



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

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

### Diplomová práce

Kvalitativní ukazatele vepřového masa z prasat krmených řasou  
*Chlorella*

Autor(ka) práce: Bc. Pavlína Wadenková

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. Dana Jirotková, Ph.D.

České Budějovice  
2023

## **Prohlášení**

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

V Českých Budějovicích dne .....

.....

Podpis

## Abstrakt

Cílem práce jsou zanalyzované a vyhodnocené vybrané kvalitativní ukazatele vepřového masa z prasat, jejichž krmná dávka obsahovala suspenzi řasy *Chlorella* sp. Výsledky pokusné skupiny (CH-PŘ) jsou porovnány s kontrolní skupinou vzorků vepřového masa (K-PŘ). Předmětem zkoumání ve vzorcích je obsah vody, tuku, bílkovin a bílkovin pojivové tkáně. V práci jsou shledány jako statisticky významné ( $p < 0,05$ ) hodnoty ukazatelů obsahu vody ( $p = 0,0209$ ) a tuku ( $p = 0,0395$ ). Ukazatel obsahu bílkovin ( $p = 0,0692$ ) a ukazatel obsahu bílkovin pojivové tkáně ( $p = 0,2038$ ) jsou vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné ( $p > 0,05$ ). Výsledek měření odkazuje na možnost ovlivnění chemického složení vzorků vepřového masa pokusné skupiny přídatkem mikroskopické řasy *Chlorella* sp. a přímo je tak prokázáno působení na kvalitativní ukazatele vepřového masa.

**Klíčová slova:** *Chlorella*, řasa, vepřové maso, kvalitativní ukazatele

## **Abstract**

The aim of the study is to analyze and evaluate selected quality indicators of pork from pigs whose feed ration contained a suspension of algae *Chlorella* sp. The results of the experimental group (CH-PBP) are compared with the control group of pork samples (C-PBP). The subject of research in pork samples is the content of water, fat, protein and connective tissue protein. In this thesis, the values of the indicators of water content ( $p = 0.0209$ ) and fat ( $p = 0.0395$ ) are found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ). The protein content index ( $p = 0.0692$ ) and the connective tissue protein content index ( $p = 0.2038$ ) are evaluated as statistically insignificant ( $p > 0.05$ ). The result of the measurement refers to the possibility of influencing the chemical composition of the pork samples of the experimental group by the addition of the microscopic algae *Chlorella* sp. and the effect on the quality indicators of pork is directly proven.

**Keywords:** *Chlorella*, algae, pork meat, qualitative indicators

## Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled řešené problematiky .....	8
1.1 Charakteristika mikroskopických řas.....	8
1.2 Zelené řasy ( <i>Chlorophytae</i> ).....	9
1.3 Řád <i>Chlorellales</i> a <i>Chlorella</i> sp. ....	10
1.4 Využití řas .....	13
1.5 Použití mikroskopických řas ve výkrmu prasat .....	17
1.6 Vepřové maso.....	20
1.6.1 Národní legislativní požadavky na vepřové maso.....	21
1.6.2 Produkce vepřového masa .....	22
1.6.3 Spotřeba vepřového masa v ČR a ve světě .....	22
1.6.4 Jakost vepřového masa .....	24
1.6.5 Kvalitativní znaky masa.....	25
1.6.6 <i>Chlorella</i> sp. a její přínos na kvalitu vepřového masa.....	26
1.6.7 Využití NIR spektroskopie při laboratorním hodnocení vepřového masa 27	
1.6.8 Kvalita a bezpečnost potravin ve vztahu k vepřovému masu .....	30
2 Cíle kvalifikační práce.....	31
3 Metodika.....	32
4 Výsledky.....	33
4.1 Výsledky měření kontrolních vzorků .....	33
4.2 Výsledky měření pokusných vzorků.....	34
4.3 Statistické vyhodnocení .....	35
4.4 Obsah vody.....	36
4.5 Obsah tuku.....	37

4.6	Obsah bílkovin.....	38
4.7	Obsah bílkovin pojivové tkáně.....	38
5	Diskuse .....	40
	Závěr .....	46
	Seznam použité literatury a dalších použitých zdrojů .....	47
	Seznam obrázků.....	69
	Seznam tabulek.....	70
	Seznam příloh.....	71
	Seznam grafů.....	72
	Seznam použitých zkratk.....	73
	Přílohy.....	75

---

## Úvod

Podle velikosti a stavby těla lze řasy rozdělit na mikrořasy (pozorované pod mikroskopem) nebo makrořasy (viditelné pouhým okem). Komponenty z řas lze použít jako přírodní doplňky v potravinách pro lidi a v krmivech pro zvířata, aby nahradily syntetické komponenty. Mikroskopická řasa *Chlorella* sp. je jednobuněčná sladkovodní řasa, která se řadí mezi nejstarší organismy na planetě Zemi. Zelenou řasu *Chlorella* sp. lze vnímat, jako potravinu budoucnosti, která může zajistit dostatek živin rostoucí světové populaci. Mikroskopické řasy v posledních letech získávají větší pozornost v oblasti možných inovativních zdrojích bílkovin. Použitím různých mikroskopických řas ve výživě monogastrů nebo při výkrmu hospodářských zvířat obecně se v posledních letech zabývali různí výzkumníci, zejména jejich použitím jako doplňku ve výživě, zatímco zařazení druhu *Chlorella* do krmné dávky prasat pro následnou produkci vepřového masa a vyhodnocení jeho kvalitativních ukazatelů bylo poměrně málo prozkoumáno. Objevuje se otázka, zda přidání suspenze řasy *Chlorella* sp. do krmné dávky prasat má vliv na kvalitativní ukazatele vepřového masa.

V závislosti na sektoru výroby, ať se jedná o výrobce, jatka, či konečného spotřebitele, vždy se očekává vepřové maso specifické kvality. Při kontrole kvality vepřového masa se využití blízké infračervené spektroskopie jeví jako velmi vhodná metoda, která může zastoupit dražší a časově náročnější chemické rozboru složení masa.

---

# 1 Literární přehled řešené problematiky

## 1.1 Charakteristika mikroskopických řas

Mikroskopické řasy (mikrořasy) jsou geneticky velmi heterogenní skupinou organismů s širokou rozmanitostí fyziologických a biochemických charakteristik. Nejvýznamnějšími fototrofními druhy jsou *Arthrospira* (dříve *Spirulina*, modrozelené řasy), *Chlorella*, *Dunaliella* a *Haematococcus* (Chew *et al.*, 2017). Ramos-Romero *et al.* (2021) ve studii potvrzují, že v současnosti preferovaný název pro rod *Spirulina* je *Arthrospira* a ve studii odkazují na biomasové přípravky z mikroskopických řas. Kromě toho se pro produkci n-3 mastných kyselin používají heterotrofní mořské organismy, jako je *Cryptocodinium* sp., *Schizochytrium* sp. a *Ulkenia* sp. Je uznáván potenciál fotosyntézy mikrořas pro produkci cenných sloučenin nebo jejich využití sluneční energie (Chew *et al.*, 2017).

Mikroskopické řasy jsou významným zdrojem pigmentů, vitamínů, minerálních látek a mastných kyselin (MK), zejména eikosapentaenové kyseliny (EPA) a dokosa-hexaenové kyseliny – DHA (Valente *et al.*, 2020).

Srovnání hlavních makronutrientů a bioaktivních sloučenin u druhů *Arthrospira* a *Chlorella* znázorňuje tabulka 1. *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.), *Chlorella* sp. a *Schizochytrium* sp. jsou nejrozšířenější mikroskopické řasy využívané v živočišné výrobě.

**Tabulka 1: Makronutrienty a bioaktivní sloučeniny v jedlých mikrořasách (Ramos-Romero *et al.*, 2021)**

Makronutrienty a bioaktivní sloučeniny	<i>Arthrospira</i>	<i>Chlorella</i>
Bílkoviny (%)	60-70	55-60
Lipidy (%)	5 (ALA)	> 10 (n-3 MK)
Vláknina (%)	2	> 30
Minerální látky (%)	10 (P, Mg, K, Ca, Fe, Zn)	> 10 (Fe, Ca, Mg, K, Zn)
Vitamíny	E, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>9</sub>	C, E, K <sub>1</sub> , B <sub>12</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub>
Pigmenty	fykocyanin, karotenoidy	1-4 % chlorofyly, karotenoidy

*Chlorella* sp. obsahuje 50-60 % bílkovin v sušině a je považována za významný zdroj kobalaminu (Gutiérrez-Salmeán *et al.*, 2015; Madeira *et al.*, 2017). Dallen (2012) uvádí *Chlorella* sp. jako bohatý zdroj aminokyselin, které tvoří okolo 60 % její hmot-



---

nosti, obsahuje 8 esenciálních aminokyselin a neesenciální aminokyseliny. Ve srovnání se *Spirulina* sp. má *Chlorella* sp. podobný obsah sacharidů a popela, vyšší obsah tuku a n-3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA) (Madeira *et al.*, 2017). Vyšší obsah tuku a n-3 polynenasycených MK v *Chlorella* sp. také dokládá studie Ramos-Romero *et al.* (2021). Vysoký obsah bílkovin je zřejmý v obou předkládaných případech mikroskopických řas. V případě *Chlorella* sp. je prokázán obsah bílkovin v sušině (55-60 %). V obsahu tuku (> 10 %) převažují n-3 mastné kyseliny a obsah vlákniny je vyšší než 30 %. Ramos-Romero *et al.* (2021) ve studii uvádí u *Chlorella* sp. obsah minerálních látek větší než 10 %. Z obsažených vitamínů je potvrzen výskyt vitamínu C, E, K<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> a z barviv chlorofyly (1-4 %) a karotenoidy.

Mikrořasy lze produkovat na nezemědělských půdách. Jsou to fotosyntetické organismy schopné účinně přeměňovat atmosférický oxid uhličitý na vysoce hodnotné produkty, včetně sacharidů, lipidů, proteinů a pigmentů. Nalézají tak své slibné uplatnění v potravinářském a krmivářském průmyslu (Garcia-Vaquero, 2020). V současné době se vyvíjejí rozsáhlé kultivační systémy a nové technologie, aby bylo pěstování mikroskopických řas ekonomicky proveditelné (Pinto *et al.*, 2020). Mikrořasy přispívají k ochraně životního prostředí a přírodních zdrojů, zejména při degradaci půdy a nedostatku vody (Madeira *et al.*, 2017).

Buněčná stěna mikroskopických řas je monogastri nestravitelná. Bylo prokázáno, že použití krmných enzymů, které lyzují jejich odolné buněčné stěny je velmi účinné při zlepšování využití živin mikroskopických řas u monogastrů (Sander a Murthy, 2009). Předpokládá se, že účinnost začlenění mikrořas do monogastrické stravy by mohlo být do značné míry zlepšeno použitím aktivních enzymů. Enzymy umožní zvýšení biologické dostupnosti živin v důsledku degradace buněčných stěn odolných mikrořas (Madeira *et al.*, 2017). Použitím různých mikrořas v monogastrickém krmení se za poslední desetiletí zabývali různí výzkumníci, zejména jejich použití jako doplňku, zatímco jejich použití jako složky krmiva bylo poměrně méně prozkoumáno (Martins *et al.*, 2021, b).

## 1.2 Zelené řasy (*Chlorophytae*)

Zelené řasy žijí převážně ve vodním prostředí, jen některé druhy najdeme v povrchových vrstvách půdy nebo na borce stromů nebo na povrchu skal, v tropech i na povrchu listů. Mezi zelenými řasami a streptofyty není přímá vývojová návaznost, zelené řasy jsou považovány za slepou vývojovou linii (Kalina a Váňa, 2005). Barsanti a Gualtieri

---

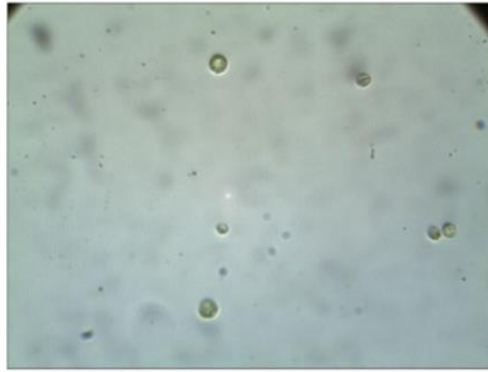
(2006) dle definice většinu skupin řas řadí mezi fotoautotrofy. Yaakob *et al.*, (2014) specifikuje řasy jako heterogenní organismy, které žijí ve vodních biotopech a mají různou velikost.

U všech zelených řas byly zjištěny chlorofyly *a+b*. Důležitou složkou je  $\beta$ -karoten a několik xantofylů: lutein, zeaxantin, violaxantin, anteraxantin a neoxantin. Při buněčném dělení pyrenoid postupně degeneruje a v dceřiných buňkách se tvoří znovu. Chloroplastová DNA tvoří malé oddělené shluky – nukleoidy (Kalina a Váňa, 2005).

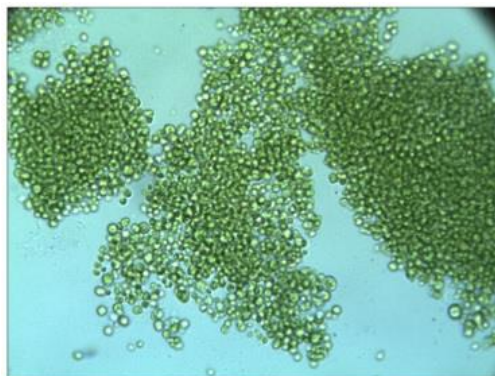
### 1.3 Řád *Chlorellales* a *Chlorella* sp.

Řád *Chlorellales* řadíme do třídy *Trebouxiophyceae*. *Chlorella* sp. je jednobuněčná řasa s kulovitými nebo elipsoidními buňkami a obsahuje hrncovitý nebo miskovitý chloroplast s pyrenoidem (Kalina a Váňa, 2005). *Chlorella* sp. je bohatým zdrojem živin a obsahuje nejvíce chlorofylu z celé rostlinné říše. *Chlorella vulgaris* byla popsána v roce 1890 mikrobiologem a botanikem Martinusem Willemem Beijerinckem (Beijerinck, 1890). Hlubším předmětem zkoumání se stala až po roce 1940. Průkopníky byli japonští vědci, kteří vyvinuli technologii umožňující rozlomení buněčné stěny, aniž by při tom došlo k rozkladu obsažených živin. Dalším druhem, který se vyznačuje přítomností pyrenoidů v chloroplastech, a podle toho pojmenován, je *Chlorella pyrenoidosa*. Tento druh byl identifikován v roce 1903 (Chick, 1903). Od té doby bylo charakterizováno více než 20 druhů *Chlorella* s více než 100 popsány kmeny (Wu *et al.*, 2001). V současnosti se druhy *Chlorella* dělí na tři variety: *Chlorella vulgaris*, *Chlorella lobophora* a *Chlorella sorokiniana* (Krienitz *et al.*, 2004). *Chlorella sorokiniana* je poddruh, který byl poprvé izolován v roce 1953 Sorokinem a původně byl považován za termotolerantního mutantu *Chlorella pyrenoidosa* (Sorokin a Myers, 1953; Lizzul *et al.*, 2018). *Chlorella pyrenoidosa*, která byla předmětem mnoha vědeckých studií, se nyní nazývá *Chlorella sorokiniana*. *Chlorella vulgaris* je bohatá na bílkoviny, vitamíny, vyvážené aminokyseliny, mastné kyseliny a biologicky aktivní látky (Rodriguez-Garcia a Guil-Guerrero, 2008). V Japonsku je *Chlorella* sp. nejprodávanějším potravním doplňkem, velmi populární je také ve Spojených státech amerických. V České republice se současně s *Chlorella* sp. můžeme setkat i s jako výživovým doplňkem krmiv pro zvířata (Dallen, 2012).

Dallen (2012) také uvádí jedinečnou schopnost rychlého růstu této řasy. Za příznivých podmínek v podobě filtrované vody a dostatku slunečního záření se *Chlorella* sp. velmi rychle množí, což je v rostlinné říši ojedinělé.



**Obrázek 1:** *Chlorella vulgaris*, mikroskopicky zvětšeno  $\times 100$ , (Szwarc *et al.*, 2019)



**Obrázek 2:** *Chlorella vulgaris*, mikroskopicky zvětšeno  $\times 40$ , (Szwarc *et al.*, 2019)

Proteiny mikroskopických řas jsou slibnými, udržitelnými zdroji pro funkční výživu. Na významu nabývají také díky nově vznikajícímu zaměření na zdravou výživu a nárůstu počtu chronických onemocnění (Kose *et al.*, 2017). S rozvojem biotechnologie v oblasti mikroskopických řas se předmětem zkoumání stala jejich nutriční hodnota. Rybí zápach a zelená barva výživových doplňků s mikrořasami jsou potenciálními překážkami pro marketing a spotřebitelský výběr. Dalším bodem je, že člověk nemůže strávit neporušenou buňku, která se skládá z celulózové struktury, a tudíž zůstává nezpracovaná v gastrointestinálním systému (Morris *et al.*, 2007). Pro zvýšení stravitelnosti mohou být proteinové hydrolyzáty účinným řešením pro efektivnější využití mikrořas pro každodenní doplňky výživy.

Začlenění biomasy mikrořas do krmiva může poskytnout vitamíny, esenciální aminokyseliny, polysacharidy, mononenasyčené (MUFA), n-3 a n-6 polynenasycené mastné kyseliny (n-3 a n-6 PUFA), minerální látky a pigmenty (jako jsou karotenoidy a chlorofyly) (Priyadarshani a Rath, 2012). Mikroskopické řasy jsou bohatým zdrojem

---

téměř všech důležitých minerálních látek a vitamínů (Christaki *et al.*, 2011), díky čemuž jsou vhodné jako krmné doplňky. Měď, jód, železo, draslík a zinek se skutečně hojně nacházejí v mikrořasách (Christaki *et al.*, 2011; Priyadarshani a Rath, 2012). V mikrořasách lze nalézt vitamíny: A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, E, niacin, nikotinát, biotin a kyselinu listovou (Christaki *et al.*, 2011; Priyadarshani a Rath, 2012; Raposo a de Moraes, 2015).

*Chlorella* sp. je vynikajícím zdrojem většiny potřebných vitamínů, jako například  $\beta$ -karoten, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, vitamin B<sub>3</sub>, vitamin B<sub>5</sub>, vitamin B<sub>6</sub>, vitamin B<sub>8</sub>, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin C, vitamin E, vitamin H. Z minerálních látek a stopových prvků pak dále předkládá jejich organickou formu, která je optimální pro jejich vstřebávání. *Chlorella* sp. obsahuje vysoký podíl vápníku. Dále obsahuje draslík, fosfor, jód, hořčík, mangan, měď, selen, sodík, zinek, železo (Dallen 2012).

Bito *et al.* (2020) charakterizují *Chlorella* sp. jako zelenou jednobuněčnou řasu, která se komerčně vyrábí a distribuuje po celém světě jako doplněk stravy a znižuje obsah vitamínů, jako je například vitamin D a B<sub>12</sub>, které chybí v rostlinných potravinových zdrojích. *Chlorella* sp. obsahuje větší množství folátu a železa než jiné potraviny rostlinného původu. Bylo zjištěno, že suplementace *Chlorella* sp. savcům, včetně lidské populace, vykazuje různé farmakologické aktivity, včetně imunomodulačních, antioxidačních, antidiabetických, antihypertenzních a antihyperlipidemických aktivit (Bito *et al.*, 2020). Metaanalýza účinků suplementace *Chlorella* sp. na kardiovaskulární rizikové faktory naznačila, že zlepšuje hladiny celkového cholesterolu, hladiny cholesterolu lipoproteinů s nízkou hustotou, systolický krevní tlak, diastolický krevní tlak a hladiny glukózy v krvi nalačno, ale ne hladiny triglyceridů a cholesterolu s vysokou hustotou lipoproteinů. Tyto příznivé účinky *Chlorella* sp. mohou být způsobeny synergismem mezi mnoha živinami a antioxidačními sloučeninami. Informace o bioaktivních sloučeninách v *Chlorella* sp. jsou však omezené (Bito *et al.*, 2020). Antioxidační, antidiabetické, imunomodulační, antihypertenzní a antihyperlipidemické účinky u lidí a dalších savců také prokazuje studie Ramos-Romero *et al.* (2021) zabývající se biomasou *Chlorella* sp.

Jednobuněčná zelená mikroskopická řasa, *Chlorella vulgaris*, má vyvážený profil esenciálních aminokyselin (Lamminen *et al.*, 2019) a je vhodným zdrojem bílkovin v krmivech. Kromě toho je bohatá na bioaktivní sloučeniny, včetně karotenoidů a jiných pigmentů,  $\beta$ -glukany, polynenasycené mastné kyseliny (PUFA), vitamíny, mikro- a makrominerální látky, které jsou důležité při krmení zvířat (Alfaia *et al.*, 2021).

---

Mikroskopické řasy mají až 50krát vyšší fotoautotrofní účinnost než suchozemské rostliny, což přispívá k snížení hladiny CO<sub>2</sub> v atmosféře (Zhou *et al.*, 2017). Produkce mikroskopických řas nevyžaduje ornou půdu. Velké množství biomasy mikrořas lze snadno produkovat v otevřených fotobioreaktorech za přítomnosti slunečního světla nebo v uzavřených zařízeních za kontrolovaných podmínek CO<sub>2</sub> a světla (Xu *et al.*, 2009).

#### 1.4 Využití řas

Řasy jsou dlouhodobě využívány v různých oblastech lidské činnosti, ale těžišťe i rozsah zájmu se měnily v průběhu času (Kalina a Váňa, 2005).

Mikroskopické řasy se primárně vyskytují ve vodních ekosystémech, žijí v mořské i sladké vodě a jsou to fotosyntetické eukaryotické organismy, které obsahují chloroplasty a jádra, podobně jako rostliny. Mikrořasy efektivněji produkují biomasu než suchozemské rostliny, díky jejich využívání slunečního záření a CO<sub>2</sub>, což vede k extrémně vysoké rychlosti růstu (Yan *et al.*, 2016). Proto se mikroskopické řasy využívají v potravinářském, farmaceutickém a kosmetickém průmyslu a jejich pigmenty, živiny, bioaktivní sloučeniny a celá biomasa se již používají po celém světě. V posledních letech v nich byly detekovány různé bioaktivní sloučeniny. Uvádí se, že tyto sloučeniny a živiny podporují lidské zdraví (Yan *et al.*, 2016; Barkia *et al.*, 2019).

Novou oblastí zájmu se staly velkoobjemové kultury mikroskopických řas a s nimi spojené biotechnologické postupy založené na metodách průmyslového pěstování bakterií a kvasinek. Významné místo v biotechnologii mikrořas zaujímají zelené řasy. Patří k nim bičíkovci *Dunaliella* sp., *Chlamydomonas* sp., *Haematococcus* sp. a kokální zelené řasy (*Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp.). Využití mikrořas v lidské výživě postupně narazilo na některá omezení. Nepříznivý je vysoký obsah nukleových kyselin a některých alergizujících látek vznikajících při technologickém zpracování. Mikrořasy se velmi snadno pěstují a nejsou citlivé na kontaminanty, když jsou pěstovány za kontrolovaných podmínek (Raposo a de Morais, 2015).

Hlavní pokrok se projevil v přesunu kultivací do uzavřených systémů s vysokým stupněm automatické regulace kultivačních podmínek. Kultury mikrořas jsou používány pro různé druhy biosyntéz. Na vysoce hodnotné sloučeniny mikrořas, poukazují také Barsanti a Gualtieri (2006). Zmiňují karotenoidy jako je  $\beta$ -karoten, astaxanthin, PUFA jako je DHA a EPA a polysacharidy jako je  $\beta$ -glukan. Po-Fung a Feng (2005)

---

prokázali, že zelená mikrořasa *Chlorella zofingiensis* má schopnost heterotrofního růstu a syntetizovat astaxanthin ve tmě.

Mikroskopické řasy hrají klíčovou roli jako udržitelný a bohatý zdroj přírodních antioxidačních sloučenin. V současné době je tento vývoj trhu omezen vysokými náklady na produkci biomasy, kvůli velkému množství vody a živin potřebných pro kultivaci mikroskopických řas. Bylo prokázáno, že tuto bariéru by mohly překonat mikrořasy kultivované v odpadních vodách obsahujících živiny. Existuje však naléhavá potřeba prozkoumat, jak médium odpadní vody ovlivňuje antioxidační vlastnosti mikroskopických řas (Qiu *et al.*, 2020). Odpadní voda bohatá na organický uhlík, dusík a fosfor může sloužit jako vhodný zdroj uhlíku a živin pro celoroční produkci mikrořas. Vědecké studie naznačují, že některé jednobuněčné mikrořasy, jako *Chlorella sp.* a *Scenedesmus sp.*, jsou vysoce tolerantní k prostředí odpadních vod a účinně odstraňují biogenní sloučeniny (Szwarc *et al.*, 2019).



**Obrázek 3: Bioreaktory pro produkci *Chlorella vulgaris* (Kose *et al.*, 2017)**

Kultivace řas se začala rozvíjet od konce 19. století a počátku 20. století, zatímco masové kultivování mikrořas se začalo rozvíjet od roku 1910 kultivací *Chlorella sp.* pro účely akvakultury v Berlíně, v Německu (Preisig a Andersen, 2005).

Alternativou k otevřeným nádržím pro velkovýrobu mikrořasové biomasy jsou fotobioreaktory. Termín „fotobioreaktor“ se používá k označení pouze uzavřených systémů, které neumožňují přímou výměnu plynů nebo kontaminantů mezi kulturou řas, kterou obsahují, a atmosférou. Existují různé kategorie fotobioreaktorů, jako

---

jsou axenické fotobioreaktory; trubkové nebo ploché fotobioreaktory; horizontální, nakloněné, vertikální nebo spirálové fotobioreaktory. Většina z nich jsou malé systémy, pro které se experimentovalo často uvnitř budov a jen málo z nich bylo převedeno na komerční úroveň. V posledních letech bylo dosaženo výrazně vyšší fotosyntetické účinnosti a vyššího stupně spolehlivosti systému, zejména díky pokroku v pochopení dynamiky růstu a požadavků mikrořas v podmínkách hromadné kultivace (Barsanti a Gualtieri, 2006).

Kvalita bílkovin je určena hodnotami biologické dostupnosti. V konečném důsledku lze proteinové hydrolyzáty z mikrořas a sinic nahradit konvenčními vaječnými, mléčnými a obilnými proteiny jako spolehlivým a udržitelným zdrojem (Kose et al., 2017).



**Obrázek 4: Neošetřený vzorek (a), hydrolyzovaná biomasa (b), zbytková buněčná biomasa (c) (Kose et al., 2017)**

První obrázek (4a) má tmavě zelenou barvu, což je neupravený vzorek surové biomasy. Tato forma biomasy může být také využita ve formulacích pro jednobuněčné proteinové doplňky. Ve studii Kose et al., (2017) využili pankreatické trávení k narušení buněčné integrity a získání proteinových hydrolyzátů. Touto metodou se ztrácí zelená barva specifická pro řasy a místo toho se tvoří nažloutlý prášek (obrázek 4b), který je bohatý na bílkoviny. Zbytkovou biomasu (obrázek 4c) lze také získat a použít v několika dalších průmyslových odvětvích. Uplatnění nalezne v akvakultuře nebo jako hnojivo. Vzhledem k náročnosti celého procesu se i hydrolyzovaná biomasa vyplatí být vstupem v několika dalších průmyslových odvětvích (Kose a Oncel, 2015).

Hlavní nevýhodou metod pro studium, zpracování a využití řas je vícestupňové a iracionální využití surovin, kdy se některé složky, jako je lipidová frakce, polyfenoly nebo vláknina, stávají výrobním odpadem. Další nevýhodou těchto metod je použití

---

toxických a drahých organických rozpouštědel pro odtučnění biomasy a získání přípravků z lipofilních látek. Zpracování řas a výroba biologicky aktivních látek pomocí organických rozpouštědel (hexan, chloroform atd.) může vést ke znečištění životního prostředí a mít toxický účinek na člověka. V současnosti byly pro studium koloidních vlastností polysacharidů řas zkoumány pěnотvorné, povrchově aktivní, gelotvorné, zahušťovací, reologické, sorpční a kompoziční vlastnosti. Pro studium fyzikálních vlastností řasových polysacharidů byly zkoumány následující: elektrické a magnetické konstanty, elektrický odpor, koerzivní síla, zbytková indukce, odpor, vodivost, kapacita, indukčnost na jednotku objemu řas atd. Studie interakcí sekundárních metabolitů řas v buněčných systémech mohou poskytnout užitečné informace o molekulárních mechanismech účinku a parametrech, jako jsou požadavky na dávku, účinnost a biologická dostupnost. Další studie o interakcích mezi strukturou a aktivitou by rozšířily vyhlídky výzkumu a poskytly by pohled na syntézu derivátů přírodních produktů z řas, které mohou být slibnými složkami pro výrobu léčiv (Enzing *et al.*, 2014; Udayan *et al.*, 2017; Ito *et al.*, 2018; Fernando *et al.*, 2020).

Při nesprávném čištění nebo zpracování řas se mohou hromadit těžké kovy a jód. Dalším aspektem bezpečnosti potravin je i riziko obsahu toxinů, alergenů, patogenů a pesticidů. Tato rizika však závisí na stanovišti (Van der Spiegel *et al.*, 2013).

Odhaduje se, že rostoucí globální populace spolu s rostoucím blahobytem zvýší dopad současného globálního potravinového systému na životní prostředí o 50-90 % (Springmann *et al.*, 2018). V současné době celosvětový prodej produktů z mikrořas neustále roste a do roku 2028 dosáhne prodej přibližně 5 miliard USD (De Souza *et al.*, 2020). Sathasivam *et al.* (2019) uvádí souvislosti s intenzifikací zemědělské výroby a prudkým nárůstem antropogenních vlivů na životní prostředí včetně půdního pokryvu.

Zkoumání dietetické hodnoty *Chlorella* sp. pro lidské zdraví bylo zahájeno na počátku 50. let 20. století, kdy *Chlorella* sp. začala být užívána jako zdroj potravy uprostřed celosvětové potravinové krize (Montoya *et al.*, 2014). *Chlorella* sp. se nejprve produkovala a konzumovala v Asii, hlavně v Japonsku, a poté se začala využívat jako doplněk stravy po celém světě (Rani *et al.*, 2018). *Chlorella* sp. se vyrábí komerčně pro použití v potravinách a jako zdroj jejích vnitřních sloučenin. *Chlorella vulgaris* a *Chlorella pyrenoidosa* jsou pomocí velkoplošné kultivační technologie připravovány jako komerční zdroje pro doplňky stravy (De Ortega *et al.*, 1986). Studie prokázaly, že buňky *Chlorella* sp. obsahují různé živiny a bioaktivní sloučeniny, které podporují



---

lidské zdraví a předcházejí určitým nemocem (Rani *et al.*, 2018; Ru *et al.*, 2020), což naznačuje, že přírodní sloučeniny odvozené z *Chlorella* sp. mohou poskytnout náhradu za syntetické sloučeniny nebo léky. Obsah přírodních látek se výrazně liší za různých kultivačních podmínek a dle druhů *Chlorella* (Shukla *et al.*, 2013; Ward a Rehmann, 2019). Studie Bito *et al.* (2020) uvádí aktualizované informace o řase *Chlorella* sp., jejím obsahu živin a bioaktivních sloučeninách, které podporují lidské zdraví. V současnosti jsou však dostupné omezené informace o bioaktivních látkách odpovědných za její farmakologické aktivity, což může být způsobeno synergickými účinky různých živin a antioxidačních sloučenin v této řase. *Chlorella vulgaris* má velký ekonomický potenciál, protože její biochemické složky mají širokou škálu aplikací v různých oblastech. Studie Ru *et al.* (2020) shrnuje některé z růstových parametrů, které lze upravovat za účelem zvýšení produkce biomasy a metabolitů *Chlorella vulgaris*, zejména lipidů. *Chlorella vulgaris* může být kultivována za optimálních podmínek pro poskytnutí vysokého výtěžku zajímavých produktů s nízkými náklady. Lidé nemohou trávit buňky *Chlorella* sp. v jejich přirozeném stavu, protože jejich buněčné stěny jsou z celulózy. Proto jsou buněčné stěny ve většině doplňků stravy mechanicky rozrušovány. Studie na zvířatech prokázala, že více než 80 % proteinů *Chlorella* sp. je stravitelných (Komaki *et al.*, 1998). Různé podmínky pro růst, jako je teplota, složení živin a dostupnost světla, mohou snadno změnit obsah biomasy, makroživin, mikroživin a dalších cenných bioaktivních látek, včetně antioxidantů v *Chlorella* sp. (Chiu *et al.*, 2015; Mao *et al.*, 2018; Panahi *et al.*, 2019).

### **1.5 Použití mikroskopických řas ve výkrmu prasat**

Alternativní krmné složky, jako jsou mikroskopické řasy, mohou být udržitelnější ve srovnání s konvenčními krmivy, které potřebují velké množství orné půdy (Boskovic *et al.*, 2022). Dle Chaves *et al.* (2021) bylo vynaloženo značné úsilí k rozvoji alternativních udržitelných zdrojů. Mikrořasy představují alternativní, udržitelný zdroj bílkovin a vlákniny pro hospodářská zvířata, díky své vysoké nutriční hodnotě, obsahu esenciálních aminokyselin, stravitelných bílkovin, vitamínů, minerálních látek, karotenoidů, mastných kyselin, zejména n-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem. Zdraví prospěšné účinky charakterizující mikrořasy je antioxidační aktivita, vlastnosti stimulační imunitní systém a přínos pro střevní mikroorganismy (Kibria a Kim, 2019).

Mikroskopické řasy se používají v akvakultuře jako živá krmiva pro všechna růstová stadia mlžů (ústřice, hřebenatky, škeble a slávky), pro larvální, juvenilní stadia

---

korýšů a některých druhů ryb. K nutriční hodnotě mikroskopických řas může přispívat několik faktorů, včetně jejich velikosti a tvaru, stravitelnosti (související se strukturou a složením buněčné stěny), biochemického složení (živiny, enzymy a toxiny, pokud jsou přítomny) a požadavků na krmení zvířat. Protože byly prokázány biochemické rozdíly v hrubém složení mezi mikrořasami a mastnými kyselinami, mnoho studií se pokusilo korelovat nutriční hodnotu mikrořas s jejich biochemickým profilem. Výsledky z experimentů s krmením, které testovaly mikroskopické řasy lišící se v konkrétních živinách, je však často obtížné interpretovat kvůli matoucím účinkům jiných živin mikroskopických řas. Na prospěšnost moučky z mikrořas poukázal pokus zahrnující dvě skupiny ovcí (každá po 90 ovcích). Pokus ukázal na ovce, které byly krmeny moučkou z mikrořas po dobu 2 let, si mnohem lépe udržely svou váhu během zimního krmení a také zvýšily produkci vlny (Barsanti a Gualtieri, 2006).

*Chlorella* sp. se vyznačuje relativně snadnou kultivací s vysokou produktivitou a obsahuje vysoký obsah bílkovin, chlorofylu, luteinu a dalších nezbytných mikroživin (Jeon *et al.*, 2012; Buono *et al.*, 2014). Předmětem zájmu je tzv. *Chlorella* růstový faktor (CGF), který je bohatý na aminokyseliny, peptidy, vitamíny, minerální látky a nukleové kyseliny. Různé produkty na bázi *Chlorella* sp. včetně sušené formy, fermentované formy a ve formě extraktů *Chlorella* sp., jsou v současné době zaváděny jako přísada do krmiv. *Chlorella* sp. je využívána jako doplněk krmiva pro své příznivé účinky, především pro růst, imunomodulaci, antioxidační aktivitu či obnovu tkání. Dle Jeon *et al.* (2012) a An *et al.* (2014) sušená forma *Chlorella* sp. přidaná do diety nosnic zlepšila kvalitu vajec a zvýšila obsah luteinu ve vaječných žloutcích. Studie An *et al.* (2016) uvádí, že sušená forma neovlivňuje koncentraci plazmatického triacylglycerolu a cholesterolu u nosnic a potvrzuje tak předchozí studii Kotrbáčka *et al.* (2013). Na druhou stranu *Chlorella* sp. vykazovala hypocholesterolemický účinek při mírné hypercholesterolemii dospělých lidských jedinců (Ryu *et al.*, 2014). *Chlorella* sp. v nízkých koncentracích v krmivu prospívá růstovým parametrům drůbeže. Využití mikrořas jako přísady do krmiva je vhodnou alternativou ke kukuřici a sóji, čímž zmírňuje současnou konkurenci mezi potravinářským, krmivářským a biopalivovým průmyslem.

*Chlorella* sp. obsahuje v rozmezí 50-60 % bílkovin v sušině, kvalitou podobnou droždí, sójové mouce a mléčné bílkovině. Důležitými živinami v mikrořasách jsou také sacharidy (Kovač *et al.*, 2013). Sacharidy tvoří největší podíl ve stravě hospodářských zvířat a jsou hlavními přispěvateli energie pro zvířata a bachorovou mikroflóru,

---

přičemž hrají důležitou roli při udržování zdravého gastrointestinálního traktu. Sacharidy z mikrořas obvykle obsahují velký podíl vlákniny (Gutiérrez-Salmeán *et al.*, 2015), která může být prospěšná pro střevní mikroflóru zvířat. Další neocenitelnou živinou jsou také lipidy mikroskopických řas. Nedostatečný příjem n-3 LC PUFA s dlouhým řetězcem, které jsou prospěšné pro zdraví, jako jsou EPA a DHA, činí tyto živiny nezbytnými ve stravě a zvyšují zájem o obohacení krmiv. Mořské mikroskopické řasy, jako primární producenti jsou bohaté na tyto bioaktivní sloučeniny a jsou tak perspektivním zdrojem n-3 LC PUFA (Adarme-Vega *et al.*, 2012). Na trhu již lze nalézt slepičí vejce obohacená o DHA (Bruneel *et al.*, 2013) a kravské mléko obohacené o n-3 LC PUFA, tyto mastné kyseliny se získávají z různých druhů mikrořas, které se podávají do diety hospodářským zvířatům (Raposo *et al.*, 2013).

Tkáně z monogastrických zvířat, jako jsou prasata a drůbež, jsou náchylné ke změnám MK prostřednictvím úpravy stravy, což je strategie pro zvýšení n-3 MK v jejich produktech. Přídavek n-3 LC-PUFA však může vést k nepříznivým účinkům, zejména zvýšením peroxidace lipidů v masných výrobcích. Peroxidace lipidů snižuje nutriční hodnotu masa a také vytváří oxidační produkty (malondialdehyd a těkavé sloučeniny), které způsobují nepříjemnou chuť a změny barvy (Morrissey *et al.*, 1998). Pro omezení těchto nežádoucích změn někteří autoři obhajují omezení obsahu PUFA ve výkrmu prasat a drůbeže anebo jejich spojení s antioxidanty, jako je vitamín E a selen (Wood *et al.*, 2004). Jak již bylo zmíněno, mikroskopické řasy obsahují vysoké množství n-3 LC-PUFA a představují tak nevyužitý přírodní zdroj se známými blahodárnými zdravotními účinky pro lidi i zvířata (Calder *et al.*, 2012).

Ve studii (Furbeyre *et al.*, 2017) byl prokázán potenciální účinek suplementace mikrořas na vývoj střev, a zejména druhu *Chlorella* na zvládnutí mírných poruch trávení, aniž by byla ohrožena stravitelnost živin. U prasnic dietní zařazení *Chlorella* spp. (0,0002 %) nemělo žádný vliv na hmotnost, hmotnost jatečně upraveného těla, svalovinu a tloušťku hřbetního tuku (Baňoch *et al.*, 2012). Naopak zahrnutí fermentované *Chlorella* sp. na úrovni 0,1 % by mohla zlepšit růst, stravitelnost živin a složení střevní mikroflóry u prasat (Yan *et al.*, 2012).

Jódem obohacená *Chlorella* spp. použitá v suplementaci, prokázala, že zadržuje jód ve svalové tkáni ve vyšší míře než anorganický jodid draselný. Koncentrace jódu v mase však byly stále nízké, aby mohly být považovány za relevantní zdroj jódu ve výživě lidí (Baňoch *et al.*, 2012).

---

Alfaia *et al.* (2021) s použitím *Chlorella vulgaris* (10 %) v krmivu pro brojlery, detekovali mírné zlepšení kvality masa a nutriční hodnoty lipidů se zvýšeným celkovým obsahem karotenoidů, nažloutlostí a křehkostí v prsní a stehenní svalovině. Tyto nálezy byly zjištěny také prostřednictvím vyšší úrovně začlenění jiných mikrořas (Pestana *et al.*, 2020). Oh *et al.* (2015) studovali fermentovanou *Chlorella vulgaris* jako doplněk (0,1 a 0,2 %) ve výkrmu drůbeže a zjistili zlepšení v kachním mase, jako je zvýšená žlutost masa prsní svaloviny, světlejší a žlutější maso stehenní svaloviny, stejně jako zvýšené pH a zadržování vody v prsní svalovině, ale ne ve stehenní svalovině.

## 1.6 Vepřové maso

Předpokládá se, že celosvětová spotřeba masa vzroste v roce 2030 o 14 %, zejména drůbežního a vepřového masa (OECD, 2021). Vepřové maso je celosvětově jedním z nejčastěji konzumovaných mas a nejběžněji konzumovaným v Evropě. Jde tedy o důležitý zdroj bílkovin a tuků pro lidskou stravu. Nutriční hodnota lipidů tohoto masa je však nízká kvůli nízkým hladinám prospěšných n-3 polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (n-3 LC-PUFA), EPA a DHA (Madeira *et al.*, 2013). V posledních letech se proto vědecká komunita snaží zlepšit senzoryckou kvalitu a nutriční hodnotu vepřového masa kontrolou jeho profilu MK (Hocquette *et al.*, 2010). Pro srovnání, drůbeží maso, také široce konzumované po celém světě, poskytuje vysoce kvalitní bílkoviny a nízké množství tuku, což je prospěšné pro lidskou výživu a zdraví (Costa *et al.*, 2021).

Maso je jednou z tradičních a základních potravin. Genom člověka a jeho fyzická stavba je již po dobu asi 4,5 milionů let adaptována na stravu s obsahem masa. Člověk je závislý na zdrojích látek obsažených v mase, které je velmi bohatým a univerzálním zdrojem živin a energie (ČTTP; Katina a Kšána, 2012). Vzhledem k rozdílům ve složení svalových partií (částí) a dokonce i jednotlivých svalů uvnitř jedné partie prakticky není možné zjednodušeně popsat biochemické složení vepřového masa. S pomocí intervalového vyjádření lze uvést, že maso obsahuje 35 až 75 % vody, 10 až 23 % bílkovin, 4 až 55 % tuku, malý podíl sacharidů, minerálních látek (železo, draslík, hořčík, vápník, zinek) a vitaminů (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>12</sub>, A, D, E). Vepřové maso pro výsek, podle kterého v ČR musí být v prodeji označeno vepřové výsekové maso, rozlišuje řadu částí a jejich kombinací vzhledem k použitému stupni dělení vepřové půlky (ČTTP; Katina a Kšána, 2012). Vepřové maso je obecně uznáváno jako potravina s

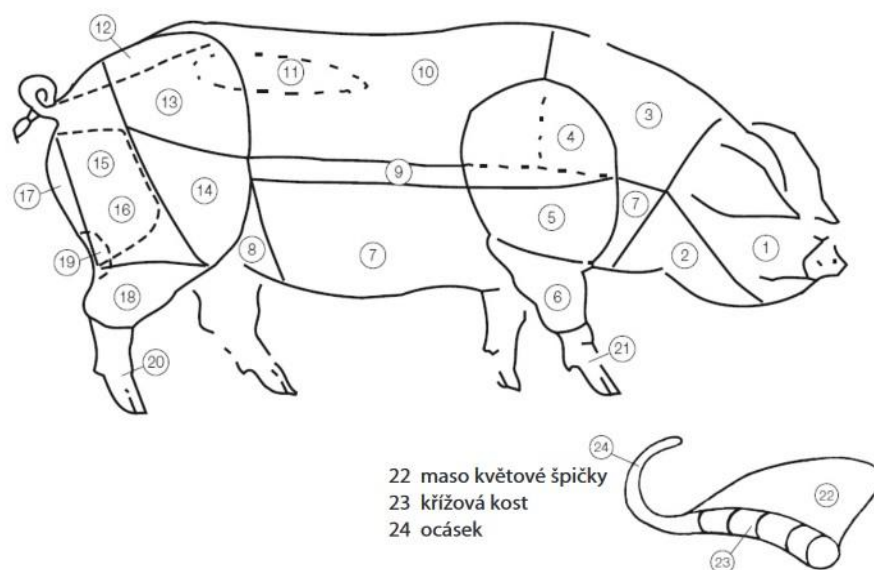
---

relevantními nutričními vlastnostmi pro svůj obsah vysoce biologicky hodnotných bílkovin, vitamínů skupiny B, minerálních látek, zejména hemového železa, stopových prvků a dalších bioaktivních sloučenin. Vepřové maso ale také přispívá k příjmu tuků, nasycených mastných kyselin, cholesterolu a dalších látek, které v nevhodném množství mohou mít negativní fyziologické účinky. Existují však relevantní faktory ovlivňující obsah mnoha těchto látek a taková variabilita by měla být brána v úvahu. Genetika, věk, a dokonce i typ svalů mají relevantní vliv na množství tuku a obsah hemového železa. Také složení triacylglycerolů v mastných kyselinách je velmi citlivé na obsah obilovin v krmivu, například polynenasycené mastné kyseliny se mohou pohybovat od 10 % do 22 % ve vepřovém mase. Obsah dalších živin, jako jsou vitamíny E a A, také závisí na typu krmiva. Některé bioaktivní látky jako koenzym Q<sub>10</sub>, taurin, glutamin, kreatin, kreatinin, karnosin a anserin vykazují velkou závislost na typu svalu (Reig *et al.*, 2013).

### **1.6.1 Národní legislativní požadavky na vepřové maso**

Na úvod je nutné zmínit zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon) a zákon o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů (zákon č. 110/1997 Sb.). Maso musí být jednoznačně označeno živočišným druhem nebo podle živočišného druhu, ze kterého pochází. Vepřové maso zahrnuje maso prasat určených k výkrmu, maso prasníc a maso selat. Tento požadavek je společně s členěním masa na druh a skupiny uveden v příloze č. 2 ve vyhlášce č. 69/2016 Sb. Požadavky jsou předloženy pro přehled v tabulkách 8 a 9 v závěrečné kapitole Přílohy.

Pro výsekové, čerstvé, opracované maso je k dispozici platná technická norma ČSN 57 6540 (576540) Vepřové maso pro výsek.



1 hlava	8 paždík	15 spodní šál
2 lalok	9 šněrovačka	16 vrchní šál
3 krkovice	10 pečeně, kotleta	17 váleček
4 plec	11 panenská svíčková, panenka	18 zadní kolena
5 ramínko	12 kost křížová s ocáskem, ocásek	19 karabáček
6 přední koleno	13 květová špička	20 zadní nožička
7 bok, bůček	14 oříšek	21 přední nožička

**Obrázek 5: Vepřové maso pro výsek (ČTPP; Katina a Kšána, 2012)**

Základní dělení vepřového masa na kulinárně využitelné části znázorňuje obrázek 5. Základní technologické celky vepřového masa jsou uvedeny v příloze č. 3 k vyhlášce č. 69/2016 Sb. Konkrétní příloha vyhlášky je k dispozici v kapitole Přílohy (tabulka 10). Vyhláška č. 69/2016 Sb. pojednává o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.

### 1.6.2 Produkce vepřového masa

Podle údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ) bylo k 1. 4. 2022 v ČR chováno 1 432 824 ks prasat, z toho 80 756 ks prasnic. V roce 2021 bylo v ČR poraženo 2 348,6 tisíc prasat a vyrobeno 217 008 tun vepřového masa. Mladá prasata se ve zvýšené míře vyvážela do Rakouska, jatečná našla větší uplatnění v Polsku (MZe ČR; Nevečeřalová, 2022).

### 1.6.3 Spotřeba vepřového masa v ČR a ve světě

Spotřeba masa se v ČR mezi roky 2019 a 2020 zvýšila o 0,8 kg na 84,0 kg na obyvatele, z toho podíl vepřového činil 51,7 %, drůbežího 35,5 % a hovězího 10,5 %. Spotřeba vepřového se od přelomu tisíciletí držela dlouho na úrovni okolo 41 kg a mírně

---

narůstá až v posledních letech. V roce 2020 dosáhla 43,4 kg na obyvatele (MZe ČR; Nevečeřalová, 2022). Česká republika je v produkci vepřového masa dlouhodobě nesoběstačná. V roce 2021 činila míra soběstačnosti 51,2 %, a oproti roku 2020 se ještě snížila. Při dlouhodobém sledování soběstačnost v komoditě vepřové maso poklesla od roku 2011 o 18,8 % (MZe ČR; Nevečeřalová, 2022).

Světová spotřeba vepřového masa se v roce 2021 zvýšila. V porovnání s rokem 2020 byla vyšší o 10,7 % (tj. o 10,2 mil. t) a dosáhla úrovně 105,2 mil. t. Příčinou byl nárůst spotřeby hlavního světového konzumenta Číny, meziročně o 21,4 %, tj. o 8,9 mil. t. Tato nejlidnatější země má roční spotřebu 50,4 mil. t a téměř 48% podíl z celkové globální spotřeby vepřového masa. Důvodem vyšší spotřeby byla dostatečná nabídka čínské produkce a klesající ceny vepřového masa (MZe ČR; Nevečeřalová, 2022).

V dalších významných producentských zemích došlo v roce 2021 k omezení spotřeby vepřového masa. Například ve Spojených státech se spotřeba snížila o 2,3 % (-0,24 mil. t) (MZe ČR; Nevečeřalová, 2022). Z tabulky 2 lze vysledovat mírný pokles spotřeby vepřového masa v Japonsku, v Jižní Koreji a v Kanadě.

**Tabulka 2: Spotřeba vepřového masa ve světě v letech 2018-2022 (tisíc tun)  
(MZe ČR; Nevečeřalová, 2022)**

Země	2018	2019	2020	2021 předp.	2022 odhad	2021/2020 (v %)
Čína	55 295	44 866	41 521	50 400	53 600	21,4
EU	19 654	18 894	18 201	18 780	18 780	3,2
USA	9 747	10 066	10 034	9 799	9 902	-2,3
Rusko	3 202	3 363	3 468	3 528	3 550	1,7
Brazílie	3 043	3 116	2 949	3 032	3 098	2,8
Japonsko	2 774	2 714	2 732	2 730	2 765	-0,1
Vietnam	2 869	2 493	2 687	2 884	2 965	7,3
Mexiko	2 116	2 159	2 052	2 220	2 365	8,2
Jižní Ko- rea	2 001	2 011	1 976	1 919	2 003	-2,9
Filipíny	1 883	1 806	1 281	1 499	1 374	17,0
Kanada	913	947	858	851	960	-0,8
Hong Kong	539	405	441	470	490	6,6
ostatní	7 031	7 035	6 853	7 133	7 228	4,1
<b>Celkem</b>	<b>111 067</b>	<b>99 875</b>	<b>95 053</b>	<b>105 245</b>	<b>109 080</b>	<b>10,7</b>

Poznámka: Údaje za svět celkem jsou pouze za sledované země

#### 1.6.4 Jakost vepřového masa

Jakost masa je ovlivňována stejně jako masná užitkovost (přírůstky, konverze živin aj.) stejnými faktory. Svou nezastupitelnou roli zde hrají genetika (druh zvířat, plemeno, stáří, pohlaví), výživa (kvalitativní i kvantitativní stránka) a prostředí (Steinhauser *et al.*, 2000). Hovorka *et al.* (1983) definuje jakost masa jako soubor senzoryckých, výživových, hygienických, toxikologických a technologických vlastností. Vliv zoohygienických faktorů se podílí na jakosti a zdravotní nezávadnosti masa přímo nebo nepřímo ovlivňováním pohody a základních produkčních ukazatelů zvířat, tj. přírůstky, konverze živin, zdravotní stav (Steinhauser *et al.*, 2000).

Konstantní krmení prasat ustájených v optimálním rozsahu teplot vede k nasazení nižšího podílu tuku a vyššího podílu masa. Je zajímavé, že u prasat ustájených v chladném prostředí dochází k menší produkci tuku ve srovnání s prasaty, chovanými v horkém prostředí. Obecně můžeme říci, že zvířata chovaná v chladu mají měkčí depotní tuky s větším obsahem nenasycených mastných kyselin (ledvinový i podkožní tuk). Při nízkých teplotách prostředí je zásobní tuk i tuk intramuskulární tužší, což ovlivňuje chuťové vlastnosti masa, svalovina je červenější. Při vysokých teplotách dochází ke sníženému ukládání bílkovin. Držení zvířat ve tmě negativně ovlivňuje biologickou



---

hodnotu svaloviny. Nedostatečná intenzita výměny vzduchu ve stájích je významným predispozičním faktorem syndromu prasat, který zapříčiňuje mimo jiné zvýšený počet konfiskátů plic (Steinhauser *et al.*, 2000).

Steinhauser *et al.* (2000) dále uvádí vliv intenzity možného pohybu u volně ustájených zvířat na zvýšení množství myoglobinu a zvýšení intenzity červené barvy masa. Dalším faktorem ovlivňujícím kvalitu masa je onemocnění zvířat. Při horečnatých stavech klesá ztučňelost masa, v parenchymatózních orgánech a svalovině se zdržují ionty chlóru a ionty sodíku. Dochází k hydrémii svaloviny, která se stává vlhkou. Chronická onemocnění vedou často k hubnutí zvířat s negativním dopadem na kvalitu masa. Z faktorů životního prostředí, které přímo negativně ovlivňují zdraví zvířat a následně také jakost masa, ale i jeho zdravotní nezávadnost, to jsou biologická agens (patogenní mikroorganismy, plísně, parazité), chemická agens (pesticidy, těžké kovy) a z fyzikálního působení je to například radiace (Steinhauser *et al.*, 2000).

Abychom jakost masa mohli podrobněji hodnotit a abychom z hodnocení mohli zpětně vyvozovat potřebná opatření pro zlepšení jakosti, volíme tomu odpovídající systémy (Ingr, 1988). Následující schéma od počátečního stanovení jakostních znaků, jako nejmenších jednotek, přes vyšší jednotky (jakostní charakteristiky) až po výslednou jakost vepřového masa demonstruje Ingr (1988):

jakostní znaky → jakostní charakteristiky → výsledná jakost masa

Mezi nejzávažnější problémy jakosti vepřového masa ve světě i u nás patří nesporně výskyt vepřového masa s odlišným průběhem biochemických postmortálních změn, zejména výskyt, detekce a prevence jakostních odchylek typu PSE (Ingr, 1988). Maso typu PSE je světlé, měkké a vodnaté, často způsobující ekonomické ztráty. Eliášová *et al.* (2017) uvádějí odchylku PSE masa, jako jeden z nejčastějších problémů ovlivňující kvalitu vepřového masa. U tohoto typu masa (PSE) je kvalita zpracování nižší než u normálního vepřového masa. Vzhledem k tomu, že vepřové maso typu PSE je zřídka považováno za přijatelné spotřebitelem, společností zpracovávajícím maso může způsobit velké ekonomické ztráty. Rychlost posmrtné glykolýzy hraje důležitou roli při tvorbě PSE vepřového masa kvůli související akumulaci kyseliny mléčné a sníženému pH (Van de Perre *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2020).

### 1.6.5 Kvalitativní znaky masa

Vysoké požadavky na maso jako surovinu ukazují na to, že se na trhu požaduje nejen více masa, ale že se musí jednat i o vysoce kvalitní surovinu. Kvalitativní požadavky se liší podle různých hledisek. Jiné požadavky jsou na maso pro přímý konzum, jiné

---

požadavky má potravinářská chemie, zpracovatelský průmysl, gastronomie, fyziologie výživy, hygiena apod. Vedle jatečné hodnoty, která přihlíží k hodnotě poraženého zvířete, je třeba sledovat fyzikální ukazatele kvality. Z hlediska kvalitativních znaků masa jsou nejvýznamnější: barva, šťavnatost, jemnost, chuť a vůně (Hovorka *et al.*, 1983). Kvalita masa je hodnocena klasickými metodikami, ale v posledních letech je spojena s inovativními metodami, která umožňuje analýzu tkáňového metabolismu na molekulární úrovni za účelem pochopení znaků kvality masa (Ribeiro *et al.*, 2021).

U zdravých zvířat v dobré kondici se dá předpokládat, že v okamžiku porážky je svalovina a tkáň jatečných zvířat prakticky sterilní. Technologické operace při porážení prasat však svalovinu a orgány kontaminují. Přítomné mikroorganismy se na povrchu masa postupně množí a během uchovávání masa se významně podílí na jeho kažení. Proto je snahou veškeré technologické operace porážení po stránce hygienické modifikovat tak, aby kontaminace mikroorganismy byla co nejmenší (Steinhauser *et al.*, 2000). Zou *et al.* (2022) uvádí dva klíčové ukazatele pro hodnocení čerstvosti vepřového masa a zmiňuje čerstvé vepřové maso jako náchylné ke zkažení během skladování, přepravy a prodeje, což má za následek sníženou čerstvost. Celkový počet mikroorganismů a obsah celkového těkavého bazického dusíku (TVB-N) jsou klíčovými ukazateli pro hodnocení čerstvosti čerstvého vepřového masa, a když dosáhnou nepřijatelných limitů, je bezpečnost potravin vážně ohrožena.

#### **1.6.6 *Chlorella* sp. a její přínos na kvalitu vepřového masa**

Kvalita vepřového masa je multidimenzionální a zahrnuje různé atributy: hodnota jatečně upravených těl, organoleptické, nutriční a technologické vlastnosti. Zahrnuje také kulturní, etické (včetně dobrých životních podmínek zvířat) a environmentální dimenze související s produkcí vepřového masa, včetně zeměpisného původu, které všechny ovlivňují společenské vnímání vepřového masa. Kvalita vepřového masa zahrnuje řadu atributů souvisejících s vlastnostmi samotného produktu a podmínkami, za kterých se vepřové maso produkuje. Každý z těchto atributů je ovlivněn různými individuálními faktory, od genetiky prasat až po kulinární přípravu vepřového masa ke konzumaci. Široká škála produktů vepřového masa vede k různým a specifickým očekáváním kvality v závislosti na produktu a příslušných zainteresovaných stranách sektoru: výrobci, balírna, jatka, zpracovatelé, distributoři, spotřebitelé (Lebret *et al.*, 2022).

---

Omega-3 (n-3) a omega-6 (n-6) mastné kyseliny jsou nezbytné pro lidské zdraví a musíme je přijímat prostřednictvím potravy, proto se jim říká esenciální mastné kyseliny. Mezi n-3 polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) patří  $\alpha$ -linolenová kyselina (18:3; ALA), kyselina eikosapentaenová (20:5; EPA) a kyselina dokosaheptaenová (22:6; DHA), které jsou účinné při prevenci kardiovaskulárních onemocnění populace (Eslick *et al.*, 2009; Cottin *et al.*, 2011). *Chlorella vulgaris* obsahuje n-3 mastné kyseliny, jako je kyselina  $\alpha$ -linolenová (18:3), a tvoří kolem 28 % obsahu celkových mastných kyselin. Omega-6 mastné kyseliny tvoří 10 % celkových mastných kyselin (Matos *et al.*, 2015).

Toumi *et al.* (2022) se ve studii zabývali získáním dvou olejových frakcí z mikrořasy *Chlorella sorokiniana*. Frakci bohatou na EPA a DHA získali ze suché biomasy mikrořas pomocí extrakce, komplexace močoviny, frakcionace a esterifikace glycerolem. K posouzení kvality konečného produktu použili analytické a organoleptické metody. Výsledky ukázaly, že metoda komplexace močoviny umožnila získání dvou lipidových frakcí s různými profily mastných kyselin. Frakce s komplexem močoviny obsahovala většinu nasycených mastných kyselin (54,46 % a tak by mohla najít uplatnění v biopalivech nebo potravinářském průmyslu. Frakce nekomplexovaná močovinou byla bohatá na polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) (81 %), zejména polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, jednalo se o EPA (16,52 %) a DHA (35,08 %). *Chlorella* sp. je tedy významným zdrojem esenciálních mastných kyselin.

Flavonoidy, sekundární metabolity rostlin, se podílejí na fotosyntéze, růstu nebo na obraně proti patogenům (Khalid *et al.*, 2019). Extrahované flavonoidy ve studii Yadavalli *et al.* (2022), vykazovaly maximální hodnoty 138  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  v autotrofním režimu *Chlorella pyrenoidosa*, následovanými *Chlorella vulgaris* v mixotrofním režimu s obsahem extrahovaných flavonoidů 118  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ . V obou vzorcích řas byly nalezené flavonoidy jako je kvercetin, katechin a kyselina *p*-kumarová. Vzhledem k rychlému růstu a rozmanitosti pigmentů přitahují mikrořasy velký zájem jako přírodní barvivo. Druhy *Chlorella* obsahují různé typy pigmentu, včetně astaxanthinu (červený),  $\beta$ -karotenu a violaxanthinu (oranžový), luteinu (žlutý), chlorofylu-*a* a chlorofylu-*b* (zelený) a feofytinu- $\alpha$  (zelenošedý), (Romero *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020).

### **1.6.7 Využití NIR spektroskopie při laboratorním hodnocení vepřového masa**

Cílem laboratorního hodnocení masa je definovat pomocí hlavně objektivních metod co možno nejpřesněji jakost masa. Výživná hodnota je dána obsahem bílkovin, tuku,

vitaminů, sacharidů, minerálních látek, stopových prvků a biologickou hodnotou. Mezi technologické vlastnosti patří schopnost masa vázat přidanou vodu, obsah volné vázané vody, konzistence, pH, obsah pojivové tkáně a šlach, obsah a jakost tuku (Hovorka *et al.*, 1983). Tabulka 3 znázorňuje procentuální obsah vody, tuku a bílkovin ve vepřovém mase (technologický celek pečeně) ve dvou kategoriích hmotnosti.

**Tabulka 3: Laboratorní vyšetření masa prasat v kategorii hmotnosti 108 a 127 kg v živém (Hovorka *et al.*, 1983)**

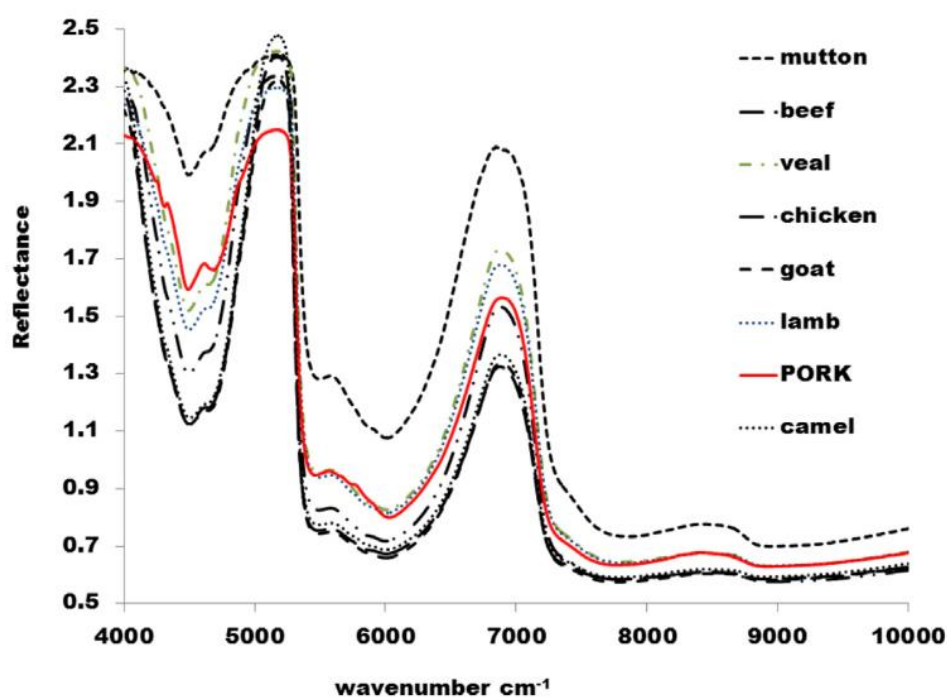
	Hmotnost v živém	Obsah		
		vody	tuku	bílkovin
Část	v kg	v %	v %	v %
Pečeně	108	59,64	20,52	18,84
Pečeně	127	58,23	22,24	18,53

Blízká infračervená spektroskopie (NIRS) je citlivá, rychlá a nedestruktivní analytická technika s jednoduchostí přípravy vzorků. Metoda je vhodná pro použití při kvantitativní a kvalitativní analýze kvality a falšování masa a masných výrobků, jako je hovězí maso, vepřové maso, drůbež a mořské plody (Jiang *et al.*, 2017). Blízká infračervená spektroskopie je analytická technika, která využívá zdroj emitujícího záření známé vlnové délky (obvykle 800-2500 nm) a umožňuje získat kompletní obraz organického složení analyzovaného materiálu (Van Kempen, 2001). Spektroskopie v NIR oblasti se v potravinářství a zemědělství jako jediných oborech uplatňuje již od 60. let minulého století (stanovení obsahu vody, proteinů, tuků a sacharidů). Další uplatnění našla ve farmaceutickém průmyslu, petrochemickém průmyslu, medicíně a při sledování životního prostředí (Mlček *et al.*, 2010). Infračervená (IR) a blízká infračervená (NIR) spektroskopie jsou široce používány jako metody pro monitorování procesů pro různé potravinářské produkty. Silná absorpce vody v IR oblasti je však jedním z omezujících faktorů pro monitorování molekul vody. Zajímavé je chování molekul vody ve vzorcích masa, které jsou monitorovány NIR spektroskopii (Ishikawa *et al.*, 2017).

Techniky rychlého screeningu ke stanovení kvalitativních charakteristik masa jsou velmi zajímavé jak pro průmysl, tak pro spotřebitele. Vepřové maso, které má aberantní barvu nebo vlastnosti zadržující vodu, ve své nejextrémnější formě zvané PSE, je pro průmysl velkým problémem. Zadržování vody během skladování má za následek snížení technologické výtěžnosti (Hoving-Bolink *et al.*, 2005). NIR spektroskopie je považována za velmi perspektivní metodu pro rychlé hodnocení masa

(Prevolnik *et al.*, 2004). Büning-Pfaue (2003) uvádí jako hlavní nevýhody metody závislost na referenční metodě, slabou citlivost na minoritní složky, omezený přenos kalibrace mezi různými přístroji a komplikovanou interpretaci spektrálních dat.

V současné době je k dispozici řada metod pro hodnocení různých veličin kvality masa, včetně chemických a mikrobiologických analýz (Kamruzzaman *et al.*, 2015). Chromofory (myoglobin, oxy-myoglobin, tuk, voda a kolagen) se vyznačují blízkou srovnatelnou absorpcí ve viditelné až blízké infračervené (NIR) spektrální oblasti. Proto mohou vést ke strukturálním a kompozičním odchylkám masa na relativní rozdíly v absorpci světla. S využitím typických vláknových sond můžeme pozorovat degradaci čerstvosti vzorků vepřového masa při pokojové teplotě v souvislosti s relativními změnami v absorbanci hlavních chromoforů masa (Peyvasteh *et al.*, 2020).



Obrázek 6: Reprezentativní NIR spektra pro různé druhy vzorků masa (Mabood *et al.*, 2020)

Blízká infračervená spektra všech vzorků masa na obrázku 6 naznačují, že vzorky vepřového masa mají odlišný vzor odrazivosti ve srovnání s jinými vzorky masa, což by mohlo být způsobeno např. rozdíly v typu a složení svaloviny nebo profilu mastných kyselin (Listrat *et al.*, 2016). Například maso přežvýkavců (hovězí, jehněčí, skopové a velbloudí) obsahuje více nasycených mastných kyselin, než nenasyčených, zatímco mononenasyčené mastné kyseliny jsou dominantní ve vzorcích vepřového a kuřecího masa (Williams, 2007). Anatomická struktura svaloviny vepřového masa je navíc odlišná od struktury ostatních mas v důsledku přítomnosti vysokého

---

obsahu glykogenu (Milan *et al.*, 2000). Na obrázku 6, je možné pozorovat posun ve spektrální základní linii v důsledku rozptylových efektů. Rozptylový efekt spekter je způsoben pevnou povahou vzorků masa. Rozdíly ve vlastnostech NIR spektrálního obrazce vepřového masa souvisí s rozdíly ve složení svaloviny (obsah mastných kyselin, bílkovin, vody atd.), které zase mohou být způsobeny různými faktory, mj. i zpracováním. Je však obtížné spojit konkrétní spektrální pásmo s danou složkou, aniž bychom změřili přesné složení. Blízká infračervená spektroskopie je účinná a neinvazivní metoda schopná předpovídat širokou škálu spektrálních dat pro hodnocení složení mastných kyselin (Lam *et al.*, 2021).

### **1.6.8 Kvalita a bezpečnost potravin ve vztahu k vepřovému masu**

Kvalitu vepřového masa ovlivňuje několik faktorů, včetně biologických faktorů: plemeno, pohlaví, užitkovost a adaptace na stres; faktory související s produkčními systémy: podmínky prostředí, chov zvířat, výživa a tělesná hmotnost; porážkové faktory a ošetření jatečně upravených těl po porážce (Kasprzyk, 2007; Ivanović *et al.*, 2012; Mukumbo *et al.*, 2014, Nuernberg *et al.*, 2015; Čobanović *et al.*, 2016; Cirne *et al.*, 2019).

Barva masa koreluje s obsahem myoglobinu, ale také úzce souvisí s obsahem intramuskulárního tuku a pH (Ivanović *et al.*, 2021). Kromě toho, dalšími důležitými faktory ovlivňujícími barvu čerstvého masa jsou teplota, obal nebo oxidace lipidů během stárnutí. Na druhé straně je intenzita barvy masa určována faktory, jako je druh zvířete, stres, pohlaví, věk a krmení zvířat (včetně druhu krmiva) (Tomasevic *et al.*, 2021). Z těchto důvodů zůstává barva masa nejdůležitějším kvalitativním atributem, který přitahuje pozornost vědců zabývajících se masem po celém světě (Tomasevic *et al.*, 2021).

---

## **2 Cíle kvalifikační práce**

Cílem práce je změřit vybrané kvalitativní ukazatele vepřového masa z prasat, jejichž krmná dávka (nápoj) obsahoval suspenzi řasy *Chlorella* sp. a porovnat je s výsledky kontrolní skupiny. Získané výsledky posoudit, tabulkově a graficky zpracovat a statisticky vyhodnotit.

---

### 3 Metodika

V pokusu bylo zohledněno Přeštické černostrakaté plemeno prasat. Pokusná skupina prasat požívala suspenzi řasy *Chlorella* sp. v krmné dávce (nápoji). K analýze bylo využito 2 skupin vzorků vepřového masa (technologický celek pečeně). Celkem bylo v první skupině analyzováno 5 kusů kontrolních vzorků ( $n = 5$ ) vepřového masa (K-PŘ). V druhé skupině bylo analyzováno 6 kusů pokusných vzorků ( $n = 6$ ) vepřového masa s přídavkem *Chlorella* sp. (CH-PŘ). Jednotlivé vzorky vepřového masa byly zhomogenizovány za pomoci multifunkčního přístroje (Professor FP 1101, Indie). Následně byly vzorky vepřového masa jednotlivě analyzovány na NIR spektrometru (BUCHI NIRMasteR, Švýcarsko). U každého vzorku bylo provedeno opakované měření (3x). Ve vzorcích byl sledován obsah vody (%), obsah tuku (%), obsah bílkovin (%) a obsah bílkovin pojivové tkáně (%). Výsledky měření byly zaznamenány a statisticky zpracovány v programu Statistica (TIBCO Software Inc., USA). Pro statistické vyhodnocení byl použit Studentův t-test. Výsledky obou skupin měřených vzorků jsou graficky znázorněny v podobě krabicových grafů.



## 4 Výsledky

### 4.1 Výsledky měření kontrolních vzorků

Tabulka 4 představuje přehled výsledků první skupiny vzorků vepřového masa (K-PŘ). Měření zahrnovalo 5 kontrolních vzorků vepřového masa ( $n = 5$ ) a bylo opakováno celkem  $3 \times$  pro každý jednotlivý vzorek vepřového masa. Výsledky z opakovaného měření jsou u každého měřeného ukazatele zvýrazněny tučně. Ve studii zabývající se kvalitativními ukazateli byl sledován obsah vody, tuku, bílkovin a bílkovin pojivové tkáně. V kontrolních vzorcích byl naměřen obsah vody v hodnotách 72,14-72,96 %. Naměřené vzorky kontrolní skupiny nepřevyšovaly obsah vody větší než 73 %. Obsah tuku ve vzorcích kontrolní skupiny byl naměřen v hodnotách 2,07-3,62 %. Byl naměřen stabilní obsah bílkovin v rozmezí hodnot 23,95-24,64 %. Nejnižší naměřená hodnota obsahu bílkovin pojivové tkáně byla 0,83 % a nejvyšší 1,69 %.

**Tabulka 4: Výsledky měření ukazatelů obsahu vody (%), tuku (%), bílkovin (%) a bílkovin pojivové tkáně (%) jednotlivých vzorků kontrolní skupiny (K-PŘ)**

Měření	1-K-PŘ	2-K-PŘ	3-K-PŘ	4-K-PŘ	5-K-PŘ
1.	72,53	72,34	72,92	71,92	72,85
2.	72,47	72,15	72,88	72,06	72,73
3.	72,55	72,14	73,08	72,44	72,38
<b>Voda %</b>	<b>72,52</b>	<b>72,21</b>	<b>72,96</b>	<b>72,14</b>	<b>72,65</b>
1.	3,25	3,16	2,04	3,90	2,53
2.	3,18	3,65	2,13	3,72	2,75
3.	3,23	3,59	2,05	3,25	3,13
<b>Tuk %</b>	<b>3,22</b>	<b>3,47</b>	<b>2,07</b>	<b>3,62</b>	<b>2,80</b>
1.	23,94	24,38	24,64	24,50	24,31
2.	24,08	24,13	24,71	24,44	24,39
3.	23,83	24,14	24,58	24,55	24,40
<b>Bílkoviny %</b>	<b>23,95</b>	<b>24,22</b>	<b>24,64</b>	<b>24,50</b>	<b>24,37</b>
1.	1,01	1,33	0,53	1,48	0,86
2.	0,82	1,66	1,10	1,78	0,95
3.	0,91	1,16	0,87	1,82	1,06
<b>Bílkoviny pojivové tkáně %</b>	<b>0,91</b>	<b>1,38</b>	<b>0,83</b>	<b>1,69</b>	<b>0,96</b>

Legenda: K-PŘ: kontrolní skupina vzorků

## 4.2 Výsledky měření pokusných vzorků

Tabulka 5 zahrnuje výsledky měření pokusných vzorků vepřového masa s přidavkem *Chlorella* sp. (CH-PŘ). Celkem bylo změřeno 6 vzorků vepřového masa ( $n = 6$ ). Měření vzorků bylo opakováno 3× v každém jednotlivém vzorku vepřového masa. Výsledky z opakovaného měření jsou v tabulce zvýrazněny tučně u každého měřeného ukazatele. Z kvalitativních ukazatelů byl sledován obsah vody, tuku, bílkovin a bílkovin pojivové tkáně. U pokusné skupiny vzorků vepřového masa byly zaznamenány nižší hodnoty obsahu vody než oproti předchozí, kontrolní skupině vzorků. Obsah vody ve vzorcích pokusné skupiny byl naměřen v hodnotách 68,18-71,76 %, přičemž nejvyšší naměřená hodnota v pokusné skupině vzorků (71,76 %) nedosahovala nejnižšího naměřeného výsledku (72,14 %) v kontrolní skupině vzorků (K-PŘ).

**Tabulka 5: Výsledky měření ukazatelů obsahu vody (%), tuku (%), bílkovin (%) a bílkovin pojivové tkáně (%) jednotlivých vzorků pokusné skupiny (CH-PŘ)**

Měření	1-CH-PŘ	2-CH-PŘ	3-CH-PŘ	4-CH-PŘ	5-CH-PŘ	6-CH-PŘ
1.	68,38	68,50	70,82	72,14	69,48	70,24
2.	67,99	68,31	69,75	71,73	69,60	70,16
3.	68,16	68,51	69,37	71,41	69,80	70,26
<b>Voda %</b>	<b>68,18</b>	<b>68,44</b>	<b>69,98</b>	<b>71,76</b>	<b>69,63</b>	<b>70,22</b>
1.	9,42	8,54	5,30	3,10	7,03	5,63
2.	9,76	8,38	6,92	3,90	6,76	5,87
3.	9,60	8,55	7,38	4,51	6,65	5,51
<b>Tuk %</b>	<b>9,59</b>	<b>8,49</b>	<b>6,53</b>	<b>3,84</b>	<b>6,81</b>	<b>5,67</b>
1.	22,28	22,99	23,82	24,38	23,76	24,16
2.	22,39	23,24	23,26	24,30	23,77	24,18
3.	22,14	23,12	23,21	23,98	23,81	24,25
<b>Bílkoviny %</b>	<b>22,27</b>	<b>23,12</b>	<b>23,43</b>	<b>24,22</b>	<b>23,78</b>	<b>24,20</b>
1.	1,30	1,61	1,35	1,01	1,50	1,04
2.	1,10	1,43	1,63	1,14	1,34	1,16
3.	1,71	1,44	1,70	1,07	1,62	1,30
<b>Bílkoviny pojivové tkáně %</b>	<b>1,37</b>	<b>1,49</b>	<b>1,56</b>	<b>1,07</b>	<b>1,49</b>	<b>1,17</b>

Legenda: CH-PŘ: pokusná skupina vzorků s přidavkem *Chlorella* sp.

Ve srovnání s kontrolní skupinou vzorků byly v pokusné skupině vzorků naměřeny vyšší hodnoty obsahu tuku. Výsledky ukazatele obsahu tuku v pokusné skupině vykazovaly vysokou variabilitu a v této skupině vzorků byly naměřeny hodnoty v rozmezí 3,84-9,59 %. Nejnižší naměřený obsah tuku v pokusné skupině byl 3,84 %, přičemž tato hodnota nebyla překročena nejvyšším (3,62 %) naměřeným výsledkem v kontrolní skupině vzorků (K-PŘ). Obsah bílkovin v pokusné skupině byl naměřen v rozmezí

22,27-24,22 %. V pokusné skupině byl zaznamenán nejnižší obsah bílkovin pojivové tkáně v hodnotě 1,07 % a nejvyšší hodnota činila 1,56 %.

### 4.3 Statistické vyhodnocení

Výsledky měření obou skupin vzorků byly zaznamenány a statisticky vyhodnoceny programem Statistica s využitím Studentova t-testu. Tabulka 6 shrnuje výsledky měření aritmetického průměru, směrodatné odchylky a hladiny významnosti sledovaných ukazatelů. Jako statisticky významné ( $p < 0,05$ ) byly shledány hodnoty ukazatelů obsahu vody ( $p = 0,0209$ ) a tuku ( $p = 0,0395$ ).

**Tabulka 6: Statistické vyhodnocení ( $\bar{x}$ ,  $s_x$ ,  $p$ ) ukazatele vody, tuku, bílkovin a bílkovin pojivové tkáně kontrolní (K-PŘ) a pokusné skupiny (CH-PŘ)**

Ukazatel	K-PŘ		CH-PŘ		$p$
	$\bar{x}$	$s_x$	$\bar{x}$	$s_x$	
Voda	72,5	0,33	69,7	1,30	0,0209
Tuk	3,04	0,62	6,82	2,04	0,0395
Bílkoviny	24,3	0,27	23,5	0,74	0,0692
Bílkoviny pojivové tkáně	1,15	0,37	1,36	0,20	0,2038

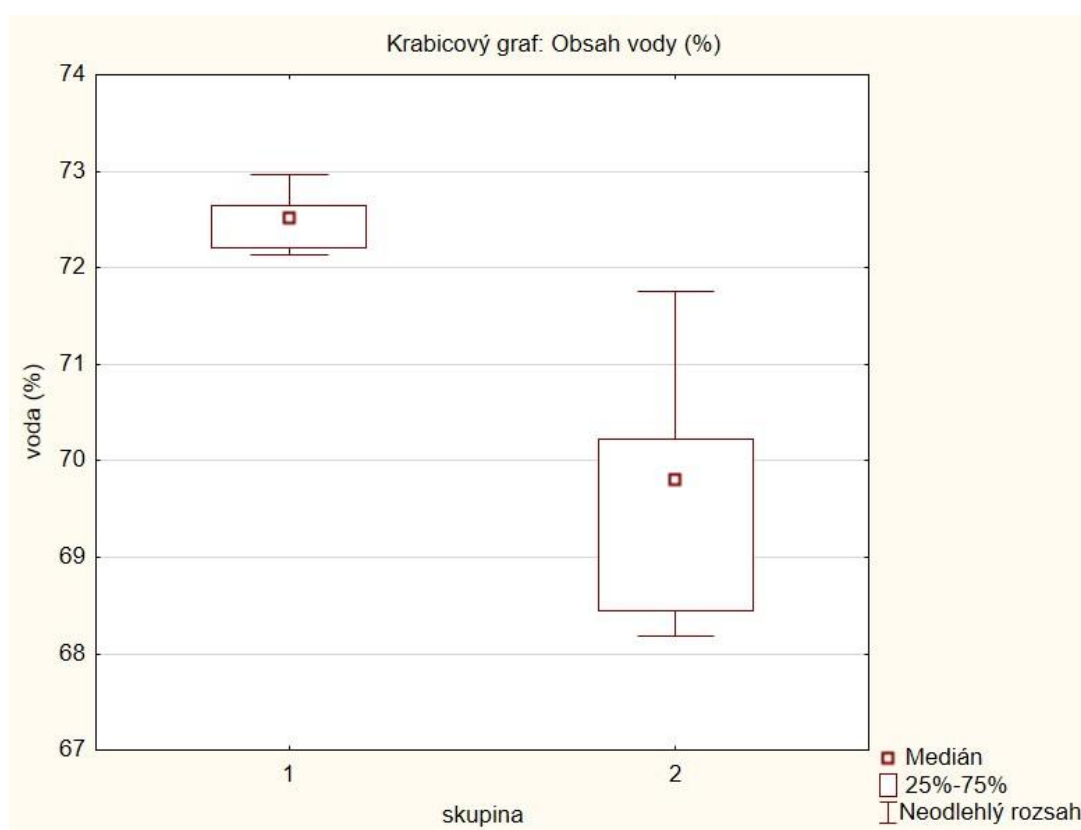
Legenda: K-PŘ: kontrolní skupina vzorků; CH-PŘ: pokusná skupina vzorků s přidavkem *Chlorella* sp.;  $\bar{x}$ : aritmetický průměr;  $s_x$ : směrodatná odchylka;  $p$ : hladina významnosti

Aritmetický průměr představující střední hodnotu byl zaznamenán s vyššími hodnotami u ukazatele vody kontrolní skupiny a u ukazatele tuku pokusné skupiny. Variabilita výsledků obsahu vody a tuku byla vyšší v případě pokusných vzorků s přidavkem *Chlorella* sp. Výsledky měření u ukazatele vody a tuku byly vyhodnoceny jako statisticky významné. Nepatrný rozdíl byl zaznamenán ve střední hodnotě, aritmetickém průměru v obsahu bílkovin u kontrolní a pokusné skupiny vzorků. Vyšší hodnota aritmetického průměru v obsahu bílkovin byla naměřena u kontrolní skupiny vzorků vepřového masa. Vyšší hodnoty variability v obsahu bílkovin vykazovaly vzorky pokusné skupiny. Ukazatel obsahu bílkovin ( $p = 0,0692$ ) byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný ( $p > 0,05$ ). U pokusné skupiny vzorků byla vyhodnocena vyšší střední hodnota výsledku ukazatele obsahu bílkovin pojivové tkáně. V případě variability hodnot výsledků u ukazatele obsahu bílkovin pojivové tkáně byla zaznamenána vyšší hodnota u kontrolní skupiny vzorků vepřového masa. Ukazatel bílkovin pojivové tkáně ( $p = 0,2038$ ) byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný ( $p > 0,05$ ).

#### 4.4 Obsah vody

V grafu 1 je znázorněna segregace dvou skupin výsledků. V prvním případě, kontrolní vzorky vepřového masa (skupina 1) vykazovaly stabilní výsledky hodnot obsahu vody. V první skupině byly naměřeny u všech kontrolních vzorků vepřového masa hodnoty převyšující 72 % obsahu vody. Žádný z kontrolních vzorků vepřového masa nepřekročil hodnotu 73 % obsahu vody. V druhém případě, výsledky pokusných vzorků (skupina 2) vykazovaly větší variabilitu u ukazatele obsahu vody. Výsledky druhé skupiny byly vymezeny v hodnotách 68,18-71,76 % obsahu vody, přičemž nejvyšší hodnota u pokusného vzorku vepřového masa byla zaznamenána s obsahem vody 71,76 %. Tato hodnota obsahu vody zároveň nepřekročila nejnižší naměřenou hodnotu v kontrolní skupině vzorků vepřového masa (72,14 %). Žádný z pokusných vzorků (skupina 2) vepřového masa nepřekročil hodnotu obsahu vody 72 %. Pokusné vzorky vepřového masa obsahovaly nižší procentuální obsah vody než vzorky kontrolní.

Graf 1: Obsah vody (%)

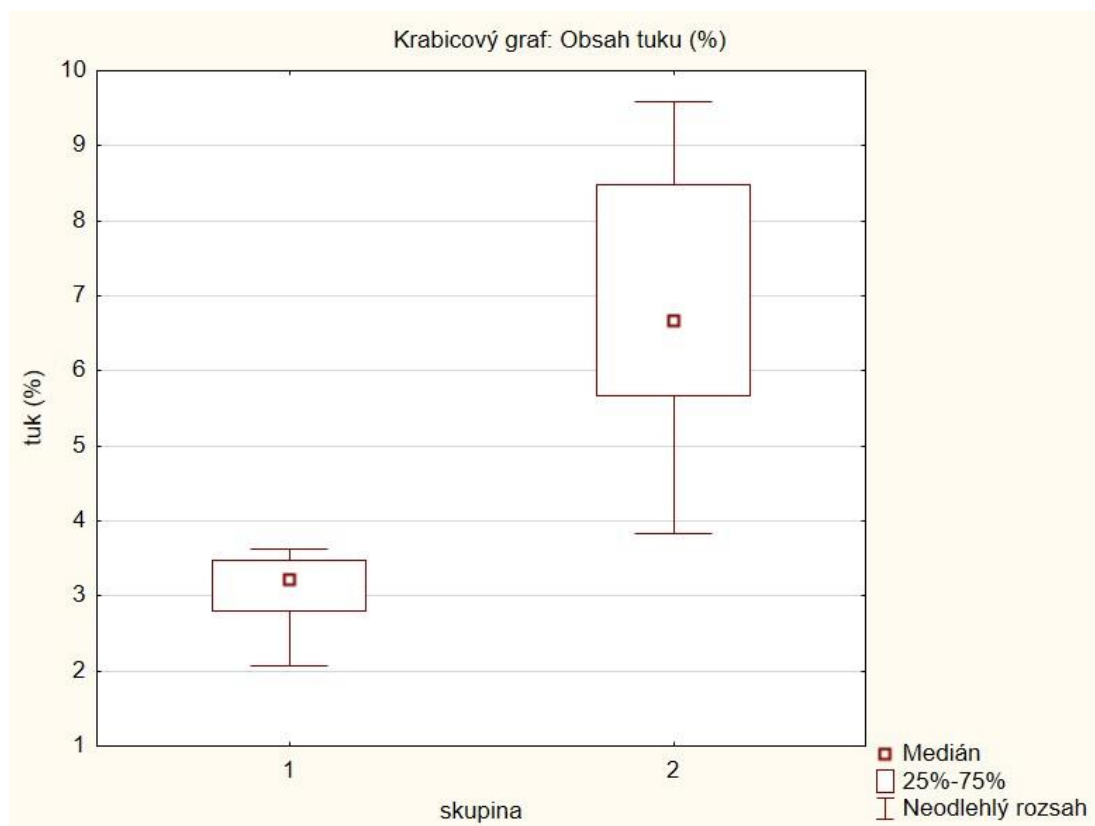


Legenda: Skupina 1: kontrolní skupina vzorků; Skupina 2: pokusná skupina vzorků s přidávkem *Chlorella* sp.

## 4.5 Obsah tuku

V případě kontrolní skupiny (skupina 1) vzorků vepřového masa, lze v grafu 2 pozorovat stabilně nízké hodnoty obsahu tuku v porovnání s pokusnou skupinou vzorků. Nejnížší naměřená hodnota obsahu tuku v první skupině byla 2,07 % a nejvyšší 3,62 %. V pokusné skupině vzorků vepřového masa je možné si povšimnout větší variability výsledků obsahu tuku. Ve druhé skupině vzorků vepřového masa byl naměřen obsah tuku v rozmezí 3,84-9,59 %. Obsah tuku v první skupině vzorků vepřového masa nebyl vyšší než 4 %. Naopak, v pokusné skupině (skupina 2) byla naměřena nejnížší hodnota obsahu tuku 3,84 % a nejvyšší hodnota byla 9,59 %. Nejvyšší hodnota obsahu tuku (3,62 %) u vzorku vepřového masa v první skupině vzorků (skupina 1) nedosahovala nejnížší naměřené hodnoty (3,84 %) v pokusné skupině vzorků vepřového masa (skupina 2). Výrazně vyšší procentuální hodnoty obsahu tuku vykazovala pokusná skupina vzorků vepřového masa (skupina 2). Kvalitativní ukazatel obsah tuku byl v tomto případě prokazatelný ve vyšším obsahu tuku ve skupině vzorků s přídavkem *Chlorella* sp.

Graf 2: Obsah tuku (%)

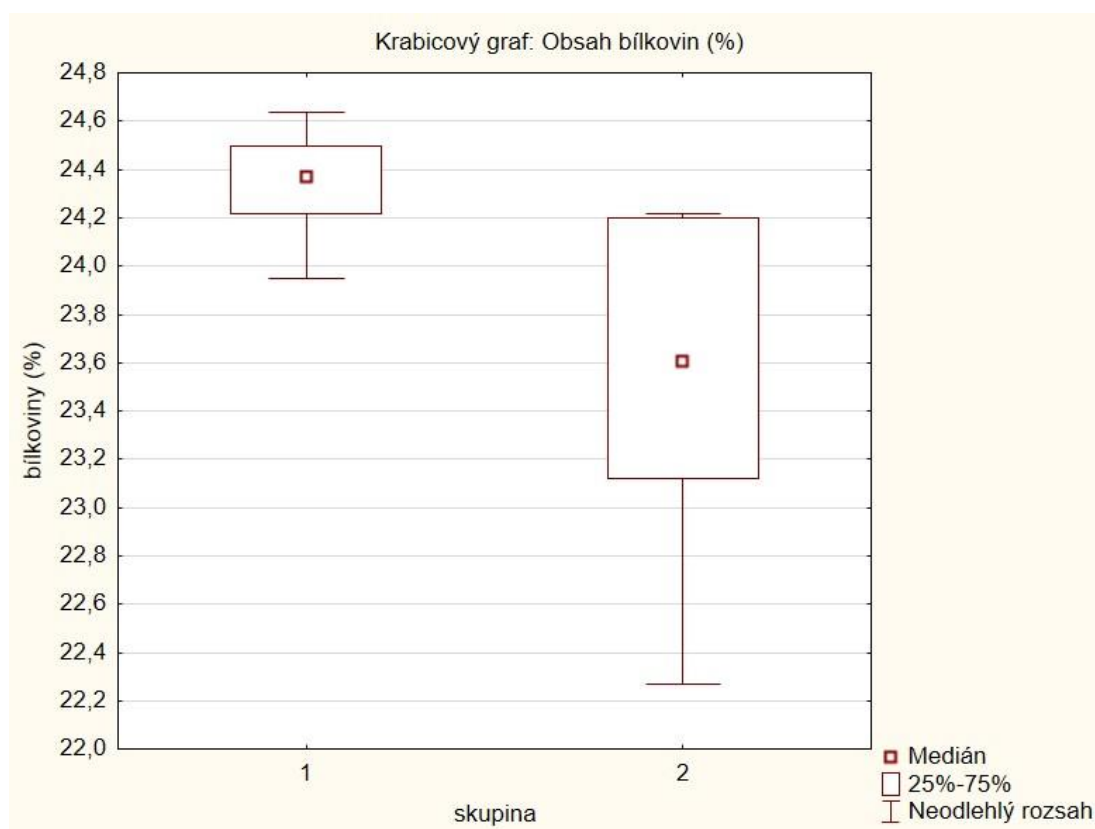


Legenda: Skupina 1: kontrolní skupina vzorků; Skupina 2: pokusná skupina vzorků s přídavkem *Chlorella* sp.

## 4.6 Obsah bílkovin

Z grafu 3 jsou patrné stabilní hodnoty bílkovin v kontrolních vzorcích vepřového masa. Kontrolní skupina (skupina 1) vzorků vepřového masa vykazovala obsah bílkovin v hodnotách 23,95-24,64 %. Zároveň byl v první skupině vzorků vepřového masa (skupina 1) naměřen pouze jeden vzorek s hodnotou < 24 %. Nejnižší hodnota obsahu bílkovin v kontrolní skupině vzorků vepřového masa činila 23,95 %. Nejvyšší naměřená hodnota obsahu bílkovin pokusného vzorku vepřového masa (skupina 2) byla 22,27 % a nejvyšší 24,22 %. Pokusná skupina vzorků vepřového masa vykazovala větší variabilitu výsledků měření v obsahu bílkovin.

Graf 3: Obsah bílkovin (%)



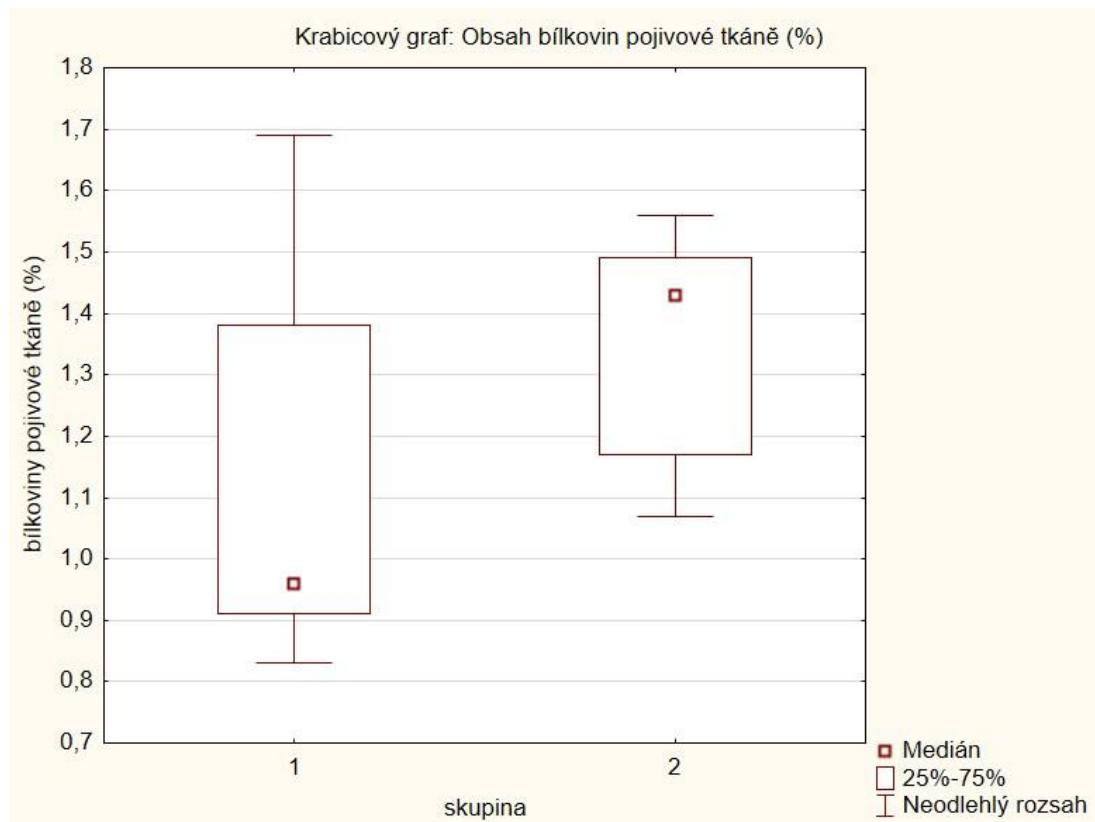
Legenda: Skupina 1: kontrolní skupina vzorků; Skupina 2: pokusná skupina vzorků s přidavkem *Chlorella* sp.

## 4.7 Obsah bílkovin pojivové tkáně

V kontrolní skupině vzorků (skupina 1) byla naměřena nejnižší (0,83 %) a zároveň nejvyšší (1,69 %) hodnota obsahu bílkovin pojivové tkáně. Kontrolní skupina vzorků vepřového masa (skupina 1) vykazovala větší variabilitu hodnot výsledků bílkovin pojivové tkáně. V pokusné skupině (skupina 2) byly naměřeny výsledky v rozmezí 1,07-1,56 % obsahu bílkovin pojivové tkáně. Na rozdíl od první skupiny

vzorků, žádný vzorek vepřového masa pokusné skupiny (skupina 2) nevykazoval hodnoty menší než 1 %.

**Graf 4: Obsah bílkovin pojivové tkáně (%)**



Legenda: Skupina 1: kontrolní skupina vzorků; Skupina 2: pokusná skupina vzorků s přísadkem *Chlorella* sp.

---

## 5 Diskuse

Koncepce využití mikroskopických řas ve výživě zvířat byla uvedena v několika předchozích studiích a bylo zjištěno, že suplementace *Chlorella vulgaris* zlepšuje užitečnost brojlerů a kvalitativní vlastnosti masa (Kang *et al.*, 2013; An *et al.*, 2016; Abdelnour *et al.*, 2019; El-Bahr *et al.*, 2020; Alfaia *et al.*, 2021). Většina těchto studií však používala *Chlorella vulgaris*, jako doplněk krmiva v malém množství (pod 3 %). Pouze malý počet studií se záměrně zaměřil na vliv vyššího obsahu (ale stále pod 10 %) této mikrořasy na užitečnost brojlerů a kvalitu masa (Combs, 1952; Lipstein a Hurwitz, 1981; Alfaia *et al.*, 2021). Poslední studie potvrzují, že *Chlorella sp.* je účinná při zlepšování kvality masa. U savců byla *Chlorella sp.* přidávána do krmiva pro zlepšení kvality masa odstavených selat (Martins *i.*, 2021, a) a brojlerů (El-Bahr *et al.*, 2020). U ryb souviselo zlepšení a rozvoj svaloviny karase (*Carassius auratus*) také se suplementací *Chlorella sp.* v krmivu (Shi *et al.*, 2017). Různé krmné strategie využívající začlenění mikrořas do diety úspěšně zlepšují kvalitu vepřového masa. Ve studii Sardi *et al.* (2006), Baňoch *et al.* (2012), Simkus *et al.* (2013), Vossen *et al.* (2016) uvádí, že různé mikroskopické řasy, jako *Arthrospira platensis*, *Chlorella sp.* a *Schizochytrium sp.* neměly žádný vliv na vlastnosti vepřového masa, jako je barva, pH, oxidační stabilita masa a ztráta varem. Neprokázaný vliv ve vlastnostech kvality masa uvádí ve studii Baňoch *et al.* (2012). Neprokázaný vliv byl pravděpodobně způsobený nízkou koncentrací (0,0002 %) testované *Chlorella spp.* V této diplomové práci byly při experimentu shledány hodnoty ukazatelů obsahu vody ( $p = 0,0209$ ) a tuku ( $p = 0,0395$ ) jako statisticky významné ( $p < 0,05$ ). Vzhledem k výsledkům uskutečněného experimentu a dostupnosti informací z uvedených vědeckých studií by se pokus mohl dále orientovat na analýzu podávaných koncentrací suspenze řasy *Chlorella sp.* prasatům a vlivu různých koncentrací na kvalitativní ukazatele vepřového masa.

Řasy se v současné době konzumují většinou jako doplňkový produkt, u něhož je nepravděpodobné, že by se konzumoval v množství dostatečném k tomu, aby způsobil nežádoucí účinky. Kupříkladu dlouhodobý efekt konzumace masa produkovaného *in vitro* je v současné době neznámý, protože tento typ produktu se dostal na trh teprve nedávno. Verbeke *et al.* (2015) ve studii uvádí spotřebitelské průzkumy, které vyjádřily obavy a nejistotu ohledně jejich bezpečnosti. Zdá se, že spotřebitelé mají smíšené představy o bezpečnosti alternativních proteinů, protože znalosti



---

se v této oblasti stále rozvíjejí. Nedávné obavy z rizika onemocnění a vhodnosti potravin kvůli celosvětové pandemii COVID-19 (2020) a africké prasečí chřipce (2019) (Attwood a Hajat, 2020), dále ovlivnily touhu spotřebitelů po bezpečných dodávkách potravin. Spotřebitelská důvěra je nejvyšší u zemědělců a nejnižší u nadnárodních výrobců potravin a výrobců (EIT Food TrustTracker, 2020). Toto vnímání je řízeno přesvědčením, že výrobci nejsou transparentní ve svých postupech výroby potravin. Nedostatek potravin podnítl zájem o alternativní proteiny jako prostředek k zabezpečení potravinového dodavatelského řetězce. Když je důvěra v potravinový systém silná, spotřebitelé s větší pravděpodobností přijmou potravinové inovace (EIT Food TrustTracker, 2020). Budování důvěry spotřebitelů je proto výzvou. Přijetí a udržitelná konzumace nových zdrojů bílkovin spotřebiteli bude vyžadovat spolehlivá data a jasnou komunikaci se spotřebiteli o výrobě potravin, složení a nutričních informacích. Klíčové faktory ovlivňující zájem spotřebitelů o alternativní proteiny shrnuje studie Tso *et al.* (2021). Jedná se o nutriční kvalitu potravin, sensorickou přijatelnost, bezpečnost, inovaci, cenu, prostředí, udržitelnost, či welfare zvířat.

Přeštické černostrakaté prase (PČ) je české národní plemeno. Význam tohoto plemene spočívá v dobré reprodukční výkonnosti, adaptabilitě, dobré vitalitě a odolnosti vůči chorobám (Lustyková *et al.*, 2008). Plemeno se vyznačuje vyšší tloušťkou hřbetního tuku a velmi dobrou kvalitou masa. Většina populace PČ je vykrmována konvenčním vnitřním systémem a produkty se prodávají jako konvenční. V těchto podmínkách se PČ vyznačuje nižším denním přírůstkem a vyšším protučněním jatečně upravených těl a také nižší štíhlostí ve srovnání s moderními kříženci. V současné době je chov PČ neekonomický a velikost efektivní populace se snižuje. Přežití tohoto plemene, podobně jako u jiných místních plemen, je přísně spojeno s dobrým hodnocením a využíváním užitekosti plemene a tržních příležitostí (Acciaioli *et al.*, 2002). V mnoha zemích mohou původní plemena prasat poskytnout vhodný materiál pro kvalitní produkty z vepřového masa, které jsou v současnosti spotřebiteli stále častěji požadovány (Serrano *et al.*, 2008). Jedním z možných způsobů, jak zlepšit kvalitu vepřového masa, je klást větší důraz na původní plemena prasat (Bocian *et al.*, 2012). Ruusunen *et al.* (2012) uvádí, že největší rozdíly ve vlastnostech jatečně upraveného těla a kvality masa obvykle najdeme při srovnání prasat dvou geneticky odlišných plemen prasat, tedy tradičních plemen prasat, která nejsou běžně zahrnuta do komerční produkce vepřového masa a západních masných plemen. U tradičních plemen jsou hodnoty tloušťky hřbetního tuku obecně mnohem vyšší než u moderních plemen, která

---

jsou vybírána pro štíhlejší jatečně upravená těla. V testu potomstva (30 až 100 kg) Kolář a Pavlík (1989) a Klusáček *et al.* (1991) uvádějí u plemene PČ nižší průměrnou tloušťku hřbetního tuku. Matoušek *et al.* (2016) ve studii uvádí nižší růstovou schopnost, časný a vyšší vývoj tukové tkáně a nižší jateční hodnotu charakteristické pro plemeno PČ při výkrmu ve standardních podmínkách chovu. Tyto nálezy jsou typické pro původní plemena prasat. S rostoucí porážkovou hmotností se zvyšovala průměrná tloušťka hřbetního sádla, zatímco obsah libového masa klesal. Kvalita masa byla hodnocena velmi kladně. U plemen PČ vykrmovaných konvenčním krmným systémem Dostálová *et al.* (2012) uvádí průměrný denní přírůstek 650 g při porážkové hmotnosti 92 kg (186 dní). Pro objektivní hodnocení jatečně upravených těl prasat nebo pro jejich uvádění na trh je nutné měřit podíl libového masa. Původní plemena nejsou vybírána pro užitkové vlastnosti, proto nedosahují stejného obsahu libového masa jako plemena vybraná pro zmasilost.

Maso představuje pro lidskou stravu důležitý zdroj energie a řady živin, včetně vysoce kvalitních bílkovin (s dobrým poměrem aminokyselin), minerálních látek (železo, zinek, selen, mangan) a vitamínů (B<sub>12</sub>, kyselina listová). Pokud jde o nutriční složení, 100 g masa obsahuje 17,3 až 24,1 g bílkovin, 0,3 až 2 µg vitamínu B<sub>12</sub> a minerální látky (24-77 mg sodíku, 145-221 mg fosforu, 0,6-2 mg železa a 0,9-2 mg zinku). Energetická hodnota se může pohybovat mezi 105-176 kcal (Pereira *et al.*, 2013). Velké množství studií ukazuje, že kromě makroživin, zejména bílkovin a lipidů, je maso bohaté také na některé bioaktivní složky s antioxidantními vlastnostmi, které hrají důležitou roli pro zdraví spotřebitele (Kulczynski *et al.*, 2019). Například nedávné studie potvrdily antioxidantní vlastnosti L-karnitinu a L-karnosinu jejich aktivitou pohlcující radikály a schopností chelatovat kovové ionty. Jiné studie provedené na zvířatech uvádějí, že příjem těchto sloučenin přispěl k významnému snížení hladiny triglyceridů v séru a celkového cholesterolu a také může zabránit ztučnění jater (Kulczynski *et al.*, 2019). Literární zdroje uvádějí kromě antioxidantních vlastností kyseliny lipové také její hypotenzní a imunomodulační účinek (Skibska a Goraca, 2015). Bylo také zjištěno, že taurin chrání sítnici a snižuje hladinu volného a esterifikovaného cholesterolu. Peptidy extrahované z masa vykazovaly antitrombotické vlastnosti a vykazovaly velký cytotoxický účinek proti různým rakovinným buňkám (Albenzio *et al.*, 2017). Na druhou stranu, i přes nutriční přínos některé studie poukázaly na souvislost mezi vysokou konzumací červeného masa a zvýšením rizika různých

---

typů nádorových onemocnění, zejména kolorektálního karcinomu (McBey *et al.*, 2019).

Stanovení čerstvosti vepřového masa bylo vždy významnou otázkou bezpečnosti potravin. Tradiční detekce čerstvosti masa zahrnuje především sensorické hodnocení a fyzikální a chemickou detekci. Smyslové hodnocení je snadno ovlivnitelné subjektivními faktory. Kromě toho se fyzikální a chemická detekce používá ke stanovení obsahu složek vepřového masa, jako je TVB-N, pH, tuk, sacharidy a bílkoviny. Aby bylo možné rychle a přesně zjistit čerstvost vepřového masa, Qu *et al.* (2018) využili blízkou infračervenou (NIR) spektroskopii kombinovanou s multiindexovou statistickou informační fúzí (MSIF) ke kvantitativní detekci obsahu celkového těkavého bazického dusíku (TVB-N) a hodnotám pH (Qu *et al.*, 2018). Bekhit *et al.* (2021) se ve studii zabývali TVB-N a jeho rolí při kažení masa. Maso je zmíněno jako produkt podléhající zkáze a během skladování má působení mikroorganismů a endogenních enzymů za následek změny jeho chemického složení. Celkový těkavý bazický dusík (TVB-N) se často používá jako biomarker degradace proteinů a aminů. Široké přijetí TVB-N k interpretaci čerstvosti masa je poněkud omezené. Je to výsledek omezených nebo nekonzistentních znalostí týkajících se vztahu mezi TVB-N a dalšími parametry čerstvosti u hovězího, vepřového, kuřecího a dalších druhů mas, zejména ve srovnání s rybami.

Obsah mastných kyselin v mase je důležitou nutriční charakteristikou, které je v současném výzkumu věnována pozornost kvůli jejímu vlivu na lidské zdraví. Existuje zájem o úpravu složení lipidů vepřového masa tak, aby bylo vyrobeno zdravější maso, tj. se zvýšenou hladinou n-3 PUFA (polynenasycených mastných kyselin) a sníženým poměrem n-6:n-3 PUFA (Legrand a Mourot, 2002; Wood *et al.*, 2004). Složení mastných kyselin vepřového masa lze snadno ovlivnit krmným režimem, hlavním ovlivňujícím faktorem je poměr n-6:n-3 PUFA (De Smet *et al.*, 2004). Obsah MUFA (mononenasycených mastných kyselin), SFA (nasycených mastných kyselin) a PUFA je ovlivněn hladinou intramuskulárního tuku (IMF). Vyšší obsah intramuskulárního tuku je spojen s vyšší koncentrací SFA a MUFA a nižší koncentrací PUFA (Cameron a Enser, 1991; Alonso *et al.*, 2010). Zdravotní přínosy zvýšeného příjmu n-3 MK jsou spojeny především se snížením rizika kardiovaskulárních onemocnění a zlepšením kognitivních funkcí v dětství a ve vyšším věku. Pro splnění doporučené denní potřeby EPA a DHA u lidí je nutné konzumovat produkty bohaté na tyto prospěšné mastné kyseliny (Ruxton *et al.*, 2007).

---

Řasy již byly použity v krmivech pro zvýšení obsahu n-3 MK v živočišných produktech (Moran *et al.*, 2018). Vossen *et al.* (2016) uvádí začlenění složek bohatých na n-3 polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (n-3 LC PUFA) do krmiv hospodářských zvířat a odkazuje na akumulaci těchto mastných kyselin v intramuskulárním a podkožním tuku zvířat a následně v masných výrobcích. Současné znalosti o nutriční a senzorické kvalitě vepřových produktů obohacených o EPA a DHA z řas jsou důležité při komercializaci celých JUT prasat krmených krmivem obohaceným n-3 PUFA, protože převážná část jatečně upravených těl prasat se zpracovává na různé druhy masných produktů.

Badaras *et al.* (2022) ve studii demonstrují přidavek řízků z cukrové řepy (3 %) do krmné dávky prasat. Zařazení cukrových řízků do výkrmu prasat bylo vyhodnoceno jako bezpečné (všechny krevní parametry byly v normálním rozmezí), nicméně to snížilo tělesnou hmotnost a průměrný denní přírůstek zvířat, ale zlepšilo kvalitu jatečně upravených těl. Zařazení řepných řízků do krmné dávky prasat snižuje celkový obsah nasycených mastných kyselin a mononenasycených mastných kyselin a také zvyšuje ztrátu odkapávání masa nebo obsah bílkovin. Lze konstatovat, že zahrnutí řízků z cukrové řepy (3 %) do krmné dávky prasat by mohlo být přínosné pro zlepšení zdraví prasat a kvality vepřového masa. Jsou však zapotřebí další studie, které by ukázaly, které sloučeniny obsažené v řepných řízcích jsou zodpovědné za tyto žádoucí změny.

Je známo, že se jednotlivé svaly liší v množství a složení mastných kyselin hlavních lipidových frakcí, neutrálního lipidu (triacylglycerolu) a fosfolipidu, tyto dva tvoří mramorovaný tuk. Rozdíly v nich vysvětlují některé kvalitativní rozdíly mezi svaly, například v trvanlivosti a chuti. Je také možné, že rozdíly v množství a složení mastných kyselin v lipidových třídách vysvětlují rozdíly v kvalitě masa způsobené plemenem a výživou, i když je to kontroverznější (Wood, *et al.*, 2003). Tuky a mastné kyseliny jsou důležité samy o sobě kvůli svému vlivu na lidské zdraví a je důležité vybrat takovou možnost výroby, která maximalizuje kvalitu a zdravotní nezávadnost masa při výrobě (Kouba *et al.*, 2003).

Matyba *et al.* (2021) ve studii mimo jiné zkoumali chemické složení a energetickou hodnotu masa normálních (n = 12) a masa intrauterinně růstově omezených prasat (n = 11). Nebyl zjištěn žádný statisticky významný vliv intrauterinně růstově omezených prasat na základní chemické složení masa (*musculus longissimus lumborum et thoracis*), včetně obsahu vody, bílkovin, tuku a popela. Maso získané z jatečně upra-

---

vených těl prasat obou skupin se nelišilo energetickou hodnotou, ale byly zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu kolagenu ( $p = 0,001$ ) a následně i v pojivové tkáni ( $p = 0,010$ ). Svalovina prasat s omezením intrauterinního růstu se vyznačovala výrazně vyšším obsahem kolagenu (0,64 %) a pojivové tkáně (2,75 %), což může být odlišujícím faktorem s ohledem na jejich technologickou a kulinářskou kvalitu. Naměřený obsah vody u kontrolní skupiny vzorků byl prokázán v nepatrně vyšší hodnotě (73,38 %), oproti pokusné skupině (73,36 %). V kontrolní skupině vzorků byl naměřen obsah bílkovin 23,7 % a v pokusné skupině bylo zjištěno 23,4 % obsahu bílkovin. V kontrolní skupině byl naměřen obsah tuku 2,31 % a v pokusné skupině s omezením intrauterinního růstu prasat 2,46 %.

Vzhledem k naměřeným vyšším hodnotám tuku v pokusné skupině vzorků a statistické průkaznosti obsahu tuku ( $p = 0,0395$ ) v experimentu této diplomové práce, by bylo předmětné jako následující přímou metodu zvolit plynovou chromatografií a výzkum dále směřovat k analýze stanovení profilu mastných kyselin ve vzorcích vepřového masa.

---

## Závěr

Kvalita vepřového masa může být hodnocena velkým počtem ukazatelů a zároveň může být ovlivněna několika faktory. Vzorky vepřového masa byly laboratorně vyšetřeny objektivní metodou za využití NIR spektroskopie. Výsledek měření odkázal na možnost ovlivnění základního chemického složení vzorků vepřového masa pokusné skupiny přidávkem mikroskopické řasy *Chlorella* sp. Kvalitativní ukazatelé vepřového masa tak byly přímo ovlivněny. Obsah vody a tuku ve vzorcích vepřového masa se prokázal jako statisticky významný. Ze studie vyplývá, že přidavek *Chlorella* sp. v krmné dávce prasat má vliv na kvalitativní ukazatele vepřového masa, zejména na obsah vody a obsah tuku ve vzorcích vepřového masa.

Samotná práce s analyzátozem pro objektivní vyhodnocení kvalitativních ukazatelů vepřového masa byla rychlá a efektivní. Mimo vědu a výzkum, vzhledem k ekonomickému aspektu a nízkým provozním nákladům, lze analýzu masa na přístroji NIRMaster doporučit pro větší, i menší podniky v masném průmyslu. Přístroj umožňuje analýzu i většího počtu vzorků v krátkém časovém úseku a je vhodný pro kontrolu vzorků masa i během výroby.

Tato diplomová práce interpretuje vyhodnocení základních kvalitativních ukazatelů vepřového masa. S ohledem na výsledky obsahu tuku ve vepřovém mase by bylo předmětné výzkum dále orientovat na důkladnou analýzu profilu mastných kyselin s využitím plynové chromatografie.

Je zřejmé, že je třeba dbát důraz na kvalitu vepřového masa již od prvopočátku zemědělské prvovýroby. Důležitá je i konkrétní podávaná hodnota koncentrace *Chlorella* sp. pro následné hodnocení kvalitativních znaků vepřového masa. S podáváním řasy *Chlorella* sp. do krmné dávky prasat se s tématem pojí spousta dalších aspektů. Zprvu je to zootechnický aspekt krmení prasat, otázka mikrobiologické kvality řasy *Chlorella* sp., způsob porážky prasat, problematika skladování masa, až po konečný aspekt bezpečnosti finálního produktu živočišného původu. Při studii mikroskopické řasy *Chlorella* sp. a následném vyhodnocení kvalitativních znaků vepřového masa byly uplatněny znalosti z několika vědních oborů. Zkoumaná problematika vyžaduje multidisciplinární orientaci a je hodna hlubšího zkoumání z více možných úhlů pohledu. Zelenou řasu *Chlorella* sp. lze vnímat jako potravinu budoucnosti a důkladné studium struktury sloučenin nacházejících se v této řase může rozšířit její budoucí aplikační možnosti v krmivářském, respektive v potravinářském průmyslu.

---

## Seznam použité literatury a dalších použitých zdrojů

Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Arif, M., Khafaga, A. F., Taha, A. E. (2019). The application of the microalgae *Chlorella* spp. as a supplement in broiler feed. *World's Poultry Science Journal*, 75(2):305-318.

Acciaioli, A., Pugliese, C., Bozzi, R., Campodoni, G., Franci, O., Gandini, G. (2002). Productivity of Cinta Senese and Large White x Cinta Senese pigs reared outdoor on woodlands and indoor. 1. Growth and somatic development. *Italian Journal of Animal Science*, 1(3):171-180.

Adarme-Vega, T. C., Lim, D. K. Y., Timmins, M., Vernen, F., Li, Y., Schenk, P. M. (2012). Microalgal biofactories: a promising approach towards sustainable omega-3 fatty acid production. *Microbial Cell Factories*, 2012, 11:96.

Albenzio, M., Santillo, A., Caroprese, M., Della Malva, A., Marino, R. (2017). Bio-active peptides in animal food products. *Foods*, 6(5):35.

Alfaia, C. M., Pestana, J. M., Rodrigues, M., Coelho, D., Aires, M. J., Ribeiro, D. M., Major, V. T., Martins, C. F., Santos, H., Lopes, P. A., Lemos, J. P. C., Fontes, C. M. G. A., Lordelo, M. M., Prates, J. A. M. (2021). Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(2):926-937.

Alonso, V., Campo, M., Provincial, L., Roncalés, P., Beltrán, A. (2010). Effect of protein level in commercial diets on pork meat quality. *Meat Science*, 85(1):7-14.

An, B. K., Jeon, J. Y., Kang, C. W., Kim, J. M., Hwang, J. K. (2014). The tissue distribution of lutein in laying hens fed lutein-fortified *chlorella* and production of chicken eggs enriched with lutein. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(2):172-177.

---

---

An, B. K., Kim, K. E., Jeon, J. Y., Lee, K. W. (2016). Effect of dried *Chlorella vulgaris* and *Chlorella* growth factor on growth performance, meat qualities and humoral immune responses in broiler chickens. *SpringerPlus* (2016), 5:718.

Attwood, S. a Hajat, C. (2020). How will the COVID-19 pandemic shape the future of meat consumption? *Public Health Nutrition*, 23(17):1-5.

Badaras, S., Klupsaite, D., Ruzauskas, M., Gruzauskas, R., Zokaityte, E., Starkute, V., Mockus, E., Klementaviciute, J., Cernauskas, D., Dauksiene, A. Vadopalas, L., Bartkiene, E. (2022). Influence of sugar beet pulp supplementation on pigs' health and production quality. *Animals (Basel)*, 12(16):2041.

Bañoch, T., Svoboda, M., Kuta, J., Saláková, A., Fajt, Z. (2012). The effect of iodine from iodine-enriched alga *Chlorella* spp. on the pork iodine content and meat quality in finisher pigs. *Acta Veterinaria Brno*, 81(4):339-346.

barbel (*Barbus barbus*) fish burgers. *Applied Sciences*, 9(11):2197.

Barkia, I., Saari, N., Manning, S. R. (2019). Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Marine Drugs*, 17(5):304.

Barsanti, L. a Gualtieri, P. (2006). *Algae, Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA. ISBN 0-8493-1467-4.

Beijerinck, M. W. (1890). Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. *Botanische Zeitung*, 47, 725-739.

Bekhit, A. E.-D. A., Holman, B. W. B., Giteru, S. G, Hopkins, D. L. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280-302.

Bito, T., Okumura, E., Fujishima, M., Watanabe, F. (2020). Potential of *Chlorella* as a dietary supplement to promote human health. *Nutrients*, 12(9):2524.

---



---

Bocian, M., Wojtysiak, D., Jankowiak, H., Cebulska, A., Kapelanski, W., Migdal, W. (2012). Carcass, meat quality and histochemical traits of m. *longissimus lumborum* from Zlotnicka Spotted pigs and commercial pigs. *Folia Biologica (Krakow)*, 60(3-4):181-187.

Boskovic Cabrol, M., Martins, J. C., Malhão, L. P., Alves, S. P., Bessa, R. J. B., Almeida, A. M., Raymundo, A., Lordelo, M. (2022). Partial replacement of soybean meal with *Chlorella vulgaris* in broiler diets influences performance and improves breast meat quality and fatty acid composition. *Poultry Science*, 101(8):101955.

Bruneel, C., Lemahieu, C., Fraeye, I., Ryckebosch, E., Buyse, J., Muylaert, K., Foubert, I. (2013). Impact of microalgal feed supplementation on omega-3 fatty acid enrichment of hen eggs. *Journal of Functional Foods*, 5(2):897-904.

Büning-Pfaue, H. (2003). Analysis of water in food by near infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 82(1):107-115.

Buono, S., Langellotti, A. L., Martello, A., Rinna, F., Fogliano, V. (2014). Functional ingredients from microalgae. *Food & Function*, 5(8):1669-1685.

Calder, P. (2012). Mechanisms of action of (n-3) fatty acids. *The Journal of Nutrition*, 142(3):592-599.

Cameron, N. D. a Enser, M. B. (1991). Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Science*, 29(4):295-307.

Cirne, L. G. A., Sobrinho, A. G. S., Oliveira, E. A., Carvalho, G. G. P., Moreno, G. M. B., Valença, R. L., Almeida, F. A., Endo, V., Zeola, N. M. B. L. (2019). Nutritional characteristics of meat from lambs fed diets containing mulberry hay. *South African Journal of Animal Science*, 49, 20-28.

Combs, G. F. (1952). Algae (*Chlorella*) as a source of nutrients for the chick. *Science*, 116(3017):453-454.

---

---

Costa, M., Cardoso, C., Afonso, C., Bandarra, N. M., Prates, J. A. M. (2021). Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: A systematic review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(6):1075-1102.

Cottin, S. C., Sanders, T. A., Hall, W. L. (2011). The differential effects of EPA and DHA on cardiovascular risk factors. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70(2):215-231.

Čobanović, N., Bošković, M., Vasilev, D., Dimitrijević, M., Parunović, N., Djordjević, J., Karabasil, N. (2016). Effects of various pre-slaughter conditions on pig carcasses and meat quality in a low-input slaughter facility. *South African Journal of Animal Science*, 46, 380-390.

Dallen, M. (2012). *Zelené potraviny, když jídlo je naším lékem*. Blue step spol. s r. o., Praha. 113 s. ISBN 978-80-254-4590-7.

De Ortega, A. R., Roux, J. C. (1986). Production of *Chlorella* biomass in different types of flat bioreactors in temperate zones. *Biomass*, 10(2):141-156.

De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Animal Research*, 53(2):81-98.

De Souza, R. A. S., Saldanha-Corrêa, F. M. P., Gallego, A. G., Neto, A. M. P. (2020). Semi-quantitative determination of ash element content for freeze-dried, defatted, sulfated and pyrolysed biomass of *Scenedesmus* sp. *Biotechnology for Biofuels*, 13:63.

Digitallibrary.un.org (2011). *United Nations Digital Library. The state of food insecurity in the world. How does international price volatility affect domestic economies and food security? FAO, 2011*. FAO: Rome, Italy, 2011. 51 s. ISBN 978-92-5-106927-1. [online] [cit. 2. 8. 2022]. Dostupné z: <https://digitallibrary.un.org/record/3927681>

---

---

Dostálová, A., Koucký, M., Vališ, L., Šimečková, M. (2012). Evaluation of fattening performance, carcass traits and meat characteristics of Prestice Black-Pied pigs in the organic freerange and conventional system. *Research in Pig Breeding*, 6(2):15-19.

Eitfood.eu (2020). *European Institute of Innovation & Technology. EIT Food Trust-Tracker*. [online] [cit. 13. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.eitfood.eu/projects/eit-food-trusttracker>

El-Bahr, S., Shousha, S., Shehab, A., Khattab, W., Ahmed-Farid, O., Sabike, I., El-Garhy, O., Albokhadaim, I., Albosadah, K. (2020). Effect of dietary microalgae on growth performance, profiles of amino and fatty acids, antioxidant status, and meat quality of broiler chickens. *Animals*, 10(5):761.

Eliášová, M., Kameník, J., Saláková, A., Pavlík, Z., Pospiech, M., Tremlová, B. (2017). The effect of PSE and non-PSE *Adductor* and *Semimembranosus* pig muscles on the occurrence of destructured zones in cooked hams. *Journal of Food Quality*, 2017, 1-8. Article ID 6305051.

Enzing, C., Ploeg, M., Barbosa, M., Sijtsma, L. (2014). *Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe*. Joint Research Centre, Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2014. JRC85709. ISBN 978-92-79-34037-6 (pdf). [online] [cit. 10. 2. 2023]. Dostupné z: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC85709>

Eslick, G. D, Howe, P. R., Smith, C., Priest, R., Bensoussan, A. (2009). Benefits of fish oil supplementation in hyperlipidemia: a systematic review and meta-analysis. *The International Journal of Cardiology*, 136(1):4-16.

Fao.org (2007). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food and Agriculture. Paying farmers for environmental services*. FAO: Rome, Italy, 2007. 222 s. ISBN 978-92-5-105750-6. [online] [cit. 2. 8. 2022]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/a1200e/a1200e.pdf>

---

---

Fao.org (2016). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Rome, Italy, 2016. 224 s. ISBN 978-92-5-309185-0. [online] [cit. 10. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/i5555s/i5555s.pdf>

Fao.org (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges*. FAO: Rome, Italy, 2017. 163 s. ISBN 978-92-5-109551-5. [online] [cit. 2. 8. 2022]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>

Fernando, I. P. S., Ryu, B., Ahn, G., Yeo, I. K., Jeon, Y. J. (2020). Therapeutic potential of algal natural products against metabolic syndrome: A review of recent developments. *Trends in Food Science and Technology*, 97, 286-299.

Furbeyre, H., Milgen, J., Mener, T., Gloaguen, M., Labussière, E. (2017). Effects of dietary supplementation with freshwater microalgae on growth performance, nutrient digestibility and gut health in weaned piglets. *Animal*, 11(2):183-192.

Garcia-Vaquero, M. (2020). Food applications. In *Microalgae: Cultivation, Recovery of Compounds and Applications*. Edited, 1st ed.; Galanakis, C. M., Ed.; Elsevier Science: Cambridge, MA, USA, 2020. s. 207–232. ISBN 978-0-12-821218-9.

Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of *Spirulina (Arthrospira)*. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1):34-40.

Hocquette, J., Gondret, F., Baeza, E. (2010). Intramuscular fat content in meat-producing animals: Development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, 4(2):303-319.

Hoving-Bolink, A. H., Vedder, H. W., Merks, J. W. M., de Klein, W. J. H., Reimert, H. G. M., Frankhuizen, R., van den Broek, W. H. A. M., Lambooij en, E. (2005).

---

---

Perspective of NIRS measurements early post mortem for prediction of pork quality. *Meat Science*, 69(3):417-423.

Hovorka, F., Bečka, V., Čerovský, J., Hájek, J., Holub, A., Hovorka, F., Jelínek, T., Kašpar, F., Klusáček, J., Křeček, J., Menšík, J., Navrátil, B., Pavlík, J., Plocek, F., Poděbradský, Z., Smíšek, V., Šiler, R., Vrchlabský, J. (1983). *Chov prasat*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 536 s.

Chaves, A. A., Martins, C. F., Carvalho, D. F., Ribeiro, D. M., Lordelo, M., Freire, J. P., Almeida, A. M. (2021). A viewpoint on the use of microalgae as an alternative feedstuff in the context of pig and poultry feeding – a special emphasis on tropical regions. *Tropical Animal Health and Production*, 53(3):1-8.

Chew, K. W., Yap, J. Y., Show, P. L., Suan, N. H., Juan, J. C., Ling, T. C., Lee, D. J., Chang, J. S. (2017). Microalgae biorefinery: high value products perspectives. *Biore-source Technology*, 229, 53-62.

Chick, H. (1903). A study of a unicellular green alga, occurring in polluted water, with especial reference to its nitrogenous metabolism. *Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences*, 71(458-476).

Chiu, S. Y., Kao, C. Y., Chen, T. Y., Chang, Y. B., Kuo, C. M., Lin, C. S. (2015). Cultivation of microalgal *Chlorella* for biomass and lipid production using wastewater as nutrient resource. *Bioresource Technology*, 184, 179-189.

Christaki, E., Florou-Paneri, P., Bonos, E. (2011). Microalgae: a novel ingredient in nutrition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(8):794-799.

Ingr, I. (1988). Současná jakost vepřového masa a problematika jejího hodnocení. In: *Intenzifikační faktory ve výrobě jatečných prasat*. Sborník referátů, ČSVTS. Vysoká škola zemědělská, Brno, 6 s.

---

---

Ishikawa, D., Ueno, G., Fujii, T. (2017). Estimation method of moisture content at the meat surface during drying process by NIR spectroscopy and its application for monitoring of water activity. *Japan Journal of Food Engineering*, 18(3):135-143.

Ito, M., Koba, K., Hikihara, R., Ishimaru, M., Shibata, T., Hatate, H., Tanaka, R. (2018). Analysis of functional components and radical scavenging activity of 21 algae species collected from the Japanese coast. *Food Chemistry*, 255, 147-156.

Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T., Tatematsu, M. (1986). Studies on antioxidants: Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 24(10/11):1071-1082.

Ivanović, S., Pavlović, M., Pavlović, I., Savić, B., Nešić, K., Mitrović, R., Baltić, B. (2021). Meat quality parameters of wild boar and commercial pig breeds. *Meat Technology*, 62(1):1-13.

Ivanović, S., Teodorović, V., Baltić, M. Ž. (2012). *Kvalitet mesa — Biološke i hemijske opasnosti*. Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Beograd. ISBN 978-86-81761-51-9.

Jeon, J. Y., Kim, K. E., Im, H. J., Oh, S. T., Lim, S. U, Kwon, H. S., Moon B. H., Kim, J. M., An, B. K., Kang, C. W. (2012) The production of lutein-enriched eggs with dietary *Chlorella*. *Food Science of Animal Resources*, 32(1):13-17.

Jiang, H., Zhuang, H., Sohn, M., Wang, W. (2017). Measurement of soy contents in ground beef using near-infrared spectroscopy. *Applied Sciences*, 7(1), 97.

Kalina, T., Váňa, J. (2005). *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Univerzita Karlova v Praze. Nakladatelství Karolinum, Praha. 608 s. ISBN 80-246-1036-1.

Kamruzzaman, M., Makino, Y., Oshita, S. (2015). Non-invasive analytical technology for the detection of contamination, adulteration, and authenticity of meat, poultry, and fish: a review. *Analytica Chimica Acta*, 853, 19-29.

---

---

Kang, H. K., Salim, H., Akter, N., Kim, D. W., Kim, J. H., Bang, H. T. (2013). Effect of various forms of dietary *Chlorella* supplementatiton on growth performance, imune characteristics and intestinal microflora population of broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 22(1):100-108.

Kasprzyk, A. (2007). Characteristics of genetic parameters and genetic gain in breeding herd of PL pigs over 25-year breeding work period. *Archiv fur Tierzucht*, 50, 107–115.

Katina, J., Kšána, F. (2012). *Jak poznáme kvalitu? Hovězí a vepřové maso*. Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, Praha. 1. vyd. 23 s. ISBN 978-80-904633-6-3. [online] [cit. 12. 3. 2023]. Dostupné z <https://ea-gri.cz/public/web/mze/potraviny/publikace-a-dokumenty/publikace/odborne-publikace-s-potravinarskou/jak-pozname-kvalitu-hovezi-a-veprove.html>

Khalid, M., Saeed ur, R., Bilal, M., Huang, D.-F. (2019). Role of flavonoids in plant interactions with the environment and against human pathogens – A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1):211-230.

Kibria, S., Kim, I. H. (2019). Impacts of dietary microalgae (*Schizochytrium JB5*) on growth performance, blood profiles, apparent total tract digestibility, and ileal nutrient digestibility in weaning pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13):6084-6088.

Klusáček, J., Diblík, T., Svoboda, V., Domabyl, V. (1991). Production potential of the Prestice Black-Pied and improved Prestice Black-Pied pigs. *Živočišná Výroba*, 36:641-650.

Kolář, M. a Pavlík, J. (1989). Possibilities of improving the production traits of the pigs of the Prestice Black Pied breed through hybrid sows (in Czech). *Živočišná výroba*, 34:47-54.

---

---

Komaki, H., Yamashita, M., Niwa, Y., Tanabe, Y., Kamiya, N., Ando, Y., Furuse, M. (1998). The effect of processing of *Chlorella vulgaris*: K-5 on *in vitro* and *in vivo* digestibility in rats. *Animal Feed Science and Technology*, 70(4):363-366.

Kose, A. a Oncel, S. S. (2015). Properties of microalgal enzymatic protein hydrolysates: biochemical composition, protein distribution and FTIR characteristics. *Biotechnology Reports*, 6:137-143.

Kose, A., Ozen, M. O., Elibol, M., Oncel, S. S. (2017). Investigation of *in vitro* digestibility of dietary microalga *Chlorella vulgaris* and cyanobacterium *Spirulina platensis* as a nutritional supplement. *3 Biotech*, 7(3):170.

Kotrbaček, V., Skřivan, M., Kopecký, J., Pěnkava, O., Hudečková, P., Uhríková, I., Doubek, J. (2013). Retention of carotenoids in egg yolks of laying hens supplemented with heterotrophic *Chlorella*. *Czech Journal of Animal Science*, 58(5):193-200.

Kouba, M., Enser, M., Whittington, F. M., Nute, G. R., Wood, J. D. (2003). Effect of a high linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition and meat quality in the growing pig. *Journal of Animal Science*, 81(8):1967-1979.

Kovač, D. J., Simeunović, J. B., Babić, O. B., Mišan, A. Č, Milovanović, I. L. (2013). Algae in food and feed. *Food and Feed Research*, 40(1):21-31.

Kranl, K., Schlesier, K., Bitsch, R., Hermann, H., Rohe, M., Böhm, V. (2005). Comparing antioxidative food additives and secondary plant products – use of different assays. *Food Chemistry*, 93(1):171-175.

Krienitz, L., Hegewald, E. H., Hepperle, D., Huss, V. A. R., Rohr, T., Wolf, M. (2004). Phylogenetic relationship of *Chlorella* and *Parachlorella* gen. nov. (*Chloropyta*, *Trebouxiophyceae*). *Phycologia*, 43(5):529-542.

Kulczynski, B., Sidor, A., Gramza-Michalowska, A. (2019). Characteristics of selected antioxidative and bioactive compounds in meat and animal origin products. *Antioxidants*, 8(9):335.

---



---

Lam, S., Soladoye, O. P., Prieto, N., Uttaro, B., Aalhus, J. L., Larsen, I., Shand, P., Gariépy, C., Juárez, M. (2021). Performance of near-infrared spectroscopy in pork shoulder as a predictor for pork belly softness. *Canadian Journal of Animal Science*, 101(2):386-389.

Lamminen, M., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Kokkonen, T., Jaakkola, S., Vanhatalo, A. (2019). Different microalgae species as a substitutive protein feed for soya bean meal in grass silage based dairy cow diets. *Animal Feed Science and Technology*, 247:112-126.

Lebret, B., Čandek-Potokar, M. (2022). Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, 16:1.

Legrand, P. a Mourot, J. (2002). Le point sur les apports nutritionnels conseillés en acides gras, implication sur les lipides de la viande. In *9èmes Journées des Sciences du Muscle et Technologie des Viandes*. 15-16 October, Clermont-Ferrand, France. Viandes et Produits carnés, numero hors série, s. 49-57.

Lipstein, B., Hurwitz, S. (1981). The nutritional value of sewagegrown, alum-flocculated micractinium algae in broiler and layer diets. *Poultry Science*, 60(12):2628-2638.

Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B., Bugeon, J. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The Scientific World Journal*, 2016, 3182746, 1-14.

Lizzul, A. M., Lekuona-Amundarain, A., Purton, S., Campos, L. C. (2018). Characterization of *Chlorella sorokiniana*, UTEX 1230. *Biology*, 7(2):25.

Lustyková, A., Frydrychová, S., Lipenský, J., Vejnar, J., Rozkot, M. (2008). Practical aspects of porcine semen collection for conservation and utilization of farm animal genetic resources. *Research in Pig Breeding*, 2:22-25.

---

---

Mabood, F., Boqué, R., Alkindi, A. Y., Al-Harrasi, A., Al Amri, I. S., Boukra, S., Jabeen, F., Hussain, J., Abbas, G., Naureen, Z., Haq, Q. M. I., Shah, H. H., Khan, A., Khalaf, S. K., Kadim, I. (2020). Fast detection and quantification of pork meat in other meats by reflectance FT-NIR spectroscopy and multivariate analysis. *Meat Science*, 163:108084.

Madeira, M. S., Cardoso, C., Lopes, P. A, Coelho, D., Afonso, C., Bandarra, N. M., Prates, J. A. M. (2017). Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: A review. *Livestock Science*, 205, (2017):111-121.

Madeira, M., Pires, V., Alfaia, C., Costa, A., Luxton, R., Doran, O., Bessa, R., Prates, J. (2013). Differential effects of reduced protein diets on fatty acid composition and gene expression in muscle and subcutaneous adipose tissue of Alentejana purebred and Large White x Landrace x Pietrain crossbred pigs. *British Journal of Nutrition*, 110(2):216-229.

Mao, X., Wu, T., Sun, D., Zhang, Z., Chen, F. (2018). Differential responses of the green microalga *Chlorella zofingiensis* to the starvation of various nutrients for oil and astaxanthin production. *Bioresource Technology*, 249, 791-798.

Martins, C. F., Pestana, J. M., Alfaia, C. M., Costa, M., Ribeiro, D. M., Coelho, D., Lopes, P. A., Almeida, A. M., Freire, J. P. B, Prates, J. A. M. (2021). (a). Effects of *Chlorella vulgaris* as a feed ingredient on the quality and nutritional value of weaned piglets' meat. *Foods*, 10(6):1155.

Martins, C. F., Ribeiro, D. M., Costa, M., Coelho, D., Alfaia, C. M., Lordelo, M., Almeida, A. M., Freire, J. P. B., Prates, J. A. M. (2021). (b). Using microalgae as a sustainable feed resource to enhance quality and nutritional value of pork and poultry meat. *Foods*, 10(12):2933.

Matos, Â. P., Ferreira, W. B., de Oliveira Torres, R. C., Morioka, L. R. I., Canella, M. H. M., Rotta, J. (2015). Optimization of biomass production of *Chlorella vulgaris* grown in desalination concentrate. *Journal of Applied Phycology*, 27(4):1473-1483.

---

---

Matoušek, V., Kernerová, N., Hyšplerová, K., Jirotková, D., Brzáková, M. (2016). Carcass traits and meat quality of Prestice Black-Pied pig breed. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(8):1181-1187.

Matyba, P., Florowski, T., Dasiewicz, K., Ferenc, K., Olszewski, J., Trela, M., Galembe, G., Słowiński, M., Sady, M., Domańska, D., Gajewski, Z., Zabielski, R. (2021). Performance and meat quality of intrauterine growth restricted pigs. *Animals (Basel)*, 11(2):254.

McBey, D., Watts, D., Johnstone, A. M. (2019). Nudging, formulating new products, and the lifecourse: A qualitative assessment of the viability of three methods for reducing Scottish meat consumption for health, ethical, and environmental reasons. *Appetite*, 142, 104349.

Milan, D., Jeon, J.-T., Looft, C., Amarger, V., Robic, A., Thelander, M., Rogel-Gaillard, C., Paul, S., Iannuccelli, N., Rask, L., Ronne, H., Lundström, K., Reinsch, N., Gellin, J., Kalm, E., Le Roy, P., Chardon, P., Andersson, L. (2000). A mutation in *PRKAG3* associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science*, 288(5469):1248-1251.

Mlček, J., Rop, O., Šustová, K., Simeonovová, J., Gál, R. (2010). Možnosti využití spektroskopie NIR v masném průmyslu. *Chemické Listy*, 104, 855-860.

Montoya, E. Y. O., Casazza, A. A., Aliakbarian, B., Perego, P., Converti, A., Carvalho, M. (2014). Production of *Chlorella vulgaris* as a source of essential fatty acids in a tubular photobioreactor continuously fed with air enriched with CO<sub>2</sub> at different concentrations. *Biotechnology Progress*, 30(4):916-922.

Moran, C. A., Morlacchini, M., Keegan, J. D., Fusconi, G. (2018). Dietary supplementation of finishing pigs with the docosahexaenoic acid-rich microalgae, *Aurantiochytrium limacinum*: effects on performance, carcass characteristics and tissue fatty acid profile. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(5):712-720.

---

---

Morris, H. J., Carrillo, O., Almarales, A., Bermúdez, R. C., Lebeque, Y., Fontaine, R., Llauradó, G., Beltrán, Y. (2007). Immunostimulant activity of an enzymatic protein hydrolysate from green microalga *Chlorella vulgaris* on undernourished mice. *Enzyme and Microbial Technology*, 40(3):456-460.

Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K.; Kerry, J. P., Buckley, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49(1):73-86.

Mukumbo, F. E., Maphosa, V., Hugo, A., Nkukwana, T. T., Mabusela, T. P., Muchenje, V. (2014). Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on finisher pig growth performance, meat quality, shelf life and fatty acid composition of pork. *South African Journal of Animal Science*, 44, 388-400.

Nevečeřalová, K. (2022). *Situační a výhledová zpráva: Prasata a vepřové maso 2022*. Ministerstvo Zemědělství, Praha. 88 s. ISBN 978-80-7434-659-0. ISSN 1211-7692. [online] [cit. 12. 3. 2023] Dostupné z <https://eagri.cz/public/web/mze/potravinypotravinarske-komodity/maso-a-masne-vyroby/situacni-a-vyhledove-zpravy-veprove-maso/situacni-a-vyhledova-zprava-prasata-2022.html>

Nuernberg, K., Nuernberg, G., Priepke, A., Dannenberger, D. (2015). Sea buckthorn pomace supplementation in the finishing diets of pigs — are there effects on meat quality and muscle fatty acids? *Archives of Animal Breeding*, 58, 107-113.

Oh, S. T., Zheng, L., Kwon, H. J., Choo, Y. K., Lee, K. W., Kang, C. W., An, B. K. (2015). Effects of dietary fermented *Chlorella vulgaris* (CBT®) on growth performance, relative organ weights, cecal microflora, tibia bone characteristics, and meat qualities in Pekin ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(1):95-101.

Panahi, Y., Khosroshahi, A. Y., Sahebkar, A., Heidari, H. R. (2019). Impact of cultivation condition and media content on *Chlorella vulgaris* composition. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 9(2):182-194.

---

---

Pereira, P. M., Vicente, A. F. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3):586-592.

Pestana, J. M., Puerta, B., Santos, H., Madeira, M. S., Alfaia, C. M., Lopes, P. A., Pinto, R. M. A., Lemos, J. P. C., Fontes, C. M. G. A., Lordelo, M. M., Prates, J. A. M. (2020). Impact of dietary incorporation of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) and exogenous enzymes on broiler performance, carcass traits and meat quality. *Poultry Science*, 99(5):2519-2532.

Peyvasteh, M., Popov, A., Bykov, A., Meglinski, I. (2020). Meat freshness revealed by visible to near-infrared spectroscopy and principal component analysis. *Journal of Physics Communications*. 4(9):1-11.

Pinto, L. F. R., Ferreira, G. F., Tasicc, M. (2020). Cultivation techniques. In *Microalgae: Cultivation, Recovery of Compounds and Applications*. Edited, 1st ed.; Galanakis, C. M., Ed.; Elsevier Science: Cambridge, MA, USA, 2020. s. 1-26. ISBN 978-0-12-821218-9.

Po-Fung, I. a Feng. C. (2005). Production of astaxanthin by the green microalga *Chlorella zofingiensis* in the dark. *Process Biochemistry*, 40(2):733-738.

Preisig, H. R. a Andersen, R. A. (2005). *Algal Culturing Techniques: Historical review of algal culturing techniques*. Elsevier Academic Press, London, UK. kap. 1. s. 1-12. ISBN 0-12-088426-7.

Prevolnik, M., Čandek-Potokar, M., Škorjanc, D. (2004). Ability of NIR spectroscopy to predict meat chemical composition and quality – a review. *Czech Journal of Animal Science*, 49(11):500-510.

Priyadarshani, I. a Rath, B. (2012). Commercial and industrial applications of microalgae – A review. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 3(4):89-100.

---

---

Qiu, S., Shen, Y., Zhang, L., Ma, B., Amadu, A. A., Ge, S. (2020). Antioxidant assessment of wastewater-cultivated *Chlorella sorokiniana* in *Drosophila melanogaster*. *Algal Research*, 46, 101795.

Qu F. F., Ren D., He Y., Nie P. C., Lin L., Cai C. Y., Dong T. (2018). Predicting pork freshness using multi-index statistical information fusion method based on near infrared spectroscopy. *Meat Science*, 146, 59-67.

Ramos-Romero, S., Torrella, J. R., Pagès, T., Viscor, G., Torres, J.L. (2021) Edible microalgae and their bioactive compounds in the prevention and treatment of metabolic alterations. *Nutrients*, 13(2):563.

Rani, K., Sandal, N., Sahoo, P. K. (2018). A comprehensive review on *Chlorella*-its composition, health benefits, market and regulation scenario. *The Pharma Innovation Journal*, 7(7):583-589.

Raposo, M. F. a de Morais, A. M. (2015). Microalgae for the prevention of cardiovascular disease and stroke. *Life Sciences*, 125, 32-41.

Raposo, M. F., de Morais, R. M. S. C., de Morais, A. M. M. B. (2013). Health applications of bioactive compounds from marine microalgae. *Life Sciences*, 93(15):479-486.

Reig, M., Aristoy, M-C., Toldrá, F. (2013). Variability in the contents of pork meat nutrients and how it may affect food composition databases. *Food Chemistry*, 140(3):478-482.

Ribeiro, D. M., Martins, C. F., Kuleš, J., Horvatić, A., Guillemin, N., Freire, J. P. B., Eckersall, P. D., Almeida, A. M., Prates, J. A. M. (2021). Influence of dietary *Spirulina* inclusion and lysozyme supplementation on the longissimus lumborum muscle proteome of newly weaned piglets. *Journal of Proteomics*, 244:104274.

Rodriguez-Garcia, I. a Guil-Guerrero, J. L. (2008). Evaluation of the antioxidant activity of three microalgal species for use as dietary supplement and in the preservation of foods. *Food Chemistry*, 108(3):1023-1026.

---

---

Romero, N., Visentini, F. F., Márquez, V. E., Santiago, L. G., Castro, G. R., Gagneten, A. M. (2020). Physiological and morphological responses of green microalgae *Chlorella vulgaris* to silver nanoparticles. *Environmental Research*, 189:109857.

Ru, I. T. K., Sung, Y. Y., Jusoh, M., Wahid, M. E. A. (2020). *Chlorella vulgaris*: A perspective on its potential for combining high biomass with high value bioproducts. *Applied Phycology*, 1(1):2-11.

Ruusunen, M., Puolanne, E., Sevón-Aimonen, M. L., Partanen, K., Voutilainen, L., Niemi, J. (2012). Carcass and meat quality traits of four different pig crosses. *Meat Science*, 90(3):543-547.

Ruxton, C. H. S., Reed, S. C., Simpson, J. A., Millington, K. J. (2007). The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: A review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 20(3):275-285.

Ryu, N. H., Lim, Y., Park, J. E., Kim, J., Kim, J. Y., Kwon, S. W., Kwon, O. (2014). Impact of daily *Chlorella* consumption on serum lipid and carotenoid profiles in mildly hypercholesterolemic adults: a double-blinded, randomized, placebo-controlled study. *Nutrition Journal*, 13:57.

Safer, A. M. a Al-Nughamish, A. J. (1999). Hepatotoxicity induced by the anti-oxidant food additive, butylated hydroxytoluene (BHT), in rats: An electron microscopical study. *Histology and Histopathology*, 14(2):391-406.

Sander, K. a Murthy, G. S. (2009). Enzymatic degradation of microalgal cell walls. In *Proceedings of the American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)*. Annual International Meeting, St. Joseph, NV, USA, 21-24 June 2009. 12 s.

Sardi, L., Martelli, G., Lambertini, L., Parisini, P., Mordenti, A. (2006). Effects of a dietary supplement of DHA-rich marine algae on Italian heavy pig production parameters. *Livestock Science*, 103(1-2):95-103.

---

---

Sathasivam, R., Radhakrishnan, R., Hashem, A., Abd Allah, E. F. (2019). Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4):709-722.

Serrano, M. P., Valencia, D. G., Nieto, M., Lazaro, R., Mateos, G. G. (2008). Influence of sex and terminal sire line on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive production systems. *Meat Science*, 78(4):420-428.

Shi, X., Luo, Z., Chen, F., Wei, C.-C., Wu, K., Zhu, X.-M., Liu, X. (2017). Effect of fish meal replacement by *Chlorella* meal with dietary cellulase addition on growth performance, digestive enzymatic activities, histology and myogenic genes' expression for crucian carp *Carassius auratus*. *Aquaculture Research*, 48(6):3244-3256.

Shukla, S. P., Kvíderová, J., Tříška, J., Elster, J. (2013). *Chlorella mirabilis* as a potential species for biomass production in low-temperature environment. *Frontiers in Microbiology*, 4(97):1-12.

Simkus, A., Simkiene, A., Cernauskiene, J., Kvietkute, N., Cernauskas, A., Paleckaitis, M., Kerziene, S. (2013). The effect of blue algae *Spirulina platensis* on pig growth performance and carcass and meat quality. *Veterinarija ir Zootechnika (Vet Med Zoot)*, 61(83):70-74.

Skibska, B. a Goraca A. (2015). The protective effect of lipoic acid on selected cardiovascular diseases caused by age-related oxidative stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2015: 313021. 1-11.

Sorokin, C. a Myers, J. (1953). A high-temperature strain of *Chlorella*. *Science*, 117(3039):330-331.

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassale-tta, L., De Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon Line, J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H. Charles, J., Tilman, D., Rockström, J., Willett, W. (2018).

---



---

Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728):519-525.

Steinhauser, L., Beňovský, R., Bystrický, P., Cabadaj, R., Černý, H., Dvořák, J., Ingr, I., Kerekréty, J., Kubíček, K., Máté, D., Minks, J., Nagy, J., Novák, P., Pipek, P., Simeonovová, J., Sovjak, R., Steinhauserová, I., Straková, E., Suchý, P., Šubrt, J., Švický, E., Večerek, V., Vrchlabský, J., Zabloudil, F. (2000). *Produkce masa*. Vydavatelství Last, Tišnov. ISBN 80-900260-7-9.

Szwarc, K., Szwarc, D., Zieliński, M. (2019). Removal of biogenic compounds from the post-fermentation effluent in a culture of *Chlorella vulgaris*. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(1):111-117.

Tomasevic, I., Djekic, I., Font-i-Furnols, M., Terjung, N., Lorenzo, J. M. (2021). Recent advances in meat color research. *Current Opinion in Food Science*, 41, 81-87.

Toumi, A., Politaeva, N., Đurović, S., Mukhametova, L., Ilyashenko, S. (2022). Obtaining DHA-EPA oil concentrates from the biomass of microalga *Chlorella sorokiniana*. *Resources*, 11(2), 20.

Tso, R., Lim, A. J., Forde, C. G. (2021). A critical appraisal of the evidence supporting consumer motivations for alternative proteins. *Foods*, 10(1):24.

Udayan, A., Arumugam, M., Pandey, A. (2017). Nutraceuticals From Algae and Cyanobacteria. In *Algal Green Chemistry*. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2017. kap. 4. s. 65-89. ISBN 978-0-444-63784-0.

Valente, L. M. P., Cabrita, A. R. J., Maia, M. R. G., Valente, I. M., Engrola, S., Fonseca, A. J. M., Ribeiro, D. M., Lordelo, M., Martins, C. F., Falcão-E-Cunha, L., De Almeida, A. M., Freire, J. P. B. (2020). Microalgae as feed ingredients for livestock production and aquaculture. In *Microalgae: Cultivation, Recovery of Compounds and Applications*. Galanakis, C. M., Ed.; Academic Press, Inc.: London, UK, 2020. s. 239-312. ISBN 978-0-12-821218-9.

---

---

Van de Perre, V., Ceustermans, A., Leyten, J., Geers R. (2010). The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham — Effects of season and lairage time. *Meat Science*, 86(2):391-397.

Van der Spiegel, M., Noordam, M. Y., Van der Fels-Klerx, H. J. (2013). Safety of novel protein sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(6):662-678.

Van Kempen, T. (2001). Infrared technology in animal production. *World's Poultry Science Journal*, 57(1):29-48.

Verbeke, W., Marcu, A., Rutsaert, P., Gaspar, R., Seibt, B., Fletcher, D., Barnett, J. (2015). 'Would you eat cultured meat?': Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science*, 102, 49-58.

Vossen, E., Raes, K., Mullem, D. V., De Smet, S. (2016). Production of docosahexaenoic acid (DHA) enriched loin and dry cured ham from pigs fed algae: Nutritional and sensory quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(5):1-13.

Vyhláška č. 211/2019 Sb. Vyhláška o způsobu provádění klasifikace jatečně upravených těl jatečných zvířat a podmínkách vydávání osvědčení o odborné způsobilosti fyzických osob k této činnosti. In *Zákony pro lidi* [online]. Částka 88/2019. Platnost od 22.08.2019. Účinnost od 01.09.2019. [cit. 13. 3. 2023]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-211?text=vyhl%C3%A1%C5%A1ka+211%2F2019>

Vyhláška č. 69/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In *Zákony pro lidi* [online]. Částka 26/2016. Platnost od 04.03.2016. Účinnost od 01.08.2016.

---

---

[cit. 13. 3. 2023]. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69?text=vyhlaska+69%2F2016>

Wang, S., Chen, Y.-K., Ghonimy, A., Yu, T., Gao, Y.-S., Wu, Z.-C., Wang, Q.-J., Zhang, D.-M. (2020). L-Carnitine supplementation improved population growth, photosynthetic pigment synthesis and antioxidant activity of marine *Chlorella* sp. *Aquaculture Reports*, 17, 100394.

Wang, Y., Liu, R., Hou, Q., Tian, X., Fan, X., Zhang, W., Zhou, G. (2020). Comparison of activity, expression and S-nitrosylation of glycolytic enzymes between pale, soft and exudative and red, firm and non-exudative pork during post-mortem aging. *Food Chemistry*, 314, 126203.

Ward, V. C. A. a Rehmann, L. (2019). Rast media optimization for mixotrophic cultivation of *Chlorella vulgaris*. *Scientific Reports*, 9, 19262.

Williams, P. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition and Dietetics*, 64(4):113-119.

Wood, J. D., Nute, G. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., Da Costa, N., Chang, K. C. (2004). Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science*, 67(4):651-667.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66(1):21-32.

Wu, H. L., Hseu, R. S., Lin, L. P. (2001). Identification of *Chlorella* spp. isolates using ribosomal DNA sequences. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 42, 115-121.

Xu, L., Weathers, P. J., Xiong, X. R., Liu, C. Z. (2009). Microalgal bioreactors: challenges and opportunities. *Engineering in Life Sciences*, 9(3):178-189.

---

---

Yaakob, Z., Ali, E., Zainal, A., Mohamad, M., Takriff, M. S. (2014). An overview: biomolecules from microalgae for animal feed and aquaculture. *Journal of Biological Research–Thessaloniki*, 21(6):1-10.

Yadavalli, R., Ratnapuram, H., Motamarry, S., Reddy, C. N., Ashokkumar, V., Kuppam, C. (2022). Simultaneous production of flavonoids and lipids from *Chlorella vulgaris* and *Chlorella pyrenoidosa*. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12:683-691.

Yan, L., Lim, S. U., Kim, I. H. (2012). Effect of fermented *Chlorella* supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(12):1742-1747.

Yan, N., Fan, C., Chen, Y., Hu, Z. (2016). The potential for microalgae as bioreactors to produce pharmaceuticals. *International Journal of Molecular Science*, 17(6):962.

Zhou, W., Wang, J., Chen, P., Ji, C., Kang, Q., Lu, B., Ruan, R. (2017). Bio-mitigation of carbon dioxide using microalgal systems: advances and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76:1163-1175.

Zou, W., Peng, Y., Yang, D., Zuo, J., Li, Y., Guo, Q. (2022). An intelligent detector for sensing pork freshness *in situ* based on a multispectral technique. *Biosensors (Basel)*, 12(11):998.

---

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1: <i>Chlorella vulgaris</i> , mikroskopicky zvětšeno $\times 100$ , (Szwarc <i>et al.</i> , 2019) .....	11
Obrázek 2: <i>Chlorella vulgaris</i> , mikroskopicky zvětšeno $\times 40$ , (Szwarc <i>et al.</i> , 2019).	11
Obrázek 3: Bioreaktory pro produkci <i>Chlorella vulgaris</i> (Kose <i>et al.</i> , 2017) .....	14
Obrázek 4: Neošetřený vzorek (a), hydrolyzovaná biomasa (b), zbytková buněčná biomasa (c) (Kose <i>et al.</i> , 2017) .....	15
Obrázek 5: Vepřové maso pro výsek (ČTPP; Katina a Kšána, 2012) .....	22
Obrázek 6: Reprezentativní NIR spektra pro různé druhy vzorků masa (Mabood <i>et al.</i> , 2020) .....	29

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Makronutrienty a bioaktivní sloučeniny v jedlých mikrořasách (Ramos-Romero <i>et al.</i> , 2021) .....	8
Tabulka 2: Spotřeba vepřového masa ve světě v letech 2018-2022 (tisíc tun) (MZe ČR; Nevečeřalová, 2022) .....	24
Tabulka 3: Laboratorní vyšetření masa prasat v kategorii hmotnosti 108 a 127 kg v živém (Hovorka <i>et al.</i> , 1983).....	28
Tabulka 4: Výsledky měření ukazatelů obsahu vody (%), tuku (%), bílkovin (%) a bílkovin pojivové tkáně (%) jednotlivých vzorků kontrolní skupiny (K-PŘ).....	33
Tabulka 5: Výsledky měření ukazatelů obsahu vody (%), tuku (%), bílkovin (%) a bílkovin pojivové tkáně (%) jednotlivých vzorků pokusné skupiny (CH-PŘ) .....	34
Tabulka 6: Statistické vyhodnocení ( $\bar{x}$ , $s_x$ , $p$ ) ukazatele vody, tuku, bílkovin a bílkovin pojivové tkáně kontrolní (K-PŘ) a pokusné skupiny (CH-PŘ).....	35
Tabulka 7: Třídy jakosti klasifikovaných jatečně upravených těl jatečných prasat podléhajících klasifikaci (Vyhláška č. 211/2019 Sb.) .....	75
Tabulka 8: Členění masa na druhy a skupiny (Vyhláška č. 69/2016 Sb.) .....	75
Tabulka 9: Označení masa živočišným druhem nebo podle živočišného druhu, ze kterého pochází (Vyhláška č. 69/2016 Sb.).....	76
Tabulka 10: Základní technologické celky vepřového masa (Vyhláška č. 69/2016 Sb.) .....	76

---

---

## Seznam příloh

Příloha 1 .....	75
Příloha 2 .....	75
Příloha 3 .....	76

---

## Seznam grafů

Graf 1: Obsah vody (%) .....	36
Graf 2: Obsah tuku (%) .....	37
Graf 3: Obsah bílkovin (%) .....	38
Graf 4: Obsah bílkovin pojivové tkáně (%) .....	39



---

## Seznam použitých zkratek

ALA	Alpha-linolenic acid ( $\alpha$ -linolenová kyselina)
AMP	Africký mor prasat
ATP	Adenosintrifosfát
C	Carbonium (uhlík)
Ca	Calcium (vápník)
CGF	<i>Chlorella</i> Growth Factor ( <i>Chlorella</i> růstový faktor)
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide (oxid uhličitý)
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
C-PBP	Control-Prestice Black-Pied (Control group of samples)
ČBU	České bílé ušlechtilé
ČL	Česká landrase
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČSÚ	Český statistický úřad
ČTPP	Česká technologická platforma pro potraviny
DHA	Docosahexaenoic acid (dokosahexaenová kyselina)
DNA	Deoxyribonucleic acid (deoxyribonukleová kyselina)
EIT	European Institute of Innovation & Technology (Evropský institut pro inovace a technologie)
EPA	Eicosapentaenoic acid (eikosapentaenová kyselina)
EU	European Union (Evropská unie)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství)
Fe	Ferrum (železo)
FOM	Fat-O-Meater
HGP	Hennessy Grading Probe
CH-PBP	<i>Chlorella</i> -Prestice Black-Pied (Experimental group of samples with the addition of <i>Chlorella</i> )
CH-PŘ	Pokusná skupina vzorků vepřového masa s přídatkem <i>Chlorella</i> sp.
IMF	Intramuscular fat (intramuskulární tuk)
IR	Infrared radiation (infračervené záření)
JUT	Jatečně upravená těla

---

---

K	Kalium (draslík)
K-PŘ	Kontrolní skupina vzorků vepřového masa
LC-PUFA	Long-chain polyunsaturated fatty acids (polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem)
Mg	Magnesium (hořčík)
MK	Mastné kyseliny
MSIF	Multi-index statistical information fusion (multiindexová statistická informační fúze)
MUFA	monounsaturated fatty acid (mononenasycená mastná kyselina)
MZe ČR	Ministerstvo zemědělství ČR
N	Nitrogenium (dusík)
n	Počet výběrového souboru
n-3 PUFA	n-3 polyunsaturated fatty acids (n-3 polynenasycené mastné kyseliny)
NIR	Near-infrared radiation (blízké infračervené záření)
NIRS	Near-infrared spectroscopy (blízká infračervená spektroskopie)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)
<i>p</i>	Hladina významnosti
P	Phosphorus (fosfor)
PČ	Přeštické černostrakaté
PSE	Pale, soft, exudative (bledé, měkké, vodnaté)
PUFA	Polyunsaturated fatty acid (polynenasycené mastné kyseliny)
SFA	Saturated fatty acids (nasyčené mastné kyseliny)
$s_x$	Směrodatná odchylka
TVB-N	Total volatile basic nitrogen (celkový těkavý bazický dusík)
UFOM	Ultra Fat-O-Meater
USD	United States Dollar (americký dolar)
USDA – FAS	U. S. Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service
$\bar{x}$	Aritmetický průměr
Zn	Zincum (zinek)

---

---

## Přílohy

### Příloha 1

Příloha č. 1 k vyhlášce č. 211/2019 Sb.

**Tabulka 7: Třídy jakosti klasifikovaných jatečně upravených těl jatečných prasat podléhajících klasifikaci (Vyhláška č. 211/2019 Sb.)**

<b>Třída jakosti</b>	<b>Požadavky</b>
N	Jatečně upravená těla pod 60 kg
T	Jatečně upravená těla nad 120 kg

### Příloha 2

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 69/2016 Sb.

Členění masa, s výjimkou neděleného jatečně upraveného těla drůbeže a děleného jatečně upraveného těla drůbeže

**Tabulka 8: Členění masa na druhy a skupiny (Vyhláška č. 69/2016 Sb.)**

<b>Druh</b>	<b>Skupina</b>
Maso	výsekové maso
	kosti
	krev
	droby
	syrové sádlo, syrový lůj
	mleté maso
	maso zvěře ve farmovém chovu
	zvěřina

---

**Tabulka 9: Označení masa živočišným druhem nebo podle živočišného druhu, ze kterého pochází (Vyhláška č. 69/2016 Sb.)**

Označení masa podle živočišného druhu, ze kterého pochází	Kategorie zvířat, ze které maso musí pocházet
Hovězí maso	maso mladého býka, býka, volka, jalovice, krávy
Telecí maso	maso kategorie V podle přílohy VII části 1 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013
Hovězí maso z mladého skotu	maso kategorie Z podle přílohy VII části 1 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013
Vepřové maso	maso zahrnující maso prasat určených k výkrmu, maso prasnic a maso selat
Skopové maso	maso ovcí
Jehněčí maso	maso jehňat ve věku nejvýše 12 měsíců
Kozí maso	maso koz
Kůzlečí maso	maso kůzlat ve stáří nejvýše 12 měsíců
Koňské maso	maso koní
Hříběcí maso	maso hříbat ve stáří nejvýše 18 měsíců
Králíčí maso	maso králíků
Krokodýlí maso	maso krokodýlů, které bylo získáno a o jehož zdravotní nezávadnosti bylo rozhodnuto podle vyhlášky č. 34/2013 Sb., o veterinárních požadavcích na porážení krokodýlů a další zpracování masa a živočišných produktů pocházejících z krokodýlů

### Příloha 3

Příloha č. 3 k vyhlášce č. 69/2016 Sb.

**Tabulka 10: Základní technologické celky vepřového masa (Vyhláška č. 69/2016 Sb.)**

Základní dělení	Technologický celek
Vepřová půlka	půlka
	předek
Vepřové maso (s kostí / bez kosti)	kýta
	plec
	pečeně, kotleta
	panenská svíčková, panenka
	krkovice
	bok
	lalok
	paždík
	hlava
	koleno přední
	koleno zadní
	nožička
	žebírko