

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra botaniky a fyziologie rostlin**



**Vliv záливky na rostlinu *Capsicum annuum* kultivaru  
Jalapeño Jalastar a její plody**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Gabriela Kostková**

**Obor studia: Rostlinná produkce**

**Vedoucí práce: Ing. Jaroslava Martinková, Ph.D.**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv zálivky na rostlinu *Capsicum annuum* kultivaru Jalapeño Jalastar a její plody" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2019

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své bakalářské práce Ing. Jaroslavě Martinkové, Ph.D. za trpělivost, připomínky, cenné rady a veškerý čas, který mi při řešení problematiky věnovala.

Své rodině děkuji především za nezměrnou trpělivost a podporu v celém studiu.

# Vliv zálivky na rostlinu *Capsicum annuum* kultivaru Jalapeño Jalastar a její plody

## Souhrn

V této práci byl sledován vliv zálivky na rostlinu a plody papriky seté (*Capsicum annuum*) kultivaru Jalapeño Jalastar. Rostlina byla vybrána vzhledem k nárůstu zájmu o její plody, a to jak v oblasti konzumní, tak také farmaceutické v rámci lékařského využití obsahových látek, především ze skupiny kapsaicinoidů.

Z kapsaicinoidů jsou nejdůležitějšími kapsaicin a dihydrokapsaicin, látky syntetizované rostlinami rodu *Capsicum*. Rostlina je hromadí v plodech, a právě tyto látky jsou zodpovědné za pikantní chuť a léčebné vlastnosti. Součástí práce bylo stanovení množství těchto látek pomocí kapalinové chromatografie.

Hlavní částí práce bylo sledování vlivu rozdílné zálivky na rostliny samotné, její generativní i vegetativní orgány, a také na plody včetně organoleptického hodnocení a degustačního posouzení chuťových vlastností.

V rámci rešerše jsou uvedeny základní poznatky ohledně rostliny papriky seté, její historie i použití plodů. Je zde vysvětleno základní působení kapsaicinoidů, princip jejich stanovení pomocí kapalinové chromatografie a zařazení dle stupnice pálivosti. Rešerše se dále zaměřuje na složení vody, mikrovlnné záření a základní prvky ovlivňující růst rostlin.

Stanovený obsah kapsaicinu byl v rozmezí od 0 do 327,6  $\mu\text{g/g}$  a dihydrokapsaicinu od 0 do 174,6  $\mu\text{g/g}$ . Poměr mezi kapsaicinem a dihydrokapsaicinem byl vypočten 1:0,6.

Výsledky prokázaly pozitivní vliv vody převařené pomocí mikrovln, prakticky srovnatelné s vodou obohacenou o klasické hnojivo. Neprokázaly žádné negativní účinky takto upravené vody na rostliny papriky seté ani na její plody.

**Klíčová slova:** chilli, paprika, mikrovlnné záření, zálivka, kapsaicin, plody, voda

# **The impact of the different watering types of *Capsicum annuum* cultivar Jalapeño Jalastar and it's fruit**

## **Summary**

In this work, the effect of watering of plant *Capsicum annuum* cultivar Jalapeño Jalastar and it's fruits was studied. The plant was selected because of the growing interest in it's fruits, both in the consumer and pharmaceutical fields, in the context of the medical use of constituents, especially from the capsaicinoid group.

Among the capsaicinoids, the most important are capsaicin and dihydrocapsaicin, a substance synthesized by *capsicum* plants. The plant is accumulating in the fruit and it is these substances that are responsible for the savory taste and healing properties. Part of the work was determination of the amount of these substances by liquid chromatography.

The main part of the work was to monitor the effect of different watering on plants themselves, it's generative and vegetative organs, as well as fruits including organoleptic evaluation and tasting assessment of taste properties.

The research includes basic knowledge of the pepper plant, it's history and use of fruits. The basic effect of capsaicinoids is explained, the principle of their determination by liquid chromatography and classification according to the burning scale. The research also focuses on the composition of water, microwave radiation and basic elements affecting plant growth.

The determined capsaicin content ranged from 0 to 327.6  $\mu\text{g} / \text{g}$  and dihydrokapsaicin from 0 to 174.6  $\mu\text{g} / \text{g}$ . The ratio between capsaicin and dihydrokapsaicin was calculated to be 1: 0.6.

The results showed a positive effect of water boiled by microwaves, practically comparable to water enriched with conventional fertilizer. They have not shown any negative effects of such treated water on pepper plants or it's fruit.

**Keywords:** chilli, pepper, microwave radiation, watering, capsaicin

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Paprika setá</b>	<b>4</b>
3.1.1	Chilli papriky	6
3.1.2	Kultivar ‚Jalapeño Jalastar‘	8
<b>3.2</b>	<b>Kapsaicin</b>	<b>9</b>
3.2.1	Scovillova stupnice	11
3.2.2	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)	12
<b>3.3</b>	<b>Voda a její běžné složení ve vodovodním řádu v ČR</b>	<b>13</b>
3.3.1	Rozbor vody	15
3.3.2	Tvrdost vody	16
<b>3.4</b>	<b>Mikrovlnné záření</b>	<b>16</b>
3.4.1	Mikrovlnná trouba	17
<b>3.5</b>	<b>Prvky ovlivňující růst rostlin</b>	<b>18</b>
3.5.1	Makroprvky	19
3.5.2	Mikroprvky	20
3.5.3	Prvky užitečné	22
3.5.4	Hnojivo Kristalon	22
<b>4</b>	<b>Materiál a metody</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Popis metodiky</b>	<b>23</b>
4.1.1	Osivo	23
4.1.2	Pěstební podmínky	23
4.1.3	Zálivka a hnojení	26
4.1.4	Ochrana rostlin	27
4.1.5	Vyhodnocované údaje	27
4.1.6	Odběr a zpracování vzorků	27
4.1.7	Stanovení obsahu kapsaicinu	28
4.1.7.1	Příprava vzorků pro HPLC	28
4.1.7.2	Stanovení obsahu kapsaicinu ve vzorcích	28
4.1.8	Degustace	30
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>Zálivka</b>	<b>31</b>
<b>5.2</b>	<b>Počet klíčících rostlin</b>	<b>32</b>
<b>5.3</b>	<b>Počet listů</b>	<b>33</b>

<b>5.4</b>	<b>Počet květů .....</b>	<b>35</b>
<b>5.5</b>	<b>Počet plodů .....</b>	<b>36</b>
<b>5.6</b>	<b>Barva, tvar a velikost plodů .....</b>	<b>37</b>
5.6.1	Velikost plodů .....	37
<b>5.7</b>	<b>Škůdci, choroby a poškození rostlin a plodů papriky.....</b>	<b>37</b>
<b>5.8</b>	<b>Obsah kapsaicinu .....</b>	<b>38</b>
<b>5.9</b>	<b>Hodnocení kvality plodů pomocí degustace .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>43</b>
<b>6.1</b>	<b>Klíčení rostlin a vegetativní orgány .....</b>	<b>43</b>
<b>6.2</b>	<b>Vliv na květy a plody .....</b>	<b>44</b>
<b>6.3</b>	<b>Škůdci, choroby a poškození rostlin a plodů papriky.....</b>	<b>45</b>
<b>6.4</b>	<b>Obsah kapsaicinu .....</b>	<b>45</b>
<b>6.5</b>	<b>Hodnocení kvality plodů pomocí degustace .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury.....</b>	<b>49</b>
<b>9</b>	<b>Samostatné přílohy.....</b>	<b>52</b>

# 1 Úvod

Člověk již po tisíciletí využívá rostliny ke svému užitku a podle svých požadavků se snaží o jejich přizpůsobení. Mění přírodu i její zdroje ke svému obrazu a splnění přísných kritérií. Roste úroveň i míra používání techniky a technologií. Každodenní život již bez použití elektřiny není myslitelný. Otázkou však stále zůstávají i možné negativní dopady této činnosti. Voda samotná je upravována, rostliny šlechtěny a modifikovány, hnojiva vyráběna průmyslově, přes potraviny denně prochází mikrovlnné záření. Ačkoli není v současné době prokázáno žádné škodlivé působení těchto jednotlivých aspektů, objevují se spekulace o možném vlivu na lidské zdraví. Jedná se ale pouze o domněnky podložené neseriózními a zkreslenými pokusy nebo naopak o vážné nebezpečí, které může mít dopad na všechny živé organismy?

Základní myšlenkou této práce je potvrdit či vyvrátit veřejně rozšířenou domněnku o škodlivém působení vody na rostliny, která byla převařena v mikrovlnné troubě. Mnoho lidí z běžné populace dodnes věří, že mikrovlnná trouba dokáže změnit obyčejnou vodu tak, že se z ní stává přímo jed zabíjející živé organismy. Tyto závěry nebyly zatím spolehlivě reprodukovány ani odborně vyvráceny, přesto, že oponenti této myšlenky údajně obdobné pokusy uskutečnili s žádným či dokonce opačným účinkem a odkazují se na vědecké studie, které tento fakt rovněž vyvracejí<sup>1</sup>. Bohužel tyto konkrétní vědecké studie zmiňované v článku nebylo možno dohledat vzhledem k tomu, že nebyl uveden institut, přímý odkaz ani jiná data. Na jedné straně stojí tedy takto upravená voda jako jed a na druhé jako podpora růstu a klíčení, čehož by v zemědělské praxi mohlo být využito, především v menším objemu, tam, kde je nutno podpořit růst bez ohledu na vynaložené finance či u vzácných odrůd. Vzhledem k tomu, že výše uvedené zdroje nespádají do kategorie odborných vědeckých článků, je také jedním z úkolů této práce dodat ověřitelný test dle přesné metodiky.

V práci se zaměřujeme na možný vliv zachycení mikrovlnného záření v substanci, která jím prošla a následném ovlivnění organismu, jenž ji přijme. Posuzujeme možnost zachycení tohoto záření konkrétně ve vodě a jeho následné možné působení na rostlinu chilli papriky (*Capsicum annuum*) kultivaru Jalapeño Jalastar. Jsou sledovány rozdíly mezi rostlinou zavlažovanou vodou z řadu a rostlinou, které byla dodána stejná voda navíc však převařená v mikrovlnné troubě používané standardně v domácnostech.

---

<sup>1</sup>[http://ceskapozice.lidovky.cz/uz-je-to-tu-zase-mikrovlanka-pry-zabiji-vodu-fkk-/tema.aspx?c=A130908\\_222837\\_pozice\\_135467](http://ceskapozice.lidovky.cz/uz-je-to-tu-zase-mikrovlanka-pry-zabiji-vodu-fkk-/tema.aspx?c=A130908_222837_pozice_135467)



Dalším úkolem práce je porovnání účinnosti přihnojování, především jeho efektivity ve vztahu na růst, vývoj, zdravotní stav rostlin, počty a kvalitu plodů, chuťové vlastnosti i obsah kapsaicinu.

Propojením dílčích úkolů můžeme získat srovnání v míře ovlivnění sledovaných rostlin v negativním i pozitivním smyslu. Jedná se jak o ovlivnění vodou samotnou, tak o působení z pohledu umělého doplňování živin. Srovnáváme význam a vliv obsažených látek, ale také možný vliv mikrovlnného záření na vodu a tím i na organismus, který je jí dále vyživován a následně vyvozujeme pěstitelské doporučení využitelná v praxi.

Vyhodnocení je provedeno na více úrovních, od objektivního měření kvantitativních znaků (počty květů, plodů), přes posouzení vzhledu a zdravotního stavu celých rostlin i jednotlivých plodů (barva, poškození, symetričnost) až po stanovení obsahu kapsaicinu v plodech pomocí kapalinové chromatografie a konečném zhodnocení chuťových vlastností skupinou dobrovolníků.

## 2 Cíl práce

Cílem práce je nastínit možný vliv vody, použité jako zálivka pro papriku setou (*Capsicum annuum*) kultivar Jalapeño Jalastar.

Posouzení tří skupin rostlin rozdílně vyživovaných: běžnou vodou z vodovodního řadu, stejnou vodou pravidelně obohacenou o komerční hnojivo Kristalon a vodou z řadu, která prošla varem v mikrovlnné troubě určené pro použití v domácnostech.

Následné srovnání rostlin i plodů z těchto tří skupin v konkrétních kategoriích a termínech.

Závěrečné zhodnocení získaných poznatků a naměřených hodnot. Možné využití v praxi s konkrétním doporučením.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Paprika setá

Paprika setá (*Capsicum annuum* L.) je řazena společně s lilkem jedlým (*Solanum melongena* L.) či rajčetem (*Lycopersicon esculentum* P Miller) mezi plodovou zeleninu z čeledi lilkovité (*Solanaceae*) (Prugar, 2008).

Původem se jedná o jednoleté, subtropické rostliny Střední Ameriky, které byly do Evropy přivezeny jako koření. V 18. století se od kořeninových odrůd se špičatými protáhlými plody oddělily papriky zeleninové s plody většími, především se silnějším oplodím (Pekárková, 2001). Prapůvodní centrum vývinu všech druhů paprik je s největší pravděpodobností centrální část dnešní Bolívie, semiaridní oblast bez mrazů ve výškách okolo 2 000 m n.m. či hornatá oblast Brazílie. Na jednom z těchto míst se nachází genové centrum rodu *Capsicum* spp., kde vznikl předchůdce podobající se nejvíce *Capsicum chacoense*. Další vývin rodu probíhal díky mutacím, spontánní hybridizaci i záměrné šlechtitelské činnosti. Divoké druhy je v současnosti možno nalézt v oblastech od jihu USA, přes celou Střední Ameriku až po severní část Argentiny. Z archeologických nálezů je patrné, že využívání a rovněž kultivace papriky započala před více než 7 000 lety (Csilléry, 2006).

Paprika setá je rozvětvená bylina či polokeř dorůstající do výšky 50 až 150 cm s jednoduchými listy, oválného až kopinatého tvaru (Walter a Lebot, 2007). Z reprodukčního hlediska se jedná o rostliny samosprašné s částečnou možností cizoprášení (Chloupek, 2008), poměrně dlouhou vegetační dobou a s 12 chromozomy (Csilléry, 2006). Květy jsou terminální, bílé barvy. Kalich má pohárkovitý tvar s korunou tvořenou 5 až 6 laloky. Plody s krátkou stopkou jsou vzpřímené či visící a velmi proměnlivé co do velikosti (od 1 do 30 cm), tvaru i barvy. Uvnitř plodu je dutina obsahující množství malých, hladkých semen světlé barvy (Walter a Lebot, 2007).

Paprika se používá především v podobě zeleninových odrůd bez původní palčivé chuti. Plodů bez obsahu kapsaicinu bylo dosaženo šlechtěním z původních ostře pálivých druhů. Kromě odrůd označených „S“ s nasládlou chutí, jsou také odrůdy označené „P“ s obsahem kapsaicinu a příslušnou palčivou chutí (Prugar, 2008). Ačkoli se v evropských podmínkách konzumuje převážně paprika sladká, jsou všechny dnešní divoké druhy, stejně jako čtyři z pěti kultivovaných druhů silně pálivé. Pouze několik poddruhů *Capsicum annuum* neobsahuje kapsaicin a označujeme je jako papriky sladké (Csilléry, 2006).

Konzumní částí papriky jsou bobule, jenž je možno sklízet v technologické zralosti v barevné škále od tmavě zelené, přes žluté až po oranžové zbarvení či v plné fyziologické zralosti jasně až tmavě červeně zbarvené slupky i dužiny. Plody jsou s oblibou konzumovány nejen pro svou chuť, ale především pro obsah vitamínů (vitamíny C, B, E, provitamín A, niacin i kyselina listová), minerálů (železo, fosfor, jód, hořčík, vápník, zinek) a dalších látek jako jsou flavonoidy či fytoncidy (Prugar, 2008). Fytoncidy nalezneme v rostlinných buňkách, jako jejich přirozenou ochranu díky antimikrobiálnímu působení. Lze tak mluvit o ekvivalentu antibiotik v rostlinné říši. Z chemického hlediska se jedná o rozličné látky od hořčičné silice, přes rafanín v ředkvích, kapsaicinoidy v paprikách až po tomatín v rajčeti. (Kopec 2010).

Během pěstování paprik je nutno dbát na ochranu před nízkými teplotami. Při 10 °C rostlina zastavuje růst a již krátký slabý mráz ji může nenávratně poškodit. Nejvýhodnější je její pěstování ve fóliovníku či skleníku, pouze v nejteplejších oblastech České republiky je možno pěstování venkovní na chráněném slunném stanovišti. Pro podmínky mírného pásu jsou uzpůsobeny nejlépe odrůdy vyšlechtěné v České republice a na Slovensku. Vždy je však nutno jejich předpěstování vzhledem k velmi dlouhé vegetační době. Výsev semen je prováděn již v zimních měsících, od počátku února do března a je zapotřebí při klíčení udržovat poměrně vysokou teplotu okolo 25 °C. Přesazení na trvalé stanoviště do dobře vyhnojené půdy je možno nejdříve od poloviny května, a to zásadně po jedné rostlině. Pravidelná zálaha je prevencí proti opadu listů a květů a také proti zasychání špiček plodů. Ochranu proti zaplevelení je dobré provést pomocí černé netkané textilie, jelikož tyto mělce kořenicí rostliny snášejí velmi špatně okopávání (Pekárková, 2000).

Paprika setá roste nejlépe na záhřevných půdách, které mají dostatek přijatelných živin, humusu a jsou mikrobiálně činné. Půdní reakce může být kyselejší, ale problémem je přítomnost chlóru či vyšší koncentrace solí. Rostlina velmi dobře snáší organické hnojení. Z jednotlivých prvků je jedním z nejdůležitějších draslík pro tvorbu výnosu, ale také pro kvalitu produkce, kdy ovlivňuje například barvu plodů. Pozor je však nutno dát na příliš vysoké dávky draslíku, který v nadbytku brání příjmu vápníku. Dalším významným prvkem je také fosfor. (Vaněk, 2012).

Plody papriky jsou poměrně citlivé na nedostatek vápníku, způsobující špičkovou hnilobu plodů (apikální nekróza), projevující se jako hnědé skvrny a zasychání lokalizované pouze ve špičkách plodů. Nejčastější příčinou je nedostatek vláhy či přehnojení draslíkem. Pokud se objevují skvrny také na stranách plodů, jedná se pravděpodobně již o napadení chorobou a je vhodné chemické ošetření (Pekárková, 2001). Se sklizní je možno počítat přibližně za 20 až 26

týdnů od výsevu. Prováděna je postupně, dle dozrávání plodů, které se odstříhují nůžkami s kouskem stopky pro lepší skladovatelnost (Halsall, 2013).

Při pěstování je vhodné hnojení v souladu s potřebami rostlin. Pokud jde o střední odběr živin, tedy spotřebou čistých živin v kg na 1 tunu produkce, má paprika tyto nároky: dusík 2,7 kg, fosfor 0,4 kg, draslík 3 kg, vápník 2,3 kg, hořčík 0,7 kg (Vaněk 2012).

Během pěstování se mohou vyskytnout některé další problémy. Nejčastějším z nich je padání květů, které může být jak fyziologické, podmíněné odrudou, tak způsobené nevhodnými pěstebními podmínkami. Dále pak opad listů způsobený nadměrnou vlhkostí substrátu či teplotním šokem. Přítomnost žlutých skvrn na listech ukazuje na nedostatek živin. K problémům může docházet také při opylování, vznikají pak malé deformované bezsemenné plody. Z chorob se často můžeme setkat s padáním sadby způsobené houbovými chorobami, při vyšší vlhkosti rostliny napadá plíseň šedá (*Botrytis cinerea*) a naopak za sucha padlí. Širokou škálu příznaků způsobují viry šířené hmyzem, ale také kontaminovanými pracovními nástroji. Poměrně závažné škody způsobují na rostlinách škůdci. Slimáci a hlemýždi při venkovním pěstování, při pěstování na uzavřených plochách škodí nejvíce mšice, molice skleníková a sviluška chmelová. Méně častým problémem je napadení housenkami, klopuškami či vlnatkou (Halsall, 2013).

Ze šlechtitelského hlediska je snaha o vytvoření odrůd, které budou splňovat požadavky zákazníků na kvalitu, barvu, vzhled, chuť či pálivost a zároveň budou rezistentní vůči chorobám a škůdcům. Vzhledem k poměrně jednoduché změně ploidity u rodu *Capsicum* ssp. byla tato varianta zkoumána a její násobení se ukázalo jako částečně zodpovědné za odolnost díky výsledné genové komplexnosti. Bohužel některé cesty křížení způsobují u rostlin sterilitu a další fyziologické problémy, proto jsou genetické markery i genom papriky důkladně mapovány, aby se těmto negativním jevům předcházelo. Ačkoli šlechtění výrazně napomáhá, celý genom rodu není stále zcela zmapován a nejsou vyčerpány veškeré možnosti křížení. Vysoká genetická diverzita rodu ukazuje na velmi nadějně vyhlídky při dalším zlepšování vlastností kultivarů (Pickersgill, 1997).

### **3.1.1 Chilli papriky**

Název chilli paprika či feferonka zahrnuje všechny druhy rodu *Capsicum* spp. obsahující ve svých plodech pálivou látku kapsaicin řádově v desetinách mg (Othman a kol., 2011). Z pěti domestikovaných druhů bylo vyšlechtěno přes 3 000 tisíce odrůd. Nejrozšířenějším druhem je *Capsicum annuum* a od něj odvozené odrůdy s pálivostí od nuly až do 80 000 SHU. Jedná

se o pěstitelsky nenáročné, dobře klíčící i plodící odrůdy mezi něž patří ‚Cayenne‘, ‚Pimiento‘ či ‚Jalapeño‘ (Maguireová, 2015).

Chilli paprika bývá označována za superpotravinu a ve využívání jako koření stojí hned na druhém místě za solí. Poměrně brzy po svém objevení se stala velmi oblíbenou součástí jídelníčku v různých koutech světa. Kryštof Kolumbus se po své první plavbě v letech 1492-1493 v dopisech králi zmiňuje o zvláštním kulinářském zážitku, kdy mu bylo domorodci nabídnuto maso velmi pálivé chuti. Několik týdnů pátral po neznámém koření až se mu jej podařilo s pomocí domorodého obyvatelstva vypátrat. Dokonce je udáváno, že právě 1. leden 1493 je dnem objevení rodu *Capsicum* spp., zeleniny nazývané indiány „ají“ (Andrews, 1999).

Spotřeba chilli jako koření je poměrně závislá na území a na historii využívání v dané oblasti. V Indii je spotřeba zhruba 2,5 g na osobu za den, v Thajsku 5 g. Nejpoužívanější jsou chilli v Mexiku, kde spotřebují celých 20 g chilli os/den, což odpovídá 4 středně velkým sušeným plodům chilli (Othman a kol., 2011). Zajímavostí také je obliba konzumace chilli papriky, přestože vyvolávají bolestivé podněty a snaha o šlechtění stále pálivějších odrůd. Navíc chvíli po konzumaci bývá snahou zmírnění palčivých pocitů. K utlumení je zcela nevhodné zapíjení vodou, která způsobí pouze šíření hydrofobních látek k dalším nervovým zakončením. Zcela nevhodné jsou také perlivé nápoje jako soda, kdy obsah CO<sub>2</sub> způsobí ještě větší podráždění receptorů a znásobí nepříjemné pocity. Naopak potraviny s vysokým obsahem tuků jsou schopny odplavit zbylé kapsaicinoidy a zmírnit bolet. Doporučuje se však jejich vyplivnutí, jelikož na sebe naváží pálivé látky a dopravily by je skrze celou trávicí soustavu, což by následně způsobilo opětovné bolestivé podněty při vylučování (Provost a kol. 2016).

O chilli a jejich obsah účinných látek nejeví zájem pouze gastronomie, ale také farmaceutický průmysl. Vzhledem k potenciálu lékařského využití probíhá intenzivní výzkum biologických účinků. Toxikologické studie z různých částí světa prokázaly vliv na ochranu kardiovaskulárního systému, tlumení produkce žaludečních kyselin, zvýšení zásaditosti organismu, zvýšené vylučování žaludečního hlenu, prevenci žlučových kamenů i vysokého cholesterolu, vlastnosti antioxidantní, proti zánětlivé a analgetické. Využívána je aplikace při bolestech způsobených artritidou, při lupénce, pooperačních stavech a diabetické neuropatii. Zvažován je chemoterapeutický potenciál. Jedním z problémů, jež je potřeba vyřešit, je vysoká palčivost znemožňující širší medicínské využití. Hledají se tedy nadále cesty, jak odstranit z chilli pálivou chuť při zachování všech pozitivních účinků (Krishnapura, 2016).

### 3.1.2 Kultivar ‚Jalapeño Jalastar‘

Odrůda ‚Jalapeño‘ je jedním z nejznámějších typů chilli paprik v Mexiku a také město Xalapa, které je považováno za domovinu této odrůdy, jí dalo název. Zralé plody mají červenou barvu, silnější dužinu a hladký povrch slupky s výrazným rozpraskáním (Csilléry, 2006).

Plody dlouhé až 10 cm mají silnější slupku i dužinu s pálivostí od 2 500 do 10 000 SHU (Maguireová, 2015). Rozsah těchto hodnot je dán poměrně vysokou variabilitou odrůdy. Tato proměnlivost je i v rámci jednoho dodavatele, ale rozdíly mezi jednotlivými pěstiteli výrazné nejsou (Sweat a kol., 2016). Tyto mírně až středně pálivé křupavé plody nejsou vhodné k sušení. Nejčastěji jsou sklizeny ještě zelené a konzumovány čerstvé nebo nakládány či uzeny, přičemž získají lepší chuťové vlastnosti. Po této úpravě se často nazývají ‚chipotle‘. V tradičním léčitelství je právě šťáva z ‚Jalapeños‘ používána při léčbě kardiovaskulárních onemocnění (Maguireová, 2015).

‚Jalapeño Jalastar‘ byla vyšlechtěna v oblastech okolo rovníku pro komerční využití velkopěstitelů. Rostlina dorůstá 60 až 100 cm, přičemž silnější kmínek není příliš větven. Listy mají dlouhý řapík. Mohutné mírně strupovité plody jsou červené, silnostěnné, válcovitého tvaru s tupou špičkou, zavěšené silnou stopkou, dosahující pálivosti až 15 000 SHU. Doba zrání je 75 dní. ‚Jalapeño Jalastar‘ není jediným kultivarem těchto oblíbených paprik, některé další běžně dostupné uvádí společně se základními údaji tabulka č. 1. Společným znakem všech ‚Jalapeño‘ je výskyt kožovité strupovitosti na plodech (obr. č. 1), která je fyziologická a je známkou zralosti plodu i v případě, že zůstává zelený. Velmi unikátní je odrůda ‚Jalapeño Farmers‘, kdy je v plné zralosti téměř celý povrch plodu pokryt kožovitou slupkou a vytváří tak dojem hnědého zbarvení (Kosina, 2012).



Obr. č. 1 – typický vzhled slupky odrůdy ‚Jalapeño‘ (autor bakalářské práce, plod C 16)

Tab. č. 1 – Přehled běžně dostupných kultivarů ‚Jalapeño‘ (Kosina, 2012)

Název kultivaru	Pálivost [SHU]	Doba zrání [dny]	Velikost plodů:	
			délka [cm]	šířka [cm]
Jalapeño Jalastar	15 000	75	8	4
Jalapeño Early	6 000	50	7	4
Jalapeño Purple	1 000	60	7	4
Jalapeño Maylon	10 000	50	7	3
Jalapeño NuMex Pinata	45 000	75	8	3
Jalapeño Summer Heat	10 000	50	8	2
Jalapeño Hercules	6 000	60	8	4
Jalapeño Mammoth	5 000	75	11	3
Jalapeño Seniorita	400	60	3	10
Jalapeño Gurney's Sonora	6 000	70	3	8
Jalapeño Farmers	5 000	70	3	8

### 3.2 Kapsaicin

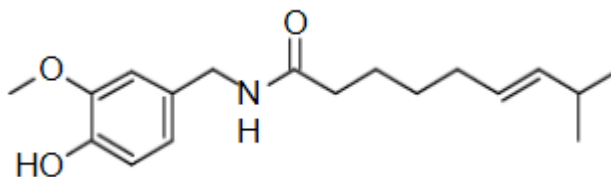
Indické učení využívá mnohých ostře chutnajících plodin jako léku. Na rozdíl od indického učení ayurvědy, pálivé není řazeno mezi základních pět chutí. V českém jazyce nacházíme k tomuto označení několik ekvivalentů (palčivá, ostrá, štiplavá, peprná, ostře kořeněná) a stejně tak i v jazycích dalších mají rozličná označení. V paprice je za tuto palčivost zodpovědná skupina kapsaicinoidů, sekundárních metabolitů rostlin rodu *Capsicum* spp., využívaných v potravinářství, kosmetice, farmacii i vojenském průmyslu. Některé látky jako alkohol či kyselina chinová mohou také pálivost zvýrazňovat (Lapčík a kol., 2011).

Nejen chilli paprika způsobuje pálivé pocity. Obdobně také působí černý pepř s látkou piperin, jenž rovněž aktivuje receptor TRV1. Kapsaicin vykazuje přibližně 1000krát větší účinnost než piperin. Kapsaicin je tvořen poměrně velkou molekulou, uprostřed své molekulární struktury má umístěn atom dusíku a obsahuje polární funkční skupinu. Právě díky schopnosti tvorby vodíkových můstků s vodou je méně těkavý, což ve výsledku působí jeho větší biologickou účinnost (Provost a kol., 2016).

Kapsaicin je fytoncidem nacházejícím se v chilli paprikách. Je součástí skupiny látek nazývaných kapsaicinoidy, jejichž převážnou část tvoří společně s dihydrokapsaicinem. Z chemického hlediska se jedná o alkaloid, přesněji o protoalkaloid, jenž je derivátem kyseliny vanilové a na rozdíl od pravých alkaloidů, zde není dusík součástí heterocyklu (obr. 2) (Velíšek, 2013). Působení na nociceptivní nervová zakončení přes membrány je zcela podmíněné přítomností amidové vazby, přičemž určitý modulační účinek má délka řetězce amidově vázané



karboxylové kyseliny. Hlavním fyziologickým účinkem je ovlivnění vnímání bolesti a také termoregulačních funkcí (Lapčík a kol., 2011).



Obr. č. 2 – chemický vzorec kapsaicinu (Velíšek, 2013)

Kapsaicin byl objeven a nazván roku 1876 v USA J.C.Treshem, molekulární struktura blíže prozkoumána roku 1919 a chemická struktura popsána jako trans-8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide roku 1923. Jedná se o krystalickou látku bez barvy, bez zápachu se sumárním vzorcem  $C_{18}H_{27}NO_3$ , molekulovou hmotností  $305,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  a nalézáme jej pouze jako trans-izomer (Reyes-Escogido a kol., 2011).

Z biochemického hlediska se jedná o působení na receptory TRVP1. Tyto receptory reagují standardně na teplotu nad  $42,5 \text{ }^\circ\text{C}$  jako na bolestivý podnět způsobený teplem. V přítomnosti kapsaicinu a některých dalších látek je teplota, kdy vápník proniká do buňky, výrazně snížena, čímž je způsobena neurologická odezva v podobě pocitů pálení. Tento princip funguje pouze u savců. Obecně jsou chutě vnímány velmi rychle, řádově ve stovkách milisekund s vrcholem okolo desáté vteřiny a během jedné minuty vymizí. U podnětů pálivých je reakce výrazně prodloužena, maximum je řádově v minutách a rozptýlení chuti není často dosaženo ani po 10 minutách (MyDonald a kol., 2016). Pocit tepla na sliznicích může přetrvávat až 6 hodin (Parthasarathy a kol., 2008). Stejně tak opakovaná expozice snižuje vnímavost, naopak ji může ještě více vybudit. Tento jev je nazýván senzibilizace (MyDonald a kol., 2016).

Velký zájem budí právě receptory TRVP1 (transient receptor potential vanilloid 1) původně nazývané VR1 a přejmenované poté, co se je roku 1997 podařilo v laboratoři molekulárně naklonovat. Tyto iontové kanály přechodného receptorového potenciálu jsou řazeny mezi důležité polymodální molekulární senzory detekující vnější podněty. Výzkum TRVP1 sehrává významnou roli v poznání vnímání bolesti a vývinu nových analgetik. Intenzivní výzkum probíhá také v oblasti působení na dýchací soustavu, kde předklinické studie naznačují antitusické působení antagonistů TRVP1 a možnosti léčby astmatu či chronického kašle. Poznání mechanismů působení kapsaicinu a funkce vanilloidního receptoru je pravděpodobně cestou k léčbě širokého spektra bolestí (Gomtsyan a Faltynek, 2010).

Nejvyšší výskyt kapsaicinu je v malých, plně vyzrálých plodech. Bylo však zaznamenáno také malé množství ve vegetativních částech rostlin (Velíšek, 2013). S postupem času dochází k degradaci působením peroxidáz (Reyes-Escogido a kol., 2011). V rámci plodu je kapsaicin koncentrován v perikarpu a semenech.

Z celé skupiny kapsaicinoidů tvoří kapsaicin 69 % a je tudíž považován za nejvýznamnější součást. Ve Scoviellově stupnici pálivosti stojí na nejvyšší příčce s hodnotou 16,1 mil. SHU. Stejně jako ostatní kapsaicinoidy je rozpustný pouze v alkoholu a tucích. Pravděpodobně z těchto důvodů si rostliny rodu *Capsicum* spp. vytvářejí malé množství esenciálních olejů (McDonald a kol., 2016). Rostlinami je vytvářen stejně jako ostatní fytoncidy, především z ochranných důvodů (Reyes-Escogido a kol., 2011).

### 3.2.1 Scovillova stupnice

Jako odezva na objev pálivé látky, kapsaicinu, byla roku 1912 vyvinuta Wilburgem Scovillem metoda určování míry této pálivosti pomocí organoleptického hodnocení. Stejnomyenný test je založen na principu ochutnávky vzorků pěticí osob. Podstatou je zředění mleté, analyzované papriky s vodným cukerným roztokem a její následná ochutnávka a opětovné ředění až do bodu, kdy nebude možné zaznamenat jakoukoli štiplavost. Míra pálivosti je udávána v jednotkách SHU (Scoville heat units) a vypovídá o tom, kolikrát je nutno vzorek zředit, aby se stal nepálivým. Čím vyšší číslo, tím je vzorek silnější, má vyšší obsah kapsaicinu, a tím vícekrát je nutno jej zředit. Nulové hodnoty dosahuje paprika sladká, bez obsahu kapsaicinoidů a dále postupuje po 100 jednotkách až k čistému kapsaicinu. Ačkoli se jedná o metodu částečně subjektivní, ochutnávači musejí být vyškolení a jejich schopnosti jsou limitovány, jedná se o metodu značně využívanou a všeobecně uznávanou. K objektivním a přesnějším metodám se řadí chromatografie: vysokoúčinnou kapalinovou (HPLC), plynovou či chromatografii na tenké vrstvě. (Parthasarathy a kol., 2008). Pro lepší orientaci rozděluje Krishna (2003) hodnoty SHU do kategorií v tabulce č. 2.

Tab. č. 2 – Kategorie pálivosti (Krishna, 2003)

Hodnota pálivosti [SHU]	Popis
0 – 700	Nepálivé
700 – 3 000	Mírně pálivé
3 000 - 25 000	Středně pálivé
25 000 – 70 000	Silně pálivé
nad 80 000	Velmi silně pálivé

Tabulka č. 3 níže předkládá hodnoty pálivosti nejběžnějších chilli paprik. Pálivost obranného pepřového spreje dosahuje více než dvojnásobných hodnot, celých 5 mil. SHU (Maguireová, 2015).

Tab. č. 3 – vybrané druhy paprik a jejich pálivost (Maguireová, 2015)

Odrůda	Pálivost [SHU]
Sladká paprika	0
Pimiento	100 - 500
Anaheim	500 - 2 500
Jalapeño	2 500 - 8 000
Tabasco	30 000 - 50 000
Rocoto	50 000 - 100 000
Dorset naga	923 000
Bhut jolokia	1 000 000
Carolina reaper	2 200 000

### 3.2.2 Vysokoučinná kapalinová chromatografie (HPLC)

HPLC je pokročilá analytická metoda separace látek, založená na rozdílném retenčním čase analytu. V současnosti se jedná o nejpoužívanější a nejrozšířenější metodu, vhodnou také pro použití u složitých směsí. Kolona obsahuje uzavřenou stacionární (pevnou) fázi, ke které je přiváděna pod tlakem několika desítek MPa, fáze mobilní (kapalná). Pumpa pak udržuje stabilní vhodný průtok, do nějž je vstřikovačem uváděna analyzovaná látka. Výstupem je grafická podoba – chromatogram s oddělenými píky, jež odpovídají jednotlivým stanovovaným molekulám. Tyto vrcholy mají různou výšku, čím vzniká jedinečná plocha pod nimi, ze které lze vypočítat množství analyzované látky ve vzorku. Základem úspěšného měření je správná kalibrace a vhodná příprava vzorků.

Chromatografická soustava běžně zahrnuje:

- nádobu s rozpouštědlem a odplynovač
- vysokotlaké čerpadlo
- vstřikovač
- chromatografickou kolonu
- detektor
- řídicí jednotku
- jednotku pro zpracování dat

Vnitřní prostředí soustavy musí být inertní vůči rozpouštědlům a odolné tlaku. Vzhledem k rozšířenosti metody je stále inovována a samotná soustava má mnoho modifikací. Důležitým faktorem pro správnou analýzu materiálu je vhodný výběr přístroje (Moldoveanu a Victor, 2012).

### **3.3 Voda a její běžné složení ve vodovodním řadu v ČR**

Dostupná pitná voda je jedním ze základů pro život člověka. Je nezbytnou součástí pro funkci organismu po tělesné i duševní stránce a její případná závadnost vážně ohrožuje zdraví člověka. Její jakost a veškeré další oblasti dotýkající se pitné vody je proto upravena zákonem č. 258/2000 Sb. a vyhláškou 252/2004 Sb. novelizovanou vyhláškou 70/2018. Sledované hygienické limity jsou z oblasti mikrobiologické, biologické, fyzikální i chemické. Sledovány jsou i ukazatele organoleptické. Při překročení mezní hodnoty se taková voda stává dle zákona vodou užitkovou, nevhodnou ke konzumaci. Dodržení limitů je zajištěno pravidelným monitoringem, jehož metodiku i četnost opět upravuje vyhláška (Zákon č. 258/2000 Sb., 2000). Velký problém v této oblasti mohou představovat poslední metry vodovodů, především z hlediska mikrobiálního. Je proto nutné, aby vnitřní vodovody byly řádně projektovány a byly používány vhodné materiály (Kožíšek a Kožíšková, 2018). Pitná voda ve vodovodním řadu je upravována přidáním chemikálií v souladu s výše citovanou vyhláškou. Hlavní používané látky a jejich účinky uvádí tabulka č. 4 na následující straně (Severočeské vodovody a kanalizace a.s., 2019).

Kvalita vody je velmi důležitá nejen pro potřebu člověka, ale také v souvislosti se zálivkou rostlin. Použití vody nevhodného složení, či přímo závadné, může způsobit vážné produkční škody, poruchy růstu, chlorózy či nekrózy. Zálivka je úzce spjata s výživou rostliny a je proto nutné věnovat jí dostatečnou pozornost v souvislosti s dalšími opatřeními. Základními požadavky pro vodu využívanou jako zálivka k plodinám v zahradnictví jsou: čistota (bez kalu a zápachu), slabě kyselé až neutrální pH, nízký obsah solí do 1 g/l, bez škodlivých látek, hygienicky nekontaminovaná s teplotou 10-15°C na jaře a 20-25°C v létě. Vodovodní voda má zajištěnou hygienickou nezávadnost, stejně tak neobsahuje škodlivé chemikálie. Celková kvalita a parametry, především tvrdost a obsah solí, jsou dány lokalitou hlavního zdroje. Množství kationtů ani aniontů nedosahuje škodlivých hodnot. V případě vyššího obsahu nitrátů, je vhodné i tento dusík započítat do celkové bilance. Potenciálně pro rostliny škodlivý chlór se po stočení poměrně rychle přeměňuje na chlorid a minimalizuje se tak možný dopad. Celkové nebezpečí pro rostliny tak chlorace vody nepředstavuje, jelikož

jeho obsah nebývá vyšší než 1 až 1,5 mg chlóru na 1 litr vody. Obecně lze říci, že kohoutková voda je pro rostliny velmi kvalitní, bez kvalitativních výkyvů (Vaněk, 2012).

Tabulka č. 4 – látky využívané k úpravě vody (Severočeské vodovody a kanalizace a.s., 2019)

Chemická látka	Účinek
Síran hlinitý	Koagulační činidlo se schopností vázat na sebe nečistoty z povrchové vody, které jsou pak možné zachytávat pískovými filtry.
Vápenný hydrát	Zvýšení pH, které je nízké z důvodu přidávání kyselého síranu hlinitého.
Vápenec, mramor, dolomit a další podobné látky	U zdrojů podzemního původu pro odkyselení a dodání minerálů.
Hydroxid sodný	Změna pH u malokapacitních úpraven.
Soda	Zvýšení pH především v úpravkách na chráněných územích.
Pomocný flokulant	Spojování malých vloček vniklých síranem hlinitým, aby bylo možné jejich odstranění na pískovém filtru.
Chlór či chlornan sodný	Brání množení mikroorganismů a zajišťuje hygienickou nezávadnost.
Manganistan draselný	Oxidace rozpuštěného železa nebo manganu do nerozpustné formy, která je odstraněna na pískových filtrech.
Kyslík	Jiný způsob oxidace rozpuštěného železa nebo manganu do nerozpustné formy, která je odstraněna na pískových filtrech.
Ozón	Jiný způsob oxidace rozpuštěného železa nebo manganu do nerozpustné formy, která je odstraněna na pískových filtrech, který má zároveň dezinfekční účinky.
Oxid uhličitý	Mineralizace vod, u kterých je přirozeně velmi málo minerálů.
Fosforečnany, polyfosforečnany	Tvorba ochranné antikoroziční vrstvy v potrubí.

Voda má naprosto unikátní vlastnosti ve vztahu ke všem životním formám. Dokonce je předpokládáno, že pokud existuje život i na jiných planetách než na Zemi, je i zde jednou ze základních podmínek právě přítomnost molekuly H<sub>2</sub>O v kapalném stavu. Ze všech

fyzikálních faktorů ovlivňujících rostliny je voda tím nejdůležitějším. Její nedostatek, ale také nadbytek způsobuje velké produkční ztráty (Kirkham, 2004). Rostlina je z velké části tvořena právě vodou, jejíž obsah je proměnlivý v závislosti na druhu, stáří a sledovaném orgánu. Obecně lze říci, že voda tvoří 80–90 % rostlinného těla u bylin a více než 50 % hmotnosti dřevin. Největší obsah mají čerstvé dužnaté plody (plod rajčete jedlého 94,1 %, vodního melounu 92,1 %, jablko 84 %). Listy mohou obsahovat rovněž velké množství vody (listy hlávkového salátu 94,8 %) a překvapivě také kořeny (apikální části kořene u ječmene tvoří 93 % H<sub>2</sub>O). Větších rozdílů si lze povšimnout u stonků právě v závislosti na tom, zda se jedná o bylinu (slunečnice roční 87,5 %) či dřevinu (*Pinus echinata* 50-60 %). Nejmenšího obsahu dosahují semena, kupříkladu arašídů – semena podzemnice olejné se dostávají až na hodnoty 5,1 % obsahu vody (Kramer a Boyer, 1995).

Významnou funkcí vody je doprava látek do rostliny. Rozpuštěné látky ve vodném roztoku jsou nasávány kořeny do rostlinného těla a dále rozváděny k místům spotřeby. Funkce vody však nespočívají pouze v transportu a rozpouštění látek, ale také v účasti na životních a chemických pochodech rostliny (Marschner a Marschner, 2011). Díky nasávání a následnému výparu vody lze hovořit o termoregulačním mechanismu a transpiraci. Vytváří prostředí pro biochemické reakce včetně fotosyntézy. Díky všem těmto funkcím lze říci, že se jedná o základní životní potřebu rostliny a ovlivňováním množství dostupné vody jsou ovlivňovány veškeré rostlinné životní pochody (Ritchie, 1998).

### 3.3.1 Rozbor vody

Rozbory pitné vody z řadu jsou prováděny v souladu s plánem krajské hygienické stanice a jejich hodnoty za posledních 365 dnů lze nalézt v přehledné mapě. V tabulce č. 5 jsou uvedeny hodnoty pro místo nejbližší k odběrům vody pro pokus v této práci.

Tab. č. 5 – Hodnoty rozboru vody z vodovodního řadu ke dni 25.9.2018, Prokopa Holého 2632, Louny (Zdroj: Severočeské vodovody a kanalizace a.s., 2019)

Ukazatel	Hodnota
Dusičnany	0,9 mg/l
Vápník	30,0 mg/l
Hořčík	3,49 mg/l
Tvrdost	0,89 mmol/l
Tvrdost v německých stupních	5,0 °dH

### 3.3.2 Tvrdost vody

Tvrdost vody je obsah rozpustných sloučenin vápníku a hořčíku. Z hlediska působení na rostliny rozlišujeme tvrdost přechodnou a stálou. Každá skupina má vlivem doprovodného aniontu jiný vliv na organismy a lze tak rozlišit celkem 3 základní typy: uhličitanová přechodná, síranová trvalá a celková tvrdost. Hydrogenuhličitanu vápenatému a hořečnatému způsobují uhličitanovou čili karbonátovou přechodnou tvrdost. V případě, že má voda vysokou hodnotu přechodné tvrdosti, není vhodná k běžné závlahy rostlin. Lze využít její alkalizující vlastnosti na stanovištích s výrazně kyselým pH, kde je žádoucí dosáhnout zásaditějších hodnot. Ve všech ostatních případech je nutné před použitím tuto vodu upravit. Druhý typ tvrdosti způsobují sírany a chloridy, neovlivňují však pH vody a nejsou výrazně škodlivé. Jediným problémem by zde, v případě vyšších hodnot, mohlo být postupné zasolení. Posledním typem je celková tvrdost, jež tvoří součet obou předcházejících. V ČR je nejběžnějším typem vyjádření tvrdosti německý stupeň (označovaných °nēm nebo °DH) odpovídající 10 mg CaO/l. V rámci SI soustavy se lze setkat s vyjádřením Ca v mmol/l. Pro rostliny je vždy vhodnější voda měkčí, čehož lze dosáhnout různými způsoby úpravy. Změkčování vody je možno provádět za předpokladu, že nepřekračuje přechodná tvrdost 16°DH. U vysokých hodnot je však nutno počítat s poměrně vysokými náklady na úpravu. Nejjednodušším způsobem je var, kdy se z hydrogenuhličitanů vysráží nerozpustné uhličitanu na stěnách nádoby. Dalším způsobem je chemická úprava za pomoci rozkladu kyselinami, nejčastěji kyselinou dusičnou. V minulosti bylo využíváno také odstranění iontů na iontoměničových kolonách, dnes je využíváno převážně v tepelném vodohospodářství. Moderní účinnou metodou je použití membránových filtrů. Ty mohou být zabudovány i do velmi výkonných přístrojů včetně výstupního kontrolního zařízení. Jedny z nejdůležitějších limitů pro závlahovou vodu jsou hodnoty Cl<sup>-</sup> pod 400 mg/l a vhodný poměr Na : (Ca + Mg) v závislosti na převládajícím aniontu a půdním typu (Vaněk, 2012).

### 3.4 Mikrovlnné záření

Elektromagnetické spektrum je složeno z částí, jako je viditelné světlo či vysokofrekvenční rádiové vlny (mikrovlny) (Pekárek, 2006). Mikrovlnné záření je druh elektromagnetického záření o kmitočtu 0,3 - 300 GHz jenž se využívá především v komunikačních technologiích a potravinářství pro ohřev a rozmrazování. Nově je využíváno také při syntéze nanočástic a v chemickém průmyslu (Horikoshi a Serpone, 2013). Využití našlo i v dalších oblastech jako navigace, vytápění či dálkové snímání. Chemické laboratoře

oceňují především rychlost, dálkové a selektivní ohřívání (Anwar a kol., 2015). Běžného života se ponejvíce dotýká jejich využití v televizním vysílání a telekomunikaci mobilními telefony (Pekárek, 2006).

Objev mikrovln se datuje do roku 1946 a byl uskutečněn díky tavení čokolády. O osm let později vyvinula firma Raytheon první komerční mikrovlnou troubu (Horikoshi a Serpone, 2013). Především díky rychlému rozšíření do domácností bylo obratem provedeno mnoho studií ohledně bezpečnosti. Byly zkoumány účinky na chemické a nutriční složení ohřívané potravy i případné mikroby. V případě likvidace nežádoucích mikroorganismů v potravinách bylo již velmi brzy prokázáno jejich rychlejší hubení v případě mikrovln než klasickým ohřevem (Fung a Cunningham, 1980).

Mikrovlny jsou odráženy kovem. Plasty a sklo jsou vůči nim inertní. Veškeré materiály obsahující vodu, včetně tkání, tuto energii pohlcují a přeměňují ji na teplo (Pekárek, 2006).

### **3.4.1 Mikrovlnná trouba**

Původní využití mikrovlnného záření bylo vojenské a bylo především spjato s druhou světovou válkou v oblasti radarové komunikace. Při výzkumu přenosu signálů byly objeveny také další vlastnosti a zvažováno rozšíření možností aplikace (Carlisle, 2005).

Komerční odpovědí na objev mikrovlnného záření bylo jeho využití pro nový domácí spotřebič, mikrovlnnou troubu představenou roku 1954 veřejnosti (Horikoshi a Serpone, 2013).

Zároveň s rozšířením vyvstaly také otázky ohledně bezpečnosti při používání.

Hlavním principem je přeměna elektromagnetické energie o určité frekvenci na teplo. Tento děj probíhá prostřednictvím dvou mechanismů – dipolární polarizací a iontovou vodivostí. Polární molekuly vody jsou rozvibrovány, čím dochází k tření a nárazům, což způsobí jejich vyšší energetický stav, vnímaný jako zvýšení teploty. Díky vysokému obsahu vody v potravinách, probíhá jejich ohřev velice rychle a efektivně (Anwar a kol., 2015).

Mikrovlnná trouba používaná v domácnostech je konstruována na výkon 500 až 1100 W s frekvencí 2450 MHz. Vlny jsou generovány elektronkou (magnetronem) a rozptylovány všemi směry, přičemž po nárazu na kovovou stěnu zařízení jsou odraženy zpět až jsou nasměrovány na potraviny uvnitř. Otočný talíř napomáhá rovnoměrnějšímu ohřevu. Pro ohřev je vhodná většina běžného nádobí, pro delší expozici při pečení je doporučeno použití speciálních nádob, u nichž nehrozí vzplanutí či roztavení. Stejně tak by nemělo být zapínáno prázdné zařízení z důvodu možného poškození magnetronu. Z bezpečnostních důvodů je znemožněno spuštění s otevřenými dvířky a jsou přijaty mezinárodní emisní limity ve výši 50 W/m<sup>2</sup> ve vzdálenosti 5 cm od vnějšího povrchu přístroje. Možné negativní vlivy jsou



neustále pod dohledem Světové zdravotnické organizace (WHO), která se vyjadřuje k této problematice jednoznačně. V případě obsluhy přístroje dle pokynů výrobce v návodu je její použití i zpracovávané potraviny zcela bezpečné. U nepoškozeného přístroje bez neodborných zásahů a s čistými dvířky je průnik mikrovln ze zařízení hluboko pod mezinárodními emisními limity, tudíž nemůže ohrozit zdraví. Lidské tkáně mohou být mikrovlnami poškozeny pouze při dlouhé expozici o vysokém výkonu, čemuž je konstrukcí přístroje zabráněno. Jako nejzávažnější hrozba se jeví možnost popálenin o horké jídlo, především díky nerovnoměrnému ohřevu potravin, nebezpečí exploze u surovin s výrazně rozdílnou rychlostí ohřevu (vaječný žloutek a bílek) a skrytý (náhlý) var čisté vody. Potraviny z mikrovlnné trouby jsou stejně bezpečné jako při použití běžných zdrojů tepla a stejně tak je jeho nutriční hodnota zcela shodná. Není žádný důkaz o tom, že by jakékoli nebezpečné záření zůstávalo v potravinách i po vypnutí. Ve chvíli, kdy magnetron přestane být napájen elektrickou energií, dojde k okamžitému přerušení záření, které je okamžitě rozptýleno a není z fyzikálního hlediska možné, aby jakékoli mikrovlnné záření zůstalo uvnitř přístroje či v potravinách. Velmi dobrým analogem je žárovka a světlo, které okamžitě po zhasnutí také mizí (Pekárek, 2006).

### **3.5 Prvky ovlivňující růst rostlin**

Aby rostliny mohly zajistit veškeré své fyziologické životní pochody, musí přijímat minerální (anorganické) látky, nazývané také živiny, a to v určitých množstvích. Základními znaky živin jsou jejich nezastupitelnost, nezbytnost a přímé zapojení do metabolismu rostliny. Tyto jednotlivé prvky či sloučeniny mají v rostlinném těle různé funkce, od stavební jako součást složitějších organických molekul, přes přenos signálů, součást biochemických reakcí, enzymů až po udržování osmotického tlaku (Vaněk, 2016). Pro svou nezbytnost jsou také živiny nazývány jako esenciální či nenahraditelné látky. Jsou zastoupeny ve veškerých pochodech, které jsou následně pozorovány jako růst rostliny a její rozmnožování. Pochopení funkcí, souvislostí a biochemických zákonitostí je klíčem pro pochopení a zlepšení veškeré rostlinné produkce (Marschner a Marschner, 2011).

Z hlediska množství zastoupení je lze kategorizovat na makroprvky (desítky až desítky %), mikroprvky (pod 0,05 %) a prvky užitečné (obsah je velmi rozdílný a nevyskytují se u všech rostlin). Hlavní příjem látek zajišťuje rostlina kořenovým systémem, nasáváním živin z půdního roztoku v podobě iontů – kladných kationtů ( $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $HN_4^+$ ) a záporných aniontů ( $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ). Tento proces má několik fází. Nejprve jsou živiny přesunuty do rhizosféry, dále pronikají do mezibuněčných prostor v kořeni, následuje průnik polotekutou semipermeabilní membránou do vnitřního prostoru buněk a konečný transport

k cílovému místu spotřeby v závislosti na pohyblivosti přijatého prvku. Je tedy patrné, že pokud je cílem ovlivnění výnosu, musí být nejprve ovlivněny podmínky pro příjem živin – jejich množství, poměr v zastoupení, pH či vlhkost půdy a další faktory ovlivňující jednotlivé fáze příjmu (Vaněk, 2016).

### 3.5.1 Makroprvky

Mezi nejvíce zastoupené prvky ve výživě rostlin, takzvané makroprvky patří: uhlík, kyslík, vodík, dusík, fosfor, draslík, síra, hořčík a vápník. První tři prvky (H, C, O) jsou nejdůležitějšími stavebními jednotkami, jsou základem struktur všech organických molekul a jejich příjem probíhá buď v plynné podobě ( $O_2$  či  $CO_2$ ) nebo jsou nasávány v podobě vody či  $HCO_3^-$ . Nekovy (N, P, S) je rostlina schopna přijmout v oxidovaných formách (fosforečnany, nitráty, nitrity a sírany) či v redukované formě v podobě  $NH_4^+$ . I tyto prvky lze považovat za nepostradatelné stavební kameny organických sloučenin. Draslík jakožto alkalický kov je přijímán jako jednomocný kationt ( $K^+$ ), kovy alkalických zemin – vápník s hořčíkem, pak jako kationty dvojmocné ( $Mg^{2+}$  a  $Ca^{2+}$ ) (Vaněk, 2016).

Pravděpodobně nejsledovanějším z této skupiny je dusík, kdy se po uhlíku jedná o nejvíce zastoupený prvek. Hraje klíčovou roli v metabolismu (Marschner a Marschner, 2011). Jakožto významná součást aminokyselin, které se mohou díky amidické vazbě spojovat a vytvářet složitější struktury jako proteiny, alkaloidy i pyrimidinové a purinové báze v nukleových kyselinách. Proteiny mají mnoho podob a funkcí, od zásobních bílkovin semen, přes membránové fosfoproteiny a lipoproteiny až po enzymy. Celkový obsah dusíku v rostlině je závislý na druhu, analyzované části i stáří. Hlavní příjem probíhá ve formě amonného kationtu  $NH_4^+$  a nitrátového aniontu  $NO_3^-$ , částečně také z organických sloučenin jako močovina a aminokyseliny (Vaněk, 2016). Při jeho nedostatku nastávají poruchy růstu, snižuje se výnos i kvalita a zkracuje vegetační doba. Vzhledem k omezené tvorbě chlorofylu lze pozorovat ve spodních částech rostlin žloutnutí listů až jejich opad. Stejně jako nedostatek, tak také nadbytek dusíku působí negativně, a to v podobě příliš bujného růstu nekvalitních pletiv, jejich špatné vyžrávání, snížená obranyschopnost až vznik okrajových nekrot (Vaněk, 2012).

Druhým nejpodstatnějším prvkem z produkčního hlediska je fosfor tvořící, fosfolipidy, fytin, fosforylované glycidy, nukleové kyseliny i nukleoproteidy. Na jeho významnosti se shoduje jak Vaněk (2016), tak také Marschner a Marschner (2011). Jeho potřeba i příjem jsou poměrně stabilní, jednotlivé druhy rostlin se v této oblasti od sebe příliš neliší a jako rozhodující je jeho příjem na počátku vegetace. Vzhledem k malé pohyblivosti tohoto prvku

v půdě je nutné jeho zapravování. Při nedostatku fosforu vykazuje rostlina omezený růst, menší květenství a díky zvýšené produkci fenolových sloučenin načervenalé zbarvení především pat stébel a listů (Vaněk, 2012). Díky malé pohyblivosti fosforu v půdním profilu, vyvinuly rostliny některé strategie k jeho snadnějšímu získávání. Jedním z nich je mykorhiza a vylučování kořenových exudátů, což má za následek snadnější získávání živin (Pavlíková a kol., 2008).

Draslík ovlivňuje převážně tlak v buňce, podporuje růst meristémů a napomáhá transportu fotosyntetických produktů z listů (Marschner a Marschner, 2011). Ačkoli on sám není součástí enzymů, přes 40 jich aktivuje. Při jeho nedostatku lze pozorovat na rostlině okrajové nekrózy listů a vadnutí. Rostliny se stávají náchylnější k napadání patogeny, snižuje se jejich přirozená mrazuvzdornost a hůře regenerují. Naopak při nadbytku dochází k horší vzházivosti, zvyšuje se nebezpečí poléhání a celková produkce je méně kvalitní (Vaněk, 2012).

Vápník aktivuje velké množství enzymů, chrání pletiva, ovlivňuje růst a tvorbu kořenů a díky vazbě na kyselinu šťavelovou neutralizuje organické kyseliny. Při jeho nedostatku se vyskytují u rostlin poruchy růstu v oblasti vegetačního vrcholu a fyziologická poškození plodů u některých zemědělsky využívaných rostlin, mezi něž patří také paprika setá. Při nadbytku se problémy nevyskytují, pouze v souvislosti se změnou pH především na alkalických půdách.

Součástí mnoha důležitých látek je hořčík. Nalézáme jej ve fyтину, pektinových látkách a až 25 % z jeho celkového množství v chlorofylu. Mezi další jeho vlastnosti řadíme aktivaci enzymů i schopnost stabilizovat pH (Vaněk, 2016).

Síra se v rostlině nachází v oxidované i redukované formě a nalézáme ji jako součást sulfolipidových membrán thylakoidů. Thiolová skupina – SH tvoří aminokyselinu cystein a jeho metabolity ke kterým patří například tak důležité látky, jako vitamín B1, acetylkoenzym A, glutathion i methionin. Ačkoli v podobě  $\text{SO}_2$  se nachází síra v atmosféře, nejdůležitějším zdrojem je síra v podobě sulfátů, přijímaná kořeny. Při nedostatku dochází k chlorózám (žloutnutí) nejmladších listů a zvýšené koncentraci auxinů v kořenech (Marschner a Marschner, 2011).

### **3.5.2 Mikroprvky**

Podstatně menší, avšak i přesto velmi důležitou složku tvoří mikroprvky: železo, mangan, zinek, měď, bór, molybden, chlór a nikl. Těžké kovy (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni) jsou přijímány rostlinami jako kationty či chelátové sloučeniny. Výjimkou mezi kovy je Mo přijímaný v podobě  $\text{MoO}_4^{2-}$  a ovlivňuje především fixaci dusíku (Vaněk, 2016). Jejich hlavní oblast

působení je spjata s fytohormony a enzymy, kdy díky schopnosti tvořit chelátové vazby tvoří jejich kovovou složku a zároveň jsou schopny ovlivňovat průběh enzymatických reakcí na základě změny mocnosti při přenosu elektronů (Marschner a Marschner, 2011).

Nekovový bór je přijímán v podobě neredukujících se boritanů, které společně s -OH skupinami, především sacharidů, vytvářejí estery. Bór má funkce převážně regulační v oblasti metabolismu sacharidů, tvorbě ribonukleových kyselin a soudržnosti biomembrán (Vaněk, 2016). Je také rozhodujícím prvkem v oblasti buněčné stěny a celistvosti biomembrán (Marschner a Marschner, 2011).

Železo má nezastupitelnou roli při tvorbě chlorofylu, je součástí porfyrinového kruhu jako jeho centrální atom, a jako součást ferredoxinu (Vaněk, 2016). Ačkoli je železo v půdě hned po hliníku druhým nejběžnějším kovem, jeho rozpustnost je velmi nízká, obzvláště v půdách zásaditých, což má za následek jeho ztížený příjem rostlinami. Jeho nedostatek způsobuje poruchy fotosyntézy, jelikož 80 % železa je lokalizováno právě v chloroplastech (Marschner a Marschner, 2011).

Mangan se významně podílí na tvorbě vitamínu C, katalyzuje fotolýzu H<sub>2</sub>O, a úlohu sehrává také v Krebsově cyklu (Vaněk, 2016). Jeho převládající formou v rostlinném organismu je kation Mn<sup>2+</sup>, může však být oxidován na vyšší oxidační stupně III a IV. Z biochemického pohledu je významná jeho účast na redoxních reakcích. Ačkoli aktivuje celou řadu enzymů, jen v několik z nich je přímo zapojen. Takovéto látky jsou označovány jako Mn-proteiny. Při deficitu manganu jsou rostliny náchylnější k poškození mrazem. Projevy nedostatku manganu jsou mezižební chlorózy mladších listů a šedo zelené skvrny u listů starších (Marschner a Marschner, 2011).

Měď převážně stabilizuje chloroplasty, aktivuje oxidázy a redukuje nitráty (Vaněk, 2012). Účastní se fotosyntézy i dýchání a plní ochrannou funkci před oxidačním stresem. Její nedostatek se projevuje převážně na půdách celkově chudších a obzvláště u rostlin náchylnějších, jakými jsou špenát, hrách či žito. Viditelné projevy jsou nejprve v oblasti vzrostného vrcholu jako chlorózy až nekrózy (Marschner a Marschner, 2011).

Zinek napomáhá tvorbě chloroplastů a syntéze tryptofanu, přičemž se jeho nedostatek může projevit jako porucha vzrostného vrcholu (Vaněk, 2016). Další úlohu sehrává jako kovová složka enzymů, případně jako funkční, strukturální či regulační kofaktor. Jeho nedostupnost díky fixaci v půdě je problémem především alkalických půd. Zde může napomoci foliární aplikace (Faizy a kol., 2017). Jako jediný kovový prvek je zastoupen ve všech šesti třídách enzymů (oxidoreduktázy, transferázy, hydrolázy, lyázy, isomerázy, ligázy). Kationt Zn<sup>2+</sup> má specifické chemické vlastnosti, kterými se odlišuje od ostatních biologických systémů

jiných kovových prvků a rovněž jeho studium není jednoduché. Podskupina proteinů, v nichž je zinek zapojen, je poměrně obtížně charakterizovatelná, avšak velmi důležitá (Sousa a kol., 2009).

Chlór je prvkem poměrně mobilním a vstupuje do rostlin jako aniont  $\text{Cl}^-$ . Objasněny jsou v současnosti pouze některé oblasti jeho funkcí v rostlinném těle (Marschner a Marschner, 2011). Využíván je při enzymatických reakcích, fotosyntéze a je spjat s růstem kořenů. Účastní se přímo fotolýzy vody a otvírání průduchů (Vaněk, 2016). Typickým projevem nedostatku je vadnutí listů i při dostatečné závlivce. Nebezpečím pro rostliny, obzvláště pro citlivé druhy, jakými je i paprika setá, je nadbytek chlóru, kdy může působit jako významný stresující faktor (Marschner a Marschner, 2011).

### 3.5.3 Prvky užitečné

Jako užitečné prvky pro určité rostlinné druhy mohou být: sodík, hliník, křemík nebo kobalt a mnohé další (Vaněk, 2012).

Do rostliny tyto prvky vstupují v různých podobách. Jako jednomocný kationt vstupuje do rostlin sodík ( $\text{Na}^+$ ). Ovlivňuje především osmotický tlak, regulaci svěracích buněk průduchů, napomáhá ukládat sacharózu a v případě natrofilních rostlin také zvětšuje listovou plochu. Negativně může působit u hlíznatých plodin jako jsou brambory, kdy nepříznivě ovlivňuje tvorbu škrobových zrn. Křemík je přijímán v podobě iontů kyseliny ortokřemičité  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$  a metakřemičité  $\text{SiO}_3^{2-}$ , přičemž zůstává převážně vně buněk v apoplastu. Zajišťuje pevnost a odolnost pletiv, napřimuje listy, zabraňuje poléhání, a podporuje obranyschopnost rostlin. Hliník může působit pozitivně při růstu, příjmu dusíku a zabraňuje toxicitě jiných těžkých kovů, avšak zvláště u citlivých rostlin může působit negativně na růst a ztěžovat příjem vápníku s hořčíkem blokací transportních kanálů. Zvláštností u této skupiny prvků je nejen jejich zastoupení pouze u určitých rostlinných druhů, ale také to, že se v těchto rostlinách mohou vyskytovat i v poměrně značném množství (Vaněk, 2016).

### 3.5.4 Hnojivo Kristalon

Kristalon je dvousložkové krystalické rozpustné hnojivo skládající se ze dvou fází aplikovaných ob týden. Jedna složka doplňuje základní prvky (N, P, K) a druhá mikroprvky s vápníkem. Tato kombinace je vytvořena speciálně pro rostliny z čeledi *Solanaceae* spp. – rajče a papriku. Kromě podpory rovnoměrného růstu, by měla zajistit rychlejší nástup produkce a její pozitivní ovlivnění kvantitativních i kvalitativních znaků s nulovou ochrannou lhůtou. Aplikace hnojiva omezuje černání plodů a špičkovou hnilobu (Agro CS, 2008).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Popis metodiky

Níže zpracovaný postup je založen na vlastních zkušenostech s několikaletým hobby pěstováním různých odrůd chilli paprik doplněný o doporučení od Maguyarové (2016).

#### 4.1.1 Osivo

Pro pokus bylo zvoleno osivo rostliny *Capsicum annuum* kultivaru „Jalapeño Jalastar“. Tento konkrétní kultivar byl zvolen na základě nároků rostliny, pěstitelských možností a výzkumného záměru. Semena byla balena v igelitových popsáných sáčkích po 10 kusech s papírovým přebalem rovněž s příslušným označením. (obr. č. 3)



Obr. č. 3 - balení semen (autor bakalářské práce)

Z celkového počtu objednaných 100 kusů semen bylo použito 99. Ta byla vysazována postupně a zcela náhodně. Před výsevem bylo každé semeno vizuálně zkontrolováno, zda není poničené, napadené či jinak znehodnocené. Hloubka výsevu činila průměrně 3 mm, odpovídala tak velikosti semen a je rovněž uváděna v doporučení prodejce osiva.

#### 4.1.2 Pěstební podmínky

Semena po kontrole byla vysazena bez předešlého namáčení či jiných úprav do 3 oddělených misek, s výsevním zahradnickým substrátem A značky Rašelina o výšce 4–5 cm, který byl 12 hodin předem po částech sterilizován v mikrovlnné troubě po dobu 15 minut na plný výkon (900 W) pro snížení rizika napadení především houbovými chorobami v počátku klíčení. (obr. č. 4).



Obr. č. 4 – výsev semen (autor bakalářské práce)

Do každé misky o rozměrech 36x14 cm, bylo umístěno 33 semen ve dvou řadách. Po velmi lehkém přitlačení a přihnutí zeminou, tak aby semena byla v hloubce 3 – 4 mm, následovala vydatná zálivka odměřeným množstvím vody pomocí rozprašovače. Misky s rostlinami byly rozděleny na tři skupiny – A, B, C (jedna miska = jedna skupina rostlin).

Z hlediska světelných podmínek je rod *Capsicum* náročný a splnění jeho světelných nároků především v počátcích růstu v zimních a jarních měsících musí být podpořeno umělým přisvětlováním. K tomuto účelu bylo použito přisazené mřížkové svítidlo zn. Modus typ LLX236ALEP o rozměrech 1260x266 mm se dvěma zářivkami T8, 2x36 W, zavěšené 60 cm uprostřed nad pěstební plochou. Svícení bylo prováděno od počátku výsevu až do přemístění rostlin na konečné stanoviště ve fóliovníku a to denně 15 hodin od 4:00 do 19:00. Uměle tím byla rostlinám vytvořena světelná perioda 9 / 15 hodin.

Stejně jako světelné, tak i tepelné nároky odpovídají subtropickému původu ‚Jalapeño Jalastar‘. Rostliny byly umístěny do pokoje s teplotou málo proměnlivou v maximálním rozsahu 20 - 23°C na stabilním stanovišti bez průvanu až do jejich přemístění do fóliovníku. Případné rozdíly v nasvícení a teplotě byly korigovány pravidelným otáčením a rotací misek.

Po šesti týdnech, bylo v každé ze skupin více než 10 silných, životaschopných rostlin s vyvinutými minimálně prvními pravými listy. Tyto rostliny byly využity dále v pokusu. Bylo provedeno rozsazení se zachováním původních skupin, a to do jednotlivých nádobek o rozměrech 6x6x6 cm s odtokovými otvory ve dně zabraňujícím přemokření rostlin, naplněných opět výsevním zahradnickým substrátem A zn. Rašelina (obr. č. 5). Rostliny vybrané k dalšímu sledování byly z každé skupiny ty nejkvalitnější, tj. s největšími listy, jejich největším počtem, nejbujnějším růstem, bez viditelných vývojových vad a chorob. Výběr probíhal vizuální kontrolou a porovnáváním v sestupném pořadí, od nejkvalitnějších. Nádoby se samostatnými rostlinami byly v rámci skupin umístěny na oddělené podložky. Ostatní rostliny, dále nesledované, tvořily přirozenou bariéru k omezení okrajového efektu.



Obr. č. 5 – rostliny 6 týdnů staré před a po pikýrování 18.3.2018 (autor bakalářské práce)

Vzhledem k narůstajícím prostorovým nárokům rostlin, proběhlo před konečným umístěním ještě jedno přesazení do nádob o objemu 0,5 litru a až následně konečné umístění do pětilitrových plastových nádob bez odtokových děr a jejich zapuštění do země ve fóliovníku. Toto bylo možno vzhledem ke klimatickým podmínkám uskutečnit v počátku května (obr. č. 6). Vzhledem k množství byla pro poslední přesazení použita směs univerzálního zahradního substrátu zn. Kera a zeminy ze zahrady z míst, kde byl následně umístěn fóliovník. Tato směs byla nejprve smíchána v poměru 1:1 a až poté použita. Nádoby s rostlinami byly ze 2/3 zapuštěny do země, střídavě umístěny A, B, C a nebylo s nimi dále manipulováno. V rozích a na kraji fóliovníku, kde byly očekávány mírně odlišné podmínky (větrání, kumulace vzduchu) bylo umístěno několik nesledovaných rostlin stejné odrůdy i kultivaru. V počátcích zůstal fóliovník uzavřen, později z důvodu přístupu opylovačů a regulace teploty byly otevřeny přes den dveře či okna. Zvolen byl typ o rozměrech 5x3 metry s poloprůhlednými bílými fóliemi.



Obr. č. 6 – rostliny před a po druhém přesazení, umístění do fóliovníku (autor bakalářské práce)



### 4.1.3 Zálivka a hnojení

Rostliny byly rozděleny do tří variant, které se od sebe odlišovaly způsobem zálivky.

Varianta A – kontrolní varianta zalévána vodou z vodovodního řádu.

Varianta B – zalévána vodou z vodovodního řádu a přihnojovaná.

Varianta C – zalévána výhradně vodou převařenou v mikrovlnné troubě bez hnojiva.

Pro variantu „A+„B“ byla voda z řádu stočena do předpřipravené, řádně vymyté a označené PET lahve modré barvy od běžné neslazené minerální vody. Vzhledem k tomu, že hnojivo pro skupinu B se dává v určených intervalech, je v mezidobí využívána stejná voda jako pro kontrolní skupinu „A“. Varianta C je taktéž z řádu, ale prošla ohřevem v mikrovlnné troubě. Toto ošetření bylo provedeno v objemu 0,5 litru v keramickém hrnku po dobu 7 minut na plný výkon ve spotřebiči značky Sencor typ SMW 2317. K zabránění utajeného varu a případnému popálení při manipulaci s horkou tekutinou bylo vždy umístěno do nádoby bambusové párátka. Před slitím do připravené PET lahve označené „C“, voda vychladla na pokojovou teplotu. První použití takto připravené zálivky z lahve bylo v obou případech možno provést nejdříve po 12 - ti hodinách. Nejpozději po 5 - ti dnech musela být zlikvidována nespoteřovaná voda a nahrazena opět novou.

Četnost i množství zálivky bylo uzpůsobeno potřebám rostliny v určitých fázích a klimatickým podmínkám. V první fázi, od výsevu po pikýrování, byly rostliny zalévány výhradně pomocí rozprašovače. Výrazně se tak snížilo nebezpečí vyplavení semen, mechanického poškození klíčících rostlin i jejich přemokření a následného rozvoje houbových chorob. V dalších fázích pak byly rostliny zalévány přímo z odměrných nádob.

V první fázi předpěstování byla odměrná dávka pro celou skupinu, vzhledem k pěstování v jedné nádobě, dále pak dávka pro jednotlivé rostliny. Nejprve probíhalo rosení 2 x denně, později proběhla 1 x denně kontrola stavu vlhkosti půdy, v případě potřeby zalito a zaznamenána dávka zálivky v mililitrech, v případě dostatečné vlhkosti zaznamenáno množství zálivky 0 ml.

Množství vody bylo odměřováno pomocí injekční stříkačky či standardní kuchyňské odměrky a následně zapsáno. Cílem bylo přesné a rovnoměrné dávkování pro každou rostlinu.

Zálivka pro skupinu B doplněná o dvousložkové hnojivo Kristalon zdravé rajče a paprika byla aplikována dle návodu výrobce popsané přesně v rámci rešeršní části práce, a to v týdenních intervalech přímo rozmícháním odměřeného množství v zálivce skupiny. V rámci týdenního hnojení se střídalo hnojivo 1. složky a 2. složky v přesně odměřených množstvích pomocí kuchyňské váhy do odměřené dávky vody. Přihnojování nebylo vhodné od

počátku vzhledem k obsahu startovací dávky hnojiva ve výsevním substrátu. První hnojení bylo provedeno po 8 týdnech od výsevu, kdy byly rostliny dostatečně silné a vzrostla jejich potřeba živin.

#### **4.1.4 Ochrana rostlin**

Během pokusu byly zaznamenány potíže především se mšicemi, a to v letním období ve fázi umístění do fóliovníku. Jako ochrana rostlin byl použit systémový insekticid Mospilan 20 SP jehož účinnou látkou je 20 % acetamiprid. Jedná se o neurotoxikant prostupující celý profil listu s dlouhodobým reziduálním působením. Již velmi nízké dávky blokuji nikotinový Ach receptor v postsynaptické membráně nervového systému škůdců. Postřik byl proveden 2x během vegetace, přesně dle pokynů výrobce s dodržáním ochranné lhůty.

Ačkoli byly ve fóliovníku detekovány i někteří další zástupci potencionálních škůdců, jako je bělásek zelný, slimáci či mravenci, nebylo nutné použít žádnou další insekticidní ochranu.

Proti chorobám na plodech nebylo nutné provést žádný postřik.

#### **4.1.5 Vyhodnocované údaje**

Od výsevu po pikýrování bylo denně sledováno množství klíčících rostlin v každé skupině. V další fázi byl zaznamenáván počet listů ve skupinách v týdenních intervalech. Po umístění do fóliovníku byl sledován počet květů a plodů na každé rostlině v týdenních intervalech až do poloviny září, kdy bylo sledování těchto znaků ukončeno. V této době bylo nutno již vyštípovat veškeré nasazené květy a odstranit usychající spodní listy. Tím bylo docíleno dozrání posledních plodů, které byly na konci pokusu sklizeny a započteny.

Plody byly sklizeny průběžně, dle dozrávání, zaznamenán termín sklizně, počet, jejich délka, hmotnost a případné deformace či napadení chorobami. Pro měření bylo použito klasické pravítko a k vážení kuchyňská váha zn. Bifinett model KH 1156 s přesností vážení na 1 g.

V rámci hodnocení plodů bylo provedeno stanovení obsahu kapsaicinu metodou kapalně chromatografie (HPLC) a degustační zkouška plodů z jednotlivých skupin.

#### **4.1.6 Odběr a zpracování vzorků**

Po dozrání byly plody paprik otrhány z rostlin, a to celkem v pěti termínech sklizní. Po zjištění všech vyhodnocovaných údajů a fotodokumentaci (viz. elektronická příloha BP na CD) byly zpracovány sušením pro rozbor obsahu kapsaicinu či umístěny v lednici v čerstvém stavu k degustaci a domácímu použití.

## 4.1.7 Stanovení obsahu kapsaicinu

### 4.1.7.1 Příprava vzorků pro HPLC

Plody papriky pro laboratorní stanovení byly vybrány z rozdílných rostlin v rámci druhé sklizně, tak aby byly přibližně stejné velikosti, barvy i tvaru. Vzhledem k množství sklizených plodů lze právě druhou sklizeň považovat za hlavní, a tudíž byly plody z ní vybrány pro rozbor. Stopka byla odstraněna, plody rozpůleny a sušeny v sušičce na ovoce zn. Concept model SO-1050 při teplotě 45°C do konstantní hmotnosti. K vážení byla použita kuchyňská váha Bifinett KH 1156. K dalšímu stanovení bylo použito vždy 1 poloviny z každé papriky, tedy bylo pracováno s 9 kusy v každé skupině. Po vysušení byly vzorky uchovány v celku, v suchu a temnu za konstantní pokojové teploty v čistých uzavíratelných sklenicích.

### 4.1.7.2 Stanovení obsahu kapsaicinu ve vzorcích

Nejprve byla každá skupina připravených vzorků rozdělena zcela náhodně po 3 polovinách, čímž bylo dosaženo 9 rozdílných vzorků. Od této chvíle již bylo pracováno s každou touto částí shodným postupem, avšak zcela odděleně. Další popsany postup byl tedy opakován 9krát, a to pro každý předpřipravený vzorek. Nejprve byl plod papriky namlet, a to včetně semen na rotorovém rychlomlýnku pulverisette 14 zn. Fritsch, čímž bylo dosaženo velmi jemné konzistence. Vzniklý prášek byl z mlýnku přesypán do Petriho misky označené příslušnou skupinou a číslem. Mlýnek byl vždy řádně vyčištěn a opláchnut ethanolem.

Ze vzniklého homogenního prášku bylo pomocí analytických vah AX 124 zn. Ohaus (obr. č. 7) naváženo množství odpovídající 2 gramům do plastové vzorkovnice.

Ke vzorku bylo následně přidáno 20 ml 96% ethanolu pomocí skleněné pipety a 50 µl 100% kyseliny octové automatickou mikropipetou (obě chemikálie Lach-ner s.r.o.). Pomocí plastové zátky byla vzorkovnice uzavřena.



Obr. č. 7 – zleva: rychlomlýnek pulverisette 14, analytické váhy Ohaus, třepačka Biosan (autor bakalářské práce)

Po uzavření všech vzorkovnic byly umístěny na 10 minut do třepačky OS-20 zn. Biosan při frekvenci 250 třepů/min. Po vyjmutí z třepačky se vzorky zahřívaly ve vodní lázni po dobu 3 hodin na teplotu 75°C. Následně bylo provedeno ochlazení ve vodní lázni na pokojovou teplotu a umístění do centrifugy po dobu 3 minut při 3 000 otáčkách. Vzniklý supernatant byl odměřen injekční plastovou stříkačkou a přes PVDF filtr vstříknuty vždy 2 ml do vialky. Ta byla důkladně uzavřena víčkem a popsána příslušnou skupinou a číslem. Z každé předchozí skupiny byly připraveny 3 totožné vzorky. Takto připravených 27 vialek bylo ponecháno v uzavřené petriho misce v chladu 5°C a temnu v lednici v laboratoři na katedře botaniky a fyziologie rostlin po následující 4 dny (obr. č. 8).



Obr. č. 8 – zleva: vodní lázeň, centrifuga, připravené vzorky pro HPLC stanovení (autor bakalářské práce)

Samotné stanovení obsahu kapsaicinu bylo provedeno pomocí kapalinové chromatografie (dále jen HPLC) dle optimalizovaného postupu pro stanovení kapsaicinu v diplomové práci Kracíkové (2015) za použití přístroje zn. Waters na koloně s reverzní fází

C<sub>18</sub> a detekováno diodovým polem s vyhodnocením při vlnové délce 229 nm. Stanoven byl obsah kapsaicinu a dihydrokapsaicinu z plochy píku vypočtené softwarem EMPOWER v  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  a jeho následný přepočet na koncentraci  $c$  v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  pomocí vzorce:  $C = \frac{c_0 \cdot V}{n}$

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

$V$ .....objem vzorku odpovídající 20 ml

$n$ .....navážka rozemletého vzorku v g

#### 4.1.8 Degustace

Degustace proběhla na vzorcích čerstvých paprik, které byly rozkrájeny a nabídnuty po jednotlivých skupinách dobrovolníkům co nejdříve po sklizni, nejpozději však do 1 týdne od utržení. Skupiny byly označeny písmeny, aniž by testující znali jejich zařazení a tím docházelo ke zkreslení. V rámci jednotlivých ochutnávek byly vždy vybrány minimálně 2 plody z každé skupiny, co nejvíce podobné velikostí i tvarem. Ty byly rozkrájeny na stejnoměrné kousky a nabídnuty spolu s dotazníkem a instrukcemi respondentům.

K dokumentaci a zaznamenání chuťových vlastností bylo využito, z důvodu přehlednosti, tradiční metody formou strukturovaného dotazníku se čtyřmi uzavřenými otázkami týkajícími se výhradně vlastností degustovaných vzorků a uvedenými instrukcemi k vyplnění. Sociodemografické údaje zde sledovány nebyly (vzor dotazníku jako příloha č. 1). Průzkum byl sestaven dle metod Reichela (2009) a hlavním cílem bylo zjištění, zda se u některé ze skupin vyskytují výrazné výkyvy v pálivosti, chuti, vůni či barvě. Základní konstrukce otázek byla koncipována jako ANO/NE s případným doplněním rozlišností jednotlivých skupin a možností komentáře.

## 5 Výsledky

Pro hodnocení pokusu byly použity rostliny plně vyvinuté bez viditelného poškození či napadení. V rámci degustace a stanovení obsahu kapsaicinu byly vybrány plody průměrné, bez výrazných odlišností a ze zdravých rostlin. Tyto plody byly důkladně prohlédnuty k vyloučení napadení chorobami (plísněmi či houbami), bez škůdců či dalších vad.

Na listech rostlin bylo před přemístěním do fóliovníku pozorováno lehké abiotické poškození napříč všemi skupinami, které se však samovolně upravilo a nebylo potřeba žádného zásahu (fotografie je samostatnou přílohou č. 2).

Během růstu ve fóliovníku, před první sklizní, byla jedna rostlina skupiny „A“ vylomena. S největší pravděpodobností se jednalo o mechanické poškození (dokumentace je přílohou č. 3). Z tohoto důvodu byly výsledky související s plody průměrovány, tak aby bylo možno zohlednit nižší počet rostlin skupiny „A“.

### 5.1 Zálivka

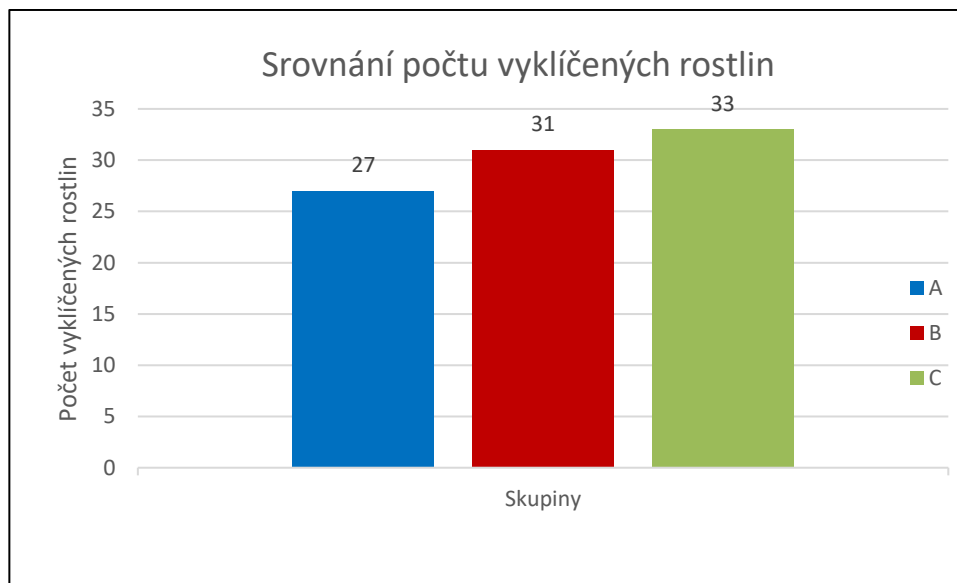
Pro zálivku rostlin během pokusu byla použita voda z řadu stáčená v Ústeckém kraji ve městě Louny. Sumu zálivky vztaženou na jednotku času zaznamenává tabulka č. 7. V průběhu celého pokusu bylo spotřebováno 1 131 litrů vody. Pro každou ze skupin „B“ a „C“ bylo spotřebováno 383,12 litrů vody. Skupina „A“ spotřebovala pouze 365,37 litrů vody vzhledem k úhynu jedné z rostlin papriky během pěstování.

Tabulka č. 7 – množství zálivky u jednotlivých variant v průběhu vegetace (autor bakalářské práce)

Období	Množství zálivky		
	Skupina A [l]	Skupina B [l]	Skupina C [l]
4.2.2018 - 17.3.2018	4,22	4,22	4,22
18.3.2018 - 6.5.2018	4,90	4,90	4,90
7.5.2018 - 13.10.2018	356,25	374,00	374,00
Celkem na skupiny za celé období	365,37	383,12	383,12
Celkem za celé období	1 131,61		

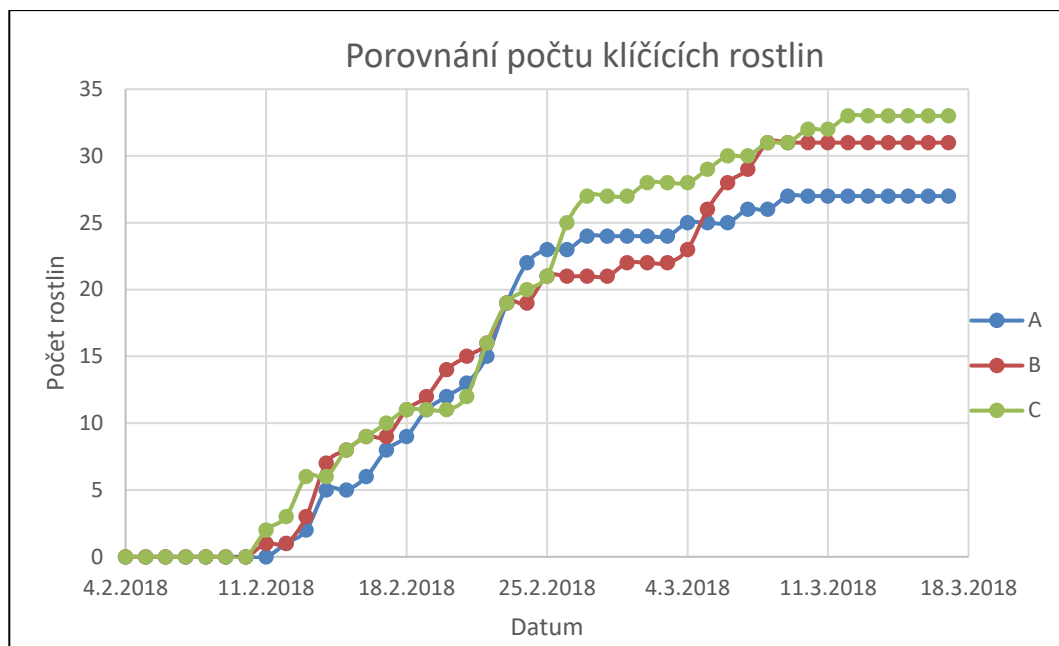
## 5.2 Počet klíčících rostlin

Prvním sledovaným znakem u rostlin po zasazení bylo jejich klíčení. Z celkového počtu 99 zasazených semen jich vyklíčilo 91, což odpovídá 92 % klíčivosti. V rámci jednotlivých skupin lze uvést klíčivost 100 % u sk. „C“, 94 % u sk. „B“ a nejnižší 82 % u sk. „A“. Konečný počet vyklíčených rostlin uvádí graf v obrázku č. 9. Průběh klíčení rostlin v prvních šesti týdnech porovnává graf na obrázku č. 10 a dále tabulka, která je přílohou č. 4 udává jejich přesné počty včetně porovnání skupiny „C“ s průměrem skupin „A“ a „B“.

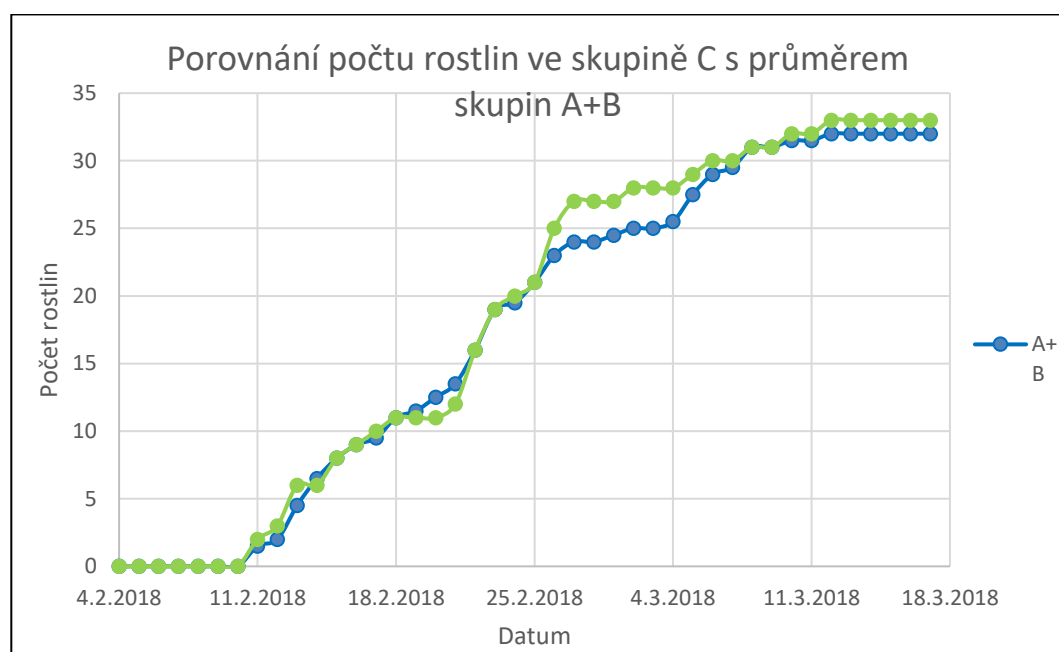


Obr. č. 9 – graf porovnání počtu vyklíčených rostlin pro jednotlivé skupiny s rozdílnou zálivkou (autor bakalářské práce)

Rostliny ve všech skupinách klíčily poměrně vyrovnaně, pouze s nepatrnými rozdíly. Z grafu na obrázku č. 10 je patrné, že nejvyšší počet vyklíčených rostlin byl u skupiny „C“, tedy zalévané převařenou vodou za pomoci mikrovlnného záření. Tento rozdíl byl však poměrně malý. Vzhledem ke stejným podmínkám skupin „A“ a „B“, bylo možno udělat i jejich průměr a ten porovnávat rovněž se skupinou „C“ do grafu na obrázku č.11.



Obr. č. 10 – graf porovnání klíčících rostlin v jednotlivých skupinách v závislosti na čase (autor bakalářské práce)



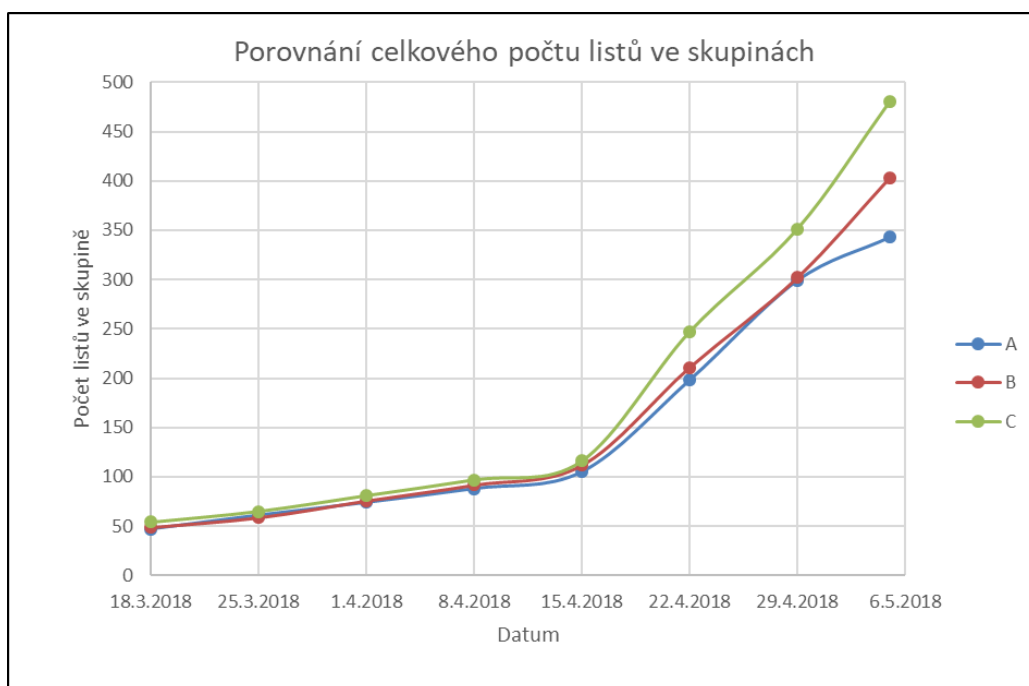
Obr. č. 11 – graf porovnání klíčících rostlin ve skupině „C“ a průměrem „A + B“ v závislosti na čase (autor bakalářské práce)

### 5.3 Počet listů

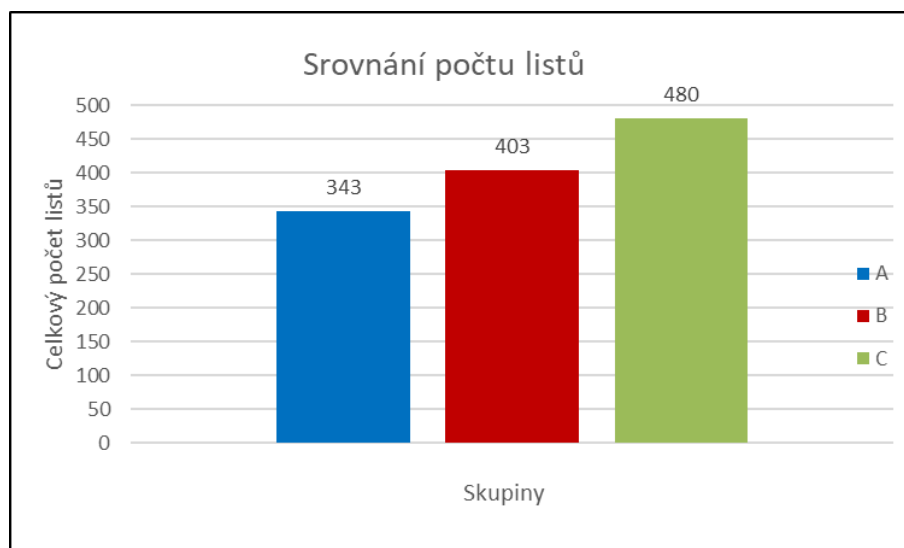
Po pikýrování byly v týdenních intervalech sledovány počty listů na rostlinách v období následujících 8 týdnů. Sledovaný počet byl pro celou skupinu o počtu 10 kusů rostlin. Porovnání v závislosti na čase zobrazuje graf na obrázku č. 12. Konečné srovnání uvádí graf na



obrázku č. 13. Největšího počtu listů dosáhla skupina „C“ se 480 listy. Skupina „B“ dosáhla počtu 403 listů. Nejméně listů měla skupina „A“ a to 343.



Obr. č. 12 – graf porovnání počtu listů u rostlin papriky v závislosti na čase a druhu závlivky (autor bakalářské práce)



Obr. č. 13 – graf porovnání celkového počtu listů u rostlin papriky u jednotlivých variant závlivky (autor bakalářské práce)

Mírně bujnější růst byl subjektivně zaznamenán u skupiny „C“ a pravděpodobně byl způsoben největším počtem listů v této skupině (obr. č. 14). Jiné vizuální změny mezi rostlinami pozorovány nebyly.

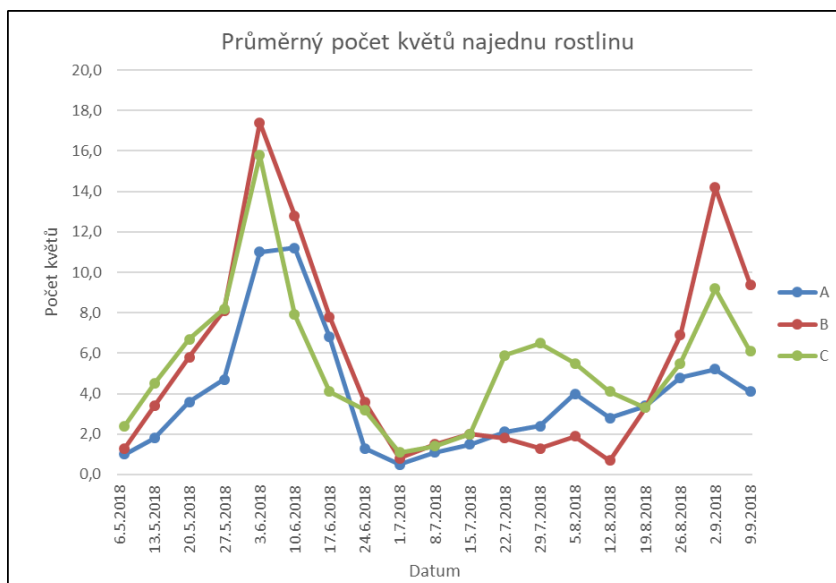


Obr. č. 14 – vizuální srovnání rostlin vybraných k dalšímu sledování (autor bakalářské práce)

#### 5.4 Počet květů

Dalším sledovaným znakem byl průměrný počet květů na jednu rostlinu papriky během vegetace, od přesazení do fóliovníku až po počátek nutnosti vyštipování květů pro dozrání posledních plodů. Počty květů byly sledovány v týdenních intervalech a zaznamenávány společně s počtem plodů do tabulky v příloze č. 5. V tabulce, která je přílohou práce č. 6, je uveden přepočet květů na jednu rostlinu. Tyto výsledky zpracovává graf na obrázku č. 15.

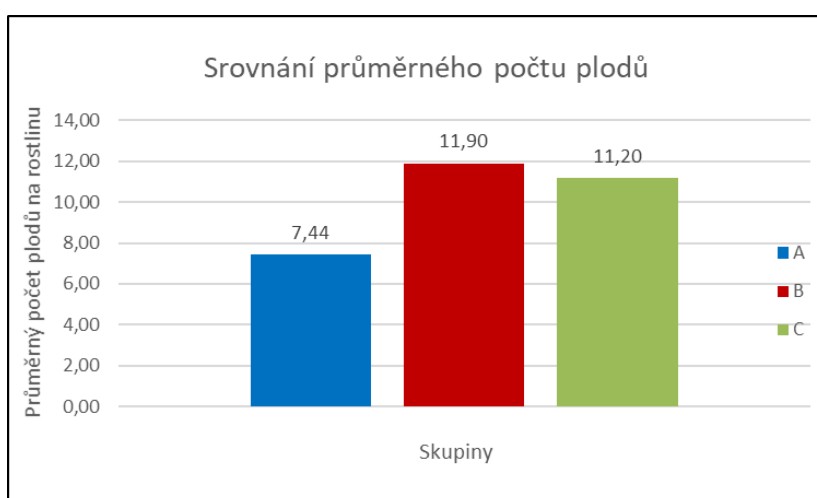
Ve všech skupinách probíhaly souběžně výkyvy v počtech květů způsobené přirozenými fyziologickými pochody. Největšího průměrného počtu 17,4 květů na jednu rostlinu dosáhla skupina „B“. Skupina „C“ maximálního průměrného počtu 15,8 květů na jednu rostlinu dosáhla ve stejném termínu. Skupina „A“ dosáhla nejvyššího průměrného počtu květů na rostlinu o týden později a to pouze 11,2 květů.



Obr. č. 15 – graf porovnání počtu květů na rostlinu v průběhu vegetace (autor bakalářské práce)

## 5.5 Počet plodů

Počty plodů byly zaznamenávány na rostlinách, avšak k porovnání jsou použity počty plodů, které na rostlinách dozrály a byly sklizeny. Vzhledem k odumření jedné rostliny skupiny „A“ jsou pro porovnání použity průměrné počty převedené na 1 rostlinu. Nejvyšší hodnoty bylo dosaženo u skupiny „B“ a to 11,9 plodů na 1 rostlinu. Na druhém místě byla skupina „C“ s 11,2 plody. Výraznější propad byl zaznamenán u skupiny „A“, která dosahovala výnosu pouze 7,44 plodů na 1 rostlinu. Srovnání průměrného počtu plodů na rostlinu u rozdílně zalévaných skupin zobrazuje graf na obrázku č. 16. Celkově bylo sklizeno ze všech 29 rostlin 298 plodů.



Obr. č. 16 – srovnání průměrného počtu plodů na jednu rostlinu u jednotlivých skupin (autor bakalářské práce)

## 5.6 Barva, tvar a velikost plodů

Během sledování nebylo pozorováno výrazně jiné zbarvení ani u jedné ze skupin. Barva plodů byla dle očekávání sytě červená, mírně přecházející do tmavě červené.

U tvarů plodů byla větší variabilita než u barevnosti. Základní válcovitý tvar se zakulacenou špičkou převažoval, ale vyskytly se rovněž plody téměř kulovité i výrazně protáhlé s ostrou špičkou (obr. č. 17). Nebylo však zaznamenáno omezení pouze na některou ze skupin. Plody byly většinou rovné či mírně prohnuté. Pouze v několika případech došlo k výraznému prohnutí či zkroucení.



Obr. č. 17 – zleva standardní tvar plodu, kulovitý, protáhlý (autor bakalářské práce)

### 5.6.1 Velikost plodů

Průměrná délka plodu byla v rozmezí 5,32 až 5,93 cm v závislosti na skupině. Průměrná hmotnost se pohybovala od 19,33 do 20,37 gramů. Z 29 rostlin byl výnos 5 852 g, což odpovídá 202 g plodů na rostlinu. Rozložení jednotlivých hodnot v rámci skupin je uvedeno níže, v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 – velikost a hmotnost plodů papriky (autor bakalářské práce)

Sledovaný znak	Skupin a	Hodnot a	Skupin a	Hodnot a	Skupin a	Hodnot a
Nejdelší plod	A	8,1 cm	B	9,5 cm	C	8,9 cm
Nejtěžší plod	A	42 g	B	41 g	C	37 g
Průměrná délka plodů	A	5,32 cm	B	5,64 cm	C	5,93 cm
Průměrná hmotnost plodů	A	20,37 g	B	19,51 g	C	19,33 g
Celková hmotnost sklizených plodů	A	1365 g	B	2322 g	C	2165 g

## 5.7 Škůdci, choroby a poškození rostlin a plodů papriky

Ochrana proti škůdcům na rostlinách byla provedena dle metodiky této bakalářské práce.

Na plodech nebyly zaznamenáni žádní škůdci.

Rostliny nebyly během sledování zasaženy chorobami, proto nebyla provedena žádná dodatečná ochrana. Jediné ošetření bylo propaření výsevního substrátu pomocí mikrovlnné trouby z důvodu ochrany semen a klíčících rostli proti houbovým chorobám.

Na plodech bylo možno po sklizni pozorovat v několika málo případech napadení houbovými chorobami (obr. č. 18).



Obr. č. 18 – napadení plodů papriky chorobami (autor bakalářské práce)

## 5.8 Obsah kapsaicinu

Navážka vzorků pro stanovení obsahu kapsaicinu byla zaznamenána s přesností na 4 desetinná místa do tabulky č. 8 a využita pro další výpočty.

Tabulka č. 8 – navážky vzorků mletých plodů papriky (autor bakalářské práce)

Skupina	Navážka 1 [g]	Navážka 2 [g]	Navážka 3 [g]
A	2,0019	1,9816	1,9778
B	1,9828	2,0024	2,0823
C	1,9865	1,9466	1,9948

Po přípravě vzorků bylo provedeno samotné stanovení obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu pomocí HPLC. Výsledné hodnoty kapsaicinu uvádí tabulka č. 9 a dihydrokapsaicinu tabulka č. 10. Zjištěné hodnoty byly přepočteny z  $\mu\text{g/ml}$  na  $\mu\text{g/g}$  pomocí vztahu: naměřená hodnota kapsaicinu (či dihydrokapsaicinu) v  $\mu\text{g/ml}$  x 20 děleno navážkou konkrétního vzorku. Pro přepočet na Scovillovy jednotky pálivosti byla hodnota v  $\mu\text{g/g}$  vynásobena číslem 16 a zařazena do skupiny dle míry pálivosti dle Krishny (2003).

Hodnoty pálivosti se pohybovaly od 0 do 5 394 SHU, což odpovídá hodnotám nepálivé (označené v tabulce níže zeleně), mírně pálivé (oranžové) až středně pálivé (označeno červeně).

Nejvíce vzorků (13) bylo zařazeno do kategorie „nepálivé“, 11 vzorků jako „mírně pálivé“ a pouze 3 stanovení vyšla jako „pálivá“.

Při stanovování obsahu kapsaicinu metodou HPLC bylo 7 vzorků pod mez detekce, tudíž pro účely porovnání v této bakalářské práci považováno za 0 hodnotu.

Tab. č. 9 – naměřené a přepočtené hodnoty kapsaicinu pro jednotlivé varianty (autor bakalářské práce)

Číslo vzorku	Kapsaicin [ $\mu\text{g/ml}$ ]	Kapsaicin [ $\mu\text{g/g}$ ]	Kapsaicin [SHU]	Úroveň pálivosti
A11	5,4750	54,6980	875	Mírně pálivé
A12	5,2460	52,4102	839	Mírně pálivé
A13	4,1420	41,3807	662	Nepálivé
A21	32,4610	327,6241	5 242	Středně pálivé
A22	33,4010	337,1114	5 394	Středně pálivé
A23	31,0560	313,4437	5 015	Středně pálivé
A31	7,5520	76,3677	1 222	Mírně pálivé
A32	8,2270	83,1934	1 331	Mírně pálivé
A33	8,9520	90,5248	1 448	Mírně pálivé
B11	0,7500	7,5651	121	Nepálivé
B12	<MD	<MD	0	Nepálivé
B13	<MD	<MD	0	Nepálivé
B21	14,1580	141,4103	2 263	Mírně pálivé
B22	15,2270	152,0875	2 433	Mírně pálivé
B23	14,8860	148,6816	2 379	Mírně pálivé
B31	0,6190	5,9453	95	Nepálivé
B32	0,5810	5,5804	89	Nepálivé
B33	0,6290	6,0414	97	Nepálivé
C11	0,6520	6,5643	105	Nepálivé
C12	<MD	<MD	0	Nepálivé
C13	<MD	<MD	0	Nepálivé
C21	13,8720	142,5254	2 280	Mírně pálivé
C22	13,6760	140,5117	2 248	Mírně pálivé
C23	13,4100	137,7787	2 204	Mírně pálivé
C31	<MD	<MD	0	Nepálivé
C32	<MD	<MD	0	Nepálivé
C33	<MD	<MD	0	Nepálivé

Po zprůměrování výsledků v rámci každého paralelního měření vyšel obsah kapsaicinu přepočteného na jednotky SHU nejvyšší u skupiny „A2“ s hodnotou 5 217 SHU, jako druhá nejpálivější skupina „B2“ s pálivostí 2 358 SHU a na třetím místě skupina „C2“ odpovídající 2 244 SHU.

Tab. 10 – naměřené a přepočtené hodnoty dihydrokapsaicinu (autor bakalářské práce)

Číslo vzorku	Dihydrokapsaicin [μg/ml]	Dihydrokapsaicin [μg/g]
A11	3,1930	31,8997
A12	2,9040	29,0124
A13	2,6660	26,6347
A21	17,2980	174,5862
A22	16,1330	162,8280
A23	14,9440	150,8276
A31	5,0730	51,2994
A32	5,0660	51,2286
A33	5,5050	55,6679
B11	0,1910	1,9266
B12	<MD	<MD
B13	<MD	<MD
B21	11,9990	119,8462
B22	11,7999	117,8576
B23	12,1420	121,2745
B31	0,1450	1,3927
B32	0,5030	4,8312
B33	0,3560	3,4193
C11	<MD	<MD
C12	<MD	<MD
C13	<MD	<MD
C21	8,8090	90,5065
C22	8,6430	88,8010
C23	8,6830	89,2120
C31	0,4490	4,5017
C32	0,6140	6,1560
C33	0,4480	4,4917

Kapsaicin s dihydrokapsaicinem byly průměrně v poměru 1:0,6. Díky tomuto poměru bylo možno vypočíst hodnoty i pod mez detekce přístroje v případech, kdy byla naměřena alespoň jedna z obsažených látek. Takto byl dopočten obsah kapsaicinu u vzorků „C31“ (7,503 μg/g), „C32“ (10,260 μg/g) a „C33“ (7,486 μg/g) a dihydrokapsaicinu u vzorku „C11“ (3,937 μg/g).

Konečný průměr obsahu kapsaicinu v jednotkách SHU pro jednotlivé skupiny byl:

„A“ = 2 448 SHU

„B“ = 831 SHU

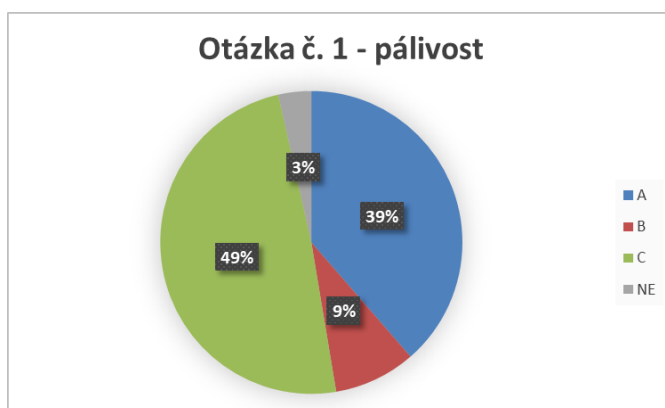
„C“ = 760 SHU

Tyto hodnoty odpovídají ve všech třech případech mírné pálivosti, ačkoli skupina „A“ je mírně odlišná od skupin „B“ a „C“ u nichž jsou výsledky téměř vyrovnané. Hodnoty dihydrokapsaicinu se pohybovaly od 0 do 174,5862 μg/g.

## 5.9 Hodnocení kvality plodů pomocí degustace

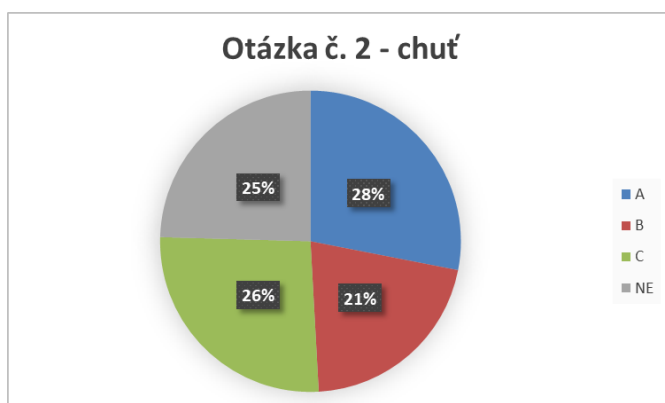
V rámci degustace byla provedena ochutnávka paprik 57 osobami, které následně vyplnili dotazník se čtyřmi otázkami. Do studie byli zařazeni muži i ženy středního věku. Přesné demografické údaje sledovány nebyly.

Otázka č. 1 (obr. č. 19) se zaměřovala na rozdílnou pálivost. Respondenti uváděli, zda je některý z nabídnutých vzorků subjektivně pálivější. V případě kladné odpovědi uvést jaký. Jako nejpálivější se jevila skupina „C“, kterou označilo 28 dotázaných. Na druhém místě byla skupina „A“ s 22 hlasy a jako nejméně pálivá se jevila skupina „B“, kterou uvedlo pouze 5 dotázaných. Dva respondenti neuvádí mezi vzorky žádný rozdíl.



Obr. č. 19 – Graf procentuálního zastoupení odpovědí u otázky č. 1 – pálivost vzorků

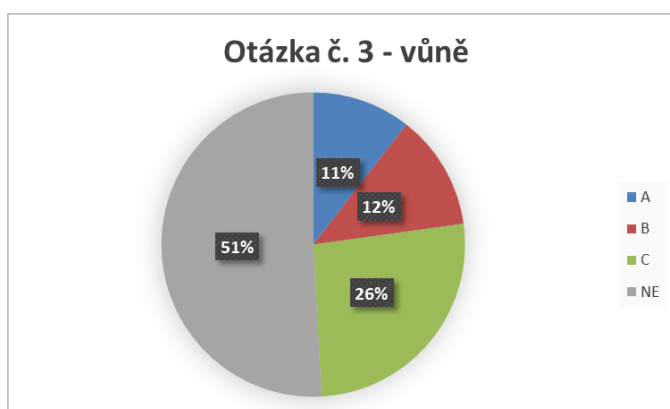
Otázka č. 2 (obr. č. 20) zjišťovala chuťové odlišnosti, jak v pozitivním, tak v negativním ohledu. Jako nejchutnější byla označena skupina „A“ a to 15-ti osobami. Jeden dotázaný ji označil jako odlišnou od ostatních s pachutí. Skupiny „B“ i „C“ byly chuťově vyrovnané, obě s 12 pozitivními hlasy. Skupina „C“ byla také 3 dotázanými označena za chuťově odlišnou v negativním ohledu, a to s pachutí či chutí mdlou, nedobrou. U této otázky 14 dotázaných nezaznamenalo žádný rozdíl.





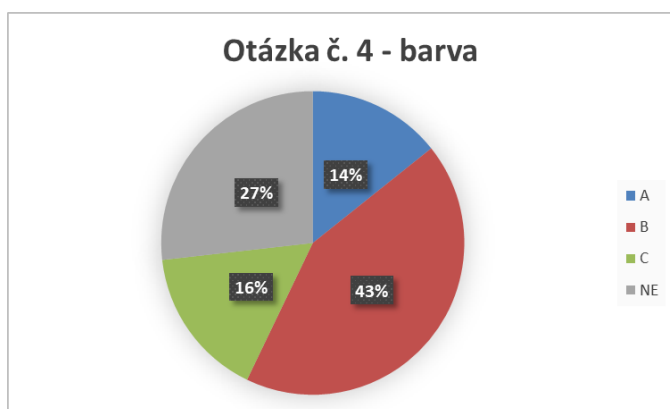
Obr. č. 20 – Graf procentuálního zastoupení odpovědí u otázky č. 2 – chuťové odlišnosti

Otázka č. 3 (obr. č. 21) hodnotila vůni vzorků. S výrazněji příjemnou vůní byla označována skupina „C“ celkem 15-ti dotázanými. Skupina „B“ působila nejpříjemnější vůní na 7 osob a skupina „A“ nejlépe voněla pouze 5-ti lidem a dokonce jeden dotázaný uvedl, že její vůně je nepříjemná. U této otázky více než polovina dotázaných neuvedla rozdíl mezi skupinami.



Obr. č. 21 – Graf procentuálního zastoupení odpovědí u otázky č. 3 – vůně vzorků

Otázka č. 4 (obr. č. 22) sledovala rozlišnou barvu plodů papriky. Respondenti hodnotili, zda se některý ze 3 nabídnutých vzorků jakkoli barevně odlišuje od ostatních. Skupinu „A“ takto označilo 8 osob, „B“ 24 osob a skupina „C“ působila odlišným zbarvením u 9 dotázaných. V 15-ti případech se dotázaným jeví všechny předložené vzorky jednotnou barvou. Jeden respondent nemohl na tuto otázku odpovědět ze zdravotního důvodu (oční vada).



Obr. č. 22 – Graf procentuálního zastoupení odpovědí u otázky č. 4 – barva plodů

## 6 Diskuze

### 6.1 Klíčení rostlin a vegetativní orgány

Dle Kosiny (2012) by klíčivost u rodu *Capsicum* měla být 80–90 %. Klíčivost rostlin v pokusu byla 82-100 %, tedy odpovídající až převyšující průměrné hodnoty. Mezi jednotlivými skupinami byly mírné rozdíly, a to i mezi „A“ a „B“, zalévané stejným druhem vody. Tento rozdíl činil 12 %. Pro porovnání se skupinou „C“ se 100 % klíčivostí byl vytvořen průměr obou předešlých skupin. Toto porovnání ukazuje mírné navýšení při využití převařené vody opět o 12 %. Tímto lze jednoznačně vyloučit původní domněnku o negativním působení vody převařené v mikrovlnné troubě při využití jako zálivka rostlinám. Jedná se o důkaz, že uvedené články středoškolské studentky Reynoldsové (2006) nebyly založeny na zcela pravdivých údajích a pokud rostliny opravdu byly poškozeny, pak se nejednalo o působení takto upravené vody.

Naopak vzhledem k mírnému nárůstu počtu vyklíčených rostlin je možno usuzovat na pozitivní stimulaci semen, kterou by bylo možno využít v případech, kdy je potřeba zvýšit klíčivost. Jedná se o způsob bez chemických přípravků, tedy využitelný i ekologickém zemědělství. Nevýhodou je časová a finanční náročnost v podobě elektrické energie při ohřevu vody a lidské práce. Jako vhodné pokračování studia této oblasti by bylo sledování působení na více druhů rostlin, ve větším početním měřítku. Stejně tak porovnání nejen vody z řady a této vody převařené pomocí mikrovlnného záření, ale také za použití klasického varu v nádobě zahřívané zdrojem tepla, neboť nejpravděpodobnějším důvodem pozitivního působení je odstranění dočasné tvrdosti vody varem. Vliv dočasné tvrdosti vody potvrzuje rovněž Vaněk (2012), který doporučuje případnou úpravu zálivkové vody, pokud se jedná o vodu označovanou jako tvrdá.

Celkové počty listů nejsou autory běžně zaznamenávány, proto není provedeno srovnání celkového počtu listů u sledovaných paprik s jinými pokusy. Dle Boslanda a Votavy (2012) je však průměrně dosahováno 8-15 listů před prvním květem. U této hodnoty se pokusné rostliny neshodují. Při zprůměrování bylo před prvním květem u jednotlivých rostlin dosahováno počtu okolo 41 listů. Stejně jako u klíčení bylo při porovnání počtů listů zaznamenáno navýšení u skupiny „C“. K porovnání byl opět použit průměr ze skupin „A“ a „B“. V prvním měsíci byly počty všech téměř vyrovnané, následně však došlo k výraznějšímu navýšení u skupiny „C“ zalévané převařenou vodou a tento rozdíl již přetrval. I zde je proto možno usuzovat na kladný vliv převařené vody na růst, respektive počet listů na rostlinách.

Tohoto poznatku by bylo možno dále využít při záливce rostlin například v laboratořích, kdy je potřeba z určitých důvodů zvýšit právě počet listů na rostlině či při pěstování vzácných rostlin, kdy je vhodné podpoření jejich životaschopnosti zvýšením listové plochy.

## 6.2 Vliv na květy a plody

Při sledování počtů generativních orgánů byla zjištěna výrazně menší úroda oproti předkládaným údajům prodejce osiva. Uváděných 10 kg plodů z jedné rostliny papriky dle Kosiny (2012) nebylo zdaleka ani řádově dosaženo. Jedna pokusná rostlina byla schopna poskytnout úrodu 202 g za celou vegetační sezónu. Tento výrazný rozdíl mohl být způsoben pěstováním rostlin v omezeném prostoru nádob, což odpovídá také doporučení Pekárkové (2001) pro pěstování ve volné půdě pro statnější vzrůst rostlin a vyšší výnos. Příčinou mohou být také některé technologické pěstební postupy, které vzhledem k pozorování nemohly být aplikovány. Maguireová (2015) doporučuje vyštípování květů až do fáze, kdy je rostlina dostatečně silná a umístěna na trvalé stanoviště. Toto vyštípování květů a plůdků před přesazením na konečné stanoviště a podpora dozrávání plodů na konci sezóny odstraněním některých listů až celých částí rostlin a nasazených květů nemohla být prováděna.

Počet květů byl pozorován poměrně dlouhou dobu, po 18 týdnů. Graf na obrázku č. 15 ukazuje přehledně výkyvy a přirozené fyziologické cykly rostlin, kdy byly květy nasazovány a přeměňovány v plody či rostlinou samotnou upuštěny. Tyto fyziologické cykly jsou v souladu s pozorováním dalších autorů jako Kosina (2012) či Pekárková (2000). Zde se již projevoval účinek hnojení i záливky převařenou vodou. Skupina „A“, bez hnojiva i převaření vykazuje nižší počty květů a také mírně opožděné nasazování květů. Zvláštností je působení převařené vody, rovnající se téměř účinkům hnojení. Zde vyvstává otázka, zda by nebylo vhodné porovnání ještě s další variantou, a to vodou převařenou a doplněnou také o hnojivo. Pokud by se pozitivní účinky kumulovaly, mohlo by být dosahováno u počtů květů zajímavých navýšení.

Kosina (2012) uvádí u sledovaného kultivaru ‚Jalapeño Jalastar‘ jako maximální doporučený počet 20 kusů plodů na jedné rostlině. Při pokusu v této bakalářské práci bylo na rostlinách průměrně 10,2 kusů plodů. Z pohledu počtu plodů tedy nebyla nutná umělá regulace. Při sledování působení na květy bylo očekáváno obdobné působení na plody. Tento předpoklad se ukázal jako správný, jelikož při porovnání průměrného počtu plodů na rostlinu se skupiny „B“ i „C“ jeví téměř shodně. Hnojená rostlina byla schopna poskytnout pouze o 0,7 plodu více než rostlina zalévaná vodou z mikrovlnné trouby. A naopak rostlina zalévaná vodou neupravovanou dávala v průměru o 3,76 plodů méně. Vzhledem k tomu, že základním cílem pro pěstování papriky seté jsou její plody, jeví se tento způsob záливky, převařenou vodou, jako

možné navýšení jejich počtů. Nebyly pozorovány ani jiné známky na plodech, jako změny barvy, hmotnosti či tvaru, které by vylučovaly tento způsob zalévání. Jak vyplývá z výsledků, převařená voda může mít určitý ochranný vliv proti napadání plodů chorobami a snižovat výrazně procento plodů nutných k vyřazení a tím přispět rovněž k navýšení produkce.

### **6.3 Škůdci, choroby a poškození rostlin a plodů papriky**

Rostliny pěstované ve skleníku či fóliovníku jsou dle Pekárkové (2001) nejčastěji napadány mšicemi a molicemi. Toto lze částečně potvrdit, jelikož během pokusu bylo zaznamenáno napadení mšicemi, vyžadují ošetření insekticidním přípravkem. Halsall (2013) uvádí jako nejčastější choroby plíseň šedou při vyšší vlhkosti a padlí za sucha. Vzhledem k velmi teplému létu nebyla plíseň šedá zaznamenána. Pravděpodobně vlivem pravidelné závlaky nedošlo ani k výraznému suchu ve fóliovníku a nebyl u rostlin problém s padlím. V rámci sledování rozdílů, byla zaznamenána jediná odlišnost, a to v napadání plodů houbovými chorobami, kde se jeví převařená voda jako možnost mírné ochrany. Rostliny samotné ovlivněny nebyly. Otázkou zůstává úhyn jedné z rostlin skupiny „A“, mohlo se však jednat o náhodné mechanické poškození či špatný růst rostliny dán geneticky u tohoto konkrétního jedince.

### **6.4 Obsah kapsaicinu**

Othman a kol. (2011) uvádějí, že obsah kapsaicinu je v chilli paprikách řádově v desetinách mg. Konkrétní sledovaný kultivar „Jalapeño“ by dle Maguireové (2015) měl dosahovat 156 až 625  $\mu\text{g/g}$ , což odpovídá hodnotám 2 500 až 10 000 SHU. Naměřené hodnoty dosahovaly pálivosti 0 až 5 394 SHU což je v porovnání s touto odrůdou poměrně nízká hodnota. Dále z výsledků kapalinové chromatografie vyplývá, že mírně vyšší pálivosti dosáhla skupina „A“, což může být způsobeno menším počtem generativních orgánů, čímž došlo ke koncentraci kapsaicinu do vytvořených a dozrálých plodů. Toto je v souladu poznatky uváděnými Kosinou (2012). Ten rovněž zdůrazňuje vliv hnojiva, které by mělo být speciálně určené pro chilli papriky. Přesto, že bylo u skupiny „B“ použito hnojení pro papriky, nejednalo se o speciální hnojivo pro chilli zvyšující obsah kapsaicinoidů.

### **6.5 Hodnocení kvality plodů pomocí degustace**

Zhodnocené plody byly v oblasti chutnosti téměř zcela vyrovnané. V rámci pálivosti vycházely nejlépe plody skupiny „C“ a to ze 49 % jako nejpikantnější. Nelze však jednoznačně říci, že by takto vycházely plody, pokud by bylo možno degustovat naprosto všechny plody

u všech rostlin, jelikož pro tuto odrůdu je typická velká variabilita co do obsahu kapsaicinu. Vůně připadala polovině respondentů zcela shodná, ostatní uvedli ve 26 % odlišnou vůni u skupiny „C“, což by naznačovalo, že záливka mohla nepatrně ovlivnit aromatické látky v plodech. Vzhledem k tomu, že 43 % dotázaných uvedlo odlišnosti v barvě, plodů skupiny „B“ (ponejvíce s poznámkou jako „sytější“, „hezčí“ či „výraznější“), je možno předpokládat, že hnojení napomáhá ukládání barviv v plodech a tím zvyšuje jejich vizuální atraktivitu.

Pravděpodobně nejdůležitějším poznatkem degustace je to, že mikrovlnné záření nijak výrazně neovlivňuje záливkovou vodu tak, aby docházelo k velkým chuťovým, aromatickým či vizuálním změnám plodů.

## 7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo potvrzení či vyvrácení domněnky ohledně škodlivého působení převařené vody pomocí mikrovlnného záření a porovnání případných rozdílů mezi skupinami zalévanými různou záливkovou vodou. Zjištění průměrného výnosu, obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu u této konkrétní odrůdy. Do pokusu byly zařazeny rostliny papriky seté (*Capsicum annuum*) kultivaru „Jalapeño Jalastar“, které byly pěstovány pod různými záливkami – vodou z vodovodního řádu, toutéž vodou s dodaným hnojivem a vodou převařenou pomocí mikrovlnného záření v částečně řízených podmínkách nejprve interiéru a později fóliovníku.

Při pěstování bylo sledováno množství záливky, výskyt škůdců a chorob, počty vyklíčených rostlin, listů, květů a plodů. U plodů pak také hmotnost, délka, případné změny barvy či tvaru, chuťové vlastnosti pomocí degustace a stanovení obsahu kapsaicinu a dihydrokapsaicinu pomocí kapalinové chromatografie.

Z bakalářské práce vyplynuly tyto závěry:

1. Nebylo prokázáno negativní působení převařené vody pomocí mikrovln. Bylo prokázáno mírné pozitivní působení této záливky na klíčivost, počet květů a plodů.
2. Obsah kapsaicinu nebyl u rostlin zalévaných převařenou vodou pomocí mikrovln výrazně odlišný od skupiny hnojené. Tato voda tudíž neovlivňuje tvorbu kapsaicinu v plodech. Naopak výraznější rozdíly působí počet plodů na rostlině, kdy u skupiny s nejnižším průměrným počtem plodů na jednu rostlinu bylo dosaženo nejvyšších hodnot obsahu kapsaicinu.
3. Při degustaci nebylo zjištěno významné chuťové ovlivnění plodů.
4. Byly prokázány mírné rozdíly mezi jednotlivými skupinami, především téměř vyrovnané účinky hnojení a převařené vody oproti vodě z řádu bez dalších úprav.
5. Při plynové chromatografii byly naměřeny hodnoty obsahu kapsaicinu od 0 do 327,6  $\mu\text{g/g}$  a dihydrokapsaicinu od 0 do 174,6  $\mu\text{g/g}$ . Poměr mezi kapsaicinem a dihydrokapsaicinem byl vypočten 1:0,6.
6. Při pěstování bylo dosaženo průměrného výnosu 202 g plodů na rostlinu. Potenciál této odrůdy je až 10 kg na jednu rostlinu. Pravděpodobně nejvíce tuto hodnotu ovlivnilo pěstování v uzavřené nádobě, nevyštípování květů a hnojení.

Vzhledem k prokazatelnému pozitivnímu působení zálivky pomocí převařené vody v mikrovlnné troubě na klíčivost, počet listů, květů i množství plodů lze vyslovit doporučení pro další studium v oblasti zálivky takto upravenou vodou, případně také v kombinaci s hnojením.

## 8 Seznam literatury

1. Agro CS. Kristalon zdravé rajče a paprika. [online]. 2008. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z <[http://www.kristalon.cz/produkty/zdrave\\_rajce\\_a\\_paprika/](http://www.kristalon.cz/produkty/zdrave_rajce_a_paprika/)>
2. Andrews, J. 1999. Pepper Trail: History and Recipes from Around the World. University of North Texas Press. Denton. p.261. ISBN: 1574410709
3. Anwar, J., Shafique, U., Zaman, W., Rehman, R., Salman, M., Dar, A., Anzano, J.M., Ashraf, U., Ashraf, S. 2015. Microwave chemistry: Effect of ions on dielectric heating in microwave ovens. Arabian Journal of Chemistry. 8(1). 100-104.
4. Bosland P. W., Votava, E. 2012. Peppers: vegetable and spice capsicums. Cabi. Cambridge. p. 248. ISBN: 9781845938253
5. Carlisle R., 2005. Scientific American Inventions and Discoveries: All the Milestones in Ingenuity--From the Discovery of Fire to the Invention of the Microwave Oven. John Wiley & Sons, Incorporated. Hoboken. p. 514. ISBN: 9780471244103
6. Csilléry, G. 2006. Pepper taxonomy and the botanical description of the species. Acta Agronomica Hungarica. 54 (2). 151-166.
7. Faizy, S. E. D., Mashali, S. A., Youssef, S. M., Elmahdy, S. M. 2017. Study of Wheat Response to Nitrogen Fertilization, Micronutrients and their Effects on Some Soil Available Macronutrients. Journal of Agricultural Science. 43 (1). 55-64.
8. Gomtsyan, A., Faltynek C.R. 2010. Vanilloid Receptor TRPV1 in Drug Discovery: Targeting Pain and Other Pathological Disorders. John Wiley & Sons. Chichester. p. 486. ISBN: 9780470175576
9. Halsall, L. 2013. Zelenina a ovoce jednoduché pěstování na malém prostoru. Euromedia groupe. Praha. 256 s. ISBN: 9788024240176
10. Horikoshi, S., Serpone, N. 2013. Microwaves in nanoparticle synthesis: Fundamentals and applications. John Wiley & Sons. Chichester. p. 350. ISBN: 9783527331970
11. Chloupek, O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia. Praha. 312 s. ISBN: 9788020015662
12. Kirkham, M. B. 2004. Principles of Soil and Plant Water Relations. Elsevier Science & Technology. p. 512. ISBN: 9780124097513
13. Krishnapura, S. 2016. Biological Activities of Red Pepper (*Capsicum annum*) and Its Pungent Principle Capsaicin: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 56 (9). 1488-1500



14. Kopec, K. 2010. Zelenina ve výživě člověka. Grada. Praha. 159 s. ISBN: 9788024728452
15. Kosina, J. Semínka – chilli. cz [online]. 2012.[cit. 2019-03-04]. Dostupné z <<https://www.seminka-chilli.cz/>>
16. Kožíšek F., Kožíšková Y., 2018. Kvalita pitné vody ve vnitřních vodovodech. Vytápění, větrání, instalace. 5. 302-304.
17. Kramer, P., Boyer, J. 1995. Water Relations of Plants and Soils. Academic press. San Diego. p. 495. ISBN: 9780124250604
18. Krishna, A.D. 2003. Capsicum: the genus Capsicum. Taylor. & Francis. New York. ISBN 0415299918
19. Lapčík, O., Opletal, L., Moravcová, J., Čopíková, J., Drašar, P. Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé. Chemické listy. 105 (6). 452-457.
20. Lebot V., Walter A. 2007. Gardens of Oceania. Quæ. p. 336. ISBN: Quæ. ISBN: 9782876146488
21. Maguireová, K. 2015. Někdo to rád pálivé. Slovart. Praha. 144 s. ISBN: 9788075291011
22. Marschner, P., Marschner, H. 2011. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier. p. 668. ISBN: 9780123849052
23. McDonald, S.T., Bolliet, D.A., Hayes, J. E. 2016. Chemesthesis: Chemical Touch in Food and Eating. John Wiley & Sons. Chichester. p. 406. ISBN: 9781118951620
24. Moldoveanu, S., Victor, D. 2012. Essentials in Modern HPLC Separations. Elsevier. p. 549. ISBN: 9780123850133
25. Othman Z.A.A., Ahmed, Y.B.H., Habila, M.A., Ghafar, A.A. 2011 Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin in Capsicum Fruit Samples using High Performance Liquid Chromatography. Molecules. 16(10). 8919-8929.
26. Parthasarathy V. A., Chempakam B., Zachariah T. J. 2008. Chemistry of spices. CAB International. Calicut. p. 455. ISBN: 9781845934057
27. Pavlíková, D., Pavlík, M., Matějů, L., Balík, J. 2008. Ekotoxikologie. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 171 s. ISBN: 9788021318434
28. Pekárek, L. Mikrovlnné trouby [online]. Státní zdravotní ústav. 1. října 2006 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z <<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/mikrovlne-trouby>>
29. Pekárková, E. 2000. Pěstujeme zeleninu. 2. upravené vydání. Grada. Praha. 152 s. ISBN: 8024790408.

30. Pekárková, E. 2001. Když zelenina neroste 500 rad pro zahrádkáře. Víkend. Vimperk. 127 s. ISBN: 807222154X
31. Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*. 96 (1). 129-133.
32. Provost J., Kelly B., Bodwin J., Wallert M. 2016. *The Science of Cooking: Understanding the Biology and Chemistry Behind Food and Cooking*. John Wiley & Sons, Incorporated. Hoboken. p. 669. 9781118910771
33. Prugar J. a kol. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČZV. Praha. 327 s. ISBN: 9788086576282
34. Reichel, J. 2009. Kapitoly metodologie sociálních výzkumů. Grada. Praha. 209 s. ISBN: 9788024730066
35. Reyes-Escogido, M. de., Gonzalez - Mondragon, E. G., Vayquey -Tzompanzti, E. 2011. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules*. 16. 1253-1270.
36. Ritchie, J. T. 1998. Soil water balance and plant water stress. In: Tsuji G.Y., Hoogenboom G., Thornton P.K. (eds). *Understanding Options for Agricultural Production*. Springer. Dordrecht. p. 41-54. ISBN: 9789048149407
37. Severočeské vodovody a kanalizace a.s. Chemikálie. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z <<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/chemikalie/>>
38. Sousa, S. F., Lopes, A. B., Fernandes, P. A., Ramos, M. J. 2009. The Zinc proteome: a tale of stability and functionality. *Dalton Transactions* (2009). 7946-7956.
39. Sweat, K.G., Broatch, J., Borrer, C., Hagan, K., Cahill, T.M. 2016. Variability in capsaicinoid content and Scoville heat ratings of commercially grown Jalapeño, Habanero and Bhut Jolokia peppers. *Food chemistry*. 210. 606-612.
40. Vaněk, V. 2012. Výživa zahradních rostlin. *Academia*. 568 s. ISBN: 9788020021472
41. Vaněk, V. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profí Press. 224 s. ISBN: 9788086726793
42. Velíšek, J. 2013. *The chemistry of food*. John Wiley & Sons. Chichester. p. 1113. ISBN: 9781118383810
43. Zákon 258/2000 Sb. ze dne 11. srpna 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000. [online]. Dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258?text=>>

## 9 Samostatné přílohy

Příloha č. 1 – vzor dotazníku pro degustaci plodů papriky

<b><u>Chuťové srovnání vzorků chilli</u></b>
<p><i>Po degustaci ze všech uvedených skupin zhodnoťte prosím zda:</i></p>
a) je některý vzorek pálivější (případně uveďte jeho označení):
_____
b) je některý vzorek chuťově odlišný (chutnější, má nezvyklou pachut' apod.):
_____
c) zda se liší vzorky vůní:
_____
d) zhodnoťte barvu vzorků (je některá odlišná, výrazně sytější apod.):
_____
<p><i>Při degustaci je možno prokládat jednotlivé vzorky např. chlebem, vodou či jinými chuťově neutrálními potravinami. V případě odlišností uveďte především skupinu dle označení A, B, C.</i></p>
<p><i>Případné poznámky uveďte prosím na druhou stranu tohoto dotazníku.</i></p>
_____

Příloha č. 2 – abiotické poškození listu papriky



Příloha č. 3 - poškozená rostlina skupiny A, vyloučená z dalšího sledování





Příloha č. 4 – Tabulka srovnání vyklíčených rostlin

Počet klíčících rostlin ve skupině				
Datum	Skupina A	Skupina B	Skupina C	Průměr ze skupin A+B
4.2.2018	0	0	0	0
5.2.2018	0	0	0	0
6.2.2018	0	0	0	0
7.2.2018	0	0	0	0
8.2.2018	0	0	0	0
9.2.2018	0	0	0	0
10.2.2018	0	0	0	0
11.2.2018	0	1	2	2
12.2.2018	1	1	3	2
13.2.2018	2	3	6	5
14.2.2018	5	7	6	7
15.2.2018	5	8	8	8
16.2.2018	6	9	9	9
17.2.2018	8	9	10	10
18.2.2018	9	11	11	11
19.2.2018	11	12	11	12
20.2.2018	12	14	11	13
21.2.2018	13	15	12	14
22.2.2018	15	16	16	16
23.2.2018	19	19	19	19
24.2.2018	22	19	20	20
25.2.2018	23	21	21	21
26.2.2018	23	21	25	23
27.2.2018	24	21	27	24
28.2.2018	24	21	27	24
1.3.2018	24	22	27	25
2.3.2018	24	22	28	25
3.3.2018	24	22	28	25
4.3.2018	25	23	28	26
5.3.2018	25	26	29	28
6.3.2018	25	28	30	29
7.3.2018	26	29	30	30
8.3.2018	26	31	31	31
9.3.2018	27	31	31	31
10.3.2018	27	31	32	32
11.3.2018	27	31	32	32
12.3.2018	27	31	33	32
13.3.2018	27	31	33	32
14.3.2018	27	31	33	32
15.3.2018	27	31	33	32
16.3.2018	27	31	33	32
17.3.2018	27	31	33	32

Příloha č. 5 – Tabulky počtů květů a plodů

<b>7.5.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	2	0	0	0	2	0
2	0	0	3	0	3	0
3	0	0	0	0	4	1
4	0	0	1	0	4	0
5	1	0	3	0	3	0
6	4	0	0	0	2	0
7	0	0	0	0	4	0
8	3	0	0	0	2	0
9	0	0	6	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
Suma	10	0	13	0	24	1
<b>7.5.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	2	0	0	0	2	0
2	0	0	3	0	3	0
3	0	0	0	0	4	1
4	0	0	1	0	4	0
5	1	0	3	0	3	0
6	4	0	0	0	2	0
7	0	0	0	0	4	0
8	3	0	0	0	2	0
9	0	0	6	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
Suma	10	0	13	0	24	1
<b>20.5.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	6	0	12	1	10	1
2	0	0	8	0	9	0
3	3	0	5	0	7	3
4	3	1	7	0	5	2
5	4	3	9	1	4	3
6	8	0	1	0	3	1
7	2	0	5	0	5	4
8	4	0	7	0	9	0
9	3	0	1	0	5	0
10	3	0	3	2	10	0
Suma	36	4	58	4	67	14
<b>27.5.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	8	0	14	1	12	1
2	0	0	9	0	11	0
3	5	0	8	0	9	4
4	6	1	9	0	6	2

5	5	5	11	3	4	3
6	3	0	4	0	4	2
7	6	0	8	0	7	5
8	5	0	10	0	12	1
9	6	0	4	0	6	0
10	3	0	4	4	11	0
Suma	47	6	81	8	82	18
<b>3.6.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	15	3	12	2	24	4
2	6	0	19	2	18	5
3	5	0	27	3	21	0
4	10	2	16	6	12	6
5	9	3	15	0	6	5
6	11	6	17	4	9	3
7	18	0	28	0	12	9
8	8	2	7	0	21	3
9	11	1	13	5	12	0
10	17	0	20	0	23	1
Suma	110	17	174	22	158	36
<b>10.6.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	11	9	10	10	11	21
2	20	2	6	14	7	15
3	10	6	17	13	2	6
4	12	9	11	19	5	10
5	8	8	11	13	5	9
6	1	8	15	9	12	6
7	12	12	19	9	6	14
8	11	8	15	14	10	10
9	18	8	11	11	17	12
10	9	15	13	7	4	13
Suma	112	85	128	119	79	116
<b>17.6.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	7	12	4	11	6	19
2	3	13	7	11	3	13
3	6	9	10	14	7	15
4	26	5	10	15	2	20
5	0	4	7	16	5	10
6	7	15	6	12	4	11
7	6	6	14	15	2	6
8	6	17	16	12	2	14
9	3	9	0	21	4	14
10	4	9	4	14	6	10
Suma	68	99	78	141	41	132

<b>24.6.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	0	17	2	14	4	21
2	6	15	4	18	2	17
3	3	8	7	17	0	6
4	2	8	3	19	6	16
5	0	14	4	12	2	12
6	0	4	5	11	6	8
7	0	19	6	12	2	11
8	0	9	2	21	0	19
9	0	11	3	13	4	16
10	2	15	0	13	6	11
Suma	13	120	36	150	32	137
<b>1.7.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	3	13	0	12	0	23
2	2	13	0	18	0	18
3	0	10	4	24	0	5
4	0	11	0	20	7	18
5	0	15	1	18	3	10
6	0	5	2	13	0	10
7	0	21	0	17	0	10
8	0	9	0	19	0	13
9	0	11	1	12	0	17
10	0	18	0	19	1	19
Suma	5	126	8	172	11	143
<b>8.7.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	4	12	1	12	2	20
2	2	14	1	13	0	16
3	1	9	5	20	0	5
4	0	11	0	16	8	18
5	1	13	0	15	3	10
6	0	8	3	12	0	10
7	0	22	1	11	1	7
8	2	13	0	18	0	14
9	0	10	3	19	0	17
10	1	15	1	15	0	11
Suma	11	127	15	151	14	128
<b>15.7.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	12	9	3	12	3	19
2	0	18	0	12	0	10
3	0	8	0	15	0	4
4	2	9	5	15	6	19
5	0	11	0	12	10	11



6	0	5	0	11	0	10
7	0	12	0	13	1	6
8	0	7	4	14	0	13
9	0	8	6	14	0	16
10	1	11	2	11	0	6
Suma	15	98	20	129	20	114
<b>22.7.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	11	14	0	13	11	19
2	x	x	5	14	0	11
3	1	6	4	13	6	5
4	0	8	0	12	13	17
5	0	11	0	11	18	20
6	1	5	0	12	1	8
7	0	8	7	12	3	6
8	0	6	0	15	3	12
9	0	6	2	11	4	14
10	6	11	0	16	0	5
Suma	19	75	18	129	59	117
<b>29.7.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	6	15	0	11	12	12
2	x	x	6	15	1	11
3	4	5	3	13	12	4
4	0	9	0	12	21	24
5	1	11	2	10	0	9
6	2	5	0	11	5	16
7	0	7	0	16	3	8
8	3	6	2	11	5	11
9	0	5	0	10	5	14
10	6	9	0	15	1	5
Suma	22	72	13	124	65	114
<b>5.8.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	10	13	1	11	12	15
2	x	x	8	13	2	10
3	5	5	2	13	9	8
4	2	9	0	12	3	17
5	3	12	3	10	17	23
6	3	6	0	11	0	8
7	0	7	2	15	3	8
8	7	8	3	11	4	14
9	0	5	0	9	4	15
10	6	8	0	13	1	6
Suma	36	73	19	118	55	124
<b>12.8.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	

Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	9	13	0	8	5	19
2	x	x	3	12	3	9
3	3	6	0	13	13	5
4	2	11	0	12	1	15
5	3	8	2	8	9	28
6	2	1	0	11	0	6
7	0	7	0	14	4	5
8	3	11	2	12	3	9
9	0	4	0	9	1	18
10	3	7	0	9	2	5
Suma	25	68	7	108	41	119
<b>19.8.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	10	14	13	11	7	23
2	x	x	3	13	5	10
3	0	9	7	12	2	4
4	3	9	4	11	0	16
5	6	11	2	9	0	34
6	4	2	0	10	2	5
7	0	7	0	15	5	6
8	4	12	4	14	6	10
9	0	4	0	10	2	18
10	4	9	0	8	4	5
Suma	31	77	33	113	33	131
<b>26.8.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	8	9	8	5	7	14
2	x	x	8	6	8	7
3	4	6	14	1	5	6
4	2	9	13	0	7	8
5	12	7	3	6	7	25
6	5	2	2	1	4	3
7	0	5	0	7	8	5
8	6	8	15	4	6	6
9	0	0	6	0	2	8
10	6	3	0	3	1	5
Suma	43	49	69	33	55	87
<b>2.9.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	4	9	4	5	16	14
2	x	x	20	7	10	8
3	0	7	21	1	12	5
4	0	5	26	0	11	7
5	14	8	5	6	5	21
6	4	3	15	1	12	0

7	9	5	2	8	14	6
8	4	9	19	5	3	9
9	0	0	20	0	3	5
10	12	4	10	1	6	4
Suma	47	50	142	34	92	79
<b>16.9.</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
Rostlina	Květy	Plody	Květy	Plody	Květy	Plody
1	4	9	5	10	3	13
2	x	x	11	8	7	10
3	0	7	9	10	7	7
4	0	5	8	3	9	16
5	6	10	7	8	2	26
6	2	3	21	4	12	6
7	7	6	4	8	17	10
8	3	12	0	7	2	8
9	6	2	10	5	1	11
10	9	6	19	6	1	6
Suma	37	60	94	69	61	113

Příloha č. 6 – počty květů na 1 rostlinu

Průměrný počet květů na 1 rostlinu			
Datum	Skupina		
	A	B	C
7.5.2018	1,0	1,3	2,4
13.5.2018	1,8	3,4	4,5
20.5.2018	3,6	5,8	6,7
27.5.2018	4,7	8,1	8,2
3.6.2018	11,0	17,4	15,8
10.6.2018	11,2	12,8	7,9
17.6.2018	6,8	7,8	4,1
24.6.2018	1,3	3,6	3,2
1.7.2018	0,5	0,8	1,1
8.7.2018	1,1	1,5	1,4
15.7.2018	1,5	2,0	2,0
22.7.2018	2,1	1,8	5,9
29.7.2018	2,4	1,3	6,5
5.8.2018	4,0	1,9	5,5
12.8.2018	2,8	0,7	4,1
19.8.2018	3,4	3,3	3,3
26.8.2018	4,8	6,9	5,5
2.9.2018	5,2	14,2	9,2
9.9.2018	4,1	9,4	6,1