

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie – Péče o krajinu
Katedra: Agroekosystémů
Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Způsoby regulace plevelů při pěstování kukuřice seté (*Zea mays* L.).

Autor diplomové práce: Bc. Milena Vlášková, DiS.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Peterka, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Viktor Mačura, MBA

České Budějovice, 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milena VLÁŠKOVÁ, DiS.**
Osobní číslo: **Z16377**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu: **Způsoby regulace plevelů při pěstování kukuřice seté (Zea mays L.).**
Zadávací katedra: **Katedra agroekosystémů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Kukuřice na zrno se v České republice v roce 2016 pěstovala na výměře 86 407 ha s průměrným výnosem zrna 9,79 t . ha-1. Při pěstování na zeleno a siláž dosáhla výměra 234 396 ha s průměrným výnosem 40,72 t . ha-1. Z celosvětového hlediska patří kukuřice (Zea mays L.) vedle pšenice a rýže k nejdůležitějším obilovinám. Kukuřice je plodinou citlivou na zaplevelení a pozdě či nekvalitně provedená ochrana může ohrozit konečný produkt tj. kvalitu siláže a zrna. Zaplevelený porost silážní kukuřice může poskytnout výnos nižší o 30 - 50 %. Současný sortiment hybridů kukuřice umožňuje její rozšíření pěstování i do netradičních oblastí. Nabízí se široké možnosti jejího využití nejen v krmivářství, potravinářství, ale i ve zpracovatelském průmyslu (výroba bioethanolu, bioplynu aj.).

Cílem diplomové práce je rozšířit poznatky z hlediska regulace plevelů při pěstování kukuřice seté. Zpracujte literární přehled o agrotechnických požadavcích na pěstování a využití kukuřice seté. Založte pokus s pěstovanou kukuřicí setou a ověřte možnosti použití vybraných herbicidních přípravků z hlediska jejich účinku na plevele v porostu pěstované kukuřice. Proveďte vyhodnocení četnosti výskytu plevelů na vybraném pokusném stanovišti a současně zhodnoťte ekonomický efekt použitých chemických přípravků. Na základě zjištěných výsledků z pokusu doporučte další možnosti řešení z hlediska regulace zaplevelení na orné půdě.

Ke zpracování práce využijte skripta: Technika zpracování bakalářských a diplomových prací (Kareš J., Vaněček D., Burešová M, 2007) a Práce s VTI (Milota J., Nýdl, V., 1996). Použijte publikaci prof. Kalače: Jak vypracovat diplomovou práci v zemědělských oborech, 2009.

Ke zpracování práce využijte skripta: Technika zpracování bakalářských a diplomových prací (Kareš J., Vaněček D., Burešová M, 2007) a Práce s VTI (Milota J., Nýdl, V., 1996). Použijte publikaci prof. Kalače: Jak vypracovat diplomovou práci v zemědělských oborech, 2009.

Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)
Rozsah pracovní zprávy: 40-60 stran včetně příloh
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

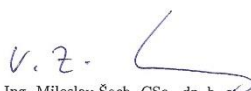
Dvořák, J., Smutný, V.: **Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům.** Brno: MZLU, 2003.
Hamouz, P., Hamouzová, K.: **Atlas klíčních rostlin polních plevelů.** ČZU Praha. Kurent s.r.o, 2015.
Hron, F., Kohout V.: **Polní plevele: Část obecná.** VŠZ Praha, 1986.
Jursík, a kol.: **Plevele. Biologie a regulace.** Kurent s.r.o. ČZU Praha, 2011.
Křen, J. a kol.: **Obecná produkce rostlinná I. a II. část,** MU AF Brno, 2015.
Mašek, J.: **Zpracování půdy.** Magazín Moderní výrobní technologie, č. 2., 2006.
Mikulka, J., Kneifelová, M. a kol.: **Plevelné rostliny.** Profi Press, s.r.o. Praha, 2005.
Peterka, J., Stach, J.: **Kukuřice - plodina citlivá na zaplevelení.** Agromagazín, VIII, 5., 2007.
Petr, J., Húška, J.: **Speciální produkce rostlinná - I.** Praha AF ČZU, 1997.
Stach, J.: **Základní agrotechnika. Osevní postupy.** ZF JU České Budějovice, 1995.
Špaldon, a kol.: **Rostlinná výroba.** SPN Praha, 1982.
Vach, M., Javůrek, M.: **Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin: metodika pro praxi.** Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011.
Zimolka, J. a kol.: **Kukuřice. Hlavní a alternativní užitkové směry.** Profi Press s.r.o., 2008:
Odborné časopisy: **Úroda, Agro, Zemědělec aj.**
www.vurv.cz, www.af.czu.cz/herba, Bezorebne.cz, N.U. Agrar.cz,
www.Horsch.Maschinen GmbH
www stránky firem: **BASF, Dow Agro Science, BAYER, SYNGENTA aj.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Peterka, Ph.D.**
Katedra agroekosystémů

Konzultant diplomové práce: **Ing. Viktor Mačura, MBA**
Saaten-Union CZ s.r.o., Brno

Datum zadání diplomové práce: **15. března 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Štefánikova 1000, 370 08 České Budějovice


doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 27. března 2017

Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole Seznam citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 26. 6. 2020

.....

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jiřímu Peterkovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, metodické vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi pomohl při zpracování diplomové práce.

Současně chci poděkovat panu Ing. Viktorovi Mačurovi, MBA za cenné připomínky a rady při založení a vyhodnocení polního pokusu.

Zároveň chci poděkovat pracovníkům Školního statku v Měšicích za poskytnutí plochy na založení polního pokusu a za spolupráci během celé práce.

Abstrakt

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) je významnou plodinou, která se v našich zemích stále více uplatňuje a rozšiřuje. Vzhledem k technologii pěstování může zaplevelení výrazně ovlivnit její výnos. Regulace zaplevelení je řešena převážně použitím herbicidů. Hlavním cílem je dosáhnout maximálního účinku použitých herbicidů při minimálních ekonomických nákladech. Zároveň je stále více zohledňován faktor minimalizace negativních účinků na životní prostředí.

V diplomové práci je popsána základní charakteristika kukuřice, její základní agrotechnika a rozsah jejího pěstování v ČR. Dále jsou uvedeny základní charakteristiky a rozdělení plevelů, včetně možností jejich regulace.

Vlastní práce se pak zabývá účinností dvou kombinací herbicidů použitých postemergentně na pozemku s různými hybridy kukuřice a vyhodnocením jejich účinnosti s ohledem na ekonomické aspekty.

Klíčová slova: plevel, regulace plevelů, chemická ochrana, herbicid, kukuřice setá.

Abstract

Corn is an important crop that is increasingly being applied and expanded in our countries. Due to the cultivation technology, weeding can significantly affect its yield. Weed control is mainly solved by the use of herbicides. One of the main objectives of this method is to achieve maximum effect at minimal economic cost. At the same time, the factor of minimizing negative effects on the environment is increasingly taken into account.

The thesis describes the basic characteristics of maize, its basic agrotechnics and the extent of its cultivation in the Czech Republic. The basic characteristics and weed distribution are described, including the possibilities of their control.

The actual work deals with the effectiveness of two combinations of herbicides used postemergence on land with different maize hybrids and evaluation of their effectiveness with regard to economic aspects.

Key words: weed, weed control, chemical protection, herbicide, maize.

Obsah

1. ÚVOD	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1 HISTORIE, VÝZNAM A CHARAKTERISTIKA KUKUŘICE SETÉ (<i>ZEAMAYS L.</i>)	11
2.1.1 <i>Historie a rozšíření kukuřice</i>	11
2.1.2 <i>Historie pěstování kukuřice v ČR</i>	11
2.1.3 <i>Botanické rozdělení</i>	11
2.1.4 <i>Fenologické fáze růstu a nároky na prostředí</i>	12
2.1.5 <i>Šlechtění kukuřice</i>	14
2.2 ZÁKLADNÍ AGROTECHNIKA KUKUŘICE.....	15
2.2.1 <i>Osevní postup</i>	15
2.2.2 <i>Předseřbová příprava a setí</i>	16
2.2.3 <i>Ochrana porostu před chorobami a škůdci</i>	17
2.2.4 <i>Hnojení kukuřice</i>	18
2.2.5 <i>Sklizeň</i>	19
2.2.6 <i>Moderní metody pěstování kukuřice</i>	20
2.3 OSEVNÍ PLOCHY A VÝNOSY KUKUŘICE V ČR.....	22
2.4 PLEVELE.....	25
2.4.1 <i>Význam plevelů</i>	25
2.4.2 <i>Plevelné a zaplevelující rostliny</i>	26
2.4.3 <i>Rozdělení plevelů</i>	27
2.4.4 <i>Rozmnožování a šíření plevelů</i>	27
2.4.5 <i>Regulace plevelů</i>	27
2.4.6 <i>Plevelé a jejich regulace v kukuřici</i>	29
3. CÍL PRÁCE	33
4. METODIKA	34
4.1 MATERIÁL.....	34
4.1.1 <i>Charakteristika pokusného stanoviště</i>	34
4.1.2 <i>Charakteristika hybridu kukuřice</i>	35
4.1.3 <i>Charakteristika použitých herbicidů</i>	36
4.2 METODY.....	37
4.2.1 <i>Založení polního pokusu</i>	37

4.2.2	<i>Statistické vyhodnocení</i>	39
4.2.3	<i>Průběh pokusu</i>	39
5.	VÝSLEDKY	40
5.1	ZÍSKANÁ DATA.....	40
5.1.1	<i>Zjištěné spektrum plevelů</i>	40
5.1.2	<i>Předpokládaná účinnost použitých herbicidů</i>	41
5.2	VÝSLEDEK POLNÍHO POKUSU A VÝBĚR DAT	42
5.2.1	<i>Zjištěná četnost výskytu plevelů v jednotlivých čtvercích</i>	42
5.2.2	<i>Výběr plevelů pro hodnocení účinnosti herbicidů</i>	44
5.3	VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI HERBICIDŮ NA VYBRANÉ PLEVELE	45
5.3.1	<i>Violka rolní (Viola arvensis)</i>	45
5.3.2	<i>Truskavec ptačí (Polygonum aviculare)</i>	48
5.3.3	<i>Hluchavka nachová (Lamium purpureum)</i>	51
5.3.4	<i>Rozrazil perský (Veronica persica)</i>	54
5.4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ ÚČINNOSTI HERBICIDŮ	57
6.	DISKUSE	58
7.	ZÁVĚR	63
8.	SEZNAMY	65
8.1	SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY.....	65
8.2	SEZNAM VLOŽENÝCH GRAFŮ.....	71
8.3	SEZNAM VLOŽENÝCH TABULEK.....	72
8.4	SEZNAM VLOŽENÝCH OBRÁZKŮ	73
8.5	SEZNAM FOTOGRAFIÍ V PŘÍLOZE.....	73
8.6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	75
9.	FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA	76

1. Úvod

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) je jednou z pěti nejpěstovanějších kulturních rostlin na světě. Vyznačuje se mnohostranným využitím – nejen jako obilovina pěstovaná na zrno, ale i jako významné krmivo i průmyslová surovina.

Díky moderním šlechtitelským metodám nabízí současný sortiment celou řadu odrůd a zejména hybridů pro její pěstování na nejrůznějších typech stanovišť a její rozšíření do oblastí, kde pěstování původních odrůd bylo problematické a s nejistým výsledkem. V poslední době se stávají velmi významnými hybridy kukuřice odolné suchu, které v současné nepříznivé klimatické situaci umožňují zajistit krmivovou základnu pro zemědělskou výrobu. Tradiční zdroje píce, kterými jsou louky a pastviny trpí výrazným přísuškem a jejich produktivita prudce klesá.

I když je kukuřice řazena mezi obiloviny, její agrotechnika odpovídá okopaninám. Zejména při klasickém širokořádkovém pěstování se mohou v počáteční fázi projevit některé nepříznivé faktory stanoviště, např. eroze půdy, nerovnoměrné zásobení půdní vláhou a živinami apod.

Široký spon a habitat kukuřice přináší zejména v počáteční fázi slabou konkurenční schopnost proti plevelům. Podle (Lacko-Bartošová a kol., 2005) je reakce kukuřice nejcitlivější na plevelné rostliny ve fázích mezi 2.–10. listem. Zaplevelení porostu kukuřice zpomaluje vývoj a následně může být ovlivněn výnos o 20–40 %. Hlavní regulace plevelů se přenáší do vegetační doby kukuřice, ta je obecně velmi tolerantní k používání herbicidů a ty se hojně využívají (Dvořák a kol., 2003).

Druhové spektrum plevelů je závislé na zásobě semen plevelů na daném pozemku. Důležitou roli hrají i okolní stanoviště, která mohou být zdrojem šíření plevelů. O tom, jaké plevele v daném roce skutečně vyklíčí, rozhoduje řada faktorů (životnost a dormance semen, působení povětrnostních podmínek – teplota, vlhkost půdy apod.). Mezi dominantní plevele v kukuřici patří především zástupci skupiny pozdně jarních plevelů – merlíky (*Chenopodium* sp.), laskavce (*Amaranthus* sp.), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), pětour maloúborný (*Galinsoga parviflora*). Kromě těchto plevelných druhů se na pozemcích můžeme setkat s některými časně jarními plevelnými druhy – hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), rozrazil (*Veronica* sp.), knotovka noční (*Silene noctiflora*), drchnička rolní (*Anagallis arvensis*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) či jinými pozdně jarními druhy

mračňák Theofrastův (*Abutilon theophrasti*), lilek černý (*Solanum nigrum*) či blín černý (*Hyoscyamus niger*). Významnou skupinou jsou také vytrvalé plevele s ohniskovým výskytem, mezi něž patří například pýr plazivý (*Elytrigia repens*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) (Smutný, 2012).

Trendu snižování výskytu plevelů, lze dosáhnout pouze při dodržování všech prvků systémů regulace plevelů. Nejdůležitější je dodržovat zásady správného střídání plodin, kvalitu agrotechniky a zpracování půdy, kvalitu přípravy půdy a setí, správné hnojení i ochranu proti chorobám a škůdcům. Je nutné střídat herbicidy s různými účinnými látkami, aby se zabránilo selekci plevelných druhů. při aplikaci herbicidů je nutné minimalizovat riziko jejich neúspěšného použití (Mikulka, 2019).

2. Literární přehled

2.1 Historie, význam a charakteristika kukuřice seté (*Zea mays* L.)

2.1.1 Historie a rozšíření kukuřice

Kukuřice pochází z oblastí střední a jižní Ameriky. Většina autorů zastává názor, že k domestikaci kukuřice došlo cca před 10 000 lety v oblasti dnešního Mexika. Významnými pěstiteli kukuřice byli původní civilizace, zejména Mayové a Inkové. Do Evropy byla kukuřice dovezena Kryštofem Kolumbem. Obdobně jako jiné dovezené rostliny (např. brambory) byla zpočátku pěstována v zahradách.

Díky své variabilitě, ekologické přizpůsobivosti a zejména vysoké produktivitě a rozmanitosti využití se kukuřice šířila v zemích starého kontinentu velmi rychle a na velké vzdálenosti jako žádná jiná plodina, přestože v Evropě byly jejím velkým konkurentem brambory, v ostatních světadílech dobře adaptované obiloviny a luskoviny, v Asii zejména rýže a sója (Zdroj 1).

2.1.2 Historie pěstování kukuřice v ČR

K rozšíření kukuřice na naše území došlo po r. 1908. V roce 1920 se začaly objevovat první reklamy na siláže. Kukuřice na zrno se pěstuje zejména v řepářských oblastech převážně na jihu Moravy a Slovenska.

Již tehdy byla považována za cennou mnohostrannou plodinu. Dodnes je využívána jako silážní plodina na přímý konzum nebo konzervování nezralých palic. Na zelenou píce se už moc nepěstuje. Vysoce hodnotným jadrným krmivem je bezpochyby zrno. Výbornou plodinou byla i pro chemický průmysl, který vyráběl z kukuřičného zrna škrob, líh, cukr, olej a jiné výrobky. Ve světě byla kukuřice řazená hned na druhou příčku, přímo za pšenici (Kůrka, 2015).

2.1.3 Botanické rozdělení

Kukuřice (*Zea mays* L.) je zařazena jako rostlina jednoletá různopohlavní, jednodomá, cizosprašná. Květy jsou uspořádány do oddělených květenství – palice a laty. Patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovité (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Mayedae*). Většina skupin se dělí na nižší botanické jednotky podle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy

pluch na větenech palice a označuje se jako variety. Z hlediska botanické systematiky se kukuřice dále třídí na nižší taxonomické jednotky: šlechtěné a krajové odrůdy (kultivary), hybridy (dvouliniové – Sc, tříliniové – Tc a – Dc), dále samoopylované linie a různé typy populací. Hybridy, méně již kultivary a populace, se využívají k pěstování (Zimolka, 2008).

2.1.4 Fenologické fáze růstu a nároky na prostředí

Růstové fáze plodin jsou základem k rozhodování o realizaci technologických opatření při jejich pěstování. Stupnice fenologických fází se používají pro stanovení přesných termínů aplikace hnojiv a postřiků k ochraně rostlin.

Tabulka 1: Fenologické fáze kukuřice podle stupnice BBCH (Zdroj 2)

Základní růstová fáze		Sekundární růstová fáze	
<i>Kód</i>	<i>Název</i>	<i>Kód</i>	<i>Popis</i>
0	Klíčení	00	Suché semeno
0	Klíčení	01	Bobtnání – začátek
0	Klíčení	03	Bobtnání – konec
0	Klíčení	05	Ze semene vyráží klíčící kořínek
0	Klíčení	06	Koleoptile vystupuje ze semene
0	Klíčení	09	Vzcházení – koleoptile proráží půdní povrch
1	Vývoj listů	10	1. pravý list vystupuje z koleoptile
1	Vývoj listů	11	1. pravý list vyvinutý
1	Vývoj listů	12	2. pravý list vyvinutý
1	Vývoj listů	13	3. pravý list vyvinutý
1	Vývoj listů	14	4. pravý list vyvinutý
1	Vývoj listů	15	5. pravý list vyvinutý
1	Vývoj listů	19	6-9 a více listů vyvinuto
3	Prodlužovací růst	30	Počátek prodlužovacího růstu
3	Prodlužovací růst	31	1. kolénko viditelné
3	Prodlužovací růst	32	2. kolénko viditelné
3	Prodlužovací růst	33	3. kolénko viditelné
3	Prodlužovací růst	34	4. kolénko viditelné
3	Prodlužovací růst	39	9 a více kolének viditelných
5	Vývoj květenství	51	Počátek metání lat – lata v pochvě znatelná
5	Vývoj květenství	53	Špička laty viditelná
5	Vývoj květenství	55	Plné metání – střední větve laty se rozvíjejí
5	Vývoj květenství	59	Konec metání – celá lata uvolněna
6	Kvetení	61	Samčí květenství – počátek květu, viditelné tyčinky, objevují se špičky palic

<i>Základní růstová fáze</i>		<i>Sekundární růstová fáze</i>	
<i>Kód</i>	<i>Název</i>	<i>Kód</i>	<i>Popis</i>
6	Kvetení	63	Samčí květenství – začátek uvolňování pylu, viditelné špičky blizen
6	Kvetení	65	Samčí květenství – plný květ, horní a dolní větve lat kvetou, blizny vyvinuty
6	Kvetení	67	Samčí květenství-květ ukončen, vlákna blizen začínají zasychat
6	Kvetení	69	Konec květu, blizny zcela suché
7	Vývoj plodů	71	Počátek vývoje zrna, zrna znatelná, vodnatá (cca 16 % sušiny)
7	Vývoj plodů	73	Časná mléčná zralost
7	Vývoj plodů	75	Mléčná zralost, zrna ve středu palic žlutobílá (cca 40 % sušiny)
7	Vývoj plodů	79	Dosažení specifické velikosti zrna
8	Zrání	83	Raně těstovitá zralost, zrna měkká (cca 45 % sušiny)
8	Zrání	85	Těstovitá (silážní) zralost, zrna žlutavá až žlutá (cca 55 % sušiny)
8	Zrání	87	Fyziologická zralost-černý bod na základu zrna (cca 60 % sušiny)
8	Zrání	89	Plná zralost-zrna tvrdá a lesklá (cca 65 % sušiny)
9	Odumírání	97	Rostlina odumírá
9	Odumírání	99	Sklizený produkt

V důsledku velké variability můžeme kukuřici pěstovat i ve velmi rozdílných klimatických a půdních podmínkách. Velký vliv na pěstování kukuřice mají povětrnostní podmínky a jejich vliv se uplatňuje již před setím. Dlouhé zimní období nebo jarní deště mohou zpozdit přípravu půdy a oddálit termín setí kukuřice a tím zkrátit vegetační období. Aby bylo vegetační období využito co nejvíce, je potřeba se setím začít co nejdříve, již při teplotě půdy 8-10 °C. Studené a vlhké počasí zvyšuje při klíčení výskyt chorob, ale snižuje možnost poškození hmyzem. Příliš časně setí vede k velké mezerovitosti porostu. V období vegetativního růstu je teplota často důležitější než srážky. Při poklesu teploty pod 10 °C rostliny zežloutnou a zastavují růst (Špaldon, 1982).

2.1.5 Šlechtění kukuřice

Šlechtění kukuřice je založeno na využití heterozního efektu pomocí kontrolovaného křížení vybraných rodičovských komponent a produkci hybridního osiva. U kukuřice se jako rodičovské komponenty obvykle používají inbrední linie, tzn. linie vzniklé opakovaným samosprášením vybraných rostlin. Vhodnou kombinací rodičovských komponent je možné získat hybridní odrůdy s vysokým výnosovým potenciálem a vyšší rezistencí k chorobám.

Jednoduché dvouliniové hybridy (Sc – single cross) představují první generaci vzniklou křížením dvou inbredních linií. Tříliniové hybridy (Tc – three-way cross) jsou vytvářeny postupným křížením tří různých inbredních linií, vlastní hybridní osivo je produkováno křížením jednoduchého hybridu s třetí linií. Tyto hybridy mohou být fenotypově variabilnější. Dvojité (čtyřliniové) hybridy (Dc – double cross) vznikají postupným křížením čtyř odlišných inbredních linií, osivo finálního hybridu je získáno křížením dvou jednoduchých hybridů. V porovnání s předchozími typy jsou Dc hybridy vzhledově méně vyrovnané a vykazují nižší heterozii, zároveň jsou adaptabilnější a vykazují vyšší výnosovou stabilitu.

U kukuřice se také používají tzv. modifikované hybridy, u kterých je jeden nebo více rodičů vytvořeno křížením dvou linií odvozených od stejného původu, tzv. sesterských linií. V praxi se běžně používají modifikované jednoduché hybridy (MSc) a modifikované tříliniové hybridy (MTc) (Zimolka, 2008).

Každý hybrid je charakterizován číslem FAO – číslem ranosti. FAO je orientační ukazatel, který charakterizuje hybrid a délku jeho vegetace s tím, že 10 čísel FAO činí rozdíl v délce jeho vegetační doby 1–2 dny, nebo 1–1,5 % obsahu sušiny zrna.

Tabulka 2: Rozdělení hybridů podle FAO (Klestil, 1978)

FAO	Ranost hybridu	Suma teplot °C
150–200	Velmi rané	1700–1950
200–240	Rané	1950–2200
240–290	Polorané	2200–2500
290–350	Polopozdní	2500–2800
350–450	Velmi pozdní	2800–3150

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský registruje v databázi odrůd (Státní odrůdové knize) ke dni 3. 1. 2020 celkem 655 odrůd kukuřice (Zdroj 3).

Geneticky modifikované odrůdy: Kukuřice MON810 je stále jediná GM plodina povolená k pěstování v Evropské unii. Ve větším měřítku se pěstuje pouze ve Španělsku, kde představuje asi čtvrtinu celkové rozlohy kukuřice. Obdobně jako v ČR jsou menší plochy v Portugalsku a Rumunsku. Několik členských států EU, mj. i Francie a Německo, vyhlásilo na svém území zákaz pěstování GM plodin. Kukuřice MON810 díky genetické modifikaci produkuje Bt toxin, který selektivně zabíjí housenky škůdce zavíječe kukuřičného.

Tabulka 3: Vývoj ploch a počtu pěstitelů GM kukuřice v ČR (Zdroj 4)

Rok	Plocha (ha)	Počet pěstitelů
2005	150	51
2006	1 290	82
2007	5 000	126
2008	8 380	167
2009	6 480	121
2010	4 680	82
2011	5 090	64
2012	3 050	41
2013	2 560	31
2014	1 754	18
2015	997	11
2016	75	1
2017	0	0
2018	0	0

2.2 Základní agrotechnika kukuřice

2.2.1 Osevní postup

Osevní postup s účelným střídáním plodin i přes různá období kritiky zůstává stále jedním z hlavních agrotechnických opatření, kterými využíváme schopnosti některých druhů kulturních rostlin příznivě působit na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy (Stach, 1995).

Kukuřice je sice z botanického hlediska řazena mezi obiloviny, ale způsobem pěstování a hnojení se v osevních postupech zařazuje mezi okopaniny. Nejvhodnějšími předplodinami kukuřice jsou luskoviny a jeteloviny, které obohacují

půdu o dusík a zanechávají v ní velmi kvalitní posklizňové zbytky. Při současné struktuře plodin však přichází v úvahu zařazování kukuřice po jetelovinách, luskovinách a okopaninách spíše ve výjimečných případech. Proto je kukuřice nejčastěji zařazována mezi dvě obiloviny jako zlepšující plodina (Zimolka, 2008).

Kukuřice je sama za sebou velmi snášenlivá. Jsou známy případy dlouhodobého pěstování kukuřice po sobě v polních pokusech i v zemědělské praxi v různých oblastech světa při vysoké úrovni. Přesto se nedoporučuje ani na velmi úrodných půdách pěstovat kukuřici po sobě více než 5–6 let. S ohledem na aplikaci herbicidů a omezení jejich reziduálních účinků je výhodný dvouletý sled kukuřice (Stach, 1995).

2.2.2 Předset'ová příprava a setí

Pro kukuřici je v současné době na výběr klasická technologie, což je orba s předset'ovou přípravou půdy, bezorebná technologie (kypření), páskové zpracování půdy (strip till) nebo přímé setí do nezpracované půdy. Uvedené technologie mají za úkol přípravu set'ového lůžka a vytvoření optimálních podmínek pro klíčení rostlin (Švec, 2016).

Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality kukuřice bez ohledu na směr využití. Pokud se nepodaří dosáhnout optimálního počtu jedinců na jednotce plochy pro dané stanoviště, hybrid i užitkový směr, je negativně ovlivněna výše i kvalita výnosu. Termín výsevu kukuřice je v České republice velmi široký. V každém podniku musí být zvolen tak, aby co nejlépe využíval vhodnou dobu vegetačního období. Standardní hranice začátku setí kukuřice je dána teplotou půdy v místě uložení kukuřičného semene. Pro rychlé klíčení semene je optimální teplota 8–10 °C. Tomu odpovídá termín setí od poloviny dubna do 10. května. Důsledky brzkého setí za chladného počasí jsou zpomalené klíčení rostlin, pomalé vzcházení, zpomalení růstu kořenů, snížená schopnost přijímat živiny. Na druhé straně pozdní setí po 10. květnu přináší zpravidla snížení výnosu minimálně o 15 %. Přitom je tím také výrazně oddálena sklizeň a není optimálně využita vegetační doba kukuřice.

Doporučená hustota porostu zpravidla klesá s délkou vegetační doby hybridu. Rovněž je třeba hustotu porostu výrazně snížit při pěstování kukuřice na nevhodných stanovištích. Při stanovení výsevku je dobré zvýšit doporučený počet semen

o asi 10 %, aby byla eliminována nižší polní vzcházivost a úbytek rostlin během vegetace. V ČR se doporučená hustota porostů pohybuje v rozmezí 7–11 rostlin.m⁻².

Tabulka 4: Doporučená hustota kukuřice podle ranosti hybridů

Skupina ranosti (FAO)	Počet rostlin na 1 m ²	
	Vhodné podmínky	Méně vhodné podmínky*
do 220	10–11	7–9
230–250	9–10	6–8
260–290	8–9	6–7
300 a více	8	6–7

Poznámka: *suché, vyšší a větrné polohy, chladné půdy, pozdní výsev

Hloubka setí je volena v závislosti na půdních podmínkách, kalibraci osiva a termínu setí. Musí být stanovena tak, aby osivo bylo uloženo do vlhké půdy a zároveň byla zabezpečena přirozená kapilarita vody v půdě. Při optimálních podmínkách (teplota půdy 8–10 °C) se hloubka setí určuje podle vzorce:

$$\text{hloubka setí} = \text{HTS semene} \cdot 2/100$$

Při raném setí se do vzorce dosadí koeficient 1,5. Pak zpravidla vychází hloubka setí 3–4 cm (v půdě je obvykle dostatek vody). Nejčastěji volí farmáři hloubku setí 5–6 cm. Hlubší setí (7–8 cm) tzv. na vláhu je doporučeno zejména v suchých letech (Renč, 2015).

Dnešní technologie u kukuřice všech užitkových směrů, při přesném setí, chemických vstupech a současných hybridech hlavních kovariant většinou nepředpokládají další pracovní operace během vegetace.

2.2.3 Ochrana porostu před chorobami a škůdci

Z chorob, které způsobují mykoplazmata, je nejdůležitější pruhovitost kukuřice, přenášená implantací napadených pletiv nebo cikádním ostruhovníkem průsvitným (*Javesella pellucida*). V teplejších oblastech je rozšířená rez kukuřičná (*Puccinia sorghi* Schw.). Ve všech oblastech pěstování kukuřice se vyskytuje sněť kukuřičná (*Ustilago maydis* (DC) Corda). Napadá všechny nadzemní orgány. Pouze generativní orgány napadá prašná sněť kukuřičná (*Sorosporium holci-sorghii* (Riv.) Mosz.). Helminthosporiíza kukuřice se vyskytuje v teplejších oblastech. Způsobuje jí houba *Helminthosporium turcicum* Pass. Kromě uvedených hub se řidčeji vyskytuje *Gibberella saubineti* (Mont.) Sacc., *Gibberella fujikoroii* Edw., které způsobují odumírání mladých rostlinek, hnilobu zrn a stébel. Podobná onemocnění způsobuje

i houba *Diplodia zeae* (Schw.) Lev., která se projevuje práchnivěním palic a stébel a odumíráním mladých rostlin. Ze škůdců se na kukuřici vyskytují zejména trásněnka travní (*Chirothrips menicatus* Hal.), brvnatka travní (*Sipha maydis* Pass.), larvy kovaříků *Elateridae* – drátovci, zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hübn.), osenice polní (*Scotia segetum* Den. et Schiff.), bzunka ječná (*Oscinella frit* L.), květílka všežravá (*Phorbia platura* Meig.) (Špaldon, 1982).

Podle Zimolky (2008) se ochrana kukuřice zaměřuje mimo chemického hubení plevelů (viz dále, samostatná kapitola) na:

- moření osiva proti chorobám a půdním škůdcům v období vzházení
- insekticidní ošetření proti škůdcům vzešlých rostlin
- chemickou nebo biologickou likvidaci zavíječe kukuřičného (případně dalších škůdců)
- šlechtění s využitím biotechnologií k získávání hybridů odolných vůči chorobám a škůdcům

V posledních letech dochází rovněž k navyšování škod způsobených volně žijící zvěří, zejména pak černou a spárkatou. Škody způsobené černou zvěří na kukuřičných porostech jsou v posledních letech velmi rozsáhlé a ze všech pěstovaných kulturních plodin právě na kukuřici největší. Pro černou zvěř je monokultura kukuřice zcela přirozený úkryt. Na jaře z rozsáhlých lesních ploch černá zvěř migruje do obilovin, pak se přemísťuje do ozimých řepok a v době sklizně řepok se stěhuje do porostů s kukuřicí. Celé tlupy černé zvěře v kukuřičných porostech vylamují palice, ale také mnoho rostlin poškodí uválením a sešlapáním (Kopecký, 2006).

2.2.4 Hnojení kukuřice

Kukuřice vykazuje v porovnání s jinými zemědělskými plodinami určité rozdíly v reakci na pěstování a výživu. Je to způsobeno tím, že je rostlinou typu C4 na rozdíl od většiny zemědělských plodin s cyklem C3. Tato metabolická odlišnost ji řadí mezi rostliny s vyššími nároky nejen na teplotu vzduchu, ale i půdy a současně vytváří předpoklad pro efektivní využití přijatých živin na tvorbu výnosu. Kukuřice, a to hlavně pozdnější hybridy nebo odrůdy, vytváří mohutný kořenový systém, což jí umožňuje dobře využívat živiny z hlubších půdních vrstev.

Počátek vegetace je u kukuřice charakterizován velmi malým růstem a také nízkým odběrem živin. První měsíc svého růstu kukuřice odčerpá z hektaru 3,3–5,6 kg N, kdežto před mléčnou zralostí toto množství dusíku přijme za jeden den. Při výšce porostu 40-50 cm a hmotnosti jedné rostliny kolem 50 g (v sušině) kukuřice odčerpá 132 kg N, 15,4 kg P, 184 kg K, 17,6 kg Ca a 10,1 kg Mg. Před objevením laty přijme až 75 % všech živin. V těchto vývojových fázích má kukuřice vedle velkých požadavků na dusík ještě větší nároky na draslík. U draslíku dochází k vrcholu jeho příjmu ve fázi voskové zralosti, pak následuje částečný pokles doprovázený exkrecí draslíku přes kořenový systém do půdy. U silážní kukuřice k tomuto jevu nedochází, protože ji sklízíme ve voskově-mléčné zralosti.

Z hlediska agrotechniky vykazuje kukuřice všechny vlastnosti okopaniny, a proto se k ní doporučuje pravidelně hnojit organickými hnojivy. Z organických hnojiv je nejčastěji používán chlévský hnůj. Kukuřici řadíme mezi plodiny, které velmi pozitivně reagují na hnojení kejdou nebo močůvkou. Zvláště výhodné je hnojení kejdou prasat a skotu. Z provozního hlediska je výhodné, že hnojení kejdou ke kukuřici můžeme uskutečnit v létě na strniště (obilní předplodiny), na podzim na ošetřenou půdu (podmítkou, hlubokou orbou) nebo na jaře (zapravení kombinátory) (Richter, 2005).

2.2.5 Sklizeň

Kukuřici lze sklízet buď na zrno nebo na siláž pro krmení zvířat či jako substrát do bioplynových stanic. Technologie sklizně se pak od sebe zásadně liší.

Kukuřice na zrno se u nás využívá převážně ke krmení hospodářských zvířat a pro lidskou výživu. V případě sklizně zrna pro skot nebo prasata se mohou využívat technologie sklizně vlhkého zrna, šrotovaného či mačkaného, anebo se zrno dosušuje na 14% obsah vlhkosti stejně jako zrno pro potravinářské účely. Zásadním požadavkem je v tom případě co nejnižší sklizňová vlhkost, takže se kukuřice na zrno sklízí na konci vegetačního období ve fázi fyziologické zralosti.

Technologie sklizně silážní kukuřice pro skot a pro produkci bioplynu se navzájem zásadně neliší. Odlišná jsou ale kritéria pro výběr hybridů a v případě odděleného skladování siláží také délka řezanky. U silážní kukuřice se sklízí téměř veškerá nadzemní biomasa sklízecími řezačkami. Optimální termín sklizně závisí

na obsahu sušiny v celé rostlině, která by měla být v rozmezí 30–35 %. Jak předčasná, tak opožděná sklizeň mají negativní důsledky pro výnos, kvalitu a fermentovatelnost výsledné kukuřičné siláže. Velký význam zde sehrává tzv. délka sklizňového okna. Proto má optimální termín sklizně velký vliv na úspěch při pěstování silážní kukuřice. Sledování sumy efektivních teplot pomáhá nalézt optimální termín sklizně kukuřice na siláž v předstihu, a tak dosáhnout optimálních výnosů a kvality (Doležal a kol., 2008).

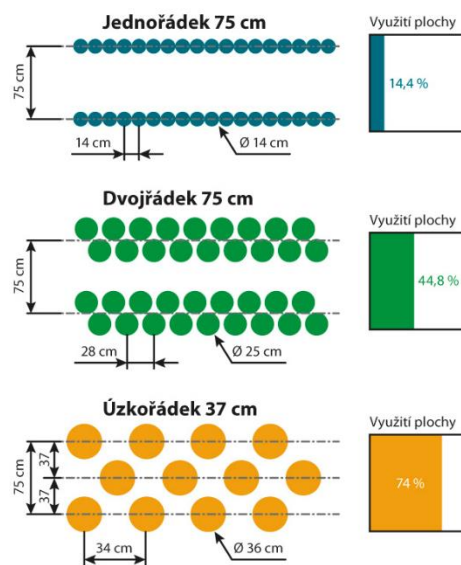
2.2.6 Moderní metody pěstování kukuřice

U kukuřice se v posledních letech začínají prosazovat minimalizační technologie. Při jejich používání dochází k mělkému nebo středně hlubokému zpracování, případně se půda zpracovává pouze v pásech pro výsev (strip tillage).

Kukuřici řadíme mezi rizikové plodiny, které nemůžeme pěstovat klasickou technologií na půdách silně erozně ohrožených (SEO). Na mírně erozně ohrožených půdách (MEO), je nutné použít nějakou z půdoochranných technologií. Problematika eroze je zakotvena i v legislativě, konkrétně ve Standardech EU DZES (Dobrá zemědělský a environmentální stav). Technologie strip tillage zpracovává půdu v pásech, přičemž nesmí být zpracováno více než 25 % plochy pozemku a šíře zpracovaných pásů nesmí přesáhnout 25 cm. Tato technologie má význam v tom, že kombinuje technologii bez zpracování půdy s technologií plného zpracování půdy. V porovnání s klasickou technologií zpracování půdy šetří pracovní čas, spotřebu pohonných hmot, chrání půdu a je šetrný k životnímu prostředí. Pokud je v půdě dostatek organické hmoty, zvyšuje se půdní úrodnost, vododržnost a zásobenost půdy živinami. Při použití technologie strip tillage se udrží v půdě více uhlíku oproti technologii s orbou nebo kypřičem. Další výhodou je odbourání obsevů. Pokud použijeme půdoochrannou technologii, tak není nutné obsévat. Tyto obsevy nabourávaly osevní postupy a snižovaly plochy pěstované kukuřice. Dále přítomnost rostlinných zbytků snižuje ztráty vody evaporací. Snížení této ztráty může být rozhodující, pokud v letním období dojde k delšímu období sucha (Tomášek, 2018). Další půdoochrannou technologií může být úzkořádkové setí kukuřice. V současné době je v podmínkách ČR kukuřice pěstována jako tzv. širokořádková plodina s meziřádkovou vzdáleností 70 nebo 75 cm. Zúžení meziřádkové vzdálenosti umožňuje navýšit počet rostlin na ploše, aniž by docházelo ke konkurenci mezi

rostlinami. Takového rozmístění rostlin lze docílit s využitím alternativních technologií, jako je pěstování kukuřice v úzkých řádcích (37,5 cm) či ve dvouřádcích (tzv. twin-row systém, kdy meziřádková vzdálenost jednotlivých řádků je obvykle 20 cm a vzdálenost mezi středy dvouřádků je 50 cm). Na schématu (Obrázek 1) je znázorněna plocha půdy využitelná rostlinami při jednotlivých technologiích, s čímž souvisí i využitelnost vody a živin, ale i slunečního záření, což jsou faktory, které výsledně ovlivňují produkci biomasy (Smutný, 2017).

Obrázek 1: Schéma metod výsevu kukuřice (Smutný, 2017)



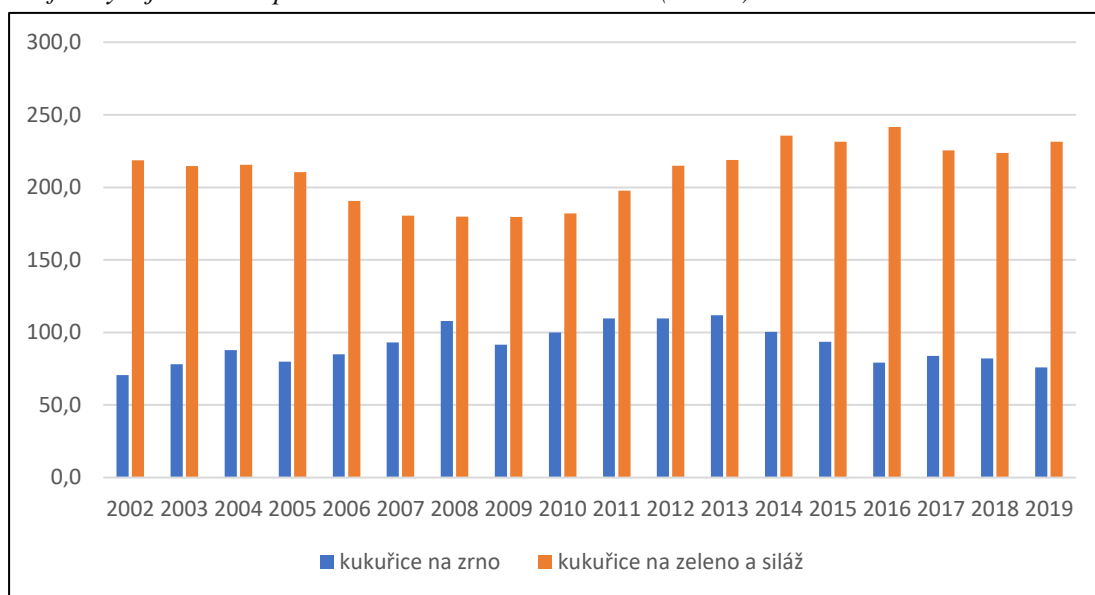
Výsledky pokusů neprokázaly navýšení výnosu kukuřice na siláž u úzkořádkové technologie oproti klasické širokořádkové technologii, přesto lze úzkořádkovou technologii využít v podmínkách erozně ohrožených pozemků. Praxe potvrzuje, že technologie setí do úzkých řádků je v případě mírně svažitéch pozemků nejekonomičtější variantou založení porostu kukuřice. Jakákoliv další technologie nebo jejich kombinace, které jsou v materiálu DZES schváleny, je ekonomicky a organizačně podstatně náročnější (Smutný, 2017).

2.3 Osevní plochy a výnosy kukuřice v ČR

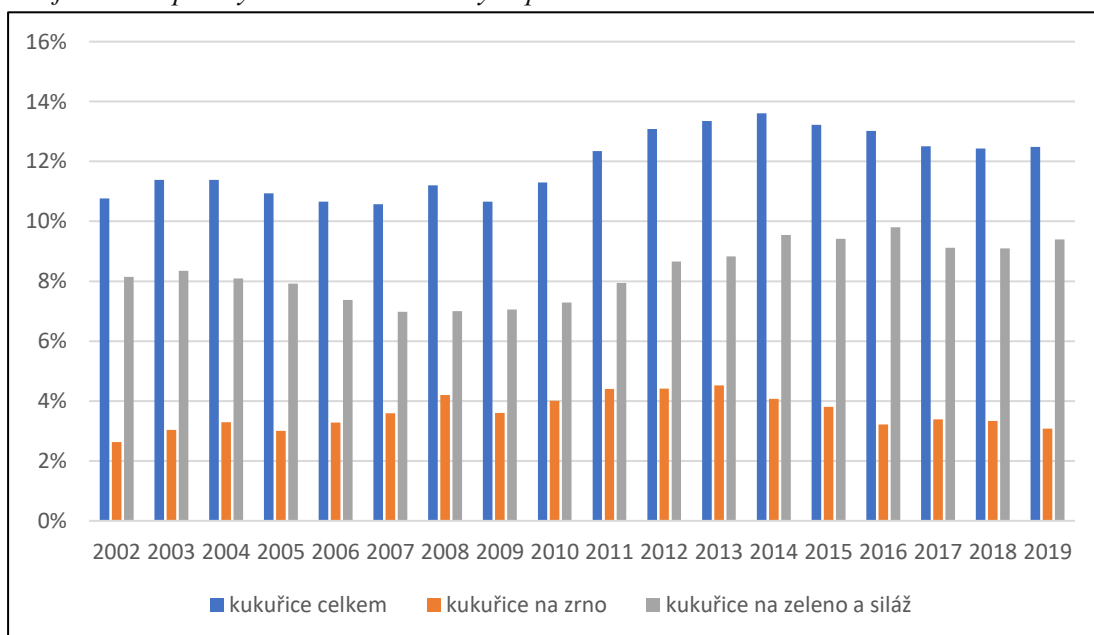
Největšími pěstiteli kukuřice jsou ve světě Spojené státy americké, Čína a Brazílie, v Evropě mezi významné producenty patří Francie, Rumunsko, Itálie a Maďarsko. Spojené státy jsou zodpovědné za 36 % celkové produkce. Druhé místo ovládá Čína s 21 % a na třetí pozici je s 8 % Brazílie (Treuová, 2017).

V České republice je kukuřice pěstována v průměru na 11-13 % osevních ploch. 8-10 % připadá na plochy kukuřice na zeleno a na siláž, zbytek na plochy kukuřice na zrno (Zdroj 5, viz Graf 1 a Graf 2).

Graf 1: Vývoj osevních ploch kukuřice v ČR 2002–2019 (tis. ha)

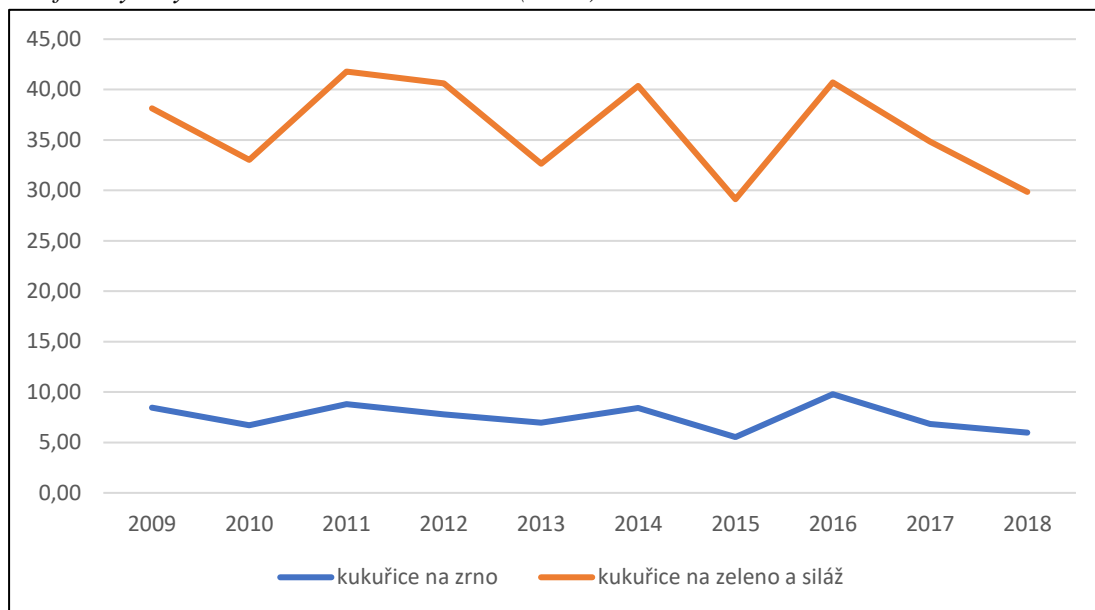


Graf 2: Podíl plochy kukuřice na celkových plochách v ČR 2002-2019

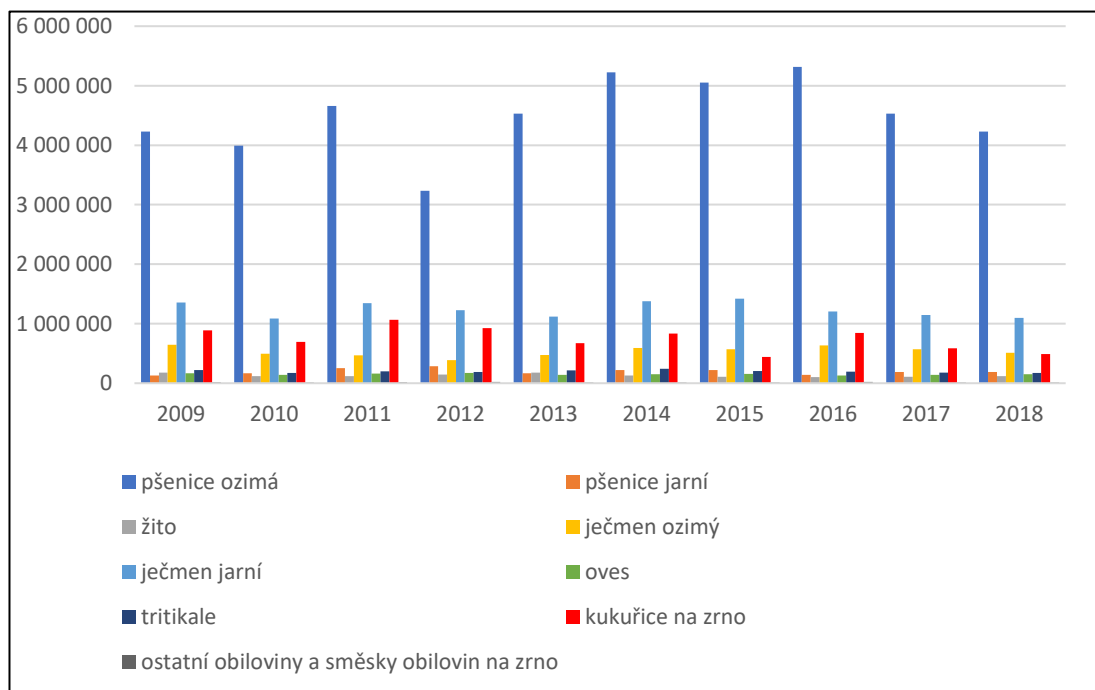


Průměrný výnos kukuřice na zrno dosáhl v posledních 10 letech 7,53 t.ha⁻¹, průměrný výnos kukuřice na zeleno a na siláž 36,11 t.ha⁻¹. Z grafu 3 je patrný prudký pokles produkce v roce 2015 zapříčiněný mimořádným suchem. Vliv sucha se negativně projevuje i v následujícím období.

Graf 3: Výnosy kukuřice v ČR 2009 - 2018 (t.ha⁻¹)



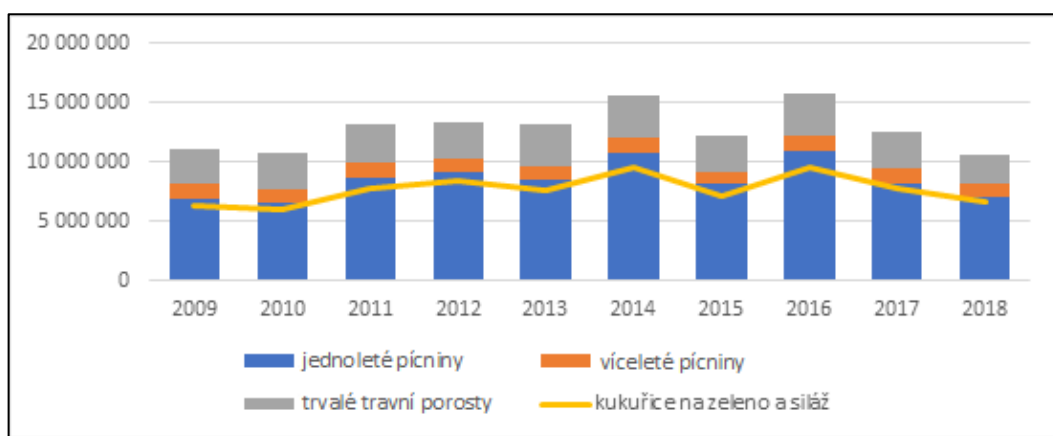
Graf 4: Celková produkce jednotlivých obilovin v ČR 2009-2018 (t)



V celkové produkci obilovin v ČR (Graf 4) stále dominuje pšenice ozimá s průměrnou roční produkcí ve sledovaném období ve výši 4 499 781 t, následuje jarní ječmen s produkcí 1 237 826 t. Kukuřice na zrno je v pořadí třetí s produkcí 744 740 t.

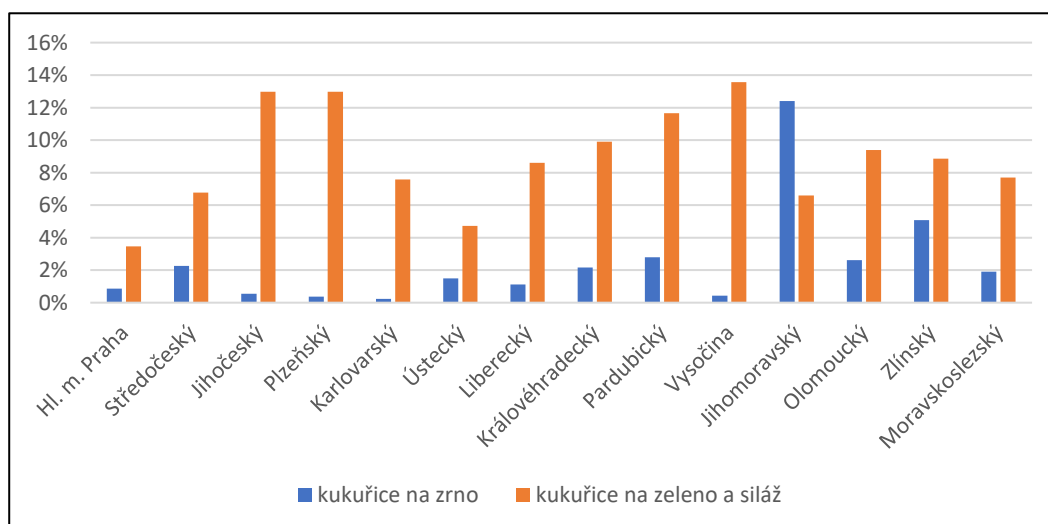
Zcela jiná situace je v produkci píce (Graf 5). V období 2009-2018 byla průměrná roční produkce všech píce 12 806 528 t. Z tohoto objemu připadá 9 651 094 t na produkci jednoletých a víceletých píce na orné půdě a 3 155 434 t na trvalé travní porosty. Kukuřice na senáž a na zeleno s průměrnou roční produkcí 7 670 098 t tak zajišťuje 60 % všech píce a 79 % produkce píce na orné půdě.

Graf 5: Produkce píce v ČR 2009-2018 a porovnání s produkcí kukuřice (t)



V porovnání krajů (Graf 6) pochopitelně dominuje v pěstování kukuřice na zrno Jihomoravský kraj, kde je tato kultura vyseta na 12 % osevní plochy (315 095 ha). Největší podíl ploch kukuřice na siláž a zeleno je pak v krajích Jihočeském, Plzeňském a na Vysočině.

Graf 6: Podíl plochy kukuřice na celkové osevní ploše v jednotlivých krajích 2019



2.4 Plevelle

Z historických pramenů je známo, že již od počátku pěstování polních plodin byly plevelné rostliny stálými průvodci rostlin kulturních, neboť na společném stanovišti výrazněji uplatňovaly své biologické vlastnosti. Proto již první člověk – pěstitel ve snaze zachovat existenci své rodiny musel účinně chránit vlastní skromnou produkci rostlin před nežádoucí invazí odolnějších a vitálnějších plevelných druhů, jejichž rozmnožovací orgány byly zastoupeny v půdě spolu s osivem rostlin kulturních. Tak vlastně ochrana („boj“) proti nežádoucím plevelům se stala již od pradávna v rozvíjející se rostlinné výrobě jedním ze základních technologických opatření (Hron a kol., 1986).

2.4.1 Význam plevelů

Plevelné rostliny s výjimkou poloparazitických a parazitických druhů, plodiny nepoškozují přímo. Přesto patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele v ČR. Celkem je na regulaci plevelů vynakládáno více než 72 % všech nákladů v ochraně rostlin. Jejich škodlivost lze rozdělit do dvou hlavních oblastí – škodlivost přímá a škodlivost nepřímá (Hron a kol., 1986).

- a) přímá škodlivost spočívá v jejich konkurenční schopnosti. Nejnebezpečnější, a tedy i nejškodlivější plevelné druhy mají mohutný kořenový systém, díky kterému z půdy lépe odčerpávají živiny a vodu. Některé druhy mají schopnost vzdorovat mrazu, zamokření a jsou schopny reprodukce i za podmínek nedostatku vláhy a živin. Často díky rychlému klíčení a rychlému počátečnímu růstu, výškou a aktivitou fotosyntézy a podobnými vlastnostmi se konkurenčně silné druhy rychle množí a rozšiřují. Nezanedbatelným faktorem jejich škodlivosti je i snížení úrodnosti půdy odčerpáním živin a půdní vláhy. Zároveň mohou polní plevelle snížit kvalitu pěstovaného produktu. U zrnin např. zelené části plevelů mohou zvyšovat vlhkost a tím zvyšovat náklady na posklizňovou úpravu, semena plevelů je nutno oddělovat od semen kulturních rostlin. U pícnin mohou škodit hlavně jedovaté plevelle (Dvořák a kol., 2003).
- b) nepřímá škodlivost plevelů spočívá zejména v tom, že podporují rozšiřování chorob a škůdců kulturních rostlin. Plevelné rostliny bývají často mezihostiteli chorob. Dále poskytují potravu a úkryt živočišným škůdcům a pomáhají

tak udržet na stanovišti jejich populaci s následným šířením na kulturní plodiny. Nezanedbatelný faktorem je i ztížení polních prací. Typickým případem je ztížení předseťové přípravy při zaplevelení pýrem plazivým, nebo problémy se sklizní - např. ucpávání sklízecích mlátiček, (Dvořák a kol., 2003). Zvláštní význam má střídání plodin při boji s úporným plevelem pýrem plazivým, jehož jednou z mála slabín je skutečnost, že špatně snáší zastínění (Stach, 1995). Plevel s ovíjivými lodyhami mohou za nepříznivého počasí způsobovat poléhání porostů. Řada plevelů produkuje významné alergeny způsobující zejména jejich nejzávažnější typ, kterým je pylová alergie (silné účinky mají zejména pyly rodů pelyněk, šťovík, ambrozie, merlík i některé druhy trav).

I přes prokazatelně škodlivé účinky plevelných rostlin je nutno zmínit i jejich užitečnost. Zejména v posledních letech v souvislosti s pěstováním rozsáhlých ploch monokultur plodin je zmiňován jejich pozitivní vliv na zvýšení biodiverzity prostředí.

Únosnou mírou zaplevelení není lehké ani definovat ani udržet tak, aby mohla mít pozitivní význam pro udržení biologické rovnováhy porostu pěstované plodiny (Dvořák a kol., 2003).

2.4.2 Plevelné a zaplevelující rostliny

Jako plevel jsou označovány všechny rostliny, které na stanoviště kulturních rostlin „nepatří“, tj. jejich výskyt v kultuře je nežádoucí. Dělí se na plevelné rostliny a zaplevelující rostliny. Plevelné rostliny jsou rostliny planě rostoucí, které nebyly ovlivněny nebo zušlechtěny člověkem. Zaplevelující rostliny jsou kulturní rostliny, ale jejich výskyt v porostu je nežádoucí.

Význam zaplevelujících rostlin v posledních letech stoupá, jejich škodlivost a náklady na jejich hubení jsou srovnatelné s plevelnými rostlinami. Výskyt zaplevelujících rostlin je dán sklizňovými ztrátami, nekvalitní likvidací předplodiny a existencí nežádoucích forem plodiny v plodině optimálních vlastností (Hron a kol., 1986).

2.4.3 Rozdělení plevelů

Existuje celá řada dělení plevelů. Například podle výskytu na jednotlivých lokalitách, výskytu v jednotlivých plodinách, vazby na substrát, stupně škodlivosti. Nejvhodnější členění z pohledu zemědělství je rozdělení plevelů podle hlavních biologických vlastností (délka života rostlin, způsob rozmnožování, rozšiřování diaspor, doba klíčení a vzházení rostlin, hloubka zakořenění apod.) podle čehož můžeme volit i vhodnou regulaci (Mikulka, 2019).

2.4.4 Rozmnožování a šíření plevelů

Rozmnožování a šíření plevelů patří mezi základní biologické vlastnosti, které umožňují přežití druhů. Rozmnožování se uskutečňuje pomocí diaspor. Za diasporu je považován každý jednotlivý orgán (nebo jeho část), ze kterého se vytvoří nová rostlina. Může být povahy generativní nebo vegetativní. Plevelé mají vysokou plodnost, jejich diaspory se zpravidla uchovávají dlouhou dobu v půdě jsou rozšiřovány na menší či větší vzdálenosti od rostliny různými způsoby (Mikulka a kol., 2005).

2.4.5 Regulace plevelů

Komplex opatření proti plevelům zahrnuje diagnózu, prognózu a regulaci. Diagnóza zaplevelení je základním předpokladem řešení problému polních plevelů a zahrnuje určení druhu u všech forem a růstových fází plevelných rostlin. Současně musí být stanovena intenzita výskytu těchto druhů. Stejně důležitá je správná prognóza vývoje a významu zaplevelení. Na základě těchto poznatků je možné zvolit postup komplexního hubení plevelů, který v současnosti označujeme jako regulace. Pojem regulace plevelů odpovídá hlavní zásadě integrované ochrany rostlin, jejímž cílem je snížit výskyt škodících organismů pod hranici ekonomické významnosti, při využití ekologicky a ekonomicky optimálních, přímých i nepřímých postupů (Dvořák a kol., 2003).

Regulace zaplevelení může být realizována metodami přímými nebo nepřímými (preventivními). K nepřímým metodám regulace zaplevelení porostů můžeme zařadit následující opatření (Jursík, 2018):

- a) vlastní výběr vhodného pozemku pro pěstování dané kultury
- b) používání čistých osiv
- c) vážným zdrojem zaplevelení mohou být i statková hnojiva (hnůj, kompost apod.). Udržování hnojišť a kompostů v bezplevelném stavu je tedy důležitou součástí systému regulace výskytu plevelů.
- d) vhodný osevní postup.
- e) zpracování půdy – již od počátků zemědělství je prováděno, mimo jiné, i z důvodu snižování výskytu plevelů.

Přímé metody jsou takové pracovní postupy, které jsou na pozemcích vykonávány primárně s cílem regulovat zaplevelení porostů plodin.

- a) Mechanické metody: Před zavedením a rozšířením herbicidů byla mechanická regulace základním pilířem ochrany porostů před škodlivým vlivem plevelů.
- b) Termické metody: Při správném seřízení adaptéru dochází k vysokému účinku na nadzemní části plevelů. Dostatečný efekt se dostaví i na semena plevelů uložená na povrchu půdy. Jistou nevýhodou je poměrně vysoká energetická náročnost, výhodou potom šetrnost vůči životnímu prostředí (Mikulka, 1999).
- c) Biologické metody: Biologická ochrana proti plevelům je v současném pojetí pokládána za významnou alternativní a doplňkovou metodu regulace plevelů (Kinkorová, 2004). Nevýhodou využití biologických metod je možnost použití jednotlivých metod pouze vůči jednomu plevelnému druhu. Na orné půdě i půdě zemědělské je však zastoupeno více druhů. Uvolněné místo by bylo rychle zaplněno jinými plevelnými druhy (Jursík, 2018).
- d) Chemické metody: Zavedení selektivních herbicidů do praxe v období po druhé světové válce přineslo podstatné zvýšení účinnosti plevelohubných opatření, vysoká účinnost herbicidů zaručovala spolehlivost ochrany i při nedodržování základních agrotechnických zásad a nechemické, přičemž nepřímé metody regulace plevelů byly opomíjeny či zanedbávány. V řadě případů dokonce zavedení herbicidů naprosto změnilo pěstitelské postupy a podřídilo je tomuto způsobu ochrany např. pěstování řepky a luskovin v úzkých řádcích, opuštění kultivace

v širokořádkových plodinách, rozmach bezorebných způsobů zpracování půdy, zúžení osevních postupů aj.

Znalost mechanismů účinku herbicidů je proto významná především z hlediska prevence vzniku rezistence v plevelných společenstvech, ale také s ohledem na volbu správného termínu ošetření, výběr vhodných kombinačních partnerů a může nám také pomoci při diagnostice symptomů poškození plodin herbicidy (úlet, rezidua herbicidů v půdě, předávkování, špatné vypláchnutí nádrže postřikovače atd.) (Jursík a kol., 2010).

2.4.6 Plevelé a jejich regulace v kukuřici

Kukuřice má v počátečních obdobích růstu velmi slabou konkurenční schopnost vůči plevelům. Vzhledem k tomu, že je pěstována v širokých řádcích, trvá poměrně dlouho, než dojde k zapojení porostu. Teprve od té doby mohou rostliny kukuřice účinně konkurovat vzcházejícím plevelům. Ničím neomezený růst plevelů, především těch s nižšími nároky na teplotu, nastává zvláště při průběhu chladnějšího počasí po zasetí, kdy kukuřice pomalu vzchází (Zimolka, 2008).

Plevelné spektrum kukuřice bývá poměrně úzké. Dominují obvykle merlíky (*Chenopodium* sp.), laskavce (*Amaranthus* sp.), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) a rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*). Lokálně mohou způsobovat problémy také další pozdní jarní plevelé, především béry (*Setaria* sp.), bažanka roční (*Mercurialis annua*), durman obecný (*Datura stramonium*), mračňák Theophrastův (*Abutilon theophrasti*), či plevelná prosa (*Panicum* sp.), které mohou vzcházet z poměrně velké hloubky, čímž se stávají odolnější vůči preemergentním herbicidům. Časté je také zaplevelení vytrvalými plevely, zejména pýrem plazivým (*Elytrigia repens*), pcháčem osetem (*Cirsium arvense*) a v posledních letech intenzivně se šířícím svlačcem rolním (*Convolvulus arvensis*). K typickým plevelům kukuřice patří opletka obecná (*Fallopia convolvulus*), což je způsobeno její vysokou odolností k celé řadě herbicidů běžně používaných v kukuřici, ale také v obilninách. Výše uvedené plevelné spektrum je však charakteristické především pro typické kukuřičné oblasti. V méně vhodných polohách pro pěstování kukuřice (vyšší polohy), nebo na lokalitách s extrémním zastoupením obilnin a řepky v osevním sledu je nutné počítat také s vyšším výskytem ozimých a časných jarních plevelů, které při vysoké intenzitě

zaplevelení a vhodných vláhových podmínkách na počátku vegetace mohou kukuřici také výrazně konkurovat. Kukuřice patří k plodinám se střední až nižší konkurenční schopností. Výnosové ztráty způsobené zaplevelením se nejčastěji pohybují mezi 30 až 50 %, extrémní zaplevelení však může způsobit snížení výnosu až o 90 %. Z hlediska konkurenčního působení plevelů je však kritické období poněkud kratší, obvykle od vzejití do čtyř listů kukuřice. Plevelé vzešlé po tomto období již obvykle nezpůsobují výraznější výnosové ztráty, mohou se však reprodukovat a obohatit tak půdní zásobu semen na několik dalších let (Jursík, a kol., 2009).

Požadavky kladené na nové herbicidy jsou stále přísnější. Důležitá je především vysoká účinnost na široké spektrum plevelů, včetně rezistentních populací. Stále větší pozornost je věnována ochraně prostředí a necílových organismů a také uživatelskému komfortu nových přípravků. Na druhou stranu je postupně ukončována platnost registrací mnoha půdním herbicidům s dlouhým poločasem rozpadu a větší pohyblivostí v půdě. Jde především o triazinové herbicidy (atrazin, prometryn atd.), ale i herbicidy z jiných chemických skupin, které budou zřejmě v budoucnu ze seznamu povolených přípravků vyškrtuty (Jursík a kol., 2007).

V posledních letech tvoří sortiment preemergentních a časně postemergentních herbicidů více než 200 registrovaných přípravků pro použití jen v kukuřici. Nejnovější přípravky disponují vysoce účinnými látkami, ačkoliv se postupně vyskytují rezistence některých plevelů (Javor a kol., 2018).

Klasická chemická ochrana porostů kukuřice probíhá v několika fázích (Jursík a kol., 2009):

a) Ošetření v meziporostním období

Vzhledem k obvykle poměrně dlouhému období mezi sklizní předplodiny a setím kukuřice je možné provést regulaci plevelů, především pýru plazivého (*Elytrigia repens*), již v meziporostním období. Pozemky silně zaplevelené pýrem je proto vhodné ošetřit herbicidem ještě před založením porostu kukuřice. Pýr plazivý (*Elytrigia repens*) je k listovým neselektivním herbicidům s úč. látkou glyphosate (Roundup, Dominator, Touchdown atd.) vysoce citlivý již v relativně nízkých dávkách.

b) Preemergentní ošetření

Počet herbicidů určených k preemergentnímu ošetření kukuřice postupně klesá a tento trend bude zřejmě pokračovat i do budoucna, kdy lze předpokládat vyškrtnutí řady doposud široce používaných herbicidů (např. herbicidy obsahující úč. látku alachlor, acetochlor, terbuthylazin, flurochloridone atd.) z registru pesticidů ČR (v západní Evropě je tento trend patrný) (Košnarová a kol., 2019). Částečně jsou však tyto herbicidy nahrazovány novými, moderními a ekologicky přijatelnějšími přípravky, které jsou nicméně určeny především k časnému postemergentnímu ošetření, především pro své kratší reziduální působení.

c) Časné postemergentní ošetření (EPOST)

Pod pojmem časné postemergentní herbicidní ošetření rozumíme ošetření po vzejití kukuřice až do fáze 2–3 listů, přičemž o termínu aplikace rozhoduje především fáze plevelů, které by měly být už vzešlé (po hlavní vlně vzházení), avšak neměly by mít vytvořeny více než 4 pravé listy. Jde o nový trend, který v sobě snoubí řadu výhod preemergentního a klasického postemergentního ošetření.

d) Klasické postemergentní ošetření

Klasické postemergentní herbicidní ošetření kukuřice se obvykle provádí ve fázi 4–6 listů kukuřice. Dvouděložné plevele jsou spolehlivě potlačovány do 4–8 pravých listů (některé i ve vyšších růstových fázích), plevelné trávy do plného odnožování). Ošetření v pozdějším období již nemusí mít dostatečnou účinnost, zvyšuje se riziko fytotoxického působení většiny herbicidů, a navíc v té době již dochází k výraznému konkurenčnímu působení plevelů, které může výrazně ovlivnit výnos. Jako klasické postemergentní herbicidy se používají především sulfonylmočovinné přípravky.

e) Kombinace preemergentního a postemergentního ošetření

S ohledem na výše uvedené výhody a nevýhody preemergentního a postemergentního herbicidního ošetření kukuřice může být vhodná strategie, kdy po preemergentní aplikaci herbicidů s užším plevelným spektrem (Click, Lasso, Guardian, Trophy atd.), případně po aplikaci snížené dávky širokospektrálního herbicidu (Gardoprim, Click Plus, Merlin atd.), prvoplánově následuje postemergentní ošetření. Tato strategie je sice o něco

nákladnější, ale porost je udržován bez plevelů od počátku vegetace a zvýší se jistota potlačení širšího spektra plevelů, a to i při rozvleklém vzcházení plevelů, vyšší intenzitě zaplevelení nebo pokud nepříznivé počasí způsobí snížení účinnosti půdních herbicidů, či naopak oddálí ošetření postemergentní.

f) Alternativní možnosti postemergentní regulace

Vedle klasických konvenčních způsobů regulace zaplevelení jsou s rozvojem biotechnologií v agrárním sektoru zaváděny alternativní technologie regulace zaplevelení založené na použití vysoce účinných herbicidů, které však mohou být použity pouze v hybridech kukuřice, které jsou k těmto herbicidům tolerantní či rezistentní. Nejčastěji bývá do kukuřice uměle vkládán gen rezistence vůči glyphosatu (např. technologie Roundup Ready). Další relativně nová technologie využívaná k regulaci plevelů v kukuřici je tzv. DUO systém. Tato technologie je založena na hybridech přirozeně tolerantních k úč. látce cycloxydim obsažené v herbicidu Stratos Ultra (nejde o GM rezistenci). Své uplatnění nachází především na pozemcích velmi intenzivně zaplevelených plevelnými trávami, zejména ježatkou kuří nohou (*Echinochloa crus-galli*) a béry (*Setaria* sp.), které mohou být při vysoké intenzitě a etapovitém vzcházení obtížně potlačovány klasickými herbicidy.

Závažným problémem, se kterým se můžeme stále setkat na řadě kukuřičných polí, je rezistence plevelů vůči dlouhodobě používanému herbicidu, resp. skupině herbicidů. Dosud nejčastější je u nás rezistence k triazinovým herbicidům, kterou způsobilo jejich masivní používání v 70. a 80. letech minulého století. Přestože vzhledem k výraznému omezení používání triazinových herbicidů (dnes se používá pouze terbuthylazin) se tento problém eliminoval, měl by být výběr herbicidu z dlouhodobého hlediska volen cíleně. Vhodné je především střídání herbicidů s odlišným místem účinku (samotná účinná látka mnohdy není rozhodující). Z hlediska rezistence lze do budoucna předpokládat problémy s ALS inhibitory (masivní používání sulfonylmočoviny v kukuřici a obilninách) a glyfosáty, to v souvislosti s jejich masivním používáním nejen v meziorostním období (jako neselektivní herbicidy, ale zejména po zavedení HT hybridů kukuřice s rezistencí ke glyphosatu) (Jursík a kol., 2009).

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce je rozšířit poznatky z hlediska regulace plevelů při pěstování kukuřice a současně posoudit účinnost vybraných herbicidů EQUIP® ULTRA, Arrat® a Titus® 25 WG na plevelné spektrum. Na základě statistického výsledku stanovit účinnost jednotlivých herbicidů. Pro zemědělskou praxi navrhnout optimální řešení z hlediska ekonomické účinnosti herbicidů.

4. Metodika

4.1 Materiál

Polní pokus byl založen na pozemku Školního statku Vyšší odborné školy a Střední zemědělské školy Tábor. Školní statek byl založen v roce 1866. Původně se nacházel v Táboře, s rozvojem školy byl roku 1926 přestěhován do Měšic. Podnik hospodaří na 348 ha zemědělské půdy. Statek chová skot i prasata. Rostlinná výroba je zaměřena na výrobu objemných krmiv a obilovin pro vlastní spotřebu. Mechanizační vybavení pro zvládnutí jednotlivých etap polních prací je neustále modernizováno, aby žáci byli v přímém kontaktu s novými trendy vývoje na tomto úseku. Pro potřeby učební praxe vybudovala škola cvičnou halu se třemi učebnami, sociálním zařízením a skladem. I chov koní, o který je mezi žáky velký zájem, má na školním statku svou tradici a zázemí v podobě ustájení koní, parkurového závodiště a nově adaptované jízdárny. K vybavení patří kromě základních nástrojů pro kovopráce a dřevopráce traktorový park a závěsné nářadí (Zdroj 6).

4.1.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Školní statek se nachází ve výrobní oblasti bramborářské s podtypem 3B a 3C. Průměrná nadmořská výška je 450 m n. m., průměrné roční srážky jsou 620 mm. Průměrná roční teplota je 7,1 °C a průměrný roční výpar 348 mm. Langův dešťový faktor je 87, lokalitu lze tedy charakterizovat jako oblast humidní.

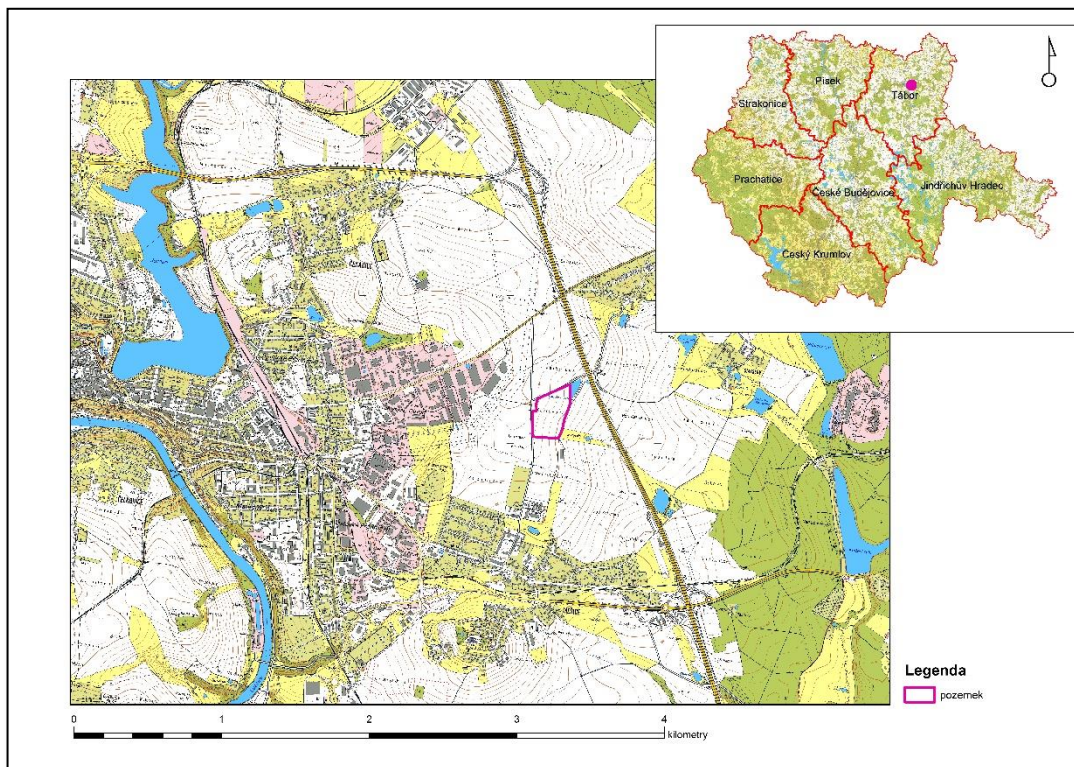
Polní pokus byl založen na pozemku vedeného v evidenci zemědělské půdy LPIS pod číslem dílu půdního bloku 2902 (čtverec 730-1110), kultura standardní orná půda (R) s konvenčním hospodařením, s výměrou 6,64 ha. Průměrná nadmořská výška pozemku dosahuje 473,39 m. n. m. a průměrná sklonitost je 2,50°. Pozemek má všesměrnou expozici.

Na pozemku se nachází bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) 7.46.00, která je charakterizována jako pseudoglej převážně na rovině nebo úplné rovině s všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Půda je hluboká (průměrně nad 60 cm) v mírně teplém, vlhkém klimatickém regionu. Půdy jsou charakterizovány jako velmi málo produkční. BPEJ je zařazena do II. třídy ochrany zemědělských půd (Zdroj 7).

Tabulka 5: Základní charakteristika klimatického regionu

Charakteristika regionu	Rozsah hodnot
Suma teplot nad 10 °C	2200–2400
Průměrná roční teplota °C	6–7
Průměrný úhrn srážek (mm)	650–750
Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	5–15
Vláhová jistota ve vegetačním období	nad 10

Obrázek 2: Lokalizace pozemku s polním pokusem (Podklad ZM10 ČÚZK)



4.1.2 Charakteristika hybridu kukuřice

SUCORN DS1710C (FAO 290) je jednoduchý hybrid. Z agronomických vlastností je třeba zdůraznit velmi rychlý počáteční vývoj, který zajišťuje rychlý růst silné kořenové soustavy, která zajišťuje příjem vody a výživu rychle rostoucích rostlin. Časné zapojení porostu napomáhá hospodařit s půdní vláhou a významně tak napomáhá zlepšit vitalitu v průběhu přisušků. Je prezentován jako dokonale univerzální hybrid s využitím na kvalitní siláž, pro bioplynové stanice i na zrna. Dodavatel hybridu (SAATEN-UNION CZ s.r.o.) dále charakterizuje jeho vlastnosti následovně: „*Velmi vysoké rostliny, špičkové olistění, silné, výborně dozrňující palice tvoří dojem neuvěřitelně kompaktního porostu. Charakteristické velmi široké a velmi dlouhé listy dokonale uzavírají porost a pomáhají tak zabránit neproduktivnímu výparu vody z půdy v průběhu silného slunečního svitu. Vzhledem k velmi rychlému*

vývoji rostlin SUCORN DSI710C uzavírá porost velmi rychle. Kombinace špičkového olistění a silných, výborně dozrnujících palic zajišťuje vysokou kvalitu siláže charakteristickou vysokým obsahem škrobu a vysokou stravitelností organické hmoty. Typem zrna je to mezityp až zub.“ (Zdroj 8).

4.1.3 Charakteristika použitých herbicidů

Pro postemergentní aplikaci byly zvoleny dva druhy postřiků. V jedné části byl použit herbicid EQUIP® ULTRA, ve druhé části kombinace herbicidů Arrat® a Titus® 25 WG se smáčedlem Trend® 90.

- **EQUIP® ULTRA:** Přípravek s účinnou látkou foramsulfuron se aplikuje postemergentně ve fázi kukuřice BBCH 12–16 (2–6 listů kukuřice) pozemně v dávce 2 l na hektar (postřiková kapalina 200–300 l). V době aplikace by měla být většina plevelů vzešlá. Předpokládá se následující spektrum účinnosti přípravku: Citlivé plevele – pýr plazivý (*Elytrigia repens*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), výdrol řepky (*Brassica napus*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), svízel přítula (*Galium aparine*), ptačinec žabinec (*Stellaria media*), konopice polní (*Galeopsis tetrahit*), zemědělský lékařský (*Fumaria officinalis*), kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*). Méně citlivé plevele – merlík bílý (*Chenopodium album*), hluchavka nachová (*Lamium purpureum*), violka rolní (*Viola arvensis*). Odolné plevele – rdesno červivec (*Persicaria maculata*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) (Zdroj 9).
- **Arrat®:** Herbicid obsahuje účinné látky dicamba a ritosulfuron. Aplikuje se maximálně jednou za vegetační sezónu na jaře. U kukuřice se aplikuje v růstové fázi BBCH 12–6, tj. 2–6 listů pozemně v dávce 0,15 kg na hektar (postřiková kapalina 200–300 l). Předpokládané spektrum účinnosti: Plevelé citlivé – laskavce (*Amaranthus* sp.), výdrol řepky (*Brassica napus*), kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), svízel přítula (*Galium aparine*), merlíky (*Chenopodium* sp.), ptačinec žabinec (*Stellaria media*), chrpa modrák (*Centaurea cyanus*), rdesna (*Persicaria* sp.), hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*), heřmánky (*Matricaria* sp.), konopice rolní (*Galeopsis tetrahit*), hluchavky

(*Lamium* sp.), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*), pcháče (*Cirsium* sp.). Plevelé méně citlivé – zemědým lékařský (*Fumaria officinalis*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), violka rolní (*Viola arvensis*) (Zdroj 10).

- Titus® 25 WG: Přípravek s účinnou látkou rimsulfuron je nutné použít v tank-mix směsi s pomocným prostředkem TREND 90 (smáčedlo). Přípravek se aplikuje pozemně postřikem schválenými postřikovači, u kukuřice v růstové fázi BBCH 11–17 tj. 1.–7. list dávce 60 g na hektar (postřiková kapalina 200–300 l). Může vyvolávat zpravidla přechodné příznaky fytotoxicity např. chlorózy, deformace nebo růstové změny. Předpokládané spektrum účinnosti: Plevelé citlivé – jednoděložné jednoleté a vytrvalé – pýr plazivý (*Elytrigia repens*), čirok halepský (*Sorghum halepense*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), rosičky (*Digitaria* sp.), prosa (*Panicum* sp.), béry (*Setaria* sp.), dvouděložné jednoleté a vytrvalé – pcháče (*Cirsium* sp.), šťovíky (*Rumex* sp.), laskavce (*Amaranthus* sp.), svízel přítula (*Galium aparine*), heřmánkovité plevelé (*Matricaria* sp.), ptačinec žabinec (*Stellaria media*), hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), pětour maloúborný (*Galinsoga parviflora*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), řepeně (*Xanthium* sp), mléč rolní (*Sonchus arvensis*), výdrol slunečnice (*Helianthus* sp.). Plevelé méně citlivé – merlíky (*Chenopodium* sp.), rdesna (*Persicaria* sp.), lilek černý (*Solanum nigrum*) (Zdroj 11).
- TREND 90: Smáčedlo s účinnou látkou *isodecyl alcohol ethoxylate* se používá s doporučenými přípravky pro zlepšení pokrytí a příjmu herbicidů (Zdroj 11).

4.2 Metody

4.2.1 Založení polního pokusu

Místo na pokusném pozemku pro založení polního pokusu bylo vybráno po orientačním zjišťování homogenity pozemku na základě dostupných leteckých snímků z minulých let (ortomapy ČÚZK, server Mapy.cz). Byla vybrána část pozemku v severovýchodní části, která se v průběhu let jevila jako homogenní. Homogenita pozemku byla ještě ověřena kontrolou na místě před zasetím. Pomocí bezpilotního prostředku byl celý pozemek prohlédnut z výšky 50 m a bylo potvrzeno, že vybraná část vizuálně odpovídá požadavku na homogenitu a toto bylo potvrzeno i pochůzkou na vybraném místě a jeho okolí.

Obrázek 3: Umístění polního pokusu na pozemku (Podklad: Ortomapa ČÚZK)



Polní pokus byl založen na principu metody úplně znáhodněných bloků, pro získání dostatečného množství statisticky zpracovatelných dat v šesti opakováních. Každý pokusný blok (jedno opakování) tvořili tři čtverce označené podle typu zásahu (Obrázek č. 4):

- **K** – kontrolní plocha bez provedení ošetření herbicidem
- **E** – pokusná plocha ošetřená herbicidem EQUIP® ULTRA
- **A** – pokusná plocha ošetřená kombinací herbicidů Arrat® a Titus® 25 WG se smáčedlem Trend® 90

Obrázek 4: Schéma uspořádání polního pokusu

<i>Blok 1</i>	<i>Blok 2</i>	<i>Blok 3</i>	<i>Blok 4</i>	<i>Blok 5</i>	<i>Blok 6</i>
K	E	K	K	A	K
A	K	E	A	K	E
E	A	A	E	E	A

Pomocí generátoru náhodných čísel byla každé ze tří ploch v rámci pokusného bloku určen způsob jeden ze způsobů ošetření. Každá pokusná plocha byla o rozměru 1 x 1 metr, a mezera mezi plochami byla rovněž jeden metr, a to z důvodu, aby se zabránilo případné kontaminaci pokusných a kontrolních ploch při postřiku. Plochy, které neměly být v dané fázi ošetřeny byly zakryty folií. Při zápisu zjištěných výsledků byla každá pokusná plocha (jednotlivých zjišťováních četností výskytu plevelů) označována kódem, který se skládá z označení způsobu ošetření (K, E, A) a čísla pokusného bloku, tj. např. K1, K2.... K6.

4.2.2 Statistické vyhodnocení

Podle Lepše a Šmilauera (2014) byly výsledky pokusu hodnoceny statistickou metodou ANOVA pro úplně znáhodněné bloky. Každý blok tvoří jedno pozorování o třech proměnných (K, E, A). Vnitřním faktorem analýzy jsou rozdíly mezi jednotlivými pokusnými plochami způsobené heterogenitou stanoviště. Pro zjištění homogenity jednotlivých proměnných byl použit Tukeyův HSD test. Na zpracování dat byl použit program Statistica 12.

4.2.3 Průběh pokusu

25. 4. 2017 byl pozemek zaset pneumatickým diskovým secím strojem Farmer Falcon 4 FERT+. Teplota vzduchu byla 10 °C, větrno s dešťovými přeháňkami. Podle údajů pracovníku školního statku napršelo 40 mm srážek. Následně byl pozemek a stav porostu průběžně monitorován (13. 5. 2017 a 29. 5. 2017).

Pokusné plochy na pozemku byly podle metodiky pokusu založeny 1. 6. 2017. Po jejich stabilizaci pomocí kolíků byla provedena aplikace herbicidů. Následně ve dnech 2. 6. 2017 a 3. 6. 2017 proběhlo první měření zaplevelení. Další měření zaplevelení proběhlo 11. 6. 2017 a 24. 6. 2017. V každém pokusném čtverci byly při každém měření provedeny tři sčítání jednotlivých druhů plevelů, pokaždé z jiné strany čtverce, aby se dosáhlo maximální přesnosti – z různého pohledu může být plevel zakryt jiným nebo kukuřicí a přehlédnut. Výsledek sčítání byl zprůměrován a zapsán do tabulky. Přepočtený průměr výskytu plevelu u každého druhu byl při jednotlivých sčítáních stanoven tak, že zjištěná četnost byla přepočtena na celou plochu pokusu (tj. součet / 18).

5. Výsledky

5.1 Získaná data

5.1.1 Zjištěné spektrum plevelů

Na pokusných plochách bylo zjištěno 20 druhů plevelů a zaplevelení výdrolom řepky (*Brassica napus*). Mezi výdrol byl zařazen i výskyt jetele inkarnátu (*Trifolium incarnatum*), protože se nejedná o charakteristický plevel.

Tabulka 6: Zjištěné druhy plevelů a zaplevelujících rostlin

druh	latinský název	čeleď	charakteristika
Jetel inkarnát	<i>Trifolium incarnatum</i>	Bobovité	Výdrol
Řepka olejka, ozimá	<i>Brassica napus</i> var. <i>napus</i>	Brukvovité	Výdrol
Kokoška pastuší tobolka	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brukvovité	Jednoletý ozimý plevel
Penízek rolní	<i>Thlaspi arvense</i>	Brukvovité	Jednoletý ozimý plevel
Mléč rolní	<i>Sonchus arvensis</i>	Hvězdicovité	Vytrvalý, hluboko kořenící plevel s kořenovými výběžky
Hluchavka nachová	<i>Lamium purpureum</i>	Hluchavkovité	Jednoletý ozimý plevel
Pcháč rolní	<i>Cirsium arvense</i>	Hvězdicovité	Vytrvalý, hluboko kořenící plevel s kořenovými výběžky
Heřmánkovec přímořský	<i>Matricaria maritima</i>	Hvězdicovité	Jednoletý ozimý plevel
Chřpa polní	<i>Cyanus segetum</i>	Hvězdicovité	Jednoletý, případně dvouletý, plevelný druh
Lopuch menší	<i>Arctium minus</i>	Hvězdicovité	Dvouletý plevel
Ptačinec žabinec	<i>Stellaria media</i>	Hvozdíkovité	Jednoletý ozimý plevel
Rozrazil perský	<i>Veronica persica</i>	Jitrocelovité	Jednoletý ozimý plevel
Pýr plazivý	<i>Elytrigia repens</i>	Lipnicovité	Vytrvalý, mělce kořenící plevel s tuhými výběžky
Ježatka kuří noha	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Lipnicovité	Jednoletá pozdní jarní plevelná tráva
Merlík bílý	<i>Chenopodium album</i>	Merlíkovité	Jednoletý pozdně jarní plevelný druh

<i>druh</i>	<i>latinský název</i>	<i>čeleď</i>	<i>charakteristika</i>
Lebeda rozkladitá	<i>Atriplex patula</i>	Merlíkovité	Jednoletý pozdně jarní plevelný druh
Svízel přítula	<i>Galium aparine</i>	Mořenovité	Jednoletý ozimý plevel
Truskavec ptačí	<i>Polygonum aviculare</i>	Rdesnovité	Jednoletý časně jarní plevel
Opletka obecná	<i>Fallopia convolvulus</i>	Rdesnovité	Jednoletý časně jarní plevel
Rdesno blešník	<i>Persicaria lapathifolia</i>	Rdesnovité	Jednoletý pozdně jarní plevelný druh
Violka rolní	<i>Viola arvensis</i>	Violkovité	Jednoletý ozimý plevel
Zemědým lékařský	<i>Fumaria officinalis</i>	Zemědýmovité	Jednoletý ozimý plevel

5.1.2 Předpokládaná účinnost použitých herbicidů

Pro určení předpokládané účinnosti použitých herbicidů byla použita online aplikace „Řešení plevelů“. Po zadání vstupních dat (plodina, plevel) byla zjištěna jejich předpokládaná účinnost označená stupněm 0–3, kde 0 značí plevel odolný vůči herbicidu a stupeň 3 značí plevel citlivý. Otazníkem jsou označeny kombinace, u kterých se nepodařilo účinek herbicidu na konkrétní plevel dohledat jak v uvedené aplikaci, tak i v dalších zdrojích, jakými jsou podrobné popisy výrobců pro jednotlivé herbicidy (Zdroj 12).

Tabulka 7: Předpokládaná účinnost použitých herbicidů (Zdroj 14)

<i>Druh</i>	<i>Předpokládaná účinnost herbicidu na plevel</i>		
	<i>EQUIP®</i>	<i>ARRAT®</i>	<i>TITUS®</i>
Jetel inkarnát	?	?	?
Řepka olejka, ozimá	3	3	3
Kokoška pastuší tobolka	3	3	3
Penízek rolní	3	3	2
Mléč rolní	?	?	3
Hluchavka nachová	2	3	2
Pcháč rolní	2,5	3	2
Heřmánkovec přímořský	2	3	3
Chrupa polní	?	2,5	1
Lopuch menší	?	?	?
Rozrazil perský	2	2	0
Pýr plazivý	3	0	3
Ježatka kuří noha	3	0	3

<i>Druh</i>	<i>Předpokládaná účinnost herbicidu na plevel</i>		
	<i>EQUIP®</i>	<i>ARRAT®</i>	<i>TITUS®</i>
Merlík bílý	3	3	1
Lebeda rozkladitá	3	2,5	1
Svízel přítula	3	3	2,5
Ptačinec žabinec	2,5	3	3
Truskavec ptačí	1	1	1,5
Opletka obecná	0	3	1
Rdesno blešník	0	2	2
Violka rolní	2	2	2
Zemědým lékařský	2	1	2

5.2 Výsledek polního pokusu a výběr dat

5.2.1 Zjištěná četnost výskytu plevelů v jednotlivých čtvercích

Zjištěné plevele se nevyskytovaly na celém pokusném pozemku rovnoměrně a současně se velmi lišila i jejich četnost. Z hlediska plošného rozšíření dominují čtyři druhy – hluchavka nachová (*Lamium purpureum*), rozrazil perský (*Veronica persica*), truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) a violka rolní (*Viola arvensis*), které se alespoň 1x vyskytly v každém pokusném čtverci. Další významné plošné zastoupení bylo výdrolu řepky (*Brassica napus*).

Tabulka 8: Zjištěné počty plevelů a jejich zastoupení v pokusných plochách

<i>Sčítání</i>	<i>Celkové součty z kontrolních i pokusných ploch</i>			<i>Počet čtverců s výskytem druhu</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Truskavec ptačí	189,67	258,94	319,00	18	18	18
Řepka olejka, ozimá	57,67	35,67	22,04	17	16	7
Opletka obecná	32,67	45,33	60,34	13	13	11
Violka rolní	661,67	677,33	729,00	18	18	18
Pýr plazivý	62,67	64,33	37,33	6	6	6
Penízek rolní	45,67	21,00	19,00	12	11	5
Hluchavka nachová	207,33	230,66	260,00	18	18	18
Rozrazil perský	246,67	290,67	335,33	18	18	18
Kokoška pastuší tobolka	31,67	35,67	33,00	13	13	10
Ptačinec žabinec	46,00	66,33	67,34	13	14	9
Svízel přítula	14,33	14,00	28,67	8	8	9
Pcháč rolní	2,00	4,00	6,67	2	3	4
Heřmánkovec přímořský	2,00	2,00	2,00	2	2	2
Jetel inkarnát	17,00	13,00	11,67	8	9	8

<i>Sčítání</i>	<i>Celkové součty z kontrolních i pokusných ploch</i>			<i>Počet čtverců s výskytem druhu</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Merlík bílý	22,00	42,00	40,00	9	14	13
Rdesno blešník	1,00	1,00	1,00	1	1	1
Zemědým lékařský	0,00	0,00	1,00	0	0	1
Lebeda rozkladitá	1,00	2,00	2,00	1	2	2
Mléč rolní	1,00	2,00	5,00	1	2	4
Lopuch menší	1,00	1,00	1,00	1	1	1
Ježatka kuří noha	1,00	1,00	1,00	1	1	1
Chrpa polní	1,00	1,00	0,00	1	1	0

Z hlediska četnosti zastoupení jednotlivých plevelných druhů zcela dominovala violka rolní (*Viola arvensis*), u které bylo zjištěno maximum 129 jedinců na pokusné ploše (kontrolní plocha K4 při třetím zjišťování četnosti), zároveň dosáhla i nejvyšší přepočtené hustoty v rámci pokusu – 37,91 jedinců.m⁻². S odstupem pak následují rozrazil perský (*Veronica persica*), truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) a hluchavka nachová (*Lamium purpureum*). Tyto čtyři plevely lze považovat za nejvýznamnější, protože byli nejvíce zastoupeny jak početně, tak plošně – ve všech 18 čtvercích pokusu. V následující tabulce (Tabulka č. 9) jsou uvedeny maximální zjištěné počty plevelů v jednom pokusném čtverci a přepočtené průměrné počty plevelů při jednotlivých sčítáních.

Tabulka 9: Průměrné a maximální počty plevelů v pokusném čtverci

<i>Sčítání</i>	<i>Přepočtený průměr (ks.m⁻²)</i>			<i>Maximální zjištěný počet ve čtverci (ks)</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Truskavec ptačí	10,54	14,39	17,72	17,33	28,67	35,00
Řepka olejka, ozimá	3,20	1,98	1,22	7,00	6,00	15,04
Opletka obecná	1,81	2,52	3,35	5,67	12,00	14,00
Violka rolní	36,76	37,63	40,50	91,33	113,67	129,00
Pýr plazivý	3,48	3,57	2,07	29,67	29,33	27,00
Penízek rolní	2,54	1,17	1,06	22,00	9,33	10,00
Hluchavka nachová	11,52	12,81	14,44	26,00	33,33	42,33
Rozrazil perský	13,70	16,15	18,63	22,00	25,00	28,00
Kokoška pastuší tobolka	1,76	1,98	1,83	6,00	7,00	9,00
Ptačinec žabinec	2,56	3,69	3,74	9,33	15,33	22,00
Svízel přítula	0,80	0,78	1,59	3,00	3,00	7,00
Pcháček rolní	0,11	0,22	0,37	1,00	2,00	2,67

<i>Sčítání</i>	<i>Přepočtený průměr (ks.m⁻²)</i>			<i>Maximální zjištěný počet ve čtverci (ks)</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Heřmánkovec přímořský	0,11	0,11	0,11	1,00	1,00	1,00
Jetel inkarnát	0,94	0,72	0,65	7,33	2,00	2,00
Merlík bílý	1,22	2,33	2,22	6,00	5,00	6,00
Rdesno blešník	0,06	0,06	0,06	1,00	1,00	1,00
Zemědým lékařský	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	1,00
Lebeda rozkladitá	0,06	0,11	0,11	1,00	1,00	1,00
Mléč rolní	0,06	0,11	0,28	1,00	1,00	2,00
Lopuch menší	0,06	0,06	0,06	1,00	1,00	1,00
Ježatka kuří noha	0,06	0,06	0,06	1,00	1,00	1,00
Chřpa polní	0,06	0,06	0,00	1,00	1,00	0,00

5.2.2 Výběr plevelů pro hodnocení účinnosti herbicidů

Pro stanovení účinnosti herbicidů v rámci polního pokusu byly vybrány 4 plevelné druhy (viz Tabulka č. 10). Kritériem pro výběr byla četnost a plošné rozšíření v rámci polního pokusu, které zajišťuje dostatečné množství dat pro statistické vyhodnocení. Zároveň byla stanovena jejich nebezpečnost pomocí online aplikace Herba Atlas Plevelů (Soukup a kol., 2020).

Tabulka 10: Výběr plevelů pro hodnocení a stanovení jejich nebezpečnosti

<i>Druh</i>	<i>Škodlivost plevelu</i>
Violka rolní	středně nebezpečný
Rozrazil perský	méně nebezpečný
Truskavec ptačí	středně nebezpečný
Hluchavka nachová	méně nebezpečný

Výdrol řepky (*Brassica napus*) je vzhledem k rozsahu jejího pěstování a ztrátám semene během sklizně velice častým zdrojem zaplevelení, a proto je v zemědělské praxi nutné jej sledovat a sledovat i účinek herbicidů na tento zdroj zaplevelení. Tato skutečnost se projevila i v rámci polního pokusu. Po prvním zjišťování četnosti výskytu se objevoval v 17 pokusných čtvercích a byl předběžně zařazen do hodnocení účinnosti. Při druhém sčítání však byla řepka napadena housenkami běláška zelného (*Pieris brassicae*), při třetím sčítání pak již byla většina rostlin zcela zbavena listové plochy a velká část uhynula. Z tohoto důvodu nelze objektivně stanovit vliv herbicidu a byl z hodnocení vyřazen.

5.3 Vyhodnocení účinnosti herbicidů na vybrané plevele

Na základě výsledků bylo stanoveno, že statistické vyhodnocení účinnosti herbicidů na vybrané plevelné druhy bude provedeno na základě výsledků třetího sčítání mezi jednotlivými způsoby ošetření na hladině významnosti 95 %.

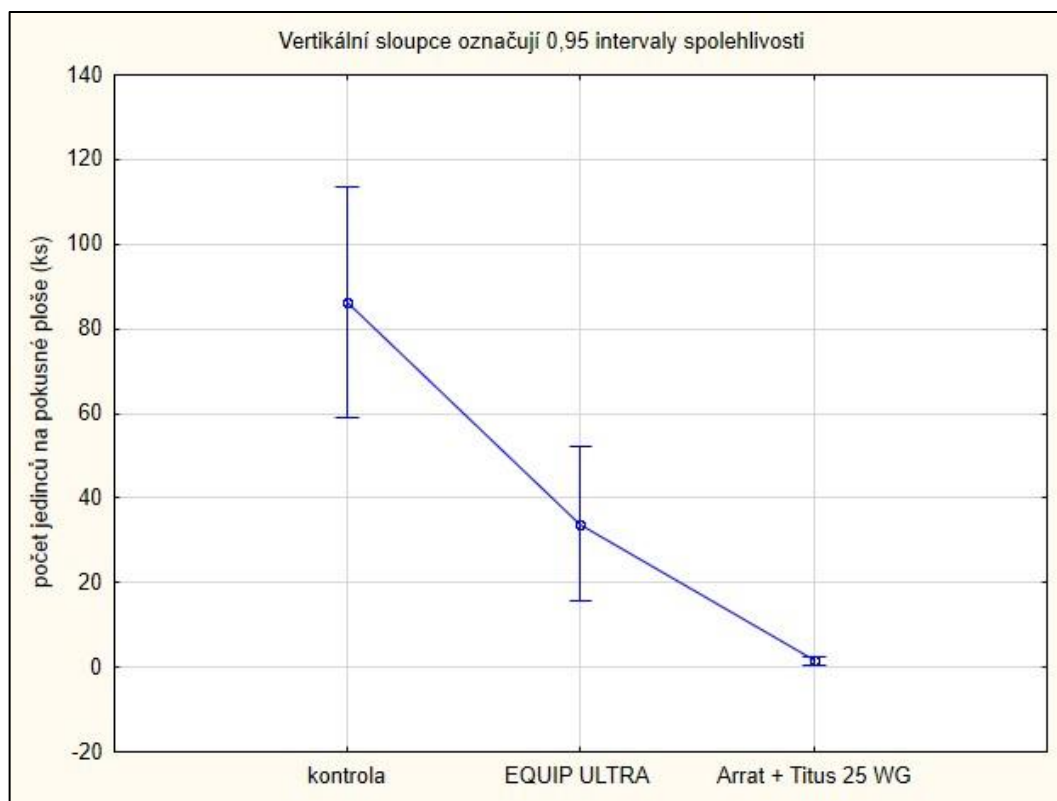
5.3.1 Viola rolní (*Viola arvensis*)

Tabulka 11: Zjištěné počty (ks) violky rolní (*Viola arvensis*) na jednotlivých plochách pokusu

Sčítání	Blok	Kontrola	EQUIP® ULTRA	Arrat® + Titus® 25 WG
1	1	2,67	46,33	4,00
1	2	66,33	47,33	27,33
1	3	1,67	1,00	8,67
1	4	91,33	82,67	21,67
1	5	62,67	41,67	19,00
1	6	33,67	6,33	22,67
2	1	35,00	27,33	2,67
2	2	75,33	42,33	25,67
2	3	54,00	48,33	8,00
2	4	113,67	55,67	19,00
2	5	77,00	12,67	12,67
2	6	45,67	55,67	19,33
3	1	48,00	1,00	1,00
3	2	89,33	1,67	2,00
3	3	87,33	54,33	7,00
3	4	129,00	49,00	12,00
3	5	84,00	2,67	6,00
3	6	79,33	14,67	14,00

Podle údajů výrobce i podle předpokládané účinnosti herbicidů by měla být violka rolní (*Viola arvensis*) ke všem použitým přípravkům méně citlivá.

Graf 7: Statistické vyhodnocení zásahů pro violku rolní (*Viola arvensis*)

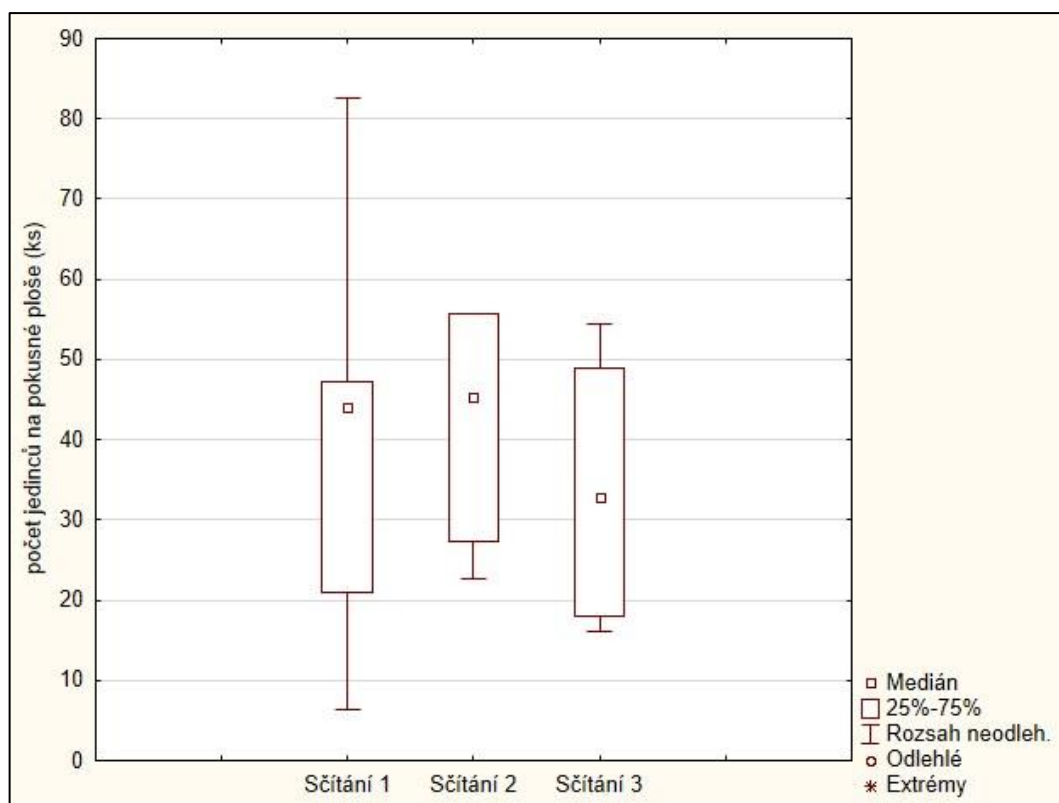


Tabulka 12: Tukeyův HSD test pro violku rolní (*Viola arvensis*)

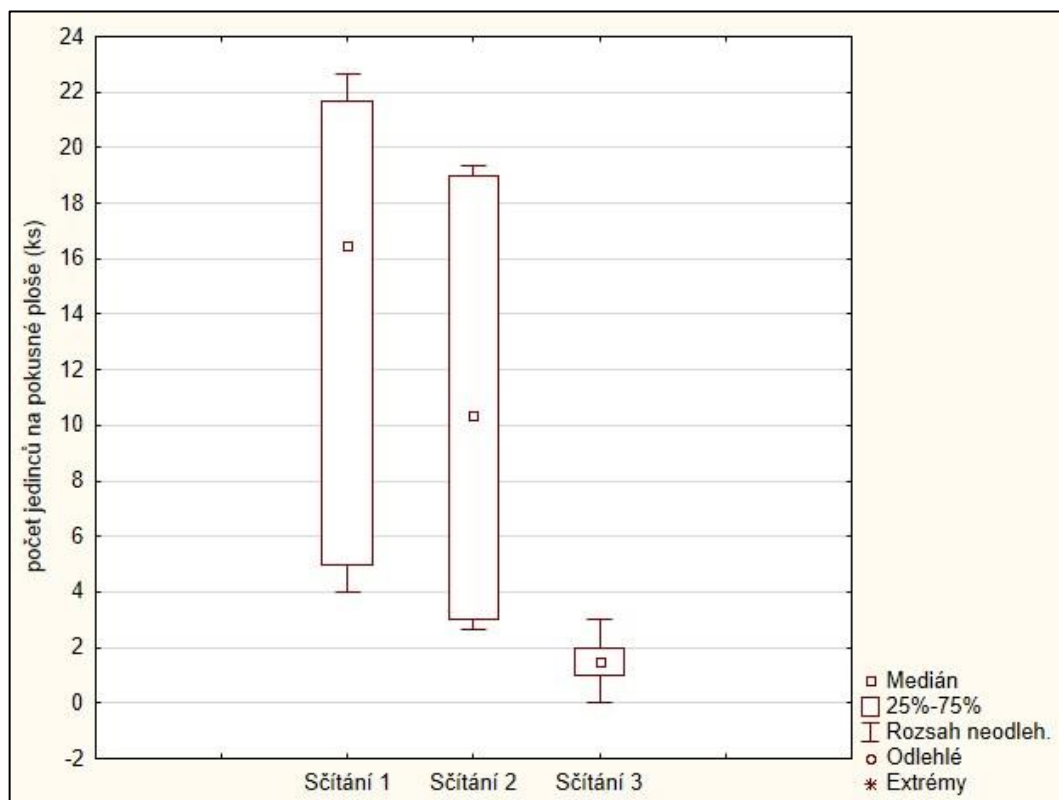
Homogenní skupiny, alfa = 0,05000				
	<i>Průměr</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Arrat® + Titus® 25 WG	1,50000	****		
EQUIP® ULTRA	33,83389		****	
Kontrola	86,16611			****

Statistickým vyhodnocením (viz Graf 7 a Tabulka 12) bylo jednoznačně prokázáno, že největší účinek na zapevelení violkou rolní (*Viola arvensis*) má kombinace přípravků Arrat® a Titus® 25 WG (**plevel je vůči kombinaci herbicidů citlivý**), která se statisticky významně liší od kontrolních ploch i od ploch ošetřených přípravkem EQUIP. Rovněž byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi kontrolními plochami a plochami ošetřenými přípravkem EQUIP® ULTRA (**plevel je vůči herbicidu méně citlivý**). Účinnost kombinace přípravků Arrat® a Titus® 25 WG se nejvíce projevila mezi 2. a 3. sčítáním (Graf 8).

Graf 8: Vývoj zaplevelení violkou rolní (*Viola arvensis*) na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA



Graf 9: Vývoj zaplevelení violkou rolní (*Viola arvensis*) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG



Na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA došlo při druhém sčítání k mírnému nárůstu počtu a při třetím k poklesu pod úroveň počátečního stavu, čímž byl prokázán alespoň částečný účinek herbicidu na plevel (Graf 9).

Statistickým vyhodnocením byl potvrzen předpoklad, že violka rolní (*Viola arvensis*) je méně citlivá na ošetření herbicidem EQUIP® ULTRA. Ale proti předpokladu se prokázal vyšší účinek kombinace herbicidů Arrat® + Titus® 25 WG a lze konstatovat, že violka rolní (*Viola arvensis*) je na kombinaci citlivá.

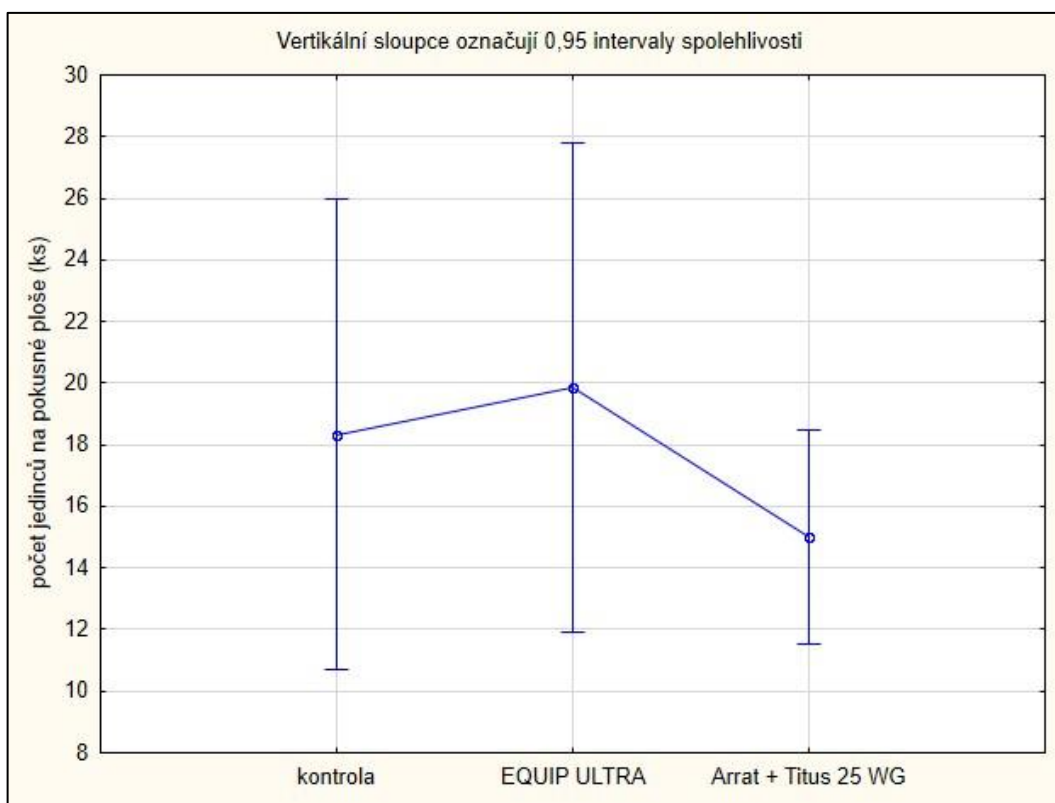
5.3.2 Truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*)

Tabulka 13: Zjištěné počty (ks) truskavce ptačího (*Polygonum aviculare*) na jednotlivých plochách pokusu

Sčítání	Blok	Kontrola	EQUIP® ULTRA	Arrat® + Titus® 25 WG
1	1	5,67	14,33	16,33
1	2	11,00	1,33	17,00
1	3	7,00	1,33	11,00
1	4	9,67	11,00	12,33
1	5	3,67	17,33	12,33
1	6	16,67	11,00	8,67
2	1	14,27	15,00	13,00
2	2	12,00	15,67	18,00
2	3	9,00	13,33	12,00
2	4	11,00	16,00	15,67
2	5	6,00	28,67	16,00
2	6	18,00	15,00	12,33
3	1	31,00	15,00	12,00
3	2	15,00	17,67	12,67
3	3	15,00	16,67	13,00
3	4	14,00	15,67	19,67
3	5	12,00	35,00	18,67
3	6	23,00	19,00	14,00

Podle údajů výrobce i podle předpokládané účinnosti herbicidů by měl být truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) ke všem použitým přípravkům méně citlivý až odolný.

Graf 10: Statistické vyhodnocení zásahů pro truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*)

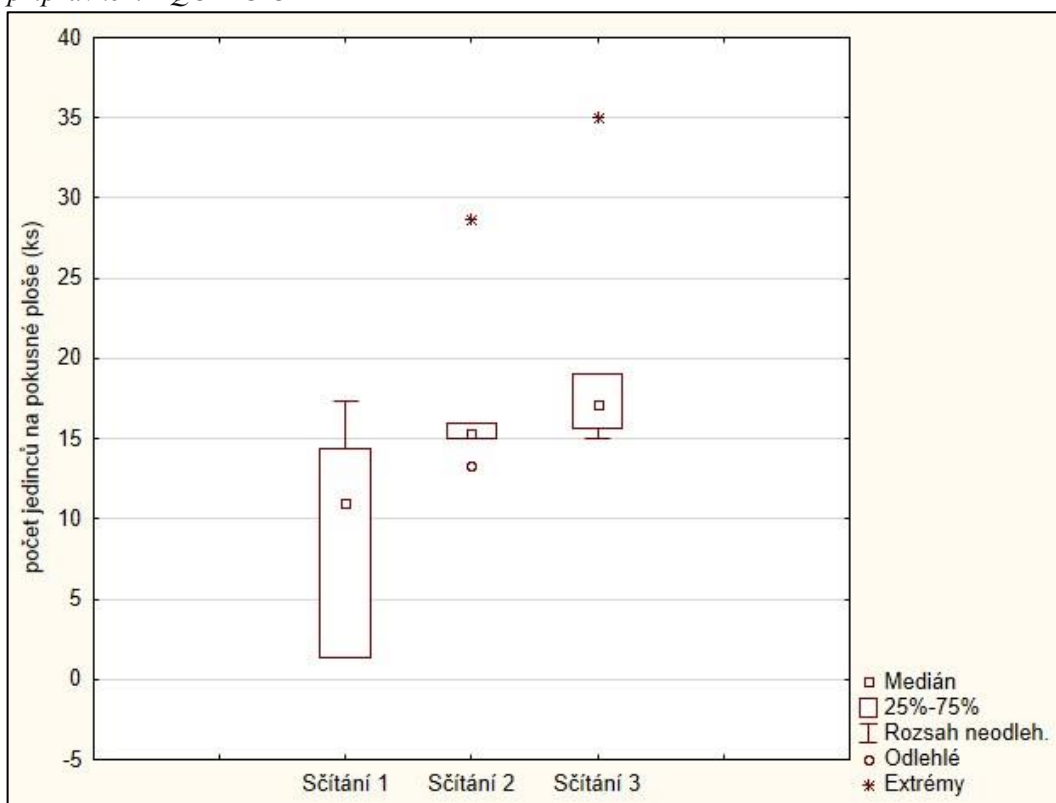


Tabulka 14: Tukeyův HSD test pro truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*)

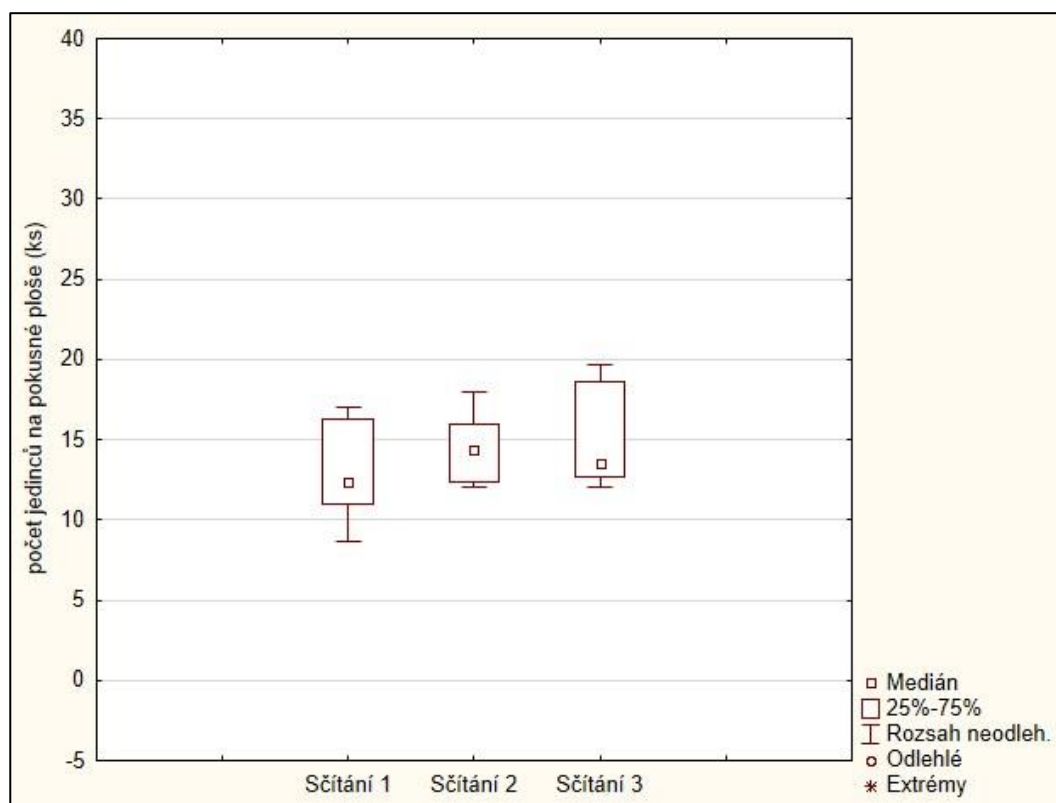
<i>Homogenní skupiny, alfa = 0,05000</i>		
	<i>Průměr</i>	<i>I</i>
Arrat + Titus 25 WG	15,00000	****
kontrola	18,33333	****
EQUIP ULTRA	19,83333	****

Statistickým vyhodnocením (viz Graf 10 a Tabulka 14) bylo prokázáno, že truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) je vůči použitým herbicidům méně citlivý až odolný. Mezi kontrolními plochami a plochami ošetřenými nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Při porovnání vývoje v čase na ošetřených pokusných plochách je patrné, že větší rozvoj zaplevelení se projevil na plochách ošetřených herbicidem EQUIP® ULTRA (Graf 12). Při třetím sčítání bylo zjištěno celkem 122 ks, což představuje nárůst proti počátečnímu stavu o 113 % (**plevel je odolný**). U kombinace přípravků Arrat® a Titus® 25 WG (Graf 11) se při druhém sčítání projevil mírný nárůst (o 13 %), ale při třetím další nárůst oproti počátečnímu stavu na 118 % (**plevel je vůči této kombinaci méně citlivý až odolný**).

Graf 11: Vývoj zaplevelení truskavem ptačím (*Polygonum aviculare*) na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA



Graf 12: Vývoj zaplevelení truskavem ptačím (*Polygonum aviculare*) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG



5.3.3 Hluchavka nachová (*Lamium purpureum*)

Tabulka 15: Zjištěné počty (ks) hluchavky nachové (*Lamium purpureum*) na jednotlivých plochách pokusu

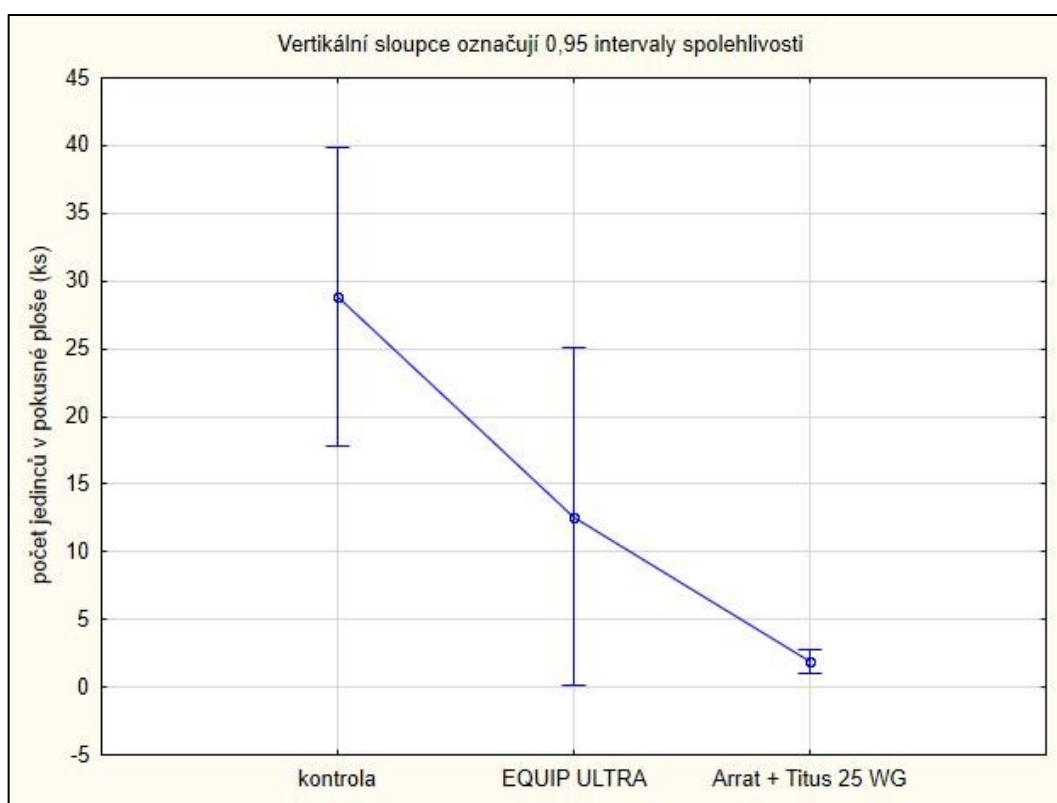
<i>Sčítání</i>	<i>Blok</i>	<i>Kontrola</i>	<i>EQUIP® ULTRA</i>	<i>Arrat® + Titus® 25 WG</i>
1	1	9,33	17,00	11,33
1	2	27,67	15,67	15,00
1	3	33,33	12,00	8,00
1	4	11,00	13,33	4,00
1	5	19,33	8,67	3,67
1	6	16,00	13,67	4,00
2	1	11,00	12,67	8,00
2	2	31,67	15,33	12,00
2	3	42,33	28,33	6,00
2	4	15,00	12,00	3,00
2	5	29,67	8,00	3,00
2	6	36,33	5,00	3,00
3	1	18,00	8,00	3,00
3	2	9,33	17,00	2,67
3	3	27,67	34,33	2,00
3	4	33,33	10,00	2,00
3	5	11,00	4,00	1,00
3	6	19,33	2,00	1,00

Statistickým vyhodnocením (Graf 13, Tabulka 16) bylo prokázán vstupní předpoklad, a to že hluchavka nachová (*Lamium purpureum*) **je citlivá na ošetření** herbicidem Arrat®, který v kombinaci s herbicidem Titus® 25 WG dosáhl nejlepšího účinku. Proti působení herbicidu EQUIP ULTRA® je hluchavka nachová (*Lamium purpureum*) **méně citlivá**. Při porovnání ošetřených a neošetřených (kontrolních) ploch byl prokázán statisticky významný rozdíl.

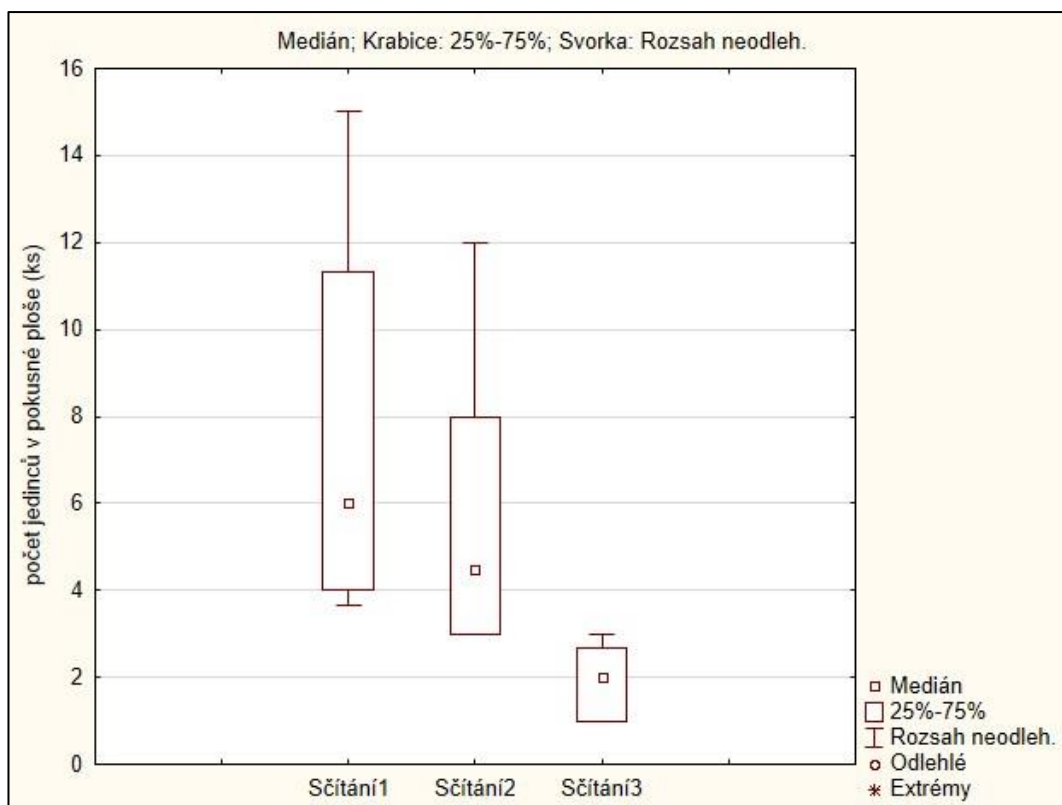
Tabulka 16: Tukeyův HSD test pro hluchavku nachovou (*Lamium purpureum*)

<i>Homogenní skupiny, alfa = 0,05000</i>			
	<i>Průměr</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Arrat + Titus 25 WG	1,94444	****	
EQUIP ULTRA	12,55556	****	
kontrola	28,83333		****

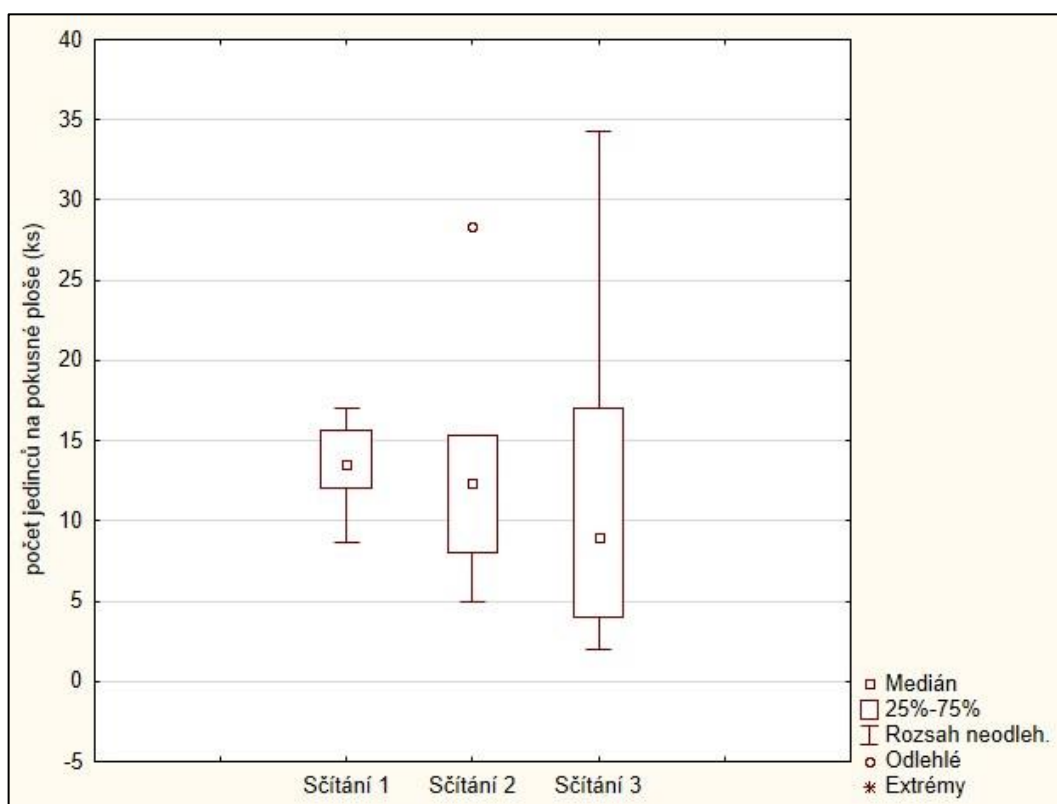
Graf 13: Statistické vyhodnocení zásahů pro hluchavku nachovou (*Lamium purpureum*)



Graf 14: Vývoj zaplevelení hluchavkou nachovou (*Lamium purpureum*) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG



Graf 15: Vývoj zaplevelení hluchavkou nachovou (*Lamium purpureum*) na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA



Při porovnání vývoje na ošetřených plochách je patrné, že účinek kombinace herbicidů Arrat® + Titus® 25 WG na hluchavkou nachovou (*Lamium purpureum*) se projevil již při druhém sčítání a plně pak při třetím sčítání (Graf 14). Celkový počet jedinců klesl z počátečních 47 na konečných 14,67 tj. na 31 %.

Účinek herbicidu EQUIP ULTRA® v průběhu pokusu není tak výrazný (Graf 15). Při druhém sčítání byl zjištěn nepatrný nárůst a při třetím opět pokles až pod počáteční stav. Oproti počátečnímu stavu 81,33 ks (100 %) bylo při druhém sčítání zjištěno 83,33 ks (102 %) a při třetím 78,33 ks (96 %). Ale v porovnání s nárůstem počtu jedinců na kontrolních plochách mezi počátkem (78 ks) a koncem pokusu (176 ks), kde došlo k navýšení na 226 % lze konstatovat, že tento herbicid alespoň zastavil větší rozvoj zaplevelení.

5.3.4 Rozrazil perský (*Veronica persica*)

Tabulka 17: Zjištěné počty (ks) rozrazilu perského (*Veronica persica*) na jednotlivých plochách pokusu

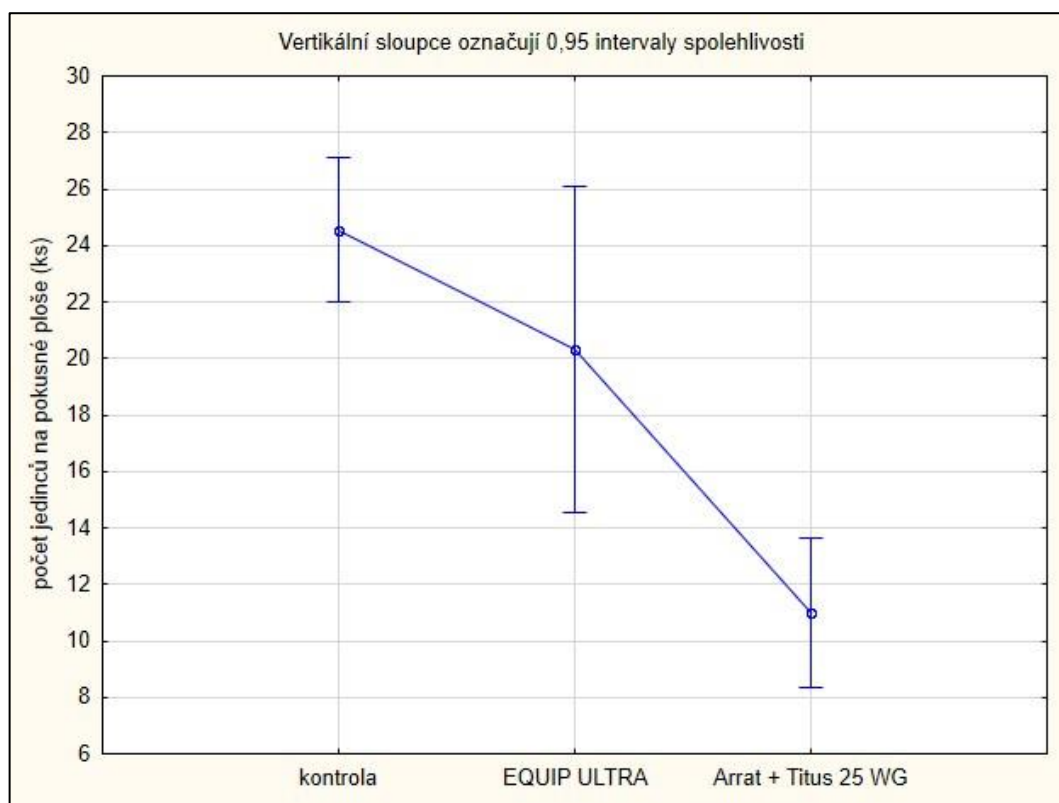
Sčítání	Blok	Kontrola	EQUIP® ULTRA	Arrat® + Titus® 25 WG
1	1	9,67	18,00	17,00
1	2	7,00	7,33	13,00
1	3	13,00	10,00	16,00
1	4	9,00	22,00	12,00
1	5	14,00	15,00	10,00
1	6	15,00	13,00	14,00
2	1	16,67	21,67	18,67
2	2	14,00	8,67	15,67
2	3	24,67	15,00	16,00
2	4	14,67	25,00	14,00
2	5	15,33	22,00	11,00
2	6	19,00	14,00	16,33
3	1	22,00	22,00	15,00
3	2	26,00	11,00	12,00
3	3	28,00	19,00	10,00
3	4	23,00	27,00	9,00
3	5	26,00	24,00	8,00
3	6	22,33	19,00	12,00

Podle předpokládané účinnosti herbicidů by měl být rozrazil perský (*Veronica persica*) méně citlivý až citlivý vůči ošetření přípravky EQUIP ULTRA® a Arrat® a odolný vůči ošetření přípravkem Titus® 25 WG. Statistické vyhodnocení (Tabulka 18, Graf 17) prokázalo významný účinek kombinace Arrat® a Titus® 25 WG. Mezi kontrolními plochami a plochami ošetřenými herbicidem EQUIP ULTRA® nebyl statisticky významný rozdíl. Rozrazil perský je na základě výsledků **méně citlivý** na ošetření kombinací Arrat® a Titus® 25 WG a **méně citlivý až odolný** na ošetření herbicidem EQUIP ULTRA®.

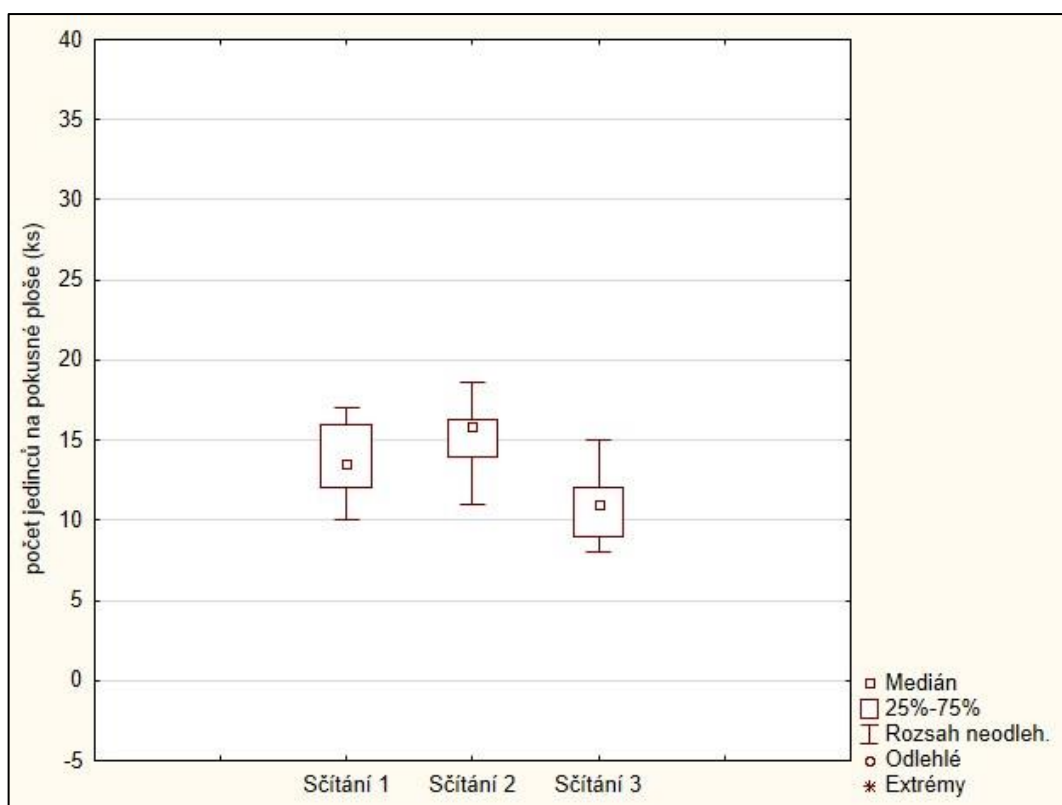
Tabulka 18: Tukeyův HSD test pro rozrazil perský (*Veronica persica*)

<i>Homogenní skupiny, alfa = 0,05000</i>			
	<i>Průměr</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Arrat + Titus 25 WG	11,00000		****
EQUIP ULTRA	20,33333	****	
Kontrola	24,55556	****	

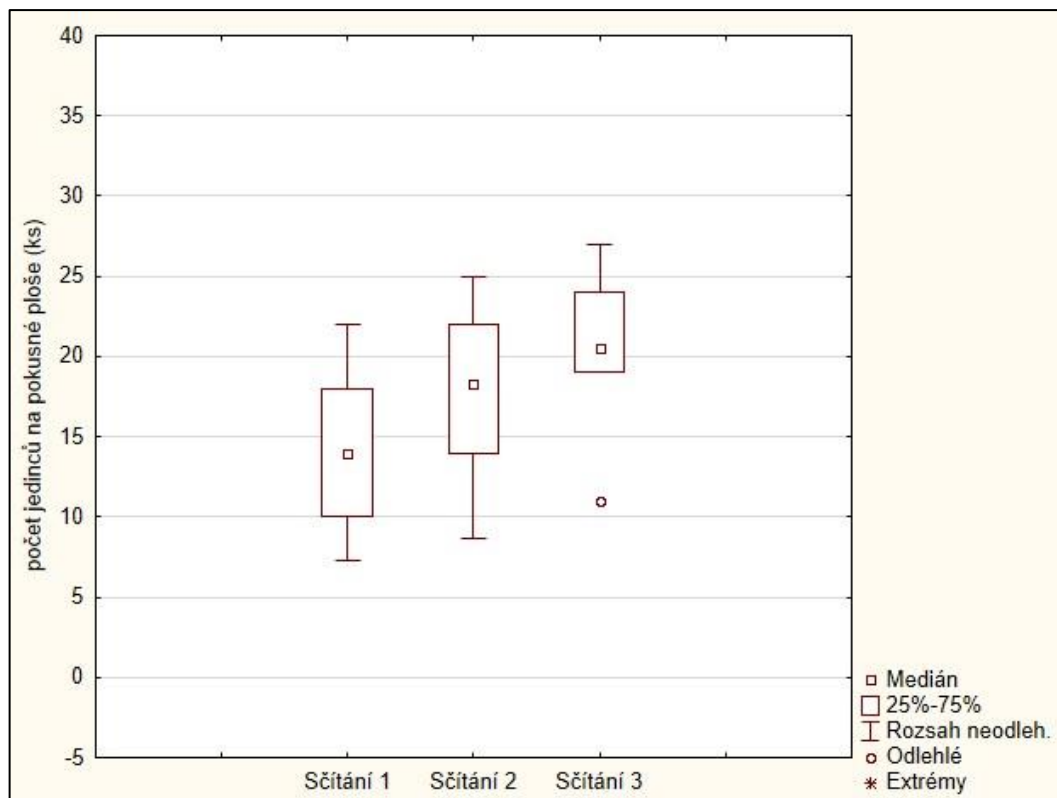
Graf 16: Statistické vyhodnocení zásahů pro rozrazil perský (*Veronica persica*)



Graf 17: Vývoj zaplevelení rozrazilem perským (*Veronica persica*) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG



Graf 18: Vývoj zaplevelení rozrazilem perským (*Veronica persica*) na plochách ošetřených herbicidem EQUIP ULTRA®



Při porovnání vývoje na plochách ošetřených kombinací Arrat® a Titus® 25 WG je patrné, že účinek se projevil nejvíce mezi druhým a třetím sčítáním (Graf 17). Naopak u ploch ošetřených herbicidem EQUIP ULTRA® (Graf 18) stoupá při každém sčítání průměrný počet plevelů na ploše. Při třetím sčítání byl nárůst počtu proti počátečnímu stavu o 45 % a na kontrolních plochách byl nárůst o 49 %, což prokazuje malý účinek herbicidu.

5.4 Ekonomické zhodnocení účinnosti herbicidů

V současném systému tržního hospodářství se náklady na aplikaci herbicidů mohou významně lišit. Jako v jiných oblastech obchodu nejsou přípravky nabízeny za jednotnou cenu, a navíc do ceny vstupují další faktory, jako jsou různé cenové akce nebo bonusy pro konkrétní podnik související s objemem odběrů.

Pro porovnání výsledků pokusu byl použit jednotný ceník firmy AGROKOP CZ, a.s. Střítež, která má v sortimentu všechny použité přípravky za ceny přibližně odpovídající jiným prodejcům (Zdroj 13, viz tabulka 19):

Tabulka 19: Srovnání nákladů na postřik 1 ha u použitých herbicidů

<i>Přípravek</i>	<i>m.j.</i>	<i>Prodejní cena za jednotku (Kč)</i>	<i>Doporučená dávka v jednotkách na 1 ha</i>	<i>Náklady na 1 ha</i>	<i>Náklady na 1 ha v rámci pokusu</i>
EQUIP® ULTRA	l	750 Kč	2	1 500 Kč	1 500 Kč
Arrat®	kg	26 012 Kč	0,06	1 561 Kč	2 027 Kč
Titus® 25 WG	kg	3 107 Kč	0,15	466 Kč	
Smáčedlo Trend 90	l	719 Kč	0,00006	0,04 Kč	

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že je levnější aplikace herbicidu EQUIP ULTRA®, kde jsou náklady na ošetření jednoho hektaru cca o čtvrtinu nižší. V zemědělské praxi nelze brát zcela v úvahu pouze čisté finanční náklady na jednotku plochy, mnohem důležitější je dosažení požadovaného efektu, tj. maximální potlačení plevelných rostlin.

Vyhodnocením skutečné účinnosti dvou variant postřiku na plevelné spektrum bylo zjištěno, že EQUIP ULTRA® dosáhl dobré účinnosti na dva ze čtyř hodnocených druhů, na jeden druh méně dobrou. Kombinace Arrat® + Titus® 25 WG měla velmi dobrou účinnost na dva druhy, méně dobrou až dobrou také na dva druhy.

Na základě zjištěných výsledků bych v tomto případě doporučila použití kombinace Arrat® + Titus® 25 WG i přes vyšší náklady na postřik. Vyšší náklady vyvažuje vyšší účinnost této kombinace, zejména i s ohledem na nebezpečné plevele.

6. Diskuse

Kukuřice setá (*Zea mays*) má v počátečním období vývoje velmi slabou konkurenční schopnost proti plevelům (Dvořák a kol., 2003). Lacko-Bartošová (2005) zdůrazňuje, že je kukuřice velmi citlivá na konkurenci plevelů zvláště ve fázi 2. až 10 listu. Toto tvrzení uvedených autorů se v provedeném pokusu jednoznačně potvrdilo.

Smutný (2012) uvádí, že je plodinou, která má zejména v počátečních fázích růstu velmi slabou konkurenční schopnost vůči plevelům. Vzhledem k tomu, že se pěstuje v širokých řádcích, trvá poměrně dlouhou dobu, než dojde k zapojení porostu. Teprve pak jsou rostliny schopné konkurovat vzcházejícím plevelům. Při pokusu bylo ověřeno jeho tvrzení, že mezi dominantní plevele kukuřice patří rozrazil (*Veronica* sp.), opletka (*Fallopia convolvulus*), laskavce (*Amaranthus* sp.), merlíky (*Chenopodium* sp.), rdesna (*Persicaria* sp.) a ohniskově je významným plevelem pýr plazivý (*Elytrigia repens*), s čímž souhlasím.

Jak uvádí výsledky monitoringu University Hohenheim (Zdroj 14), v jehož rámci bylo v letech 2000–2004 na celém území Německa sledováno více než 2 600 kukuřičných polí, vyskytuje se v kukuřici mnohem více plevelných druhů, než se předpokládalo. Celkem bylo určeno 204 různých plevelných druhů z 32 rostlinných čeledí. Na základě výsledků jsou 15 nejčastějšími merlíky (*Chenopodium* sp.) 79,7 %, ptačinec (*Stellaria* sp.) 61 %, opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) 55,7 %, ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) 53 %, heřmánky (*Matricaria* sp.) 50,3 %, violka (*Viola arvensis*) 47,8 %, truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) 45,8 %, hluchavky (*Lamium* sp.) 41,6 %, svízel přítula (*Galium aparine*) 39,7 %, pýr plazivý (*Elytrigia repens*) 39,4 %, lilek černý (*Solanum nigrum*) 36,3 %, peníze rolní (*Thlaspi arvense*) 34,3 %, kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*) 33,8 %, rozrazil (*Veronica* sp.) 31,3 %, lipnice (*Poa* sp.) 27,7 %. S výjimkou ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) a lilku černého (*Solanum nigrum*) se nejedná o charakteristické, teplomilné plevele v kukuřici, ale o druhy, které jsou hojně rozšířeny. Například nápadně silný výskyt rozrazilů (*Veronica* sp.) a violky (*Viola arvensis*) ve srovnání s dřívějšími výzkumy je způsoben intenzivnější aplikací sulfonamocovin, které vykazují slabší účinek vůči těmto plevelům. Podobné platí i pro kakosty (*Geranium* sp.), které se dříve v kukuřici vyskytovaly méně. Přibývání rosiček (*Digitaria* sp.) a bérů (*Setaria* sp.) souvisí hlavně s pozdějším klíčením (ve srovnání

s ježatkou kuří nohou (*Echinochloa crus-galli*). Proto je preemergentní aplikace herbicidů většinou málo účinná. Například u ježatky kuří nohy je při aplikaci v časném termínu zasažena jen první vlna plevelů. Je nutno plně souhlasit se závěrem studie, že na základě rozmanitosti plevelné flóry je zřejmé, jak důležitá je pro pěstitele správná volba herbicidu. Zároveň výsledky polního pokusu potvrzují i druhové spektrum plevelů v kukuřici, z uvedených 15 skupin se jich na pokusné ploše vyskytovalo 13 (chybí pouze lilek černý (*Solanum nigrum*) a lipnice (*Poa* sp.)).

Pokusem byl potvrzen názor uvedený v Atlase plevelů (Soukup a kol., 2020), že violka rolní (*Viola arvensis*) je u nás hojně rozšířena na celém území státu od nížin až do hor, patří mezi středně nebezpečné plevelné druhy a poslední dobou její význam výrazně narůstá. Je relativně odolná vůči mnohým herbicidům. Výsledky polního pokusu ukazují, že kombinace herbicidů Arrat® + Titus® 25 WG snížila průměrný počet jedinců na 9 % a EQUIP ULTRA® pouze na 84 % (mezi prvním a třetím zjišťování četnosti). Na kontrolních plochách dosáhl konečný stav 520 jedinců oproti počátečnímu stavu 301 jedinců, tj. nárůst na 173 %.

V závěrečné fázi pokusu na pozemku vizuálně dominoval truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*). Zvláště na kontrolních plochách vytvořil souvislý pokryv a lze předpokládat, že částečně potlačoval rozvoj ostatních plevelů. Výsledek pokusu potvrdil, že truskavec je na zvolené herbicidní přípravky méně citlivý. Jursík a Holec (2008) uvádějí, že rdesno (truskavec) ptačí (*Polygonum aviculare*) je z celého rodu nejvíce odolné vůči herbicidům, ale díky nižší konkurenční schopnosti (jejím důvodem jsou vysoké nároky na světlo) není jeho škodlivost vysoká.

Podle Soukupa (2020) jsou hluchavka nachová (*Lamium purpureum*) a rozrazil perský (*Veronica persica*) rovněž považovány za méně nebezpečné plevele. Domnívám se, že na základě výsledků polního pokusu je nutno vzít jejich výskyt na pozemku v úvahu při přípravě osevního postupu a plánování dalších agrotechnických zásahů. Podle uvedeného autora se oba druhy šíří především vysemeněním na stanovišti a semena pak postupně vzchází z půdní zásoby. Nebezpečné pak mohou být zejména pro přezimující plodiny, nejvíce škodí v ozimých obilovinách, ozimé řepce, víceletých pícevinách, ale i jařinách, okopaninách a zeleninách. rozrazil perský pak může při větším množství snižovat kvalitu píce. U hluchavky nachové (*Lamium purpureum*) se projevila předpokládaná vysoká

účinnost přípravku Arrat® (Zdroj 12), ale u rozrazilu perského (*Veronica persica*) byla účinnost herbicid EQUIP ULTRA® menší, než je v uvedeném zdroji deklarováno.

Zemědělci v Evropské unii jsou vystaveni postupnému omezování účinných látek herbicidů. Řada účinných látek byla zakázána nebo byly sníženy jejich dávky či omezeny pouze na jednu aplikaci za několik let (Košnarová a kol., 2019), s čímž souhlasím.

Zpracování půdy během vegetace neboli plečkování bylo v minulosti běžným agrotechnickým zásahem regulující zaplevelení (Javor a kol., 2018). Autoři dále uvádí, že s nástupem účinné a poměrně rychle proveditelné chemické regulace zaplevelení, ztrácelo plečkování od poloviny 20. století na významu. Uplatnění plečkování pro eliminaci slévavého povrchu půd nebylo prioritou pro sporadický výskyt, z důvodu setrvale dobré komplexní péče o půdu. V posledních letech tvoří sortiment premergentních a časně postmergentních herbicidů více než 200 registrovaných přípravků pro použití jen v kukuřici. Nejnovější přípravky disponují vysoce účinnými látkami, ačkoliv se postupně vyskytují rezistence některých plevelů. Účinnost plečkování v porostech kukuřice na bujně rostoucí druhy plevelů je velmi nízká. Dnes je zcela nedostačující plečkování pro regulaci zaplevelení zvláště v teplých regionech s bohatou půdní zásobou semen plevelů. S výše uvedenými tvrzeními autorů se ztotožňuji.

Se snižujícím se spektrem účinných látek se projevuje riziko vzniku rezistence plevelů. Štěpánek (2005) uvádí, že nejlepší opatření pro minimalizaci vzniku k herbicidům rezistentních plevelů je předejít jejich vyvolání. Jako základní strategie autor uvádí zejména pravidelně kontrolovat pole a identifikovat odolné plevele a rychle reagovat na změny v populaci plevelů a omezit rozvinutí rostlin u kterých je možný vznik rezistence. Další strategií je střídat herbicidy s různými způsoby účinnosti, používat herbicidy v tank-mixech, (herbicidy s více účinnými látkami), nebo následnou směs která obsahuje účinné látky s více způsoby účinnosti, slučovat mechanické způsoby ochrany s herbicidním ošetřením do společného programu regulace veškerých plevelných druhů a očistit nářadí na zpracování půdy s sklizňové prostředky před přesunutím z pozemků zamořených rezistentními plevely na nezamořené pozemky. Zároveň autor uvádí významný a někdy opomíjený fakt, a to že železnice, městské podniky, silnice, a podobné organizace by měly podporovat

používání programů na úplnou regulaci rostlin a použít metody které nevedou k rozvoji herbicidům rezistentních plevelů. Se závěry autora se plně ztotožňuji.

Plně souhlasím se Soukupem (2018), který uvádí že herbicidní rezistence je fenomén, který snadno vzniká, ale je obtížné a nákladné se s ním následně potýkat. Vzhledem k tomu, že v posledních 30 letech nebyl objeven žádný nový mechanismus účinku herbicidů a řada stávajících přípravků nevyhovujících z pohledu chování v prostředí je postupně omezována, nelze se příliš spoléhat na překonání rezistence jen prostřednictvím inovací v chemické ochraně, ale snažit se také udržet účinnost stávajících mechanismů účinku herbicidů jejich uvážlivějším používáním v rámci konceptu integrované ochrany rostlin.

Rozvoj zemědělství a způsob hospodaření je ovlivňován mnoha faktory. Do popředí se dostávají ekologická a ekonomická hlediska. Zejména ve vztahu k postupnému vyčerpávání přírodních zdrojů, úbytku zemědělské půdy, nedostatku vody v důsledku klimatických změn a stále rostoucí lidské populaci. To vše vyžaduje zavádění nových efektivních postupů šetrných k životnímu prostředí, zejména pak metod precizního a ekologického zemědělství.

Dosud běžnou zemědělskou praxí je, že se na celý pozemek aplikuje jednotná dávka herbicidu, přestože některé jeho části vykazují jen slabý nebo nulový výskyt plevelů. Cílená regulace zaplevelení založená na principu precizního zemědělství naopak tuto variabilitu zohledňuje. Regulační zásah je uskutečněn pouze v těch částech pozemku, kde výskyt plevelů překračuje práh škodlivosti. Tím je možné dosáhnout významné úspory herbicidu, omezit ekologickou zátěž prostředí, a v některých případech také omezit herbicidní poškození plodiny (Hamouz, 2014).

Rozdílný je ovšem pohled, který na plevele mají jednotlivé systémy zemědělství. V konvenčním zemědělství se spíše poukazuje na jejich negativní vlastnosti a zdůrazňuje se potřeba čistého bezplevelného porostu a význam chemické ochrany proti nim. V ekologickém zemědělství (EZ) se na plevele pohlíží komplexně i z hlediska jejich kladných vlastností a úlohy v agroekosystému. Cílem EZ je komplexem různých opatření udržet plevele jako tzv. doprovodné rostliny v počtu, který nezpůsobuje významné ekonomické ztráty (Zdroj 15).

Vláda ČR dne 6. 6. 2018 schválila Aktualizaci Národního akčního plánu (NAP) pro bezpečné používání pesticidů pro období 2018–2022. Národní akční plán

k zajištění bezpečného používání pesticidů je souborem opatření, kterými bude v souladu s čl. 4 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů, na území České republiky realizován program snížení nepříznivého vlivu přípravků na ochranu rostlin na zdraví lidí a životní prostředí (Zdroj 16).

Jeho prvotním cílem není snižování spotřeby přípravků na ochranu rostlin, ale eliminace nebo významné omezení rizik, která používání přípravků představuje. NAP obsahuje celkem 69 konkrétně formulovaných opatření, jejichž plnění by mělo postupně zlepšit nepříznivé dopady používání přípravků v České republice. Při prosazování zásad správného používání přípravků je nejdůležitější vhodným způsobem zaměřená osvěta, určená jak profesionálním uživatelům přípravků, tedy zejména zemědělcům, ale rovněž jejich drobným neprofesionálním uživatelům, zvláště zahrádkářům (Zdroj 17).

7. Závěr

Kukuřice je plodinou velmi citlivou na zaplevelení, zejména v počátečních fázích růstu. Proto je nutné pečlivě zvážit výběr vhodného herbicidu pro aplikaci a současně zvolit vhodný aplikační termín. Aplikace herbicidů je velmi závislá na průběhu počasí v počátečních vegetačních fázích růstu rostlin. Účinnost postřiku rozhoduje o stavu zaplevelení, utvoření optimálních podmínek pro dosažení maximální produkce z jednotky plochy v ekonomickém optimu.

Výsledek polního pokusu prokázal: Je nutno pečlivě zvážit výběr vhodného herbicidu pro aplikaci a současně zvolit vhodný termín aplikace. Současně se ukázalo, že levnější řešení nemusí být lepší, v tomto případě dražší kombinace herbicidů dosáhla lepšího účinku než použití levnější aplikace.

V rámci provedeného polního pokusu se prokázala různá účinnost herbicidů na vybrané plevelné druhy. Pokud porovnáme průměrné počty jedinců (ks.m^{-2}) mezi prvním a třetím zjišťováním četnosti výskytu plevelů (první sčítání = 100 %), tak u přípravku EQUIP ULTRA® došlo k výraznému nárůstu v případě truskavce ptačího (*Polygonum aviculare*) na 213 %, u rozrazilu perského (*Veronica persica*) na 145 %. U hluchavky nachové (*Lamium purpureum*) došlo k mírnému poklesu na 96 % a u violky rolní (*Viola arvensis*) došlo ke snížení zaplevelení na 84 %. Kombinace herbicidů Arrat® + Titus® 25 WG měla dobrou účinnost na hluchavku nachovou (*Lamium purpureum*), kde došlo ke snížení počtu na 31 % a velmi dobrou účinnost na violku rolní (*Viola arvensis*), kde došlo ke snížení na 9 %. Stejně jako u přípravku EQUIP ULTRA® nebyla tato kombinace dostatečně účinná na zbývající dva plevelné druhy, ale u nich došlo alespoň k podstatně menšímu nárůstu počtu jedinců – u truskavce ptačího (*Polygonum aviculare*) na 118 % a u rozrazilu perského (*Veronica persica*) na 83 %. Na neošetřených plochách se projevil předpokládaný výrazný nárůst počtu – truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*) na 207 %, violka rolní (*Viola arvensis*) na 173 %, hluchavka nachová (*Lamium purpureum*) na 226 % a rozrazil perský (*Veronica persica*) na 149 %. V kontextu porovnání kontrolních ploch a pokusných ploch obou způsobů herbicidního ošetření je patrná vyšší účinnost postřiku kombinace Arrat® + Titus® 25 WG.

Vzhledem ke krátkodobému trvání pokusu nelze jednoznačně stanovit, do jaké míry byla nižší účinnost způsobena nastupující rezistencí plevelů a do jaké míry jinými faktory. V tomto případě však lze jistý účinek rezistence dovodit vzhledem k malé

účinnosti na uvedené plevely ve srovnání s ostatními druhy zastoupenými na pokusném pozemku.

Doporučení pro zemědělskou praxi:

- a) Základem úspěšné regulace plevelů a zaplevelujících plodin zůstává dodržování základních agrotechnických zásad, zejména správně střídání plodin, kvalitní zpracování půdy a čistota osiva i statkových hnojiv.
- b) I při maximální aplikaci předchozích zásad se nevyhneme zaplevelení pozemku, plevely se mohou šířit na velké vzdálenosti a jejich zdrojem mohou být různé neobhospodařované nebo špatně obhospodařené pozemky v okolí.
- c) Pro správnou volbu herbicidních přípravků je nutné neustále sledovat vývoj nových přípravků, metod, postupů a tyto aplikovat v praxi. Volbou různých přípravků podle plevelného spektra na konkrétních pozemcích lze snižovat riziko možného vzniku rezistence plevelů vzhledem k účinné látce herbicidu.

8. Seznamy

8.1 Seznam citované literatury

Dvořák, J. a Smutný, V., 2003. *Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 186 s. ISBN 80-7157-732-4.

Hron, F. a Kohout, V., 1986. *Polní plevel: Část obecná: Určeno pro postgraduální studium*. 1. vyd. Praha: VN MON, Vysoká škola zemědělská v Praze. 168 s.

Jursík, M., Holec, J., Hamouz, P. a Soukup, J., 2018. *Biologie a regulace plevelů*. České Budějovice: Kurent. 359 s. ISBN 978-80-87111-71-0.

Klestil, A., 1978. *Intenzivní výroba píce*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 353 s.

Kůrka, P., 2015. *Pěstování kukuřice a změny v technologii v závislosti na užitkovém směru*. České Budějovice, 2015. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita – Zemědělská fakulta.

Lacko-Bartošová, M., Cagaň, E., Čuboň, J., Kováč, K., Kováčik, P., Macák, M., Moudrý, J. a Sabo, P., 2005. *Udržatelné a ekologické poľnohospodárstvo*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005. 575 s. ISBN 80-8069-556-3.

Lepš, J. a Šmilauer, P., 2014. *Biostatistika*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, 256 s.

Mikulka, J. a Kneifelová, M., 2005. *Plevelné rostliny*. 2., kompletně přepracované vydání. Praha: Profi Press, 2005. 148 s. ISBN 80-86726-02-9.

Stach, J., 1995. *Základní agrotechnika: (osevní postupy)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 98 s. ISBN 80-7040-117-6.

Špaldon, E., 1982. *Rostlinná výroba*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 714 s.

Treuová, A., 2017. *Pěstování a využití kukuřice seté v ekonomických podmínkách České republiky*. Brno, 2017. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně – Agronomická fakulta.

Zimolka, J., 2008. *Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry*. Praha: Profi Press s.r.o., 200 s, ISBN 978-80-86726-31-1.

Online zdroje

Doležal, P., Zeman, L., Zdráhalová, I., Pyrochta, V. a Skládanka, J., 2008. *Sklizeň kukuřice a zásady konzervace.* Zemědělec. [Online] 15. 8. 2008. <https://www.zemedelec.cz/sklizen-kukurice-a-zasady-konzervace/>.

Hamouz, P., 2014. *Metody regulace zaplevelení pro precizní zemědělství* <https://metodiky.agrobiologie.cz/PDF/KAB/METODY-REGULACE-ZAPLEVELENI-PRO-PRECIZNI-ZEMEDELSTVI.pdf>

Javor, T., Staněk, L., Beranová, L. a Dostál, J., 2018. *Inovace meziřádkové kultivace porostů kukuřice.* Agromanual.cz. [Online] 19. 7. 2018. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/inovace-meziradkove-kultivace-porostu-silazni-kukurice>.

Jursík, M. a Soukup, J., 2007. *Strategie regulace zaplevelení.* Zemědělec. [Online] 2. 11. 2007. <https://www.zemedelec.cz/strategie-regulace-zapleveleni/>.

Jursík, M. a Soukup, J., 2009. *Možnosti herbicidní regulace plevelů.* Zemědělec. [Online] 6. 11. 2009. <https://www.zemedelec.cz/moznosti-herbicidni-regulace-plevelu/>.

Jursík, M., Holec, J., 2005. *Rdesno ptačí (*Polygonum aviculare* L.) Listy cukrovarnické a řepařské.* [Online] září–říjen 2005 http://www.cukr-listy.cz/on_line/2008/pdf/256-259.PDF

Jursík, M., Soukup, J. a Holec, J., 2010. *Úvod do problematiky mechanismu působení herbicidů.* Listy cukrovarnické a řepařské. [Online] 10. 1. 2010. http://www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/14-16.PDF.

Kinkorová, J., 2004. *Perspektivy použití biologického hubení plevelů pomocí dvoukřídlých s cílem omezit používání pesticidů.* [Online] 31. 1. 2004. <http://www.phytosanitary.org/projekty/2003/vvf-10-03.pdf>.

Kopecký, P., 2006. *Černá zvěř – problém pěstitelů kukuřice.* Problematika škod působených zvěří na zemědělských plodinách (sborník příspěvků ze semináře). [Online] 2. 4. 2006. <http://www.myslivost.cz/omsrokycany/CMSPages/GetFile.aspx?guid=fb26bfa6-2448-49db-a067-7dfa0fb41551>

- Košnarová, P., Soukup, J., Hamouz, P., Mikulka, J. a Šuk, J., 2019.** *Herbicidní rezistence v Evropě i v ČR nabývá na významu.* Agromanuál.cz. [Online] 21. 10. 2019. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/herbicidni-rezistence-v-evrope-i-v-cr-nabyva-na-vyznamu>.
- Mikulka, J., 1999.** *Způsoby regulace zaplevelení v ekologickém zemědělství.* Agris. [Online] 22. 09. 1999. <http://www.agris.cz/clanek/107708>.
- Mikulka, J., 2019.** *Aplikace integrovaných systémů regulace plevelů.* Česká technologická platforma pro zemědělství. [Online] 5. 2. 2019. <https://www.ctpz.cz/vyzkum/aplikace-integrovaných-systemu-regulace-plevelu-856>.
- Renč, J., 2015.** *Setí – základ úspěchu pěstování kukuřice.* Úroda. [Online] 18. 3. 2015. <https://www.uroda.cz/seti-zaklad-uspechu-pestovani-kukurice/>.
- Richter, R., 2005.** *Kukuřice.* Multimediální učební texty z výživy rostlin. [Online] 25. 1. 2005. http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/kukurice.htm
- Smutný, V., 2012.** *Možnosti regulace plevelů v kukuřici v sušších podmínkách.* Agromanuál.cz. [Online] 29. 3. 2012. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-kukurici-v-sussich-podminkach>.
- Smutný, V., 2017.** *Úzkořádková technologie pěstování kukuřice na siláž.* Agromanuál.cz. [Online] 28. 6. 2017. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/uzkoradkova-technologie-pestovani-kukurice-na-silaz>
- Soukup, J., 2018.** *Rezistence plevelů vůči herbicidům a jak jí předcházet* [Online] 14. 12. 2018 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/rezistence-plevelu-vuci-herbicidum-a-jak-ji-predchazet>
- Soukup, J., Tyšer, L., Hamouz, P., Holec, J., Venclová, V., Linhart, T. a Vohlídal, J., 2020.** *Atlas plevelů.* Herba. [Online] Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020. http://www.jvsystem.net/app19/Glossary.aspx?lng_display=1&lng_user=1&prehled=0&.

Švec, R., 2016. *Založení porostu kukuřice.* Úroda. [Online] 18. 4. 2016.
<https://www.uroda.cz/zalozeni-porostu-kukurice/>.

Tomášek, J., 2018. *Porovnání strip-till a klasické technologie pěstování kukuřice.*
Agromanual.cz. [Online] 11. 5. 2018.
<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/porovnani-strip-till-a-klasicke-technologie-pestovani-kukurice>.

Ostatní internetové zdroje

Zdroj 1: Řepková, J., 2015. *Genové zdroje a původ kulturních rostlin*. Dostupné také z:

https://is.muni.cz/el/1431/jaro2015/Bi7240/um/Puvod_kulturnich_rostlin_text_IS_2015.pdf

Zdroj 2: *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu AGroConsult* [online]. České Budějovice: AGroConsult, 2015 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: www.agronormativy.cz

Zdroj 3: Vyhledávání v Databázi odrůd / Státní odrůdové knize. *Portál eAGRI – resortní portál Ministerstva zemědělství* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2020 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/sok/odrudyNouQF.do>

Zdroj 4: GM plodiny – Pěstování geneticky modifikovaných plodin. *Portál eAGRI – resortní portál Ministerstva zemědělství* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/>

Zdroj 5: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin - 2018. *Český statistický úřad* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2020 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2018>

Zdroj 6: Školní statek. *VOŠ a SZeŠ Tábor* [online]. Tábor: VOŠ a SZeŠ Tábor, 2020 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://szestabor.cz/skolni-statek>

Zdroj 7: EKatalog BPEJ - 7.46.00. *EKatalog BPEJ* [online]. Praha: VÚMOP, v.v.i., 2019 [cit. 2020-25-06]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/74600>

Zdroj 8: SUCORN (DS1710C). *SAATEN – UNION* [online]. SAATEN – UNION, 2020 [cit. 2020-25-06]. Dostupné z: <https://www.saaten-union.cz/index.cfm/action/varieties/cul/344/v/3749.html>

Zdroj 9: EQUIP. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Agromanual.cz, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicidy/herbicid/equip>

Zdroj 10: ARRAT. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Agromanual.cz, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicidy/herbicid/arrat>

Zdroj 11: TITUS 25 WG. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Agromanual.cz, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicide/herbicide/titus-25-wg>

Zdroj 12: Řešení plevelů. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Agromanual.cz, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/reseni/reseni-plevelu>

Zdroj 13: *Agrokop* [online]. Střítež: Agrokop, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <http://obchod.agrokop.cz/>

Zdroj 14: Plevel v kukuřici. *APIC.cz* [online]. Liberec: Krajské informační středisko pro rozvoj zemědělství a venkova Libereckého kraje, 2004–2020, 26.4.2006 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <http://www.apic.cz/1063-plevele-v-kukurici.html>

Zdroj 15: Regulace plevelů. *Ekologické zemědělství, učebnice pro školy i praxi. I. díl. Základy EZ, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2005, s. 127-143 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: https://orgprints.org/21924/50/Ekologie_08.pdf

Zdroj 16: Udržitelné používání pesticidů. *EAgri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/udrzitelne-pouzivani-pesticidu/>

Zdroj 17: Správné a bezpečné používání přípravků na ochranu rostlin. *EAgri.cz* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2020 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/440132/Spravne_a_bezpecne_pouzivani_pripravku_publicace_NAP_2015.pdf

8.2 Seznam vložených grafů

Graf 1: Vývoj osevních ploch kukuřice v ČR 2002–2019 (tis. ha).....	22
Graf 2: Podíl plochy kukuřice na celkových plochách v ČR 2002-2019.....	22
Graf 3: Výnosy kukuřice v ČR 2009 - 2018 (t.ha ⁻¹)	23
Graf 4: Celková produkce jednotlivých obilovin v ČR 2009-2018 (t)	23
Graf 5: Produkce pícnin v ČR 2009-2018 a porovnání s produkcí kukuřice (t).....	24
Graf 6: Podíl plochy kukuřice na celkové osevní ploše v jednotlivých krajích 2019	24
Graf 7: Statistické vyhodnocení zásahů pro violku rolní (<i>Viola arvensis</i>)	46
Graf 8: Vývoj zaplevelení violkou rolní (<i>Viola arvensis</i>) na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA	47
Graf 9: Vývoj zaplevelení violkou rolní (<i>Viola arvensis</i>) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG	47
Graf 10: Statistické vyhodnocení zásahů pro truskavec ptačí (<i>Polygonum aviculare</i>)	49
Graf 11: Vývoj zaplevelení truskavem ptačím (<i>Polygonum aviculare</i>) na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA.....	50
Graf 12: Vývoj zaplevelení truskavem ptačím (<i>Polygonum aviculare</i>) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG	50
Graf 13: Statistické vyhodnocení zásahů pro hluchavku nachovou (<i>Lamium purpureum</i>).....	52
Graf 14: Vývoj zaplevelení hluchavkou nachovou (<i>Lamium purpureum</i>) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG	52
Graf 15: Vývoj zaplevelení hluchavkou nachovou (<i>Lamium purpureum</i>) na plochách ošetřených přípravkem EQUIP® ULTRA.....	53
Graf 16: Statistické vyhodnocení zásahů pro rozrazil perský (<i>Veronica persica</i>).....	55
Graf 17: Vývoj zaplevelení rozrazilem perským (<i>Veronica persica</i>) na plochách ošetřených kombinací Arrat® + Titus® 25 WG	55
Graf 18: Vývoj zaplevelení rozrazilem perským (<i>Veronica persica</i>) na plochách ošetřených herbicidem EQUIP ULTRA®	56

8.3 Seznam vložených tabulek

Tabulka 1: Fenologické fáze kukuřice podle stupnice BBCH (Zdroj 2)	12
Tabulka 2: Rozdělení hybridů podle FAO (Klestil, 1978).....	14
Tabulka 3: Vývoj ploch a počtu pěstitelů GM kukuřice v ČR (Zdroj 4).....	15
Tabulka 5: Základní charakteristika klimatického regionu.....	35
Tabulka 6: Zjištěné druhy plevelů a zaplevelujících rostlin	40
Tabulka 7: Předpokládaná účinnost použitých herbicidů (Zdroj 14).....	41
Tabulka 8: Zjištěné počty plevelů a jejich zastoupení v pokusných plochách	42
Tabulka 9: Průměrné a maximální počty plevelů v pokusném čtverci	43
Tabulka 10: Výběr plevelů pro hodnocení a stanovení jejich nebezpečnosti	44
Tabulka 11: Zjištěné počty (ks) violky rolní (<i>Viola arvensis</i>) na jednotlivých plochách pokusu.....	45
Tabulka 12: Tukeyův HSD test pro violku rolní (<i>Viola arvensis</i>).....	46
Tabulka 13: Zjištěné počty (ks) truskavce ptačího (<i>Polygonum aviculare</i>) na jednotlivých plochách pokusu.....	48
Tabulka 14: Tukeyův HSD test pro truskavec ptačí (<i>Polygonum aviculare</i>).....	49
Tabulka 15: Zjištěné počty (ks) hluchavky nachové (<i>Lamium purpureum</i>) na jednotlivých plochách pokusu.....	51
Tabulka 16: Tukeyův HSD test pro hluchavku nachovou (<i>Lamium purpureum</i>)	51
Tabulka 17: Zjištěné počty (ks) rozrazilu perského (<i>Veronica persica</i>) na jednotlivých plochách pokusu.....	54
Tabulka 18: Tukeyův HSD test pro rozrazil perský (<i>Veronica persica</i>).....	54
Tabulka 19: Srovnání nákladů na postřik 1 ha u použitých herbicidů.....	57

8.4 Seznam vložených obrázků

Obrázek 1: Schéma metod výsevu kukuřice (Smutný, 2017).....	21
Obrázek 2: Lokalizace pozemku s polním pokusem (Podklad: ZM10 ČÚZK).....	35
Obrázek 3: Umístění polního pokusu na pozemku (Podklad: Ortomapa ČÚZK)	38
Obrázek 4: Schéma uspořádání polního pokusu	38

8.5 Seznam fotografií v příloze

Foto 1: Okolí hnojiště je zdrojem zaplevelení ruderálními druhy (29. 5. 2017).....	76
Foto 2: Bezpilotní letadlo DJI Phantom 4 používané na snímkování.....	76
Foto 3: Letecké snímkování	76
Foto 4: Celkový pohled na pozemek v době setí (25. 4. 2017).....	77
Foto 5: Secí stroj Falcon 4	77
Foto 6: Rozrazil perský (<i>Veronica persica</i>)	78
Foto 7: Ptačinec žabinec (<i>Stellaria media</i>)	78
Foto 8: Celkový pohled na pozemek, v popředí únik hnojůvky z hnojiště (29. 5. 2017)	78
Foto 9: Penízek rolní (<i>Thlaspi arvense</i>).....	79
Foto 10: Viola rolní (<i>Viola arvensis</i>)	79
Foto 11: Truskavec ptačí (<i>Polygonum aviculare</i>).....	79
Foto 12: Opletka obecná (<i>Fallopia convolvulus</i>).....	79
Foto 13: Svízel přítula (<i>Galium aparine</i>).....	79
Foto 14: Heřmánkovec přímořský (<i>Matricaria maritima</i>)	79
Foto 15: Aplikace herbicidů na zakryté kontrolní plochy pokusu (1. 6. 2017)	79
Foto 16: Celkový pohled na pokusné stanoviště (1. 6. 2017)	79
Foto 17: Pohled na část pokusu s kontrolními plochami (11. 6. 2017), vizuálně dominuje truskavec ptačí (<i>Polygonum aviculare</i>).....	79
Foto 18: Výrazné zaplevelení kontrolních ploch různými druhy plevelů (24. 6. 2017)	79

Foto 19: Zaplevelení pokusné plochy truskavcem ptačím (<i>Polygonum aviculare</i>) 24. 6. 2017.....	79
Foto 20: Zaplevelení truskavcem ptačím (<i>Polygonum aviculare</i>) je patrné z leteckého snímku 24. 6. 2017, výška letu 20 m.....	79
Foto 21: Výrazné zaplevelení okraje pozemků eutrofizovaného únikem hnojůvky (11. 7. 2017).....	79
Foto 22: Úplné pokrytí půdního povrchu truskavcem ptačím (<i>Polygonum aviculare</i>) a opletkou obecnou (<i>Fallopia convolvulus</i>) (11.7.2017).....	79
Foto 23: Kvetoucí chrpa polní (<i>Cyanus segetum</i>) a merlík bílý (<i>Chenopodium album</i>) (11. 7. 2017).....	79
Foto 24: Dokvétající plevle budou zdrojem zaplevelení v dalších letech (26. 8. 2017).....	79
Foto 25: Opletka obecná (<i>Fallopia convolvulus</i>) a truskavec ptačí (<i>Polygonum aviculare</i>) na povrchu půdy (26. 8. 2017).....	79

8.6 Seznam použitých zkratk

BBCH	stupnice vývojových a růstových stádií rostlin
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
Dc	dvojitý (čtyřlíniový) hybrid (Dc – double cross)
DZES	standard EU (Dobrý zemědělský a environmentální stav)
EPOST	časné postemergentní herbicidní ošetření
FAO	číslo ranosti, charakterizuje hybrid a délku jeho vegetace
GM	geneticky modifikovaná (plodina)
LPIS	registr údajů o zemědělské půdě
MEO	erozně mírně ohrožená půda
MSc	modifikovaný jednoduchý hybrid
MTc	modifikovaný třílíniový hybrid
Sc	jednoduchý dvoulíniový hybrid (Sc – single cross)
SEO	erozně silně ohrožená půda
Tc	třílíniový hybrid kukuřice (Tc – three-way cross)
ZM10	základní mapa ČR v měřítku 1:10000

9. Fotografická příloha

Všechny fotografie a letecké snímky byly pořízeny autorkou práce.

Foto 1: Okolí hnojiště je zdrojem zaplevelení ruderálními druhy (29. 5. 2017)



Foto 2: Bezpilotní letadlo DJI Phantom 4 používané na snímkování



Foto 3: Letecké snímkování



Foto 4: Celkový pohled na pozemek v době setí (25. 4. 2017)



Foto 5: Secí stroj Falcon 4



Foto 6: Rozrazil perský (Veronica persica)



Foto 7: Ptačinec žabinec (Stellaria media)



Foto 8: Celkový pohled na pozemek, v popředí únik hnojůvky z hnojiště (29. 5. 2017)



Foto 9: Penízek rolní
(*Thlaspi arvense*)



Foto 10: Viola rolní
(*Viola arvensis*)



Foto 11: Truskavec ptačí
(*Polygonum aviculare*)



Foto 12: Opletka obecná
(*Fallopia convolvulus*)



Foto 13: Svízel přítula
(*Galium aparine*)



Foto 14: Heřmánkovec
přímořský (*Matricaria
maritima*)



Foto 15: Aplikace herbicidů na zakryté kontrolní plochy pokusu (1. 6. 2017)



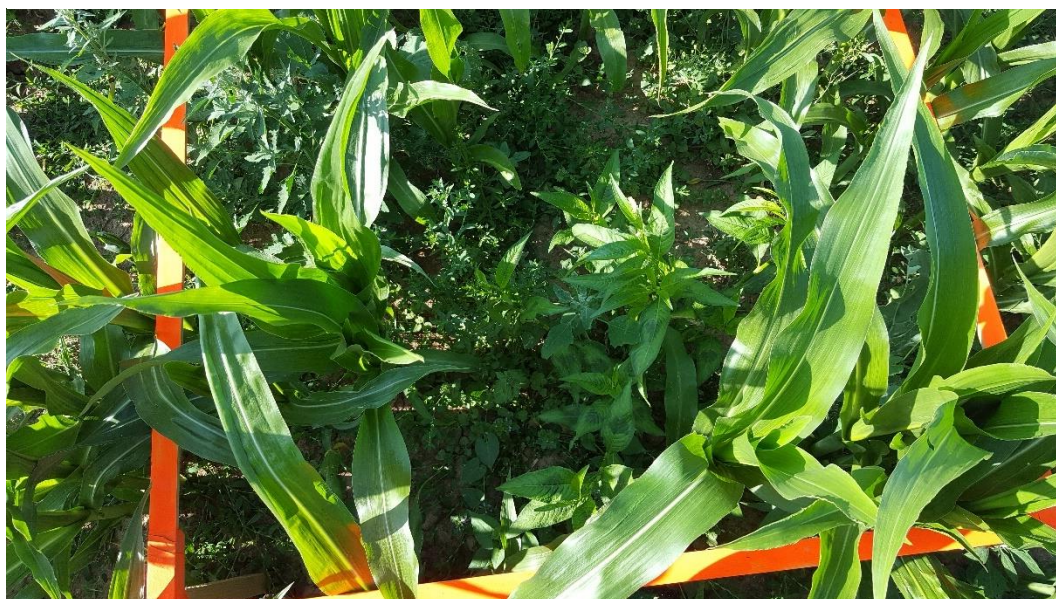
Foto 16: Celkový pohled na pokusné stanoviště (1. 6. 2017)



Foto 17: Pohled na část pokusu s kontrolními plochami (11. 6. 2017), vizuálně dominuje truskavec ptačí (Polygonum aviculare)



Foto 18: Výrazné zaplevelení kontrolních ploch různými druhy plevelů (24. 6. 2017)



*Foto 19: Zaplevelení pokusné plochy truskavcem ptačím (*Polygonum aviculare*) 24. 6. 2017*



*Foto 20: Zaplevelení truskavcem ptačím (*Polygonum aviculare*) je patrné z leteckého snímku 24. 6. 2017, výška letu 20 m*



Foto 21: Výrazné zaplevelení okraje pozemků eutrofizovaného únikem hnojivky (11. 7. 2017)



Foto 22: Úplné pokrytí půdního povrchu truskavcem ptačím (*Polygonum aviculare*) a opletkou obecnou (*Fallopia convolvulus*) (11. 7. 2017)



Foto 23: Kvetoucí chrpa polní (*Cyanus segetum*) a merlík bílý (*Chenopodium album*) (11. 7. 2017)



Foto 24: Dokvétající plevelé budou zdrojem zaplevelení v dalších letech (26. 8. 2017)



Foto 25: Opletka obecná (Fallopia convolvulus) a truskavec ptačí (Polygonum aviculare) na povrchu půdy (26. 8. 2017)

