

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradnictví



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Biotest vlivu slámy ošetřené herbicidy použité jako hnojivo
při pěstování rajčat**

Bakalářská práce

Kamila Gasnářková

Zahradnictví

Vedoucí práce Ing. Miroslava Soukupová

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Biotest vlivu slámy ošetřené herbicidy použité jako hnojivo při pěstování rajčat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.04.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Miroslavě Soukupové za vedení mé bakalářské práce, za její rady a připomínky a za podporu při experimentu. Dále bych chtěla poděkovat doc. Ing. Bc. Martinu Koudelovi, Ph.D. za odborný dohled a poskytnuté rady. V neposlední řadě děkuji Ing. Marku Kubíčkoví z Demonstrační a výzkumné stanice Troja za pomoc při založení experimentu a následné péči o porost.

Biotest vlivu slámy ošetřené herbicidy použité jako hnojivo při pěstování rajčat

Souhrn

Cílem práce bylo ověřit vliv reziduí komerčních herbicidních prostředků Corello a Mustang Forte, které obsahují účinné látky pyroxsulam a aminopyralid, ve slámě použité jako hnojivo při pěstování rajčat. Provedené biotesty měly ověřit předpokládaný nepříznivý účinek na výnos plodin rajčat vlivem herbicidních látek obsažených v použité ošetřené slámě v porovnání se slámou z ekologického zemědělství.

Pro experiment, který proběhl ve foliovníku v Demonstrační a výzkumné stanici Troja v Praze, byly vybrány 2 odrůdy rajčat, indeterminantní 'Start S' F1 hybrid a determinatní 'Šejk'. Na začátku experimentu bylo dne 03.05.2022 připraveno 5 variant substrátu, z toho 3 varianty obsahovaly slámu ošetřenou herbicidy, 1 varianta obsahovala slámu v bio kvalitě a 1 varianta substrátu bez slámy sloužila jako kontrolní vzorek. Do každého substrátu byla zapravena dusíkatá hnojiva. Sazenice výše zmíněných odrůd byly dne 17.05.2022 přesazeny do připravených nádob se substrátem, každá varianta byla opakována 10krát pro každou odrůdu.

Měření probíhalo každý týden v době od 01.06. do 27.08.2022, provedeno jich bylo celkem 13, monitorované znaky se odvíjely od fenologické fáze, ve které se rostliny nacházely. Sledován byl zejména vliv reziduí herbicidních látek na kvetení, tvorbu plodů, výnosnost, kvalitu plodů a celkový zdravotní stav rostlin. Výsledky potvrdily negativní vliv slámy ošetřené herbicidy na dozrávání plodů rajčat, obě odrůdy jich měly nejméně u rostlin vysazených v substrátu obsahujícím slámu ošetřenou 2 dávkami přípravku Mustang Forte. Herbicidní látky měly prokazatelně větší vliv na odrůdu 'Start S' než na odrůdu 'Šejk'. Sláma z ekologického zemědělství měla na rostliny větší vliv, než měla rezidua herbicidu Corello.

Klíčová slova: aminopyralid, pyroxsulam, sláma, rezidua herbicidů, *Solanum lycopersicum* L.

Bioassay effect of straw treated with herbicides used as fertilizer in tomato growing

Summary

The aim of this work was to verify the effect of residues of commercial herbicides Corello and Mustang Forte, which contain the active substances pyroxsulam and aminopyralid, in straw used as fertilizer in tomato cultivation. The bioassays carried out were to verify the predicted adverse effect on the yield of tomato crops due to the herbicidal substances contained in the used treated straw in comparison with the straw from ecological farming.

For the experiment, which took place in a plastic greenhouse at the Demonstration and Research Station Troja in Prague, 2 tomato cultivars were selected, the indeterminate 'Start S' F1 hybrid and the determinate 'Sejk'. At the beginning of the experiment, 5 variants of the substrate were prepared on 03.05.2022, of which 3 variants contained straw treated with herbicides, 1 variant contained organic quality straw and 1 variant of the substrate without straw served as a control sample. Nitrogenous fertilizers were incorporated into each substrate and, in the case of straw, straw harvested the previous year was mixed into the substrate. Seedlings of the above-mentioned varieties were transplanted into prepared containers with substrate on 17.05.2022, each variant of substrate was repeated 10 times for each tomato variety.

The measurement took place every week from 01.06. until 27.08.2022, a total of 13 were carried out, the monitored characteristics depended on the phenological phase in which the plants were located. The effect of herbicide residues on flowering, fruit formation, yield, fruit quality and the overall health of the plants was monitored in particular. The results confirmed the negative effect of straw treated with herbicides on tomato fruit ripening, both varieties had the least of them in plants planted in a substrate containing straw treated with 2 doses of Mustang Forte. Herbicides had a demonstrable greater effect on the variety 'Start S' than on the variety 'Sejk'. The straw from ecological farming had a greater effect on the plants than the Corello herbicide residue.

Keywords: aminopyralid, pyroxsulam, straw, residual herbicides, *Solanum lycopersicum* L.

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Rajče (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	10
3.1.1 Botanická charakteristika.....	10
3.1.2 Nároky na pěstování	10
3.1.3 Nutriční hodnoty	11
3.2 Herbicidy aminopyralid a pyroxsulam	11
3.2.1 Aminopyralid.....	12
3.2.2 Pyroxsulam	14
3.2.3 Využití slámy ošetřené herbicidy – hnojení	15
3.2.3.1 Rezidua herbicidů ve slámě.....	16
3.2.3.2 Rezidua aminopyralidu.....	16
3.2.3.3 Rezidua pyroxsulamu	18
3.2.3.4 Vliv slámy na mikrobiom.....	19
4 Materiály a metodika.....	20
4.1 Použitý materiál	20
4.1.1 Odrůda 'Start S'	20
4.1.2 Odrůda 'Šejk'	20
4.1.3 Sláma	20
4.1.4 Mustang Forte.....	21
4.1.5 Corello	22
4.2 Příprava experimentu a péče o rostliny	23
4.2.1 Příprava stanoviště, substrátu, nádob a rostlin.....	24
4.2.2 Péče o rostliny v průběhu experimentu	24
4.3 Metodika měření	25
4.3.1 Květenství a květy	25
4.3.2 Plody	26
4.3.3 Kvalitativní analýza plodů.....	26
4.3.4 Hodnocení celkového stavu rostliny.....	26
4.3.5 Další vyhodnocení po ukončení experimentu ve foliovníku	27
5 Výsledky.....	28
5.1 Květy	28
5.2 Plody.....	31
5.3 Další sledované ukazatele	40

5.4	Pozorování rostlin v průběhu experimentu	47
6	Diskuze	48
6.1	Vliv aminopyralidu	48
6.2	Vliv pyroxsulamu	49
6.3	Vliv slámy z ekologického zemědělství.....	50
7	Závěr.....	51
7.1	Doporučení plynoucí pro zemědělskou praxi ze závěrů práce.....	51
8	Literatura.....	52
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	58

1 Úvod

Rajče seté je druhý nejvýznamnější druh zeleniny na světě, jeho plody lze konzumovat čerstvé nebo tepelně upravené a vyrábí se z něj široká škála různých druhů potravin. Rajče je také důležité z pohledu výzkumného, používá se jako modelová rostlina a je znám jeho genom. Produkce rajčat se neustále zvyšuje, v roce 1961 činila 27,6 milionů tun, v roce 2002 tato hodnota vzrostla na 116,5 milionů tun (Costa & Heuvelink 2018) a v roce 2020 bylo celosvětově vyprodukováno 186,821 milionů tun rajčat na ploše 5 051 983 ha, největší celkovou produkci vykázala Čína, Indie, Turecko, USA a Egypt (Branthôme 2022). V ČR bylo podle údajů ministerstva zemědělství v roce 2020 využito 293 ha osevních ploch pro rajčata, sklizňová plocha činila 900 ha a celková sklizeň dosáhla hmotnosti 21 235 tun. V roce 2020 spotřeboval 1 obyvatel ČR v průměru 12 kg čerstvých rajčat (Němcová & Buchtová 2021). Podle výhledu Evropské Unie se má do roku 2031 meziročně snížit produkce rajčat určených k přímému konzumu o 0,4 %, která má být ovlivněna především snížením produkce rajčat ve Španělsku v průběhu zimních měsíců a přechodem k pěstování odrůd rajčat s menšími plody. I přesto se predikuje, že průměrná spotřeba čerstvých rajčat občanem EU se bude stále pohybovat kolem 15 kilogramů za rok (European Commission 2021).

Na producenty rajčat je neustále vyvíjen tlak na snižování cen, nové životní styly založené na zdravé nebo rostlinné stravě zvyšují poptávku po tomto druhu zeleniny i s ohledem na jeho zdravotní benefity. Je proto snaha zvýšit výnosnost a zachovat nebo zlepšit kvalitu plodů. K tomu se používají moderní technologie pěstování, které využívají všech možných prostředků pro optimalizaci nákladů. Faktory, které je ovlivňují, jsou správná výživa, dostatek vody a energie a správná ochrana rostlin. Jedním z nástrojů je i minimalizace produkce odpadů ze zemědělství (Costa & Heuvelink 2018).

Narůstající potřeba na produkci potravin se pravděpodobně promítne i do vyšší potřeby hnojiv. V současnosti se zásoby dusíku, fosforu, draslíku a síry zdají být dostatečné, nicméně se očekává, že jejich rezerva bude klesat, je proto důležité se zdroji živin správně a udržitelně nakládat (Fixen & Johnston 2011). Jedním z důležitých aspektů je dopad hnojiv na půdní mikroorganismy. Umělá hnojiva, zejména hnojiva s dusíkem a fosforem, na ně mají negativní vliv. Je proto žádoucí, pokud je to vhodné, v rámci hnojení používat i kvalitní organický materiál z přírodních zdrojů, který pak může sloužit jako zdroj mikrobiálních kultur (Syed et al. 2021). Jedním ze zdrojů organického materiálu je i sláma, která po zapravení do půdy zlepšuje její kvalitu a částečně doplňuje živiny, především draslík, částečně fosfor a dusík (Yin et al. 2018).

Mezi přípravky na ochranu kulturních plodin se řadí herbicidy hubící nežádoucí rostliny, které by mohly snížit předpokládaný výnos. Herbicid v plevlech zablokuje některý z důležitých biochemických procesů a tím dojde k jejich zničení. K rozvoji používání herbicidů došlo ve 20. století (Mikulka & Kneifelová 2003), masově se začaly používat v 50. letech (Jursík et al. 2011a), nicméně za posledních 30 let nebyl na trh uveden herbicid s novým mechanismem účinku (Dayan 2019). Dlouhodobým působením herbicidů se tak vůči nim u plevelů vyvolala určitá rezistence, proto je důležité sledovat vliv ošetření na porost, včas vysledovat rozvoj rezistence a učinit příslušné změny v agrotechnických opatřeních zahrnujících i použití odlišných herbicidů (Jursík et al. 2011a).

2 Cíl práce

Hlavním cílem bylo ověřit vliv reziduí komerčních herbicidních prostředků Corello a Mustang Forte, které obsahovaly účinné látky aminopyralid a pyroxsulam, ve slámě použité jako hnojivo při pěstování rajčat.

Cílem práce bylo vyhodnotit riziko použití slámy s různým obsahem uvedených látek při pěstování rajčat *Solanum lycopersicum* L., především ve fázi květu a plodu. Provedené biotesty měly ověřit předpokládaný nepříznivý účinek na výnos plodin rajčat vlivem herbicidních látek obsažených v použité ošetřené slámě v porovnání se slámou z ekologického zemědělství (bez ošetření herbicidy).

3 Literární rešerše

3.1 Rajče (*Solanum lycopersicum* L.)

Rajčata sloužila k potravě Indinánům žijícím v Jižní Americe v oblasti severních And už v 5 st. př. n. l. V Evropě se rajčata začala běžně pěstovat jako zelenina až v průběhu 18. století. Patří do čeledi lilkovitých (*Solanaceae* Juss.) a řadí se k plodové zelenině, jako např. paprika nebo mochnyně. Plody rajčat se dají konzumovat buď syrové, nebo se mohou tepelně zpracovat (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012).

3.1.1 Botanická charakteristika

Rajče je samosprašná, jednoletá roslina, jejíž dužnaté bobule v současné době patří mezi velmi oblíbenou plodovou zeleninu. Vytváří bohatý kořenový systém, jehož hloubka závisí na způsobu výsadby rajčat – z předpěstované sadby se rozvíjí vodorovně, z přímého výsevu dosáhnou hloubky i přes 1 m (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012).

Stonek postupem času dřevnatí. Na povrchu stonku a listů se nachází žláznaté trichomy, které prodují látky s charakteristickou vůní. Podle toho, jak roste stonek, se rajčata dají rozdělit do 2 skupin, a to tyčková a keříčková (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012). Tyčková nemají omezený růst stonku a ve sklenicích mohou dorůst i do výšky přes 13 m, keříčkové odrůdy jsou ukončeny květenstvím a dosahují výšky do 0,7 m (Petříková et al. 2012). Postavení listů je střídavé lichozpeřené, čepel listů je lichozpeřená, peřenodílná. Postranní výhony se tvoří v úžlabí listů (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012).

Rajče vytváří květenství ve formě vijanu, ať už jednoduchého nebo složeného. Květ má minimálně pět žlutých korunních plátků, kališní listy jsou srostlé a špičaté. Na opylení a oplodnění má negativní vliv vysoká vzdušná vlhkost, nízká světelná intenzita a nízká teplota (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012).

Dužnatá bobule může mít různorodý tvar, zbarvení a velikost. Nezralé plody obsahují alkaloid solanin a mají zpravidla zelenou barvu (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012). Karoten způsobuje oranžovou barvu plodu, zvýšením obsahu lykopenu dochází k červenání plodu (Malý et al. 1998).

Semena jsou zpravidla pokryta chloupky a jsou uložena v komoře bolule na placentě. U semen se uvádí HTS 2,5 – 3,5 g, pro prodej se upravují obrušováním (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012).

3.1.2 Nároky na pěstování

Rajčata se řadí mezi teplomilné rostliny, optimální teplota pro pěstování je mezi 18-28 stupni Celsia. Vhodné jsou humózní, hlinitopísčité až písčitohlinité půdy. Důležitý je také dostatek vláhy, odolnější vůči jejímu nedostatku jsou rajčata z přímého výsevu s hlubším kořenovým systémem. Neutrální nebo mírně kyselé pH půdy je pro pěstování rajčat optimální (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012).

Rajčata nejsou náročná na předplodinu, nicméně s ohledem na choroby a škůdce není vhodné je v osevním postupu zařazovat cca 4 roky na pozemky, kde se pěstovala plodina

z čeledi lilkovitých. Obvykle se zařazují do I. tratě (Malý et al. 1998; Petříková et al. 2012). V různých fázích vývoje má rostlina odlišné nároky na výživu, je citlivá na chloridy a vyšší koncentrace solí. Rajčata jsou náročná na vápník, ale negativně reagují na čerstvé vápění žloutnutím listů. Nejvyšší nároky na spotřebu dusíku má rostlina v době květu, na draslík v době tvorby plodů a fosfor na počátku vývoje. Z mikroprvků je nejdůležitější molybden a mangan. Odběr živin rajčetem je uveden v Tabulce 1 (Petříková et al. 2012).

Tabulka 1: Odběr živin rajčetem v kg/ha při průměrném výnosu 30 t/ha (Petříková et al. 2012)

Zelenina	Výnos (t/ha)	N	P	K	Ca	Mg	S
Rajče	30	82	11	90	67	8	18

Nedostatek vápníku se charakteristicky projevuje na špičce plodu hnědočervenou skvrnou, nedostatek fosforu způsobuje z rubu na listech antokyanové zbarvení a první dva listy svírají tupý úhel, nedostatek hořčíku se pozná podle chlorózy mezi žilnatinou a nekrotickými skvrnami na listech. Pokud chybí molybden, deformují se listové čepele, nedostatek manganu způsobí špatnou násadu květů (Petříková et al. 2012).

V hydroponickém pěstování se doporučuje k rajčatům přisadit pár rostlin citlivých na chyby ve výživě např. okurku nebo salát. Tyto rostliny projeví nedostatek určité živiny v živném roztoku několik dnů až týdnů před rajčaty (Resh 2012).

3.1.3 Nutriční hodnoty

Nutriční hodnota rajčat je poměrně vysoká, obsažený lykopen má antioxidační účinky. Přehled průměrných nutričních hodnot je uveden v Tabulce 2 (Petříková et al. 2012).

Tabulka 2: Průměrné nutriční hodnoty rajčat (Petříková et al. 2012)

Složka	Sušina (%)	Vláknina (%)	Sacharidy (%)	Bílkoviny (%)	Tuky (%)	Popeloviny
	5,48	1,2	2,63	0,88	0,20	0,50
Vitamíny	A (karoteny)	B ₁	B ₂	B ₆	C	E (tokoferol)
	5,04	0,37	0,19	0,80	137	5,4
Minerální látky (mg/kg)	Ca	Fe	Na	Mg	P	K
	100	2,7	50	110	240	2370

3.2 Herbicidy aminopyralid a pyroxsulam

Herbicidy lze dle různých kritérií rozdělit do několika skupin. Podle klasifikace se v ČR například podle mechanismu účinku nejčastěji používají přípravky patřící do skupin syntetických auxinů, inhibitorů syntézy aminokyselin, inhibitorů fotosyntézy, inhibitorů buněčného dělení, inhibitorů biosyntézy karotenoidů a inhibitorů acetyl-CoA-karoxylázy. Podle účinku lze herbicidy rozdělit na selektivní, tj. působící pouze na určité druhy plevelů, a na neselektivní, které zničí veškerou vegetaci. Podle způsobu příjmu rostlinou se odvíjí aplikace

herbicidů, a to na listovou nebo kořenovou. Dále se dělí například podle doby aplikace nebo způsobu účinku (Mikulka & Kneifelová 2003).

Herbicidy inhibující činnost acetolaktát syntázy (ALS enzym) (Wells 2008; Jursík et al. 2010), která je v chloroplastech rostliny součástí syntézy aminokyselin leucinu, isoleucinu a valinu (Jursík et al. 2010), se řadí do skupiny inhibitorů syntézy aminokyselin (Mikulka & Kneifelová 2003). Po přijetí přípravku obsahujícího ALS inhibitor rostlinou dojde k zastavení výroby těchto 3 aminokyselin a v dalším kroku i k zastavení výroby proteinů, které je obsahují. Postupem času se zastavuje syntéza DNA a buněčné dělení v meristémech, omezí se přesun asimilátů floémem a nakonec rostlina přestává růst. Viditelné projevy lze na rostlinách pozorovat již několik dní po aplikaci, mezi ně patří žloutnutí mladých listů mezi žilnatinou, antokyanové zbarvení řepky a trav, zaschnutí vegetačního vrcholu a nepřírozené větvení kořenů. Nižší dávky mohou způsobit tvorbu postranních výhonů. ALS inhibitory se dělí do 4 skupin na základě stupně inhibice účinných látek, pyroxsulam se řadí mezi triazolové pyrimidiny. Rezidua herbicidů v půdě mohou poškodit následnou plodinu (Jursík et al. 2010).

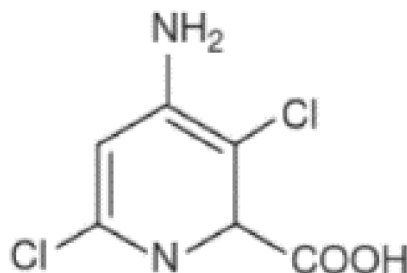
Skupinu rostlinných hormonů auxinů napodobují uměle vytvořené syntetické auxiny, které jejich funkcionalitu napodobují (Todd et al. 2020) a narušují tak u citlivých rostlin jejich rovnováhu, následkem čehož dochází k poruchám metabolismu a obvyklého růstu rostliny. Poškození na rostlině se projeví ve 3 fázích, kdy se v první fázi zvyšuje růstová aktivita, ve druhé fázi dochází k růstu adventivních kořenů a postranních listů, dále se na rostlinách objevují deformace na stoncích a listech. Ve třetí fázi, která nastává přibližně 10 dní od aplikace herbicidu, začíná rostlina postupně odumírat. Typickými projevy poškození syntetickým auxinem jsou růstové a reprodukční anomálie, u dvouděložných rostlin je charakteristické kroucení lodyh a listů, jejich abnormální růst, zakrnění růstu kořenů nebo chlorózy až nekrózy vegetačního vrcholu. Syntetické auxiny řadíme do 4 skupin, aminopyralid se řadí mezi pyridin-karboxylové kyseliny a 2,4-D mezi fenoxykyseliny (Jursík et al. 2011b). V posledních letech se stále častěji objevují studie, které zkoumají vznik rezistence některých plevelů na tento druh herbicidu (Todd et al. 2020).

Vliv herbicidů na plevely a jejich pohyb v prostředí se odvíjí od několika faktorů. Patří mezi ně teplota vzduchu, rychlost větru, půdní druh, vlhkost půdy, úhrn srážek, rosa, intenzita světla a růstová fáze plevelů. Při aplikaci a likvidaci herbicidů je potřeba se řídit stanovenými postupy a předpisy, jinak může docházet k negativnímu ovlivnění životního prostředí, včetně kontaminace krmiva pro zvířata nebo potravin pro lidi. Mezi možné negativní vlivy herbicidů mohou patřit toxicita pro živočichy a člověka, znehodnocení vody, narušení genetického základu živočichů a lidí nebo poškození půdních mikroorganismů (Mikulka & Kneifelová 2003).

3.2.1 Aminopyralid

Aminopyralid se řadí do skupiny herbicidů na bázi auxinů (Cobb & Reade 2010), jeho chemický název je 4-amino-3,6-dichlorpyridin-2-karboxylová kyselina (Rougerie et al. 2007), chemický vzorec je znázorněn na Obrázku 1 (Cobb & Reade 2010). Jedná se o herbicid zaměřený primárně na potlačení jednoletých, dvouletých a víceletých širokolistých plevelů na travnatých porostech (Rougerie et al. 2007), který se má aplikovat na jaře nebo v létě (European Food Safety Authority 2013a). V půdě zanechává rezidua a prodlužuje tím tak svoji aktivitu

(Dow AgroSciences 2013). Na trh byl v Evropské unii uveden v roce 2015 (Anastassiadou et al. 2020a). V rámci České republiky se lze s účinnou látkou aminopyralid setkat v přípravcích Blast, Bonaxa, Clevaro Flex, Galera Podzim, Huricane, Kantor Plus, Metazamix a Mustang Forte (Agromanual 2022a). V USA se aminopyralid vyskytuje např. v herbicidech Milestone, Capstone nebo Opensight, kdy například přípravek Milestone lze použít i na kontrolu borovice virginské, cedru nebo jilmu. (Dow AgroSciences 2013).



Obrázek 1: Vzorec aminopyralid (Cobb & Reade 2010)

Herbicidy obsahující aminopyralid se mohou použít preemergentně nebo postemergentně, aplikace závisí na účelu použití a dalších přidaných účinných látkách (Dow AgroSciences 2013; Agromanual 2022a). Látku vstřebávají aktivně rostoucí rostliny pomocí listů a kořenů, ze kterých se šíří do meristematických buněk, herbicidy obsahující aminopyralid jsou tedy vhodné i k foliární aplikaci. Uvnitř rostliny se aminopyralid naváže na proteinové receptory buněk, na které se normálně váže růstový hormon auxin, naruší tím jeho přirozenou regulaci rostlinou a tímto i metabolismus a růst rostliny. Podle druhu plevelu se první projevy objeví v řádu hodin až dnů po aplikaci, zastavení růstu nastává během 24-48 hodin, k potlačení nežádoucích rostlin dochází obvykle po 4-8 týdnech. Prvními příznaky jsou například ztlustění, zakřivení a překroucení stonku a listů, zvětšení kořenového systému nebo bujný růst (Dow AgroSciences 2013). Výsledky pokusu prováděném v Kanadě na *Cirsium arvense* L. ukazují, že se během 24 hodin aminopyralid absorbuje z 34 %, po 192 hodinách tato hodnota vzroste na 60 %, avšak z ošetřeného listu se do rostliny přemístí 17 % (Bukun et al. 2009).

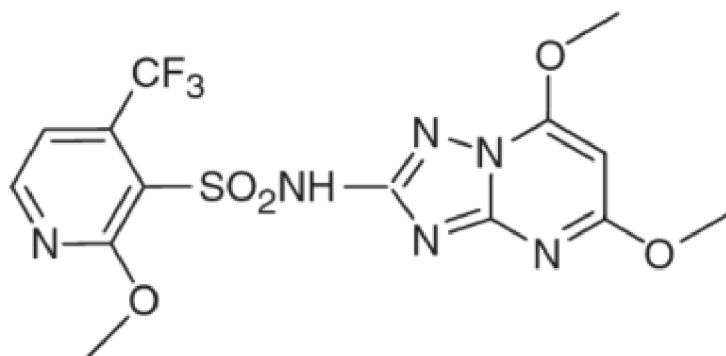
V porovnání s herbicidy, které fungují na jiném principu než syntetické auxiny, vykazuje aminopyralid nízké riziko vzniku rezistence. V roce 2013 bylo celosvětově evidováno 28 druhů plevelů rezistentních vůči tomuto druhu herbicidů, u herbicidů potlačujících ALS enzym jich bylo 107 a na herbicidy na bázi močoviny si vytvořilo rezistenci 21 druhů. Aminopyralid je tedy vhodné použít na vybrané druhy plevelů, které si vypěstovaly rezistenci vůči jiným typům herbicidů (Dow AgroSciences 2013). Trávy jsou vůči tomuto herbicidu poměrně odolné, protože ho dokážou rychle metabolizovat a v buňce izolovat. Dvouděložné rostliny tuto schopnost většinou nemají a jsou herbicidem ovlivněny. Rezidua aminopyralidu mohou vážně poškodit luštěniny, plodiny z čeledi *Solanaceae* a další dvouděložné kulturní plodiny (Ferrell et al. 2020).

Před získáním povolení k prodeji a distribuci musí každý pesticid projít testováním, při kterém se sledují krátkodobé a dlouhodobé účinky na životní prostředí, zdraví člověka a zvířat. Na základě testů Dow AgroSciences v USA bylo zjištěno, že aminopyralid není karcinogenní, mutagenní, ani nemá vliv na reprodukci. Při testování na zvířatech nebylo prokázáno hromadění této látky v tkáních, nicméně se projevila lehká toxicita u ústřice viržinské, řas a vodních

cévnatých rostlin (Dow AgroSciences 2013). EFSA též varuje před rizikem pro ryby nacházející se v povrchových vodách a pro vodní makrofyta (European Food Safety Authority 2013a). Porost, který byl ošetřen aminopyralidem, lze použít jako krmivo pro hospodářská zvířata (Anastassiadou et al. 2020a).

3.2.2 Pyroxsulam

Pyroxsulam se řadí do skupiny herbicidů, které v rostlinách potlačují produkci ALS enzymu, jeho chemický název je N-(5,7-dimethoxy[1,2,4]triazolo[1,5-a]pyrimidin-2-yl)-2-methoxy-4-(trifluormethyl)pyridin-3-sulfonamid (Krieger 2010), chemický vzorec je znázorněn na Obrázku 2 (Lamberth & Dinges 2012). Podle chemických skupin náleží k triazolovým pyrimidinům, stejně jako florasulam, které jsou vhodné k použití v obilninách (Jursík et al. 2010). Působí na širokou škálu trav a širokolistých plevelů (Wells 2008; Krieger 2010) v porostu pšenice, má vliv i na některé vytrvalé druhy těchto typů plevelů (Lamberth & Dinges 2012). V herbicidech může být použit samostatně, nebo v kombinaci s jinými účinnými látkami (Wells 2008; Krieger 2010). V ČR je tato účinná látka obsažena v přípravcích Ataman, Avoxa, Corello, Hurricane a Orcane (Agromanual 2022b), v USA se vyskytuje například v herbicidech Crusader, Pallas, Perun nebo Simplicity (Krieger 2010).



Obrázek 2: Vzorec pyroxsulam (Lamberth & Dinges 2012)

Pyroxsulam byl uveden na trh v roce 2008 (Wells 2008; Lamberth & Dinges 2012), v EU bylo jeho používání schváleno v roce 2014 (Anastassiadou et al. 2020b). Herbicidy obsahující pyroxsulam se aplikují primárně foliárně (Lamberth & Dinges 2012) za příznivých podmínek na jaře nebo na podzim (United States Environmental Protection Agency 2008) na rostliny nacházející se ve fenologické fázi 11-32/39 podle BBCH (Anastassiadou et al. 2020b). V důsledku reziduí v půdě poskytují i částečně ochranu proti nově rostoucím plevelům. Z listů se pyroxsulam dále šíří v rostlině, kde omezuje produkci aminokyselin, které jsou nezbytné pro její růst. Po aplikaci postřikem tedy rychle dochází k zastavení růstu a následně k jejímu úhynu. Několik studií prokázalo, že po aplikaci pyroxsulamu dochází k inhibici růstu a sníženému výnosu pěstované plodiny, také dochází ke snížení obsahu bílkovin v semenech a zrnech (Dengtan et al. 2022). V herbicidech se proto k pyroxsulamu přidávají látky zlepšující bezpečnost (tzv. safener) (Wells 2008; Lamberth & Dinges 2012), aby se postemergentně ochránila pěstovaná plodina, kdy v komerčním použití se chrání odrůdy pšenice, žita a triticales (Lamberth & Dinges 2012).

Toxicita u člověka je velmi nízká, může způsobit dočasné podráždění očí nebo pokožky. Při pokusech na zvířatech, konkrétně na krysách, myších a psech, nebyly pozorovány žádné dlouhodobé negativní účinky na zdraví, avšak v krátkodobém horizontu se projevoval vliv na činnost jater a cholesterolu. Během pokusů též bylo zjištěno, že pyroxsulam není karcinogenní, mutagenní, ani nemá vliv na reprodukci (Krieger 2010). Plodiny, které jsou ošetřeny pyroxsulamem, je možné používat jako krmivo pro zvířata, jelikož se nepředpokládá, že by zvířata byla vystavena velkým dávkám. Například ve 2 studiích uskutečněných ve Spojeném království a EFSA byla u slepic nebo kojících koz většina účinné látky vyloučena močí a výkaly, u koz se našlo velice malé stopové množství rezidua v mléce, játrech a ledvinách (Anastassiadou et al. 2020b). V současné době se zkoumá též vliv na půdní mikrobiom a enzymy, kdy první studie dokazují, že koncentrace nad 0,5 mg kg⁻¹ na ně mohou mít negativní vliv (Dengtan et al. 2022).

3.2.3 Využití slámy ošetřené herbicidy – hnojení

Za slámu se považují odumřelé stonky a zbytky listů plodin, většina z nich v současné době vzniká jako vedlejší produkt pěstování kulturních plodin (Winkler 2017). Sláma se přidává do substrátů plodin, které potřebují provzdušenou zeminu bohatou na živiny. Mezi takové plodiny patří kromě rajčat také papriky nebo okurky. Vzhledem k nepříznivému poměru C:N, která se obvykle pohybuje v rozmezí 60-100:1, je potřeba do substrátu přidat N hnojivo (Malý et al. 1998), protože za optimální se považuje poměr 30:1. Tento ideální poměr obsahuje například sláma luskovin (Winkler 2017). Podle Vaňka by se například při kompostování slámy, která obsahuje 40 % C a 0,5 % N, mělo na 100 kg přidat minimálně 0,6 kg N v hnojivech, kdy za nejvhodnější považuje kapalná statková hnojiva nebo minerální hnojiva s dusíkem ve formě amidové nebo amonné, a naopak nedoporučuje použití nitrátových hnojiv (Vaněk et al. 2012). Po přidání N hnojiva a dostatečné vlhkosti se za uvolňování tepla a CO₂ sláma rychle rozkládá (Malý et al. 1998). Během počátečních fází rozkladu slámy dochází k uvolňování živin a ubývání hmoty, po 30 dnech dochází k významnému snížení podílu C:N (Wahdan et al. 2022).

Plodiny, jejichž sláma se k hnojení používá nejčastěji, jsou ozimé obilniny nebo ozimá řepka. Například v ozimé pšenici se v sušině nachází 0,63 % dusíku, 0,09 % fosforu, 1,12 % draslíku, 0,32 % vápníku a 0,12 % horčíku (Vaněk et al. 2012). Přesné chemické složení slámy se vždy odvíjí od pěstované plodiny, jejího hnojení a obsahu živin v půdě (Winkler 2017).

Sláma se používá buď samostatně jako hnojivo rostlinného původu, nebo jako součást stájových hnojiv (např. hnůj), kde slouží jako stelivo (Vaněk et al. 2012). Na mnoha lokalitách se sláma zaorává, svým působením zlepšuje půdní strukturu a zvyšuje obsah dusíkové složky. Slámu lze také zpracovat ve spalovnách a následně se vzniklý popel využije jako hnojivo (Winkler 2017). Před použitím slámy jako hnojiva je důležité zjistit její analytické složení, zajímá nás množství základních prvků, stopových prvků, popele a těžkých kovů (Souček 2011). Po zpracování do půdy dochází k růstu mikrobiální aktivity, která podporuje rozklad uhlíku obsaženého ve slámě. Mikrobiální růst se po čase začne stabilizovat, dochází k navýšení produkce huminových kyselin a dochází k inhibici další reprodukce mikroorganismů, čímž se zpomaluje degradace uhlíku obsaženého ve slámě. Některé sloučeniny, jako jsou bílkoviny, monosacharidy, oligosacharidy nebo fruktóza, se rychle uvolňují (Wang et al. 2020).

Špatné zapravení slámy může způsobit komplikace při založení porostu, shluky mohou zhoršit zásobení semen vodou. Pokud sláma zůstane na povrchu nebo je jen mělce zapravena, ovlivňuje správné uložení a rozložení semen v půdě. Sláma obilnin působí inhibičně na klíčení semen, příčin je několik. Jednou z příčin je konkurenční boj o vodu a živiny mezi klíčovými semeny a mikroorganismy, které slámu rozkládají. Další příčinou je působení fytotoxických látek, které se v půdě nacházejí a jsou ze slámy či rostlinných zbytků uvolňovány. Další fytotoxické látky se uvolňují při jejich rozkladu, proto je důležité rozklad slámy urychlit. Sláma také může obsahovat zbytky plevelů včetně jejich plodů a semen, které mohou v budoucnu na lokalitě, na které bude sláma použita jako hnojivo, výrazně zvýšit zaplevelení (Winkler 2017).

3.2.3.1 Rezidua herbicidů ve slámě

Sláma, která má být použita jako hnojivo, může obsahovat rezidua herbicidů, které mohou ovlivnit růst citlivých plodin. V případě, že plánujeme pěstovat plodiny citlivé na určité účinné látky obsažené v herbicidech, je důležité si ověřit, že je zvolené hnojivo neobsahuje. Jako hnojivo může být použit hnůj zvířat krmených kontaminovanou slámou, kompost obsahující slámu, nebo také sláma samotná (Ferrell et al. 2020).

Přítomnost herbicidu ve slámě lze zjistit biotestem, při kterém se používají jako indikátor rostliny citlivé na danou účinnou látku (Ferrell et al. 2020). Pro tyto testy se doporučuje použít kompostovaný materiál (Gilbert et al. 2010). Biotest se provádí porovnáním 2 různých vzorků, kdy v prvním se naplní 4-8 nádob příslušným kontaminovaným hnojivem, ve druhém se použije 4-8 nádob naplněných zahradním substrátem neobsahujícím hnůj nebo kompost. Do všech nádob se zasadí 2-4 semena vybrané rostliny citlivé k danému herbicidu, nádoby se umístí do prostoru s ideálními podmínkami pro klíčení a růst a následně se pravidelně monitorují projevy možné přítomnosti herbicidu. Nádoby obsahující zahradní substrát slouží jako kontrola. Pokud již bylo hnojivo zapraveno do půdy, lze biotest provést zasazením citlivé rostliny přímo v dané lokalitě. Pro detailní pozorování lze tento biotest opakovat (Ferrell et al. 2020).

3.2.3.2 Rezidua aminopyralidu

Poločas aerobní biodegradability aminopyralidu v půdě byl zkoumán na 12 různých místech, kdy na 8 lokalitách v Severní Americe byla pozorována průměrná hodnota 34,5 dne a 25 dní na 4 evropských lokalitách. Při rozkladu nevznikaly žádné škodlivé metabolity. Výrobce přesto doporučuje opatrnost při sklizni slámy z ošetřeného porostu a používání hnoje zvířat, která spásala porost na ošetřeném pozemku (Dow AgroSciences 2013).

Poločas rozpadu této herbicidní látky ve vodě je mnohem rychlejší, za standardních podmínek se udává 0,6 dne, kdy degradaci způsobuje převážně fotolýza. Při hydrolýze se chová aminopyralid stabilně (Abdourahime et al. 2019), za anaerobních podmínek se poločas rozkladu prodloužil na 462-990 dní. Vzhledem k tomu, že ve vodě vznikají rezidua, která nelze extrahovat, považuje EPA a Evropská Unie aminopyralid za látku, která má potenciál kontaminovat podzemní vody (Dow AgroSciences 2013). V produktech skladovaných při teplotě -20 °C a obsahujících vysoký podíl vody nebo škrobu byla rezidua aminopyralidu stabilní po dobu nejméně 16 měsíců, mezi ně patří i pšeničná zrna, seno nebo sláma (Abdourahime et al. 2019).

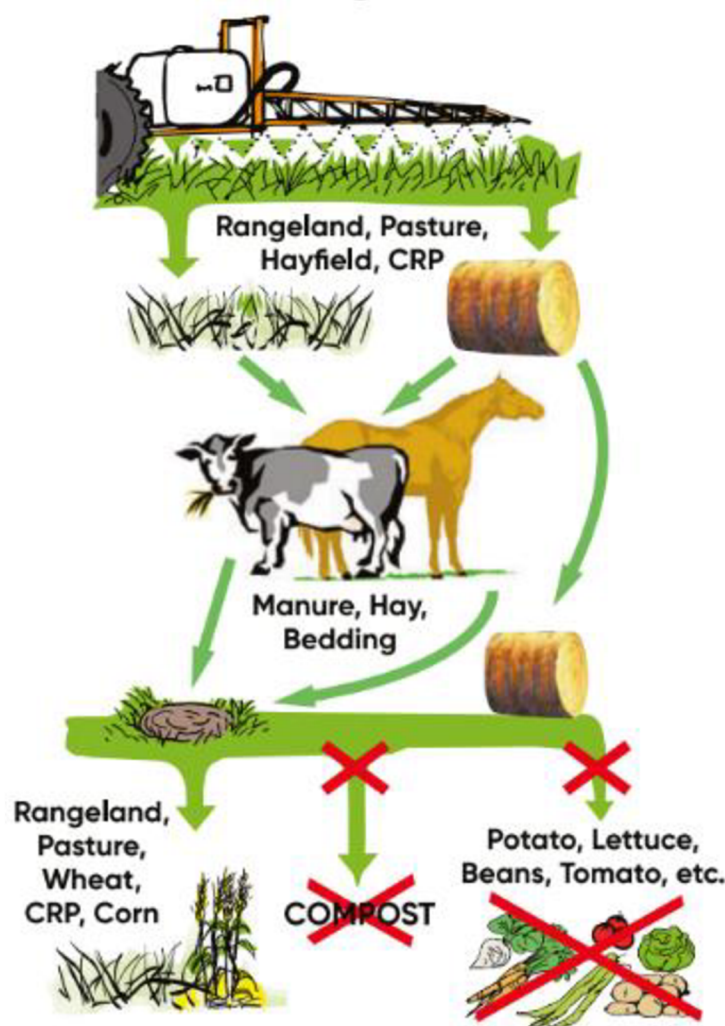
Vliv reziduí v porostu ošetřeném aminopyralidem a použitým jako krmivo byl zkoumán u slepic, kojících koz a krav, kdy drtivá většina účinné látky byla z jejich těla vyloučena exkrementy, v konzumních částech a v mléce se nacházelo méně než 0,07 % z podané dávky aminopyralidu. V případě potřeby lze rezidua monitorovat v mléce, játrech, vajíčkách, tuku, ledvinách a svalstvu (Anastasiadou et al. 2020a).

Data vycházející z pokusů uskutečněných na Floridě potvrzují citlivost některých kulturních dvouděložných plodin, kdy papriky, rajčata a lilek vykazovaly poměrně značné poškození vlivem reziduí aminopyralidu v půdě. U rajčat je uváděno, že poranění bylo sledováno na 71 % porostu a došlo ke ztrátě 95 % plodů. U papriky a lilku byly hotnoty nižší. Dále je uvedeno, že při nižší koncentraci se výška rostliny zmenšila o 30-40 %, po zvýšení dávky se tato hodnota zvýšila až na 90 %. Kromě poranění rostliny a redukce výšky se jako další projev vlivu rezidua uvádí redukce počtu květů a ztráta plodů. Dýně a vodní meloun, které byly součástí pokusu, vykazovaly poškození v řádech procent (Fast et al. 2011).

Ve Spojeném království bylo v roce 2008 pozorováno poškození citlivých plodin po aplikaci hnoje, kdy bylo následně objeveno, že zvířata, od kterých hnůj pocházel, spásala porost ošetřený herbicidem obsahujícím aminopyralid (Gilbert et al. 2010). Z těchto důvodů se uvádí, že hnojivo kontaminované aminopyralidem se nemá používat k mulčování nebo hnojení (Ferrell et al. 2020), viz Obrázek 3. Hnůj zvířat lze použít 3 dny poté, co přestanou přijímat potravu obsahující rezidua aminopyralid (Corteva Agriscience 2019a).

Pro indikaci přítomnosti aminopyralidu ve slámi se v biotestu často používají rajčata nebo fazole, které jsou k jeho výskytu velmi citlivé. V případě, že je hnojivo již použito v terénu, lze na stejném místě vysadit semena hrášku nebo fazole. Pro kontrolu by se pak měla také vysadit na místě, kde nebylo hnojivo použito (Ferrell et al. 2020).

Symptomy přítomnosti aminopyralidu se nejdříve objevují na nejmladších částech rostliny, kdy dochází k neobvyklému růstu listů, u květů pak dochází k jejich zakrnění. Vyšší koncentrace aminopyralidu se projevují kroucením stonku nebo se na stonku začnou tvořit kořeny. V případě, že se přítomnost aminopyralidu prokáže biotestem, je vhodné pro danou lokalitu zvolit jinou, méně citlivou plodinu, například kukuřici. Po určitém čase však vlivem půdního mikrobiomu dochází k degradaci aminopyralidu na neaktivní formy, takže je pak možné citlivé plodiny na vybraném místě znovu zasadit. K urychlení tohoto procesu lze na pozemku vysadit trávy, které aminopyralid z půdy absorbují a následně se posečou. Posečená tráva se pak přemístí na pozemek, na kterém rezidua aminopyralidu nebudou mít negativní vliv. Odbourání aminopyralidu lze v případě rostlinných zbytků nebo hnoje urychlit navýšením teploty a vlhkosti půdy. Další možností, jak rychleji využít pozemek obsahující rezidua aminopyralidu, je výměna půdy (Ferrell et al. 2020).



Obrázek 3: Hospodaření s pící a hnojem (Corteva Agriscience 2019a)

3.2.3.3 Rezidua pyroxsulamu

Pyroxsulam je v půdě mobilní (Lamberth & Dinges 2012) a má nízkou perzistenci (Anastassiadou et al. 2020b), k jeho degradaci dochází primárně působením fotolýzy vody a aerobními půdními procesy. Za anaerobních podmínek zůstává látka stabilní. Poločas rozpadu byl zkoumán na 4 stanovištích v Kanadě, kdy byl pozorován do hloubky 30 cm poločas 4,6 dne a do hloubky 60 cm poločas 23 dní. Během pokusu nebyl pozorován vznik škodlivých látek (United States Environmental Protection Agency 2008). Při pozorování během standardních aerobních nesterilních laboratorních podmínek pyroxsulam po 118 dnech degradoval na méně než 5 % původní hodnoty, za vzniku několika metabolitů, mezi nimi pyridinsulfonamid a kyselina pyridinsulfonová. Z dalších studií následně vyplynulo, že pyroxsulam může být potenciálně nebezpečný pro vodní organismy (European Food Safety Authority 2013b).

Při pokusech prováděných EFSA byl pyroxsulam rychle metabolizován, ve vzorcích slámy byla změřena po 7 dnech 6 % celkového radioaktivního rezidua a po 51 dnech od ošetření maximálně 2 % celkového radioaktivního rezidua. Vzhledem k nízkým naměřeným hodnotám reziduí ve slámě a zrnech není považováno za nezbytné provést jejich charakterizaci. V produktech skladovaných při teplotě -20 °C a obsahujících vysoký podíl vody, oleje nebo škrobu byl pyroxsulam stabilní po dobu nejméně 6 měsíců, stejné hodnoty vykazovala pšeničná

sláma (Anastassiadou et al. 2020b). Testy prováděné během pokusů s herbicidem Crusader, jehož je pyroxsulam součástí, sledovaly rezidua v ošetřené slámě. Ve slámě ani v zrnech nebyla rezidua pyroxsulamu ani jeho metabolitů nalezena. V seně se 51 dní po ošetření nacházelo zanedbatelné množství metabolitů (méně než 0,1 mg/kg) (Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority 2008). V době sklizně se rezidua pyroxsulamu pohybovala pod hranicí detekce také během měření v Indii (Ghosh et al. 2015), EFSA vzhledem k nízkým měřitelným hodnotám nepovažuje za nezbytné provádět další testy na charakterizaci reziduí (Anastassiadou et al. 2020b).

3.2.3.4 Vliv slámy na mikrobiom

Půdní mikroby jsou nezbytné k správné funkci půdního ekosystému, pomáhají s rozkladem organické hmoty, koloběhem živin a primární produktivitou rostlin. Některé mikroorganismy mohou herbicidy metabolizovat, tím pak může být ovlivněna mikrobiální diverzita a následně i zdraví a funkce půdního ekosystému (Tomco et al. 2016).

Studie provedená v Číně porovnávala dopad hnojení slámou na půdu. Z testů vyplynulo, že půdy, které byly tímto způsobem hnojeny pouze 2 roky, vykazovaly nižší relativní množství půdního mikrobiomu než půdy, které nikdy nebyly slámou hnojeny. U půd hnojených slámou 1 rok byla tato hodnota jen lehce vyšší. V půdách hnojených pšeničnou slámou převažovaly oligokarbotrofní bakterie a půdní houby druhu *Mortierella* sp. (Su et al. 2020).

Výsledky testů provedených v Německu poukazují na propojenost mezi rozkladnými procesy slámy a mikrobiální diverzitou, její složením a funkcí a aktivitou enzymů. Největší vliv na tyto faktory měla teplota a vlhkost. V těchto testech je porovnáván vliv za současných a budoucích klimatických podmínek, kdy v očekávaných budoucích podmínkách je vliv slámy vyšší. Zástupci hub se jeví jako rezistentní vůči změně klimatu, kdy na vyšší teplotu a vlhkost reagují až v pozdější fázi (120-420 dnů) rozkladu slámy, zatímco zástupci bakterií na změny reagují v dřívější (0-60 dnů) i pozdější fázi. Kombinace vyšší teploty a sucha má za následek homogenizaci mikrobiálního složení. Dále je pozorována souvislost mezi složením bakteriálního osídlení a aktivitou enzymů Beta-glukosidáza, peroxidáza a N-acetylglukosaminidáza, u hub je pozorována korelace s aktivitou fosfatázy v dřívější fázi rozkladu slámy. V bakteriálním osídlení dominuje *Proteobacteria* v dřívějších fázích rozkladu, v pozdějších fázích dominuje rod *Actinobacteria*. U hub tvoří největší podíl *Ascomycota* sp., které pomáhají s rozkladem celulozy a hemicelulozy. K největšímu nárůstu *Basidiomycota*, které jsou schopny rozložit rezidua ligninu ve slámě, dochází kolem 240 dne (Wahdan et al. 2022).

4 Materiály a metodika

Experiment měl za úkol simulovat situaci, kdy byla sláma použita jako hnojivo. Prostřednictvím biotestu jsme zjišťovali vliv slámy a reziduí herbicidních látek aminopyralid a pyroxsulam obsažených ve slámě na růst a vývoj 2 vybraných odrůd rajčat.

4.1 Použitý materiál

4.1.1 Odrůda 'Start S'

Rajčata odrůdy 'Start S' F1 hybrid se řadí do kategorie středně vzrůstných indeterminantních rajčat. Sytě červené zralé plody mají lehký náznak žeber, mohou vážit 75-90 g (MoravoSeed CZ 2023; SEMO 2023). Pro odrůdu je charakteristický vysoký výnos. Výsev pro předpěstovanou sadbu se provádí od března do dubna, v květnu se vysazují 3-4 sazenice na 1 m², zalévat se mají jednou týdně velkou dávkou vody. Plody se sklízí od června do října, hodnota refraktrometrické sušiny v °Brix se pohybuje v rozmezí 4,5-4,8 (SEMO 2023). Do Státní odrůdové knihy byla odrůda zapsána v roce 1981, jejími udržovateli jsou na území ČR MORAVOSEED a.s. a SEVA - FLORA s.r.o. (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2022). Do roku 2017 se mezi udržovatele řadila i SEMPRA PRAHA a.s. (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2023).

4.1.2 Odrůda 'Šejk'

Rajčata velmi rané odrůdy 'Šejk' se řadí do kategorie determinantních rajčat polorozkladitého růstu. Plody jsou oválně hranaté, sytě červené, obsahují velké množství lykopenu, průměrně váží 70-80 g. Výsev pro předpěstovanou sadbu se provádí od března do dubna, v květnu se sazenice vysazují na záhony v dvojřádcích ve sponu 50×40 cm, zálivka se provádí v delším časovém úseku větší dávkou vody. Plody, které se sklízí od srpna do října, jsou vhodné k tepelnému zpracování, sbírat je lze ručně i mechanicky. Hodnota refraktrometrické sušiny v °Brix se pohybuje v rozmezí 5,0-5,5 (SEMO 2022). Do Státní odrůdové knihy byla odrůda zapsána v roce 1998, jejím udržovatelem je na území ČR SEMO a.s. (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2022).

4.1.3 Sláma

V rámci experimentu byly použity 4 druhy pšeničné slámy, viz Tabulka 3. Porosty, ze kterých pocházela sláma ošetřená 2 dávkami Mustang Forte a sláma ošetřená 2 dávkami Corello, byly experimentálně pěstovány za účelem získat slámu více herbicidně zatíženou.

Tabulka 3: Sláma použitá v experimentu

Substrát označení	Původ slámy	Dávka herbicidu	Účinná látka
MF1	Farma Libodřice	1 l/ha Mustang Forte	10 g/ha aminopyralid
MF2	Experimentální pozemek Červený újezd	2 l/ha Mustang Forte	20 g/ha aminopyralid
Cor	Experimentální pozemek Červený újezd	250 g/ha Corello	18,75 g/ha pyroxsulam
BiR	R. Rýzner, Kojátky	-	-

4.1.4 Mustang Forte

Přípravek Mustang Forte se řadí mezi herbicidy, které se aplikují na vzešlé dvouděložné plevle v již vzklíčených obilninách (Corteva Agriscience 2019b). Obsahuje 3 účinné látky, a to v hmotnostní koncentraci 10 g/l aminopyralidu, 5 g/l florasulamu a 180 g/l 2,4-D (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a). Aminopyralid se řadí do skupiny pyridinkarboxylových kyselin a funguje jako syntetický auxin, florasulam patří mezi triazolpyrimidiny a v plevlech potlačuje činnost ALS enzymu, 2,4-D (kyselina dichlorfenoxycetová) spadá do skupiny fenoxycarboxalových kyselin a na rostlinu působí jako růstový inhibitor. Společně pak tyto účinné látky působí na plevle systémově jako regulátor růstu, kdy po aplikaci herbicidu dochází nejdříve k zastavení růstu, deformaci a změně zbarvení listů a lodyh plevle, v řádu 4-6 týdnů pak dojde k jejich odumření. Do rostlin přípravek proniká přes povrch listů a lodyh a je rozváděn do celé rostliny, včetně kořenového systému (Corteva Agriscience 2019b).

Herbicide se prodává ve formě suspo emulze a je určen pouze pro profesionální použití. Není určen pro ekologické zemědělství, moření osiva ani leteckou aplikaci. V Tabulce 4 je popsáno jeho použití (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a).

Tabulka 4: Použití přípravku Mustang Forte (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a)

Plodina	Škodlivý činitel	Dávkování přípravku	Dávkování voda
pšenice ozimá, ječmen ozimý, tritikale ozimé, žito ozimé	heřmánkovec přímořský, svízel přítula, kokoška pastuší tobolka, penízek rolní, ptačinec žabinec, výdrol řepky	0,7 l/ha	200-300 l/ha
pšenice ozimá, ječmen ozimý, tritikale ozimé, žito ozimé	violka rolní, pcháč oset	1 l/ha	200-300 l/ha
ječmen jarní, pšenice jarní, oves setý	heřmánkovec přímořský, svízel přítula, opletka obecná, penízek rolní, ptačinec žabinec, merlík bílý, rdesno červivec	0,6 l/ha	200-300 l/ha
ječmen jarní, pšenice jarní, oves setý	violka rolní, pcháč oset	0,8 l/ha	200-300 l/ha

Aplikace přípravku se provádí formou postřiku, v plodině se může použít maximálně jednou. Herbicid by se měl použít v zdravém porostu na aktivně rostoucí plevely při optimální teplotě v rozmezí 7-25 °C (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a), rychlejšího účinku lze dosáhnout při vyšší vzdušné vlhkosti a teplotě (Corteva Agriscience 2019b). Nejúčinněji působí na plevely ve fázi 2-10 pravých listů, u violky a měřlíku je optimální Mustang Forte aplikovat do 6 pravých listů, u rdesna červivce a pohanky svačkovité je optimum do 4 pravých listů. Vzhledem k velkému odstupu mezi termínem aplikace a sklizně není určena specifická ochranná lhůta (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a).

V půdě a slámě mohou po aplikaci zůstat rezidua neúplně rozložených účinných látek, která mohou poškodit následné plodiny, které jsou vůči nim citlivé. Rozřezáním slámy a jejím rychlým zapravením do půdy se odbourávání reziduí urychlí. Po aplikaci se však na daném stanovišti nedoporučuje následujících 24 měsíců vysévat rajčata, papriky, luskoviny a jeteloviny. Sláma, která byla přípravkem Mustang Forte ošetřena, by se podle výrobce neměla použít pro pěstování jahod nebo hub. Sláma nebo hnůj, který vznikl krmením nebo podestýláním zvířat slámou ošetřenou tímto herbicidem, by se neměli používat ke kompostování (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a).

Mustang Forte je zdraví škodlivý při požití, může způsobit alergické reakce na kůži a je vysoce toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky, proto je při jeho aplikaci důležité dodržovat pokyny k použití včetně ochranných vzdáleností (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a).

V České republice je k 01.08.2022 podle registru přípravků na ochranu rostlin evidovaných 19 držitelů povolení. Ukončení používání a ukončení uvádění na trh přípravku je stanoveno na 31.12.2025 (Ministerstvo zemědělství ČR 2022a).

4.1.5 Corello

Přípravek Corello se řadí mezi herbicidy, které se používají k hubení vzešlých rostlin sveřepu jalového, chundelky metlice a vybraných dvouděložných plevelů v již vzklíčených obilninách (Corteva Agriscience 2019c). Účinnou látkou herbicidu je pyroxsulam, a to v dávce 75 g/kg (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b). Pyroxsulam, podobně jako florasulam obsažený v herbicidu Mustang Forte, patří mezi triazolpyrimidiny a v plevelích potlačuje činnost ALS enzymu. Navíc obsahuje tento herbicid safener cloquintocet-mexyl. Corello působí na plevely systémově jako regulátor růstu, kdy po aplikaci herbicidu dochází nejdříve k zastavení růstu, deformaci a změně zabarvení listů a lodyh plevelů, v řádu 4-6 týdnů pak dojde k jejich odumření. Do rostlin přípravek proniká přes povrch listů a lodyh a je rozváděn do celé rostliny (Corteva Agriscience 2019c).

Herbicid se prodává ve formě granulí dispergovatelných ve vodě, kategorie uživatelů není nijak omezena. Není určen pro ekologické zemědělství, moření osiva ani leteckou aplikaci. V Tabulce 5 je popsáno jeho použití (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b).

Tabulka 5: Použití přípravku Corello (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b)

Plodina	Škodlivý činitel	Dávkování přípravku	Dávkování voda
pšenice ozimá, tritikale ozimé, žito ozimé	chundelka metlice, plevele dvouděložné jednoleté	125 g/ha	200-300 l/ha
pšenice ozimá, tritikale ozimé, žito ozimé	chundelka metlice, plevele dvouděložné jednoleté	125 g/ha	200-300 l/ha
pšenice ozimá, tritikale ozimé, žito ozimé	sveřep jalový	250 g/ha	200-300 l/ha se smáčedlem na bázi řepkového oleje

Aplikace přípravku se provádí formou postřiku na podzim nebo na jaře, v plodině se může použít maximálně jednou, aplikace může být i dělená. Herbicid by se měl použít ve zdravém porostu obilnin, v rozmezí od 3. listu do 2. kolénka, na aktivně rostoucí plevele (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b), minimální teplota je 7 °C (Corteva Agriscience 2019c). Nejúčinněji působí na plevele ve fázi 2-10 pravých listů. Vzhledem k velkému odstupu mezi termínem aplikace a sklizně není určena specifická ochranná lhůta (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b).

V půdě a slámě mohou po aplikaci zůstat rezidua neúplně rozložených účinných látek, která mohou poškodit následné plodiny, které jsou vůči nim citlivé. Po aplikaci se na daném stanovišti nedoporučuje následujících 24 měsíců vysévat cibuli, špenát a čekanku. Sláma, která byla přípravkem Corello ošetřena, by se podle výrobce neměla použít pro pěstování hub (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b).

Corello může způsobit alergické reakce a je vysoce toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky, proto je při jeho aplikaci důležité dodržovat pokyny k použití včetně ochranných vzdáleností (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b).

V České republice je k 01.08.2022 podle registru přípravků na ochranu rostlin evidovaný 1 držitel povolení. Ukončení používání a ukončení uvádění na trh přípravku je stanoveno na 30.04.2025 (Ministerstvo zemědělství ČR 2022b).

4.2 Příprava experimentu a péče o rostliny

Experiment proběhl v částečně otevřeném foliovníku na pozemku ČZU, Demonstrační a výzkumné stanici Troja v Praze a dále v laboratořích areálu ČZU na Suchdole.

Pro pokus byl vybrán 1 zástupce tyčkových rajčat a 1 zástupce keříčkových rajčat, konkrétně odrůdy 'Start S' a 'Šejk'. Sazenice těchto odrůd byly zasazeny do nádob, ve kterých se individuálně nacházelo 5 různých substrátů:

- Substrát se slámou ošetřenou 1 dávkou přípravku Mustang Forte (Libodřice)
- Substrát se slámou ošetřenou 2 dávkami přípravku Mustang Forte (Červený Újezd)
- Substrát se slámou ošetřenou 2 dávkami přípravku Corello (Červený Újezd)
- Substrát se slámou v bio kvalitě (Kojátky u Bučovic)

- Substrát bez slámy

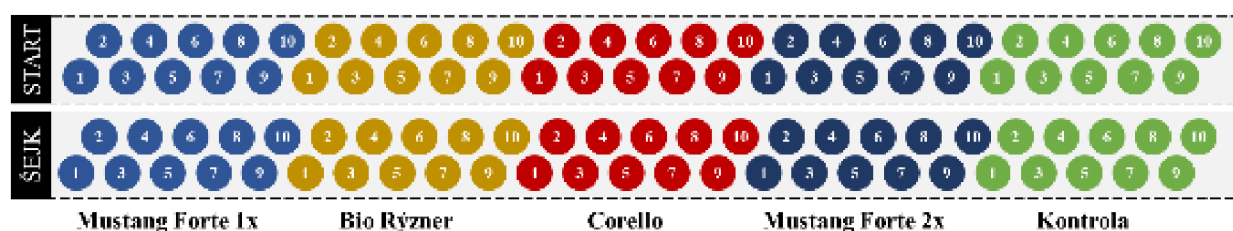
4.2.1 Příprava stanoviště, substrátu, nádob a rostlin

Pro experiment bylo připraveno 50 nádob o objemu 10 litrů pro odrůdu 'Start S' a 50 nádob o objemu 10 litrů pro odrůdu 'Šejk', z celkového počtu 100 nádob bylo pro každou variantu substrátu připraveno 20 květináčů. Substrát byl pro experiment připraven 03.05.2022, při přípravě substrátu jsme vycházeli z následujících předpokladů:

- vzhledem k nepříznivému poměru C:N je potřeba na 1 t slámy dodat 10 kg dusíku
- u zeleniny je na 1 ha potřeba 40 t hnojiva (Petříková et al. 2012)
- na 1 ha lze umístit 23 000 ks květináčů o objemu 10 l
- močovina obsahuje 46 % N, ledek amonný obsahuje 27,5 % N
- 1/8 sláma (5 t) + 7/8 voda (35 t)
- N 30 % LAV + 70 % urea
- $35/0,46 / 23000 * 20 = 66,1$ g urea na 20 květináčů
- $15/0,275 / 2300 * 20 = 47,4$ g LAV

Základ substrátu tvořil 0,75 dílu univerzálního substrátu a 1,5 dílu substrátu na jahody. Na základě výše zmíněné úvahy jsme do základního substrátu na každých 20 nádob přidali 66,1 g močoviny, 47,4 g ledku amonného a 0,44 g slámy (s výjimkou kontrolního vzorku bez slámy). Připraveným substrátem jsme naplnili pěstební nádoby, které jsme následně označili.

Před rozmístěním nádob jsme plochu, kterou jsme měli vymezenou k provedení experimentu, pokryli bílou textilí a rozestavěli na ni misky pod květináče, rozmístění bylo znázorněno na obrázku 4. Nádoby jsme rozmístili téměř po celé délce foliovníku na ploše přibližně 51 m², na šířku experiment zabral přibližně třetinu využitelné plochy foliovníku (délka 17 m, šířka 3 m). Boční stěny foliovníku nebyly do výšky 140 cm pokryté plachtou, přední a zadní vrata nebyla naistalována.



Obrázek 4: Schéma rozmístění nádob ve foliovníku

Rostliny použité pro experiment byly předpěstovány standardním způsobem v areálu výzkumné stanice, dne 17.05.2022 byly přesazeny do připravených nádob. První měření proběhlo 01.06.2022.

4.2.2 Péče o rostliny v průběhu experimentu

Na pokusném stanovišti nebylo možné řídit teplotu ani množství světla. Závlaha byla po zasazení sazenic řešena manuálně, do 30.05.2022 byla nainstalována kapková zvlaha, ke které byl přidán časovač. V průběhu trvání experimentu byly rostliny zpravidla zalévány ráno po dobu 15 minut, výjimku tvořily tropické dny nad 30 °C, kdy byla zvlaha puštěna po dobu 25

minut. Klimatické podmínky na území Demonstrační a výzkumné stanice Troja v Praze byly zaznamenávány meteorologickou stanicí, viz Obrázky 44-46 v samostatné příloze.

Pro tyčková rajčata byly připraveny úvazky přivázané ke konstrukci, druhý konec byl přivázan ke spodní části stonku. Dle potřeby byla indeterminatní rajčata vyvazována a vyštipována.

Vzhledem k tomu, že foliovník nebyl zcela uzavřený a terén nebyl dokonale rovný, docházelo při větších srážkách k hromadění vody mezi rostlinami a k tvorbě kaluží, ve kterých ležely některé výhony odrůdy 'Šejk'. Tyto výhony a plody, které se na nich tvořily, byly častěji a silněji napadány plísněmi a škůdci. Mezi škůdci převažovali plzák španělský, mandelinka bramborová a larvy much. Dále byly pozorovány kněžice, ruměnice a křížák pruhovaný. Porost byl na konci experimentu také silně napaden různými chorobami, nejviditelnější byly projevy plísňových chorob (na obou odrůdách). Škůdci a postižené listy a plody byli z rostlin odstraňováni dle potřeby. Dále rostliny vykazovaly nedostatek některých živin, zejména vápníku. V průběhu experimentu jsme na porosty několikrát aplikovali hnojivo a pesticidy:

- 24.06.2022 – Acrobat 0,2 % + Pirimor 0,05 % + Fumag 0,45 % proti houbovým chorobám, mšicím a na hnojení (včetně vápníku)
- 01.07. 2022 – Wuxal 1 % na nedostatek vápníku
- 08.07.2022 – Ridomil Gold 3,3 % proti houbovým chorobám
- 11.07.2022 – Wuxal 1 % na nedostatek vápníku

V porostu se kromě občasného výskytu běžných plevelů objevovaly výhonky pšenice. Všechny tyto plevele byly pravidelně odstraňovány.

4.3 Metodika měření

Měření probíhalo každých 6-8 dní, sledován byl dle možností celkový stav rostliny, počty květů a květenství, množství a váha plodů, výška rostliny a další údaje. Podrobnosti jsou rozepsány níže. První měření proběhlo 01.06.2022, k poslednímu došlo 27.08.2022, celkem bylo provedeno 13 měření.

Metodika měření byla zvolena na základě několika jiných studií. V pokusech, ve kterých Gilreath et al. (2001) sledovali poškození rajčat různými dávkami glyfosátu, hodnotili jednou týdně po dobu 1 měsíce poškození rostlin, počet květů a počet plodů. U plodů tento kolektiv autorů sledoval i množství plodů tržní kvality. Davis et al. (2003) sledovali vliv nedostatku boru na plody indeterminatních rajčat, každý týden monitorovali množství otevřených květů a počet plůdků. Sklízeli plody, které se začali vybarvovat, sklizeň provedli celkem šestkrát, plody následně zvažili. Náhodně vybrané plody podrobili další analýze – rajčata byla rozpůlena, usušena a poté byl změřen obsah sušiny. Výsledky pokusu zpracovali analýzou rozptylu ANOVA. Rostliny pravidelně vyvazovali a v průběhu experimentu prováděli standardní péči o porost, včetně hnojení a ochrany proti škůdcům a chorobám.

4.3.1 Květenství a květy

U květů bylo při každém měření u všech rostlin počítáno množství květenství, které se v dané chvíli na příslušné rostlině vyskytovalo, do celkového součtu se počítala i zaschlá květenství (tzn. některá individuální květenství byla započítána během více měření).

Dále se evidovalo množství květu na konkrétním vijanu a jakékoliv odchylky od standardu, tj. jiný počet okvětních lístků nebo deformace květu. Květ byl evidován ve chvíli, kdy byl plně rozvinutý. Cílem bylo zjistit, zda sláma, respektive rezidua herbicidů, ovlivňují zakládání květenství nebo ovlivňují vývoj květů.

Pro výsledky byly použity kumulativní hodnoty za celou dobu měření.

4.3.2 Plody

U plodů bylo při každém měření u všech rostlin počítáno množství plodů, které se v dané chvíli na příslušné rostlině vyskytovalo (tzn. nezralé plody byly započítány během více měření). Také se evidoval počet plodů v konkrétním plodenství, stadium zralosti, tj. počet nezralých/zralých plodů. U plodů byly sledovány jakékoliv odchylky od standardu.

Zralé plody byly sklizeny a následně zváženy, evidován byl počet zralých plodů na dané rostlině a jejich souhrnná váha, výjimku tvořily neobvykle malé nebo velké plody, které byly váženy individuálně. Během posledního měření dne 27.08.2022 byly sklizeny všechny plody, kdy kromě zralých plodů, které byly měřeny standardně, byly dohromady zváženy i nezralé a dozrávající plody. Všechny plody byly v průběhu měření evidovány od chvíle, kdy byly na rostlině viditelné (přibližně od velikosti 2 mm v průměru) až do jejich sklizení. Cílem bylo zjistit, zda sláma, respektive rezidua herbicidů, ovlivňují tvorbu plodů, jejich opadávání, dozrávání, velikost a hmotnost.

Pro výsledky byly použity kumulativní hodnoty za celou dobu měření.

4.3.3 Kvalitativní analýza plodů

Po každém měření byly z každé varianty substrátu (MF1, MF2, Cor, BiR a Kon) náhodně vybrány 3 plody reprezentující jednotlivou odrůdu (celkem 30 plodů), na nichž byla provedena kvalitativní analýza. Refraktometrem byl změřen obsah rozpuštěného cukru, vybrané plody pak byly zváženy, následně byly vysušeny, znovu zváženy a byla vypočítána sušina. Cílem bylo zjistit, zda sláma, respektive rezidua herbicidů, ovlivňují hmotnost a složení plodů.

4.3.4 Hodnocení celkového stavu rostliny

Během každého měření byl vizuálně hodnocen zdravotní stav rostliny, pro vyjádření byla použita stupnice na škále 1-5 (viz Tabulka 6). Mezi hodnocené příznaky patřilo kroucení listů, chlorózy, deformace květů a plodů, zasychání listů, zasychání květenství, zasychání lodyhy a napadení chorobami (viz Obrázky 31 a 32 v samostatné příloze). Cílem bylo zjistit, zda měla sláma, respektive rezidua herbicidů, vliv na vývoj rostliny, tvorbu výhonů a listů a odolnost vůči škodlivým organismům.

Tabulka 6: Tabulka pro hodnocení poškození rostlin v procentuálním vyjádření

1 – zdravá rostlina bez poškození
2 – mírné poškození do 20 %
3 – mírné až střední poškození 20-50 %
4 – střední až těžké poškození 50-80 %
5 – velmi těžké poškození nad 80 %

4.3.5 Další vyhodnocení po ukončení experimentu ve foliovníku

Po posledním měření ve foliovníku a sklizni všech plodů se nechaly rostliny uschnout. Poté se u jednotlivých rostlin změřila váha nadzemní části a průměr kořenového krčku. Cílem bylo zjistit, zda má sláma, respektive rezidua herbicidů, vliv na tvorbu zelené biomasy.

5 Výsledky

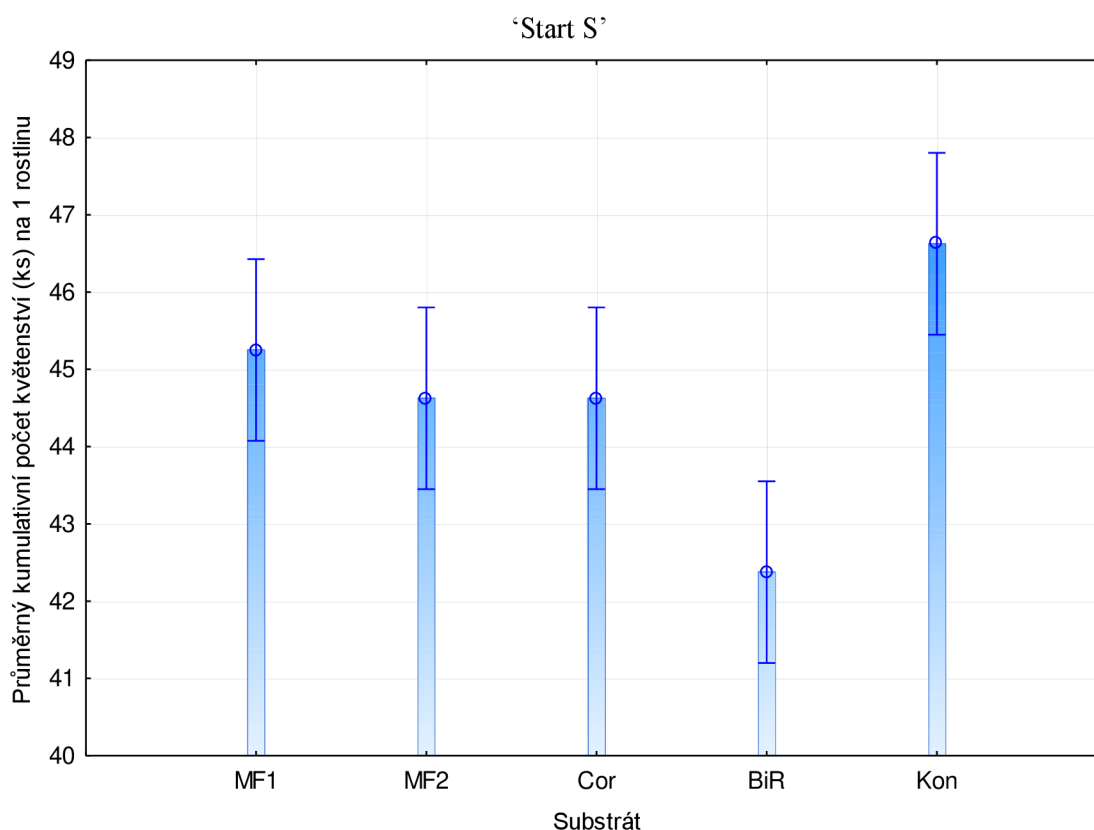
Naměřená data byla vyhodnocena programem Statistica, a to analýzou rozptylu ANOVA a LSD testem. Přehled statisticky významných rozdílů je uveden v samostatné příloze v Tabulkách 7-32.

Korelace mezi zdravotním stavem rostlin a ostatními ukazateli byly vyhodnoceny v programu excel, podle vypočítaného lineárního modelu a koeficientu determinace však nebyla nalezena mezi porovnávanými údaji souvislost a tabulky tak nebyly zahrnuty do této práce.

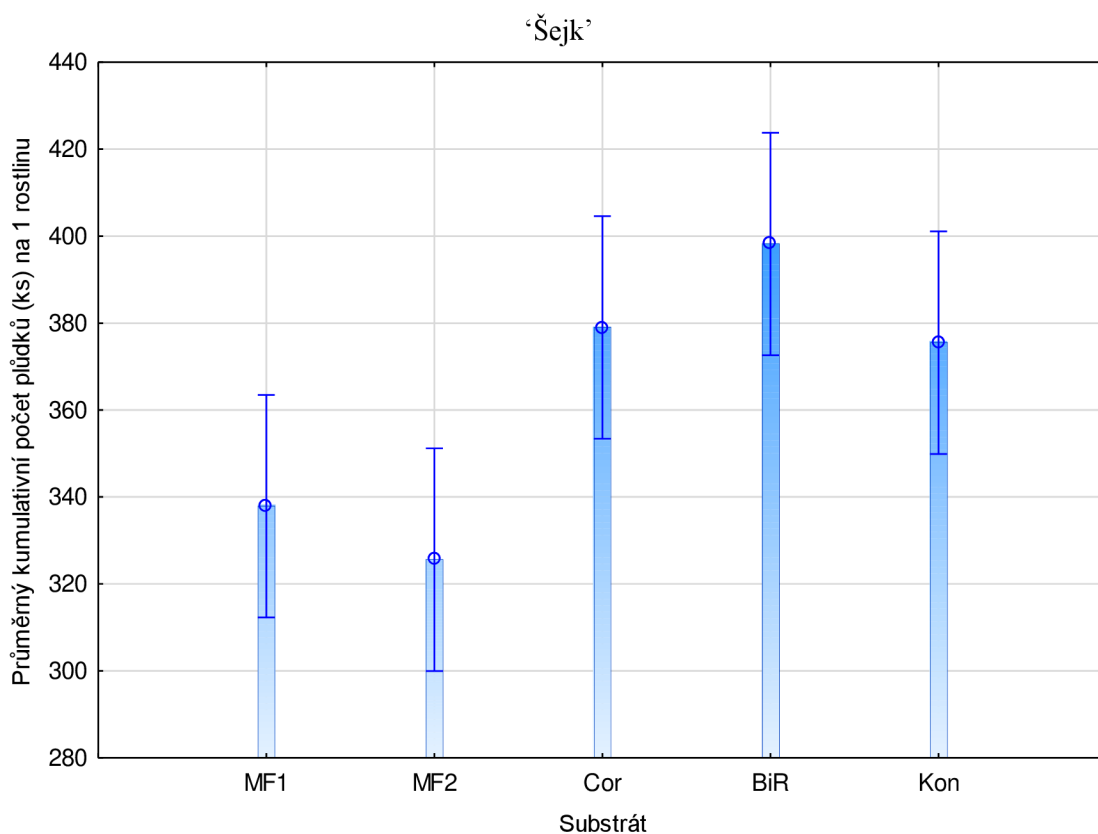
5.1 Květy

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tvorbu květenství se u odrůd lišil (viz Obrázky 5 a 6):

- Nejnižší počet květenství u odrůdy 'Start S' vykazoval substrát se slámou v bio kvalitě, u odrůdy 'Šejk' ho vykazoval kontrolní vzorek
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu se slámou v bio kvalitě byl u odrůdy 'Start S' pozorován u kontrolního vzorku
- Statisticky významný rozdíl oproti kontrole byl u odrůdy 'Šejk' pozorován u substrátu se slámou ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte



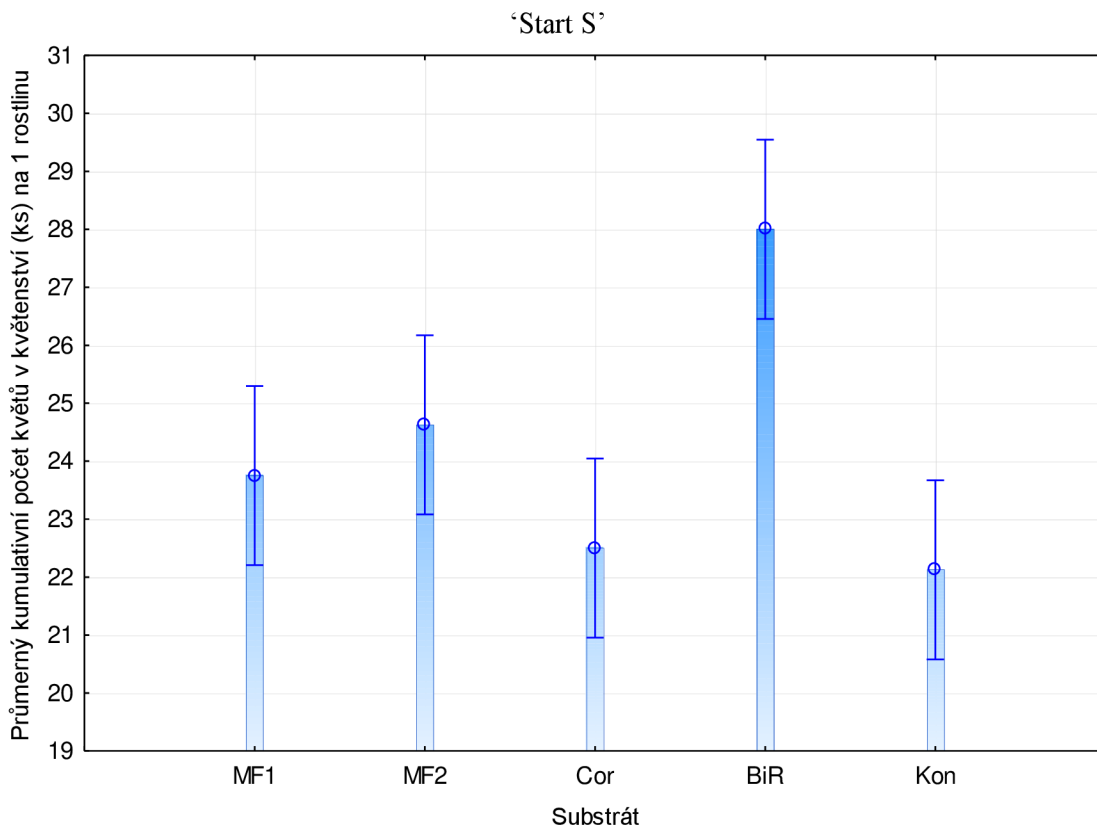
Obrázek 5: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný počet květenství vytvořených 1 rostlinou, odrůda 'Start S'



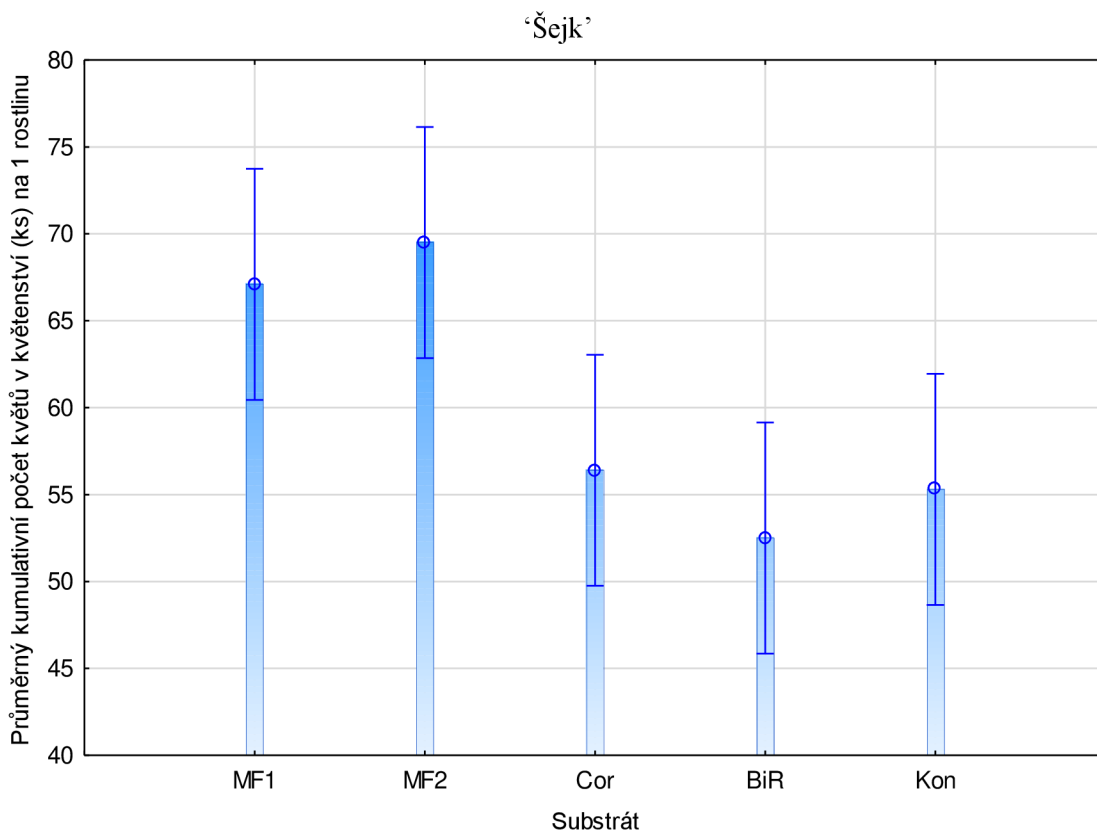
Obrázek 6: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný počet květenství vytvořených 1 rostlinou, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tvorbu květů se u odrůd lišil (viz Obrázky 7 a 8):

- Nejnižší počet květů u odrůdy ‘Start S’ vykazoval kontrolní vzorek, u odrůdy ‘Šejk’ ho vykazoval vzorek se slámou Bio Rýzner
- Statisticky významný rozdíl oproti kontrole a substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou Corellem byl u odrůdy ‘Start S’ pozorován u substrátu se slámou v bio kvalitě
- U odrůdy ‘Šejk’ nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl, největší počet květů vykazoval substrát obsahující slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte



Obrázek 7: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný počet květů v květenství vytvořených 1 rostlinou, odrůda ‘Start S’

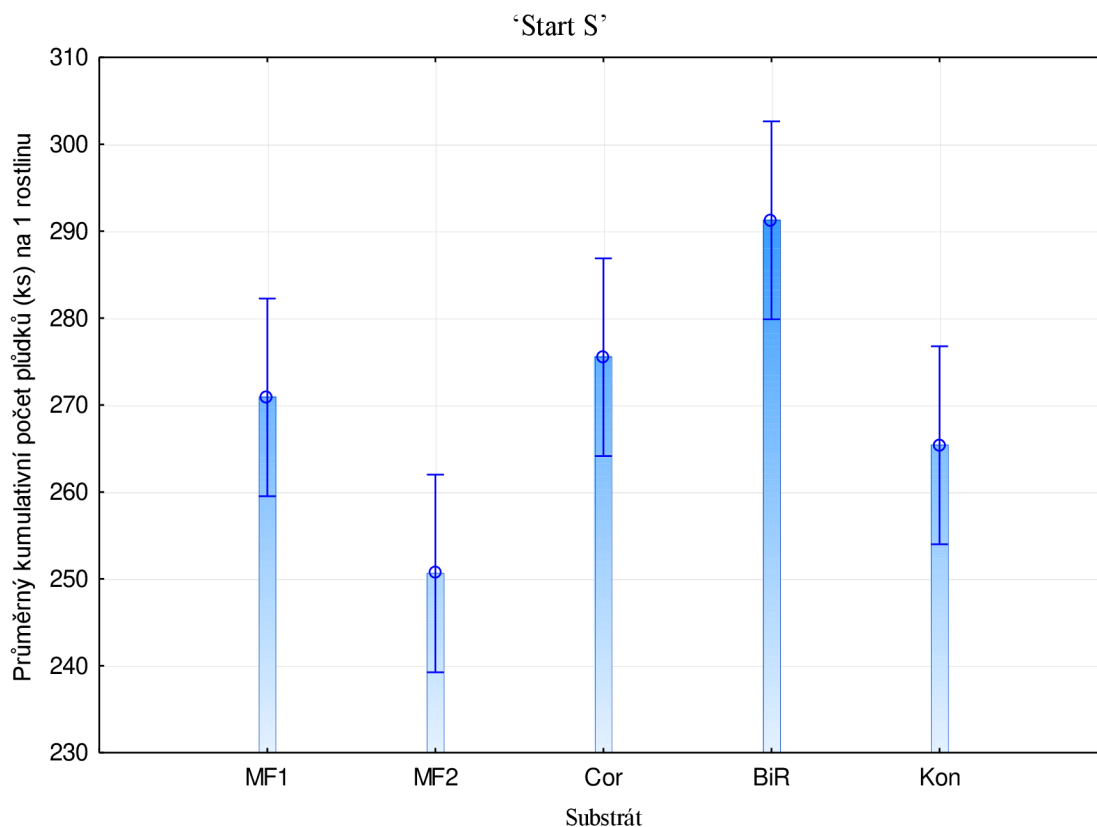


Obrázek 8: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný počet květů v květenství vytvořených 1 rostlinou, odrůda ‘Šejk’

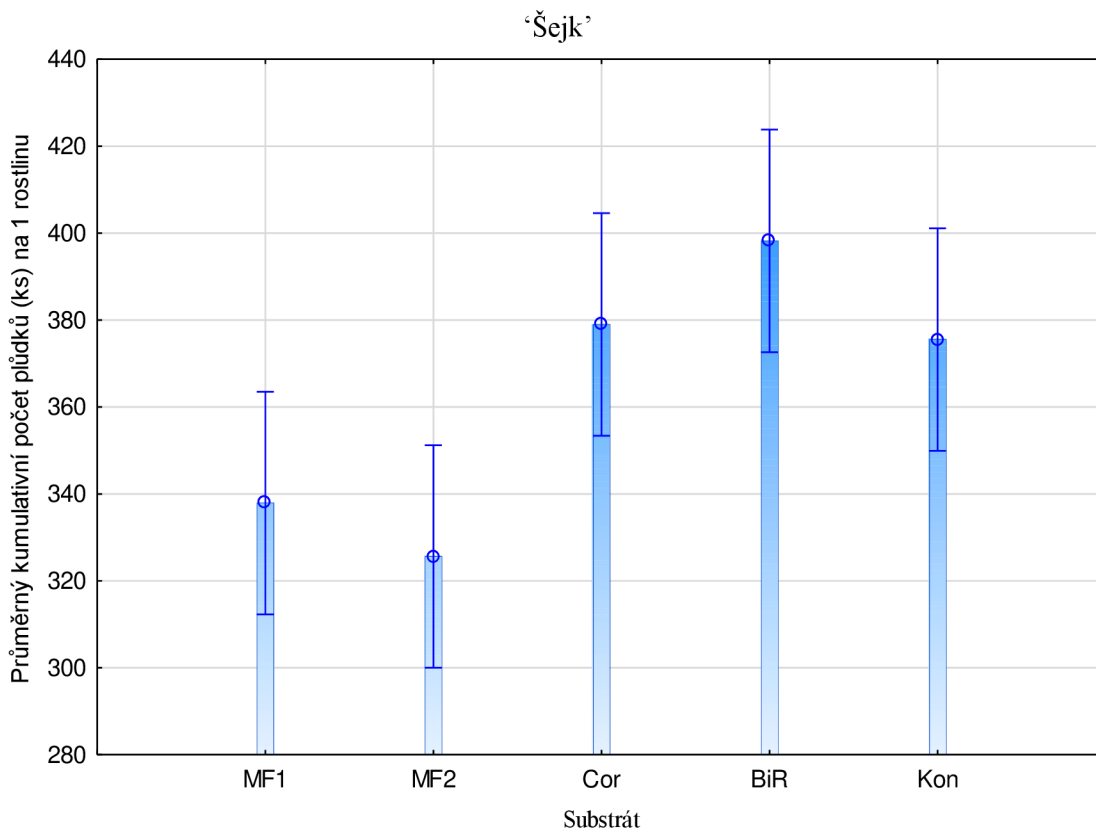
5.2 Plody

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tvorbu plůdků byl u obou odrůd velmi podobný (viz Obrázek 9 a 10):

- Nejnižší počet plůdků u obou odrůd vykazoval vzorek se slámou ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte, nejvíce substrát obsahující slámu v bio kvalitě
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte byl u odrůdy ‘Start S’ pozorován u substrátu se slámou v bio kvalitě
- U odrůdy ‘Šejk’ nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl, nejvíce plůdků vykazoval substrát obsahující slámu z ekologického zemědělství
- Sláma ošetřená 2 dávkami Mustang Forte měla statisticky prokazatelný retardační účinek na tvorbu plůdků
- Sláma v bio kvalitě měla statisticky prokazatelný účinek na zvýšenou tvorbu plůdků



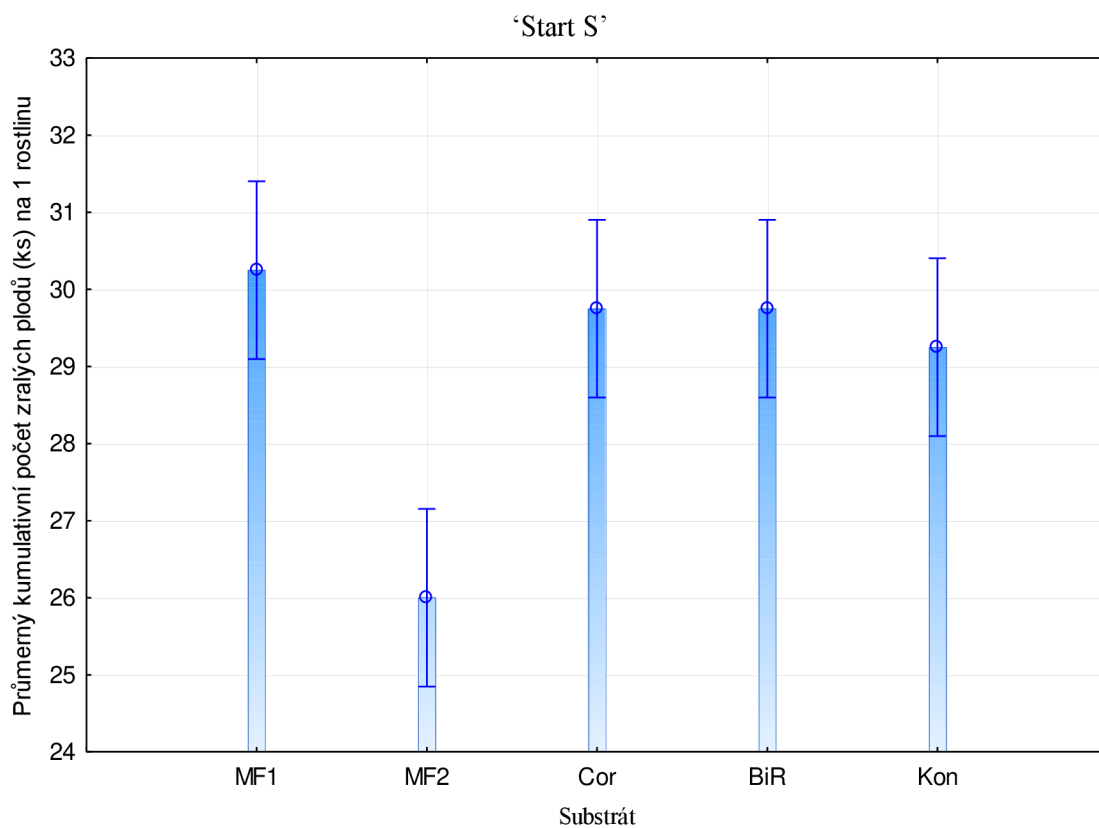
Obrázek 9: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou tvorbu plůdků 1 rostlinou, odrůda ‘Start S’



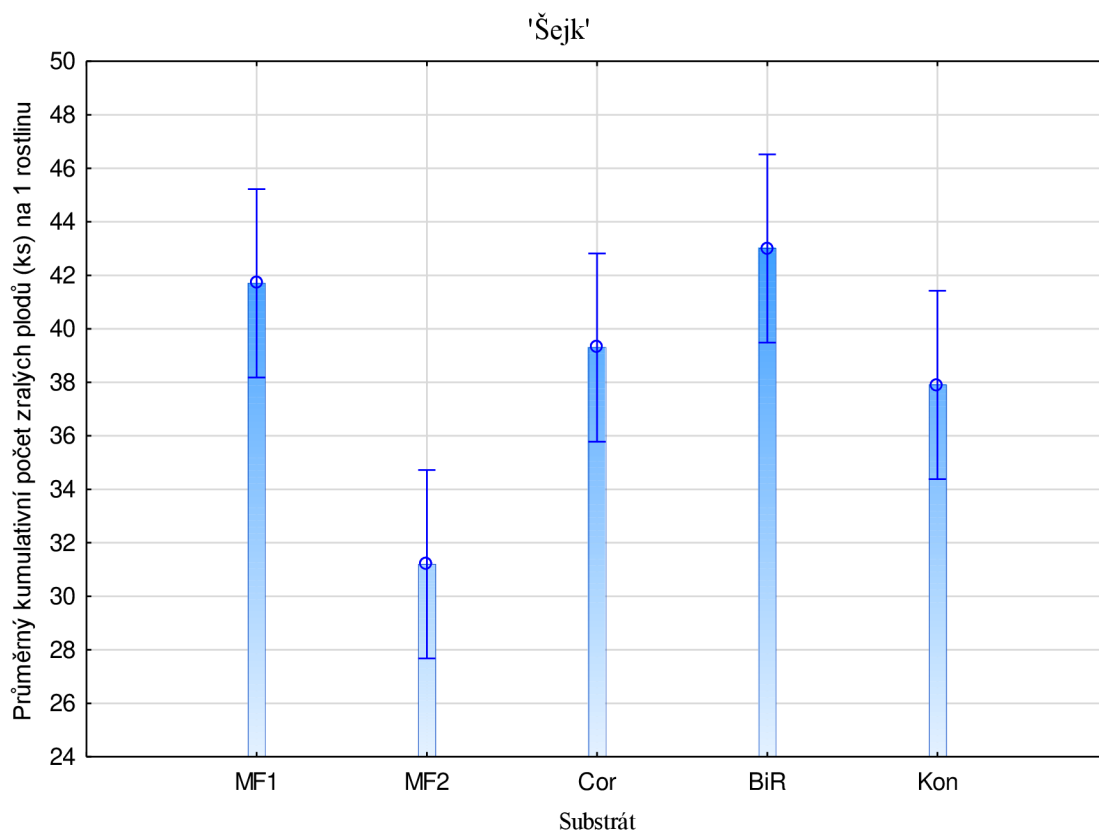
Obrázek 10: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou tvorbu plůdků 1 rostlinou, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na dozrávání plodů se lišil (viz Obrázek 11 a 12):

- Nejnižší počet zralých plodů u obou odrůd vykazoval substrát obsahující slámu ošetřenou dvojitou dávkou Mustang Forte
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte 2 byl u odrůdy ‘Start S’ pozorován vůči jednotlivým substrátům obsahujícím slámu ošetřenou přípravkem Corello, slámu v bio kvalitě a slámu ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte byl u odrůdy ‘Šejk’ pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 1 dávkou přípravku Mustang Forte a slámu v bio kvalitě
- Sláma ošetřená 2 dávkami Mustang Forte měla statisticky prokazatelný retardační účinek na dozrávání plodů



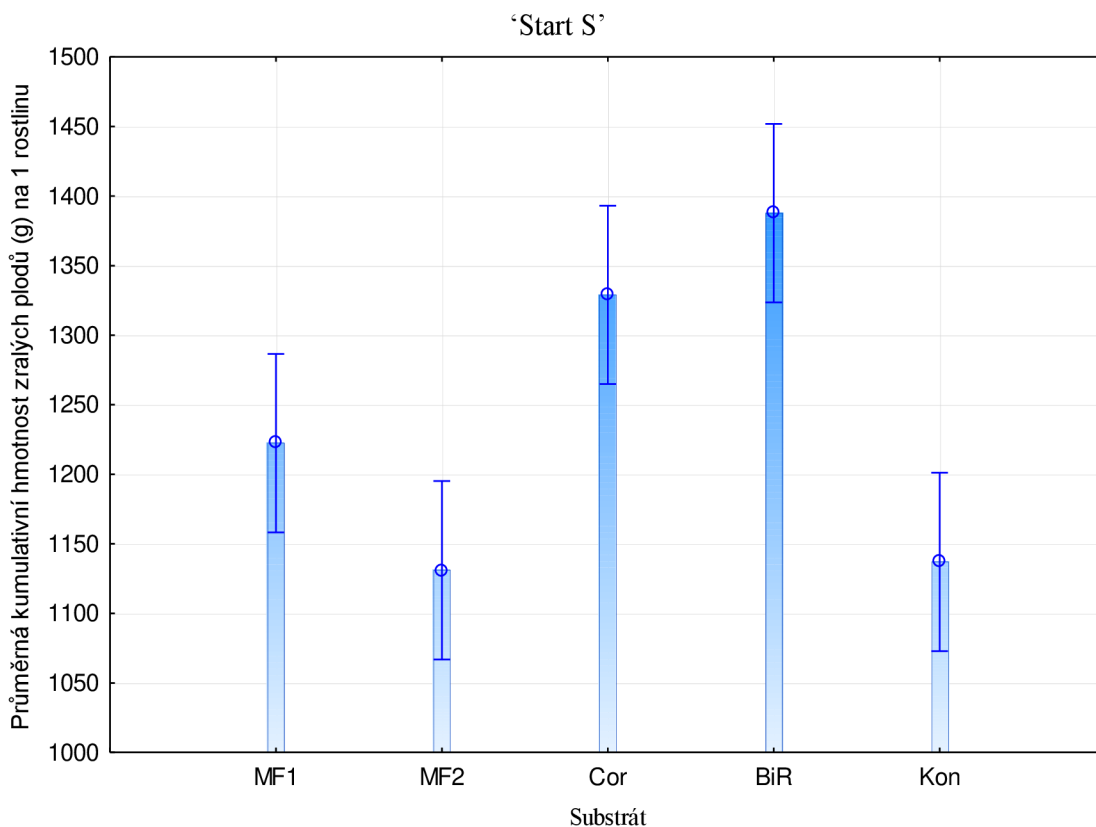
Obrázek 11: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávku) na dozrávání plodů, odrůda ‘Start S’



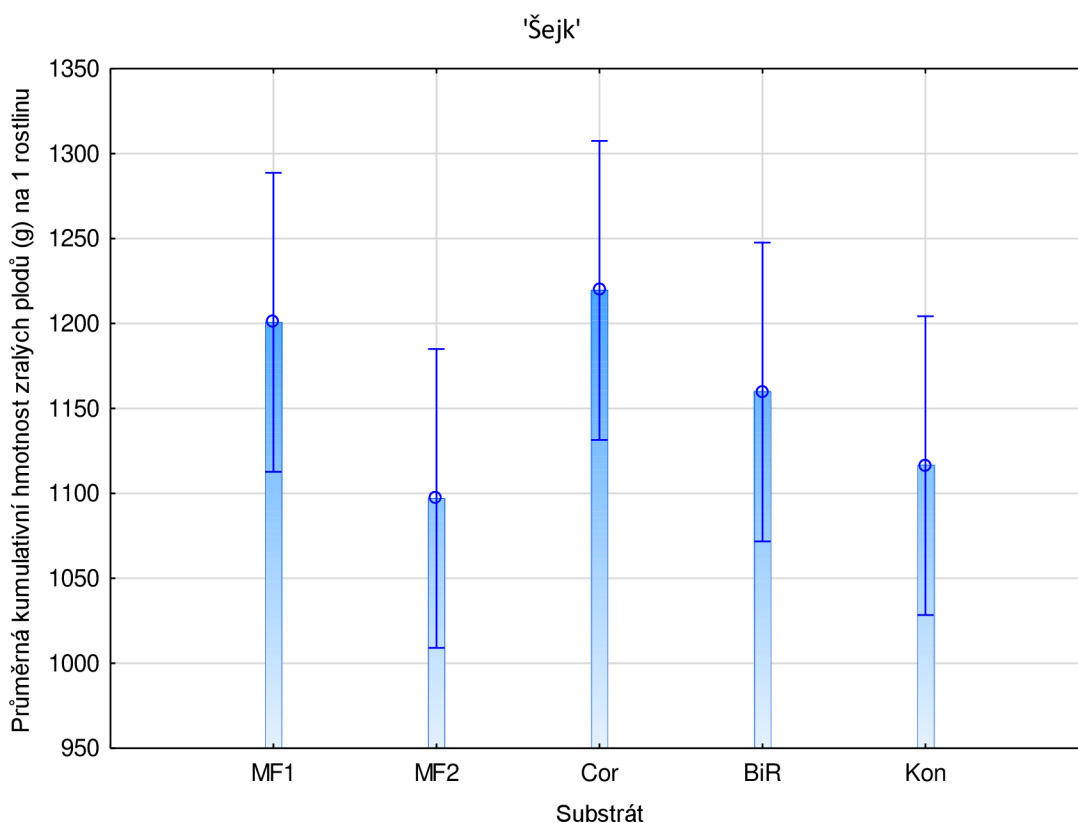
Obrázek 12: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávku) na dozrávání plodů, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na hmotnost zralých plodů se lišil (viz Obrázek 13 a 14):

- Nejnižší hmotnost zralých plodů u obou odrůd vykazoval vzorek se slámou ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte a kontrolnímu vzorku byl u odrůdy 'Start S' pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello a substrátu obsahujícímu slámu z ekologického zemědělství
- U odrůdy 'Šejk' nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl, největší hmotnost zralých plodů vykazoval substrát obsahující slámu ošetřenou přípravkem Corello
- Sláma ošetřená 2 dávkami Mustang Forte měla statisticky prokazatelný retardační účinek na hmotnost zralých plodů



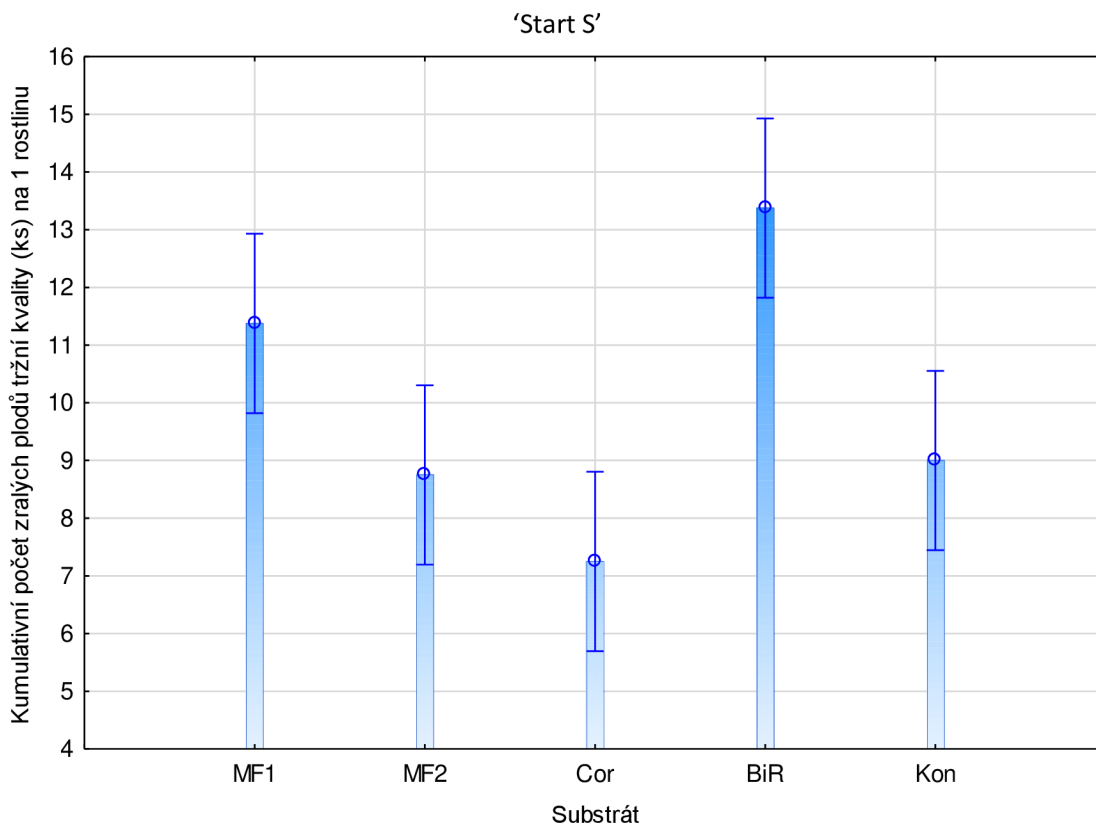
Obrázek 13: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou celkovou hmotnost zralých plodů vyprodukovaných 1 rostlinou, odrůda 'Start S'



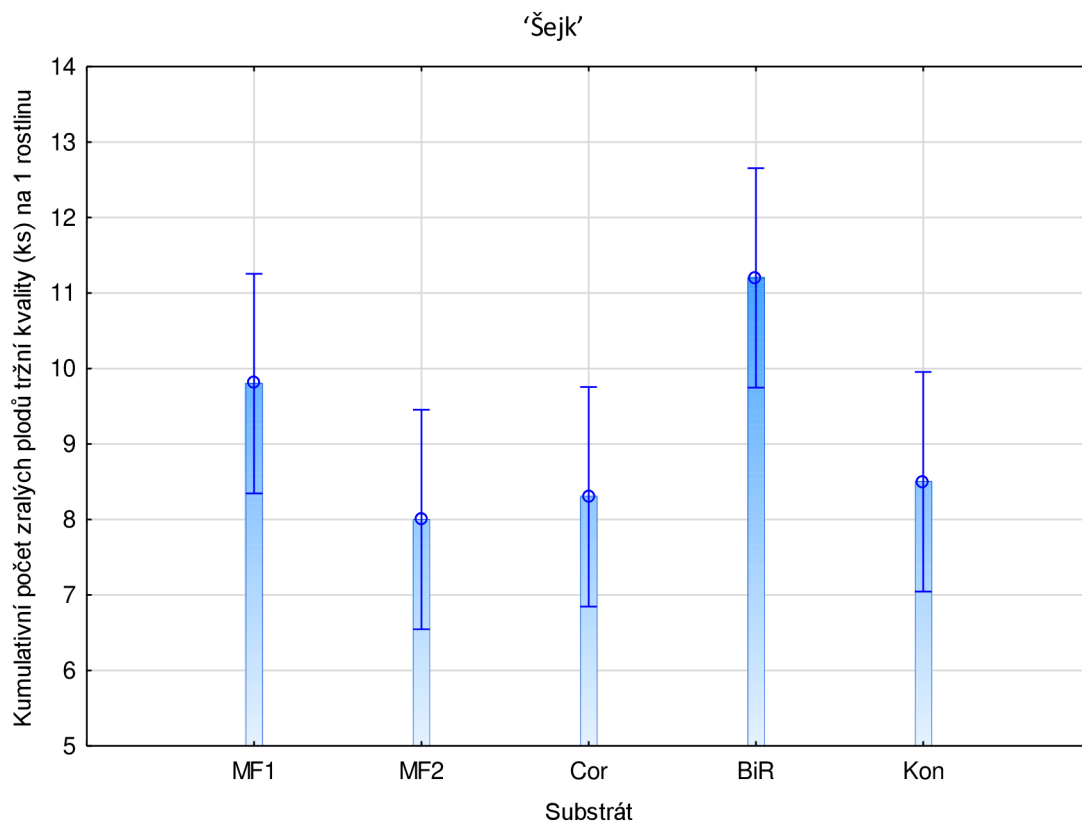
Obrázek 14: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou celkovou hmotnost zralých plodů vyprodukovaných 1 rostlinou, odrůda 'Šejk'

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na počet zralých plodů tržní kvality se lišil (viz Obrázek 15 a 16):

- Nejnižší počet zralých plodů tržní kvality u odrůdy 'Start S' vykazoval substrát se slámou ošetřenou přípravkem Corello, u odrůdy 'Šejk' ho vykazoval substrát se slámou ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello a substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte byl u odrůdy 'Start S' pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu v bio kvalitě
- U odrůdy 'Šejk' nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl, největší počet zralých plodů tržní kvality vykazoval substrát obsahující slámu v bio kvalitě
- Sláma z ekologického zemědělství měla statisticky prokazatelný pozitivní účinek na dozrávání plodů tržní kvality



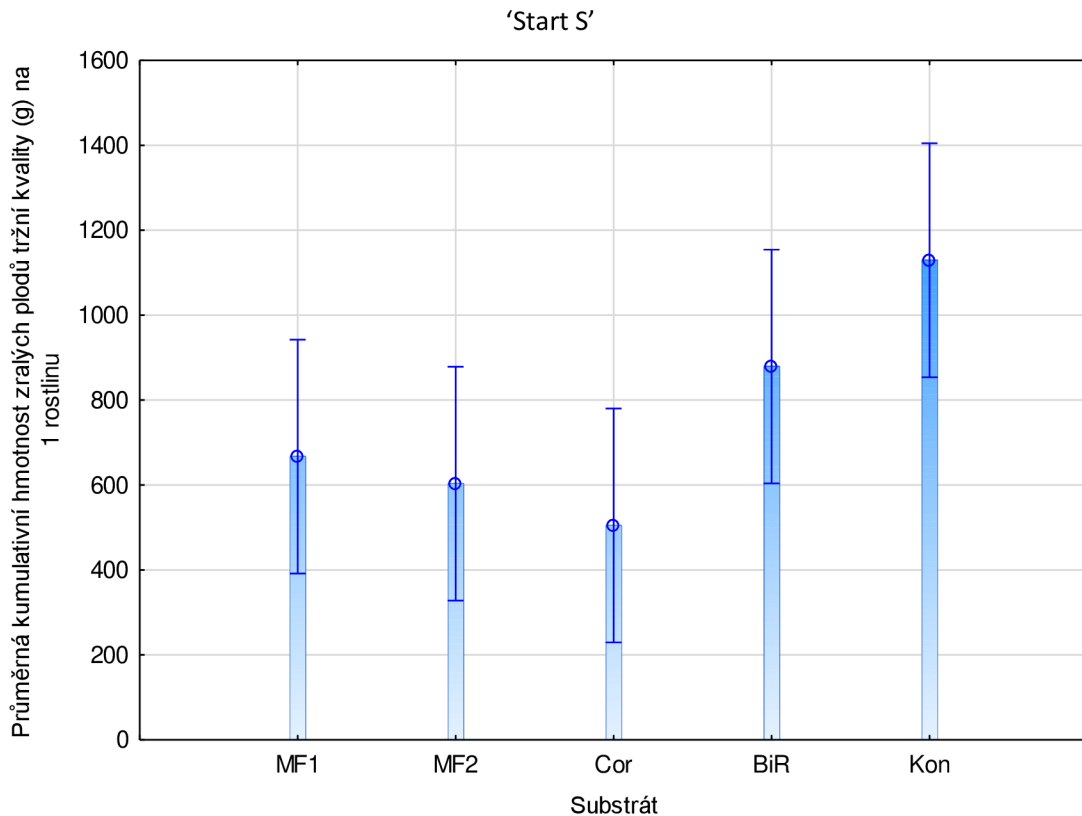
Obrázek 15: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný počet zralých plodů tržní kvality vyprodukovaných 1 rostlinou, odrůda ‘Start S’



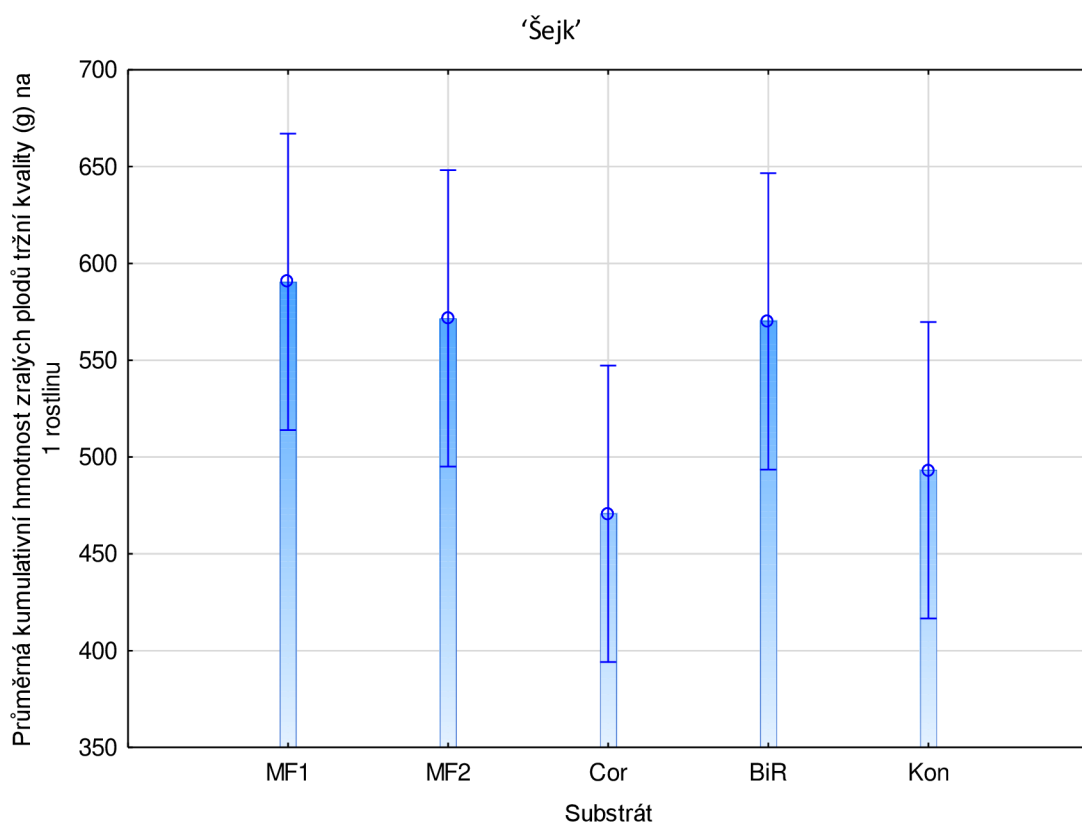
Obrázek 16: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný počet zralých plodů tržní kvality vyprodukovaných 1 rostlinou, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na hmotnost zralých plodů tržní kvality se lišil (viz Obrázek 17 a 18):

- Nejnižší kumulativní hmotnost zralých plodů tržní kvality vykazoval u obou odrůd substrát obsahující slámu ošetřenou přípravkem Corello
- Nejvyšší hmotnost zralých plodů tržní kvality vykazoval u odrůdy ‘Start S’ kontrolní vzorek, u odrůdy ‘Šejk’ substrát obsahující slámu ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte 1
- U obou odrůd nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl



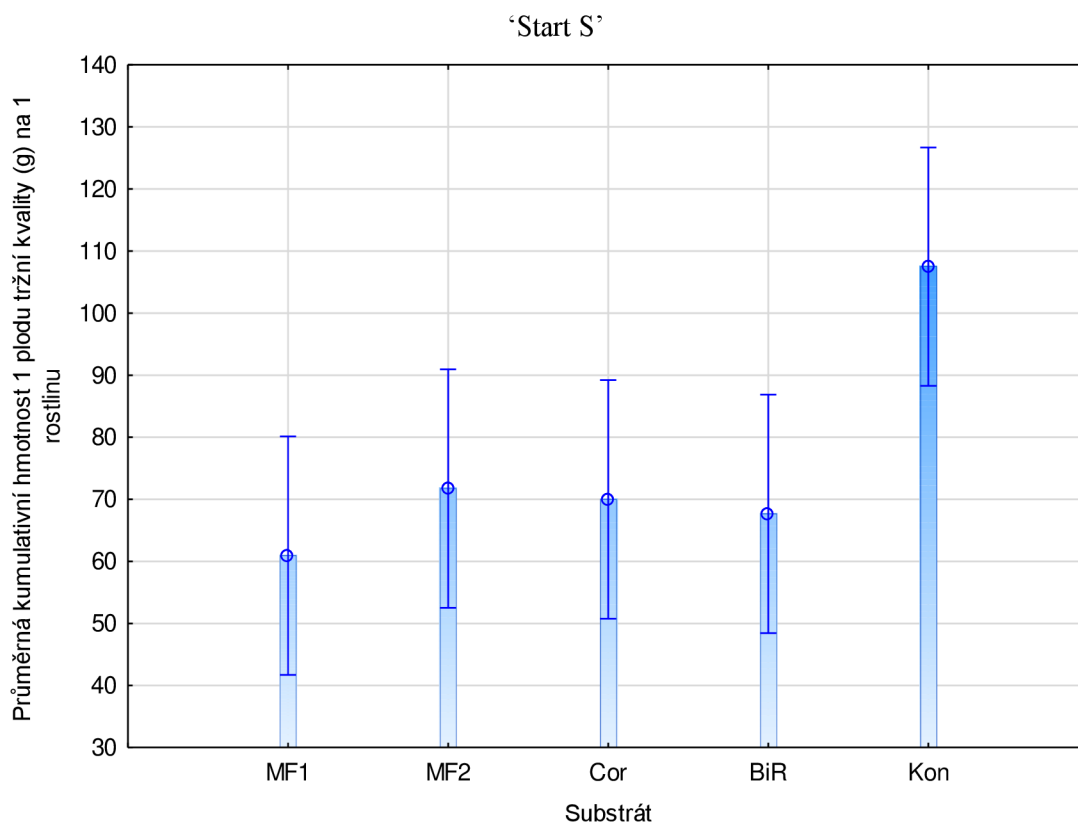
Obrázek 17: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou hmotnost zralých plodů tržní kvality vyprodukovaných 1 rostlinou, odrůda ‘Start S’



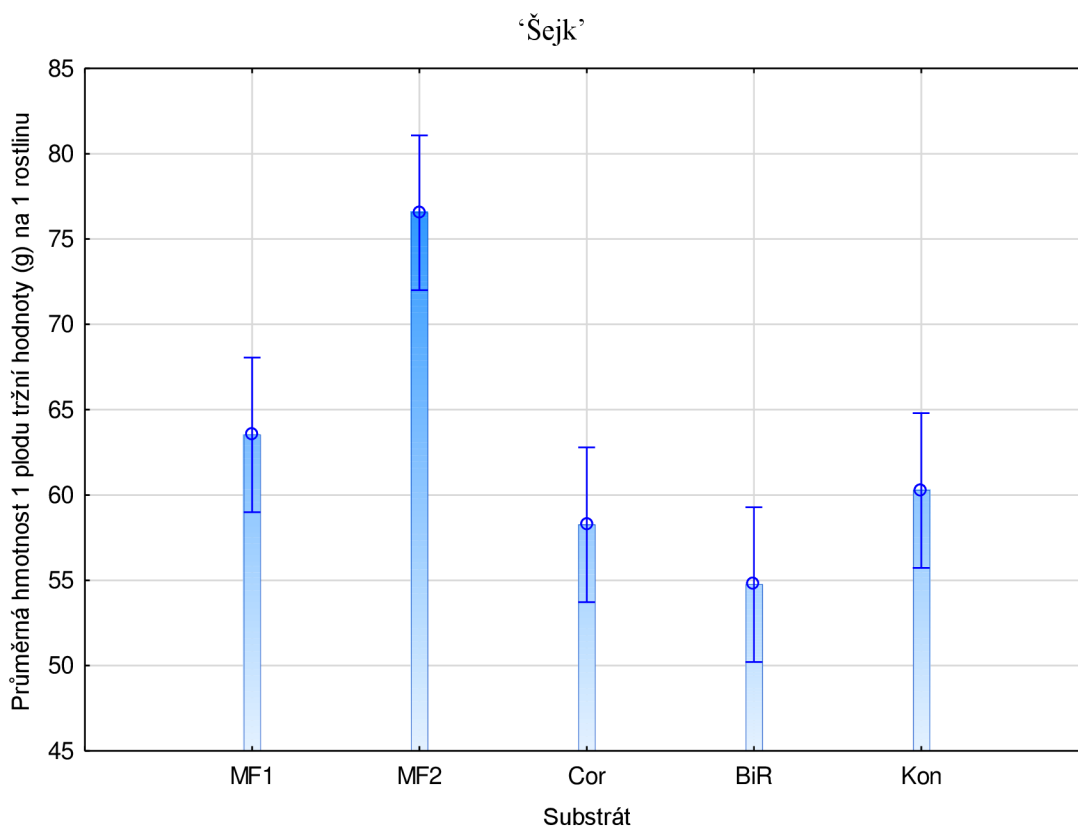
Obrázek 18: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou hmotnost zralých plodů tržní kvality vyprodukovaných 1 rostlinou, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou hmotnost 1 zralého plodu tržní kvality se lišil (viz Obrázek 19 a 20):

- Nejnižší hmotnost 1 zralého plodu tržní kvality vykazoval u odrůdy ‘Start S’ substrát obsahující slámu ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte, u odrůdy ‘Šejk’ ji vykazoval substrát obsahující slámu z ekologického zemědělství
- U odrůdy ‘Start S’ nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl, největší hmotnost 1 zralého plodu vykazoval kontrolní vzorek
- U odrůdy ‘Šejk’ byl pozorován statisticky významný rozdíl mezi substrátem obsahujícím slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte (v průměru měl největší plod) a všemi ostatními substráty



Obrázek 19: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na hmotnost 1 zralého plodu tržní kvality, odrůda ‘Start S’

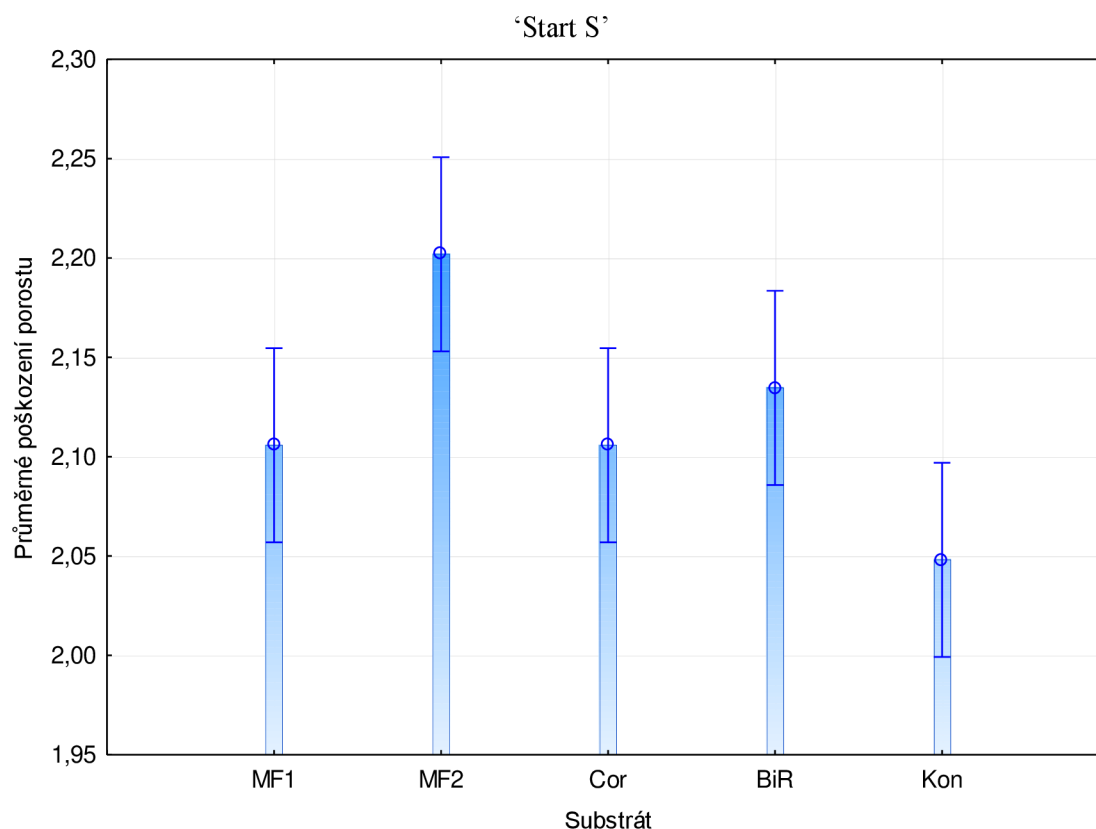


Obrázek 20: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na hmotnost 1 zralého plodu tržní kvality, odrůda ‘Šejk’

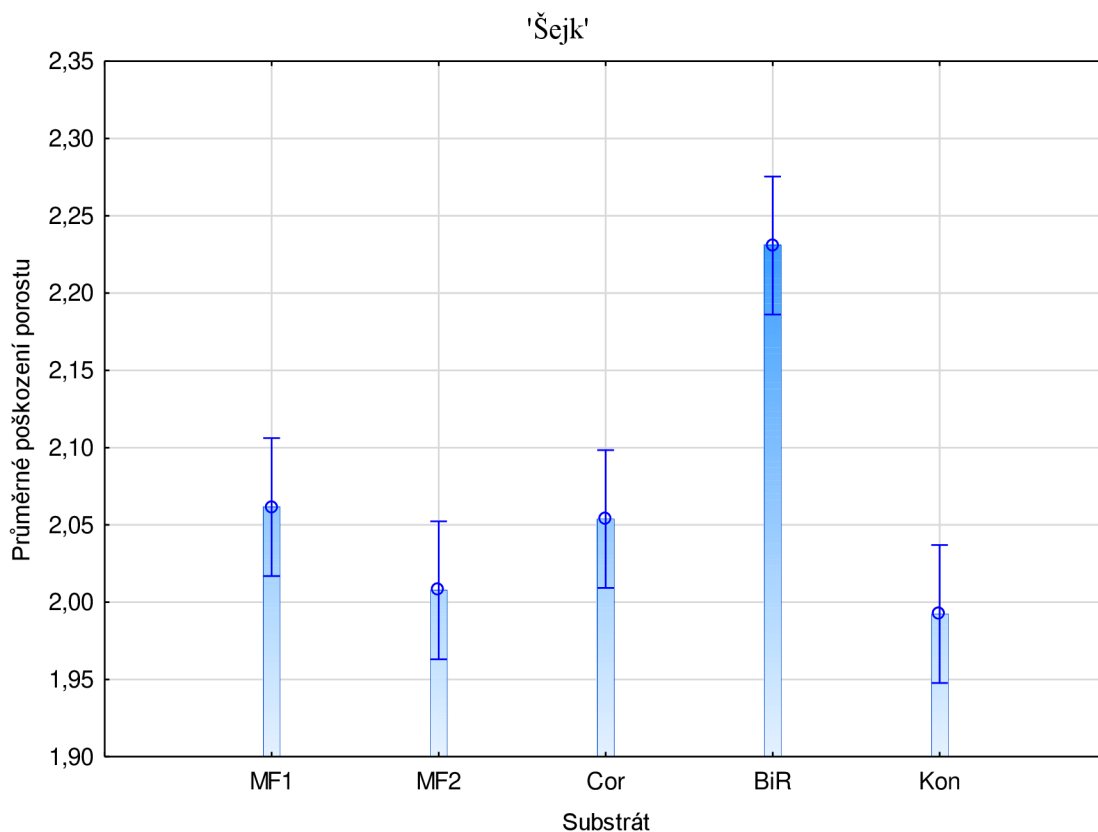
5.3 Další sledované ukazatele

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na zdravotní stav rostliny se lišil (viz Obrázek 21 a 22):

- Nejmenší poškození u obou odrůd vykazoval kontrolní vzorky
- Statisticky významný rozdíl oproti kontrole byl u odrůdy ‘Start S’ pozorován u substrátu, který obsahoval slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte
- U odrůdy ‘Šejk’ byl pozorován statisticky významný rozdíl mezi substrátem obsahujícím slámu v bio kvalitě (nejvíce poškozené rostliny) a všemi ostatními substráty



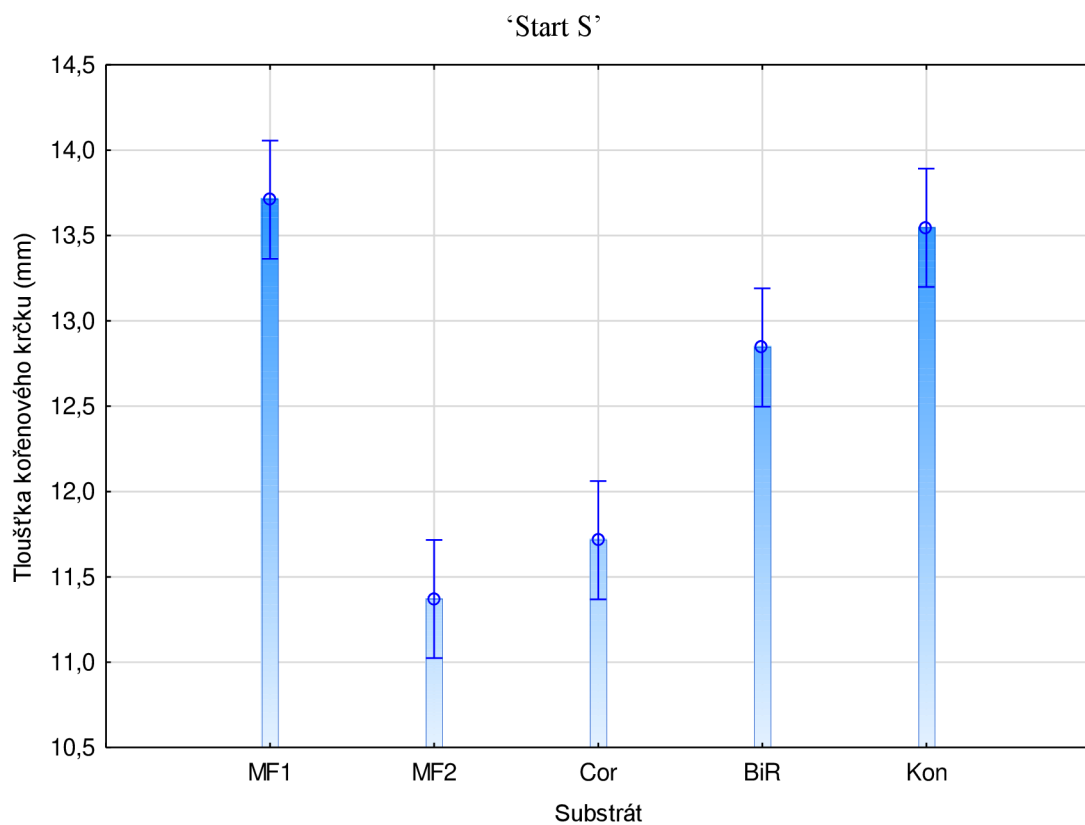
Obrázek 21: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na zdravotní stav rostlin, odrůda ‘Start S’



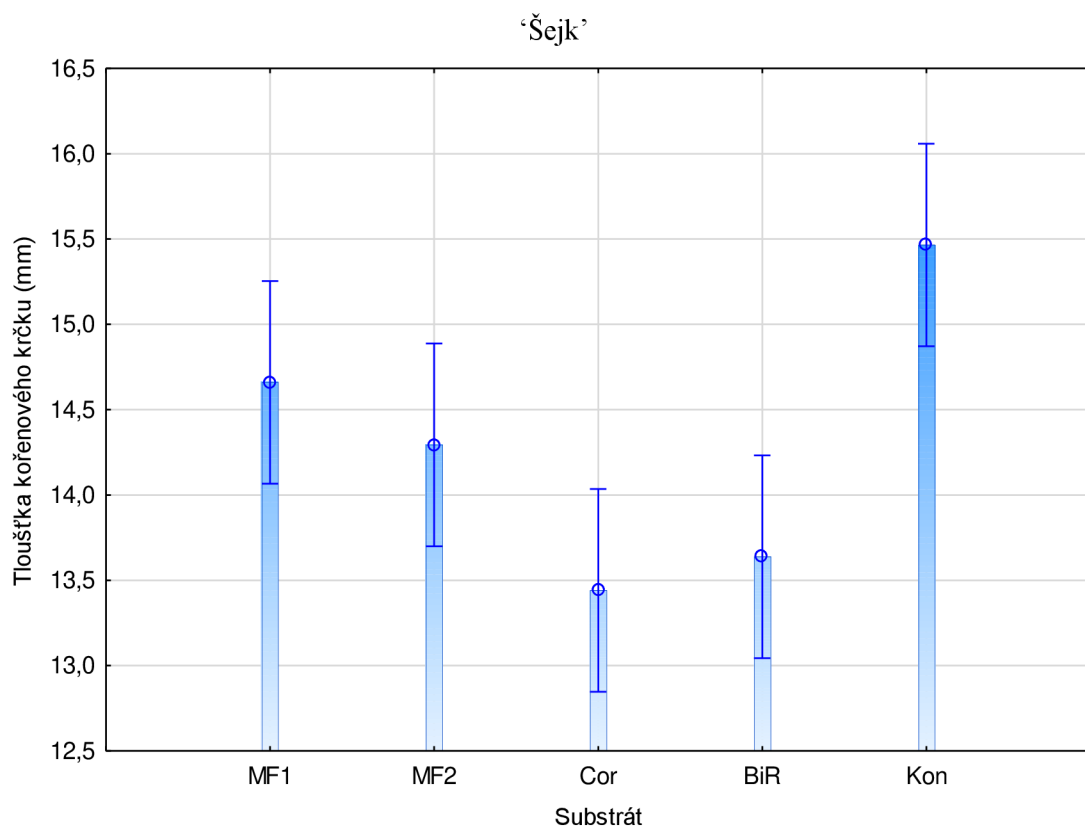
Obrázek 22: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na zdravotní stav rostlin, odrůda 'Šejk'

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou tloušťku kořenového krčku se lišil (viz Obrázek 23 a 24):

- Nejmenší průměr kořenového krčku vykazoval u odrůdy 'Start S' substrát se slámou ošetřenou 2 dávkami přípravku Mustang Forte, u odrůdy 'Šejk' ho vykazoval substrát se slámou ošetřenou přípravkem Corello
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte a a substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello byl odrůdy 'Start S' pozorován vůči substrátu obsahujícím slámu v bio kvalitě, kontrolnímu vzorku a substrátu se slámou ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello nebo slámou v bio kvalitě byl u odrůdy 'Šejk' pozorován vůči kontrolnímu vzorku



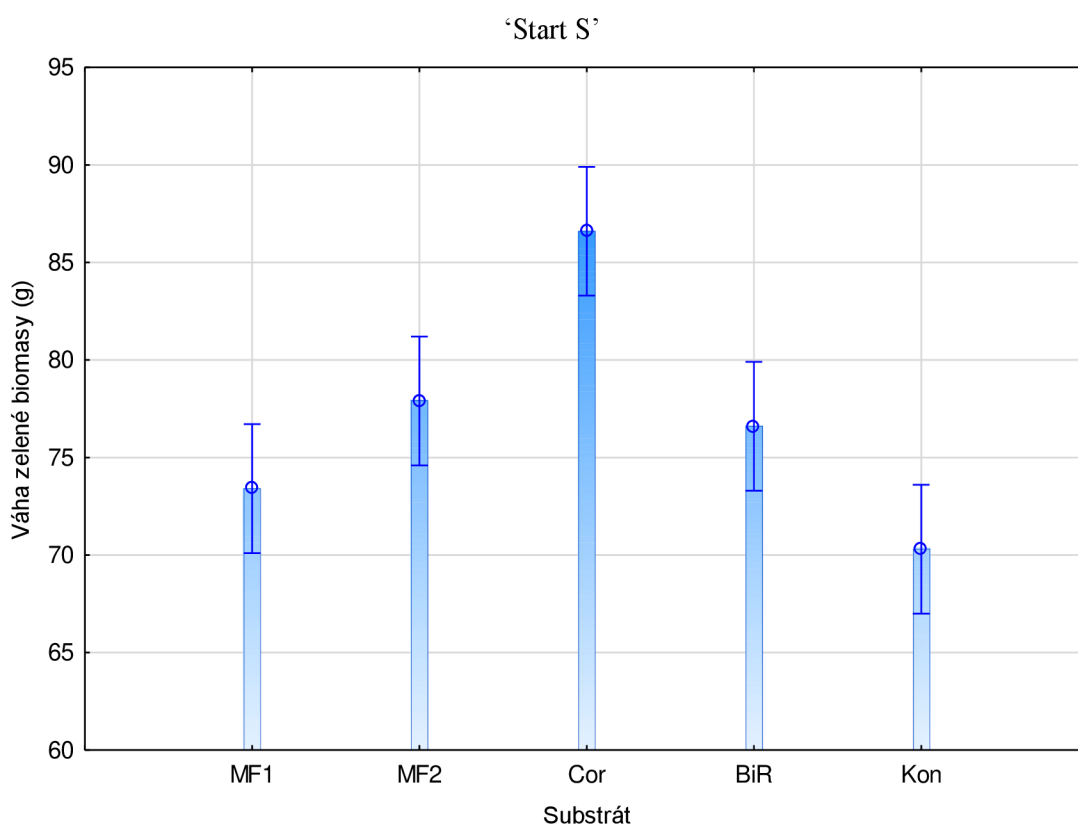
Obrázek 23: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tloušťku kořenového krčku, odrůda ‘Start S’



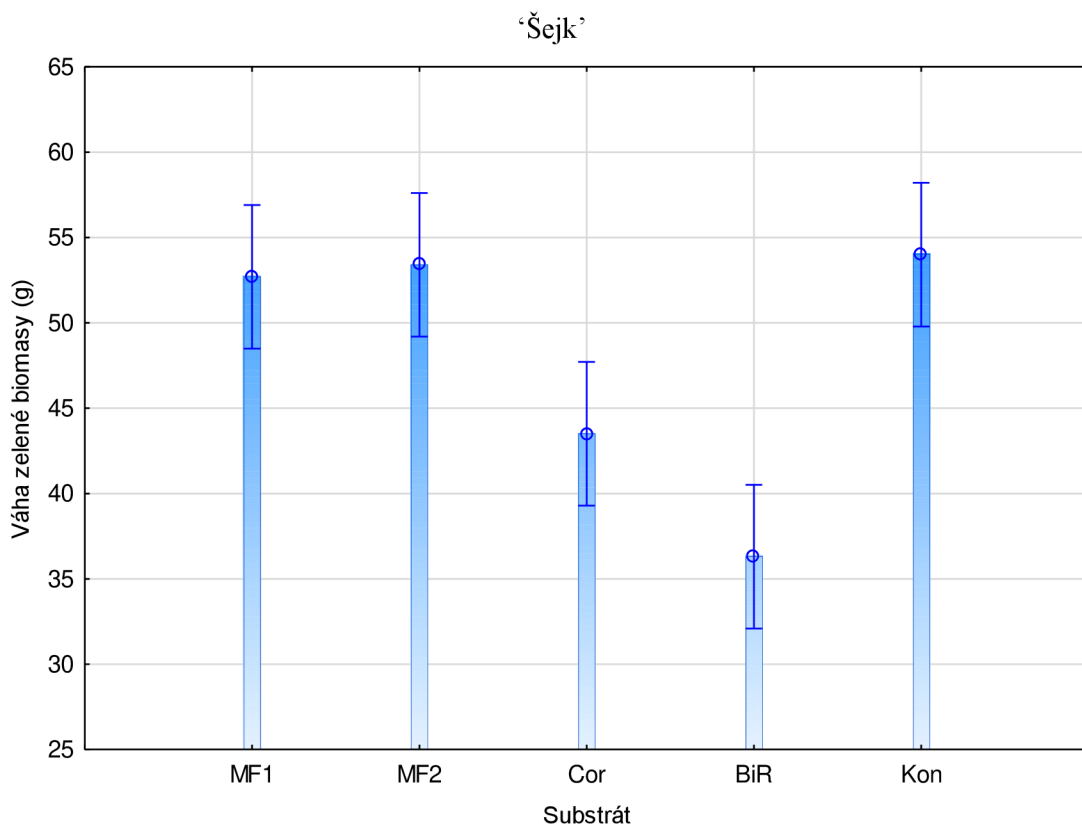
Obrázek 24: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tloušťku kořenového krčku, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrnou váhu nadzemní části rostliny se lišil (viz Obrázek 25 a 26):

- Nejnižší průměrnou váhu zelené biomasy vykazoval u odrůdy ‘Start S’ kontrolní vzorek, u odrůdy ‘Šejk’ ji vykazoval substrát se slámou v bio kvalitě
- Statisticky významný rozdíl oproti kontrolnímu substrátu, substrátu se slámou ošetřenou 1 dávkou přípravku Mustang Forte a substrátu se slámou v bio kvalitě byl u odrůdy ‘Start S’ pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu se slámou v bio kvalitě byl u odrůdy ‘Šejk’ pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte, substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami přípravku Mustang Forte a kontrolnímu vzorku



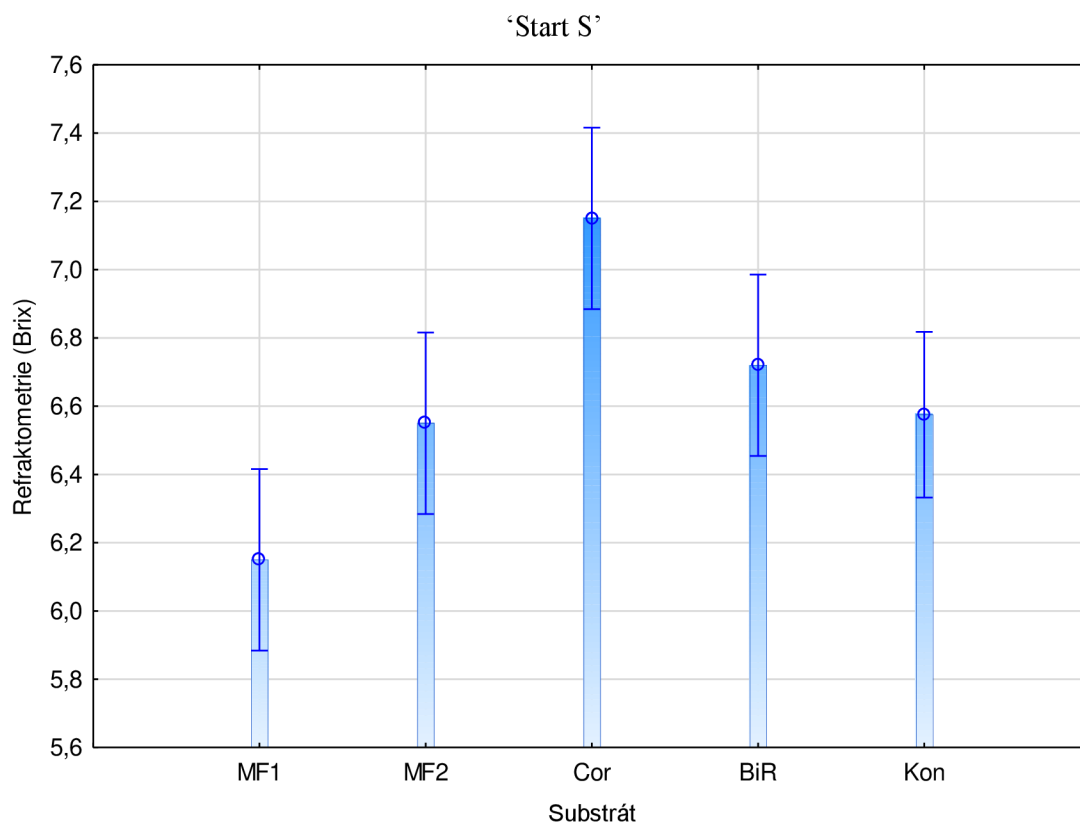
Obrázek 25: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tvornu nadzemní části rostlin, odrůda ‘Start S’



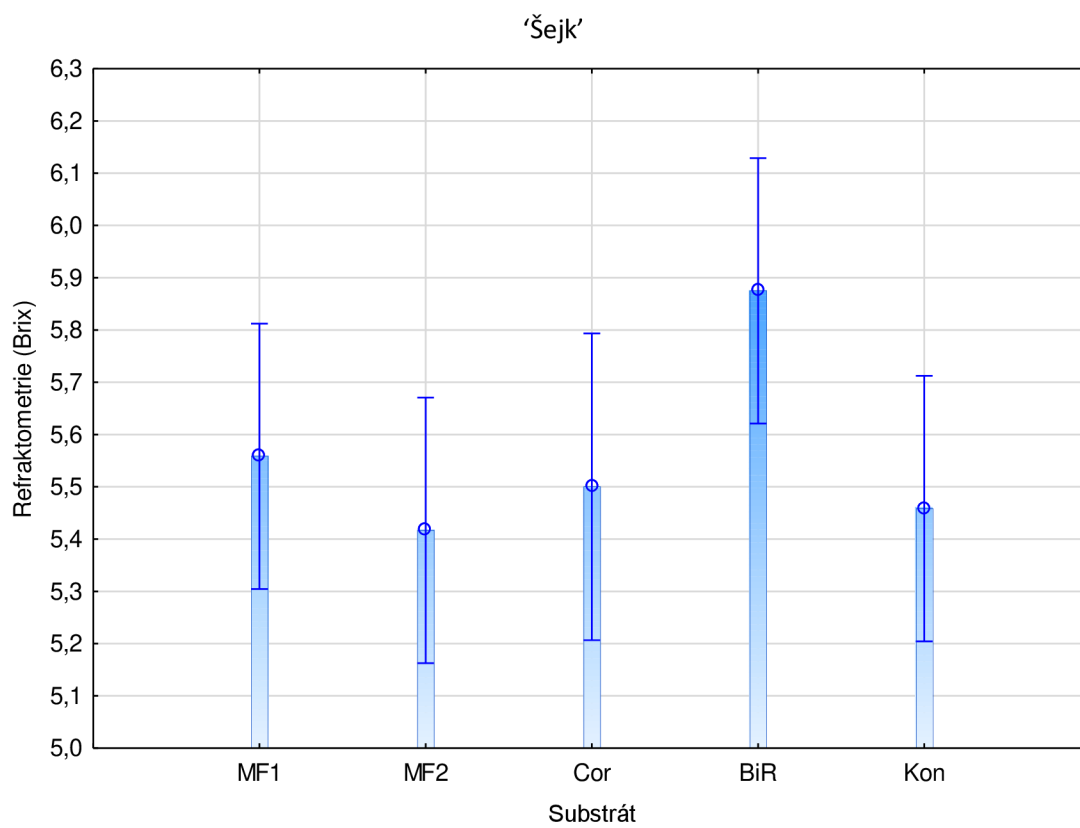
Obrázek 26: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na tvornu nadzemní části rostlin, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný obsah refraktrometrické sušiny v plodech se lišil (viz Obrázek 27 a 28):

- Nejnižší obsah refraktrometrické sušiny v plodech vykazoval u odrůdy ‘Start S’ substrát obsahující slámu ošetřenou 1 dávkou přípravku Mustang Forte, u odrůdy ‘Šejk’ ji vykazoval substrát se slámou ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu se slámou ošetřenou 1 dávkou přípravku Mustang Forte byl u odrůdy ‘Start S’ pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello
- U odrůdy ‘Šejk’ nebyl mezi substráty pozorován statisticky významný rozdíl, největší obsah refraktrometrické sušiny vykazoval substrát obsahující slámu v bio kvalitě



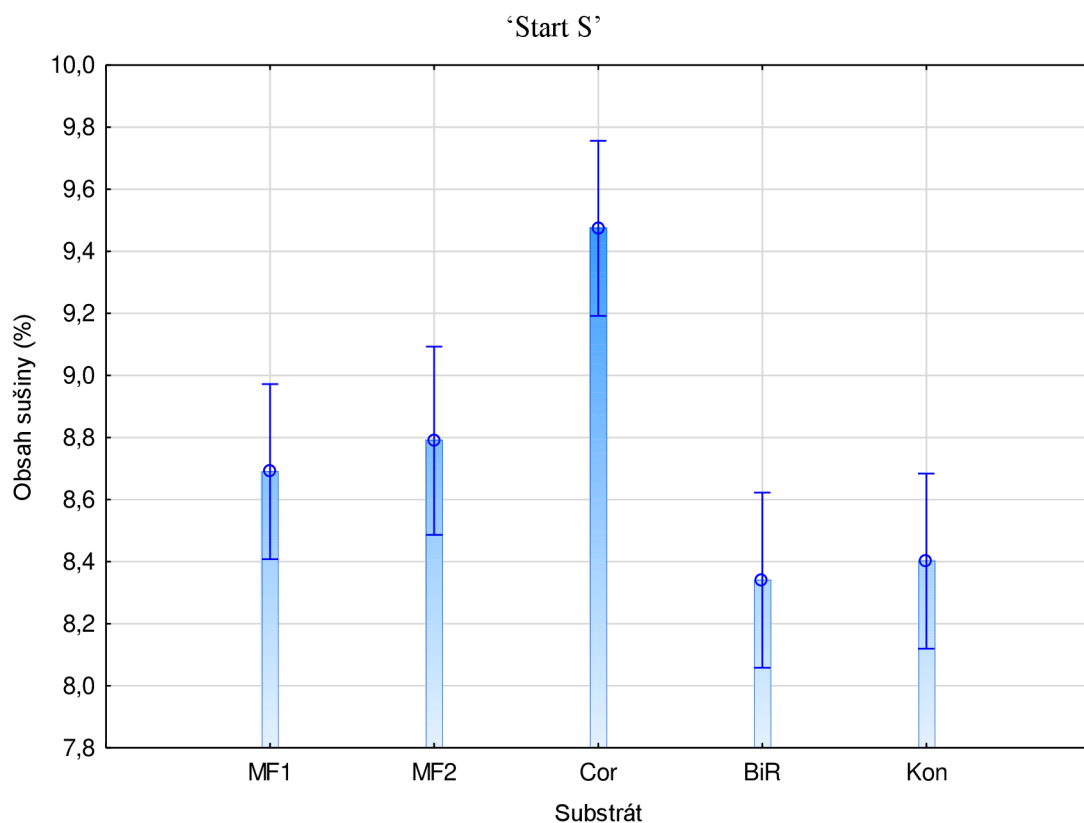
Obrázek 27: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na obsah refraktometrické sušiny v plodu, odrůda ‘Start S’



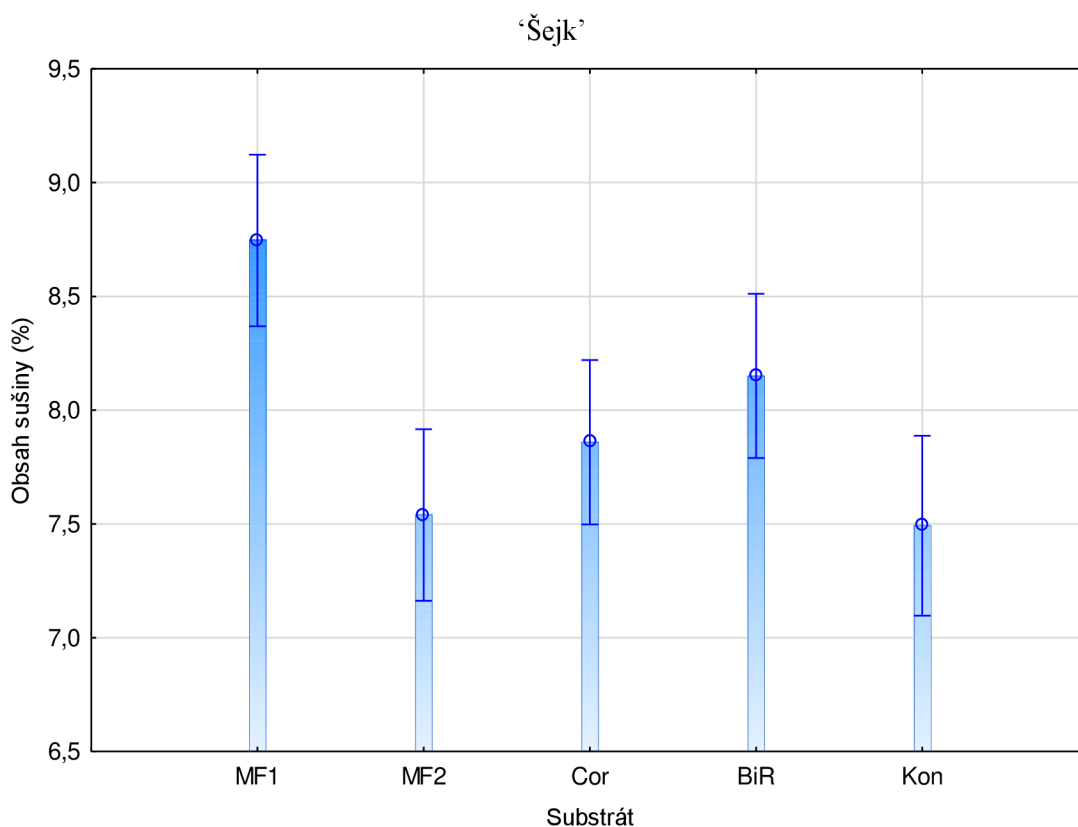
Obrázek 28: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na obsah refraktometrické sušiny v plodu, odrůda ‘Šejk’

Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na průměrný obsah sušiny v plodech se lišil (viz Obrázek 29 a 30):

- Nejnižší obsah sušiny v plodech vykazoval u odrůdy 'Start S' substrát obsahující slámu z ekologického zemědělství, u odrůdy 'Šejk' ji vykazoval kontrolní vzorek
- Statisticky významný rozdíl oproti substrátu se slámou v bio kvalitě a kontrolnímu vzorku byl u odrůdy 'Start S' pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou přípravkem Corello
- Statisticky významný rozdíl oproti kontrolnímu vzorku a substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami přípravku Mustang Forte byl u odrůdy 'Šejk' pozorován vůči substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 1 dávkou Mustang Forte



Obrázek 29: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na obsah sušiny v plodu, odrůda 'Start S'



Obrázek 30: Vliv ošetření slámy různou herbicidní látkou (dávkou) na obsah sušiny v plodu, odrůda ‘Šejk’

5.4 Pozorování rostlin v průběhu experimentu

Na začátku měření byly evidovány zaschlé špičky listů u všech rostlin v důsledku nedostatečné záливky. V případě substrátu, který obsahoval slámu dvakrát ošetřenou přípravkem Mustang Forte, bylo v červnu u všech rostlin 'Start S' pozorováno kroucení nových listů. V průběhu dalších měření bylo na všech rostlinách pozorováno svinování listů, zasychání zprvu špiček a následně i celých listů, zasychání květenství (aniž by se vytvořil květ nebo plod), opadávání plůdků a květů a v případě odrůdy 'Start S' praskání plodů. Na plodech a květech se u obou odrůd výjimečně objevovaly deformace.

Postupem času se na listech objevily rezavé skvrny, od druhé poloviny června byly na plodech všech rostlin pozorovány nekrózy na vrcholech plodů.

U všech rostlin odrůdy 'Start S' včetně kontrolního vzorku bylo v průběhu zrání plodů pozorováno nevyzrávání jejich stopkové části. Dále se velmi často vyskyvalo měknutí plodů, a to i u plně nezralých plodů.

6 Diskuze

Z výsledků uvedených v předchozí kapitole vyplynulo, že rezidua komerčních herbicidních prostředků Corello a Mustang Forte měla určitý vliv na pěstovaná rajčata, stejně jako sláma z ekologického zemědělství.

6.1 Vliv aminopyralidu

Jursík et al. (2011b) uvedli, že hlavními projevy poškození syntetickými auxiny byly různé růstové a reprodukční anomálie, u dvouděložných se jednalo o kroucení listů a lodyh, jejich deformaci a zakrňování kořenového růstu. Ferrell et al. (2020) v biotestu reziduí aminopyralidu na rajčatech pozorovali časté deformace mladých listů, u vyšších koncentrací reziduí pozoroval navíc zasychání květů a květenství. Podle tohoto kolektivu autorů se aminopyralid ukládal v tkáních rostlin a rezidua ve slámě pak mohla ovlivnit rostliny, které byly ošetřené slámou hnojené. Negativní vliv aminopyralidu na květy a květenství v experimentu uskutečněném ve Výzkumné stanici Troja nebyl pozorován. EFSA provedl studii, kdy na pšenici aplikoval 40 g a 80 g aminopyralidu na 1 hektar. Hodnota reziduí se pohybovala od 0.039 do 0.084 mg/kg, v případě slámy dosáhla hodnota 0,62 mg/kg. Přítomnost reziduí pozoroval EFSA ve slámě skladované při stabilní teplotě 20 °C až 16 měsíců po sklizni (Anastassiadou et al. 2020a). Nicméně Ferrell et al. (2020) v biotestech potvrdili, že půdní mikrobiální aktivita by měla rezidua aminopyralidu rozložit na neaktivní formu (poločas rozpadu 24,5 dne), která by rostliny neměla po určité době již dále ovlivňovat. Lze tedy předpokládat, že se vliv aminopyralidu na odrůdy 'Start S' a 'Šejk' v průběhu experimentu snižoval. Tento předpoklad odpovídal našemu pozorování, kdy v polovině června bylo možné u odrůdy 'Start S' pozorovat kroucení vrchních nových listů u substrátu obsahujícímu slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte, později už tento vliv nebyl patrný.

Odrůda 'Start S' byla v případě tvorby, dozrávání a hmotnosti plodů statisticky významně negativně ovlivněna slámou, která byla ošetřena dvojitou dávkou herbicidu Mustang Forte, tzn. byly použity 2 l přípravku na 1 hektar, na 1 hektar pole tedy bylo aplikováno 10 g florasulamu, 20 g aminopyralidu a 360 g 2,4-D. Zároveň tato koncentrace herbicidu způsobila silnější poškození rostlin a rostliny měly nejmenší tloušťku kořenového krčku. Odrůda 'Šejk' byla stejně jako odrůda 'Start S' negativně ovlivněna při dozrávání plodů, dále vyšší koncentrace MF2 zapříčinila vyšší průměrnou váhu 1 plodu tržní kvality. Sláma ošetřená 1 dávkou přípravku Mustang Forte, kdy na 1 hektar pole bylo aplikováno 5 g florasulamu, 10 g aminopyralidu a 180 g 2,4-D, měla v případě 'Start S' prokazatelně vliv na vyšší množství dozrávání plodů a tloušťku kořenového krčku, také způsobila snížení obsahu refraktrometrické sušiny v plodu. U odrůdy Šejk měl substrát ošetřený dvojitou dávkou přípravku Mustang Forte vliv na zvýšenou tvorbu květenství a vyšší obsah sušiny v plodech. Podobný účinek sledovali ve svém experimentu Fast et al. (2011), kteří provedli v roce 2008 polní experimenty s rajčaty, paprikami, lilky, cukrovými a vodními melouny, kdy byl na pozemek 3 týdny před vysazením sazenic zmíněných rostlin aplikován aminopyralid v různých koncentracích v rozmezí 1,4-44,8 g/ha. Tímto napodobili rezidua herbicidu, který by se měl v půdě nacházet 2-7 měsíců od jeho použití. Tento kolektiv prokázal, že vyšší koncentrace aplikovaného aminopyralidu zanechala v půdě větší množství reziduí. Vlivem reziduí bylo u paprik, rajčat a lilky pozorováno vážné

poškození plodin, včetně snížené výšky rostlin a sníženého množství květů a plodů, hodnoty se pohybovaly v rozmezí 30-90 %. Největší poškození vykazovala paprika a lilek, rajče bylo poškozeno o něco méně.

Wu et al. (2018) ve své studii pozorovali vliv exogenních auxinů na zpomalené dozrávání plodů rajčat, která byla sklizena, Li et al (2017) prokázali, že exogenní auxiny ovlivňují a narušují akumulaci a přeměnu pigmentu v plodech, nicméně neovlivnily jejich výsledný obsah ve zralých bobulích. Výsledky experimentu této bakalářské práce potvrdili, že se zvyšující dávkou aminopyralidu došlo ke zhoršení jeho negativního vlivu na zdravotní stav rostlin a dozrávání plodů. Odrůda 'Start S' se jevila jako citlivější odrůda vůči této účinné látce.

Výsledky však mohly být ovlivněny dalšími účinnými látkami, které přípravek Mustang Forte obsahoval. Vliv syntetických auxinů na indeterminantní rajčata odrůd 'Florida 91' a 'Big Beef' zkoumali Warmund et al. (2021). Na vybrané odrůdy rajčat aplikovali sníženou dávku 1,06 kg/ha přípravku 2,4-D. Tento přípravek stimuloval růst vegetačního vrcholu, stáčení stonku a růst kořenů z lodyhy. Za 12 týdnů, během kterých experiment probíhal, evidoval tento kolektiv nízký počet zralých plodů. Serrani et al. (2007) zkoumali účinky fytohormonů gibberelinů a auxinů na rajčata, včetně 2,4-D, kdy vysoké dávky této látky měly za následek tvorbu menších dutin v komorách plodů. Tyto dutiny byly v průběhu našeho experimentu v Praze pozorovány u všech rostlin, včetně kontrolního vzorku, u obou odrůd, viz Obrázky č. 34-43 v samostatné příloze. Podobný efekt byl pozorován v případě, že rajčata neměla dostatek boru, byla vystavena extrémním klimatickým podmínkám nebo došlo k chybám ve výživě (Yara UK 2022). Florasulam se řadí do stejné skupiny ALS inhibitorů, jako pyroxulam (Jursík et al. 2010).

6.2 Vliv pyroxulamu

Sláma byla ošetřena 2 dávkami přípravku Corello, tzn. bylo použito 18,75 g/ha pyroxulamu. U odrůdy 'Šejk' došlo ke zmenšení tloušťky kořenového krčku. V případě odrůdy 'Start S' byl pozorován vliv na snížení počtu zralých plodů tržní kvality, zvýšení obsahu sušiny a refraktrometrické sušiny v plodech a zvýšenou tvorbu zelené biomasy. Producent osiva (SEMO 2022; SEMO 2023) uvedl, že obsah refraktrometrické sušiny v °Brix se u odrůdy 'Start S' F1 hybrid běžně pohyboval v rozmezí 4,5-4,8, u odrůdy 'Šejk' se pohyboval v rozmezí 5,0-5,5 °Brix. V experimentu se hodnoty u odrůdy 'Start S' F1 hybrid pohybovaly v rozmezí 6,15-7,15 °Brix, u odrůdy pak v intervalu 5,42-5,88 °Brix. (Helyes et al. 2006) zkoumali ve svých pokusech refraktrometrickou sušinu v plodech (Brix), kdy zjistili, že obsah je ovlivněn odrůdou, způsobem pěstování a klimatickými podmínkami, kterým byly rostliny vystaveny. Hodnota se také lišila podle stupně zralosti, čím bylo rajče červenější, tím více refraktrometrické sušiny obsahovalo, obsah sacharidů se pohyboval mezi 50-55 %. Vliv pyroxulamu na zvýšený obsah cukrů u odrůdy 'Start S' potvrdila studie Abdel-Wahab et al. (2021), kteří zkoumali vliv herbicidů obsahujících pinoxaden, tribenuron-methyl a pyroxulam na *Triticum aestivum* L., kdy na výhonky pšenice aplikovali doporučenou nebo 1,5násobnou dávku těchto přípravků. V testech tento kolektiv prokázal, že herbicidy měly na buněčné úrovni vliv na snížení obsahu proteinů a lipidů, naopak zvýšily množství sacharidů. Pšeničná sláma, která byla sklizena 92 dní po ošetření pyroxulamem, měla natolik nízký obsah reziduí, že je nebylo možné extrahovat. Rezidua pyroxulamu ve slámě sklizené 58-143 dnů od ošetření 15

g/ha dosahovala hodnot 0,02-0,03 mg/kg, u dávky 45 g/ha se pohybovala do 0,07 mg/kg (Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority 2008). Podobné výsledky byly pozorovány i v pokusech prováděných EFSA, kdy Anastasiadou et al. (2020b) uvedli, že hodnota reziduí pyroxsulamu ve slámě byla po 92 dnech 0,03 mg/kg a brambory, které byly na pozemku vysazeny 30 dnů po ošetření pyroxsulamem, obsahovaly v době sklizně rezidua menší než 0,01 mg/kg. Jursík et al. (2010) uvedli, že po použití ALS inhibitorů docházelo ke zpomalení růstu, žloutnutí mladých listů mezi žilnatinou a následně zaschnutí vegetačního vrcholu. Pokud byla koncentrace herbicidu obsahujícího tuto látku nižší, projevil se jeho účinek přibližně po měsíci, hlavním příznakem pak bylo zakrnění rostliny. Vzhledem k nízké perzistenci pyroxsulamu, která byla podpořena studií se střídáním plodin, nebylo předpokládáno, že by v pozdější fenologické fázi obilnin byla rezidua přítomna v takové míře, aby musel být sledována v jiných rostlinách, než v obilninách (Anastasiadou et al. 2020b). Tento jev byl potvrzen výsledky této bakalářské práce, rezidua přípravku Corello měla na rostliny rajčat menší vliv, než rezidua herbicidu Mustang Forte nebo sláma z ekologického zemědělství.

Na základě výsledků našeho pokusu se jevílo, že odrůda 'Start S' F1 hybrid byla citlivější vůči herbicidním látkám, než byl kultivar 'Šejk'. Tuto vlastnost kultivarů rajčat zkoumali Bewick et al. (2017), v experimentu porovnávali citlivost 49 odrůd vůči herbicidu DPX-E9636, který pracoval na bázi ALS inhibitoru. Citlivost kultivarů rajčat se v jejich studii lišila, pohybovala se od zcela tolerantních po netolerantní.

6.3 Vliv slámy z ekologického zemědělství

Sláma v bio kvalitě měla na odrůdu 'Start S' poměrně velký vliv, rostliny vykazovaly nejmenší počet květenství, nejvyšší počet květů v květenství, nejvyšší počet vytvořených plůdků, největší hmotnost zralých plodů, nejvyšší počet zralých plodů v tržní kvalitě a nejmenší obsah sušiny v plodech. V případě odrůdy 'Šejk' měla sláma z ekologického zemědělství zapravená do substrátu vliv na nejvyšší počet zralých plodů, nejnižší hmotnost 1 zralého plodu tržní kvality, nejnižší hmotnost zelené biomasy a největší poškození rostlin. Nakano et al. (2006) zkoumali vliv výluhů pšeničné slámy na sadbu salátu, řeřichy, rýže a pšenice. V průběhu experimentu pozorovali inhibici růstu kořenů, která se zvyšovala se vzrůstající koncentrací výluhu, kdy nejvíce byly ovlivněny salát a řeřicha. Podobný efekt pozorovali Al Hamdi et al. (2001) při pokusech s výluhem pšeničné slámy a jeho vlivu na jílek vytrvalý. Oba kolektivy potvrdily možný výskyt inhibičních látek uvolňovaných slámou.

7 Závěr

- Hypotéza, že herbicidní látky obsažené v použité ošetřené slámě měly mít v porovnání se slámou z ekologického zemědělství nepříznivý účinek na výnos plodin rajčat se částečně potvrdila. Nejméně zralých plodů měl u obou odrůd substrát obsahující slámu ošetřenou dvojitou dávkou přípravku Mustang Forte. U odrůdy 'Start S' byl pak negativní vliv pozorován u průměrné kumulativní hmotnosti všech plodů vyprodukovaných 1 rostlinou, a to u substrátu který obsahoval slámu ošetřenou 2 dávkami Mustang Forte. U odrůdy 'Šejk' byl výsledek statisticky neprůkazný.
- Vyšší dávky přípravku Mustang Forte způsobovaly u 'Start S' větší poškození v porovnání s rezidui tohoto herbicidu obsaženém ve slámě, která byla ošetřena pouze 1 dávkou.
- Rezidua přípravku Corello měla na obě odrůdy prokazatelně menší vliv, než rezidua herbicidu Mustang Forte nebo sláma z ekologického zemědělství.
- Odrůda 'Start S' byla průkazně citlivější vůči herbicidním látkám než odrůda 'Šejk'.

7.1 Doporučení plynoucí pro zemědělskou praxi ze závěrů práce

- Sláma ošetřená aminopyralidem by měla být do půdy zapravit co nejdříve, aby měly půdní mikroorganismy dostatek času na rozložení reziduí herbicidu – následně by měl být proveden biotest substrátu na rezidua, zda je možné vysadit citlivé plodiny. Použití slámy ošetřené přípravkem Corello by mělo být po uplynutí určité doby bezpečné.

8 Literatura

- Abdel-Wahab S, Salem R, Aioub A, Salem R. 2021. Do the herbicides pinoxaden, tribenuron-methyl, and pyroxsulam influence wheat (*Triticum aestivum* L.) physiological parameters? *Environmental Science and Pollution Research* **28**:51961–51970 DOI: 10.1007/s11356-021-14390-8.
- Abdourahime H et al. 2019. Modification of the existing maximum residue levels for aminopyralid in certain cereals. *EFSA journal* **17** (e05534) DOI: 10.2903/j.efsa.2019.5534.
- Agromanual 2022a. Účinná látka aminopyralid. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/aminopyralid> (accessed August 2022).
- Agromanual 2022b. Účinná látka pyroxsulam. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ucinne-latky/ucinna-latka/pyroxsulam> (accessed December 2022).
- Al Hamdi B, Olofsdotter M, Streibig J. 2001. Laboratory Bioassay for Phytotoxicity: An Example from Wheat Straw. *Agronomy Journal* **93**:43-48.
- Anastassiadou M et al. 2020b. Review of the existing maximum residue levels for pyroxsulam according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. *EFSA journal* **18** (e06260) DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6260.
- Anastassiadou M et al. 2020a. Review of the existing maximum residue levels for aminopyralid according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. *EFSA journal* **18** (e06229) DOI: 10.2903/j.efsa.2020.6229.
- Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority 2008. Evaluation of the new active Pyroxsulam in the product Crusader Herbicide. *APVMA Gazette* 2008:14-18. Available from <https://apvma.gov.au/node/13981> (accessed September 2022).
- Bewick T, Smith K, Stall W, Olson S. 2017. Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Cultivar and Weed Sensitivity to DPX-E9636. *Weed Technology* **9**:499-503.
- Branthôme F. 2022. Worldwide (total fresh) tomato production exceeds 187 million tonnes in 2020. *Tomato News SAS, Avignon, Francie*. Available from https://www.tomatonews.com/en/worldwide-total-fresh-tomato-production-exceeds-187-million-tonnes-in-2020_2_1565.html (accessed June 2022).
- Bukun B, Gaines T, Nissen S, Westra P, Brunk G, Shaner D, Sleugh B, Peterson V. 2009. Aminopyralid and Clopyralid Absorption and Translocation in Canada Thistle (*Cirsium arvense*). *Weed Science* **57**:10-15.
- Cobb A, Reade J. 2010. *Herbicides and plant physiology*. Wiley-Blackwell, Singapore.
- Corteva Agriscience s.r.o. 2019c. Etiketa Corello. Corteva Agriscience s.r.o., Praha. Available from <https://www.corteva.cz/produkty-a-reseni/ochrana-plodin/corello.html> (accessed July 2022).

- Corteva Agriscience s.r.o. 2019b. Etiketa Mustang Forte. Corteva Agriscience s.r.o., Praha. Available from <https://www.corteva.cz/produkty-a-reseni/ochrana-plodin/mustang-forte.html> (accessed July 2022).
- Corteva Agriscience™. 2019a. Forage and Manure Management. Corteva Agriscience, Johnston. Available from <https://www.corteva.us/content/dam/dpagco/corteva/na/us/en/products/us-pasture-management/Aminopyralid%20Stewardship.pdf> (accessed August 2022).
- Costa J, Heuvelink E. 2018. Crop Production Science In Horticulture: Tomatoes. CABI, DOI: 10.1079/9781780641935.0001.
- Davis J, Sanders D, Nelson P, Lengnick L, Sperry W. 2003. Boron Improves Growth, Yield, Quality, and Nutrient Content of Tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **128**:441-446.
- Dayan F. 2019. Current Status and Future Prospects in Herbicide Discovery. *Plants* **8** DOI: 10.3390/plants8090341.
- Dengtan L, Shujuan S, Tongtong Z, Zhongkun D, Jun W, Bing L, Jinhua W, Lusheng Z. 2022. Effects of pyroxsulam on soil enzyme activity, nitrogen and carbon cycle-related gene expression, and bacterial community structure. *Journal of Cleaner Production* **355** (e 131821) DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131821.
- Dow AgroSciences LLC. 2013. Aminopyralid Family of herbicides. Dow AgroSciences LLC, Indianapolis. Available from https://www.corteva.us/content/dam/dpagco/corteva/na/us/en/products/us-land-management/DF_Aminopyralid_Family_of_Herbicides_Broch.pdf (accessed August 2022).
- European Commission. 2021. EU agricultural outlook for markets, income and environment, 2021-2031. European Commission, Brussels. Available from https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-01/agricultural-outlook-2021-report_en_0.pdf (accessed September 2022).
- European Food Safety Authority. 2013a. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance aminopyralid. *EFSA journal* **11** (e3352) (DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3352).
- European Food Safety Authority. 2013b. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance pyroxsulam. *EFSA journal* **11** (e3182) DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3182
- Fast B, Ferrell J, MacDonald G, Sellers B, MacRae A, Krutz J, Kline W. 2011. Aminopyralid soil residues affect rotational vegetable crops in Florida. *Pest Management Science* **67**:825-830.
- Ferrell J, Dittmar P, Sellers B, Devkota P. 2020. Herbicide Residues in Manure, Compost, or Hay. University of Florida, Gainesville. Available from <https://journals.flvc.org/edis/article/view/121889> (accessed June 2022).

- Fixen P, Johnston A. 2011. World fertilizer nutrient reserves: a view to the future. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **92**:1001-1005.
- Ghosh B, Kundu A, Goon A, Kole R, Das S, Bhattacharyya A. 2015. Persistence and Dissipation of Pyroxsulam in Wheat. *Pesticide Research Journal* **27**:165-170.
- Gilbert J, Barth J, Faoino E, Rynk R. 2010. An investigation of clopyralid and aminopyralid in commercial composting system. WRAP, Banbury. Available from <https://www.yumpu.com/en/document/view/50974169/an-investigation-of-clopyralid-and-aminopyralid-in-wrap> (accessed May 2022).
- Gilreath J, Chase C, Locascio S. 2001. Crop Injury from Sublethal Rates of Herbicide. I. Tomato. *HortScience* **36**:669–673.
- Helyes L, Pék Z, Lugasi A. 2006. Tomato Fruit Quality and Content Depend on Stage of Maturity. *HortScience* **41**:1400-1401.
- Jursík M, Hamouzová K, Soukup J, Holec J. 2011a. Důležité aspekty herbicidní ochrany: Rezistence plevelů vůči herbicidům a problémy s rezistentními populacemi v ČR. *Listy cukrovarnické a řepařské* **127**:123-127.
- Jursík M, Soukup J, Holec J, Andr J. 2010. Mechanizmy účinku herbicidů a projevy jejich působení na rostliny: Inhibitory acetolaktát syntázy (ALS inhibitory). *Listy cukrovarnické a řepařské* **126**:367-369.
- Jursík M, Soukup J, Holec J, Andr J. 2011b. Mechanizmy účinku herbicidů a projevy jejich působení na rostliny: Růstové herbicidy (syntetické auxiny). *Listy cukrovarnické a řepařské* **127**:88-92.
- Krieger R. 2010. *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology: Volume 1*. Academic Press, San Diego.
- Lamberth C, Dinges J. 2012. *Bioactive Heterocyclic Compound Classes*. John Wiley & Sons, Weinheim.
- Li J, Khan Z, Tao X, Mao L, Luo Z, Ying T. 2017. Effects of exogenous auxin on pigments and primary metabolite profile of postharvest tomato fruit during ripening. *Scientia Horticulturae* **219**:90-97.
- Malý I, Bartoš J, Kopec K, Petříková K, Rod J, Spitz P. 1998. *Polní zelinářství*. Agrospoj, Praha.
- Meteorologická stanice: Výzkumná stanice Troja. 2022. Troja. Environmental Measuring Systems s.r.o., Brno. Available from <http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Troja.CZUKZ.html> (accessed December 2022).
- Mikulka J, Kneifelová M. 2003. Rizika kontaminace potravin a pitné vody herbicidy. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. Available from <http://www.phytopsanitary.org/projekty/2003/vvf-12-03.pdf> (accessed June 2022).
- Ministerstvo zemědělství ČR. 2022a. Mustang Forte 195 SE (4712-0V). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from

- <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/por/Detail.aspx?id=24355&stamp=637933363495955385> (accessed July 2022).
- Ministerstvo zemědělství ČR. 2022b. Corello (4731-0). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/por/Detail.aspx?id=27863&stamp=637933488961916144> (accessed July 2022).
- MoravoSeed CZ a.s. 2023. Rajče tyčkové. MORAVOSEED CZ a.s., Mikulov. Available from <https://moravoseed.cz/index.php?stranka=sortiment&kategorie=1&druh=63> (accessed February 2023).
- Nakano H, Morita S, Shigemori H, Hasegawa K. 2006. Plant Growth Inhibitory Compounds from Aqueous Leachate of Wheat Straw. *Plant Growth Regulation* **48**:215–219.
- Němcová V, Buchtová I. 2021. Situační a výhledové zprávy zelenina 12/2021. Ministerstvo zemědělství, Těšnov. Available from <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/ovoce-a-zelenina/situacni-a-vyhledove-zpravy-zelenina/> (accessed May 2022).
- Petříková K et al. 2012. Zelenina: pěstování, výživa, ochrana a ekonomika. Profi Press, Praha.
- Resh H. 2012. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Rougerie I, Brinkworth L, Bernhard U. 2007. Aminopyralid: a new active substance for long-term control of broadleaf and perennial weeds in grasslands. Association Nationale pour la Protection des Plantes (ANPP), Paříž. Available from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20083327968> (accessed June 2022).
- SEMO a.s. 2022. Rajče keříčkové Šejk. SEMO a.s., Smržice. Available from <https://www.semo.cz/eshop/rajce-kerickove-sejk-3146/> (accessed December 2022).
- SEMO a.s. 2023. Rajče tyčkové Start S F1. SEMO a.s., Smržice. Available from <https://www.semo.cz/eshop/rajce-tyckove-start-s-f1-3218/> (accessed January 2022).
- Serrani J, Fos M, Atarés A, García-Martínez J. 2007. Effect of Gibberellin and Auxin on Parthenocarpic Fruit Growth Induction in the cv Micro-Tom of Tomato. *Journal of Plant Growth Regulation* **26**:211–221.
- Souček J. 2011. Sláma: sklizeň, zpracování. Profi Press, Praha. Available from <https://zemedelec.cz/slama-sklizen-zpracovani/> (accessed August 2023).
- Su Y, Yu M, Xi H, Lv J, Ma Z, Kou C, Shen A. 2020. Soil microbial community shifts with long-term of different straw return in wheat-corn rotation system. *Sci Rep.* **10** (e6360) DOI: 10.1038/s41598-020-63409-6.
- Syed S, Wang X, Prasad T, Lian B. 2021. Bio-Organic Mineral Fertilizer for Sustainable Agriculture: Current Trends and Future Perspectives. *Minerals* **11** (e1336) DOI: 10.3390/min11121336

- Todd O, Figueiredo M, Morran S, Soni N, Preston C, Kubeš M, Napier R, Gaines T. 2020. Synthetic auxin herbicides: finding the lock and key to weed resistance. *Plant science* **300** (e110631) DOI: 10.1016/j.plantsci.2020.110631.
- Tomco P, Duddleston K, Schultz E, Hagedorn B, Stevenson T, Seefeldt S. 2016. Field degradation of aminopyralid and clopyralid and microbial community response to application in Alaskan soils. *Environmental Toxicology and Chemistry* **35**:485-493.
- United States Environmental Protection Agency. 2008. Pesticide Fact Sheet. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. Available from https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-108702_27-Feb-08.pdf (accessed July 2022).
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2022. Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského: Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from https://eagri.cz/public/web/file/656937/_32022.pdf (accessed December 2022).
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2023. Výpis ze Státní odrůdové knihy/ Databáze odrůd - detail odrůdy. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from <https://eagri.cz/public/app/sok/odrudyNouQF.do> (accessed January 2023).
- Vaněk V, Balík J, Černý J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, Valtera J. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia, Praha.
- Wahdan S, Ji L, Schädler M, Wu Y, Tanunchai B, Buscot F, Purahong W, Sansupa C. 2022. Future climate conditions accelerate wheat straw decomposition alongside altered microbial community composition, assembly patterns, and interaction networks. *The ISME journal* **17**:238-251.
- Wang Y, Adnan A, Wang X, Shi Y, Yang S, Ding Q, Sun G. 2020. Nutrient Recycling, Wheat Straw Decomposition, and the Potential Effect of Straw Shear Strength on Soil Mechanical Properties. *Agronomy* **10** DOI: 10.3390/agronomy10020314.
- Warmund M, Ellersieck M, Trinklein D, Smeda R. 2021. Antitranspirants Partially Mitigate Auxin Herbicide Injury on Tomato Plants. *HortScience* **56**:932-939.
- Wells G. 2008. Pyroxsulam for broad-spectrum weed control in wheat. Queensland Weed Society, Queensland. Available from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract?abstract=20083307765> (accessed February 2023).
- Winkler J. 2017. Plevela a hospodaření se slámou. Kurent, České Budějovice. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/plevele-a-hospodareni-se-slamou> (accessed November 2022).
- Wu Q, Tao X, Ai X, Luo Z, Mao L, Ying T, Li L. 2018. Effect of exogenous auxin on aroma volatiles of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology* **146**:108-116.

- Yara UK Ltd. 2022. Nutrient deficiencies-Tomato. Yara UK, Pocklington. Available from <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/tomato/nutrient-deficiencies-tomato/> (accessed August 2022).
- Yin H, Zhao W, Li T, Cheng X, Liu Q. 2018. Balancing straw returning and chemical fertilizers in China: Role of straw nutrient resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **81**:2695-2702. s

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

EFSA	European Food Safety Authority (Evropský úřad pro bezpečnost potravin)
MF1	jedna dávka přípravku Mustang Forte
MF2	dvojitá dávka přípravku Mustang Forte
Cor	Corello
BiR	Bio Rýzner – sláma z ekologického zemědělství
Kon	Kontrola

10 Samostatné přílohy

Tabulka 7: Vliv varianty substrátu na počet květenství, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet květenství (ks; průměr)	1	2
4	BiR	42,375000	****	
3	Cor	44,625000	****	****
2	MF2	44,625000	****	****
1	MF1	45,250000	****	****
5	Kon	46,625000		****

Tabulka 8: Vliv varianty substrátu na počet květenství, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet květenství (ks; průměr)	1	2
5	Kon	170,500000	****	
4	BiR	178,400000	****	****
2	MF2	179,000000	****	****
3	Cor	185,600000	****	****
1	MF1	194,900000		****

Tabulka 9 Vliv varianty substrátu na počet květů, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet květů v květenství (ks; průměr)	1	2
5	Kon	22,125000	****	
3	Cor	22,500000	****	
1	MF1	23,750000	****	****
2	MF2	24,625000	****	****
4	BiR	28,000000		****

Tabulka 10: Vliv varianty substrátu na počet květů, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet květů v květenství (průměr)	1
4	BiR	52,50000	****
5	Kon	55,30000	****
3	Cor	56,40000	****
1	MF1	67,10000	****
2	MF2	69,50000	****

Tabulka 11: Vliv varianty substrátu na počet plůdků, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet plůdků (ks; průměr)	1	2
2	MF2	250,625000	****	
5	Kon	265,375000	****	****
1	MF1	270,875000	****	****
3	Cor	275,500000	****	****
4	BiR	291,250000		****

Tabulka 12: Vliv varianty substrátu na počet plůdků, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet plůdků (ks; průměr)	1
2	MF2	325,60000	****
1	MF1	337,90000	****
5	Kon	375,50000	****
3	Cor	379,00000	****
4	BiR	398,20000	****

Tabulka 13: Vliv varianty substrátu na počet zralých plodů, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet zralých plodů (ks; průměr)	1	2
2	MF2	26,000000		****
5	Kon	29,250000	****	****
3	Cor	29,750000	****	
4	BiR	29,750000	****	
1	MF1	30,250000	****	

Tabulka 14: Vliv varianty substrátu na počet zralých plodů, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet zralých plodů (ks; průměr)	1	2
2	MF2	31,20000		****
5	Kon	37,90000	****	****
3	Cor	39,30000	****	****
1	MF1	41,70000	****	
4	BiR	43,00000	****	

Tabulka 15: Vliv varianty substrátu na hmotnost zralých plodů, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní hmotnost zralých plodů (g; průměr)	1	2
2	MF2	1131,035000	****	
5	Kon	1136,983750	****	
1	MF1	1222,391250	****	****
3	Cor	1328,988750		****
4	BiR	1387,650000		****

Tabulka 16: Vliv varianty substrátu na hmotnost zralých plodů, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní hmotnost zralých plodů (g; průměr)	1
2	MF2	1097,01946	****
5	Kon	1116,40734	****
4	BiR	1159,73624	****
1	MF1	1200,77536	****
3	Cor	1219,43938	****

Tabulka 17: Vliv varianty substrátu na počet zralých plodů tržní kvality, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet zralých plodů tržní kvality (ks; průměr)	1	2
3	Cor	7,2500	****	
2	MF2	8,7500	****	
5	Kon	9,0000	****	****
1	MF1	11,3750	****	****
4	BiR	13,3750		****

Tabulka 18: Vliv varianty substrátu na počet zralých plodů tržní kvality, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní počet zralých plodů tržní kvality (ks; průměr)	1
2	MF2	8,00000	****
3	Cor	8,30000	****
5	Kon	8,50000	****
1	MF1	9,80000	****
4	BiR	11,20000	****

Tabulka 19: Vliv varianty substrátu na hmotnost zralých plodů tržní kvality, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní hmotnost zralých plodů tržní kvality (g; průměr)	1
3	Cor	504,7963	****
2	MF2	603,3875	****
1	MF1	666,8750	****
4	BiR	878,9563	****
5	Kon	1129,2313	****

Tabulka 20: Vliv varianty substrátu na hmotnost zralých plodů tržní kvality, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Kumulativní hmotnost zralých plodů tržní kvality (g; průměr)	1
3	Cor	470,64700	****
5	Kon	493,15300	****
4	BiR	570,04300	****
2	MF2	571,61200	****
1	MF1	590,48200	****

Tabulka 21: Vliv varianty substrátu na průměrnou hmotnost 1 plodu tržní kvality, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Průměrná hmotnost zralého plodu tržní kvality (g; průměr)	1
1	MF1	60,9223	****
4	BiR	67,6430	****
3	Cor	69,9725	****
2	MF2	71,7272	****
5	Kon	107,4873	****

Tabulka 22: Vliv varianty substrátu na průměrnou hmotnost 1 plodu tržní kvality, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Průměrná hmotnost zralého plodu tržní kvality (g; průměr)	1	2
4	BiR	54,74648	****	
3	Cor	58,25284	****	
5	Kon	60,26429	****	
1	MF1	63,52458	****	
2	MF2	76,53558		****

Tabulka 23: Vliv varianty substrátu na zdravotní stav rostlin, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Poškození porostu (průměr)	1	2
5	Kon	2,048088	****	
3	Cor	2,105750	****	****
1	MF1	2,105775	****	****
4	BiR	2,134625	****	****
2	MF2	2,201900		****

Tabulka 24: Vliv varianty substrátu na zdravotní stav rostlin, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Poškození porostu (průměr)	1	2
5	Kon	1,99231	****	
2	MF2	2,00769	****	
3	Cor	2,05385	****	
1	MF1	2,06154	****	
4	BiR	2,23077		****

Tabulka 25: Vliv varianty substrátu na obsah sušiny v plodech, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Sušina (%; průměr)	1	2
4	BiR	8,340225286	****	
5	Kon	8,401807445	****	
1	MF1	8,689899838	****	****
2	MF2	8,789565481	****	****
3	Cor	9,474324001		****

Tabulka 26: Vliv varianty substrátu na obsah sušiny v plodech, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Sušina (%; průměr)	1	2
5	Kon	7,49236	****	
2	MF2	7,53930	****	
3	Cor	7,85957	****	****
4	BiR	8,15044	****	****
1	MF1	8,74582		****

Tabulka 27: Vliv varianty substrátu na obsah refraktrometrické sušiny v plodech, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Refraktometrie (Brix; průměr)	1	2
1	MF1	6,15	****	
2	MF2	6,55	****	****
5	Kon	6,575	****	****
4	BiR	6,72	****	****
3	Cor	7,15		****

Tabulka 28: Vliv varianty substrátu na obsah refraktrometrické sušiny v plodech, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Refraktometrie (Brix; průměr)	1
2	MF2	5,41667	****
5	Kon	5,45833	****
3	Cor	5,50000	****
1	MF1	5,55833	****
4	BiR	5,87500	****

Tabulka 29: Vliv varianty substrátu na tloušťku kořenového krčku, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Tloušťka kořenového krčku (mm; průměr)	1	2
2	MF2	11,37		****
3	Cor	11,715		****
4	BiR	12,844	****	
5	Kon	13,545	****	
1	MF1	13,71	****	

Tabulka 30: Vliv varianty substrátu na tloušťku kořenového krčku, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Tloušťka kořenového krčku (mm; průměr)	1	2
3	Cor	13,44100	****	
4	BiR	13,63800	****	
2	MF2	14,29300	****	****
1	MF1	14,66000	****	****
5	Kon	15,46500		****

Tabulka 31: Vliv varianty substrátu na tvorbu zelené biomasy, odrůda 'Start S'

Č. buňky	Sláma	Váha zelené biomasy (g; průměr)	1	2
5	Kon	70,3	****	
1	MF1	73,4	****	
4	BiR	76,6	****	
2	MF2	77,9	****	****
3	Cor	86,6		****

Tabulka 32: Vliv varianty substrátu na tvorbu zelené biomasy, odrůda 'Šejk'

Č. buňky	Sláma	Váha zelené biomasy (g; průměr)	1	2
4	BiR	36,30000		****
3	Cor	43,50000	****	****
1	MF1	52,70000	****	
2	MF2	53,40000	****	
5	Kon	54,00000	****	



Obrázek 31 Poškození rostliny, 20.08.2022, 'Šejk', zleva MF1 rostlina; BiR rostlina 2 (Gasnářková 2022)



Obrázek 32 Poškození rostliny, 20.08.2022, 'Start S', zleva MF1 rostlina 4; BiR rostlina 2; MF2 rostlina 6 (Gasnářková 2022)



Obrázek 33 Rajčata sklizená 06.08.2022, odrůda 'Šejk' (Gasnářková 2022)



Obrázek 34 Sklizené plody v řezu, 20.08.2022, 'Šejk', Kon (Gasnářková 2022)



Obrázek 35 Sklizené plody v řezu, 20.08.2022, 'Šejk', MF1 (Gasnářková 2022)



Obrázek 36 Sklizené plody v řezu, 20.08.2022, 'Šejk', BiR (Gasnářková 2022)



Obrázek 37 Sklizené plody v řezu, 20.08.2022, 'Šejk', Cor (Gasnářková 2022)



Obrázek 38 Sklizené plody v řezu, 20.08.2022, 'Šejk', MF2 (Gasnářková 2022)



Obrázek 39 Sklizené plody v řezu, 27.08.2022, 'Start S', MF1 (Gasnářková 2022)



Obrázek 40 Sklizené plody v řezu, 27.08.2022, 'Start S', MF2 (Gasnářková 2022)



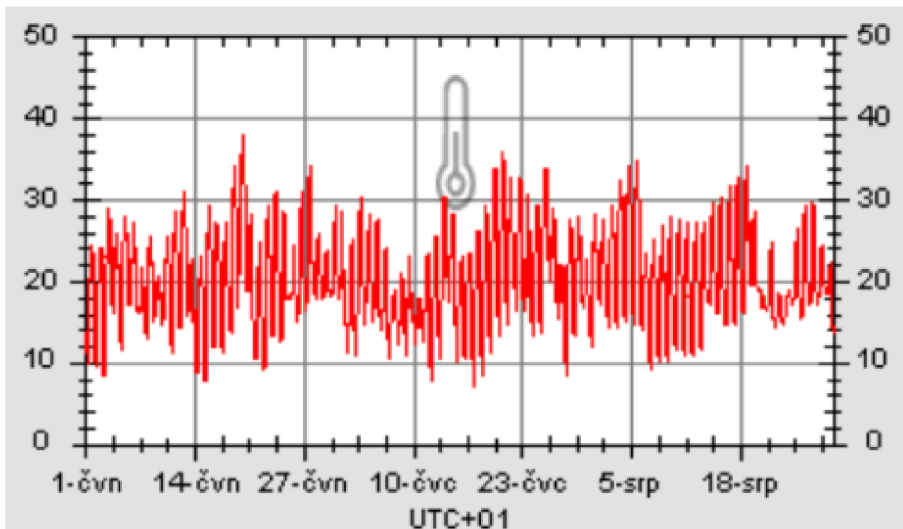
Obrázek 41 Sklizené plody v řezu, 27.08.2022, 'Start S', Cor (Gasnářková 2022)



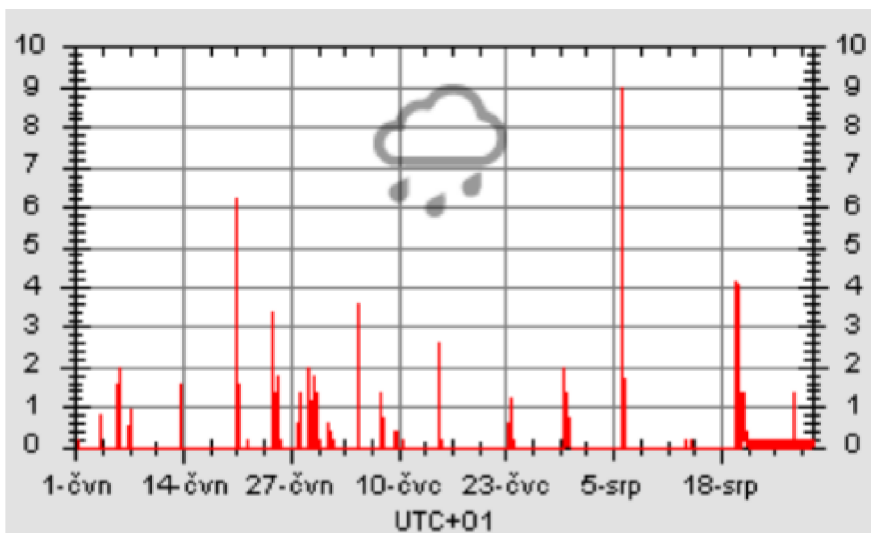
Obrázek 42 Sklizené plody v řezu, 27.08.2022, 'Start S', BiR (Gasnářková 2022)



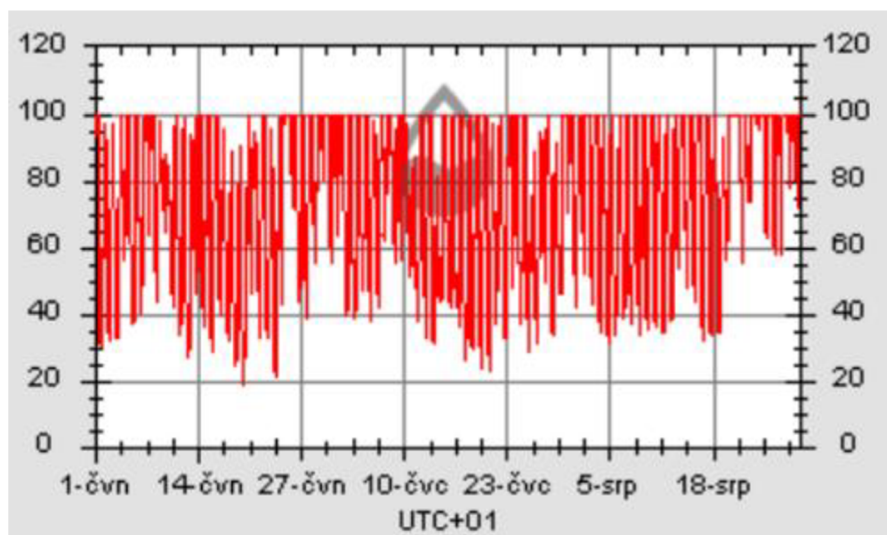
Obrázek 43 Sklizené plody v řezu, 27.08.2022, 'Start S', Kon (Gasnářková 2022)



Obrázek 44 Teplota naměřená v meteorologické stanici ve Výzkumné stanici Troja ("Meteorologická stanice: Výzkumná stanice Troja" 2022)



Obrázek 45 Srážky naměřené v meteorologické stanici ve Výzkumné stanici Troja ("Meteorologická stanice: Výzkumná stanice Troja" 2022)



Obrázek 46 Vlhkost naměřená v meteorologické stanici ve Výzkumné stanici Troja ("Meteorologická stanice: Výzkumná stanice Troja" 2022)