

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradnictví



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Problematika vybraných herbicidních látek
při pěstování rajčat**

Diplomová práce

**Bc. Eva Klášterková
Zahradnictví**

doc. Ing. Bc. Martin Koudela, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Bc. Martinu Koudelovi, Ph.D za poskytnuté rady a pomoc při pokusu s rajčaty a informací ohledně pokusu. Dále touto cestou chci poděkovat vedoucímu Demonstrační a pokusné stanice v Troji panu Ing. Marku Kubíčkoví za poskytnutí místa pro pokus a případnou pomoc a péči o porosty. Nesmím tímto zapomenout ani na rodinu, která mě podporovala po celou dobu studia.

Problematika vybraných herbicidních látek při pěstování rajčat

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo posoudit problematiku vlivu herbicidu aminopyralidu v čisté formě a aminopyralidu obsaženého v herbicidu Mustang forte na rajčatové rostliny. Pokus byl založen v červnu roku 2022 v Demonstrační a výzkumné stanici v pražské Troji. Rostliny rajčat byly pod foliovým krytem vysázeny do plastových nádob a použily se 2 smíchané druhy substrátů. Pro experiment byly využity dva typy rajčete jedlého (*Solanum lycopersicum*) podle způsobu růstu. Použily se Start S F1 (ST) jako zástupce tyčkové odrůdy pro konzum a dále odrůda Šejk (SJ) řazená mezi keříčkové s plody pro průmysl. Výsev proběhl 11. 3. 2022, výsadba do pěstebních nádob 17. 5. 2022 a 2. 6. 2022 se aplikovaly herbicidní látky v koncentracích 12,5; 25 a 50 ppb. Pro každou koncentraci se použilo 10 ks rostlin jedné odrůdy a 10 ks rostlin jako kontrolní varianta bez přídatku herbicidní látky. Na těchto rostlinách se zkoumal vliv aminopyralidu a Mustangu Forte na růstové parametry zaměřené na počet květenství, květů, plodů, výšky i poškození habitu. Získaná data byla vyhodnocena analýzou variance v programu Statistica 12. Hypotéza různých koncentrací herbicidních přípravků a jejich vliv na rostliny se nepotvrdila, protože se očekávaly jiné výsledky. Větší inhibice výšky nastala u ST s aminopyralidem. Největší proběhla u A3 a MF3. U SJ došlo na inhibici růstu u A1, naopak u A2 a A3 zvýšila růst, než měla kontrola. Výška u MF měla větší růst než kontrola. Poškození rostlin nevíce postihlo ST varianty MF1. Zbylé koncentrace MF a A se lišily o něco méně od kontroly. Odrůda SJ byla poškozena oběma herbicidy po porovnání s kontrolou. Více se projevil MF. Nelze však se 100% jistotou potvrdit hypotézu vlivu herbicidu, protože se během pokusu objevily houbové choroby, a mohly ovlivnit poškození rostlin. Inhibice květenství nastala u ST varianty A3, později i A1. MF se projevil už na začátku pokusu, později MF3 měl nižší počet než kontrola. U SJ bylo snížení počtu květenství od samotného začátku pro všechny aminopyralid. Inhibice se nejvíce objevila u A2. Pro SJ byl inhibiční MF. Zde se hypotéza vlivu herbicidů potvrdila. Květy inhiboval A1 a MF3 u ST. Největší počet měla A2. Zde je hypotéza potvrzena jak inhibicí, tak nadměrným počtem. Navíc se objevily trubkovité květy u ST. MF1, MF2 i MF3 zredukoval počet květů pro ST. U SJ došlo na největší redukci u A2 a MF1. Větší vliv na počáteční zralost plodů měl na ST ve všech koncentracích aminopyralidu, později klesl pod hodnotu kontroly, podobný byl i MF. Hypotéza se potvrdila již na začátku hodnocení. SJ měl počátek zralosti vyrovnaný pro oba herbicidy. Zde se hypotéza nepotvrdila. U ST se navíc vyskytly nové výhony ze zakončení vijanu, SJ byl bez těchto příznaků. Tímto se ověřily vlivy herbicidních látek při pěstování rajčat. Získanými výsledky se tak může pomoci výrobcům přípravků herbicidů používaných v zemědělské praxi při pěstování citlivých rostlin.

Klíčová slova: herbicid, aminopyralid, rajče, fytotoxicita, kvetení, tvorba plodů

Issues of selected herbicides in tomato growing

Summary

The aim of the thesis was to assess the influence of the herbicide aminopyralid in its pure form and the aminopyralid contained in the herbicide Mustang forte on tomato plants. The experiment was founded in June 2022 at the Demonstration and Research Station in Troja, Prague. Tomato plants were planted in plastic containers under a foil cover and 2 mixed types of substrates were used. Two types of edible tomato (*Solanum lycopersicum*) were used for the experiment according to the growth method. Start S F1 (ST) was used as a representative of the stick variety for consumption, and the Šejk (SJ) variety classified as a shrub with fruits for industry was used. Sowing took place on 11. 3. 2022, planting in growing containers on 17. 5. 2022 and 2. 06. 2022, herbicides were applied in concentrations of 12.5; 25 and 50 ppb. For each concentration, 10 plants of one variety and 10 plants as a control variant without the addition of herbicide were used. On these plants, the effect of aminopyralid and Mustang Forte on growth parameters focused on the number of inflorescences, flowers, fruits, height and habit damage was investigated. The obtained data were evaluated by analysis of variance in the Statistica 12 program. The hypothesis of different concentrations of herbicides and their effect on plants was not confirmed because different results were expected. Greater height inhibition occurred with ST with aminopyralide. The largest took place at A3 and MF3. In SJ, there was an inhibition of growth in A1, on the contrary, it increased growth in A2 and A3 compared to the control. Height in MF had greater growth than control. Plant damage affected the ST variant MF1 the most. The remaining concentrations of MF and A were slightly less different from the control. The cultivar SJ was damaged by both herbicides when compared to the control. MF showed more. However, it is not possible to confirm with 100% certainty the hypothesis of the effect of the herbicide, because fungal diseases appeared during the experiment and could affect the damage to the plants. Inhibition of flowering occurred with ST variant A3, later also A1. MF showed itself at the beginning of the experiment, later MF3 had a lower number than the control. In SJ, there was a reduction in the number of inflorescences from the very beginning for all aminopyralids. The inhibition appeared most in A2. For SJ, the inhibitory MF was. Here, the hypothesis of the effect of herbicides was confirmed. Flowers were inhibited by A1 and MF3 in ST. A2 had the largest number. Here, the hypothesis is confirmed by both inhibition and excess numbers. In addition, tubular flowers appeared in ST. MF1, MF2 and MF3 reduced the number of flowers for ST. In SJ, the biggest reduction occurred in A2 and MF1. ST in all concentrations of aminopyralid had a greater effect on the initial ripeness of the fruits, later it fell below the control value, and MF was similar. The hypothesis was confirmed at the beginning of the assessment. SJ had an equal onset of maturity for both herbicides. Here the hypothesis was not confirmed. ST also had new shoots from the end of the vine, SJ was without these symptoms. This verified the effects of herbicides when growing tomatoes. The obtained results can thus help manufacturers of herbicide preparations used in agricultural practice when growing sensitive plants.

Key words: herbicide, aminopyralid, tomato, phytotoxicity, flowering, fruit formation

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 rajče jedlé	10
3.2 herbicidy	16
3.2.1 auxinové herbicidy	18
3.2.2 fytotoxicita.....	19
3.2.3 příznaky a poškození	20
3.2.4 účinné látky fungující jako inhibitory	21
3.2.4.1 aminopyralid.....	21
3.2.4.2 clopyralid.....	23
3.2.4.3 aminocyklopyrachlor.....	24
4 Metodika	25
4.1 popis místa	25
4.2 popis odrůd.....	25
4.3 výsevy a výsadba	25
4.4 substráty	25
4.5 aplikace herbicidů.....	26
4.6 Mustang Forte.....	26
4.7 následná péče o porosty.....	27
4.8 hodnocené prvky	27
5 Výsledky	29
5.1 vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na poškození rostlin	29
5.2 vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na počet květenství.....	33
5.3 vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na počet květů.....	37
5.4 vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na počet plodů na počátku zralosti.....	41
5.5 vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na výšku rostlin	45
6 Diskuze	49
7 Závěr.....	52
8 Literatura.....	53
9 Seznam použitých zkratek a symbolů	59
10 Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Historické kořeny rajčete sahají na území Ameriky, převážně Peru, Ekvádor i Bolívie do 5. století před naším letopočtem. Do Evropy se rajčata dostala až v 16. století a to do Španělska hlavně pro jejich chutné a jedlé plody (Novák, Skalický 2012). Dříve byla rajčata považována za okrasné rostliny kvůli obavě z jedovatosti plodů kvůli obsahu (heteroglykosidu) solaninu, saponinu a amygdalinu v nezralých plodech. Ty jsou hořké, jedovaté a rostlina je využívá jako pesticidní ochranu proti houbovým chorobám ale pouze v malém množství (Badinková 2016, Pokluda a kol. 2022).

Dnes jsou rajčata známa po celém světě, a patří jim první desítka v obsazení nejdůležitější potravinářské plodiny. V Evropě největším pěstitelem je Itálie. Až pětina produkce je využívána v potravinářském průmyslu na kečupy, protlaky, sušená rajčata, šťávy (Buchter-Weisbrodt 2016; Gourav 2017).

Konzumace rajčat je v syrové nebo tepelné úpravě. Mají mnoho léčivých účinků např.: zlepšují náladu díky obsahu tyraminu, vyrovnávají hladinu cukru v krvi, omlazují pokožku a nervy, pomáhají, když jsme unaveni nebo po nervovém napětí, vyrovnávají hladinu cholesterolu, díky antioxidantům zabraňují vzniku rakoviny (Badinková 2016, Pokluda 2022).

Bývá však problém s užíváním pesticidních látek na ochranu rostlin. Při používání herbicidů mohou rostliny být poškozeny úletem, nesprávným dávkováním, chybným výběrem přípravku i špatně seřízenou technikou. Příčinou bývá fytoxicita. Ty nám snižují nejen výnos rostlin, ale u citlivých jsou to navíc různé růstové nedostatky, špatně se vyvíjející části ve formě deformací, kroucení až smrt rostliny. Takové příznaky se dají pozorovat při rotaci plodin na polích, kde byl aplikován přípravek na ochranu rostlin s účinnou látkou, poškozující necílové a hlavně citlivé rostliny (Deer 2016; Tomco et al. 2016; Hrudová 2022).

Aminopyralid a jemu podobné látky, také škodí na rostlinách při aplikaci hnoje či kompostu do půdy. Hnojem se aminopyralid dostane přes zvířata, která zkonsumují seno, slámu ošetřenou herbicidem. Jejich výkaly v podobě hnoje se pak aplikují na pole, kam byly vysety nebo vysázeny rostliny. Po vysázení rostlin se dalo sledovat, jak zbytky přípravků aplikované do půdy působí na rostliny. Poté závisí i na rostlině jak moc je citlivá. U hrachu jsou příznaky viditelné rychle, u rajčat to chvíli trvá, než dojde na fytoxicitu. Z tohoto důvodu se používají jako detekční rostliny na testy pro herbicidy a jejich účinné látky. Testy jsou prováděny jak v polních tak nádobových podmínkách ve skleníku (Nordmeyer 2010).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza:

1. Různé koncentrace herbicidní látky aminopyralid a herbicidu Mustang Forte s obsahem této látky průkazně ovlivní ranost a průběh kvetení a množství a kvalitu plodů rajčete.
2. Mezi vybranými odrůdami jsou významné rozdíly v citlivosti na herbicidní látku aminopyralid a herbicid Mustang Forte s obsahem této látky.

Cílem diplomové práce bylo ověřit vliv herbicidní látky aminopyralid a herbicidu Mustangu Forte na rostliny rajčete jedlého.

3 Literární rešerše

3.1 RAJČE JEDLÉ

BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA

Rajče jedlé *Solanum lycopersicum*, *Solanum esculentum* je zařazen z taxonomického členění do říše rostliny (*Plantae*), oddělení krytosemenné rostliny (*Magnoliophyta*), třídy vyšších dvouděložných rostlin (*Rosopsida*), řádu lilkotvarých (*Solanales*), čeledi lilkovité (*Solanaceae*), rodu (*Solanum*) (Novák a kol. 2022). Dále se řadí mezi plodovou zeleninu

Kořeny sahají hluboko do půdy, má bohatý kořenový systém. Stonek je ze začátku růstu bylinný a později dřevnatí. Z hypokotylu i ze stonku se tvoří adventivní kořeny (Petříková et al. 2012). Brickell (2007) rozdělil rostliny podle způsobu růstu na:

- Interdeterminantní – s neukončeným růstem, výška kolem 200-250 cm. Říká se jim tyčková či stolní a potřebují oporu.
- Semi-determinantní – na hlavním stonku může být 5-6 vijanů
- Determinantní - s ukončeným růstem, jsou to keříčkovitá rajčata. Nemusí se vyštipovat (Bauer 2007).

Petříková et al. (2012) dále uvádí, že na stoncích i listech jsou trichomy se žlázami, ze kterých vylučují látky s typickou vůní či zápachem.

Listy jsou peřenodílné a postavené v párech. Internodia rostliny jsou různá, záleží na odrůdě. V úžlabí listů se vytváří boční výhony – palisty. Ty jsou u tyčkových rostlin a musí se vylamovat, nejlépe když dosahují 10-15 cm.

Květenství rajčat je tvořeno z jednoduchých nebo složených vijanů a objevují se za 2-3 listem. Z vijanů rostou a kvetou žluté nejčastěji pětičetné korunní plátky, mohou se vyskytovat i šesti či více čtne. Z opylovacího hlediska jsou samosprašné. Problémem pro samosprašnost je nízká teplota, vyšší vzdušná vlhkost a nižší intenzita světla, která zhoršuje opylovací poměry. Buchter-Weisbrodt (2016) dodává, že květenství jsou protistojná listům.

Plodem jsou vícekomorové bobule rozmanitých tvarů, barev, velikostí. Podle tvarů se rozlišují:

- *Var. esculentum* – normální zahradní rajčata
- *Var. cerasiforme* – koktejllová či třešňová rajčata
- *Var. pyriforme* – hruškovitá rajčata
- *Var. grandifolium* – bramborolistá rajčata
- *Var. validum* – kompaktní rajčata

Plodem je nejčastěji dvoukomorová bobule. Plody tak mohou být červená obsahující lykopen, žlutá s betakarotenem. Zelené plody jsou ještě nezralé, obsahují solanin, ten se dozráváním odstraňuje. Uvnitř plodu jsou v rosolovitém obalu ukrytá semínka obalena chloupky. Ty se pro snadnější výsev odstraňují obrušováním (Brickell 2007, Badinková 2016, Petříková a kol. 2012). HTS je kolem 2,5-3,5 g, dále mají rajčata minimální klíčivost na hodnotě 80% a čistota osiva dosahuje až 97% (Petříková a kol. 2006).

SLOŽENÍ PLODU

Z 90-94% tvoří plod voda, z vitamínů jsou zastoupeny A, B, C. Dále obsahuje antioxidant ve formě lykopenu a považuje se za hlavní karotenoid, α -tokoferol a zástupce kyseliny chlorogenové, xantofyly ale i plastochinony (Gourav 2017; Buchter-Weisbrodt 2016). Badinková (2016) uvedla vlákninu, sacharidy, minerální látky jako jsou chrom, mangan, měď, folát, niacin, draslík. Buchter-Weisbrodt (2016) dodává sodík, hořčík, vápník, fosfor, a v nemalé míře železo se zinkem a také kyselinu listovou.

NÁROKY A PĚSTOVÁNÍ

Rajčata patří do I. tratě, takže vyžadují chlěvský hnůj v dávce. Nejčastěji se využívá kravský, koňský nebo prasečí (Naika et al. 2005). V osevním postupu se dávají po sobě jednou za čtyři roky. Jsou zařazeny mezi teplomilnou zeleninu a optimální teploty jsou v rozmezí od 20 do 26 °C, pokud ale klesnou pod 15 °C dochází k problémům s vývojem květů a naopak teploty nad 30 °C způsobí růstové poruchy až zástavy růstu. Pozemky pro pěstování mají být střední, záhřevné, humózní a s kyselostí půdy 6-7 pH. Závlaha je velmi důležitá hlavně v pravidelných intervalech a více se provádí u tyčkových rajčat (Pokluda et al. 2022). Pravidelná závlaha je důležitá hlavně v období tvorby květů a plodů. Při nepravidelných závlahových intervalech klesá výnos plodů (Naika et al. 2005).

VÝSEV, VÝSADBA

Výsev se provádí v polovině března a používá se mořené osivo. Provedení je do sadbovačů nebo nádob, truhlíků. Výsevy z nádob je nutné vysadit do větší nádoby. Předpěstování sadby trvá 40-60 dní. Než sadba bude dodána do pěstebního prostředí (pole, záhon, nádoba), je nutné provést otužení rostliny přibližně týden až dva před (Stillman et al. 2010). Výsadbou se provádí až ve 2 polovině května. Strojově keříčkové odrůdy do sponu 120-130 cm x 35-40 cm při 10-15 cm výšce. Tyčková jsou ve sponu 100 x 40 cm, výška rostliny 25 cm (Petříková a kol. 2012). Vysazené rostliny je potřeba zavlažit, pro rychlejší kvetení se potom nechává 14 dní pauza od závlahy. Pro lepší výnos je možno použít i stimulatory pro růst. Ten se aplikuje postřikem na list ve fázi, kdy se tvoří poupata a začíná kvést první vijan (Pokluda a kol. 2022).

Pro pěstování rajčat v nádobách je vhodné použít keříčkové odrůdy, velikost nádob 10 l, možno použít 40 litrové nádoby s odtokovými otvory na spodní straně. Pod nádobu je vodné dát misku pro záchyt závlahové vody (Stillman et al. 2010).

PÉČE O POROSTY

Keříčková rajčata plečkujeme, okopáváme, používáme herbicidy, přípravky na ochranu proti chorobám, škůdcům. U mechanizované sklizně se aplikují desikanty pro ukončení růstu. Tyčková rajčata potřebují hlavně pnoucí oporu z tyčí, provazů (Petříková et al. 2006). Další důležitou prací je odstraňování (vyštipování) postranních výhonů nejlépe při délce 10-15 cm. (Bauer 2007). Při pozdějším odstranění dochází ke zpomalenému růstu a vzniká vstup pro

choroby a škůdce (Petříková a kol. 2012). Někdy se doporučuje i prořezávání kvůli redukcii počtu květů, případně plodů. Důvodem je boj o místo ale i živiny. Tím, že se keřiky prořezou, tak jsou živiny dováděny k menšímu počtu plodů pro vyšší kvalitu a vyšší obsah cukru. Zvýší se velikost plodů a obsah rozpustné sušiny (Arah et al. 2015).

ZÁVLAHA

Nejlepším způsobem závlahy je kapková. Výhody kapkové závlahy, že nesmáčí rostlinu a nevznikají nám tak houbové choroby, dávka je přímo ke kořenům rostliny, dají se jí i přihnojovat rozpustnými hnojivy, šetří nám vodu (Naika et al. 2005; Petříková a kol. 2006). Další způsoby závlahy pro rajčata jsou trvalým potrubím zakončené rozstříkovačím zařízením. Rozstříkovače jsou umístěné nad rostlinami a v pásech (Naika et al. 2005).

VÝŽIVA HNOJENÍ

Patří do I. trati, to značí, že snáší přímé hnojení chlévských hnojem v dávce 35-60 tun na hektar nebo lze použít i kompost. Mají střední nároky na živiny ale pozor, nesnáší chlor a zasolení. Bývají vyšší nároky na fosfor a draslík. Draslík má ve výživě důležitou roli pro rychlý růst i kvetení, ale hrozí tu konkurence s hořčíkem. Lepším hnojením je vícesložkové hnojivo NPK nebo draslík ve formě síranu draselného. Hnojení dusíkem se používá jako základní hnojení ale musí se dát pozor na dávku, jinak hrozí menší násada květů. Během vegetace se na přihnojení používá dusíkaté hnojivo jako je ledek vápenatý, ledek amonný s vápencem. První přihnojení je až po 3 týdnech od výsadby, druhé přihnojení je až při násadě plodů. Na přihnojení je možné použít i tekutou formu dusíku což je DAM 390 nebo velmi doporučované vícesložkové hnojivo kristalon (Vaněk a kol. 2012, Pokluda a kol. 2022).

CHOROBY

VIROVÉ CHOROBY

VIRUS MOZAIKY RAJČETE

Jsou viditelné mozaiky, deformace listů možno i na plodech. Nekrozy jsou po celé rostlině (Kazda a kol. 2011). Listy jsou zkadeřené, nitkovitého, kapradinovitého tvaru, může být tvořen i pruhovitostí. Plody a stonky mají hnědou dužninu. Doporučuje se užívat uznané, zdravé osivo, odstraňovat napadené plody (Štamberková a kol. 2012).

VIROVÁ BRONZOVITOST RAJČETE

Vir napadá celou rostlinu, příznaky jsou velmi proměnlivé, mají hodně kmenů virů a dost se zaměňují. Objevují se nekrozy, kresby, kruhy na listech, ty mohou být deformované. Listy i stonky hnědnou a chytají bronzovitou barvu. Také se deformují plody i květy. Květy navíc mění i barvu. Plody jsou nepravidelných tvarů i dozrávání (Eagri 2022). Na plodech se také mohou objevovat žluté rozptýlené nebo ostře ohraničené skvrny (Štamberková a kol. 2012).

FYTOPLAZMOZA- FYTOPLAZMOVÝ STOLBUR RAJČETE

Způsobuje velké ztráty výnosů plodů lilkovité zeleniny. U rajčat jsou zkrácená internodia, potlačuje růst vegetačního vrcholu. V úžlabí listů se objeví zvýšená tvorba postranních výhonů. Listy jsou kvůli tomu nahromaděné na sebe a jsou metlovité. V místě střední žilky se listy stáčí směrem nahoru s antokyanovým zbarvením. Projevem je taky zvýšený výskyt adventivních kořenů (Eagri 2022). Květy mají zelené květní plátky s nafialovělým, zvětšeným kalichem. Ten má navíc srostlé lístky a u některých květů se objeví i sterilita. Plody špatně dozrávají, vybarvují se hůře, jsou většinou drobné s velmi špatnou chutí. Silné napadení způsobí redukci plodů. Infekční doba je 14 dní (Štamberková 2012).

HOUBOVÉ CHOROBY

PLÍSEŇ BRAMBOROVÁ

Je to nejzávažnější choroba rajčete po celé světě. Vyskytuje se každý rok a vznikají docela velké ztráty nejen na rostlinách ale i na výnosech. Tato plíseň se rozšiřuje velmi rychle a během pár dní dokáže zničit celou úrodu (Srivastava & Singh 2022). Mezi prvními příznaky se objevují světle zelené vodnaté skvrny, ty potom rychleji žloutnou a tvoří nepravidelné tvary. Na listu postupuje od okraje do středu, až napadne celý list. Na spodní straně listů jsou tmavé povlaky konidií. Na stoncích se projevují hnědými nekrozami. Napadá i plody a způsobuje na nich nepravidelné fialovohnědé skvrny. Plody tak na začátku plísně jsou tvrdé a později pletiva měknou. Uvnitř plodu je černá dužnina, takto napadené plody předčasně začnou opadávat (Vietmeier & Klug 2014; Srivastava & Singh 2022).

PLÍSEŇ ŠEDÁ

Napadá nadzemní části rostliny, nejlépe se jí daří při vlhkém počasí (Vietmeier & Klug 2014). Plody začnou měknout, měnit barvu až dojde na pokrytí šedým myceliem. Jako jedna z mála chorob se projevuje i na zdravých plodech, zde však má jiné příznaky a to jsou žluté kruhy (Greenwoodová & Halstead 2010). Tvoří vodnaté zeleno šedé skvrny s konidiemi. Nad napadeným místem dojde k usychání. Na plodech jsou viditelné žluté kruhy, napadení je i od stopky ale tu je už viditelná mokrá hniloba (Kazda a kol. 2011).

Z dalších houbových chorob můžeme u rajčat objevit padlí rajčete, olivově hnědá skvrnitost rajčete, bílá hniloba rajčete, rakovina rajčat, fuzariové vadnutí, alternáριοvé skvrnitosti, septoriozy, antraknozy (Štamberková 2012; Eagri 2022).

ŠKŮDCI

MANDELINA BRAMBOROVÁ

Příznakem od škůdce jsou požerky na listech až holožírý. Je to hlavní škůdce lilku brambor ale také napadá lilek či rajčata Mandelinka je brouk kolem 1 cm s typickým černo světlým pruhovaným zbarvením krovek a škodí na mnoha rostlinách z čeledi *Solanaceae*. Nejen dospělec ale i jeho larva škodí žíry až holožírý. Larva je velikostně do 1,5 cm, zbarvení larev je od začátku světlé a postupem růstu tmavnou do červena, mohou však být i žluté. Mají i černé

skvrny na bocích tělíčka (Cagaň a kol. 2010). Vajíčka jsou oranžová a lze je nalézt na spodní straně listů (Eagri 2022).

MŠICE BROSKVOŇOVÁ

Rajčata jsou pro ni jako sekundární hostitel. Způsobuje kroucení, zasychání listů a dokonce i deformace. Dobrý poznávacím znakem je medovice na listech (Cagaň a kol. 2010). Velikost jedinců je kolem 2 mm, larvy jsou podobné dospělcům. Tvoří kolonie na rostlinách, sají na spodní straně listů ale i na vegetačních vrcholech. Takto napadený list se kroutí a žloutne. Nezpůsobuje až takové škody, než že je to nebezpečný škůdce protože přenáší mnoho virových chorob (Kazda a kol. 2011).

Další škůdci napadající a vyskytující v porostech rajčat a těmi jsou květilka všežravá, molice skleníková, háďátka, třásněnky, molice (Kazda a kol. 2011). Štamberková (2011) uvádí další zástupce a těmi jsou mšice bavlníková a jiní zástupci mšic jako jsou kyjatky, dále vrtalky ale i makadlovka jihoamerická.

FYZIOLOGICKÁ POŠKOZENÍ

NEDOZRÁVÁNÍ STOPKOVÉ ČÁSTI PLODŮ

Výskyt je kolem stopky ve formě kruhu ať už plného či částečného v místě kde plodu nedozrává pletivo. Pletivo má zelenou či žlutou barvu (Greenwoodová & Halstead 2010). Štamberková a kol. (2012) dodává, že taková dužnina je tvrdá a výskytu napomáhá sluneční záření, nadbytek dusíku s nedostatkem boru i draslíku.

CATFACING

Objevuje se u velkoplodých druhů rajčat. Příznakem jsou deformace plodů do různých tvarů, kde jsou jizvy i dutiny a vyskytují se na konci květu. Lze tam nalézt i pruhy připomínající šupinky zbarveny do tmavě zelena nebo žlutohněda. Oproti poškození od herbicidů catfacing napadá jen plody, na listech je nelze vidět. Catfacing vzniká před rozkvetem tak, že je abnormální vývoj poupěte za delším období chladného počasí, při teplotách nižších jak 15°C (Cerkauskas 2022).

Další zmíněné fyziologické poruchy u plodové zeleniny jsou: svinutka listů, nadbytek vody, sluneční úžeh, deformace plodů, apikální nekrozy (Štamberková a kol. 2012; Greenwoodová & Halstead 2010).

SKLIZEŇ

Při sklizni se řeší ukazatel fáze zralosti plodů zařazené do 6 ti stupňů dle zbarvení začínající zelenou, šedobílou, začínající růžovou, růžovou, červenou a nakonec plně červenou. Pěstují-li se ve skleníku takže jejich sklizeň začíná, když plody mají z 10-30% ztrácející zelené zbarvení a začíná tak růžovění a červenání (Goliáš 2014). U zelených plodů je výhoda jejich dlouhé skladovatelnosti ale nemají v sobě tolik cukerných složek. Sklizni zelených plodů dochází na přerušení dodávky cukru, kde je příčinou degradace škrobu. Díky pozdnější sklizni je více cukrů ve vyzrálých plodech. Musí se dbát na přepravu těchto plodů, protože jsou velmi

citlivé na otlaky a jiná porušení (Arah et al. 2015). Manipulace s rajčaty pro prodej čerstvých plodů má svá pravidla. Čerstvě sklizené rajče má totiž křehkou slupku, pokud dojde na její porušení tak se rychle kazí. Proto jejich přeprava má být rychlá a nemá trvat déle jak 8 hodin. Také se hledí při nakládání na výšku vrstvy. Když budou vysoko tak hrozí nejen pomačkání spodních plodů ale i zhroucení vrchní vrstvy a další možnosti jak se bude plod rychleji kazit (Heutz & Mol, 2013).

Stonkové odrůdy se sklízí převážně ručně pro přímý konzum. Období jejich zrání bývá už od července do října. Sběr plodů se provádí 2x týdně, kdy mají být červeně vyzrálé. Průběh je takový, že plody se vkládají do přepravek, kde se následně třídí dle velikosti i barvy slupky. Třídění je do obalů podle jakosti. I jakostní třída je hodnocena podle průměru plodu. Hodně se u rajčat řeší jejich kvalita, za nekvalitní sklizený plod se považuje takový, který má zelený prstenec v místě, kde je stopka spojená s plodem. Vše probíhá na stacionárních linkách. Nevýhodou u stonkových odrůd rajčat při sklizni, je vysoký podíl manuální ruční práce. Výnos se pohybuje od 40 do 100 t/ha (Petříková a kol. 2006, Pokluda a kol 2022).

Keříčková rajčata jsou sklízena mechanizovaně pro průmyslové zpracování. Musí se však sklizeň provést včas kvůli mrazíkům. Ty dokáží narušit strukturu plodu a způsobuje praskání plodů a nežádoucí ztráty. Sklizeň začíná až v období srpna a může se protáhnout až do září (Petříková a kol. 2006). Provádí se, když je 80 a více procent zralých plodů. Stroj sice podřízne rostlinu, ale musí mít také lidskou obsluhu na vytržení plodů. Pokud stroj není vybaven pro třízení obsluhou, tak se plody převáží na stacionární linku, kde jsou lidskou rukou nebo pomocí fotobuněk vytrženy (Pokluda a kol. 2022)

ZPRACOVÁNÍ A USKLADNĚNÍ

Skladování je při teplotách od 8 do 10 °C a vyžadují relativní vzdušnou vlhkost nad 80 %. Hlavně zelené plody jsou zvláště citlivé na nízké teploty. Dozrávání ve skladech probíhá při teplotách kolem 20°C a o něco vyšší relativních vzdušné vlhkosti, která činí 85 – 90 %. Tyto dozrávající procesy lze urychlit v řízených kontrolovaných atmosférách, kde se přidává etylen. Ten se nechá na rajčata působit po dobu 12-18 hodin a při teplotě 20°C. U zralých plodů se nechá 1-2 týdny působit teplota 8-10 °C.

Pro zpracovatelský průmysl jsou rajčata vytríděná, omytá, v některých případech i nadrcená a pro další zpracování se převáží cisternami. U takových rajčat se navíc řeší refraktometrická sušina, ta má mít hodnotu 5° Brix (Petříková a kol. 2006; Petříková, Hlušek 2012). Heutz & Moll (2013) dodávají, že je výhodné mít továrnu poblíž, kdyby se právě stalo, že čerstvé plody neunesou dopravu a je tak nutné je vyhodit. Takto se díky podnikům dají tato rajčata průmyslově zpracovat ve formě šťáv, protlaků, kečupů (Kafle et. al. 2023). Plody se používají na rajčatové šťávy formou sterilace mimo obal. Dalším produktem je zahuštěný rajčatový protlak, který se z velkoobjemových linek plní rovnou do čistých, sterilních obalů. Kyselost takového protlaku nemá přesahovat 3,9 pH. Také je solený rajčatový protlak, kde je obsah soli kolem 25 % a konečná sušina je v rozmezí od 40 do 70 %. Kečup je další produkt vyráběný ze zahuštěného protlaku a s pH nižší než 4. Můžeme se také setkat s rajčatovým koncentrátem, ten je z protlaku zahušťován na 45° Brix a dodají se tam konzervanty, protože rajčata mají obsah organických kyselin velmi nízký s hodnotou 0,4 % (Goliáš 2014, Wu, Yu, Pehrsson 2022, Kozelková & Kalhotka 2023).

NOVÉ ZPŮSOBY PĚSTOVÁNÍ RAJČAT BEZ PŮDY

Mezi nové modernější způsoby pěstování rajčat ve sklenících je pomocí hydroponie a případně aquaponie. Hydroponie je způsob pěstování suchozemských rostlin bez půdy. Voda je upravena na snížený obsah oxidu uhličitého, kyselost, a zvýšená obsah kyslíku. Zdroje vody pro hydroponii jsou podzemní a dešťová (Kouřil 2013). Výhody hydroponie jsou možnosti pěstování rajčat či jiných rostlin ve sklenících, zvyšuje produkci i kvalitu plodů (Ibayashi et al. 2016). Kouřil (2013) dodává nevýhody, kterými se stávají investiční náklady, vysoké kvalifikační nároky, technická komplikovanost a někde jsou to i provozní a energetické náklady. Samozřejmě při poškození systému či nějakém nedostatku je sklizeň a produkce nižší. Ale naopak je potřeba mít přesnou kontrolu nad systémem jinak rostliny mohou být poškozeny na zdraví i růstu nebo skončit smrtí. K rajčatům se tak dostává živný roztok hlídáný různými senzory a ty se řídí podle toho, jak rostlina vypařuje vodu přes listovou plochu. Protože je to ve skleníku tak je to ovládané podle prostředí a růstu rostlin (Ibayashi et al. 2016).

V České Republice je farma Bezdínek z Dolní Lutyně zabývající se právě pěstováním rajčat a jiné zeleniny formou hydroponie, tak aby byla produkce rajčat po celý rok. Ochranu rostlin provádí formou biologické ochrany a tak chrání přírodní prostředí. Snahou je produkce zdravých rajčat s chutí (Farma Bezdínek 2022).

Aquaponické pěstování je trochu odlišné od hydroponie. Způsobem je pěstování za použití 3 systémů a tím jsou rostliny, ryby a nitrifikační bakterie. Je také součástí hydroponického pěstování. Tím že tu koluje voda, tak ryby utvoří z odpadní vody vodu vhodnou pro příjem rostlinami pro produkci. Vodní rostliny a bakterie naopak vodu v kořenovém prostoru čistí a opět je možné ji použít pro pěstování např. rajčatových rostlin. Díky tomu lze dosáhnout, jak je již zmíněno v hydroponii, vyšších výnosů i kvality sklizených plodů (Kouřil 2016; Suhl et al. 2016).

3.2 HERBICIDY

Herbicidy jsou řazeny mezi pesticidy a jsou nejpoužívanějšími přípravky na ochranu rostlin kde, působí proti plevelným rostlinám. Mají nežádoucí toxický účinek hlavně pro nežádoucí pěstované rostliny (Boutin, Elmegard, Kjaer 2004; Singh & Singh 2016, Kim & Kim 2022). Použití je na plevelné rostliny způsobující jednu z nejhlavnějších ztrát na výnosech pěstovaných plodin. Ztráta na výnosech i kvality zemědělských produktů bývá způsobená i plevele. Ztráty bez používání konkrétně herbicidů se dostávají k 30 až 50 procentům (Tudi et al. 2021). Tam však záleží již na různých klimatických podmínkách. Velké škody způsobují širokolisté plevele převážně v jarních a hlavních plodinách. Opakované používání herbicidů na rostliny může způsobit jejich rezistenci a při nesprávném použití i škody na plodinách či formou reziduí v půdě i rostlině (Travlos, Apostolidis 2017). Jsou tu však další okolnosti klimatických faktorů napomáhající herbicidům při ovlivnění růstu, přežití, reprodukce rostlin. To však záleží na geografickém rozšíření rostlin, jejich vzájemném působení s ostatními druhy rostlin. Tím že na ně působí změny teplot, srážková voda, obsah oxidu uhličitého nebo nepřímo přes půdu. Herbicidy pak negativně ovlivňují rostliny, na které byly aplikovány. Díky klimatickým změnám se již prodlužuje vegetace rostlin, zvyšují se šance na rozšiřování rostlin a tím i použití

stále většího množství pesticidů, protože se plevelné rostliny rychleji vyvíjí. Teplota nejen že ovlivňuje růst plevelných rostlin, ale také ovlivňuje příjem a translokaci herbicidů v rostlinách. Při nadbytku srážek je příjem herbicidu rostlinou ale i půdou ovlivněn, stimuluje růst plevelu. Naopak za sucha je herbicid hůře přijímán rostlinami, mají tlustší kutikulu a způsobí horší prostoupení herbicidu do rostliny přes listy. Hrozí také kontaminace podzemních zdrojů vody. (Tudi et.al 2021).

Největší účinek herbicidních látek je formou letálního účinku nebo aspoň způsobuje modifikaci na vývoj a růst rostlin. Záleží také na diverzitě a druhu samotné rostliny. K rostlinám se mohou dostávat těkáním nebo evapotranspirací rostliny při ztrátách z polí. Také se mohou k rostlinám a do půdy dostat ve formě srážkové vody při dešti. I sebemenší dávky herbicidů na plodiny využívající se ke krmení mohou ovlivnit jejich kvalitu (Boutin, Elmegard, Kjaer 2004).

Lze sem zařadit i přípravky, které odlišují rostliny (defolianty) nebo způsobují rostlinám vysušení (desikanty). Herbicidy jako látky narušují u rostlin fyziologické procesy a rostlina tak nemůže dále růst a vyvíjet se. Při tomto procesu dochází k inhibici enzymu či více enzymů a vznikají biosyntetické reakce aminokyselin, karotenoidů a dalších (Bukáčková 2012).

Štamberková (2012) rozděluje herbicidy:

Podle účinku:

- Selektivní – využití je pouze zadanou plodinu, zasahují jen určité plevelné rostliny podle určení, zda jsou proti jednoletým (jednoděložným, dvouděložným) nebo pak proti vytrvalým plevelným rostlinám.
- Neselektivní- přípravky využívané mimo zemědělskou půdu, na udržení černého úhoru ve vinicích, sadech.

Štamberková (2012) Podle působení/mechanického účinku:

- Kontaktní – působí dlouhodobě, příznaky lze vidět po 2 dnech po aplikaci v místě kontaktu, kam byl aplikován.
- Systémové – do rostliny se dostanou přes kořeny nebo listy, kde jsou rozváděny vodivými pletivy.
- Listové – působí na listovou plochu, nezanechá po sobě rezidua v půdě.

Podle doby zapravení je zařadil Das & Mondal (2014) podle typu aplikace

- Preemergentní – před vzejitím rostlin
- Postemergentní – po vzejití rostlin
- Před rostlinou

Das & Mondal (2014), Hrudová (2022), Anonym (2022) ještě dělí herbicidy:

- Podle místa působení
 - Půdní
 - Inhibitory růstu kořenů
 - Inhibitory růstu a dělení buněk
 - Inhibitory tvorby pigmentů
 - Inhibitory fotosyntézy

- Listové
 - Inhibitory syntézy lipidů
 - Destruktory membrán
 - Inhibitory fotosyntézy
 - Inhibitory syntézy aminokyselin
 - Růstové regulátory na bázi auxinů
 - Inhibitory enzymu acetolaktát syntázy

3.2.1 AUXINOVÉ HERBICIDY

Je to skupina herbicidů napodobující rostlinné hormony a regulují i její růst. Využívají se v herbicidech zaměřující se na širokolisté plevele na nezemědělských půdách, loukách, pastvinách i v zahradnické praxi (Grossmann 2009; Lia 2018). Přesto se úletem, tékáním, kontaminací nebo zbytky ve slámě, hnoji či kompostu dostávají na zemědělské plodiny a způsobí jim tak škody na zelenině, ovoci.

Auxinové herbicidy se dělí na 4 základní skupiny:

Skupina	Přípravek
FENOXY	2,4-D, 2,4-DB, dichlorprop
KYSELINU BENZOOVOU	Dicamba
PYRIMIDINY	Aminocyklopyrachlor
PYRIDINY	Aminopyralid, Clopyralid, Fluroxypyr, Picloram, Triclopyr

Podobně jako aminopyralid, clopyralid tak i triclopyr patří do skupiny syntetických auxinových herbicidů (Dias et. al. 2017).

Přípravek Dicamba, clopyralid se využívají proti bodláku v kukuřici, cukrové řepě (Lindenmayer 2012). Tím, že se některé přípravky podobají přirozeným rostlinným růstovým hormonům tak, že napáchají reakce v rostlině. Tyto reakce jsou nekontrolovatelné a v rostlině začnou reakce narušující normální fungování rostliny a na tento následek umírá (Derr 2016, Santos 2021).

Tyto zmíněné účinné látky mají svou perzistentní dobu v půdě, po kterou se rozkládá. Z doby perzistence v půdě nejdéle zůstávají pyridiny.

Pro zde zmíněný aminopyralid, je doba rozkladu 6-74 dní, podobně je na tom i clopyralid. Nejdéle se však rozkládá picloram, kterému to trvá 20 ale i 300 dní (Derr 2016).

Aminopyralid má v půdě rozklad 18 měsíců, při vlhké a teplé půdě se doba rozkladu zkracuje. V seně vydrží 16, 18 i více měsíců, do doby než se seno úplně rozloží.

V kompostu, který byl vložen do půdy, to bude trvat spíše 18 měsíců, než se úplně rozloží (EFSA 2013, Rider 2014).

Z tohoto důvodu je vhodné znát lhůty pro následující plodiny, hlavně ty, které jsou citlivé např. salát, rajče, hrách, fazole, špenát, brambory.

Výhodou těchto auxinových a regulátorových herbicidů je, že se dají kombinovat s ostatními herbicidy na bázi jiného účinku (Derr 2016).

Při použití auxinových herbicidů dochází klidně až k 25% ztrátám na výnosech (Gourav 2017).

Na rostlinách se začnou objevovat epinastie listů a stonků, baňkující listy, různě popraskané stonky a nebo chlorozy či nekrózy (Bradley & Solomon 2014).

AUXINY

Auxiny patří mezi důležitou třídu fytohormonů, které jsou hlavními hormony s interakcí s jinými fytohormony. Auxiny jako takové regulují dělení buněk, prodlužovací a vývojové procesy, diferenciaci cévních svazků a květních meristémů, iniciaci listů, fytotaxi, biologické stárnutí buněk, apikální dominanci i tvorbu kořenů. Transport je v rostlině pomocí floému a xylému (Grossmann 2009; Helusová 2020).

3.2.2 FYTOTOXICITA

Je to míra poškození rostlinné části (květ, stonek, list) nějakým přípravkem nebo jeho účinnou látkou kdy projevem je fytotoxicita. Způsobují ji různé přípravky na ochranu rostlin a nejvíce z nich to jsou herbicidy. Fytotoxicita způsobena úletem, rezidui v půdě nebo výpary. Příznaky fytotoxicity závisí na její dávce, druhu rostliny. Lze pozorovat nejdříve lehčí popálení rostliny, pak jsou změny barvy nejčastěji hnědé barvy až po případnou smrt rostliny. Záleží však na napadené části. Podle doby svého účinku se dělí na akutní a chronickou

Akutní fytotoxicita je způsobena zasažením rostliny a její následnou smrtí buněk, kde byly buňky zasaženy.

K chronické fytotoxicitě dojde při opakované aplikaci a působení herbicidu do doby, než se zcela v rostlině rozloží.

Rozdělení fytotoxicity podle typu:

- základní – vysoká citlivost k přípravku, záleží na druhu rostliny.
- předávkování – použitím vyšší koncentrace při aplikaci než je dovoleno pro danou rostlinu.
- kumulativní – kumulace přípravků a jejich účinné látky v rostlině způsobené opakovanou aplikací nebo obsahu v půdě, který se dostane do rostlinných pletiv.
- kombinovaná – pokud se mísí dva přípravky a z toho je jeden přípravek či látka fytotoxická pro rostlinu. Jsou to například herbicidy a hnojiva.
- umístění – použití na rostlinu, pro kterou není vhodný. Bývá to častá chyba laiků a začátečníků.
- náhodná – objeví se i při správné aplikaci kde však působí počasí, voda či jiní původci stresu rostliny.

Fytotoxicitě lze zabránit prevencí a to používáním správných přípravků, dodržovat uvedené dávky, správně zhodnotit použití a fenofázi rostliny, sledovat počasí. Dále hlídat stav rostliny – nemají být ani suché, povadlé ale ani nijak poškozené, oslabené. Při aplikaci postřikovačem používat důkladně vyčištěný stroj, nejlepší je mít jeden postřikovat na herbicidy a druhý na ostatní pesticidní látky (Burianová 2014, Hrudová 2022).

Jsou rostliny, které se dělí i podle citlivosti na herbicidní látky. Mezi citlivé rostliny se řadí rajčata ale i okurky, saláty, soja a mnoho dalších. Tyhle plodiny slouží jako dobrý ukazatel

citlivosti na auxinové herbicidy, případně na složky obsažených v herbicidech (Boutin & Rogers 2000).

3.2.3 PŘÍZNAKY A POŠKOZENÍ

POŠKOZENÍ PŮDNÍMI HERBICIDY

Příznaky jsou viditelné, dochází tu k odumírání rostlin od vrcholu a u listů jsou projevy od krajů. Na kořenech jsou projevem deformací a krátkých kořínků. Další příznaky jsou na spodní straně listů u starších rostlin různými chlorózami mezi žilkami a nekrotizací, vrchní část listů je však netknutá. Na celkovém habitu rostliny se to projeví růstovými retardacemi. Mohou to způsobit i rezidua herbicidních přípravků (Seefeldt 2013; Hrudová 2022).

POŠKOZENÍ IHNIBITORY RŮSTU

Rostliny nemohou růst, vyvíjet se a klíčit. Mohou za to herbicidy proti jednoděložným a vytrvalým plevelným rostlinám. Působí jako inhibitor růstu kořenů i listů. Vzešlá rostlina je zakrnělá s menšími listy oproti ostatním rostlinám. Také tvoří různé epinastie stonků ve zkroucené či ohnuté podobě, nebo jako inhibitor kde rostliny umírají, ještě než začnou vzcházet (Li 2018; Hrudová 2022).

REGULÁTORY RŮSTU

Rostlina je deformovaná se zkadeřenými a deformovanými listy, příznaky jsou vidět hlavně u citlivých rostlin. Rychleji jsou vedeny systémově rostlinou do aktivních tkání, a poškozené části mohou být plně zralé a bez kontaktu herbicidu. Tím může být způsoben naopak i abnormální růst cévních svazků, mohou se části rostliny ohýbat směrem dolů, stonky a řapíky se krotí a mohou tam být i deformace nově vyvinutých listů. U listů se také může stát, že budou otočeny směrem nahoru a výraznou žilkou (Deer 2016; Hrudová 2022).

INHIBITORY FOTOSYNTÉZY

Zastavují fotosyntézu, rostlina má příznaky žloutnutí, chlorozy, nekrozy na okraji listů, viditelné jsou na starších listech, a řadíme sem:

- Triaziny, fenolmočoviny – příznaky jsou už při slunečním záření a děložní listy hnědnou, pravé listy žloutnou, ale po aplikaci postemergentně (po vzejití) rostliny nejdříve žloutnou, usychají a pak teprve hnědnou.
- Benzothiadiazoly – způsobí chlorozy, rostlina pak hnědne a usychá.
- Uracily – inhibují fotosyntézu a způsobují chlorozy a nekrozy listů.
- Nitrily, karbamáty a dikarboxylové kyseliny – viditelné jsou chlorozy, hnědnutí a nakonec odumření listů. Mohou se objevit i skvrny, tečky na listech a to je úletem kapiček. U karbamátů jsou listy napadené dříve, hlavně starší a také dřív odumřou (Dow AgroScience 2021; Hrudová 2022).

INHIBITORY TVORBY PIGMENTŮ

Dochází k destrukci chlorofylu, napadená pletiva jsou až vybělená. U napadených listů, kde je poškozená syntéza antokyanů je fialové zbarvení. Je tu napadený chlorofyl (Skyler 2017; Hrudová 2022).

DESTRUKTORY BUNĚČNÝCH MEMBRÁN

Vzniká po kontaktu postemergentních kontaktních přípravků a za působení slunečního světla za vzniku peroxidu. Mají rychle působení a napadená rostlina má příznaky již po 2 hodinách po aplikaci (Skyler 2017; Hrudová 2022).

INHIBITORY SYNTÉZY LIPIDŮ

Narušují tvorbu mastných kyselin u jednoděložných rostlin, přesněji u travin. Poškození je až po týdně po aplikaci a projevuje se na mladých listech. Dvouděložné rostliny jsou však k těmto typům herbicidů tolerantní (Hrudová 2022).

INHIBITORY SYNTÉZY AMINOKYSELIN

Jsou to specifické enzymy na syntézu aminokyselin. Po aplikaci pozorujeme poškození až po týdně, kde dojde ke zpomalenému růstu rostliny a jejímu pomalému úhynu (Hrudová 2022).

Zde se auxiny vážou na specifické proteinové receptory, ty jsou na povrchu a pracují se zapnutím a vypnutím životně důležitých procesů v rostlinách (Dow Agro Science 2021).

TEST FYTOTOXICITY

Také jako řeřichový test, využívá se k vyhodnocení toxicity např. kompostu a jeho výluhu. Díky němu se dají eliminovat chyby a důkaz o jeho zdravém stavu bez zárodků, reziduí, herbicidních a jiných látek. Test vyhodnotí obsah toxický produktů, kde by výsledek měl ukázat přítomnost nebo nepřítomnost fytotoxických látek. Jsou udávány jako index klíčivosti v procentech. Hodnoty do 50 % vykazují fytotoxicitu a nepoužitelnost pro rostliny. Při 60-80 % je kompost sice v pořádku ale přesto citlivá rostlina má riziko poškození. Nad 80 % je to v pořádku pro všechny rostliny (ALS Czech Republic s.r.o. 2022).

3.2.4 ÚČINNÉ LÁTKY FUNGUJÍCÍ JAKO INHIBITORY

3.2.4.1 AMINOPYRALID

Jeho objev nastal ve Spojených státech pro nezemědělské a travníkové plochy, pro kontrolu a regulaci jednoletých, vytrvalých plevelů a v některých případech i keřových plevelů (Kraehmer et al. 2014). První registrace technického aminopyralidu byla v roce 2005 v přípravku Milestone. Z chemického hlediska je to 4-amino-3,6-dichlorpyridin-2-karboxylová kyselina. Dle vzhledu se jedná o špinavě bílý případně světle žlutý prášek, nejedná se o hořlavinu, výbušninu či je bez oxidačních vlastností (USOP 2005; EFSA 2013). Oproti

clopyralidu je na světle nestabilní (Gilbert 2010). Využívá se pro postemergentní herbicidy, kde je jejich součástí (Li 2018). Tyto herbicidy kontrolují širokolisté plevelné rostliny a působí na cílové rostliny, nacházející se na pastvinách, kolem silnic, rekreačních míst, přírodních oblastí. Tam také hubí jedovaté a invazivní druhy. V zemědělské praxi je využíván převážně do obilnin a průmyslovém hospodářství (Kraehmer et. al 2014;USOP 2005). Také se využívá na rostliny z čeledi hvězdnicovitých, lilkovitých a bobovitých (*Asteraceae*, *Solanaceae* a *Fabaceae*) (Gilbert 2010). Bukun et al. (2010) dodávají ještě jednu čeleď na kterou aminopyralid a jiné látky působí a tou jsou merlíkovité (*Chenopodiaceae*). Do rostliny se dostává přes listy, kořeny floémem a xylémem a dokonce se akumuluje do meristematičtých pletiv (Gilbert 2010; Dow agrosience 2021).

Aminopyralid je formulován jako sůl. Je pozdním rizikem pro plody a na citlivých rostlinách je poškození vidět i po několika letech, protože má dlouhou perzistenci v půdě svými rezidui. Maximální limit reziduí aminopyralidu je tak dovolen do hodnoty 25 max. a je definována kyselou formou (Li 2018). V půdě se chová středně až vysoce perzistentně pokud je s přístupem vzduchu. Zda je půda bez přístupu vzduchu tak je aminopyralid stabilní, vysoce mobilní. Jeho absorpce závisí na kyselosti půdy. Čím kyselejší půda, tím je adsorpce silnější (EFSA 2013).

Osud aminopyralidu a jeho chování bývá diskutován na konferencích a telekonferencích Pesticides Peer Review Teleconference 94 a tam v 2013 se probíral. Posuzovala se pouze aplikace na travní porosty v jarním a letním období, protože načasování aplikace v jiný termín se neposuzuje. Z toho také vyplývá, že se aminopyralidu dostává do zvířecího hnoje, díky konzumaci píče hospodářskými zvířaty. Tento hnůj od zvířat se aplikuje rozmetadlem na zemědělskou půdu a díky tomu se na půdu dostává vyšší dávka. Je nutné, aby v platnosti bylo, že zvířata musí být v ustájení krmena senem nebo siláží sklizenou z těchto ošetřených polí. Z toho potom vyplynulo, že nesmí být používán na polích určených k produkci sena, senáže a siláže v ten samý rok, kdy byla provedena aplikace aminopyralidu nebo prostředku na ochranu rostlin s obsahem aminopyralidu ve formě účinné látky (EFSA 2013).

TOXICITA

Není akutně toxický, nemá senzibilizační účinky a nedráždí pokožku. Ale naopak je velmi dráždivý pro oči a tím i způsobuje závažná poškození u člověka. Nemá ani závažné účinky na genotoxicitu. U psa došlo při opakovaném požití k nežádoucím účinkům u žaludku a střev (EFSA 2013).

EKOTOXIKOLOGIE

Pro ryby a vodní rostliny (*macrophyta*) je akutní až vysoce toxický, vodní a bezobratlé živočichy je akutní a chronický. Pro včelu medonosnou, necílové členovce, žížaly i suchozemské živočichy jsou účinky na nízkém riziku toxicity. Toto platí při dodržování 5 m hranice mezi aplikací postřiku a zónou (EFSA 2013).

PŘÍZNAKY POŠKOZENÍ

Problémy nastávají při používání aminopyralidových herbicidů, kde se dostanou do půdy jejich zbytky nazývaná jako rezidua. Tato rezidua hodně ovlivňují rotaci plodin při

pěstování (Travlos & Apostolidis 2017). V Dakotě se aminopyralid nacházel v nezmrzlé půdě z ošetření, kde byla dávka 120 g/ha a 240 g/ha dostačující. U soji byl snížený výnos o 30%, kdy aminopyralid byl v půdě o 20 měsíců dříve než soja. U brambor, které byly vysázeny o 2 roky později, zde rezidua aminopyralidu způsobila fytotoxicitu celého pole. Po sklizni dceřiných hlíz následoval podobný pokus s nezamořenou půdou a ve výsledku byly bramborové keře zdravé, přesto se tam našli keře s příznaky poškození auxinovými herbicidy. Ve výsledku vyšlo, že čím byla vyšší dávka aminopyralidu aplikována na rostlinu, tím bylo větší poškození.

Příznakem byly miskovitě stočené listy a růstem menší rostliny (Seefeldt 2013). U rajčat jsou příznaky na nejnovějších částech, tvoří se nesprávně listy. Při větší a větší koncentraci rostliny budou rostliny více zkroucené, projeví se i tvorbou kořenů na stoncích. U květů se stává, že zanikají. Na listech nemusí být příznaky viditelné (Ferrell a kol. 2020).

AMINOPYRALID V KOMPOSTU A VE HNOJI

Aminopyralid se do kompostu či půdy dostane prostřednictvím hospodářských zvířat a jejich výkaly. Protože hospodářská zvířata spásající čerstvou hmotu nebo dostanou krmení v podobě sena ošetřené nějakým přípravkem obsahující aminopyralid nebo jemu podobné látky. Zvířatům to nijak neuškodí, jen jim to projde trávicím traktem s výkaly zase ven z těla. V kompostu se většinou objeví při kompostování takto ošetřeného materiálu (Nordmeyr 2012, Singh et.al. 2019, Sakers et. al. 2023). Proto se na etiketu uvádí účinná látka, a že sláma z ošetřených porostů se nemá používat, při pěstování citlivých plodin (např. rajčat), tzn. např. ve formě chlévského hnoje nebo mulče. Jejich výkaly v podobě hnoje se používají ke hnojení hlavně rostlin patřící do I. trati nebo jen k úrodnosti půdy. Jako doporučení je dobré si udělat biologickou zkoušku za použití např. rajčat, hrachu, lilku. Je to pro zjištění, když si koupíme kompost či hnůj, aby případný obsah aminopyralidu, nezpůsobil problémy, s růstem a vývojem rostlin (Ferrel a kol. 2020). Singh et al. (2019) dodal možnost použití aktivního uhlí pro snížení účinku aminopyralidu obsažený ve hnoji, kompostu či půdy, neodstraní ho však úplně. Použití je spíše pro zmírnění následků účinku aminopyralidu či jemu podobných látek na rostlinách.

AMINOPYRALID V PŘÍPRAVCÍCH NA OCHRANU ROSTLIN

Jako účinná látka se nachází v mnoha herbicidech např. Capstone, Milestone, Mustang Forte, Garlone a ještě ve mnoha dalších. Milestone je na veškeré plevelné rostliny od jednoletých, dvouletých až po vytrvalé širokolisté plevele, invazní rostliny a také některé dřeviny. Proto ho mohou používat i v lesních oblastech, kde je nežádoucí např. cedr, jilm. Capstone má aminopyralid v kombinaci s aminovou skupinou kam se řadí triclopyr a můžeme je nalézt ve speciálním herbicidu známý pod jménem Garlone. Samotný Capstone je používám na užitkové plochy, kde je aplikace využita pro chemické ořezávání. Tento přípravek se aplikuje po ošetření na řezné rány a listy (Dow Agrosience, 2021).

3.2.4.2 CLOPYRALID

Gilbert (2010) i Amac (2021) uvádějí, že clopyralid je jako aminopyralid auxinovým herbicidem na hubení širokolistých plevelů např: *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*, *Matricaria ssp.* a dalších plevelných druhů. Zpomaluje růst u některých rostlin a je podobných

účinků jako jsou přirozené rostlinné hormony- auxiny. Účinek je již od velmi nízkých koncentrací. Problémem je, že se k rostlinám dostává přes listy, kořeny floémovou a xylémovou částí ale i komposty, ve kterých jsou zbytky herbicidů. Dávka však musí být dostačující, aby to citlivou rostlinu zasáhlo. Napadá rostliny z čeledi hvězdicovité, lilkovité, bobovité a navíc i čeleď rdesnovitých (*Polygonacea*). V kompostu se clopyralid kompostováním rozkládá a je variabilní. Rychlejší rozklad je díky vyšší teplotě a při aktivní fázi kompostování. Jakmile se clopyralid dostane na povrch půdy a ta musí být vlhká a teplá. Je stabilní v půdě bez přístupu vzduchu. Clopyralid má vliv na rostliny, které jsou vyseté či vysázené rok po jeho aplikaci. U slunečnice a soji při dávce clopyralidu 560 g/ha byl snížený výnos, výška a porost.

Příznaky:

- Inhibice růstu kořenů a výhonů
- Ztloustlé kořinky a inhibice kořenového vlášení
- Zesílené, zakřivené, zkroucené výhony, stonky, listy
- Paralelní žilnatina na listech- listy jsou úzké
- Baňkování a krčení listů
- Kalusové výrůstky na stoncích
- Praskání stonků
- Bujný růst rostliny

3.2.4.3 AMINOCYKLOPYRAFLOR

Také jako aminopyralid se řadí k auxinovým herbicidům s menším rozdílem a tím je skupina. Použití tohoto herbicidu je na pastviny půdy, která se neobdělává proti širokolistý plevelům a hlavně proti bodláku kanadskému (*Cirsium arvense*). Opět příznakem na rostlinách jsou listové epinastie a podobné účinky jako mají všeobecně auxinové herbicidy (Bukun et al. 2010).

4 Metodika

4.1 POPIS MÍSTA

Demonstranční a pokusná stanice Troja v Praze spadající pod Českou zemědělskou univerzitu, katedry Zahradnictví. Slouží pro studenty jako výukový areál odborných předmětů, odborných praxí. Ale také se tu provádí demonstrační pokusy pro bakalářské, diplomové či disertační práce studentů Fakulty agrobiologie potravinových a přírodních zdrojů. Pro pokusy nebo pěstování ovoce, zeleniny i květin se tu využívají jak kryté tak otevřené plochy. Ze zeleniny zde lze najít i ty méně známé druhy. A pokusy zkoumají vlivy abiotických a biotických faktorů na kvalitu i výnos plodin.

Pokus začal v květnu roku 2022, ke kterému se využil jeden foliový kryt, kam se chodilo pečovat a hodnotit porosty rajčat. Začalo se plněním květináčů substrátem, do kterého se vysadily sazenice rajčat a následně se aplikovaly herbicidní látky.

4.2 POPIS ODRŮD

Na pokus byly použity 2 odrůdy rajčat.

Start S F1: Jedná o prvního československého hybrida. Zrání rané, růst střední, plody jsou také středního růstu a mohou mít vidět i žebra. Barva je intenzivní červená. Hmotnost plodů je kolem 75-90 g (dobrá semena, 2022; Semo a.s. 2022). Pracovní označení jako ST.

Šejk: Dozrává raně s oválnými i hranatými plody. Růst je polorozkladitý. Výhodou této odrůdy je její vysoký obsah červeného barviva v dužnině ale i vysoký obsah lykopenu. Často se využívá pro průmyslové zpracování kečupů, protlaků a jiných výrobků (rosteto, 2022; Semo a.s., 2022). Pracovní označení jako SJ.

4.3 VÝSEV A VÝSADBA

Výsev byl proveden 11. 3. 2022 do skleníku nacházející se v Suchdole v areálu České zemědělské univerzity. Po 3 týdnech byly rostliny převezeny do demonstrační pokusné stanice v Troji, kde byly přepikýrovány a dospěstovány. 17. 5. 2022 byly hotové sazenice přesázeny do konečné nádoby ve foliovém krytu.

4.4 SUBSTRÁTY

K rajčatům byly použity dva substráty a to jahodový a standart do firmy Agro cs. Substráty byly promíchány v poměru 2 díly jahodového a 1 díl standardního.

Substrát profimix 2 je složen z 80% bílé rašeliny, 20% černé rašeliny, jílový minerál 30kg/m³ a vyhnojen 1,5 kg/m³. Má v sobě také koncentrát mikroprvků, zvlhčovací činidlo, pH (voda) je v rozmezí 5,5-6,5. Používá se pro náročnější rostliny na živiny.

Druhým substrátem byl agroprofi pěstební substrát pro rostliny citlivé na vyšší obsah solí. Složení substrátu je převážně směs bílé s černou rašelinou, obsahuje všechny základní živiny a z mikro živin a stopových prvků se zde nachází: bor, zinek, měď, mangan, molybden, železo a navíc obsahuje dolomitický vápenec. Výhodou tohoto substrátu je jeho lehkost, vysoká

poutací schopnost pro vodu, nezasolený, bez plevelů a neslévá se. Použití je pro sadbu rajčat, okurek, paprik (Zafido s.r.o. 2022).

4.5 APLIKACE HERBICIDŮ

Aplikace herbicidu Mustangu forte a aminopyralidu byla provedena 2. 6. 2022 a to tak, že se smíchal Mustang forte s destilovanou vodou za použití 100 ml přípravku a 100 ml vody. Pro první koncentraci odměříme 0,05 ml a vlijeme do 1 l destilované vody a máme koncentraci 50 ppb. Pro množství 0,025 ml/l vezmeme 1 díl z 50 ppb a přidáme 100 ml destilované vody a vznikne nám koncentrace 25 ppb. A pro množství 0,0125 ml/l utvoříme zase stejně, vezmeme 1 díl z 25 ppb a přidáme 100 ml destilované vody, aby vznikla koncentrace 12,5 ppb.

Pro aminopyralid uděláme to samé. První koncentrace 50 ppb utvoříme smícháním 0,05 mg/l se 1 l destilované vody. Pro druhou koncentraci 25 ppb použijeme 1 díl z 50 ppb a přidáme 100 ml destilované vody. Pro poslední množství 12,5 ppb užijeme díl z 50 ppb a přidáme 100 ml destilované vody.

Takto připravené koncentrace aplikujeme k rostlinám tak, že si odměříme 100 ml vody a do ní vlijeme námi připravenou koncentraci a vlijeme ji k jedné rostlině vrchem na substrát. Od každé varianty bylo 10 rostlin. Tyto a podobné dávky jsem použila z pokusu prováděný na Floridě (Fast et. al. 2011). Místo volného pole jako bylo na Floridě, jsem použila nádoby tak jako je použili (Nordmeyer 2012, Namiky et. al. 2019).

4.6 MUSTANG FORTE

Je herbicidní širokospektrální přípravek na ochranu rostlin. Využívá se jako postemergentní do obilnin. Velmi dobře funguje na violku, pcháč oset a svízel. Dále se používá proti heřmánkovci, kokošce pastuší tobolce, penízku rolním, ptačinci žabinci, opletce obecné a mnoho dalším plevelným rostlinám. Po aplikaci do obilnin a jejím následným sklizením zůstávají ve slámě a půdě rezidua. Proto se doporučuje po aplikaci do obilovin s plánem další plodiny vysazovat citlivé rostliny. U rajčat je doba výsadby až po 24 měsících od aplikace. Ošetřená sláma se nemá ani aplikovat k jahodám či houbám (Agromanuál 2022). Jedná se o směs esterů 2,4-D, florasulam, propan-1,2-diolu, uhlovodíků, aromatů, naftalenu a pro nás důležitého aminopyralidu. Aminopyralid je v Mustangu Forte zastoupený z 1,1 % v draselné formě. Tím, že je obsažen v tomto herbicidu, tak jeho vlastnosti mobility v půdě jsou ve vysokém potenciálu (Dow agrosience 2018).

TOXICITA

Při nechtěném požití většího množství je pro zdraví škodlivý. Dermální toxicita při vstřebání pokožkou ve větším množství není pravděpodobná. Z hlediska inhalace dýchacími cestami je možné, že při nadměrném působení bude problém s vyvoláním podráždění horních cest dýchacích a plic. Účinek nadýchání způsobí omámení nebo anestetické (uspávací) účinky. Žíravost pro kůži je při jednorázové krátkodobém potřísněním možný a vyvolá lehké podráždění pokožky. U citlivých jedinců může způsobit nežádoucí alergické reakce při styku

s kůži. Poškození a podráždění očí je v nejhorším případě lehké, dočasné hlavně pro oční rohovku.

Má vysokou toxicitu pro životní prostředí a jeho účinky jsou dlouhodobé.

Při práci s Mustang forte mají být použité ochranné pomůcky. Z chemických vlastností je přípravek kapalný, bílé až špinavě bílé barvy, se zápachem. Tím že se jedná o kapalinu tak nemá hořlavé ani výbušné vlastnosti. Nutno hledět na opatrnost na teploty. Při zvýšené teplotě se Mustang forte rozkládá a uvolňují se toxické plyny (Dow agrosience 2018).

Název a koncentrace přípravku ve zkratce

Aminopyralid = A, Mustang Forte MF

A1 = 0,0125 mg	MF1 = 0,0125 ml
A2 = 0,025 mg	MF2 = 0,025 ml
A3 = 0,05 mg	MF3 = 0,05 ml

4.7 NÁSLEDNÁ PÉČE O POROSTY

Do pokusu se použila kapková závlaha. Ta se pouštěla k rostlinám v 15 minutových intervalech, který jsme hlídali. Pokud závlaha nestačila, bylo potřeba ji ještě na pár minut pustit, aby byly rostliny zalité. Později se přidaly hodiny, které hlídaly časový interval.

23.6 2022 bylo aplikováno hnojivo, během pokusu se také pečovalo o chemickou ochranu proti chorobám a škůdcům. Hlavně se musela hlídat plíseň bramborová, která se začala vyskytovat začátkem července a mohla by nám tak zničit celý porost a tím i pokus. 5. 7. 2022 byl proveden chemický zákrok na plíseň bramborovou. Dalšími úkony péče bylo u stonkové odrůdy vyštipování a napomáhání jim pnout se kolem provazové opory.

4.8 HODNOCENÉ PRVKY

Výška – cm

Vijany (květenství) – počet na rostlinu

Květy – počet na rostlinu v intervalu 2x týdně

Plody – počet na rostlinu, počet na rostlinu ve vývojové fázi (vývojová fáze byla od začínající zralosti plodů až po úplnou zralost) v intervalu 2x týdně.

Bodové hodnocení vývojové fáze zralosti plodů

Body	Stav fáze
1	Zelené plody
2	Začínající změna barvy plodů
3	Narůžovělé plody
4	Načervenalé plody
5	Plná zralost plodů (červená)

Vzhled rostliny

Od 11. 7. 2022 se přidaly další hodnocené prvky a tím byly počty zralých plodů na rostlinu.

Na začátku září se pokus s rajčaty úplně ukončil, zakončení bylo odrůdou Start S F1, Šejk byl už ukončený.

Bodové hodnocení poškození rostlin

Body	Stav rostliny
1	Zdravé, svěže zelené rostliny
2	Začínající pokroucené listy, našedivělá barva
3	Šedé zbarvení rostlin, pokroucené listy,
4	Pár uschlých listů, šedé zbarvení rostliny, hodně pokroucené listy
5	Uhynulé

Jako inspiraci na hodnocené prvky, které jsem použila z jiných prací (Fast et.al.2011, Namiky et. al. 2019).

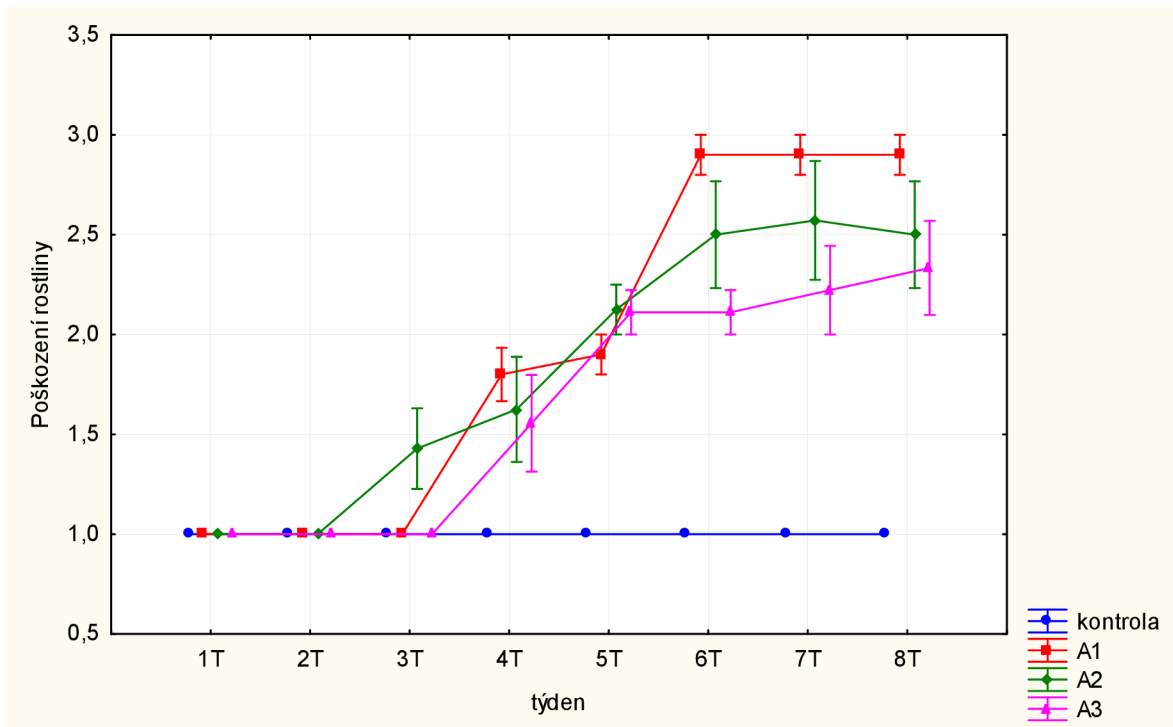
Intervaly vyhodnocování vybraných paramentů u rajčat. Dne 2.6 2022 byla aplikace herbicidů k rostlinám.

TÝDEN	Rozmezí dní od do
1 T	2. 6.- 5. 6 2022
2 T	6. 6.- 12. 6 2022.
3 T	13. 6.- 19. 6. 2022
4 T	20. 6.-26. 6. 2022
5 T	27. 6.- 3. 7. 2022
6 T	4. 7.- 10. 7. 2022
7 T	11. 7.- 17. 7. 2022
8 T	18. 7.- 24. 7. 2022

5 Výsledky

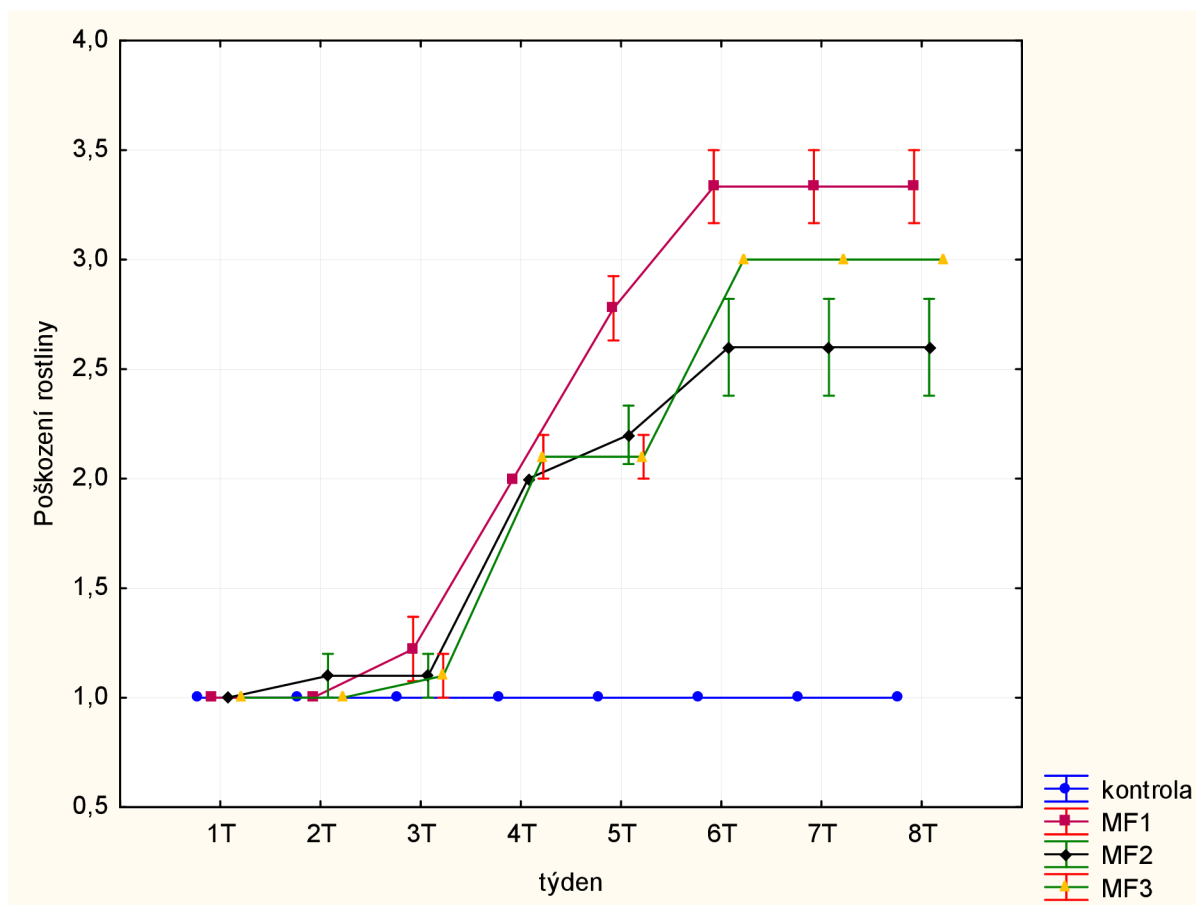
Získané výsledky byly zadány a vyhodnoceny v programu Statistica 12 od firmy Statsoft za využití dvoufaktorové i jednofaktorové analýzy (ANOVA). Program byl využit pro grafy.

5.1 Vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na poškození rostlin



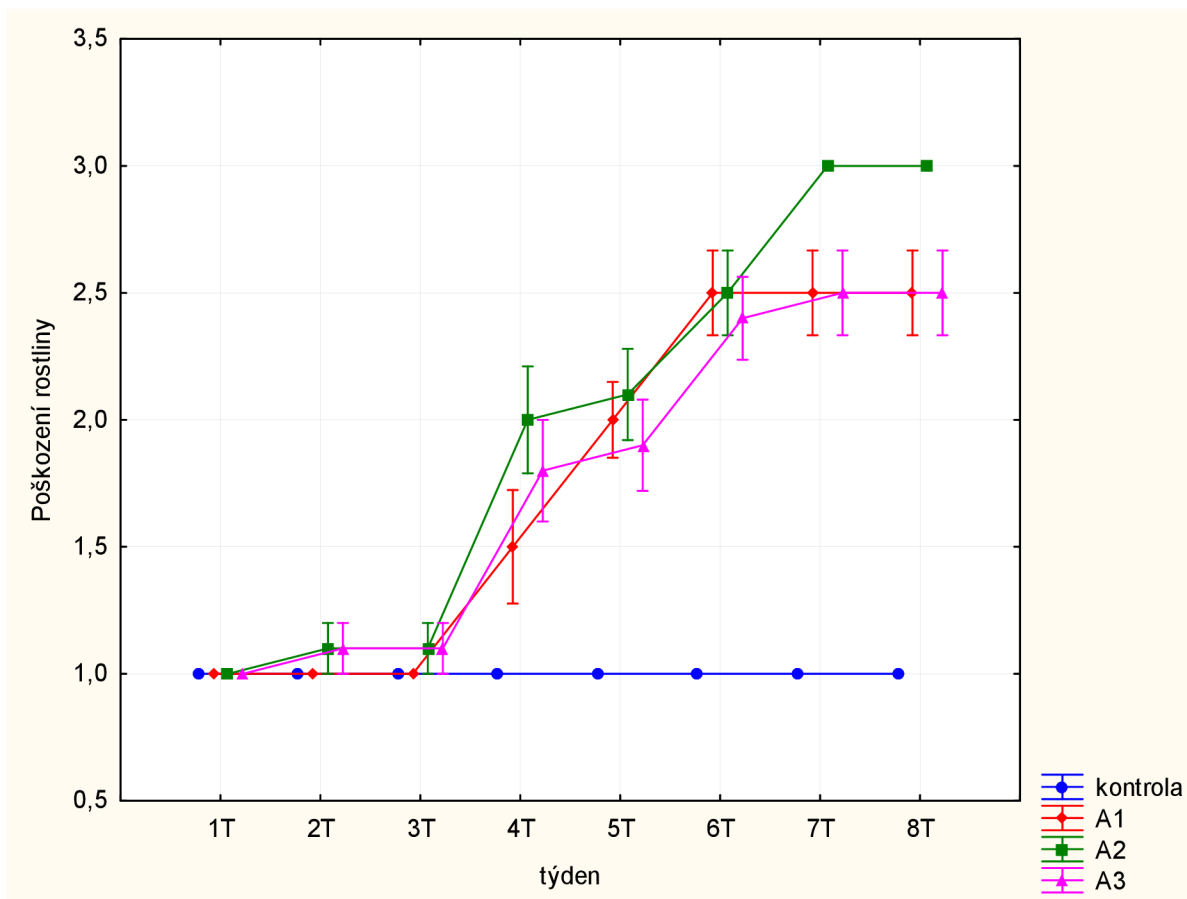
Graf č. 1. Vliv různých koncentrací aminopyralidu na poškození rostlin rajčete odrůdy ST. Poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

- První příznaky poškození byly od 2 týdne u A2, ostatní koncentrace jej následovaly od 3. týdne.
- Mezi 4. a 5. týdnem neexistují statisticky významné rozdíly mezi A1, A2, A3
- Od 6. týdne až do konce jsou statisticky významné rozdíly poškození A1 a A3. A2 měla také statisticky významné rozdíly při porovnání A1 a A3.
- 7. týden nejsou statisticky významné rozdíly mezi A1 a A2, A2 a A3.
- 8. týden se projevíly statistické rozdíly mezi A1 a A2, rozdíly však nenastaly u A2 a A3.
- Citlivou variantou aminopyralidu byla A1.



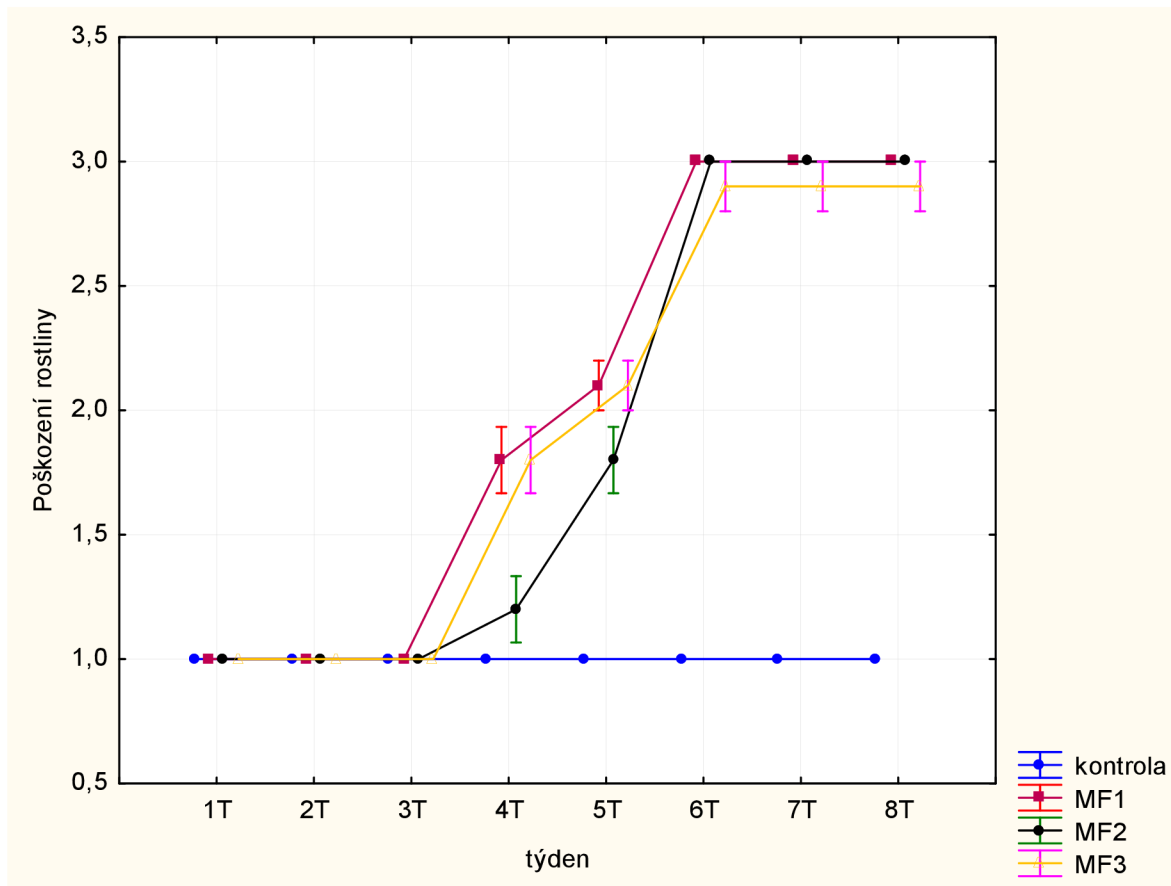
Graf č. 2. Vliv různých koncentrací Mustangu Forte na poškození rostlin rajčete odrůdy ST. Poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

- Poškození rostlin začalo být lehce viditelné 2. - 3. týden.
- Mezi 3. a 4. týdnem nastal vysoký skok v poškození.
- Od 3. týdne má velice viditelně navyšující se poškození MF1.
- V 5. týdnu až do konce nastaly statisticky významné rozdíly v poškození u MF1 oproti MF2 a MF3.
- V 6. týdnu jsou statisticky významné rozdíly poškození mezi MF2 a MF1.
- Největší citlivost se projevila u MF1.
- Porovnáme-li aminopyralid a Mustang Forte na celkové poškození, tak více se projevilo na ST u přípravku Mustang Forte.
- Mustang Forte se také ve dvou případech dostal přes hranici 3 bodů vzhledového poškození a těmi byly MF1 a MF3. Aminopyralid neměl ani jednu hodnotu poškození na úrovni 3 bodů. Jeho nejcitlivější varianta byla pod hranicí 3 bodů. Citlivější byly rostliny na Mustang Forte.



Graf č. 3. Vliv různých koncentrací aminopyralidu na poškození rostlin rajčete odrůdy SJ. Poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

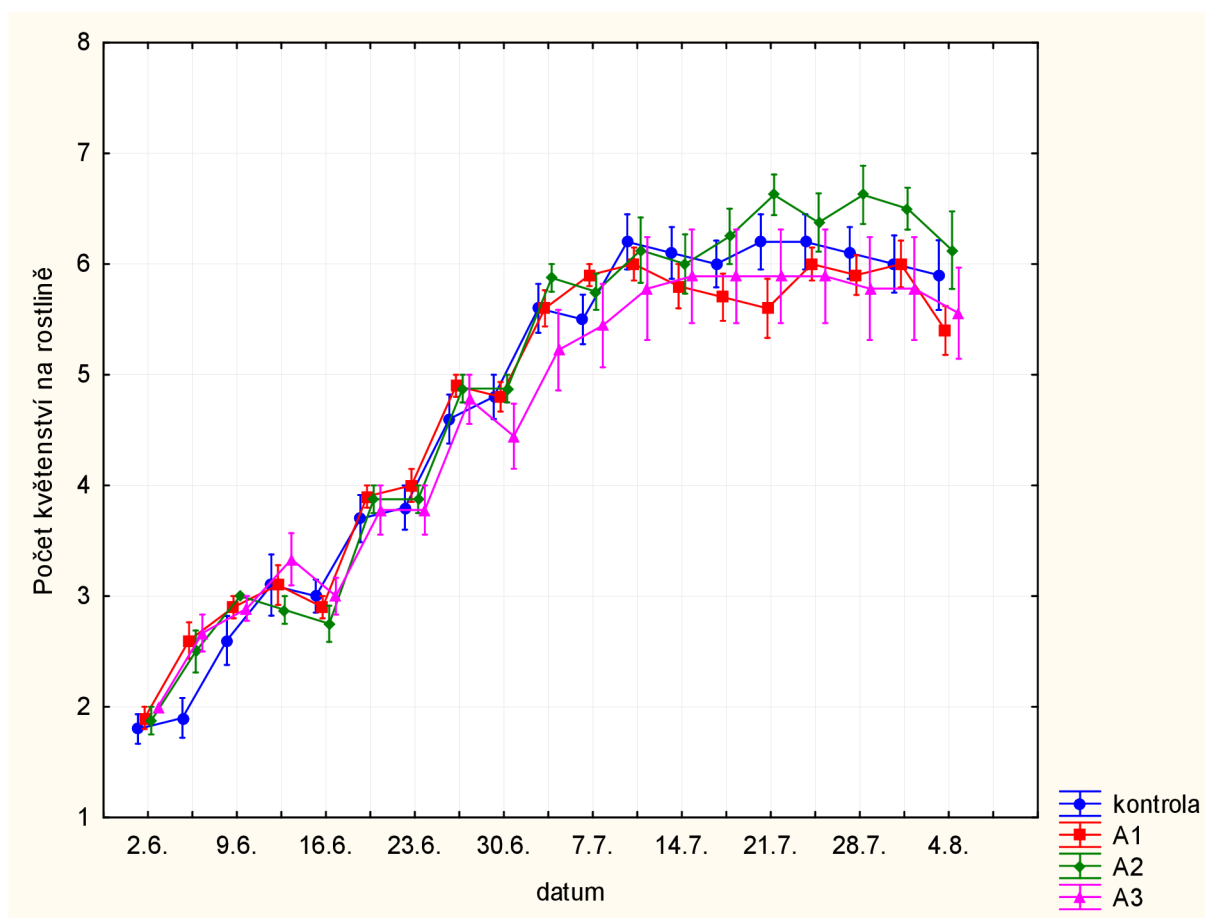
- První příznaky poškození nastalo v menší míře od 2.- 3. týdne po aplikaci.
- 4. týden začaly větší rozdíly v poškození, přesto mezi A2 a A1 nebyly statisticky významné rozdíly, naopak mezi A1 a A3, A2 a A3 se statistické rozdíly v poškození rostlin objevily.
- 5. a 6. týden měl ve všech koncentracích statisticky nevýznamné rozdíly v poškození rostlin.
- 7. a 8. týden zakončil poškození rostlin na hodnotě 3 pro A2 a vznikly tak statisticky významné rozdíly A2 oproti zbylým. A1 a A3 mezi sebou neměly statisticky významné rozdíly a dosáhly hodnoty poškození 2,5 bodu.
- Většího vzestupu v poškození rostlin měla A2, ta se taky stala tou nejcitlivější z koncentrací aminopyralidu.



Graf č. 4. Vliv různých koncentrací Mustangu Forte na poškození rostlin rajčete odrůdy SJ. Poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

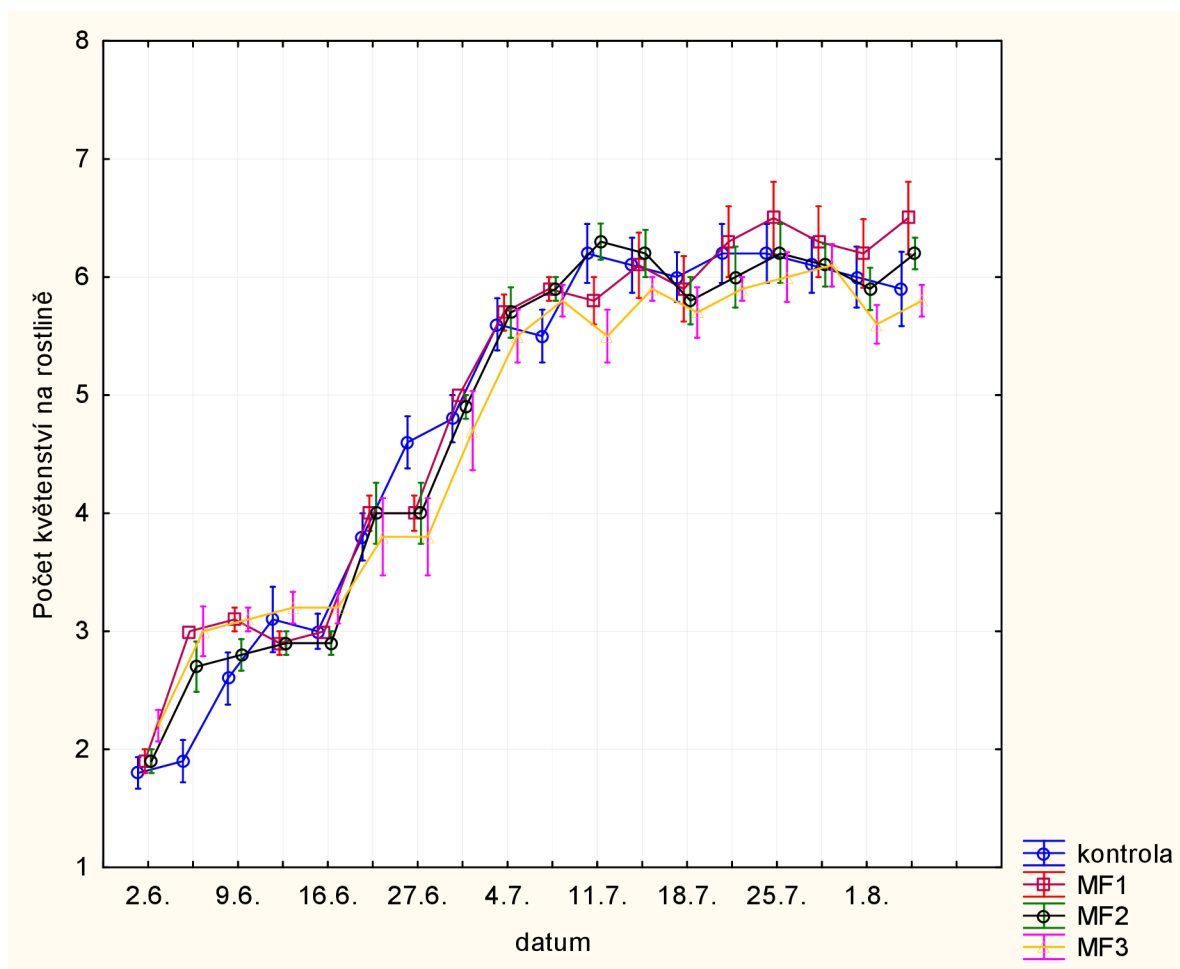
- Do 3. týdne byly všechny koncentrace Mustangu Forte v bodové hodnotě 1.
- Od 4. týdne nastal větší vzestup poškození u varianty MF1 a MF3, varianta MF2 měla vzestup pozvolný ohledně poškození a byly tedy statisticky významné rozdíly v poškození a to platilo i pro 5. týden od aplikace.
- 6. – 8. týden již nebyly žádné rozdíly mezi průměrnými hodnotami u MF1, MF2 i MF3.
- Z grafu je tedy vidět, že méně citlivá byla MF3. Oproti zbylým Mustangovým variantám nedosáhla hodnoty poškození vzhledu 3 bodů.
- I přes různé konstituční vlastnosti bylo poškození více u stonkové odrůdy ST. To platilo pro oba případy aplikovaného herbicidu u této odrůdy, ta měla více viditelné rozdíly než SJ. SJ byl méně náchylný a jeho výsledky neměli žádné statistické rozdíly. Výjimkou u SJ tvořila varianta aminopyralidu 2.
- Nejvíce viditelné poškození bylo u odrůdy Start S F1 varianty Mustangu Forte 1, kdy jako jediná přesáhla hodnotu poškození 3 bodů. Jinak nejvíce poškozené rostliny ostatních odrůd a variant se rovnala 3 bodům poškození.

5.2 Vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na počet květenství



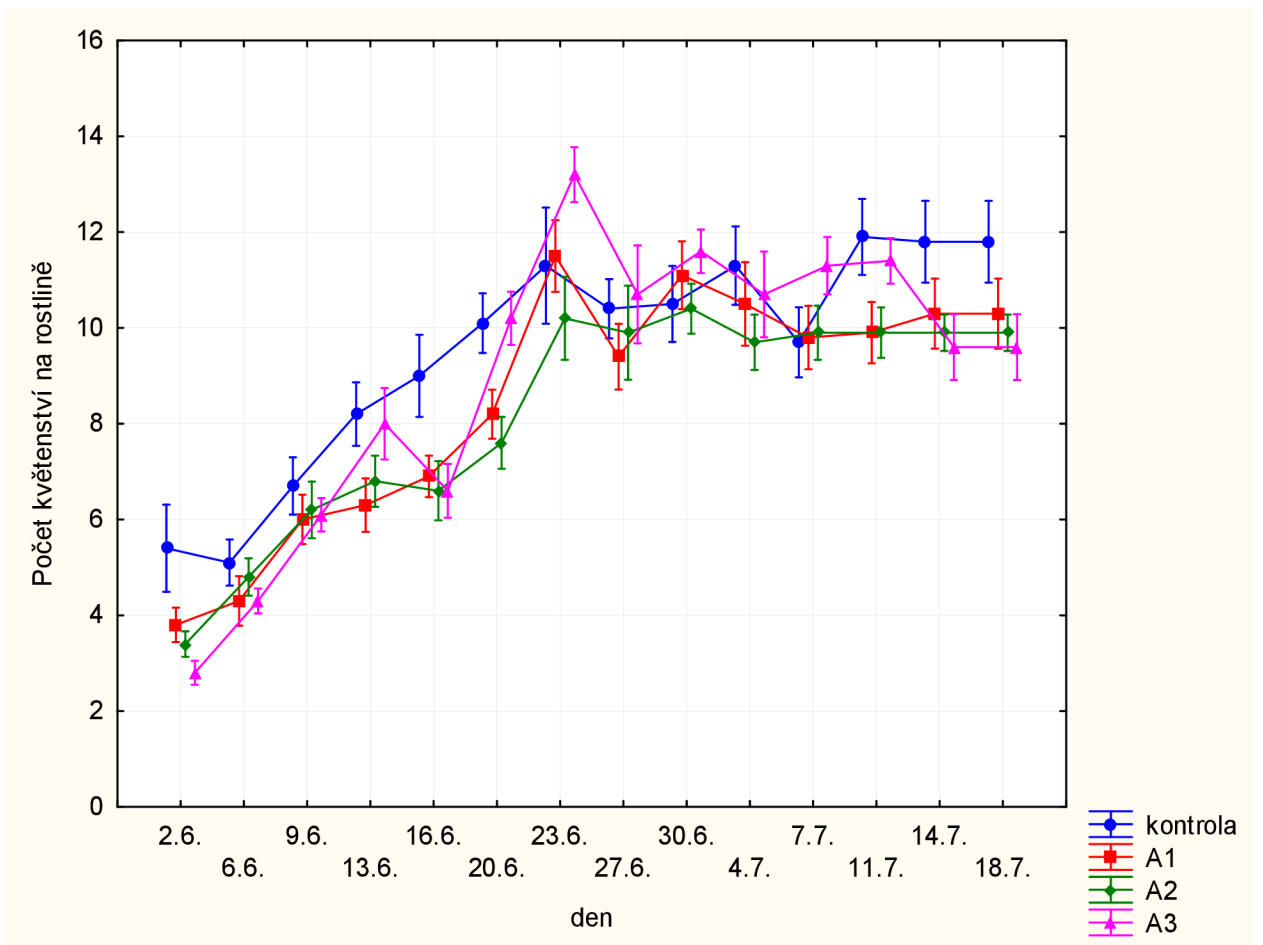
Graf č. 5 Vliv aminopyralidu na průměrný počet květenství u ST.

- Větší rozdíly v počtu květenství se vyskytlo kolem 21. 7. a 28. 7. a to u A1 a A2 kde jsou statisticky významné rozdíly v průměrném počtu.
- Dalším malým rozdílem byl dne 21. 7. kdy se průměrný počet květenství statisticky lišil u A1 a kontroly.
- 4. 8. lze vidět statisticky významné rozdíly mezi A1 a A2.
- A3 se však dostala počtem květenství od 30.6 pod průměrný počet květenství kontroly.
- Nejvyšší průměrný počet květenství na rostlině se dostal až na hodnotu 6 ks po polovině července až do srpna. Ojedinelé případ byly u A1 a A3, kdy se v srpnu dostaly na průměrnou hodnotu 5,5 ks květenství na rostlinu



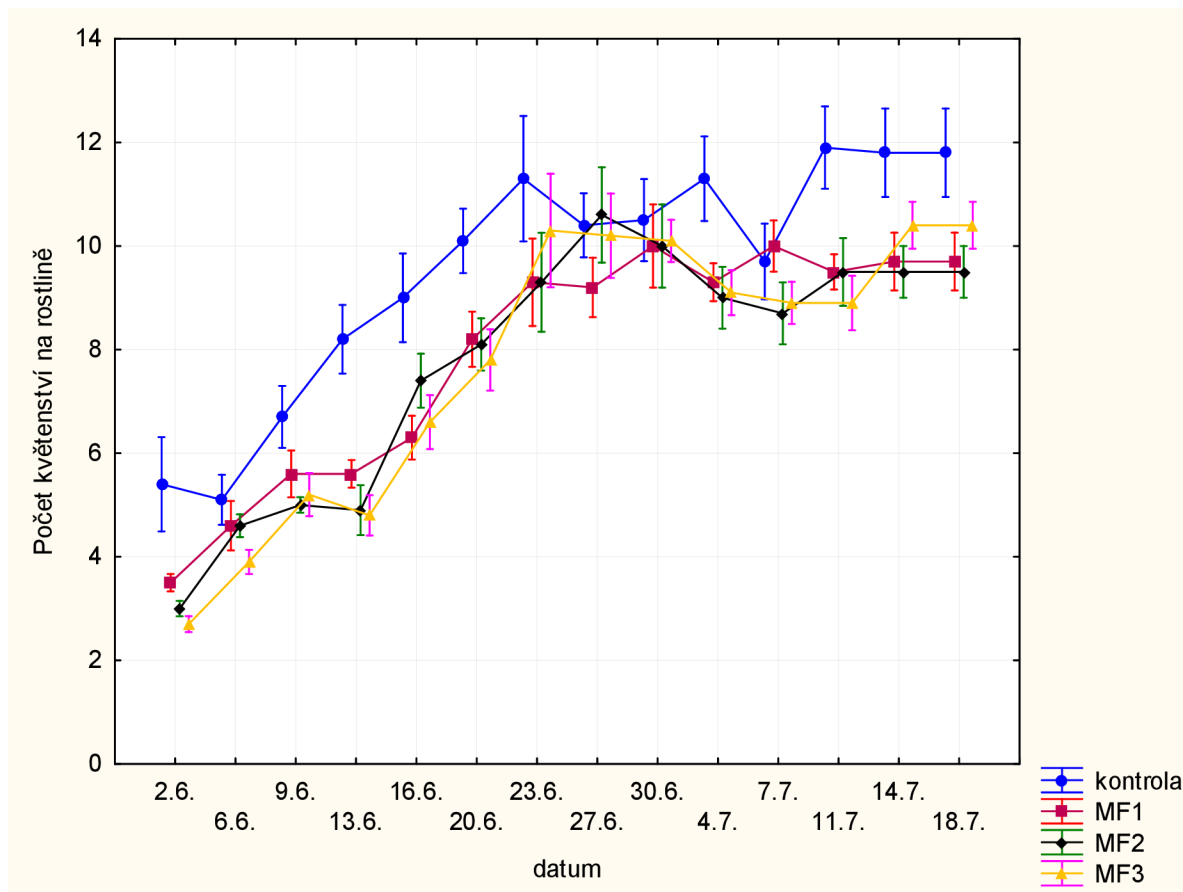
Graf č. 6 Vliv Mustangu Forte na průměrný počet květenství u ST

- První statisticky významné rozdíly v počtu květenství nastalo již na začátku pokusu, což bylo 2. 6., kdy kontrolní koncentraci přeskočily všechny 3 koncentrace MF, a tento stav počtu trval do 9. 6.
- Dne 9. 6. lze vidět statisticky významné rozdíly v počtu květenství mezi kontrolou a MF1 a také mezi kontrolou a koncentrací 3.
- Dále větší statistický rozdíl nastal 27. 6., kdy kontrola převýšila počet květenství zbylých Mustangových variant.
- 11. 7. byly statisticky významné rozdíly mezi kontrolou a MF3, dále mezi MF2 a MF3
- 1. 8. byl jediný statisticky významný rozdíl mezi MF 3 a MF1.
- Nakonec pokusu nastaly rozdíly v počtu květenství mezi MF1 a MF2, a také mezi MF2 a MF3.
- Rozdíly mezi aminopyralidem a Mustangem Forte se moc nevyskytovaly. Větší rozpětí rozdílů nastalo u aminopyralidu.
- Mustang Forte ve 2 koncentracích překročil průměrný počet 6 ks. Zbylé koncentrace jsou pod průměrem 6ti ks. U aminopyralidu se přes průměr 6 ks dostaly koncentrace 2 a kontrola.



Graf č. 7 vliv aminopyralidu na průměrný počet květenství u SJ

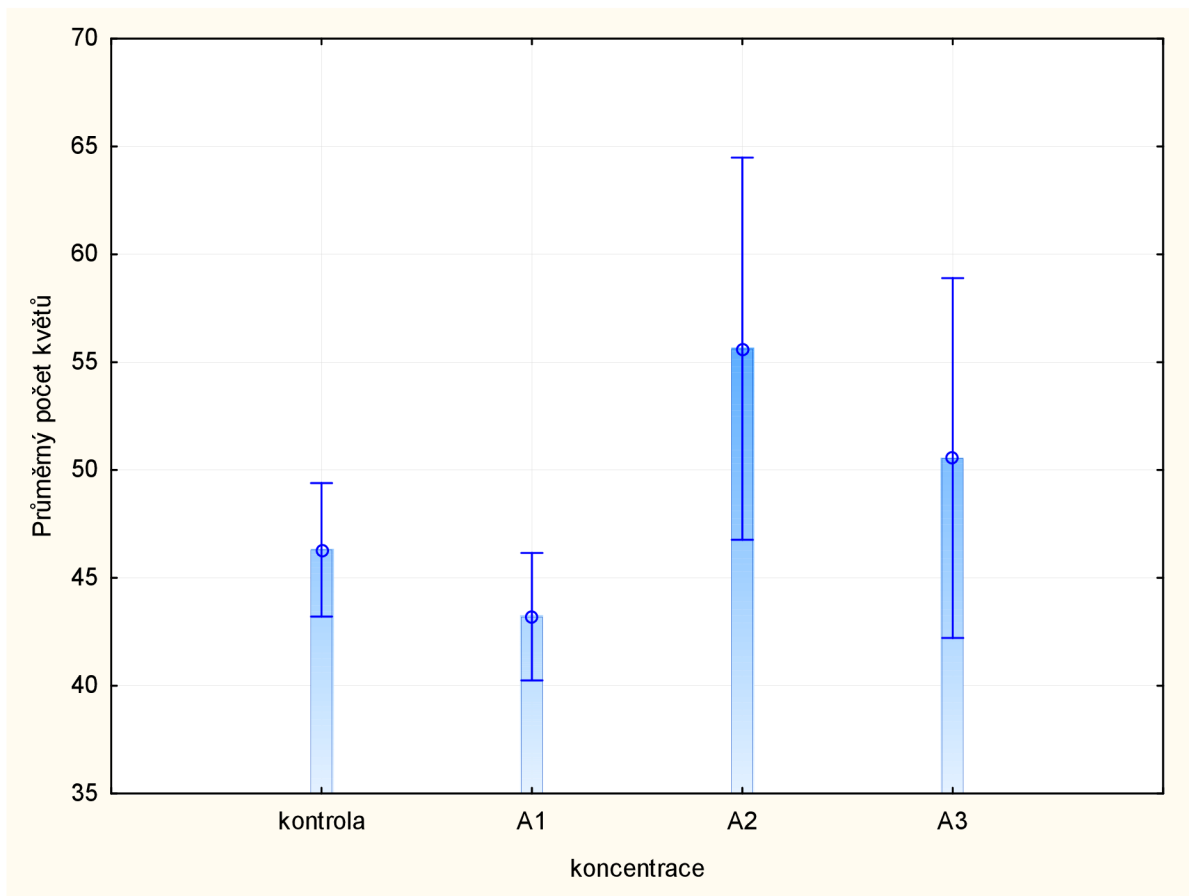
- Od začátku pokusu je zjevné, že kontrolní varianta měla do 23.6 nejvyšší počet květenství oproti koncentracím aminopyralidu a pak od 11. 7. tento počet opět překonala.
- 2. 6. nastaly statisticky významné rozdíly mezi kontrolou a koncentracemi 1,2 a 3. Tento stejný rozdíl dosáhla kontrola 16.6.
- Od 11. 7. kontrola vedla počtem květenství a objevily se tu statisticky významné rozdíly mezi kontrolou a koncentrací 1 i 2.
- 14. 7. a 18. 7. se objevily statistické rozdíly mezi kontrolou a koncentracemi 2 a 3.
- Průměrný počet květenství na rostlinu byl v těch nejvyšších hodnotách kolem 11 ks.
- Zajímavý vzestup průměrného počtu se prokázala u koncentrace 3 a to od 16.6 až po 23. 6. a jako jediná dokázala překonat průměrnou hranici 13 ks. Ale po tomto datu již klesl počet na průměrnou hodnotu 11 ks.



Graf č. 8 Vliv Mustangu Forte na průměrný počet květenství u SJ

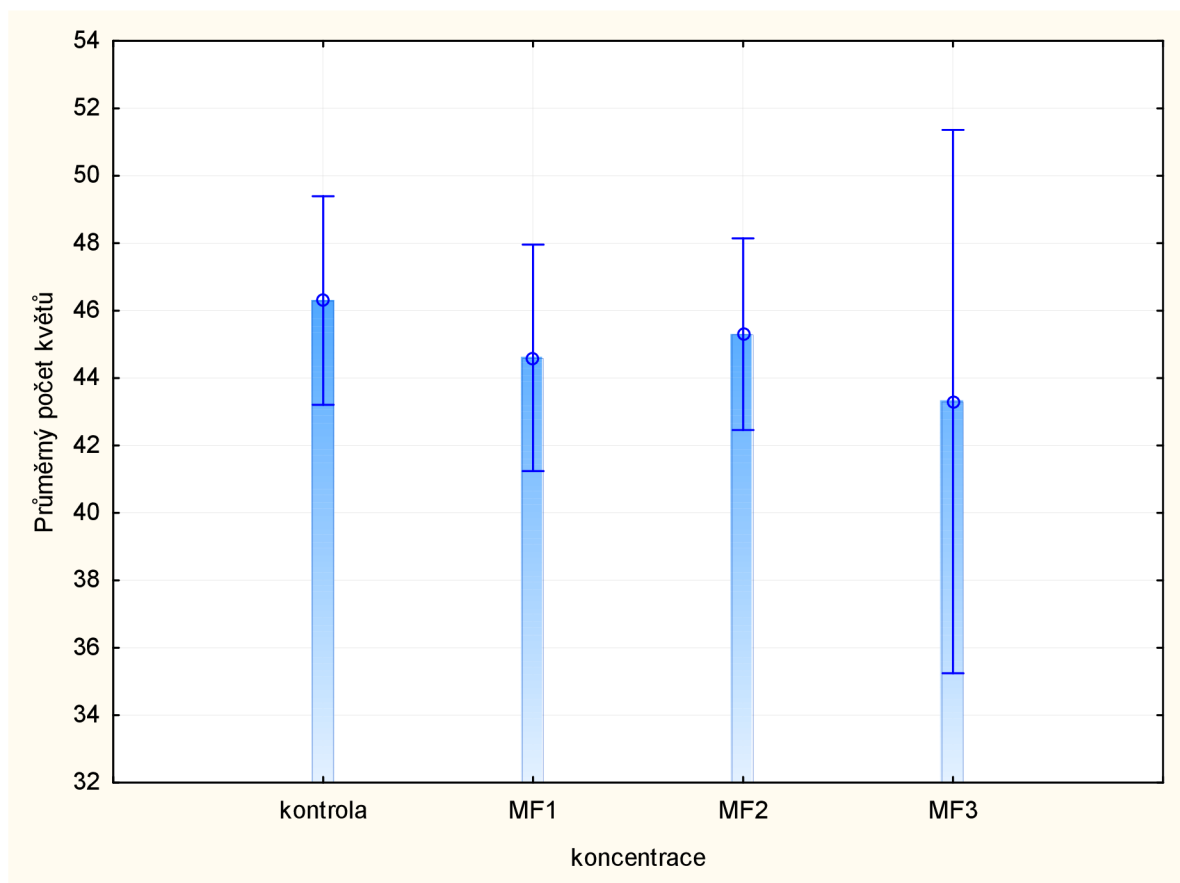
- Kontrola měla zde větší průměrný počet květenství na rostlinu, než mají koncentrace Mustangu.
- Zásadní statistické rozdíly nastaly mezi kontrolou a MF1, MF2 i MF3 v období 2. 6., 13. 6. - 20. 6. a pak od 11. 7. do 18. 7.
- Mezi MF1, MF2 i MF3 nebyly statisticky významné rozdíly. Výjimkou je datum 7.7, kdy MF 1 měla statisticky významné rozdíly v počtu květenství.
- Nejvyšší průměr květenství se dostal na hranici 12 ks na rostlinu. U koncentrací Mustangu byl průměr jen 10 ks květenství na rostlině.
- Zde nastala viditelná redukce počtu květenství s rozdílem 2 ks ve prospěch kontroly.
- Nepatrně větší redukce dosáhl Mustang Forte oproti aminopyralidu u Šejku.
- Více se však projevil rozdíl mezi odrůdami a to u keříčkového Šejku, kdy vliv byl u aminopyralidu i Mustangu a došlo tak na redukci květenství.

5.3 Vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na počet květů



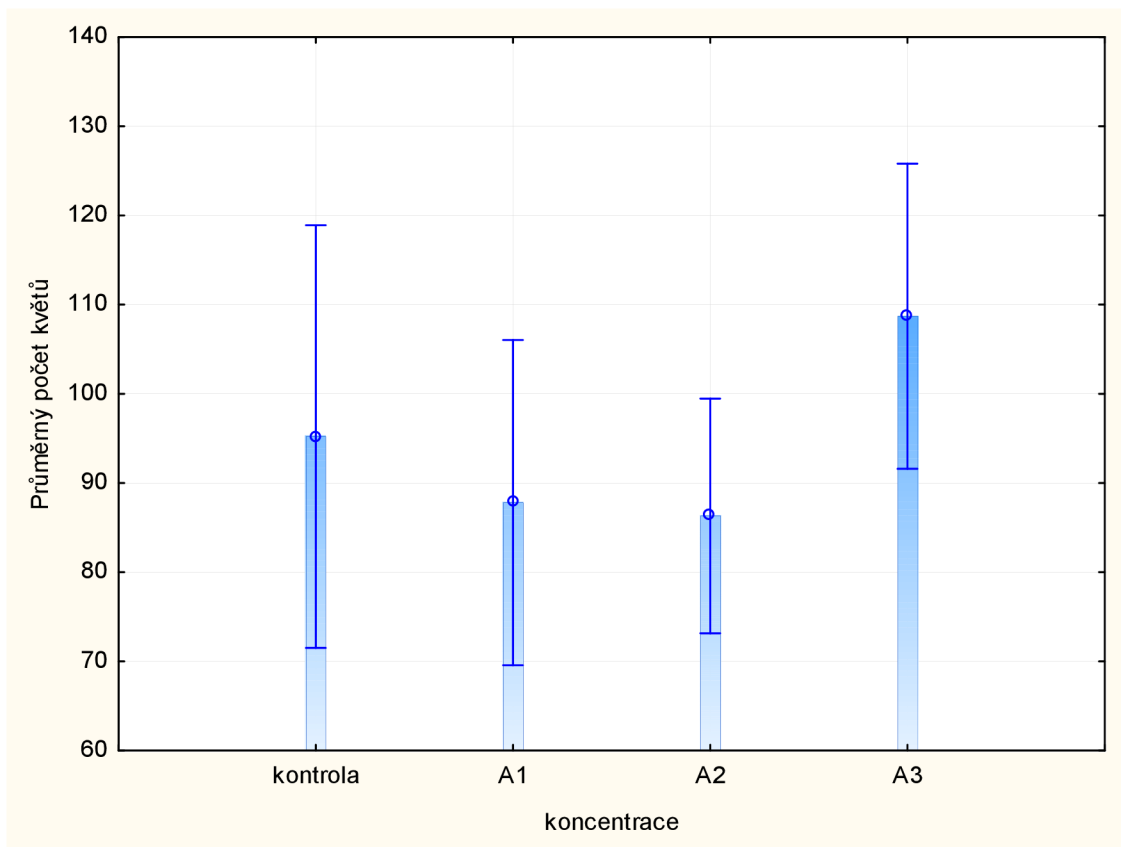
Graf č. 9 znáčí vliv aminopyralidu na počet květů v průměru na rostlinu u ST

- Průměrný počet květů u kontroly byl na hodnotě 46 ks na rostlinu.
- A1 se dostal pod hodnotu průměru 45 ks na rostlinu.
- A2 a A3 naopak převyšovaly kontrolní koncentraci v průměrném počtu květů na rostlinu.
- Jediný statisticky významný rozdíl se našel mezi A1 a A2. U zbylých koncentrací se nevyskytly statisticky významné rozdíly v průměrném počtu květů.
- Největšího průměrného počtu květů na rostlinu dosáhla A2 s hodnotou 55 ks.



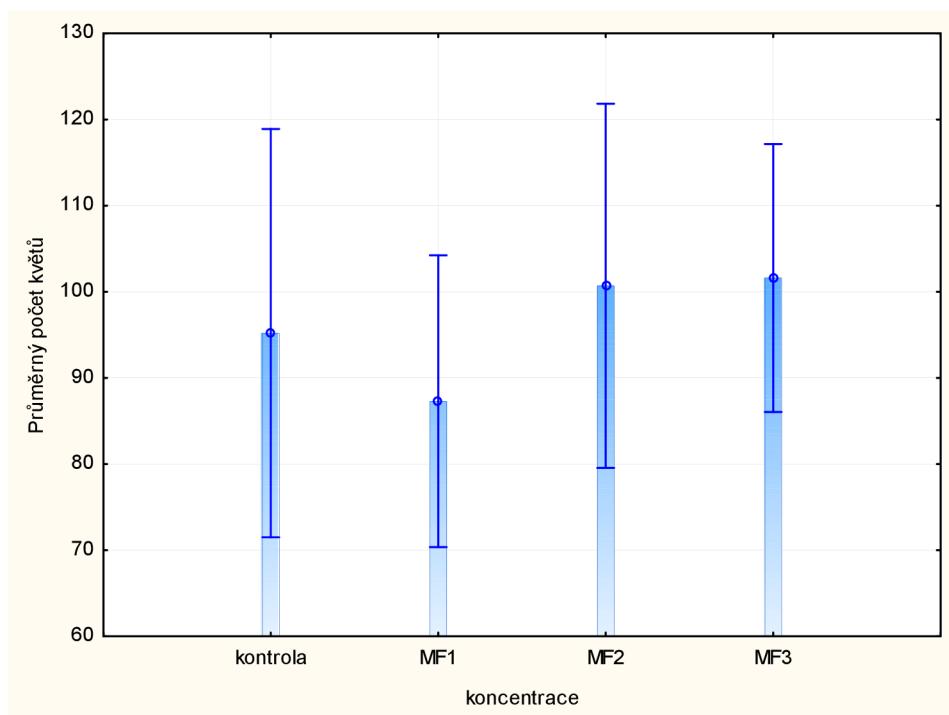
Graf č. 10 značí vliv Mustangu Forte na počet květů v průměru na rostlinu u ST

- Nejvyšší průměrného hodnoty dosáhla kontrola se 46 ks.
- Mustangové koncentrace měly nepatrnou redukci průměrného počtu květů, nejvíce byla vidět u MF3 s průměrnou hodnotou 43 ks.
- Mezi koncentracemi nejsou statisticky významné rozdíly
- Větší projevy herbicidního ošetření u Start S F1 byl u aminopyralidu, v hodnocení vyšel lépe s vyšším průměrným počtem květů na rostlinu.
- Mustang forte měl více podobné výsledky u koncentrací mezi sebou.
- Pro oba případy však vyšly koncentrace ve stejném pořadí a to u koncentrace 2.
- Větší vliv měl však u Startu S F1 aminopyralid.



Graf č. 11 značí vliv aminopyralidu na počet květů v průměru na rostlinu u SJ

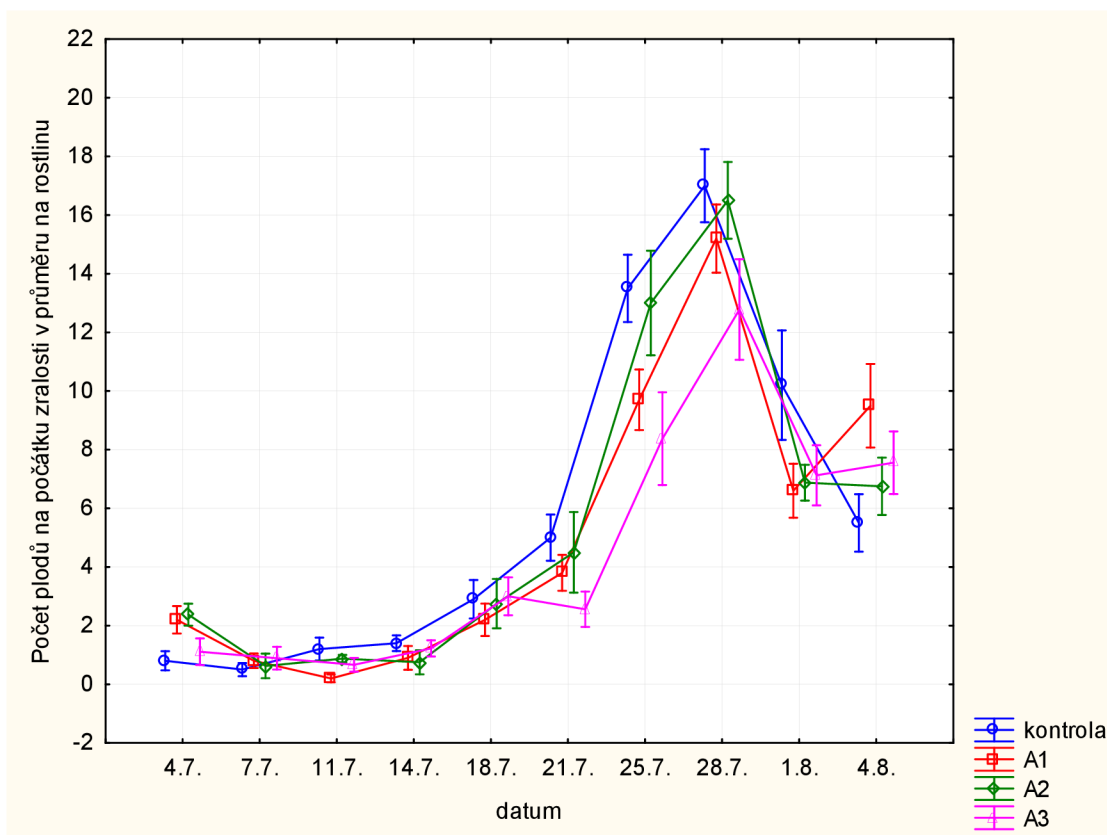
- Kontrola měla v průměru 95 ks květů na rostlinu.
- A3 jako jediná překonala hranici 100 ks květů v průměru na rostlině. A jako jediná překonala svým průměrným počtem i kontrolu.
- Mezi jednotlivými koncentracemi nenastaly statisticky významné rozdíly v průměrném počtu květů.
- Podobné výsledky měly A1 a A2, ani jedna nedosáhla na hranici 90 ks květů. U těchto variant se objevila redukce průměrného počtu květů oproti kontrole.



Graf č. 12 značí vliv Mustangu Forte na počet květů v průměru na rostlinu u SJ

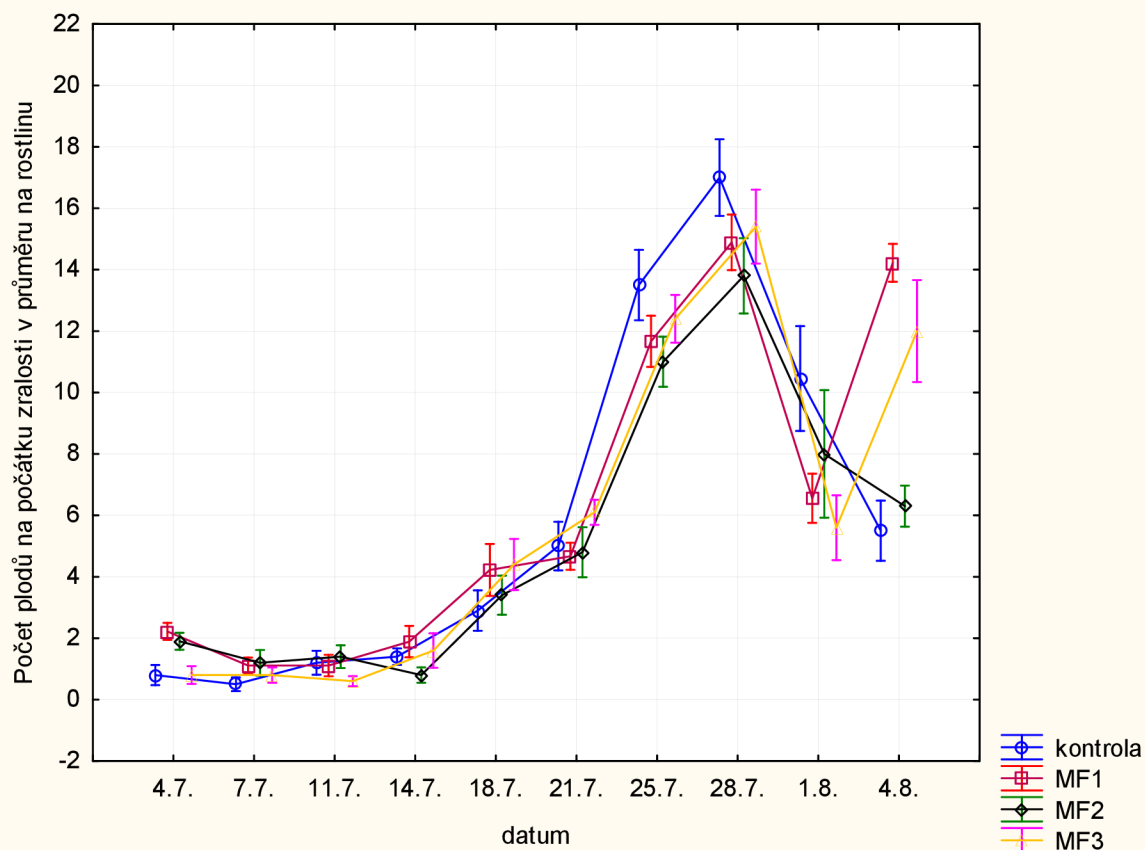
- U kontroly bylo v průměru 95 ks květů na rostlinu.
- Pod hranici 90 ks se dostala jen koncentrace 1.
- MF2 a MF3 přesáhly průměrnou hranici 100 ks květů na rostlinu a zároveň překonaly i kontrolu.
- Mezi jednotlivými koncentracemi neexistují statisticky významné rozdíly v počtu květů na rostlinu.
- Nejslabší koncentrace měla menší počet květů než kontrola a MF2 a MF3, kde lze vidět vzestupný počet.
- Pro oba herbicidy vyšla s největším vlivem na květy koncentrace 3.
- Rozdíl v působení přípravků se našel u koncentrace 2, kdy jedna byla horší než kontrola a druhá naopak převyšovala kontrolu.
- Větší redukci květů měl Mustang Forte u stonkové odrůdy Start S F1.

5.4 Vliv aminopyralidu a přípravku Mustangu Forte na počet plodů na počátku zralosti



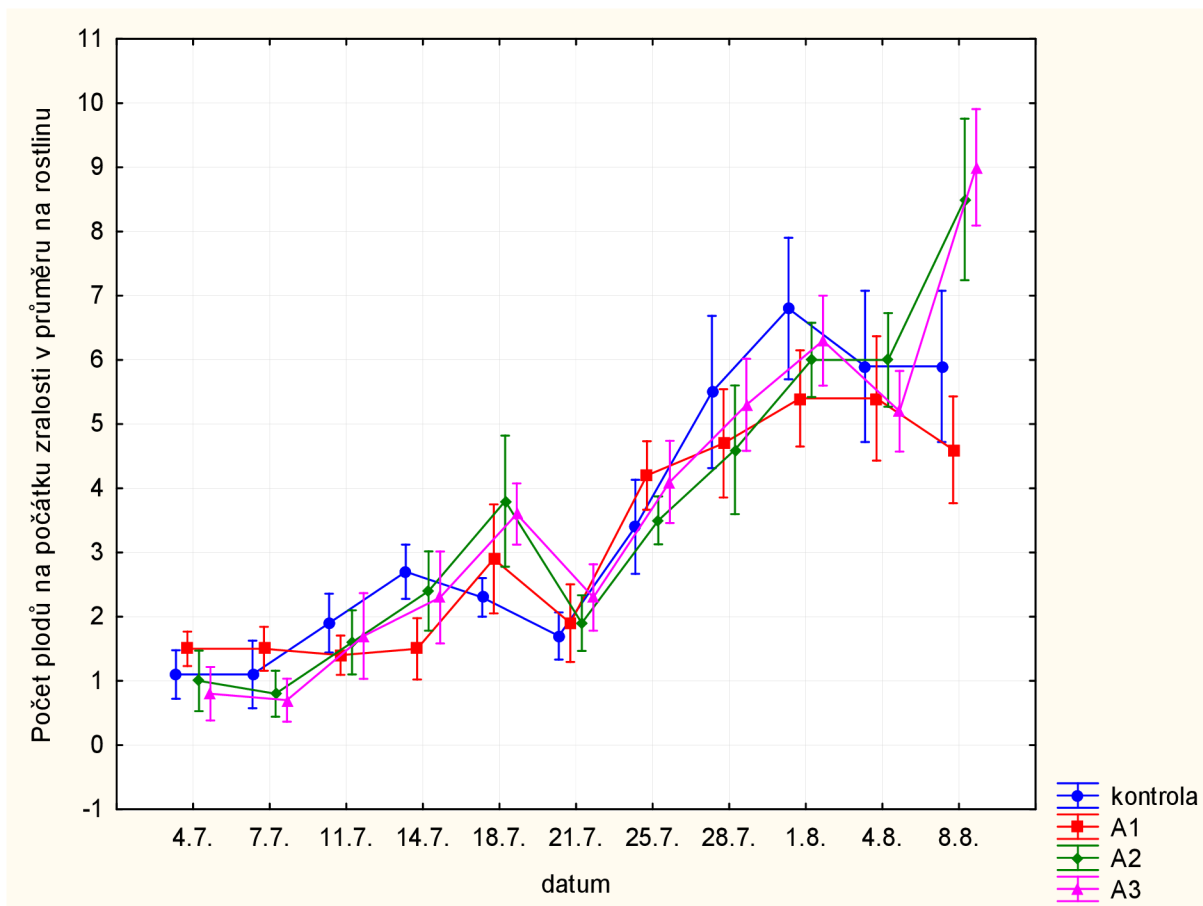
Graf č. 13 značí vliv aminopyralidu na průměrný počet plodů na počátku zralosti u odrůdy ST

- První zralost plodů nastala kolem 4. 7. 2022, více zralých plodů se objevovalo u aminopyralidových koncentrací.
- Výraznější rozdíly mezi kontrolou a A3, ty se nacházely od 21. 7. až po 4. 8. U těchto koncentrací nastal významný statistický rozdíl počáteční zralosti plodů.
- Další statisticky významné rozdíly se našly mezi kontrolou a A1 v období od 25.7 do 4.8.
- Počátek zralosti nepatrně vedla kontrola oproti ostatním aminopyralidovým koncentracím vyjma datumu 4. 8.
- Podobný průběh zralosti si držela kontrola a A2.
- Nejhorše mezi aminopyralidovými koncentracemi si vedla A3 v období od 21. 7. do 1. 8.
- Největší průměrný počet plodů v počátku zralosti dosáhla kontrola 28. 7. 2022 s počtem 17 ks.



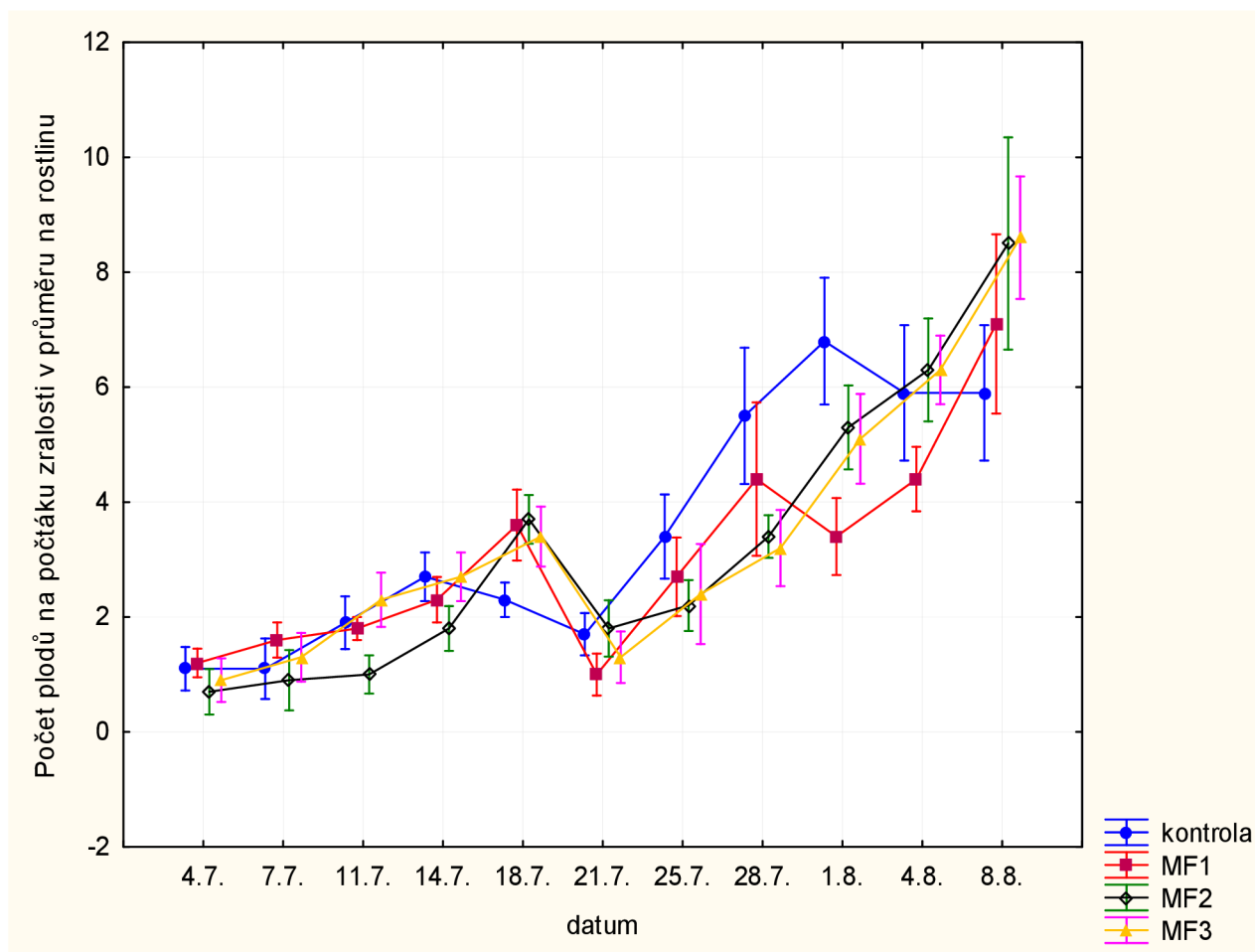
Graf č. 14 značí vliv Mustangu Forte na průměrný počet plodů na počátku zralosti u odrůdy ST

- Větší rozdíly počáteční zralosti bylo možné sledovat od 25. 7. 2022 hlavně mezi kontrolou a MF2.
- Další statistické rozdíly přišly od 1. 8. 2022 mezi kontrolou a koncentracemi 1 a 3. Dne 4. 8. 2022 došlo na otočení pozic MF1, MF3 a kontroly a přesto zůstaly statistické rozdíly v počáteční zralosti.
- Největší rozdíl v kusech nastal 4. 8. 2022 mezi kontrolou, MF2 a MF1, kde rozdíl činil v průměru 8 ks.
- Mezi koncentracemi Mustangu Forte neexistovaly statisticky významné rozdíly, výjimku tvořil datum 4. 8. 2022. V tento datum nastaly statisticky významné rozdíly hlavně mezi MF2 a MF1, MF3.
- Největší průměrný počet plodů v počáteční zralosti dosáhla kontrola a to průměrnou hodnotou 17 kusů na rostlině.
- Větších rozdílů v počátku zralosti se projeví u aminopyralidu.



Graf č. 15 značí vliv aminopyralidu na průměrný počet plodů na počátku zralosti u odrůdy SJ

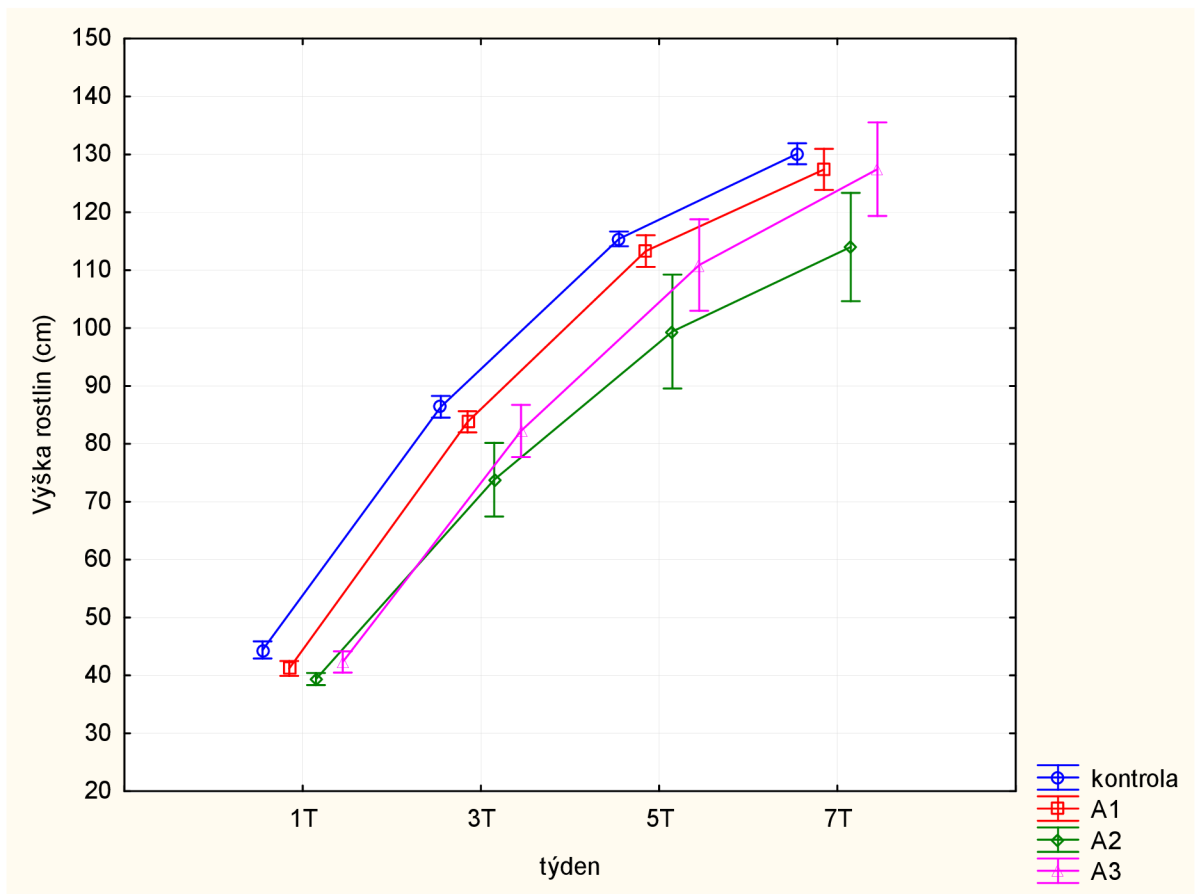
- Výraznější statistické rozdíly v počáteční zralosti byly v období 14. 7. 2022 mezi A1 a kontrolou. 18. 7. 2022 nastaly mezi A2,A3 a kontrolou. Poslední rozdíly nastaly až 8. 8. a to bylo mezi A2, A3 a kontrolou a také A1.
- Jinak průběh počáteční zralosti neměl statisticky významné rozdíly a to jak mezi koncentracemi aminopyralidu mezi sebou tak mezi koncentracemi amiopyralidu a kontrolou.
- Největšího počtu plodů na počátku zralosti dosáhl A3 a A2 s průměrnou hodnotou 8,5 plodu na rostlinu, rozdíl oproti kontrole činil 2,5 plodu ve prospěch aminopyralidových koncentrací.



Graf č. 16 značí vliv Mustangu Forte na průměrný počet plodů na počátku zralosti u odrůdy SJ

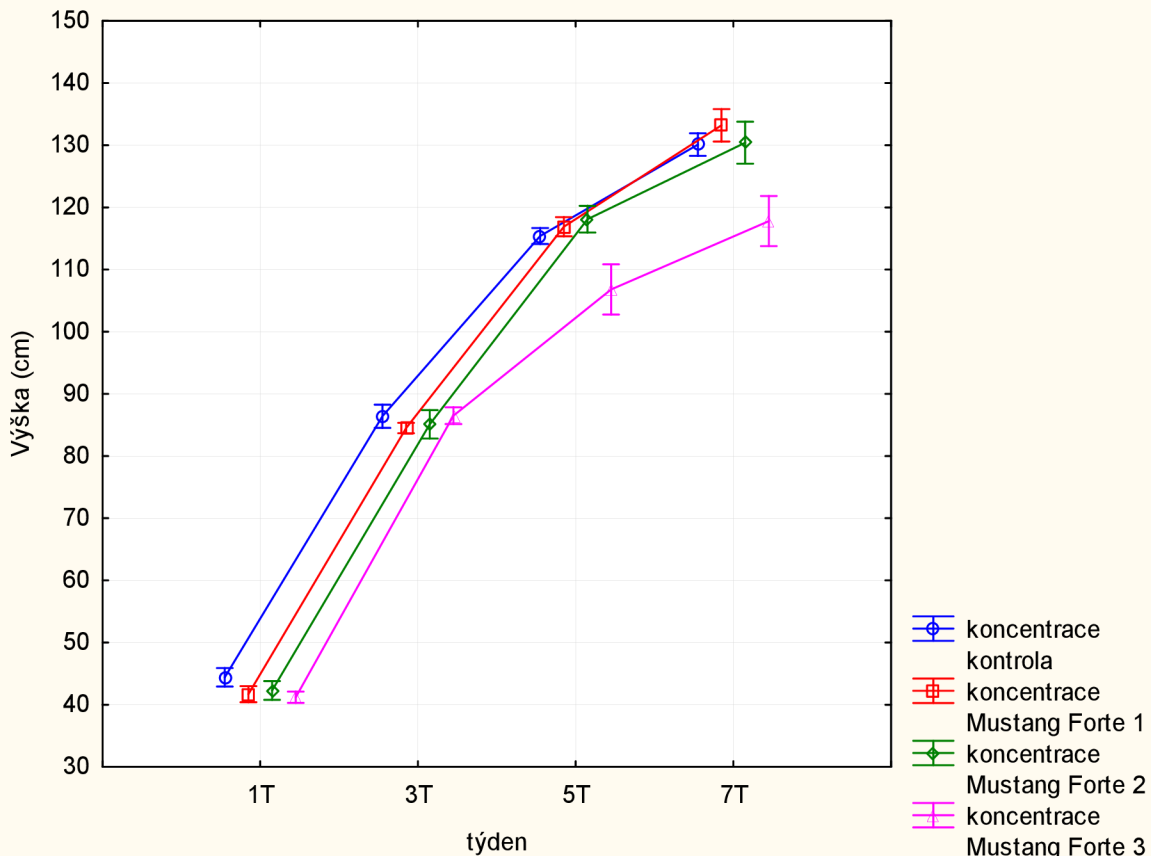
- První statistické rozdíly nastaly již 11. 7. 2022 mezi MF2 a zbylými koncentracemi.
- Většina statistických rozdílů probíhala mezi MF2 a kontrolou v období 14. 7., 18. 7. a 28. 7. 2022.
- Nejvyšší hodnoty průměrné počáteční zralosti se projevila 8. 8. 2022 u MF2 a MF3 s hodnotou přes 8 ks na rostlinu.
- Větších výkyvů u Mustangu Forte se projevila u MF1.
- Od 21. 7. 2022 začaly MF2 a MF3 mít už jen stoupající tendenci počáteční zralosti v počtu kusů.
- Největší výkyv se ukázal dne 1. 8. 2022 u MF1 a kontroly, kde průměrný rozdíl činil přibližně 2,5 kusu na rostlinu.
- Lépe tak vyšel aminopyralid protože neměl až takové výkyvy jako se projevily u Mustangu Forte. Výjimku tvoří samotný závěr zde dne 8. 8. 2022, kde jsou výkyvy větší u aminopyralidu.
- Větší rozdíly se vyskytly u ST, kde byl aplikován aminopyralid. Tomu podobné však byly výsledky u odrůdy Šejk a herbicidu Mustang Forte.

5.5 Vliv aminopyralidu a Mustangu Forte na výšku rostlin



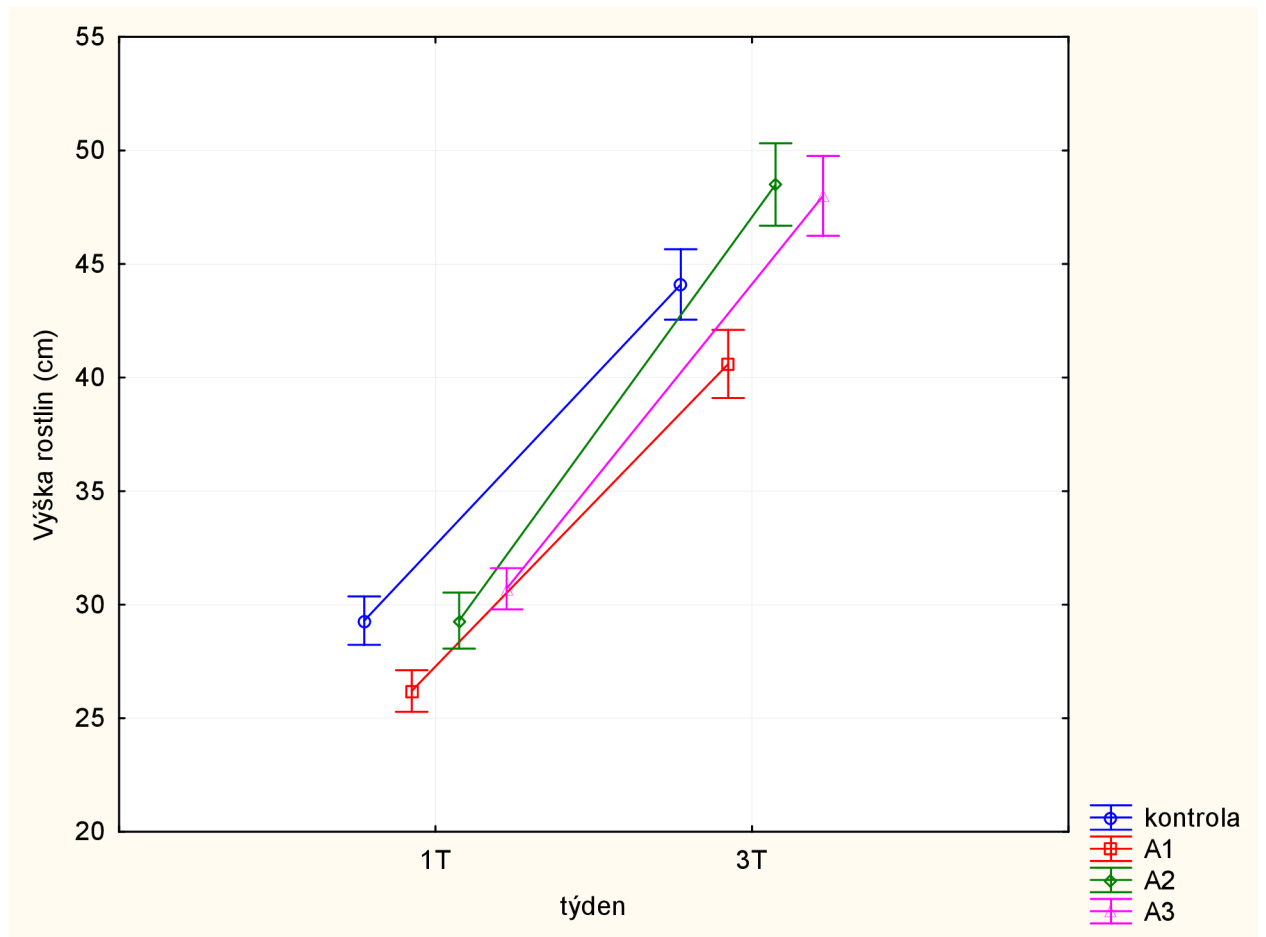
Graf č. 17 Ukazuje, vliv aminopyralidu na výšku rostlin u ST. Výška byla hodnocena v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

- Již od samotného začátku byly vidět statistické rozdíly mezi kontrolou a A2 ve výšce rostlin
- Dále A2 se statisticky lišila i od A1
- A3 jako jediná neměla statistické rozdíly oproti ostatním koncentracím.
- Nejcitlivěji se projevila A2.



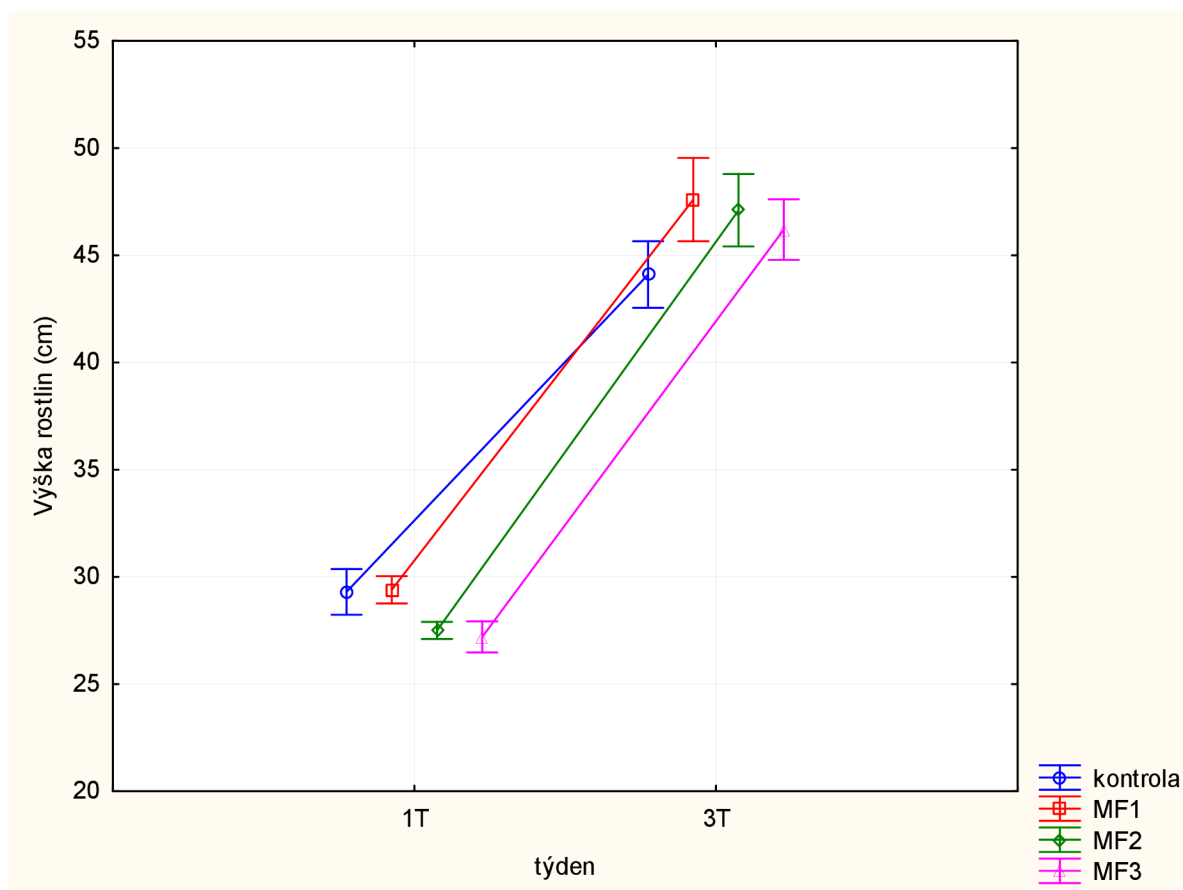
Graf č. 18 Ukazuje, vliv Mustangu Forte na výšku rostlin u ST. Poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

- Odrůda Šejk měla na začátku 1. týdne rozdíl jen mezi kontrolou a MF3.
- Třetí týden se výšky srovnaly, ale od 5. týdne se razantně statisticky lišily MF3 od ostatních a pokračovaly tyto statistické rozdíly až do konce.
- Mezi MF1, MF2 a kontrolou nebyly vidět statistické rozdíly.
- Nejcitlivěji se projevila varianta MF3
- Porovnáním herbicidů na odrůdě Start S F1, se citlivěji projevuje aminopyralid než Mustang Forte
- Dále aminopyralid měl nejcitlivější koncentraci 2 a u Mustangu Forte se projevila koncentrace 3



Graf č. 19 Ukazuje vliv aminopyralidu na výšku rostlin u odrůdy SJ, poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

- A1 projevila statisticky významné rozdíly oproti zbylým koncentracím ve výšce.
- Kontrola projevila statisticky významné rozdíly 3 týden se zbylými koncentracemi ve výšce.
- Naopak A2 a A3 neprojevily statisticky významné rozdíly výšky mezi sebou.
- Nejcitlivější koncentrace u SJ byl A1



Graf č. 20 Ukazuje, vliv Mustangu Forte na výšku rostlin u SJ, poškození je v rámci týdnů od první aplikace herbicidů.

- První týden se výška MF2 a MF3 statisticky lišila oproti MF1 a kontrole
- Třetí týden se nenaskytly mezi MF1, MF2, MF3 a kontrolou statisticky významné rozdíly
- Třetí týden kontrola nepřesáhla průměrnou výšku 45 cm a tím se taky liší od ostatních koncentrací, které přesáhly průměrnou výšku 45 cm
- Citlivější koncentrace byly nepatrně MF2 a MF3.
- Rozdíly mezi herbicidy aminopyralidu a Mustangu forte se více projeví jako viditelné a to u aminopyralidu u odrůdy Šejk.
- Mustang Forte měl o trochu větší výkyvy mezi 1 a 3 týdnem u odrůdy Šejk.
- Ve výsledku citlivější byla odrůda Start S F1 ve výšce, a větší rozdíly byly projeveny u přípravku Mustang Forte.

6 Diskuze

Fast et. al. (2011) zkoumali různé parametry vlivu aminopyralidu na rostliny rajčete. Z jejich výzkumu vyplývá, že aminopyralid způsobil snížení výšky o 30-40% a to od nejnižší koncentrace po nejvyšší. O těchto podobných výsledcích informoval i Seefeld et. al. (2013).

Výsledky pokusů v rámci diplomové práce dosáhly snížení výšky, nejvíce se projevíly u odrůdy ST. Snížení výšky nastalo u všech rostlin, hlavně ve variantě A3 došlo k poklesu výšky rostlin na 54 % v porovnání s kontrolní variantou. Zbylé koncentrace aminopyralidu měly poškození přibližně 12% u stonkové odrůdy ST. Výška u odrůdy SJ nepřesáhla 10% poškození. U Mustangu Forte došlo na nejvyšší poškození u MF3 s hodnotou do 10 % u ST. Pro keříčkový SJ dosáhly rostliny hodnoty poškození výšky nanejvýš do 9 %. Zangouejad et al. (2019) zkoušel auxinové herbicidy z řady 2,4-D a výsledkem bylo, že snížily výšku rostlin způsobené 2 důvody a těmi byly chlorozy a nekrozy viditelné již po několika dnech po aplikaci. Později rostlina nefotosyntetizovala a přestala růst. Druhý důvod snížené výšky bývají způsobené epinastiemi, ohýbáním ale i kroucením stonků. Santos et. al (2013) prokázali vliv herbicidů i picloramu při pěstování rajčat. Zde postačila dávka 18 g/ha aby poškodila výšku rostlin a snížila ji o 50%. Aminopyralid i Mustang Forte vykázaly menší poškození než u pokusu provedeném na Floridě. Dalším hodnoceným prvkem se stalo celkové poškození rostlin. Fast et al. (2011) vyjádřili poškození rostlin procenty a jejich výsledky dosáhly alarmujících výsledků, které byly z 89%. Z mnou získaných výsledků vyšlo nejvyšší poškození u odrůdy ST u Mustangu Forte, zbylé výsledky vykazovaly, že by obě odrůdy měly max. poškození do 50% (z průměrného bodového hodnocení do 2,5 bodu z 5 bodů. Zde je možno vidět patrný rozdíl ve výsledcích mnou získanými a výsledcích na Floridě. Je však pravda, že se zde mohou domnívat, že tyto výsledky na poškození nemusí být způsobeny herbicidy ale i např. vlivem chorob, nedostatkem nějaké živiny apod.

Vliv aminopyralidu na květy způsobil ztráty až ze 100 % u nejvyšší dávky (Fast et al. 2011). Stonkový ST měl redukci v průměru o 7 % u koncentrace A1. U ostatních koncentrací došlo na navýšení počtu květů oproti kontrole. Přípravek Mustang Forte měl zanedbatelné ztráty v rámci 3 ks. SJ měl podobné zanedbatelné výsledky ohledně průměrného počtu květů. Výjimku tvořila koncentrace A3, kde rozdíl činil 14 ks (přibližně 15%) ve prospěch aminopyralidu. Ostatní koncentrace aminopyralidu měly rozdíly do 8 ks což činilo 9% ztráty. MF 1 se projevil rozdílem 8 ks proti kontrole, ostatní koncentrace měli ve svůj prospěch 5 ks květů. Zde po porovnání vychází opačné výsledky. Mohlo by to být ovlivněno půdou na Floridě a námi použitým namíchaným substrátem, teplotou vzduchu ve foliovém krytu oproti pokusu na Floridě ve volném prostoru bez krytu. Podobné vlivy měl i clopyralid v dávce 82 ppb aplikovaný nejdříve do kompostu a potom tento upravený kompost se přidal k rostlinám rajčat. Rostliny začaly reagovat viditelnými symptomy poškození teprve u této dávky (Gilbert 2010). Účinná látka triclopyr také způsobil u rajčat ve skleníku inhibici růstu ale i aktivitu listů. Výsledky pokusů mohou být ovšem ovlivněny i podmínkami prostředí, ve kterých byl pokus prováděn (Dias et. al. 2017).

V pokusu provedeném v roce 2022 se u některých rostlin vlivem aminopyralidu ale i Mustangu Forte vyskytovaly prodloužené květy. Dal se tu pozorovat nový pokračující růst z části rostliny, ať už z vijanu kde končil poslední plod nebo z části končícího listu.

Nordmeyer (2012) vyzkoušel různé koncentrace aminopyralidu použít na zeleninu v nádobách. Ze zeleniny se tam nacházela rajčata. Ve výsledku se aminopyralid projevil formou svinutých listů, zakrnělých výhonů nebo i ztloustlými výhony. Prokázalo se zde i poškození rostlin a to vzestupně od nejnižší dávky až po tu nejvyšší, kdy nejvyšší dávka způsobila největší poškození rostlin rajčete. Poškození se projevilo i na plodech tak závažně, že plody nebylo možné prodat, protože poškození činilo 100%. Moje rostliny rajčat projevovaly svinuté listy pouze u některých rostlin bez ohledu na to, který herbicid byl k nim aplikován. Mým předpokladem bylo, že čím bude silnější dávka, tím bude poškození větší. Bohužel k tomu však nedošlo a v některých hodnocených prvcích se hypotéza nepotvrdila. Protože více poškozené rostliny se nacházely i u koncentrací s dávkou 12,5 ppb a 25 ppb. Rajčata měla také zničené plody, neví se však, zda tam byl jediný vliv herbicidu nebo se k tomu přidaly nedostatky živin. Proto nemohu se 100 procentní jistotou potvrdit tuto hypotézu. Podobná účinná látka clopyralid se taky projevoval na rostlinách inhibicí růstu při dávce 50 ppb. Dokázal však poškodit rostliny i při nižší dávce, ale clopyralid byl součástí kompostu, který se dával k rostlinám. Zde na poškození stačila dávka 10 ppb (McKinnon, Løes, Almvik 2021). Namiky et. al. (2019) porovnali clopyralid na více rostlinách z čeledi *Solanaceae* vysázené do nádob. První příznaky působení clopyralidu se objevily už 7. den po aplikaci v dávce 0,005 mg. U této dávky se vykazaly zkroucené listy, 14. den od aplikace už listy byly drsné a pokroucené. Našly se příznaky i na květech, nebylo to hned od začátku pokusu. Protože jejich vývoj nebyl správný, tak se květy přeměnily na trubkovité. V květech se vyskytly zvětšené semeníky a následná přeměna v plody, které se staly bezsemennými. V pozdější době plody vykazaly deformace a místo kulatých plodů se objevily podlouhlé. Při dávce 0,025 mg clopyralid projevil 3 den po aplikaci, protože nastal problém s růstem listů. 7. den po aplikaci nastaly deformace listů ve formě pokroucení. Od dávky 0,005 mg a výše vznikaly trubkovité květy a přidal se špatný vývoj některých květů. Čím větší byla dávka, tím docházelo na rychlejší a častější výskyty různých abnormalit na rostlinách.

Mohu souhlasit s výskytem trubkovitého růstu květů s evidentně shodující se dávkou 0,025 mg aminopyralidu (A2). Tyto květy se objevily u ST a to jak u čistého aminopyralidu tak i u koncentrací Mustangu Forte. Shodující byly i výsledky nástupu prvních svinujících se listů, taktéž u odrůdy ST již první týden po aplikaci obou herbicidů. Koncentrace herbicidu na první výskyt svinutých listů nehrála roli. Více tak se tak herbicidy projeví u ST, nálezy se také vyskytly u SJ ale jen u ojedinelých případů. Listy u ST vykazaly příznaky poškození od spodních pater a pokračoval jejich postup poškození ve směru růstu až do vyšších pater. SJ nemá patra, ale taktéž měl problémy s listy hlavně těmi mladými ve vrcholové části.

O projevy auxinových herbicidů a jejich vliv na plody se zajímali McKinnon, Løes, Almvik (2021). Jejich průměrný počet plodů na rostlinách bez aplikace činil v průměru 4,3 bodů. Aplikovaný clopyralid snížil počet plodů a to na průměr 3,7 a 3,4 bodů u keříčkových rajčat. Skoro všechny plody měly problém s hnilobou i přes to, že jim aplikovali hnojivo. Moje keříčková odrůda projevila průměrný počet max. na 8,5 bodech u varianty aminopyralidu a 8 bodů u přípravku Mustangu Forte. A došlo tak k navýšení průměrného počtu než měla kontrola s průměrnými 2,5 body. Souhlasím i s výskytem hniloby na spodní části plodu. Zde se výsledek však neshoduje, to mohlo být způsobeno použitím jiných dávek a složením substrátu při pokusech.

Jursík et al. (2011) dodali, použijí-li se syntetické auxiny, můžeme tak na rostlinách pozorovat nerovnoměrný růst, mohou se i objevit adventivní kořeny, postranní výhony. Samozřejmě se můžeme setkat s deformacemi listů, stonků a nekrozami na listech. Nemusíme však shledat jen zakrnělé rostliny ale naopak i ty s abnormálním růstem, tvorbou nádorů, vadnutím vegetačních vrcholů. Všechny zmíněné příznaky jsem na rajčatech nepozorovala. Mezi abnormální růst a tvorbu postranních výhonů bych zařadila růst z vijanu v místě zakončení plodu nebo na vijanu, kdy za normálního růstu by byl zakončen listem. To se však nestalo a pokračoval zde růst nových vedlejších výhonů u ST, SJ vedlejší výhony nevykazoval.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení citlivosti rostlin rajčat na vybrané herbicidní látky a těmi byl aminopyralid a Mustang Forte aplikovaný k rostlinám o různých koncentracích.

- Celkové poškození rostlin se více projevil u Start S F1, tu nejvíce ovlivnila dávka aminopyralidu 0,025 mg. Mustang Forte měl největší vliv při dávce 0,05 mg. Šejk dle výsledků více poškodila dávka aminopyralidu 0,025 ml. Celkově větší projev nastal u Start S F1
- Vývoj květenství se výrazně nelišil u stonkové odrůdy. Květenství u Šejku mělo statisticky významné rozdíly mezi kontrolou a ostatními koncentracemi Mustangu Forte. Výjimku tvoří některé datumy (23. 6. - 30. 6 a 7. 7.). Naopak u Start S F1 kam byl aplikovaný Mustang Forte, výsledky ukázaly, že převahou jsou statisticky neexistující rozdíly.
- Na květy se více podepsal Mustang Forte na Start S F1, u koncentrací Mustangu Forte došlo na redukci počtu květů. U Šejku tomu tak bylo u koncentrace 1 a 2.
- Koncentrace Mustang Forte 3 nejvíce ovlivnila odrůdu Start S F1 ale pouze v některých případech.
- Předpokladem bylo, že čím bude silnější koncentrace herbicidu, tím se bude projevovat míra poškození. Bohužel výsledky tento předpoklad nevykázaly u všech sledovaných vlastností. V některých případech se takto projevila ta nejslabší koncentrace značená číslem 1.
- Bylo možné pozorovat vliv herbicidních přípravků na rostlinách s projevem trubkovitých květů u některých rostlin různého ošetření. Dále se objevil nový růst výhonů z částí rostlin v místě zakončení plodu nebo listu.
- Kdyby došlo na opakování experimentální pokusu s rajčaty, bylo by lepší použít 2-3 různé odrůdy stonkových odrůd, na kterých jsou více viditelné rozdíly oproti keříčkovým odrůdám.
- Pro hodnocení je také dobré být ve více lidech, kdy jeden hodnotí a druhý zapisuje data, aby se zkrátil čas při hodnocení jednoho parametru kvůli zkreslování hodnot.
- Dále bych doporučila, pokud bude tento samý pokus provádět více studentů, aby měl každý svoji kontrolní variantu. Mohou nastat problémy s hodnocením některých prvků nebo dokonce když je potřeba hodnocený parametr vyřešit v jeden okamžik, ale jeden z hodnotitelů není přítomen.

8 Literatura

INTERNETOVÉ ZDROJE

- Agromanuál 2022, available from :
<https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicity/herbicid/mustang-forte> , (accessed July 2022)
- Als Czech Republic s.r.o., Stanovení fytotoxicity kompostů – inhibice růstu, klíčivost a index klíčivosti řeřichy seté (*Lepidium sativum*), available from [PowerPoint Presentation \(ekomonitor.cz\)](#), (accessed June 2022)
- Dow agrosiense s.r.o., 2021, Aminopyralid family of herbicides, available from www.vegetationmgmt.com, (accessed February, 2021)
- Dow agrosiense s.r.o., 2021, Aminopyralid fact sheet, available from www.dowagro.com, (accessed March 2021)
- Dobrá semena, 2022, Available from: https://dobrasemena.cz/START-S-F1-60-ks-Rajce-tyckove_711230.htm , (accessed June 2022)
- Eagri, 2022, available from:
https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r1p|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c39715f, (accessed June 2022)
- Eagri, 2022, available from:
https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r1p|so|choroby, (accessed June 2022)
- Eagri, 2022, available from:
https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r1p|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c263e14, (accessed June 2022)
- Farma Bezdínek, 2022, available from: <https://www.farmabezidinek.cz/o-projektu/>, (accessed July 2022)
- Hrudová E., Abinozologie pro rostlinolékaře, available from https://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index_soubory/Page3416.htm (accessed January 2022)
- Novák J., Maňas S M. a kol. 2022., biolib, available from <https://www.biolib.cz/cz/help/id24/>, (accessed June, 2022)
- Skyler J., 2017, Burndown herbicides, accessed June 2022, available from [Burndown Herbicides - Crop Quest](#)
- Stillman J., et al. 2010, Tomatoes, available from <https://www.almanac.com/plant/tomatoes> (accessed June 2022)
- Rosteto s.r.o., available from <https://www.rosteto.com/produkt/rosteto-rajce-ker-sejk-1g> , (accessed June 2022)

Semo a.s., available from <https://www.semo.cz/eshop/rajce-tyckove-start-s-fl-3218/> , (accessed June 2022)

Semo a.s., available from <https://www.semo.cz/eshop/rajce-kerickove-sejk-3146/>, (accessed June 2022)

Zafido s.r.o., available from https://www.zafido-eshop.cz/P-PROFIMIX-2-pestebni-substrat-RS-II-150I-d2010.htm?gclid=EA1aIQobChMIqtXRx8zT_QIVFtnVCh0aMAJ7EAQYAiABEgL47fD_BwE, (accessed June 2022)

KNIŽNÍ ZDROJE

Amac E., Liman R., 2021, Cytotoxic and genotoxic effect of Clopyralid herbicide on *Allium cepa* roots. Usak university Faculty of Arts and Sciences, Usak Universite Fen Edebiyat fakultesi

Anonym, aplikovaná botanika, Univerzita Palackého v Olomouci, přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky, (accessed June 2022)

Arah I.A., Amaglo H., Kumah E.K., Ofori H., 2015, Preharvest and postharvest factors affecting the quality and shelf life of harvested tomatoes.

Badinková L. 2016, Hodnocení odrůd rajčat se zaměřením na technologické vlastnosti [MSc. thesis]. Mendelova univerzita, Brno

Bauer K., 2007, Gemüse. Eugen Ulmer KG, Stuttgart

Brickell CH. 2007, Encyklopedia of gardening fully revised and updated. Dornling kindersley Limited, London

Boutin C., Rogers C.A. 2000, Pattern of sensitivity of plant species to various herbicides- an analysis with two databases. *Ecotoxicology* 9:255-271.

Boutin C., Elmegaard N., Kjaer CH., 2004, Toxicity testing of fifteen non-crop plant species with six herbicides in greenhouse experiment: Impact for risk assessment. *Ecotoxicology* 13:349-369

Buchter-Weisbrodt 2016, Tomaten für den Hausgarten: Garten kurz & gut. Cadmos Verlag, München

Bukun B., Linder Mayer R.B., Nissen S.J., Westra P., Shaner D.L., Brunk G., 2010, Absorption and translocation of aminocyclopyrachlor and Aminocyclopyrachloromethyl ester in Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Weed science society of america* 58:96-102

Burianová I., 2014, Rozdíly v účinnosti a fytotoxicitě vybraných insekticidů pro ošetření orchidejí [BSc. thesis]. Mendelova univerzita, Brno

Bukáčková M. 2012, Stanovení vybraných pesticidů pomocí plynové chromatografie [MSc. thesis]. Vysoké učení technické, Brno

Cagaň L. a kol. 2010, Choroby a škodcovia poľných plodín, vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 1. vydání

- Cerkauskas R., Catfacing, available from fact sheet, accessed June 2022, vydal AVRDC- The World Vegetables Center
- Das S.K. & Mondal T., 2014, Mode of action of herbicides and recent trends in development: A reappraisal. *International Journal of Agricultural and Soil Science* Vol 2(3), p 27-32
- Deer J., Flessner M, Bush E, Hansen M.A. 2016, Plant injury from herbicide residue. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Tech
- Dias J.L. DS., Banu A, Sperry B.P., Enloe S.F., Ferrel A.B., Seller B.A.. 2017., Relative activity of four triclopyr formulation. *Weed technology* 2017, vol. **31**. no 6
- Dow Agrosience 2018, Bezpečnostní list. Bezpečnostní list podle nařízení Komise (EU) č.2015/830. Název výrobku: Mustang Forte
- Efsa journal, 2013, Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance aminopyralid, **11**(9):3352
- Fast B.J., Ferrell J.A., MacDonald G., Sellers B.A., MacRae A.W., Krutz J.L., Kline N.W., 2011, Aminopyralid soil residues affect rotational vegetable crops in Florida
- Ferrell J.A., Dittmar P.J., Sellers S.A., Devkota P., 2020, Herbicides residues in manure, compost or hay.
- Gilbert J.E., Barth J., Favoino E, Dr. Rynk R., 2010, An investigation of clopyralid and aminopyralid in commercial composting systems
- Greenwoodová P, Halstead A., 2009, Škůdci a choroby v zahradě, 1. vydání. Vydal Euromedia group 2010. ISBN: 978-80-242-2702-3
- Grossman K., 2009, Auxin herbicides: Curent status of mechanism nad mode of action
- Goliáš J., 2014, Skladování a zpracování ovoce a zeleniny, 1 vydání. Vydala Mendelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7509-195-6
- Gourav S. 2017, Development of herbicide tolerant tomato [MSc. thesis]. Mississippi State University, Mississippi
- Helusová L., 2020, Nové poznatky v metabolismu auxinu [BSc. thesis]. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
- Heuts F., Moll A. 2013, What is a good tomato? A cause of valuing in practise. *Valutation Studies* **1**(2) 2013: 125-146.(accessed from March 2023)
- Ibayashi H., Kaneda H., Imahara J., Oishi N., Kuroda M., Mineo H., 2016, A reliable wireless control system for tomato hydroponics
- Jursík et al., 2011, Herbicide mode of actions and symptoms of plant injury by herbicides: Plant growth regulator herbicides (synthetic auxins). *Listy cukrovarnické a řepařské*. Vol. 127., p. 88
- Kafle et. al., 2023, Graded level of nitrogen and mulching effect on growth and yield parameters of tomato in Arghakhanchi, Nepal. *Archives of Agriculture and Enviromental Science* **8**(1):68-74

- Kazda J., Prokinová E, a kol., 2011, Choroby a škodcovia pol'ných plodín, ovocia a zeleniny. Vydal profi press s.r.o., Štúrova 22, Nitra
- Kim B.Y & Kim I.J, 2022, Worldwide patent trend analysis of herbicide resistant genes. *Plant Biotechnology Reports* 2022 **16**:509-518. accessed from: <https://doi.org/10.1007/s11816-022-00783-9>
- Kraehmer H. et al., 2014, Herbicides as weed control agents: State of the Art: II. Recent achievements
- Kouřil J., 2013, Recirkulační akvakulturní systémy. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod.
- Kozelková M. & Kalkotka L. Microflora of ketchup, (accessed from April 2023)
- Li W., Mao J., Daia X., Zhaob X., Qiaoc CH., Zhanga X., Pua E., 2018, Residue determination of triclopyr and aminopyralid in pasture and soil by gas chromatography-electron capture detector: Dissipation pattern under open field conditions
- Lindenmayer R.B., 2012, Understanding aminocyclopyrachlor behavior in soil and plants [DSc. thesis]. Department of Bioagricultural Sciences and Pest Management
- McKinnon K, Løes A.K, Almvik V, 2021 Gjødssel med rester od herbicidu: Effekt klopuralidu na oppalsplanter, *NORSØK RAPPORT VOL. 6, NR. 6, 2021*
- Naika S., Lidt de Jeude J., de Goffau M, Hilmi M, van Dam B., 2005, La culture des tomates, production, transformation et commercialisation, *Agrodok řada 17. Nadace Agromisia a CTA, Wagenigen*
- Namiki S., Seike N., Watanabe E., 2019. Physiological disorder of plants depending on clopyralid concentration in the soil and plant. Page 136-140, *J.pestic.sci.* **44**(2)
- Nordmeyer H., 2010, Auswirkungen von Aminopyralid in Rindermist auf verschiedene Kulturpflanzen, pages 482-483, *Julius Kühn archiv, 57. Deutsche Pflanzenschutztagung "Gesunde Pflanze - gesunder Mensch", Julius Kühn institut*
- Nordmeyer H., 2012, Auswirkungen von Aminopyralid-haltigen Rindermist auf das Wachstum von Kulturpflanzen. 25. German Conference on weed biology and weed control, March 12-15, 2012., Branschweig
- Novák J., Skalický M. 2012, Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Ed. 3. Powerprint, Praha.
- Santos PD et. al., 2013, Determinação de espécies bioindicadoras de resíduos de herbicidas auxínicos *Rev. Ceres*, vydání 60, **3**:354-362
- Petříková K a kol. 2012. Zelenina, pěstování, výživa, ochrana a ekonomika, Profi Press, Praha
- Petříková K. a kol. 2006, Zelenina, pěstování, ekonomika, prodej, Profi Press s.r.o., Praha 2006
- Pokluda a kol. 2022, Zelenina, pětování, výživa a ochrana, Profi Press s.r.o., Praha 2022
- Sakers E., Lusk M.G., Wickens C, Bainum C., 2023, Composting horse manure on small farms : managing your compost. Accessed from: <https://doi.org/10.32473/edis-SS710-2023>

- Santos R.T.d.S., DellaVechia J.F., Santos C.A.M., PauloAlmedia F., Ferreria M.d.C., 2021, Relationship of contact angle of spray solution on leaf surfaces with weed control, **11**:9886
- Seefeldt S. S., Boydston R.A., Kaspari P.N., Zhang M., Carr E., Smeenk J., Barnes D.L. 2013, Impacts of aminopyralid residues on potatoes and weeds. Potato Association of America. 90: 239-244. DOI 10.1007/s12230-012-9298-4
- Solomon C.B. & Bradley K.W., 2014., Influence of application timings and sublethal rates of syntetic auxin herbicides on soybean
- Strachan S. et al., 2010. Vapor Movement of Synthetic Auxin Herbicides: Aminocyclopyrachlor, Aminocyclopyrachlor-Methyl Ester, Dicamba, and Aminopyralid. Weed Science. **58**: 103-108. available from <https://www.researchgate.net/10.1614/WS-D-09-00011.1>.
- Singh B. & Singh K., 2016., Microbial degradation of herbicides, Critical Reviews in Microbiology, **42**:2, 245-261, DOI: 10.3109/1040841X.2014.929564
- Singh V. et. al., 2019., Activated charcoal reduces pasture herbicide injury in vegetable crops. Available from DOI:10.1016/j.cropro.2018.10.022
- Srivastava N.J., Singh A.K., 2022, Diseases of Horticultural Crops: Diagnosis and Management: Volume 2: Vegetable Crops, Publisher Apple Academic Press, Incorporated.
- Suhl J., Dannenhl D., Kloas W., Baganz D., Jobs S., Scheibe G., Smidth U., 2016., Advanced aquaponics: Evaluation of intensive tomato production in aquaponics vs. Conventional hydroponics., agricultural water management **178** (2016) 335-344
- Štamberková J. a kol. 2012, Ochrana zahradních rostlin I, symptomatologie, diagnostika, způsoby ochrany rostlin, škodlivý činitelé, herbologie. 1. vydání, Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola Mělník, Rebo Production CZ s.r.o.
- Štamberková J. a kol. 2012, Ochrana zahradních rostlin II, plodiny a jejich škodliví činitelé, 1. vydání, Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola Mělník, Rebo Production CZ s.r.o.
- Usop, 2005, Fact sheet aminopyralid
- Travlos I. & Apostolidis V., 2017, Efficacy of the Herbicide Lancelot 450 WG (Aminopyralid + Florasulam) on Broadleaf and Invasive Weeds and Effects on Yield and Quality Parameters of Maize. Agriculture 7,82; doi:10.3390/agriculture710082
- Tomco P.L., Duddlenston K.N., Schultz E.J., Hagedorn B., Stevenson T.J., Seefeldt S., 2016, field degradation of aminopyralid and clopyralid and microbial community response to application in alaskan soil.
- Tudi M. et al., 2021, Agriculture development, pesticide application and its impact on the enviromental. International Journal of environmental research and public health, **18**(3);1112 <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
- Vaněk V. a kol., 2012, Výživa zahradních plodin, 1.vydání, Academia, Praha

- Vietmeier A., Klug M., 2014, Rychlý rádce choroby a škůdci ovoce, zeleniny a okrasných rostlin, více než 99 rad pro rychlé řešení problémů. Víkend s.r.o.
- Wu X., Yu L., Pehrsson P.R., 2022, Are processed tomato products as nutritious as fresh tomatoes? Scoping review on the effects of industrial processing on nutrients and bioactive compounds in tomatoes.
- Zangouinejad R et. al., 2019, Evaluation of auxin tolerance in selected tomato germplasm under greenhouse and field conditions. Weed technology

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

Cm	centimetr
g/ha	gramy na hektar
HTS	hmotnost tisíce semen
Ppb	par per bilion / části na miliardu
Ppm	par per milion / části na miliontinu
SJ	odrůda Šejk
ST F1	odrůda Start
USOP	United States Office on Prevention / úřad spojených států pro prevenci
A	aminopyralid
A1	dávka 0,0125 mg
A2	dávka 0,025 mg
A3	dávka 0,05 mg
MF	Mustang Forte
MF 1	0,0125 ml
MF2	0,025 ml
MF3	0,05 ml

10 Samostatné přílohy

GRAFOVÁ PŘÍLOHA

Graf č. 21 přehled průměrných teplot během pokusu od první aplikace herbicidů

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA – fotografie pořízené autorkou práce

Obr. I: Rostlina odrůdy ST na začátku pokusu.

Obr. II: Rostlina keříčkové odrůdy SJ na začátku pokusu. Zde byl aplikovaný Mustang Forte. Aplikovaná dávka byla u této rostliny 50 ppb.

Obr. III: Rostlina stonkové odrůdy ST na začátku pokusu. K této rostlině byl aplikovaný aminopyralid v dávce 12,5 ppb.

Obr. IV: Rostlina SJ, koncentrace 2, přípravku aminopyralidu a její vliv na vrchol rostliny.

Obr. V: List rostliny ST, koncentrace 2 přípravku Mustangu Forte a jeho působení na listy po 3 týdnech od aplikace.

Obr. VI: Trubkovité květy u odrůdy ST kam byl aplikovaný aminopyralid.

Obr. VII: Květ poškozený aminopyralidem.

Obr. VIII: Zdravý květ rajčatové rostliny.

Obr. IX: Pokračující růst z vijanu zakončený plody u odrůdy ST.

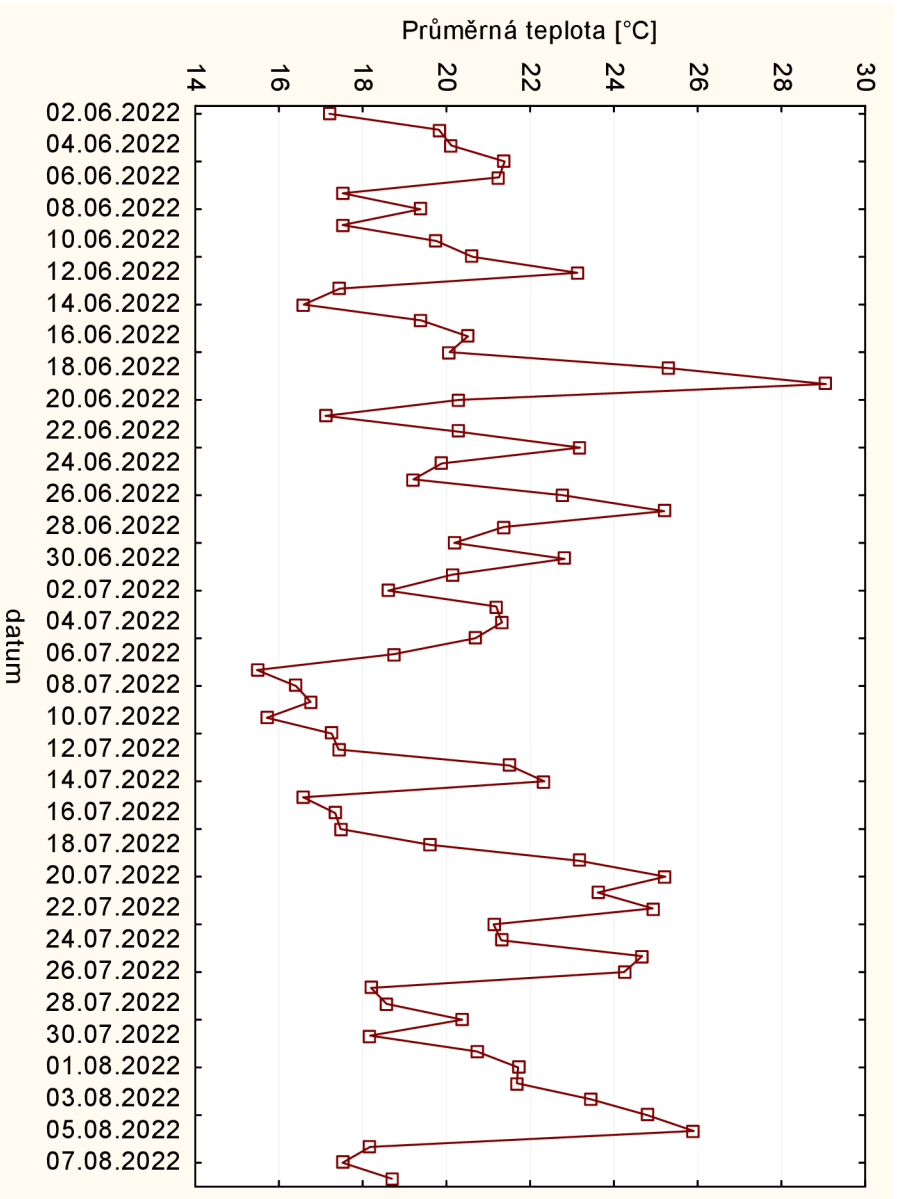
Obr. X: Pohled na jinou rostlinu ST kde se také objevil růst z vijanu, opět kde byly plody.

Obr. XI: Svinuté listy po aminopyralidu s dávkou 25 ppb u SJ po 4 týdnech od aplikace.

Obr. XII: Svinuté listy ve vrcholu rostliny po aminopyralidu s dávkou 50 ppb u SJ 4 týdny po aplikaci.

Obr. XIII: Rostliny odrůdy ST kde byl aminopyralid na konci pokusu. Z levé strany je A1, uprostřed A2, z pravé strany A3.

Obr. XIV: Rostliny odrůdy ST kde byl Mustang Forte na konci pokusu. Z levé strany je MF1, uprostřed MF2, z pravé strany MF3.



Graf.č. 21 přehled průměrných teplot během pokusu od první aplikace herbicidů



Obr. I: Rostlina odrůdy ST na začátku pokusu. Foto pořídila autorka práce.



Obr. II: Rostlina keříčkové odrůdy SJ na začátku pokusu. Zde byl aplikovaný Mustang Forte. Aplikovaná dávka byla u této rostliny 50 ppb. Foto pořídila autorka práce.



Obr. III: Rostlina stonkové odrůdy ST na začátku pokusu. K této rostlině byl aplikovaný aminopyralid v dávce 12,5 ppb. Foto pořídila autorka práce.



Obr. IV: Rostlina SJ, koncentrace 2, přípravku aminopyralidu a vliv na vrchol rostliny. Foto pořídila autorka práce.



Obr. V: List rostliny ST, koncentrace 2 přípravku Mustangu Forte a jeho působení na listy po 3 týdnech od aplikace. Foto pořídila autorka práce.



Obr. VI: Trubkovité květy u odrůdy ST kam byl aplikovaný aminopyralid. Foto pořídila autorka práce.



Obr. VII: Květ poškozený aminopyralidem. Foto pořídila autorka práce.



Obr. VIII: Zdravý květ rajčatové rostliny. Foto pořídila autorka práce.



Obr. IX: Pokračující růst z vijamu zakončeným plody u odrůdy ST. Foto pořídila autorka práce.



Obr. X: Pohled na jinou rostlinu ST s objevem růstu z vijanu, opět kde byly plody. Foto pořídila autorka práce.



*Obr. XI: Svituté listy po amiopyralidu s dávkou 25 ppb u SJ po 4 týdnech od aplikace.
Foto pořídila autorka práce.*



Obr. XII: Svinuté listy ve vrcholu rostliny po amiopyralidu s dávkou 50 ppb u SJ 4 týdny po aplikaci. Foto pořídila autorka práce.



Obr. XIII: Rostliny odrůdy ST kde byl aminopyralid na konci pokusu. Z levé strany je A1, uprostřed A2, z pravé strany A3. Foto pořídila autorka práce.



Obr. XIV: Rostliny odrůdy ST kde byl Mustang Forte na konci pokusu. Z levé strany je MF1, uprostřed MF2, z pravé strany MF3. Foto pořídila autorka práce.