (Görner et Valík, 2004). Vyhláška č. 134/2004 Sb. udává mezní hodnotu koliformních bakterií pro doplňky stravy obsahující rostlinné části 10^2 CFU/g. Tuto hodnotu splňují oba výše zmíněné vzorky.

Kvasinky a plísňe se pohybovaly v rozmezí od $8,1 \times 10^1 \pm 0,05$ (Ječmen 3) do $1,5 \times 10^3 \pm 0,05$ CFU/g (Ječmen 1). Povolený limit pro plísňe 5×10^3 CFU/g nebyl u žádného z hodnocených vzorků překročen (Vyhláška č. 132/2004 Sb.).

Růst mikroorganismů v potravinách je z velké části zmírněn sušením. Nevhodné je vlhké skladovací prostředí, zejména z hlediska možného růstu plísní. Mikrobiální aktivita sušených potravin je ovlivněna nejenom počátečním zatížením suroviny mikroorganismy, ale ovlivňuje se také během celého procesu zpracování sušené potraviny. Aktivita mikroorganismů v sušených potravinách se zachovává při nedostatečném odvlhčení během procesu sušení (Alp et Bulantekin, 2021).

Tabulka 4.8: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (CFU/g) ve vzorcích mladého ječmene

Vzorek	Indikátorové skupiny					
	CPM		KB		KP	
	CFU/g	log	CFU/g	log	CFU/g	log
Ječmen 1	$1,1 \times 10^3 \pm 0,05$	$3,04 \pm 0,02$	0	0	$1,5 \times 10^3 \pm 0,05$	$3,17 \pm 0,01$
Ječmen 2	$7,9 \times 10^2 \pm 0,55$	$2,90 \pm 0,03$	$<10 \pm 0,00$	$<1,00 \pm 0,00$	$1,4 \times 10^3 \pm 0,05$	$3,15 \pm 0,01$
Ječmen 3	$9,3 \times 10^2 \pm 0,35$	$2,97 \pm 0,01$	$<2,5 \pm 2,50$	$<0,40 \pm 0,35$	$8,1 \times 10^1 \pm 0,05$	$1,91 \pm 0,01$
Ječmen 4	$1,5 \times 10^3 \pm 0,05$	$3,17 \pm 0,01$	0	0	$3,9 \times 10^2 \pm 0,30$	$2,59 \pm 0,030$

Vysvětlivky: CPM – celkový počet mikroorganismů; KB – koliformní bakterie; KP – kvasinky a plísňe; CFU – kolonie tvořící jednotky. Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze dvou měření.

4.3.2 Vyhodnocení pH a vodní aktivity

Hodnoty pH se u hodnocených vzorků chlorelly pohybovaly v rozpětí od $5,67 \pm 0,015$ (Chlorella 2) do $6,31 \pm 0,010$ (Chlorella 3) (**Tabulka 4.9**). Jedná se tudíž o potraviny mírně kyselé (**Jabor, 2002**). K podobným výsledkům dospěli ve svém výzkumu **Castelló et al. (2017)**, kde uvádí u dvou hodnocených práškových produktů chlorelly pH $5,9 \pm 0,2$ a $6,27 \pm 0,13$. **Tamtürk et al. (2023)** zkoumali 26 vzorků *Chlorella vulgaris* sušených rozprašovací metodou. Naměřené hodnoty pH se pohybovaly od $5,13 \pm 0,025$ do $6,80 \pm 0,020$.

Vodní aktivita u suchých potravin nepřesahuje 0,60. Taková hodnota zaručuje, že většina mikroorganismů není schopna růstu a rozmnožování (**Barbosa-Cánovas et al., 2020**). Vodní aktivita u námi hodnocených vzorků chlorelly se pohybovala od $0,22 \pm 0,005$ (Chlorella 2) do $0,41 \pm 0,000$ (Chlorella 4). **Tamtürk et al. (2023)** měřili vodní aktivitu u 26 vzorků chlorelly, kde se hodnoty pohybovaly od $0,143 \pm 0,001$ do $0,243 \pm 0,001$. Tyto nízké hodnoty vodní aktivity snižují míru možného mikrobiálního znehodnocení a zlepšují fyzikálně-chemickou stabilitu.

Tabulka 4.9: Výsledky analýzy pH a vodní aktivity u vzorků chlorelly

Vzorek	pH	a_w
Chlorella 1	$6,21 \pm 0,000$	$0,28 \pm 0,005$
Chlorella 2	$5,67 \pm 0,015$	$0,22 \pm 0,005$
Chlorella 3	$6,31 \pm 0,010$	$0,25 \pm 0,000$
Chlorella 4	$6,21 \pm 0,005$	$0,41 \pm 0,000$

Vysvětlivky: a_w – vodní aktivita; výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze dvou měření

U vzorků mladého ječmene bylo pH v rozmezí od $5,53 \pm 0,005$ (Ječmen 2) do $6,02 \pm 0,005$ (Ječmen 1) (**Tabulka 4.10**). **Blicharz-Kania et al. (2019)** hodnotili vliv počtu dní růstu mladého ječmene na pH produktu. Mladý ječmen byl sklizený 7. až 28. den po vysetí, dále byl zpracován do formy šťávy, kdy pH šťáv se pohybovalo od 5,71 do 5,95. Autoři neprokázali vliv délky růstu mladého ječmene na pH produktu.

Vodní aktivita hodnocených vzorků mladého ječmene se pohybovala od $0,22 \pm 0,000$ (Ječmen 1) do $0,32 \pm 0,000$ (Ječmen 4). **Zhou et al. (2021)** ve své studii poukázali na to, že se vodní aktivita odlišuje dle zpracování mladého ječmene. Byly

hodnoceny dva vzorky. První vzorek byl zpracován sušením horkým vzduchem a následným namletím, kdy s vyšší teplotou sušení se ukázalo postupné snižování vodní aktivity vzorku až k hodnotě 0,30. Naopak druhý vzorek, který byl sušený mražením a dále mletý do formy prášku vykazoval nejvyšší hodnotu vodní aktivity, která byla 0,55.

Tabulka 4.10: Výsledky analýzy pH a vodní aktivity o vzorků mladého ječmene

Vzorek	pH	a_w
Ječmen 1	6,02 ± 0,005	0,22 ± 0,000
Ječmen 2	5,53 ± 0,005	0,27 ± 0,005
Ječmen 3	5,56 ± 0,010	0,24 ± 0,000
Ječmen 4	5,80 ± 0,005	0,32 ± 0,000

Vysvětlivky: a_w – vodní aktivita. Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze dvou měření.

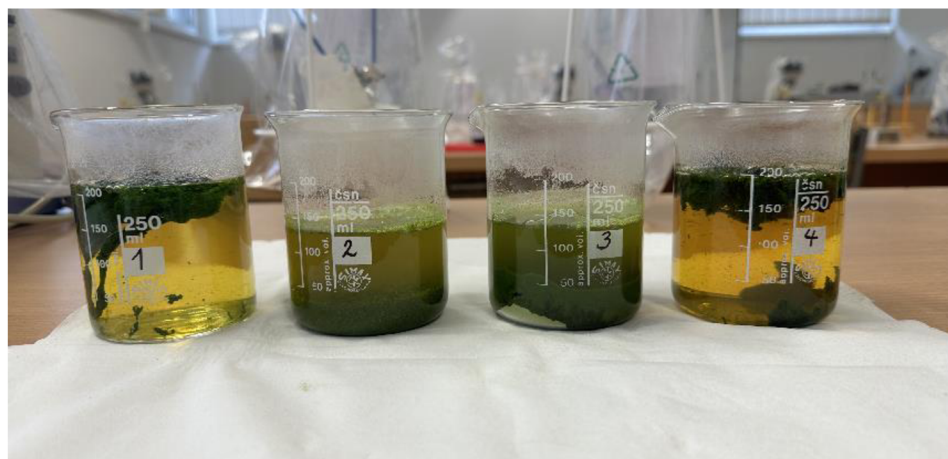
4.3.3 Vyhodnocení sedimentačního a denaturačního testu mladého ječmene

K průkazu přítomnosti aktivních enzymů byl u vzorků mladého ječmene proveden denaturační test (**Tabulka 4.11; Obrázek 4.1**). U vzorků Ječmen 1 a Ječmen 4 vznikla pevná nerozpustná tmavozelená sraženina, která dokládá přítomnost aktivní formy enzymů a sušení suroviny s použitím šetrných, nízkých teplot (**Rathouský, 2009**). U vzorku Ječmen 2 a Ječmen 3 nedošlo k denuraci a sraženina nebyla vytvořena. **Dallen (2010)** uvádí, že při teplotách přesahujících 40 °C již není aktivita enzymů zachována. Lze se tedy domnívat, že tyto produkty byly sušeny za použití vyšších teplot, které jsou sice pro producenta ekonomicky výhodnější, na druhou stranu mohou vést k destrukci řady prospěšných složek (**Zeng et al., 2018**).

Tabulka 4.11: Výsledky sedimentačního a denaturačního testu mladého ječmene

Název	Denaturační test	Sedimentační test
Ječmen 1	+	pomalá sedimentace
Ječmen 2	-	rychlá sedimentace
Ječmen 3	-	rychlá sedimentace
Ječmen 4	+	pomalá sedimentace

Vysvětlivky: „+“ – tvorba nerozpustné sraženiny; „-“ – bez sraženiny

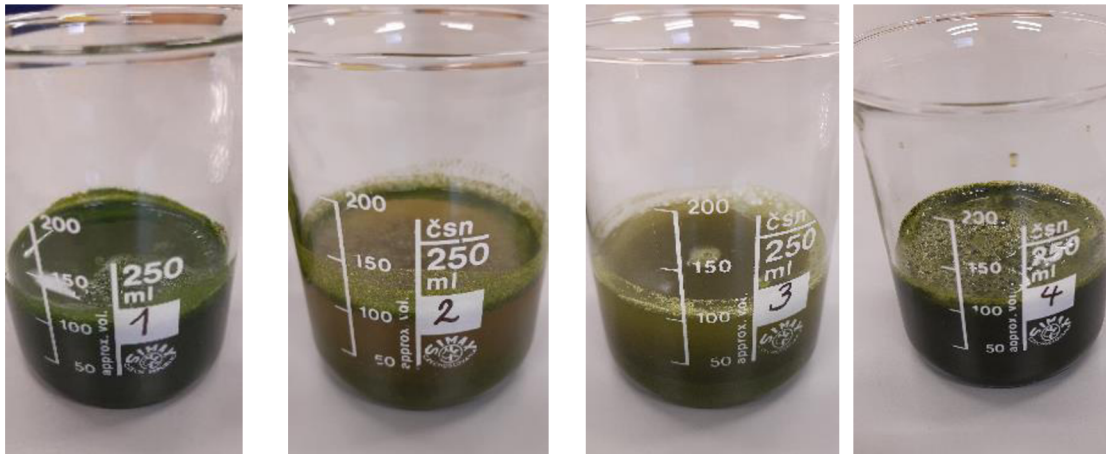


Obrázek 4.1: Vzorky mladého ječmene po provedení denaturačního testu (fotografie vlastní)

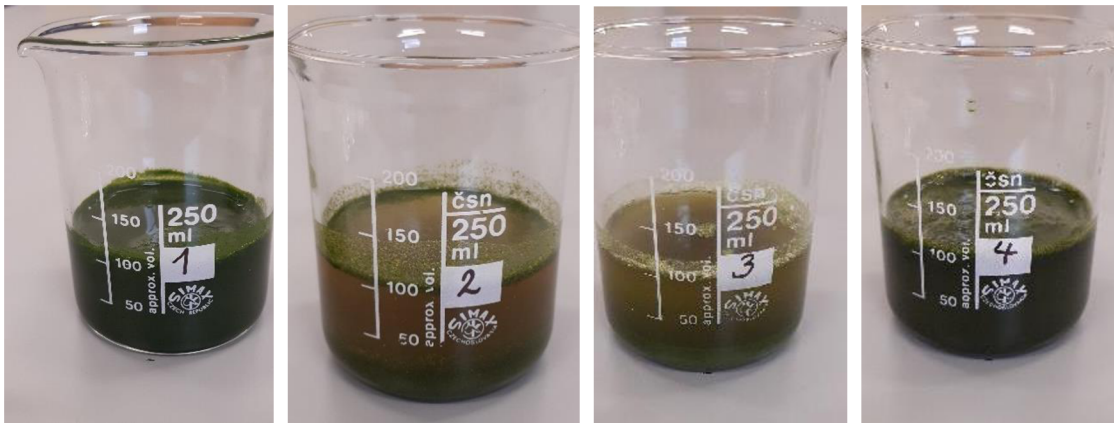
Sedimentační test spočíval v hodnocení rychlosti sedimentace částic vzorků mladého ječmene v ředícím roztoku (**Tabulka 4.11**). Hodnocení proběhlo poprvé v čase 10 minut po zahájení testu (**Obrázek 4.2**), kde je možno vidět probíhající sedimentaci. Ta u vzorků Ječmen 3 a Ječmen 4 probíhala velmi rychle a byla prakticky ukončena již v první hodině testování. Takto rychlá a výrazná sedimentace částic poukazuje na skutečnost, že vzorky obsahovaly větší částice např. částice rostlinných pletiv. Lze tudíž předpokládat, že produkty byly vyrobeny z celých rostlin ječmene, nikoliv pouze z vylisované šťávy. Pokud se jedná o výrobcem uvedený způsob zpracování produktů, pak u Ječmene 2 je pouze uvedeno, že se jedná o prášek z trávy mladého ječmene a u Ječmene 3 je uvedeno, že se jedná o sušený prášek z výhonků mladého ječmene. Produkty vyrobené z namletých celých rostlin ječmene obsahují více vlákniny a jejich stravitelnost pro člověka je nižší. Mladý ječmen je bohatý na nerozpustnou vlákninu, která je pro člověka nestravitelná a zvyšuje viskozitu obsahu trávicího traktu. Tento typ vlákniny je stravitelný pouze pro býložravce (**Takano et al., 2013**).

Sedimentace u Ječmene 1 a Ječmene 4 probíhala velmi pomalu, kdy teprve po několika hodinách od začátku testování bylo pozorováno její zahájení. U těchto produktů je uvedeno zpracování vylisováním mladého ječmene a následným usušením šťávy. Tento proces zpracování zachovává nejvíce živin v produktech (**Rathouský, 2009**).

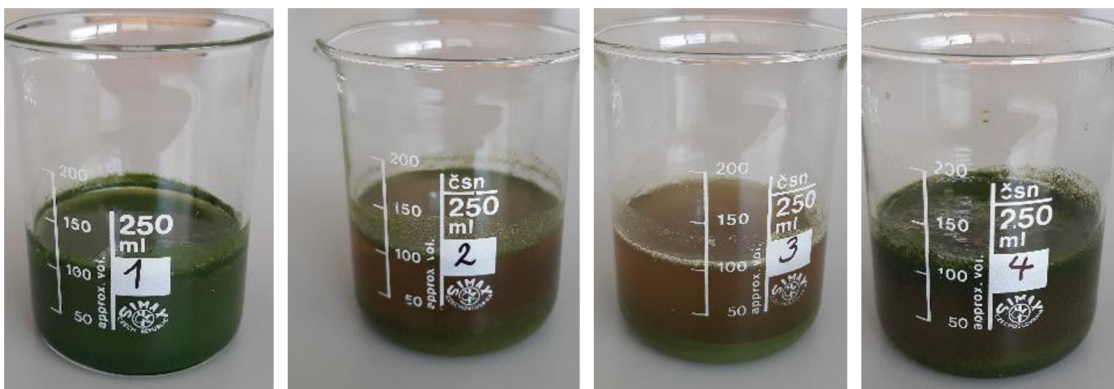
10 minut



1 hodina



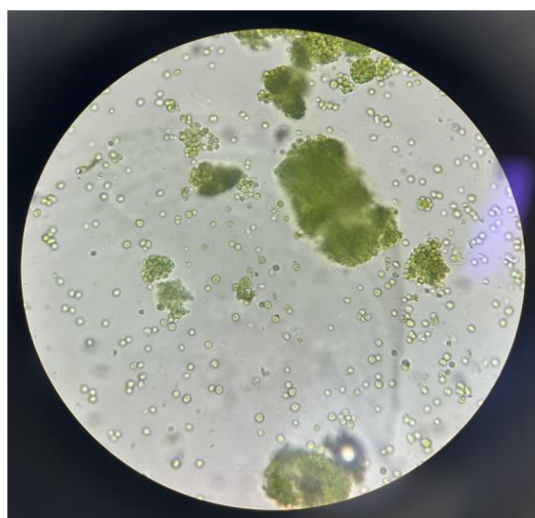
3 hodiny



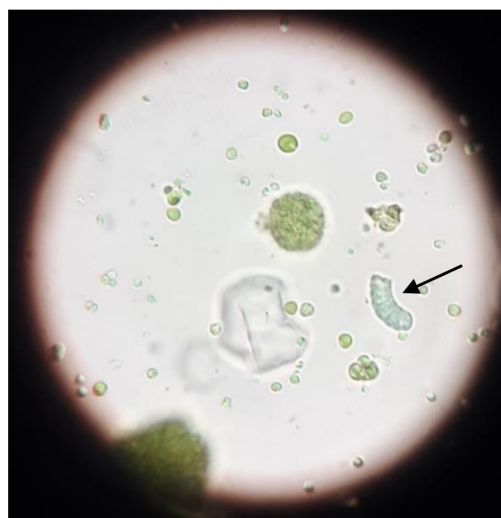
Obrázek 4.2: Fotografie vzorků mladého ječmene (1–4) při provedení sedimentačního testu v čase 10 minut, 1 hodina a 3 hodiny (fotografie vlastní)

4.3.4 Vyhodnocení mikroskopického posouzení vzorků chlorelly

Všechny vzorky produktů chlorelly obsahovaly podle složení *Chlorella pyrenoidosa*. **Lizzul et al. (2018)** uvádí, že *Chlorella pyrenoidosa* je pouze jiný název pro *Chlorella sorokiniana*. Všechny vzorky chlorelly (**Obrázek 4.3**) měly viditelné kulaté jemně nazelenalé chlorellové buňky. Svým tvarem i barvou odpovídají popisu buněk *Chlorella sorokiniana*, které by měly mít kulovitý tvar světle zelené barvy (**Bock et al., 2011**).



Chlorella 1

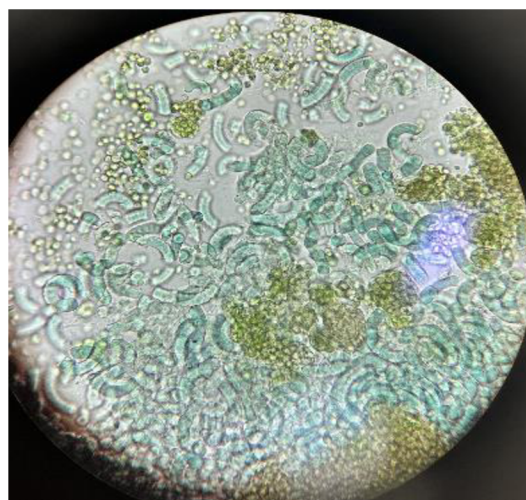


Chlorella 2

(šipka ukazuje na kontaminaci)



Chlorella 3



Chlorella 4

Obrázek 4.3: Fotografie vzorků chlorelly (1–4) ve světelném mikroskopu, objektiv 60 (fotografie vlastní)

Chlorella 4 však obsahovala nejen zelené kulovité buňky, které odpovídají *Chlorella sorokiniana*, ale také tvarově velmi výrazné spirálovité buňky modrozelené barvy. Tyto buňky odpovídají cyanobakterii *Spirulina* sp., jelikož tato řasa formuje vláknité mnohobuněčné cylindrické trichomy v šroubovici. Pod mikroskopem se jeví jako modrozelená vlákna, která jsou osamocená a volně plovoucí. Velikost se pohybuje od 6 do 12 μm (Ali et Saleh, 2012). Na samotném preparátu je vidět rovněž výrazný velikostní rozdíl, jelikož průměrná buňka *Chlorella sorokiniana* má velikost 2–4,5 μm (Lizzul et al., 2018). Muys et al. (2019) tvrdí, že použití cyanobakterie *Spirulina* sp. je levnější než *Chlorella* sp. Lze se tudíž domnívat, že zjištěný přírůstek *Spirulina* sp. v produktu Chlorella 4 byl proveden za účelem zlevnění nákladů na produkt. Taková skutečnost však musí být vždy uvedena ve složení produktu. Ve složení Chlorella 4 bylo uvedeno 100 % *Chlorella pyrenoidosa*, avšak na preparátu převažovaly buňky *Spirulina*. Tuto skutečnost by bylo možné označit za klamání zákazníka.

V preparátu Chlorella 2 byly rovněž nalezeny buňky tvarem a barvou podobné cyanobakterii *Spirulina* sp., avšak v tomto vzorku jich bylo podstatně méně v porovnání se vzorkem Chlorella 4. Görs et al. (2010) v analýze *Chlorella* sp. uvádějí kontaminaci cyanobakteriemi u čtyř vzorků komerčních produktů chlorelly a třech vzorků nezpracovaného prášku z řasy *Chlorella* sp. V této studii také uvádí, že se kontaminaci biomasy při pěstování *Chlorella* sp. ne vždy lze zcela vyhnout. Sterilní kultivace biomasy v průmyslovém množství je stále obtížná, obzvláště při přesunech biomasy do větší otevřené nádrže při pěstování, nebo v otevřených rybníčních systémech, kdy může dojít ke kontaminaci jinými druhy řas a sinic. Avšak tato skutečnost by měla být kontrolována výrobcem.

4.3.5 Vyhodnocení antioxidační aktivity

Vyhodnocení obsahu celkových polyfenolů

Celkový obsah polyfenolů je důležitým parametrem stanovení celkové antioxidační aktivity (Shahidi et Zhong, 2015). Obsah celkových polyfenolů u vzorků chlorelly byl v rozpětí od 1,20 \pm 0,00 mg/g (Chlorella 1) do 1,35 \pm 0,01 mg/g (Chlorella 4) (Tabulka 4.12). Abdel-Karim et al. (2020) rovněž vyhodnotili obsah celkových polyfenolů u vzorku *Chlorella vulgaris* 0,65 mg/g. Rozdíl v obsahu celkových polyfenolů může být způsoben dobou inkubace, která u našich vzorků byla o 60 minut delší než ve výše zmíněné studii. Abdel-Karim et al. (2020) uvádí vliv ředidla

na celkový obsah polyfenolů. Při ředění vzorků chlorelly ethanolem byly hodnoty obsahu celkových polyfenolů nižší než v porovnání při ředění methanolem. U našich vzorků byl použit pro ředění ethanol, proto se mohou s jinými výsledky tyto hodnoty lišit. Tuto skutečnost potvrzuje i **Lopéz et al. (2011)**, kdy poukazuje na fakt, že vodním extraktem vzorku u mikrořas se dosahuje nejvyšších naměřených výsledků celkového obsahu polyfenolů. Oproti ethanolovému extraktu bylo 2,7x více polyfenolů u vodního extraktu.

Čabarkapa et al. (2022) uvádí u vzorku *Chlorella vulgaris* obsah polyfenolů 3,98 mg/g. Tento vzorek porovnávali se vzorkem *Spirulina* sp., u které byl naměřen nižší obsah (2,87 mg/g) polyfenolů. **Hajimahmoody et al. (2009)** uvádí obsah polyfenolů u zkoumaných vzorků *Chlorella vulgaris* v rozmezí od $0,30 \pm 0,02$ mg/g (hexanový extrakt) do $19,15 \pm 0,04$ mg/g (vodní extrakt). Ve své studii doporučují užití vodních extraktů pro testování obsahu celkových polyfenolů.

Tabulka 4.12: Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích chlorelly

Vzorek	Navážka (g)	Ředění (x)	Koncentrace polyfenolů (mg/g)
Chlorella 1	1,0006	1	1,20±0,00
Chlorella 2	1,0000	1	1,21±0,01
Chlorella 3	1,0000	1	1,28±0,09
Chlorella 4	1,0002	1	1,35±0,01

Vysvětlivky: Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze dvou měření. U všech vzorků byl objem extraktu 10 ml. U všech vzorků bylo stanovení provedeno ve třech opakováních, avšak bylo vyloučeno třetí opakování z důvodu vysoké odlišnosti výsledků.

Obsah polyfenolů se v mladém ječmeni pohyboval od $11,44 \pm 0,26$ mg/g (Ječmen 4) do $7,92 \pm 0,25$ mg/g (Ječmen 2) (**Tabulka 4.13**). **Gromkowska-Kępka et al. (2021)** hodnotili obsah celkových polyfenolů mladého ječmene v různých variantách (extrakt šťávy mladého ječmene, listy mladého ječmene). Průměrná hodnota polyfenolů ze všech měření byla $6,83 \pm 0,28$ mg/g. Extrakt šťávy mladého ječmene ukázal nejvyšší antioxidační aktivitu ve vodním extraktu ($13,94 \pm 0,35$ mg/g). Obsah celkových polyfenolů v 70% ethanolovém extraktu byl $3,01 \pm 0,08$ mg/g. Mezi

extrakty připravenými z ječmenné trávy byl vodní extrakt ($7,85 \pm 0,24$ mg/g) porovnán se 70% ethanolickým extraktem ($4,79 \pm 0,06$ mg/g).

Podle studie provedené **Panizo-Casado et al. (2020)**, kteří hodnotili celkový obsah polyfenolů různých produktů ječmene setého (*Hordeum vulgare*) byl v mouce z ječných zrn obsah polyfenolů v průměru 1,86 mg/g, zatímco extrakty z listů mladého ječmene měly obsah polyfenolů průměrně $13,94 \pm 0,35$ mg/g. V této studii se potvrzuje, že produkty z listů mladého ječmene mají vysokou antioxidační aktivitu.

Výsledky měření šťávy mladého ječmene **Panthi et al. (2020)** ukázaly, že extrakt s methanolem měl nejvyšší obsah polyfenolů, a to od 24,55 do 82,56 mg/g. Dle našeho měření jsou produkty mladého ječmene bohatší na obsah polyfenolů než produkty chlorelly. Tuto skutečnost ukazuje také ve svém výzkumu **Azzlan et al. (2023)**, kdy testovali práškovou formu mladého ječmene a chlorelly. Vzorek mladého ječmene měl vyšší obsah celkových polyfenolů ($2,83 \pm 0,50$ mg/g) než *Chlorella vulgaris* ($1,74 \pm 0,65$ mg/g). Mladý ječmen totiž obsahuje různé fenolické sloučeniny, jako jsou flavony, ale také významné listové antioxidanty katechiny a kumariny (**El-Dreny et EL-Hadidy, 2018**).

Tabulka 4.13: Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích mladého ječmene

Vzorek	Navážka (g)	Ředění (x)	Koncentrace polyfenolů (mg/g)
Ječmen 1	1,0005	1	$8,41 \pm 0,46$
Ječmen 2	0,9998	1	$7,92 \pm 0,25$
Ječmen 3	0,9998	1	$10,03 \pm 0,15$
Ječmen 4	1,0006	1	$11,44 \pm 0,26$

Vysvětlivky: Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze tří měření. U všech vzorků byl objem extraktu 10 ml.

Vyhodnocení celkové antioxidační aktivity

Měřené vzorky chlorelly ukázaly velmi vyrovnané výsledky celkové antioxidační aktivity v rozpětí od $0,73 \pm 0,00$ (Chlorella 4) do $0,84 \pm 0,02$ mg/g (Chlorella 3) (Tabulka 4.14). Abdel-Karim et al. (2020) ve své studii ukazuje vyhodnocení celkové antioxidační aktivity metodou DPPH u *Chlorella vulgaris* s hodnotou $1,12 \pm 0,001$ mg/g.

Dimova et al. (2021) uvádí u stanovení celkové antioxidační aktivity produktu *Chlorella* sp. hodnotu $0,78 \pm 0,12$ mg/g. Čabarkapa et al. (2022) porovnávali celkovou antioxidační aktivitu metodou DPPH u *Chlorella vulgaris*, která měla vyšší hodnoty antioxidační aktivity ($1448,92$ a $97,99$ $\mu\text{mol}/100$ g) než řasa *Spirulina* spp. ($1304,40$ a $83,64/100$ g). Autoři zde uvádí, že antioxidační aktivita v řasách je přímo ovlivněna obsahem fenolů, což nasvědčuje tomu, že fenoly přispívají k celkové antioxidační aktivitě řas. Na druhé straně *Spirulina* spp. vykazovala vyšší antioxidační aktivitu ($10629,57$ $\mu\text{mol}/100$ g) měřenou testem ABTS za použití 2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonová kyselina) bez ohledu na nižší obsah fenolů. Test ABTS spoléhá na složitější reakční mechanismus, zatímco test DPPH odráží různé antioxidační vlastnosti v důsledku odlišného reakčního mechanismu. To lze vysvětlit skutečností, že fenolické sloučeniny nejsou jediné sloučeniny v řasách s antioxidačním potenciálem. Ve skutečnosti mohou řasy vytvářet širokou škálu sloučenin, které přispívají k celkovému antioxidačnímu potenciálu, jako jsou karotenoidy, polysacharidy a polynenasycené mastné kyseliny Čabarkapa et al. (2022)

Tabulka 4.14: Celková antioxidační aktivita ve vzorcích chlorelly

Vzorek	Navážka (g)	Ředění (x)	Koncentrace (mg/g)
Chlorella 1	1,0006	2	$0,77 \pm 0,01$
Chlorella 2	1,0000	2	$0,80 \pm 0,00$
Chlorella 3	1,0000	2	$0,84 \pm 0,02$
Chlorella 4	1,0002	2	$0,73 \pm 0,00$

Vysvětlivky: Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze dvou měření. U všech vzorků byl objem extraktu 10 ml. U všech vzorků bylo stanovení provedeno ve třech opakováních, avšak bylo vyloučeno třetí opakování z důvodu vysoké odlišnosti výsledků.

U Ječmene 1 byla naměřena nejvyšší ($22,76 \pm 0,27$ mg/g) celková antioxidační aktivita a u Ječmene 2 nejnižší ($10,36 \pm 0,00$) celková antioxidační aktivita (**Tabulka 4.15**). **Azzlan et al. (2023)** poukazuje na vyšší obsah antioxidantů u mladého ječmene, kdy ve své studii ukazuje, že mladý ječmen má větší schopnost vylučování radikálů než *Chlorella vulgaris*. Obecně platí, že antioxidační aktivita v mladém ječmeni a u *Chlorella vulgaris* lze snadno ovlivnit světlem a způsobem kultivace. Kromě toho zjistili, že tepelné zpracování může ovlivnit a změnit chemickou strukturu polyfenolů a ovlivnit tak celkovou antioxidační kapacitu (**Park et al., 2015**). Například **Orphanides et al. (2013)** uvádějí, že suchý prášek mladého ječmene měl snížený obsah fenolů a celkový obsah flavonoidů ve srovnání s čerstvým mladým ječmenem.

Choe et al. (2009) uvádí u pěti vzorků mladého ječmene při stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH koncentrace $59,2 \pm 0,54$; $9,8 \pm 0,15$; $80,3 \pm 0,41$; $79,5 \pm 0,54$ a $94,5 \pm 0,38$ 5 mg/g. V této studii opět poukazují na skutečnost, že obsah fenolů ovlivňuje celkovou antioxidační aktivitu.

Tabulka 4.15: Celková antioxidační aktivita ve vzorcích mladého ječmene

Vzorek	Navážka (g)	Ředění (x)	Koncentrace (mg/g)
Ječmen 1	0,1004	2	$22,76 \pm 0,27$
Ječmen 2	0,1004	2	$10,36 \pm 0,00$
Ječmen 3	0,1005	2	$22,36 \pm 0,52$
Ječmen 4	0,1004	2	$20,45 \pm 0,41$

Vysvětlivky: Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty ze tří měření. U všech vzorků byl objem extraktu 10 ml.

Závěr

Chlorella a mladý ječmen jsou významnými nutraceutiky v lidské výživě. Jejich benefity spočívají v bohatém nutričním složení, které příznivě ovlivňuje zdraví konzumentů.

Při hodnocení nabídky chlorelly a mladého ječmene na českém trhu bylo zjištěno, že:

- je nabízeno 57 produktů chlorelly a 24 produktů mladého ječmene;
- produkty chlorelly jsou nabízeny nejčastěji ve formě tablet (75 %) a mladý ječmen ve formě prášku (71 %);
- nepříznivé zjištění bylo, že více než polovina produktů chlorelly (51 %) a mladého ječmene (61 %) nemá uvedenou zemi původu;
- šetřením bylo zjištěno, že většina produktů chlorelly na našem trhu obsahuje druhy *Chlorella pyrenoidosa* a *Chlorella vulgaris*, kdy bylo zjištěno, že produkty obsahující *Chlorella vulgaris* byly oproti ostatním produktům levnější.

Pomocí dotazníkového šetření byly zhodnoceny znalosti respondentů, uživatelů chlorelly a mladého ječmene o těchto produktech a vyhodnoceny účinky užívání těchto produktů na zdraví respondentů. Z celkového počtu 338 vyplněných dotazníků bylo zjištěno, že:

- informovanost o obsahových látkách chlorelly stoupala s věkem i se stupněm dosaženého vzdělání;
- 55 % uživatelů chlorelly nepocítilo na začátku užívání chlorelly žádné nepříznivé účinky; k nejčastěji jmenovaným vedlejším účinkům patřily efekty na trávicí trakt např. nadýmání a plynatost (20 %) a průjem (13 %);
- 68 % uživatelů mladého ječmene nepocítilo na začátku užívání mladého ječmene žádné nepříznivé účinky; k nejčastěji jmenovaným vedlejším účinkům patřila zácpa (13 %) a průjem (10 %);
- mezi příznivými účinky užívání chlorelly a mladého ječmene bylo nejčastěji zmiňováno zvýšení energie a vitality (63 %), zlepšení trávení (63 %) a zlepšení imunity (59 %).

Při laboratorní analýze produktů chlorelly a mladého ječmene bylo zjištěno, že:

- vybrané ukazatele mikrobiální kvality byly u vzorků chlorelly i mladého ječmene velmi nízké a splňovaly podmínky dané legislativou;
- celkový obsah polyfenolů a celková antioxidační aktivita chlorelly byly u chlorelly nižší v porovnání s mladým ječmenem;
- z hlediska mikroskopického zhodnocení vzorků chlorelly lze uvést zajímavé zjištění, kdy dva vzorky obsahovaly buňky, které tvarem i barvou odpovídaly cyanobakterii *Spirulina* sp., která představuje kontaminaci produktu.

Nabídka produktů na českém trhu je široká. Z hlediska správného působení těchto doplňků stravy na organismus je důležité dbát na kvalitu produktů a uvedené informace od výrobce. Znalost o způsobu výroby a obsahových látkách je důležitá při výběru produktů konzumenty. Bylo zjištěno, že tyto znalosti jsou u některých uživatelů nižší, z čehož může vyplívat i složitější orientace v široké nabídce těchto produktů.

Seznam použité literatury

1. Adams, M. (2013). Cleanest sources for *Chlorella* revealed: Natural news publishes metals contamination test results for world's most famous superfood. *Natural News*.
 2. Afkar, E. et al. (2010). Toxicological response of the green alga *Chlorella vulgaris*, to some heavy metals. *American Journal of Environmental Sciences*, 6(3): 230.
 3. Agwa, O. K. et al. (2013). Heterotrophic cultivation of *Chlorella sp.* using different waste extracts. *Int J Biochem Biotech*, 2: 289-297.
 4. Ahmad, M. T. et al. (2016). Germination and microwave processing of barley (*Hordeum vulgare*) changes the structural and physicochemical properties of β -glucan and enhances its antioxidant potential. *Carbohydrate Polymers*, 153: 696–702.
 5. Ahmad, M. T. et al. (2020). Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 12(1): 328-346.
 6. Ali, S. K. et. Saleh, A. M. (2012). *Spirulina*: an overview. *International Jjournal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(3): 9-15.
 7. Alp, D. et Bulantekin, Ö. (2021). The microbiological quality of various foods dried by applying different drying methods: a review. *European Food Research and Technology*, 247(6): 1333-1343.
 8. Andrade, L. M. et al. (2018). *Chlorella* and *Spirulina* microalgae as sources of functional foods. *Nutraceuticals, and Food Supplements* 6: 45-58.
 9. Authority NSW Food (2008). Microbiological quality guide for ready-to-eat foods: A guide to interpreting microbiological results. *NSW/FA/CP028/0906*, 32: 08-017.
 10. Azlan, A. et al. (2023). Evaluation of antioxidant properties, knowledge, attitude and practice (KAP) on selected dietary supplements (barley grass, wheatgrass and *Chlorella vulgaris* powders). *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 19(5).
 11. Barbosa-Cánovas, G. V. et al., (2020). Water activity in foods: fundamentals and applications. *John Wiley & Sons*.
-

-
12. Barghchi, H. et al. (2023). The effects of *Chlorella vulgaris* on cardiovascular risk factors: A comprehensive review on putative molecular mechanisms. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 162: 114624.
 13. Barkia, I., et al. (2019). Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Marine drugs*, 17(5): 304.
 14. Belcredi, N. et al. (2010). Antioxidant vitamins in barley green biomass. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58:11755-11761.
 15. Bito, T. et al. (2020). Potential of *Chlorella* as a dietary supplement to promote human health. *Nutrients*, 12(9): 2524.
 16. Blattner, F. R. (2018). Taxonomy of the genus *Hordeum* and barley (*Hordeum vulgare*). *The Barley Genome*, 11-23.
 17. Blicharz-Kania, A. et al. (2019). Assessment of the potential use of young barley shoots and leaves for the production of green juices. *Sustainability*, 11(14): 3960.
 18. Bock, C. et al. (2011). Taxonomic reassessment of the genus *Chlorella* (*Trebouxiophyceae*) using molecular signatures, including description of seven new species. *Fottea*, 11(2): 293-312.
 19. Breda et al. (2012). Shelf life of powdered *Campomanesia adamantium* pulp in controlled environments. *Food Chemistry*, 135(4): 2960-2964.
 20. Burdock, G. A. (2007). Safety assessment of hydroxypropylmethylcellulose as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology*, 45(12): 2341-2351.
 21. Castelló, M. L. et al. (2018). Evaluation of strategies for preservation of microalgae *Chlorella*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(2): 3518.
 22. Cebotari V. et al. (2017). New nutritional supplements for bees during deficient harvesting periods. *Lucrari Stiintifice University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi, Seria Zootehnie*, 67: 73-80.
 23. Coronado-Reyes, J. A. et al. (2020). *Chlorella vulgaris*, a microalgae important to be used in Biotechnology: a review. *Food Science and Technology*, 42.
 24. Čabarkapa, I. et al. (2022). Characterization of organic *Spirulina* spp. and *Chlorella vulgaris* as one of the most nutrient-dense food. *Journal of Food Safety and Food Quality*, 73.
 25. Dallen, M. (2010). *Zelené potraviny, když jídlo je naším lékem: mladá pšenice, mladý ječmen, alfalfa, Chlorella, Spirulina, mořské řasy, zelenina*. Ratio Bona, Praha 5. ISBN 978-80-254-4590-7.
-

-
26. Darienko, T. et al. (2019). Are there any true marine *Chlorella* species? Molecular phylogenetic assessment and ecology of marine *Chlorella*-like organisms, including a description of *Droopiella* gen. nov. *Systematics and Biodiversity*, 17(8): 811-829.
 27. D'Este, M. et al. (2017). Novel protocol for lutein extraction from microalgae *Chlorella vulgaris*. *Biochemical Engineering Journal*, 127: 175-179.
 28. Dianursanti, D. et al. (2020). The effects of solvents and solid-to-solvent ratios on ultrasound-assisted extraction of carotenoids from *Chlorella vulgaris*. *International Journal of Technology*, 11(5): 941-50.
 29. Dimova, D. et al. (2021). DPPH antiradical activity and total phenolic content of methanol and ethanol extracts from macroalgae (*Ulva rigida*) and microalgae (*Chlorella*). *Scripta Scientifica Pharmaceutica*, 6(2): 37-41.
 30. Domozych, D. et al. (2012). The cell walls of green algae: A journey through evolution and diversity. *Frontiers in Plant Science*, 3: 82.
 31. Dragone, G. (2022). Challenges and opportunities to increase economic feasibility and sustainability of mixotrophic cultivation of green microalgae of the genus *Chlorella*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 160: 112284.
 32. El-Dreny, E. S. G. et El-Hadidy, G. S. (2018). Utilization of young green barley as a potential source of some nutrition substances. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(4): 1333-1344.
 33. Emilia-Ancuța, B. et al. (2019). Barley (*Hordeum vulgare*): medicinal and therapeutic uses—review. *Hop Med. Plants*, 87-95.
 34. Emmett, M. (2020). Metabolic alkalosis: A brief pathophysiologic review. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 15(12): 1848.
 35. Espín, J. C. et al. (2007). Nutraceuticals: facts and fiction. *Phytochemistry*, 68(22-24): 2986-3008.
 36. Fallah, A. A. et al. (2018). Effect of *Chlorella* supplementation on cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical nutrition*, 37(6): 1892-1901.
 37. Fouda, F. (2022). Effect of different barley leaves extracts on blood lipid profiles in high fat diet of experimental rats. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 60(3): 821-834.
-

-
38. Ganesan, R. et al. (2020). A review on prospective production of biofuel from microalgae. *Biotechnology Reports*, 27: 00509.
 39. Görner, F. et Valík, L. (2004). *Aplikovaná mikrobiológia potravín*. 1. vydání. Malé centrum, Bratislava. ISBN: 8096706497.
 40. Görs, M. et al., (2010). Quality analysis of commercial *Chlorella* products used as dietary supplement in human nutrition. *Journal of applied phycology*, 22: 265-276.
 41. Grausgruber, P. et al. (2012). *Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*, České Budějovice. ISBN 978-80-87510-22-3.
 42. Gromkowska-Kępa, K. J. et al. (2021). Chemical composition and protective effect of young barley (*Hordeum vulgare L.*). *Antioxidants*, 10(9): 1402.
 43. Gronewold, A. D. et Wolpert, R. L. (2008). Modeling the relationship between most probable number (MPN) and colony-forming unit (CFU) estimates of fecal coliform concentration. *Water Research*, 42(13): 3327-3334.
 44. Guo, Z. et Tong, Y. W. (2014). The interactions between *Chlorella vulgaris* and algal symbiotic bacteria under photoautotrophic and photoheterotrophic conditions. *Journal of Applied Phycology*, 26: 1483-1492.
 45. Hajimahmoodi, M. et al. (2010). Evaluation of antioxidant properties and total phenolic contents of some strains of microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 22: 43-50.
 46. Hamouda, R. A. et al. (2022). Assessment of antioxidant and anticancer activities of microgreen alga *Chlorella vulgaris* and its blend with different vitamins. *Molecules*, 27(5): 1602.
 47. Han, H. S. et al. (2020). Immunostimulatory effects of polysaccharides isolated from young barley leaves (*Hordeum vulgare L.*) with dual activation of TH1 and TH2 in splenic T cells and cyclophosphamide-induced immunosuppressed mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 147: 954-964.
 48. Havlíková, L. et al. (2014). A fast determination of chlorophylls in barley grass juice powder using HPLC fused-core column technology and HPTLC. *Food Analytical Methods*, 7: 629-635.
 49. Hildebrand, G. et al. (2020). Ultrasound-assisted processing of *Chlorella vulgaris* for enhanced protein extraction. *Journal of Applied Phycology*, 32: 1709-1718.
-

-
50. Champenois, J. et al. (2015). Review of the taxonomic revision of *Chlorella* and consequences for its food uses in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 27: 1845-1851.
 51. Cheah, W. Y. et al. (2015). Biosequestration of atmospheric CO₂ and flue gas-containing CO₂ by microalgae. *Bioresource Technology*, 184: 190-201.
 52. Chen, C. et al. (2011). Protective effects of *Chlorella*-derived peptide on UVB induced production of MMP-1 and degradation of procollagen genes in human skin fibroblasts. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 60(1): 112-119.
 53. Igual, M. et al. (2022). Microalgae-enriched breadsticks: Analysis for vitamin C, carotenoids, and chlorophyll a. *Food Science and Technology International*, 28(1): 26-31.
 54. Jabor, A. (2008). *Vnitřní prostředí*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-802-4712-215.
 55. Jeanty, A. et al. (2023). Barley systematics and taxonomy foreseen by seed morphometric variation. *Plos One*, 18(5): 0285195.
 56. Jiang, M. et Nakano, S. I. (2022). New insights into the stoichiometric regulation of carotenoid production in *Chlorella vulgaris*. *Bioresource Technology Reports*, 20: 101227.
 57. Kamiyama, M. et Shibamoto, T. (2012). Flavonoids with potent antioxidant activity found in young green barley leaves. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, 60(25): 6260-6267.
 58. Kawka, K. et al. (2019). Chemopreventive properties of young green barley extracts in in vitro model of colon cancer. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 26(1).
 59. Kent, M. et al. (2015). Nutritional evaluation of Australian microalgae as potential human health supplements. *Plos One*, 10(2): 0118985.
 60. Khan, A. et al. (2022). A systematic review on hyperspectral imaging technology with a machine and deep learning methodology for agricultural applications. *Ecological Informatics*, 69: 101678.
 61. Kiran, B. R. et Mohan, S. (2021). Microalgal cell biofactory – therapeutic, nutraceutical and functional food applications. *Plants*, 10(5): 836.
 62. Koller, M. et al. (2014). Microalgae as versatile cellular factories for valued products. *Algal Research*, 6: 52-63.
-

-
63. Komal, R. et al. (2018). A comprehensive review on *Chlorella*: its composition, health benefits, market and regulatory scenario. *The Pharma Innovation Journal*, 7.
 64. Kowalczewski, et al. (2020). Influence of abiotic stress factors on the antioxidant properties and polyphenols profile composition of green barley (*Hordeum vulgare L.*). *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2): 397.
 65. Krienitz, L. et al. (2004). Phylogenetic relationship of *Chlorella* and *Parachlorella* gen. nov. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Phycologia*, 43(5): 529-542.
 66. Krivina, E. S. et Temraleeva, A. D. (2020). Identification problems and cryptic diversity of *Chlorella-clade* microalgae (Chlorophyta). *Microbiology*, 89: 720-732.
 67. Kubatka, P. (2018). Biologické účinky *Chlorella pyrenoidosa* a mladého jačmeňa s možným využitím v prevencii civilizačných ochorení. *Praktické lekárnictvo*, 8(1), 45–49.
 68. Kubatka, P. et al. (2014). *Hodnotenie protinádorových účinkov Chlorelly pyrenoidosy a mladého jačmeňa v experimentálnej rakovine prsníka*. In: Sborník odborných štúdií. Staré Město: Green Ways, str. 31–32. ISBN 978-80-904166-73.
 69. Kumar, T. S. et al. (2020). Fatty acids-carotenoid complex: An effective anti-TB agent from the chlorella growth factor-extracted spent biomass of *Chlorella vulgaris*. *Journal of Ethnopharmacology*, 249: 112392.
 70. Kumar, V. et al. (2021). Microalgae with a truncated light-harvesting antenna to maximize photosynthetic efficiency and biomass productivity: Recent advances and current challenges. *Process Biochemistry*, 104: 83-91.
 71. Kwak, J. H. et al. (2012). Beneficial immunostimulatory effect of short-term *Chlorella* supplementation: enhancement of natural killer cell activity and early inflammatory response (randomized, double-blinded, placebo controlled trial). *Nutr J*, 11:53.
 72. Lahouar, L. et al. (2015). Therapeutic potential of young green barley leaves in prevention and treatment of chronic diseases: an overview. *The American Journal of Chinese Medicine*, 43(07): 1311-1329.
 73. Lachman J. et al. (2006). Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor. *Chemické listy*, 100: 522-527.
-

-
74. Ledvina, M. et al. (2004). *Biochemie pro studující medicíny*. 2. Vydání. Praha: Karolinum, 2004. ISBN: 80-246-0850-2.
 75. Lee, H., et al. (2019). Saponarin content and biosynthesis-related gene expression in young barley seedlings. *Journal of Plant Biotechnology*, 46(4): 247-254.
 76. Lee, S. H. et al. (2015). Physicochemical properties of β -glucan from acid hydrolyzed barley. *Preventive Nutrition and Food Science*, 20(2): 110.
 77. Lemieszek, M. K. and Rzeski, W. (2020). Enhancement of chemopreventive properties of young green barley and chlorella extracts used together against colon cancer cells. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 27(4): 591.
 78. Lemieszek, M. K. et al. (2022). Immunomodulatory properties of polysaccharide rich young green barley (*Hordeum vulgare*) extract and its structural characterization. *Molecules*, 27(5): 1742.
 79. Li, C. et al. (2022). Bioeffects of static magnetic fields on the growth and metabolites of *C. pyrenoidosa* and *T. obliquus*. *Journal of Biotechnology*, 351: 1-8.
 80. Li, S. et al. (2022). How to enhance carbon capture by evolution of microalgal photosynthesis? *Separation and Purification Technology*, 291: 120951.
 81. Lim, H. R., et al. (2022). Smart microalgae farming with internet of things for sustainable agriculture. *Biotechnology Advances*, 57: 107931.
 82. Lin, B. et al. (2018). Plant growth regulators promote lipid and carotenoid accumulation in *Chlorella vulgaris*. *Journal of Applied Phycology*, 30:1549-1561.
 83. Lizzul, A. M. et al. (2018). Characterization of *Chlorella sorokiniana*. *Biology*, 7(2): 25.
 84. López, A. et al. (2011). The effects of solvents on the phenolic contents and antioxidant activity of *Stypocaulon scoparium* algae extracts. *Food Chemistry*, 125(3): 1104-1109.
 85. Lorenzo, K. et al. (2023). Bioactivity of Macronutrients from *Chlorella* in Physical Exercise. *Nutrients*, 15(9): 2168.
 86. Markham, K. R. et. Mitchell, K. A. (2003). The mis-identification of the major antioxidant flavonoids in young barley (*Hordeum vulgare*) leaves. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 58(1-2): 53-56.
-

-
87. Masojídek, J. (2016) *Mikrořasy – solární továrna v jedné buňce*. Praha: Academia. ISSN 2464-6245.
 88. Masojídek, J. et al. (2021). Variables governing photosynthesis and growth in microalgae mass cultures. *Processes*, 9(5): 820.
 89. Matłok, N. et al. (2022). Induction of Biosynthesis Antioxidant Molecules in Young Barley Plants. *Trioxygen. Molecules*, 27(21): 7195.
 90. Mehariya, S. et al. (2021). Microalgae for high-value products: A way towards green nutraceutical and pharmaceutical compounds. *Chemosphere*, 280: 130553.
 91. Merchant R. E. et Andre C. A. (2001). A Review of Recent Clinical Trials of the Nutritional Supplement *Chlorella pyrenoidosa* in the Treatment of Fibromyalgia, Hypertension, and Ulcerative Colitis. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 7(3): 79-91.
 - Mindell E. et Mundis H. (2010). *Nová vitaminová bible: vitaminy, minerální látky, antioxidanty, léčivé rostliny, doplňky stravy, léčebné účinky potravin i léky používané v homeopatii*. Ikar, Praha. ISBN 978-80-249-1419-0.
 92. Mohammad Mirzaie et al. (2016). Investigation of mixotrophic, heterotrophic, and autotrophic growth of *Chlorella vulgaris* under agricultural waste medium. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 46(2): 150-156.
 93. Morone, P. et al. (2021). Consumer willingness to pay for bio-based products: Do certifications matter? *International Journal of Production Economics*, 240: 108248.
 94. Muys, M. et al. (2019). High variability in nutritional value and safety of commercially available *Chlorella* and *Spirulina* biomass indicates the need for smart production strategies. *Bioresource Technology*, 275: 247-257.
 95. Newman, C. W. et Newman, R. K. (2006). A brief history of barley foods. *Cereal Foods World*, 51(1): 4-7.
 96. Oliveira, A. P. F. et Bragotto, A. P. A. (2022). Microalgae based products: Food and public health. *Future Foods*, 6: 100157.
 97. Orphanides, A. et al. (2013). Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(5):509–13.
 98. Osorio-Fierros, A. et al. (2017). Influence of granulation process parameters on food tablet properties formulated using natural powders. *Powder Technology*, 317: 281-286.
-

-
99. Osorio-Fierros, A. et al. (2017). Influence of granulation process parameters on food tablet properties formulated using natural powders. *Powder Technology*, 317: 281-286.
 100. Panahi, Y. et al. (2016). *Chlorella vulgaris*: a multifunctional dietary supplement with diverse medicinal properties. *Current Pharmaceutical Design*, 22(2): 164-173.
 101. Panizo-Casado, M. et al. (2020). The chemical composition of barley grain (*Hordeum vulgare* L.) landraces from the Canary Islands. *Journal of Food Science*, 85(6), 1725: 1734.
 102. Panthi, M. et al. (2020). Bioactivity evaluations of leaf extract fractions from young barley grass and correlation with their phytochemical profiles. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(1): 1-9.
 103. Papadopoulos, K. P. et al. (2023). Vitamin B₁₂ bioaccumulation in *Chlorella vulgaris* grown on food waste-derived anaerobic digestate. *Algal Research*, 103290.
 104. Park, M. J. et al. (2013). The antioxidant properties of four Korean barley cultivars at different harvest times and profiling of major metabolites. *Journal of Agricultural Science*, 7(10).
 105. Paulíčková, I. et al. (2007). Evaluation of barley grass as a potential source of some nutritional substances. *Czech Journal of Food Sciences*, 25(2): 65-72.
 106. Piasecka A. and Baier A. (2022). Metabolic and proteomic analysis of *Chlorella sorokiniana*, *Chloroidium saccharofilum*, and *Chlorella vulgaris* cells cultured in autotrophic, photoheterotrophic, and mixotrophic cultivation modes. *Molecules*, 27(15): 4817.
 107. Postma, P. R. et al. (2015). Mild disintegration of the green microalgae *Chlorella vulgaris* using bead milling. *Bioresource technology*, 184: 297-304.
 108. Qin, S. et al. (2023). Biotechnologies for bulk production of microalgal biomass: from mass cultivation to dried biomass acquisition. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 16(1): 131.
 109. Rahman, K. M. (2020). Food and high value products from microalgae: market opportunities and challenges. *Microalgae Biotechnology for Food, Health and High Value Products*, 3-27.
 110. Ramos–Romero et al. (2021). Edible microalgae and their bioactive compounds in the prevention and treatment of metabolic alterations. *Nutrients*, 13(2): 563.
-

-
111. Rathouský V. (2008): *Chlorella pyrenoidosa: Učebnice zelených potravin*. Green Ways.
 112. Rathouský, V. (2009). *Knih o nápoji z trávy*. III. Rozš. vyd. Staré Město: Green Ways, 79 s. ISBN 978-80-904166-1-1.
 113. Rhoades, J. et al. (2023). Microbiota and cyanotoxin content of retail *Spirulina* supplements and *Spirulina* supplemented foods. *Microorganisms*, 11(5): 1175.
 114. Rinawati, M. et al. (2020). Chlorophyll and carotenoids analysis spectrophotometer using method on microalgae. *Earth and Environmental Science*, 441 (1): 012056.
 115. Rzymiski, P. et Jaśkiewicz, M. (2017). Microalgal food supplements from the perspective of Polish consumers: patterns of use, adverse events, and beneficial effects. *Journal of Applied Phycology*, 29: 1841-1850.
 116. Safi, C. et al. (2014). Morphology, composition, production, processing and applications of *Chlorella vulgaris*: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35: 265-278.
 117. Salbitani, G. et Carfagna, S. (2017). Extraction and Activity of O-acetylserine (thiol) lyase (OASTL) from Microalga *Chlorella sorokiniana*. *Bio-protocol*, 7(12): 2342-2342.
 118. Shahidi, F. et Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 18: 757-781.
 119. Sirotkin, A. et Harrath, A. H. (2014). Phytoestrogens and their effects. *European journal of pharmacology*, 741: 230-236.
 120. Skulberg O. M. (2004). Bioactive chemicals in microalgae. *Blackwell Publishing Ltd., Oxford*, 485-512.
 121. Sleman, H. et al. (2021). Evaluation of blood, biochemical and biological effects of microalgae *Chlorella* and germinated barley powder as a source of prebiotic *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35(2): 271-277.
 122. Slimáková, M. (2016). Zelené potraviny mýty a fakta. *Praktické lékařství*, 12(2): 66-70.
 123. Smyth, P. P. (2021). Iodine, seaweed, and the thyroid. *European thyroid journal*, 10(2): 101-108.
 124. Spain, O. et al. (2021). The cell wall of green microalgae and its role in heavy metal removal. *Physiologia Plantarum*, 173(2): 526-535.
-

-
125. Stirk, W. A. et Staden, J. (2022). Bioprospecting for bioactive compounds in microalgae: Antimicrobial compounds. *Biotechnology Advances*, 59: 107977.
 126. Sun, H. et al. (2023). Microalgae-derived pigments for the food industry. *Marine Drugs*, 21(2): 82.
 127. Sun, T. et al. (2018). Carotenoid metabolism in plants: the role of plastids. *Molecular plant*, 11(1): 58-74.
 128. Tabarzad, M. et al. (2020). Anti-inflammatory activity of bioactive compounds from microalgae and cyanobacteria by focusing on the mechanisms of action. *Molecular Biology Reports*, 47(8): 6193-6205.
 129. Takano, A. et al. (2013). Insoluble fiber in young barley leaf suppresses the increment of postprandial blood glucose level by increasing the digesta viscosity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
 130. Tamtürk, F. et al. (2023). Optimization of *Chlorella vulgaris* spray drying using various innovative wall materials. *Algal Research*, 72: 103115.
 131. Tan, S. L. et al. (2021). Physical, chemical, microbiological properties and shelf life kinetic of spray-dried cantaloupe juice powder during storage. *LWT* 140, 110597.
 132. Tepperwein, K. (2005). *Was dir deine Krankheit sagen will: die Sprache der Symptome*. Mvg Verlag. ISBN: 3-636-07058-4.
 133. Torres, G. F. et al. (2021). Microalgae strain catalogue: a strain selection guide for microalgae users: cultivation and chemical characteristics for high added value products. *Earth and Environmental Sciences – Academic & Research*.
 134. Torres, L. et al. (2017). Proximate analysis, lipid profile, microbiological and pigment characterization of *Chlorella* dry powder produced in a agitated photobioreactor. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 2(2): 1-10.
 135. Upadhyay, R. et. Dass J, F. P. (2021). Physicochemical analysis, microbial survivability, and shelf life study of spray-dried synbiotic guava juice powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2): 15103.
 136. Urbisz, K. et al. (2021). Assessment of consumer awareness on the consumption of phytoestrogens in diet and their supplementation-survey studies. *Epidemiological Review/Przegląd Epidemiologiczny*, 75(1).
-

-
137. Vildanova, G. I. et al. (2023). Application of *Chlorella vulgaris* Beijerinck as a Biostimulant for Growing Cucumber Seedlings in Hydroponics. *BioTech*, 12(2): 42.
 138. Wang, L. et Jonikas, M. C. (2020). The pyrenoid. *Current Biology*, 30(10): R456-R458.
 139. Wang, Y. et al. (2012). Heterotrophic cultivation of *Chlorella kessleri* for fatty acids production by carbon and nitrogen supplements. *Biomass and Bioenergy*, 47: 402-409.
 140. Weber, S. et al. (2022). Insights into cell wall disintegration of *Chlorella vulgaris*. *PLoS One*, 17(1): e0262500.
 141. Wieser, H. et al. (2021). Food safety and cross-contamination of gluten-free products: A narrative review. *Nutrients*, 13(7): 2244.
 142. Wilkinson, L. G. et al. (2019). Natural variation in ovule morphology is influenced by multiple tissues and impacts downstream grain development in barley. *Frontiers in Plant Science*, 10:1374.
 143. Wong, J. F. et al. (2022). A review on current and future advancements for commercialized microalgae species. *Food Science and Human Wellness*, 11(5): 1156-1170.
 144. Xie, Y. et al. (2022). Advancement of renewable energy technologies via artificial and microalgae photosynthesis. *Bioresource Technology*, 363: 127830.
 145. Yamura, K. et al. (2015). Protective effect of young green barley leaf (*Hordeum vulgare* L.) on restraint stress-induced decrease in hippocampal brain-derived neurotrophic factor in mice. *Pharmacognosy magazine*, 11 (42): 86–92.
 146. Zeng, Y. et al. (2018). Preventive and therapeutic role of functional ingredients of barley grass for chronic diseases in human beings. *Oxidative medicine and Cellular Longevity*.
 147. Zeng, Y. et al. (2020). Molecular mechanism of functional ingredients in barley to combat human chronic diseases. *Oxidative medicine and cellular longevity*.
 148. Zhou, W. et al. (2021). Comparison of hydrability, antioxidants, microstructure, and sensory quality of barley grass powder using ultra-micro-crushing combined with hot air and freeze drying. *Food Science & Nutrition*, 9(4):1870-1880.
-

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Stavba buňky <i>Chlorella vulgaris</i> (upraveno dle Safi et al., 2014).....	13
Obrázek 1.2: <i>Chlorella vulgaris</i> (Vildanova et al., 2023).....	15
Obrázek 1.3: <i>Chlorella sorokiniana</i> (Salbitani et Carfagna, 2017).....	15
Obrázek 1.4: Systémy pěstování mikrořas (Quin et al., 2023).	21
Obrázek 1.5: Mladý ječmen (Lahoaur et al., 2015)	24
Obrázek 1.6: Formy mladého ječmene dostupné na trhu (Lahoaur et al., 2015).....	29
Obrázek 3.1: Vzhled jednotlivých produktů chlorelly (1–4) (fotografie vlastní).....	38
Obrázek 3.2: Vzhled jednotlivých produktů mladého ječmene (1–4) (fotografie vlastní).....	39
Obrázek 3.3: Vyhodnocení denaturačního testu: tvorba sraženiny (vlevo), bez tvorby sraženiny (vpravo) (fotografie vlastní).....	42
Obrázek 4.1: Vzorky mladého ječmene po provedení denaturačního testu (fotografie vlastní).....	71
Obrázek 4.2: Fotografie vzorků mladého ječmene (1–4) při provedení sedimentačního testu v čase 10 minut, 1 hodina a 3 hodiny (fotografie vlastní).....	72
Obrázek 4.3: Fotografie vzorků chlorelly (1–4) ve světelném mikroskopu, objektiv 60 (fotografie vlastní).....	73

Seznam grafů

Graf 4.1: Nabízené formy chlorelly (n = 57)	45
Graf 4.2: Nabízené formy mladého ječmene (n = 24)	45
Graf 4.3: Země původu pěstování <i>Chlorella</i> sp. (n = 57)	46
Graf 4.4: Země původu pěstování mladého ječmene (n = 24)	47
Graf 4.5: Četnost (%) správných odpovědí týkajících se obsahových látek v <i>Chlorella</i> sp. (n = 338) (zeleně označené – látky, které jsou přirozeně přítomné v <i>Chlorella</i> sp.; modře označené – látky, které nejsou obsaženy v <i>Chlorella</i> sp.; červeně označené – látky nepřítomné v <i>Chlorella</i> sp. navíc s negativním účinkem na zdraví)	53
Graf 4.6: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „ <i>Chlorella</i> sp. je sladkovodní řasa“ v závislosti na věku ($p = 0,0209$)	55
Graf 4.7: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „ <i>Chlorella</i> sp. je sladkovodní řasa“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0209$)	55
Graf 4.8: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „ <i>Chlorella</i> sp. je mořská řasa“ v závislosti na věku ($p = 0,0209$)	56
Graf 4.9: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „ <i>Chlorella</i> sp. je mořská řasa“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0209$)	56
Graf 4.10: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na věku ($p = 0,1859$)	57
Graf 4.11: Vyhodnocení četností (%) správné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0846$)	58
Graf 4.12: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 26–35 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,1859$)	58
Graf 4.13: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „způsob zpracování vylisování výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 26–35 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,0846$)	59
Graf 4.14: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na věku ($p = 0,1859$)	59

Graf 4.15: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 15–25 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,1859$)	60
Graf 4.16: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 16–35 cm)“ v závislosti na věku ($p = 0,1859$)	60
Graf 4.17: Vyhodnocení četností (%) nesprávné odpovědi: „zpracování usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 16–35 cm)“ v závislosti na dosaženém vzdělání ($p = 0,1859$)	61
Graf 4.18: Vedlejší účinky v souvislosti s počátkem užívání chlorelly a mladého ječmene	63
Graf 4.19: Příznivé účinky uváděné respondenty ($n = 338$) v souvislosti s užíváním chlorelly a mladého ječmene.....	65

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Klasifikace mikrořas (upraveno dle: Oliveira et Bragotto, 2022).....	9
Tabulka 1.2: Klasifikace řas kmene <i>Chlorophyta</i> (upraveno dle: Champenois et al., 2014)	11
Tabulka 1.3: Druhy rodu <i>Chlorella</i> (upraveno dle: Bock et al., 2011; Safi et al., 2014; Champenois et al., 2015; Lizzul et al., 2018).....	14
Tabulka 1.4: Obsah esenciálních aminokyselin chlorelly (upraveno dle: Bito et al., 2020)	17
Tabulka 1.5: Taxonomické zařazení <i>Hordeum vulgare</i> (upraveno dle: Blatner, 2018)	23
Tabulka 1.6: Základní nutriční složení zpracovaného mladého ječmene od výrobce Green Ways s.r.o. (dostupné z: https://www.gw-int.net/).....	25
Tabulka 1.7: Obsah minerálních látek v mladém ječmeni (upraveno dle: Rathouský, 2009)	26
Tabulka 1.8: Obsah vitamínů v mladém ječmeni (upraveno dle: Rathouský, 2009) .	27
Tabulka 1.9: Enzymy mladého ječmene (upraveno dle: Dallen, 2010; Zeng et al., 2018)	28
Tabulka 3.1: Četnosti respondentů v závislosti na vybraných faktorech (n = 338)...	36
Tabulka 3.2: Vybrané produkty chlorelly pro laboratorní hodnocení.....	38
Tabulka 3.3: Vybrané produkty mladého ječmene pro laboratorní hodnocení.....	39
Tabulka 3.4: Sledované indikátorové skupiny mikroorganismů, včetně použité kultivační půdy a kultivačních podmínek	40
Tabulka 4.1: Přehled doplňků stravy chlorelly a mladého ječmene nabízených na českém trhu v bio kvalitě	48
Tabulka 4.2: Cenové relace produktů chlorelly s ohledem na druhové složení (n = 57)	49
Tabulka 4.3: Produkty chlorella obsahující kromě řasy i další složky	50
Tabulka 4.4: Produkty mladého ječmene obsahující další složky	51
Tabulka 4.5: Ochucený produkt mladého ječmene na českém trhu.....	51
Tabulka 4.6: Vyhodnocení četností správných odpovědí (%) týkající se se obsahových látek v <i>Chlorella</i> sp. v závislosti na věku a dosaženém vzdělání (v závorce jsou uvedeny správné odpovědi: ano – látka je přirozeně přítomná; ne – látka není přítomná)	54

Tabulka 4.7: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů ve vzorcích chlorelly.....	67
Tabulka 4.8: Průměrné hodnoty indikátorových skupin mikroorganismů (CFU/g) ve vzorcích mladého ječmene.....	68
Tabulka 4.9: Výsledky analýzy pH a vodní aktivity u vzorků chlorelly	69
Tabulka 4.10: Výsledky analýzy pH a vodní aktivity o vzorků mladého ječmene....	70
Tabulka 4.11: Výsledky sedimentačního a denaturačního testu mladého ječmene ...	70
Tabulka 4.12: Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích chlorelly	75
Tabulka 4.13: Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích mladého ječmene.....	76
Tabulka 4.14: Celková antioxidační aktivita ve vzorcích chlorelly.....	77
Tabulka 4.15: Celková antioxidační aktivita ve vzorcích mladého ječmene.....	78

Seznam použitých zkratk

ABTS – 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonová kyselina)

ATP – adenosintrifosfát

CGF – růstový faktor chlorelly

CO₂ – oxid uhličitý

CPM – celkový počet mikroorganismů

DPPH – 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

EAAI – index esenciálních aminokyselin

EU – Evropská unie

NADPH₂ – nikotinamidadeninukleotidfosfát

TPC – celkový obsah polyfenolů

Příloha 1 Dotazník: Užívání chlorelly a mladého ječmene jako doplňků stravy

1. Pohlaví

Vyberte jednu odpověď.

- Žena
- Muž

2. Uveďte váš věk

3. Dokončené vzdělání

Vyberte jednu odpověď.

- Základní
- Vyučen/a
- Maturitní zkouška
- Vyšší odborná škola
- Vysoká škola

4. Pocítil/a jste na začátku užívání chlorelly zdravotní potíže? Pokud ano, jaké?

Vyberte jednu, nebo více odpovědí.

- Nemám zkušenost s chlorellou
 - Nepocítil/a jsem žádné zdravotní potíže
 - Bolest hlavy
 - Horečka, zvýšená teplota
 - Zhoršení stavu kůže (vyrážky, akné, ekzém atd.)
 - Nadýmání a plynatost
 - Bolest břicha
 - Nevolnost
 - Pálení žáhy
 - Zácpa
-

-
- Zvracení
 - Průjem
 - Slabost
 - Jiné (doplňte):

**5. Pocítil/a jste na začátku užívání mladého ječmene zdravotní potíže?
Pokud ano, jaké?**

Vyberte jednu, nebo více odpovědí.

- Nemám zkušenost s mladým ječmenem
- Nepocítil/a jsem žádné zdravotní potíže
- Bolest hlavy
- Horečka, zvýšená teplota
- Zhoršení stavu kůže (vyrážky, akné, ekzém atd.)
- Nadýmání a plynatost
- Bolest břicha
- Nevolnost
- Pálení žáhy
- Zácpa
- Zvracení
- Průjem
- Slabost
- Jiné (doplňte):

6. Zaznamenal/a jste změny po užívání zelených potravin? Pokud ano, zaškrtněte jaké.

Vyberte jednu, nebo více odpovědí.

- Nezeznamenal/a jsem změny
- Zlepšení trávení
- Více energie, vitality
- Zlepšení stavu alergie či její vymizení
- Zlepšení stavu astma
- Zlepšení kvality vlasů
- Zlepšení kvality pleti
- Zlepšení imunity
- Zlepšení krevního tlaku
- Redukce váhy
- Jiné (doplňte):

7. Co je chlorella za organismus?

Vyberte jednu odpověď.

- Mořská řasa
 - Houba
 - Sladkovodní řasa
 - Bakterie
 - Nevím
-

8. Jaké obsaové látky jsou přítomné v chlorelle?

Vyberte jednu, nebo více odpovědí

- Vitamíny
- Lepek
- Růstový faktor
- Bílkoviny
- Karotenoidy
- Mykotoxiny
- Chlorofyl
- Fytoestrogeny
- Těžké kovy
- Nevím

9. Jak se získává mladý ječmen?

Vyberte jednu odpověď.

- Vylisováním výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 15–25 cm)
 - Vylisováním výhonků ječmene na šťávu a její usušení (výška rostlin 26–30 cm)
 - Usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 15–25 cm)
 - Usušením a semletím výhonků ječmene (výška rostlin 26–30 cm)
-

Příloha 2 Seznam produktů chlorelly nabízených v tržní síti (internetová nabídka)

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
BIO chlorella Green Ways	Green Ways s.r.o.	ano	Taiwan	tablety	364
				prášek	343
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1552 kJ/369 kcal, tuky 8 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 1,9 g, mononenasycené mastné kyseliny 1,9 g, polynenasycené mastné kyseliny 4,2 g, sacharidy 7,9 g, z toho: cukry 0,3 g, vláknina 13 g, bílkoviny 60 g, sůl 0,07 g</p> <p>Certifikace výrobku: Produkt ekologického zemědělství, CZ-BIO-002</p>					
Chlorella BIO	Allnature s.r.o.	ne	Čína	prášek	196
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1450kJ/343 kcal, tuky 2,3 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,6 g, sacharidy 13,8 g, z toho: cukry 0,4 g, bílkoviny 60,7 g</p> <p>Certifikace výrobku: BIO, Produkt ekologického zemědělství</p>					
BEWIT Chlorella pyrenoidosa BIO	Bewit Natutal Medicine s.r.o	ano	Čína	prášek	173
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1448 kJ/326 kcal, tuky 11,5 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,95 g, nenasycené mastné kyseliny 2,52 g, sacharidy 16,7 g, z toho: cukry 13,8 g, vláknina 10,7 g, bílkoviny 60,2 g, sůl <0,1 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
Chlorella ADVANCE	ADVANCE nutraceutics	ano	Haiian	tablety	220
<p>Složení: 100 % sladkovodní řasy <i>Chlorella</i> (není uveden druh)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1370 kJ/326 kcal, tuky 12,4 g, sacharidy 16,8 g, z toho: cukry 0,7 g, vláknina 12,1 g, bílkoviny 57,2 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Bewit Chlorella vulgaris BIO	Bewit Natural Medicine s.r.o.	ano	Čína	prášek	174
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1370 kJ/326 kcal, tuky 12,4 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,95 g, nenasycené mastné kyseliny 2,52 g, sacharidy 17,3 g, vláknina 12,1 g, bílkoviny <55 g, sůl <0,1 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
BIO Chlorella MycoMedica	MyTao s.r.o.	ano	ne	tablety	276
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1448 kJ/341 kcal, tuky 10 g, z toho nasycené mastné kyseliny 1,5 g, sacharidy 14 g, z toho: cukry 0,7 g, vláknina 12 g, bílkoviny 58 g, sůl 0,07 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-003</p>					
Chlorella ADVANCE	ADVANCE nutraceutics	ano	Haian	tablety	220
<p>Složení: 100 % sladkovodní řasy <i>Chlorella</i> (není uveden druh)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1370 kJ/326 kcal, tuky 12,4 g, sacharidy 16,8 g, z toho: cukry 0,7 g, vláknina 12,1 g, bílkoviny 57,2 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002</p>					
BrainMax Pure Chlorella BIO	Votamax s.r.o.	ne	Čína	tablety	100
				prášek	166
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1455 kJ/344 kcal, tuky 1,8 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,5 g, sacharidy 11 g, vláknina 14 g, bílkoviny 65 g, sůl 0,15 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-001</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Chlorella tablety BIO Goodie	Goodie s.r.o.	ano	Taiwan	tablety	306
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1568 kJ/373 kcal, tuky 8 g, z toho: nenasycené mastné kyseliny 1 g, sacharidy 9,5 g, vláknina 12 g, bílkoviny 60 g, sůl 0,2 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Iswari BIO chlorella	LABETA a.s.	ne	ne	tablety	308
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella</i> (neuváděn druh)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1450 kJ, tuky 2,3 g, sacharidy 14 g, vláknina 0,2 g, bílkoviny 61 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
BIO Chlorella GymBeam	GymBeam	ne	ne	tablety	140
				prášek	131
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1450 kJ/343 kcal, tuky 2,3 g, z toho: nasycené tuky 0,6 g, sacharidy 14 g, vláknina 12 g, bílkoviny 61 g, sůl 0,01 g</p> <p>Certifikace výrobku: Produkt ekologického zemědělství</p>					
Chlorella BIO Organic Blendea	Emarket s.r.o.	ne	Taiwan	kapsle	113
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: Produkt ekologického zemědělství</p>					
Revix Chlorella	REVI plus s.r.o.	ne	ne	kapsle	300
<p>Složení: <i>Chlorella</i> (neuváděn druh), rostlinná kapsle z hypromelózy</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Bio Chlorella Nupereme	Empower Company s.r.o.	ano	Hainan	tablety	240
				prášek	179
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i>, spirulina (až 1 %)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1369 kJ/326 kcal tuky 12 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 1 g, sacharidy 17 g, z toho: cukry 0,8 g, bílkoviny 58 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
PURE Chlorella BIO Neobotanics	Neobotanics	ne	ne	tablety	343
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Organic Algae Chlorella Ekolife Natura	Ekolife Natura	ne	ne	tablety	290
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1353 kJ, tuky 13,2 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 1,97 g, sacharidy 16,5 g, z toho: cukry 0,33 g, bílkoviny 56,1 g, sůl <0,1 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella GreenFood	GreenFood Nutrition s.r.to.	ne	ne	kapsle	136
<p>Složení: <i>Chlorella</i> prášek (<i>Chlorella vulgaris</i>, rostlinná složka řasa – celá rostlina), rostlinná kapsle z hypromelózy, protispěčkové látky: fosforečnan vápenatý, oxid křemičitý</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: Neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Bio Chlorella Schamind	Schamind trade s.r.o.	ne	ne	tablety	332
<p>Složení: <i>Chlorella</i> (neuveden druh) Výživové údaje na 100 g: neuvedeno Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella BIO Zdravý den	Aspen team s.r.o.	ne	Indie	tablety	247
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i> Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1390 kJ/333 kcal, tuky 1,7 g z toho: nasycené mastné kyseliny 0,5 g, sacharidy 13 g, z toho: cukry 0,6 g, vláknina 13 g, bílkoviny 59 g, sůl 0,13 g Certifikace výrobku: CZ-BIO-002</p>					
Wolfberry Chlorella BIO	Wolfberry s.r.o.	ne	ne	tablety	197
<p>Složení: <i>Chlorella</i> (neuveden druh) Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1738 kJ/415 kcal, tuky 12 g z toho: nasycené mastné kyseliny 0,1 g, sacharidy 17 g, z toho: cukry 0,3 g, vláknina 13 g, bílkoviny 53 g, sůl 0,07 g Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Vieste Chlorella BIO	Vieste group s.r.o.	ne	ne	tablety	240
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i> Výživové údaje na 100 g: neuvedeno Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Dr. Max Chlorella Premium Natural	Dr. Max Pharma s.r.o.	ne	ne	tablety	297
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella BIO Nástroje Zdraví	Blue step s.r.o.	ne	Čína	tablety	210
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: Produkt ekologického zemědělství</p>					
Chlorella Chaganela	Chaganela s.r.o.	ne	ne	tablety	323
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i>, HPCM (hydroxypropylmethyl celulóza)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella NATU	NATU	ne	Čína	prášek	169
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1568 kJ/373 kcal, tuky 7,9 g z toho: nasycené mastné kyseliny 0,8 g, sacharidy 9,5 g, z toho: cukry 0,8 g, vláknina 12 g, bílkoviny 60 g, sůl 0,17 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella pyrenoidosa BIO	BIO Organic Foods	ne	ne	tablety	241
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: BIO, Produkt ekologického zemědělství</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Chlorella TOPNATUR	TOPNATUR	ne	Taiwan	tablety	233
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1459 kJ/347 kcal, tuky 7 g, sacharidy 5 g, vláknina 14 g, bílkoviny 59 g, sůl 1 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Fin club Chlorella Tabs	Hankintatukku Oy s.r.o.	ne	ne	tablety	932
<p>Složení: 1 tableta: prášek z řasy <i>Chlorella pyrenoidosa</i> 356 mg, látky protispěškové: mikrokryštalická celulóza, oxid křemišitý, hořčnaté soli masšných kyselín</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Naturalis Chlorella	Gloobe corp. s.r.o.	ne	ne	tablety	327
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1692 kJ/404 kcal, tuky 11,6 g z toho: nasycené masšné kyseliny 5 g, sacharidy 6,4 g, z toho: cukry 1,45 g, vláknina 12 g, bílkoviny 57,5 g, sůl 0,01 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Organic Chlorella Energy	Energy a.s.	ano	Taiwan	tablety	390
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Holandská Chlorella	Díky přírodě s.r.o.	ano	Nizozemsko	tablety	329
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i>, oxid křemičitý 0,5 %</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1618 kJ/387 kcal, tuky 7,9 g, sacharidy 14 g, vláknina 20 g, bílkoviny 45 g, sůl <0,3 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Viridian BIO Chlorella	Viridian Nutrition	ne	ne	kapsle	1553
<p>Složení: <i>Chlorella</i>, vegetariánská kapsle (hydroxypropylmethylcelulóza)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Alga Spring Chlorella	Alga Spring	ano	Česká republika	tablety	1090
<p>Složení: <i>Chlorella kessleri</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: bílkoviny 55-58 g, tuky 8-12 g, sacharidy 10-15 g, vláknina 6-8 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Chlorella Japan	Health Link s.r.o.	ne	Japonsko	tablety	178
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
Chlorella pyrenoidosa BIO Sanatur	Sanatur GmbH	ne	Taiwan	tablety	446
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: BIO</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Chlorella Japanese	Salvia Paradise	ano	Japonsko	prášek	381
				tablety	636
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1691 kJ/404 kcal, tuky 13 g, sacharidy 10 g, vláknina 14 g, bílkoviny 64 g, sůl <0,04 g</p> <p>Certifikace výrobku: nevedeno</p>					
MedPharma BIO Chlorella	MedPharma s.r.o.	ne	ne	tablety	164
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: nevedeno</p> <p>Certifikace výrobku: nevedeno</p>					
Nefdesanté Chlorella	Nefdesanté	ne	ne	tablety	207
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: nevedeno</p> <p>Certifikace výrobku: nevedeno</p>					
Swanson Chlorella	Swanson Health Products	ne	ne	tablety	348
<p>Složení: <i>Chlorella</i> sp. uhličitán vápenatý, mikrokrystalická celulóza (rostlinná vláknina), kyselina stearová, stearát hořečnatý, sodná sůl kroskarmelosy, vodný filmový povlak</p> <p>Výživové údaje na 100 g: nevedeno</p> <p>Certifikace výrobku: nevedeno</p>					
Chlorella Vitaland	Amix production s.r.o.	ne	ne	tablety	620
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i>, látka protispěková: stearan hořečnatý</p> <p>Výživové údaje na 100 g: nevedeno</p> <p>Certifikace výrobku: nevedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Chlorella Starlife	Starlife s.r.o.	ne	ne	tablety	1146
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i>, stabilizátor: sodná sůl karboxymethylcelulosa, fosforečnan vápenatý; emulgátor: mikrokrystalická celuloza; rostlinný stearan hořečnatý, oxid křemičitý</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: Neuvedeno</p>					
Chlorella Taiwan	Gloria Import s.r.o.	ne	Taiwan	tablety	291
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1653 kJ, tuky 12 g, sacharidy 8 g, bílkoviny 65 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Vitae Chlorella	Vitae	ne	Taiwan	tablety	119
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i> (99,9 %), stearan hořečnatý</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella Univitalis	Unistry	ne	ne	tablety	955
<p>Složení: <i>Chlorella</i> (neuveden druh)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Chlorella BIO Energie života	Energie života	ne	Čína	tablety	269
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1450 kJ, tuky 2,3 g, sacharidy 13,8 g, bílkoviny 54,6, vláknina 12,4, sůl 0,15 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Chlorella BIO Les Fruits de Paradis	Les fruits de Paradis	ne	Čína	tablety	104
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella</i> (neuveden druh) Výživové údaje na 100 g: neuvedeno Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
European Chlorella Mattison	Mattisson Healthcare B.V.	ne	Nizozemsko	kapsle	641
<p>Složení: <i>Chlorella sorokiniana</i>, HMPC kapsle Výživové údaje na 100 g: neuvedeno Certifikace výrobku: NL-BIO-01</p>					
Organic Chlorella KIKI Health	KIKI Health	ne	Velká Británie	tablety	384
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella</i> (neuveden druh) Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1686 kJ, tuky 13,4 g, bílkoviny 59 g, sacharidy 5,22 g, vláknina 12 g Certifikace výrobku: Produkt ekologického zemědělství</p>					
Chlorella Biomedical	Green Medical, s.r.o.	ne	Čína	tablety	197
<p>Složení: <i>Chlorella vulgaris</i> Výživové údaje na 100 g: neuvedeno Certifikace výrobku: CZ-BIO-001</p>					
Now Foods Chlorella	Now Foods	ne	ne	tablety	362
<p>Složení: <i>Chlorella</i> (neuveden druh), protispěčkové látky: oxid křemičitý Výživové údaje na 100 g: neuvedeno Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
OstroVit Chlorella	OstroVit	ne	ne	tablety	153
<p>Složení: <i>Chlorella pyrenoidosa</i> Výživové údaje na 100 g: neuvedno Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Aktif Chlorella	Zelený obchod s.r.o.	ano	Taiwan	tablety	299
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella pyrenoidosa</i> Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 373 kcal, bílkoviny 59,9 g, sacharidy 7,36 g, tuky 10,5 g, sůl 0,01 g Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Korejská Chlorella	FOODIN	ne	Korea	tablety	340
<p>Složení: 100 % <i>Chlorella</i> (neuveden druh) Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 414 kcal, bílkoviny 60 g, sacharidy 4,3 g, tuky 9,3 g Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

¹Detailní informace o produktu: doplňující informace, způsob získání, zpracování

²Cena byla u všech produktů přepočtena na 100 g produktu

Příloha 3 Seznam produktů mladý ječmen nabízených v tržní síti (internetová nabídka)

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
BIO ječmen Green Ways	Green	ano	Utah	prášek	400
	Ways s.r.o.			tablety	571
<p>Složení: 100% zelený pudr z vylisované a vysušené čerstvé šťávy mladých listků ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1340 kJ/319 kcal, tuky 3,9 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 1,1 g, mononenasycené mastné kyseliny 0,2 g, polynenasycené mastné kyseliny 2,6 g, sacharidy 39 g, z toho: cukry 23 g, vláknina 6,9 g, bílkoviny 28 g, sůl 2,9 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
Allnature Mladý ječmen	Allnature s.r.o.	ne	ne	prášek	102
<p>Složení: 100% prášek z mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1131 kJ/270 kcal, tuky 1,7 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,6 g, sacharidy 28 g, z toho: cukry 15,35 g, bílkoviny 22,58 g, sůl 0,1 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
BEWIT Mladý ječmen BIO RAW	Bewit Natutal Medicine s.r.o	ano	USA	prášek	272
<p>Složení: RAW prášek ze šťávy z mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
Mladý ječmen OstroVit	OstroVit	ne	ne	prášek	60
<p>Složení: prášek z trávy mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
BIO mladý ječmen MycoMedica	MyTao s.r.o.	ne	Rakousko	prášek	145
<p>Složení: BIO sušený prášek z výhonků mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota: 782 kJ/189 kcal, tuky 1,1 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,3 g, sacharidy 9,9 g, z toho: cukry 6,3 g, vláknina 39,3 g, bílkoviny 15,2 g, sůl 0,05 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					
BIO ječmen ADVANCE	Advance nutraceutics s.r.o.	ano	Utah	prášek	373
<p>Složení: 100% šťáva z listů mladého BIO ječmene v prášku</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1380 kJ/326 kcal, tuky 4,1 g, sacharidy 41,4 g, bílkoviny 27,4 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002</p>					
BrainMax Pure Mladý ječmen	Votamax s.r.o.	ano	Německo	prášek	80
<p>Složení: 100 % organické mladý ječmen (<i>Hordeum vulgare</i>)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota: 1305 kJ/310 kcal, tuky 1,1 g, z toho: nasycené mastné kyseliny 0,2 g, sacharidy 49 g, z toho: cukry 6,3 g, vláknina 24 g, bílkoviny 15 g, sůl 0,5 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-001</p>					
EkoMedica Zelený ječmen	EkoMedica Czech	ne	ne	šťáva	69
<p>Složení: šťáva z výhonků mladého ječmene 99,8 %, regulátor kyselosti: kyselina citronová</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuváděno</p> <p>Certifikace výrobku: neuváděno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Organic zelený ječmen Blendea	eMarket s.r.o.	ne	ne	kapsle	742
<p>Složení: 100% BIO prášek z mladého ječmene setého (<i>Hordeum vulgare</i>), rostlinná kapsle (HPMC)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
Ječmen Aktivif	Zelený obchod s.r.o.	ano	Utah	prášek	440
<p>Složení: sušená šťáva mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1253 kJ/299 kcal, tuky 5,19 g. sacharidy 25,5 g, bílkoviny 34,4 g, sůl 0,05 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Mladý ječmen GreenFood	REVI plus s.r.o.	ne	ne	kapsle	400
<p>Složení: ječmen prášek, rostlinná tobolka z hypromelozy</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Mladý ječmen Natural Protein	Natural Protein	ne	ne	prášek	686
<p>Složení: 100 % mladý ječmen prášek v BIO kvalitě</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1094 kJ/261 kcal, tuky 2,8 g. sacharidy 16,7 g, bílkoviny 15,3 g, sůl 0,3 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Mladý ječmen jemně mletý Wild Herbs	Wild Herbs s.r.o.	ne	ne	prášek	71
<p>Složení: 100 % mladý ječmen</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-001, Produkt ekologického zemědělství</p>					
Mladý ječmen Protein & Co	Protein & Co	ne	Čína	prášek	139
<p>Složení: 100% mladý ječmen prášek</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 270 kcal, bílkoviny 22,58 g, sacharidy 28 g, tuky 1,7 g, sůl 0,1 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
BIO mladý ječmen Nupreme	Empower company	ano	Utah	prášek	350
<p>Složení: 100% extrakt z listů mladého ječmene v prášku</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1380 kJ/42 kcal, bílkoviny 28 g, sacharidy 41 g, tuky 4,1 g, sůl 0,5 g</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002, Produkt ekologického zemědělství</p>					
BIO Mladý ječmen Healthy World	Healthy World	ne	Čína	kapsle	330
<p>Složení: mladý ječmen v prášku, mikrokrystalická celulóza (plnivo), magnézium stearát (protispékavá látka), hydroxypropylmethylcelulóza (HPMC; rostlinný obal kapsle)</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: BIO</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
Mladý ječmen Zdravý den	Aspen team s.r.o.	ne	ne	prášek	100
<p>Složení: 100% zelený ječmen v prášku</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Mladý ječmen BIO NATU	NATU	ne	ne	prášek	179
<p>Složení: 100% BIO prášek z mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: energetická hodnota 1131 kJ/270 kcal, bílkoviny 22,6 g, sacharidy 28 g, tuky 1,7 g, sůl 0,1 g</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Mladý ječmen BIO Nástroje zdraví	Nástroje zdraví	ne	Nový Zéland	prášek	260
<p>Složení: prášek ze sušeného mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Dr. Max zelený ječmen	Dr. Max Pharma s.r.o.	ne	ne	prášek	193
<p>Složení: 100% sušený zelený ječmen</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Mladý ječmen Revix	REVI plus s.r.o.	ne	ne	kapsle	235
<p>Složení: 100% Mladý ječmen, transparentní rostlinná kapsle</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

Název	Výrobce /distributor	Detailní informace ¹	Země původu	Forma	Cena Kč/100 g ²
BIO Mladý ječmen Sanct Bernhard	Krauterhaus Sanct Bernhard KG	ne	ne	kapsle	389
<p>Složení: prášek z ječmenové trávy (82 %), hydroxypropylmethylcelulóza</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: CZ-BIO-002</p>					
Mladý ječmen NaturPort	NaturPort	ne	ne	prášek	240
<p>Složení: 100 % extrémně jemný prášek z výhonků mladého ječmene</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					
Mladý ječmen Guarana plus	EXOTIC HERBS s.r.o	ne	Utah	prášek	379
<p>Složení: 100 % mladý ječmen (<i>Hordeum vulgare</i>) sušená šťáva prášek</p> <p>Výživové údaje na 100 g: neuvedeno</p> <p>Certifikace výrobku: neuvedeno</p>					

¹Detailní informace o produktu: doplňující informace, způsob získání, zpracování

²Cena byla u všech produktů přepočtena na 100 g produktu