

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chemie**



**Stanovení kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli  
papričkách  
Diplomová práce**

**Bc. Monika Kohoutová**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Alena Hejtmánková, CSc.**

© 2019 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Stanovení kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli papričkách” jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4. 2019

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc., za odborné vedení práce, trpělivost a čas, který mi věnovala. Děkuji i mé rodině za podporu v průběhu celého studia, za veškeré rady a pomoc při pěstování chilli papriček.

# Stanovení kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli papričkách

## Souhrn

V teoretické části této diplomové práce byla vypracována literární rešerše shrnující současné poznatky o různých druzích chilli papriček (rod *Capsicum*), jejich složení, vlivu správného pěstování na jejich vlastnosti a v neposlední řadě jejich rozsáhlém využití. Důležitými sloučeninami, které jsou příčinou pocitu pálení, jsou kapsaicinoidy, s největším zastoupením kapsaicinu a dihydrokapsaicinu. Jejich zjišťování (případně sledování) ve vzorcích různě pálivých odrůd má velký potenciál pro vylepšení informovanosti veřejnosti o správných a přesných hodnotách pálivosti těchto odrůd, které jsou často jen opisovány z internetových zdrojů, ale také k jejich dalšímu využití v podobě aktivních složek v lékařských a průmyslových výrobcích.

Metodou HPLC byly stanoveny kapsaicin a dihydrokapsaicin v celkem 24 kultivarech chilli papriček vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní a vlastních v domácích podmínkách vypěstovaných chilli papriček.

Množství kapsaicinoidů v sušených chilli papričkách bylo v různých odrůdách velmi proměnlivé. Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu se pohyboval v rozmezí hodnot  $2\,284 \pm 48,69 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $78\,284 \pm 3\,198 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , respektive  $409,8 \pm 13,48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $21\,994 \pm 1\,033 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  ve vzorcích spolku Nezvěstické chillihraní a v rozmezí hodnot  $681,2 \pm 26,56 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $31\,196 \pm 4\,507 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , respektive  $161,2 \pm 4,85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $11\,282 \pm 2\,253 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  ve vzorcích v domácím prostředí vypěstovaných kultivarů chilli papriček. Z toho vyplývá, že pálivost vzorků dodaných spolkem Nezvěstické chillihraní byla až čtyřkrát vyšší.

Ze všech vzorků byl nejnižší obsah kapsaicinu stanoven v odrůdě Brazilian Starfish, ze skupiny chilli papriček vypěstovaných v domácích podmínkách, s 10 899 SHU (a úrovní pálivosti pouze „Středně pálivý“). Naopak nejvyšší hodnotu kapsaicinu a tudíž nejvyšší pálivost vykazovala odrůda Brazilian Ghost Chocolate s pálivostí 1 252 894 SHU, zařazená do úrovně pálivosti „Velmi silně pálivý“, vypěstovaná výše zmiňovaným spolkem. Celkově nejméně pálivé byly kultivary druhu *C. baccatum* a nejvyšších hodnot pálivosti dosahovaly odrůdy druhu *C. chinense*. Poměr kapsaicinu ku dihydrokapsaicinu se pohyboval v rozmezí hodnot 1,45:1–8,24:1.

**Klíčová slova:** *Capsicum frutescens*, kapsaicin, dihydrokapsaicin, Scovilleova stupnice pálivosti, HPLC

# Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in chilli pepper

## Summary

In the theoretical part of this diploma, there was made literature review summarizing current knowledge of various types of chilli (genus *Capsicum*), their composition, the effect of proper cultivation on their properties and, last but not least, their extensive use. Important compounds that cause pungency sensation are capsaicinoids, with the largest proportion of capsaicin and dihydrokapsaicin. Their detection (or monitoring) in samples of differently hot varieties has great potential to improve public awareness of the correct and accurate values of pungency in these varieties, which are often only copied from websites, but also for their further use as active ingredients in medical and industrial products.

In the practical part the content of capsaicin and dihydrokapsaicin was evaluated in two groups of samples. Using the HPLC method, these capsaicinoids were determined by a total of 24 chilli cultivars grown by Nezvěstické chillihraní or our own home grown chilli.

The amount of capsaicinoids in dried chilli was variable in each variety. The content of capsaicin and dihydrokapsaicin ranged from  $2\,284 \pm 48.69 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  to  $78\,284 \pm 3\,198 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  resp.  $409.8 \pm 13.48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  to  $21\,994 \pm 1\,033 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  in samples from Nezvěstické chillihraní and in range from  $681.2 \pm 26.56 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  to  $31\,196 \pm 4\,507 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  resp.  $161.2 \pm 4.85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  to  $11\,282 \pm 2\,253 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  in domestic chilli cultivated samples. It means that the pungency of samples supplied by the Nezvěstické chillihraní association was higher (up to four times).

From all the samples, the smallest amount of capsaicin was found in Brazilian Starfish, from group of chilli peppers grown at home, with 10 899 SHU (and a “medium-pungency” level only). On the other hand, Brazilian Ghost Chocolate with pungency of 1 252 894 SHU (Scoville Heat Units), classified as “Very Strong” from the above-mentioned association, was evaluated as the most spicy variety. In general, *C. baccatum* varieties were the least spicy, and *C. chinense* were the highest. The ratio of capsaicin to dihydrokapsaicin ranged from 1,45:1 – 8,24:1.

**Keywords:** *Capsicum frutescens*, capsaicin, dihydrocapsaicin, Scoville scale, HPLC

# Obsah

1	ÚVOD .....	1
2	VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE .....	2
2.1	Cíle práce .....	2
2.2	Vědecké hypotézy .....	2
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	3
3.1	Původ a historie chilli papriček .....	3
3.2	Rozšíření chilli papriček .....	4
3.3	Vědecká klasifikace rodu <i>Capsicum</i> .....	4
3.4	Druhy chilli papriček .....	5
3.4.1	<i>Capsicum annuum</i> .....	5
3.4.2	<i>Capsicum frutescens</i> .....	6
3.4.3	<i>Capsicum chinense</i> .....	7
3.4.4	<i>Capsicum pubescens</i> .....	8
3.4.5	<i>Capsicum baccatum</i> .....	9
3.5	Popis vybraných odrůd chilli papriček .....	11
3.6	Podmínky pěstování chilli papriček .....	21
3.6.1	Teplota .....	21
3.6.2	Světlo .....	21
3.6.3	Půda .....	22
3.6.4	Voda .....	22
3.6.5	Živiny .....	22
3.7	Nutriční hodnoty .....	24
3.7.1	Karotenoidy .....	25
3.8	Kapsaicinoidy .....	26
3.8.1	Zdroj kapsaicinoidů v papričkách .....	27
3.8.2	Princip vzniku ostrosti .....	27
3.8.3	Zastoupení kapsaicinoidů v papričkách .....	28
3.8.4	Kapsaicin a dihydrokapsaicin .....	28
3.8.4.1	Chemická struktura .....	28
3.8.4.2	Negativní účinky kapsaicinu .....	29
3.8.4.3	Sběr a příprava vzorku .....	30
3.9	Metody stanovení kapsaicinoidů v chilli papričkách .....	31
3.9.1	Organoleptické stanovení pálivosti .....	31
3.9.1.1	Scovilleho stupnice pálivosti .....	31

3.9.1.2	Profil pálivosti .....	33
3.9.2	Metody extrakce kapsaicinoidů .....	33
3.9.3	HPLC metoda .....	34
3.9.4	TLC analýza.....	35
3.10	Využití rodu <i>Capsicum</i> .....	36
3.10.1	Potraviny (čerstvé, sušené a zpracované) .....	36
3.10.2	Aktivní složka v průmyslových a lékařských výrobcích .....	36
3.10.2.1	Analgetikum .....	36
3.10.2.2	Antimikrobiální účinky .....	37
3.10.2.3	Antioxidační účinky .....	38
3.10.2.4	Pozitivní účinky na metabolismus a snížení hmotnosti.....	38
3.10.2.5	Kosmetické aplikace .....	39
3.10.2.6	Další využití .....	40
3.10.3	Obranné spreje .....	40
3.10.3.1	Studie vlivu oleoresinu capsicum na zdraví.....	40
3.11	Proč mají lidé rádi pálivá jídla? .....	42
4	MATERIÁL A METODY .....	43
4.1	Materiál .....	43
4.1.1	Vzorky spolku Nezvěstické chillihraní.....	43
4.1.2	Vzorky domácích chilli papriček .....	44
4.2	Použité přístroje, zařízení a pomůcky .....	45
4.3	Použité chemikálie .....	45
4.4	Příprava vzorků .....	46
4.5	Stanovení kapsaicinoidů v rodu <i>Capsicum</i> metodou HPLC .....	46
4.5.1.1	Mez detekce a mez stanovitelnosti.....	48
5	VÝSLEDKY .....	49
6	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ .....	58
7	DISKUSE.....	65
8	ZÁVĚR .....	73
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	74
10	SEZNAMY .....	84
10.1	Seznam tabulek .....	84
10.2	Seznam grafů.....	84
10.3	Seznam obrázků .....	85
10.4	Seznam příloh.....	86

# 1 ÚVOD

Jednou z tradičních rostlin, která má nespočet farmakologických účinků je paprika (*Capsicum sp.*). Původně pochází ze střední a Jižní Ameriky a postupem času se její odrůdy začaly pěstovat po celém světě. Obzvláště velký zájem je v posledních letech o domácí produkci, jelikož některé odrůdy chilli papriček mohou být drahé, nebo těžko k sehnání v určitých zemích. Na celém světě je známo 25 druhů *Capsicum sp.*, z toho pět domestikovaných. Jsou to *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. Baccatum* a *C. Pubescens*. V současné době je známo přes 3 000 kultivarů. Pálivé odrůdy chilli papriček se vědecky nazývají *Capsicum frutescens* (Kumar et al. 2006).

Plod chilli vyvolává pocit pálivé chuti. Ta pochází z kapsaicinoidních sloučenin, které jsou amidovými kyselinami z vanilinaminu a řetězce mastných kyselin rozvětvených na C9 a C11. Kapsaicinoidů se v chilli paprikách může vyskytovat až jedenáct, s největším zastoupením kapsaicinu, dihydrokapsaicinu, homokapsaicinu a homodihydrokapsaicinu. Červené variety chilli jsou více pálivé než zelené, protože obsah kapsaicinu v červené je dvakrát nebo třikrát vyšší. Tato látka se ale ve skutečnosti neváže na chuťové buňky, ale na nervové receptory pro vnímání bolesti.

Obsah kapsaicinu je ovlivněn mnoha faktory, hlavně podnebím, ve kterém je chilli pěstováno, obdobím sklizně a správnou strategií hnojení. Chilli paprikám se nejlépe daří v relativně teplém podnebí v rozmezí teplot 18–27 °C a jsou náchylné k mrazu (Udoh et al. 2005). Optimální rozmístění rostlin je velmi důležité v každém systému rostlinné výroby. Tento parametr zajišťuje řádný růst a vývoj rostlin, což vede k maximálnímu výnosu plodin a ekonomickému využívání půdy. Ukázalo se, že výtěžek chilli papriky závisí na počtu rostlin, které se nacházejí na jednotku plochy půdy (Akintoye et al. 2009).

Pálivost lze posuzovat dle Scovilleovy stupnice pálivosti po provedení testů, ať organoleptických, nebo nyní instrumentálních, například provedeném HPLC analýzy. Existuje mnoho odrůd papriček, které se liší pálivostí, některé dosahují až přes dva miliony SHU (Scovilleho jednotek pálivosti) a jejich požití ve větším množství může být extrémně nebezpečné až smrtelné.

Kromě svých specifických sensorických vlastností mají chilli papriky také pozitivní vliv na imunitní systém a některé zdroje uvádí, že způsobují vyplavování hormonu štěstí endorfinu. Mohou zlepšovat zdraví některých skupin pacientů, například diabetiků a v neposlední řadě mít blahodárný účinek na kožní onemocnění.



## **2 VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE**

### **2.1 Cíle práce**

Cílem práce je stanovení kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v různých odrůdách chilli papriček vypěstovaných v České republice nebo zahraničního původu a určení jejich stupně pálivosti podle Scovilleovy stupnice.

### **2.2 Vědecké hypotézy**

- Různé odrůdy rodu *Capsicum* mají jiný obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu.

## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Původ a historie chilli papriček

Všechny druhy chilli papriček mají původ v Jižní a střední Americe. Archeologické nálezy z Jižní Ameriky prokázaly užívání chilli při vaření již před více než 4 000 lety. Skvělá schopnost chilli křížit se s ostatními druhy paprik vedla k tomu, že v různých oblastech vznikly různorodé odrůdy, které se pak staly součástí kuchyně právě v dané lokalitě.

Nejčasnější pěstitelé chilli papriček byli dle historických zdrojů indiáni. Ti emigrovali ze severní Evropy před 10 000 až 12 000 lety a chilli bylo pravděpodobně jednou z prvních rostlin, které domestikovali a pěstovali. Existuje pět různých domestikovaných druhů chilli, je proto možné, že k domestikaci došlo nejméně pětkrát, nezávisle na sobě.

Nejpravděpodobnější předchůdce *C. annuum* bylo divoké chilli Piquin (*C. annuum* var. *aviculare*). Tento druh je rozšířen od Jižní Ameriky po jižní Arizonu. V době, kdy Kolumbus dorazil do Severní a Jižní Ameriky, Aztékové již pěstovali nejen Jalapeño, Pasilla, Ancho a Serrano, ale také Arbol a Mirasol.

Španělský kronikář v 16. století zaznamenal, že na aztéckém trhu existovalo pálivé zelené chilli, uzené chilli, vodní chilli, stromkové chilli, mini chilli a ostré špičaté červené chilli. Aztékové prý klasifikovali chilli do šesti kategorií založené nejen na úrovni ostrosti (vysoká až nízká), ale také na druhu ostrosti (ostré a drsné). Pro každé chilli byly vyryty speciální znaky na nádobách, žába byla znakem pro zelené chilli, čolek pro žluté chilli a pulci pro malé červené chilli (Hanson 1999).

Chilli papričky a všeobecně papriky jsou jednou z plodin objevených koncem 15. století Kolumbem v Novém světě, jenž se domníval, že našel velice drahý černý pepř. Odtud se po objevení Ameriky dostala pálivá paprika i do ostatních světadílů (Garcés-Claver et al. 2006).

### **3.2 Rozšíření chilli papriček**

Lidé využívali pálivé a pikantní koření již dávno před tím, než se chilli papričky objevily v Africe a Asii. Po celá staletí byly do jejich tradičních pokrmů využíván zázvor, černý pepř, hořčice, hřebíček a jiná koření. V průběhu 16. století Portugalci kolonizovali Brazílii a následně dovezli *C. chinense* a *C. frutescens* do západní Afriky a Konžské pánve.

Aktivity otrokářských lodí byly v mnoha zemích zodpovědné za dovezení chilli do Afriky. Do Asie bylo chilli pravděpodobně importováno obchodníky z Evropy a Afriky a rychle se tak stalo hlavním kořením, které nakonec dominuje kuchyním v Indii a Číně. Nikdo neví jistě, proč se pálivé papriky staly jádrem v kuchyních Afriky a Asie, ale faktem je, že na těchto kontinentech velice hojně rostou i bez pomoci člověka (Hanson 1999).

Čína, Indie a Pákistán jsou největší světoví vývozci chilli paprik a koření. Je neuvěřitelné, že před 500 lety byly chilli papričky pro tyto oblasti naprosto neznámé (Bosland & Votava 2000).

### **3.3 Vědecká klasifikace rodu *Capsicum***

Rod *Capsicum* (chilli papričky a další papriky) patří do čeledi *Solanaceae*, která zahrnuje i další hospodářsky důležité plodiny, jako jsou rajčata, brambory a tabák (Dias et al. 2013).

Dle Bhuvaneshwari et al. (2013) jsou běžné názvy chilli například: papriky, feferonky, chilli, pepř, pálivá paprika, kajen, červená paprika, tabascopaprika, pepř, sladká paprika, bell paprika a zelený pepř. Vědecký název ostrých odrůd chilli paprik se však nazývá *Capsicum frutescens*. Klasifikace rodu *Capsicum* je zobrazena v Tabulce 1.

Tabulka 1: Klasifikace rodu *Capsicum* (Pawar et al. 2011)

Říše	Rostliny ( <i>Plantae</i> )
Podříše	Cévnaté rostliny ( <i>Tracheobionta</i> )
Oddělení	Krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )
Třída	Vyšší dvouděložné ( <i>Rosopsida</i> )
Řád	Lilkotvaré ( <i>Solanales</i> )
Čeleď	Lilkovité ( <i>Solanaceae</i> )
Rod	Paprika ( <i>Capsicum</i> )
Druh	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>C. annuum</i></li> <li>· <i>C. baccatum</i></li> <li>· <i>C. chinense</i></li> <li>· <i>C. frutescens</i></li> <li>· <i>C. pubescens</i></li> </ul>

### 3.4 Druhy chilli papriček

Chilli papričky jsou roční nebo trvalé rostliny s plody, které se mění podle tvaru, velikosti, barvy a stupně ostrosti v závislosti na odrůdě (Karpát 2009).

#### 3.4.1 *Capsicum annuum*

Tyto rostliny nesou český název paprika setá nebo paprika roční. V mírném podnebném pásu jsou to jednoleté rostliny, ve státech s teplým podnebím se pěstují jako dvouleté. Jsou vyšší, obecně rychle plodí a jejich pálivost může dosahovat až 80 000 SHU (Berke & Shieh 2001). Červené a zelené papriky, které je možné zakoupit v supermarketu, jsou *Capsicum annuum* a jedná se pouze o genetickou variaci menších, pálivějších druhů (Valíček 2005).

Paprika roční byla původně pěstovaná v Mexiku a střední Americe, nyní se pěstuje v mírném a tropickém pásu zemí celého světa. Mexiko je hlavním spotřebitelem na světě s ročním průměrem 8 kg/osobu. Červená paprika *C. annuum* byla také pěstovaná na pláních v Indii, na

nižších kopcích Kashmir a v údolí Chenub. Pěstuje-li se zde paprika na kopcích, její chuť je štiplavější (Bosland & Votava 2000).

Rostliny dorůstají výšky 30–80 centimetrů. Květy jsou bílé barvy, koruna je pěticípá, zvonkovitého tvaru. Nezralé plody mají barvu světle zelenou, tmavě zelenou nebo žlutou, při dozrávání dostávají zbarvení červené, žluté nebo pestrobarevné. Plody mohou mít tvar kulatý, podlouhlý, rajčatovitý, hranolovitý či kuželovitý (Hanson 1999).

Klasifikace botanické odrůdy v rámci *Capsicum annuum* vychází z tvaru plodu:

- *Capsicum annuum* var. *Grossum* - zvonek
- *Capsicum annuum* var. *Cerasiforme* - cherry třešeň
- *Capsicum annuum* var. *Longum* - podlouhlé, jež se dále dělí na:
  - *breviceps* - bobule tlusté, přímé, tupého tvaru
  - *ceratoides* - velmi tenké bobule, dlouhé a zakřivené
  - *incerassatum* - bobule velmi dlouhé, dlouze stopkaté, slabě zakřivené
  - *luteum* - bobule tupé, žluté
  - *rektum* - bobule malé přímé
  - *violaceum* - bobule fialovočervené (Špaldon 1948).

V současné době se v systému používá 50–75 označení odlišných typů (Bosland & Votava 2000). Druh *Capsicum annuum* zahrnuje známé kultivary „Jalapeño“, „Nu-mex pinata“ a „Pimiento de padron“.

### 3.4.2 *Capsicum frutescens*

*Frutescens* znamená „křovinatý“ nebo „chundelatý“. Tento druh není široce kultivovaný s výjimkou druhu Tabasco. Od roku 1848 je používán při výrobě světově proslulé omáčky, která také nese název od oblasti svého původu. Pálivost plodů *Capsicum frutescens* se uvádí v rozmezí od 50 000 do 100 000 SHU (Berke & Shieh 2001).

„Malagueta“ je společný název pro *Capsicum frutescens* v Brazílii, kde roste volně v povodí Amazonky. Dle archeologických nálezů nebyl však tento druh nalezen v Jižní Americe, ale etnobotanici spekulují, že původním domovem byla Panama. Odtud se poté rozšířil do Mexika a Karibiku (Bosland & Votava 2000).

Rostliny jsou kompaktní, mají mnoho stopek a narůstají do výšky 1–4 metry. Jejich květy mají zelenobílé okvěti bez skvrn a fialové prašníky. Tyto typy jsou méně pestré než ostatní druhy (s výjimkou *C. Pubescens*), plody jsou často malé, špičaté a rostou vzpřímeně. Tento druh je obzvláště dobře využitelný pro pěstování v květináči a jedna rostlina může produkovat sto a více plodů (Ashilenje 2013).

*Capsicum frutescens* je široce rozšířený v Indii. Pěstuje se v chladném podnebí ve světlé písčité půdě ve většině částí země, zejména v Bengálsku, Orissu a Madras. Plody jsou sušeny na slunci, dokud nejsou připraveny k prodeji na trhu.

Po aplikaci octa na čerstvou zeleninu jsou všechny základní vlastnosti zachovány díky jejich olejnatosti, proto je také chilli-vinegar známá ochucující látka. V Indii existuje druh extraktu z chilli, který je v barvě a konzistenci podobný melase a je vyráběn lidovými národy (Hanson 1999).

### 3.4.3 *Capsicum chinense*

*Capsicum chinense* je často nesprávně označováno jako „Habanero“, což je chybné, protože druh zahrnuje stovky variet. Habanero je specifický typ pocházející z Yucatanu (Berke & Shieh 2001).

Za centrum původu tohoto druhu je považovaná Amazonská pánev, kde byl před 6 500 lety nalezen plod v jeskyni Guitarero v Peru. Druh byl poprvé popsán v roce 1768 Millerem a označen jako *Capsicum angulofum*, což znamená západní pepř s vrásčitými listy. Teprve v roce 1776 byl pojmenován jako *Capsicum chinense* holandským lékařem, který mu místo původu určil Čínu, nicméně je stále záhadou proč tomu tak bylo.

Vzhledem k taxonomickému zařazení je *Capsicum chinense* spojeno nejen se západní polokoulí, ale je populární ve všech tropických oblastech. Dnes je nejčastěji pěstováno chilli v Karibiku (Dewitt & Bosland 2009).

Vzhledově se *C. chinense* pyšní širokou škálou variací. Některé kultivary rostou v podobě nízkých kompaktních keříků s výškou 30–40 cm, jiné jsou středně vysoké 45–60 cm, ty nejvyšší dosahují až 150 cm (Steele 1964).

Květy se nachází v paždí listů a mají typickou bílou barvu. Plody většiny odrůd jsou velmi pálivé s hodnotami od 100 000 do 2 milionů SHU. Velikost a tvar papriček je velmi variabilní. Plody mohou být malé či větší, přes zaoblené až k zvonkovitému či podlouhlému tvaru. Zralé plody mají širokou škálu barev počínaje zářivě žlutou, přes ohnivě oranžovou k jasně červené až tmavě fialové (Hunt 2013).

Do této skupiny patří nejpálivější papričky na světě jako je „Carolina Reaper” nebo „Trinidad Moruga Scorpion”, ale také mírně pálivé, zato více aromatické, jako jsou například „Scotch bonnet” (Ashilenje 2013).

Plody jsou používány různými způsoby, také v podobě koření, jako je například v Mexiku a San Louis používané Chino. Chino je v jazyce Aztéků známé jako sušené a drcené chilli papričky, které jsou často uzené. Nejčastěji jsou pro uzení používány papričky „Jalapeño“, pojmenovány po městě Jalapa ve Veracrouz (Dewitt 2009).

#### 3.4.4 *Capsicum pubescens*

Tento druh byl poprvé popsán v roce 1794 Ruizem a Pavonem. Paprika chlupatá byla poprvé objevena v Bolívii a domestikovaná byla již před 6 000 lety. Botanik Charles Heiser poznamenal, že druh *Capsicum pubescens* byl používán Inky jako obyčejný pepř. Dnes je tomu tak i v Cuzku, bývalém hlavním městě Incké říše (Kang & Kole 2013).

V dnešní době se odrůdy *Capsicum pubescens* pěstují hlavně v Andách a to od Chile po Kolumbii na malých rodinných farmách. Pěstují se i ve vysoko položených oblastech střední Ameriky a Mexika, kde je souhrnně nazývají „Rocoto” nebo „Locoto”. Jedním z mnoha názvů je také „Manzano”, neboli jablkový pepř, nebo „Peron” (hruškový pepř) a to díky tomu, že se tomuto ovoci podobají. V Guatemale jej nazývají „Caballo” (koňský pepř) (Lamson 2015).

Jednou z unikátních vlastností *C. pubescens* je odlišnost od dalších odrůd svým habitem, nedochází proto k opylení a křížení s jinými druhy. Další zvláštností je také delší doba zrání než

mají ostatní druhy a je tedy schopna v přirozených podmínkách plodit opakovaně až 15 let (Cormack 2005).

*C. Pubescens* tvoří většinou vzpřímené keříky, které mohou dorůst do dvoumetrové výšky. Některé odrůdy dorůstají až 150 cm do šířky (Nickels 2015). Květy jsou fialové barvy s fialovými a bílými prašníky. Listy jsou oválné světle až tmavě zelené s velmi výrazným ochlupením na listech a lodyhách (Bosland & Votava 2000).

Pálivost plodů se pohybuje mezi 30 000 až 100 000 SHU. Plody mohou být velikostně podobné rajčatům a barva se mění od žluté přes oranžovou až po červenou, v závislosti na odrůdě. Plody s tlustou dužnatou stěnou v sobě nesou charakteristicky hnědá až černá semena. Díky tlusté dužině jsou hůře skladovatelné a obtížně se suší, proto u nich hrozí vysoké riziko plísní.

*C. pubescens* je zcela odlišný od ostatních domestikovaných druhů paprik a zároveň je nejméně kultivovaný a rozšířený. Tento druh zahrnuje kultivary „Monzano Rocoto orange” a „Mini Rocoto” (Hunt 2013).

### 3.4.5 *Capsicum baccatum*

*Capsicum baccatum* neboli paprika křídlatá je proslulá i označením „Aji” nebo Peruánská pálivá paprika. Jedná se o unikátní druh původem z Jižní Ameriky, který se dělí na dvě hlavní skupiny, a to divoké a domestikované formy (Caporalino et al. 2003). Podle archeologických nálezů tento druh zdomácněl v Peru již před 2 500 lety (Valíček 2002).

*C. baccatum* je zcela odlišný od ostatních domestikovaných druhů paprik a zároveň je nejméně kultivovaným druhem, který je nejméně rozšířený po světě (Ashilenje 2013). Tento druh zahrnuje známé kultivary jako jsou: „Aji amarillo”, „Aji lemon drop” a „Bishop’s crown”.

Známými druhy v různých varietách *C. baccatum* jsou:

- *var. baccatum* - volně žijící druh, dříve označován jako *C. microcarpum*
- *var. microcarpum* - nejčastěji označován jako Aji nebo Peruánský pepř
- *var. pendulum* - domestikovaný druh v Jižní Americe
- *var. praetermissum* - používané jméno je Ulupica, vyskytuje se v Brazílii.



Divoké formy se vyznačují menšími vzpřímenými keříky s drobnými opadavými plody, zatímco domestikované formy jsou vyšší a plody přetrvávají na keři. Při záměrném křížení druhů z důvodů zisku větší velikosti a vyšší hmotnosti plodů došlo k ohýbání větví pod tíhou plodů. Odtud pochází název „Pendulum”, který je odvozen z latinského slova „Pendulus”, tedy označení pro zavěšené plody (D’arcy 2004).

Rostliny mají silný kmen 150 cm vysoký, tvořící hustý a rozkladitý keřík. Tento druh se vyznačuje krémově zbarvenými květy se zlatozelenými skvrnami na bázi okvětních lístků (Krishna 2003).

Plody se vyznačují výraznou ovocnou chutí, dozrávají do červené, žluté nebo oranžové barvy. Rostlina může vyprodukovat až 40 a víc plodů s pálivostí mezi 30 000 a 50 000 SHU. Semena jsou slámově zbarvená (Bosland et al. 1988).

### 3.5 Popis vybraných odrůd chilli papriček

V této kapitole budou charakterizovány odrůdy chilli papriček, které jsou předmětem experimentální části. Popisy odrůd vychází z vědeckých publikací a vlastní zkušenosti, získané pěstováním daných odrůd chilli papriček. Rozsah SHU (Scovilleho jednotek pálivosti) pochází od renomovaných firem, které nabízí tyto chilli papričky (čerstvé, sušené, sazenice, semínka atd.) na prodej. Obsahy kapsaicinoidů a hodnoty pálivosti některých odrůd publikované v různých vědeckých časopisech jsou uvedeny v Tabulce 2 a 3 na konci této kapitoly.

#### **Bishop's Crown**

Druh: *C. baccatum* SHU: 0–30 000 (Kosina 2012)

Papričky (Obrázek 1), které svým tvarem připomínají zvonek nebo korunu, se také často označují jako *Baccatum var Pendulum*. Jsou až 130 cm vysoké a jelikož mají mnoho větví, neumí je udržet v kompaktním trsu a jednoduše jim padají. Plod má okouzlující značně sladkou paprikovou chuť s osvěžujícím vánkem palu při dojídání. Doporučuje se konzumovat čerstvá (Maricel 2017).



Obrázek 1:  
Bishop's Crown  
(Autor práce)

#### **Little Finger Orange**

Druh: *C. baccatum* SHU: 2 500–5 000 (McMullan & Livsey 2019)

Oranžová chilli paprička (Obrázek 2), v Jižní Americe také často nazývaná Aji, je typická pro druh *C. baccatum*. Rostliny snášejí tuzemské klima lépe než jiné tropické odrůdy chilli. Vyvíjejí mnoho pěkně oranžových „prstů“, které mají střední stupeň pálivosti. Díky své ovocné chuti jsou vhodné pro salsy a omáčky a jsou také dobré sušené.



Obrázek 2: Little  
Finger Orange  
(Autor práce)

## Brasilian Starfish

Druh: *C. baccatum* SHU: 5 000–10 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Plody (Obrázek 3) tohoto kultivaru, který byl domestikován v Brazílii, zrají ze zelené do červené barvy a jsou zajímavé svým tvarem hvězdice, právě proto se hodí jako dekorace jídel. Šťavnatá a nasládlá chuť vynikne v čerstvém stavu, ale neztratí se ani v teplé kuchyni, nebo zavařená (Musfirohn et al. 2013).



Obrázek 3:  
Brasilian  
Starfish (Autor  
práce)

## Little Elf

Druh: *C. annuum* SHU: 10 000–30 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Little Elf je okrasná odrůda typu Pequin pocházející z Maďarska. Rostlina plodí pestrobarevné malé plody (Obrázek 4) s vyšší pálivostí a dosahuje výšky kolem 20 cm. Papričky dosahují délky 1–2 cm a mají žlutou, oranžovou, červenou, někdy i fialovou barvu. Zvláštní je rychlým nástupem pálivosti, která po pár vteřinách mizí (Musfiroh et al. 2013).



Obrázek 4: Little  
Elf (Autor práce)

## Cayenne Yellow

Druh: *C. annuum* SHU: 0–45 000 (Kosina 2012)

Odrůda Cayenne Yellow je v České republice hojně pěstovaná a vyznačuje se podlouhlými plody (Obrázek 5), které rostou směrem vzhůru nebo do stran. Její obliba je zřejmě díky výtěžnosti, jelikož jeden keřík vyprodukuje značné množství plodů. Doba zrání je krátká, pouze 50 dní. Cayenne Yellow je používána k dochucování jídel v čerstvém stavu, k výrobě kajenského pepře či ke zdobení pokrmů (Presser 2009).



Obrázek 5:  
Cayenne Yellow  
(Autor práce)

## Cayenne Red

Druh: *C. annuum* SHU: 0–50 000 (Kosina 2012)

Kultivar Cayenne Red (Obrázek 6), původem z Guyany, se od Cayenne Yellow výrazně neliší. Plody jsou podlouhlé, tenkostěnné a dosahují výšky až 16 cm. Rostlinu je během pěstování nutné vyvazovat k opoře (Presser 2009).



Obrázek 6:  
Cayenne Red  
(Autor práce)

## Maraba Orange

Druh: *C. chinense* SHU: 30 000–100 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Brazilská odrůda Maraba Orange je jen 40 cm vysoká a má drobné žlutooranžové plody (Obrázek 7), které jsou 3 cm dlouhé a 1 cm široké. Co jim příroda ubrala na velikosti, to přidala na množství, rostliny mívají každý rok více než 100 plodů. Typickým znakem plodu je lehce fialové „líčko“ (pigmentace způsobená slunečními paprsky) na podzim (Berke & Shieh 2001).



Obrázek 7:  
Maraba Orange  
(Polanská &  
Doležalová 2019)

## Habanero Red

Druh: *C. chinense* SHU: 100 000–250 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Za účelem nejvyššího výnosu Habanero vyžaduje pěstování ve skleníku či fóliovníku. Rostlina běžně dorůstá výšky 70 cm, ale často se rozrůstá do šíře a stíní ostatním papričkám. Plod (Obrázek 8) je 5 cm dlouhý a až 4 cm široký, nejchutnější je čerstvý hned po utržení. Má široké využití, zajímavé je použití v zákuscích a pálivém cukroví (Berke & Shieh 2001).



Obrázek 8:  
Habanero Red  
(Polanská &  
Doležalová 2019)

## Habanero Red Savina

Druh: *C. chinense* SHU: 250 000–700 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Rostlina běžně dorůstá výšky 70 cm, květy jsou bílé, plod (Obrázek 9) je středně velký, 4,5 cm dlouhý a 3,5 cm široký, tvarem typický pro všechny Habanera. Je vhodný pro výrobu čokolády, do které se Habanero hodí ze všech chilli paprik nejvíce a je často užíván také jako přísada do pepřových sprejů.



Obrázek 9:  
Habanero Red  
Savina (Autor  
práce)

## Habanero Orange

Druh: *C. chinense* SHU: 90 000–250 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Tento kultivar se botanickým popisem shoduje s ostatními papričkami Habanero, jen oranžové plody (Obrázek 10) mají oproti jiným varietám hladký povrch a špičatý tvar. Jedná se o ideální chilli k dochucování jídel, zavařování či sušení. Je také velmi vhodným doplňkem k sýrům a kvalitním uzeninám, které doprovodí svým výrazným aromatem (Musfiroh et al. 2013).



Obrázek 10:  
Habanero Orange  
(Autor práce)

## Dorset Naga

Druh: *C. chinense* SHU: 600 000–1 598 000 (Kosina 2012)

Dorset Naga je 80–140 cm vysoká keříkovitá rostlina, nesoucí 7 cm dlouhé a 2,5 cm široké plody. Charakteristickým rysem je možnost růstu několika plodů (Obrázek 11) v trsech, avšak na samostatných stopkách z klínku od listu a stonku. Byla vyselektována z původní bangladéšské varianty Naga Morich a svou pálivostí se řadí mezi 10 nejpálivějších chilli papriček na světě.



Obrázek 11:  
Dorset Naga  
(Autor práce)

## 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate

Druh: *C. chinense* SHU: 750 000–1 250 000 (Kosina 2012)

Rostlina může produkovat papričky tak velké, že plod zaplní celou dlaň ruky. SR je zkratka jména Sara, která objevila tuto odrůdu, imponující silnou citronovou chutí, přestože je extrémně pálivá. Vyrůstá do výšky až 150 cm a pyšní se obřími hnědými plody nepravidelného, značně pokrouceného tvaru (Obrázek 12).



Obrázek 12: 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate (Kosina 2012)

## Brasilian Ghost Chocolate

Druh: *C. chinense* SHU: 1 000 000–1 430 000 (McMullan & Livsey 2019)

Tato odrůda, která pochází z Brazílie, je kříženec Bhut Jolokia a 7 Pot Douglah F3 a poté křížená s Trinidad Scorpion Red. Obvykle se vybarví do hněda, ale může být i červená. Je to hybrid s velkou škálou tvarů (Obrázek 13) a příjemným květinovým a ovocným aroma (Berke & Shieh 2001).



Obrázek 13: Brasillian Ghost Chocolate (Kosina 2012)

## Malaysian Goronong

Druh: *C. chinense* SHU: 0–250 000 (Kosina 2012)

Malaysian Goronong je vzácný typ Habanera vyšlechtěný v Malajsii. Papričky (Obrázek 14) tohoto kultivaru mají tvar různě pokrouceného lusku o délce 4–7 cm a při finální zralosti mají žlutou barvu. Rostlina je keříkovitého vzrůstu asi 80 cm vysoká a je vhodná jako pokojová rostlina. Velice dobře se pálivost této papričky projevuje v guláších, párcích na pivo nebo dalších českých tradičních jídlech.



Obrázek 14: Malaysian Goronong (Kosina 2012)

## Scotch Bonnet Chocolate

Druh: *C. chinense* SHU: 125 000–325 000 (Kosina 2012)

Tato varieta původem ze Skotska roste v podobě až 130 cm vysokého keře s pevnou korunou. Plod (Obrázek 15) je čokoládově hnědý, 4–6 cm dlouhý lusk válcovitého tvaru s výrazným rýhováním. Má výbornou chuť po exotickém ovoci a je ideální pro výrobu omáček, zavařování a sušení.



Obrázek 15:  
Scotch Bonnet  
Chocolate (Kosina  
2012)

## 7 Pot White

Druh: *C. chinense* SHU: 500 000–800 000 (Kosina 2012)

7 Pot White pochází z oblasti Chaguanas z ostrova Trinidad. Plody (Obrázek 16) dozrávají do netradiční sněhově bílé barvy. V kuchyni se cení její intenzivní ovocné aroma, které se hodí zejména k exotickým typům pokrmů a do domácích omáček či koření. Ostrost tohoto chilli je podobná odrůdám Bhut Jolokia a Naga Morich, pálivost má velmi rychlý nástup (Meckelmann et al. 2015).



Obrázek 16: 7 Pot  
White (Kosina  
2012)

## Fatalii Yellow

Druh: *C. chinense* SHU: 130 000–315 000 (Kosina 2012)

Rostlina je výborně plodící a obsypaná trsy špičatých, sytě žlutých plodů (Obrázek 17). Plody Fatalii mají baňatý, na konci do špičky protáhlý tvar a jsou zhruba 4–7 cm dlouhé. Paprička má ojedinělou ovocnou až citrusovou chuť a vůni, která se po rozkrojení rozvine do celé místnosti, je šťavnatá a křupavá. Výborně dochutí jídlo a díky své tenké stěně se hodí na sušení.



Obrázek 17: Fatalii  
Yellow (Autor  
práce)

## CGN 21 500

Druh: *C. chinense* SHU: 100 000–350 000 (McMullan & Livsey 2019)

Odrůda CGN 21 500 je původem z Brazílie a je jednou z nejkrásnějších a nejchutnějších druhů. Rostlina je vysoká 60–80 cm a má krásný fialový tón ve větvích a listech. Kulaté plody (Obrázek 18) rostou až do průměru 4 cm a nádherné barevné schéma během zrání může připomínat polozralé třešně nebo menší broskve. Barva plodů se mění od zelené po oranžovou s fialovými prvky v plné zralosti. V chuti jsou plody příjemné svou sladkostí a ovocností (Berke & Shieh 2001).



Obrázek 18: CGN 21 500 (McMullan & Livsey 2019)

## Sugar Rush Peach

Druh: *C. baccatum* SHU: 80 000–100 000 (Kosina 2012)

Jedná se o vzácnou odrůdu broskvové barvy z Walesu ve Velké Británii. Její odlišností je sladká chuť s citrusovými tóny. Je to jediný typ broskvově zbarveného kultivaru Aji, který existuje (Obrázek 19). Je podobná kultivaru Aji Amarillo, ale je mnohem sladší a pálivostí má blízko k Habaneru (Meckelmann et al. 2015).

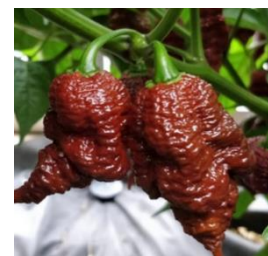


Obrázek 19: Sugar Rush peach (Kosina 2012)

## Big Black Mama

Druh: *C. chinense* SHU: 500 000–1 000 000 (Kosina 2012)

Big Black Mama je hybrid, který na první pohled zaujme velmi exotickým vzhledem (Obrázek 20). Většina plodů je nadprůměrně velkých, váhově kolem 10 g a rostlina dorůstá do výšky až 2 metry. Vzhledem k tomu, že Big Black Mama je pouze několik let starý hybrid, je nadprůměrně výnosná (Kosina 2012).



Obrázek 20: Big Black Mama (Autor práce)



## Rocoto Red

Druh: *C. pubescens* SHU: 30 000–100 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Paprička je původem z Peru a její plody (Obrázek 21) jsou 7–10 cm velké, se silnou dužnatou stěnou a černými semeny. Od ostatních papriček se liší také jemným ochlupením listů i stonků. Typický paprikový květ je tmavě modrý, s modrými tyčinkami. V porovnání s ostatními paprikami je tato skupina odrůd (Rocoto) odolnější k nižším teplotám. Lépe rostou na podzim i při poklesu teplot, které již jiným druhům z rodu *Capsicum* nesvědčí (Meckelmann et al. 2015).



Obrázek 21:  
Rocoto Red  
(Polanská  
& Doležalová  
2019)

## Naga Morich

Druh: *C. chinense*

SHU: 800 000–1 000 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Odrůda Naga Morich je zajímavá zejména svou extrémní pálivostí. Plod (Obrázek 22) je přibližně 6,5 cm dlouhý a 2,5 cm široký, typické jolokiovité podoby. Proměnlivost tvarů se projevuje při zrání i v barevnosti. Zrají přes zelenou, žlutě oranžovou až plnou červenou barvu s leskem. Plod je charakteristicky křehký a slabostěnný. Paprička krásně voní a její pálivost působí blahodárně. Doporučuje se do pálivých omáček či k ochutnávání v rámci soutěží (Berke & Shieh 2001).



Obrázek 22:  
Naga Morich  
(Autor práce)

## Jamaican Yellow

Druh: *C. chinense* SHU: 0–100 000 (Kosina 2012)

Tato paprička zaujme svěže citrónovou chutí a odlehčeným, přesto silným palem. Osvědčuje se např. v čerstvých zeleninových salátech a jako ozdoba pokrmů. Je také vhodná k dochucení některých zavařenin. 5 cm široký a 7 cm dlouhý atypický plod (Obrázek 23) je na silném stonku a dozrává ze zelené přímo na žlutou. Má slabou stěnu plodu (Meckelmann et al. 2015).



Obrázek 23:  
Jamaican Yellow  
(Autor práce)

## Bird's Eye

Druh: *C. annuum* SHU: 30 000–100 000 (Polanská & Doležalová 2019)

Odrůda chilli papričky Bird's Eye má jeden z nejmenších plodů (Obrázek 24) na světě. Červený lusk je široký asi 3 mm a dlouhý kolem 1–2 cm. Keřík je nízký, kompaktní, sám o sobě okrasný. Plod má tenkou stěnu a je plný semínek. Je výborný na sušení, popřípadě k přímé spotřebě, například do guláše. Je to absolutně nejplodnější odrůda, keřík je plody doslova obalený a napočítáno bylo až 1 700 papriček na jediném keříku (Berke & Shieh 2001).



Obrázek 24:  
Bird's eye (Autor  
práce)

V následujících tabulkách jsou vedeny hodnoty pálivosti (SHU) a obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu ve vybraných druzích chilli papriček, které byly analyzovány.

Tabulka 2: Pálivost některých odrůd dle literárních zdrojů

Odrůda	Pálivost	Literární zdroj
Cayenne Red	14 800 ± 250	Dejmková (2018)
Cayenne Red	67 980	Othman (2011)
Scotch Bonnet Chocolate	44 700 ± 1 700	Dejmková (2018)
Fatalii Yellow	147 300 ± 7 970	Dejmková (2018)
Brasilian Starfish	23 200 ± 760	Dejmková (2018)
Scotch Bonnet Chocolate	134 766 ± 7 789	Giuffrida et al. (2012)

Tabulka 3: Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu některých odrůd dle literárních zdrojů

Odrůda	Kapsaicin [μg·g <sup>-1</sup> ]	Dihydrokapsaicin [μg·g <sup>-1</sup> ]	Zdroj
Habanero Red	9 097 ± 183,3	4 024 ± 142,6	Orellana-Escobedo et al. 2013
Cayenne Red	1 320	830	Carol (1996)
Habanero Orange	6 639 ± 348	3 727 ± 179	Garcés-Claver (2006)
Naga Morich	37 510 ± 2 219	13 592 ± 1 091	Giuffrida et al. (2012)
Scotch Bonnet Chocolate	5 961 ± 371	2 331 ± 118	Giuffrida et al. (2012)

## **3.6 Podmínky pěstování chilli papriček**

Ohromné rozdíly v podmínkách pěstování způsobují mnoho variací v dnešní době dostupných druzích papriček (Singhal et al. 1997). Každá odrůda chilli vyžaduje specifické podmínky k pěstování a dosažení nejlepší kvality, a proto je nemožné vyjmenovat veškeré odlišnosti.

### **3.6.1 Teplota**

Pálivé papriky vyžadují horké povětrnostní podmínky. Pro růst jsou ideální denní teploty 24 °C až 30 °C a noční teploty kolem 10 °C až 15 °C. Důležitým faktorem je teplota vzduchu, zejména v noci. Dle Lidsey & Bosland (1995) některé studie dokazují, že několik horkých dnů v roce dokáže výrazně zvýšit koncentraci kapsaicinoidů v plodech.

Chilli papriky jsou velmi citlivé na teploty pod bodem mrazu. Teploty nad 35 °C jim však také mohou přinést výrazné komplikace. V nevětraném skleníku se této teploty docílí velice rychle a v listech přestává probíhat látková výměna. Chilli paprikám vyhovuje proudění vzduchu ve vyšších partiích, časté větrání skleníku u stropu se tedy projevuje jako žádoucí. Naopak ve vhodném podnebí pro venkovní pěstování je třeba chránit rostlinu proti proudění od země, tento typ proudění snáší rostlina hůře (Hatfield et al. 2001).

### **3.6.2 Světlo**

Chilli papričky jsou v drtivé většině světlomilné plodiny. Žádoucím k pěstování je místo s nejdelší možnou sluneční expozicí. Doba slunečního svitu se pozitivně odráží v chutnosti plodů a jejich bezproblémovém dozrání. Dostatek světla rostlině napomáhá k celkové vitalitě a vyšší odolnosti proti nákazám. Správná míra slunečního svitu, jako jediný zdroj rostlinám poskytuje dostatek energie, která je vložena do květu, plodů a neméně důležitého kořenového systému. Naopak v letních měsících je třeba obezřetnosti i v případě pěstování ve sklenících s čirým sklem. Někdy je zapotřebí světlo nadále nenásobit, ale naopak rostlinu chránit proti spálení a stínit ji (Berke & Shieh 2001).

### 3.6.3 Půda

Nejlepšího růstu a kvality plodů dosahují chilli papričky v zásadité hlinitopísčité humózní půdě s dobrou kapacitou pro udržení vody, ale mohou růst na mnoha dobře odvodněných půdních typech. Pozemek by měl být na úrovni 0,01 až 0,03 % sklonu, aby byla umožněna adekvátní drenáž a prevence kořenových onemocnění. Optimální pH půdy by se mělo pohybovat mezi 5,5 a 6,8. Hnůj v půdě musí být odpočinutý, nejlépe rok a více let starý, aby plodinu nespálil a potřebné látky pro chilli papriky byly dostatečně zmineralizované (Kumar 2006).

### 3.6.4 Voda

Pěstování paprik vyžaduje srážky nad 600 mm za rok a jejich dobré rozložení během vegetativního růstu a zrání plodů. V oblastech s dešťovými srážkami pod 600 mm za rok je třeba provádět zavlažování plodin. Nepravidelné rozložení srážek během vývoje plodu odhaluje papriku a může nastat porucha v podobě hniloby (van Gastel et al. 1996). Během stejného období vodní stres povede k ztrátám květů a plodů. Ostré papriky vyžadují vegetační období nejméně 150 až 180 dnů pro maximální produkci plodů a osiva (Cormack 2005).

Nízká dostupnost vody před kvetením pálivé papriky snižuje počet květů a zpomaluje výskyt maximálního kvetení. Deficit vody v období mezi kvetením a vývojem plodu snižuje jejich produkci (Jamiez et al. 2000).

Della Costa a Gianquinto (2002) svým výzkumem zjistili, že nepřetržitý vodní stres výrazně snížil celkovou hmotnost čerstvých plodů. Nejvyšší tržní výnos byl zjištěn při zavlažování 120 % a nejnižší při 40 % evapo-transpiraci (ET). To dokazuje, že celkový výtěžek chilli paprik je menší, čím nižší je úroveň zavlažování.

### 3.6.5 Živiny

Dostupnost živin je obecně považována za nejdůležitější omezující faktor růstu a produktivity. Organická i anorganická hnojiva jsou jedny z hlavních faktorů rostlinné výroby, ale vyváženému přísunu živin je věnováno jen málo pozornosti. Jeho nedostatky mají špatný vliv na stav listů, dále dochází ke snížení kvality a poklesu výnosu (Kang & Kole 2013).

Předpokládá se, že fosfor má za následek lepší výtěžek a více červené zbarvení plodů (Aguirre-Hernandez et al. 2017). Dusík zvyšuje výnos chilli a draslík, označovaný jako kvalitativní prvek, zlepšuje barvu a lesk plodů papriček. Dostupnost dusíku přímo ovlivňuje akumulaci kapsaicinu, protože syntéza jediné molekuly kapsaicinu zahrnuje tři aminokyseliny – fenylalanin, valin a leucin. Na druhou stranu, příliš mnoho dusíku může ukončit stimulaci růstu, což má za následek velké rostliny s malým množstvím raných plodů, nebo oddálí zralost a roste riziko závažných rostlinných nebo podrostových hnilob (Bosland & Votava 2000).

Dalšími důležitými prvky pro papriku jsou uhlík, vápník, vodík, kyslík, síra, mangan, hořčík, železo, měď, zinek, bór, chlór a molybden. Doporučené dávkování umělých hnojiv však bývá nadsazováno a mnoho nepotřebných látek pak rostlina ukládá do plodů, které jsou konzumovány (Kintzios et al. 2001).

### 3.7 Nutriční hodnoty

Papriky jsou známé jako zelenina s vysokou nutriční hodnotou, zejména tím, že obsahují různé antioxidační sloučeniny. Dostupné studie ukázaly, že chilli papriky jsou bohaté na různé chemické látky a jejich složení se výrazně liší druhem papriky, typem, odrůdou, stářím plodů a stavem (sušené, lyofilizované, syrové, nakládané, práškové apod.) (Delelegne et al. 2015).

V čerstvě utrženém plodu je nejvíce zastoupená voda, její obsah se pohybuje cca. od 80 % do 93 %. Obsah vody ale rychle klesá po sklizni, kdy se plod začne dehydratovat (Špaldon 1948).

Nutriční hodnoty suchých chilli papriček ve 100 g jedlé části jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tabulka 4: Průměrné nutriční hodnoty vysušené papričky (Board 2010)

<b>Nutriční složka</b>	<b>Množství</b>	<b>Nutriční složka</b>	<b>Množství</b>
Voda	10,0 g	Fosfor	370 mg
Protein	15,9 g	Vápník	160 mg
Tuk	6,2 g	Železo	2,3 mg
Minerály	6,1 g	Thiamin	0,83 mg
Vláknina	30,2 g	Riboflavin	0,43 mg
Sacharidy	30,6 g	Niacin	9,5 mg
Karotenoidy	345 µg	Vitamin C	50 mg
Energetická hodnota		246 kalorií	

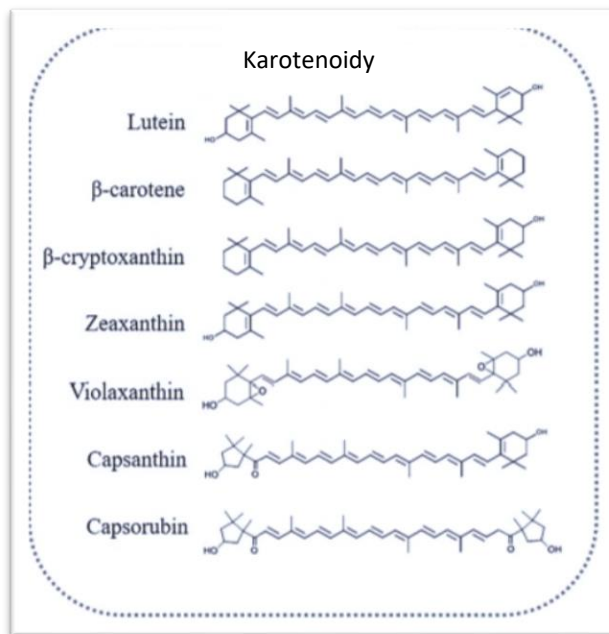
Chilli papriky jsou údajně bohaté na bílkoviny, tuky, vlákninu, vitamíny (A, E, C, K, B2) a hlavně kapsaicinoidy. Analýzou plodů chilli paprik byla zjištěna přítomnost železa, bromidu a manganu. Obsahují také ostatní mikroelementy, kterými jsou vápník, kadmium, měď, draslík, hořčík, sodík, fosfor a zinek (Bosland et al. 1988).

Papričky také obsahují aminokyseliny, například lysin, tryptofan, prolin, nethionin, valin, leucin, glycin, treonin, alanin a další. Výzkumy prováděné v Maďarsku dokládají obsahy bílkovin v plodech. V oplodí se nacházelo 17 % bílkovin a v semenech se obsah bílkovin pohyboval kolem 18 % (Špaldon 1948).

Podle Orobiyi et al. (2015) jsou všechny chilli papriky dobrým zdrojem vitamínu C, B<sub>6</sub> a fosfátu. Čerstvá zelená chilli paprička obsahuje více vitamínu C než citrusové plody a čerstvé červené chilli papričky mají více karotenoidů nežli mrkev.

### 3.7.1 Karotenoidy

$\beta$ -karoten je jednou z důležitých složek červených chilli. Například koncentrace  $\beta$ -karotenu v *C. chinense* vykazuje 8 mg/100 g čerstvého plodu. V paprice bylo izolováno více než 20 různých karotenoidů, mezi první objevená barviva patřil právě žlutý karoten a červený capsanthin, které jsou typickými sloučeninami určujícími barvu papriky a dosud nebyly nalezeny v jiné rostlině. Později bylo izolováno další barvivo, zeaxatin. Dalšími studii byl v chilli zjištěn lutein, ten společně se zeaxantinem tvoří rostlinné barvivo xantofyl, které vykazuje mnoho různých biologických účinků. Capsanthin, kapsorubin, zeaxanthin a cryptoxanthin jsou hlavními pigmenty, které lze nalézt v každé chilli paprice (Zachariah & Gobinath 2008). Jejich chemická struktura je znázorněna na Obrázku 25.



Obrázek 25: Chemická struktura karotenoidů obsažených v *Capsicum sp.* (Kim et al. 2011)



Různé barvy papriky mají velmi odlišné karotenoidní profily. Capsanthin a kapsorubin jsou hlavní karotenoidy v červené paprice, lutein je bohatě obsažen ve žluté a zelené paprice a  $\beta$ -karoten v oranžové paprice (Kim et al. 2011).

Některé karotenoidy jsou prekurzory vitamínu A (Simpson 1983) a právě díky vysokému obsahu  $\beta$ -karotenu může být *Capsicum sp.* použito k léčbě jeho nedostatku. Guzman et al. (2010) uvádí, že kapsanthin v rodu *Capsicum* vykazuje protinádorovou aktivitu, tlumí záněty indukované obezitou a zvyšuje hladinu HDL cholesterolu v plasmě. Lutein a zeaxanthin snižují riziko rakoviny a makulární degenerace (AMD), související s věkem.

### **3.8 Kapsaicinoidy**

Sloučeniny produkované v plodech papriky, které jsou příčinou pocitu pálení, se nazývají kapsaicinoidy a patří do skupiny lipofilních alkaloidů.

Kapsaicinoidy způsobují pocit bolesti stimulací nervů, které poté reagují na pocit pálení. Množství kapsaicinu v chilli papričkách nezpůsobuje opravdové fyziologické poškození, pouze zmiňovaný nepříjemný pocit. Pálivost je vyjádřena v jednotkách Scoville Heat Unit (SHU) a Scovilleho organoleptický test je považován za první test ostrosti (Kumar et al. 2006).

Kapsaicinoidy vykazují antimikrobiální účinky při konzervování potravin a v lékařství jsou používány jako analgetikum. Analgetický účinek kapsaicinoidů závisí na dávce a specifickém polymodálním nocireceptoru, tzv. vaniloidním receptoru. Gen (TRPV1) pro receptor kapsaicinoidu byl v minulosti klonován a převádí tak více podnětů produkujících bolest (Kang & Kole 2013). Více informací o účincích kapsaicinoidů je uvedeno v kapitole „Využití rodu *Capsicum*”.

Obdobné látky s esterovou vazbou, nazývané kapsinoidy, které vznikají v kultivarech s mutací genu pro aminotransferázu zodpovědnou za konverzi vanilaldehydu na vanilamin, jsou neaktivní. Kapsaicinoidy, které se hromadí v chilli, slouží jako repelent pro savce, avšak ptáci jsou vůči nim imunní (Šupálková et al. 2007).

### 3.8.1 Zdroj kapsaicinoidů v papričkách

Placenta plodu je jedinečnou částí rostlin rodu *Capsicum*, která produkuje kapsaicinoidy. To dokazuje i studie Arory et al. (2011), jejíž autoři tvrdí, že kapsaicin je většinou umístěn v puchýřkách nebo vakuolách jako subbuněčná organela epidermálních buněk placenty v lusku.

Nejvyšší koncentrace jsou ve vaječníku a v dolní části těla (Garcés-Claver et al. 2006). To je způsobeno skutečností, že epidermální tkáň placenty je jediným místem, kde probíhá syntéza kapsaicinoidů, které se následně rozptýlí do dalších složek plodu (Peruka 1996). Nejnižší množství kapsaicinoidů z celého plodu obsahují semena. Ty nejsou zdrojem kapsaicinu, ale obsahují jeho nižší koncentrace, díky jejich blízkému kontaktu s placentou. Vznik kapsaicinoidů je řízen jen jediným dominantním genem (Mortensen 2009).

Ananthan et al. (2018) prováděli analýzu obsahu kapsaicinoidů v různých částech plodu ve třech stádiích zralosti (zelená, žlutá, červená) odrůdy Naga king chilli (*C. chinense*). Jejich obsah se zvyšoval s vyspělostí plodů ve všech jeho složkách s maximálními úrovněmi pozorovanými v plně zralé červené barvě plodu. Bylo potvrzeno, že semena obsahovala nejnižší koncentrace těchto sloučenin. Celkový obsah kapsaicinoidů byl výrazně odlišný ( $p < 0,05$ ) ve všech třech stádiích analýzy plodů.

### 3.8.2 Princip vzniku ostrosti

Kapsaicinoidy jsou známy svou schopností ovlivňovat vnímání bolesti a termoregulaci. Jejich působení na nociceptivní (tzn. přijímající, či vedoucí škodlivé zejména bolestivé podněty) nervová zakončení je zprostředkováno membránovým receptorem spřaženým s kationtovým kanálem, který je označován jako TRPV1 (transient receptor potential ion channel of the vanilloid type 1). TRPV1 se aktivuje i dalšími, strukturně odlišnými, látkami odvozenými od vanilové kyseliny a kyselým extracelulárním prostředím ( $\text{pH} < 6,3$ ). Nezbytným předpokladem aktivity kapsaicinoidů je přítomnost amidové vazby, naproti tomu délka řetězce amidově vázané karboxylové kyseliny má pouze modulační účinek (Lapčík et al. 2011).

### 3.8.3 Zastoupení kapsaicinoidů v papričkách

Kapsaicinoidy vznikají již v počátečních fázích vývoje plodu a dosahují maxima při etapě jeho dozrávání. Bylo prokázáno, že v různých odrůdách chilli paprik se může vyskytovat až jedenáct kapsaicinoidů. Ze všech nejvíce je zastoupen kapsaicin (48,6 %), následuje 6,7 – dihydrokapsaicin (36 %), nordihydrokapsaicin (7,4 %), homodihydrokapsaicin (2 %) a homokapsaicin (2 %). Odrůdy *C. annuum*, *C. frutescens* a *C. chinense* obsahují 0,22–20 mg celkových kapsaicinoidů/g suché hmotnosti (Reilly et al. 2001).

### 3.8.4 Kapsaicin a dihydrokapsaicin

Kapsaicin byl poprvé izolován v roce 1898 a jeho chemická struktura (8 – methyl – N – vanillyl – 6 – nonenamid) byla popsána v roce 1923. Dle mnoha studií činí průměrný obsah kapsaicinu v paprikách 0,14 %, je však mírně proměnlivý dle půdy, klimatu, velikosti, odrůdy papriky a období sklizně (Arora et al. 2011).

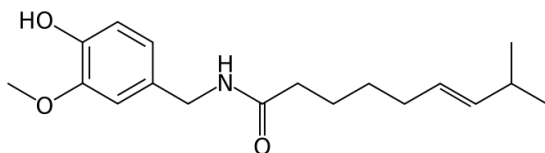
Kapsaicin ( $C_{18}H_{27}NO_3$ ) je bezbarvá, hydrofobní, krystalická a voskovitá sloučenina s molekulovou hmotností  $305,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , teplotou tání  $62\text{--}65 \text{ }^\circ\text{C}$ , bodem varu při  $0,01 \text{ mm Hg}$   $210\text{--}220 \text{ }^\circ\text{C}$  a sublimuje při  $115 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kapsaicin je vysoce rozpustný v alkoholu, etheru, benzenu a chloroformu, slabě rozpustný v sirouhlíku a horké vodě. Je odolný vůči kyselinám a alkalickým roztokům při pokojové teplotě (Lyu et al. 2019). Jediná kapka kapsaicinu v 100 000 kapkách vody je stále zjištělná.

Dihydrokapsaicin (8-methyl-N-vanillyl-nonanamid) byl popsán v roce 1957. Dihydrokapsaicin je analog a kongener kapsaicinu v chilli paprikách a stejně jako kapsaicin je dráždivý. Představuje přibližně 22 % až 40 % celkové kapsaicinoidní směsi a má téměř, ale ne zcela, stejnou chuť jako kapsaicin. Čistý dihydrokapsaicin je lipofilní bezbarvá krystalická až voskovitá sloučenina bez zápachu. Je rozpustný v dimethylsulfoxidu a 100% ethanolu.

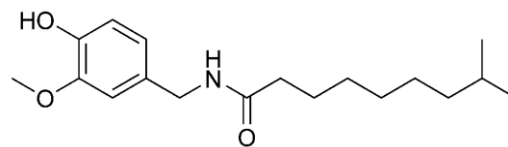
#### 3.8.4.1 Chemická struktura

První molekulární struktura kapsaicinu byla v roce 1919 popsána Nelsonem a Dawsonem. Sloučenina vykazuje *cis/trans* izomerii kvůli přítomnosti dvojně vazby, což brání interní rotaci.

*Trans* izomer je dominantní (Escogido et al. 2011). Kapsaicin je považován za krystalický alkaloid, má dusíkatou bázi a vanillylovou skupinu, proto patří k vanilloidům (Mortensen 2009). Chemická struktura kapsaicinu a dihydrokapsaicinu je zobrazena na Obrázcích 26 a 27.



Obrázek 26: Chemická struktura kapsaicinu (Kim at al. 2011)



Obrázek 27: Chemická struktura dihydrokapsaicinu (Kim at al. 2011)

#### 3.8.4.2 Negativní účinky kapsaicinu

Zachariah a Gobinath (2008) uvádí, že pokud roztok kapsaicinu přichází do kontaktu s pokožkou, zejména s očima nebo sliznicemi, může to být velmi bolestivé. Ve velkých množstvích může být kapsaicin smrtící jed. Příznaky předávkování zahrnují dýchací potíže, modrou kůži a křeče.

Jedním z nejčastějších zjištění prováděných studií je, že čím více je jednotlivec vystaven kapsaicinu, tím nižší má pocit pálivosti, tzn. vnímavost chuti chilli je v korelaci s jeho spotřebou. Bylo prokázáno, že takováto desenzitizace působí od okamžiku přijetí kapsaicinu po dobu nejméně dvou týdnů. Jeho dlouhodobá spotřeba může vést až k chronické desenzitizaci kapsaicinu (Hayes 2016). Navíc může expozice kapsaicinu způsobit sníženou vnímavost jiných chutí.

Rizika *Capsicum* jako zdroje kapsaicinu zahrnují:

- podráždění zejména očí, sliznic a kůže, pokud dojde ke kontaktu
- riziko vzniku rakoviny
- chronické gastrointestinální poruchy
- poškození ledvin nebo jater
- neurotoxické účinky (Yukes & Balick 2010).

#### **3.8.4.2.1 Ošetření po expozici**

Po vnější expozici může být na povrchu, který se dostal do kontaktu s kapsaicinem, použita olejová sloučenina. Protože kapsaicin a olej mají stejný lipofilní charakter, kapsaicin tak bude snadno z místa postižení odstraněn.

Přestože kapsaicin vyvolává výše zmíněný pocit pálivosti, na internetu je možné zhlédnout mnoho videí lidí, kteří se vystavují extrémně pálivým chilli, buď je jí, nebo se v nich dokonce koupají (například v 1 250 lahvích chilli omáčky) (Scott 2016).

Pocit pálení způsobený přijímaným kapsaicinem může být ulehčen studeným mlékem nebo mléčnými výrobky, jelikož kasein přerušuje vazby mezi kapsaicinem a receptory bolesti. Dalším doporučením jak snížit následné pálení (i když dočasně), je vypít ledový nápoj. Stevens a Lawless (1986) také zjistili, že k odstranění pocitu pálení pomáhá vyplachování úst vodou s cukrem. Lidé také mohou zkusit sníst něco pevného a hrubého (rýži, sušenky, lžící cukru, chléb), protože to pomáhá „rozptýlit“ nervy jiným druhem signálu (Wand-Tetley 1956).

#### **3.8.4.3 Sběr a příprava vzorku**

Plody chilli papriček by měly být sklizeny a sušeny tradičním způsobem (na slunci), poté být uchovávány ve vzduchotěsných kontejnerech, dokud nedojde k jejich následnému zpracování (Das. et al.2015; Amruthraj et al. 2014). Podle Liljana et al. (2013) by měly být plody papriček nakrájeny na kousky a sušeny při pokojové teplotě na tmavém a suchém místě asi dva týdny, poté by měly být rozdrceny a uchovány.

V dnešní době již existuje řada domácích sušiček, které se staly nezbytnou součástí procesu sušení různých druhů zeleniny i ovoce včetně chilli, avšak je třeba dát pozor na vysokou teplotu (>50 °C), která způsobuje snížení ostrosti (obsah kapsaicinu).

### **3.9 Metody stanovení kapsaicinoidů v chilli papričkách**

#### **3.9.1 Organoleptické stanovení pálivosti**

Od roku 1912 je popsáno mnoho metod pro testování štiplavosti (ostrosti, pálivosti) nebo obsahu kapsaicinu v sušených, zpracovaných, či čerstvých chilli papričkách (Pruthi, 2003). V roce 1912 byl stanoven základní postup hodnocení ostrosti pomocí organoleptické metody v roce W. L. Scovillem.

Metoda je založena na senzoričtém vyhodnocování využití množství cukru k neutralizaci pálivosti paprik. Ředěný extrakt papriky je variabilně ředěn roztokem cukru a testuje se zvyšující se koncentrace cukerného roztoku. Poslední nejvyšší ředění, pro které je stále vnímaná pálivost, je považováno za měřítko hodnoty ostrosti.

Největší nedostatek organoleptického Scovilleho testu je jeho nepřesnost, protože se spoléhá na lidskou subjektivitu (Mohammad et al. 2014). Degustátor musí být vycvičen k testování a pálivost mnoha vzorků ho může ovlivnit a pozměnit tak výsledky testu. Degustátoři také nejsou schopni rozlišit mezi různými kapsaicinoidy, proto byl organoleptický Scovilleův test nahrazen instrumentálními metodami.

##### **3.9.1.1 Scovilleho stupnice pálivosti**

Scovilleho jednotky pálivosti (dále jen „SHU“) jsou vypočteny dle vzorce:

$$1 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ kapsaicinu} = 0,001 \text{ mg.g}^{-1} = 16 \text{ SHU (Mohammad et al. 2014).}$$

SHU pro čistý kapsaicin je uváděn jako  $16\text{--}17 \times 10^6$  (Lapčík a kol. 2011). Hodnoty Scovilleho stupnice pálivosti pro různé chilli odrůdy paprik jsou uvedeny v Tabulce 5.

Tabulka 5: Scovilleho stupnice pálivosti pro vybrané druhy papriček (upraveno podle Chile Pepper Institute 2019)

Typ chilli papričky	Druh	Scovilleho stupnice
Sweet bell pepper	<i>C. annuum</i>	0
Pimento	<i>C. annuum</i>	0–500
Ancho	<i>C. annuum</i>	1 000–1 500
Jalapeño	<i>C. annuum</i>	500–5 000
Serrano	<i>C. annuum</i>	5 000–25 000
Aji	<i>C. baccatum</i>	15 000–30 000
Tabasco	<i>C. frutescens</i>	30 000–120 000
Cayenne	<i>C. annuum</i>	30 000–50 000
Rocoto	<i>C. pubescens</i>	50 000–100 000
Thai pepper	<i>C. annuum</i>	50 000–150 000
Habanero	<i>C. chinense</i>	100 000–350 000
Bhut Jolokia	<i>C. chinense</i>	1 001 304
Trinidad Scorpion Moruga	<i>C. Chinense</i>	max 2 009 231
Carolina Reaper	<i>C. chinense</i>	max 2 200 000
Dragon's Breath	<i>C. chinense</i>	max 2 480 000

Scovillova tabulka je dělena do pěti úrovní ostrosti dle Nwokema et al. (2010) následně:

- Nepálivý (0–700 SHU)
- Mírně pálivý (700–3 000 SHU)
- Středně pálivý (3 000–25 000 SHU)
- Velmi pálivý (25 000–70 000 SHU)
- Velmi silně pálivý (> 80 000 SHU)

Až do nedávné doby držela světový rekord pro nejpálivější odrůdu chilli Carolina Reaper ze Severní Ameriky, která měla přibližně 2 200 000 SHU. Nicméně nová odrůda papričky „Dračí

Dech“, vypěstovaná velšským farmářem a byla v roce 2017 korunována na nejostřejší na světě. Stupeň pálivosti byl stanoven ve výši 2 500 000 SHU.

### 3.9.1.2 Profil pálivosti

Profil pálivosti chilli papriček byl vyvinut Dr. Paulem Boslandem (1988), ve snaze popsat pocit ostrosti, který člověk pociťuje při konzumaci. Tento profil je založen na zodpovězení otázek z pěti různých tématických okruhů.

- Vývoj pálivosti: Je pálivost pociťována okamžitě nebo je opožděná o 5, 15 nebo 30 sekund?
- Trvání pálivosti: Trvá krátkou dobu, rychle mizí, nebo trvá mnoho minut či dokonce hodiny?
- Místo pálivosti: Kde v ústech je ostrost pociťována? Je to na rtech před ústy, na špičce jazyka, uprostřed patra či v hrdle?
- Pocit pálivosti: Je ostrost jako špendlík nebo zeď, jako by se na ni namalovalo štětcem?
- Intenzita pálivosti: Je pálivost mírná, střední, silná nebo velmi silná? (Bosland et al. 1988).

Soubory všech odpovědí se pro různé odrůdy liší, proto je také konzumace chilli papriček lidmi tolik oblíbená. Populární jsou i soutěže v ochutnávání.

### 3.9.2 Metody extrakce kapsaicinoidů

Extrakce na pevné fázi je velmi důležitou metodou při přípravě chromatografického vzorku. Tato metoda může redukovat množství kontaminantů v analytickém procesu stanovení kapsaicinoidů.

Stoica et al. (2015) použili k extrakci kapsaicinu ethanol, methanol, aceton a acetonitril. 25 g prášku chilli papriky bylo extrahováno 300 ml organického rozpouštědla za použití



Soxhletovy metody po dobu 5 hodin. Teplota byla nastavena tak, aby proběhlo alespoň 40 cyklů. Rozpouštědla byla odpařena na rotační vakuové odparce při 40 °C. Das et al. (2015) provedli extrakci kapsaicinu rovněž pomocí různých rozpouštědel. Prášek z chilli papriček byl extrahován rozpouštědlem s použitím Soxhletova přístroje, dokud nebyla tkáň odbarvena, po dobu přibližně 8 hodin při teplotě 60 °C. Získané extrakty byly zkoncentrovány na konečný objem 2 ml lyofilizací.

Amruthraj et al. (2014) extrahovali chilli prášek směsí acetonu s acetonitrilem v poměru 1 gram chilli : 10 ml směsi rozpouštědla. Směs byla umístěna do 120 ml skleněných lahví, které byly uzavřeny a umístěny při teplotě 65 °C do vodní lázně, kde byly ponechány po dobu jedné hodiny za občasného promíchání. Poté byly vyjmuty z vodní lázně a ochlazeny v pokojové teplotě. Supernatant byl centrifugován a filtrován přes filtrační papír. Filtráty byly odpařeny do sucha a získaný surový produkt byl skladován při 5 °C v chladničce až do doby analýzy.

V další metodě byly zelené chilli papričky sušeny a namlety. 2 g chilli prášku z plodu, 2 g chilli prášku ze stonku a 2 g chilli prášku ze semen byly extrahovány chloroformem při 60-62 °C po dobu 20 minut a následně zfiltrovány. Zbytek na filtru byl několikrát promyt, dokud se filtrát nestal bezbarvým. Finální objem byl upraven na 10 ml (Bhuvaneshwari et al. 2013).

### 3.9.3 HPLC metoda

HPLC je zkratka pro vysokoúčinnou kapalinovou chromatografii (angl. high-performance liquid chromatography), tj. chromatografickou techniku, sloužící k separaci složek vzorku za účelem stanovení jejich přítomnosti i koncentrace ve vzorku, popř. i k izolaci jednotlivých složek směsi (tzv. preparativní chromatografie). Separační dělicí metody jsou založeny na rozdílné distribuci dělených látek mezi dvě různé nemísitelné fáze. Zvyšují selektivitu a specifickou v analytické chemii. Lze je využít pro kvalitativní i kvantitativní analýzu (tj. důkaz, identifikaci a stanovení) (Wesołowska et al. 2011).

Pomocí HPLC mohou výrobci nyní přesně měřit množství kapsaicinu ve svých produktech, ať už je to pálivá omáčka nebo topická pleťová voda používaná jako prostředek proti bolesti. Použitím metody HPLC může výrobce spotřebního zboží přesněji sledovat a kontrolovat vyhodnocení s pomocí Scovilleho stupnice pálivosti v každé dávce produktu (Lyu et al. 2019).

Analýza markerů rodu *Capsicum sp.* je neustále prováděna pro jeho farmakologické účinky. Kvantitativní analýza kapsaicinu v etanolovém extraktu odrůd *Capsicum sp.* se provádí za účelem

určení nejlepších druhů plodů z chilli jako surovin pro výrobu kapsaicinu. Westerterp-Plantenga et al. (2005) uvádí, že právě vysokoúčinná kapalinová chromatografie je jednou z nejlepších metod, které mohou oddělit a identifikovat sloučeninu ve směsi.

Existuje více různých postupů užití HPLC k detekci kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v paprikách. Thapa et al. (2009) používal HPLC-UV detektor pro analýzu kapsaicinu v 16 druzích *Capsicum* v Nepálu. Vysokorychlostní protiproudová chromatografie se aplikuje na rychlé oddělení kapsaicinu v *Capsicum sp.* (Garcés-Claver et al. 2006).

HPLC na reverzní fázi byla provedena například Musfirohem et al. (2013) pro kvalitativní a kvantitativní analýzu kapsaicinu pomocí kolony C18. Mobilní fází při stanovení kapsaicinoidů byl acetonitril. Tato a všechny výše uvedené studie měly výborné výsledky.

#### **3.9.4 TLC analýza**

Chromatografie na tenké vrstvě (zkratka TLC z anglického Thin layer chromatography) je rychlou analytickou metodou. V principu jde o rozdělování jednotlivých látek mezi postupující pohyblivou (mobilní) fází rozpouštědla a pevnou (stacionární) fází tenké vrstvy (Garcés-Claver et al. 2006). Chromatografii na tenké vrstvě ke stanovení kapsaicinoidů použili Amruthraj et al. (2014) a Das et al. (2015).

### **3.10 Využití rodu *Capsicum***

#### **3.10.1 Potraviny (čerstvé, sušené a zpracované)**

Papričky se obecně konzumují ve dvou hlavních formách, jako potraviny čerstvé, sušené nebo zpracované nebo jako účinné složky lékařských výrobků. Spotřeba chilli papriček je úzce spojena s kulturou a stravou. Kuchyně Thajska, Indie, Koreje, Mexika a několika dalších zemí, je využívají jako hlavní přísady a jsou tak celosvětově proslavené svým charakteristickým kořením. Ze všech částí rostliny plod chilli paprik, jako zelenina a přísada, přináší nejvyšší ekonomickou hodnotu. Listy rostliny jsou však také v některých kulturách konzumovány jako listová zelenina. Papriky jsou rovněž důležité v potravinářském průmyslu v podobě nakládaných papriček, omáček a mletého koření.

Nedávno byla zveřejněna zajímavá studie, která byla zaměřena na 16 000 obyvatel Severní Ameriky, kteří dokončili vyplňování dotazníků o potravinách po téměř dvaceti letech. Během této doby cca 5 000 z nich zemřelo. Zjistilo se, že u těch, kteří konzumovali hodně červených pálivých chilli paprik, došlo k 13 % méně úmrtí během tohoto období než u těch, kteří je nekonzumovali (Chopan & Littenberg 2017).

#### **3.10.2 Aktivní složka v průmyslových a lékařských výrobcích**

*Capsicum sp.* a jeho deriváty mají extrémně rozmanité využití v tradičních léčivech, potravinářských přídatných látkách, léčivech a zdraví prospěšných přípravcích, jsou také využívány pro ochranu proti škůdcům v zemědělských oblastech, kosmetických přípravcích (jako činidla k úpravě pokožky, externí analgetika, látky podporující tvorbu pokožky) a jako vonné složky (Bosland & Votava 2000).

##### **3.10.2.1 Analgetikum**

Kapsaicin byl schválen Evropskou unií a americkým Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration, FDA) jako lék pro lokální léčbu neuropatické bolesti, přičemž jeho analgetické působení je závislé na dávce. Kapsaicin je používán pro léčbu dalších bolestivých

stavů a poruch, jako je chronický revmatický stav bolesti, postherpetická neuralgie, bolestivá diabetická neuropatie a osteoartritida (Caterina et al. 2000).

Například Qutenza® je lokální náplast obsahující 8 % kapsaicinu, schválená EU a Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv v roce 2009 a je indikovaná k léčbě neuropatické bolesti spojené s postherpetickou neuralgií (Tiwari et al. 2012).

### 3.10.2.2 Antimikrobiální účinky

Cichewicz & Thorpe (1996) uveřejnili průzkum mayského lékopisu, který prokázal, že tkáně druhů *Capsicum sp.* jsou zahrnuty do řady bylinných prostředků pro různé nemoci s pravděpodobným mikrobiálním původem. Pomocí filtrového kotoučového testu byly testovány pro jejich antimikrobiální účinky hladké a zahřáté vodné extrakty z čerstvých *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* a *Capsicum pubescens* s patnácti druhy bakterií a jedním druhem kvasinek.

Pálivá paprika také inhibuje růst *Helicobacter pylori*, který způsobuje žaludeční vředy – to podporuje tradiční využití při léčbě průjmů infekčního původu. Kapsaicin a dihydrokapsaicin byly rovněž testovány na jejich antimikrobiální účinky. Bylo zjištěno, že vykazují různé stupně inhibice proti *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium tetani* a *Streptococcus pyogenes* Westerterp–Plantenga et al. (2005).

Výrobky z papriček mohou být použity k rozvoji nových a bezpečných výrobků, které by mohly být použity jako antimikrobiální činidla pro konzervaci potravin a ke kontrole patogenů v potravinách a výrobcích. Tím by se omezilo použití jiných syntetických konzervačních látek, jako je dusitan, benzoát sodný nebo disiričitan sodný, které byly příležitostně spojeny s alergickými reakcemi a potenciální tvorbou nitrosaminů (Nazzaro et al. 2009).

Studie Bacon et al. (2017) uvádí silnou antimikrobiální aktivitu, zejména proti *L. monocytogenes*, z *Capsicum annuum* odrůdy Jalapeño. Tito autoři také uvádí specifickou antimikrobiální aktivitu kapsinosidů, analogů kapsaicinoidů, proti gram pozitivním bakteriím. To může být způsobeno jejich kapacitou chelatačního vápníku, minerálu, který ovlivňuje vývoj biofilmu.

V souladu s těmito výsledky Careaga et al. (2003) uvádějí, že minimální inhibiční koncentrace extraktu *Capsicum annuum* 1,5 ml.100 g<sup>-1</sup> v mletém hovězím masu zabraňuje růstu *Salmonelly typhimurium*.

### **3.10.2.3 Antioxidační účinky**

Papričky jsou významné svými antioxidačními vlastnostmi. Mezi antioxidanty obsažené v rodu *Capsicum* se řadí vitamín C, karotenoidy, polyfenoly, flavonoidy a kapsaicinoidy. Tyto látky mohou snížit škodlivé oxidační reakce v lidském těle. Jedním z hlavních mechanismů je vázání volných radikálů, dalším je ochranné působení β-karotenu.

Studie Zimmer et al. (2012) naznačuje, že *Capsicum baccatum* obsahuje potenciální antioxidační a protizánětlivé sloučeniny, které by mohly sloužit jako léky proti oxidačním a zánětlivým patologickým procesům v lékařských chemických studiích.

Použití papriky v potravinách může významně snížit rozklad cholesterolu a degradaci dokosahexanové kyseliny (DHA) během vaření. Inhibuje také vznik toxických oxidačních produktů, které by mohly způsobit nepříjemné aroma, zhoršení kvality potravin a mohly by zvýšit riziko koronárních srdečních onemocnění a rakoviny (Sun et al. 2007).

Ačkoli je většina studií, zabývajících se antioxidační aktivitou rodu *Capsicum*, zaměřena na lipofilní složky, jako jsou karotenoidy, hydrofilní extrakty, obsahující hlavně fenolové kyseliny a flavonoidy, jsou také vysoce účinné jako antioxidanty. Zabraňují degradaci deoxyribózy v DNA *in vitro*, proto mají potenciál pro zachování dobrých životních podmínek lidského zdraví (Materska & Perucka 2005).

### **3.10.2.4 Pozitivní účinky na metabolismus a snížení hmotnosti**

Další role kapsaicinu v potravinách, objevena v posledních letech v důsledku narůstajícího empirického výzkumu, naznačuje, že chilli paprika může potenciálně pomáhat lidem regulovat jejich váhu, buď zvýšením rychlosti metabolismu, nebo snížením celkového příjmu energie (Janssens et al. 2013).

Bylo potvrzeno, že kapsaicin inhibuje transkripci genů zodpovědných za adipogenezi a akumulaci tukové tkáně. Dále stimuluje transkripci genů proteinů souvisejících s termogenezí. Také zvyšuje produkci tepla stimulací sekrece epinefrinu a norepinefrinu z nadledvinek. Navíc ovlivňuje transkripci genů odpovědných za produkci enzymů katalyzujících redukcí tuku, což vede k redukcí obsahu tukové tkáně a poklesu tělesné hmotnosti (Joo et al. 2010).

Yoshioka et al. (1995) například uvádí, že spotřeba červené chilli papriky vedla k dočasnému zrychlení metabolismu mužů testovaných v jedné studii, zatímco v druhé studii lidé po požití červeného chilli konzumovali méně tuku (Yoshioka et al. 2004).

Jansens et al. (2014) svou studií, založenou na přidávání kapsaicinu do diety potvrdili, že právě přidávání kapsaicinu do stravy zvyšuje sytost a plnost a má tendenci bránit přejídání, pokud je příjem potravy *ad libitum*. Po večeři kapsaicin omezuje chuť k jídlu.

V současnosti je pochopitelný rostoucí zájem o kapsaicinovou roli při potenciální pomoci lidem snížit jejich energetický příjem, a vzhledem k rostoucímu celosvětovému nárůstu obezity. Podle Dulloa (2017) by mohlo koření bohaté na kapsaicinoidy představovat novou třídu dietních složek s sympatomimetickými termogenními účinky.

### **3.10.2.5 Kosmetické aplikace**

Přísady získané z chilli papriček se v současné době používají jako součást nutricosmetik nebo kosmeceutik, hlavně jako antioxidant a analgetikum, aplikovaných orálně nebo lokálně. Pokud jde o prevenci a léčbu kožního onemocnění, topická aplikace terapeutického činidla je nejběžnější v nízkých dávkách několikrát denně, v závislosti na stavu kůže (Tiwari et al. 2012).

Paprikové extrakty bohaté na karotenoidy, zejména zeaxanthin a lutein, jsou použity s komplementárními složkami v komerčně dostupných produktech, jakými jsou obličejové sérum a denní výživový doplněk pro zdravou pleť. V tomto smyslu Palombo et al. (2007) prokázali, že kombinovaná léčba se zeaxantinem a luteinem zvyšuje pružnost kůže a výrazně ji hydratuje ve srovnání s léčbou izolovanými sloučeninami.

Klinická studie léčby dávkou více než 24 mg karotenoidů denně po dobu nejméně 12 týdnů prokázala ochranné účinky proti erytému vyvolanému UV zářením (Heinrich et al. 2003).

### **3.10.2.6 Další využití**

Kapsaicin je také denně využíván k léčbě diabetické neuropatie, revmatoidní artritidy a v malých dávkách v jakémkoli stavu (čerstvé, sušené chilli papričky apod.) je potencionálně antikarcinogenní (Presser 2009). Je užíván k léčbě bolesti dolní části zad a akutní tonzilitidy (Spiller et al. 2008; Wiesenauer 1998). Předpokládá se, že je stimulantem trávicího systému a působí v prevenci poškození GI při užívání hodinu před aspirinem (Teklehaymanot 2009). Další pozitivní účinky může mít kapsaicin na oběh a vysoký krevní tlak, snížení cholesterolu, snížení tendence k srážení krve, snížení agregace trombocytů a zvýšení fibrinolytické aktivity, prevenci nebo léčbu arteriosklerózy a srdečních chorob (Presser 2009).

### **3.10.3 Obranné spreje**

Oleoresin capsicum (dále jen „OC“) označuje pryskyřici obsahující kapsaicinoidy. Tato pryskyřice je hojně využívaná pro výrobu slzných sprejů a získává se z placenty chilli paprik, která je umístěna pod stonkem. Koncentrace oleoresinu ve spreji se pohybuje od 1 % do 15 % v závislosti na výrobci. Tento sprej po vstříknutí do oblasti očí způsobuje bolest a znemožňuje je po dlouhou dobu znovu otevřít (Smith 2002).

I když existují rozsáhlé studie týkající se toxikologie a farmakologie kapsaicinu, existuje jen málo studií, zabývajících se pryskyřicí Oleoresin capsicum. To může být proto, že je často používán v potravinách a je obecně považován za látku s minimální toxicitou (Olajos & Salem 2001).

#### **3.10.3.1 Studie vlivu oleoresinu capsicum na zdraví**

Studie na zvířatech ukazují degeneraci trigeminu rohovky nervových vláken po subkutánních injekcích kapsaicinu do krve myši a dlouhé hojení rohovky (Shimizu et al. 1987).

U lidí expozice OC vedla k přechodnému snížení citlivosti rohovky, poškození a nekróze fokálních epiteliálních buněk, limbální ischemii, neovaskularizaci rohovky a dočasnému otoku rohovky epitelu (Vesaluoma et al. 2000).

V některých případech vede pepřový sprej k trvalému snížení zrakové ostrosti v důsledku opožděného omytí oka vodou.

U 47 lidí, kteří byli vystaveni oleoresinu capsicum a vyšetřování Zollmanem (2000) se snížená citlivost rohovky vrátila na výchozí hodnotu po 1 týdnu. Přestože se zdá, že expozice OC způsobuje malou až žádnou škodu v dobře řízeném experimentálním prostředí, v reálném životě byl spojen se závažnějšími účinky.

Brown (2000) zjistil, že oleoresin způsobil erozi rohovky u 7 % pacientů ve vězeňské nemocnici a v dalších případech došlo k poruchám rohovky a vzniku vředů, v závažných případech pak ke kompletním epiteliálním defektům a defektům spojivek následovaných neurotrofickou povrchní keratitidou.

Holopainen (2003) popsal, že jeden z jeho pacientů byl vystaven pouze rozpouštědlu bez přítomnosti OC a došlo u něj k trvalým následkům, což naznačuje, že toxické rozpouštědlo může být částečně zodpovědné za nežádoucí účinky.

V Americe, kde jsou pepřové spreje běžně používaným obranným prostředkem policie, vedlo jeho použití k několika úmrtím. Jedno z úmrtí, připisovaných této látce, bylo v případě astmatického záchvatu, po němž pitva odhalila závažné poškození plicního epitelu (Steffee et al. 1995).

Studie Topraka et al. (2015) prokázala, že ve třech z deseti případů byl OC primární příčinou smrti a sekundární v dalších třech případech. Jeden z případů se týkal 24letého muže, který se dostal do hádky s policistou v restauraci během čekání na jídlo. Následně byl na něj použit 7 až 12krát obranný sprej. Subjekt po 12 minutách zemřel, pitva ukázala poškození průdušek v důsledku aplikace spreje.



### **3.11 Proč mají lidé rádi pálivá jídla?**

Rozdíly ve vnímavosti pálivé chuti lidmi jsou tak velmi individuální, až je to pozoruhodné. Důležité je, že tyto rozdíly se netýkají pouze hédonické reakce na kapsaicin, ale také sensoricko-diskriminačního hodnocení vnímané intenzity. Výzkum naznačuje, že individuální náchylnost k získání záliby pro pálení kapsaicinu závisí na řadě genetických, osobnostních a kulturních faktorů (Dalton & Byrnes 2016). Předpokládá se, že roli zde mohou také hrát individuální rozdíly v toku slin (Nasrawi & Pangborn 1990).

Finská studie 331 párů dospělých dvojčat odhalila, že 18–58 % preferencí pálivých jídel lze vysvětlit sdíleným genetickým vlivem. Podle některých výzkumníků se zdá, že osobnostní rysy (například emoční citlivost) hrají roli v oblíbě pálivosti (Byrnes & Hayes 2013). Naopak Ludy & Mattes (2012) tvrdí, že je to expozice, nikoliv osobnost, která nejlépe předpovídá individuální oblību v koření.

Obecně platí, že muži mají větší tendenci prokazovat sklony k orálnímu pálení spojenému s chilli paprikami než ženy (Alley & Burroughs 1991; Byrnes & Hayes 2015).

Nedávno bylo prokázáno, že endogenní hladiny testosteronu ve slinách předpovídají konzumaci kořeněných potravin. Studie se zúčastnilo 114 mužských účastníků a byla jim nabídnuta bramborové kaše spolu s Tabasco omáčkou a solí. Účastníci byli vyzváni, aby své jídlo libovolně dochutili jakýmkoliv množstvím těchto ochucovadel. Výsledky ukázaly, že slinný testosteron byl korelován s množstvím Tabasca, které muži přidali k jejich jídlu a s jejich preferencí kořenitosti jídla. Naopak, žádná obdobná korelace nebyla pozorována v případě soli (Bègue et al. 2015).

Některé zdroje uvádějí, že lidé se sdružují ve větších skupinách za účelem spotřeby vysoce pálivého koření, které v jistém smyslu chtějí nebo na něm jsou dokonce „závislí“. To nazývají endorfinovým hitem, podobně jako maratónský běh (Byrnes & Hayes 2016). Podle Rozina (1987) může vést perorální hoření k uvolnění endogenních opioidů (vzniká citová senzace). Toto tvrzení bylo mnohokrát potvrzeno jinými zdroji.

V posledních letech roste povědomí o potenciální roli chilli v potravě. Konzumace chilli podporuje zdraví, blahobyt, a možná také pomáhá lidem kontrolovat jejich chuť k jídlu, a tím ovlivňuje jejich váhu a riziko vzniku obezity. To vede k vyššímu zájmu o konzumaci pálivých paprik.

## 4 MATERIÁL A METODY

### 4.1 Materiál

Byly analyzovány vzorky domácích rozemletých chilli papriček rodu *Capsicum*, charakterizované v kapitole 3.5 „Popis vybraných odrůd chilli papriček”.

#### 4.1.1 Vzorky spolku Nezvěstické chillihraní

15 kultivarů chilli papriček různých druhů bylo získáno od spolku Nezvěstické chillihraní, které se věnuje pěstování více než 100 odrůd papriček. Vzorky byly získány ve stavu již homogenizovaného lyofilizovaného prášku, uchovaného ve skleněných zkumavkách (viz Obrázek 27).

Osivo bylo zakoupeno od renomovaných firem, například Seminka-chilli.cz, u kterých je vysoká pravděpodobnost tzv. „čistých” odrůd. Rostliny různých druhů, z jejichž plodů byla posléze vyjmuta semínka na prodej (na další sezónu), nebyly pěstovány společně, nýbrž byly mezi jednotlivými druhy dodrženy izolační vzdálenosti čítající desítky metrů (jednodruhová pěstební stanoviště byla od sebe vzdálena).

Klíčení osiva bylo dosaženo v lednu až únoru roku 2018 při teplotě 25–30 °C, po vyklíčení byla teplota snížena na 18–20 °C při vysokém denním světle a sazenice byly posléze zasázeny do menších květináčů. Do skleníků byly rostliny zasázeny okolo 15. května, kde byla teplota udržována mezi 25 až 35 °C.

Byla užitá lehká humózní půda se zásaditým pH a ke hnojení byl použit přípravek Symbivit, který obsahuje mykorhizní houby. Rostliny byly zalévány dostatečným množstvím vody po celou dobu růstu, avšak při dozrávání plodů byl přísun vody snížen za cílem zvýšení finální pálivosti.

Každá odrůda dosáhla plné zralosti plodů v jiném termínu a některé druhy rodu *C. chinense* nebo *C. pubescens* dosáhly plné zralosti po více než 100 dnech pěstování ve skleníku, tzn. v říjnu až listopadu.

Analyzovány byly následující odrůdy: Big Black Mama, Brazilian Ghost Chocolate, CGN 21 500, Dorset Naga, Fatali Yellow, Habanero Long Hot, Habanero Orange z roku 2017 zamražené, Habanero Orange z roku 2018, Habanero Red Savina, Malaysian Goronong, Maraba

Orange, Scotch Bonnet Chocolate, Sugar Rush Peach, 7 Pot White, 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate.



Obrázek 28: Vzorky spolku Nezvěstické chillihraní (Autor práce)

#### 4.1.2 Vzorky domácích chilli papriček

Dalších deset experimentálních vzorků bylo získáno po vysušení vlastních v domácích podmínkách vypěstovaných chilli papriček, které byly zakoupeny v podobě sazenic od Fakulty tropického zemědělství ČZU v Praze a pěstovány od konce dubna do začátku listopadu roku 2018 ve skleníku v Třeboni. Rostliny byly nejdříve zasázeny do menších květináčů a po uplynutí jednoho měsíce (konec května) přesazeny do půdy dle doporučených rozestupů rostlin. Byl použit běžný zahradnický substrát společně s kompostovanou zemí. Jednou za 14 dní byly rostliny přihnojeny kapalným Hoštickým hnojivem na rajčata a papriky, obohaceným guánem, které má složení: 7 % N + 4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 6 % K<sub>2</sub>O.

Rostliny chilli papriček byly zalévány dostatkem vody v celém období, avšak bylo třeba dávat pozor na převlažování. Zejména v letním období teploty v některých dnech dosahovaly vysokých hodnot, těmto podmínkám bylo třeba pěstování uzpůsobit, tzn. neustále větrat a zavlažovat rostliny.

Každá odrůda dosahovala úplné zralosti plodů v jiném období, od září do konce října nebo až v listopadu (v tomto případě bylo třeba rostliny přesadit a umístit do domácího prostředí na místo s vyšším přísunem světla).

Analyzovány byly následující odrůdy: Bishop's Crown, Bird's Eye, Brazilian Starfish, Cayenne Red, Cayenne Yellow, Jamaican Yellow, Little Elf, Little Finger Orange, Naga Morich, Rocoto Red.

#### **4.2 Použité přístroje, zařízení a pomůcky**

- Váha KERN EG420-3NM, výrobce Kern & Sohn (SRN)
- Běžné laboratorní sklo: kádinky, odměrné válce, skleněné tyčinky
- Sušárna Venticell 111 – Komfort, výrobce BMT – Brněnská Medicínská Technika a.s. (ČR)
- Sušárna Binder, výrobce Binder (SRN)
- Lyofilizátor STERIS, výrobce STERIS (USA)
- Mlýnek Bosch MKM6003
- Chromatografické zařízení Waters e2695- Separation module (separační modul), Alliance (USA)
- Detektor diodového pole Waters 996 PDA (USA)
- Injekční stříkačky Luer-slip plastic syringe, 3 ML, dodavatel Chromservis (SRN)
- Filtry PVDF 30 mm, 0,45 µm, dodavatel Chromservis (SRN)
- Kapátka
- Plastové lžičky
- Vialky 12x32, 11 mm, uzávěry vialek, Thermo-scientified (USA)
- Software EMPOWER (USA)
- Přístroj na přípravu deionizované vody Millipore (SRN)

#### **4.3 Použité chemikálie**

- 100% kyselina octová (Glacial acetic acid), Sigma – Aldrich, p.a., (USA)
- 96% ethanol, Lachner, p.a., (ČR)
- Acetonitril pro HPLC – gradient grade, Sigma – Aldrich, p.a., (USA)
- Deionizovaná voda

#### **4.4 Příprava vzorků**

Vzorky čerstvých plodů, v domácích podmínkách vypěstovaných odrůd chilli papriček, byly nakrájeny na malé části a včetně semen sušeny při konstantní pokojové teplotě 23 °C po dobu 2 týdnů. Dodatečně byly sušeny v laboratorní sušárně Binder po dobu dvou dnů při teplotě 40 °C. Následně byly vzorky uloženy do uzavíratelného polyethylenového sáčku a skladovány na tmavém místě v pokojové teplotě. Před analýzou byly plody vzorků včetně semínek rozemlety v kávovém mlýnku Bosch a znovu uloženy do uzavíratelných polyethylenových sáčků.

Všechny vzorky chilli paprik dodaných spolkem Nezvěstické chillihraní byly získány již v podobě homogenizovaného lyofilizovaného prášku uchovaného ve skleněných zkumavkách s pevným uzávěrem viz Obrázek 28. Vzorek odrůdy Big Black Mama byl dodán ve větší skleněné dóze se šroubovacím víkem. Před homogenizací byly plody zbaveny semínek.

Následující postup byl stejný pro všechny vzorky. Přibližně 2 g vysušeného nebo lyofilizovaného vzorku bylo naváženo na analytických vahách s přesností na 3 desetinná místa a převedeno do uzavíratelných skleněných vzorkovnic ( $V = 250$  ml). Ke vzorku bylo přidáno 20 ml 96% ethanolu a 3 kapky 100% octové kyseliny. Uzavřená vzorkovnice byla 3 hodiny zahřívána při teplotě 75 °C v sušárně Binder, poté zchlazena na pokojovou teplotu. Ze získaného extraktu byl injekční stříkačkou odebrán supernatant, který byl dále zfiltrován přes PVDF filtr přímo do vialky. Takto připravený vzorek bych uchován v lednici při teplotě 5 °C až do doby analýzy.

#### **4.5 Stanovení kapsaicinoidů v rodu *Capsicum* metodou HPLC**

Vlastní stanovení obsahu kapsaicinoidů v různých odrůdách chilli paprik bylo provedeno na kapalinovém chromatografu (HPLC) firmy Waters na koloně s reverzní fází C18 podle postupu použitého v diplomové práci Kracíkové (2015).

Mobilní fáze: 40% acetonitril  $\text{CH}_3\text{CN}$ , 60% deionizovaná voda obsahující 1 % kyseliny octové

Průtok mobilní fáze:  $1,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$

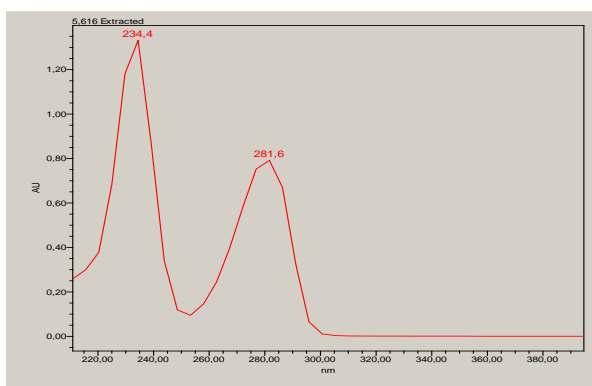
Kolona: typ NOVA PAK C18,  $4 \mu\text{m}$ ,  $150 \times 3,9 \text{ mm}$

Objem nástřiku vzorku: 20  $\mu\text{l}$

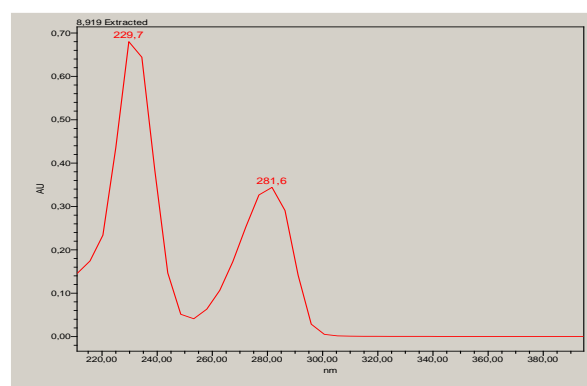
Teplota chromatografické kolony: 30  $^{\circ}\text{C}$

Detektor: Detektor diodového pole (PDA),  $\lambda = 229 \text{ nm}$

Výpočet obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v analyzovaném vzorku byl vyhotoven z plochy píku s pomocí softwaru EMPOWER a z důvodu snadné dostupnosti 2 standardů byly stanoveny pouze kapsaicin a dihydrokapsaicin. Konfirmace kapsaicinu a dihydrokapsaicinu byla provedena na základě změřených absorpčních spekter a absorpčních spekter standardů (Obrázek 29–30).



Obrázek 29: Absorpční spektrum kapsaicinu



Obrázek 30: Absorpční spektrum dihydrokapsaicinu

Koncentrace kvantifikovaných kapsaicinoidů v softwaru EMPOWER jsou uvedeny v  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ . K přepočtu na koncentraci vyjádřenou v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  byl použit následující vztah:

$$c = \frac{c_0 \cdot V}{n}$$

c.....koncentrace kapsaicinoidů ve vzorku vyjádřena v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

$c_0$ .....koncentrace kapsaicinoidů ve vzorku vyjádřena v  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$

V.....objem suspenze vzorku před filtrací (20 ml)

n.....navážka vzorku v g

#### **4.5.1.1 Mez detekce a mez stanovitelnosti**

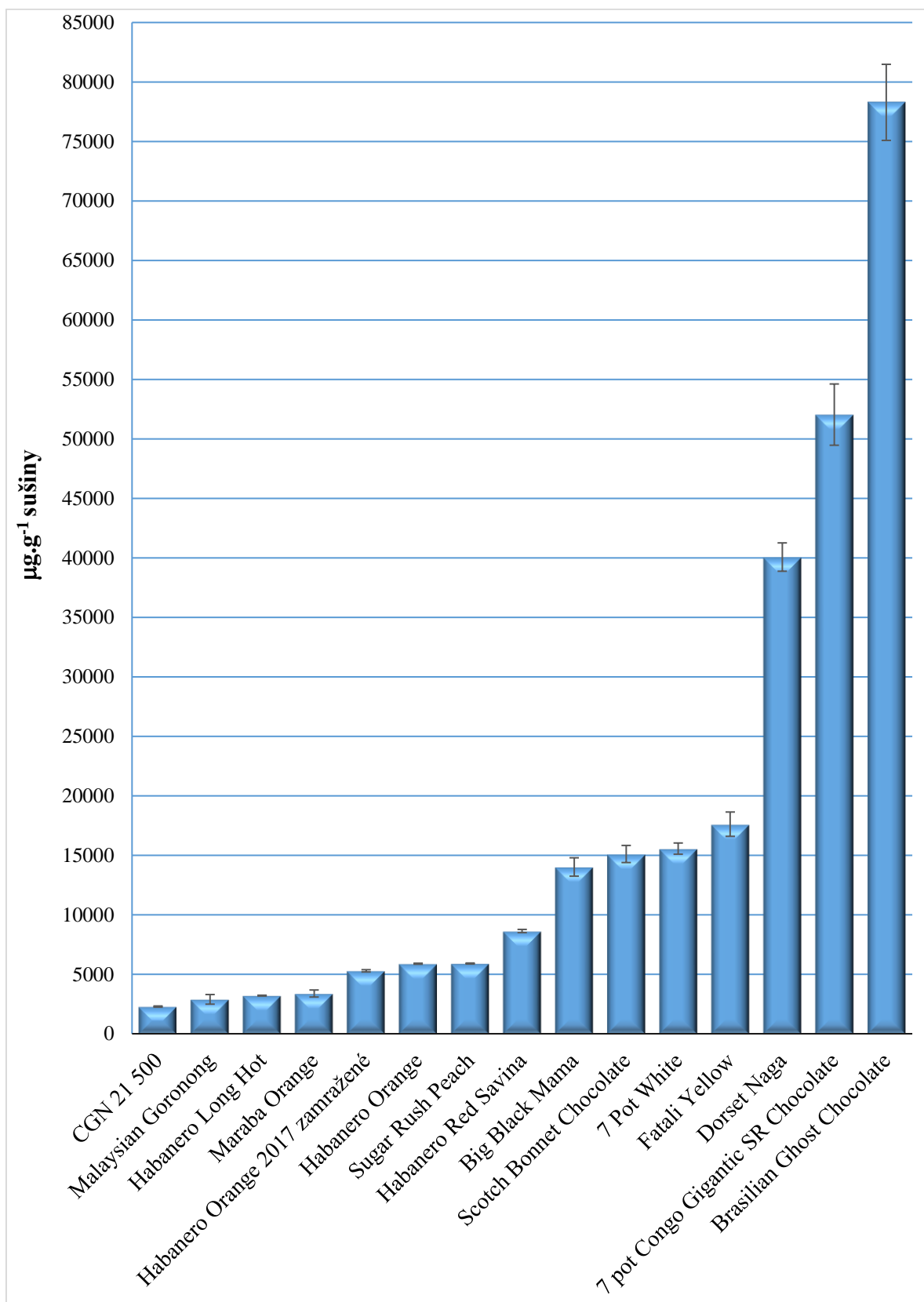
Kalibrační křivka byla proměřena v rozmezí 0,750–75 µg kapsaicinu a dihydrokapsaicinu na ml roztoku. Mez detekce (LOD) byla vyhodnocena z kalibrační závislosti v programu Excel. Mez stanovitelnosti (LOQ) je rovna trojnásobku hodnoty meze detekce, tedy  $LOQ = 11,25 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

## 5 VÝSLEDKY

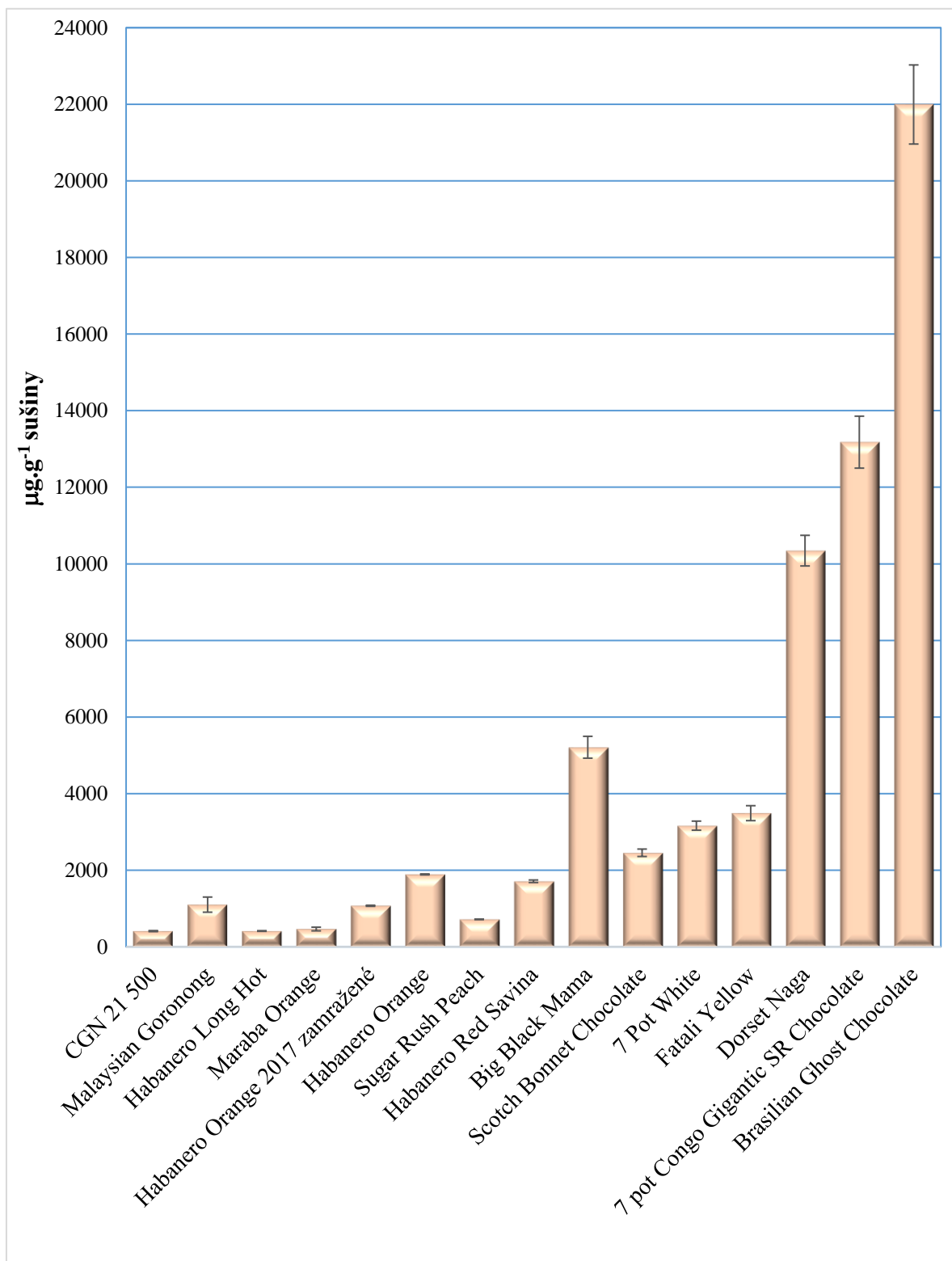
Každý vzorek chilli papriček byl změřen ve třech paralelních opakováních. Experimentálně získané hodnoty obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu byly zprůměrovány a byla vypočtena výběrová směrodatná odchylka. Pokud byl obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu nižší nebo roven mezi stanovitelnosti, je výsledek označen  $\leq$  LOQ.

Hodnoty obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v sušině chilli papriček vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní jsou uvedeny v Příloze I a znázorněny v Grafu 1 a 2. Hodnoty obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v sušině chilli papriček vypěstovaných v domácím prostředí (ve skleníku a následně v domácnosti) jsou uvedeny v Příloze II a znázorněny v Grafu 3 a 4. V Grafech jsou zobrazeny obsahy kapsaicinu a dihydrokapsaicinu ve všech analyzovaných odrůdách kromě odrůdy Bishop's Crown, ve kterém bylo stanoveno množství kapsaicinu a dihydrokapsaicinu pod mezí stanovitelnosti (LOQ).



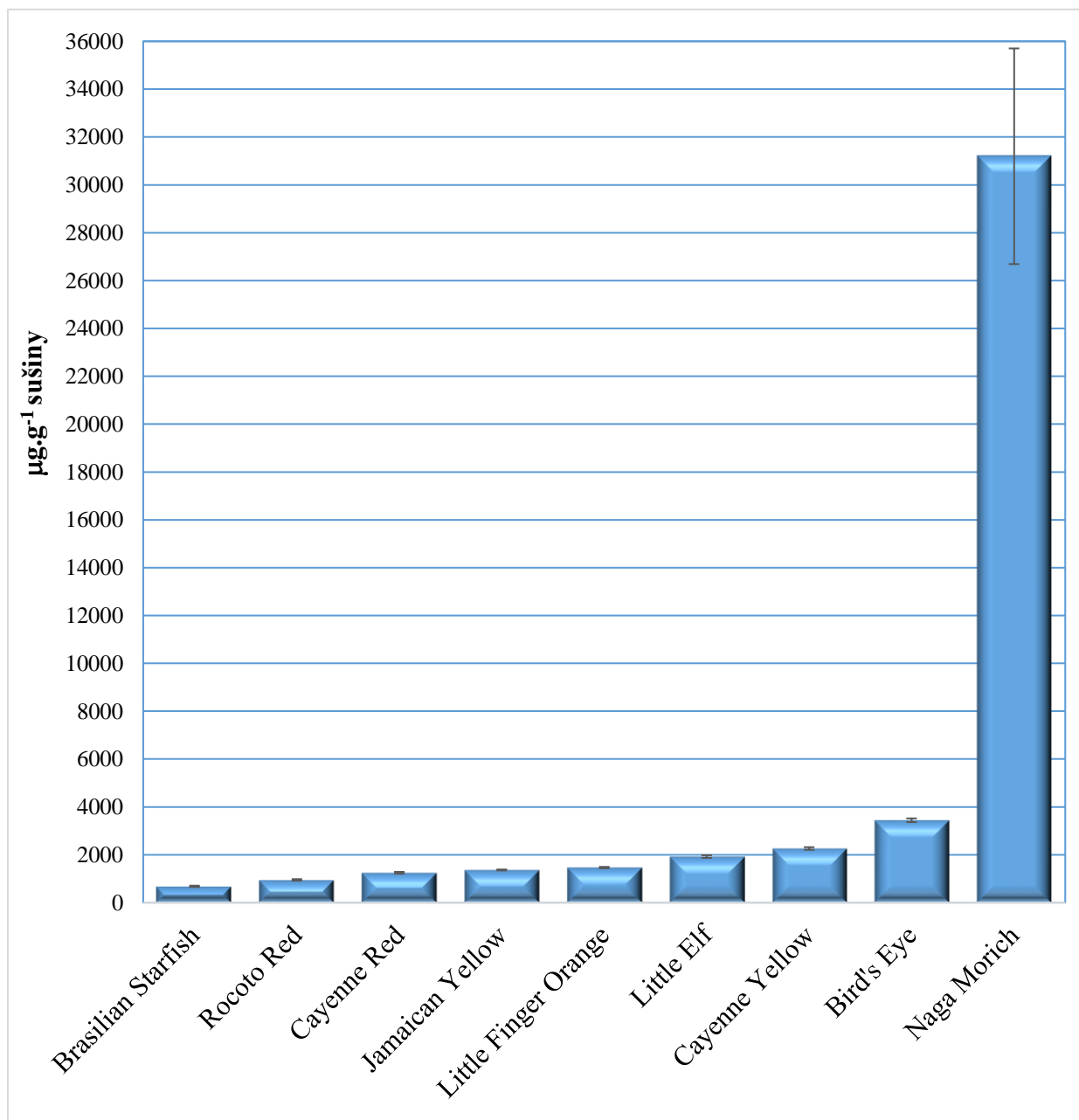


Graf 1: Obsah kapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných společkem Nezvěstické chillihraní

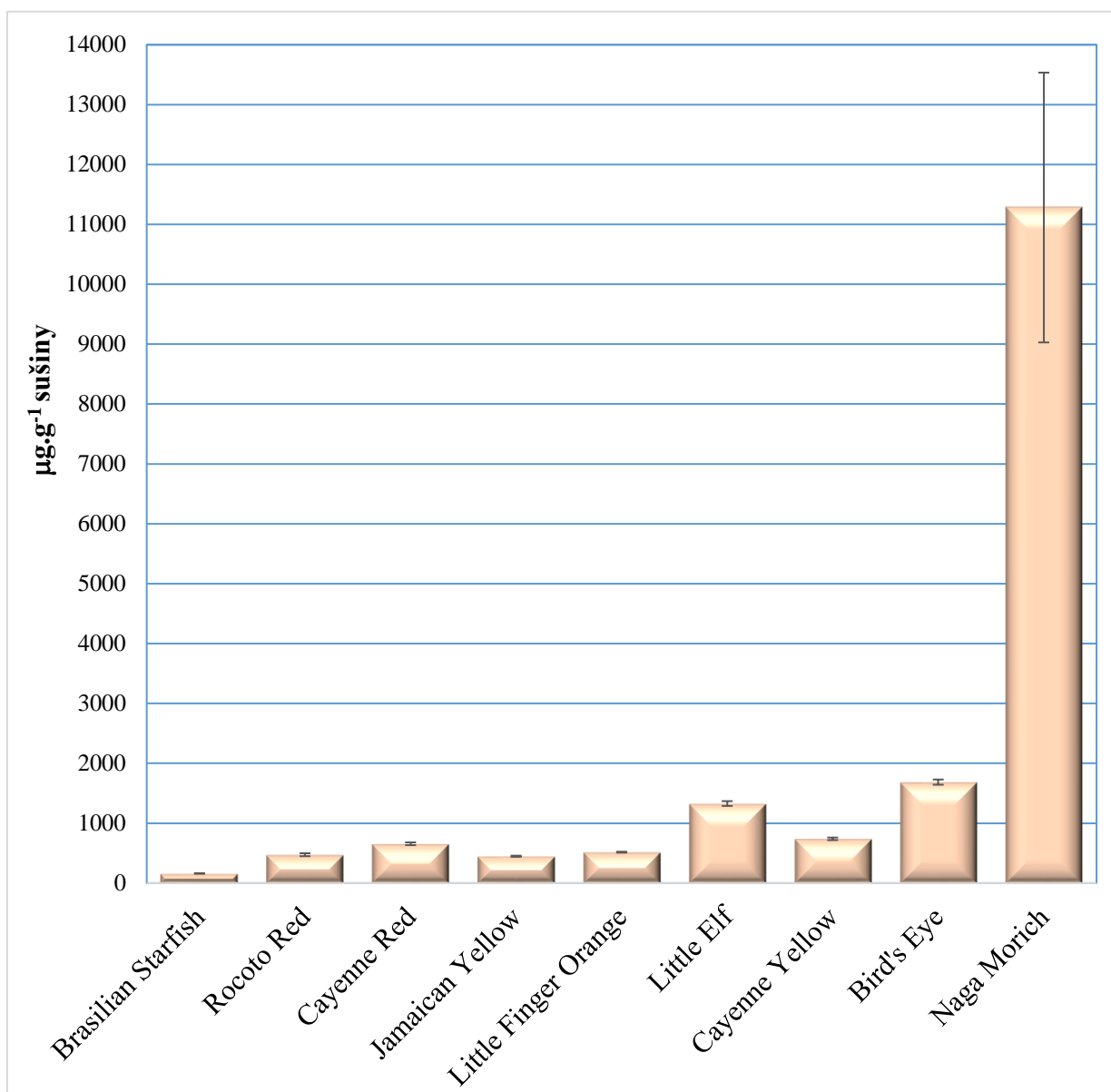


Graf 2: Obsah dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu vzorků chilli paprik vypěstovaných společem Nezvěstické chillihraní se pohyboval v rozmezí hodnot  $2\,284 \pm 48,69 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $78\,284 \pm 3\,198 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , resp.  $409,8 \pm 13,48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $21\,994 \pm 1\,033 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Z Grafu 1 a 2 vyplývá, že nejvyšší obsah kapsaicinu i dihydrokapsaicinu byl stanoven ve vzorku odrůdy Brazilian Ghost Chocolate. Naopak nejnižší obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu byl zjištěn ve vzorku odrůdy CGN 21 500.



Graf 3: Obsah kapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných v domácích podmínkách



Graf 4: Obsah dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných v domácích podmínkách

Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu se pohyboval v rozmezí hodnot  $681,2 \pm 26,56 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $31\,196 \pm 4\,507 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , resp.  $161,2 \pm 4,85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  až  $11\,282 \pm 2\,253 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Ze vzorků chilli paprik vypěstovaných v domácím prostředí vykazovala nejmenší obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu odrůda Brazilian Starfish, nejvyšší obsah obou kapsaicinoidů byl stanoven v odrůdě Naga Morich (Graf 3 a 4).

V Tabulce 6 je uveden poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v jednotlivých analyzovaných odrůdách, vyjma odrůdy Bishop's Crown, ve které byly obě látky pod mezí stanovitelnosti.

Tabulka 6: Poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu jednotlivých vzorků chilli papriček

Odrůda	Poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu	Odrůda	Poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu
Little Elf	1,45 : 1	Dorset Naga	3,87 : 1
Cayenne Red	1,90 : 1	7 pot Congo Gigantic SR Chocolate	3,95 : 1
Rocoto Red	2,00 : 1	Brasilian Starfish	4,23 : 1
Bird's Eye	2,04 : 1	7 Pot White	4,92 : 1
Malaysian Goronong	2,62 : 1	Habanero Orange 2017 zamražené	4,93 : 1
Big Black Mama	2,69 : 1	Habanero Red Savina	5,04 : 1
Naga Morich	2,77 : 1	Fatali Yellow	5,05 : 1
Little Finger Orange	2,84 : 1	CGN 21 500	5,57 : 1
Jamaican Yellow	3,04 : 1	Scotch Bonnet Chocolate	6,15 : 1
Cayenne Yellow	3,06 : 1	Maraba Orange	7,28 : 1
Habanero Orange	3,11 : 1	Habanero Red	7,76 : 1
Brasilian Ghost Chocolate	3,56 : 1	Sugar Rush Peach	8,24 : 1

Ve všech odrůdách chilli papriček byl stanoven vyšší obsah kapsaicinu než dihydrokapsaicinu. Poměr těchto dvou látek se pohyboval v rozmezí 1,45:1 (Little Elf) až 8,24:1 (Sugar Rush Peach).

Stanovený obsah kapsaicinu byl převeden na Scovillovy jednotky pálivosti (SHU) vynásobením obsahu kapsaicinu v gramech na gram sušiny koeficientem  $1,6 \times 10^7$  (Lapčík a kol. 2011). Dle vypočítaných hodnot SHU byly vzorky zařazeny do jednotlivých kategorií pálivosti dle Nwokema et al. (2010). Vypočtené hodnoty SHU a kategorie pálivosti ve vzorcích odrůd dodaných spolkem Nezvěstické chillihraní jsou uvedeny v Tabulce 7 a vypočtené hodnoty SHU a kategorie pálivosti ve vzorcích odrůd papriček vypěstovaných v domácím prostředí jsou uvedeny v Tabulce 8.

Tabulka 7: Scovillovy jednotky pálivosti a úroveň pálivosti chilli papriček vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Odrůda	Druh	SHU	Úroveň pálivosti
<b>CGN 21 500</b>	<i>C. chinense</i>	36 548	Velmi pálivý
<b>Malaysian Goronong</b>	<i>C. chinense</i>	46 251	Velmi pálivý
<b>Habanero Red</b>	<i>C. chinense</i>	51 253	Velmi pálivý
<b>Maraba Orange</b>	<i>C. chinense</i>	54 112	Velmi pálivý
<b>Habanero Orange 2017 zamražené</b>	<i>C. chinense</i>	84 589	Velmi silně pálivý
<b>Habanero Orange</b>	<i>C. chinense</i>	94 209	Velmi silně pálivý
<b>Sugar Rush Peach</b>	<i>C. baccatum</i>	94 458	Velmi silně pálivý
<b>Habanero Red Savina</b>	<i>C. chinense</i>	138 182	Velmi silně pálivý
<b>Big Black Mama</b>	<i>C. chinense</i>	224 267	Velmi silně pálivý
<b>Scotch Bonnet Chocolate</b>	<i>C. chinense</i>	241 747	Velmi silně pálivý
<b>7 Pot White</b>	<i>C. chinense</i>	249 031	Velmi silně pálivý
<b>Fatali Yellow</b>	<i>C. chinense</i>	281 785	Velmi silně pálivý
<b>Dorset Naga</b>	<i>C. chinense</i>	641 238	Velmi silně pálivý
<b>7 pot Congo Gigantic SR Chocolate</b>	<i>C. chinense</i>	832 710	Velmi silně pálivý
<b>Brasilian Ghost Chocolate</b>	<i>C. chinense</i>	1 252 894	Velmi silně pálivý

Tabulka 8: Scovillovy jednotky pálivosti a a úroveň pálivosti chilli papriček vypěstovaných v domácím prostředí

Odrůda	Druh	SHU	Úroveň pálivosti
<b>Bishop's Crown</b>	<i>C. baccatum</i>	0	Nepálivý
<b>Brasilian Starfish</b>	<i>C. baccatum</i>	10 899	Středně pálivý
<b>Rocoto Red</b>	<i>C. pubescens</i>	15 181	Středně pálivý
<b>Cayenne Red</b>	<i>C. annuum</i>	19 953	Středně pálivý
<b>Jamaican Yellow</b>	<i>C. chinense</i>	21 848	Středně pálivý
<b>Little Finger Orange</b>	<i>C. baccatum</i>	23 464	Středně pálivý
<b>Little Elf</b>	<i>C. annuum</i>	30 792	Velmi pálivý
<b>Cayenne Yellow</b>	<i>C. annuum</i>	36 182	Velmi pálivý
<b>Bird's Eye</b>	<i>C. annuum</i>	55 085	Velmi pálivý
<b>Naga Morich</b>	<i>C. Chinense</i>	499 133	Velmi silně pálivý

Vědeckým výborem pro potraviny (2002) byl v Evropě odhadnut doporučený maximální denní příjem kapsaicinoidů na přibližně 1,5 mg. Na základě zjištěných hodnot kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v této studii byl vypočten doporučený maximální denní příjem jednotlivých odrůd chilli papriček v sušeném stavu (Tabulka 9 a 10).

Tabulka 9: Maximální denní příjem jednotlivých odrůd chilli papriček dodaných společností Nezvěstické chillihraní

Odrůda	mg.den <sup>-1</sup>
CGN 21 500	557
Malaysian Goronong	376
Habanero Red	415
Maraba Orange	390
Habanero Orange 2017 zamražené	236
Habanero Orange	193
Sugar Rush Peach	227
Habanero Red Savina	145
Scotch Bonnet Chocolate	85
7 Pot White	80
Big Black Mama	78
Fatali Yellow	71
Dorset Naga	30
7 pot Congo Gigantic SR Chocolate	23
Brasilian Ghost Chocolate	15

Tabulka 10: Maximální denní příjem jednotlivých odrůd chilli papriček vypěstovaných v domácím prostředí

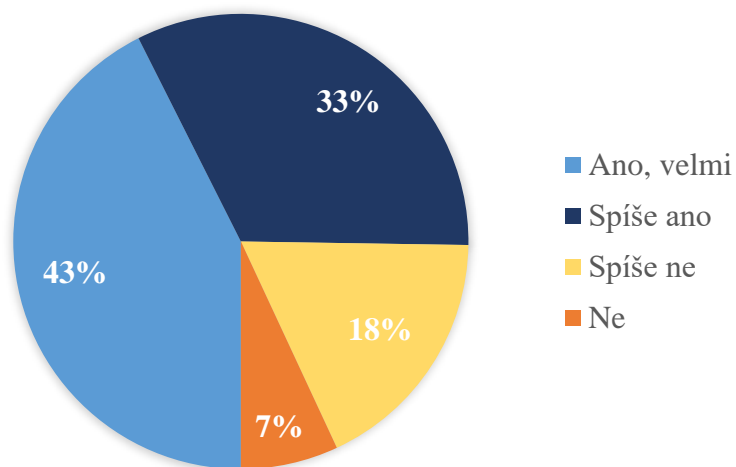
Odrůda	mg.den <sup>-1</sup>
<u>Brasilian Starfish</u>	1781
<u>Rocoto Red</u>	1054
<u>Jamaican Yellow</u>	827
<u>Cayenne Red</u>	788
<u>Little Finger Orange</u>	756
<u>Cayenne Yellow</u>	500
<u>Little Elf</u>	461
<u>Bird's Eye</u>	292
<u>Naga Morich</u>	35



## 6 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

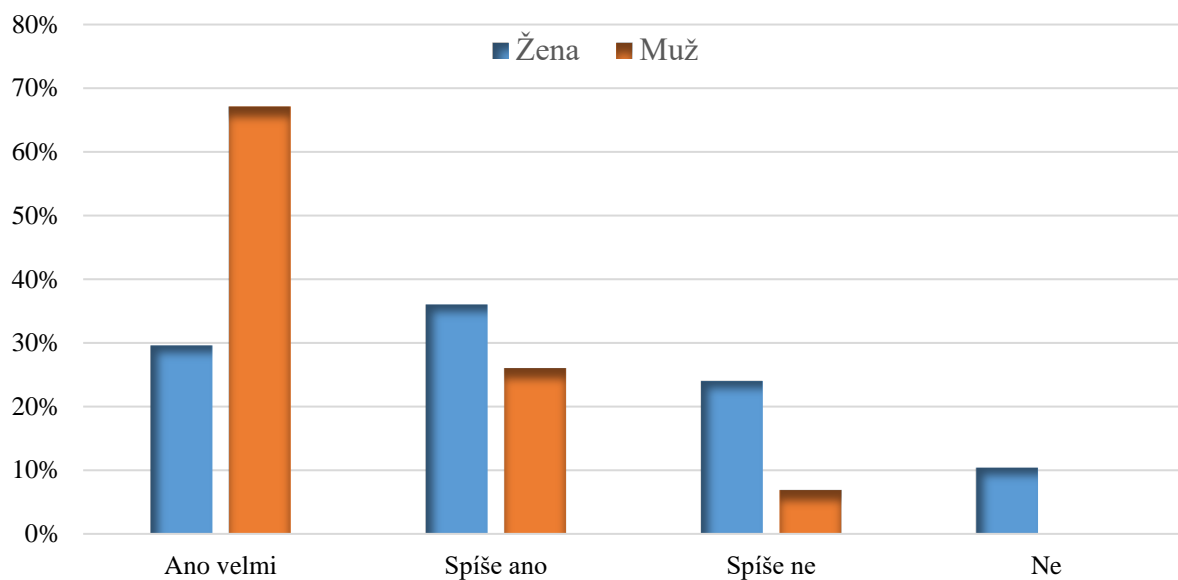
Součástí diplomové práce bylo rovněž dotazníkové šetření, které mělo za cíl zjistit odpovědi na otázky ohledně preference konzumace chilli paprik, pálivých jídel a frekvence jejich konzumace, ale také informovanost veřejnosti o zdravotních účincích kapsaicinoidů. Dotazník je uveden v přílohové části. Skupina podrobena šetření sestávala ze 198 osob různého pohlaví (125 žen, 73 mužů), věku (od 15 do 80 let), vzdělání (základní až vysokoškolské) či bydliště. Dotazník byl vytvořen pomocí internetového serveru Click4survey a distribuován odkazem na průzkum zaslaný e-mailem či prostřednictvím sociálních sítí různým skupinám lidí.

### Otázka č. 1: Máte rád/a pálivá jídla?



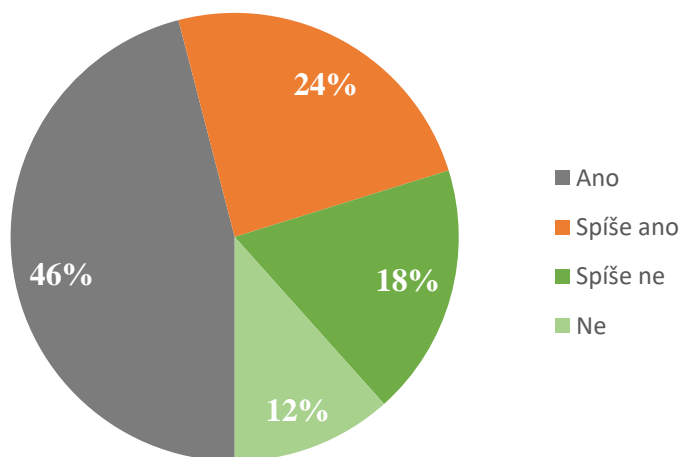
Graf 5: Oblíbenost pálivých jídel

Z celkového počtu dotazovaných žen 65 % odpovědělo „ano velmi“ či „spíše ano“, obdobně jako 93 % všech mužů. „Ne“ odpověděly pouze ženy. Procentuální srovnání oblíbenosti pálivých jídel žen a mužů je viditelné v Grafu 6.



Graf 6: Procentuální srovnání oblíbenosti pálivých jídel žen a mužů

### Otázka č. 2: Používáte rád/a chilli papričky?



Graf 7: Používání chilli papriček

Z celkového počtu dotazovaných žen 56 % odpovědělo „ano velmi“ či „spíše ano“, obdobně jako 93 % všech mužů. „Ne“ odpovědělo 22 žen a pouze 1 muž.

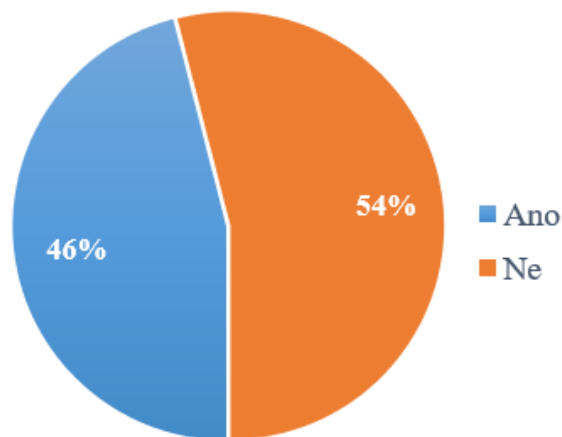
### Otázka č. 3: Seřad'te od nejvíce po nejméně oblíbenou možnost:

Tabulka 11: Pořadník oblíbenosti využití pálivých produktů

Hodnota	Skóre	Pořadí
Čerstvé či sušené chilli papričky domácí	983	1
Pálivé omáčky	708	2
Čerstvé či sušené chilli papričky koupené	666	3
Koření ze specializovaných prodejen	656	4
Koření ze supermarketu	571	5
Pálivá jídla v restauraci	565	6
Pasty	477	7

Z Tabulky 11 vyplývá, že nejvíce dotazovaní preferují čerstvé či sušené domácí chilli papričky a nejméně pálivé pasty. Mezi ostatními možnostmi nebyl pozorován velký rozdíl preferencí.

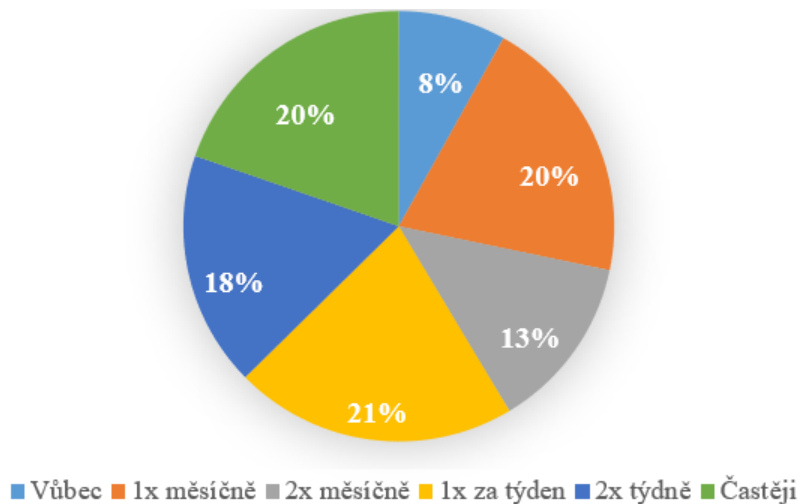
### Otázka č. 4: Pěstoval/a jste někdy chilli papričky?



Graf 8: Pěstování chilli papriček

S pěstováním chilli papriček má zkušenosti 89 % mužů, kteří vyplnili tento dotazník a pouze 21 % žen.

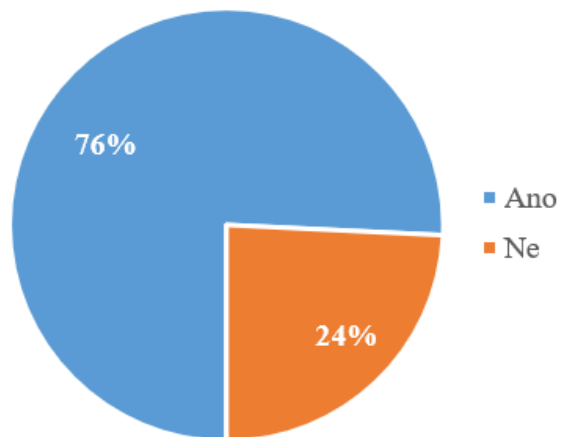
### Otázka č. 5: Jak často jíte pálivá jídla?



Graf 9: Frekvence konzumu pálivých jídel

Odpovědi na tuto otázku jsou vyrovnané, nejčastěji jsou pálivá jídla konzumována dotazovanými 1x za týden. Nejméně dotazovaných, 16 žen odpovědělo, že nikdy nekonzumují pálivá jídla.

### Otázka č. 6: Myslíte si, že chilli papričky mají pozitivní vliv na zdraví?



Graf 10: Vliv na zdraví

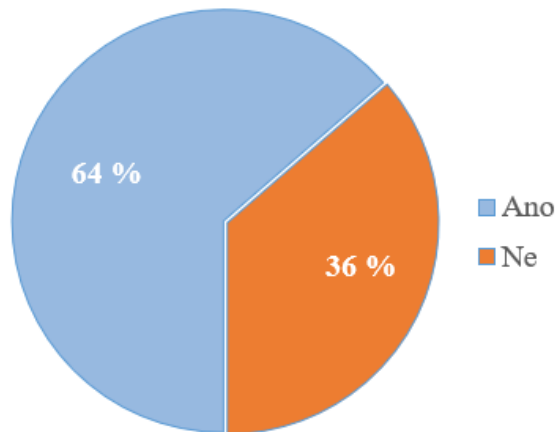
## Otázka č. 7: Jakou znáte nejpálivější odrůdu chilli papriček?

Tabulka 12: Nejpálivější odrůdy

Odrůda	Odpovědí	Procent
Žádná	68	35 %
Carolina Reaper	47	24 %
Trinidad Scorpion Moruga	24	12 %
Jalapeño	23	11 %
Habanero	13	6 %
Dragon's Breath	8	4 %
Piri-piri	3	2 %
Aurora	1	0.5 %
Butch Taylor T	1	0.5 %
C. baccatum	1	0.5 %
C. chinense	1	0.5 %
Caramel 7 Pot	1	0.5 %
Kozí rohy	1	0.5 %
Madame Jeanine	1	0.5 %
Naga Bhut Jolokia	1	0.5 %
Naga Viper	1	0.5 %
Pequin	1	0.5 %
Praire Fire	1	0.5 %
Tabasco	1	0.5 %

Celkem 130 dotazovaných uvedlo nejpálivější odrůdu, kterou znají (63 žen, 67 mužů) a 68 dotazovaných uvedlo, že neznají žádnou odrůdu chilli papriček (62 žen, 6 mužů). Z toho vyplývá, že muži mají bohatší zkušenosti s nejpálivějšími odrůdami, protože téměř polovina žen nezná žádnou odrůdu a téměř všichni muži (91 %) na tuto otázku odpověděli. Muži navíc odpovídali správně, jelikož většina z nich zmínila odrůdu Carolina Reaper či Trinidad Scorpion Moruga.

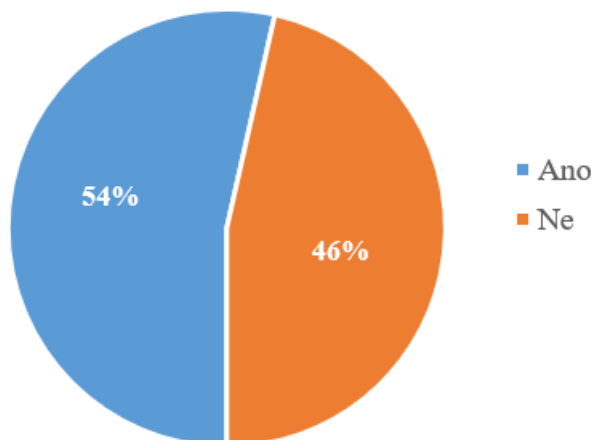
**Otázka č. 8: Víte, co způsobuje pálivost chilli paprik? (pokud ano, prosím uveďte)**



Graf 11: Příčina pálení

Z celkových 126 lidí, kteří odpověděli ano, 109 lidí odpovědělo správně kapsaicin a 17 nesprávně semínka. Z toho vyplývá, že více než polovina dotazovaných je informovaná o příčině pálivosti chilli papriček. Z celkového počtu 109 správných odpovědí 35 % všech žen odpovědělo správně obdobně jako 89 % všech mužů.

**Otázka č. 9: Znáte jiné způsoby využití chilli, než kulinářské? Pokud ano, uveďte jaké.**



Graf 12: Využití chilli papriček

Na tuto otázku bylo možné odpovědět libovolným výčtem příkladů (možností využití), proto se počet odpovědí nerovná počtu odpovídajících (viz Tabulka 13):

Tabulka 13: Využití chilli papriček

Využití	Odpovědí
Masti, krémy	35
Zdravotnictví	35
Obranný sprej	15
Dekorace	14
Kosmetika	12
Náplasti	10
Ochrana proti škůdcům	7
Analgetikum	3
Plašení slonů (v Indii)	3
Antikarcinogenní účinky	2
Nosní sprej	2
Léčba obezity	2
Antioxidační účinky	1
Antibakteriální účinky	1

Závěrem lze říci, že dotazované ženy i muži rádi konzumují pálivá jídla, 150 z celkového počtu 198 dotazovaných vybralo odpověď „ano velmi“ či „spíše ano“. Podobně byla zodpovězena i otázka „Používáte rád/a chilli papričky?“, na kterou 70 % dotazových odpovědělo „ano“ či „spíše ano“. Co se týče frekvence konzumace pálivých jídel, výsledky byly velmi vyrovnané, nejčastěji lidé konzumují pálivá jídla jednou za týden. Ke konzumaci a pěstování chilli více inklinují muži, také jejich vědomosti o kapsaicinu a odrůdách byly vyšší. 24 % dotazových zná nejpálivější odrůdu chilli – Carolinu Reaper. Trinidad Scorpion Moruga a Jalapeño odpovědělo také poměrně velké množství osob.

## 7 DISKUSE

Pěstování chilli papriček se v posledních letech stalo velkým koníčkem mnoha lidí po celém světě. V Evropě jsou pálivé papričky nejvíce pěstovány ve sklenících, foliovnicích a dokonce i v domácím prostředí. Během pěstování chilli papriček dochází ke změnám tvarů i barev jejich plodů a je třeba jim věnovat každodenní péči, čas a odhodlání. Bylo prokázáno mnoho pozitivních účinků kapsaicinoidů na zdraví (Bacon et al. 2017).

Množství kapsaicinu a dihydrokapsaicinu bylo stanoveno celkem v 24 kultivarech chilli papriček vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní nebo v domácím prostředí, které se lišily podmínkami pěstování. Tyto dva jmenované kapsaicinoidy jsou dobrými prediktory pálivosti, protože tvoří asi 90 % celkového množství obsahu kapsaicinoidů (Reilly et al. 2001).

Na zvolené hladině významnosti byl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu kapsaicinu i dihydrokapsaicinu mezi hodnocenými skupinami vzorků. Celkově se obsah kapsaicinu pohyboval mezi hodnotami  $681,2 \pm 26,56 \mu\text{g.g}^{-1}$  (odrůda Brazilian Starfish) a  $78\,284 \pm 3\,198 \mu\text{g.g}^{-1}$  (odrůda Brazilian Ghost Chocolate). Nejmenší obsah dihydrokapsaicinu byl detekován rovněž ve vzorku odrůdy Brazilian Starfish ( $161,2 \pm 4,85 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) a nejvyšší opět v odrůdě v Brazilian Ghost Chocolate ( $21\,994 \pm 1\,033 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

V diplomové práci byla provedena analýza odlišných odrůd chilli papriček, proto se obsah kapsaicinoidů v obou skupinách vzorků, velmi lišil. Průměrné hodnoty kapsaicinu a dihydrokapsaicinu ve skupině vzorků dodaných spolkem Nezvěstické chillihraní byly  $18\,011 \mu\text{g.g}^{-1}$ , respektive  $4\,508 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Průměrná pálivost byla 288 218 SHU. Pomocí Analýzy rozptylu (ANOVA), doplněné metodou Scheffého porovnání, byly na zvolené hladině významnosti prokázány statisticky významné rozdíly mezi téměř všemi vzorky chilli paprik dodaných spolkem Nezvěstinské chillihraní (Příloha V).

Průměrné hodnoty kapsaicinu a dihydrokapsaicinu ve vzorcích domácích chilli papriček byly  $4\,454 \mu\text{g.g}^{-1}$ , respektive  $1\,922 \mu\text{g.g}^{-1}$  a průměrná pálivost byla stanovena 71 263 SHU. Na zvolené hladině významnosti byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi odrůdou Naga Morich a všemi ostatními vzorky ze skupiny domácích chilli papriček. Mezi jinými vzorky z této skupiny nebyly prokázány statisticky významné rozdíly.



Nejméně pálivou odrůdou ze vzorků chilli papriček vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní byla CGN 21 500, pro niž byla vyhodnocena pálivost 36 548 SHU a byla zařazena do úrovně pálivosti „Velmi pálivý“. Naopak nejpálivější byla již zmiňovaná odrůda Brazilian Ghost Chocolate s pálivostí 1 252 894 SHU a úrovní pálivosti „Velmi silně pálivý“. Ze vzorků chilli papriček vypěstovaných v domácích podmínkách byla nejméně pálivou odrůda Brazilian Starfish s 10 899 SHU a úrovní pálivosti pouze „Středně pálivý“. Nejpálivější odrůda Naga Morich dosáhla 499 133 SHU a byla zařazena do úrovně pálivosti „Velmi silně pálivý“.

Z těchto údajů vyplývá, že vzorky dodané spolkem Nezvěstické chillihraní byly výrazně pálivější (až čtyřikrát) nežli vzorky vlastních v domácím prostředí vypěstovaných odrůd. Členové tohoto spolku se specializují se na pěstování silně pálivých paprik a výrobu pálivých produktů, účastní se různých soutěží a 1× ročně pořádají výstavu rostlin a plodů chilli se soutěží v pojídání pálivých jídel.

Pouze v jednom vzorku, a to odrůdě Bishop's Crown, byly hodnoty obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu pod mezí stanovitelnosti LOQ = 11,25  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (viz Kracíková 2015), tudíž pálivost této odrůdy se rovnala nule. Kosina (2012) uvádí, že pálivost Bishop's Crown (*C. baccatum* var. *pendulum*) by měla dosahovat až 30 000 SHU. Rovněž Guillen et al. (2018) provedli stanovení kapsaicinu a dihydrokapsaicinu ve vzorcích odrůdy Bishop's Crown vypěstované v Peru a zjistili v této odrůdě  $1\,582 \pm 9.2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kapsaicinu ( $25\,312 \pm 147$  SHU) a  $381,2 \pm 3,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  dihydrokapsaicinu. Možným důvodem nízkého obsahu kapsaicinoidů ve vzorku analyzovaném v rámci této studie by mohlo být nevhodné klima a jiné podmínky pěstování, jelikož druh *C. Baccatum* je původem právě z Peru.

Z tabulek 5 a 6 je zřejmé, že celkově nejméně pálivé byly kultivary druhu *C. baccatum* (Bishop's Crown, Brazilian Starfish). Odrůda druhu *C. pubescens* byla analyzována pouze jedna, jde o odrůdu Rocoto Red, která byla o něco pálivější než předchozí zmíněné odrůdy (15 181 SHU). Kultivar Bird's Eye vykazoval 55 085 SHU a byl nejpálivější ze 4 analyzovaných vzorků kultivarů druhu *C. annuum*. Obecně se předpokládá, že odrůdy druhu *C. chinense* vykazují vyšší pálivost, než chilli papričky jiných druhů. V Guinnessově knize rekordů (2017) je v současnosti nejpálivější odrůdou zaznamenána odrůda Carolina Reaper s rekordní naměřenou hodnotou 1 641 183 Scovilleho jednotek pálivosti (druh *C. chinense*). Obdobně Cormack (2005) také zmiňuje, že do druhu *C. chinense* patří nejpálivější papričky světa. Kromě odrůdy Carolina Reaper například i odrůda Trinidad Moruga Scorpion, známá pro svou vysokou pálivost a příjemné aroma a některé

další odrůdy. Tato skutečnost byla potvrzena i námi provedenou analýzou, jelikož nejvyšších hodnot pálivosti dosahovaly právě odrůdy tohoto druhu *C. chinense* (Dorset Naga, 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate, Brazilian Ghost Chocolate).

Cheerse (2003) udává, že čím jsou plody menší, tím jsou palčivější. Toto tvrzení platí o papričkách kupovaných na e-shopu, které před rozemletím měřily průměrně pouze 4–6 cm a bylo v nich potvrzeno velké množství kapsaicinoidů. Toto obecné tvrzení lze stanovenými hodnotami kapsaicinoidů v analyzovaných odrůdách chilli papriček v této práci vyvrátit, jelikož nejmenší plody měla odrůda Bird's eye (velikost plodů 1–2 cm), která nepatřila mezi nejpálčivější. Většina plodů velmi silně pálivých odrůd sice měřila 4–6 cm, avšak druhá nejpálčivější odrůda, 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate, plodila obrovské, tvarově rozmanité plody (viz Obrázek 11).

V kapitole 3.5 „Popis vybraných odrůd chilli papriček“ jsou uvedeny rozmezí pálivosti všech analyzovaných odrůd chilli papriček, udávaných renovovanými firmami, ze kterých byla zakoupena semínka více než poloviny vzorků. Většina SHU analyzovaných vzorků se shoduje s uváděným rozsahem hodnot a úrovnemi pálivosti. Mírně vyšší pálivost byla prokázána v analyzovaných vzorcích odrůd vzorcích Little Finger Orange a Little Elf. Naopak v devíti vzorcích analyzovaných odrůd byly stanovené hodnoty nižší, ve srovnání s údaji uvedenými v kapitole 5.3. Jedná se o odrůdy Big Black Mama, Bishop's Crown, CGN 21 500, Habanero Red, Habanero Red Savina, Jamaican Yellow, Naga Morich, Rocoto Red a 7 Pot White (Kosina 2012; Polanská & Doležalová 2019).

Pálivost odrůdy Big Black Mama, dodané spolkem Nezvěstické chillihraní, byla stanovena 224 267 SHU. Tato hodnota se významně liší předpokládané pálivosti, je přibližně čtyřikrát menší. Způsob uchování homogenizovaného prášku se však v tomto případě lišil od ostatních, materiál byl uchován ve velkém množství ve skleněné dóze, která měla šroubovací víko, které pravděpodobně bylo opakovaně otevíráno. Vhodnějším uchováním, s potenciálně lepším zachováním pálivosti, je vzorky rozdělit po několika gramech do menších mikroténových sáčků či skleněných zkumavek, tak aby nedocházelo k opakovanému otevírání materiálu a pálivost by byla zachována déle na podobné úrovni, odpovídající čerstvě nasušeným a homogenizovaným papričkám.

Orellana-Escobedou et al. (2013) stanovili metodou HPLC obsah kapsaicinoidů v odrůdě Habanero Red, obsah kapsaicinu byl  $9\,097 \pm 183,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  a dihydrokapsaicinu  $4\,023,6 \pm 142,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  dihydrokapsaicinu. Výsledky jsou vztaženy na sušinu. Analyzovaný vzorek

téže odrůdy chilli vypěstovaný v domácím prostředí obsahoval pouze  $3\ 203,87 \pm 33,56 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kapsaicinu a  $413,1 \pm 8,99$  dihydrokapsaicinu  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Stanovený obsah kapsaicinu byl tedy téměř  $3\times$  nižší a obsah dihydrokapsaicinu téměř  $10\times$  nižší.

Dejmková et al. (2018) pomocí HPLC s DAD detektorem, tedy stejnou metodou jaká byla použita v této studii, určila pálivost čtyř odrůd chilli paprik, které byly analyzovány také v této studii. Jednalo se o odrůdu Cayenne Red ( $14800 \pm 250$  SHU), Scotch Bonnet Chocolate ( $44\ 700 \pm 1\ 700$  SHU), Fatalii Yellow ( $147\ 300 \pm 7\ 970$  SHU) a Brazilian Starfish ( $23\ 200 \pm 760$  SHU). Z Tabulek 5 a 6 vyplývá, že pálivost odrůdy Cayenne Red se v obou vzorcích příliš nelišila, odrůda Brazilian Starfish dosahovala cca poloviční pálivosti ( $10\ 899$  SHU) a naopak odrůdy Scotch Bonnet Chocolate (SHU) a Fatalii Yellow (SHU) vypěstované spolkem Nezvěstické chillihraní vykazovaly několikanásobně vyšší pálivost (odrůda Scotch Bonnet Chocolate  $5\times$  vyšší a odrůda Fatalii Yellow  $2\times$  vyšší).

Rozdíly ve stanovených hodnotách mohou být způsobeny mnoha faktory. Hatfield et al. (2001) uvádí, že teploty nad  $35\ ^\circ\text{C}$  způsobují chilli papričkám komplikace, a může tím být ovlivněn obsah kapsaicinu. V létě roku 2018 byly teploty poměrně vysoké, v několika dnech na začátku srpna byla teplota  $35\ ^\circ\text{C}$  překročena a nebylo snadné teplotu ve skleníku snižovat, proto je možné, že nastaly změny v obsahu kapsaicinoidů. Mali et al. (2019) svou studií dokazují, že optimální rozestup rostlin a hnojení jsou dva nejdůležitější faktory řízení výtěžnosti. Nedostatečné nebo naopak přebytečné zalévání, přebytek světla či špatná půdní kvalita mohla také ovlivnit výslednou pálivost chilli papriček. Zásadní je sklídit plody chilli ve správný čas, ne-li dříve, což v případě vzorků domácích odrůd bylo těžké odhadnout díky nedostatečným zkušenostem.

Byla provedena analýza dvou vzorků jedné odrůdy- Habanero Orange, vypěstované ve dvou různých letech spolkem Nezvěstické chillihraní. První vzorek byl vypěstován v roce 2017, uchován ve skleněné zkumavce a zamražen. Druhý vzorek byl vypěstován v roce 2018 a do doby analýzy skladován ve tmavé místnosti. Byly sledovány rozdíly v obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu a následně stanovené pálivosti. Lze konstatovat, že obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v těchto dvou vzorcích se statisticky významně nelišily. Zdá se pravděpodobné, že pokud jsou chilli papričky pěstované za stejných podmínek, je obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu přibližně stejný a dále, že pokud je vzorek řádně uschován, například při nižší teplotě a nevystavován světlu, je možné uchovávat chilli papričky po delší dobu v téměř nezměněné kvalitě.

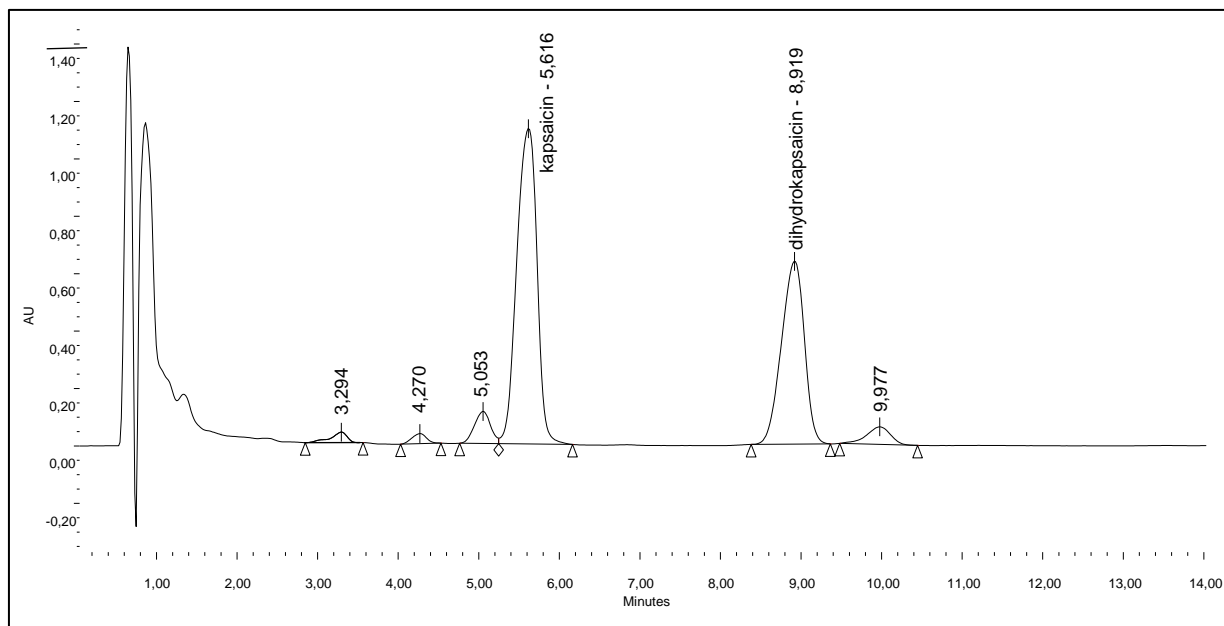
V pálivých druzích paprik byl vždy nalezen vyšší obsah kapsaicinu než dihydrokapsaicinu. Poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu byl určen ve všech analyzovaných odrůdách, vyjma odrůdy Bishop's Crown, ve které byl obsah obou kapsaicinoidů pod mezí stanovitelnosti. Z Grafu 1 a 2 je zřejmé, že obsah dihydrokapsaicinu nebyl závislý na obsahu kapsaicinu a se zvyšujícím se obsahem kapsaicinu se obsah dihydrokapsaicinu nezvyšoval stejnou měrou. Některé odrůdy obsahovaly více dihydrokapsaicinu než ostatní. Nižší poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu byl detekován v méně pálivých odrůdách, tj. Little Elf, Cayenne Red, Rocoto Red a Bird's Eye. Výjimkou byla odrůda Brazilian Starfish, ve které byl poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu 4,23:1. Nejvyšší poměr 8,24:1 byl zjištěn ve vzorku odrůdy Sugar Rush Peach a také další velmi silně pálivé odrůdy (Fatali Yellow, Scotch Bonnet Chocolate, 7 Pot White) vykazovaly vysoké hodnoty poměrů těchto dvou kapsaicinoidů. Zdá se pravděpodobné, že poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu se s pálivostí odrůd zvyšuje.

Vědecký výbor pro potraviny (2002) udává, že poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu je 1:1 až 2:1. Stanovené poměry jsou s výjimkou tří vzorků (Little Elf, Cayenne Red, Rocoto Red) vyšší a neodpovídají údajům Vědeckého výboru.

Kracíková (2015) ve své práci uvedla poměr v odrůdách Cayenne Red a Habanero Red 2,72:1, respektive 3,64:1. V případě odrůdy Cayenne Red byl poměr kapsaicinu ku dihydrokapsaicinu (1,90:1) zjištěný v této studii nižší, avšak vzorek odrůdy Habanero Red vykazoval naopak poměr těchto kapsaicinoidů významně vyšší (7,76:1). Nebyl tedy potvrzen předpoklad, že poměry dvou majoritních kapsaicinoidů jsou v jednotlivých odrůdách konstantní. Pravděpodobně bude poměr obou látek ovlivněn různými faktory.

V chromatogramu odrůdy Naga Morich (Obrázek 31), s nejvyšším stanoveným obsahem kapsaicinu i dihydrokapsaicinu ze všech chilli papriček vypěstovaných v domácím prostředí, byla zjištěna přítomnost dalších čtyř chromatografických píků. Na základě porovnání retenčních časů těchto píků a jejich proměřených absorpčních spekter (Příloha VI) a retenčních časů a absorpčních spekter známých z literatury (Garcés-Clavier et al. 2006) lze předpokládat, že chromatografické píky odpovídají dalším látkám ze skupiny kapsaicinoidů, a to nordihydrokapsaicinu, homokapsaicinu, homodihydrokapsaicinu a dinorkapsaicinu. Je velmi pravděpodobné, že tyto kapsaicinoidy se vyskytují pouze ve vzorcích s vysokým stupněm pálivosti. Rovněž v chromatogramu odrůdy Brazilian Ghost Chocolate (Příloha VII), nejpálivější odrůdy poskytnuté

spolkem Nezvěstické chillihraní, jsou patrné stopy těchto kapsaicinoidů. Kvantifikace obsahu nordihydrokapsaicinu, homokapsaicinu, homodihydrokapsaicinu a dinorkapsaicinu nebyla provedena, protože standardy těchto látek nejsou běžně dostupné a jejich cena je velmi vysoká.



Obrázek 31: Chromatogram vzorku č. 6- Naga Morich

Dle Vědeckého výboru pro potraviny (2002) může být konzumace kapsaicinoidů kontroverzní, neboť existuje určité riziko tvorby rakoviny horní části trávicího traktu. Kromě rizika vzniku rakoviny jsou kapsaicinoidy silnými dráždivými látkami, které způsobují popáleniny kůže a sliznic již při nízkých koncentracích. Při orálním podání vyvolávají zvýšení slinění a sekrece žaludku, rychlou změnu pocitu tepla až nesnesitelné pálení a gastrointestinální poruchy v závislosti na dávce (Bley et al. 2012; Yukes & Balick 2010).

Proto byl Vědeckým výborem pro potraviny (2002) odhadnut doporučený maximální denní příjem kapsaicinoidů na přibližně 1,5 mg, což dle provedených výpočtů znamená pro českého konzumenta zhruba 1 781 mg sušeného plodu Brazilian Starfish denně a pouhých 15 mg sušeného plodu Brazilian Ghost Chocolate denně. Příjem kapsaicinoidů populací v Indii, Thajsku a Mexiku, tj. v zemích, ve kterých jsou chilli papriky, koření a pasty silně konzumovány, se odhaduje na 25– 200 mg kapsaicinoidů za den. Lopez-Carrillo et al. (1994) zjistili, že právě vysoká spotřeba chilli papriček v Mexiku a Indii byla spojena s rakovinou trávicího traktu. Dle studií provedených

v Evropě nebyl v souvislosti s občasnou a nízkou konzumací chilli papriček výskyt rakoviny žaludku pozorován.

Maximální denní příjem chilli papriček je vypočten na základě obsahu kapsaicinu i dihydrokapsaicinu. To znamená, že dihydrokapsaicin by mohl mít rovněž vliv na celkovou pálivost chilli papriček, a proto by měly být SHU jednotky vypočteny z obsahu obou kapsaicinoidů, jelikož výše zmíněné poměry kapsaicinu a dihydrokapsaicinu jsou v některých případech 1:1 (Vědecký výbor pro potraviny 2002) a nikoliv pouze z obsahu kapsaicinu. V této studii byl nejnižší poměr kapsaicinu ku dihydrokapsaicinu stanoven v odrůdě Little Elf (1,45:1).

Dotazníkové šetření bylo vytvořeno s cílem získat odpovědi na otázky týkající se chilli papriček, jejich konzumace a využití, jelikož jsou jejich pěstování a užití v kulinářství v současné době velmi populární. Otázky byly vytvořeny tak, aby byly prozkoumány nejen preference, ale také znalosti obyvatel ČR o pálivých paprikách rodu *Capsicum*.

Z Grafu 6 vyplývá, že pálivá jídla jsou více preferována muži, ale i u žen jsou oblíbená. Také 89 % dotazovaných mužů již někdy pěstovalo chilli papričky a pouze 21 % všech dotazovaných žen má s pěstováním zkušenosti. Tuto skutečnost dosvědčuje i Byrnes & Hayes (2015), kteří uvádí, že muži mají obecně větší tendenci prokazovat sklony k orálnímu pálení spojenému s chilli paprikami než ženy.

Z vyhodnocení dotazníku lze vyvodit, že dotazník se rozhodli vyplnit především lidé, kteří se zajímají o pěstování, konzumaci či účinky chilli papriček, proto jsou odpovědi na některé otázky velmi rozmanité. Hlubšímu zájmu o chilli papričky odpovídá skutečnost, že 109 lidí z celkových 198 zná alkaloid kapsaicin a jeho vliv na pálivost chilli papriček a 54 % dotazovaných udává jiné využití nežli kulinářské. Zdravotnické využití, masti a krémy byly jejich nejčastěji zmiňovaným využitím. 15 osob dokonce ví, že kapsaicin je využíván v obranných sprejích.

Tři osoby uvedly, že chilli je možné použít k plašení slonů a jejich tvrzení bylo správné. Osborn et al. (2002) zkoumali využití pryskyřice *Oleoresin capsicum* jako repelentu proti slonům v Zimbabwe. Bylo dokázáno, že sloni se vyhýbají jakékoli oblasti, ve které se s touto rostlinou mohou setkat. Díky tomu jsou chilli papričky ideální k ochraně jiných z hlediska výživy obyvatelstva důležitých plodin, například kukuřice. Vysévají se po obvodu plochy s pěstovanou plodinou, a tím ji chrání před poškozením slony.

35 % dotazovaných nezná žádnou pálivou odrůdu chilli, téměř stejné množství osob (36 %) neví, že pálivost je způsobena obsahem kapsaicinu a 24 % osob si myslí, že chilli papričky nemají pozitivní vliv na zdraví. To jsou pravděpodobně osoby, které se nikdy nedostaly do styku s pálivými odrůdami rodu *Capsicum*, nebo neradi konzumují pálivá jídla.

Pan Tomáš Matějka, jeden ze členů spolku Nezvěstické chillihraní zmiňuje, že některé odrůdy chilli mají pomalý nástup pálivosti, posléze se rozvíjí, jsou intenzivní a útlum je dlouhý a pozvolný. Naopak některé odrůdy, s nižší hodnotou SHU, kterým se říká „škytavé“, mají rychlý nástup a pálivost je nepříjemná a palčivá. Zatím nebylo potvrzeno žádnými vědeckými literárními zdroji, co tyto vlastnosti způsobuje. Tato skutečnost by mohla být zajímavým námětem k budoucímu výzkumu této problematiky.

## 8 ZÁVĚR

- Kapsaicin a dihydrokapsaicin byly nalezeny ve všech odrůdách chilli papriček obou skupin vzorků vyjma odrůdy Bishop's Crown, vypěstované v domácím prostředí, ve které byly tyto kapsaicinoidy pod mezí stanovitelnosti. Jejich obsah v sušených plodech byl velice proměnlivý.
- Mezi hodnocenými skupinami vzorků dodaných spolkem Nezvěstické chillihraní a vzorků v domácím prostředí vypěstovaných chilli papriček byl prokázán statisticky významný rozdíl v obsahu kapsaicinu i dihydrokapsaicinu.
- Obsah obou kapsaicinoidů byl vyšší v odrůdách spolku Nezvěstické chillihraní. Na zvolené hladině významnosti byly prokázány statisticky významné rozdíly v obsahu obou látek mezi téměř všemi vzorky tohoto spolku.
- Ve vzorcích domácích chilli papriček byly na zvolené hladině významnosti zjištěny statisticky významné rozdíly v obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu mezi odrůdou Naga Morich a všemi ostatními vzorky z této skupiny. Mezi jinými vzorky v této skupině nebyly prokázány statisticky významné rozdíly.
- Nejvyšších hodnot pálivosti dosahovaly odrůdy druhu *C. chinense* (Dorset Naga, 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate, Brazilian Ghost Chocolate).
- Většina SHU analyzovaných vzorků se shoduje s předpokládaným rozsahem hodnot a úrovněmi pálivosti. Mírně vyšší pálivost byla prokázána v analyzovaných vzorcích odrůd Little Finger Orange a Little Elf. Naopak v devíti vzorcích analyzovaných odrůd byly stanovené hodnoty nižší, jedná se o odrůdy Big Black Mama, Bishop's Crown, CGN 21 500, Habanero Red, Habanero Red Savina, Jamaican Yellow, Naga Morich, Rocoto Red a 7 Pot White.
- Kapsaicin byl ve všech odrůdách s výjimkou odrůdy Bishop's Crown vždy ve větším množství než dihydrokapsaicin. Poměr kapsaicinu ku dihydrokapsaicinu se pohyboval v rozmezí hodnot 1,45:1–8,24:1.
- Pálivá jídla jsou více preferována muži, kteří mají zároveň větší zkušenosti s pěstováním chilli papriček než ženy.



## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aguirre-Hernandez E, San Miguel-Chavez R, Palma Tenango M, Gonzalez-Trujano ME, de la Rosa-Manzano E, Sanchez-Ramos G, Mora-Olivo A, Martinez-Palacios A, Martinez-Avalos JG. 2017. Capsaicinoids concentration in *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* collected in Tamaulipas, Mexico. *Phyton–International Journal of Experimental Botany* **86**:46–52.
- Akintoye HA, Kintomo AA, Adekunle, AA. 2009. Yield and fruit quality of watermelon in response to plant population. *Int. J. Vegetable Sci.*, **15**:369–380.
- Alley TR, Burroughs WJ. 1991. Do men have stronger preferences for hot, unusual, and unfamiliar foods? *The Journal of General Psychology* **118**:201–213.
- Amruthraj NJ, Preetam Raj JP, Antoine Lebel L. 2014. Comparative study on the extraction of capsaicinoids from *Capsicum chinense* and their analysis by phosphomolybdic acid reduction and HPLC. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* **28**:247–252.
- Ananthan R, Subhash K, Longvah T. 2018. Capsaicinoids, amino acid and fatty acid profiles in different fruit components of the world hottest Naga king chilli (*Capsicum chinense* Jacq). *Food Chemistry* **238**:51–57.
- Andrews J. 1995. *The Domesticated Capsicums*. University of Texas Press, Austin, USA.
- Anogianaki A, et al. 2006. Capsaicin an irritant anti-inflammatory compound. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*. **21**:1–4.
- Arora R, S GN, Chauhan G, C RA. 2011. An Overview about Versatile Molecule Capsaicin. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research* **3**: 280–286.
- Ashilenje DS. 2013. *Learn how to grow Peppers*. Nairobi: Phoenix Publishers Limited.
- Bègue L, Bricout V, Boudesseul J, Shankland R, Duke AA. 2015. Some like it hot: testosterone predicts laboratory eating behavior of spicy food. *Physiology and Behaviour* **139**:375–377.

- Berke TG, Shieh SC. 2001. Capsicum, chillies, paprika, bird's eye chilli. 111–122 in Peter KV, editor. Handbook of herbs and spices. England Woodhead Publishing Limited, England.
- Bhuvaneshwari S, Karthik PS, Kuruvilla A. 2013. Estimation of Capsaicin Content of Two Varieties of Green Chillies by TLC Method. International journal of pharmaceutical and biological archives **4(6)**:1186–1188.
- Bley K, Boorman G, Mohammad B, McKenzie D, Babbar S. 2012. A comprehensive review of the carcinogenic and anticarcinogenic potential of capsaicin. Toxicologic Pathology **40**:847–873.
- Bonony M, Tateo F. 2012. Determination of capsaicinoids from dried pepper fruits by fast-gas chromatography. Italian journal of food science **24**:49–54.
- Bosland P, Votava E. 2000. Peppers: vegetable and spice capsicums. Cabi, New York.
- Bosland, PW, Bailey AL, Iglesias J. (1988). Capsicum Pepper Varieties and Classification (Circular 530). New Mexico State University Cooperative Extension Service, Las Cruces.
- Brown L, Takeuchi D, Challoner K. 2000. Corneal abrasions associated with pepper spray exposure. American Journal of Emergency Medicine **18**:271–272.
- Byrnes NK, Hayes JE. 2016. Behavioral measures of risk tasking, sensation seeking and sensitivity to reward may reflect different motivations for spicy food liking and consumption. Appetite **103**:411–422.
- Byrnes, N.K., Hayes JE. 2013. Personality factors predict spicy food liking and intake. Food Quality and Preference **28**:213–221.
- Caporalino D, Lefebvre V, Daubeze-Saga AM, Palloix A. 2006. Capsicum. Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. **16**:186–245.
- Carol A, Newall-Linda A, Anderson JD. 1996. Herbal Medicines. A Guide for Health Care Professionals. The Pharmaceutical Press, London.
- Cichewicz RH, Thorpe PA. 1996. The antimicrobial properties of chile peppers (Capsicum species) and their uses in Mayan medicine. Journal of Ethnopharmacology **52**:61–70.

- Cormack JH. 2005. Pepper seed production. Creative Commons, California.
- D´Arcy WG, Eshbaugh W. 2004. New World peppers (Capsicum–Solanaceae) north of Colombia: A resume. *Baileyya* **19**: 93–105.
- Dalton P, Byrnes N. 2016. Psychology of chemesthesis—why would anyone want to be in pain? *Chemesthesis* **1**:8–31.
- Das A, Kundu S, Ghosh B. 2015. A simple and efficient method for extraction and quantification of Capsaicin from pepper fruits through High Performance Thin Layer Chromatography. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* **6**:606–612.
- Delelegne S, Belew D, Mohammed A, Getachew Y. 2015. Evaluation of elite hot pepper varieties (Capsicum spp.) for growth, dry pod yield and quality under Jimma condition, South West Ethiopia. *International Journal of Agricultural Research* **9**:364–374.
- Della Costa L, Gianquinto G. 2002. Water stress and water table depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper: lysimeter studies. *Australian Journal of Agricultural Research* **53**:201–210.
- Dewitt D, Bosland P. 2009. *The complete chile pepper book: a gardener’s guide to choosing, growing, preserving, and cooking*. Timber press, Portland.
- Dewitt D. 1999. *The chile pepper encyclopedia: Everything you will ever need to know about hot peppers with more than 100 recipe*. William Morrow an Imprint of Harper Collins Publishers, New York.
- Dias GB, Gomes VM, Moraes TMS, Zottich UP, Rabelo GR, Carvalho AO, Moulin M, Gonçalves LSA, Rodrigues R, Da Cunha M. 2012. Characterization of Capsicum species using anatomical and molecular data. *Genetics and Molecular Research* **4**:1–14.
- Dulloo AG. 2017. Spicing fat for combustion. *British Journal of Nutrition* **80**:493–494.
- Gahungu A, et al. 2012. Volatile Compounds and capsaicinoid content of fresh hot peppers (Capsicum Chinense) Scotch bonnet variety at red stage. *Advance journal of food science and technology* **3**:211–218.

- Garcés-Claver A, Arnedo-Andrés MS, Abadía J, Gil-Ortega R, Álvarez-Fernández A. 2006. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in *Capsicum* fruits by liquid chromatography-electrospray/time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**:9303–9311.
- Hanson B. 1999. *Chile pepper: hot tips and tasty picks for gardeners and gourmets*. Brooklyn Botanic Garden, New York.
- Hatfield JL, Sauer TJ, Prueger JH. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency: A review. *Agronomy Journal* **93**:271–280.
- Hayes JE. 2016. Types of chemesthesis I. Pungency and burn: historical perspectives, word usage, and temporal characteristics. 92–105 in McDonald ST, Boilliet DA, Hayes JE, editors. *Chemesthesis: Chemical Touch in Food and Eating*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Heinrich U, Gärtner C, Wiebusch M, Eichler O, Sies H, Tronnier H, Stahl W. 2003. Supplementation with beta-carotene or a similar amount of mixed carotenoids protects humans from UV-induced erythema. *Journal of Nutrition* **133**:98–101.
- Holopainen JM, Moilanen JA, Hack T, Tervo TM. 2003. Toxic carriers in pepper sprays may cause corneal erosion. *Toxicology and Applied Pharmacology* **186**:155–162.
- Hunt S. 2013. *World of chillies*. East Sussex. Dostupné z: [www.worldofchillies.com](http://www.worldofchillies.com) (accessed February 2019)
- Chile Pepper Institute. 2019. New Mexico State University, New Mexico. Available from [www.cpi.nmsu.edu](http://www.cpi.nmsu.edu) (accessed January 2018).
- Chopan M, Littenberg B. 2017. The association of hot red chili pepper consumption and mortality: A large population-based cohort study. *PLoS ONE* **12** (e0169876) DOI: 10.1371/journal.pone.0169876.
- Jaimez RE, Rada F, García-Núñez C. 1999. The effect of irrigation frequency on water and carbon relations in three cultivars of sweet pepper (*Capsicum chinense* Jacq), in a tropical semiarid region. *Scientia Horticulturae* **81**:301–308.

- Janssens P, Hursel R, Martens EAP, Westerterp-Plantenga MS. 2013. Acute effects of capsaicin on energy expenditure and fat oxidation in negative energy balance. *PLoS One* 8 (e67786) DOI: 10.1371/journal.pone.0067786.
- Janssens P, Hursel R, Westerterp-Plantenga MS. 2014. Capsaicin increases sensation of fullness in energy balance, and decreases desire to eat after dinner in negative energy balance. *Appetite* 77:44–49.
- Joo JI, Kim DH, Choi JW, Yun JW. 2010. Proteomic analysis for antiobesity potential of capsaicin on white adipose tissue in rats fed with a high fat diet. *Journal of Proteome Research* 9:2977–2987.
- Kang B, Kole C. 2013. *Genetics, Genomics and Breeding of Peppers and Eggplants*. Page Genetics, Genomics and Breeding of Peppers and Eggplants. CRC Press, England.
- Kintzios S, Drossopoulos JB, Lympelopoulos C. 2001. Effect of vitamins and inorganic micronutrients on callus growth and somatic embryogenesis from leaves of chilli pepper. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 67:55–62.
- Kosina. 2012. Semínka – chilli.cz. Available from [www.seminka-chilli.cz](http://www.seminka-chilli.cz) (accessed July 2018).
- Krishna ADE. 2003. *Capsicum: the genus Capsicum*. Taylor & Francis, London.
- Kumar S, Kumar R, Singh J. 2006. Cayenne/American pepper (*Capsicum* species). 299–312 in Peter KV, editor. *Handbook of herbs and spices*. Woodhead, Cambridge.
- Lamson J, Dewitt D. 2015. *The Field Guide to Peppers*. Timber press, Portland, Oregon.
- Lapčík O, Opletal L, Moravcová J, Čopíková J, Drašar P. 2011. Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé. *Chemické listy* 105:452–457.
- Lidsey K, and Bosland PW. 1995. A field study of environmental interaction on Pungency. *Capsicum and Eggplant*. News letter 14:36–38.
- Liljana KG et al. 2013. The effect of different methods of extraction of Capsaicin on its content in the *Capsicum* oleoresins. *Food Science Engineering and Technology* 19:917–922.

- Lyu W, Zhang X, Zhang Z, Chen X, Zhou Y, Chen H, Wang H, Ding M. 2019. A simple and sensitive electrochemical method for the determination of capsaicinoids in chilli peppers. *Sensors and Actuators, B: Chemical* **288**:65–70.
- Mali SS, Naik SK, Jha BK, Singh AK, Bhatt BP. 2019. Planting geometry and growth stage linked fertigation patterns: Impact on yield, nutrient uptake and water productivity of Chilli pepper in hot and sub-humid climate. *Scientia Horticulturae* **249**:289–298.
- Materska M, Perucka I. 2005. Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**:1750–1756.
- McMullan M, Livsey J. 2019. Thechileman.org. Available from <http://www.thechileman.org> (accessed July 2018).
- Meckelmann SW, Jansen C, Riegel DW, van Zonneveld M, Ríos L, Peña K, Mueller-Seitz E, Petz M. 2015. Phytochemicals in native Peruvian *Capsicum pubescens* (Rocoto). *European Food Research and Technology* **241**:817–825.
- Mohammad R, Ahmad M, Heng LY. 2014. Chilli hotness determination based on optical capsaicin biosensor using stacked immobilisation technique. *Sensors and Actuators, B: Chemical* **190**:593–600.
- Musfiroh I, Mutakin M, Angelina T, Muchtaridi M. 2013. Capsaicin level of various *Capsicum* fruits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* **5**:248–251.
- Nasrawi CW, Pangborn RM. 1990. Temporal gustatory and salivary responses to capsaicin upon repeated stimulation. *Physiology and Behavior* **47**:611–615.
- Nazzaro F, Caliendo G, Arnesi G, Veronesi A, Sarzi P, Fratianni F. 2009. Comparative content of some bioactive compounds in two varieties of *Capsicum annuum* L. sweet pepper and evaluation of their antimicrobial and mutagenic activities. *Journal of Food Biochemistry* **33**:852–868.
- Nickels, Jason 2015. Jak pěstovat chilli: průvodce domácím pěstováním chilli papriček. Překlad Petra Borovanská. Josef Krejčík, Plzeň.

- Nwokem CO, Agbaji EB, Kagbu JA, Ekanem EJ. 2010. Determination of Capsaicin Content and Pungency Level of Five Different Peppers Grown in Nigeria. *New York Science Journal* **33**:17–21.
- Olajos EJ, Salem H. 2001. Riot control agents: Pharmacology, toxicology, biochemistry and chemistry.
- Orellana-Escobedo L, Garcia-Amezquita LE, Olivas GI, Ornelas-Paz JJ, Sepulveda DR. 2013. Capsaicinoids content and proximate composition of Mexican chili peppers (*Capsicum spp.*) cultivated in the State of Chihuahua. *CYTA - Journal of Food* **11**:179–184.
- Orobiyi A, Ahissou H, Gbaguidi F, Sanoussi F, Houngbèmè A, Dansi A, Sanni A. 2015. Capsaicin and Ascorbic Acid Content in the High Yielding Chili Pepper (*Capsicum annum L.*) Landraces of Northern Benin. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* **4**:394–403.
- Palombo P, Fabrizi G, Ruocco V, Ruocco E, Fluhr J, Roberts R, Morganti P. 2007. Beneficial long-term effects of combined oral/topical antioxidant treatment with the carotenoids lutein and zeaxanthin on human skin: A double-blind, placebocontrolled study. *Pharmacology and Physiology* **20**:199–210.
- Pawar SS et al. 2011. Chillies as food, spice and medicine: A perspective. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences* **1**:311–318.
- Peruka I. 1996. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid on phenylalanine ammonia-lyase activity and formation of capsaicinoids in placenta of hot pepper fruits. *Acta Physiologiae Plantarum* **18**:7–12.
- Polanská H, Doležalová A. 2019. World of Chilli. Available from [www.woch.cz](http://www.woch.cz) (accessed July 2018).
- Presser A. 2009. Literature Education Series On Dietary Supplements. Huntington College of Health Sciences.
- Rozin P. 1987. Psychobiological perspectives on food preferences and avoidances. 181–205 in Harris M, Ross EB, editors. *Food and Evolution: Toward a Theory of Human Food Habits*. Temple University Press, Philadelphia.

- Ruiz H, Pavon J. 1794. *Flora peruviana, et chilensis prod-romus*. Deorden del Rey, en la imprenta de Sanc Madrid, Spain.
- Scott F. 2016. Flaming idiot! crazy moment prankster screams in pain after bathing in 1,250 bottles of hot chilli sauce. Available from [www.dailymail.co.uk](http://www.dailymail.co.uk) (accessed January 2018)
- Shimizu T, Izumi K, Fujita S, Koja T, Sorimachi M, Ohba N, Fukuda T. 1987. Capsaicin-induced corneal lesions in mice and the effects of chemical sympathectomy. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics* **243**:69
- Singhal RS, Kulkarni PR and Rege DV. 1997. *Handbook of indices of food quality and authenticity*. Woodhead Publishing Ltd, England.
- Singhal RS, Kulkarni PR, Rege DV. 1997. *Handbook of indices of food quality and authenticity*. Woodhead Publishing Ltd, England.
- Smith J, Greaves I. 2002. The Use of Chemical Incapacitant Sprays: A Review. *The Journal of trauma* **52**:595–600.
- Spiller F, Alves MK, Vieira SM, Carvalho TA, Leite CE, Lunardelli A, Poloni JA, Cunha FQ, de Oliveira JR. 2008. Anti-inflammatory effects of red pepper (*Capsicum baccatum*) on carrageenan- and antigen-induced inflammation. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* **60**:473–478.
- Steele AR. 1964. *Flowers for the King: The Expedition of Ruiz and Pavon and the Flora of Peru*. Duke University Press, Durham.
- Steffee CH, Lantz PE, Flannagan LM, Thompson RL, Jason DR. 1995. Oleoresin capsicum (pepper) spray and “in-custody deaths.” *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* **16**:185–192.
- Stoica RM, Băbeanu N, Popa O. 2015. Studies on purification of capsaicinoids from various *Capsicum* species cultivated in Romania. *Journal of Biotechnology* **19**:66–69.
- Sun T, Xu Z, Wu CT, Janes M, Prinyawiwatkul W, No HK. 2007. Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science* **72**:98–102.



- Špaldon E. 1948. Koreninová paprika: jej botanické vlastnosti a pestovanie, chemické složenie a technologické spracovanie. Povereníctvo pôľnohospodárstva a pozemkovej reformy, Bratislava.
- Šupáľková V, Šťavelíková H, Křížková S, Adam V, Horna A, Havel L, Ryant P, Babula P, Kizek R. 2007. Study of Capsaicin Content in Various Parts of Pepper Fruit by Liquid Chromatography with Electrochemical Detection. *Acta Chimica Slovenica*. **54**:55–59.
- Teklehaymanot T. 2009. Ethnobotanical study of knowledge and medicinal plants use by the people in Dek Island in Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology* **124**:69–78.
- Thompson JT. 1995. *The Great Hot Sauce Book*. Ten Speed Press, New York, USA.
- Tiwari G, Tiwari R, Sriwastawa B, Bhati L, Pandey S, Pandey P, Bannerjee SK. 2012. Drug delivery systems: An updated review. *International Journal of Pharmaceutical Investigation* **2**:2–11.
- Toprak S, Ersoy G, Hart J, Clevestig P. 2015. The pathology of lethal exposure to the Riot Control Agents: Towards a forensics-based methodology for determining misuse. *Journal of Forensic and Legal Medicine* **29**:36–42.
- Udoh, DJ, Ndon BA, Asuquo PE, Ndaeyo NU. 2005. *Crop Production Techniques for the Tropics*. Concept Publication, Lagos, Nigeria.
- Valíček P. 2005. *Koření a jeho léčivé účinky*. Start, Benešov.
- Van Gastel, AJGV, Pagnotta MA and Porceddu E. 1996. *Seed Science and Technology*. Icarda, Syria.
- Vesaluoma M, Müller L, Gallar J, Lambiase A, Moilanen J, Hack T, Belmonte C, Tervo T. 2000. Effects of oleoresin capsicum pepper spray on human corneal morphology and sensitivity. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* **41**:2138–2147.
- Vědecký výbor pro potraviny. 2002. *Opinion of the Scientific Committee on Food on Capsaicin*. European Commission: Health & Consumer Protection Directorate-General.
- Wand-Tetley JI. 1956. Historical methods of counter-irritation. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics* **3**:90–98.

- Wesołowska A, Jadcak D, Grzeszczuk M. 2011. Chemical composition of the pepper fruit extracts of hot cultivars *Capsicum annuum* L. Hortorum Cultus **10**(1): 171–184.
- Westerterp-Plantenga MS, Smeets A, Lejeune MPG. 2005. Sensory and gastrointestinal satiety effects of capsaicin on food intake. International Journal of Obesity **29**:682–688.
- Wiesenauer M. 1997. Comparison of solid and liquid forms of homeopathic remedies for tonsillitis. Advances in therapy **15**:362–371.
- Wu F, Eannetta NT, Xu Y, Durrett R, Mazourek M, Jahn MM and Tanksley SD. 2009. A COSII genetic map of the pepper genome provides a detailed picture of synteny with tomato and new insights into recent chromosome evolution in the genus *Capsicum*. Theoretical and Applied Genetics **118**:1279–1293.
- Yoshioka M, Imanaga M, Ueyama H, Yamane M, Kubo Y, Boivin A, St-Amand J, Tanaka H, Kiyonaga A. 2004. Maximum tolerable dose of red pepper decreases fat intake independently of spicy sensation in the mouth. British Journal of Nutrition **91**:991–995.
- Yoshioka M, Lim K, Kikuzato S, Kiyonaga A, Tanaka H, Shindo M, Suzuki M. 2011. Effects of Red-Pepper Diet on the Energy Metabolism in Men. Journal of Nutritional Science and Vitaminology **41**:647–656.
- Zachariah J, Gobinath P. 2008. Paprika and chilli. 50-61 in Chempakam B, Zachariah TJ, editors. Chemistry of Spices. Biddles Ltd, King's Lynn, UK.
- Zimmer AR, Leonardi B, Miron D, Schapoval E, Oliveira JR De, Gosmann G. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: From traditional use to scientific approach. Journal of Ethnopharmacology **139**:228–233.
- Zimmer AR, Leonardi B, Miron D, Schapoval E, Oliveira JR De, Gosmann G. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: From traditional use to scientific approach. Journal of Ethnopharmacology **139**:228–233.
- Zollman TM, Bragg RM, Harrison DA. 2000. Clinical effects of oleoresin capsicum (pepper spray) on the human cornea and conjunctiva. Ophthalmology **107**:2186–2189.

## **10 SEZNAMY**

### **10.1 Seznam tabulek**

Tabulka 1: Klasifikace rodu *Capsicum*

Tabulka 2: Pálivost některých odrůd dle literárních zdrojů

Tabulka 3: Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu některých odrůd dle literárních zdrojů

Tabulka 4: Průměrné nutriční hodnoty vysušené papričky

Tabulka 5: Scovilleho stupnice pálivosti pro vybrané druhy papriček

Tabulka 6: Poměr kapsaicinu a dihydrokapsaicinu jednotlivých vzorků chilli papriček

Tabulka 7: Scovillovy jednotky pálivosti a úroveň pálivosti chilli papriček vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Tabulka 8: Scovillovy jednotky pálivosti a úroveň pálivosti chilli papriček vypěstovaných v domácím prostředí

Tabulka 9: Maximální denní příjem jednotlivých odrůd chilli papriček dodaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Tabulka 10: Maximální denní příjem jednotlivých odrůd chilli papriček vypěstovaných v domácím prostředí

Tabulka 11: Pořadník oblíbenosti využití pálivých produktů

Tabulka 12: Nejpálivější odrůdy

Tabulka 13: Využití chilli papriček

### **10.2 Seznam grafů**

Graf 1: Obsah kapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Graf 2: Obsah dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Graf 3: Obsah kapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných v domácích podmínkách

Graf 4: Obsah dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných v domácích podmínkách

Graf 5: Oblíbenost pálivých jídel

Graf 6: Procentuální srovnání oblíbenosti pálivých jídel žen a mužů

Graf 7: Používání chilli papriček

Graf 8: Pěstování chilli papriček

Graf 9: Frekvence konzumu pálivých jídel

Graf 10: Vliv na zdraví

Graf 11: Příčina pálení

Graf 12: Využití chilli papriček

### **10.3 Seznam obrázků**

Obrázek 1: Bishop's Crown

Obrázek 2: Little Finger Orange

Obrázek 3: Brazilian Starfish

Obrázek 4: Little Elf

Obrázek 5: Cayenne Yellow

Obrázek 6: Cayenne Red

Obrázek 7: Maraba Orange

Obrázek 8: Habanero Red

Obrázek 9: Habanero Red Savina

Obrázek 10: Habanero Orange

Obrázek 11: Dorset Naga

Obrázek 12: 7 pot Congo Gigantic SR Chocolate

Obrázek 13: Brasillian Ghost Chocolate

Obrázek 14: Malaysian Goronong

Obrázek 15: Scotch Bonnet Chocolate

Obrázek 16: 7 Pot White

Obrázek 17: Fatalii Yellow

Obrázek 18: CGN 21 500

Obrázek 19: Sugar Rush peach

Obrázek 20: Big Black Mama

Obrázek 21: Rocoto Red

Obrázek 22: Naga Morich

Obrázek 23: Jamaican Yellow

Obrázek 24: Bird's eye

Obrázek 25: Chemická struktura karotenoidů obsažených v *Capsicum sp.*

Obrázek 26: Chemická struktura kapsaicinu

Obrázek 27: Chemická struktura dihydrokapsaicinu

Obrázek 28: Vzorky spolku Nezvěstické chillihraní

Obrázek 29: Absorpční spektrum kapsaicinu

Obrázek 30: Absorpční spektrum dihydrokapsaicinu

Obrázek 31: Chromatogram vzorku č. 6- Naga Morich

## **10.4 Seznam příloh**

Příloha I: Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných spolkem Nezvěstické chillihraní

Příloha II: Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných v domácím prostředí

Příloha III: Příklad výstupu ze statistického hodnocení- dvouvýběrový t-test, rozdíl v celkovém obsahu kapsaicinu mezi vzorky spolku Nezvěstické chillihraní a vzorky domácích chilli papriček

Příloha IV: Příklad výstupu ze statistického hodnocení- Scheffeho porovnání, statistické rozdíly mezi vzorky domácích chilli papriček

Příloha V: Příklad výstupu ze statistického hodnocení- Scheffeho porovnání, statistické rozdíly mezi vzorky spolku Nezvěstické chillihraní

Příloha VI: Absorbční spektra nordihydrokapsaicinu a homokapsaicinu

Příloha VII: Chromatogram vz. č. 6- Brazilian Ghost Chocola

## PŘÍLOHY

Příloha I: Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných společem Nezvěstické chillihraní

<b>Odrůda</b>	<b>Kapsaicin [<math>\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}</math>]</b>	<b>Dihydrokapsaicin [<math>\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}</math>]</b>
<b>CGN 21 500</b>	2 284 $\pm$ 48,69	409,8 $\pm$ 13,48
<b>Malaysian Goronong</b>	2 891 $\pm$ 404,76	1 102 $\pm$ 197,91
<b>Habanero Red</b>	3 204 $\pm$ 33,56	413,11 $\pm$ 8,99
<b>Maraba Orange</b>	3 382 $\pm$ 296,2	464,6 $\pm$ 47,67
<b>Habanero Orange 2017 zamražené</b>	5 288 $\pm$ 95,6	1 072 $\pm$ 14,52
<b>Habanero Orange</b>	5 888 $\pm$ 40,15	1 891 $\pm$ 12,52
<b>Sugar Rush Peach</b>	5 904 $\pm$ 40,07	716,81 $\pm$ 5,03
<b>Habanero Red Savina</b>	8 635 $\pm$ 134,3	1 712 $\pm$ 33,05
<b>Big Black Mama</b>	14 016 $\pm$ 773,6	5 211 $\pm$ 285,6
<b>Scotch Bonnet Chocolate</b>	15 110 $\pm$ 718,3	2 455 $\pm$ 96,57
<b>7 Pot White</b>	15 561 $\pm$ 472,3	3 164 $\pm$ 118,6
<b>Fatali Yellow</b>	17 613 $\pm$ 1 023	3 490 $\pm$ 195,2
<b>Dorset Naga</b>	40 065 $\pm$ 1 192	10 345 $\pm$ 400,1
<b>7 pot Congo Gigantic SR Chocolate</b>	52 040 $\pm$ 2 575	13 177 $\pm$ 678,4
<b>Brasilian Ghost Chocolate</b>	78 284 $\pm$ 3 198	21 994 $\pm$ 1 033

Příloha II: Obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu v chilli papričkách vypěstovaných v domácím prostředí

Odrůda	Kapsaicin [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	Dihydrokapsaicin [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]
<b>Bishop's Crown</b>	$\leq\text{LOQ}$	$\leq\text{LOQ}$
<b>Brasilian Starfish</b>	$681,2 \pm 26,56$	$161,2 \pm 4,85$
<b>Rocoto Red</b>	$948,8 \pm 32,36$	$473,9 \pm 24,49$
<b>Cayenne Red</b>	$1\,247 \pm 37,96$	$657,1 \pm 22,9$
<b>Jamaican Yellow</b>	$1\,366 \pm 20,41$	$448,7 \pm 9,2$
<b>Little Finger Orange</b>	$1\,466 \pm 28,71$	$516,8 \pm 7,52$
<b>Little Elf</b>	$1\,925 \pm 55,96$	$1\,329 \pm 40,04$
<b>Cayenne Yellow</b>	$2\,261 \pm 55,24$	$739,3 \pm 21,57$
<b>Bird Eye</b>	$3\,443 \pm 78,5$	$1\,686 \pm 43,59$
<b>Naga Morich</b>	$31\,196 \pm 4\,507$	$11\,282 \pm 2\,253$

Příloha III: Příklad výstupu ze statistického hodnocení- dvouvýběrový t-test, rozdíl v celkovém obsahu kapsaicinu mezi vzorky spolku Nezvěstické chillihraní a vzorky domácích chilli papriček

Proměnná	T-test Vzorky 1: Nezvěstické chillihraní; Vzorky 2: Domácí chilli papričky						
	Průměr Vzorků 1	Průměr Vzorků 2	t	sv	p	Poc. plat. Vz. 1	Poc. plat. Vz. 2
Vzorky 1 vs. Vzorky 2	18 011	4 454	3.256651	73	0.001711	45	30

Proměnná	T-test Vzorky 1: Nezvěstické chillihraní; Vzorky 2: domácí chilli papričky			
	Sm. Odch. Vz. 1	Sm. Odch. Vz. 2	F-poměr Rozptyly	p Roptly
Vzorky 1 vs. Vzorky 2	21 491.39	9 187.457	5.471900	0.000007

Příloha IV: Příklad výstupu ze statistického hodnocení- Scheffeho porovnání, statistické rozdíly mezi vzorky domácích chilli papriček

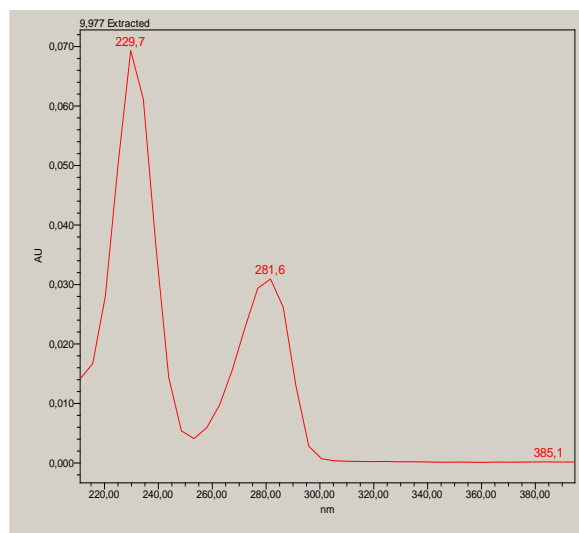
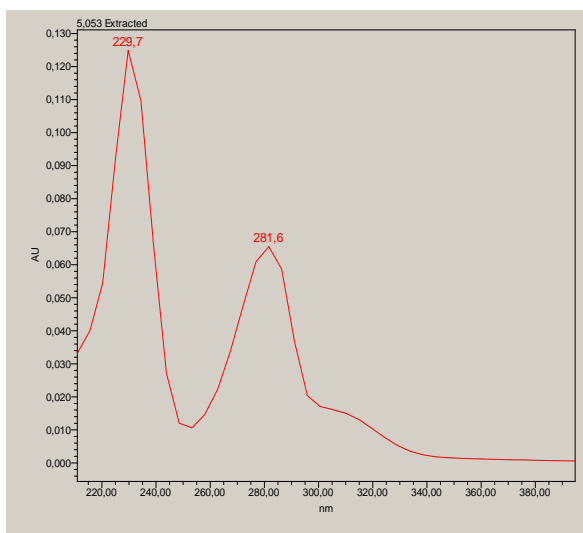
		Scheffeho test Kapsaicin (Anova)									
		Pravděpod. pro post-hoc testy									
		Chyba: meziskup. PC = 2033E3, sv = 20.000									
Proměnná	Odrůda	Rocoto Red	Bishop's crown	Brasilian Starfish	Naga Morich	Cayenne Yellow	Jamaican Yellow	Little Finger Orange	Little Elf	Bird's Eye	Cayenne Red
1	16		0.999827	1.000000	0.000000	0.997578	1.000000	0.999999	0.999769	0.850245	1.000000
2	17	0.999827		0.999990	0.000000	0.910866	0.996846	0.994636	0.965510	0.493374	0.998427
3	18	1.000000	0.999990		0.000000	0.990545	0.999988	0.999962	0.998402	0.762322	0.999998
4	19	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5	20	0.997578	0.910866	0.990545	0.000000		0.999886	0.999958	1.000000	0.998927	0.999683
6	21	1.000000	0.996846	0.999988	0.000000	0.999886		1.000000	0.999998	0.944033	1.000000
7	22	0.999999	0.994636	0.999962	0.000000	0.999958	1.000000		1.000000	0.958508	1.000000
8	23	0.999769	0.965510	0.998402	0.000000	1.000000	0.999998	1.000000		0.992885	0.999989
9	24	0.850245	0.493374	0.762322	0.000000	0.998927	0.944033	0.958508	0.992885		0.923065
10	25	1.000000	0.998427	0.999998	0.000000	0.999683	1.000000	1.000000	0.999989	0.923065	

Příloha V: Příklad výstupu ze statistického hodnocení- Scheffeho porovnání, statistické rozdíly mezi vzorky spolku Nezvěstické chillihraní

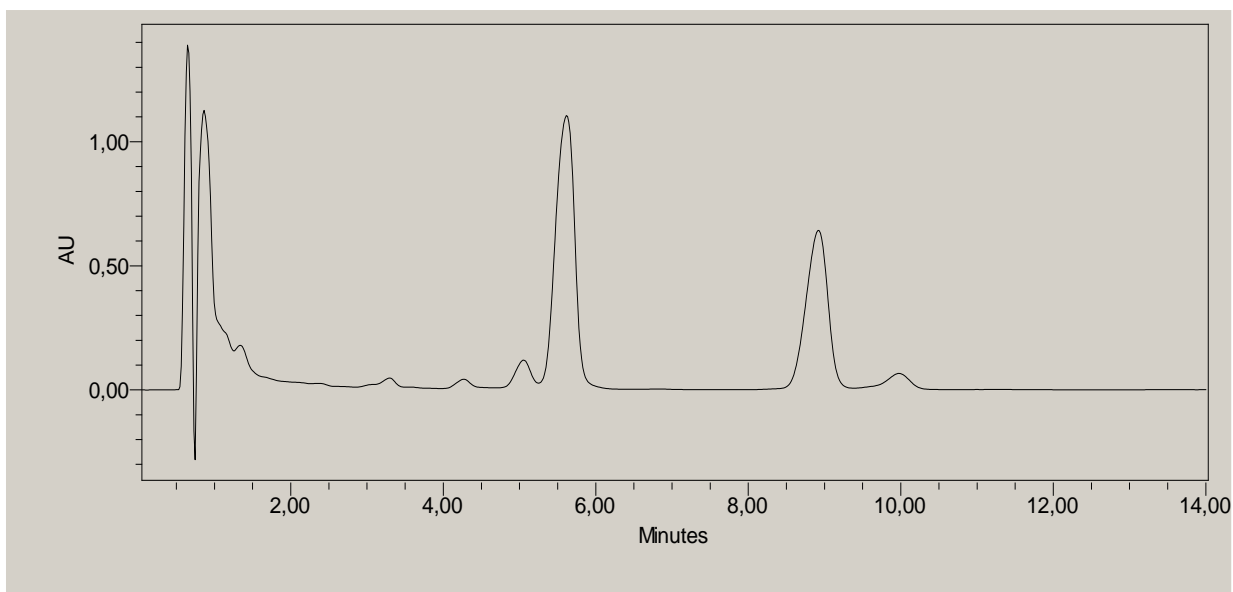
		Scheffeho test: proměnná Kapsaicin Vzorky Spolku Nezvěstické chillihraní														
		Pravděpodobnosti pro post-hoc testy														
		Chyba: meziskup. PC = 1396E3, sv = 30.000														
C. bunky	Odrůda	Habanero Red	7 pot C. Gig. Choc.	Habanero R. Savina	H. Orange 2017	Dorset Naga	B. Ghost CHoc.	Maraba Orange	Malaysian G.	Scotch B. Ch.	7 pot W.	Fatali Yellow	CGN 21500	Sugar Rush P.	Big Black Mama	Habanero Orange
1	1		0.000000	0.029697	0.983443	0.000000	0.00	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.999998	0.874822	0.000000	0.879525
2	2	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3	3	0.029697	0.000000		0.605732	0.000000	0.00	0.041585	0.016070	0.003533	0.001337	0.000015	0.004602	0.865191	0.032642	0.860169
4	4	0.983443	0.000000	0.605732		0.000000	0.00	0.992813	0.946476	0.000002	0.000001	0.000000	0.763917	1.000000	0.000026	1.000000
5	5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6	6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7	7	1.000000	0.000000	0.041585	0.992813	0.000000	0.00		1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.999986	0.921725	0.000000	0.925202
8	8	1.000000	0.000000	0.016070	0.946476	0.000000	0.00	1.000000		0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.760085	0.000000	0.766705
9	9	0.000000	0.000000	0.003533	0.000002	0.000000	0.00	0.000000	0.000000		1.000000	0.925809	0.000000	0.000009	0.999986	0.000009
10	10	0.000000	0.000000	0.001337	0.000001	0.000000	0.00	0.000000	0.000000	1.000000		0.985639	0.000000	0.000003	0.999187	0.000003
11	11	0.000000	0.000000	0.000015	0.000000	0.000000	0.00	0.000000	0.000000	0.925809	0.985639		0.000000	0.000000	0.483913	0.000000
12	12	0.999998	0.000000	0.004602	0.763917	0.000000	0.00	0.999986	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.473291	0.000000	0.480773
13	13	0.874822	0.000000	0.865191	1.000000	0.000000	0.00	0.921725	0.760085	0.000009	0.000003	0.000000	0.473291		0.000099	1.000000
14	14	0.000000	0.000000	0.032642	0.000026	0.000000	0.00	0.000000	0.000000	0.999986	0.999187	0.483913	0.000000	0.000099		0.000096
15	15	0.879525	0.000000	0.860169	1.000000	0.000000	0.00	0.925202	0.766705	0.000009	0.000003	0.000000	0.480773	1.000000	0.000096	



## Příloha VI: Absorbční spektra nordihydrokapsaicinu a homokapsaicinu



## Příloha VII: Chromatogram vz. č. 6- Brasilian Ghost Chocolate



# Průzkum k diplomové práci o chilli paprikách

## Otázka č. 1: Máte rád/a pálivá jídla?

- Ano, velmi
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

## Otázka č. 2: Používáte rád/a chilli papričky?

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

## Otázka č. 3: Seřad'te od nejvíce po nejméně oblíbenou možnost:

*Přetáhněte jednotlivé položky z levé části do pravé části otázky v požadovaném pořadí.*

- Čerstvé či sušené chilli papričky domácí
- Čerstvé či sušené chilli papričky koupené
- Koření ze supermarketu
- Koření ze specializovaných prodejen
- Pálivé omáčky
- Pasty
- Pálivá jídla v restauraci

## Otázka č. 4: Pěstoval/a jste někdy chilli papričky?

- Ano
- Ne

**Otázka č. 5: Jak často jíte pálivá jídla?**

- Vůbec  2x týdně  
 1x měsíčně  Častěji  
 2x měsíčně  
 1x za týden

**Otázka č. 6: Myslíte si, že chilli papričky mají pozitivní vliv na zdraví?**

- Ano  Ne

**Otázka č. 7: Jakou znáte nejpálivější odrůdu chilli papriček?**

.....

**Otázka č. 8: Víte, co způsobuje pálivost chilli paprik? (pokud ano, prosím uveďte)**

- Ano   
 Ne

**Otázka č. 9: Znáte jiné způsoby využití chilli, než kulinářské? Pokud ano, uveďte jaké.**

- Ano   
 Ne