

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zahradnictví**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Hodnocení vlivu herbicidní látky aminopyralid na  
jahodník**

**Bakalářská práce**

**František Posel**

**Pěstování rostlin**

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

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hodnocení vlivu herbicidní látky aminopyralid na jahodník" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.04.2023

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Bc. Martinu Koudelovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce, ochotu, čas, poskytnutí užitečných informací a pomoc s vyhodnocením dat z pokusu.

Dále mé poděkování patří zaměstnancům Demonstrační a výzkumné stanice v Praze – Troji za pomoc s pěstováním pokusných rostlin a všem ostatním, kteří se jakkoli podíleli na vzniku této bakalářské práce.

# Hodnocení vlivu herbicidní látky aminopyralidu na jahodník

## Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnotit vliv účinné herbicidní látky aminopyralid (AMP) a herbicidu Mustang Forte (MF) s obsahem této látky na rostliny jahodníku především ve fázi kvetení a tvorby plodů. Pokus probíhal v Demonstrační a výzkumné stanici v Praze – Troji ve fóliovém krytu. Rostliny dvou odrůd jahodníku Elsanta (EL) a Karmen (KA) z frigo sadby byly zasazeny 14.04.2022 do květináčů o průměru 21 cm a objemu 5 litrů. Rovněž k nim byla zavedena kapková závlaha a dne 18.05.2022 k nim byly aplikovány herbicidní látky AMP a MF. Aplikovány byly tři varianty u obou herbicidních látek v dávkách 12,5 ppb (0,01 mg/l), 25 ppb (0,025 mg/l) a 50 ppb (0,05 mg/l). Také byla zkoumána kontrolní varianta, která byla ošetřena pouze destilovanou vodou. Způsob aplikace proběhl rozmícháním herbicidních látek v destilované vodě a následném zalití povrchu substrátu v květináčích. Následně až do 13.09.2022 probíhalo hodnocení vlivu těchto látek na jahodník, kde byly sledovány tyto parametry – počet květů, plůdků, zralých plodů a průměrná hmotnost zralých plodů, ale i výška rostlin a různá růstová poškození.

Z výsledků pokusu lze konstatovat, že AMP pozitivně stimuloval počet květů u obou odrůd v nejvyšší dávce 50 ppb. Následně u odrůdy KA tento trend pokračoval i v počtu plůdků, ale ke změně došlo v počtu zralých plodů, kdy vykazovalo ošetření nejnižší 12,5 ppb nejvyšších hodnot. U odrůdy EL v počtu plůdků nejlépe jahodník stimulovalo ošetření 12,5 ppb a v počtu zralých plodů nejvyšších hodnot vykazovaly kontrolní rostliny. Herbicidní přípravek MF u odrůdy EL vykazoval vyšších, či stejných výsledků v ošetření 50 ppb jako kontrolní rostliny. V případě odrůdy KA ošetření 12,5 ppb v počtu květů a plůdků dosahovalo nejvyšších hodnot, ale v počtu zralých plodů se jednalo o ošetření 25 ppb. Přítomnost AMP i MF jahodník ve fázi kvetení a tvorby plodů pozitivně stimulovala vždy alespoň v jednom ošetření, ale u odrůdy EL v obou případech mělo jakékoli ošetření negativní vliv na zralé plody. Byly zjištěny meziodrůdové rozdíly v citlivosti na AMP i MF. Odrůda KA v přítomnosti AMP reagovala ve všech ošetřeních výrazně lépe na počet květů. Stejně tomu bylo i v případě aplikace MF, kdy opět odrůda KA dosahovala výrazně lepších výsledků v počtu květů, plůdků a zralých plodů. Za kritické koncentrace, které vedly k inhibici ve fázi tvorby květů a plodů, lze považovat u odrůdy EL 25 ppb u ošetření AMP a 25 ppb v případě MF. U odrůdy KA je to u ošetření AMP 25 ppb, ve variantě s MF kritickou koncentrací nelze jednoznačně stanovit.

**Klíčová slova:** jahodník, kvetení, plod, herbicid, aminopyralid

# Evaluation of herbicide substance aminopyralide on strawberry plants

## Summary

The goal of this bachelor's thesis was to evaluate the impact of the effective herbicide substance aminopyralid (AMP) and the herbicide Mustang Forte (MF) containing this herbicide substance, on the strawberry plants, especially during the flowering and fruit forming phase. The experiment took place in the Demonstrational and experimental station in Prague – Troja in a plastic film covering. On 14.04.2022, two varieties of strawberry plant, Elsanta (EL) and Karmen (KA), were planted as frigo plants into the pots, which diameter was 21 cm, and their capacity was 5 l. Also, there was a drip irrigation installed and the herbicide substances AMP and MF were applied on 18.05.2022. There were three different dosages of both the herbicide substances applied - 12,5 ppb (0,01 mg/l), 25 ppb (0,025 mg/l), and 50 ppb (0,05 mg/l). Also a reference variant, which was only treated with distilled water was monitored. The application was done by mixing the herbicide substance in the distilled water, followed by watering the substrate surface in the pots. Subsequently, the evaluation of the impact of these substances on the strawberry plant took place until 13.09.2022, where the following parameters were monitored: the number of flowers, the number of "small fruits", the number of ripe fruits, and the average weight of these ripe fruits, as well as the height of the plant and some various growth deficiencies.

According to the results of the experiment, it can be stated that the AMP stimulated the number of flowers positively for both varieties of the strawberry plant at highest 50 ppb dosage. This trend continued in the number of "small fruits" of KA variety, but the change was seen in the number of ripe fruits, where the highest results were observed by using the lowest 12,5 ppb. Regarding the EL variety, the highest stimulation for the number of "small fruits" was achieved with the dosage 12,5 ppb and the highest numbers of ripe fruits were observed on reference variant. The herbicide substance MF showed higher or the same results as the reference variant for the EL variety at the dosage of 50 ppb. Regarding the KA variety, the dosage of 12,5 ppb showed the highest results in the number of flowers and "small fruits", however, the best results in the number of ripe fruits had the dosage of 25 ppb. The presence of AMP and MF positively stimulated the strawberry plant during the flowering and the fruit forming phases in all cases at least in one treatment, however, there was always a negative impact on the ripe fruits of the EL variety, no matter which substance was applied and in all cases. There were differences in the sensitivity to AMP and MF found among the two plant varieties. The KA variety reacted noticeably better in the presence of AMP regarding the number of flowers during all treatments. It was the same case with the application of MF, when the KA variety showed noticeably better results in the number of flowers, "small fruits" and ripe fruits again. The critical concentrations, which led to the inhibition during the flower forming and fruit forming phase, are for the variety EL 25 ppb for AMP treatment, and 25 ppb for MF treatment. For the KA variety it is 25 ppb for the AMP treatment, and for the MF treatment the critical concentration cannot be unambiguously assessed.

**Keywords:** strawberry, flowering, fruit, herbicide, aminopyralid

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Jahodník velkoplodý (<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> Duch.) .....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Původ jahodníku .....	10
3.1.2 Botanická charakteristika jahodníku .....	10
3.1.3 Pěstování jahodníku .....	12
3.1.3.1 Přírodní podmínky pro pěstování .....	12
3.1.3.2 Choroby .....	13
3.1.3.3 Škůdci .....	15
3.1.3.4 Poruchy a poškození .....	16
3.1.4 Rozdělení jahodníku z hlediska plodnosti a jeho odrůdy .....	16
<b>3.2 Charakteristika herbicidů .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Syntetické auxinové herbicidy .....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Aminopyralid .....	20
3.3.1.1 Působení aminopyralidu na pěstované rostliny .....	21
3.3.2 Clopyralid .....	23
3.3.2.1 Působení clopyralidu na jahodník .....	24
3.3.3 Mustang Forte .....	25
3.3.3.1 2,4-D .....	26
3.3.3.2 Florasulam .....	27
<b>4 Metodika .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Popis pokusného pracoviště .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Sadba .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Substrát .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4 Popis odrůd jahodníku .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 Použité chemické látky při pokusu .....</b>	<b>29</b>
<b>4.6 Založení a průběh pokusu .....</b>	<b>29</b>
<b>4.7 Popis hodnocení .....</b>	<b>31</b>
<b>4.8 Vyhodnocení dat .....</b>	<b>31</b>

<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Vliv aminopyralidu na jahodník</b>	<b>32</b>
5.1.1	Vliv aminopyralidu na výšku rostlin	32
5.1.2	Vliv aminopyralidu na tvorbu a počet květů	34
5.1.3	Vliv aminopyralidu na plodnost	35
5.1.3.1	Vliv aminopyralidu na počet plůdků	35
5.1.3.2	Vliv aminopyralidu na počet zralých plodů	37
5.1.3.3	Vliv aminopyralidu na průměrnou hmotnost zralých plodů	38
<b>5.2</b>	<b>Vliv přípravku Mustang Forte na jahodník</b>	<b>40</b>
5.2.1	Vliv přípravku Mustang Forte na výšku rostlin	40
5.2.2	Vliv přípravku Mustang Forte na tvorbu a počet květů	41
5.2.3	Vliv přípravku Mustang Forte na plodnost	43
5.2.3.1	Vliv přípravku Mustang Forte na počet plůdků	43
5.2.3.2	Vliv přípravku Mustang Forte na počet zralých plodů	44
5.2.3.3	Vliv přípravku Mustang Forte na průměrnou hmotnost zralých plodů	46
<b>5.3</b>	<b>Různá růstová poškození způsobená herbicidními látkami</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Literatura</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b>	<b>59</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Plody jahodníku patří mezi oblíbené drobné ovoce, které má svou celosvětovou oblibu, díky skvělé chuti a aromatické vůni (Edger et al. 2019). V roce 2021 byl v České republice celkový výnos jahodníku zhruba 5 861 t s výměrou pohybující se okolo 1 700 ha. Obliba jahod se odrazila v průměrné roční spotřebě v čerstvém stavu, kterou nalezneme v číslech okolo 2,6 kg/osoba, což je více než u třešně, rybízu, meruněk či angreštu (Odbor rostlinných komodit MZe 2022). Velkou roli zde také hraje fakt, že je to atraktivní rostlina díky svým plodům, která lze pěstovat klasickým způsobem v zahradách, ale také v nádobách na balkónech a terasách.

V současné době se naskytá problém s rezidui herbicidů v půdě. Jedná se například o aminopyralid či jemu blízké herbicidy clopyralid nebo picloram. Koupený kompost, který dodáváme následně do půdy, může být kontaminovaný těmito herbicidy na širokolisté plevely. To samé platí i o chlévském hnoji, který může být kontaminovaný z důvodu krmení hospodářských zvířat pící, ve které byly aplikovány již zmíněné herbicidní látky (Ferrell et al. 2020). Zapravením kontaminovaného kompostu či chlévského hnoje do půdy v následném období může některé rostliny velmi negativně ovlivnit (např. inhibice kvetení, klíčení, růstu apod.). Zejména se jedná o citlivé rostliny z čeledí *Fabaceae* a *Solanaceae*, ale i dalších (Jursík & Soukup 2022).

Tato problematika je v současnosti velmi diskutována. Probíhá mnoho pokusů s těmito herbicidy a citlivými rostlinami, kterými jsou například rajčata, hrách, brambory či jahodník. Aplikují se různé koncentrace herbicidů k rostlinám a sleduje se jejich reakce na ně v průběhu růstu a vývoje. Také dochází k hodnocení vlivu herbicidně ošetřené slámy na rostliny, která je použita následně jako mulč především u jahodníku či rajčat.



## 2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je v teoretické části popsat na základě odborné literatury herbicidní látku aminopyralid a její vliv na pěstování rostlin. V experimentální části je cílem vyhodnotit vliv účinné herbicidní látky aminopyralid a herbicidu Mustang Forte s obsahem této látky na rostliny jahodníku především ve fázi kvetení a tvorby plodů. Také zde budou potvrzeny či vyvráceny tyto hypotézy:

1. Různé koncentrace herbicidní látky aminopyralid a přípravku Mustang Forte významně ovlivní růst a vývoj jahodníku ve fázi kvetení a tvorby plodů.
2. Mezi vybranými odrůdami jahodníku existují průkazné rozdíly v citlivosti na uvedenou herbicidní látku.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Jahodník velkoplodý (*Fragaria × ananassa* Duch.)

#### 3.1.1 Původ jahodníku

Různé archeologické nálezy nám dokazují, že plody jahodníku byly lidmi konzumovány již od doby kamenné a jeho původ je datován již po staletí. Za jeho genetické centrum původu je považována východní Asie (Vergauwen & De Smet 2019).

V Evropě se za původní druhy jahodníku považují *Fragaria vesca* L., *Fragaria semperflorens* Heye., *Fragaria moschata* Duch. a *Fragaria viridis* Duch. Tyto druhy byly pravděpodobně drobnoplodé. V 18. století se dostal do Evropy *Fragaria chiloensis* (L.) Ehrh., který byl dovezen námořním důstojníkem Frézierem do Francie a odtud se následně rozšířil dál. Tyto jahodníky byly pouze samičí rostliny, a proto musely být opylovány jiným pylem jahodníku, který byl především z rostlin *Fragaria virginiana* Duch. Tímto křížením vznikl nový oktoploidní druh *Fragaria glandiflora* Ehrh. (*Fragaria × ananassa* Duch.) (Vachůn 2004).

Husaini & Zaki (2016) uvádějí, že francouzský botanik Antoine Nicolas Duchesne v 18. století identifikoval tohoto přírodního hybridu *Fragaria × ananassa*. Od tohoto druhu je odvozena většina pěstovaných odrůd. *Fragaria × ananassa* Duch. zdědil po jahodníku virginském (*Fragaria virginiana* Duch.) oboupohlavné květy a po jahodníku chilském (*Fragaria chiloensis* (L.) Ehrh.) velké, tmavě červené plody (Dlouhá et al. 2003).

#### 3.1.2 Botanická charakteristika jahodníku

Jahodník velkoplodý (*Fragaria × ananassa* Duch.) se řadí do čeledi *Rosaceae* (růžovité), podčeledi *Rosoideae* (růžové), rodu *Fragaria* L. (jahodník). Rod *Fragaria* L. pojmenoval botanik Carl Linné na základě latinského slova „frangrans“. V překladu to znamená „sladce vonící“, což odkazuje na jeho nápadné a velmi aromatické plody (Dlouhá et al. 2003; Holaň et al. 2012; Husaini & Zaki 2016; Edger et al. 2019).

Jahodník je oboupohlavný, samosprašný druh s různou ploidii. Například diploidní druhy jsou *F. vesca*, *F. viridis*, tetraploidní je *F. orientalis*, hexaploidní *F. moschata* a oktoploidní jsou *F. virginiana* a *F. chiloensis* (Hlušek et al. 2018). Dále se jahodník řadí mezi vytrvalé byliny nízkého vzrůstu. Hlušek et al. 2018 uvádějí, že je některými autory jahodník charakterizován jako polokeř, tvořící přechod mezi bylinami a keři. Rovněž je schopen vegetativního rozmnožování pomocí šlahounů, na kterých vznikají dceřinné rostliny se schopností pustit kořínky a zakořenit. Osa rostlin jahodníku přirůstá každý rok do výšky rozvětvení listové růžice, což je zhruba za 6-7 let 10 až 12 cm (Blažek et al. 1998; Davis et al. 2007; Hlušek et al. 2018).

Kořeny jahodníku obvykle zasahují do hloubky 15-25 cm, ovšem při dobrých podmínkách mohou být až do hloubky 75 cm a rozprostírat se do šířky 50-80 cm. Největší zastoupení kořenů nalezneme v hloubce 5-10 cm, kde se jich nachází 35 %, v hloubce 0-5 cm jich je 20 %, v 10-15 cm je 25 %, v hloubce 15-20 cm je zastoupení 15 % a v 20-25 cm je pouze 5 % kořenů. Růst kořenové soustavy negativně ovlivňuje vysoký obsah železa (Fe), hořčíku (Mg) a dusíku (N) ve formě NH<sub>3</sub> a NH<sub>4</sub> nebo obsah vzduchu v půdě pod 10 %. Naopak pozitivní efekt na růst kořenů má dostatek vápníku (Ca), fosforu (P) a dusíku ve formě NO<sub>3</sub> a optimum

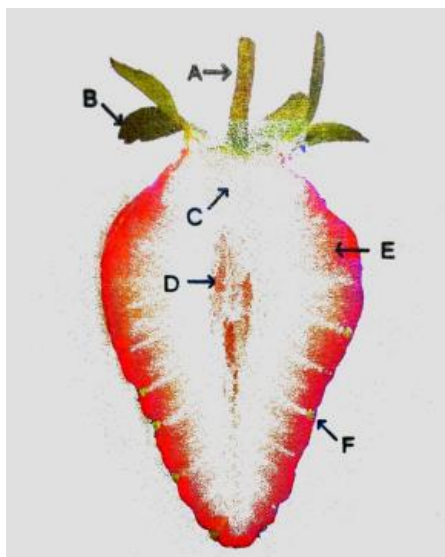
půdního vzduchu v rozmezí 10-20 %. Kořeny lze rozdělit na primární, sekundární a kořenové vlásky. Primární kořeny jsou těsně pod kořenovým krčkem a jejich funkce je kotvicí a zásobní. Jsou nejsilnější a obsahují 50 % kořenové soustavy. Sekundární kořeny vyrůstají z kořenů primárních a jejich funkcí je větvení. Jejich množství je 10 – 20 % z objemu kořenů a nesou velké množství kořenových vlásků. Kořenové vlásky jsou v průměru široké 0,5-1 mm. Na jejich povrchu se nalézají kořenová vlášení, která jsou nezbytná pro příjem živin ve formě iontů z půdního roztoku. Životnost kořenového vlášení jsou pouze 2-3 týdny, ale stále roste nové. V kořenové soustavě se také mohou vyskytovat symbiotní vasculárně arbuskulární mykorhizní houby, které podporují její růst (Vachůn 2004; Holaň et al. 2012).

Kořenový krček je místo na rozhraní nadzemní a podzemní části rostliny, ze kterého vyrůstají kořeny a plazivé šlahouny. Těsně nad ním je oddenek, ze kterého roste terminální pupen (srdéčko). V oddenku se nalézá dřev, která uchovává pro jahodník mnoho zásobních látek. Z terminálního pupenu vyrůstají další rostlinné orgány – listy, květenství, lodyhy. Rok od roku má jahodník více srdéček, díky kterým vzniká trs. Z každého terminálního pupenu vyrostou několik listů, květenství, lodyh, jejichž množství se odvíjí od odrůdy (Dlouhá et al. 2003; Holaň et al. 2012).

Listy jahodníku jsou ve většině případů trojčetné, zřídka pětičetné (výskyt např. u *Fragaria pentaphylla*) a několik jich přetrvává do následujícího roku. Vegetační doba jednotlivých listů je zhruba 60 dní. Nejdůležitější funkcí listů je fotosyntéza a největší účinnost mají listy, které dosahují 80 % své konečné velikosti (Vachůn 2004; Davis et al. 2007; Holaň et al. 2012).

Květní základ vzniká z axilárního pupenu, jehož vznik ovlivňuje teplota, fotoperioda, růstové hormony gibbereliny nebo minerální výživa (prvky bór a vápník). Květenství nese nejčastěji soubor 5-14 květů. Květy jahodníku mají zpravidla 5 bílých okvětních lístků. Délka květních stonků se pohybuje nejčastěji v délce 12 až 35 cm, ale opět záleží na odrůdě. Opylení květu probíhá do 2 dnů od otevření okvětních lístků (Davis et al. 2007; Holaň et al. 2012). V květu nalezneme 20 tyčinek, ale v některých případech jich může být i více (Jaklová et al. 2021).

Plodem jahodníku je soubor nažek na zdužnatělém květním lůžku, který se skládá z kalichu, dužniny a semen (Obrázek 1). Jedná se o nepravý plod – jahodu. Semena nalezneme na povrchu plodu a podle odrůdy jsou zapuštěna do různých hloubek (Dlouhá et al. 2003; Holaň et al. 2012; Hlušek et al. 2018).



Obrázek 1: Plod jahodníku (A – kališní stonek, B – kališní lístky, C – podkališní lůžko, D – střed s dutinou, E – dužnina, F – semena) (Holaň et al. (2012))

### 3.1.3 Pěstování jahodníku

#### 3.1.3.1 Přírodní podmínky pro pěstování

Jahodník je velmi přizpůsobivý k různým přírodním podmínkám, proto jej lze pěstovat ve velmi širokém rozmezí. Důležitým faktorem při pěstování je dostatečně osluněné stanoviště (Hlušek et al. 20018), při splnění této podmínky lze jeho pěstování uskutečnit i ve vyšších nadmořských výškách (více než 500 m n. m.) při průměrné teplotě 7 °C za rok. Při těchto podmínkách se doba sklizně oproti nížinám oddaluje zhruba o 3 týdny (Blažek et al. 1998). V případě sněhové pokrývky jahodník vydrží i mráz -18 °C, ale při holomrazech dochází k poškození již při -12 °C. Kořeny jahodníku zamrzají při -8 °C a květní orgány jsou poškozeny již při -2 °C (Vachůn 2004).

Jahodník se řadí k rostlinám náročným na vláhu a zároveň vyžaduje odvodnění jejího přebytku. Průměrná vláhová potřeba je 600-700 mm srážek za rok s nutností doplňkové závlahy. Půda by měla mít vlhkost v rozmezí 60-80 %. Pro pěstování jahodníku jsou vhodné roviny nižších a středních oblastí. Nevhodnými místy pro pěstování jahodníku jsou severní a nechráněné svahy, taktéž sem patří jižní a východní svahy, na kterých dochází k výkyvům teplot. Rovněž jsou nevhodné mrazové kotliny. Ideálním stanovištěm jsou jihozápadní a západní svahy (Blažek et al. 1998; Vachůn 2004; Holaň et al. 2012; Hlušek et al. 2018).

Z půdních typů jsou pro jahodník vhodné černozemě a hnědozemě, z půdních druhů středně hlinité až hlinitopísčité s obsahem jílovitých částic 30-45 %. Půdy by měly mít pH 5,5-6,5, ale limitní je rozmezí od 4,6 do 7,2 (7,9). Nevhodnými půdami jsou ty, které jsou těžké, obsahují nad 60 % jílovitých částic a mají vyšší obsah Ca. Půdní profil by měl být humózní (s obsahem humusu ideálně 3-5 %) a zasahovat minimálně do 30 cm. Nejlepších pěstebních výsledků se dosahuje na středně těžké půdě s pH 5,8 a dostatkem živin (Vachůn 2004; Holaň et al. 2012).

### 3.1.3.2 Choroby

#### **Virové a fytoplazmové choroby**

Je známo přes 30 druhů virů a fytoplazem, které se mohou vyskytovat na rostlinách jahodníku, ale ve většině případech jde o latentní patogeny. Jejich přítomnost se projevuje snížením výnosu, zakrslostí rostlin a snížením jejich vitality. Rostliny jsou napadány většinou skupinami virů, u kterých dochází ke zřetelnému snížení výnosu a také kvalitě plodů (Kloutvorová et al. 2018)

#### **Virové choroby**

Na jahodníku se objevují viry specifické a polyfágní. Specifické viry jsou ekonomicky významné, jelikož jejich infekcí dochází k vysokým ztrátám výnosu. Hlavními vektory jsou mšice. Specifické viry jsou: virus okrajového žloutnutí jahodníku (SMYEV), virus lemování žilek jahodníku (SVBV), virus strakatosti jahodníku (SMoV) a virus kadeřavosti jahodníku (SCV) (Kloutvorová et al. 2018).

Polyfágní viry se na jahodníku vyskytují ojediněle, ale nalezneme je i na jiných ovocných rostlinách. Mezi ně řadíme: virus kroužkovitosti maliníku (RpRSV), virus latentní kroužkovitosti jahodníku (SLRSV) a virus mozaiky huseníku (ArMV) (Kloutvorová et al. 2018).

#### **Fytoplazmové choroby**

##### Zelenokvětost

Původcem je fytoplazma *Candidatus Phytoplasma asteris*. Zelenokvětost se projevuje malými květy se zelenými okvětními lístky, zakrslými rostlinami a listy mají velmi sytou zelenou barvu. Květy mají okraje okvětních lístků zkadeřené a mohou být sterilní. Plody jsou zakrslé, tvrdé a zelené s neschopností dozrát (Kloutvorová et al. 2018).

##### Proliferace jahodníku

Proliferace, též metlovitost jahodníku, se projevuje krátkými šlahouny, světlými chlorotickými listy a také zakrslými trsy jahodníku (Vachůn 2004).

#### **Houbové choroby**

##### Plíseň šedá

Šedá hniloba jahod, též plíseň šedá způsobená houbou *Botryotinia fuckeliana*, je polyfágní škůdce vyskytující se na mnoha druzích rostlin (Kloutvorová et al. 2018). Jedná se o hospodářsky nejzávažnější chorobu, která se celosvětově vyskytuje na jahodníku (Jaklová et al. 2021). Vyskytuje se na plodech (nejvíce v době zrání), květech a listech (Vachůn 2004). Na listech způsobuje hnědé ohraničené skvrny, květy zasychají a vadnou. U nezralých plodů dochází k jejich hnědnutí, u zralých k měkknutí a za vlhka jsou pokryty šedým povlakem houby (Rod 2017; Jaklová et al. 2021). K napadání dochází v rozmezí teplot 5-25 °C a relativní vzdušné vlhkosti nad 85 % (Vachůn 2004).

### Fytophorová hniloba kořenů a plodů

Původcem je polyfágní patogen *Phytophthora cactorum* (Kloutvorová et al. 2018). Napadení se projevuje na nejmladších listech, které se zabarvují do šedo zelené barvy a obvykle dochází k jejich náhlému vadnutí. Následuje vadnutí a úhyn celých rostlin. Typické pro tuto chorobu je hnědé zbarvení a rozpad pletiv kořenového krčku. Infikovaná pletiva jsou nejdříve vodnatá a lehce hnědá. Později dochází k zabarvení do hnědé barvy. Plody jsou napadány během celého vývoje. Na plodech se také vyskytují hnědé části nebo plody zůstávají zelené s hnědým okrajem. Následně dochází k hnilobě na celém plodu a kožovitému charakteru. Pokud dojde k infekci zralých plodů, je u nich infekce méně výrazná a dochází k barevné změně od hnědé po fialovou. Plody usychají, mumifikují, mají nepříjemnou chuť a zapáchají (ÚKZÚZ 2022a).

### Skvrnitosti listů jahodníku

Skvrnitost listů jahodníku může být buď bílá nebo fialová. Původce bílé skvrnitosti je patogen *Mycosphaerella fragariae* a u fialové je původcem *Diplocarpon earliana*. U obou skvrnitostí jsou okrouhlé skvrny na listech, které jsou červenofialově lemovány. U bílé skvrnitosti jsou skvrny menší, dosahují maximálně velikosti 3-4 mm a mají světlé nekrotické pletivo uvnitř (Rod 2017) a projevují se na čepelích a později i na řapících starších listů. U fialové skvrnitosti jsou na listech karmínově červené velké skvrny, kterým střed nekrotizuje a hnědne. Infikovány jsou především starší listy (Vachůn 2004). Počet skvrn postupně stoupá, skvrny se spojují a následně listy zasychají. Onemocnění snižuje výnos v následujícím roce. V praxi se častěji vyskytuje bílá skvrnitost způsobující výraznější škody (Rod 2017).

### Antraknóza jahodníku

Jedná se o karanténní chorobu s velkým spektrem hostitelů (Vachůn 2004), např. *Malus pumila*, *Solanum melongena*, *Capsicum annuum*, *Solanum lycopersicum*, *Pinus radiata* nebo *Vaccinium myrtillus* (ÚKZÚZ 2022b). Původcem je vřeckovýtrusá houba *Glomerella acutata* (Kloutvorová et al. 2018). U jahodníku velkoplodého může snížit výnos až o 80 %. Symptomy napadení se mohou objevit krátce poté. Na plodech jahodníku, případně i na okvětních plátcích se tvoří vodnaté skvrny, které během 2-3 dnů hnědnou a propadají se. Pletivo může zůstat napadené a plody jsou v důsledku toho malé, tvrdé a deformované. Může dojít také k následné mumifikaci plodů. Houba napadá všechny části rostliny a způsobuje nekrózy kořene, kořenového krčku a ostatních částí rostlinného těla. Během velmi krátké doby rostlina uvadá a odumírá (Dlouhá et al. 2003; ÚKZÚZ 2022b).

### Padlí jahodníkové

Původcem je patogen *Podosphaera aphanis*. Padlí jahodníkové se objevuje na rostlinných orgánech, na kterých tvoří bělavé až bělavorůžové povlaky mycelia. Velmi často patogen napadá čepele listů, které se následně stáčí nahoru. Při brzkém napadení plodů dochází k jejich zasychání (Kloutvorová et al. 2018). Dozrávající plody jsou měkké a dužnaté, také mohou být pokryty myceliem, což vede k brzkému kažení a vadnutí. Velmi dobré podmínky pro šíření této choroby nastávají v rozmezí teplot 20-22 °C a vyšší vzdušné vlhkosti (Dlouhá et al. 2003; ÚKZÚZ 2022c).

Dalšími houbovými chorobami se kterými se můžeme u jahodníku setkat jsou například rhizopusová hniloba jahodníku, červená (fytoftorová) hniloba kořenů jahodníku, fusariové vadnutí a verticilliové vadnutí (Dlouhá et al. 2003; Kloutvorová et al. 2018).

### 3.1.3.3 Škůdci

#### Hád'átko jahodníkové (*Aphelenchoides fragariae*)

Příznaky poškození hád'átkem jahodníkovým jsou mladé lístky růžicovitě nahloučené, které jsou úzké a zašpičatělé. U starších listů se objevuje pokroucení, silně zredukovaná listová plocha, listy mají malé zaschlé hnědé skvrny nebo červeně zabarvené a jsou nesymetricky uspořádané. Celkově rostliny hůře nasazují na květ a stonky s květními poupaty jsou krátké, ztloustlé a silně rozvětvené. Plody jsou malé, deformované a nedozrávají (ÚKZÚZ 2022d). Napadené rostliny jsou celkově slabé s malým růstem, plodnost ustává (Vachůn 2004) a dochází ke snižování výnosu rostlin o 40-75 %. Hád'átka jsou soustředěna do úžlabí listů, pupenů a květů, kde průduchami vnikají do rostlinných pletiv, kde kladou vajíčka a množí se. Ideální podmínky pro jejich množení je vlhké prostředí. V jednom poupěti může být až 12 000 jedinců (ÚKZÚZ 2022d).

#### Květopas jahodníkový (*Anthonomus rubi*)

Květopas jahodníkový je brouk s charakteristickým dlouhým noscem, který nakusuje stopky květních poupat a klade do nich vajíčka. Poupata následně zasychají, vadnou a na konec odpadají. Úživný žír začíná v druhé polovině dubna až počátkem května na jahodnicích. Jedná se o velmi významného škůdce, který škodí lokálně a při jeho napadení dochází až k 80% ztrátám úrody (Gall 2020).

#### Roztočik jahodníkový (*Phytonemus pallidus*)

Vlivem působení roztočika jahodníkového dochází vstříkáním toxických slin do rostlinných buněk ke zvlnění, krnění, křehnutí a také k diskoloraci listů. U některých odrůd dochází také ke stočení okrajů listů. V důsledku opakovaného napadení jsou rostliny zakrslé, netvoří šlahouny, nerostou a může dojít k odumírání. Škody na rostlinách jsou odlišné dle odrůdy. Vysoký výskyt roztočika jahodníkového se projevuje napadením květů, z kterých se dále vyvíjejí znetvořené, malé a nevybarvené plody (Kloutvorová et al. 2018).

#### Ostatní škůdci

Mezi další škůdce, kteří se objevují na jahodníku patří sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*), lalokonosec vejčitý (*Otiiorhynchus ovatus*), chroust obecný (*Melolontha melolontha*), blýskavka (*Spodoptera eridania*), hálčivec jahodníkový (*Fragariocoptes setiger*), molice ostružiníková (*Aleyrodes lonicerae*), mšice (*Fimbriaphis fimbriata*), třášněnka západní (*Frankliniella occidentalis*), kovaříkovití (*Elateridae*) – drátovci, obaleči (např. *Acleris rhombana* a *Acleris comariana*), pilatka růžová (*Allantus cinctus*), klopuškovití (*Miridae*), mnohonožky (*Diplopoda*), ale také mravenci (*Formicidae*), plži (*Gastropoda*) a ptáci (*Aves*). V zahraničí je velmi významný škůdce jahodníku octomilka japonská (*Drosophila suzukii*), která představuje riziko i pro jahodník v České republice (Vachůn 2004; Kloutvorová et al. 2018; ÚKZÚZ 2022e).

#### 3.1.3.4 Poruchy a poškození

Faktory, které mohou poškozovat rostliny jahodníku jsou nedostatky či nadbytky určitých prvků ve výživě, jako je například bór nebo draslík. Dalším faktorem poškození může být nízká teplota, nadbytečná vlhkost či nevyvážená výživa (Holaň et al. 2012).

Při nedostatku bóru dochází u rostlin jahodníku k zakrnění listů, jejich asymetrii a deformaci plodů. Rostlina má rovněž krátké a ztloustlé kořeny. Toto poškození stoupá také s nadbytkem vápníku a fosforu. Nedostatek draslíku se projevuje okrajovou nekrózou na listech, která má hnědou až červenohnědou barvu (Holaň et al. 2012; ÚKZÚZ 2022f; ÚKZÚZ 2022h).

Poškození jarními mrazíky se na rostlinách projevuje černými květními středy, u kterých květ není schopen dalšího vývoje v plod. Znetvořené plody od začátku vývoje mají za následek nekvalitní opylení, které se nejčastěji objevuje ve fóliových a skleníkových krytech. Poškození chladem se na rostlinách projevuje žloutnutím, zastavením růstu, opadem květů (popřípadě i plodů) a někdy se nadzemní části zbarvují do fialové barvy (Holaň et al. 2012; ÚKZÚZ 2022g).

#### 3.1.4 Rozdělení jahodníku z hlediska plodnosti a jeho odrůdy

Vachůn (2004) uvádí, že z hlediska charakteru plodnosti lze odrůdy jahodníku rozdělit do čtyř skupin – jednou plodící odrůdy, remontantní velkoplodé odrůdy, měsíční stále plodící drobnoplodé odrůdy a luční odrůdy.

Jednou plodící odrůdy mají genotypy oktoploidní a jedná se o krátkodenní rostliny. V období krátkého dne se celkově zpomaluje růst jahodníku a dochází k indukci kvetení i dormance jahodníku. Fáze diferenciacce nastává v srpnu. Vývoj jednou plodících odrůd je závislý na období odpočinku, kdy jsou teploty pod 10 °C. Sklizeň těchto odrůd probíhá především v červnu až do počátku července. Doba sklizně se pohybuje od 16 do 21 dnů. Patří sem odrůdy Adriana, Andrea, Bounty, Civmad, Dagmar, Darselekt, Dita, Dukát, Elsanta, Gorella, Induka, Kama, Karmen, Korona, Lesana, Prima, Redgauntlet, Symphony, Tenira, Vanda nebo Zefyr (Richter 2004; Vachůn 2004).

Remontantní (nebo tzv. znovu vstupující do plodnosti) velkoplodé odrůdy jsou také oktoploidní a pocházejí ze Spojených států amerických. Květní indukce není závislá na délce dne a pro dokončení vývoje není nutné chladné období. Sklizeň probíhá od června do září (v příznivých podmínkách až do listopadu). U remontantních odrůd probíhá sklizeň v červnu a poté je 2-3 týdny pauza v plodnosti, po níž znovu kvetou a plodí. Do této skupiny se řadí odrůdy Calypso, Everest, Evita, Lidka nebo Ostara (Richter 2004; Vachůn 2004).

Měsíční (stáleplodící drobnoplodé) odrůdy jsou tetraploidní a neutrální z hlediska délky dne. Sklizeň probíhá od června do září, ale v červenci dochází ke snížení plodnosti. Tyto odrůdy se rozmnožují semenem z důvodu absence tvorby dceřiných rostlin (pouze výjimečně). Řadí se sem například odrůdy Sweet Heart, Temptation a Rujana (Vachůn 2004; ÚKZÚZ 2022).

Luční odrůdy jahodníku jsou dekaploidní odrůdy, které pocházejí ze šlechtitelského programu z Německa a Dánska. Jedná se o rostliny s jednonokovými, nerozvětvenými osami s velkou schopností tvořit dceřiné rostliny. Dceřiné rostliny velmi rychle zahušťují porost. Plody těchto odrůd drží nad zemí pevné osy a plody téměř současně dozrávají. Oproti plodům jednou plodících odrůd jsou tyto plody až o polovinu menší, citlivější na plíseň šedou a měkčí.



Florika a Spadeka jsou vyšlechtěné odrůdy z Německa a odrůdy Minek a Sima pocházejí z Dánska (Vachůn 2004).

Ve Státní odrůdové knize pro rok 2022 ke dni 15.06.2022 vydané 30.06.2022 Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským byly zapsány pro jahodník odrůdy, které jsou v Tabulce 1.

*Tabulka 1: Seznam odrůd jahodníku zapsaný ve Státní odrůdové knize pro rok 2022 (ÚKZÚZ 2022, upraveno autorem)*

<b>Název odrůdy</b>	<b>Rok zápisu</b>	<b>Poznámka</b>
Dagmar	1980	-
Evita	2017	úředně uznaný popis
Elkat	2005	-
Frikonsa	2017	úředně uznaný popis
Kama	2017	úředně uznaný popis
Karmen	1971	-
Lesana	2017	úředně uznaný popis
Lidka	1986	-
Maranell	2017	úředně uznaný popis
Mount Everest	2017	úředně uznaný popis
Olivie	2017	úředně uznaný popis
Polka	2017	úředně uznaný popis
Poly	2015	-
Prima	2001	-
Roxana	2017	úředně uznaný popis
Rujana	1954	-
Symphony	2005	-
Vanda	2017	úředně uznaný popis
Zefyr	2017	úředně uznaný popis

## 3.2 Charakteristika herbicidů

Na ochranu rostlin jsou využívány přípravky zvané pesticidy. Pesticidy, které se používají na plevely se nazývají herbicidy a zároveň patří mezi nejvyužívanější chemické látky v zemědělství (Sergiev et al. 2020), na fytopatogenní houby jsou fungicidy a na živočišné škůdce se používají zoocidy. Zoocidy se dále dělí na konkrétnější skupiny živočichů – na háďátka jsou nematocidy, na roztoče akaricidy, na hmyz insekticidy, na slimáky moluskocidy a na hlodavce rhodenticidy. Do pesticidů se řadí také speciální látky, kterými jsou desikanty, repelenty a regulátory růstu (Kazda et al. 2010).

Herbicidy mohou být buď selektivní nebo neselektivní. Vlivem vnějších faktorů a metabolismu rostlin se obsah aplikovaných látek v rostlině snižuje a tím klesá jejich účinnost. Od doby setrvání přípravku v rostlinách se odvíjí i jejich ochranná lhůta (doba, která by měla uplynout od aplikace po sklizeň). Účinek některých herbicidů je krátkodobý, naopak u jiných může účinkovat i několik týdnů, v takových případech se jedná o přípravky s dlouhou reziduální účinností (Kazda et al. 2010).

Obvykle se herbicidy skládají z několika komponentů – hlavní složkou je účinná látka, dále obsahují inertní složky a další přídavné látky (např. adjuvanty). Funkcí přídavných látek je pomáhat udržet chemickou stálost přípravku, zlepšit jeho rozpustnost ve vodě, usnadnit pronikání účinných látek do organismů či usnadnit dávkování aj. (Janků et al. 2012).

Herbicidy lze aplikovat ve formě poprašů, granul, moření a postřikem. Nejčastěji využívaným způsobem je aplikace postřikem, kdy je přípravek rozpuštěn ve vodě. Naopak nejméně častým způsobem současnosti je forma aplikace poprašů (Kazda et al. 2010).

Podle působení v rostlině se herbicidy dělí na kontaktní, systémové a s hloubkovým účinkem. Herbicidy kontaktní působí rychle pouze v místě aplikace a účinná látka neproniká dále do rostliny oproti herbicidům systémovým, kdy je účinná látka rozváděna vaskulárním systémem spolu s vodou a živinami po celé rostlině (Kazda et al. 2010; Vats 2015). Přípravky s hloubkovým účinkem pronikají po aplikaci do hlubších vrstev rostlinných pletiv, ale nejsou rozváděny po celé rostlině (nejčastěji pronikají listy na jejich spodní stranu) (Kazda et al. 2010).

Herbicidy lze aplikovat preemergentně, postemergentně a v předset'ové přípravě. Předset'ová aplikace je před setím či vysazením plodin do půdy. Nejedná se o často využívaný způsob, ale využívá se u půdních herbicidů, které je nutné po aplikaci zapravit z důvodu jejich nestability na světle. Preemergentní aplikace se provádí v době po zasetí plodiny, která ještě nevzešla. Toto opatření nebrání klíčení semen plevelů, ale reguluje je, jak prorůstají ošetřenou zónou herbicidem. Přesným opakem preemergentní aplikace je aplikace postemergentní, která se provádí po vzejití plodiny. U tohoto způsobu je nutné více aplikací, abychom měli plevel pod kontrolou (Kazda et al. 2010; Vats 2015). Podle typu herbicidu je konkrétní termín aplikace vymezen růstovou fází rostlin (kulturních i plevelných). Před sklizňová aplikace je velice účinná na pýr plazivý (*Elytrigia repens*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) a další. Zde je důležité dodržení termínu aplikace, aby došlo k celkovému usmrcení rostlin, a ne pouze nadzemní části. Rovnoměrný porost obilnin a usmrcené plevely nám snižují ztráty při sklizni (Mikulka & Štrobach 2020). Jednorázová aplikace je v případě, když herbicid aplikujeme pouze jednou do porostu v optimální růstové fázi. Dělená aplikace nastává, když mají plevely různé doby vzcházení a v průběhu vegetace musíme do porostu aplikovat herbicidy několikrát v různých datech (Kazda et al. 2010).

Herbicide lze rovněž rozdělit podle mechanismu účinku, kterým inhibují fyziologické procesy v rostlině, které jsou důležité pro její metabolismus. Odborníci z Herbicide Resistance Action Committee klasifikují mechanismus účinku herbicidů klasifikačním systémem HRAC. V klasifikačním systému nalezneme například inhibitory syntézy lipidů, mastných kyselin, aminokyselin (inhibitory enzymu acetolaktát syntázy (ALS)), inhibitory buněčného dělení (inhibitory stavby mikrotubulů), inhibitory fotosyntézy, inhibitory syntézy rostlinných pigmentů a růstové herbicide (syntetické auxiny) (Sergiev et al. 2020; Hamouzová et al. 2021).

### 3.3 Syntetické auxinové herbicide

Jedná se o skupinu herbicidů, které napodobují aktivitu rostlinného hormonu auxinu (IAA) (Todd et al. 2020). Auxin v rostlině reguluje mnoho procesů, například růst, dělení a diferenciaci rostlinných pletiv. Syntetické auxiny fungují jako rostlinné hormony, které lze rozdělit z chemického hlediska do skupin: fenoxykyseliny, deriváty kyseliny benzoové, pyridin-karboxylové a chinolin-karboxylové. U rostlin tyto syntetické látky narušují fytohormonální hladinu a u citlivých rostlin dochází k poruchám metabolismu a růstu. Narozdíl od přírodních auxinů jsou tyto syntetické špatně degradovány (Jursík et al. 2018).

Jejich použití je hlavně na dvouděložné plevely v obilninách a porostech trav (pastviny, louky, trávníky) (Jursík et al. 2011). Syntetické auxiny jsou na třetím místě v celosvětovém používání hned za glyfosátem a inhibitory acetolaktátsyntázy. Mezi dva nejpoužívanější syntetické auxiny patří dicamba a 2,4-D, přičemž se jedná o jedny z nejstarších herbicidů, ale jejich místo působení není přesně popsáno (Jursík et al. 2011). Dále se sem řadí MCPA, MCPP, fluroxypyr, aminopyralid, clopyralid, picloram, quinmerac, triclopyr a halauxifen (Jursík et al. 2018).

Ve většině případech jsou tyto herbicide přijímány velmi rychle listy rostlin a dále jsou rozváděny především floémem do pletiv s růstovou aktivitou, což má za následek výrazné systematické působení a skvělý účinek trvajícím dlouhodobě na vytrvalé plevely (Jursík et al. 2011).

Hlavní příznaky, které syntetické auxiny způsobují jsou různé růstové a reprodukční anomálie na nově vytvářených orgánech. Typickými příznaky u dvouděložných rostlin jsou kroucení listů a lodyh, listové deformace, jejich abnormální růst, tvorba nádorů a hojivého pletiva či zakrňování kořenů. Následně se objevují chlorózy, nekrózy a vadnutí (Jursík et al. 2018).

V některých případech může dojít i přes vysokou selektivitu růstových herbicidů k travám k fytotoxicitě u obilnin apod. Nejčastější příčinou vzniku fytotoxicity je předávkování herbicidem nebo aplikace za nevhodných podmínek (extrémně nízká/vysoká teplota, za sucha, za silného větru atd.). Citlivost plodin vůči herbicidům se mění vzhledem k jejich vývojovému stádiu a odrudám (Jursík et al. 2011). V případě úletu syntetických auxinů může dojít k poškození okolních porostů plodin. U citlivých plodin na tyto herbicide (např. brambory, rajčata, slunečnice, vinná réva, sója) způsobují fytotoxicitu (Jursík et al. 2018).

Poškození rostliny se projevuje ve 3 fázích, které po sobě následují, ale jsou odlišné. K první fázi dochází ihned po aplikaci, kdy je stimulována fotosyntéza a otevřou se průduchy, zvyšuje se aktivita RNA polymerázy, dochází k nárůstu proteinů a mRNA. Dochází k růstové aktivitě, která je často nerovnoměrná. Druhá fáze je během týdne, kdy nastává

nekontrolovatelné buněčné dělení a růst – hlavně adventivních kořenů a postranních výhonů, deformace listů a stonku. Třetí fáze nastává 10 dnů od aplikace. Nastává v ní vyčerpání buněčných zásob, destrukce buněčných membrán a ucpání vodivých pletiv. Také se objevují nekrózy a citlivé rostliny chřadnou a hynou (Jursík et al. 2018).

### 3.3.1 Aminopyralid

Aminopyralid (Obrázek 2) je syntetický herbicid auxinového typu, který byl zaregistrován v roce 2005. Rovněž to je selektivní, systémový herbicid, který má preemergentní i postemergentní aktivitu pro likvidaci jednoletých i víceletých širokolistých plevelů. Spolu s picloramem a clopyralidem je zařazen do skupiny pyridin-karboxylových kyselin, které jsou rostlinami přijímány především přes listy. Všechny zmíněné herbicidní látky se chovají v rostlinách podobným způsobem (Fast et al. 2011; Jursík & Soukup 2022; Corteva Agriscience 2023).

Používá se na pastvinách, na trvalých travních porostech i na neobdělávaných plochách (Fast et al. 2011). Po aplikaci je rychle absorbován listy a kořeny a dále je rozveden po celé rostlině. Díky své vysoké mobilitě u rostlin způsobuje reakce auxinového typu, které se objevují na nejmladších tkáních (Ferrell et al. 2020). Objevuje se epinastické ohýbaní a kroucení stonků i listů, což má za následek inhibici růstu. Vysokou účinnost má u již zmíněných širokolistých plevelů, oproti tomu u trav má malý nebo takřka žádný účinek (Wenxi et al. 2018). Použití lze také ve dvouděložných plodinách, například v řepce (Jursík et al. 2018).

V půdě je poměrně dlouho perzistentní a jeho průměrný poločas rozpadu je 34,5 dne díky půdním mikrobům (Fast et al. 2011; Corteva Agriscience 2023). Kvůli jeho perzistenci v půdě a dobré vodorozpustnosti by neměl být aminopyralid používán ve velmi lehkých půdách s vysokou hladinou podzemní vody (Jursík et al. 2018). Koncentrace aminopyralidu v půdě je daleko menší, pokud je herbicid aplikovaný na jaře, než kdyby byl aplikován na podzim. Letní měsíce jsou pro metabolismus a disipaci tohoto herbicidu zvláště důležité (Mikkelsen & Lym 2011).

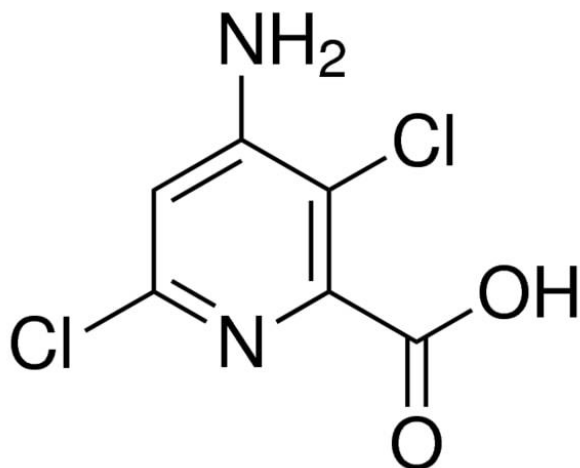
Aminopyralid je perzistentní několik let také ve zbytcích zasažených rostlin (např. ve slámě) a v chlévském hnoji od hospodářských zvířat, která jsou krmena ošetřenou pící (Graziano et al. 2022). Na hospodářská zvířata aminopyralid neprojevuje žádné negativní účinky, ale zasažené rostliny jsou největšími nositeli reziduí aminopyralidu. Tyto zasažené rostliny způsobují problémy následujícím plodinám, v případě, že jejich organický materiál byl použit pro pěstování (sláma, travní mulč, kompost atd.). Velmi citlivé na aminopyralid jsou rostliny z čeledí *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* (sem se řadí i jahodník), *Solanaceae* (rajčata, papriky, brambory), ke kterým by neměl být dodáván kompost ani hnůj, ve kterém by byly plodiny zasaženy těmito herbicidy. Citlivost jetelovin se projevuje u vyšších dávek těchto herbicidů a rovněž se nedoporučuje používat kontaminovanou slámu na mulčování jahod (DiTomaso & Kyser 2015; Jursík & Soukup 2022; Corteva Agriscience 2023).

#### **Obecné informace o aminopyralidu:**

Chemický název:	4-amino-3,6-dichloro-2-pyridinkarboxylová kyselina
Sumární vzorec:	$C_6H_4Cl_2N_2O_2$
Molekulární hmotnost:	207,016 g/mol

Rozpustnost ve vodě:	2,48 g/l
Rozpustnost v methanolu:	52,2 g/l
Barva:	špinavě bílá
Forma:	prášek
Zápach:	bez zápachu
Bod tání:	161,75 – 165,23 °C

(USEPA 2005; Miller et al. 2020)



Obrázek 2: Chemická struktura aminopyralidu (Sigma-Aldrich 2022b)

Aminopyralid je jako účinná látka (ú. l.) obsažen například v těchto přípravcích: Blast (ú. l. 40 g), Bonaxa (ú. l. 40 g), Cleravo Fles (ú. l. 4 g), Galera Podzim (ú. l. 40 g), Hurricane (ú. l. 50 g), Kantor Plus (ú. l. 300 g), Metazamix (ú. l. 5,3 g) a Mustang Forte (ú. l. 10 g) (Kurent 2022a).

### 3.3.1.1 Působení aminopyralidu na pěstované rostliny

Výzkumem, který probíhal na Floridě v roce 2008, bylo zjištěno, že rezidua aminopyralidu negativně ovlivňují citlivé plodiny, kterými byly paprika, rajče, lilek, meloun vodní a cukrový. Tyto druhy zeleniny se běžně na Floridě střídají s bahijskou trávou (*Paspalum notatum* Flügge.) z důvodu jejich kladných vlastností. Aby se produkce porostů zvýšila, aplikuje se do nich aminopyralid na širokolisté plevely (Fast et al. 2011).

Fast et al. (2011) při pokusu aplikovali na pozemky 3 týdny před výsadbou a výsevem aminopyralid v dávkách od 1,4 do 44,8 g/ha, aby vytvořili na polích koncentrace takové, které ukázaly, že tam byl aminopyralid aplikován před 2-7 měsíci. V průběhu pokusu byla sledována a měřena výška rostlin, vizuální poškození rostlin a počet květů. Půdní zbytky aminopyralidu způsobily poškození plodin a snížení výšky u papriky, lilku a rajčete. Výška rostlin byla negativně ovlivněna o 30-40 %, protože půdní koncentrace aminopyralidu vzrostla z 0 na 1 µg kg. Při zvýšení koncentrace z 1 µg kg na 14,8 µg kg došlo k dodatečnému snížení, které činilo do 20 %. Poškození rostlin dosahovalo až 90 %. Aminopyralid neovlivnil pouze vegetativní růst, ale také reprodukci těchto rostlin. Snížení počtu květů se pohybovalo ve stejných hodnotách jako tomu bylo u výšky a poškození rostlin. K největšímu snížení došlo při změně půdní koncentrace aminopyralidu z 0 na 1 µg kg s následnou velmi malou redukcí při koncentraci nad 1 µg kg. Při maximální měřené koncentraci 14 µg kg bylo zaznamenáno snížení

květů u papriky, lilku a rajčete v rozmezí 92 až 100 % a ztráty na výnosu byly vyšší o 95 až 100 % (Fast et al. 2011).

Aminopyralid neměl takový vliv na meloun vodní a meloun cukrový. Je známo, že syntetické auxinové herbicidy jsou vysoce účinné na rostliny z čeledi *Solanaceae*, kam tyto rostliny nepatří, z důvodu náležitosti do čeledi *Cucurbitaceae*. U zvyšování koncentrací aminopyralidu v půdě se také zvyšovalo poškození rostlin melounů, došlo ke ztrátě výnosů a snižování výšky rostlin a počtu květů. Žádná z aplikovaných koncentrací však nepřesáhla hodnotu 73 %, která nastala při maximální koncentraci 14  $\mu\text{g kg}$  (Fast et al. 2011).

Na Aljašce Seefeldt et al. (2013) zjišťovali vliv aminopyralidu na brambory. Na pole bez vegetace bylo aplikováno množství aminopyralidu v dávkách od 0 do 123 g/ha. Se zvyšující se koncentrací aminopyralidu v půdě byly nadzemní části rostliny více poškozeny. Poškození při nižších dávkách se projevilo miskovitými listy a ve vyšších malým počtem stonků s pár malými listy. Výnos bramborových hlíz také klesal se zvyšujícími se dávkami aminopyralidu. Při aplikované dávce 8 g bylo v průměru vyprodukováno 0,5 kg hlíz na rostlinu a hlízy neprojevovaly žádné známky poškození. Po 5 týdnech od výsadby se na hlízách ošetřených 15 g/ha aminopyralidem objevilo pár výhonků nebo nebyl nalezen žádný. Výhonky vyklíčených hlíz byly z 93 % i více poškozeny. Výhonky měly epinastický růst, listy byly vyboulené směrem nahoru a nebyly schopny se plně rozvinout. Z výsledků koncentrací aminopyralidu v dceřiných hlízách a jejich následném růstu je vidět, že pokud je v hlízách více než 10 ppb koncentrace aminopyralidu, bude poškození vyvíjejících se rostlin vyšší než 90 %. Výška výhonku u kontrolních rostlin byla 5 týdnů od výsadby v průměru 17,5 cm. Oproti tomu u hlíz ošetřených aminopyralidem byly výhonky průměrně dlouhé 8 cm nehledě na dávce aminopyralidu. Mnoho výhonků také nevzešlo z důvodu deformace, zkroucení či nabobtnání (Seefeldt et al. 2013).

Tolice vojtěška (*Medicago sativa* L.) a jetel plazivý (*Trifolium repens* L.) jsou významné druhy jetelovin používané na pastvinách. Zvyšují kvalitu a produktivitu píce. Aplikace širokolistých herbicidů do porostů krátkodobě zvyšuje produkci píce, ale odstraňují spolu s plevelem také jeteloviny. Rezidua v půdě dále mohou omezovat jejich výskyt v následujících letech. Každý druh je jinak citlivý, a proto také záleží v jaké růstové fázi se právě nachází v době aplikace (Miller et al. 2020).

Je známo, že přítomnost aminopyralidu negativně ovlivňuje zastoupení jetelovin na pastvinách. Interval mezi aplikací herbicidu a bezpečným zasetím jetelovin nebyl jednoznačně stanoven. Jeteloviny vyžadují disipaci herbicidu z půdy či mikrobiální degradaci bioaktivní látky na množství, které pro ně není toxické. Také každá rostlina je jinak citlivá na půdní rezidua. Aminopyralid byl aplikován na porost vojtěšky a jetele v šesti dávkách od 1,0 do 0,0625  $\times$  doporučená polní dávka, která činila 120 g/ha, rovněž zde byla i neošetřená varianta. Rostliny vojtěšky byly poškozeny 8 a 11 měsíců po aplikaci, ale ne 20 nebo 23 měsíců. I malé koncentrace herbicidu (0,0625  $\times$  registrované dávky) vedly ke snížení hustoty porostu vojtěšky o 54 až 66 % a u jetele plazivého o 39 až 63 % (Miller et al. 2020).

Pro založení porostu jetelovin jsou potřeba dlouhé intervaly od aplikace aminopyralidu. Opětovné založení se lišilo u vojtěšky i jetele délkou intervalů po aplikaci aminopyralidu, ale zjištěné opětovné založení bylo již možné po 11 měsících při podzimní aplikaci. Výsledky tohoto pokusu také ukázaly, že hustota rostlin vojtěšky a jetele se snížila se zvyšováním

herbicidu. Snížení biomasy jetelovin v pokusných oblastech (v Kanadě) přetrvávalo po dobu nejméně 26 měsíců. Jak vojtěška, tak jetel plazivý zůstaly náchylné na snížení hustoty porostu rostlin, i když byly vystaveny relativně nízkým dávkám herbicidů ( $0,0625 \times$  registrované dávky), což napodobovalo úroveň reziduí herbicidu asi čtyři poločasy s pokračující degradací z plných registrovaných dávek (Miller et al. 2020). Vojtěška neprokazovala žádné poškození 20-23 měsíců po aplikaci aminopyralidu s výnosem velmi podobným neošetřované kontrole (Mikkelson & Lym 2011) a nebyla ovlivněna ani její výška. Pro bezpečné vyšetření rostlin jetelovin se doporučuje biotest na aminopyralid (Miller et al. 2020).

Haring et al. (2022) v Kalifornii v letech 2018 a 2019 prováděli výzkum, který měl za úkol zjistit, jak ovlivní vinnou révu (*Vitis vinifera* L.) simulovaný úlet auxinových herbicidů, konkrétně aminopyralidu.

Sledovala se reakce vinné révy, výnos hroznů a obsah jejich cukrů. Výzkum byl proveden na vinné révě u odrůdy „Grenache“. Aminopyralid se aplikoval v červnu formou postřiku v dávce 122,5 g/ha. Toto ošetření vedlo k malformacím listů, jejich zvrásnění a deformacím úponků. Výsledky naznačují, že aplikace herbicidu v letním období má na vyvrážděnější rostliny nižší úroveň příznaků než aplikace na jaře na mladé rostliny. Výnos hroznů a obsah cukrů v nich se neměnil. Příznaky poškození, které byly na rostlině viditelné, neznamenají snížení výnosu ani jeho kvality. Je pravděpodobné, že výnos by snížila dřívější aplikace herbicidu, která by ovlivnila reprodukční vývoj (Haring et al. 2022).

### 3.3.2 Clopyralid

Clopyralid (Obrázek 3) je systémový herbicid auxinového typu, který byl registrován USEPA. Je široce selektivní, postemergentní (Zhu et al. 2015) a má malý vliv na trávy a ostatní jednoděložné rostliny (Kurent 2022b). Clopyralid kontroluje plevele z čeledí *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae* a *Solanaceae* (Figuroa & Doohan 2006).

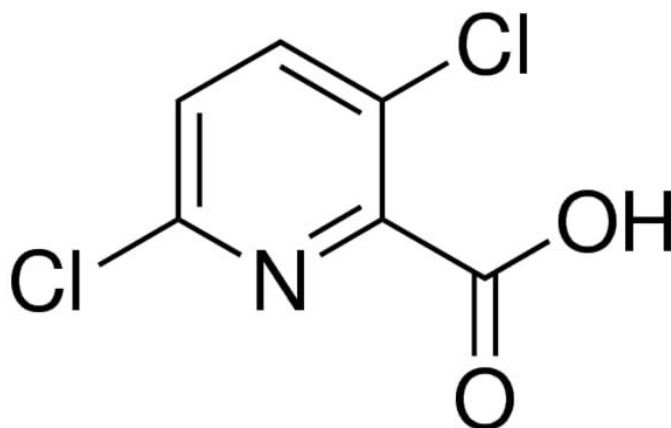
Když se ve čtvrté poloze v základní kyselině přidá skupina  $\text{NH}_2$  vznikne z clopyralidu aminopyralid (viz Obrázek 2). **Clopyralid má podobné chemické složení i způsob mobilizace a působení v rostlině jako aminopyralid** (Hunnicut et al. 2013). Rovněž má podobnou reziduální listovou a půdní mobilitu jako aminopyralid (Kyser et al. 2013). Do rostlin je absorbován listy a kořeny translokací akropetální i bazipetální. Studie potvrzují jeho cytotoxické a genotoxické působení na organismus, ale na savce a ostatní volně žijící zvířata nemá velké toxické účinky (Zöngür & Sari 2023).

Jako účinná látka je clopyralid obsažen v mnoha přípravcích, například: Arrva (ú. l. 28 g), Blast (ú. l. 240 g), Galera (ú. l. 267 g), Korveta (ú. l. 120 g) a Vivendi 200 (ú. l. 200 g) (Kurent 2022b).

#### **Obecné informace o clopyralidu:**

Chemický název:	kyselina 3,6-dichlorpyridin-2-karboxylová
Sumární vzorec:	$\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_2\text{NO}_2$
Molekulární hmotnost:	192 g/mol
Průměrný poločas rozpadu:	40 dní
Mobilita v půdě:	středně vysoká

Rozpustnost ve vodě: 1,000 mg/L (kyselina), 300,000 mg/L (sůl)  
Průměrný poločas rozpadu ve vodě: 8-40 dní  
Cílová skupina rostlin působení: roční a vytrvalé širokolisté plevely  
Obchodní názvy: Transline®, Stinger®, Reclaim®, Curtail®, Lontrel®  
Jedná se o vysoce selektivní herbicid, který byl vyvinut jako alternativa za picloram.  
(Tu et al. 2001; Kurent 2022b; NCFBI 2022).



Obrázek 3: Chemická struktura clopyralidu (Sigma-Aldrich 2022c)

### 3.3.2.1 Působení clopyralidu na jahodník

Clopyralid je jediný postemergentní herbicid, který je registrovaný pro použití v jahodách na Floridě a zároveň působí na *Medicago lupulina* L. a *Geranium carolinianum* L., protože preemergentní aplikace na tyto rostliny není dostatečná (Boyd & Dittmar 2015). Ošetření porostu jahodníku se doporučuje na jaře před rozkvetem (Figueroa & Doohan 2006).

Výsledky pokusu, který prováděl Figueroa & Doohan (2006), ukazují, že clopyralid aplikovaný v několika dávkách mezi 25 až 400 g/ha ovlivnil snížení kvetení. Čím více se dávka zvyšovala, tím bylo kvetení snižováno a u dávky 400 g/ha zcela inhibováno, což mělo výrazný vliv na výnos (Figueroa & Doohan 2006), ale Sharpe et al. (2018) publikoval, že clopyralid obecně nesnižuje výnos jahodníku a jeho obsah v rostlinném těle nemá vliv na reprodukci. Poškození jahodníku vlivem clopyralidu snížením výšky, není často pozorováno vzhledem k jeho toleranci, ale může k tomu dojít vlivem odrůdových rozdílů a načasováním aplikace (Sharpe et al. 2018). Vliv dávek clopyralidu od 35 g do 2240 g na zdravé rostliny jahodníku nemá negativní vliv na počet květenství, listů, vegetativní nadzemní i podzemní biomasu, počet reprodukčních orgánů a produkci. Obecně je jahodník tolerantní a vykazuje symptomy v podobě kadeřavosti a malformací listů, které jsou typické pro auxinové herbicidy. U jahodníku může dojít k mírnému snížení výšky a počtu listů, ale jen vzácně. Mechanismus tolerance clopyralidu na jahodník, ale není znám (Sharpe et al. 2018).

Poškození jahodníku clopyralidem se liší v načasování aplikace. Například aplikace v raném stádiu poškodí listy, ale nesníží výnos. Oproti tomu aplikace na rostliny s horším zdravotním stavem při iniciaci květu poznamená výnos snížením o 16 až 30 %. Na poškození má vliv také teplota, při které je herbicid aplikován (Boyd & Dittmar 2015).



Pokus u odrůdy Strawberry Festival nám ukazuje, že na toleranci má vliv datum aplikace a následné teplotní rozhraní. U této odrůdy byly varianty Festival A a Festival B porovnávány mezi sebou. Oba pokusy byly ošetřeny stejně, pouze datum aplikace bylo jiné a ve výsledku Festival B měl o 154 % větší malformaci listů při dávce 261 g/ha. Předpokládá se, že to má za následek interakce genotypových faktorů rostlin a prostředí. Optimální teplota pro vegetativní růst jahodníku je 20 až 27 °C a iniciace květních pupenů při teplotě 14 až 18 °C. U aplikace k odrůdě Festival B byly teploty podstatně vyšší, což vedlo k rychlejšímu vegetativnímu růstu a většímu rozdělení clopyralidu do listů. Oproti tomu při aplikaci k Festival A nastaly nižší průměrné teploty, byl zpomalen vegetativní růst a větší množství clopyralidu bylo rozděleno do plodů. Počet nových listů byl variabilní, pouze u varianty Festival B došlo k jeho poklesu při dávce 261 g/ha. Všechny aplikované dávky clopyralidu vedly k částečné produkci deformovaných plodů. Významné interakce byly zaznamenány mezi dávkou a odrůdou u tvorby nových a malformovaných listů. Což nám také ukazuje vliv odrůdy na toleranci, ale hraje zde roli i prostředí (Hunnicut et al. 2013).

Tolerance jahodníku na clopyralid je variabilní a mění se s aplikovanou dávkou. Z pokusu v Ohio, který provedli Figueroa & Doohan (2006) dospěli k závěru, že dávka 200 g/ha clopyralidu zvýšila výnos jahodníku oproti dávkám 25, 50 a 400 g/ha. Hunnicutt et al. (2013) uvádí, že 12 % listů jahodníku bylo zdeformovaných při aplikaci 79 g/ha clopyralidu ve skleníku. Také bylo zjištěno, že poškození listů je dočasné a symptomy zmizí do čtvrtého týdne. Výsledky rovněž ukazují, že dávky clopyralidu až do 280 g/ha kdykoli v průběhu sezóny neovlivňují výnos, maximálně snižují počet listů (Boyd & Dittmar 2015).

### 3.3.3 Mustang Forte

Mustang Forte je širokospektrální, postemergentní, systémový herbicid používaný v obilovinách, který je registrovaný společností Dow AgroSciences s.r.o. Je používán na regulaci dvouděložných plevelů. Obsahuje tři účinné látky a to aminopyralid – 10 g, florasulam – 5 g a 2,4- dichlorfenoxyoctovou kyselinu (2,4-D) – 180 g (Kurent 2019).

Přípravek je ve formě suspenzní emulze a aplikuje se postřikem do plodin – ječmen jarní i ozimý, oves setý, pšenice jarní i ozimá, triticales ozimé a žito ozimé. Jeho aplikace je v plodině maximálně jednou (Kurent 2019).

Do rostlin se přípravek dostává přes povrch listů a lodyh, následně v rostlině postupuje akropetálně i bazipetálně a dostává se až do kořenového systému. Díky tomuto důsledku je velmi účinný i na vytrvalé plevele. Účinná látka florasulam má za úkol deaktivovat ALS enzym, aminopyralid účinkuje jako systémový auxin a 2,4-D je růstový inhibitor rostlin (Kurent 2019).

Spektrum jeho účinnosti obsahuje tyto plevele: heřmánkovec přímořský, ptačinec žabinec, kokoška pastuší tobolka, svízel přítula, penízek rolní, pcháč oset, violka trojbarevná, violka rolní, výdrol řepky, pohanka svlačcovitá, rdesno červivec, merlík bílý. Ideální aplikace probíhá na aktivně rostoucí plevele při příznivých podmínkách pro růst a v rozmezí teplot 7 až 25 °C (Kurent 2022d).

Po sklizni ošetřených obilnin by na pozemek do 24 měsíců od aplikace neměly přijít luskoviny, jeteloviny, papriky a rajčata, jelikož po ošetření zůstávají v půdě a ve slámě rezidua. Sláma ošetřených obilnin není vhodná pro další použití při pěstování jahod a jedlých hub.

Neměla by být použita ani ke kompostování, kvůli dalšímu použití kompostu u citlivých rostlin vůči tomuto herbicidu, což by vedlo k jejich poškození (Jursík & Soukup 2022; Kurent 2022d).

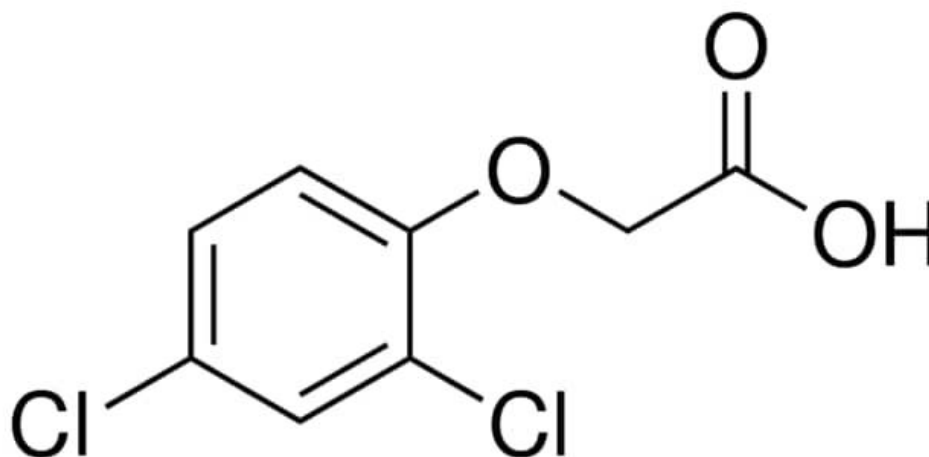
### 3.3.3.1 2,4-D

2,4-D (Obrázek 4) je kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová (Kurent 2022) a patří do skupiny fenoxykyselin spolu s MCPA, MCPB, MCPP (Jursík et al. 2018). Jedná se o jeden z celosvětově nejrozšířenějších herbicidů, který byl uveden na trh v roce 1945 (Saghir et al. 2013; Todd et al. 2020). Základními formulacemi jsou aminové soli a estery. Spektrum použití tohoto herbicidu je široké. Používá se na širokolisté plevely v obilí, v ovocných a zeleninových výsadbách, na pastvinách, v trávnicích, ale také v lesních a vodních lokalitách (Peterson et al. 2016).

#### **Obecné informace o 2,4-D:**

Molekulová hmotnost:	221,04 g/mol
Sumární vzorec:	$C_{12}H_8F_3N_5O_3S$
Chemický název:	kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová
Bod tání:	137-143 °C
Barva:	bílá až světle žlutá až světle béžová
Forma:	prášek, krystaly nebo vločky

(Kurent 2022; Sigma-Aldrich 2022a)



Obrázek 4: Chemická struktura 2,4-D (Sigma-Aldrich 2022)

Je obsažena například v těchto herbicidních přípravcích: Dicopur D Extra (ú. l. 600 g), Dicotex (ú. l. 70 g), Esteron (ú. l. 600 g), Husar Active (ú. l. 377 g), Mustang (ú. l. 300 g), Mustang Forte (ú. l. 180 g), Pegas (ú. l. 300 g), Sekator Plus (ú. l. 287 g) (Kurent 2022).

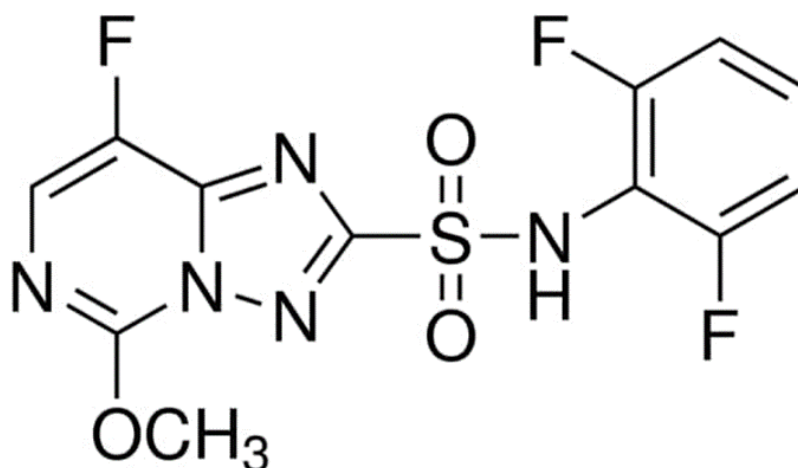
### 3.3.3.2 Florasulam

Florasulam (Obrázek 5) patří do skupiny triazolopyrimidinů spolu s pyroxsulamem a penoxsilamem (Jursík et al. 2018). Jedná se o postemergentní herbicid širokolistých plevelů, který je určen především na *Galium aparine*, *Stellaria media*, *Polygonum convolvulus*, *Papaver rhoeas*, *Matricaria* spp. a rostliny z čeledi *Brassicaceae* (Li et al. 2013; Sigma-Aldrich 2022d). Je vhodný do velmi časně raných aplikací do ozimých obilnin proti dvouděložným plevelům. Jeho účinnost není snížena nízkými teplotami (Jursík et al. 2018). Tento herbicid inhibuje v rostlinách enzym zvaný acetolaktátsyntázu (ALS) (Paterson et al. 2002).

#### **Obecné informace o florasulamu:**

Molekulová hmotnost:	359,28 g/mol
Sumární vzorec:	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Chemický název:	2,6,8-trifluor-5- methoxy[1,2,4]triazolo[1,5-c]pyrimidin-2-sulfonanilid
Barva:	bílá
Forma:	prášek nebo krystaly

(Kurent 2022c; Sigma-Aldrich 2022d; Sigma-Aldrich 2022e)



Obrázek 5: Chemická struktura florasulamu (Sigma-Aldrich 2022e)

Je obsažen v mnoha herbicidních přípravcích, například: Ataman (ú. l. 22,8 g), Axial One (ú. l. 5 g), Bizon (ú. l. 3,75 g), Clyde FX (ú. l. 1 g), Flyer (ú. l. 50 g), Fragma (ú. l. 50 g), Globus (ú. l. 50 g), Huricane (ú. l. 25 g), Kantor (ú. l. 50 g), Mustang (ú. l. 6,25 g), Mustang Forte (ú. l. 5 g), Slalom (ú. l. 16,7 g), Valentia (ú. l. 2 g) (Kurent 2022c).

## 4 Metodika

### 4.1 Popis pokusného pracoviště

Pokus probíhal v Demonstrační a výzkumné stanici v Praze – Troji ve fóliovém krytu na adrese Pod Hrachovkou 814/17, 171 00 Praha 7 – Troja. Fóliový kryt byl z přední i zadní strany otevřený.

### 4.2 Sadba

Byla použita frigo sadba od pana Hanče z Farmy Vraňany. Frigo sazenice, též chlazené sazenice, je potřeba vyorat co nejpozději na podzim, z důvodu vstupu do dormance. Následně se rostliny očistí a zbaví listů (nechají se pouze mladé lístky u terminálního pupene) a svážou se po určitém množství do svazků (nejčastěji po 100 či 150 kusech), zabalí a dají se do chladu. Tyto sazenice mají dobře vyvinutý kořenový krček (18-24 mm), bohatý kořenový systém a základy květenství. Ideální doba výsadby těchto sazenic je od dubna do června a sklizeň je za 9-10 týdnů. V prvním roce pěstování mívá tato sadba až dvakrát vyšší počet květů. Tato sadba se nejčastěji používá na jahodových plantážích (Vachůn 2004; Holaň et al. 2012; Hlušek et al. 2018).

### 4.3 Substrát

Na výsadbu jahodníků byl použit substrát PROFIMIX 2 – Substrát RS II 150 L od společnosti AGRO CS s. r. o. Složení substrátu zahrnovalo tyto složky: 80 % rašelina bílá ve frakcích, 20 % rašelina černá, jílový minerál 30 kg/m<sup>3</sup>, vyhnojení 1,5 kg/m<sup>3</sup>, koncentrát mikroprvků Micromax Premium, zvlhčovací činidlo, pH (H<sub>2</sub>O) 5,5-6,5. Tento substrát se doporučuje pro použití pro náročnější rostliny na vyšší obsah živin (Agroprofi 2022).

### 4.4 Popis odrůd jahodníku

Pro experiment byly vybrány dvě odrůdy jahodníku – Elsanta a Karmen.

Odrůda **Elsanta** pochází z Holandska a vznikla křížením odrůd „Gorella“ a „Holiday“. Registrace proběhla v roce 1994. Rostlina má vyšší vzrůst a středně hustý habitus se středním počtem odnoží. Má vyšší plodnost a její plody jsou velké, kuželovitého tvaru se světle červenou barvou. Jejich chuť je sladká a aromatická. Jedná se o poloranou odrůdu, která je vhodná do teplejších oblastí. Je velmi náchylná na fytophoru, ale má vysokou odolnost na plíseň šedou (Blažek et al. 1998; Richter 2004; SEMPRA 2022).

Odrůda **Karmen** pochází z České republiky a byla povolena v roce 1971. Vyšlechtěna byla ve Šlechtitelské stanici Velehrad a vznikla křížením odrůd „Georg Soltwedel“ a „Sparlee“. Tato odrůda vytváří kompaktní, hustý a vysoký trs. Počet odnoží je vysoký. Tato odrůda není náchylná k plísní šedé ani fytophoře. Plodnost má velmi dobrou a její plody jsou tmavě červené barvy, lesklé, velké se sladce navinulou a velmi aromatickou chutí (Blažek et al. 1998; Richter 2004; SEMPRA 2022a).

## 4.5 Použité chemické látky při pokusu

V tomto experimentu byl použit čistý aminopyralid a herbicidní přípravek Mustang Forte s účinnou látkou aminopyralid.

V průběhu experimentu byly rostliny jahodníku 1 × ošetřeny fungicidním přípravkem Merpan 80 WG 0,2 % a přihnojeny hnojivem KRISTALON Gold v dávce 10 g / 10 l, kdy byl objem rozlit vždy pravidelně k 10 rostlinám.

## 4.6 Založení a průběh pokusu

Frigo sazenice jahodníku byly zasazeny 14.04.2022 do květináčů o objemu 5 l a průměru 21 cm se substrátem pro jahodník a následně byly zavlaženy. Do květináčů byla nainstalována kapková závlaha. Uvnitř fóliového krytu byly květináče s rostlinami jahodníku rozestavěny tak, že jedna odrůda byla podél levé strany a druhá podél pravé. Květináče s rostlinami byly rozděleny do skupin po 10. Rostliny jahodníku odrůdy Elsanta byly značeny EL a odrůdy Karmen KA. Příslušná dávka ošetření, která byla pro obě odrůdy stejná, měla pořadová čísla v daném ošetření – aminopyralid A1, A2, A3, Mustang Forte MF1, MF2, MF3 a kontrolní rostliny byly označeny jako KON. Květináče s rostlinami v daném ošetření měly pořadová čísla od 1 do 10. Po výsadbě se rostliny nechaly měsíc zakořenit a poté k nim byly aplikovány herbicidní látky.

Na vybrané odrůdy jahodníku byly použity 3 koncentrace herbicidní látky aminopyralid a přípravku Mustang Forte (viz Tabulka 2) s 10 opakováními. U každé odrůdy bylo také 10 kontrolních rostlin. Celkem na tento pokus bylo potřeba 140 rostlin jahodníku (70 rostlin odrůdy Elsanta a 70 rostlin odrůdy Karmen).

Dne 18.05.2022 byly k rostlinám aplikovány herbicidní látky. Herbicidní látky byly aplikovány ke všem rostlinám stejným způsobem – automatickou pipetou. Byla pipetována dávka 1,04 ml konkrétní látky v požadované koncentraci, která byla v baňce smíchána se 100 ml vody. Následným roztokem se zalil povrch substrátu v květináči, tak aby nedošlo ke smočení rostlin. Ke kontrolním rostlinám byla aplikována pouze dávka 100 ml destilované vody. Všechny rostliny se nacházely ve stejné fenofázi tzn. žádná z rostlin neměla květy, popřípadě ani malé plody. Následně byly rostliny sledovány v několika denních intervalech a jejich stav byl zanášen do tabulky. Rovněž byly v průběhu pokusu rostliny ošetřeny fungicidem, hnojivem a byly jim ostrihávány šlahouny.

Čistá účinná látka aminopyralid i herbicid Mustang Forte byly aplikovány v níže přiložených koncentracích viz Tabulka 2.

Tabulka 2: Tabulka použitých zkratk v grafech a aplikovaných koncentrací (autor 2022)

zkratka v grafu	koncentrace/ošetření
A0	destilovaná voda
A1	12,5 ppb (0,01 mg/l) aminopyralid
A2	25 ppb (0,025 mg/l) aminopyralid
A3	50 ppb (0,05 mg/l) aminopyralid
MF0	destilovaná voda
MF1	12,5 ppb (0,01 mg/l) Mustang Forte
MF2	25 ppb (0,025 mg/l) Mustang Forte
MF3	50 ppb (0,05 mg/l) Mustang Forte

#### Přepočet aplikované dávky

Nejdříve došlo k přepočtu dávky na hektar, kdy se herbicid aplikuje v 300 l vody a vyšel výsledek na 1 cm<sup>2</sup> v množství dávky 0,003 ml. Následovalo zjištění plochy květináče – nádoba 5 l o průměru 21 cm má plochu cca 346,185 cm<sup>2</sup> ( $\pi \times 10,5^2$ ). Dávka byla tedy 1,039 ml (= 0,003 × 346,185) – zaokrouhleně na 1,04 ml. Toto množství bylo aplikováno automatickou pipetou do 100 ml destilované vody.

#### Harmonogram

- 14.04.2022 – zasazení rostlin jahodníku do květináčů
- 18.05.2022 – aplikace herbicidů k rostlinám jahodníku
- 22.05.2022 – kontrola stavu porostu, měření výšky rostlin
- 27.05.2022 – kontrola stavu porostu
- 31.05.2022 – kontrola stavu porostu
- 05.06.2022 – kontrola stavu porostu
- 09.06.2022 – kontrola stavu porostu
- 12.06.2022 – kontrola stavu porostu
- 15.06.2022 – kontrola stavu porostu
- 20.06.2022 – kontrola stavu porostu, měření výšky rostlin
- 23.06.2022 – kontrola stavu porostu, ošetření fungicidem Merpan 80 WG 0,2 %, aplikace hnojiva KRISTALON Gold 10 g / 10 l
- 27.06.2022 – kontrola stavu porostu
- 30.06.2022 – kontrola stavu porostu
- 04.07.2022 – kontrola stavu porostu, měření výšky rostlin
- 07.07.2022 – kontrola stavu porostu
- 11.07.2022 – kontrola stavu porostu
- 14.07.2022 – kontrola stavu porostu
- 18.07.2022 – kontrola stavu porostu

- 23.07.2022 – kontrola stavu porostu, ostříhání šlahounů
- 30.07.2022 – kontrola stavu porostu
- 08.08.2022 – kontrola stavu porostu
- 22.08.2022 – kontrola stavu porostu
- 29.08.2022 – kontrola stavu porostu
- 13.09.2022 – kontrola stavu porostu, ostříhání šlahounů – ukončení hodnocení

## 4.7 Popis hodnocení

Hodnocení pokusu probíhalo od 22.05.2022 do 13.09.2022 v Demonstrační a výzkumné stanici v Praze – Troji ve fóliovém krytu. U všech 140 rostlin jahodníku se v několika denních intervalech 3-4 dní (ke konci pokusu po týdnu) hodnotily tyto parametry: výška rostlin (hodnocena od začátku pozorování do července), počet květenství, počet květů v květenstvích, počet plůdků, počet plodů na začátku zralosti, počet zralých plodů, hmotnost zralých plodů v gramech, celková kondice rostlin (na stupnici 1-5 viz Tabulka 3), počet šlahounů prvního, druhého a třetího řádu a různé nestandardní jevy na rostlinách. Výška rostlin se měřila pomocí svinovacího metru a váha zralých plodů byla zjišťována digitální váhou.

*Tabulka 3: Tabulka hodnocení kondice rostlin jahodníku v průběhu pokusu (autor 2022)*

stupeň poškození	popis poškození
1	rostliny jsou bez poškození
2	u rostliny nastává kroucení, svinování a zasychání konců listů, ztráta chlorofylu, nádory na listech/stoncích, změna morfologie květu/plodu, květ nebo plod s deformacemi, vše v malé míře = jeden list/květ/plod
3	viz stupeň 2, ale na více listech/květech/plodech na rostlině do 50 %
4	rostlina je v celkové špatné kondici, předešlé symptomy na více než 50 % rostliny, ale rostlina dál roste
5	letální poškození a rostlina hyne – usychá

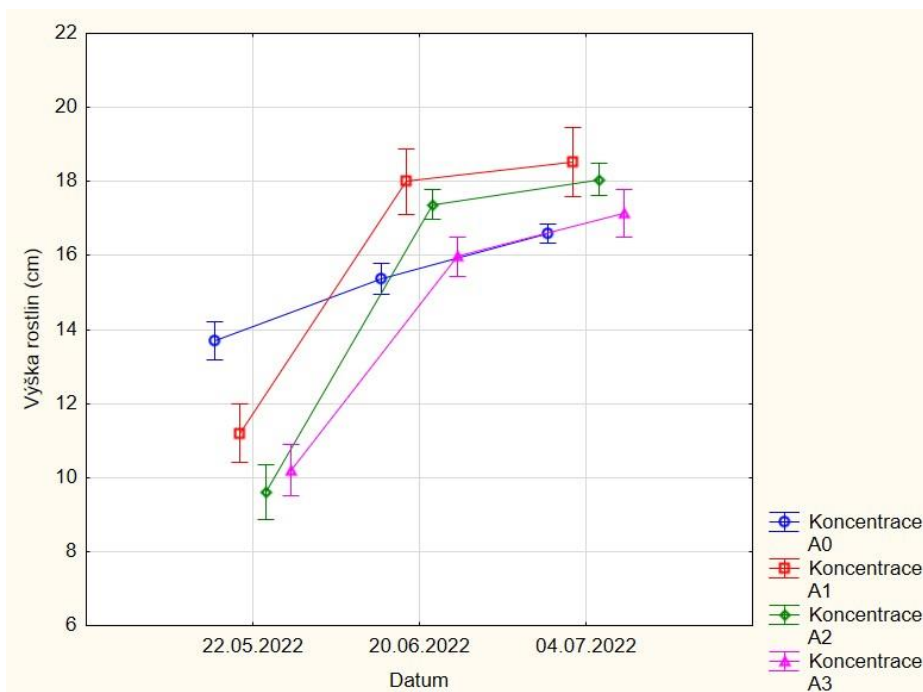
## 4.8 Vyhodnocení dat

Získaná data z tohoto pokusu byla následně vyhodnocena v programu Statistica 12 od společnosti StatSoft Inc. U většiny grafů byl použit sloupcový typ, ale u grafů sledující vývoj v průběhu času byl použit typ spojnicový.

## 5 Výsledky

### 5.1 Vliv aminopyralidu na jahodník

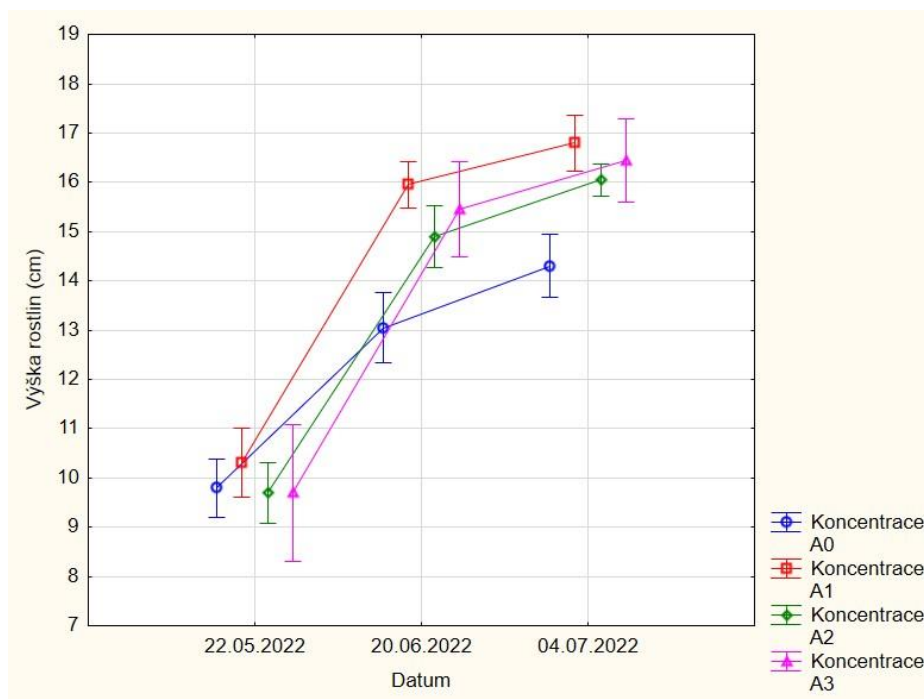
#### 5.1.1 Vliv aminopyralidu na výšku rostlin



Graf 1: Vliv ošetření aminopyralidem na výšku rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

V průběhu vegetace se ošetření aminopyralidem projevilo na výšku rostlin jahodníku ve variantě A1 a A2 kladně, kdy rostliny dosahovaly průkazně nejvyšších hodnot (A1: 18,52 cm a A2: 18,05 cm). Varianty A3 a A0 se pohybovaly na konci sledovaného období v podobných hodnotách (A3: 17,15 cm a A0: 16,60 cm). Průkazně nejvyšších konečných hodnot vykazovala na konci měření varianta A1.

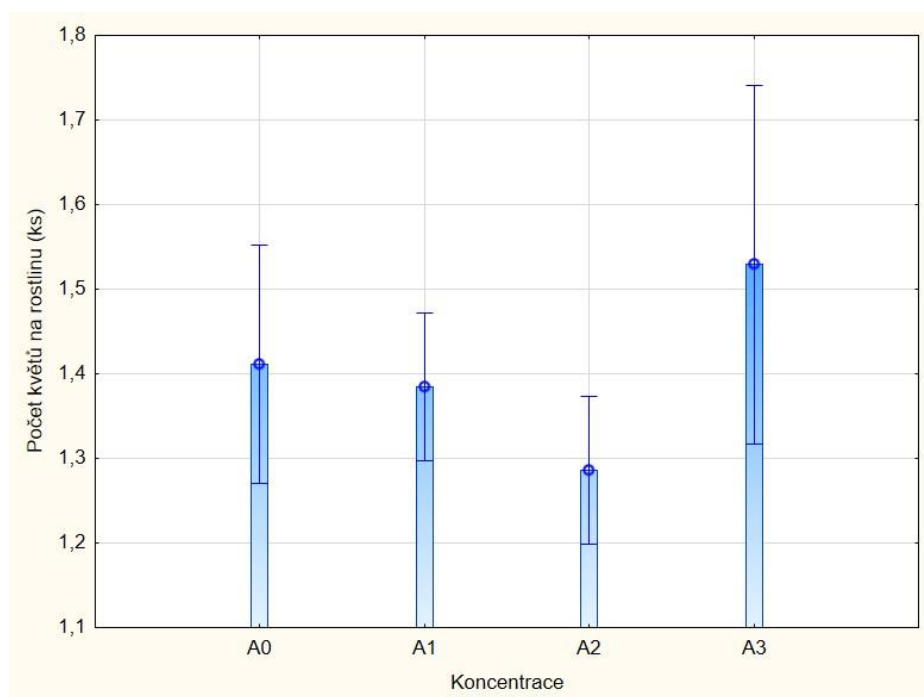




Graf 2: Vliv ošetření aminopyralidem na výšku rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

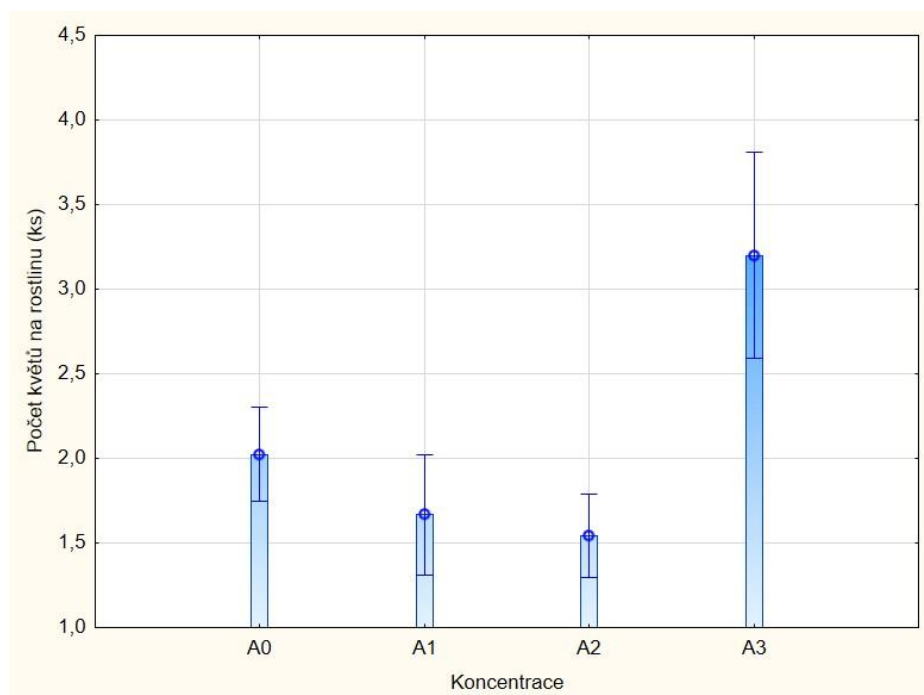
Ošetření aminopyralidem mělo u odrůdy Karmen pozitivní vliv na výšku rostlin. Nejvyšší rostliny byly u ošetření A1, které dosahovalo 16,80 cm, však nejedná se o průkazně vyšší hodnotu oproti variantám A2 a A3. Mezi zmíněnými variantami A2 a A3 nejsou statisticky významné rozdíly v průměrných hodnotách výšky. Kontrolní varianta vykazovala průkazně nejnižší hodnotu (14,3 cm) ve srovnání s ostatními variantami.

### 5.1.2 Vliv aminopyralidu na tvorbu a počet květů



Graf 3: Vliv ošetření aminopyralidem na počet květů rostlin jahodniku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

Výsledky Grafu 3 ukazují, že mezi variantami A1 a A0 u odrůdy Elsanta nenalezneme průkazně významné rozdíly v průměrném počtu květů na rostlinu. Varianta A2 dosahovala nejnižší hodnoty. Naopak ve variantě A3 je průkazně nejvyšší statisticky významný počet květů.

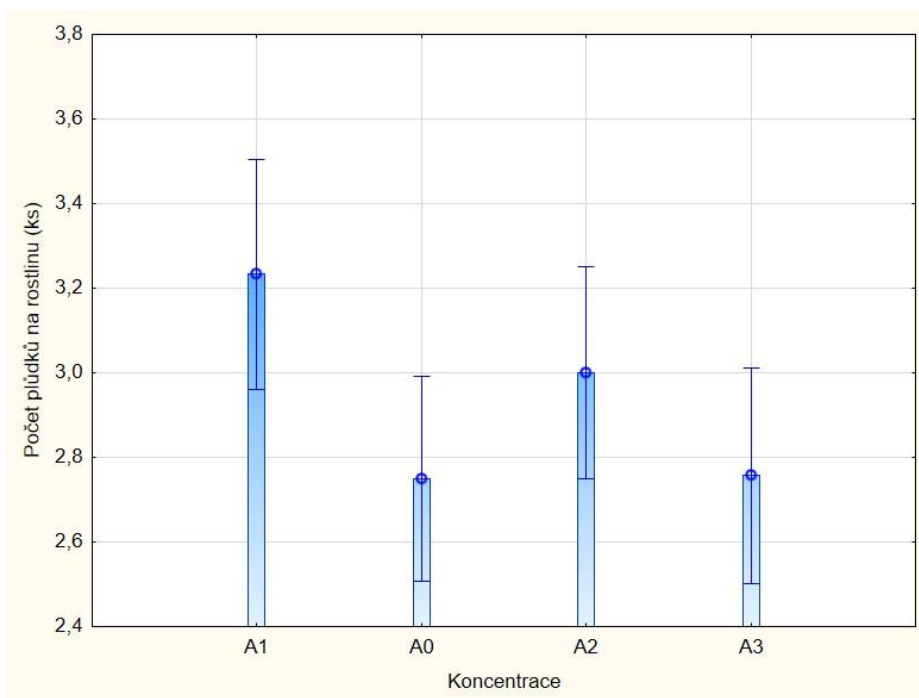


Graf 4: Vliv ošetření aminopyralidem na počet květů rostlin jahodniku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

Nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi variantami A1 a A2. Kontrolní varianta vykazovala vyšší počet květů, avšak tato hodnota nebyla průkazně vyšší v porovnání s uvedenými variantami. Průkazně a statisticky nejvyšší počet květů na rostlinu byl zaznamenán ve variantě A3, která v porovnání s kontrolní variantou dosahovala počtu květů 1,5 násobně více. Lze se domnívat, že nejlepšího výsledku dosáhlo toto ošetření u odrůdy Karmen z důvodu, že rostliny v době ošetření mohly být zdravotně poškozeny a projevovaly latentní příznaky, byť se u všech jednalo o certifikovaný výsadbový materiál.

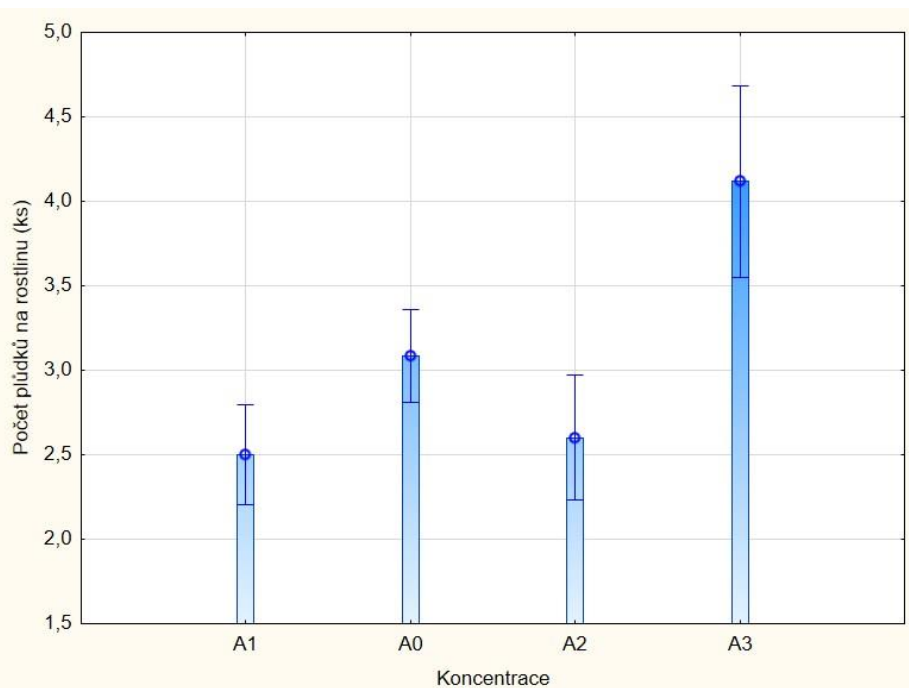
### 5.1.3 Vliv aminopyralidu na plodnost

#### 5.1.3.1 Vliv aminopyralidu na počet plůdků



Graf 5: Vliv ošetření aminopyralidem na počet plůdků rostlin jahodniku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

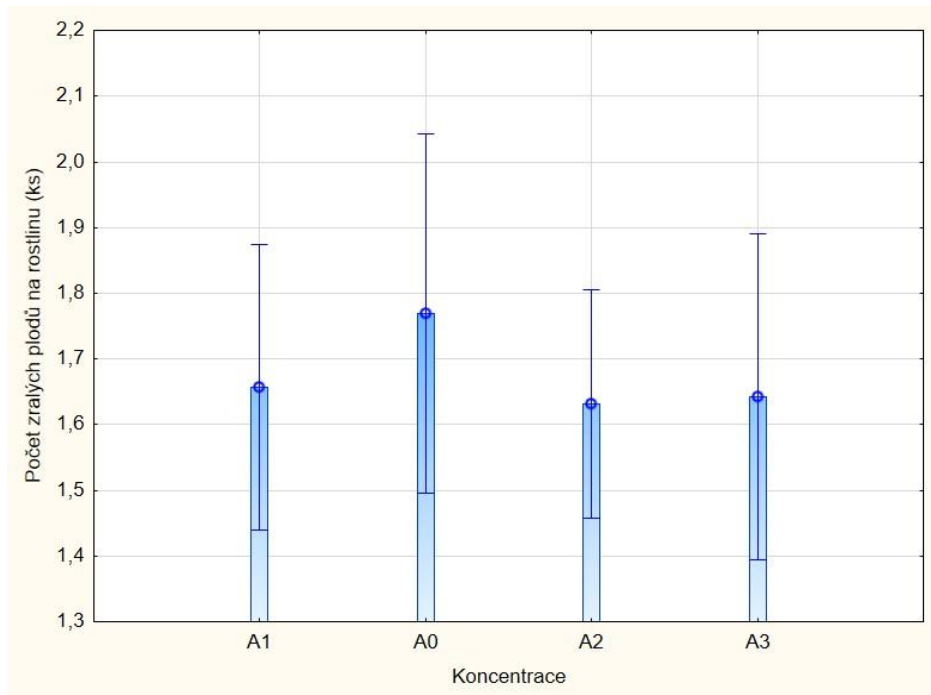
Nebyly shledány statisticky významné rozdíly v průměrném počtu plůdků mezi variantami A3 a A0. Varianta A2 dosahovala vyšších hodnot, ale nebylo to průkazně více oproti uvedeným variantám. Z Grafu 5 vyplývá, že statisticky průkazně nejvyššího počtu plůdků dosahovala varianta A1. Lze předpokládat, že aminopyralid u ošetření A3 negativně ovlivňuje přechod z fáze kvetení do tvorby plodů, byť v počtu květů dosahovalo toto ošetření nejvyšších hodnot.



Graf 6: Vliv ošetření aminopyralidem na počet plůdků rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

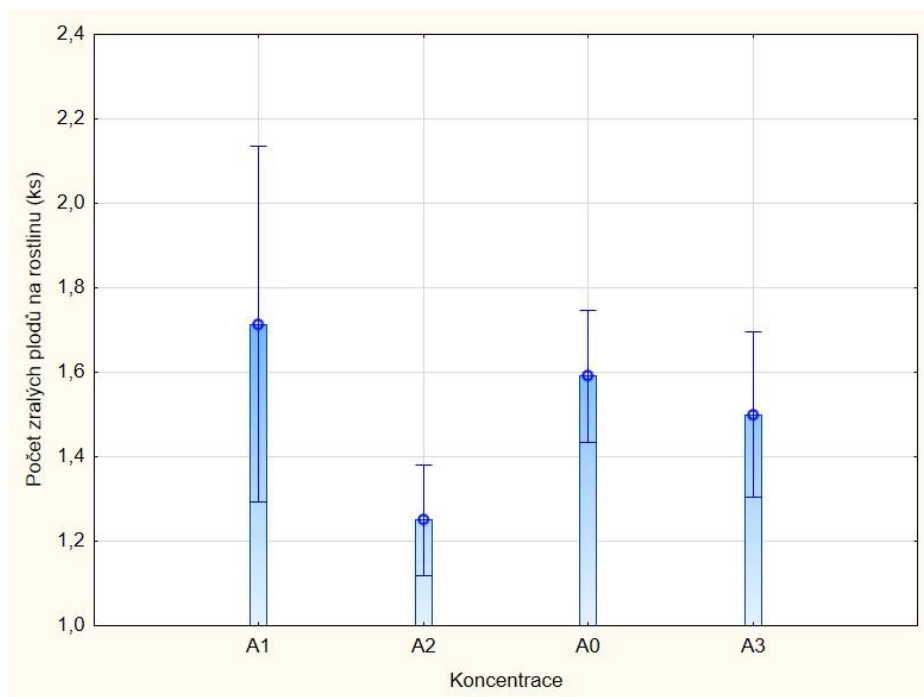
Mezi průměrnými hodnotami počtu plůdků u variant A1 a A2 se nenacházely statisticky významné rozdíly. Kontrolní varianta vykazovala vyšší počet plůdků než zmíněné varianty, avšak se nejednalo o průkazně vyšší hodnotu oproti dříve zmíněným variantám. U varianty A3 došlo ke zjištění statisticky průkazně nejvyššího průměrného počtu plůdků na rostlinu. V porovnání s variantou kontrolní je počet plůdků vyšší o jednu třetinu. Zde byla prokázána stejná reakce na aminopyralid jako u počtu květů, kdy výsledky ukazují stejné pořadí ošetření (A3 – nejvyšší hodnota, A1 – nejnižší hodnota).

### 5.1.3.2 Vliv aminopyralidu na počet zralých plodů



Graf 7: Vliv ošetření aminopyralidem na počet zralých plodů rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

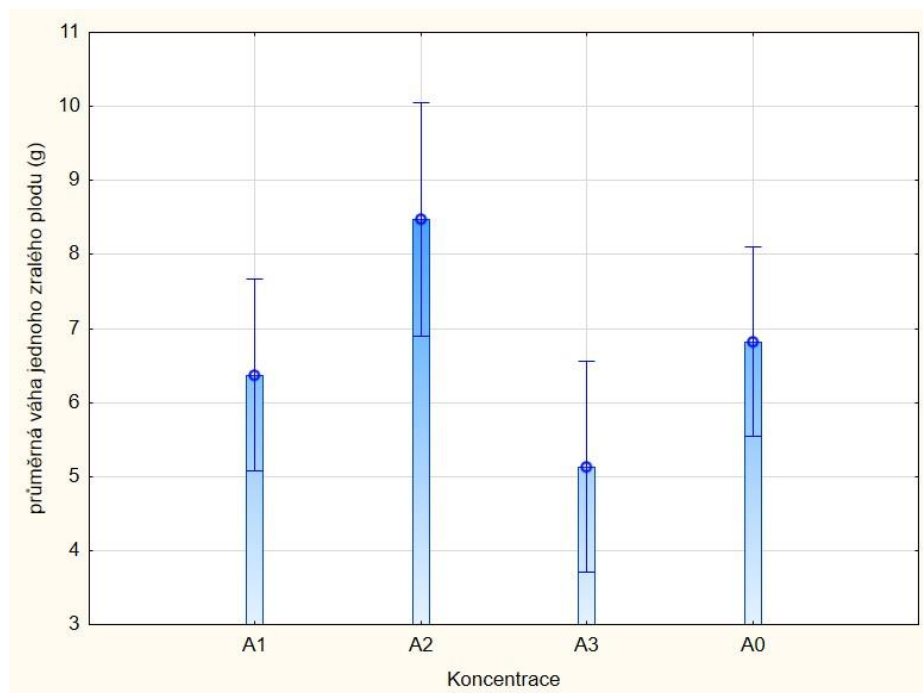
V případě průměrného počtu zralých plodů došlo vlivem působení aminopyralidu k negativnímu výsledku. Mezi hodnotami všech třech variant s aplikovaným aminopyralidem (A1, A2, A3) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly v průměrném počtu zralých plodů. Kontrolní varianta vykazovala vyšší počet zralých plodů, tato hodnota byla průkazně vyšší v porovnání s výše uvedenými variantami.



Graf 8: Vliv ošetření aminopyralidem na počet zralých plodů rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

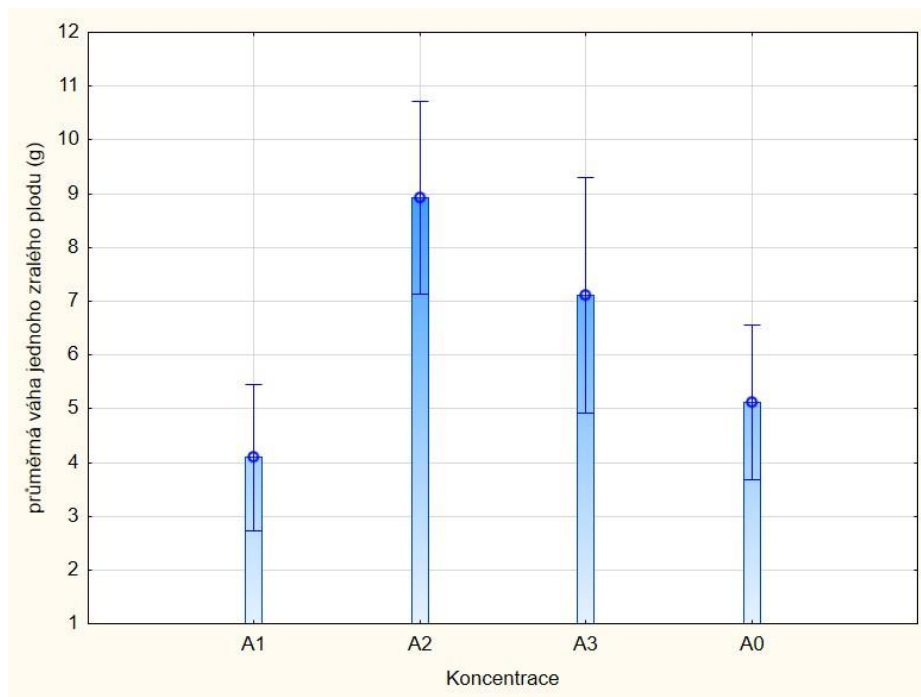
Mezi průměrnými hodnotami v počtu zralých plodů na rostlinu ve variantě A0 a A3 nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Varianta A1 vykazovala vyšší počet zralých plodů, ale nejednalo se o průkazně vyšší hodnotu s porovnáním s variantami A0 a A3. Ve variantě A2 byl zjištěn průkazně nejvyšší počet zralých plodů, oproti variantě s nejvyšší hodnotou (A1) zde došlo ke snížení počtu o 0,46 ks.

### 5.1.3.3 Vliv aminopyralidu na průměrnou hmotnost zralých plodů



Graf 9: Vliv ošetření aminopyralidem na hmotnost zralého plodu u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

V hodnotách průměrné hmotnosti zralého plodu nebyly zjištěny významné rozdíly ve variantách A0 a A1. U varianty A3 nastala nejnižší hodnota, kdy průměrná hmotnost zralého plodu byla snížena o 1,7 g oproti kontrolní variantě. U varianty A2 byla zjištěna průkazně statisticky nejvyšší průměrná hmotnost, která dosahovala o 1,65 g více než kontrolní varianta. Lze se domnívat, že průkazně nejvyšší průměrná váha u ošetření A2 byla z důvodu průměrně nejnižšího počtu zralých plodů.

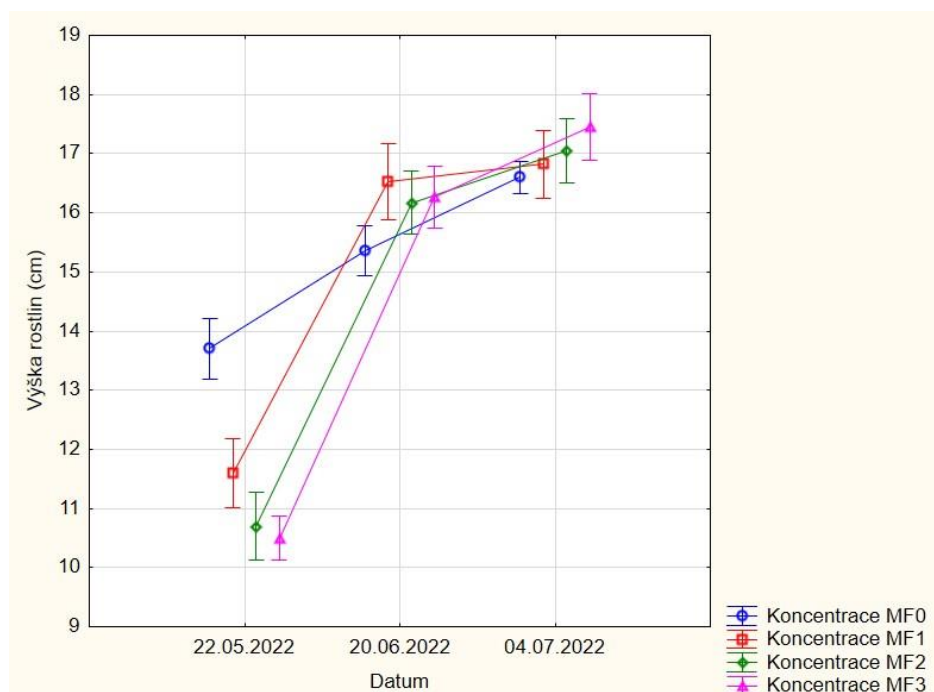


Graf 10: Vliv ošetření aminopyralidem na hmotnost zralého plodu u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

Mezi průměrnými hodnotami hmotnosti zralého plodu u variant A1 a A2 byly zjištěny průkazné rozdíly. Varianta A2 dosahovala jednou tolik výše hodnoty A1. Hodnota u varianty A3 byla vyšší než u kontrolní varianty, ale nejednalo se o průkazně nejvyšší statisticky významný rozdíl. Průkazně statisticky nejvyšší rozdíl se nacházel u varianty A2, která měla nejvyšší průměrnou hmotnost plodu. Oproti variantě kontrolní zde došlo k nárůstu hmotnosti o téměř 45 %. I v tomto případě se lze domnívat, že průkazně nejvyšší průměrná váha u ošetření A2 byla z důvodu průměrně nejnižšího počtu zralých plodů.

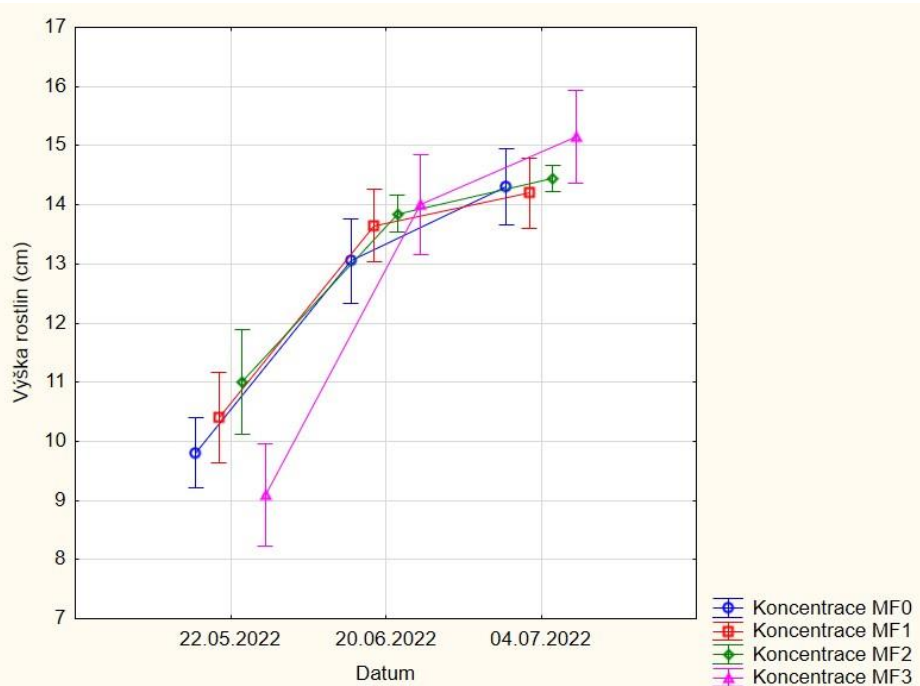
## 5.2 Vliv přípravku Mustang Forte na jahodník

### 5.2.1 Vliv přípravku Mustang Forte na výšku rostlin



Graf 11: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na výšku rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

Z Grafu 11 vyplývá, že ošetření přípravkem Mustang Forte nemělo v průběhu vegetace výrazný vliv na výšku rostlin u žádné z variant. Nenalezneme zde statisticky významné rozdíly.

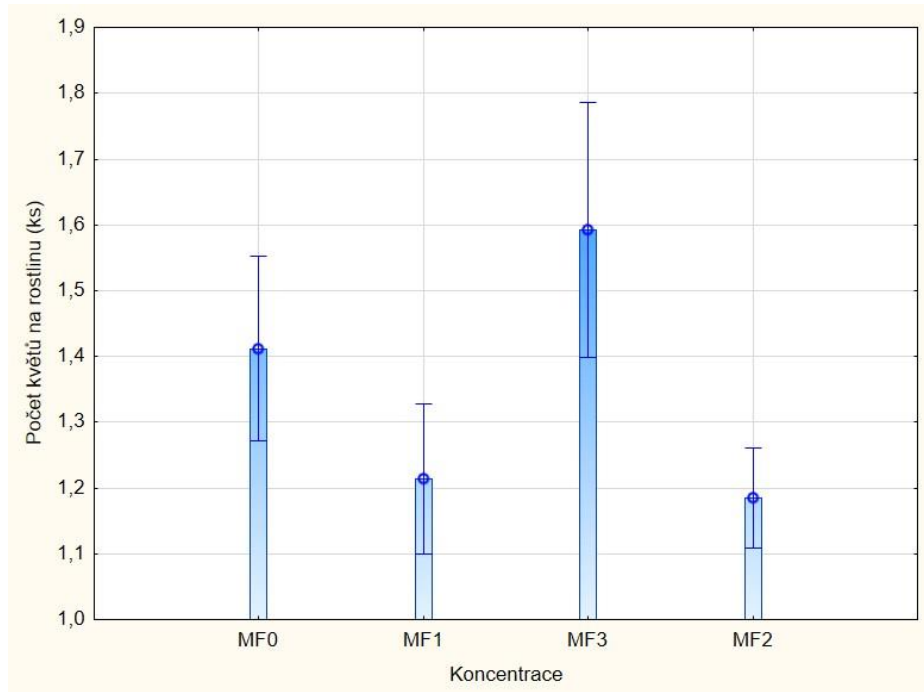


Graf 12: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na výšku rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



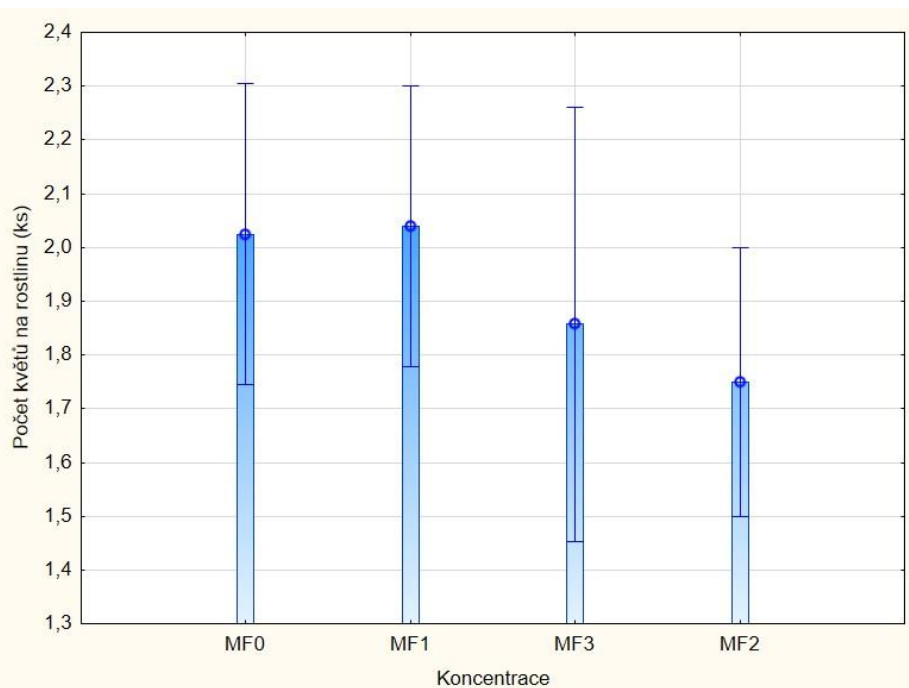
Přípravek Mustang Forte takřka neovlivnil v žádných koncentracích výšku rostlin jahodníku odrůdy Karmen. Není zde statisticky významný rozdíl mezi aplikovanými koncentracemi v průběhu vegetace.

### 5.2.2 Vliv přípravku Mustang Forte na tvorbu a počet květů



Graf 13: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet květů rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

Mezi variantami MF1 a MF2 nebyly zjištěny významně rozdílné hodnoty v průměrném počtu květů na rostlinu. Kontrolní varianta vykazovala průkazně vyšší počet květů v porovnání se zmíněnými variantami. Ve variantě MF3 byl zjištěn průkazně nejvyšší počet květů, v porovnání s kontrolní variantou zde byl rozdíl průkazný.

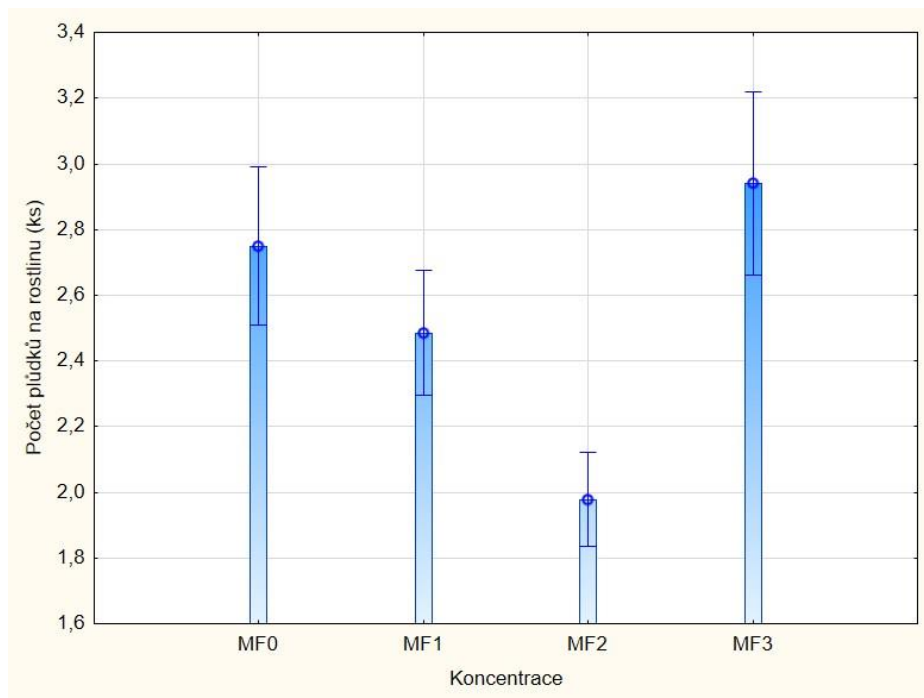


Graf 14: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet květů rostlin jahodniku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

Mezi průměrnými hodnotami v počtu květů na rostlinu nebyly zjištěny průkazné rozdíly u variant MF0 a MF1. Varianty MF3 a MF2 vykazovaly počet květů nižší a mezi těmito variantami opět nebyly zjištěny významné rozdíly. Nejvýznamnější rozdíl nastal v průměrném počtu květů mezi variantami MF1 a MF2.

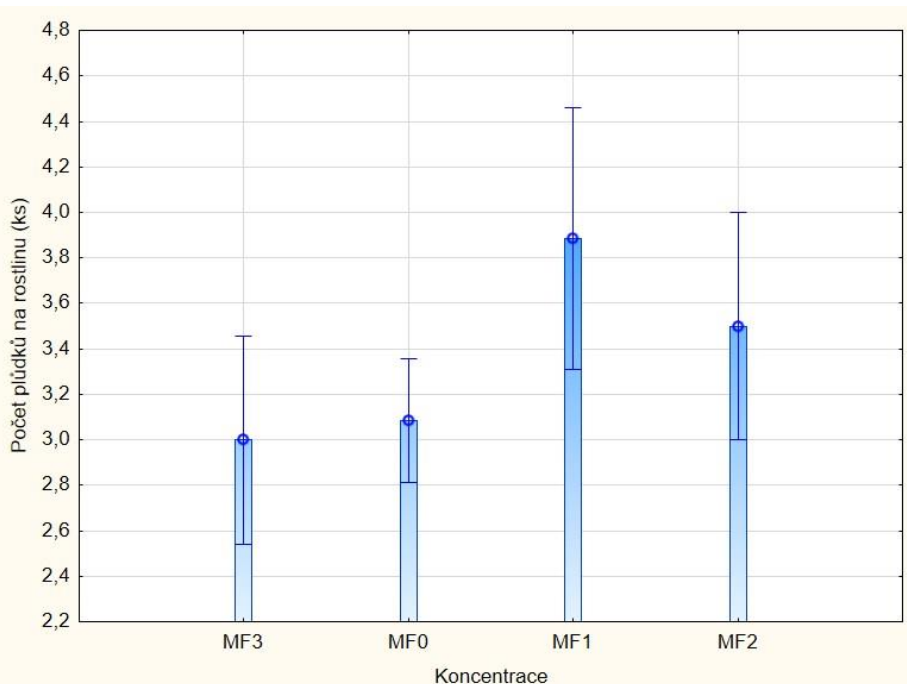
## 5.2.3 Vliv přípravku Mustang Forte na plodnost

### 5.2.3.1 Vliv přípravku Mustang Forte na počet plůdků



Graf 15: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet plůdků rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

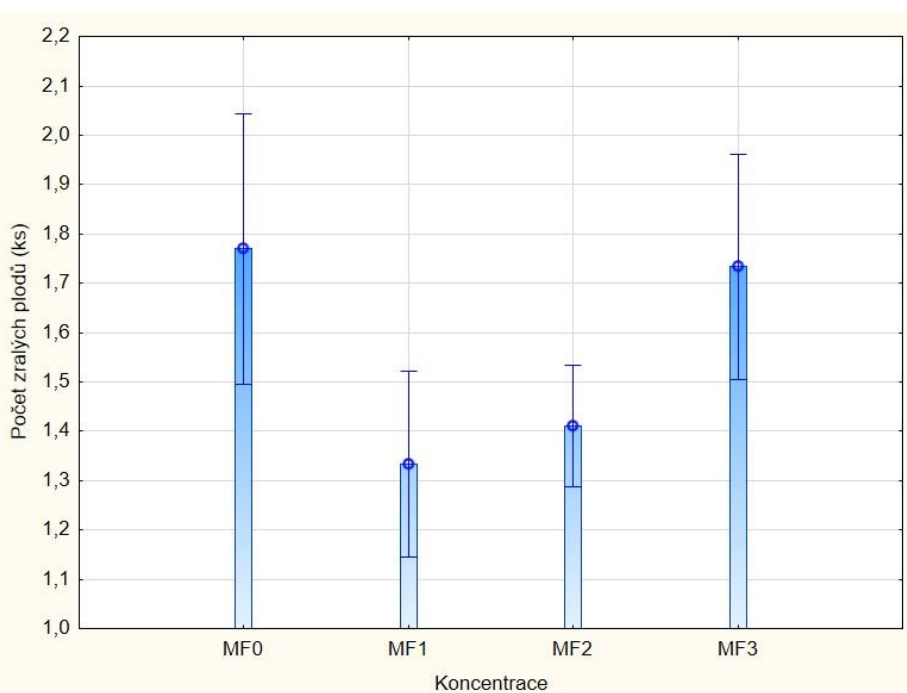
Nejvyšší hodnoty průměrného počtu plůdků na rostlinu dosahovala varianta MF3, avšak se nejednalo o průkazně statisticky významný rozdíl ve vztahu ke kontrolní variantě. Nižšího počtu, než kontrolní varianta dosahovaly varianty MF1 a MF2. U varianty MF1 nebyl zjištěn tak markantní pokles jako u varianty MF2. Varianta MF2 vykazovala průkazně nejnižší hodnoty a nejvýznamnější statistický rozdíl ve vztahu ke kontrolní variantě. Je pravděpodobné, že je to z důvodu nejnižšího počtu květů, z kterých probíhá následný vývoj v plody.



Graf 16: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet plůdků rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

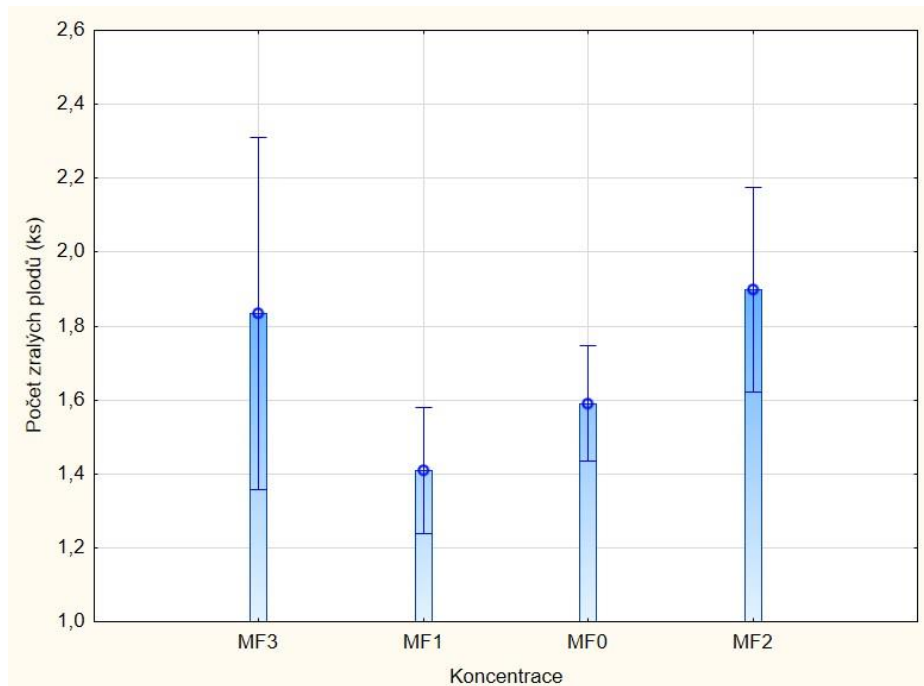
Nejvyšší průměrný počet plůdků na rostlinu byl zjištěn u varianty MF1. Varianta MF2 dosahovala rovněž vyšší hodnoty než kontrolní varianta. Mezi průměrnými hodnotami v počtu plůdků na rostlinu u variant MF3 a MF0 nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly.

### 5.2.3.2 Vliv přípravku Mustang Forte na počet zralých plodů



Graf 17: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet zralých plodů rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

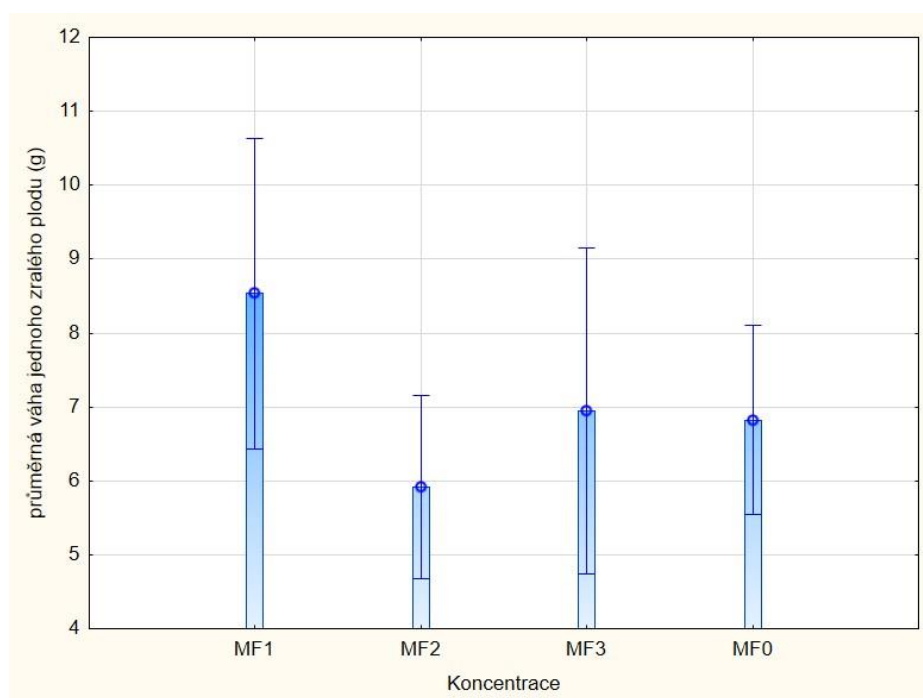
Mezi hodnotami průměrného počtu zralých plodů na rostlinu u variant MF0 a MF3 nebyly zjištěny průkazné rozdíly. Varianty MF1 a MF2 vykazovaly počet zralých plodů průkazně statisticky nejnižší ke kontrolní variantě, ale mezi nimi významné statistické rozdíly shledány nebyly. Zde se lze domnívat, že tento výsledek ve variantách MF1 a MF2 je z důvodu, že nastaly i obdobné výsledky v počtu květů, které se pak odrazí v následné fázi tvorby plodů.



Graf 18: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet zralých plodů rostlin jahodniku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

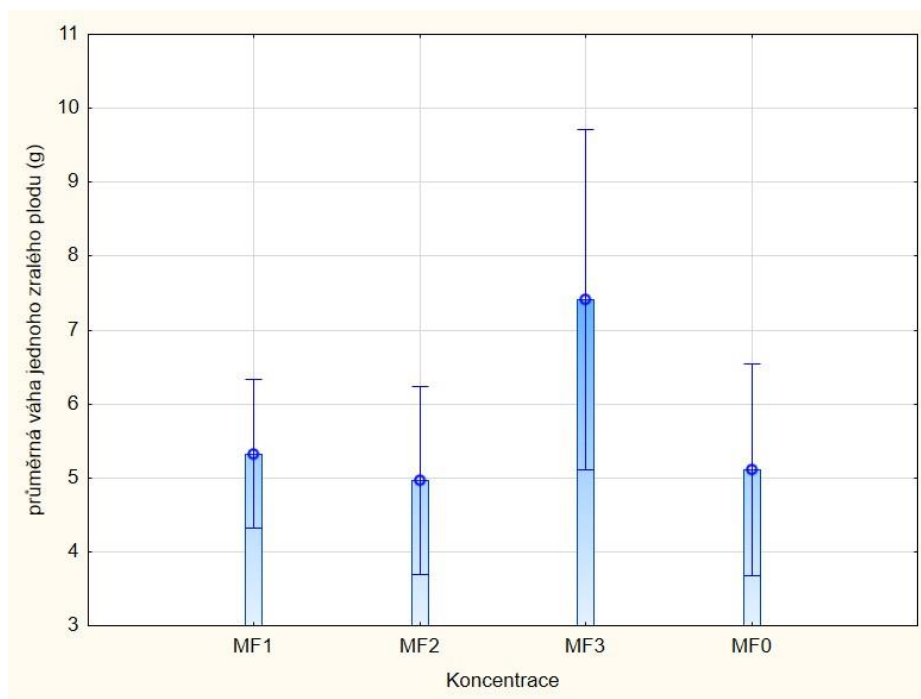
Z Grafu 18 vyplývá, že u průměrných hodnot počtu zralých plodů variant MF1 a MF0 nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Varianty MF3 a MF2 vykazovaly průkazně vyšší hodnoty v porovnání se zmíněnými variantami. Avšak mezi hodnotami variant MF2 a MF3 nebyly opět zjištěny statisticky významné rozdíly.

### 5.2.3.3 Vliv přípravku Mustang Forte na průměrnou hmotnost zralých plodů



Graf 19: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na hmotnost zralého plodu u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

Varianta MF2 měla hodnotu průměrné hmotnosti zralého plodu nejnižší. Mezi průměrnými hodnotami u variant MF3 a MF0 nebyly shledány průkazně statisticky významné rozdíly. Varianta MF1 vykazovala průkazně nejvyšší hodnotu průměrné hmotnosti, kdy oproti kontrolní variantě byl rozdíl téměř o 1,5 g. Lze se domnívat, že výrazně nejvyšší hodnoty dosáhla varianta MF1 z důvodu nejnižšího počtu zralých plodů.



Graf 20: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na hmotnost zralého plodu u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

Mezi průměrnými hodnotami průměrné hmotnosti zralých plodů u variant MF1, MF2 a MF0 nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl. Varianta MF3 vykázala nejvyšší hodnotu v průměrné hmotnosti zralých plodů a zároveň se jednalo o průkazně významný statistický rozdíl ke všem ostatním variantám.

### 5.3 Různá růstová poškození způsobená herbicidními látkami

V průběhu vegetace na rostlinách jahodníku bylo zaznamenáno několik vizuálních růstových poškození. Velmi častým poškozením byly různé listové deformace např. svinování. Svinování listů nastalo u obou odrůd a postupem vegetace se objevovalo ve větším množství (viz Obrázek 6). Toto poškození se začalo objevovat zhruba ve třetí dekádě června na mladých listech. Nejprve k výskytu došlo u vyšších koncentrací aplikovaných herbicidních látek, ale později se listové poškození začalo objevovat i u zbývajících ošetření.

Specifickou listovou deformací jsou tzv. miskovité listy (viz Obrázek 7), u kterých dochází ke zvednutí listových okrajů směrem nahoru a vzniká tzv. miska. Miskovité listy se objevily pouze u odrůdy Elsanta a to ve všech ošetřených koncentracích. Nejprve u koncentrací A3 a MF3, později i u všech ostatních. V nejvyšších koncentracích byly miskovité listy zastoupeny v největší míře (několik rostlin z dané koncentrace). K prvnímu výskytu došlo 23.06.2023 měsíc od aplikace herbicidů.

Další růstovou abnormalitou, která se objevila velmi ojediněle, byla deformace rostliny na šlahounu mateřské rostliny jahodníku (Obrázek 8 v příloze). Tato porucha se také objevila výhradně u odrůdy Elsanta, avšak pouze u koncentrace MF2 u jedné z pokusných rostlin jahodníku.

Velice často byl na rostlinách u všech koncentrací patrný, především s postupem vegetace, úbytek chlorofylu v listech (Obrázek 9 v příloze). Na tento jev byla zřetelně

náchylnější odrůda Karmen oproti Elsantě, u které k tomuto jevu docházelo již počátkem měsíce června.



*Obrázek 6: Poškozený list u odrůdy Karmen (koncentrace A1) dne 08.08.2022 (autor 2022)*



*Obrázek 7: Miskovité listy u odrůdy Elsanta (koncentrace A3) dne 23.06.2022 (autor 2022)*



## 6 Diskuze

Pokus, o kterém se zmiňuje Pflieger et al. (2012) s pohánkou ježatou (*Cynosurus echinatus* L.) poukazuje na ovlivnění výšky rostlin dávkou aminopyralidu. Aminopyralid byl aplikován v množstvích od 0 g/ha do 61,5 g/ha. Nejprve nejnižší množství pozitivně stimulovaly růst a později i varianty ostatní. V průběhu vegetace však došlo k výraznému poklesu růstu u nejvyšší dávky. Při opakování pokusu docházelo k poklesu a k nárůstu nadzemní části v průběhu sezóny, ale později došlo k poklesu růstu nehledě na ošetření. Z bakalářského pokusu byly výsledky obdobné. Nejnižší koncentrace aminopyralidu dosahovaly nejvyšších hodnot ve výšce rostlin. Je možné předpokládat, že v případě dalších měření by rostliny měly obdobný trend a klesaly by na výšce. Podle Pflieger et al. (2012) stejná množství, která jsou zmíněna výše, aminopyralidu byla aplikována i na kostřavu (*Festuca roemeri*), která nevykázala žádné významné změny na habitu. Stejně tvrzení se vztahuje i na aplikaci přípravku Mustang Forte v bakalářském pokusu, kdy rostliny dosahovaly obdobné výšky jako neošetřená kontrola. Hunnicutt et al. (2013) uvádí, že clopyralid má podobné chemické složení, způsob mobilizace a vliv na rostlinu jako aminopyralid. Tuto informaci lze dát do souvislosti s autorským kolektivem Sharpe et al. (2018), který konstatuje, že působením clopyralidu jahodník výšku nesnižuje, je tolerantní a rozdíly mohou nastat pouze odrůdově. V bakalářském pokusu odrůdové rozdíly ve výšce rostlin nastaly, ale potvrdilo se tvrzení, že jahodník výšku nesnižuje.

Z bakalářského pokusu vyplývá, že vyšší koncentrace 50 ppb (0,05 mg/l) herbicidu způsobovaly u jahodníku větší množství listových deformací, které se objevily i dříve, oproti koncentracím nižším. Toto tvrzení koresponduje s výsledky studie od Wallace et al. (2012), kteří uvádějí, že u borovice těžké (*Pinus ponderosa* Lawson & C. Lawson) nižší dávky aminopyralidu způsobovaly nižší stupeň poškození oproti dávkám vyšším. Vysokého poškození (70 %) dosahovali při dávkách 120 g/ha a nízké úrovně poškození při 50 g/ha (Wallace et al. 2012).

Svinování mladých listů jahodníku vlivem kontaminace půdy aminopyralidem v květináči souzní s publikovaným materiálem Ferrell et al. (2020). Ferrell et al. (2020) popisuje tyto příznaky při vyšších koncentracích a uvádí, že aminopyralid díky své vysoké mobilitě často působí v mladých rostlinných pletivech.

Rovněž Ferrell et al. (2020) uvádí, že květy jsou na tento herbicid citlivé a může docházet k jejich inhibici, zatímco poškození na listech nejsou patrná. Toto tvrzení se již neshoduje s výsledky bakalářského pokusu na jahodníku. U jahodníku byl zaznamenán nejvyšší počet květů u nejvyšší koncentrace 50 ppb (0,05 mg/l) aminopyralidu u obou odrůd a u přípravku Mustang Forte u odrůdy Elsanta rovněž, pouze u odrůdy Karmen došlo k mírnému snížení. Nižší koncentrace vykazovaly výrazné snížení počtu květů i v ostatních případech. K rozdílným výsledkům došlo pravděpodobně kvůli odlišnému zdroji působení herbicidních látek. Zatímco Ferrell et al. (2020) popisuje symptomy poškození získané z kompostu či z hnoje z ošetřených rostlin, v bakalářském pokusu byla půda ošetřena roztokem herbicidní látky a destilované vody. Dalším možným vysvětlením je podle autorského kolektivu Figueroa & Doohan (2006), že tolerance jahodníku na clopyralid je variabilní a liší se pouze v aplikované dávce, však tolerance není lineární. Tímto lze vysvětlit průkazně nejvyšší hodnotu průměrného počtu květů u odrůdy Karmen v již zmíněném nejvyšším ošetření 50 ppb (0,05 mg/l)

aminopyralidem, která dosahovala počtu 1,5 krát více než kontrolní varianta a ostatní ošetření dosahovala průkazně nižších hodnot.

Působení clopyralidu na jahodník se věnovali Figueroa & Doohan (2006). Tento autorský kolektiv ukazuje, že aplikované dávky 25 až 400 g/ha ovlivňují kvetení, které se zvyšující dávkou ustává až je zcela inhibováno. V bakalářském pokusu se toto při aplikovaných koncentracích nepotvrdilo. Nejvyšší koncentrace aminopyralidu 50 ppb (0,05 mg/l) vykazovaly nejvyšší počet květů u obou odrůd i v případě Mustangu Forte u odrůdy Elsanta.

Výsledky bakalářského pokusu také odporují tvrzení Sharpe et al. (2018), že clopyralid obecně snižuje výnos jahodníku a jeho obsah v rostlinném těle nemá vliv na reprodukci. V pokusu ve variantě s aminopyralidem u odrůdy Elsanta vyšly nejvyšší počty zralých sklizených plodů u neošetřené kontroly a ostatní ošetření se pohybovala v nižších, však podobných hodnotách. Zatímco v případě odrůdy Karmen počet zralých plodů pozitivně stimulovalo ošetření 12,5 ppb (0,01 mg/l).

Boyd & Dittmar (2015) uvádějí, že poškození jahodníku clopyralidem se liší dobou ošetření. Aplikace v raném stádiu poškodí listy, ale nesníží výnos. S tímto lze kooperovat z hlediska průměrných hmotností zralých plodů, kdy se neošetřená kontrola v bakalářském pokusu nalézala na spodních příčkách. Seefeldt et al. (2013) publikuje, že výnos bramborových hlíz klesal se zvyšujícími se dávkami aminopyralidu (0–123 g/ha). Toto tvrzení neodpovídá výsledkům bakalářského pokusu, kdy neošetřená kontrola dosahovala menší průměrné hmotnosti zralých plodů než některé ošetřené varianty u ošetření aminopyralidem i v případě přípravku Mustangu Forte. Další autoři Mikkelsen & Lym (2011) ve svém experimentu dokládají, že aminopyralid v půdě neměl takřka žádný negativní vliv na vojtěšku setou, slunečnici roční a kukuřici setou v jejich výnosu. Oproti tomuto výsledku u výše zmíněných rostlin je tu i výsledek se sójou luštinatou, u které došlo ke snížení výnosu, když byl na půdu aplikován aminopyralid v době 20-23 měsíců před výsevem v dávce 120 g/ha. S výsledky se sójou luštinatou lze souhlasit, počet zralých plodů u jahodníku byl v případě odrůdy Elsanta negativně ovlivněn všemi ošetřeními aminopyralidem i Mustangem Forte. U odrůdy Karmen došlo k vyšší hodnotě v počtu sklizených plodů u ošetření aminopyralidem ve variantě 12,5 ppb (0,01 mg/l) a u Mustangu Forte u variant 25 ppb (0,025 mg/l) a 50 ppb (0,05 mg/l).

Již zmíněný autorský kolektiv Seefeldt et al. (2013) rovněž zjistil, že nižší dávky aminopyralidu aplikované v pokusu s bramborami se projevovaly miskovitými listy na rostlinách. Tyto miskovité listy se rovněž objevily u všech třech koncentrací aminopyralidu v bakalářském pokusu u odrůdy Elsanta, ale nejdříve u těch vyšších. Haring et al. (2022) prováděli v Kalifornii výzkum na vinnou révu (*Vitis vinifera* L.), kdy na ni aplikovali v dávce 122,5 g/ha aminopyralid v letních měsících. Výsledkem byly deformované úponky a malformace listů. K této studii lze přiřadit deformované rostliny na šlahounu jahodníku, kdy toto lze dát do souvislosti s konkrétní koncentrací 25 ppb (0,025 mg/l) Mustangu Forte, kde je obsažen aminopyralid a odrůdou Elsanta, u které toto množství způsobovalo zmiňované poškození. V těchto dvou případech lze rovněž sledovat odrůdové rozdíly na vliv aplikovaných herbicidních látek a zároveň i toleranci odrůdy Karmen, která nevykazovala zmíněná poškození na habitu.

## 7 Závěr

- Ze zjištěných výsledků bakalářského pokusu lze potvrdit hypotézu č. 1 „Různé koncentrace herbicidní látky aminopyralid a přípravku Mustang Forte významně ovlivní růst a vývoj jahodníku ve fázi kvetení a tvorby plodů.“
- Hypotézu č. 2 „Mezi vybranými odrůdami jahodníku existují průkazné rozdíly v citlivosti na uvedenou herbicidní látku.“ lze rovněž potvrdit.
- Výsledky pokusu prokázaly pozitivní reakci aminopyralidu u obou odrůd na počet květů v nejvyšším ošetření 50 ppb (0,05 mg/l). Rovněž tomu bylo u průměrné hmotnosti zralých plodů v ošetření 25 ppb (0,025 mg/l). Odrůda Elsanta nejvyššího počtu plůdků dosahovala v ošetření 12,5 ppb (0,01 mg/l) a Karmen v 50 ppb (0,05 mg/l).
- Na počet zralých plodů u odrůdy Elsanta aminopyralid reagoval negativně, nejlépe dopadly neošetřené kontrolní rostliny. U odrůdy Karmen nejlépe působilo ošetření 12,5 ppb (0,01 mg/l).
- Mustang Forte negativně ovlivnil počet květů u odrůdy Karmen, kdy pouze ošetření 12,5 ppb (0,01 mg/l) vykazovalo statisticky nevýznamný nárůst oproti neošetřené kontrole.
- V případě u odrůdy Elsanta se po aplikaci Mustangu Forte dosáhlo nejvyššího počtu květů při ošetření 50 ppb (0,05 mg/l). Však na počet zralých plodů reagoval negativně u Elsanty a pozitivně v ošetření 25 ppb (0,025 mg/l) a 50 ppb (0,05 mg/l) u Karmen.
- V tvorbě plůdků si nejlépe vedlo ošetření Mustangem Forte v 50 ppb (0,05 mg/l) u Elsanty a 12,5 ppb (0,01 mg/l) u Karmen. Obráceně tomu bylo u odrůd v průměrné hmotnosti zralých plodů.
- Byly zjištěny meziodrůdové rozdíly v citlivosti na aminopyralid i Mustang Forte. Odrůda Karmen v přítomnosti aminopyralidu reagovala ve všech ošetření s výrazným nárůstem počtem květů. Stejně tomu bylo i v případě aplikace Mustangu Forte, kdy opět odrůda Karmen vykazovala průkazně vyšších hodnot v počtu květů, plůdků i zralých plodů.
- Za kritické koncentrace k inhibici ve fázi tvorby květů a plodů lze považovat u odrůdy Elsanta 25 ppb (0,025 mg/l) u ošetření aminopyralidem a stejně tak v případě Mustangu Forte. U odrůdy Karmen je to ošetření 25 ppb (0,025 mg/l) u aminopyralidu a ve variantě s Mustangem Forte to nelze jednoznačně stanovit.
- Lze konstatovat, že aminopyralid u odrůdy Karmen v průběhu fáze kvetení a tvorby plodů ovlivňuje rostliny ve všech ošetření, ale u ošetření 12,5 ppb (0,01 mg/l) v průběhu nedochází k výrazným výkyvům hodnot a ve výsledku jsou rostliny pozitivně stimulovány.
- Odrůda Elsanta vykazovala oproti odrůdě Karmen větší citlivost na listové deformace. Pouze u ní se objevily tzv. „miskovité“ listy a deformace rostlin na šlahounech.
- Výsledky prokázaly u odrůdy Elsanta pozitivnější reakci na ošetření herbicidními látkami, kdy dosahovala o pár centimetrů vyšších průměrných hodnot ve výšce rostlin než odrůda Karmen. Znatelně lépe také snášela vliv herbicidních látek na úbytek chlorofylu.
- Výška u rostlin ošetřených Mustangem Forte v případě obou odrůd nebyla takřka ovlivněna, naměřené rozdíly byly nepatrné oproti kontrolním variantám. Rostliny ošetřené aminopyralidem vykazovaly u obou odrůd statisticky významné rozdíly.
- Bylo prokázáno působení syntetických auxinových herbicidů jejichž typickými příznaky, kterými v tomto pokusu byly především deformace a svinování listů.

- Ve výsledcích se také musí zohlednit klimatické podmínky roku 2022, které měly taktéž svůj vliv na tento pokus.
- Je pravděpodobné, že reakce rostlin jahodníku na herbicidní látky by se projevila v menší míře ve fázi květu a plodnosti, kdyby byla aplikována v dřívější době, jak uvádějí Boyd & Dittmar (2015) u clopyralidu. V tomto případě tomu nešlo jinak z důvodu jarní výsadby frigo sadby rostlin do květináčů a následnému čekání na prokořenění rostlin.
- Pro další výzkum by bylo vhodné použít již nahrnkované rostliny z podzimní výsadby a aplikovat herbicidní látky např. již v březnu, kdy v polních podmínkách již vzchází a rostou různé plevely.
- Zajímavé výsledky by mohly být z pokusu, pokud by herbicidní látky byly aplikovány na polní porost jahodníku v podzimním období, a ne do květináčového pokusu ve fóliovém krytu na jaře. Zde je pravděpodobné, že by výsledky dopadly jinak z důvodu metabolismu a disipace aminopyralidu v chladnějších měsících.
- V příloze této bakalářské práce lze nalézt fotografie porostu jahodníku v průběhu pokusu (Obrázky 10-13). Rovněž se zde nacházejí i další grafy (Grafy 21-44) z hodnocení pokusu, které poskytují informace o cukernatosti a obsahu sušiny zralých plodů, počtu květenství, šlahounů 1., 2. a 3. řádu a celkové kondici rostlin jahodníku.

## 8 Literatura

- Blažek J, et al. 1998. *Ovocnictví. Květ, Praha.*
- Boyd NS, Dittmar PJ. 2015. Impact of Application Time and Clopyralid Rate on Strawberry Growth and Yield. *Weed Technology* **29**:821-826.
- Davis TM, Denoyes-Rothan B, Lerceteau-Köhler E. 2007. Strawberry. Pages 189-205 in Kole C, editor. *Fruits and Nuts. Springer, Berlin.*
- DiTomaso JM, Kyser JM. 2015. Effects of aminopyralid on California annual grassland plant communities. *Invasive Plant Sci Manag* **8**:98-109.
- Dlouhá J, Erbenová M, Karešová R, Tlustoš P, Vaněk V. 2003. *Pěstujeme jahodník, maliník a ostružiník. Brázda, Praha.*
- Edger PP, et al. 2019. Origin and evolution of the octoploid strawberry genome. *Nature Genetics* **51**:541-547.
- Fast BJ, Ferrell JA, MacDonald GE, Sellers BA, MacRae AW, Krutz LJ, Kline WN. 2011. Aminopyralid soil residues affect rotational vegetable crops in Florida. *Pest Manag Sci* **67**:825-830.
- Ferrell JA, Dittmar PJ, Sellers BA, Devkota P. 2020. Herbicide residues in manure, compost, or hay. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida.
- Figueroa RA, Doohan DJ. 2006. Selectivity and Efficacy of Clopyralid on Strawberry (*Fragaria X ananassa*). *Weed Technology* **20**:101-103.
- Gall J. 2020. Přehled ochrany rostlin v březnu a dubnu – ovocné plodiny. *Rostlinolékař* **31**:10-14.
- Graziano G, Tomco P, Seefeldt S, Mulder C, Redman Z. 2022. Herbicides in unexpected places: Non-target impacts from tree root exudation of aminopyralid and triclopyr following basal bark treatments of invasive chokecherry (*Prunus padus*) in Alaska. *Weed Science* **70**:706-714.
- Hamouzová K, Košnarová P, Soukup J. 2021. *Herbicidní rezistence: vývoj, prevence a management. Syngenta, Praha.*
- Haring SC, Ou J, Al-Khatib K, Hanson BD. 2022. Grapevine Injury and Fruit Yield Response to Simulated Auxin Herbicide Drift. *HortScience* **57**:384-388.
- Hlušek J, Balík J, Burg P, Lošák T, Nečas T, Ondrášek I, Šafránková I, Wolf J, Zemánek P. 2018. *Ovocné kultury. Profi Press, Praha.*
- Holaň V, Louda D, Kloutvorová J, Ouředníčková J, Dohnalová B, Bednářová T. 2012. *Jak odborně pěstovat jahody. Nová Forma, České Budějovice.*
- Hunnicutt CL, Macrae AW, Dittmar PJ, Noling JW, Ferrell JA, Alves C, Jacoby TP. 2013. Annual Strawberry Response to Clopyralid Applied During Fruiting. *Weed Technology* **27**:573-579.

- Husaini AM, Zaki FA. 2016. Strawberries: a General Account. Pages 1-9 in Husaini AM, Neri D, editors. Strawberry: growth, development and diseases. CABI, Croydon.
- Jaklová P, Kracíková M, Lišková P, Varga M, Bílková A, Suran P. 2021. Metodika technologie ochrany jahodníku z hlediska rezistence *Botrytis cinerea* k fungicidům a minimalizace reziduí v plodech. VŠÚO HOLOVOUSY s.r.o., Holovousy.
- Janků J, Jursík M, Soukup J. 2012. Adjuvanty. Agromanuál **7**: 53-54.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, České Budějovice.
- Jursík M, Soukup J, Holec J, Andr J. 2011. Mechanismy účinku herbicidů a projevy jejich působení na rostliny – Růstové herbicidy (syntetické auxiny). Listy cukrovarnické a řepařské **127**:88-92.
- Jursík M, Soukup J. 2022. Rezidua herbicidů v půdě a jejich vliv na následné plodiny. Agromanuál **17**:10-12.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, Praha.
- Kloutvorová J, Skalský M, Ouředníčková J, Jaklová P, Valentová L. 2018. Integrovaná ochrana jahodníku. VŠÚO HOLOVOUSY s.r.o., Holovousy.
- Kyser GB, Hazebrook A, DiTomaso JM. 2013. Integration of prescribed burning, aminopyralid, and reseeding for restoration of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*)-infested rangeland. Invasive Plant Sci Manag **6**:480–491.
- Li Z, Guan W, Hong H., Ye Y., Ma Y. 2013. Determination and Study on Residue and Dissipation of Florasulam in Wheat and Soil Under Field Conditions. Bull Environ Contam Toxicol **90**:280–284.
- Mikkelsen JR, Lym RG. 2011. Aminopyralid Soil Residues Affect Crop Rotation in North Dakota Soils. Weed Technology **25**:422-429.
- Mikulka J, Štrobach J. 2020. Biologie a regulace vytrvalých plevelů na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.
- Miller AJ, Leite VM, Hall LM, Bork EW. 2020. Forage Legume Establishment under Exposure to Progressive Declines in Aminocyclopyrachlor and Aminopyralid in Temperate Pastures. Agronomy **10**:392-403.
- Odbor rostlinných komodit MZe. 2022. Situační a výhledová zpráva ovoce. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Paterson EA, Shenton ZL, Straszewski AE. 2002. Establishment of the baseline sensitivity and monitoring response of *Papaver rhoeas* populations to florasulam. Pest management science **58**:964-966.
- Peterson MA, McMaster SA, Riechers DE, Skelton, J, Stahlman PW. 2016. 2,4-D past, present, and future: a review. Weed Technology **30**:303-345.

- Pfleeger, T, Blakeley-Smith M., King G, Lee EH, Plocher M, Olszyk D. 2012. The effects of glyphosate and aminopyralid on a multi-species plant field trial. *Ecotoxicology* **21**:1771-1787.
- Richter M. 2004. Malý obrazový atlas odrůd ovoce. Díl 6, jahodník, maliník, ostružiník. TG Tisk, Lanškroun.
- Rod J. 2017. Atlas chorob a škůdců ovoce, zeleniny a okrasných rostlin. Vydavatelství VÍKEND, Český Těšín.
- Saghir SA, Marty MS, Zablotny CL, Passage JK, Perala AW, Neal BH, Hammond L, Bus JS. 2013. Life-Stage-, Sex-, and Dose-Dependent Dietary Toxicokinetics and Relationship to Toxicity of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) in Rats: Implications for Toxicity Test Dose Selection, Design, and Interpretation. *Toxicological Sciences* **136**:294-307.
- Seefeldt SS, Boydston RA, Kaspari PN, Zhang M, Carr E, Smeenk J, Barnes DL. 2013. Aminopyralid Residue Impacts on Potatoes and Weeds. *American Journal of Potato Research* **90**:239-244.
- Sergiev I, Todorova D, Shopova E, Brankova L, Jankauskienė J, Jurkonienė S, Gavelienė V, Mockevičiūtė R. 2020. Assessment of synthetic auxin type compounds as potential modulators of herbicide action in *Pisum sativum* L. *Biologia* **75**:1845-1853.
- Sharpe SM, Boyd NS, Dittmar PJ, MacDonald GE, Darnell RL. 2018. Clopyralid Tolerance in Strawberry and Feasibility of Early Applications in Florida. *Weed Science* **66**:508-515.
- Todd OE, Figueiredo MR, Morran S, Soni N, Preston C, Kubeš MF, Napier R, Gaines TA. 2020. Synthetic auxin herbicides: finding the lock and key to weed resistance. *Plant Science* 300 (110631) DOI: 10.1016/j.plantsci.2020.110631.
- ÚKZÚZ. 2022. Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského – Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2022. ÚKZÚZ, Brno.
- Vachůn Z. 2004. Ovocnictví – pěstování jahodníku. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Vats S. 2015. Herbicides: History, Classification and Genetic Manipulation of Plants for Herbicide Resistance. *Sustainable Agriculture Reviews*. **15**:153-192.
- Vergauwen D, De Smet I. 2019. The strawberry tales: Size matters. *Trends in plant science* **24**:1-3.
- Wallace JM, Prather TS, Peterson V. 2012. Effects of Aminopyralid on Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa*). *Invasive Plant Science and Management* **5**:164-169.
- Wenxi L, Jia M, Xuefang D, Xin Z, Chengkui Q, Xueyan Z, Entang P. 2018. Residue determination of triclopyr and aminopyralid in pastures and soil by gas chromatography-electron capture detector: Dissipation pattern under open field conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **42**:17-25.

Zhu J, Ding G, Liu Y, Wang B, Zhang W, Guo M, Geng Q, Cao Y. 2015. Ionic liquid forms of clopyralid with increased efficacy against weeds and reduced leaching from soils. *Chemical Engineering Journal* **279**:472-477.

Zöngür A, Sari M. 2023. Herbicides widely used in the world: an investigation of toxic effects on *Caenorhabditis elegans*. *Biologia Futura* 1-12.

### Internetové zdroje

Agroprofi. 2022. Profimix 2 – Substrát RS II 150 L. AGRO CS a. s., Říkov. Available from <https://www.agroprofi.cz/product/profimix-2-substrat-rs-ii-150-l-2/> (accessed July 2022).

Corteva Agriscience. 2023. Environmental Commitment. Environmental Research - Herbicides and the Environment. Available from <https://www.corteva.us/products-and-solutions/land-management/environment.html> (accessed February 2023).

Kurent. 2019. Agromanual.cz. Mustang Forte. Etiketa. Available from [https://www.agromanual.cz/download/pdf\\_etiketa/e\\_mustang\\_forte.pdf](https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_mustang_forte.pdf) (accessed February 2023).

Kurent. 2022. Agromanual.cz Účinné látky. 2,4-D. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/2-4-d> (accessed June 2022).

Kurent. 2022a. Agromanual.cz Účinné látky. Aminopyralid. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/aminopyralid> (accessed June 2022).

Kurent. 2022b. Agromanual.cz Účinné látky. Clopyralid. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/clopyralid-klopyralid> (accessed June 2022).

Kurent. 2022c. Agromanual.cz Účinné látky. Florasulam. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/florasulam> (accessed June 2022).

Kurent. 2022d. Agromanual.cz. Mustang Forte. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicity/herbicid/mustang-forte> (accessed June 2022).

NCFBI. 2022. PubChem. Clopyralid. National Library of Medicine (US). Available from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Clopyralid> (accessed June 2022).

SEMPRA. 2022. Elsanta. SEMPRA. Available from <http://www.sempra.cz/odrudy/ovoce/popisy/jahodnik.htm#elsanta> (accessed May 2022).

SEMPRA. 2022a. Karmen. SEMPRA. Available from <http://www.sempra.cz/odrudy/ovoce/popisy/jahodnik.htm#karmen> (accessed May 2022).

Sigma-Aldrich. 2022. 2,4-D. Merck. Available from <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sial/31518> (accessed June 2022).



- Sigma-Aldrich. 2022a. 2,4-D. Specification Sheet. Available from <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/specification-sheet/SIAL/31518> (accessed August 2022).
- Sigma-Aldrich. 2022b. Aminopyralid. Merck. Available from <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sial/32457> (accessed June 2022).
- Sigma-Aldrich. 2022c. Clopyralid. Merck. Available from <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sial/36758> (accessed June 2022).
- Sigma-Aldrich. 2022d. Florasulam. Available from <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sial/32586> (accessed June 2022).
- Sigma-Aldrich. 2022e. Florasulam. Specification Sheet. Available from <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/specification-sheet/SIAL/32586> (accessed August 2022).
- Tu M, Hurd C, Randall JM. 2001. Weed Control Methods Handbook: Tools & Techniques for Use in Natural Areas. The Nature Conservancy. Available from <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1532&context=govdocs> (accessed June 2022).
- ÚKZÚZ. 2022a. Rostlinolékařský portál. Choroby. Fytophorová krčková hniloba jahodníku. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c8a8bb9](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c8a8bb9) (accessed July 2022).
- ÚKZÚZ. 2022b. Rostlinolékařský portál. Choroby. Antraknózová skvrnitost jahodníku. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c3e498e](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c3e498e) (accessed July 2022).
- ÚKZÚZ. 2022c. Rostlinolékařský portál. Choroby. Padlí jahodníku. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c31b5f6](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c31b5f6) (accessed July 2022).
- ÚKZÚZ. 2022d. Rostlinolékařský portál. Škůdci. Hád'átko jahodníkové. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|so|skudci|detail:a9bc7edf41875f74cd2c26de6336516c](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|skudci|detail:a9bc7edf41875f74cd2c26de6336516c) (accessed July 2022).
- ÚKZÚZ. 2022e. Rostlinolékařský portál. Jahodník zahradní. Škůdci. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c318382|skudci](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c318382|skudci) (accessed July 2022).
- ÚKZÚZ. 2022f. Rostlinolékařský portál. Poruchy a poškození rostlin. B-deficientní asymetrie listů a deformace jahod. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|poruchy|detail:4ca4d8ec858a63c9680a53084ba42dd2](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|poruchy|detail:4ca4d8ec858a63c9680a53084ba42dd2) (accessed July 2022).

ÚKZÚZ. 2022g. Rostlinolékařský portál. Poruchy a poškození rostlin. Chladové poškození. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|poruchy|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c47876e](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|poruchy|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c47876e) (accessed July 2022).

ÚKZÚZ. 2022h. Rostlinolékařský portál. Poruchy a poškození rostlin. K-deficientní okrajová nekróza listů jahodníku. ÚKZÚZ. Available from [https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|poruchy|detail:d16c6ec39437d63c68e283f3b509b89a](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|poruchy|detail:d16c6ec39437d63c68e283f3b509b89a) (accessed July 2022).

USEPA. 2005. Fact Sheet for Aminopyralid. Available from [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/registration/fs\\_PC-005100\\_10-Aug-05.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-005100_10-Aug-05.pdf) (accessed June 2022).

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

2,4-D = 2,4-dichlorfenoxyoctová kyselina

AMP = aminopyralid

ArMV = Arabis mosaic virus (virus mozaiky huseníku)

EL = Elsanta

KA = Karmen

MCPA = kyselina 4-chlor-2-methylfenoxyoctová

MCPB = kyselina 4-(4-chloro-o-tolyloxy) butanová

MCPP = kyselina 2-(4-chlor-2-methylfenoxy) propanová

MF = Mustang Forte

MZe = Ministerstvo zemědělství

NCFBI = National Center for Biotechnology Information (Národní centrum pro biotechnologické informace)

RpRSV = Raspberry ringspot virus (virus kroužkovitosti maliníku)

SCV = Strawberry crinkle virus (virus kadeřavosti jahodníku)

SLRSV = Strawberry latent ringspot virus (virus latentní kroužkovitosti jahodníku)

SMoV = Strawberry mottle virus (virus strakatosti jahodníku)

SMYEV = Strawberry mild yellow edge virus (virus okrajového žloutnutí jahodníku)

SVBV = Strawberry vein banding virus (virus lemování žilek jahodníku)

ú. l. = účinná látka

ÚKZÚZ = Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

USEPA = United States Environmental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí Spojených států)

## 10 Samostatné přílohy



*Obrázek 8: Poškozený šlahoun u odrůdy Elsanta v ošetření MF2 (autor 2022)*



*Obrázek 9: Úbytek chlorofylu v listech jahodníku u odrůdy Elsanta dne 30.06.2022 (autor 2022)*



*Obrázek 10: Porost jahodníku 18.05.2022 v den aplikace herbicidních látek (autor 2022)*



*Obrázek 11: Porost jahodniku odrůdy Elsanta dne 11.07.2022 (autor 2022)*



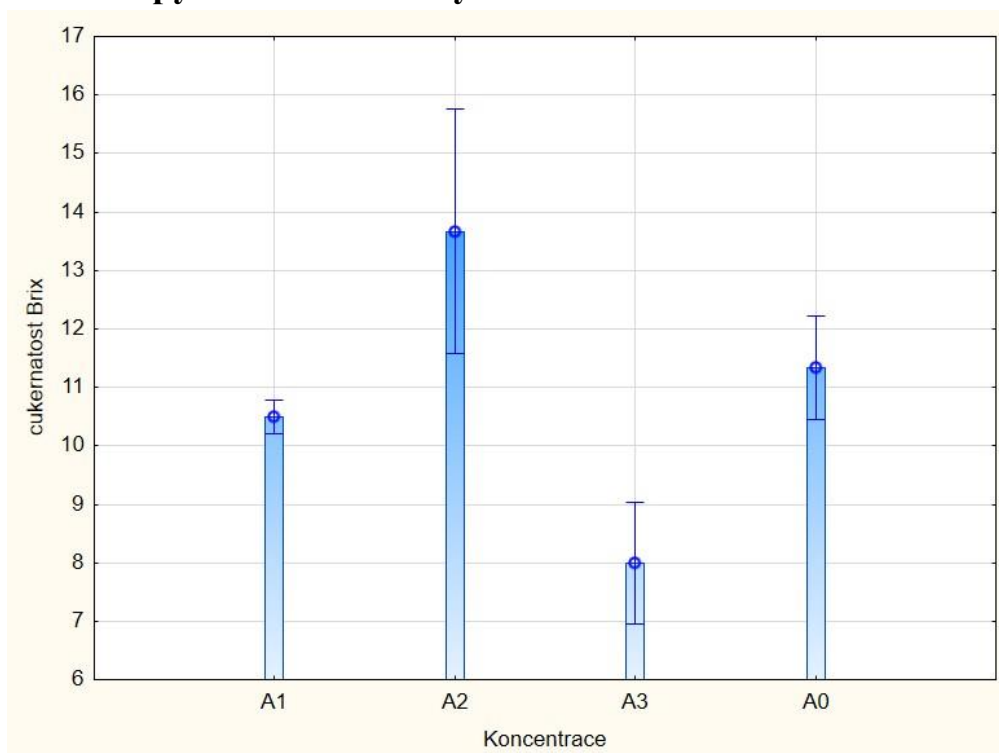
*Obrázek 12: Porost jahodníku odrůdy Elsanta dne 22.08.2022 (autor 2022)*



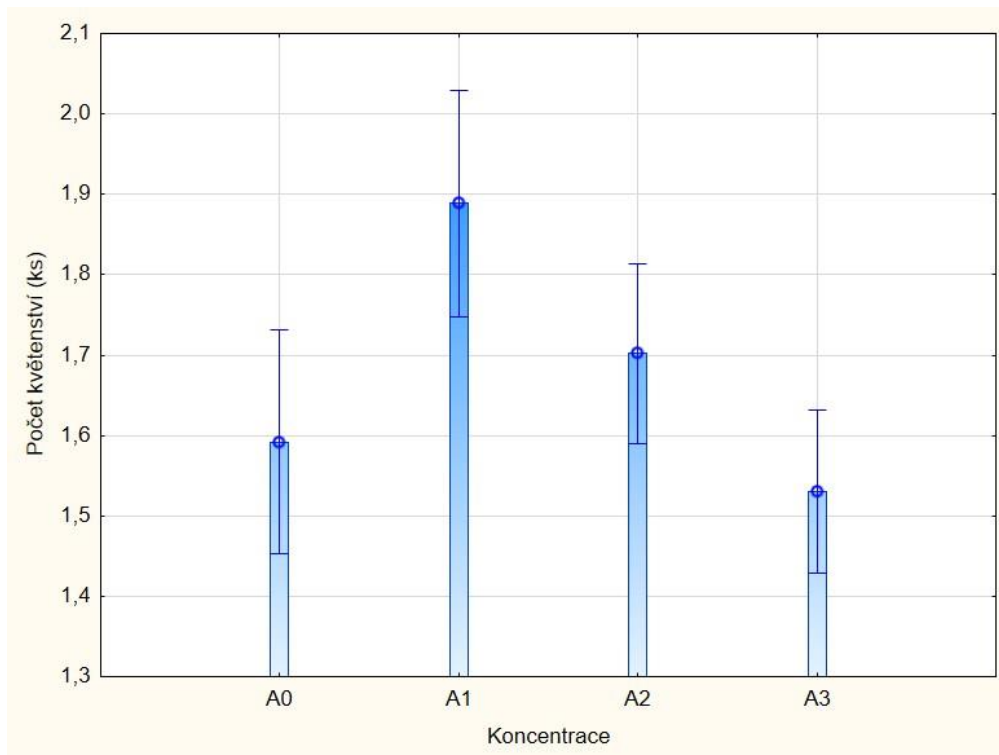
*Obrázek 13: Porost jahodniku odrůdy Elsanta na konci sledovaného období dne 13.09.2022 po ostřihání šlahounů (autor 2022)*



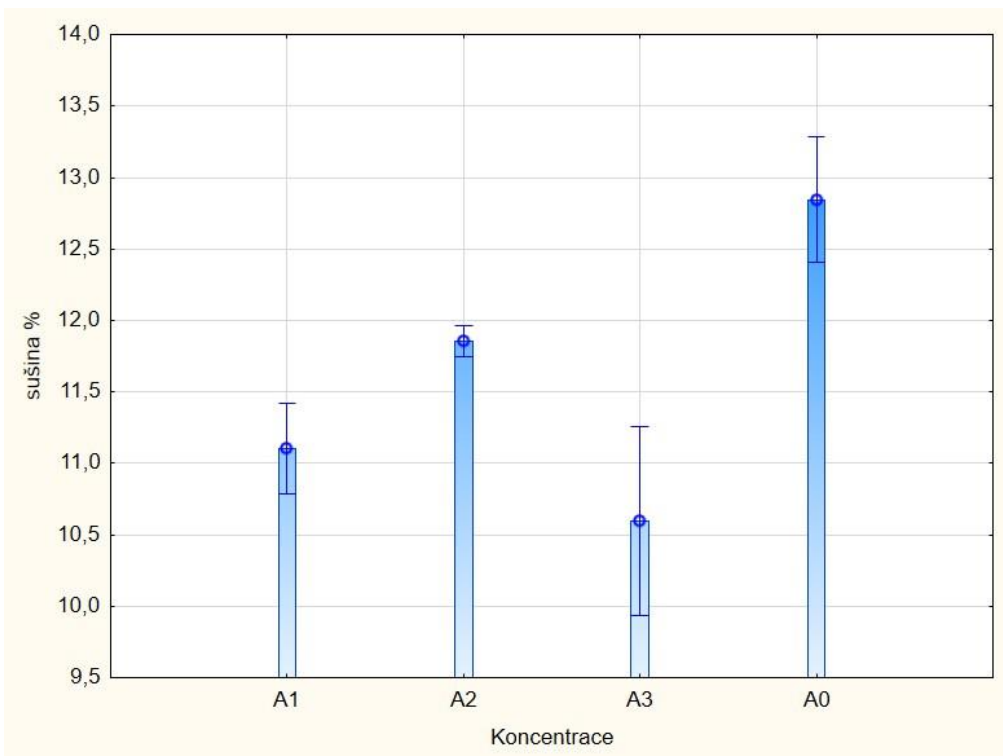
## Ošetření aminopyralidem u odrůdy Elsanta



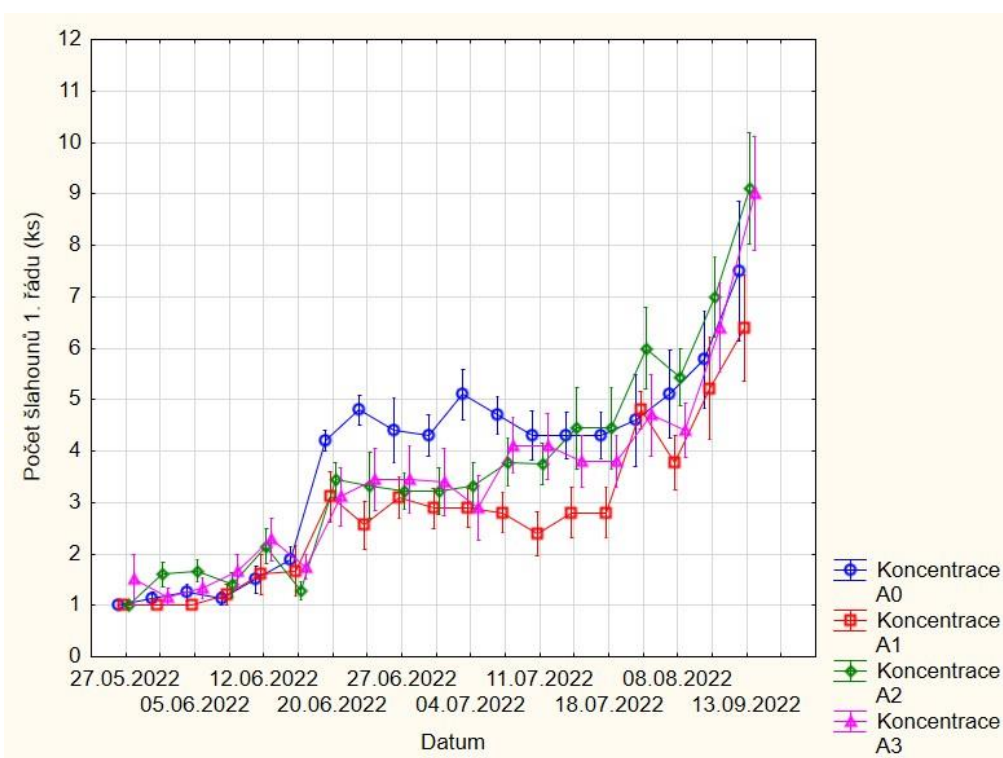
Graf 21: Vliv ošetření aminopyralidem na cukernatost zralých plodů u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)



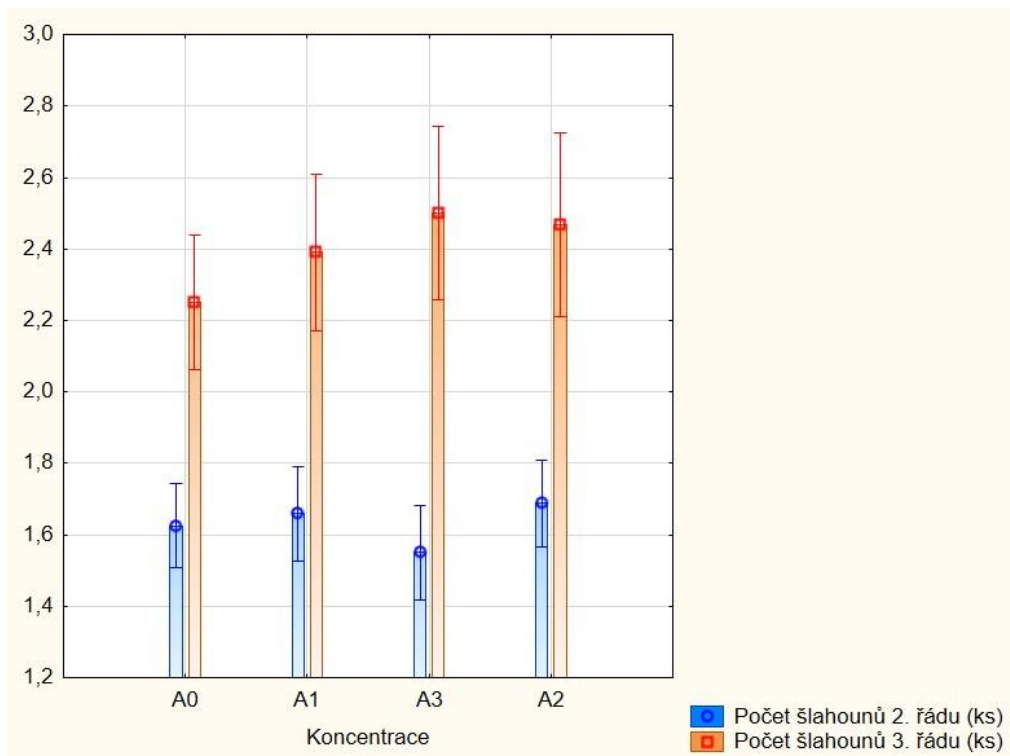
Graf 22: Vliv ošetření aminopyralidem na počet květenství u rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)



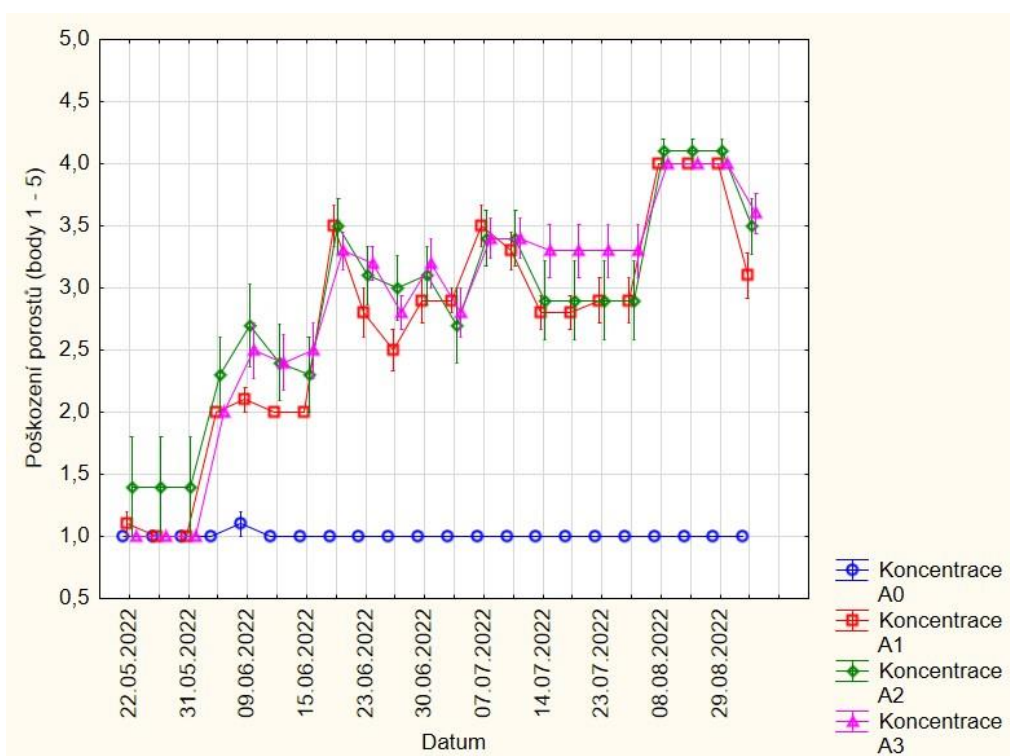
Graf 23: Vliv ošetření aminopyralidem na obsah sušiny ve zralých plodech jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)



Graf 24: Vliv ošetření aminopyralidem na počet šlahounů 1. řádu v průběhu vegetace u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

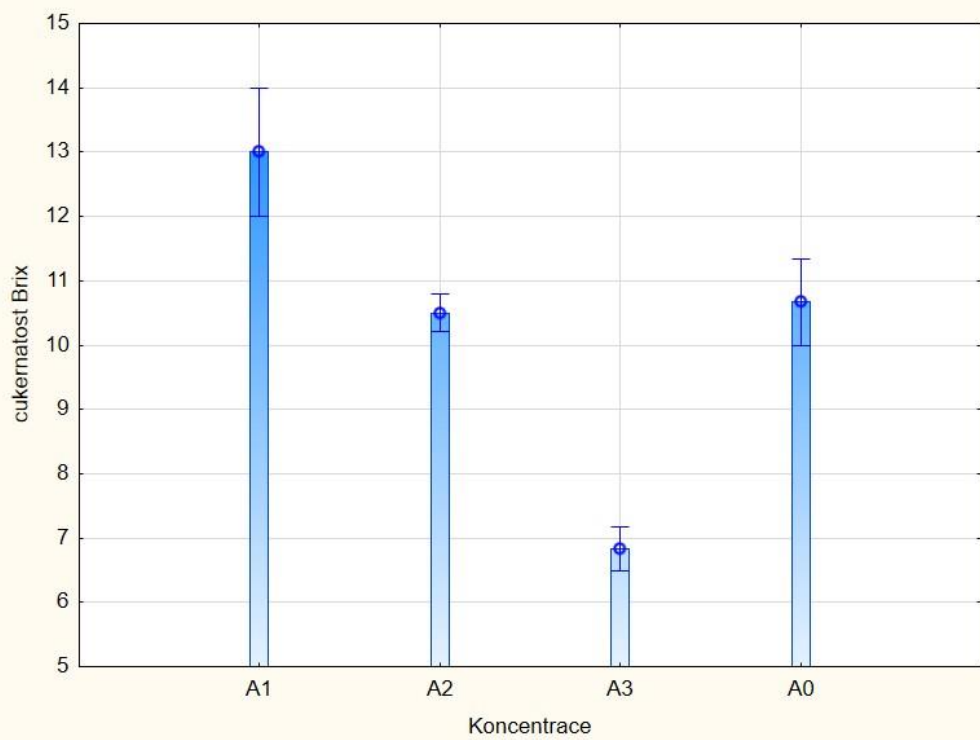


Graf 25: Vliv ošetření aminopyralidem na počet šlahounů 2. a 3. řádu u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

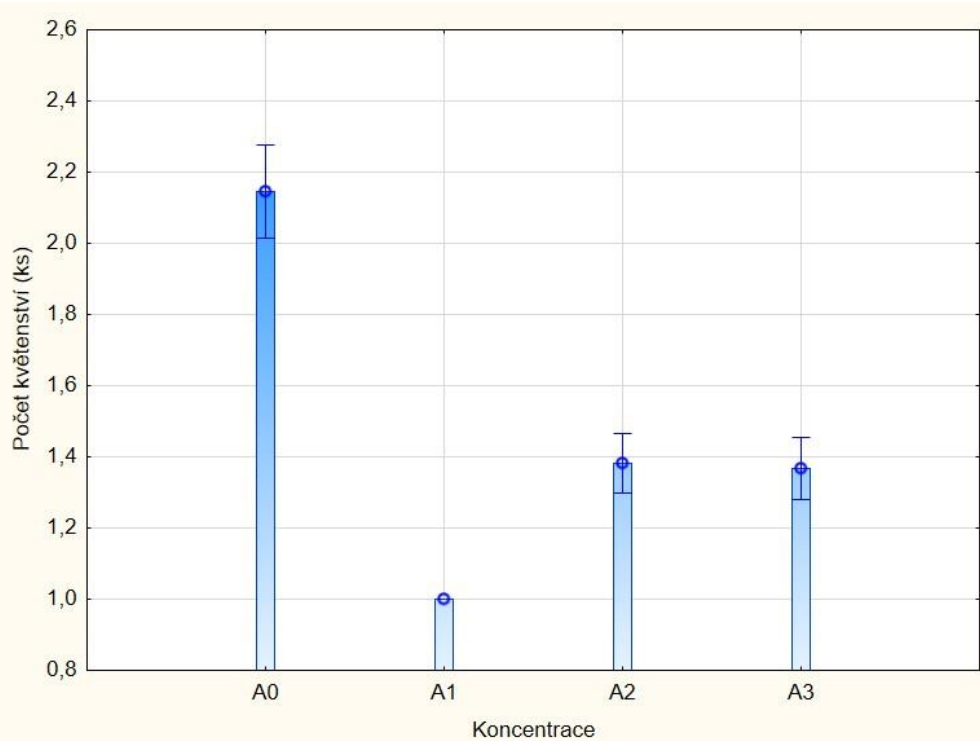


Graf 26: Vliv ošetření aminopyralidem na celkovou kondici rostlin jahodniku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

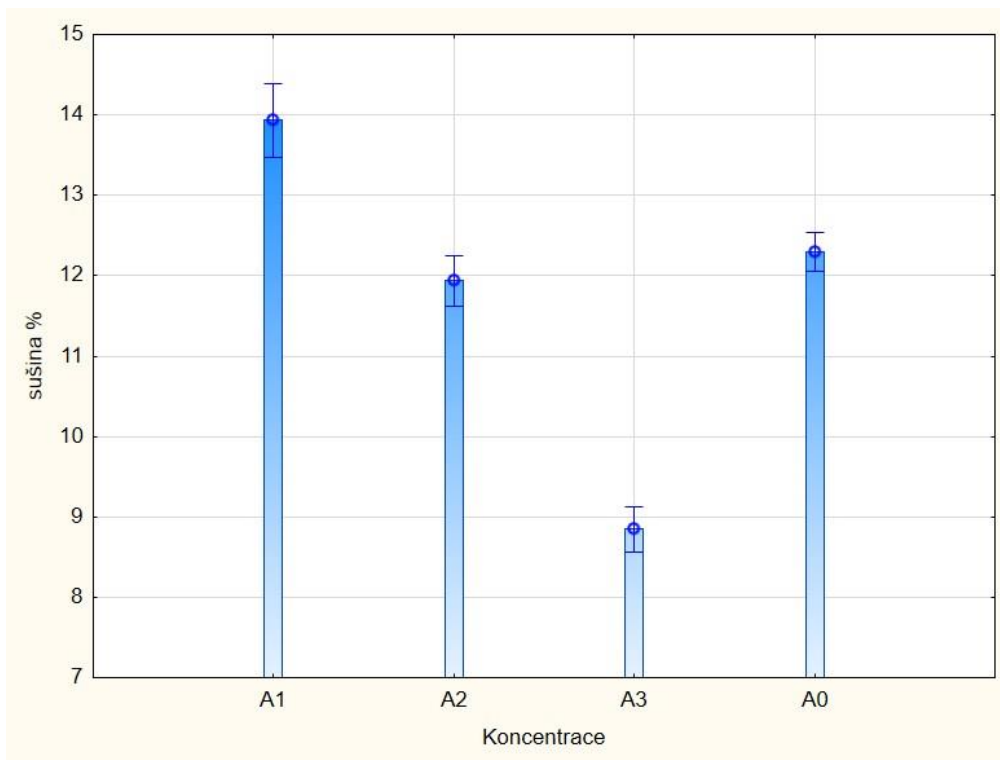
## Ošetření aminopyralidem u odrůdy Karmen



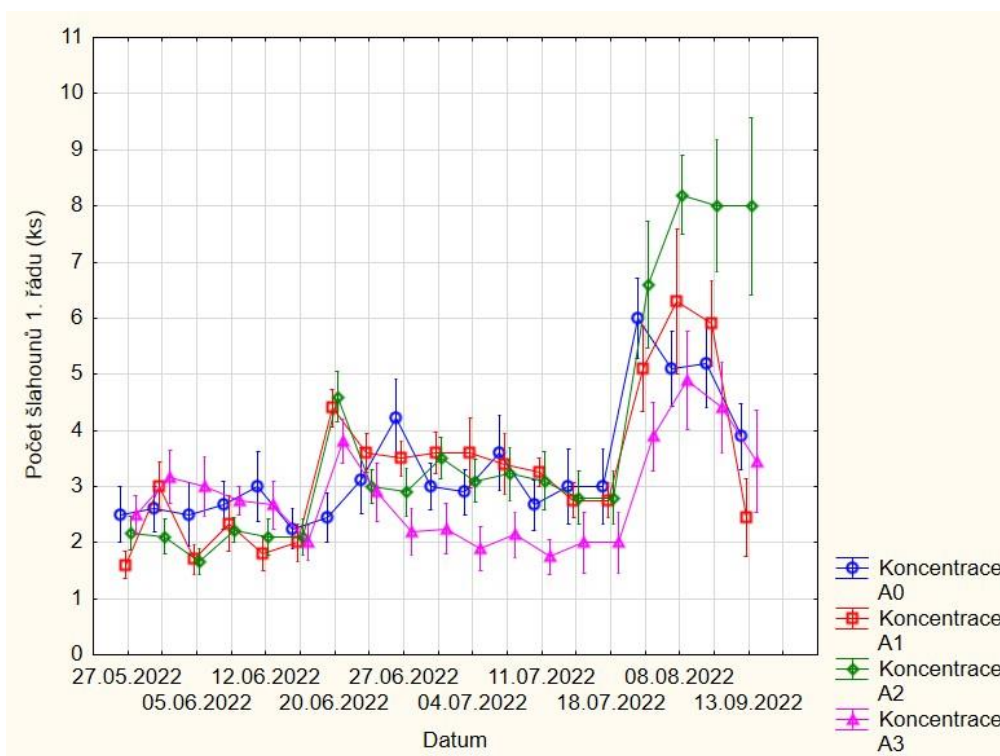
Graf 27: Vliv ošetření aminopyralidem na cukernatost zralých plodů u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)



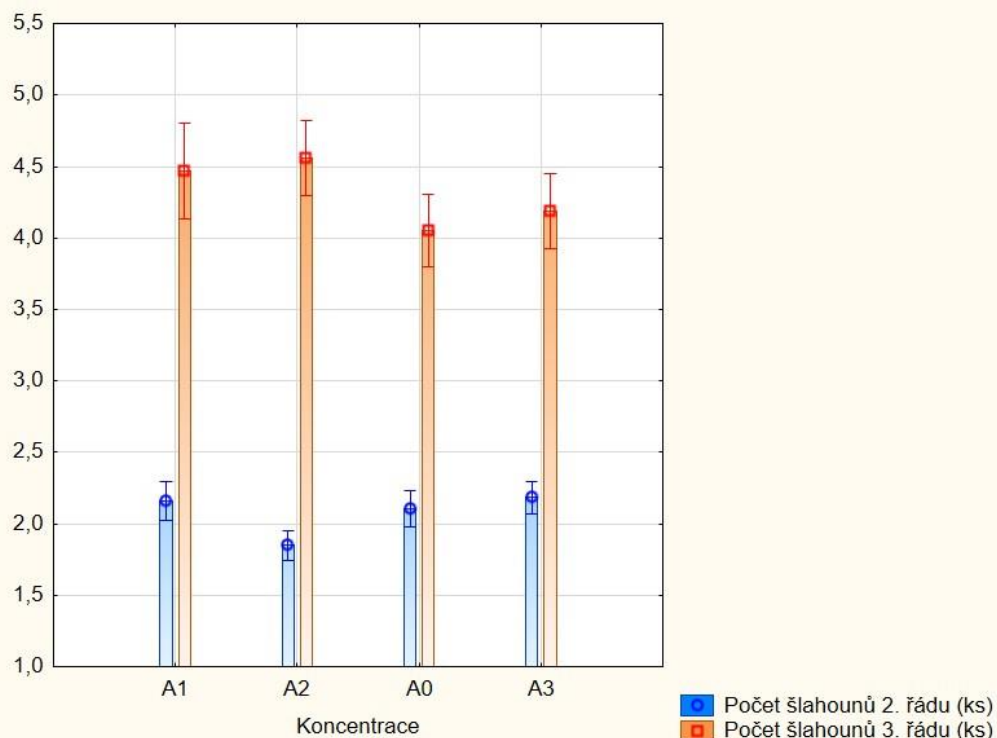
Graf 28: Vliv ošetření aminopyralidem na počet květenství u rostlin jahodniku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)



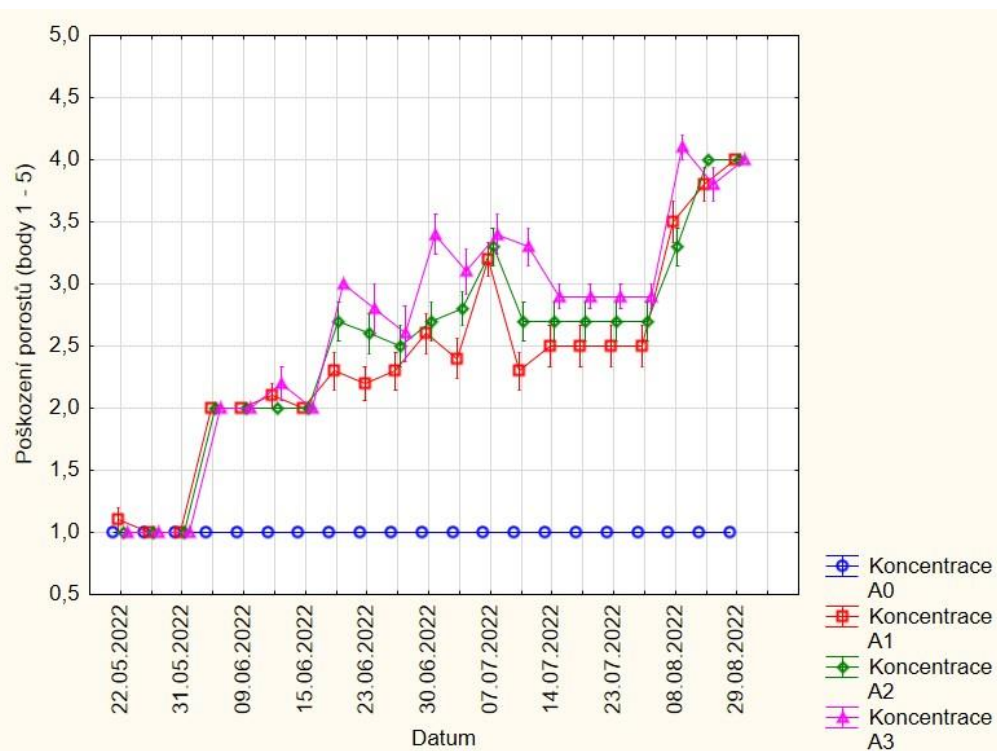
Graf 29: Vliv ošetření aminopyralidem na obsah sušiny ve zralých plodech jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)



Graf 30: Vliv ošetření aminopyralidem na počet šlahounů 1. řádu v průběhu vegetace u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

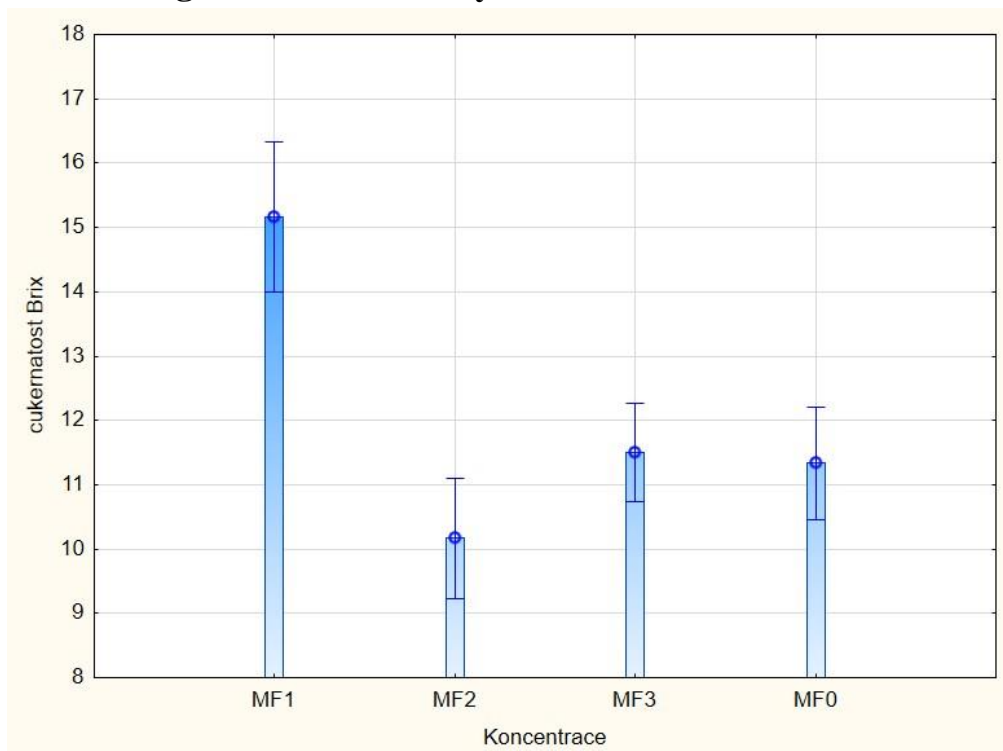


Graf 31: Vliv ošetření aminopyralidem na počet šlahounů 2. a 3. řádu u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

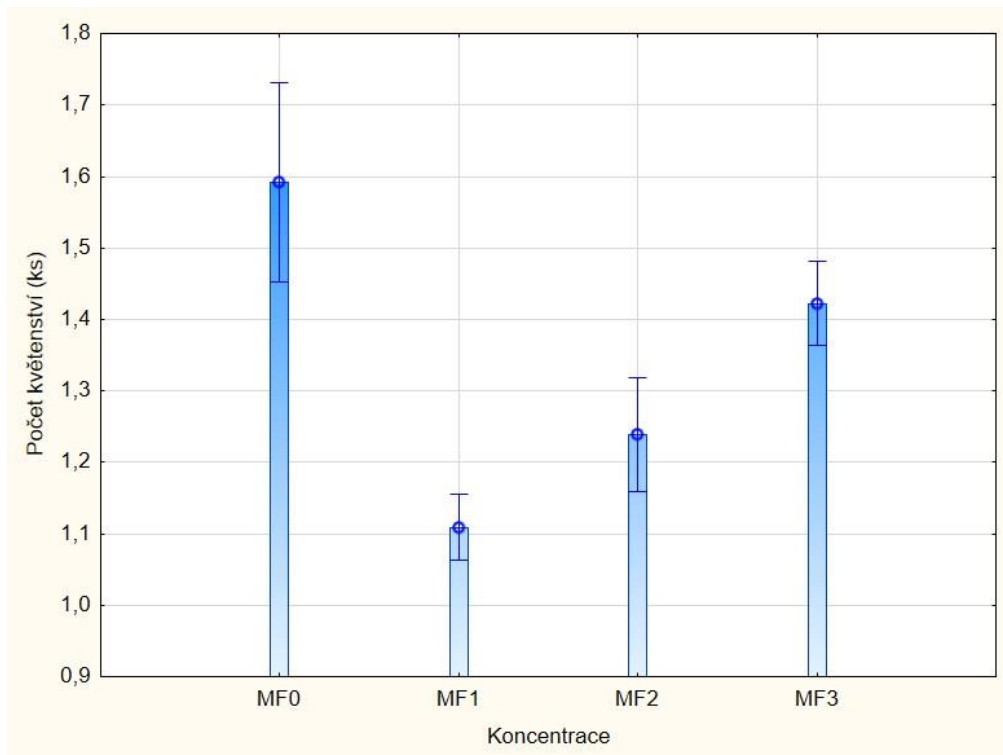


Graf 32: Vliv ošetření aminopyralidem na celkovou kondici rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: A0: 0 ppb, A1: 12,5 ppb, A2: 25 ppb, A3: 50 ppb)

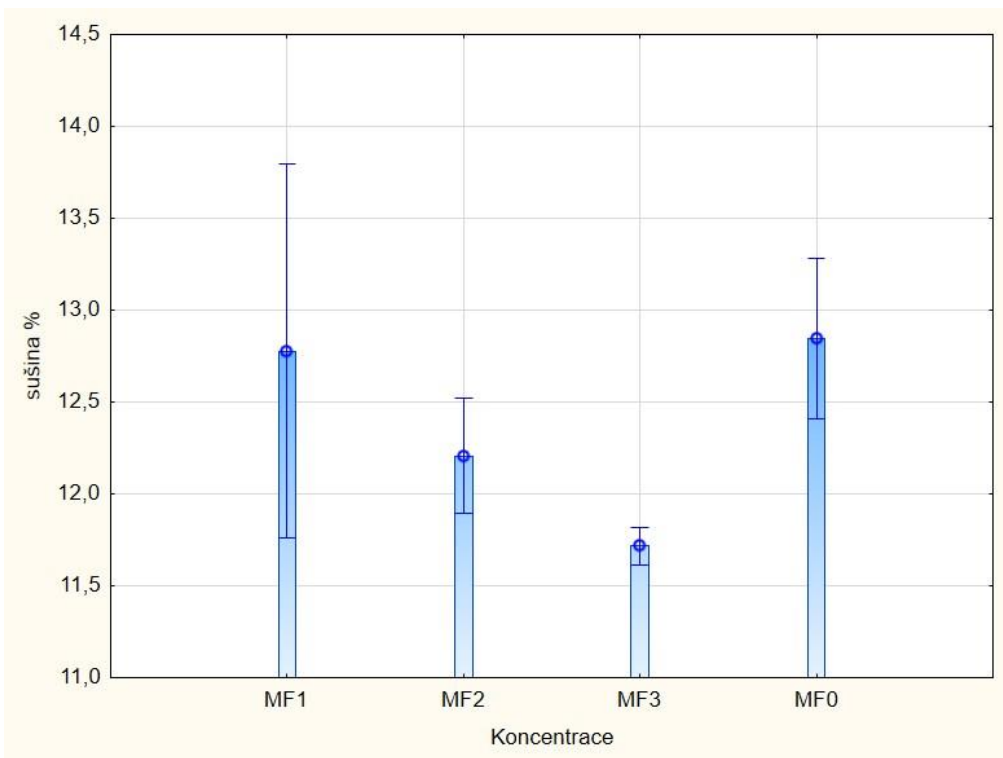
## Ošetření Mustangem Forte u odrůdy Elsanta



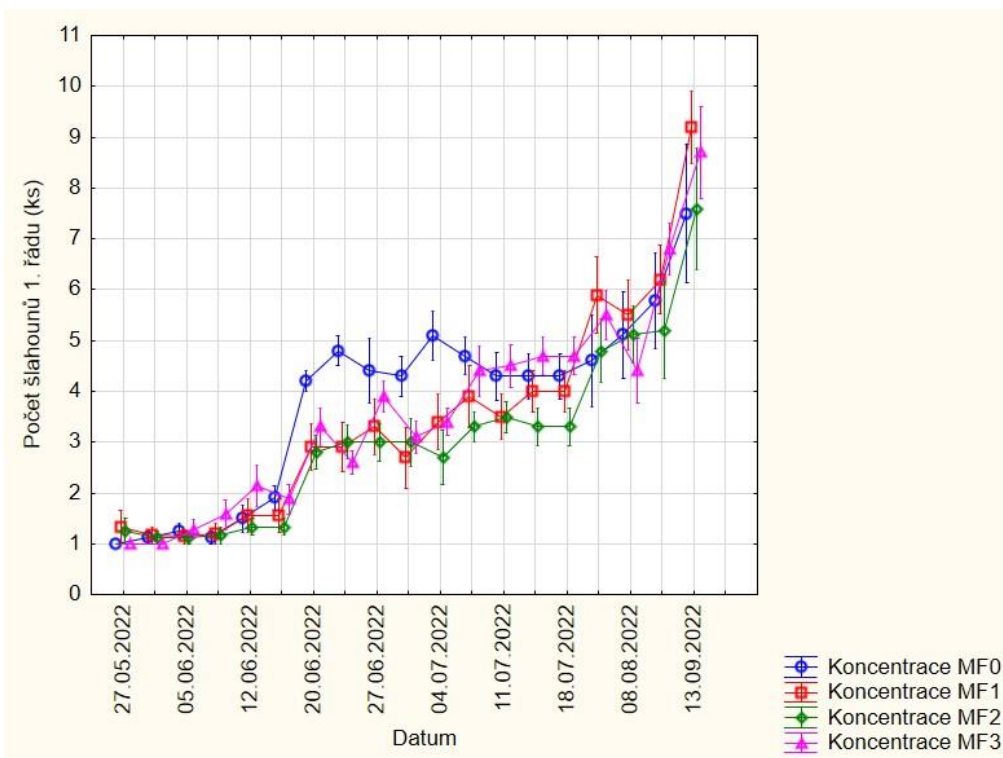
Graf 33: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na cukernatost zralých plodů u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



Graf 34: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet květenství u rostlin jahodniku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

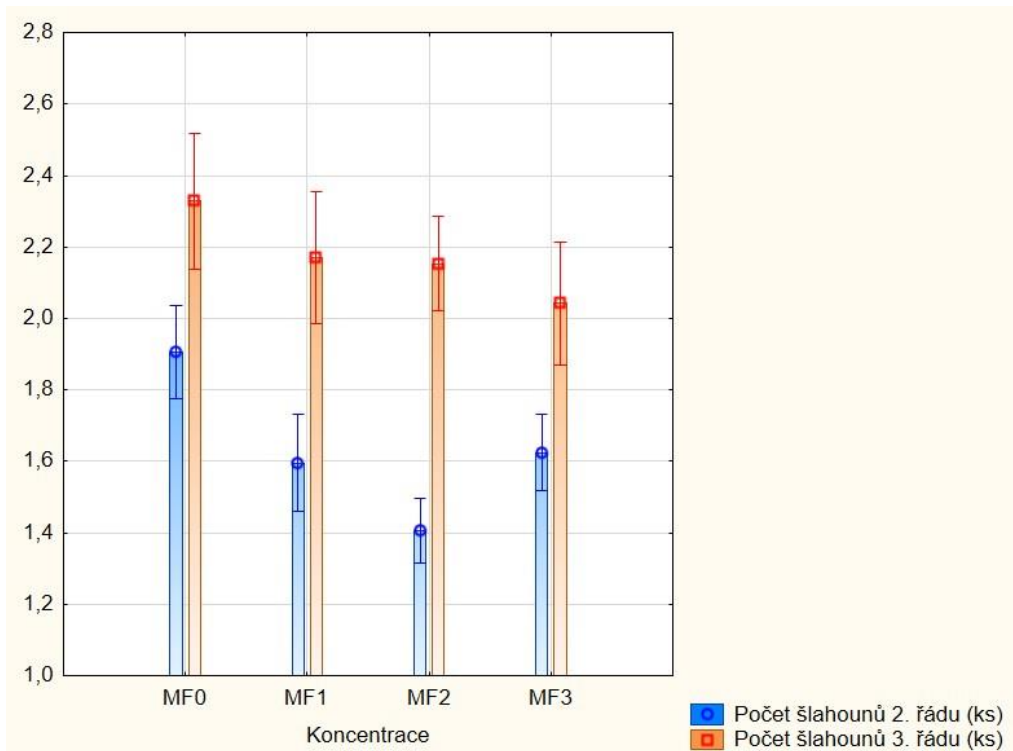


Graf 35: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na obsah sušiny ve zralých plodech jahodniku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

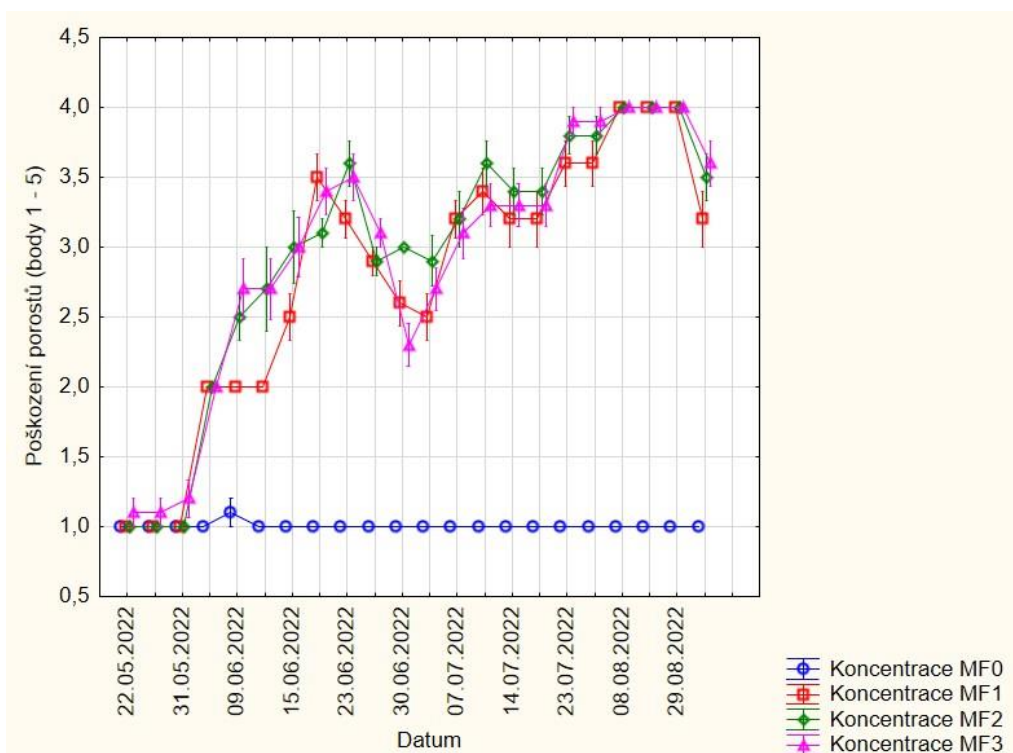


Graf 36: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet šlahounů 1. řádu v průběhu vegetace u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



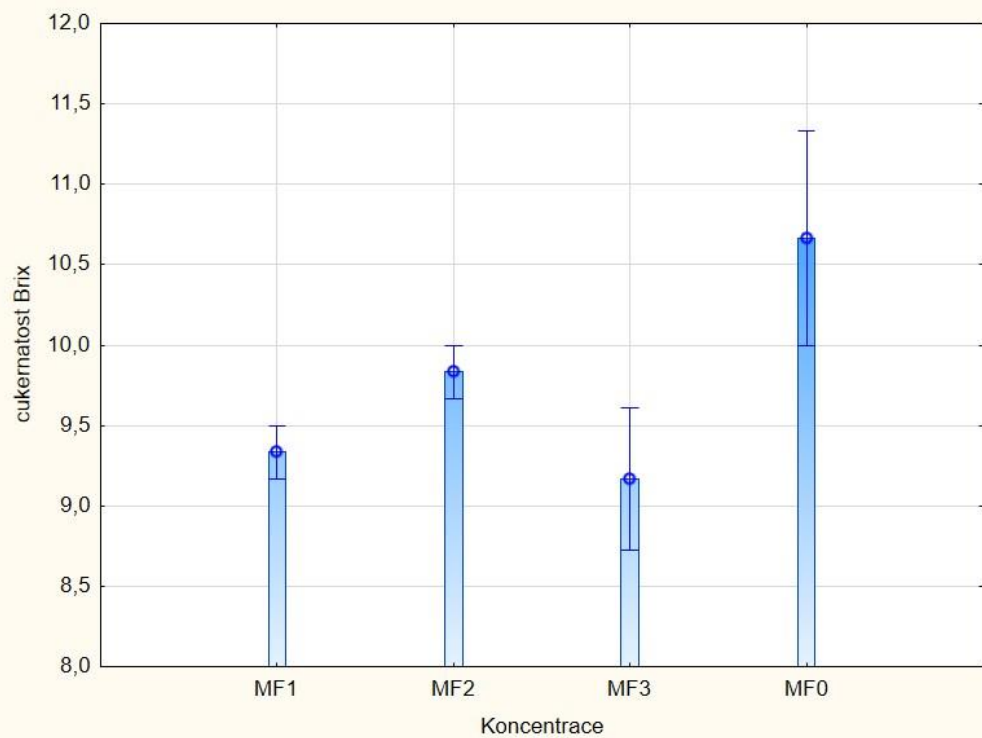


Graf 37: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet šlahounů 2. a 3. řádu u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

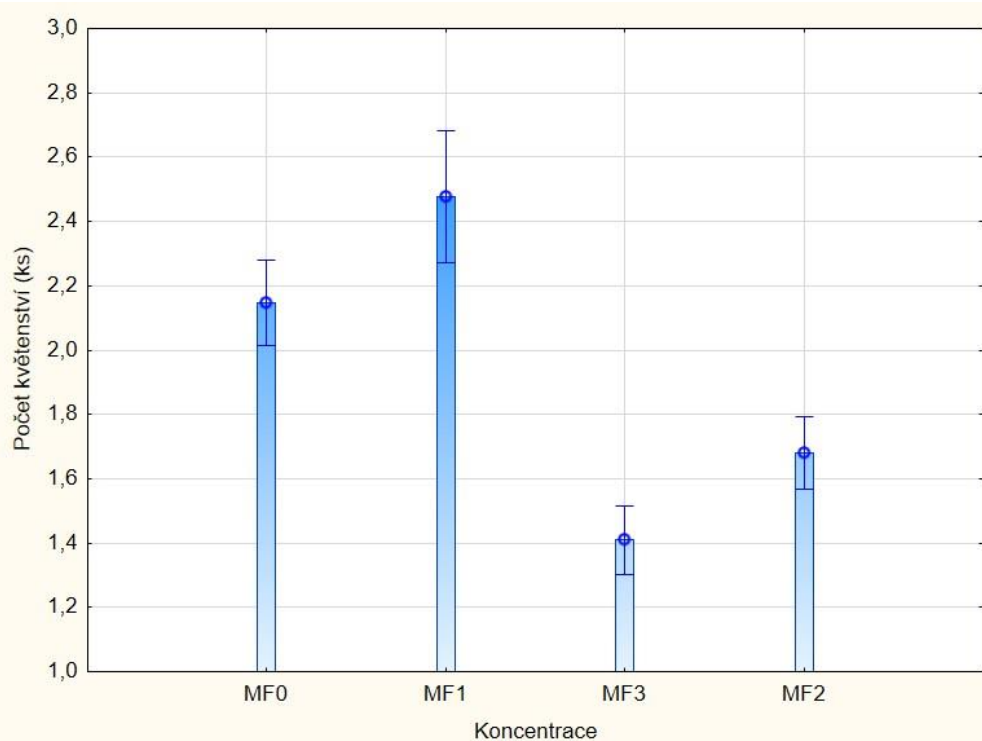


Graf 38: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na celkovou kondici rostlin jahodníku u odrůdy Elsanta (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)

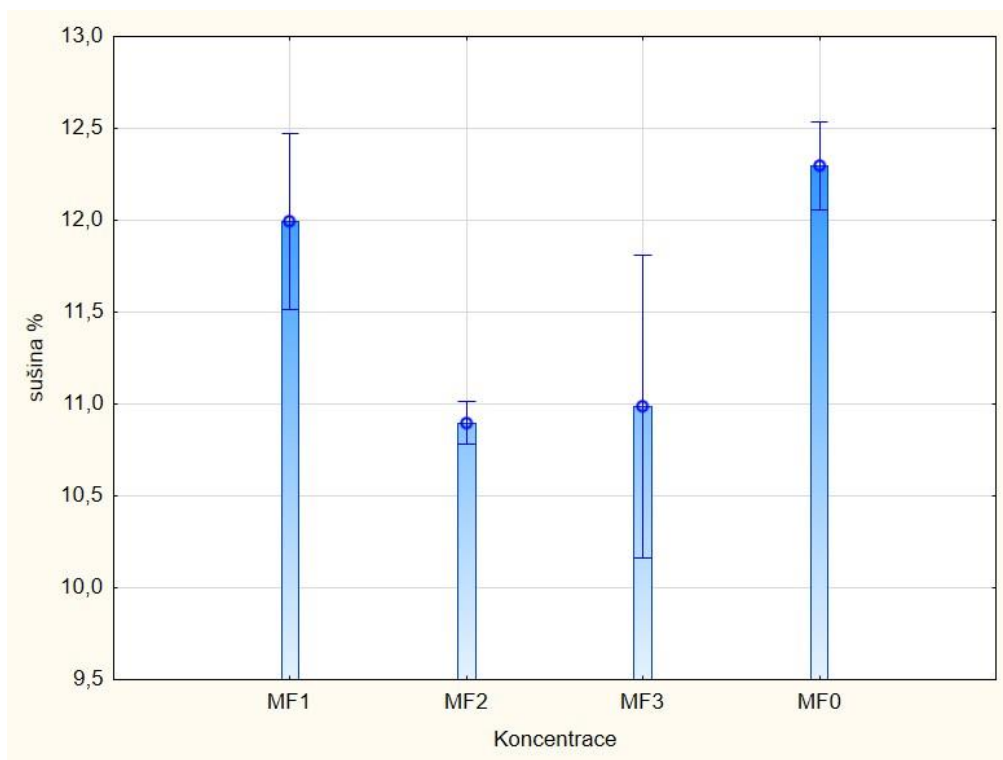
## Ošetření Mustangem Forte u odrůdy Karmen



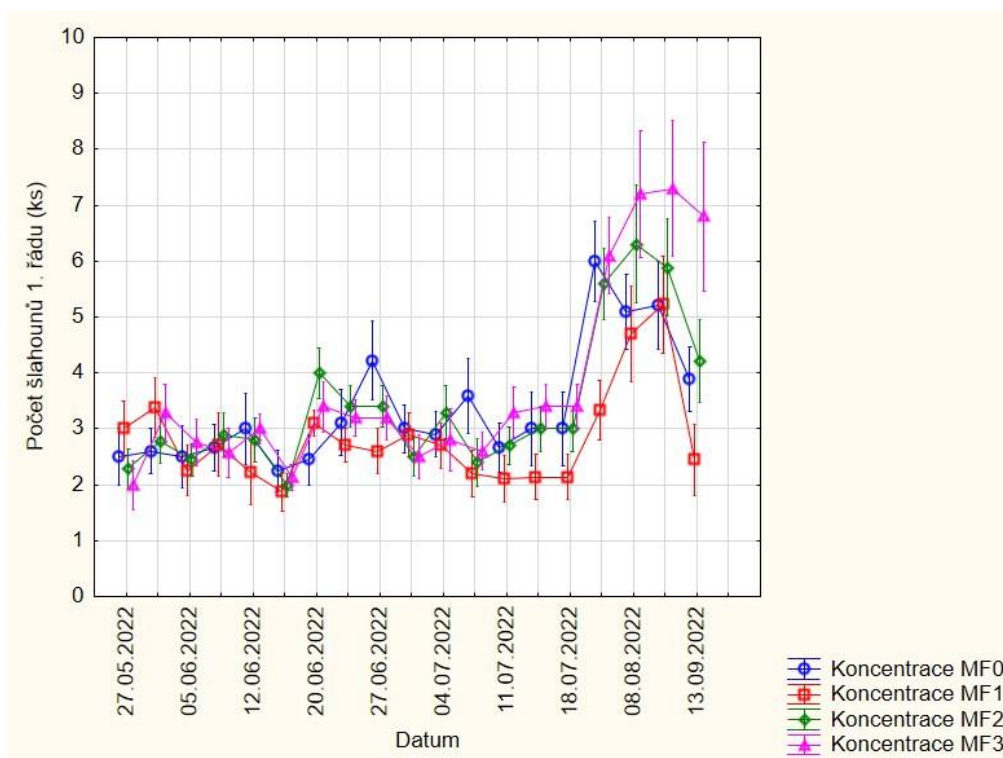
Graf 39: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na cukernatost zralých plodů u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



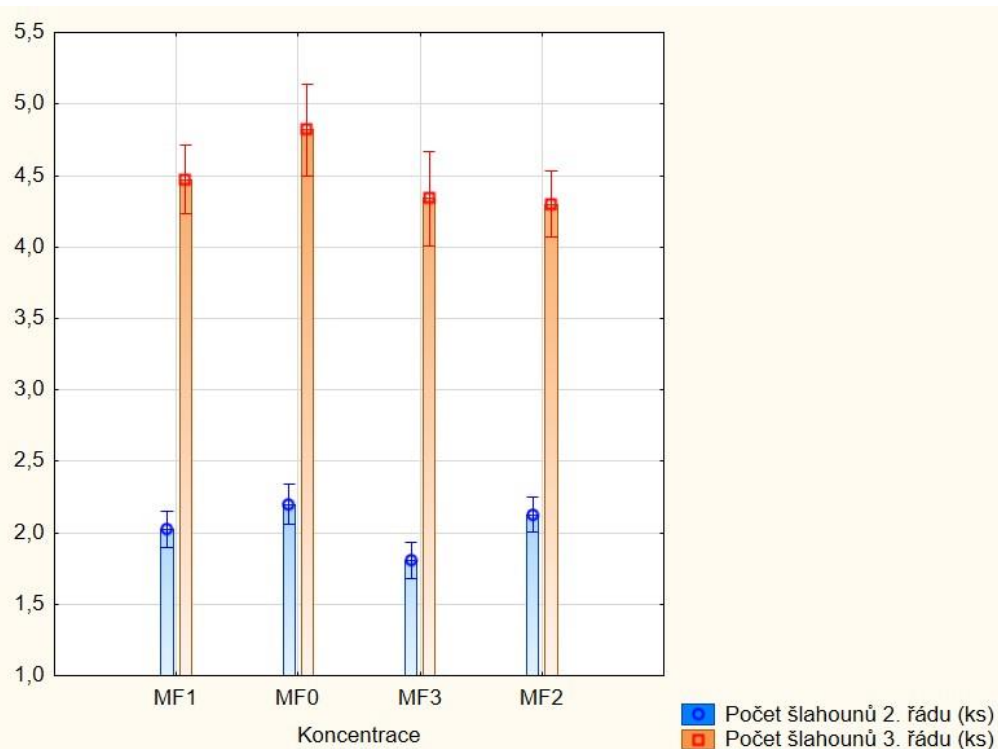
Graf 40: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet květenství u rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



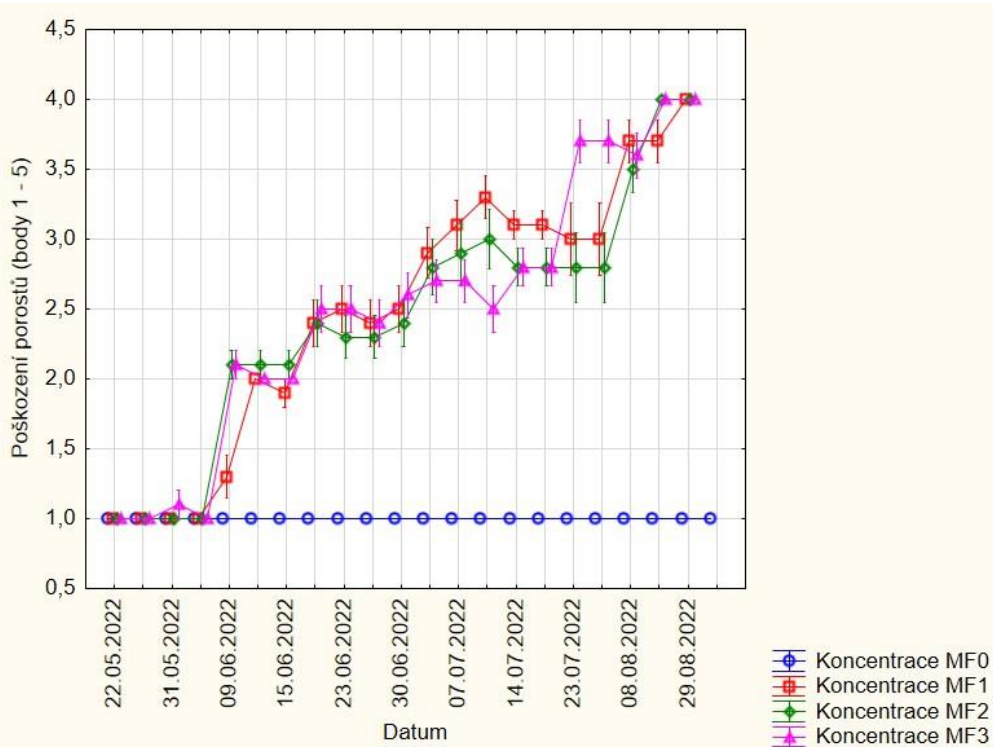
Graf 41: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na obsah sušiny ve zralých plodech jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



Graf 42: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet šlahounů 1. řádu v průběhu vegetace u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



Graf 43: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na počet šlahounů 2. a 3. řádu u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)



Graf 44: Vliv ošetření přípravkem Mustang Forte na celkovou kondici rostlin jahodníku u odrůdy Karmen (legenda koncentrací: MF0: 0 ppb, MF1: 12,5 ppb, MF2: 25 ppb, MF3: 50 ppb)