



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

MOŽNOSTI VYUŽITÍ ZDROJŮ ROSTLINNÝCH BÍLKOVIN PŘI VÝROBĚ PAŠTIK

POSSIBILITIES OF USING PLANT PROTEIN SOURCES IN THE PRODUCTION OF PÂTÉS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Kmeř

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. RNDr. Renata Mikulíková, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Číslo práce: FCH-DIP1938/2023 Akademický rok: 2023/24
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Student: **Bc. Jan Kmeť**
Studijní program: Chemie přírodních látek
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **doc. RNDr. Renata Mikulíková,
Ph.D.**

Název diplomové práce:

Možnosti využití zdrojů rostlinných bílkovin při výrobě paštik

Zadání diplomové práce:

1. Vypracování literární rešerše (charakterizace použitých rostlinných bílkovin, technologie výroby paštik, senzorická analýza, stanovení vybraných nutričních charakteristik)
2. Vývoj receptury paštiky s podílem rostlinných bílkovin
3. Výroba paštik
4. Stanovení vybraných nutričních charakteristik
5. Senzorická analýza vyrobených paštik
6. Statistické vyhodnocení výsledků, jejich diskuze a závěr práce

Termín odevzdání diplomové práce: 29.4.2024:

Diplomová práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí diplomové práce.

Bc. Jan Kmeť
student

doc. RNDr. Renata Mikulíková,
Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.2.2024

prof. Ing. Michal Veselý, CSc.
děkan

Abstrakt

Tato diplomová práce řeší možnosti přidavku rostlinné náhražky masa do játrových paštik. Cílem bylo optimalizovat recepturu a následně připravit paštiky, u kterých byla část masa (25 % hmotnosti) nahrazena pomocí arašídů, cizrny nebo ječných krup. Optimalizované vzorky byly připraveny v kořeněné a nekořeněné sadě. Vliv rostlinné vložky na výsledný produkt byl hodnocen pomocí sensorické analýzy a stanovení vybraných nutričních charakteristik. Obsah hrubé bílkoviny byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody, obsah tuku a profil mastných kyselin byl analyzován pomocí GC-FID. Získaná data ze sensorické analýzy byla statisticky zpracována. Hned po standardním vzorku byl pro hodnotitele nejpříjemnější kořeněný vzorek s přidavkem cizrny. Oba vzorky s přidavkem krup pak byly posuzovány jako méně chutné. Paštiky s přidavkem arašídů byly obsahem tuků a hrubé bílkoviny srovnatelné se standardním vzorkem. Vzorky s přidavkem arašídů a s cizrnou jsou vhodné z nutričního hlediska díky vyššímu zastoupení nenasyčených mastných kyselin. Shrnutím všech výsledků se kořeněné vzorky s přidavkem cizrny nebo arašídů a nekořeněný vzorek s cizrnou jeví jako atraktivní alternativa k čistě masové paštice.

Klíčová slova

játrová paštika, náhrada masa, arašídů, cizrna, ječné kroupy, mastné kyseliny, bílkoviny, sensorická analýza, PCA, GC-FID, Kjeldahlova metoda

Abstract

The main purpose of this thesis is to evaluate the options of adding high-protein plant-based substitutes of meat to liver pâtés. The aim of this research was to optimize recipes and prepare liver pâtés, in which certain part of meat component (25 % of total amount) was substituted by peanuts, chickpeas or barley groats. Pâté samples were prepared in two sets – a seasoned one and an unseasoned one. The effect of plant substitute on the final product was assessed by sensory evaluation and analysis of selected nutritional characteristics. Crude protein content was determined by Kjeldahl method, fat content and fatty acid profile were analyzed with the use of GC-FID. The data obtained by sensory evaluation were statistically assessed. The most widely acceptable sample for assessors turned out to be the standard sample, followed closely by the sample of spiced pâté with addition of chickpeas. Both the seasoned and unseasoned version with groats were found as noticeably less appetizing. Pâtés with the addition of peanuts were determined to have similar contents of crude protein and fat as the standard sample. The samples containing peanuts or chickpeas were proven to serve as a decent substitute for meat from a nutritional point of view, due to their high content of unsaturated fatty acids. Final results of the research clearly show that the spiced samples with the addition of peanuts or chickpeas, as well as the unseasoned sample solely with chickpeas, happen to be an attractive alternative to pure meat pâtés.

Keywords

Liver pâté, meat substitution, peanuts, chickpeas, barley groats, fatty acids, protein, sensory evaluation, PCA, GC-FID, Kjeldahl method

KMEŘ, Jan. *Možnosti využití zdrojů rostlinných bílkovin při výrobě paštik*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/156240>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Renata Mikulíková.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové/bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....

podpis studenta

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé práce paní doc. RNDr. Renatě Mikulíkové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady a trpělivost při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině za podporu během celého studia

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Teoretická část.....	10
2.1	Masné výrobky.....	10
2.2	Paštiky.....	10
2.2.1	Suroviny pro výrobu paštik.....	10
2.2.1.1	Použité koření.....	11
2.3	Maso.....	12
2.3.1	Technologické vlastnosti masa.....	12
2.4	Rostlinné zdroje bílkovin.....	13
2.4.1	Arašídý.....	13
2.4.1.1	Chemické složení arašídů.....	13
2.4.2	Cizrna.....	14
2.4.2.1	Chemické složení cizrny.....	14
2.4.3	Ječné kroupy.....	14
2.4.3.1	Chemické složení ječných krup.....	15
2.5	Technologie výroby paštik.....	15
2.5.1	Mělnění.....	15
2.5.2	Míchání.....	16
2.5.3	Plnění do technologických obalů.....	17
2.5.3.1	Technologické obaly využívané při výrobě paštik.....	17
2.5.4	Tepelné opracování.....	18
2.5.5	Chlazení.....	18
2.6	Senzorická analýza.....	18
2.6.1	Podmínky sensorické analýzy.....	19
2.6.1.1	Požadavky na prostory.....	19
2.6.1.2	Hodnotitelé.....	20
2.6.1.3	Průběh sensorického hodnocení.....	21
2.6.2	Hodnocení masných výrobků.....	21
2.6.3	Metody sensorické analýzy.....	22
2.6.3.1	Preferenční zkoušky.....	22
2.6.3.2	Hodnocení pomocí stupnic.....	22
2.7	Metody stanovení obsahu bílkovin.....	22

2.8	Plynová chromatografie	23
2.8.1	Analýza mastných kyselin pomocí plynové chromatografie	24
3	Experimentální část	25
3.1	Použité chemikálie	25
3.1.1	Optimalizace a výroba paštik	25
3.1.2	Stanovení obsahu bílkovin	25
3.1.3	Stanovení profilu mastných kyselin a obsahu tuku	25
3.2	Použité pomůcky a přístroje	25
3.2.1	Optimalizace a výroba paštik	25
3.2.2	Senzorická analýza	25
3.2.3	Stanovení obsahu vody	25
3.2.4	Stanovení obsahu bílkovin	25
3.2.5	Stanovení profilu mastných kyselin a obsahu tuků	26
3.3	Optimalizace receptury	26
3.4	Výroba paštik	27
3.4.1	Tepelné opracování	29
3.5	Senzorická analýza	29
3.6	Stanovení obsahu vody	30
3.7	Stanovení vybraných nutričních charakteristik	30
3.7.1	Stanovení bílkovin	30
3.7.2	Stanovení profilu mastných kyselin a obsahu tuků	31
4	Výsledky a diskuze	33
4.1	Výroba paštik	33
4.1.1	Výsledná receptura	33
4.1.2	Vyhodnocení tepelného opracování	33
4.2	Zpracování senzorického hodnocení	34
4.2.1	Hodnotitelé	35
4.2.2	Popisná statistika výsledků	35
4.2.3	Celkový vzhled	38
4.2.4	Barva	39
4.2.5	Konzistence	40
4.2.6	Vůně	42
4.2.7	Chuť	43

4.2.8	Intenzita chuti koření.....	44
4.2.9	Intenzita chuti rostlinné vložky	46
4.2.10	Příjemnost chuti rostlinné vložky.....	48
4.2.11	Preferenční hodnocení.....	49
4.2.12	Korelační analýza	50
4.2.13	Analýza hlavních komponent.....	53
4.3	Obsah vody.....	59
4.4	Stanovení nutričních charakteristik.....	59
4.4.1	Obsah bílkovin	59
4.4.2	Obsah tuků.....	60
4.4.3	Profil mastných kyselin.....	61
5	Závěr.....	63
6	Seznam literárních zdrojů.....	65
7	Seznam použitých zkratk.....	69
8	Seznam příloh.....	69

1 ÚVOD

Nadměrná spotřeba masa je spojována se zdravotními a ekologickými riziky. Z těchto důvodů je v dnešní době rostoucím trendem vyhledávání alternativ k masu, jakožto hlavnímu zdroji bílkovin. Jednou z možností je výroba masových analogů, které vypadají jako maso či masné výrobky, ale jsou většinou tvořeny směsí proteinových izolátů a dalších surovin k dosažení podobných vlastností, jako má originální výrobek. Problémem těchto analogů je právě nedostatečná jakost a běžný spotřebitel nebude tyto produkty konzumovat na úkor požitku z jídla i přes možné výhody z hlediska výživy a zdraví. Méně extrémní možností může být příprava hybridních masových produktů, u kterých je část přidávaného masa nahrazena udržitelnějším zdrojem bílkovin, jako jsou izoláty ze zeleniny či luštěnin

Tato práce se pak zaměřuje na vytvoření receptury játrové paštiky s rostlinnou náhražkou masa ve formě arašídů, cizrny a ječných krup. Důležitou součástí je optimalizace přísadků jednotlivých surovin tak, aby se dosáhlo co nejlepších výživových hodnot za minimalizace negativních změn v jakosti výrobku.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Masné výrobky

Masný výrobek můžeme definovat jako výrobek z masa jatečných zvířat. Vybraná masa mohou být zpracovávána syrová či vařená, smíchaná v různém poměru s možným přídavkem dalších surovin. K přípravě lze využít pouze maso, které bylo uznané za požitelné [1].

Podle vyhlášky se masné výrobky dělí podle technologického způsobu výroby na 7 skupin [2]:

- Tepelně opracovaný masný výrobek
- Tepelně neopracovaný masný výrobek
- Tepelně neopracovaný masný výrobek pro tepelnou úpravu
- Trvanlivý tepelně opracovaný masný výrobek
- Fermentovaný trvanlivý masný výrobek
- Konzerva
- Polokonzerva

Paštiky se řadí mezi tepelně opracované masné výrobky, které jsou vyhláškou definovány jako zpracovaný masný výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut. S paštikami se můžeme setkat také ve formě konzerv či polokonzerv. Konzerva je pak definována jako výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, u něhož proběhla sterilace. Jako polokonzerva jsou pak definovány výrobky neprodyšně uzavřené v obalu a jsou pasterované [2].

Podle technologie výroby můžeme paštiky zařadit mezi vařené masné výrobky, u kterých je využíváno k tepelnému opracování vaření ve vodě. Tyto výrobky pak dále dělíme podle vložky na hrubě zrněné, středně zrněné a jemně mělněné, kam mimo jiné patří paštiky [3].

2.2 Paštiky

Paštikou se podle vyhlášky rozumí tepelně opracovaný masný výrobek z mělněného masa, převážně roztíratelný, který nemusí být naražen v technologickém obalu. Podle Vyhlášky 69/2016 Sb. se mezi paštiky řadí jak játrová paštika a játrový sýr, tak i pasta z uzeného masa či bučková pomazánka [2].

2.2.1 Suroviny pro výrobu paštik

Základní surovinou pro výrobu paštik je vepřové maso. Játrové paštiky pak musí podle legislativy obsahovat nejméně 25 % hm. vepřového masa a 26 % hm. vepřových jater, dále nejvýše 70 % hm. vody a 40 % hm. tuku [2].

Během výroby paštik a masných výrobků obecně se využívají pomocné suroviny, které zlepšují sensorické vlastnosti finálního produktu. Mezi tyto suroviny se řadí pitná voda, solící směsi, koření, bílkovinné a sacharidické přísady a různé aditivní látky [1, 4].

2.2.1.1 Použité koření

Koření je získáváno z rostlin s vyšším obsahem silic a s typickou vůní. Dále musí obsahovat látky, které mimo jiné dávají masným výrobkům příjemnější chuť nebo podporují jejich trávení. Podle Vyhlášky 398/2016 Sb. o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici je koření definováno jako části rostlin, zejména kořeny, oddenky, kůra, listy, nať, květy, plody, semena nebo jejich části, v nezbytné míře technologicky zpracované a užívané k ovlivňování chutě a vůně potravin [1, 5].

Podle použitých částí rostlin můžeme koření rostlinného původu rozlišit na 6 skupin, jak je uvedeno v Tabulce 1 [1].

Tabulka 1 Rozdělení koření podle použité části rostlin

Použitá část rostliny	Příklady koření
Podzemní částí rostlin	Zázvor, kurkuma
Kůra	Skořice
Listy nebo celé rostliny	Bobkový list, tymián
Květy	Kapary, šafrán
Plody	Pepř, nové koření
Semena a součásti semen	Muškatový ořech, hořčice

Pro přípravu jádrových paštik se pak nejčastěji využívají pepř, muškátový ořech, muškátový květ, skořice, zázvor, nové koření, bobkový list, tymián, majoránka, či bazalka. Podrobněji je popsáno koření, které bylo využito v této práci [1, 6].

Pepř je plod pepřovníku černého (*Piper nigrum*) a je jedním z nejpoužívanějších koření na světě. Podle doby sklizně a způsobu zpracování rozlišujeme čtyři druhy pepře, a to pepř černý, bílý, zelený a červený. Pepř černý vzniká fermentací a sušením nezralých plodů. Během sušení se povrch bobule svažuje a černá. Bílý pepř jsou pak uzralé a usušené bobule, které byly zbaveny slupky drcením a třením. V porovnání s černým pepřem je více pálivý, ale méně aromatický. Nejvýznamnější složkou pepře jsou alkaloid piperin a jeho stereoizomery, které mu dávají typickou štiplavou chuť. Tyto izomery se v průběhu skladování pomalu přeměňují na piperin a dochází tak ke ztrátě štiplavosti [7, 8, 9].

Jako nové koření se označují nedozrálé a vysušené plody pimentovníku pravého (*Pimenta dioica*). Bobule pimentovníku obsahují vysoké množství eugenolu, který jim dává antibakteriální a antioxidační vlastnosti. V menším množství je pak obsažen myrcen, chavikol, methyleugenol či β -pinen; složení se liší podle země původu [10, 11].

Muškatový ořech se získává vysušením semen muškátovníku vonného (*Myristica fragrans*). Aroma je tvořeno silicemi obsahujícími terpeny, jako je α -pinen, sabinen, myrcen či limonen. Muškátový ořech má díky svému složení antioxidační vlastnosti, působí antimikrobiálně a protizánětlivě. Nelze ho však konzumovat ve velkém množství kvůli obsahu halucinogenních fenylypropanoidů, jako je myristicin [10, 12].

Skořice se získává ze skořicovníků (rod *Cinnamomum*) a jedná se o sušenou lýkovou část kůry těchto stromů. Skořice ze skořicovníku čínského se vyznačuje světlejší kůrou a nižším obsahem vonných látek. Silice jsou pak tvořeny hlavně cinnamaldehydem a eugenolem [7, 13].

Zázvor se do masných výrobků přidává většinou sušený. Jedná se o oddenky zázvoru lékařského (*Zingiber officinale*). Hlavní aktivní složkou zázvoru je gingerol, který zázvoru dává charakteristickou chuť. V průběhu vaření nebo sušení se gingerol přeměňuje na zingeron, což vede ke zmírnění štiplavé chuti po tepelné úpravě zázvoru [14].

2.3 Maso

Jak bylo zmíněno výše, hlavní surovinou pro výrobu masných výrobků je maso. Jako maso jsou definovány všechny části těl teplokrevných živočichů v čerstvém nebo upraveném stavu a byly uznány za vhodné k lidské výživě. V užším smyslu a během technologické úpravy se masem rozumí pouze kosterní svalovina [15].

Podle Vyhlášky 69/2016 Sb. se pak maso člení do osmi skupin [2]:

- Výsekové maso
- Kosti
- Krev
- Droby
- Syrové sádlo, syrový lůj
- Mleté maso
- Maso zvíře ve farmářském chovu
- Zvěřina

Zdrojem masa jsou nejčastěji domestikovaní živočichové určení k jateční úpravě, méně je pak využívána lovená zvěř. Mezi nejvýznamnější zdroje masa pak patří skot, prasata a drůbež [15].

Jednoznačný popis chemického složení masa je velmi obtížný z důvodu nehomogenity celku. Složení je ovlivňováno mnoha faktory, jako je například druh a plemeno zvířete, hodnocená anatomická část či technologická úprava masa. Pro výrobu paštik se nejčastěji využívá vepřové výrobní maso bez kůže, u kterého se obsah vody pohybuje v rozmezí 30–45 %, toto maso dále obsahuje 9–16 % bílkovin a 35–65 % tuku [4, 15].

2.3.1 Technologické vlastnosti masa

Požadavky na technologické vlastnosti masa jakožto vstupní suroviny jsou odvozeny ze dvou hledisek. Prvním je umožnit dosažení vhodné jakosti, aby výsledný produkt byl konkurenceschopný a co nejúspěšnější na trhu. Druhé hledisko pak vyžaduje splnění ekonomických předpokladů výroby, zde jde především o výtěžnost a zisk [3, 4].

Z výše uvedených důvodů jsou v technologii výroby významné následující vlastnosti masa [4]:

- Co nejvyšší podíl svalové tkáně
- Co nejvyšší podíl plazmatických bílkovin a zároveň co nejvyšší podíl celkových bílkovin

- Co nejlepší vaznost masa
- Normální průběh autolytických změn
- Typická barva pro daný druh masa i jeho anatomickou část
- Co nejlepší stabilita tukového podílu masa vůči oxidaci
- Typická chuť a vůně masa bez cizích pachutí či pachů

Vaznost je definována jako schopnost masa udržet vodu v mase přirozeně obsaženou, stejně jako schopnost vázat vodu do díla přidávanou během zpracování a tuto vodu udržet ve výrobku i po průběhu tepelného opracování. Vaznost je pozitivně ovlivněna podílem svalové tkáně a podílem plazmatických bílkovin. Pozitivní vliv má také vyšší stupeň rozmělnění masa, což je dáno vyšším množstvím uvolněných bílkovin, jejich množství lze navýšit i přidavkem cizích bílkovin. Naopak vaznost je snižována nárůstem teploty a s ním spojenou denaturací bílkovin. Maso ve stádiu posmrtné ztuhlosti (rigor mortis) má pak nejhorší vaznost [4].

2.4 Rostlinné zdroje bílkovin

Řada studií ukazuje, že nadměrná konzumace obzvláště červeného masa vede k řadě zdravotních potíží, jako jsou kardiovaskulární onemocnění nebo zvýšená možnost výskytu rakoviny trávicího traktu. V posledních letech se jako alternativy k masu objevily nové potraviny vyrobené z rostlinných bílkovin. Hlavními zdroji rostlinných náhrad masa jsou v současnosti sója, pšenice, luštěniny a houby. Problém těchto výrobků je, že ne vždy jsou konzumenty pozitivně přijímány [16]. Průzkum, který v Německu a Belgii provedli Profeta et. al. ukazuje, že výroba masných výrobků, kde byla značná část masa (do 50 %) nahrazena pomocí zmíněných rostlinných bílkovinných zdrojů se jeví jako spotřebitelem přijatelnější alternativa.

Pro účely této práce byly jako rostlinné náhražky masa vybrány arašídý, cizrna a ječné kroupy.

2.4.1 Arašídý

Jako arašídý se označují semena podzemnice olejné (*Arachis hypogaea*), což je rostlina z čeledi bobovitých a jedná se o olejnou luštěninu. Biologickou zvláštností této rostliny je, že se květní lodyhy po oplození prodlužují a zavrtávají do země, kde se následně tvoří lusky. Arašídý se pěstují v několika kultivarech, z nichž nejvýznamnější jsou typy olejné a stolní [18, 19].

V potravinářství se arašídý využívají k přímému konzumu jak syrové, tak tepelně upravené, přičemž nejvýznamnější způsob tepelného opracování je pražení. Ze semen podzemnice olejné se také získává lisováním olej. Dále se arašídý využívají k výrobě arašídového másla a různých pochutin.

2.4.1.1 Chemické složení arašídů

Arašídý jsou bohaté na živiny, obsah bílkovin se u nich pohybuje v rozmezí 24–36 %. Významnější je pak obsah tuků, které mohou tvořit až 50 % hmotnosti semena. Z mastných kyselin jsou zastoupeny převážně mononenasyčené mastné kyseliny, z nichž je nejvýznamnější kyselina olejová. Dalšími významně zastoupenými mastnými kyselinami jsou kyseliny palmitová a linolová, které spolu s kyselinou olejovou zaujímají 90 % celkového obsahu

mastných kyselin. Arašidy jsou dále výborným zdrojem vitamínů rozpustných jak hydrofilních, tak lipofilních [20].

2.4.2 Cizrna

Cizrna beraní (*Cicer arietinum*) je jednou z nejvyužívanějších luštěnin v potravinářském průmyslu. Pěstuje se převážně v mírném pásu nebo semiaridních oblastech subtropů. Mezi nejvýznamnější producenty patří Indie, Turecko a Pákistán. V Evropě je pak významnou plodinou ve Španělsku, Portugalsku či Řecku. Pěstují se výhradně dvě odrůdy cizrny, a to kabuli a desi, přičemž se odlišují jak ve velikosti a barvě semen, tak v chemickém složení. Největší rozdíl ve složení byl zaznamenán v obsahu bílkovin, vlákniny, polyfenolů a sacharidů. Pro lidskou spotřebu se nejvíce využívá typ kabuli [21, 22].

Cizrna má potenciál v masné výrobě jako náhražka masa. Lze ji využít ve formě mouky nebo ji lze přidávat syrovou či vařenou. Kasaiyan et. al. studovali vliv přídavku cizrny jak vařené, tak syrové jako náhrady masa při přípravě párků. Nevýhodou využití syrové cizrny se ukázalo možné zvýšení oxidace tuků, což případně mělo za následek vznik pro výrobek cizí a případně nežádoucí chuti. Jakýkoliv přídavek cizrny pak výrobek ovlivnil z hlediska pružnosti a barvy [23].

2.4.2.1 Chemické složení cizrny

Nutriční význam cizrny spočívá ve vysokém obsahu bílkovin, které jsou obsaženy v rozmezí 17–24 % hmotnosti a ve vysokém obsahu esenciálních aminokyselin, jako je lysin či leucin. Ty se v cizrně vyskytují v množství 6,7–7,0 g/100g bílkoviny a 8,1–8,5 g/100g bílkoviny. Tuky jsou pak obsaženy ze 4–7 % hmotnosti. Tuky cizrny jsou charakteristické vysokým obsahem esenciálních nenasycených mastných kyselin. Kyselina linolová je v těchto semen obsažena z 54,7–56,2 %, kyselina olejová je pak obsažena z 21,6–22,2 % a poměrně vysoký je také obsah nasycené kyseliny palmitové, a to 18,9–20,4 %. Cizrna je také dobrým zdrojem minerálních látek, významný je mimo jiné obsah draslíku, fosforu či hořčíku [24].

2.4.3 Ječné kroupy

Ječmen je jednou z nejstarších obilovin a spolu s pšenicí je pěstován již od počátku uvědomělého zemědělství. Významnou roli hrál u starých Řeků a Římanů, pro které byla ječná kaše běžným pokrmem. Botanicky se ječmen řadí do čeledi lipnicovitých. Nejvýznamnější je kulturní druh ječmen setý (*Hordeum vulgare*), který se dále dělí na dva typy, a to dvouřadý a víceřadý, přičemž v našich podmínkách se pěstují spíše jarní formy dvouřadého ječmene. Pro potravinářskou výrobu je pak často využíván bezpluchý ječmen, který se lépe zpracovává na mouku nebo jiné požadované produkty [25, 26].

Hlavní podíl potravinářského ječmene je zpracováván na slad pro výrobu piva a jiných alkoholických nápojů, jako je whisky a vodka. Pouze malá část se dále zpracovává loupáním, obrousováním a leštěním zrna, čímž se vyrábí ječné kroupy a krupice. Dříve byla významná výroba ječné mouky, ze které se připravovalo pečivo nebo různé kaše. Ječné kroupy byly v minulosti významnou složkou potravy ve formě zavářek do polévek nebo přílohy k masitým jídlům. Kroupy se získávají oloupaním a obroušením ječných zrn. V současné době jejich spotřeba poklesla a kroupy jsou využívány spíše sezónně, například během zabijaček [25, 26].

2.4.3.1 Chemické složení ječných krup

Zrno ječmene obsahuje 80-88 % sušiny, která je tvořena dusíkatými i bezdusíkatými sloučeninami a anorganickými látkami [27].

Nejvíce zastoupenou organickou složkou ječných krup je škrob, který se pohybuje v rozmezí 65–70 % hmotnosti sušiny, bílkoviny jsou obsaženy z 10–17 %. Lipidy v kroupách představují přibližně 2 % sušiny a obsah minerálních látek se pohybuje v rozmezí 1,5–2,5 %, přičemž vyšší zastoupení má fosfor a draslík [27, 28].

Významnou složkou jak z hlediska obsahu, tak z hlediska lidské výživy a zdraví jsou β -glukany. Ty jsou v sušině ječného zrna obsaženy ze 4–9 %. Právě díky této skupině látek znovu roste zájem o využití ječmene pro potravinářské účely, neboť se objevil jejich účinek na snižování glykemického indexu a hladiny cholesterolu v krvi [28, 29, 30].

2.5 Technologie výroby paštik

Cílem technologického procesu je dosáhnout vhodné jakosti výrobku. V průběhu dílčích procesů se syrová masa zpracovávají na spojku či vložku, které spolu tvoří dílo. Poměr spojky a vložky je u různých masných výrobků velmi rozdílný. Dílem se pak rozumí homogenní směs všech surovin, která je připravená na plnění do obalu a tepelné opracování [1, 3].

Jako spojka jsou označována nejmenší rozmělněná hovězí či vepřová masa, jejichž úkolem je tvorba struktury a soudržnosti výrobku. Spojka se připravuje z velmi vazného masa, u játrových paštik tuto roli zastávají játra [1, 3].

Vložka pak tvoří charakteristickou mozaiku díla. Je připravována z hruběji rozmělněného masa, sádla nebo může být nemasová. Nemasovou vložku tvoří mimo jiné koření, zelenina či houby [1].

Paštiky můžeme zařadit mezi výrobky tvořené převážně spojkou. Pro jejich výrobu se využívají předvařená tučná vepřová masa a droby, nejčastěji vepřové výrobní maso s kůží, a to z vepřových hlav či kolen. Z vepřového výrobního masa bez kůže jsou pak nejvyužívanější laloky nebo vepřový bok [1].

Obecný výrobní postup zahrnuje mělnění a vymíchání masa, případně jater spolu s ostatními surovinami, naplnění do technologického obalu a následné vaření ve vodní lázni tak, aby byl dosažen tepelný účinek odpovídající působení teploty 70 °C po dobu 10 minut [3].

2.5.1 Mělnění

U některých masných výrobků, jako jsou například uzená masa, se zachovává integrita svalové tkáně, většina masných výrobků se však vyrábí z masa mělněného. Z tohoto důvodu je první technologickou operací při výrobě paštiky proces mělnění [3, 4].

Proces mělnění se využívá k dosažení potřebné velikosti používaných částí svalové a tukové tkáně. Při mělnění masa dochází najednou k rozrušení svalové tkáně a k uvolnění bílkovin do prostředí díla, což působí ve prospěch jeho vaznosti [3].

Principy mělnění můžeme členit do skupin podle využitých přístrojů nebo podle potřebného stupně rozmělnění. Prvním stupněm je krájení větších kusů masa na menší, a to buď ručně

pomocí nožů nebo strojově na zařízeních jako je předřez. Tímto stupněm mělnění však nedochází k zásadním změnám ve struktuře suroviny. Pro jemnější mělnění surovin se pak využívají řezačky, u kterých je stupeň rozmělnění dán velikostí otvorů v řezací desce. Díky tomu je na řezačkách možné připravit jak jemněji mělněné maso k přípravě spojky, tak i maso rozmělněné nahrubo, které se využívá jako vložka. Suroviny určené pro mělnění jsou zde podávány do řezací části řezačky, která se skládá ze systému řezných desek a víceramenných nožů. Řezné desky se pak dělí podle průměru otvorů na jemné (1–3 mm), středně hrubé (5–8 mm) a hrubé (10–20 mm), nože pak mívají 2–8 ramen s jednostranným nebo oboustranným ostřím, které se využívá, pokud se nůž vkládá mezi dvě desky. Při hrubém předřezání se obvykle využívá jedné desky a jednostranného nože. Pokud je třeba jemnějšího mělnění, je možné využít více desek, mezi nimiž jsou umístěny oboustranné nože. Velikost otvorů desek se pak ve směru pohybu mělněného masa zmenšuje [3, 4].

Při používání řezačky jako mělnicího zařízení je maso rozmělněno převážně pomocí střížných sil. Mimo tohoto efektu je maso i drceno, trháno či hněteno, což svalovinu mechanicky namáhá a dochází k ohřevu o 8–9 °C, to může vést k částečné denaturaci uvolňovaných bílkovin, která může mít negativní vliv na vaznost díla. Využitím řezných desek se šikmým provedením otvorů a ostrými noži se zvyšuje střížný efekt při mělnění, čímž lze docílit menšího zahřátí rozmělněvané suroviny [3, 4].

Proces mělnění může být rovnou spojen s procesem míchání. Zařízení, které se využívá nejen k mělnění, ale současně i k míchání, je kutr. Kutry se skládají z otočné mísy, ve které je dílo mělněno a promícháváno pomocí srpovitých nožů, ty jsou umístěny na otočné hřídeli. Výhodou kutru oproti řezačce je, že dochází k menšímu vzestupu teploty díla, jelikož maso není tolik namáháno drcením či trháním. Nevýhodou kutru je, že se jedná o diskontinuální zařízení [3, 4].

2.5.2 Míchání

Během výroby paštik je proces míchání obdobně jako tepelné opracování stěžejní operací, neboť na něm závisí mnoho jakostních znaků jako je barva a její stálost, jemnost spojky, pravidelné rozptýlení vložky, rozpadavost výrobku a mnohé další [3].

Proces míchání probíhá na míchačkách nebo ve spojení s mělněním na kutrech, jak bylo zmíněno v předchozí kapitole. Výhodou míchačky je možnost snadného zapojení do kontinuální výrobní linky. Mícháním pak vzniká dílo, které je homogenizovanou syrovou náplní masného výrobku [3, 4].

Postup míchání můžeme rozdělit do tří skupin podle náročnosti na třífázové, dvoufázové a jednofázové. V praxi se pro výrobu paštik využívá dvoufázové a jednofázové míchání. V případě játrových paštiky se během dvoufázového míchání nejdříve na kutru vymíchají játra s přídavkem veškeré soli za postupného přidávání vody. Další voda je přidávána vždy po vyvázání předchozí dávky. Následně se ve druhé fázi přidává tučné maso. Výhodou této metody je možnost regulace přidávané vody, přičemž je třeba dávat pozor, aby nedošlo k překročení maximálního přípustného obsahu tuku a vody. Nevýhodou pak je stejně jako u třífázového míchání časová náročnost. Jednofázové míchání pak je nejrychlejší a průmyslově nejvyužívanější postup. Veškeré suroviny včetně koření a vody jsou zároveň promíchány

na výkonném kutru. Výhodou během výroby paštik oproti ostatním masným výrobkům je možnost míchání za tepla [3, 4].

2.5.3 Plnění do technologických obalů

Proces plnění je třeba uskutečnit co nejrychleji po míchání, aby se co nejvíce zamezilo případné mikrobiální kontaminaci. Hotové homogenní dílo se plní do vhodných obalů nebo forem, které pak slouží jako technologický obal, což znamená, že výrobku dodává charakteristický tvar a rozměr a dále umožňuje jeho tepelné opracování. Proces přemístování díla do pevných obalů se označuje jako plnění. Narážením se pak rozumí plnění mělněného a zamíchaného díla do pružných obalů, mezi které řadíme jak přírodní, tak umělá střeva [3, 4].

Výsledný vzhled výrobku je do velké míry ovlivněn i způsobem naražení díla do obalu, obzvláště pokud je obal pružný. Jestliže je dílo do obalu naraženo nesprávně, dochází během tepelného opracování k jevům, které negativně působí na výsledný vzhled výrobku. Při nadměrném naplnění pak může v průběhu tepelného opracování dojít vlivem rozpínání díla k popraskání obalu anebo mohou ve výrobku vzniknout charakteristické trhliny. Naopak při nedostatečném naplnění technologického obalu často dochází během tepelného opracování ke zkrácení díla a mezi obalem a opracovávaným dílem vznikají podlitiny, ve kterých se shromažďuje vyvařený tuk a uvolněná šťáva [4, 31].

Dílo masných výrobků se do obalů plní pomocí narážeček (narážek). Podle způsobu, kterým je dílo vtlačováno do obalu rozeznáváme různé typy narážeček. Ruční narážky se využívají pouze v malovýrobě. V praxi se pak využívají narážečky pístové, které pracují periodicky a jsou k tuhému výrobku šetrnější. Jejich nevýhodou pak je nižší výkonost a vyšší tvorba vzduchových bublin. Dalšími, již kontinuálními typy jsou narážečky šnekové a modernější typy s čerpadly, které většinou pracují za vakua a jsou více výkonné [4, 31].

2.5.3.1 Technologické obaly využívané při výrobě paštik

Během výroby paštik se využívají obaly jak pevné, tak pružné. Z pružných obalů se nejčastěji využívají umělá polyamidová střeva. Polyamidové obaly využívají jako základní materiál vybrané typy polyamidů, mimo jiné PA6, PA11 a PA12. Dnes se využívají vícevrstvé obaly vyráběné koextruzí například s polyetylenem. Mezi přednosti polyamidových střev patří dobré bariérové vlastnosti, hlavně nepropustnost pro plyny, vodní páru a kouř, dále pak vysoká mechanická pevnost či dobrá potiskovatelnost. Složení obalu také ovlivňuje tepelnou odolnost, která se pohybuje v rozmezí 75–110 °C. Polyamidové obaly jsou vhodné pro neuzené masné výrobky připravované vařením, mezi které se řadí i paštiky. Nevýhodou plastových střev je, že po otevření je třeba výrobek rychle zkonzumovat, neboť nejsou znovu uzavíratelná [32, 33].

Skleněné obaly jsou výhodné u výrobků, kde průhlednost skla dává vyniknout vzhledu náplně. Mezi další výrobky pak patří excelentní bariérové vlastnosti, vysoká tepelná a chemická odolnost a možnost opětovného využití či recyklovatelnost. Nevýhodou skleněných obalů je pak jejich velká hmotnost, snadná rozbitelnost a energetická náročnost výroby. Na rozdíl od polyamidových obalů plnění paštik do sklenic umožňuje jejich sterilaci [31, 34].

Poslední skupinou obalů, které jsou využívány při výrobě paštik, jsou pevné formy. Tradičně využívané plechovky jsou nahrazovány hliníkovými miskami, které jsou ve srovnání

s plechovkami lehčí a jsou lépe skladovatelné. Dnes jsou kovové obaly nahrazovány pomocí nedeformovatelných plastových forem, které jsou uzavírány hliníkovými víčky. Tyto pevné obaly stejně jako obaly skleněné umožňují použití vyšší teploty během tepelného opracování [31, 34].

2.5.4 Tepelné opracování

Tepelné opracování je prakticky nejdůležitější technologickou operací při výrobě paštik a tepelně opracovávaných masných výrobků obecně. Tento proces se provádí kvůli prodloužení údržnosti výrobků inaktivací mikroorganismů a enzymů a dále pak k vytvoření požadovaných organoleptických vlastností, jako je chuť, struktura či barva [3, 4].

Způsoby tepelného opracování můžeme dělit například podle využití teploty, nebo prostředí, ve kterém opracování probíhá. Podle použité teploty se efekt opracování dělí na pasteraci, která probíhá s využitím teploty do 80 °C, a na sterilaci, při níž se využívají teploty nad 100 °C. Pro tepelně upravené masné výrobky obecně je požadovaný záhřev odpovídající působení teploty 70 °C po dobu 10 minut v jádře, tedy ve středu výrobku. Během výroby paštik je možné docílit obou efektů, záleží na používaném obalu [3, 4].

Tepelné opracování paštik se provádí výhradně ovařováním nebo vařením, kdy je používaná teplota limitována obalem výrobku. Výhodou vaření je velká tepelná kapacita vody a snadné udržování teploty, nevýhodou pak vyšší spotřeba energie [3].

2.5.5 Chlazení

Po tepelné úpravě následuje rychlé ochlazení, což je posledním krokem v technologii výroby paštik a jiných masných výrobků. Jedním z důvodů, proč se chlazení masných výrobků provádí, je omezení hmotnostních ztrát. Hlavním účelem procesu chlazení je pak co nejrychleji snížit teplotu výrobku pod 10 °C, aby se v co největší míře předešlo pomnožení mikroorganismů, které přežily tepelné opracování [3, 4].

Mezi nejvyužívanější metody chlazení patří sprchování chladícím médiem nebo máčení v chladícím médiu. Využívaná chladící média musí být zdravotně nezávadná a zároveň jejich styk s chlazeným výrobkem nesmí mít nepříznivý vliv na jakost masného výrobku. Nejčastěji se ke chlazení využívá studená voda, podchlazená solanka, či studený vzduch [3].

Vlivem nesprávného chlazení může dojít jak k rozšíření mikrobiální kontaminace, tak k nežádoucím změnám vzhledu díla, jako je smrštnění či zvrásnění povrchu. Po správném provedení chlazení je možné masné výrobky skladovat v chladničce při teplotě 0–5 °C [4].

2.6 Senzorická analýza

Senzorickou analýzu můžeme definovat jako vědeckou metodu používanou k vyvolání, měření, analýze a interpretaci vlastností produktu, které jsou vnímány bezprostředně lidskými smysly. Analýza potravinářských produktů je neoddelitelnou součástí hodnocení celkové kvality potravin a je prováděna nejen výrobcem, ale hlavně spotřebitelem, který produkty hodnotí instinktivně. Senzorické hodnocení zahrnuje soubor metod, které jsou využívány k přesnému zhodnocení lidské reakce na vlastnosti potravin. Zároveň je třeba provádět hodnocení a měření při minimalizaci rušivých vlivů tak, aby mohlo proběhnout objektivně, přesně a reprodukovatelně [35, 36, 37].

Výhodou smyslového hodnocení je možnost odhalení kvalitativních ukazatelů, které nelze pomocí přístrojové techniky popsat. Nejen zkušený odborník ale i laik je schopen posoudit například přítomnost cizích chutí ve výrobku nebo čerstvost masa. Školený posuzovatel je zpravidla schopen zjištěné změny popsat přesněji a výstižněji. Z toho vyplývá, že důležitou součástí sensorické analýzy je také výběr, školení a testování hodnotitelů na rozpoznání kvalitativních ukazatelů [38].

Senzorické hodnocení může být rozděleno do dvou kategorií, a to hodnocení objektivní a hodnocení subjektivní. V průběhu objektivního hodnocení jsou sensorické vlastnosti výrobku posuzovány vybraným nebo trénovaným panelem hodnotitelů. Naopak během subjektivního hodnocení jsou sledovány vlastnosti výrobku posuzovány běžnými spotřebiteli. Jejich kombinace je využívána v rámci vývoje receptur nových, nejen potravinářských, výrobků [36].

2.6.1 Podmínky sensorické analýzy

V rámci správného průběhu sensorické analýzy vhodně upravit podmínky, protože výsledky sensorického hodnocení mohou být ovlivněny řadou faktorů, jejichž nežádoucí účinky je třeba během posuzování odstranit nebo alespoň minimalizovat. Vlivy na hodnocení můžeme rozdělit do dvou skupin [35].

První skupinu tvoří objektivní faktory, především vnější optimální podmínky při hodnocení, kam mimo jiné patří požadavky na místnost, její osvětlení, velikost, čistota a vzdušná vlhkost a teplota a dále požadavky na přípravu vzorků, především jejich správnou teplotu. Pokyny pro přípravu správných podmínek jsou v České republice definovány mezinárodní normou ČSN ISO 8589 (560036) – Sensorická analýza – Obecná směrnice pro uspořádání sensorického pracoviště. Do této taktéž skupiny patří i volba správných metod a následné vyhodnocení výsledků [35].

Druhou a neméně důležitou skupinou jsou pak subjektivní faktory, mezi které se řadí samotné schopnosti hodnotitelů a jejich zdravotní stav. Dále doba a délka sensorického hodnocení a jeho vlastní průběh [35].

2.6.1.1 Požadavky na prostory

Typická laboratoř sensorické analýzy se skládá ze zkušební místnosti umožňující vykonávat posuzování, místnosti pro přípravu vzorků, skladovací místnosti pro připravené vzorky, sklad provozního materiál, administrativní místnosti, šatny, toalety. Minimálním požadavkem pro sensorické pracoviště je oddělení zkušebního prostoru od ostatních částí laboratoře [39].

Zkušební místnost by měla být snadno přístupná, a to jak pro posuzovatele, tak i pro techniky panelu. Vždy však platí, že hodnotitelé nemají mít žádný přístup k přípravnému prostoru, aby nedošlo k ovlivnění výsledků. Z těchto důvodů je vhodné, aby zkušební místnost a přípravná vzorků byly v bezprostřední blízkosti, ale musí být oddělené. Pro omezení hluku a dalších rušivých vlivů prostory nesmí být umístěny v blízkosti většího provozního ruchu [35, 39].

Teplota a relativní vlhkost zkušebních prostor musí být regulovatelné a musí být posuzovateli vnímány jako příjemné, pokud hodnocení výrobku nevyžaduje specifické podmínky. Vhodné teploty a vlhkosti se dosahuje využitím ventilace nebo klimatizace.

Jako optimální se udává teplota v rozsahu 18–23 °C. Relativní vlhkost by se měla pohybovat v rozmezí 40–80 % [37, 39].

Zkušební místnost musí mít vhodné osvětlení, které je důležité během zrakového hodnocení a je stěžejní při posuzování barvy. Ideální světlo s barevnou teplotou 6500 °K a s intenzitou osvětlení v rozmezí 755–1070 lx, což simuluje denní světlo. Osvětlení v hodnotitelské kóji musí být rovnoměrné a bez tvorby velkých stínů [36, 39].

Pro zachování objektivitu posuzování je potřeba, aby zkušební prostory byly co nejvíce neutrální. Nevhodná je pak přítomnost dekorací např. obrazů, či použití výrazných barev, které mohou upoutat pozornost posuzovatelů nebo přímo zkreslovat posuzování barvy. Další jsou nepřípustné dekorační rostliny, zvláště ty, které vydávají pachy. Barva stěn a nábytku musí být neutrální, jako doporučené jsou matná bílá nebo světle neutrálně šedá. Zkušební prostory dále musí být udržovány přiměřeně bez pachů, k čemuž je možné využít ventilaci s uhlíkovým filtrem nebo lze v místnosti vytvořit mírný přetlak, aby se snížil přenos pachů z ostatních místností. Používané materiály, nábytek a jiná zařízení pak nesmí pachy pohlcovat ani vydávat. Pro dosažení co nejnižších hladin hluku je vhodné, aby zkušební místnost byla zvukotěsná a s podlahou, která minimalizuje hluk spojený s chůzí nebo pohybem předmětů. Všechny používané předměty a plochy v místnosti musí být z materiálů, které jsou snadno udržovatelné, případně dezinfikovatelné [37, 39].

Během individuálního sensorického hodnocení používají posuzovatelé individuální zkušební kóje, které omezují rušivé vlivy a zabraňují komunikaci mezi hodnotiteli. Velikost kóje má být dostatečně velká, aby se hodnotitel necítil stísněný. Hodnotitel musí mít na pracovní desce prostor pro posuzování vzorků a vyplňování protokolu či ovládání počítače pro zapisování dat [35].

2.6.1.2 Hodnotitelé

Hodnotitel a jeho schopnost správně popsat sledované charakteristiky má velký vliv na výsledky sensorické analýzy. Při výběru hodnotitelů pro danou analýzu rozhoduje způsob hodnocení, jeho účel, schopnosti hodnotitelů a jejich zkušenosti [35, 40].

Podle odborné způsobilosti můžeme hodnotitele rozdělit do tří skupin, a to na posuzovatele, vybrané posuzovatele a na sensorické experty. Sensorickým posuzovatelem je každý účastník sensorické analýzy, který neprošel výcvikem. Tyto účastníky je ještě dále možné rozlišit na laické posuzovatele a zasvěcené hodnotitele. Na laické posuzovatele se nevztahují žádná speciální pravidla, jsou vybíráni z řad široké veřejnosti a na rozdíl od zasvěcených posuzovatelů se sensorické analýzy se nikdy nezúčastnili. Další skupinu tvoří vybraní posuzovatelé, kteří byli vybráni pro své schopnosti a následně prošli výcvikem, který je tvořen souborem rozlišovacích a popisných testů. Sensoričtí experti pak jsou posuzovatelé, kteří prokázali vysokou sensorickou citlivost a jsou schopni konzistentního a opakovatelného hodnocení různých produktů [40].

2.6.1.3 Průběh sensorického hodnocení

Nádobí používané během přípravy i podávání posuzovaných vzorků musí být zdravotně nezávadné a stejně jako ostatní vybavení nesmí přijímat cizí pachy ani ovlivňovat chuť výrobku. Z tohoto důvodu není vhodné využívat jednorázové nádobí (jako jsou například papírové nebo plastové talířky), které často není chuťově neutrální. Nejvhodnějšími materiály jsou sklo, porcelán a keramika. Ideální pak jsou nerezové přístroje, neboť na rozdíl od ocelových či hliníkových přístrojů nikdy nezanechávají kovovou příchut' [35].

Během hodnocení je dále požadováno, aby všechny vzorky byly podávány za stejných podmínek, především ve stejných nádobách a ve stejném množství. Velikost či množství posuzovaného vzorku se musí být dostatečné, pro kapalné vzorky se běžně doporučuje 15–20 ml, u tuhých vzorků obvykle se podává 20–30 g. Vzorky musí být hodnotitelům podávány anonymně, bez informace o složení či výrobci, aby nedošlo k ovlivnění hodnocení. Samotná příprava vzorků závisí na charakteru daného vzorku. Je důležité poznamenat, že se změnou teploty se mění sensorické vlastnosti potravinářských produktů, a proto u většiny vzorků platí, že jsou podávány při teplotě běžné konzumace nebo při laboratorní teplotě [35, 40].

Mezi jednotlivá hodnocení je třeba zařazovat dostatečně velké přestávky, aby se předešlo ovlivnění následujícího vjemu předchozím hodnocením nebo adaptací na smyslové podněty. Obecně se doporučuje čekání po dobu jedné minuty. Pro odstranění zbytků předchozího sousta z dutiny ústní se často využívají chuťové neutralizátory. Nejčastěji se využívá voda, ale je možné využít i jiné chuťové neutralizátory v závislosti na posuzovaném vzorku, například při posuzování pikantních potravin je vhodné využít tučnější neutralizátor, jako je mléko. Mohou být využity i tuhé chuťové neutralizátory, například bílé pečivo či jablko. Pokud je použit jiný chuťový neutralizátor než voda, je třeba před pokračováním v hodnocení opět počkat alespoň 1 minutu po jeho polknutí [35, 37].

2.6.2 Hodnocení masných výrobků

Během sensorického hodnocení jakosti masných výrobků je kladen důraz na následující jakostní znaky [38]:

- Celkový vzhled – mimo jiné se hodnotí výběr obalu, vybarvení, dále vady, jako je napjatost, svraštění nebo popraskání obalu
- Textura – konzistence při hodnocení hmatem nebo při skusu
- Vzhled v nákreji – homogenita nebo stupeň zrnění, rozmazání vložky, barva, soudržnost nebo rozpadavost výrobku aj.
- Vůně – typická pro výrobek, přiměřeně intenzivní, dále se hodnotí její příjemnost, případně přítomnost cizích vůní nebo pachů
- Chuť – je hodnocena obdobně jako vůně, navíc je kladen důraz na intenzitu slané chuti výrobku

Pro hodnocení paštik jsou pak Vyhláškou 69/2016 Sb. určeny žádané sensorické vlastnosti, a to vzhled a barva, konzistence, vůně a chuť. Podle této vyhlášky má játrová paštika vypadat jako kompaktní šedá až růžovošedá hmota, případně s ložisky aspiku a vytaveného tuku, se vzduchovými dutinkami. Dále je u nich žádaná soudržná a roztíratelná konzistence,

při 15 °C má paštika být pastovitá. Játrové paštiky mají chutnat a vonět po vepřových játrech, s příjemně slanou a jemně kořeněnou chutí a být bez cizích pachů a příchutí [2].

2.6.3 Metody senzoričké analýzy

2.6.3.1 Preferenční zkoušky

Během preferenčních zkoušek má hodnotitel určit, kterému z předložených vzorků dá přednost jako senzoričce kvalitnějšímu, přijatelnějšímu či příjemnějšímu. Při posuzování více vzorků současně je pak nejvyužívanější pořadová zkouška, kde má posuzovatel za úkol seřadit vzorky od nejlepšího po nejméně kvalitní [35, 38].

Preference jsou silně závislé na subjektivních postojích hodnotitele a nemusí vždy být vypovídající. Pro zjištění preferencí lze využít i jiné metody, například stupnicové [35].

2.6.3.2 Hodnocení pomocí stupnic

Posuzování stupnicovými metodami je v praxi nejvyužívanější, protože jimi lze lépe kvantitativně vyjádřit rozdíly mezi vzorky. Zásadně se rozeznávají dva typy stupnic, a to stupnice intenzitní, jenž slouží k posuzování intenzity dané vlastnosti, a stupnice hedonické, které se využívají k posuzování stupně přijatelnosti či příjemnosti. Stupnice v obou případech mohou být kategorové, bodové, grafické nebo poměrové [35, 38].

Pro hodnocení intenzity se nejčastěji využívají grafické stupnice, které se dále dělí na strukturované a nestrukturované. Stupnice jsou znázorněny úsečkou o určité délce a výsledek je zaznamenán vyznačením bodu na úsečce v místě, které odpovídá intenzitě znaku. Na strukturovaných stupnicích je vyznačeno několik bodů pro snadnější orientaci a hodnocení. U nestrukturovaných stupnic je pak pouze naznačen směr označením krajních bodů [35, 40]. V této práci byla využívána kombinace strukturovaných a nestrukturovaných grafických stupnic.

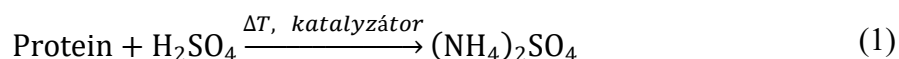
Dále byla použita kategorová ordinální stupnice. Ordinální stupnice vyjadřují kvalitu nebo příjemnost dané vlastnosti, která se mění vybraným směrem (od pozitivního k negativnímu nebo naopak). Velikost intervalů ani rozdíly mezi sousedními stupni nejsou vždy stejné, jsou závislé na názoru hodnotitele. Jednotlivé stupně jsou pak vyjádřeny slovním popisem a tvoří samostatnou definovanou jednotku [35, 40].

2.7 Metody stanovení obsahu bílkovin

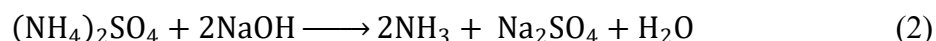
V potravinářství se ke stanovení obsahu bílkovin často využívá metoda stanovení celkového dusíku podle Kjeldahla. Tato analýza obsahu bílkovin je komplikována skutečností, že některé složky potravin vykazují díky obsaženému dusíku podobné fyzikálně–chemické vlastnosti jako bílkoviny. Nebílkovinný dusík může pocházet například z volných aminokyselin, malých peptidů či nukleových kyselin. Stanovení celkového obsahu dusíku je pak v menší míře ovlivněno těmito látkami nebílkovinné povahy. Pro analýzu proteinů existuje mnoho metod, které se liší principem stanovení, dále pak v citlivosti, rychlosti, univerzálnosti či ceně [41, 42].

Principem Kjeldahlovy metody je přeměna přítomného organického dusíku na síran amonný. Vzorek je mineralizován za přítomnosti katalyzátoru varem v koncentrované kyselině sírové, která zde působí jako oxidační činidlo. Jediné požadavky, které jsou při analýze kladeny

na vzorek, jsou vysoký stupeň rozmělnění a homogenita. Samotná mineralizace pak probíhá v Kjeldahlových baňkách nebo v mineralizačních trubcích podle rovnice [41]:



Druhým krokem analýzy je alkalizace mineralizátu a následná destilace. Alkalizací vzorku pomocí hydroxidu sodného se uvolní amoniak, který je následně vodní parou destilován a jímán do předlohy s nadbytečným množstvím standardizované kyseliny. V této diplomové práci byla pro jímání využita kyselina sírová [41, 43].



Nadbytečné množství standardizované kyseliny je pak titrováno pomocí odměrného roztoku hydroxidu sodného na indikátor metylčerven nebo Tashirův indikátor, následně se vypočte celkový obsah dusíku, který je pak převeden na celkový obsah hrubé bílkoviny pomocí faktoru pro danou komoditu. Pro maso a masné výrobky se využívá převáděcí faktor 6,25 [41, 43].

Výhodou Kjeldahlovy metody je její univerzálnost, přesnost a reprodukovatelnost. Nevýhodou pak je časová náročnost a fakt, že se pomocí této metody stanoví celkové množství dusíku, a ne pouze dusík bílkovinné povahy [42].

2.8 Plynová chromatografie

Plynová chromatografie představuje jednu z nejvýznamnějších separačních technik při analýze potravin a využívá se pro stanovení mnoha skupin těkavých látek. Vysoká účinnost separace plynové chromatografie v kombinaci s širokým spektrem používaných detektorů dělá plynovou chromatografii významnou metodou pro stanovení různých složek, které mohou být obsaženy i v tak složitých maticích, jako jsou produkty potravinářské výroby [44].

Plynová chromatografie je separační metoda plynů a par, které jsou unášeny chromatografickou kolonou plynou mobilní fází. Nejčastěji používané mobilní fáze jsou dusík, vodík nebo hélium. Mobilní fáze pouze unáší plynné složky vzorku, neinteraguje s nimi, separace analytu pak probíhá pouze na základě interakce se stacionární fází. V plynové chromatografii se využívají dva typy kolon, a to kolony náplňové a kolony kapilární. Náplňové kolony jsou vyrobeny ze skla nebo nerezové oceli a jsou naplněné granulovou stacionární fází. Kapilární kolony jsou dnes využívanější z důvodu vyšší účinnosti. Jsou tvořeny křemennou kapilárou, která má vnější stranu potaženou ochrannou vrstvou polymeru, nejčastěji polyimidu. Vnitřní stěna je pak pokryta stacionární fází [45].

Plamenově ionizační detektor (FID) patří mezi nejvyžívanější detektory v plynové chromatografii. Nosný plyn z kolony je míchán s vodíkem a vzduchem a veden do plamene, kde jsou složky analytu spalovány za vzniku iontů a elektronů. Vzniklé elektrony umožňují elektrický tok mezi elektrodami, na které je vloženo stejnosměrné napětí. Detekována je pak změna proudu, jehož velikost je úměrná množství analytu ve vzorku [44, 45].

2.8.1 Analýza mastných kyselin pomocí plynové chromatografie

Tato analýza slouží k získání informace o složení mastných kyselin a ke stanovení množství tuků. Zatímco krátké mastné kyseliny je možné analyzovat přímo, ostatní je třeba derivatizovat. Tímto procesem dochází ke vzniku těkavějších forem mastných kyselin, zároveň také klesá jejich polarita. Důsledkem derivatizace je snížení adsorpce a dimerizace v plynné fázi [46].

Nejrozšířenějším způsobem derivatizace mastných kyselin je tvorba methylesterů mastných kyselin, které jsou esterifikovány na $-COOH$ koncích. Tyto methylestery se získávají zahřátím volných mastných kyselin s přebytkem bezvodého methanolu za přítomnosti vybraného činidla, podle něj rozlišujeme transesterifikace kyselé, bazické a ostatní [46].

V této práci byla pro analýzu mastných kyselin použita kyselá transesterifikace. Jako činidlo byla využita kyselina sírová v methanolu.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Použité chemikálie

3.1.1 Optimalizace a výroba paštik

- Dusitanová solící směs, Solné mlýny (ČR)

3.1.2 Stanovení obsahu bílkovin

- Kyselina sírová 96%, Lach-ner, s.r.o. (ČR)
- Weiningerův katalyzátor, VWR International (USA)
- Kyselina šťavelová dihydrát p.a., Lach-ner, s.r.o. (ČR)
- Hydroxid sodný p.a., Lach-ner, s.r.o. (ČR)

3.1.3 Stanovení profilu mastných kyselin a obsahu tuku

- Hexan pro HPLC, Sigma-Aldrich (SRN)
- Hydroxid sodný p.a., Lach-ner, s.r.o. (ČR)
- Kyselina heptadekanová GC kvality, Sigma-Aldrich (SRN)
- Kyselina sírová 96%, Lach-ner, s.r.o. (ČR)

Využité plyny:

- Vodík v tlakové bombě s redukčním ventilem, čistota 5.5, SIAD
- Dusík v tlakové bombě s redukčním ventilem, čistota 5.0, SIAD
- Vzduch v tlakové bombě s redukčním ventilem, čistota 5.0, SIAD

3.2 Použité pomůcky a přístroje

3.2.1 Optimalizace a výroba paštik

- Běžné kuchyňské náčiní: nože, hrnce, prkénka na krájení, misky, lžičky
- Mlýnek na maso Ambo III 5075 90000, ETA
- Kuchyňský robot Vorwerk THERMOMIX TM5
- Umělá polyamidová střeva na paštiky
-

3.2.2 Senzorická analýza

- Porcelánové nádoby
- Sklenice
- Nože
- Hodnotitelské dotazníky

3.2.3 Stanovení obsahu vody

- Lyofilizátor FreeZone 4.5 Freeze Dryer, Labconco (USA)

3.2.4 Stanovení obsahu bílkovin

- Mineralizační blok KJELDATHERM KT 8S, C. Gerhardt (SRN)
- Mineralizační trubice
- Destilační jednotka VAPODEST 200, C. Gerhardt (SRN)

3.2.5 Stanovení profilu mastných kyselin a obsahu tuků

- Běžné laboratorní sklo a pomůcky
- Automatické pipety
- Skleněné krimpovací vialky, hliníková víčka, krimpovací kleště
- Analytické váhy, Boeco (SRN)
- Termoblok, VWR, (ČR)
- Plynový chromatograf Thermo Scientific Trace 1300, Thermo Fisher Scientific (USA)
- Kapilární kolona Lion-GC FAME 30 m x 0,25 mm x 0,2 μm, Phenomenex (USA)
- FID detektor, Thermo Fisher Scientific (USA)
- Thermo Scientific AI 1310 autosampler

3.3 Optimalizace receptury

V průběhu optimalizace receptury přípravy paštik byly pořádány dílčí sensorická hodnocení v uzavřeném kolektivu. Podle výsledků pak byla receptura upravována, aby jakostní požadavky vyhovovaly většině hodnotitelů

Původní používaná receptura byla převzata z knihy Československé masné výrobky, kde se využívají vepřová játra a vepřové laloky v poměru 1:2 [45]. Dílo se podle této receptury připravuje ze 2 kg vepřových laloků, 1 kg vepřových jater, 100 ml vývaru po ztužení masa, 45 g solící směsi praga, 5 g mletého černého pepře, 1,2 g mletého muškátového ořechu, 1,5 g mletého nového koření, 1,2 g mleté skořice a 1,2 g mletého a sušeného zázvoru. Testovací vzorek byl připraven ze 300 g masa a jater, ostatní suroviny byly naváženy podle odpovídajícího poměru.

Pro zlepšení konzistence a celkové jakosti výrobku byly testovány různé poměry přídavku vepřového masa a jater. Celkem byly připraveny tři druhy paštik s využitím po 300 g masa a jater, jejichž poměry byly 2:1, 1:1 a 1:2. Ostatní navážky surovin byly nezměněny. Z připravených vzorků paštik byl nejlépe hodnocen vzorek s přídavkem vepřového boku a jater v poměru 1:1. Tento vzorek ale stále nebyl ideální z hlediska konzistence. Pro zlepšení proto byla další sada vzorků připravena s různými poměry přidávaného vývaru.

Posledním krokem optimalizace standardního vzorku byla optimalizace přídavku vepřového vývaru. Celkem byly připraveny čtyři vzorky, kde na 200 g masa a jater bylo přidáno 10, 25, 50 a 75 ml vepřového vývaru, který byl opět získán ztužením masa. Vzorky paštik s přídavkem 10 a 25 ml vývaru byly hodnoceny jako tužší a vzorek, kde bylo přidáno 75 ml vývaru byl naopak hodnocen jako příliš jemný. Jako standardní vzorek pro sensorickou analýzu byl zvolen vzorek paštiky s přídavkem 50 ml vývaru na 200 g vepřového boku a vepřových jater, která jsou přidávána ve stejném poměru s masem.

Přídavek rostlinné bílkovinné náhražky byl inspirován studií z brazilské univerzity, kde byl obsah masa při výrobě čistě masové konzervované paštiky nahrazován pomocí proteinového izolátu z hrachu [46]. V této studii se prokázalo, že až 50 % masa může být substituováno hrachovým izolátem bez negativních změn sensorických vlastností paštiky ve srovnání se standardem, přičemž paštiky s přídavkem náhražky do 25 % byly hodnoceny jako chutnější než kontrolní vzorek bez přídavku. Pro optimalizační vzorky byly připraveny celkem tři sady vzorků, kde byl vepřový bok nahrazen 10, 25 a 40 % celkové hmotnosti

přidaného masa a jater pomocí vybraných rostlinných náhražek: arašídů, cizrny a ječných krup, celkem bylo tedy připraveno devět optimalizačních vzorků. Vzorky paštik byly připraveny ze 100 g vepřových jater a 100 g vepřového boku, který byl ve zmíněných sadách nahrazován 20, 50 a 80 g rostlinné náhrady. Jako nejlepší se ukázala sada vzorků, kde bylo nahrazeno 50 g vepřového masa. Tato sada pak byla připravena pro senzoryckou analýzu ve dvou variantách: kořeněné a bez přídavku koření, aby se ukázalo, zda absence koření má vliv na celkovou přijatelnost výrobku.

3.4 Výroba paštik

Pro výrobu standardního vzorku paštiky bylo využito 200 g vepřových jater, 200 g vepřového boku bez kůže, 100 ml vývaru, 6 g solící směsi, 0,6 g černého pepře, po 0,16 g muškátového ořechu, skořice a zázvoru a 0,2g nového koření. Při přípravě ostatních vzorků pak bylo 100 g vepřového boku nahrazeno pomocí arašídů, cizrny nebo ječných krup, přičemž cizrna a kroupy byly nejprve povařeny doměkka. Podrobné složení jednotlivých vzorků je uvedeno v Tabulce 3

Vykostěný vepřový bok bez kůže byl nakrájen na kostky a následně povařením po dobu šesti minut ve vroucí vodě ztužen. Vepřové maso a vepřová játra byly najemno pomlety. Potřebné množství masa a jater bylo naváženo do kutru a mícháno po dobu dvou minut. Následně byl do kutru přidán vývar, solící směs a koření: černý pepř, muškátový ořech, nové koření, skořice a zázvor. Obdobně byly připraveny paštiky s přídavkem rostlinné náhražky. Cizrnu a kroupy bylo potřeba uvařit doměkka. Nahrazovaný obsah vepřového masa v podobě arašídů, cizrny nebo kroupy byl v kutru mělněn po dobu jedné minuty. Dále bylo do kutru přidáno navážené množství vepřového masa, vepřových jater a vývaru. Do jedné sady vzorků s přídavkem zdrojů rostlinných bílkovin byla přidána pouze solící směs a pepř, do druhé bylo přidáno stejné koření jako u standardního vzorku. Obsah byl kutrován dalších pět minut. Vzniklé dílo bylo následně naraženo do polyamidových střev na paštiky a takto upravené vloženo do hrnce s vodou a tepelně opracováno při teplotě 78 °C po dobu 90 minut. Po uplynutí doby byly paštiky chlazeny sprchováním studenou vodou do dosáhnutí teploty 25 °C v jádře a následně byly uskladněny v lednici do doby senzorycké analýzy. U těchto vzorků byly dále stanoveny vybrané nutriční charakteristiky.

V následujícím textu jsou využívána kódová označení vzorků a zkratky v níže uvedené Tabulce 2.

Tabulka 2 Kódové označení vzorků paštik pro senzoryckou analýzu a její vyhodnocení

Vzorek	Zjednodušené označení	Kódové označení vzorku
Standard	St	958
Cizrna s kořením	C+K	778
Kroupy s kořením	K+K	495
Arašídy s kořením	A+K	209
Cizrna	C	313
Kroupy	K	532
Arašídy	A	187

Tabulka 3 Složení vzorků paštik připravených pro sensorickou analýzu

Suroviny		Druh vzorku						
		St	A+K	A	K+K	K	C+K	C
Objem [ml]	Vývar	100	100	100	100	100	100	100
	V. bok	200	100	100	100	100	100	100
	V. játra	200	200	200	200	200	200	200
	Arašídý	-	100	100	-	-	-	-
	Kroupy	-	-	-	100	100	-	-
	Cizrna	-	-	-	-	-	100	100
Navážka [g]	Solíci směs	6	6	6	6	6	6	6
	Pepř	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	n. koření	0,2	0,2	-	0,2	-	0,2	-
	m. ořech skořice zázvor	0,16	0,16	-	0,16	-	0,16	-



Obrázek 1 Vzorky paštik po zchlazení připravené k sensorické analýze

3.4.1 Tepelné opracování

Aby bylo možné zhodnotit, zda jsou paštiky vhodné ke konzumaci z hlediska bezpečnosti byl do jednoho ze vzorků paštik před tepelným opracováním vložen registrační teploměr RT–F51. Záznam byl zpracován pomocí softwaru QiTerm a ze získaných hodnot byl následně stanoven inaktivační účinek tepelného opracování, jako suma letálních podílů podle rovnice:

$$F = \int_{\tau_1}^{\tau_2} 10^{\frac{t-t_r}{z}} d\tau, \quad (4)$$

kde τ je čas [min], t je teplota [°C], t_r referenční teplota [°C] a z je tepelná citlivost sledovaného mikroorganismu [°C].

3.5 Senzorická analýza

Připravené vzorky paštik byly sensoricky hodnoceny pomocí grafických a kategorových ordinálních stupnic. Grafické stupnice byly využity při hodnocení vzhledu, barvy, konzistence, vůně, chuti, intenzity chuti koření, intenzity chuti rostlinné vložky a příjemnosti chuti rostlinné vložky, kategorové ordinální pak pro porovnání vzorků hodnotiteli v rámci preferenčního hodnocení. Označené vzorky připravených paštik podle Tabulky 4 byly hodnotitelům předkládány na porcelánových talířcích. Kódové označení vzorků bylo vybráno náhodně.

Tabulka 4 Označení připravených vzorků pro sensorickou analýzu

Označení vzorku	Použitá rostlinná náhražka	Přídavek koření
958	Bez náhrady	Ano
209	Arašídy	Ano
187	Arašídy	Ne
495	Kroupy	Ano
532	Kroupy	Ne
778	Cizrna	Ano
313	Cizrna	Ne

Hlavní sensorická analýza paštik s přídavkem zdrojů rostlinných bílkovin se uskutečnila dne 12. 12. 2023 v laboratoři sensorické analýzy Fakulty chemické VUT v Brně (viz Obrázek 2) a byla veřejnosti přístupná. Hodnocení se zúčastnilo 22 nezaškolených hodnotitelů, kteří měli za úkol posoudit sedm připravených vzorků z hlediska sensorické jakosti podle vybraných charakteristik. Při sensorické analýze posuzovatelé využívali k zápisu hodnocení připravený dotazník, viz příloha 1. Pro hodnocení celkového vzhledu, barvy, vůně, chuti a příjemnosti chuti byly využity nestrukturované grafické stupnice. Hodnocení konzistence, intenzity chuti koření a intenzity chuti rostlinné vložky bylo provedeno pomocí strukturovaných grafických stupnic. K záznamu preferenčního hodnocení pak byla použita kategorová ordinální stupnice.

Před samotnou analýzou byly vzorky uchovávané v lednici a před vlastní analýzou byly ponechány po dobu půl hodiny při laboratorní teplotě, aby se plně rozvinula chuť a nedošlo tak k ovlivnění posuzovaných vlastností nevhodnou teplotou vzorku. Pro účel sensorické analýzy bylo nakrájeno přibližně po 20 g vzorku, které byly označeny číselným kódem podle Tabulky 4.

analýzy bylo nakrájeno přibližně po 20 g vzorku, které byly označeny číselným kódem podle Tabulka 4. Vzorky pak byly náhodně seřazeny a podávány na porcelánovém talířku (viz Obrázek 3). Při degustaci paštik s přídavkem zdrojů rostlinných bílkovin bylo dále hodnotitelům podáváno pokrájené bílé pečivo a voda jako chuťový neutralizátor.



Obrázek 2 Laboratoř senzoričké analýzy Fakulty chemické VUT v Brně



Obrázek 3 Vzorky paštik připravené k senzoričkému hodnocení

Výsledky senzorické analýzy byly vyhodnoceny pomocí programů Microsoft Excel a TIBCO Statistica. Získaná data byla zpracována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ pomocí deskriptivní statistiky, analýzy rozptylů, korelační analýzy, a nakonec pomocí analýzy hlavních komponent.

3.6 Stanovení obsahu vody

Pro stanovení obsahu vody ve vzorcích paštik byla využita lyofilizace. Do centrifugačních zkumavek byly naváženy 2 g vzorku s přesností na dvě desetinná místa. Po zmrazení vzorku proběhla jeho lyofilizace po dobu 24 h a následně byl vzorek znovu zvážen. Obsah vody byl stanoven rozdílem hmotností vzorku před a po lyofilizaci.

3.7 Stanovení vybraných nutričních charakteristik

3.7.1 Stanovení bílkovin

Obsah bílkovin ve vzorcích paštik byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody. Do mineralizačních trubic bylo s přesností na 4 desetinná místa naváženo 0,5 g vzorku paštiky a 2,0 g Weiningerova katalyzátoru. Dále bylo ke vzorku přidáno 10 ml koncentrované kyseliny sírové. Na mineralizačním bloku KJELDATHERM byl zvolen program pro mineralizaci masa a vzorek v trubici v něm byl zahříván po dobu tří hodin.

V rámci teplotního programu pro mineralizaci masa proběhl nejprve záhřev na 280 °C, tato teplota byla udržována po dobu jedné hodiny, následoval záhřev na 410 °C, zde byla teplota ustálena opět po dobu jedné hodiny, tím byla mineralizace ukončena a následovalo chlazení po dobu 30 minut.

Před samotným stanovením bylo potřeba standardizovat odměrné roztoky 0,05 M kyseliny sírové a 0,1 M hydroxidu sodného. Roztok hydroxidu sodného byl standardizován titrací 0,05 M roztokem kyseliny šťavelové. Na analytických vahách bylo naváženo 0,063035 g přesně dihydrátu kyseliny šťavelové. Toto množství bylo rozpuštěno ve 100 ml destilované vody. Do titrační baňky bylo napipetováno 10 ml připraveného roztoku a bylo přidáno pár kapek roztoku fenolftaleinu. Obsah baňky byl následně titrován 0,1 M roztokem hydroxidu sodného do růžového zbarvení. Obdobně probíhala standardizace 0,05M roztoku kyseliny sírové, kde bylo k napipetovaným 10 ml kyseliny sírové přidáno pár kapek Tashirova indikátoru a roztok byl titrován standardizovaným roztokem hydroxidu sodného do zeleného zbarvení. Obě titrace standardizací byly opakovány třikrát. Z výsledků byla vypočtena průměrná spotřeba hydroxidu, ze které byla stanovena koncentrace odměrných roztoků.

Po skončení mineralizace a vychladnutí mineralizačních trubic při laboratorní teplotě byly ke vzorku přidány tři kapky fenolftaleinu a trubice byly vloženy do destilačního přístroje. Zde bylo ke vzorku nadávkováno 40 ml 33% roztoku hydroxidu sodného, přičemž se začal uvolňovat amoniak, který byl následně jímán do předlohy s 25 ml standardizované kyseliny sírové. Po ukončení destilace byly do destilátu v předloze napipetovány tři kapky Tashirova indikátoru a následně byl destilát titrován odměrným roztokem hydroxidu sodného. Podle spotřebovaného množství hydroxidu byl stanoven obsah celkového dusíku ve vzorcích, ten byl pak použit pro výpočet obsahu hrubé bílkoviny pomocí univerzálního faktoru pro masné výrobky 6,25.

Pro výpočet obsahu dusíku ve vzorcích byla využita následující rovnice:

$$w_N = \frac{2 \cdot \left(c_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4} - \frac{c_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{2} \right) \cdot M_N}{m_{vz}} \cdot 100, \quad (5)$$

2

kde w_N je obsah celkového dusíku [%], $c_{H_2SO_4}$ je koncentrace standardizované kyseliny sírové [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$], $V_{H_2SO_4}$ je celkový objem kyseliny sírové [l], c_{NaOH} je koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$], V_{NaOH} je spotřebovaný objem odměrného roztoku hydroxidu sodného [l], M_N je molární hmotnost dusíku [$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$] a m_{vz} je hmotnost navážky vzorku [g].

3.7.2 Stanovení profilu mastných kyselin a obsahu tuků

Celkový obsah tuků a profil mastných kyselin byly stanoveny pomocí plynové chromatografie s plamenovým ionizačním detektorem. K vyhodnocení analýzy byl využit program Chromeleon a Microsoft Excel.

Pro účely této analýzy bylo od každého vzorku naváženo 10–15 mg paštiky do skleněné krimpovací vialky o objemu 2 ml. Dále bylo do vialek napipetováno 1,8 ml transesterifikační směsi. Vialky byly uzavřeny pomocí hliníkových víček a vloženy do termostatu při teplotě 85 °C na dobu 120 minut. Po vyjmutí vialek a následném ochlazení na laboratorní teplotu byl obsah převeden do větších vialek o objemu 5 ml, do kterých bylo následně napipetováno 0,5 ml 0,05M vodného roztoku NaOH a 1 ml hexanu. Uzavřené vialky byly třepány 10 minut za účelem extrakce mastných kyselin do hexanové fáze. Dále bylo do šroubovací vialky odpipetováno 100 μl z horní hexanové fáze, která byla následně přidáním 0,9 ml hexanu doplněna do 1 ml. Takto připravené vzorky byly využity k GC analýze.

K GC analýze vzorků byl využit plynový chromatograf Trace 1300 TM s kapilární kolonou LionGC FAME 30 m \times 0,25 mm \times 0,2 μm . Vzorky byly nadávkovány pomocí autosampleru Thermo Scientific AI 1310 a jako nosný plyn byl využit vodík o průtoku 1 ml/min.

Během analýzy byl využit teplotní program: Teplota 80 °C byla udržována po dobu jedné minuty, dále následovalo zvýšení teploty na 140 °C s teplotním gradientem 15 °C \cdot min⁻¹, poté zvýšení na 190 °C s teplotním gradientem 3 °C \cdot min⁻¹, další zvýšení teploty na 260 °C s teplotním gradientem 25 °C \cdot min⁻¹ a udržením této teploty opět po dobu jedné minuty.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem této diplomové práce byla optimalizace výroby játrové paštiky s přídavkem rostlinné bílkoviny. Vzorky podle standardní receptury byly následně obohaceny o rostlinnou vložku, která slouží jako alternativní zdroj bílkovin. Připravené vzorky byly následně analyzovány různými metodami. Zpracované výsledky jsou prezentovány v následující kapitole.

4.1 Výroba paštik

4.1.1 Výsledná receptura

K dosažení optimální receptury během optimalizace byly vzorky připravované s různými poměry používaných surovin hodnoceny stálým panelem hodnotitelů. Aby standardní vzorek sensorickému panelu vyhovoval, bylo potřeba upravit druh používaného masa, poměr přídavku vepřového boku a jater a množství přidávaného vývaru.

Dále bylo zapotřebí zhodnotit vzorky, u kterých byl nahrazen díl vepřového masa některým z vybraných zdrojů rostlinných bílkovin. Jako nejlepší byly vyhodnoceny vzorky, kde bylo množství použitého vepřového boku sníženo na polovinu a adekvátní množství bylo nahrazeno pomocí arašídů, cizrny nebo krup.

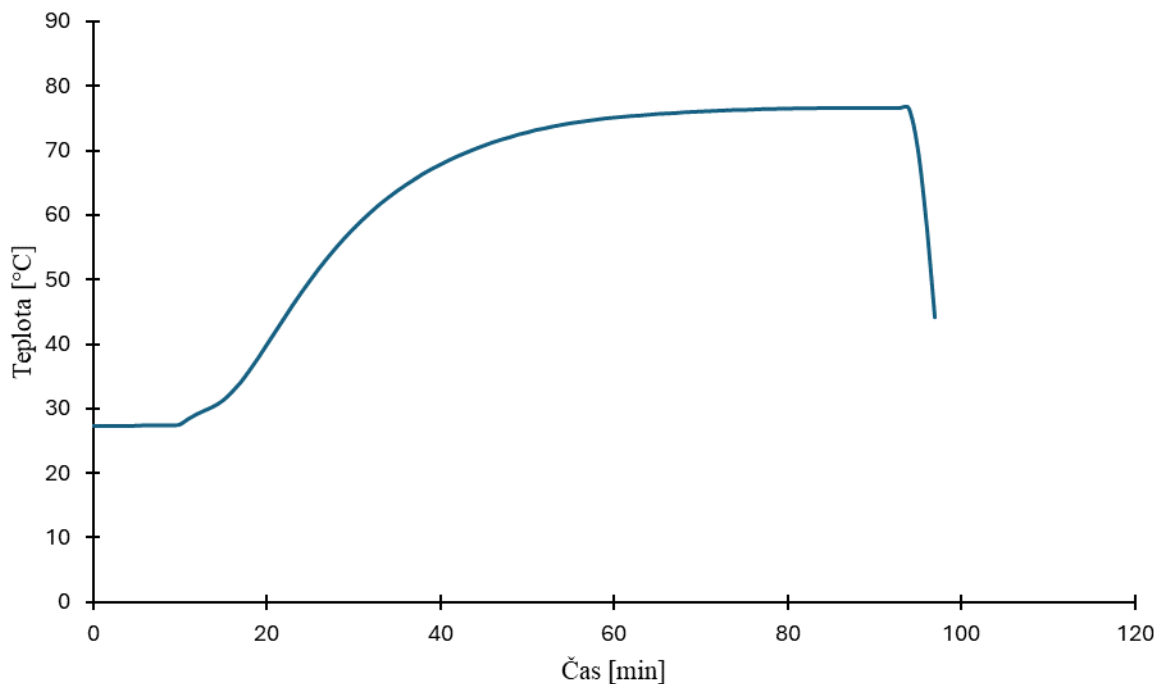
Pro sensorickou analýzu byl připraven standardní vzorek podle optimalizované receptury. Dále byly připraveny dvě sady vzorků paštik, u kterých byla nahrazena polovina vepřového masa přídavkem arašídů, ječných krup nebo cizrny. Jedna sada byla s přídavkem koření a druhá bez něj.

4.1.2 Vyhodnocení tepelného opracování

Tepelné opracování proběhlo podle postupu, který je popsán v kapitole 3.4.1. Účinek tepelné úpravy paštik byl posuzován oproti tepelné odolnosti mikroorganismu *Listeria monocytogenes*, která je původcem listeriózy a je běžně rozšířena v půdě a ve vodě nebo je obsažena v obsahu střev zvířat. V potravinách se pak množí nedodržením technologického postupu nebo v rámci sekundární kontaminace [4].

Paštiky byly tepelně opracovány při teplotě 78 °C po dobu 90 minut. Pro 6-D redukci počtu živých mikrobů je pro *L. monocytogenes* doporučen ekvivalent působení teploty 70 °C po dobu dvou minut, tuto teplotu jsme dále využili při výpočtu inaktivačního účinku záhřevu jako referenční teplotu. Pro listerie se udává tepelná citlivost 7,5 °C [68].

Na Obrázku 4 můžeme vidět průběh tepelného opracování vzorku paštiky. Nejvyšší zaznamenaná teplota v jádře byla 76,69 °C, která zde působila po dobu deseti minut.



Obrázek 4 Graf tepelného opracování

Výsledný inaktivační účinek byl pak vypočítán pomocí rovnice 4:

$$F = \int_{\tau_1}^{\tau_2} 10^{\frac{t-t_r}{z}} d\tau = \sum 10^{\frac{t-70}{7,5}} = 278,17 \text{ min},$$

Inaktivační účinek pastérace byl vypočten na 278,17 minut záhřevu při referenční teplotě. Srovnáním s doporučenou dobou záhřevu můžeme usoudit, že paštiky jsou vhodně upravené a bezpečné pro konzumaci hodnotitelem.

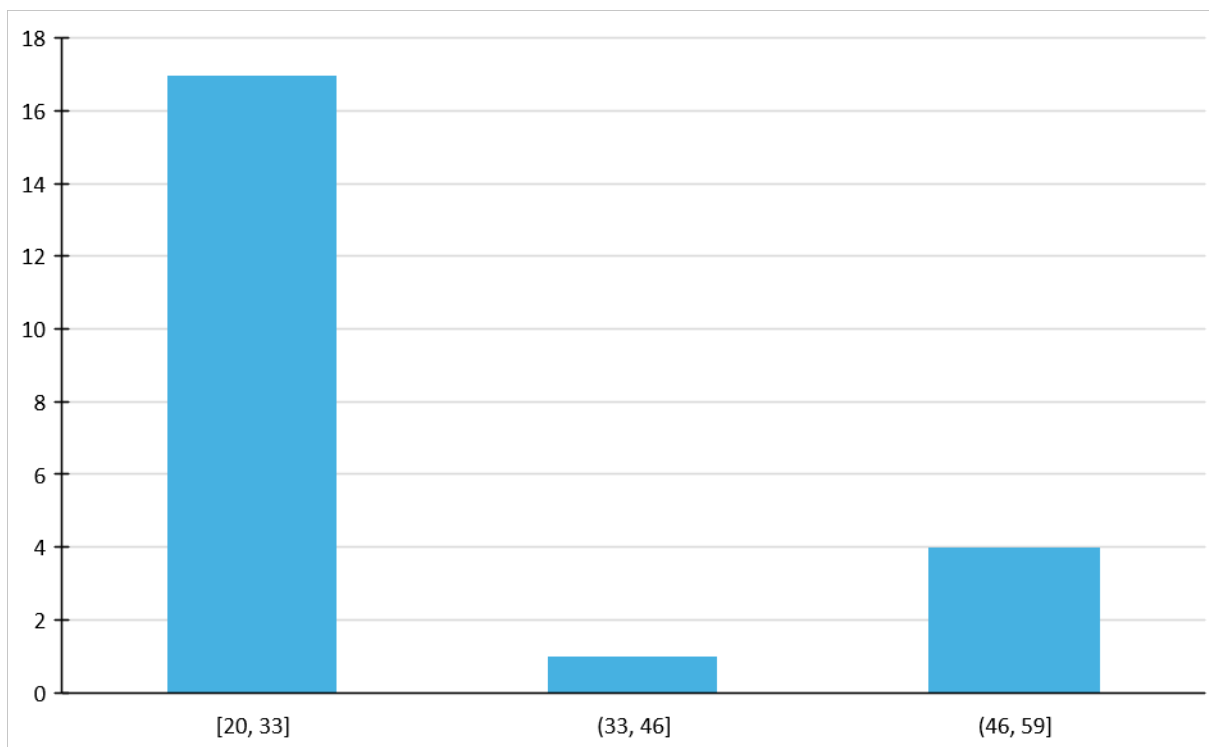
4.2 Zpracování sensorického hodnocení

Připravené vzorky paštiky byly následně hodnoceny pomocí sensorické analýzy. Sensorický dotazník nejprve obsahoval otázky ohledně samotných hodnotitelů, aby je bylo možné rozlišit z hlediska pohlaví, věku, zda kouří a podle jejich vztahu ke konzumaci paštik.

Úkolem hodnotitelů bylo popsat sensorické vlastnosti sedmi vzorků paštik s přidavkem zdrojů rostlinných bílkovin. Konkrétně byl posuzován celkový vzhled, barva, konzistence, vůně, chuť, intenzita chuti koření, intenzita chuti rostlinné vložky a příjemnost chuti rostlinné vložky. K hodnocení konzistence vzorků paštik, intenzity chuti koření a intenzity chuti rostlinné vložky byly využity strukturované grafické stupnice. Zbylé vlastnosti, tedy celkový vzhled, barva, vůně, chuť a příjemnost chutí rostlinné vložky byly posuzovány pomocí nestruturovaných grafických stupnic. Na závěr hodnotitelé provedli i preferenční hodnocení vzorků. Kódování vzorků je uvedeno v Tabulce 2.

4.2.1 Hodnotitelé

Senzorického hodnocení se celkem zúčastnilo 22 hodnotitelů, z toho 10 mužů a 12 žen. Jak je možné vidět na Obrázku 5, tak většina hodnotitelů spadala do věkové kategorie 20–33 let, z velké části šlo o studenty. Mezi hodnotiteli nebyl žádný kuřák. Většina hodnotitelů uvedla, že paštiky mají velmi rádi a konzumují je pravidelně. Dále 10 hodnotitelů s konzumací paštik nemá problém, ale nevyhledávají je, a žádný z hodnotitelů nevedl, že paštiky nekonzumuje.



Obrázek 5 Věkové složení hodnotitelů

4.2.2 Popisná statistika výsledků

Pro výběr správné statistické metody, je nejdříve potřeba zhodnotit normalitu vzorků a případné odlehle hodnoty. Pro všechna statistická hodnocení byla využita hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

Normalita rozložení získaných dat byla hodnocena pomocí Shapiro-Wilkova testu normality. Vlastnosti, jejichž pravděpodobnost výskytu (p-hodnota) je nižší než námi zvolená α , tedy data, která jsou nenormálně rozložena, jsou v Tabulce 5 zvýrazněna červeně. Z této tabulky můžeme také vyčíst, že v každé hodnocené vlastnosti je alespoň jeden vzorek, který má nenormálně rozložená data. Právě kvůli těmto nenormálně rozloženým výsledkům bylo zapotřebí pro další vyhodnocení využít neparametrické statistické metody

Pomocí Grubbsova testu odlehklých hodnot bylo zjištěno, že podle dat hodnocení vzorků paštik obsahují odlehle hodnoty vzorky s přídavkem arašídů a koření, a to z hlediska celkového vzhledu a barvy. P-hodnoty vypočtené na základě výše uvedených údajů jsou opět uvedeny v Tabulce 5. Jelikož se však jedná o výsledky sensorické analýzy, kterou prováděli neškolení hodnotitelé, nebyly tyto odlehle hodnoty odstraněny.

Tabulka 5 Popisná statistika

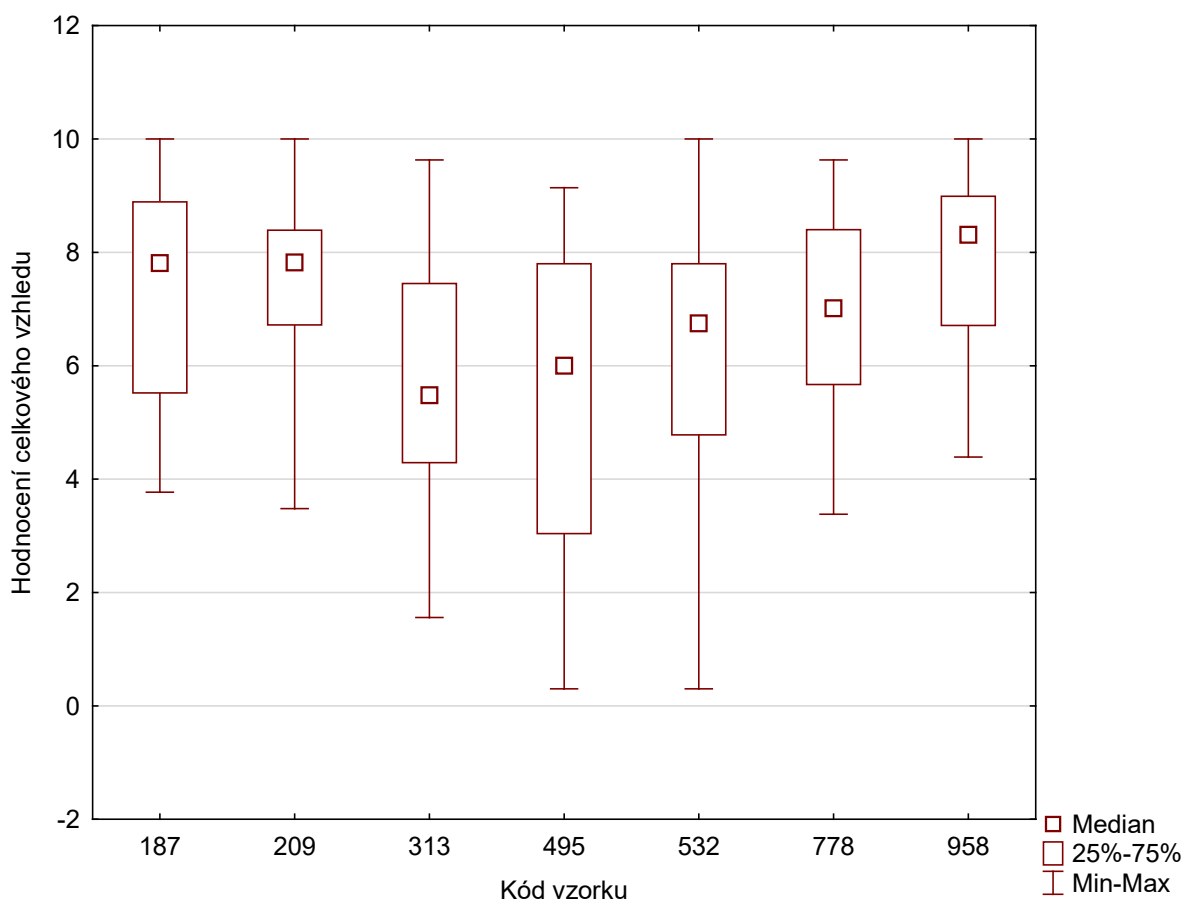
	Označení vzorku	Kód vzorku	Celkový vzhled	Barva	Konzistence	Vůně	Chuť	Intenzita chuti koření	Intenzita chuti rostlinné vložky	Příjemnost chuti rostlinné vložky	Celkové hodnocení
Normalita	St	958	0,035	0,00172	0,00041	0,178	0,00140	0,00147	0,00137	0,321	0,0282
	C+K	778	0,148	0,199	0,134	0,300	0,200	0,031	0,0131	0,452	0,125
	K+K	495	0,125	0,610	0,263	0,877	0,709	0,748	0,139	0,186	0,000740
	A+K	209	0,242	0,00408	0,253	0,0106	0,262	0,0812	0,144	0,338	0,0238
	C	313	0,593	0,393	0,0566	0,247	0,867	0,00035	0,0476	0,443	0,300
	K	532	0,219	0,596	0,515	0,504	0,446	0,148	0,211	0,105	0,000330
	A	187	0,0645	0,00832	0,0306	0,381	0,0795	0,0473	0,00196	0,0142	0,0119
Odlehlá data	St	958	0,331	0,0510	0,0730	1,00	0,173	0,259	1,00	0,566	1,00
	C+K	778	1,00	1,00	0,138	1,00	0,368	0,101	0,374	1,00	0,557
	K+K	495	0,756	1,00	0,493	0,483	0,908	1,00	1,00	0,947	0,541
	A+K	209	0,0448	0,0145	0,889	1,00	0,682	0,182	0,178	0,457	1,00
	C	313	1,00	1,00	0,777	1,00	0,567	0,287	0,113	0,526	0,847
	K	532	0,288	1,00	0,0832	0,508	1,00	0,743	0,492	1,00	0,482
	A	187	0,970	1,00	0,2597	1,00	1,00	0,229	1,00	1,00	1,00

Tabulka 6 Průměrné hodnocení a mediány posuzovaných vlastností

	Označení vzorku	Kód vzorku	Celkový vzhled	Barva	Konzistence	Vůně	Chuť	Intenzita chuti koření	Intenzita chuti rostlinné vložky	Příjemnost chuti rostlinné vložky	Celkové hodnocení (bodování)
Průměr	St	958	7,87	8,10	4,77	7,71	7,91	5,06	2,18	6,35	-
	C+K	778	6,69	7,58	5,50	7,05	7,63	5,03	5,13	6,48	-
	K+K	495	5,46	5,88	4,92	6,83	6,21	4,00	3,35	5,63	-
	A+K	209	7,50	8,02	5,23	6,37	6,72	5,10	5,53	6,24	-
	C	313	5,65	6,78	5,87	6,80	6,68	4,45	4,70	6,00	-
	K	532	6,10	5,75	4,79	6,35	5,79	3,20	3,00	5,64	-
	A	187	7,28	7,20	5,35	6,06	6,48	4,85	6,46	5,82	-
Medián	St	958	8,31	8,78	4,71	8,14	8,68	5,00	1,55	6,17	5,00
	C+K	778	7,01	7,67	5,43	6,92	8,20	5,00	5,00	6,72	5,00
	K+K	495	6,00	6,40	5,00	6,91	6,26	3,88	2,86	5,54	2,00
	A+K	209	7,82	8,53	5,10	6,67	6,86	5,00	5,62	7,02	4,00
	C	313	5,48	6,64	6,04	6,82	6,61	5,00	5,00	5,93	4,50
	K	532	6,75	5,92	4,90	6,71	5,48	3,16	2,70	4,60	2,00
	A	187	7,81	8,24	5,10	5,82	6,48	5,00	6,48	4,82	4,50

4.2.3 Celkový vzhled

Pro hodnocení celkového vzhledu vzorků paštik posuzovatelé využívali grafickou stupnici v rozmezí nepřijatelný až vynikající. Porovnání výsledků hodnocení celkového vzhledu je vyneseno v Obrázku 6, podle kterého vidíme, že nejlépe hodnoceným z hlediska vzhledu byl standardní vzorek. Naopak nejhůře hodnocený byl vzorek s přidavkem ječných krup a koření, což mohlo být způsobeno jejich příliš mazlavou texturou. Dalším hůře hodnoceným vzorkem byla paštika s přidavkem cizrny. Horší hodnocení tohoto vzorku mohlo být způsobeno hrubší texturou paštik, která byla způsobena přidavkem rostlinné náhražky.



Obrázek 6 Boxový graf hodnocení celkového vzhledu vzorků paštik

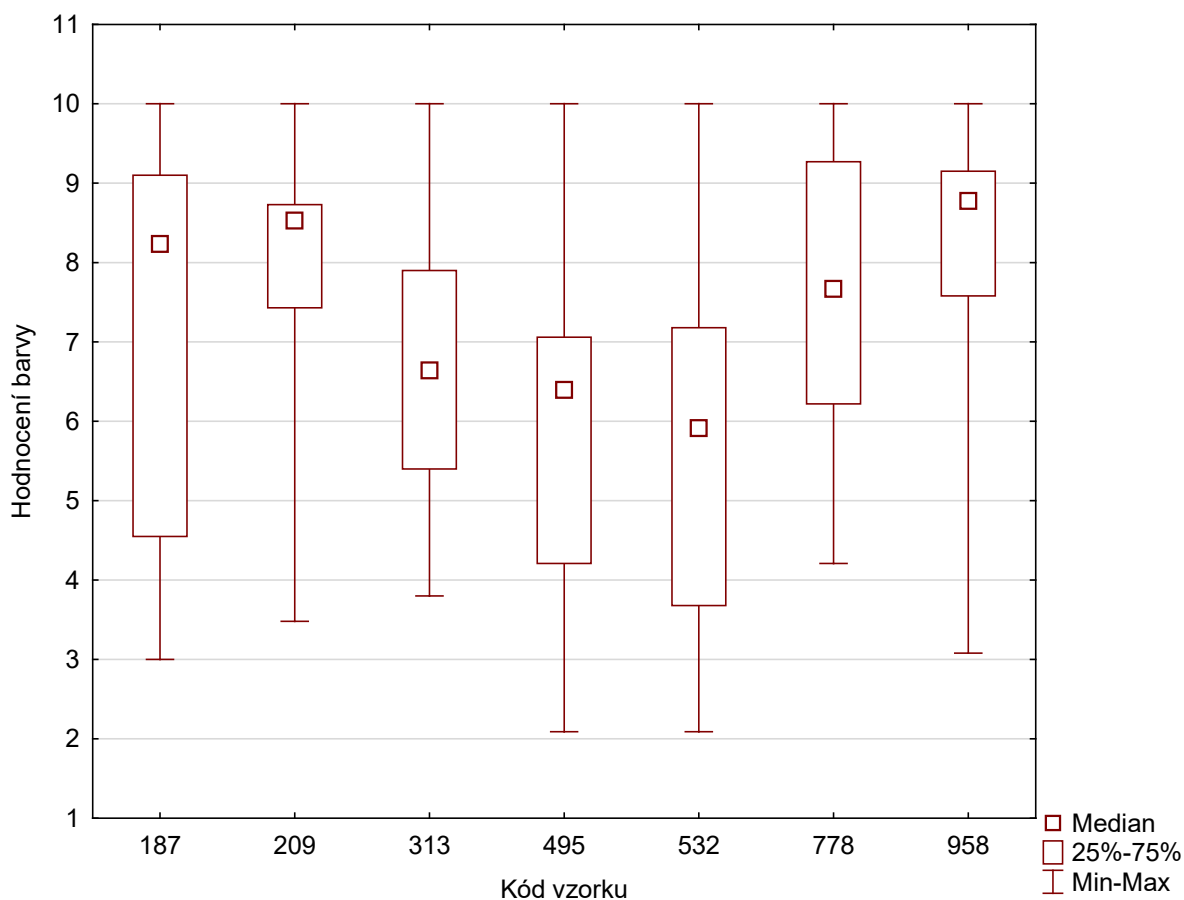
Pro stanovení podobnosti mezi vzorky ve vlastnosti celkového vzhledu byla využita Kruskal-Wallisova ANOVA. Srovnáním jednotlivých p-hodnot Kruskal-Wallisova testu, které jsou uvedeny v Tabulce 7 můžeme vidět statisticky významný rozdíl mezi dvěma páry vzorků. Z hlediska vzhledu se liší vzorky standardu a paštiky s přidavkem cizrny, kde byla stanovena p-hodnota 0,0114. Druhým výrazně rozdílným párem je standardní vzorek a vzorek paštiky s přidavkem krup a koření. U tohoto páru byla stanovena p-hodnota Kruskal-Wallisova testu 0,00970, což naznačuje, že z hlediska vzhledu je mezi těmito vzorky největší rozdíl. Naopak oba vzorky s přidavkem arašídů a vzorek s přidavkem cizrny a koření jsou velmi podobné standardnímu vzorku.

Tabulka 7 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení celkového vzhledu

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	0,383	0,340	1,00	1,00	1,00
A+K	1,00		0,162	0,142	1,00	1,00	1,00
C	0,383	0,162		1,00	1,00	1,00	0,0114
K+K	0,340	0,142	1,00		1,00	1,00	0,00970
K	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,119
C+K	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		0,984
St	1,00	1,00	0,0114	0,00970	0,119	0,984	

4.2.4 Barva

Při tomto posuzování byla obdobně jako při posuzování celkového vzhledu využita stupnice v rozmezí nepřijatelná až vynikající. Z hlediska barvy byl nejlépe hodnocen opět standardní vzorek, jehož barva byla pro paštiku typicky růžovošedá. Dobře byly dále hodnoceny obě sady vzorků paštik s přidavkem arašídů, protože jejich přidavek neměl na barvu paštiky žádný vliv. Oba vzorky s přidavkem ječných krup byly hodnoceny hůře, přičemž vzorek paštiky s přidavkem krup a koření byl z hlediska posuzování barvy hodnocen nejhůře. Pro hodnotitele nevhodná našedlá barva těchto vzorků byla pravděpodobně způsobena přítomností pomletých krup a následným tepelným opracováním.



Obrázek 7 Boxový graf hodnocení barvy vzorků paštik

Jak můžeme vidět jak na Obrázku 7, tak i porovnáním p-hodnot Kruskal-Wallisovy analýzy rozptylů z Tabulky 8 celkem jsou výrazně rozdílné čtyři dvojice vzorků. Vzorek s přidavkem arašídů a koření je významně rozdílný od obou vzorků s přidavkem krup s p-hodnotami 0,0436 a 0,0248 pro kořeněnou a nekořeněnou sadu vzorku. Dalším rozdílným párem, kde byla stanovena p-hodnota 0,0110 je standardní vzorek a vzorek s přidavkem krup a koření. Z hlediska barvy jsou od sebe nejvíce rozdíly vzorky standardní paštiky a paštiky s přidavkem krup. Zde byla stanovena p-hodnota 0,00591.

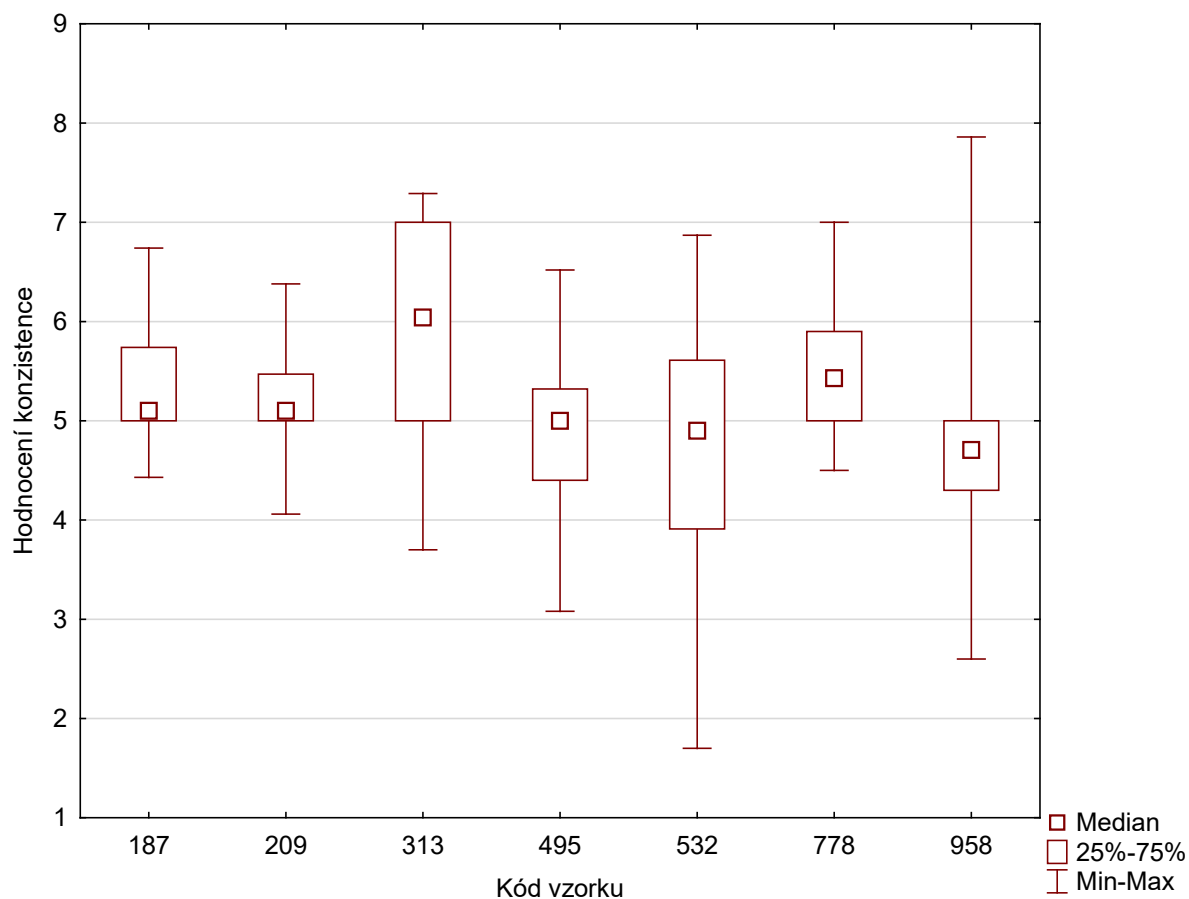
Tabulka 8 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení barvy

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	0,865	0,576	1,00	1,00
A+K	1,00		1,00	0,0436	0,0248	1,00	1,00
C	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	0,412
K+K	0,865	0,0436	1,00		1,00	0,311	0,0110
K	0,576	0,0248	1,00	1,00		0,195	0,00591
C+K	1,00	1,00	1,00	0,311	0,195		1,00
St	1,00	1,00	0,412	0,0110	0,00591	1,00	

4.2.5 Konzistence

Při posuzování konzistence vzorků paštik hodnotitelé využívali strukturované grafické stupnice s vyznačenými body pro příliš měkkou, optimální a příliš tuhou konzistenci paštiky. Na Obrázku 8 vidíme, že všechny vzorky, kde byla využita rostlinná náhražka, byly hodnoceny jako relativně tužší ve srovnání se standardem. Dále můžeme vidět, že obě sady vzorků paštik s přidavkem arašídů a všechny vzorky s přidavkem cizrny byly hodnoceny jako hůře roztíratelné, což odpovídá charakteru přidávaných surovin, které jsou tužší než vařené kroupy. Posuzovatelé jako nejtěžší vybrali vzorek paštiky s přidavkem cizrny, jehož medián je 6,04. Nejblíže k optimální hodnotě konzistence byl vzorek s přidavkem krup a koření s průměrnou hodnotou konzistence 4,92. Standardní vzorek paštiky byl hodnotiteli označen jako nejlépe roztíratelný.

Kasaiyan et. al. zjistili že přidavkem cizrny do díla parků je výsledný výrobek méně elastický a více žvýkavý [23]. Pellegrini et. al. pak sledovali mimo jiné vliv přidavku pasty z quinoj na sensorické vlastnosti paštik, kde se projevila vyšší tuhost některých vzorků [49]. Po srovnání výsledků této sensorické analýzy s literaturou můžeme usoudit, že jakákoliv náhrada masa rostlinnou bílkovinou může způsobovat tuhost masných výrobků.



Obrázek 8 Boxový graf hodnocení konzistence vzorků paštik

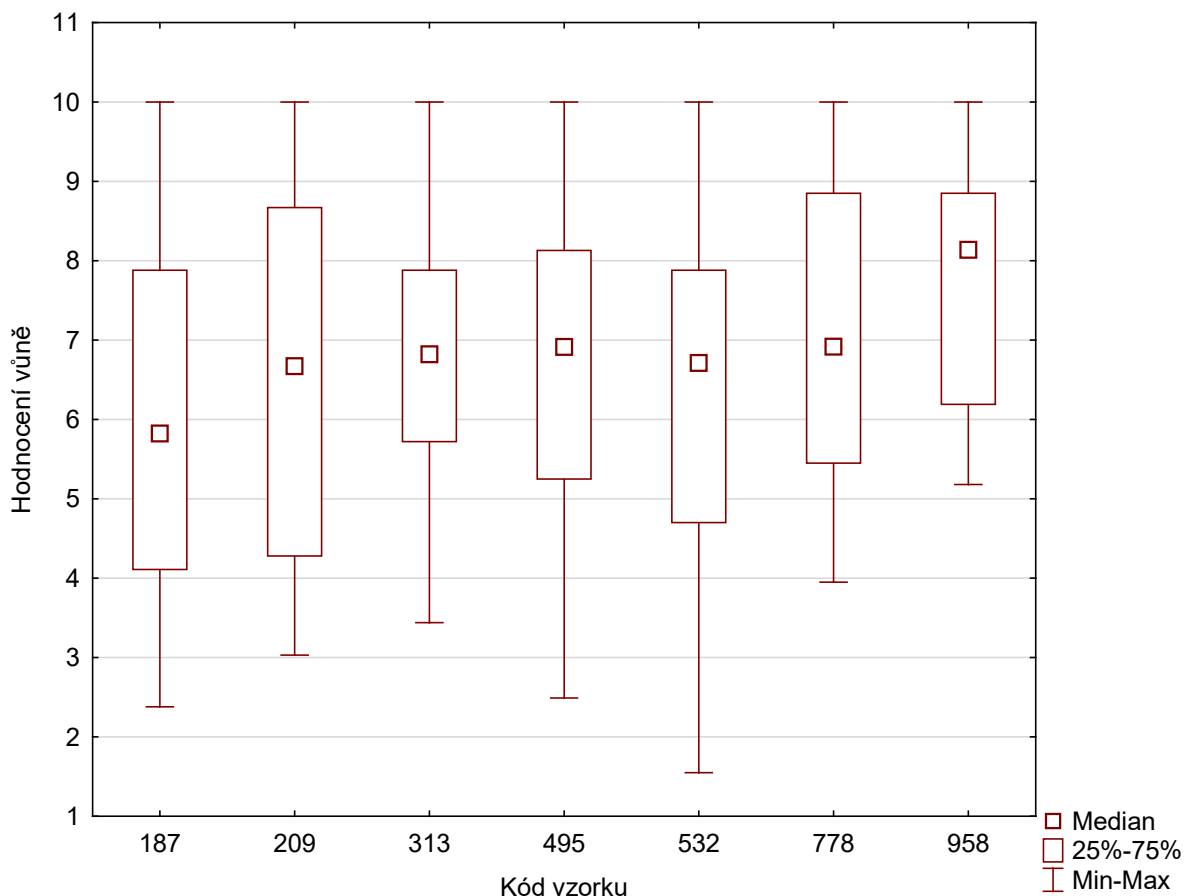
Porovnáním výsledků Kruskal-Wallisova testu v Tabulce 9 vidíme, že z hlediska konzistence se významně liší vzorky s přidavkem cizrny a s přidavkem cizrny a koření od standardního vzorku s p-hodnotami 0,000743 a 0,00614. Dále jsou významně rozdílné vzorky s přidavkem cizrny a s přidavkem krup, kde byla stanovena p-hodnota 0,0224.

Tabulka 9 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení konzistence

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	1,00	0,897	1,00	0,0809
A+K	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	0,299
C	1,00	1,00		0,124	0,0224	1,00	0,000743
K+K	1,00	1,00	0,124		1,00	0,528	1,00
K	0,897	1,00	0,0224	1,00		0,122	1,00
C+K	1,00	1,00	1,00	0,528	0,122		0,00614
St	0,0809	0,299	0,000743	1,00	1,00	0,00614	

4.2.6 Vůně

Paštiky jsou typické vůní po játrech, koření a dalších obohacujících surovinách. Jak je vidět na Obrázku 9, nejlépe hodnoceným byl z hlediska vůně standardní vzorek. Nejméně vyhovující byl pro hodnotitele vzorek s přidavkem arašídů, které mohly být ve vzorku aromaticky příliš výrazné. Podobnost ve vůni vzorků byla stanovena opět pomocí Kruskal-Wallisovy analýzy rozptylů, jejíž vypočítané p-hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 10. Vyhodnocením získaných p-hodnot se ukázalo, že mezi vzorky nebyl v této sensorické vlastnosti zaznamenán statisticky významný rozdíl.



Obrázek 9 Boxový graf hodnocení vůně vzorků paštik

Tabulka 10 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení vůně

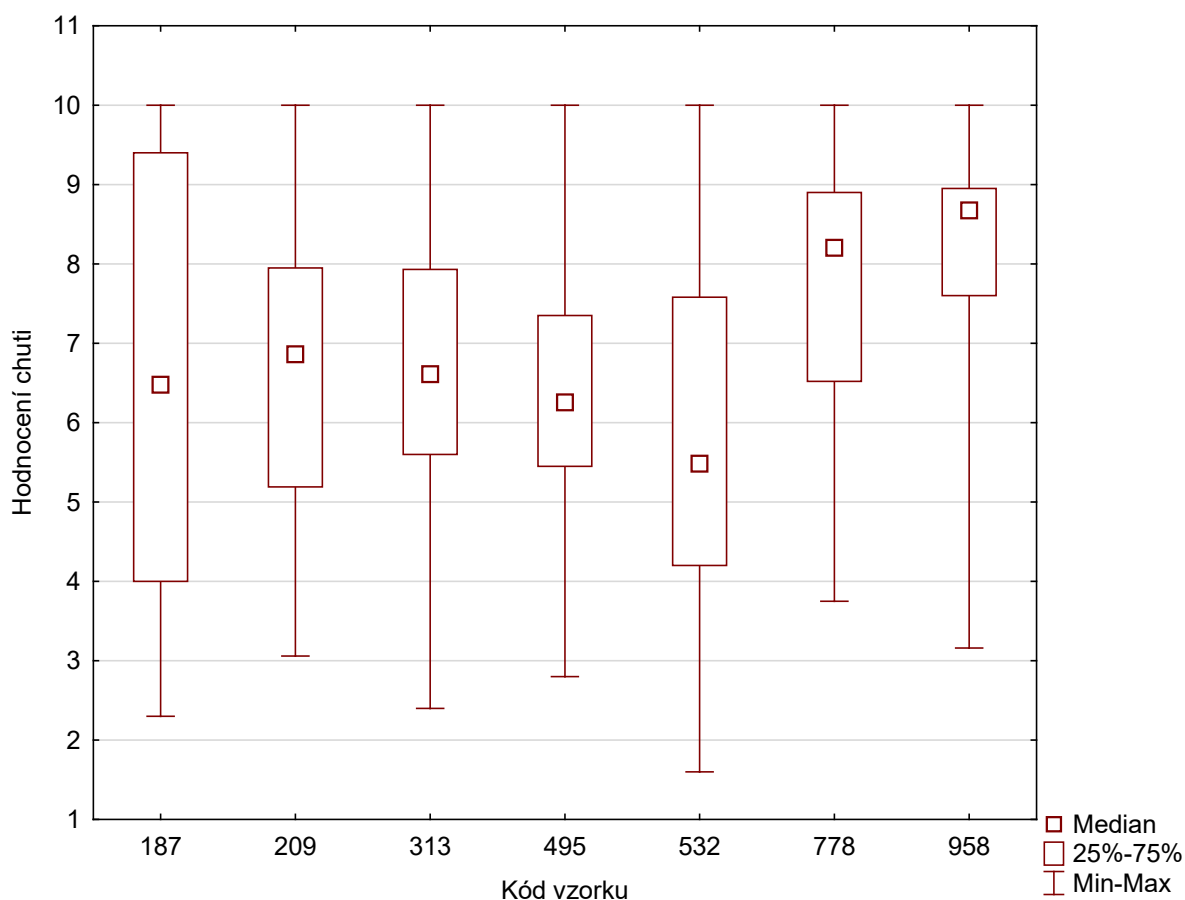
	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,168
A+K	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	0,614
C	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
K+K	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
K	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,657
C+K	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
St	0,168	0,614	1,00	1,00	0,657	1,00	

4.2.7 Chuť

Pro běžného konzumenta je chuť potravin významný parametr. Při posuzování paštik se hledají podobné parametry jako při hodnocení vůně, tedy chuť po játrech, přidaném koření a po přidaných surovinách. Jak ukazuje Obrázku 10, nejlépe hodnocený byl standardní vzorek. Nejhůře byl v parametru chuti hodnocen vzorek s přídavkem krup. Horší hodnocení vzorků s přídavky rostlinné náhražky oproti standardnímu vzorku mohlo být způsobeno právě přídavkem pro paštiku netypických surovin nebo v případě krup pak nezvyklostí většiny hodnotitelů na jejich chuť. Nejlépe ze vzorků s přídavkem rostlinné vložky byla paštika, kde byla jako náhražka využita cizrna. Dále si na Obrázku 10 můžeme všimnout, že se hodnocení vzorku nekořeněné paštiky s přídavkem arašídů pohybovalo mezi extrémy, kdy byl vzorek hodnocen jako relativně nejhorší, nebo jako relativně nejlepší.

Při srovnání vzorků se stejným přídavkem rostlinné vložky, tak vidíme že vzorek paštiky, který patřil ke kořeněné sadě byl hodnocen z hlediska chuti lépe, z toho můžeme odvodit, že absence přídavku koření ve vzorku má negativní vliv na hodnocení chuti.

Stejně jako Su et. al., kteří studovali vliv různého přídavku okary do hovězích burgerů, či Kamani et. al., kteří mimo jiné sledovali rozdíly v sensorických vlastnostech kuřecích párků s náhražkou ze sójového bílkovinného izolátu, i v této práci se projevil negativní vliv přídavku rostlinné náhražky na přijatelnost vzorku z hlediska chuti, tedy že s rostoucím množstvím přídavku klesá celkové hodnocení chuti [51, 52].



Obrázek 10 Boxový graf hodnocení chuti vzorků paštik

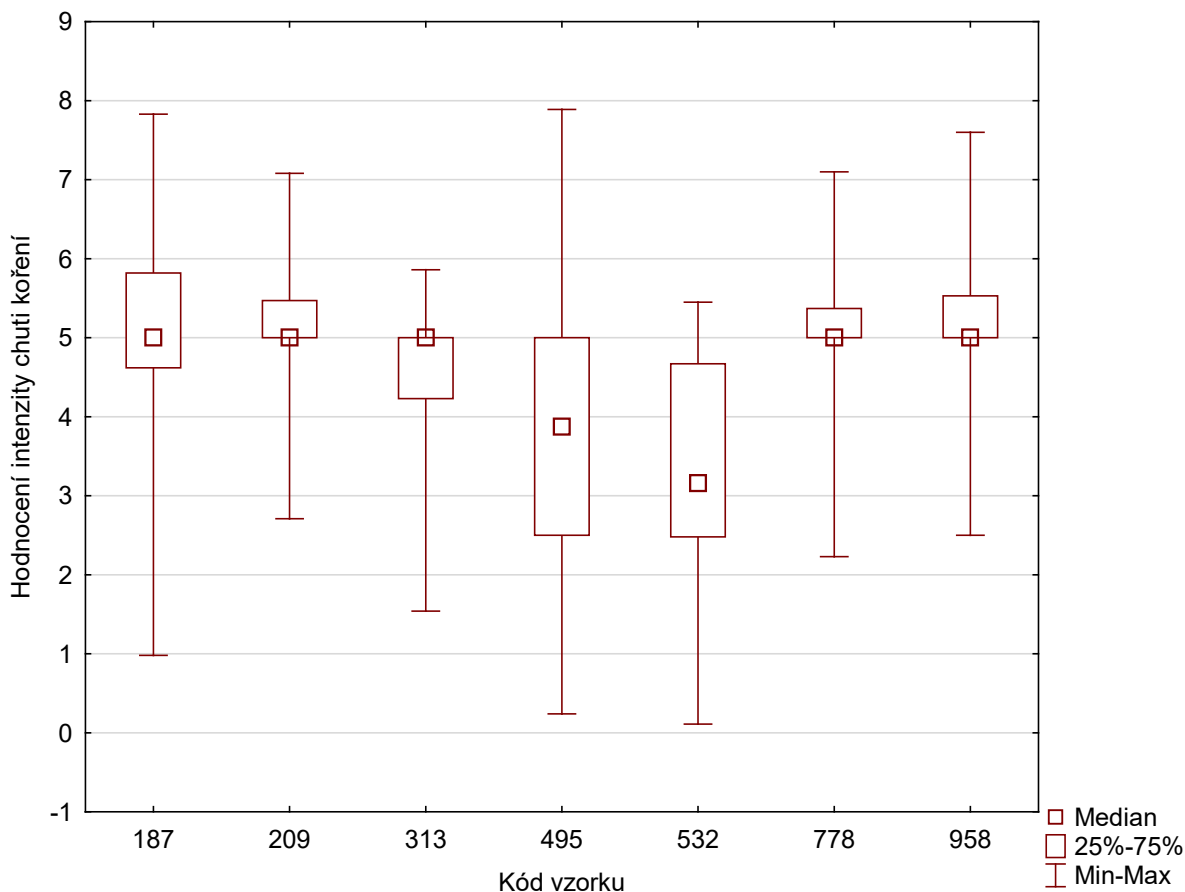
Ke zhodnocení rozdílu mezi jednotlivými vzorky paštik z hlediska chuti byla opět využita Kruskal-Wallisova ANOVA. Podle výsledných p-hodnot v Tabulce 11 vidíme, že největší a zároveň jediný statisticky významný rozdíl v parametru chuti posuzovaných paštik se nachází mezi standardním vzorkem a vzorkem paštiky, kde byly jako rostlinný zdroj bílkovin využity kroupy. Vypočítaná hodnota p-hodnota rozdílu této dvojice vzorků je 0,0307.

Tabulka 11 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení chuti

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,611
A+K	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	0,392
C	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	0,957
K+K	1,00	1,00	1,00		1,00	0,638	0,117
K	1,00	1,00	1,00	1,00		0,210	0,0307
C+K	1,00	1,00	1,00	0,638	0,210		1,00
St	0,625	0,392	0,957	0,117	0,0307	1,00	

4.2.8 Intenzita chuti koření

Hodnocení intenzity kořeněné chuti proběhlo za účelem porovnání nekořeněné sady vzorků paštik se sadou vzorků s přidavkem koření a ke zhodnocení, zda absence koření má pozitivní či negativní vliv na celkovou chuť výrobku. Při posuzování byla využita strukturovaná grafická stupnice v rozsahu nevýrazné, optimální a příliš intenzivní chuti koření. Jak můžeme vidět na Obrázku 11, hodnotitelé správně rozlišili kořeněnou a nekořeněnou sadu vzorků. Jako nejintenzivnější byl vyhodnocen vzorek paštiky s přidavkem arašídů a koření. Naopak vzorek paštiky bez koření s přidavkem krup byl pro hodnotitele z hlediska kořeněné chuti nejméně intenzivní. Nejbliže k optimální hodnotě intenzity chuti koření byl vzorek kořeněné paštiky s přidavkem cizrny, který měl průměrné hodnocení 5,03.



Obrázek 11 Boxový graf hodnocení intenzity chuti koření

Vyhodnocením p-hodnot, které byly získané pomocí Kruskal-Wallisova testu, se stanovily rozdíly v kořeněné chuti u jednotlivých vzorků paštik. Významný rozdíl v parametru intenzity chuti koření se projevil u obou vzorků s přidavkem arašídů a vzorku s přidavkem ječných krup, přičemž větší rozdíl byl stanoven mezi kořeněným vzorkem s arašídů nekořeněným vzorkem s kroupami, kde byla stanovena p-hodnota 0,00101, jak je možné vidět v Tabulce 12. Rozdíl mezi nekořeněným vzorkem s arašídů a nekořeněným vzorkem s přidavkem krup si můžeme vysvětlit více aromatickou a intenzivnější chutí přidaných arašídů, která na hodnotitele mohla působit kořeněně.

Další rozdíl při posuzování této sensorické vlastnosti byl pozorován taktéž u vzorku s nekořeněného přidavkem krup a kořeněného vzorku paštiky s přidavkem cizrny s p-hodnotou 0,00542. Poslední významný rozdíl byl mezi standardním vzorkem paštiky a opět nekořeněným vzorkem s přidavkem krup.

Srovnáním p-hodnot mezi paralelními vzorky si můžeme všimnout, že se však významně neliší, a tedy rozdíl mezi kořeněnou a nekořeněnou sadou vzorků není v tomto parametru výrazný.

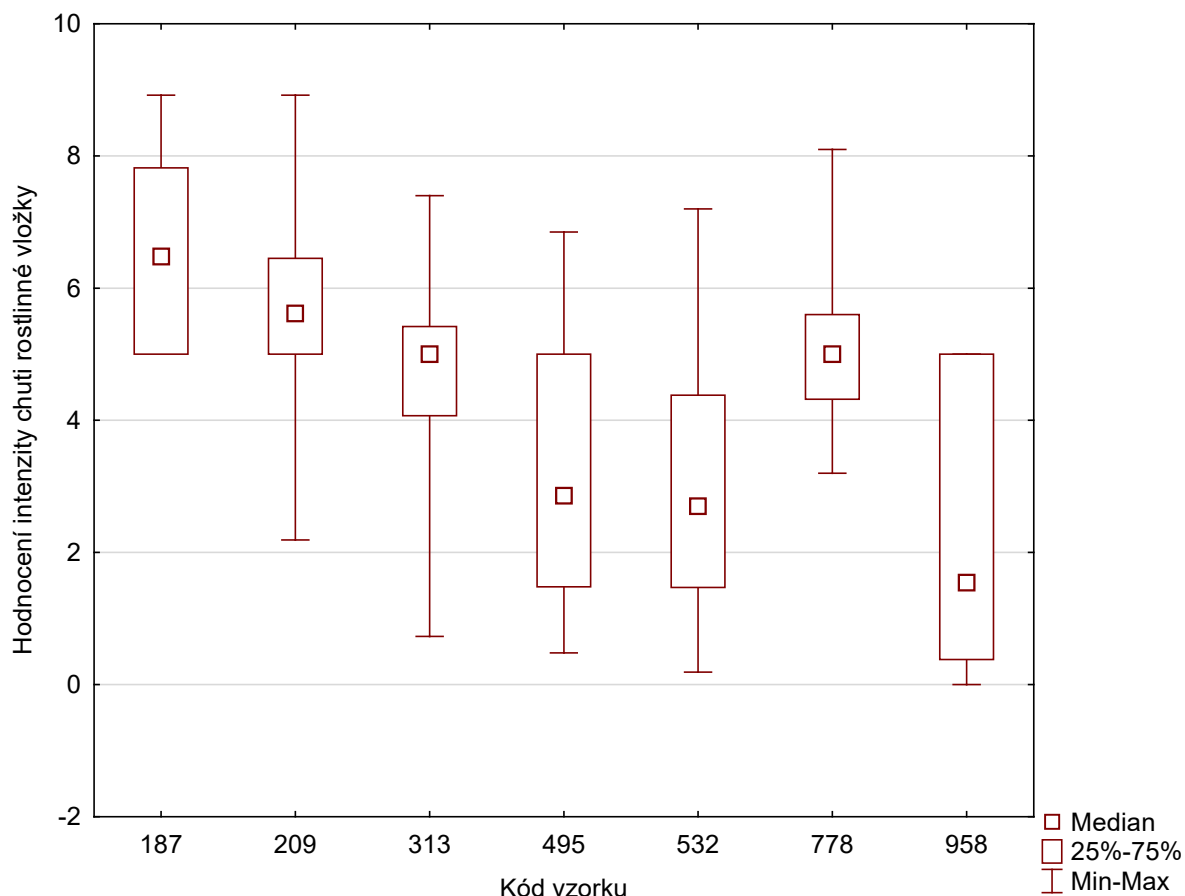
Tabulka 12 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení intenzity chuti koření

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	0,803	0,00928	1,00	1,00
A+K	1,00		1,00	0,183	0,00101	1,00	1,00
C	1,00	1,00		1,00	0,225	1,00	1,00
K+K	0,803	0,183	1,00		1,00	0,566	0,280
K	0,00928	0,00101	0,225	1,00		0,00542	0,00189
C+K	1,00	1,00	1,00	0,566	0,00542		1,00
St	1,00	1,00	1,00	0,280	0,00189	1,00	

4.2.9 Intenzita chuti rostlinné vložky

Jako další parametr posuzovatelé hodnotili intenzitu chuti rostlinné vložky pomocí obdobné stupnice, která byla využita při hodnocení intenzity použitého koření. Podle očekávání byl standardní vzorek bez přídavku rostlinné vložky hodnocen v tomto parametru jako nejméně intenzivní.

Obrázku 12 pak ukazuje, že obě sady vzorků přídavkem krup byly hodnoceny jako nevýrazné. Na druhé straně pak vidíme příliš intenzivní obě sady vzorků s přídavkem arašídů, přičemž vzorek nekořeněné sady byl hodnocen jako nejintenzivnější z hlediska chuti rostlinného přídavku s průměrnou hodnotou 6,46. Nejblíže optimální intenzitě chuti rostlinné vložky byly paštiky, ve kterých byl přídavek cizrný. Průměrné hodnoty těchto vzorků jsou pro kořeněnou a nekořeněnou sadu 5,13 a 4,70.



Obrázek 12 Boxový graf hodnocení intenzity chuti rostlinné vložky

Pro srovnání podobností v parametru intenzity chuti rostlinné vložky mezi jednotlivými vzorky byla opět z důvodu nenormálně rozdělených dat využita Kruskal-Wallisova ANOVA. Vypočítané p-hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 13 a statisticky významné hodnoty, které jsou nižší než námi zvolená hladina významnosti α , jsou zvýrazněny červeně.

Pomocí této metody byly potvrzeny statisticky významné rozdíly mezi standardním vzorkem a vzorky paštik s přísadkou cizrnou či arašídů, a to jak v kořeněné, tak i nekořeněné sadě. Největší rozdíl byl pozorován mezi standardním vzorkem a nekořeněným vzorkem paštiky s arašídů.

Další významné rozdíly se porovnáním p-hodnot Kruskal-Wallisova testu prokázaly u vzorku paštiky s arašídů bez přísadky koření a obou sad vzorků s přísadkou ječných krup. Výrazně odlišně byly v této vlastnosti hodnoceny také kořeněné vzorky paštik s kroupami a paštik s přísadkou arašídů a koření. Tento vzorek se zároveň liší i od nekořeněné sady vzorku, kde byly jako rostlinná náhražka kroupy.

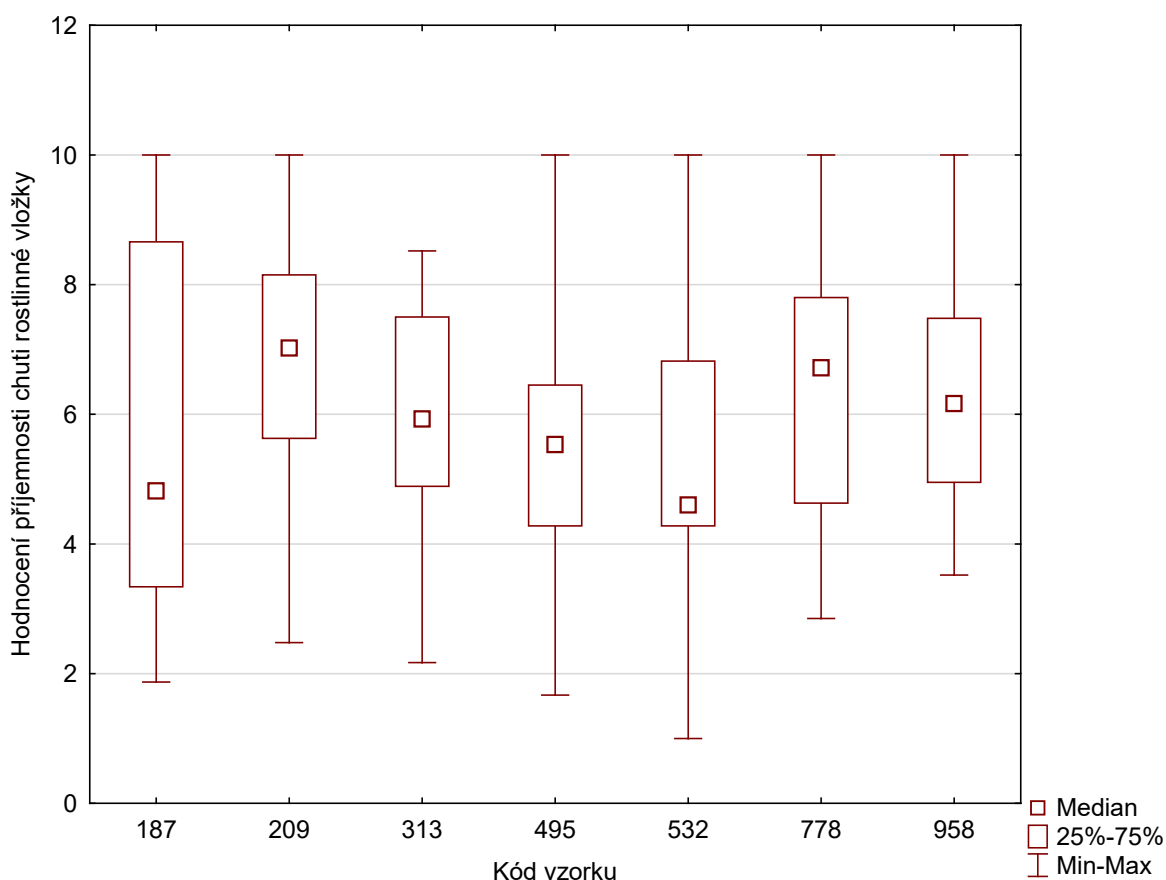
Tabulka 13 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení intenzity chuti rostlinné vložky

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	0,259	9,68 ⁻⁵	4,33 ⁻⁶	0,432	2,10 ⁻⁸
A+K	1,00		1,00	0,00532	4,09 ⁻⁴	1,00	4,49 ⁻⁶
C	0,259	1,00		0,790	0,150	1,00	0,00651
K+K	9,68 ⁻⁵	0,00532	0,790		1,00	0,492	1,00
K	4,33 ⁻⁶	4,09 ⁻⁴	0,150	1,00		0,0840	1,00
C+K	0,432	1,00	1,00	0,492	0,0840		0,00311
St	2,10 ⁻⁸	4,49 ⁻⁶	0,00651	1,00	1,00	0,00311	

4.2.10 Příjemnost chuti rostlinné vložky

Poslední sledovanou senzoričkou vlastností byla příjemnost chuti rostlinné vložky (v případě standardu její absence). Pro hodnotitele byla nejvíce atraktivní paštika s přidavkem cizrny a koření. Jak je dále možné vidět na Obrázku 13, nejméně hodnotitelům chutnaly paštiky, kde byly jako rostlinná náhražka použity kroupy.

Porovnáním p-hodnot Kruskal-Wallisova testu pak nebyly v parametru příjemnosti chuti rostlinné vložky zaznamenány výrazné rozdíly, jak je uvedeno v Tabulce 14.



Obrázek 13 Boxový graf hodnocení příjemnosti chuti rostlinné vložky

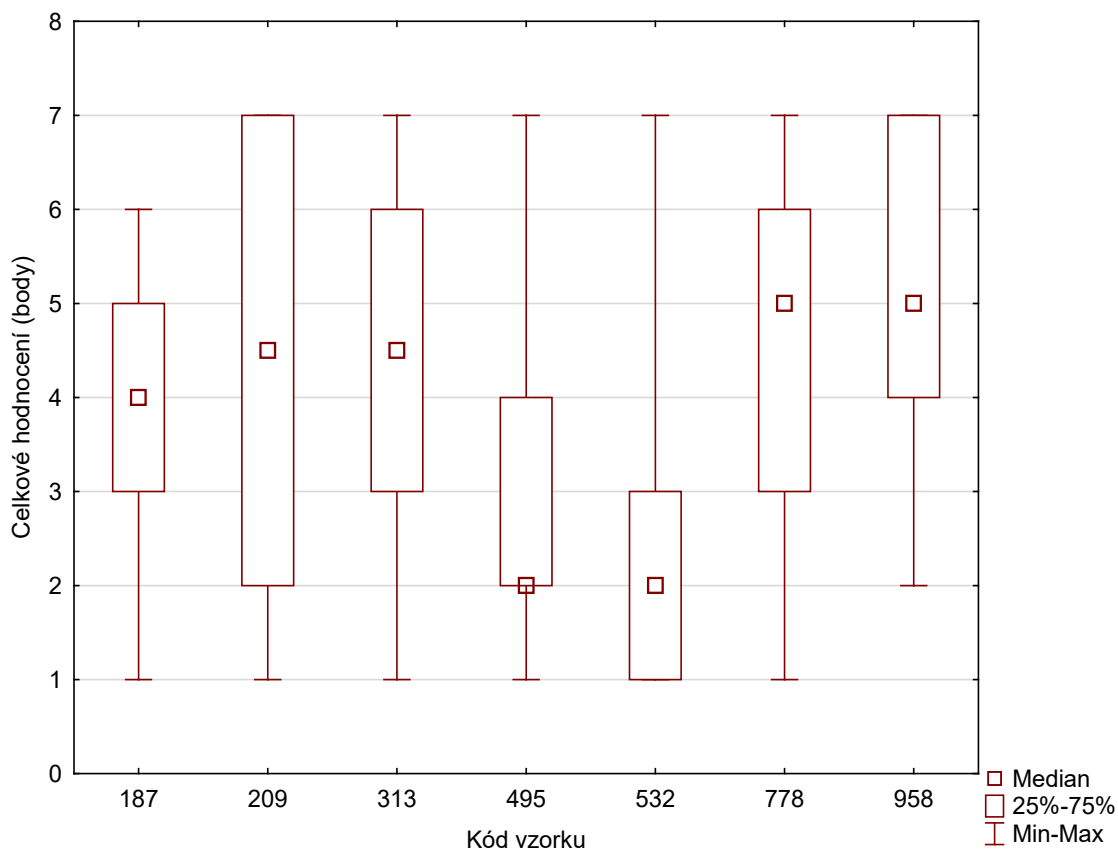
Tabulka 14 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro hodnocení příjemnosti chuti rostlinné vložky

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A+K	1,00		1,00	0,953	0,844	1,00	1,00
C	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
K+K	1,00	0,953	1,00		1,00	1,00	1,00
K	1,00	0,844	1,00	1,00		1,00	1,00
C+K	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
St	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

4.2.11 Preferenční hodnocení

Jako poslední při sensorickém hodnocení proběhlo preferenční hodnocení formou pořadového testu s nucenou volbou. Během tohoto hodnocení hodnotitelé seřadili vzorky od nejlepšího po nejhorší s ohledem na všechny vlastnosti vzorku. Hodnocené vzorky byly následně obodovány podle jejich umístění.

Jak ukazuje Obrázek 14, nejlépe hodnoceným vzorkem byl standardní vzorek, následovně vzorkem s přidavkem cizrny a koření. Nejhůře hodnocené byly vzorky s přidavkem krup. Ve všech případech byl preferovanější kořeněný vzorek. Dále si můžeme všimnout, že celkové hodnocení kopíruje hodnocení chuti, což potvrzuje předpoklad, že chuť je pro hodnotitele zásadním faktorem.



Obrázek 14 Boxový graf preferenčního hodnocení

Vyhodnocením výsledků preferenčního hodnocení pomocí Kruskal-Wallisova testu můžeme pozorovat rozdíly mezi jednotlivými vzorky. Z hlediska celkové přijatelnosti se liší čtyři páry vzorků. Jak můžeme vidět porovnáním p-hodnot v Tabulce 15, vzorek standardu a vzorek paštiky s přídavkem cizrny a koření se významně liší od obou vzorků, kde byly přídavkem kroupy, přičemž nejvíce rozdílné jsou standardní vzorek a vzorek bez koření s přídavkem krup s p-hodnotou 0,00421.

Obdobných výsledků dosáhli Grasso et. al. a Neville et. al., kteří pomocí senzoričného hodnocení porovnávali čistě masové výrobky, jejich vegetariánské alternativy a hybridní výrobky, kde byla část masa nahrazena například směsí zeleniny a rýže. Tyto hybridní výrobky byly hodnoceny z hlediska celkové přijatelnosti stejně dobře nebo lépe než čistě masové výrobky. Srovnáním s literaturou pak můžeme usoudit, že optimalizované výrobky s rostlinnou náhražkou masa jsou vhodnou alternativou k čistě masovým výrobkům [53, 54].

Tabulka 15 p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro preferenčního hodnocení

	187	209	313	495	532	778	958
A		1,00	1,00	0,364	0,156	1,00	1,00
A+K	1,00		1,00	1,00	0,652	1,00	1,00
C	1,00	1,00		0,194	0,0783	1,00	1,00
K+K	0,364	1,00	0,194		1,00	0,0482	0,0131
K	0,156	0,652	0,0783	1,00		0,0172	0,00421
C+K	1,00	1,00	1,00	0,0482	0,0172		1,00
St	1,00	1,00	1,00	0,0131	0,00421	1,00	

4.2.12 Korelační analýza

Vzhledem k tomu, že používáme nenormálně rozložená data, byl pro stanovení vzájemného vlivu jednotlivých senzoričkových vlastností vypočítán Spearmanův korelační koeficient. Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 16. Statisticky významné hodnoty koeficientů (p-hodnota korelace je nižší než 0,05) jsou v tabulce zvýrazněny červeně.

Pomocí vypočítaných koeficientů můžeme pozorovat silnou pozitivní korelaci mezi celkovým vzhledem a barvou vzorku, což znamená, že paštiky, které měly pro hodnotitele atraktivní barvu, byly lépe hodnoceny i v parametru celkového vzhledu. Středně silné pozitivní korelace mělo hodnocení celkového vzhledu se senzoričkovými vlastnostmi vůně, chuti a příjemnosti chuti rostlinné vložky.

Slabé negativní korelace byly zjištěny mezi konzistencí a parametrem vzhledu, barvy, vůně a intenzity chuti rostlinné vložky. Vzorky, které byly jemnější a lépe roztíratelné, byly lépe hodnoceny ve zmíněných vlastnostech.

Chuť paštik byla nejvíce ovlivněna sledovanými vlastnostmi, jako je celkový vzhled, barva, vůně, intenzita chuti koření a příjemnost chuti rostlinné vložky, kde byla stanovena středně silná pozitivní korelace. Paštiky, které byly v těchto parametrech hodnoceny dobře, pak byly lépe hodnoceny i z hlediska chuti. Jako příklad můžeme uvést vzorek s přídavkem cizrny a koření, který byl v porovnání s ostatními paštikami s rostlinnou náhražkou hodnocen nejlépe v parametru chuti. Mediány hodnocení tohoto vzorku byly optimální z hlediska intenzit jak chuti koření, tak chuti rostlinné vložky. Z hlediska intenzity chuti rostlinné vložky byl pak hodnocen jako druhý nejlepší.

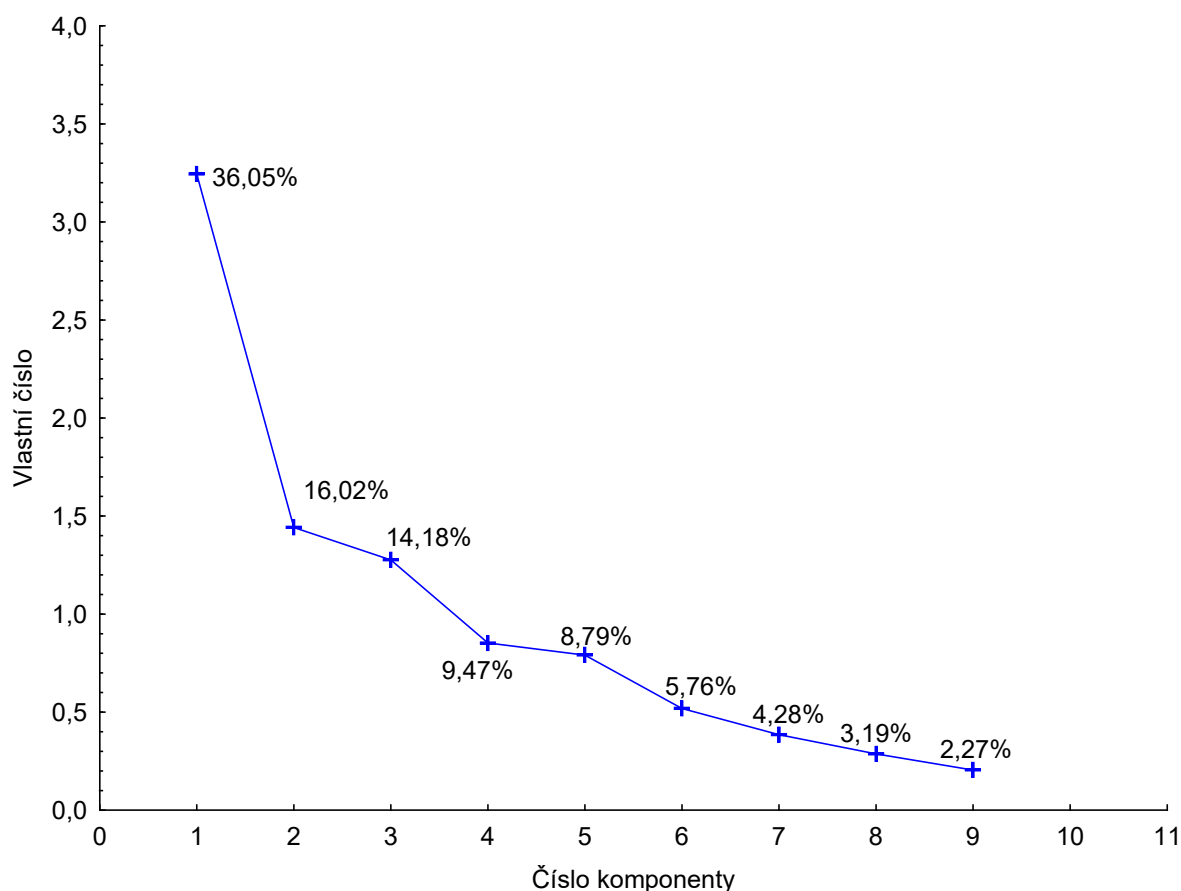
Při celkovém preferenčním hodnocení byla stanovena středně silná pozitivní korelace s chutí, intenzitou chuti koření a příjemností chuti rostlinné vložky. Dále byla v tomto parametru prokázána slabá pozitivní korelace s celkovým vzhledem vzorků. Toto porovnání dokazuje, že pro hodnotitele je při posuzování potravin nejdůležitější chuťový vjem.

Tabulka 16 Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu

	Celkový vzhled	Barva	Konzistence	Vůně	Chuť	Intenzita chuti koření	Intenzita chuti rostlinné vložky	Příjemnost chuti rostlinné vložky	Celkové hodnocení
Celkový vzhled	1,000	0,794	-0,234	0,377	0,337	0,119	0,040	0,453	0,197
Barva	0,794	1,000	-0,180	0,436	0,346	0,128	0,077	0,389	0,147
Konzistence	-0,234	-0,180	1,000	-0,189	-0,115	0,046	0,201	-0,214	-0,046
Vůně	0,377	0,436	-0,189	1,000	0,422	0,140	-0,201	0,348	0,114
Chuť	0,337	0,346	-0,115	0,422	1,000	0,307	-0,035	0,634	0,633
Intenzita chuti koření	0,119	0,128	0,046	0,140	0,307	1,000	0,204	0,202	0,298
Intenzita chuti rostlinné vložky	0,040	0,077	0,201	-0,201	-0,035	0,204	1,000	0,049	0,100
Příjemnost chuti rostlinné vložky	0,453	0,389	-0,214	0,348	0,634	0,202	0,049	1,000	0,532
Celkové hodnocení	0,197	0,147	-0,046	0,114	0,633	0,298	0,100	0,532	1,000

4.2.13 Analýza hlavních komponent

K určení podobnosti mezi jednotlivými hodnoceními vzorků byla dále využita metoda analýzy hlavních komponent, což je statistická metoda, která je využívána k redukování počtu proměnných s co nejmenší ztrátou informace. Na základě lineárních kombinací původních proměnných jsou vytvořeny nové proměnné, nazývané hlavní komponenty, které vysvětlují rozptyl originálních dat [55]. V tomto případě jsou proměnnými sledované senzorické vlastnosti vzorků paštik. Jak ukazuje Obrázek 15, z devíti nově vytvořených hlavních komponent můžeme pro další hodnocení využít tři, jelikož jejich vlastní číslo je vyšší než 1. Pomocí těchto komponent zachováme 66,24 % variability původních hodnot.



Obrázek 15 Sutinový graf vlastních komponent

Pro lepší přehlednost při grafickém vyhodnocení této metody byly jako hlavní komponenty využity faktory 1 a 3, které nám dávají variabilitu 50,23 %. Jak se ukázalo při korelační analýze v kapitole 4.2.12, na celkové hodnocení vzorků paštik má největší vliv chuť a příjemnost chuti rostlinné vložky.

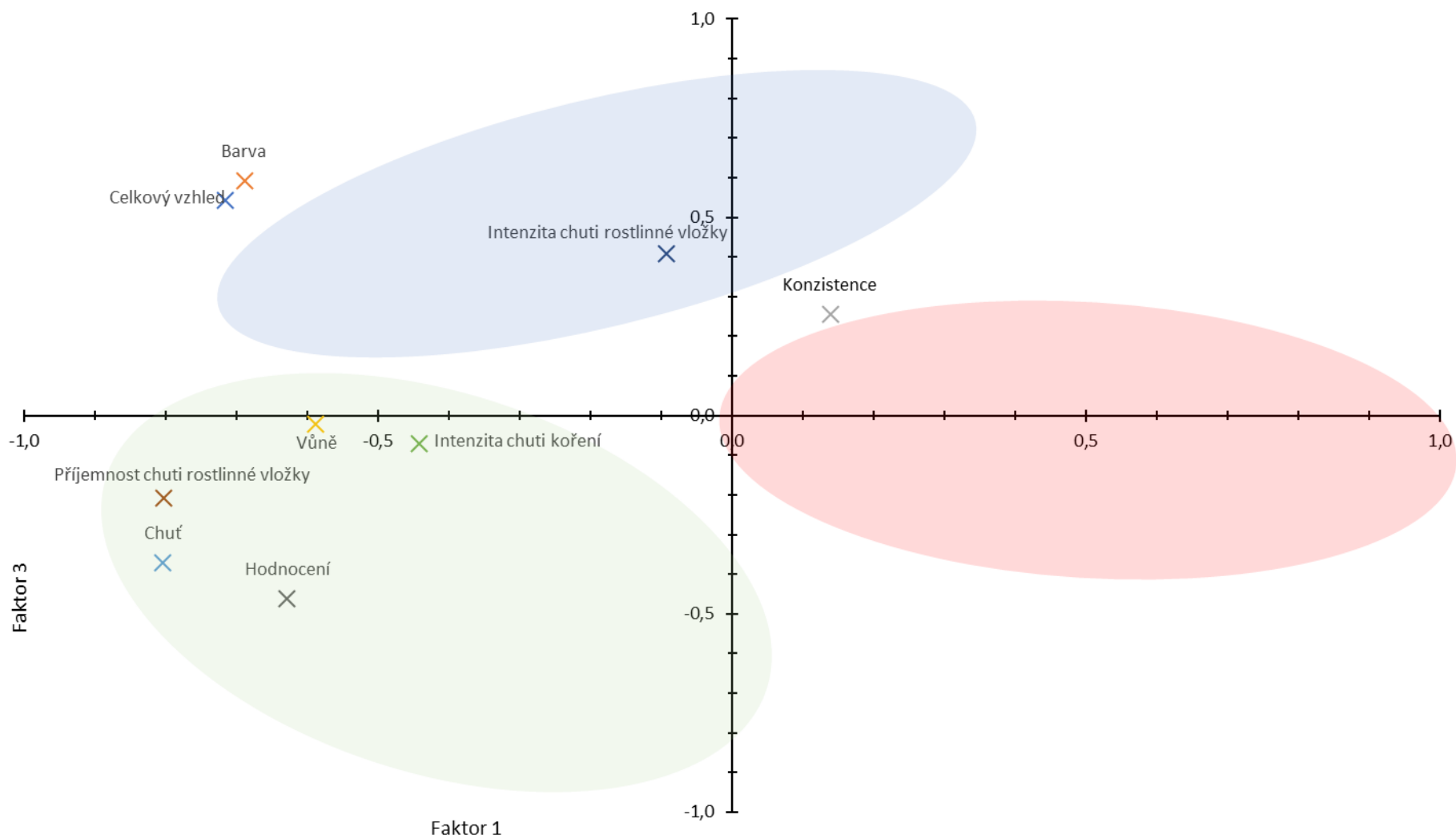
Jak můžeme po vynesení posuzovaných senzorických vlastností vzorků paštik do grafu prostoru zvolených hlavních komponent sledovat na Obrázku 16, vzorky, které byly chutné a s celkovým dobrým hodnocením, najdeme převážně ve třetím kvadrantu. Oblast, kde by se měly nacházet nejlépe hodnocené vzorky, byla pro přehlednost zvýrazněna zeleně. Modře je pak v prvním a druhém kvadrantu zvýrazněna oblast se vzorky,

kteřé posuzovatelům nevyhovovaly v některé z hodnocených vlastností. Tyto vzorky se vyznačují horší roztíratelností, která je dána vyšší konzistencí vzorků. Dále u těchto vzorků byla zaznamenána vyšší intenzita chuti po rostlinných surovinách. Oblast se vzorky, které byly nejhůře hodnocené, se nachází v prvním a čtvrtém kvadrantu a je vyznačena červeně.

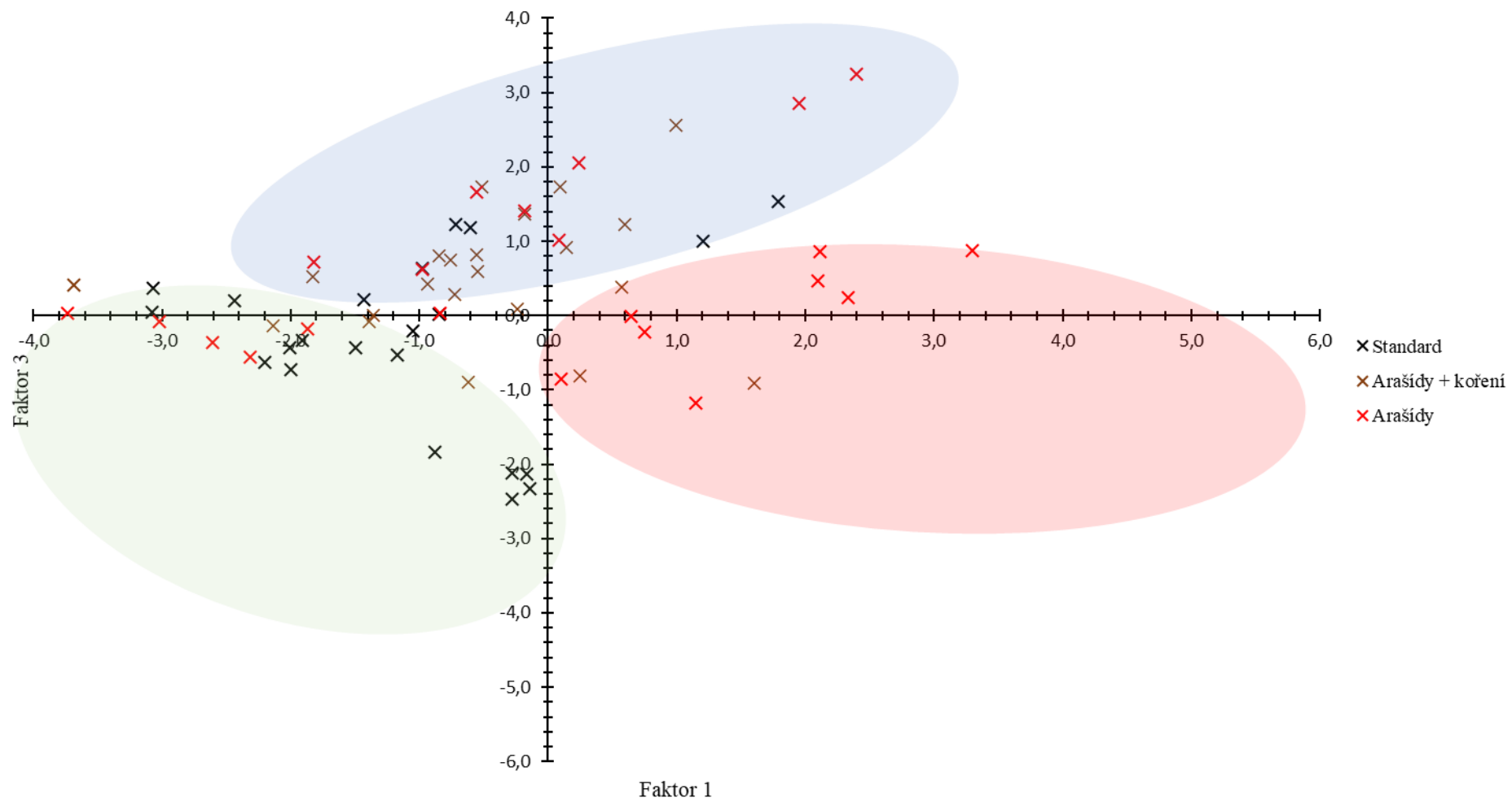
Obrázek 17 pak zobrazuje hodnocení vzorků s přídavkem arašídů a standardního vzorku. Většina standardních vzorků leží v zeleně označené oblasti, z toho vyplývá, že většina hodnotitelů tento vzorek hodnotila jako chutný, příjemně vonící, velmi lehce roztíratelný a z hlediska chuti rostlinné vložky neintenzivní. Všechny vzorky s přídavkem arašídů pak byly hodnoceny jako hrubší a intenzivní z hlediska chuti rostlinné vložky. Velmi dobře je zde také vidět velký rozptyl hodnocení vzorků s arašídů z nekořeněné sady. Přes dvě třetiny těchto vzorků jsou rozmístěny po modře a červeně označené oblasti. Vzorky z kořeněné sady pak byly hodnoceny lépe, velký shluk těchto vzorků se nachází v modře znázorněné oblasti.

Hodnocení vzorků s přídavkem ječných krup je vyneseno na Obrázku 18. Většina těchto vzorků jak z kořeněné, tak z nekořeněné sady je v červeně zvýrazněné oblasti, což opět poukazuje na horší hodnocení z hlediska chuti a celkové přijatelnosti. Tyto vzorky lze dále popsat jako vzhledově a barevně neatraktivní.

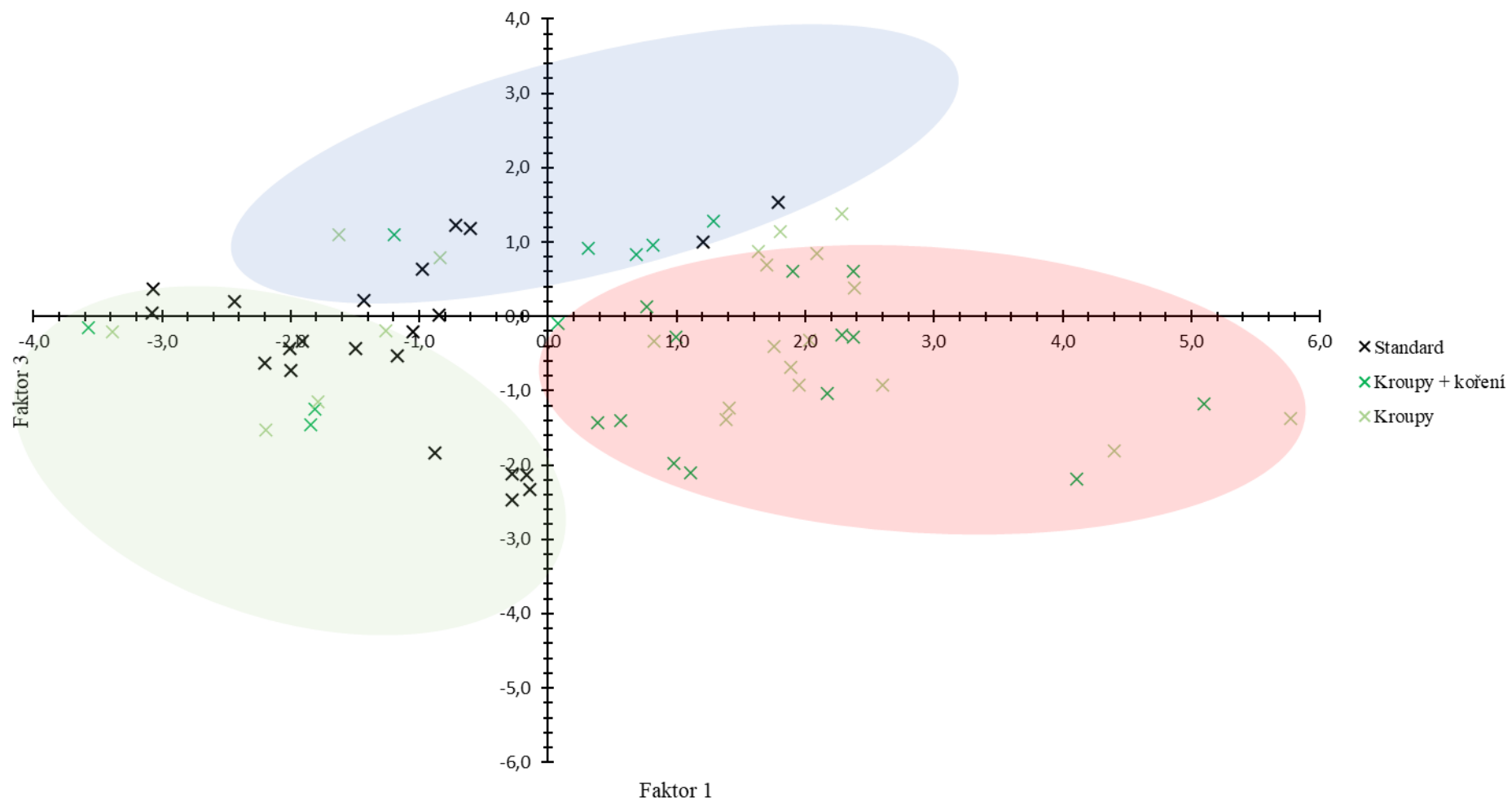
Na Obrázku 19 je možné vidět hodnocení vzorků s přídavkem cizrny. Tyto vzorky byly většinou podobně jako standard hodnoceny jako chutné a v parametru chuti rostlinné vložky příjemné. Narozdíl od standardu ale tyto vzorky byly posuzovány jako tužší. Převážnou část hodnocení paštik s přídavkem cizrny pak najdeme v zeleně a modře zvýrazněných oblastech.



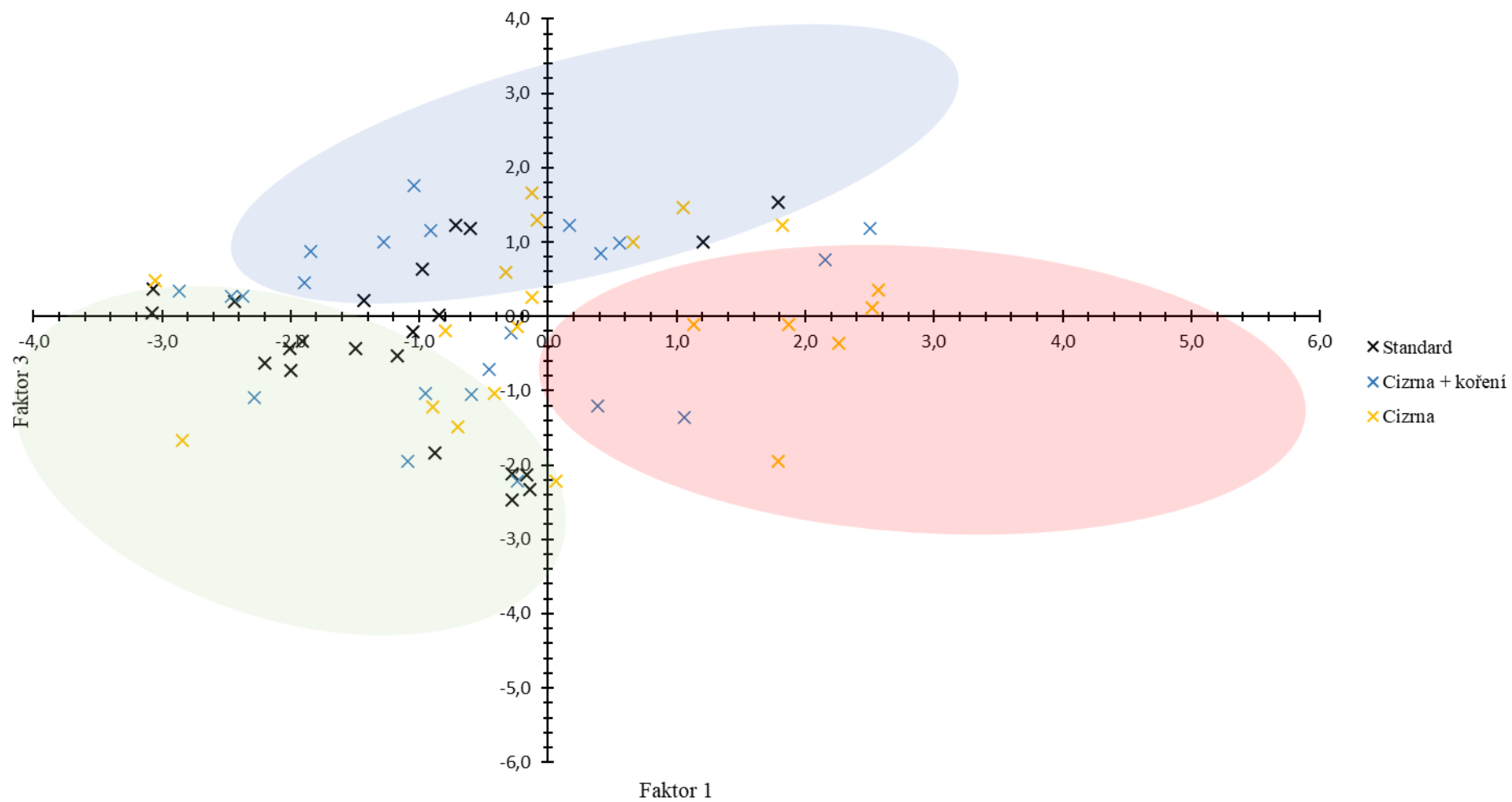
Obrázek 16 Vynesení posuzovaných vlastností do prostoru hlavních komponent



Obrázek 17 Posuzované vzorky s přidavkem arašídů ve srovnání se standardem v prostoru hlavních komponent



Obrázek 18 Posuzované vzorky s přidavkem ječných krup ve srovnání se standardem v prostoru hlavních komponent



Obrázek 19 Posuzované vzorky s přidavkem cizrny ve srovnání se standardem v prostoru hlavních komponent

4.3 Obsah vody

Voda je v paštikách obsažena jednak jako přirozená součást masa a jater a jednak ve formě přídavku vývaru či přímo vody. Dále se obsah vody zvyšuje úpravou cizrny a krup vařením. Nejvyšší obsah vody byl stanoven u obou sad vzorků, kde se jako rostlinná bílkovinná náhražka využívaly kroupy. V paštikách je podle legislativy povolen maximální obsah vody stanoven na 70 % hm., což všechny připravené vzorky paštik splňují, jak můžeme vidět v Tabulce 17.

Tabulka 17 Obsah vody ve vzorcích paštik

Druh vzorku	Označení vzorku	Obsah vody ve vzorku [% hm.]
Standard	St	67,48
Arašídý	A	64,86
Arašídý s kořením	A+K	66,53
Kroupy	K	69,77
Kroupy s kořením	K+K	69,16
Cizrna	C	67,46
Cizrna s kořením	C+K	65,71

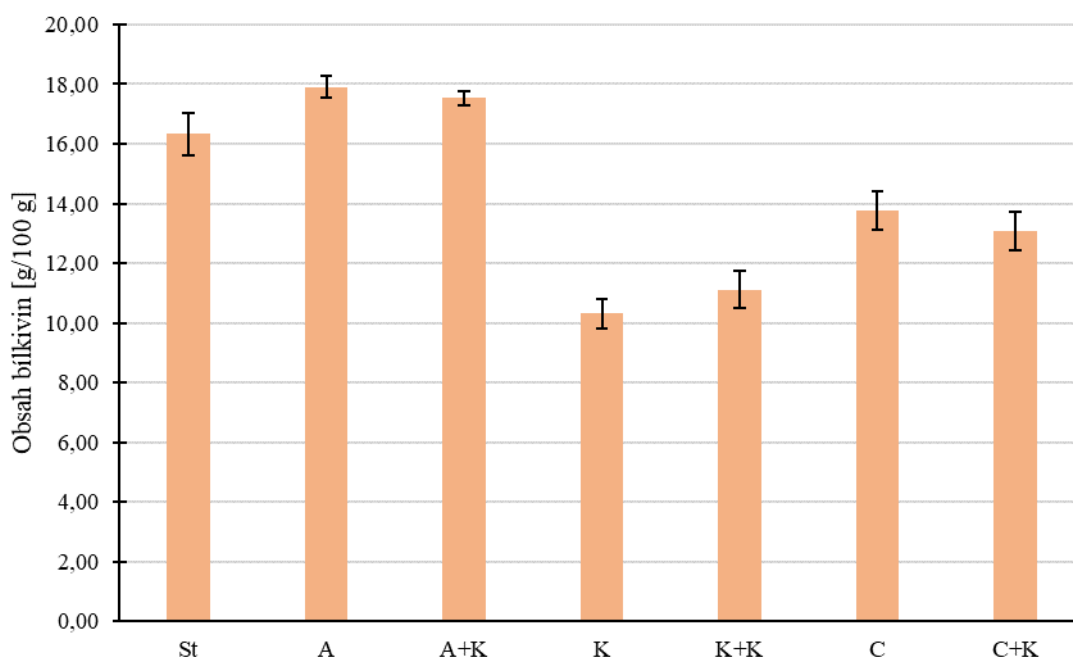
4.4 Stanovení nutričních charakteristik

4.4.1 Obsah bílkovin

Obsah hrubé bílkoviny ve vzorcích paštik byl stanoven pomocí Kjeldahlovy metody. Jak je patrné na Obrázku 20, nejvyšší stanovené množství bílkovin bylo ve vzorku s přídavkem arašídů, kde byl stanoven obsah $17,90 \pm 0,38$ g/100 g vzorku, jak je uvedeno v Tabulce 18. Naopak nejméně hrubé bílkoviny obsahoval vzorek s přídavkem krup, což se očekávalo, protože ječné kroupy mají podle literatury ze všech přídavků nejmenší obsah bílkovin.

Tabulka 18 Obsah bílkovin ve vzorcích paštik

Druh vzorku	Označení vzorku	Průměrný obsah hrubé bílkoviny [g/100 g vzorku]
Standard	St	$16,33 \pm 0,70$
Arašídý	A	$17,90 \pm 0,38$
Arašídý s kořením	A+K	$17,54 \pm 0,23$
Kroupy	K	$10,31 \pm 0,49$
Kroupy s kořením	K+K	$11,10 \pm 0,62$
Cizrna	C	$13,76 \pm 0,65$
Cizrna s kořením	C+K	$13,08 \pm 0,63$



Obrázek 20 Graf obsahu hrubé bílkoviny ve vzorcích paštik

Ke statistickému vyhodnocení rozdílu obsahu hrubé bílkoviny mezi jednotlivými vzorky byl využit Tukeyho test. Porovnáním p-hodnot z Tabulky 19 vidíme, že obsah bílkovin je oproti standardnímu vzorku signifikantně rozdílný ve všech vzorcích s přidavkem krup a cizrny. Z hlediska obsahu bílkovin se arašídový jeví jako vhodná náhrada masa.

Tabulka 19 p-hodnoty Tukeyho testu pro obsah hrubé bílkoviny

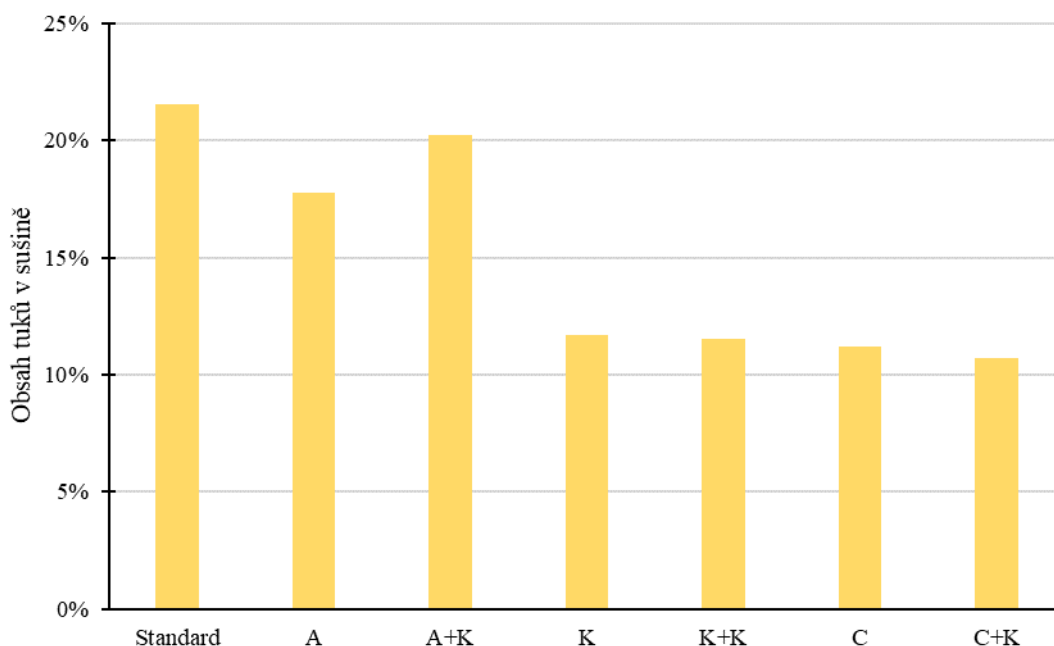
	St	A	A+K	K	K+K	C	C+K
St		0,189	0,401	0,000339	0,000515	0,0233	0,00655
A	0,189		0,991	0,000254	0,000279	0,00164	0,000740
A+K	0,401	0,991		0,000260	0,000303	0,00278	0,00110
K	0,000339	0,000254	0,000260		0,777	0,00464	0,0157
K+K	0,000515	0,000279	0,000303	0,777		0,0192	0,0787
C	0,0233	0,00164	0,00278	0,00464	0,0192		0,862
C+K	0,00655	0,000740	0,00110	0,0157	0,0787	0,862	

4.4.2 Obsah tuků

Celkový obsah tuků ve vzorcích paštik byl stanoven pomocí plynové chromatografie s plamenovým ionizačním detektorem, jak je popsáno v kapitole 3.7.2.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že všechny připravené paštiky splňují normou stanovený limit obsahu tuku, který je stanoven na 40 % hmotnosti. Na Obrázku 21 můžeme vidět, že celkový obsah tuku ve vzorcích paštik s rostlinnou náhradou je podle očekávání nižší než u standardního vzorku, kde byl stanoven obsah 21,53 %. Nejmenší obsah byl stanoven u vzorku s přidavkem cizrny a koření, což se liší od teoretického předpokladu, jelikož podle literatury je obsah tuku v cizrně přibližně trojnásobný oproti obsahu tuku

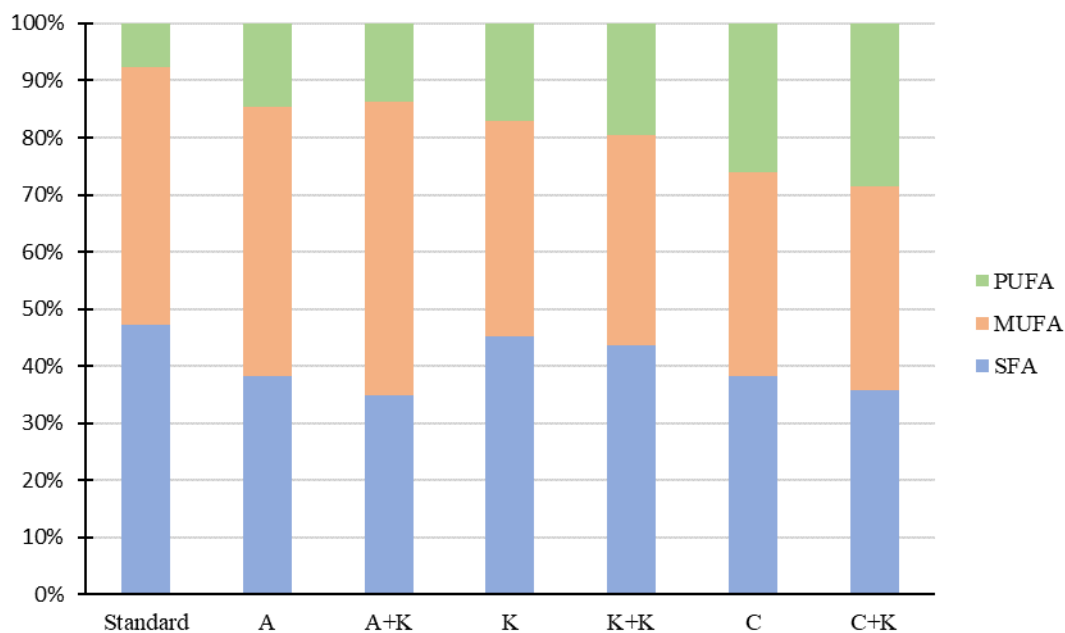
v ječných kroupách. Tento rozdíl mohl být způsoben nehomogenitou obsahu tuku v použitých vepřových bocích nebo tím, že u vzorků nemusela správně proběhnout transesterifikace všech mastných kyselin, a tak bylo stanoveno nižší množství těchto kyselin.



Obrázek 21 Graf procentuálního zastoupení tuků ve vzorcích paštik

4.4.3 Profil mastných kyselin

Jako poslední součást analýzy bylo stanovení obsahu mastných kyselin ve vzorcích paštik. Mastné kyseliny byly identifikovány pomocí GC-FID. Jednotlivé poměry nasycených (SFA), mononenasycených (MUFA) a polynenasycených (PUFA) mastných kyselin můžeme vidět na Obrázku 22.



Obrázek 22 Zastoupení mastných kyselin ve vzorcích paštik

Jak ve možné vidět v Tabulce 20, nejvyšší zastoupení ve všech připravených paštikách, kromě obou sad paštik s přídavkem arašídů, měly nasycené mastné kyseliny, z nichž byla nejvíce zastoupena kyselina palmitová a v menším množství kyselina stearová. Standardní vzorek pak obsahuje relativně nejmenší množství polynenasycených mastných kyselin. Naopak největší množství těchto kyselin bylo detekováno ve vzorcích s přídavkem cizrny s obsahy 28,63 % a 26,04 % u kořeněné a nekořeněné sady. Největší zastoupení měla kyselina linolová, méně pak kyselina linolenová. Mononenasycené mastné kyseliny ve vzorcích paštik byly z většiny zastoupeny kyselinou olejovou. Největší obsah těchto kyselin byl detekován ve vzorcích s přídavkem arašídů, a to až 51,53 %. Právě díky vyššímu zastoupení nenasyčených mastných kyselin mohou být paštiky s přídavkem arašídů nebo cizrny atraktivní náhradou standardní paštiky.

Tabulka 20 Profil mastných kyselin vzorků paštik

Označení vzorku	Obsah mastných kyselin [%]		
	SFA	MUFA	PUFA
Standard	47,27	45,15	7,58
A	38,26	47,17	14,57
A+K	34,83	51,53	13,64
K	45,28	37,61	17,11
K+K	43,59	36,81	19,61
C	38,16	35,80	26,04
C+K	35,85	35,52	28,63

5 ZÁVĚR

V rámci této diplomové práce byly sledovány možnosti přípravy paštik s využitím rostlinné náhražky jako zdroje bílkovin. U připravených paštik byl zkoumán vliv rostlinné vložky jako náhrady masa na sensorické vlastnosti a na změny vybraných nutričních charakteristik. Celkem byly vybrány tři rostlinné náhražky masa: arašídy, cizrna a ječné kroupy.

V praktické části nejdříve proběhla optimalizace receptury jak standardu, tak paštik s přídavkem vybraných rostlinných zdrojů bílkovin. Arašídy a cizrna byly vybrány z důvodu vysokého obsahu bílkovin, kroupy pak jako zástupce obilovin. Při vývoji receptury standardního vzorku bylo potřeba k docílení vhodné jakosti výrobku změnit používané maso a následně poměr přidávaného vepřového masa a jater. Dále bylo k dosažení vhodné konzistence zapotřebí upravit množství vývaru a optimalizovat přídavek rostlinné vložky u ostatních vzorků. Jeden z připravovaných vzorků posloužil pro vyhodnocení záznamu průběhu tepelného opracování. Výsledný inaktivační účinek záhřevu, který byl stanovován proti tepelné odolnosti mikroorganismu *Listeria monocytogenes*, byl dostatečný a paštiky tak byly vyhodnoceny jako bezpečné pro konzumaci. Pro hodnocení bylo připraveno sedm druhů vzorků: standardní vzorek a šest vzorků paštik s přídavkem rostlinné vložky, z toho tři v kořeněné a tři v nekořeněné sadě.

Připravené vzorky byly následně podrobeny sensorické analýze, která proběhla v laboratoři sensorické analýzy Fakulty chemické VUT v Brně. Hodnocení se zúčastnilo 22 neškolených hodnotitelů, z nichž všichni měli pozitivní vztah ke konzumaci paštik. U připravených paštik byly posuzovány vybrané sensorické vlastnosti, mimo jiné celkový vzhled, chuť či příjemnost chuti rostlinné vložky. Dále hodnotitelé posuzovali vzorky v rámci preferenčního hodnocení.

Získané výsledky ze sensorických dotazníků byly zpracovány pomocí neparametrických statistických metod z důvodu nenormálního rozložení výsledných dat. Všechny používané statistické metody pracovaly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Rozdíly mezi jednotlivými vzorky ve sledovaných sensorických vlastnostech paštik byly stanoveny pomocí Kruskal-Wallisovy analýzy rozptylů. Vztahy mezi posuzovanými vlastnostmi byly určeny pomocí Spearmanovy korelační analýzy. Pomocí metody analýzy hlavních komponent byly graficky znázorněny podobnosti mezi jednotlivými vzorky na základě hodnocení jejich sensorických charakteristik.

Z hlediska příjemnosti chuti rostlinné vložky a vůně se připravené vzorky paštik nelišily. Nejlépe hodnocen byl jak z hlediska celkové preference, tak ve většině posuzovaných vlastností standardní vzorek. Dobře hodnocené pak byly obě sady vzorků s přídavkem cizrny a kořeněná sada vzorku, kde byly jako náhražka využity arašídy. Všechny vzorky s přídavkem krup byly hodnoceny hůře ve většině sledovaných sensorických vlastnostech kromě konzistence, kde byly hodnoceny jako téměř optimální. Při porovnání výsledků preferenčního hodnocení mezi oběma sadami vzorků s přídavkem ječných krup a standardním vzorkem paštiky se pak projevil signifikantně velký rozdíl. Pro preferenční hodnocení se pomocí korelační analýzy prokázal významný pozitivní vliv parametrů chuti, příjemnosti chuti rostlinné vložky, intenzity chuti koření a celkového vzhledu.

V připravených vzorcích paštik byl také stanoven obsah vody pomocí lyofilizace. U všech vzorků bylo stanoveno méně než 70 % vody, což je odpovídá požadavkům na paštiky podle Vyhlášky č. 69/2016 Sb. Dále byly ve vzorcích paštik stanoveny vybrané nutriční charakteristiky, a to obsah bílkovin, obsah tuků a profil mastných kyselin. Pomocí Kjeldahlovy metody byl v připravených vzorcích paštik stanoven obsah dusíku, z něhož byl následně vypočten obsah hrubé bílkoviny, který se pohyboval v rozmezí 10,31–17,90 g/100 g vzorku. Nejvyšší obsah bílkovin byl stanoven u vzorku paštiky s přídavkem arašídů. Naopak nejméně hrubé bílkoviny obsahuje vzorek paštiky s přídavkem ječných krup. Tukeyho testem byl stanoven rozdíl v obsahu bílkovin, který byl výrazně menší ve všech vzorcích paštik, kde byly jako rostlinná vložka využívány cizrna a ječné kroupy. Při hodnocení obsahu tuku v sušině byla nejvyšší hodnota stanovena ve standardním vzorku, nejmenší hodnota pak ve vzorku s přídavkem cizrny a koření. Obsah tuku v sušině se u vzorků pohyboval v rozmezí 10,70–21,53 %, což opět odpovídá legislativně daným hodnotám. Co se týče mastných kyselin, byl u většiny vzorků jako nejvyšší stanoven obsah SFA s výjimkou vzorků s přídavkem arašídů, kde dominovaly MUFA.

Podle výsledků senzorické analýzy můžeme vyvodit, že oba vzorky paštik s přídavkem cizrny a kořeněný vzorek s přídavkem arašídů jsou vhodnou alternativou ke standardním paštikám. Přídavek ječných krup je pak v podávané formě pro hodnotitele neatraktivní. Z hlediska obsahu bílkovin může být paštika s přídavkem arašídů vhodnou náhradou za standardní paštiku z důvodu vyššího množství stanovené hrubé bílkoviny. Z hlediska nutriční hodnoty jsou pak vhodné paštiky s přídavkem cizrny, jelikož mají z připravených paštik nejvyšší obsah polynenasycených mastných kyselin a zároveň nejnižší obsah nasycených mastných kyselin.

6 SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ

- [1] KOLDA, Otakar; ZELINKA, Karel a KUBÍČEK, Vladimír. Zpracování masa pro 3. ročník SOU. 3., upr. vyd., v Sobotáles vyd. 2. Praha: Sobotáles, 1997. ISBN 80-859-2029-8.
- [2] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 69/2016 Sb.: o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: Sbíрка zákonů. 2016, částka 26.
- [3] INGR, Ivo. Produkce a zpracování masa. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-715-7719-7.
- [4] STEINHAUSER, Ladislav. Hygiena a technologie masa. Brno: LAST, 1995. ISBN 80-900-2604-4.
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 398/2016 Sb.: o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici. In: Sbíрка zákonů. 2016, částka 162.
- [6] FEINER, Gerhard. In: Meat products handbook: practical science and technology. Woodhead Publishing in food science, technology and nutrition. Cambridge: Woodhead Publ., 2006, s. 451–459. ISBN 9780849380105.
- [7] KOLDA, Otakar. Řezník a uzenář: technologie pro 2. ročník odborných učilišť a učňovských škol. 2. přepracované vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1978.
- [8] NORMAN, Jill. Bylinky a koření v kuchyni. Praha: Ottovo nakladatelství, 2006. ISBN 80-736-0325-X.
- [9] MEGHWAL, Murlidhar a GOSWAMI, T. K. Piper nigrum and Piperine: An Update. Online. Phytotherapy Research. 2013, roč. 27, č. 8, s. 1121-1130. ISSN 0951-418X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ptr.4972>. [cit. 2024-04-26].
- [10] MORRIS, Sallie. Koření: příručka pro kuchaře: jak vybírat a používat koření v kuchyni. Ilustrovaná encyklopedie krok za krokem. Praha, 2002. ISBN 80-723-7574-1.
- [11] YARENI ANDRADE AVILA, Yasvet; CRUZ-OLIVARES, Julián a PÉREZ-ALONSO, César. Antioxidant Effect and Medicinal Properties of Allspice Essential Oil. Online. Essential Oils – Advances in Extractions and Biological Applications. Biochemistry. 2022. ISBN 978-1-80355-753-3. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.103001>. [cit. 2024-04-26].
- [12] NAEEM, Namra; REHMAN, Rafia; MUSHTAQ, Ayesha a GHANIA, Ben. Nutmeg: A review on uses and biological properties. Online. 2226-9614. 2016, roč. 9, s. 107-110. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/336825717_Nutmeg_A_review_on_uses_and_biological_properties. [cit. 2024-04-26].
- [13] AHMED, Hamza Mohamed; RAMADHANI, Ashraf Mahmoud; ERWA, Ibrahim Yaagoub; ISHAG, Omer Adam Omer a SAEED, Mohamed Bosharh. Phytochemical Screening, Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Cinnamon verum Bark. Online. International Research Journal of Pure and Applied Chemistry. 2020, s. 36-43. ISSN 2231-3443. Dostupné z: <https://doi.org/10.9734/irjpac/2020/v21i1130222>. [cit. 2024-04-26].

- [14] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902-3914-5.
- [15] PIPEK, Petr. *Technologie masa I*. Praha: VŠCHT, 1989. ISBN 80-708-0039-9.
- [16] CORDELLE, Sylvie; REDL, Andreas a SCHLICH, Pascal. Sensory acceptability of new plant protein meat substitutes. Online. *Food Quality and Preference*. 2022, roč. 98. ISSN 09503293. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104508>. [cit. 2024-04-27].
- [17] PROFETA, Adriano; BAUNE, Marie-Christin; SMETANA, Sergiy; BROUCKE, Keshia; VAN ROYEN, Geert et al. Discrete Choice Analysis of Consumer Preferences for Meathybrids—Findings from Germany and Belgium. Online. *Foods*. 2021, roč. 10, č. 1. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods10010071>. [cit. 2024-04-28].
- [18] STALKER, H.T. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). Online. *Field Crops Research*. 1997, roč. 53, č. 1-3, s. 205-217. ISSN 03784290. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00032-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00032-4). [cit. 2024-04-27].
- [19] JANČA, Jiří; MARTÍNKOVÁ, Magdalena a ZENTRICH, Josef Antonín. Podzemnice olejná. In: *Herbář léčivých rostlin*. Praha: Eminent, 1996, s. 24–27. ISBN 80-85876-20-5.
- [20] MINGROU, Li; GUO, Sen; HO, Chi-Tang a BAI, Naisheng. Review on chemical compositions and biological activities of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Online. *Journal of Food Biochemistry*. 2022, roč. 46, č. 7. ISSN 0145-8884. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfbc.14119>. [cit. 2024-04-27].
- [21] ŠPALDON, Emil. Cizrna beraní. Online. In: *Rostlinná výroba: učebnice pro vysoké školy zemědělské 1. díl*. Praha: SZN, 1963, s. 495–498. Dostupné z: <https://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:97bd2c20-5003-11e6-8361-5ef3fc9ae867>. [cit. 2024-04-26].
- [22] RACHWA-ROSIK, Danuta; NEBESNY, Ewa a BUDRYN, Grażyna. Chickpeas—Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015, roč. 55, č. 8, s. 1137-1145. ISSN 1040 8398.
- [23] KASAIYAN, S.A.; CARO, I.; RAMOS, D.D.; SALVÁ, B.K.; CARHUALLANQUI, A. et al. Effects of the use of raw or cooked chickpeas and the sausage cooking time on the quality of a lamb-meat, olive-oil emulsion-type sausage. Online. *Meat Science*. 2023, roč. 202. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109217>. [cit. 2024-04-26]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.687418>. [cit. 2024-04-26].
- [24] BOUKID, Fatma. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein as a prospective plant-based ingredient: a review. Online. 2021, roč. 56, č. 11, s. 5435-5444. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15046>. [cit. 2024-04-26].
- [25] SLUKOVÁ, Marcela; SKŘIVAN, Pavel a HRUŠKOVÁ, Marie. *Cereální chemie a technologie: zpracování obilovin – mlýnská a těstářenská výroba*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2017. ISBN 978-80-7592-000-3.
- [26] PŘÍHODA, Josef; HRUŠKOVÁ, Marie a SKŘIVAN, Pavel. *Cereální chemie a technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. ISBN 80-708-0530-7.

- [27] Anatomická stavba a chemické složení zrna. In: Zpracování zemědělských produktů. 2. nezměn. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, s. 69–71. ISBN 80-7157-520-8.
- [28] BAIK, Byung-Kee a ULLRICH, Steven E. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. Online. *Journal of Cereal Science*. 2008, roč. 48, č. 2, s. 233-242. ISSN 07335210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.02.002>. [cit. 2024-04-26].
- [29] KALRA, S a JOOD, S. Effect of Dietary Barley β -Glucan on Cholesterol and Lipoprotein Fractions in Rat. Online. *Journal of Cereal Science*. 2000, roč. 31, č. 2, s. 141-145. ISSN 07335210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1006/jcrs.1999.0290>. [cit. 2024-04-26].
- [30] WOOD, Peter J. Relationships between solution properties of cereal β -glucans and physiological effects — a review. Online. 2004, roč. 15, č. 6, s. 313-320. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.03.001>. [cit. 2024-04-26].
- [31] LÁT, Jaromír. *Technologie masa*. Druhé, přepracované a doplněné vydání. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1984.
- [32] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-708-0509-9.
- [33] KUČERA, František. *Uzenářské obaly*. Planá nad Lužnicí: Agral – Praha, 2005. ISBN 80-239-5953-0.
- [34] SMEJTKOVÁ, Andrea a DOBIÁŠ, Jaroslav. *Obaly a obalová technika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1315-3.
- [35] JAROŠOVÁ, Alžběta. *Senzorické hodnocení potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. ISBN 80-715-7539-9.
- [36] LAWLESS, Harry T. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Online. 2nd ed. Food Science Text Series. New York, NY: Springer New York, 2010. ISBN 978-1-4419-6488-5. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>. [cit. 2024-04-22].
- [37] KEMP, Sarah E.; HOLLOWOOD, Tracey a HORT, Joanne. *Sensory evaluation*. Wiley-Blackwell, 2009. ISBN 978-1-4051-6210-4.
- [38] POKORNÝ, Jan; PANOVSÁ, Zdeňka a VALENTOVÁ, Helena. *Senzorická analýza potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998. ISBN 80-708-0329-0.
- [39] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. ČSN EN ISO 8589 (560036), *Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště*. 2. vyd. 2008.
- [40] INGR, Ivo; POKORNÝ, Jan a VALENTOVÁ, Helena. *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-032-9.
- [41] NIELSEN, S. Suzanne. *Food analysis*. 4th ed. New York: Springer, 2010. ISBN 978-1-4614-2589-2.
- [42] HÁLKOVÁ, Jana; RUMÍŠKOVÁ, Marie a RIEGLOVÁ, Jana. *Analýza potravin*. 2. vyd. Újezd u Brna: I. Straka, 2001. ISBN 80-864-9402-0.
- [43] GOYAL, Kamya; SINGH, Navdeep; JINDAL, Shammy; KAUR, Rajwinder a AWASTHI, Rajendra. *Kjeldahl Method*. Online. In: *Advanced Techniques of Analytical Chemistry*. 1. Bentham Science Publishers, 2022, s. 105–112. Dostupné z: <https://doi.org/10.2174/9789815050233122010011>. [cit. 2024-04-19].

- [44] HAJŠLOVA, Jana a CAJKA, Tomas. Gas Chromatography in Food Analysis. Online. In: ÖLTES, Semih (ed.). Handbook of Food Analysis Instruments. 2008, s. 119–142. ISBN 9780429147340. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781420045673>. [cit. 2024-04-27].
- [45] Plynová chromatografie. In: Analytická chemie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, s. 144–149. ISBN 978-80-7080-950-1.
- [46] CHRISTIE, William W. Gas chromatography and lipids: a practical guide. Online. Ayr: Oily, 1989. ISBN 09-514-1710-X. Dostupné z: <https://sceqa.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/05/gaschromatographyandlipids.pdf>. [cit. 2024-04-27].
- [47] ŠEDIVÝ, Václav. Československé masné výrobky. Vydání 2. Tábor: OSSIS, 2023. ISBN 978-80-86659-68-8.
- [48] TRINDADE, Pamela Cristiele Oliveira; SANTOS, Bibiana Alves dos; HOLLWEG, Géssica; CORREA, Leticia Pereira; PINTON, Mariana Basso et al. Pea Protein Isolate as a Meat Substitute in Canned Pork Pâté: Nutritional, Technological, Oxidative, and Sensory Properties. Online. Foods. 2023, roč. 12, č. 18. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12183486>. [cit. 2024-04-16].
- [49] MACKEY, B.M. a BRATCHELL, N. The heat resistance of *Listeria monocytogenes*. Online. Letters in Applied Microbiology. 1989, roč. 9, č. 3, s. 89-94. ISSN 0266-8254. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1989.tb00298.x>. [cit. 2024-04-17].
- [50] PELLEGRINI, Marika; LUCAS-GONZALEZ, Raquel; SAYAS-BARBERÁ, Estrella; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Juana; PÉREZ-ÁLVAREZ, José et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) paste as partial fat replacer in the development of reduced fat cooked meat product type pâté: Effect on quality and safety. Online. CyTA – Journal of Food. 2018, roč. 16, č. 1, s. 1079-1088. ISSN 1947-6337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1525433>. [cit. 2024-04-28].
- [51] SU, Simone Ing Tie; YOSHIDA, Cristiana Maria Pedroso; CONTRERAS-CASTILLO, Carmen Josefina; QUIÑONES, Eliane Marta a VENTURINI, Anna Cecilia. Okara, a soymilk industry by-product, as a non-meat protein source in reduced fat beef burgers. Online. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2013, roč. 33, s. 52-56. ISSN 1678-457X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013000500009>. [cit. 2024-04-29].
- [52] KAMANI, Mohammad Hassan; MEERA, Manchanahally Shivanna; BHASKAR, Narayan a MODI, Vinod Kumar. Partial and total replacement of meat by plant-based proteins in chicken sausage: evaluation of mechanical, physico-chemical and sensory characteristics. Online. Journal of Food Science and Technology. 2019, roč. 56, č. 5, s. 2660-2669. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03754-1>. [cit. 2024-04-29].
- [53] NEVILLE, Michelle; TARREGA, Amparo; HEWSON, Louise a FOSTER, Tim. Consumer-orientated development of hybrid beef burger and sausage analogues. Online. 2017, roč. 5, č. 4, s. 852-864. ISSN 2048-7177. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/fsn3.466>. [cit. 2024-04-29].
- [54] GRASSO, Simona; RONDONI, Agnese; BARI, Rehana; SMITH, Rachel a MANSILLA, Natalia. Effect of information on consumers' sensory evaluation of beef, plant-based and hybrid beef burgers. Online. Food Quality and Preference. 2022, roč. 96. ISSN 09503293. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104417>. [cit. 2024-04-29].

[55] GREENACRE, Michael; GROENEN, Patrick J. F.; HASTIE, Trevor; D'ENZA, Alfonso Iodice; MARKOS, Angelos et al. Principal component analysis. Online. Nature Reviews Methods Primers. 2022, roč. 2, č. 1. ISSN 2662-8449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00184-w>. [cit. 2024-04-28].

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ANOVA	analýza rozptylů
GC-FID	plynová chromatografie s plamenově ionizačním detektorem
SFA	nasyčené mastné kyseliny
MUFA	mononenasycené mastné kyseliny
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Dotazník pro senzorické hodnocení