

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Porovnání technologie strip tillage s klasickou technologií
pěstování kukuřice**

Bakalářská práce

Autor práce: Jakub Schamberger

Obor studia: Pěstování rostlin - ATZR

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Tomášek Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Porovnání technologie strip tillage s klasickou technologií pěstování kukuřice" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 4. 2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jaroslavu Tomáškoví Ph.D. za cenné rady, připomínky a pomoc s vyhledáváním odborné literatury, která přispěla k tvorbě této bakalářské práce. Dále děkuji za jeho ochotu a čas, který mi věnoval.

Děkuji také agronomům Zemědělského obchodního družstva Mrákov za umožnění provedení provozního pokusu a zpracování údajů o podniku. Velké poděkování patří zejména panu Václavu Kůstkovi, který mi během pokusu dodal potřebná data, vše vysvětlil v praxi a byl ochoten kdykoliv pomoci.

V neposlední řadě též děkuji celé své rodině za podporu v době mého studia.

Porovnání technologie strip tillage s klasickou technologií pěstování kukuřice

Souhrn

Kukuřici řadíme mezi rizikové plodiny, které nemůžeme pěstovat klasickou technologií na pozemcích erozně ohrožených. V posledních letech je sledován vyšší nárůst erozně ohrožených půd. Z toho vyplývá, že někteří zemědělci, zejména ti, kteří hospodaří v kopcovitějším terénu, budou značně znevýhodněni.

Tato práce měla za cíl porovnat produktivitu porostu silážní kukuřice založené klasickou technologií s půdoochrannou technologií strip tillage. V rámci bakalářské práce byly založeny dvě varianty pokusu na provozních plochách Zemědělského obchodního družstva Mrákov.

Z porovnání různě založených porostů kukuřice bylo zjištěno, že vyšší produktivitu biomasy vykazuje klasická technologie. Výnos zelené hmoty z jednoho hektaru byl zde o 8,6 tuny vyšší oproti technologii strip tillage.

Naopak porost pěstovaný technologií strip tillage vykazoval větší podíl palic a větší množství zrna na rostlině.

Z tohoto pokusu vyplývá, že technologie strip tillage poskytla nižší výnos biomasy, ale naopak poskytla více palic a zrna.

Jednoleté experimenty nemají dostatečnou vypovídací schopnost, a proto by bylo vhodné v pokusech pokračovat.

Klíčová slova: kukuřice, výnos, strip tillage, technologie, náklady

Comparison of strip tillage technology with traditional technology cultivation of corn

Summary

Corn is one of the unsafe crop which can not be grown by conventional technology on erosion endangered lands. Higher percentage of erosion endangered lands is observe last years. Especially farmers who farms in hilly country will be diadvantaged.

This bachelor study compares productivity of silage maize grown by conventional technology with strip tillage technology. There were established two variants of experiments on fields of Agriculture cooperative Mrákov.

Conventional technology had higher yield (about $8,6 \text{ t:ha}^{-1}$) than strip tillage. Strip tillage technology had higher percentage of conncob and corn.

This experiment showed lower yield of biomass on strip tillage technology, but higher corncob and corn yield.

Sufficient information ability could not be conformed by one year experiments.

Keywords: corn, yield, strip tillage, technology, costs

Obsah

1 Úvod a cíl práce	1
1.1 Úvod	1
1.2 Cíl práce	2
2 Literární rešerše	3
2.1 Kukuřice	3
2.1.1 Historie kukuřice	3
2.1.2 Využití kukuřice	3
2.1.2.1 Na zelené krmení	4
2.1.2.2 Sklizeň na krmivo LKS a CCM	4
2.1.2.3 Sklizeň na siláž	5
2.1.2.4 Sklizeň na zrno	5
2.1.2.5 Další využití kukuřice	6
2.1.3 Výnos silážní kukuřice	6
2.1.4 Technologie pěstování kukuřice	9
2.1.4.1 Tradiční technologie	10
2.1.4.2 Minimalizační technologie	10
2.1.5 Růst a vývoj kukuřice	12
2.1.5.1 Hybridy kukuřice z hlediska fyziologických vlastností	13
2.1.6 Choroby a škůdci v kukuřici	14
2.1.7 Plevel v kukuřici	15
2.2 Technologie pěstování strip tillage	15
2.2.1 Využití pásového zpracování půdy v Evropě	16
2.2.1.1 Dobrý zemědělský a environmentální stav (DZES)	16
2.2.2 Postup při zpracování půdy technologií strip tillage	17
2.2.3 Základní způsoby strip tillage	18
2.2.4 Formy pásového zpracování půdy	18
2.2.4.1 Klasické pásové zpracování půdy	18
2.2.4.2 Intenzivní pásové zpracování půdy	19
2.2.4.3 Termíny provedení pásového zpracování půdy	20
2.2.5 Výhody využívání technologie strip tillage	21
2.2.5.1 Půdní organická hmota	21
2.2.5.2 Odbourání obsevů	21
2.2.5.3 Voda v půdě	21
2.2.5.4 Snížení rizika eroze	22

2.2.5.5	Časová a ekonomická náročnost.....	22
2.2.6	Nevýhody využívání technologie strip tillage	22
2.2.6.1	Nutnost moderních technologií	22
2.2.6.2	Výskyt chorob a škůdců.....	22
3	Materiál a metodika	23
3.1	Charakteristika pokusného stanoviště	23
3.1.1	Agrotechnika pokusu	24
3.1.1.1	Charakteristika hybridu Walterinio	25
3.1.2	Hodnocení pokusu během růstu	26
3.1.3	Hodnocení pokusu při sklizni	27
3.2	Ekonomické hodnocení.....	30
4	Diskuze	32
5	Závěr.....	34
	Seznam literatury.....	35
	Přílohy a obrázky.....	42

1 Úvod a cíl práce

1.1 Úvod

Půda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů, kterého máme jen omezené množství a žádnými způsoby ho nedokážeme vyrobit. Každý člověk by si měl uvědomit, že je to jedna z nejcennějších věcí, kterou může vlastnit. Půda je hlavním zdrojem všech potravin. Pěstujeme je buď přímo, nebo se pěstují plodiny, které poté slouží ke krmení dobytka a produkci živočišných komodit.

Většina lidí si tuto skutečnost vůbec neuvědomuje, a proto dochází ke zbytečné devastaci půdy. Příkladem mohou být zábory půdy a její zastavování výrobními halami, sklady, výstavbou silnic atp.

Mezi další možnosti degradace půdy můžeme zařadit vodní a větrnou erozi. Proti erozi lze provádět několik opatření: zlepšení půdní struktury dodáním organické hmoty, obdělávání půdy po vrstevnici, vysazování křovinatých protierozních pásů, rozdělování půdních bloků a další agrotechnická opatření.

Jednou z možností protierozní ochrany půdy je technologie pěstování strip tillage. Tato technologie je poměrně nová, pochází z Ameriky a v České republice se s ní teprve začíná. Rozvoj této technologie začíná být velmi rychlý, a to v důsledku legislativy EU, která je spojena s kontrolou podmíněnosti (DZES), jež nám zakazuje zpracovávat klasickým pluhem půdy mírně erozně ohrožené (MEO). Na těchto půdách je nutné použít nějakou z půdoochranných technologií, čímž budou splněny i Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES).

Jednou z možností půdoochranné technologie je technologie strip tillage, která má základ v pásovém zpracování půdy a tudíž slouží jako ochrana půdy proti erozi. Tato technologie se dostala mezi uznané půdoochranné metody k pěstování kukuřice v roce 2015.

V této bakalářské práci se budu zabývat pěstováním silážní kukuřice klasickou technologií a technologií strip tillage.

Tato práce by měla porovnat výnosy v pěstování silážní kukuřice mezi dvěma výše zmiňovanými technologiemi a mohla by posloužit zemědělské veřejnosti při rozhodování, kterou technologií pěstovat a maximalizovat výnos silážní kukuřice a zároveň chránit půdu před erozí.

1.2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je porovnání produktivity porostů silážní kukuřice založené klasickou technologií pěstování s technologií strip tillage.

Dalším cílem práce je ekonomické zhodnocení těchto dvou technologií.

Pro tuto práci byly zvoleny dvě hypotézy:

1. Produktivita porostu založená technologií strip tillage bude vyšší než klasická technologie.
2. Metoda strip tillage nebude mít vliv na výšku rostlin v porovnání s kontrolní variantou.

2 Literární rešerše

2.1 Kukuřice

Kukuřice (*Zea mays L.*) je statná, vysoká rostlina. Po pšenici a rýži patří mezi nejdůležitější obilniny světa. Je to jednodomá rostlina s jednopohlavními květy. Samčí květenství se nazývá lata a samičí úžlabní palice, která je zahalena papírovitými listeny, z nichž na vrcholu vyčnívají nitkovité blizny (Novák et Skalický, 2012).

V botanickém systému řadíme kukuřici mezi jednoleté rostliny. Patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*). Je cizosprašná (Zimolka et al., 2008).

2.1.1 Historie kukuřice

Kukuřice nejspíš pochází z tropického jižního nebo jihozápadního Mexika. Archeologové, kteří zkoumali jeskyně v horských oblastech Tehuacan Valley, zde objevili kukuřičné klasy, které datují do doby 8000 – 5000 př. n. l. Původ kukuřice je neznámý, ale vztahuje se k původním divokým travám na tomto území (*Zea mexicana*) nebo travám rodu (*Tripsacum*). Původní Američané selektovali rostliny, které snesou kratší vegetační dobu, a začali postupně obchodovat se severem.

Když do Nového světa přijeli Evropané, už se kukuřice pěstovala od jižní Kanady až k Chile. Později Kolumbus a objevovatelé koupili kukuřici pro Španělsko, a tak se tato plodina rozšířila do Evropy (Sheaffer et Moncada, 2012).

Poté se kukuřice velmi rychle šířila Evropou a dále do ostatních částí světa (Tollenaar et Dwyer, 1999).

V roce 1930 se začaly využívat první hybridy, které umožňují lepší využití daného hybridu pro určitou technologii. V dnešní době se setkáváme s kukuřicí skoro po celé Zemi. Od 40° jižní šířky do 56° severní šířky (Skládanka, 2006).

2.1.2 Využití kukuřice

Kukuřice je jedním z potenciálních obnovitelných zdrojů energie (Blanco-Canqui et Lal, 2007).

Může být zpracována na různé potravinářské a průmyslové výrobky, včetně škrobu, sladidel, oleje, nápojů, lepidla, průmyslového alkoholu a etanolu (Ranum et al., 2014).

Podle Českého statistického úřadu převládají v České republice plochy kukuřice pěstované na siláž a na zeleno v porovnání s plochami kukuřice pěstované na zrno. Zelenou hmotu lze využít několika způsoby:

2.1.2.1 Na zelené krmení

Tento způsob pěstování už se v dnešní době moc nepoužívá, protože se přešlo na jednostranné krmení skotu po celý rok. Dříve se takto kukuřice sklízela proto, aby se využila hmota nevhodná pro silážování. Optimální pro sklizeň je ve fázi zelené zralosti nebo počátku mléčné zralosti při sušině 15 – 20 % a velikosti řezanky 50 – 150 mm. Výnos zelené píce je 25 až 60 t/ha (Šantrůček et al., 2007).

2.1.2.2 Sklizeň na krmivo LKS a CCM

LKS –(Lieschen Kolben Schrot)

V české terminologii také SDKPL – (Silážovaná drť kukuřičných palic s listeny) označuje sklizeň palic kukuřice i s listeny. Tato technologie se nejvíce rozvíjela v polovině 70. let minulého století (Křížek, 2002).

Výhody LKS jsou: lze je pěstovat v méně příznivých oblastech, dřívější sklizeň, nižší náklady, snadná konzervovatelnost.

Nevýhody LKS jsou: možnost plesnivění, nižší výnos a tím dražší krmivo (Křížek, 2002).

CCM – (Corn cob mix) označuje sklizeň palic bez listenů. Tato metoda představuje přímou kombajnovou sklizeň vlhkého kukuřičného zrna s minimálním podílem příměsí (části vřeten, listenů apod.). Produkt metody CCM je využíván pro výživu monogastrů, protože obsah vlákniny je zde až čtyřikrát nižší než u metody LKS (Novák, 2001).

U obou těchto technologií je cílem získat kvalitní krmivo. Délka řezanky by se měla pohybovat okolo 2 mm. U CCM může být menší, u LKS větší. Obsah sušiny v palici se pohybuje okolo 60 %. Výnos sušiny je asi na poloviční úrovni oproti silážní kukuřici. Z toho vyplývá vyšší cena tohoto krmiva (Šantrůček et al., 2007).

2.1.2.3 Sklizeň na siláž

Kukuřice patří mezi hlavní energetická objemná krmiva. Má značnou úlohu v krmné dávce skotu, kde tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Je hlavním zdrojem škrobu a vodorozpustných sacharidů (15 – 30 % v 1 kg sušiny). Z tohoto důvodu je vhodnou plodinou pro silážování.

Optimální doba sklizně pro silážování je ve fázi tzv. těstovité zralosti zrna (sušina 28 – 34 %), kdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině (Zimolka et al., 2008).

Na procentu sušiny silně závisí konzervační pochody při silážování. Při sušině pod 25 % dochází k silnému odtoku silážních šťáv a k velkým ztrátám živin.

Délka řezanky je závislá na sušině. Platí zde obecná zásada: čím vyšší sušina, tím kratší řezanka. Při sušině 27 % by měla být délka řezanky 20 – 25 mm a při sušině nad 32 % 4 - 7 mm (Šantrůček et al., 2007).

Kukuřice musí být sklizena nepřetržitě a průběžně dusána, aby došlo k vytěsnění kyslíku. Každé přerušení technologie zhoršuje následné kvasné procesy a vytváří vhodné prostředí pro rozvoj plísní. Po ukončení sklizně a důkladném udusání hmoty musí být siláž zakryta, aby během 48 hodin došlo k prodýchání veškerého kyslíku. V anaerobním prostředí probíhají kvasné procesy a dochází k okyselení siláže na pH 4,3 – 4,5. Při vyšší sušině je nutné připravit technologickou linku tak, aby došlo nejen k rozřezání stébel, listů, ale hlavně narušení zrn pro snadnější prokvašení (Pulkrábek et al., 1995).

Kukuřičná siláž, stejně jako seno, když je dobře udělaná, může snížit závislost na nákladných krmivových koncentrátech (Woolford et Pahlow, 1998).

2.1.2.4 Sklizeň na zrno

Kukuřici na zrno sklízíme v plné fyziologické zralosti. To znamená, pokud je zrno lesklé a na bázi má načervenalou vrstvu, která signalizuje konec ukládání živin. V této fázi se obsah sušiny v zrně pohybuje okolo 65 – 68 %.

V České republice probíhá sklizeň na zrno nejčastěji během měsíce října. Může se sklízet i předčasně, ale to nedosáhneme plného výnosu a zrno se musí více a nákladněji sušit. Někdy se doporučuje používat i antiplísňové přípravky (Zimolka et al., 2008).

Optimální sušina pro sklizeň zrna je 70 %. Při sušině nižší než 60% se zvyšují ztráty, častěji se objevuje poškození zrna a snižuje se výkonnost mlátičky. Ztráty za normálních podmínek jsou 2 – 4 % (Šuk et al., 1998).

Výnosový potenciál zrnové kukuřice je až 10 t/ha. Kukuřičné zrno je komoditou, která je schopna poskytovat dobrý ekonomický výsledek (Vavřina, 2016).

Dlouhodobě dosahuje stabilních výnosů a statistika ukazuje, že v posledních šesti letech došlo k nárůstu o 11,5 % ve srovnání s dřívějším stejně dlouhým obdobím (Černý, 2016).

Pokud se sklizeň odkládá až do období, kdy lze očekávat mráz a sníh, velmi se sníží kvalita zrna a je také velmi často napadáno plísněmi. Vytvořené mykotoxiny negativně ovlivňují krmné dávky.

Vzhledem k tomu, že obsah vody v zrnu po sklizni (35 – 40 %) je pro dlouhodobé skladování nevhodný, je třeba kukuřici sušit. Nejvhodnější obsah vody pro dlouhodobé skladování je 14 %. Sušení může probíhat přirozeně, a to pomocí větru a slunce, kde může vlhkost klesnout až o 20 %. Poté můžeme docílit 14 % dosušením teplým vzduchem. Tato metoda je velmi šetrná a nedochází tím k porušení klíčivosti zrn. Druhý způsob sušení je v sušárnách při vysoké teplotě okolo 100 °C. Při této metodě dochází ke snížení biologických vlastností zrna. Pro přepočítání výsledné hmotnosti zrna lze použít vzorec (Zimolka et al., 2008):

$$\left(1 - \frac{\text{vstupní vlhkost} - 14}{100 - 14}\right) = \text{Hmotnost zrna}$$

2.1.2.5 Další využití kukuřice

Dále můžeme kukuřici využít například ve výživě a zdravotnictví. Kukuřice je zdrojem antioxidantů a je také známá zdravotními benefity při trávení a udržování hladiny cukru. Mikrobiální rezistence a hydrofobní potahování kukuřičného proteinu zein se mohou ukázat užitečné v oblasti poskytování léků (Arias et Bhatia, 2015).

2.1.3 Výnos silážní kukuřice

Český statistický úřad udává průměrný výnos silážní kukuřice v období let 2010 – 2015 36,3 t/ha zelené hmoty. Největší propad můžeme vidět v roce 2015, který byl velmi extrémní. Rostliny trpěly vodním deficitem, který se velmi podepsal na hektarovém výnosu.

Pro srovnání uvádím výnos v Plzeňském kraji. Zde byl založen pokus, který porovná výnosy mezi klasickou technologií pěstování a technologií strip tillage.

Z tabulky můžeme vyčíst, že průměrný výnos silážní kukuřice v Plzeňském kraji je o 0,7 t/ha nižší. Tato skutečnost je dána rajonizací zemědělské výroby a s ní spojenými přírodními podmínkami. Plzeňský kraj řadíme do bramborářsko-obilnářské výrobní oblasti. Z toho vyplývá, že kukuřice zde nebude poskytovat tak veliké výnosy jako ve výrobních oblastech kukuřičných. Nejnižší výnos lze sledovat také v roce 2015, který byl extrémní svými teplotami.

Tabulka 1: Výnos silážní kukuřice. zdroj: ČSÚ (vlastní zpracování)

Výnos silážní kukuřice t/ha		
Rok	ČR	Plzeňský kraj
2010	33	33,3
2011	41,8	42,2
2012	40,6	40,7
2013	32,7	30,4
2014	40,4	39,5
2015	29,1	27,5
Průměr	36,3	35,6

V následující tabulce je zobrazen vývoj ploch osetých kukuřicí v České republice od roku 2005 do roku 2016. Velký nárůst můžeme sledovat mezi lety 2011 a 2012. Hlavním důvodem tohoto nárůstu přibližně o 19000 ha byla výstavba mnoha bioplynových stanic. Poté až do roku 2015 můžeme stále pozorovat nárůst plochy kukuřice. V roce 2016 je vidět naopak markantní pokles plochy oseté kukuřicí. Tento pokles přibližně o 11000 ha by mohl být způsoben propadem ceny mléka, snižováním stavů skotu, a tím nižší potřebou objemných krmiv.

Pokud nám stále narůstají plochy oseté kukuřicí, vyplývá z toho, že ji musíme pěstovat i na pozemcích méně vhodných např. pozemcích mírně erozně ohrožených. Na těchto pozemcích musí být dodržena určitá pravidla a podmínky pro správné pěstování. Tyto podmínky upravuje standard evropské unie DZES (Dobrý zemědělský a environmentální stav půdy).

Tabulka 2: Vývoj ploch a výnosu silážní kukuřice v ČR od roku 2005 do roku 2016. (vlastní zpracování) Zdroj ČSÚ

Rok	Osetá plocha tis. ha	Sklizeň (tis. t)	Průměrný výnos t/ha
2005	193	6870	35,6
2006	186	6066	32,6
2007	162	5570	34,4
2008	174	6144	35,3
2009	166	6332	38,1
2010	179	5902	33,0
2011	186	7782	41,8
2012	205	8328	40,6
2013	234	7635	32,6
2014	237	9578	40,4
2015	245	7134	29,1
2016	234	9545	40,8

Průměrný výnos v ČR od roku 2005 do roku 2016 kolísá okolo 36 t/ha. V tabulce můžeme vidět tzv. extrémní roky, např. 2015, kdy bylo extrémní sucho, které se velmi podepsalo na výnosu silážní kukuřice.

Pro dosažení co největšího výnosu je třeba porost správně založit. Výnos kukuřice je závislý především na teplotě a vodě, v neposlední řadě také na správné agrotechnice, počtu rostlin na hektar, ale také na hnojení a regulaci plevelů.

Termín setí:

Termín setí kukuřice je závislý na teplotě půdy, která by měla mít v hloubce setí minimálně 8 °C (Prokeš et al., 2009).

Tyto teploty odpovídají přibližně době od poloviny dubna do poloviny května. Výsev před 15. dubnem může být v chladnějších oblastech na závalu a rostliny nemusejí vzejít. Výhodnější je zvolit mělký setí do hloubky 2 – 3 cm, protože semeno je schopné lépe využít teplo akumulované na povrchu ornice (Zimolka et al., 2008).

Pokud je jaro velmi suché a teplé, vyplatí se sít do hloubky 8 – 10 cm, takzvaně na vodu.

Ve vlhkém a studeném roce si musíme dávat pozor, abychom osivo nezamazali nebo neutopili (Prokeš et al., 2009).

Hustota porostu:

Doporučená hustota porostu závisí na vegetační době porostů. Obecně platí, že čím jsou horší stanovištní podmínky pro pěstování, tím úměrně klesá množství rostlin na hektar.

Eliminuje se tak nižší polní vzcházivost a úbytek rostlin v průběhu vegetace. V České republice se doporučuje pěstovat od 7 do 11 rostlin na m².

Hustotu porostu lze ovlivnit také pojezdovou rychlostí secího stroje. Ta by se měla pohybovat okolo 6 km/h (Zimolka et al., 2008).

Při výsevu kukuřice je vhodné počítat s 5 – 7% rezervou proti požadované hustotě porostu. Zásadně nevhodná pro zakládání porostů kukuřice je technologie setí na široko nebo používání secích strojů na obilí. Tyto systémy nejsou schopny rozlišit jedno zrnko a uložit je na požadovanou vzdálenost, ale naopak vysévají ve shlucích a hnízdech (Kulovaná, 2001).

Výživa a hnojení:

Přímou vazbou k růstu kukuřice mají především dusík a fosfor. Rostlina přijme 70% všech živin do 45 dní vegetace (Lošák et Hlušek, 2006).

Pro dosažení výnosu sušiny 10 – 12 t/ha tj. při sušině 27 % 37 – 45 t/ha zelené hmoty a při minimálním podílu palic 40 %, je nutné pozemek dobře zásobit všemi živinami. Na vyprodukování uvedeného množství hmoty je zapotřebí kukuřici dodat 120 – 180 kg dusíku, 30 – 45 kg fosforu a 80 – 160 kg draslíku na 1 hektar. Dávky hnojiv upravujeme podle požadavků jednotlivých hybridů, v bramborářském výrobním typu a na půdách s nižší zásobou živin můžeme dávky hnojiv zvýšit. Zde je také vhodné krýt větší část potřebných živin chlévským hnojem. Živiny se tak uvolňují postupně v průběhu vegetace podle potřeby rostlin. Takovýto způsob hnojení je především významný na půdách s nižší sorpční schopností, kde zásobní hnojení průmyslovými hnojivy je často spojeno se značnými ztrátami živin vyplavením do podzemních vod (Pulkrábek et al., 1995).

Dalšími prvky, které významně ovlivňují výnos, jsou choroby, škůdci a plevel. Tyto činitele budou rozebrány v dalších kapitolách.

2.1.4 Technologie pěstování kukuřice

V systému pěstování kukuřice můžeme využít několik způsobů pěstebních technologií. Volbu pracovních postupů je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do osevního postupu, včetně managementu posklizňových zbytků, stavu půdy a dalším faktorům (Zimolka et al., 2008).

Zpracování půdy je popisováno jako mechanický zásah do půdy nebo promíchání půdy za účelem vytvoření co nejlepších podmínek pro růst a výživu rostlin. Rozrušuje agregáty, kompaktnost, půdní strukturu a mění velikost, distribuci i strukturu pórů, a tím tvoří žádoucí prostředí pro pohyb vzduchu a vody. Postupy zpracování půdy lze obecně rozdělit

podle intenzity, hloubky a způsobu kypření. V současné době jsou dvě základní technologie zpracování půdy, technologie s orbou (konvenční tradiční zpracování) a technologie bez orby (tzv. minimalizační či konzervační) (Novák et Mašek, 2018).

Prokeš et al. (2009) uvádějí, že pěstitele kukuřice můžeme rozdělit do tří skupin.

1. Skupina – 100 % ploch pro kukuřici naorává
2. Skupina – na menší části ploch využívá bezorebné zpracování půdy (převážně na pozemcích s vyšší svažitostí, kde je riziko vodní eroze)
3. Skupina – na 100 % ploch provádí bezorebné zpracování půdy.

2.1.4.1 Tradiční technologie

V našich podmínkách dosud tradiční technologie převažuje.

Pokud se pěstuje kukuřice po obilninách, je nutné co nejdříve po sklizni provést mělkou podmítku (0,06 - 0,12 m) pomocí talířových nebo radličkových podmítačů. Po mělké podmítce následuje orba do hloubky 0,22 m, při které jsou zpravidla zapravena organická hnojiva. Kvalitní orba by měla zajistit minimální vstupy na pozemek v jarním období.

Na jaře je nutné zajistit co největší prohřátí půdy a dostatek půdního vzduchu pro klíčení osiva. Hloubka přípravy půdy by neměla přesáhnout hloubku setí.

Příprava půdy se zahajuje hned, jak to půdní podmínky dovolí. Zpravidla ji provádíme dvakrát. V první fázi urovnáme a nakypříme povrch půdy, v druhé fázi pak připravíme seťové lůžko. Pro jarní přípravu nejčastěji využíváme především brány, kombinátory nebo kompaktoři. Nedoporučuje se používat smyky.

Výhody tradiční technologie jsou: rychlé prohřívání půdy, nakypření dostatečné vrstvy ornice a snížení nákladů na chemickou ochranu.

Mezi nevýhody lze zařadit pracovní a energetickou náročnost (Zimolka et al., 2008).

2.1.4.2 Minimalizační technologie

Použitím minimalizační technologie rozumíme postupy s mělkým až středně hlubokým zpracováním půdy kypřením radličkovým nebo talířovým nářadím na podzim a mělkým kypřením před setím. K setí se většinou používají speciální secí stroje, které umožňují přihnojení pod patu (Zimolka et al., 2008).

Do půdoochranných technologií zpracování půdy můžeme zařadit:

- Přímé setí do nezpracované půdy
- Mělké zpracování půdy
- Zpracování půdy v pásech (strip tillage)
- Zpracování půdy do hrůbků (Reddy, 2017).

Principem těchto technologií je využití organické hmoty předplodiny či meziplodiny na povrchu půdy. Hmota pokrývá částečně povrch půdy a snižuje povrchový odtok a smyv zeminy (Novák et Mašek, 2018).

Hlavním cílem minimalizačních metod je především snižovat erozi půdy.

Eroze půdy je jedním z nejzávažnějších problémů, kterému čelí lidská společnost (Pimentel, 2006).

Hlavní výhody minimalizačního zpracování půdy oproti tradičnímu:

1. Úspora pohonných hmot – zmenšení hloubky a snížení intenzity zpracování půdy, které je charakteristické pro půdoochranné technologie, výrazně vede k ušetření pohonných hmot.

2. Úspora času – moderní kypřiče vykazují vysoké plošné výkony ve srovnání s orbou. Tímto velmi zrychlíme přípravu půdy pro setí.

3. Omezení půdní eroze – ochranné zpracování půdy proti erozi spočívá v tom, že na poli ponecháme posklizňové zbytky, které zabraňují vodní a větrné erozi. Půdní erozi můžeme zabránit například setím do mulče nebo technologií strip tillage (Hůla, 2000).

Půdní eroze obvykle závisí na půdním typu, charakteristice srážek, topografii, na hospodaření s půdou a s plodinami a na postupech ochrany půdy (Hudson, 2016).

4. Zlepšení půdní struktury – pokud omezíme intenzitu zpracování půdy a vyloučíme obracení skývy při orbě, dosáhneme zlepšení strukturního stavu půdy. Zároveň musíme dbát na to, abychom minimalizovali přejezdy techniky. Pokud půdu zpracováváme minimálně, ale dopustíme velké množství přejezdů, dochází k zhutnění půdy, které je pro nás nežádoucí a ovlivňuje zejména vláhový režim v půdě (Hůla, 2000).

Ochrana půdy a vody je dosažena částečným ponecháním rostlinných zbytků na povrchu půdy. Konečné výsledky zahrnují zlepšení půdní vlhkosti, výnosu nebo produktivity (Fortin, 1993).

5. Ochrana vody a vzduchu před znečištěním – zaváděním systémů bez orby lze omezit tvorbu a akumulaci nitrátového dusíku v půdě a snižovat emise skleníkových plynů (Reddy, 2017).

Rizika používání minimalizačních technologií:

1. Vyšší nároky na používání agrochemikálií na ochranu rostlin – pokud využíváme zpracování půdy bez orby, zvyšujeme riziko růstu plevelů a rozvoje různých chorob. Abychom dosáhli alespoň srovnatelného výnosu jako v technologii tradiční, je třeba rostliny více ošetřovat a hnojit.

2. Pomalejší mineralizace organické hmoty – používáním mělkého zpracování půdy se posklizňové zbytky nezapraví do větších hloubek. Tudíž se tyto zbytky hromadí na povrchu a mohou mít nepříznivý dopad na výživu rostlin. Živiny se pro ně mohou stát nepřístupné.

3. Horší prohřívání půdy – v jarním období dochází k lepšímu prohřívání půdy, pokud ji častěji kypříme a provzdušňujeme. Při použití minimalizační technologie toto nedodržíme (Hůla, 2000).

Teplota půdy v hloubce 5 centimetrů v pásech širokých 37,5, 30, a 22,5 centimetrů neprokázala velké rozdíly během vzcházení semen. Avšak teplota půdy v pásu širokém 22,5 centimetrů byla celkově vyšší než v ostatních pásech. Tato skutečnost byla naměřena v době 12 – 14 hod., kdy teplota vzduchu a půdy dosahuje svého maxima (Celik et al., 2013).

4. Hromadění posklizňových zbytků na povrchu půdy – nedostatečné zapravení posklizňových zbytků vede k rozvoji mykotoxinů, fytoncidů a dalších sekundárních metabolitů, které mohou omezovat klíčení semen (Hůla, 2000).

Rostlinné zbytky na povrchu půdy snižují výpar vody z půdy a poskytnou více času na přerozdělení vody v půdním profilu (Celik et al., 2013).

Rostlinné zbytky, které pokrývají povrch půdy, chrání půdu před utěsněním a krustováním. Důsledkem vyšší infiltrace kombinované s vyšším obsahem organických látek je zvýšená skladovatelnost vody v půdě (Bot et Benites, 2005).

5. Vyšší zaplevelení – pokud zpracováváme půdu bez orby, dochází k rozvoji převážně vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč oset, pelyněk černobýl, čistec bahenní) (Hůla, 2000).

2.1.5 Růst a vývoj kukuřice

Kontrola a sledování růstových a vývojových procesů patří mezi velmi důležité činnosti agronomické služby. Přitom popis a rozdělení na dílčí růstové (fenologické) fáze a vývojové etapy (etapy ontogeneze) přináší některé problémy, zvláště pokud jde o přesnější vymezení hranic mezi jednotlivými stupni příslušné škály.

Z hlediska praktického využití výsledků sledování růstových a vývojových změn během ontogeneze kukuřice rozlišujeme dvě základní období: vegetativní (klíčení, vzcházení, případně odnožování) a generativní (sloupkování, metání, kvetení, tvorba zrna a zrání). V rámci uvedených základních období je možno přesněji definovat růstové fáze pomocí stupnic zaznamenávajících momentální stav rostlin v porostu, důležitých pro určení optimálních termínů vhodných k agrotechnickým vstupům do porostů. V současné době převažují stupnice s desetinným kódem – DC a BBCH, které nejlépe splňují požadavky na registraci výpočetní technikou (Zimolka et al., 2008).

Kukuřice je schopná, vzhledem k velkému asimilačnímu aparátu, růst téměř až do plné zralosti rostliny. Asimilační aparát je dán především velikostí listové plochy (LAI). Vysoké hodnoty LAI jsou předpokladem dosažení vysokého výnosu. Vedle LAI je důležité i postavení listů rostliny. Erektofilní postavení listů využívá dopadající sluneční záření podstatně lépe než planofilní postavení listů (Šuk et al., 1998).

Kukuřice se podle způsobu fixace CO₂ (při fotosyntéze) řadí k rostlinám typu C₄, tzn., že v Hatch-Slackově cyklu tvoří primárně čtyřuhlíkatou sloučeninu molekulu oxalacetátu. Pro tento typ, kam kromě kukuřice patří i další tropické rostliny, je typická vyšší rychlost fotosyntézy a rovněž vysoká účinnost fotosyntézy. Díky specifické stavbě listů dosahuje totiž efektivnějšího využívání vody a živin při tvorbě sušiny.

Svou fotoperiodickou reakcí patří kukuřice mezi krátkodenní rostliny, z čehož vyplývá, že na prodlužující se délku dne reaguje urychlením vývoje a intenzitou růstu, a to podle genotypu. Limitní teplota pro růst kukuřice je mezi 5 – 6 °C (Zimolka et al., 2008).

2.1.5.1 Hybridy kukuřice z hlediska fyziologických vlastností

1. Rychle dozrávající hybridy – rostliny z této skupiny se vyznačují rychlým nárůstem sušiny a zasycháním zbytku rostliny. Obsah škrobu v zrně se zpočátku navyšuje velmi rychle, později dochází ke zpomalení nárůstu. Tyto rostliny jsou méně odolné vůči houbovým chorobám. Jsou vhodné pro pěstování v chladnějších a vlhčích oblastech.

2. Rovnoměrně dozrávající hybridy – hybridy s postupným dozráváním, přechodné formy.

3. Stay green hybridy – vyznačují se dlouho zelenými rostlinami, které zůstávají fotosynteticky aktivní až do sklizňové zralosti. Jejich předností je kontinuální tvorba škrobu, vyšší výnos zrna, odolnost vůči houbovým chorobám, či delší časový úsek pro sklizeň. Tyto hybridy jsou vhodné pro pěstování v oblastech s delším vegetačním obdobím, v teplotně méně

příznivých oblastech hrozí nebezpečí, že nebude dosaženo sklizňové sušiny (Fuksa et Kalista, 2006).

Stay green hybridy jsou spojeny s tolerancí vůči biotickým a abiotickým stresům, včetně tolerance k suchu (Belícuas et al., 2014).

Ranost jednotlivých hybridů je charakterizována číslem FAO. Hodnota vychází z předpokladu, že jedním z rozhodujících faktorů prostředí pro kukuřici je teplota, jejíž optimální hodnota pro růst a vývoj generativních orgánů je 20 – 24 °C. U nás pěstované a zkoušené hybridy mají číslo FAO 190 – 400. Čím je toto číslo nižší, tím je hybrid ranější. Hodnota FAO se vypočítává na základě středního obsahu sušiny v době zralosti kukuřice v porovnání s již dříve pěstovanými hybridy.

Při výběru vhodného hybridu pro konkrétní lokalitu a určení správného termínu sklizně je nutné zohlednit délku vegetačního období, které je charakterizováno teplotou. Pro tyto účely se využívá ukazatel sumy efektivních teplot (SET), což je vyjádření celkové sumy teplot využitelné pro vývoj rostliny. Podle nároků na SET jsou jednotlivé hybridy rozděleny do několika skupin. Silážní hybridy mají požadavky na SET v rozmezí 1350 °C až 1600 °C. Hodnota SET 1400 °C je potřebná pro silážní zralost hybridů s FAO 200 – 230 a při 1600 °C dosahují silážní zralosti hybridy s FAO 300 – 350 (Třináctý et al., 2012).

Zvýšení výnosů bylo v posledních desetiletích spojeno se šlechtěním k toleranci na vyšší hustotu rostlin. Při vyšší hustotě rostlin se zvyšuje konkurence o vodu, živiny a světlo. Do těchto podmínek jsou vhodné stay green hybridy, které pomaleji dozrávají a lépe využívají dostupné zdroje. V provedených pokusech s různou hustotou rostlin si stay green hybridy vedly velmi dobře, protože udržely zelené listy i ve spodních vrstvách, kde bylo omezené záření (Antonietta et al., 2014).

2.1.6 Choroby a škůdci v kukuřici

Způsob zpracování půdy může významně ovlivnit napadení pěstovaných rostlin škůdci. Ovlivnění může být jak pozitivní, kdy kultivační zásahy snižují počty škůdců na pozemku, tak negativní, kdy mohou být zlepšeny podmínky pro výskyt a rozmnožování se některých druhů škůdců (Hůla et al., 2008).

Nerozložené části posklizňových zbytků jsou ideálním místem pro přezimování hub a hmyzu a jsou hlavní příčinou silného rozšíření škodlivých organismů (Kazda et al., 2010).

Význam orby pro redukci počtu škůdců přezimujících v půdě spočívá v jejich přemístění do hlubších vrstev půdy, takže na jaře nejsou schopni opustit své zimoviště, nebo naopak v přemístění do svrchních vrstev půdy, kde dochází k jejich ničení například mrazem.

Je všeobecně známo, že například zaoráním posklizňových zbytků se snižuje počet přezimujících housenek zavíječe kukuřičného, zatímco minimalizační technologie přispívají ke zvýšení výskytu například drátovců a k rozšiřování hraboše polního (Hůla et al., 2008).

2.1.7 Plevel v kukuřici

O plevelných rostlinách platí, že každoročně způsobují více než 10 % ztrát na rostlinné produkci a odplevelení porostů vyžaduje značné náklady. Není cílem je zničit za každou cenu, ale omezit je na relativně neškodný stupeň (Pulkrábek et al., 1995).

Porosty kukuřice jsou zaplevelovány především pozdně jarními a vytrvalými druhy plevelů (Zimolka et al., 2008).

Vytrvalé druhy plevelů je vhodné z ekonomických důvodů řešit v předplodinách (Kazda et al., 2010).

K nejčastěji se vyskytujícím druhům patří ježatka kuří noha, béry (sivý, zelený, přeslenitý), merlíky (bílý, tuhý, zvrhlý), laskavce (ohnutý, zelenoklasý), pět'our maloúborný a rdesno blešník. Z vytrvalých druhů plevelů například pýr plazivý, pcháč oset a pelyněk černobýl. Ze skupiny přezimujících plevelů jsou to především kosmopolitní druhy heřmánkovec přímořský, kokoška pastuší tobolka a penízek rolní (Zimolka et al., 2008).

Na výskyt plevelů v kukuřici má zásadní vliv zpracování půdy. Snahy o minimalizaci zpracování půdy vedly k podstatnému snížení nákladů, ale po zavedení minimalizace dochází již v druhém roce a dalších letech k velkému nárůstu zaplevelení. (Mikulka et al., 2005).

2.2 Technologie pěstování strip tillage

Technologie strip tillage byla využívána ve východní části centrálního Kansasu jako alternativa dřívějším systémům no-till (Adee et al., 2016).

Hlavním cílem technologie pěstování strip tillage je optimalizace pěstebních systémů širokořádkových plodin. V evropském zemědělství je rovněž kladen důraz na eliminaci degradačních procesů v půdě, zejména eroze a utužení půdy. Další důležitou vlastností půdy je infiltrace vody, která je touto technologií také podporována (Brant et al., 2016).

Strip tillage pravděpodobně nenahradí všechny stávající systémy zpracování půdy, ale je to velmi dobře navržený nástroj, který nám pomůže udržet si úspěch (Kent et Olson, 2004).

Pro některé půdy může být strip tillage užitečný, ale pro některé půdy ne, neorané půdy slouží jako prevence proti erozi a udržují vlhkost, zatímco na oraných půdách může působit eroze a ztrácet se půdní vlhkost (Korzekwa, 2015).

Strip tillage je technologie zpracování půdy, která kombinuje technologii bez zpracování půdy s technologií plného zpracování půdy (Nowatzki J. et al., 2011).

V porovnání s klasickým zpracováním půdy šetří pracovní čas, snižuje náklady a spotřebu pohonných hmot, chrání půdu a je šetrný k životnímu prostředí (Vaitauskienė et al., 2017).

2.2.1 Využití pásového zpracování půdy v Evropě

Důvody pro intenzivnější využití tohoto zpracování půdy v Evropě byly: eliminace erozních procesů, zavedení podmínek Dobrého zemědělského a environmentálního stavu do platné legislativy Evropské unie, snížení rizik vodního stresu v oblastech s nedostatkem srážek během vegetace. Nelze také opomenout zvýšení ekonomické efektivity pěstebních systémů (Brant et al., 2016).

Technologie strip tillage patří ke konzervativním postupům rozšířeným především v zámoří. V Evropě se používá krátkou dobu a její využitelnost je třeba vyhodnotit v souladu s půdními a klimatickými podmínkami. Postupně se tato technologie stává uznávanou v oblasti životního prostředí a má také své agronomické a ekonomické opodstatnění (Trevini et al., 2013).

Od roku 2018 redizajn vejde v platnost a erozní ohroženost se zvýší z 12,5 % na 25 %. Někteří zemědělci budou tímto opatřením značně znevýhodněni (Herout, 2017).

2.2.1.1 Dobrý zemědělský a environmentální stav (DZES)

Dobrý zemědělský a environmentální stav je standard Evropské unie, který zajišťuje hospodaření na zemědělské půdě v souladu s ochranou životního prostředí. Hospodaření v souladu s DZES je podmínkou pro poskytnutí plné výše přímých podpor. (Anonym, 2017 c).

DZES lze rozdělit do sedmi bodů, přičemž každý pojednává o něčem jiném. Pro tuto práci je stěžejní DZES 5 - Minimální úroveň obhospodařování půdy k omezování eroze.

Tento standard upravuje podmínky pěstování erozně nebezpečných plodin na půdách mírně nebo silně erozně ohrožených. Cílem standardu je ochrana půdy před erozí a předcházení důsledkům eroze (Anonym, 2015).

V České republice je více než 50 % zemědělské půdy ohroženo vodní erozí. Hlavním důvodem jsou intenzifikace produkce zemědělství a změny ve struktuře pěstovaných plodin (Brant et al., 2017).

Prasuhn (2012) říká, že 88 % půdní eroze se vyskytuje na orané půdě, 9 % na půdě neorané s méně než 30 % pokrytím povrchu posklizňovými zbytky a 2 % na nezpracované půdě nebo na půdě obdělávané technologií strip tillage s pokrytím povrchu posklizňovými zbytky větším než 30 %.

Mezi povolené technologie pěstování na mírně erozně ohrožených půdách byly přidány 2 nové: technologie strip tillage a pěstování kukuřice do šířky řádků 45 cm. Podmínky tohoto standardu se vztahují na veškerou zemědělskou půdu (Anonym, 2015).

2.2.2 Postup při zpracování půdy technologií strip tillage

Anonym (2017 a) rozděluje postup zpracování půdy při technologii strip tillage do tří fází.

1. Kultivace

Ozubené disky prořezávají povrchovou slámu, její zbytky se tudíž hromadí na obou stranách obdělávaného pásu. Slupice kypřiče, spolu s vyměnitelným hrotem a křídlem obdělávají vertikálně secí zónu, aby zajistily čistý pás vlhké drobivé půdy zbavené povrchových zbytků. Během páskové kultivace je možnost vpravit hnojivo pod patu, které zajišťuje včasné dodání živin vzcházející rostlině.

2. Opětné pěchování

V této fázi je důležité rovnoměrné rozdělení váhy stroje na všechny kultivované pásy, což je důležité proto, aby se odstranily všechny vzduchové kapsy. To je obecně známý nutný předpoklad k zajištění rychlého a zdravého rozvoje kořenů.

3. Setí

Setí může probíhat buď zároveň při přípravě půdy. Tak se jedním přejezdem půda připraví i oseje. Druhou možností je operace rozdělit. Půda se připraví a pohnojí jedním přejezdem a poté druhým přejezdem se oseje.

Při technologii dvou přejezdů stoupá ekonomická náročnost a také je zde třeba lepší vybavenosti traktorů. Především GPS navigace je nezbytná.

2.2.3 Základní způsoby strip tillage

Základní způsoby strip tillage odvozujeme od použitých pracovních nástrojů a intenzity zpracování půdy.

1. Odstranění rostlinných zbytků. Odstranění těchto zbytků probíhá v řádku pomocí disků nebo prstových kotoučů, popřípadě jejich kombinací.

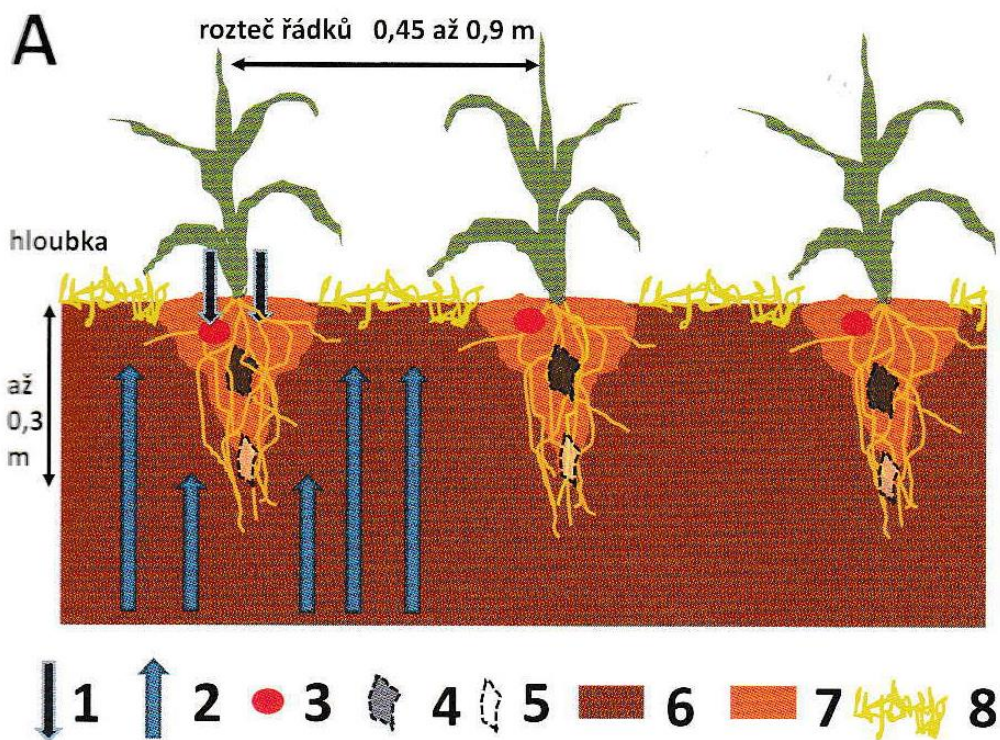
2. Mělké strip tillage. Mělké strip-tillage spočívá v rozřezání půdy a odstranění rostlinných zbytků z připravovaného řádku. Dále zajišťuje přípravu seťového lůžka a hnojení pod patu.

3. Hlubší strip-tillage. Hlubší strip-tillage spočívá v odstranění rostlinných zbytků ve zpracovaném pásu, hluší zpracování půdy a hlubší uložení hnojiva, popřípadě vytvoření hrůbku (Brant, 2011).

2.2.4 Formy pásového zpracování půdy

2.2.4.1 Klasické pásové zpracování půdy

Princip klasického pásového zpracování půdy spočívá v provedení kypření nezpracovaného strniště předplodiny. Tento systém je využitelný zejména při větší rozteči řádků. Mezi těmito řádky je větší prostor pro odhrnuté posklizňové zbytky. Klasické strip tillage je považováno za efektivnější v rámci protierozní ochrany půdy, neboť povrch meziřádku je tvořen strništěm, které je ještě pokryto posklizňovými zbytky (Brant et al., 2016).

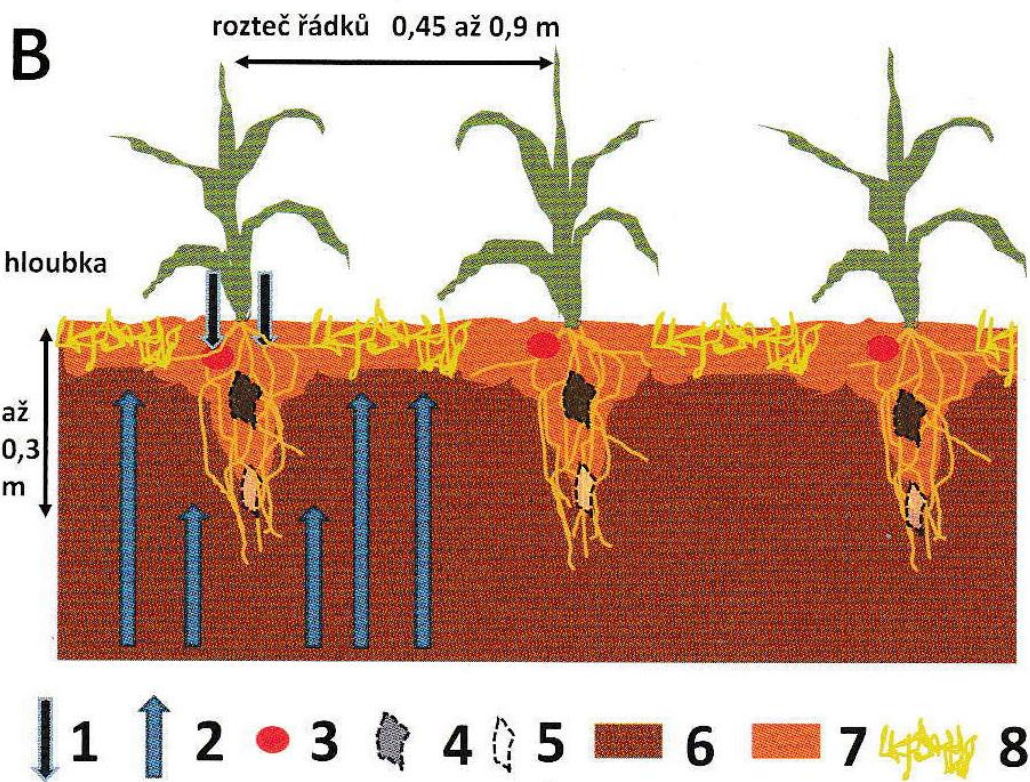


Brant, 2015

Obrázek 1: Půdní profil po provedení klasického strip tillage: 1-směr intenzivní infiltrace vody ke kořenům, 2 - vzlínání vody, 3-hnojení, 4 – mělká řádková aplikace hnojiva při kypření, 5 –hlubší řádková aplikace hnojiva při kypření, 6 – nezpracovaná půda, 7 – zpracovaná půda, 8 – rostlinné zbytky (Brant et al., 2016)

2.2.4.2 Intenzivní pásové zpracování půdy

Intenzivní strip tillage vnímáme jako kombinaci mělkého celoplošného kypření pozemku s následným pásovým zpracováním půdy. Důvodem uplatnění intenzivního strip tillage je kvalitnější drobení půdy v horní vrstvě, čímž se vytváří kvalitnější seťové lůžko. Další výhodou intenzivního strip tillage je vývoj plevelného spektra (zejména u jednoletých plevelů), které je stejné jako u klasických technologií. Na rozdíl od klasického strip tillage zde můžeme využít preemergentní přípravky. (Brant et al., 2016).



Brant, 2015

Obrázek 2: Půdní profil po provedení intenzivního strip tillage: 1-směr intenzivní infiltrace vody ke kořenům, 2 - vztlínání vody, 3-hnojení, 4 – mělkí řádková aplikace hnojiva při kypření, 5 –hlubší řádková aplikace hnojiva při kypření, 6 – nezpracovaná půda, 7 – zpracovaná půda, 8 – rostlinné zbytky (Brant et al., 2016)

2.2.4.3 Termíny provedení pásového zpracování půdy

Termíny pásového zpracování půdy připadají v úvahu dva: podzim nebo jaro. Podzimní kypření je vhodné především pro střední až těžší půdy. Poskytuje dostatečně dlouhou dobu pro slehnutí půdy, rozpad hrud a homogenizaci půdy. Z důvodu dostatečně dlouhé doby mezi kypřením a setím lze kypření provádět až na hranici orničního horizontu cca 0,35 m.

Jarní kypření je vhodné především pro lehké půdy a hloubka kypření by neměla přesáhnout 0,2 m. Při jarním kypření na těžších půdách hrozí riziko tvorby hrubší struktury, která zůstává stabilní až do sklizně. Pokud budeme provádět jarní kypření, nesmíme opomenout podzimní aplikaci herbicidu. Herbicid zastaví růst plevelů, především výdrolu předplodiny a půda se bude lépe zpracovávat. Nebudou ve zpracovaném pásu zůstávat nerozložené drny (Brant et al., 2016).

2.2.5 Výhody využívání technologie strip tillage

2.2.5.1 Půdní organická hmota

Půdní organickou hmotu tvoří z 85 % humus, tedy odumřelé organické látky. Humus je důležitý pro půdní strukturu, vododržnost, úrodnost a zásobenost půdy živinami (Pančíková, 2016).

Korzekwa (2015) uvádí, že po pětiletém pokusu byl obsah půdní organické hmoty na pozemcích obdělávaných technologií strip tillage o 8,6 % vyšší než na pozemcích bez zpracování půdy. Dále byla snížena objemová hmotnost o 4 % .

Strip tillage zadržuje více půdního uhlíku než orba nebo mělké zpracování půdy talířovými podmítači. Diskování a strip tillage propustili o 53,2 % a 82,6 % méně CO₂ oproti zpracování půdy orbou (Nowatzki J. et al., 2011).

2.2.5.2 Odbourání obsevů

S metodou strip tillage jsme schopni odbourávat obsevy polí, které jsme podle legislativy nuceni zhotovit na pozemku s mírně erozně ohroženou půdou. Ovšem tyto obsevy nabourávají osevní postupy a snižují plochu pro produkci už tak problematicky pěstované kukuřice (Herout, 2017).

2.2.5.3 Voda v půdě

Přítomnost rostlinných zbytků na povrchu půdy přispívá ke snížení ztrát vody z půdy evaporací. Vysychání půdy koreluje s rozdělením srážek během roku. Nejrychlejší pokles vodního potenciálu půdy byl při orbě a v nakypřeném řádku při strip tillage. V kypřeném řádku strip tillage dochází po srážce k rychlejšímu zvýšení dostupnosti vody v půdě ve srovnání s ostatními variantami (Brant et al., 2016).

Půdní vlhkost v meziřádku bývá trochu vyšší u technologie strip tillage než u konvenčních technologií. Vyšší půdní vlhkost může u technologie strip tillage zpozdit výsev oproti technologiím konvenčním (Hendrix et al., 2002).

Dostatečná infiltrace vody závisí na pH půdy stanoviště a v nemalé míře zde také hraje velkou roli utužení půd (Herout, 2017).

2.2.5.4 Snížení rizika eroze

Účinek technologie strip tillage na erozi je nejzřetelnější před zapojením porostu rostlin kukuřice. Právě v tomto období je půda k erozi nejvíce náchylná (Brant et al., 2016).

Pokrytí nejméně 30 % povrchu půdy rostlinnými zbytky po zasetí je považováno za jeden z určujících znaků ochranného zpracování půdy (Johnson, 1988).

2.2.5.5 Časová a ekonomická náročnost

Technologie zpracování půdy strip tillage není tak časově a ekonomicky náročná jako klasická technologie.

Jsou zde menší nároky na lidskou práci a na pohonné hmoty.

2.2.6 Nevýhody využívání technologie strip tillage

2.2.6.1 Nutnost moderních technologií

Pro využití technologie strip tillage je nutné mít moderní zemědělskou techniku, zejména silné traktory vybavené GPS navigací. GPS navigace je velmi důležitá při navádění secího stroje do připraveného řádku.

2.2.6.2 Výskyt chorob a škůdců

U nás v technologii pásového zpracování půdy nebyl dosud proveden monitoring škodlivých organismů ani zhodnocení míry jejich škodlivosti.

Hromadění rostlinných zbytků na povrchu a v horních vrstvách půdy zvětšuje riziko přežívání, růstu a dalšího šíření původců chorob a škůdců. Zároveň podporuje také rozvoj přirozených predátorů.

Výskyt některých škůdců se může po několika letech uplatňování pásového zpracování půdy snižovat díky zvýšení populací jejich přirozených nepřátel (Brant et al., 2016).

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokusné stanoviště se nachází na plochách Zemědělského obchodního družstva Mrákov nedaleko města Domažlice v Plzeňském kraji. Pro pokus byl vybrán pozemek „Dálnice“ v katastrálním území Domažlice o výměře 28,99 ha (obr. č. 3) Tento pozemek spadá mezi mírně erozně ohrožené (MEO) pozemky, a proto zde musí být při pěstování erozně nebezpečné plodiny využito půdoochranného opatření. Průměrná sklonitost pozemku činí 4,74°. Orientace pozemku je severní až severovýchodní.



Obrázek 3: Letecký pohled na pokusný pozemek. (zdroj LPIS)

Meteorologické, klimatické a půdní charakteristiky

- Nadmořská výška 455,55 m.n.m.
- Klimatická oblast Mírně teplá
- Klimatický okrsek B5 mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný
- Půdní typ Kambizem, pseudoglej
- Půdní druh Střední – hlinito-písčité
- Zemědělský výrobní typ Bramborářský
- Zemědělská výrobní oblast Obilnářská

Tabulka 3: Průměrná teplota vzduchu a průměrný úhrn srážek (vlastní zpracování)

Průměrná teplota vzduchu (°C) a průměrný úhrn srážek (mm)													
měsíc/rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	rok
teplota	-1,8	-1,0	2,9	7,2	12,6	15,6	17,4	16,6	12,7	7,3	2,5	-0,6	7,6
srážky	43	36	36	49	66	74	91	74	53	45	47	48	662

3.1.1 Agrotechnika pokusu

Pokus byl založen na pozemku „Dálnice“ ve dvou variantách. Jako předplodina zde byla brukev řepka olejka. Dne 31. 3. byl na pole aplikován přípravek Clinic v dávce 1l/ha. Tento přípravek řadíme mezi totální herbicidy, jejichž účinnou látkou je glyfosát.

Půda byla zpracována ve dvou variantách. Byl zde vybrán hybrid kukuřice Walterinio FAO 280. Tento hybrid se vyznačuje rychlým počátečním vývojem a tolerancí k přísušku. Jeho využití je především pro tvorbu bioplynu. Setí jsme provedli přesnými secími stroji ve dnech 12. – 14. 5. 2017. Během setí bylo provedeno přihnojení pod patu hnojivem Amofos v dávce 100 kg/ha. Dále se během vegetace hnojilo 15. 5. 2017 hnojivem DAM 390 v dávce 200 l/ha. Poté byl pozemek ošetřen dne 30. 5. 2017 herbicidem Successor 1,9 l/ha + Callisto 1,35 l/ha. Pokus byl založen za účelem porovnání výnosu silážní kukuřice v závislosti na technologii zpracování půdy.

Po dobu růstu kukuřice bylo jedenkrát za měsíc provedeno měření rostlin. Z každé varianty pokusu bylo změřeno 85 rostlin. Tyto hodnoty byly statisticky zpracované a byly z nich vytvořené přehledné grafy. Dále byl sledován zdravotní stav a vývoj rostlin v závislosti na technologii. Porosty v obou variantách byly napadeny zavíječem kukuřičným a snětí kukuřičnou.

Poslední měření rostlin a zároveň sklizeň proběhly dne 17. 9. 2017. Z každé varianty pokusu byl vysekán náhodně vybraný řádek v délce 10 metrů. Z každé varianty byla vysekána čtyři opakování. Výška strniště byla ponechána na 35 cm.

Biomasa rostlin z každého opakování byla pečlivě zvážena a hmotnost zaznamenána do tabulky. Z každé varianty byly náhodně vybrány rostliny, které byly rozdrceny a vytvořily se z nich dva vzorky pro stanovení sušiny. Jeden vzorek byl změřen v domácích podmínkách v mikrovlnné troubě a druhý byl udělán odborně v sušárně ve výzkumné stanici Červený Újezd. Výsledné hodnoty byly statisticky zpracované a byly z nich vytvořené přehledné grafy.

Dále bylo z každého opakování vybráno 6 rostlin. Každá rostlina byla zvážena zvlášť, poté byla zvážena palice a byl sledován podíl palic na rostlině. Poté byly palice usušeny, zrno vyloupáno a byla sledována hmotnost zrna na jedné rostlině. Všechny výsledky byly statisticky zpracovány a vloženy do přehledných grafů.

Varianty pokusu

V rámci Bakalářské práce byly založeny dvě varianty pokusu:

Varianta A: Klasická technologie

Celoplošné zpracování půdy do hloubky 0,2 m a následné zasetí kukuřice přesným secím strojem Amazone EDX 6000. Výsevek byl nastaven na 95 000 semen na 1 hektar. Rostliny byly sety do sponu 0,375 m. Tento spon byl zvolen z toho důvodu, že pozemek patří mezi mírně erozně ohrožené a tento spon lze zařadit mezi půdoochranné technologie.

Varianta B: Technologie strip tillage

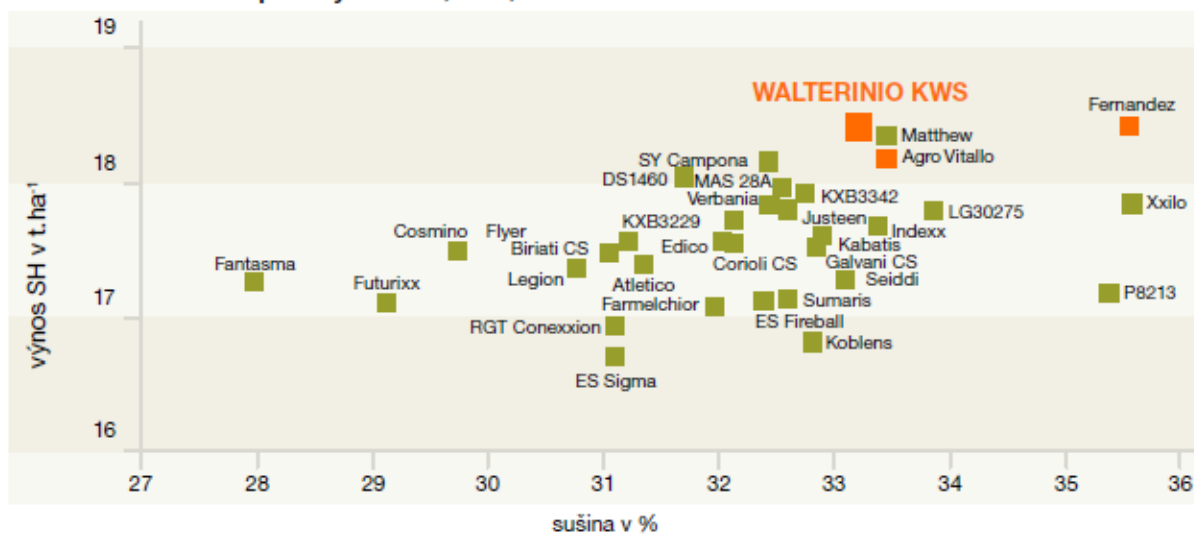
Pásové zpracování půdy do hloubky 0,15 m a následné zasetí kukuřice sečkou Vederstadt do sponu 0,75m. Výsevek zde byl nastaven také na 95 000 semen na 1 hektar.

Obě varianty byly po celou dobu vegetace ošetřovány a hnojeny stejně. Během vegetace se jedenkrát měsíčně provádělo měření výšky rostlin obou variant vždy ve čtyřech opakováních a sledovaly se rozdíly v růstu rostlin. Cílem pokusu bylo porovnat, která technologie pěstování kukuřice je přínosnější.

3.1.1.1 Charakteristika hybridu Walterinio

Podle katalogu firmy KWS (Anonym, 2017 b) je hybrid Walterinio vzrůstný, plastický, bohatě olistěný. Walterinio má velmi rychlý počáteční růst a je tolerantní k přisušku. Tvoří velmi velké sklizňové okno, což je výhodou pro pěstitele, kteří mají velkou plochu kukuřice, stihnou ji tudíž sklídit v optimální sušině. Podle pokusů ÚKZÚZ má tento hybrid výnos okolo 18,4 t suché hmoty na 1 ha. FAO tohoto hybridu je 280, což znamená, že se hodí pro obilnářskou oblast. Podle mého názoru je FAO 280 strop pro podmínky pokusného stanoviště.

WALTERINIO KWS – pokusy ÚKZÚZ, SRS, 2014–2015

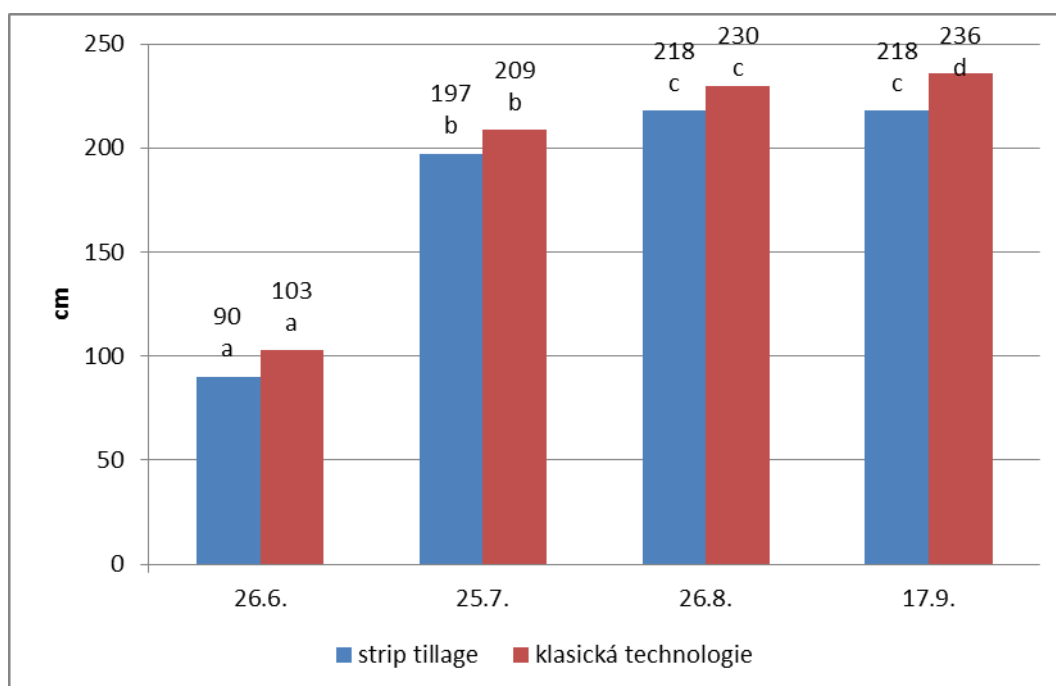


Zdroj: ÚKZÚZ, 2014–2015

Graf 1: Charakteristika hybridu Walterinio: Výnos suché hmoty při určité sušíně.

Podle pokusů ÚKZÚZ z let 2014 – 2015 (graf č. 1) poskytuje hybrid Walterinio při sušíně 33,5 % nejvyšší výnos suché hmoty.

3.1.2 Hodnocení pokusu během růstu



Graf 2: Vliv technologie na výšku rostlin v určitém datu. LSD test: alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 259,11, sv = 669,0

Šuk et al. (1998) uvádějí, že k největšímu nárůstu fytomasy dochází v období 55 – 90 dní od vzejití, tj. ve fázi intenzivního růstu až kvetení. Z grafu č. 2 je patrné, že největší nárůst

fytomasy byl v období od konce června až do druhé poloviny července, což odpovídá výše uvedenému období.

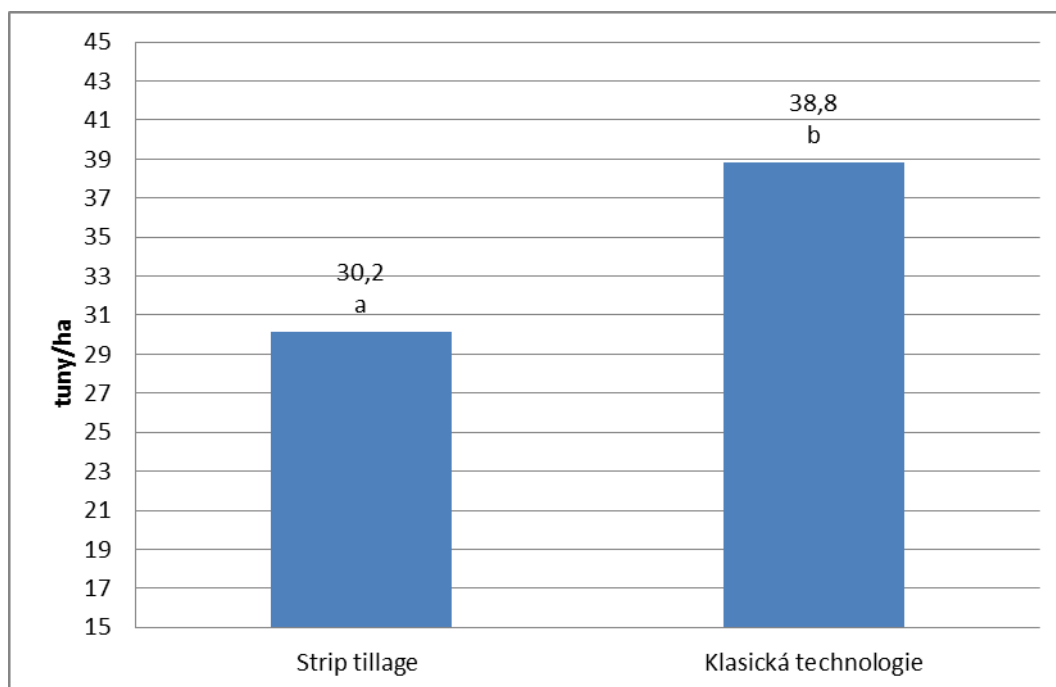
V tomto období je pro rostlinu velmi důležitý dostatek vody. Kukuřice je na vodní deficit velmi citlivá. Pokud se dostane do stresových podmínek, přejde do fáze tvorby generativních orgánů, tím pádem se zastavuje růst a tvorba biomasy.

V období kvetení až počátku zelené zralosti se nárůst biomasy podstatně snižuje, dochází k opylování a tvorbě kvalitativní složky výnosu. Nízké teploty v těchto fázích mají vliv na špatné ozrnění palic a na snížení celkového výnosu a především kvality kukuřice (Šuk et al., 1998).

U technologie strip tillage můžeme pozorovat opožděnější růst oproti klasické technologii. Rostliny pěstované technologií strip tillage zastavily svůj růst dříve než rostliny pěstované klasickou technologií. To může být důsledkem vystavení nějakému stresovému faktoru.

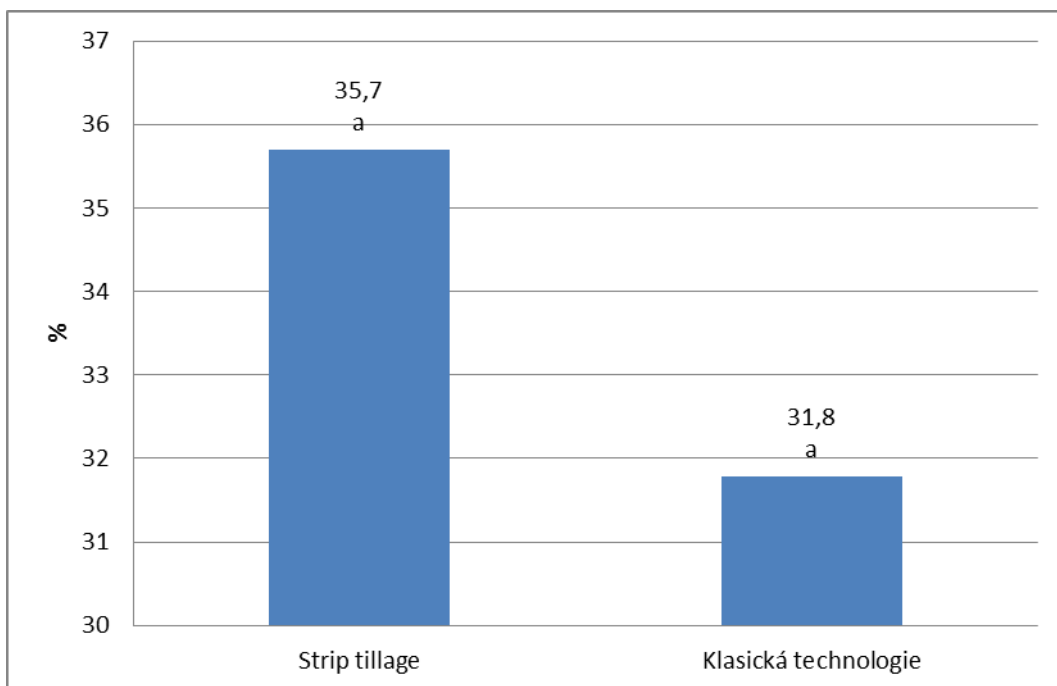
Rostliny pěstované technologií strip tillage vstoupily do generativní fáze dříve než rostliny pěstované klasickou technologií. To bylo důsledkem zastavení jejich růstu.

3.1.3 Hodnocení pokusu při sklizni



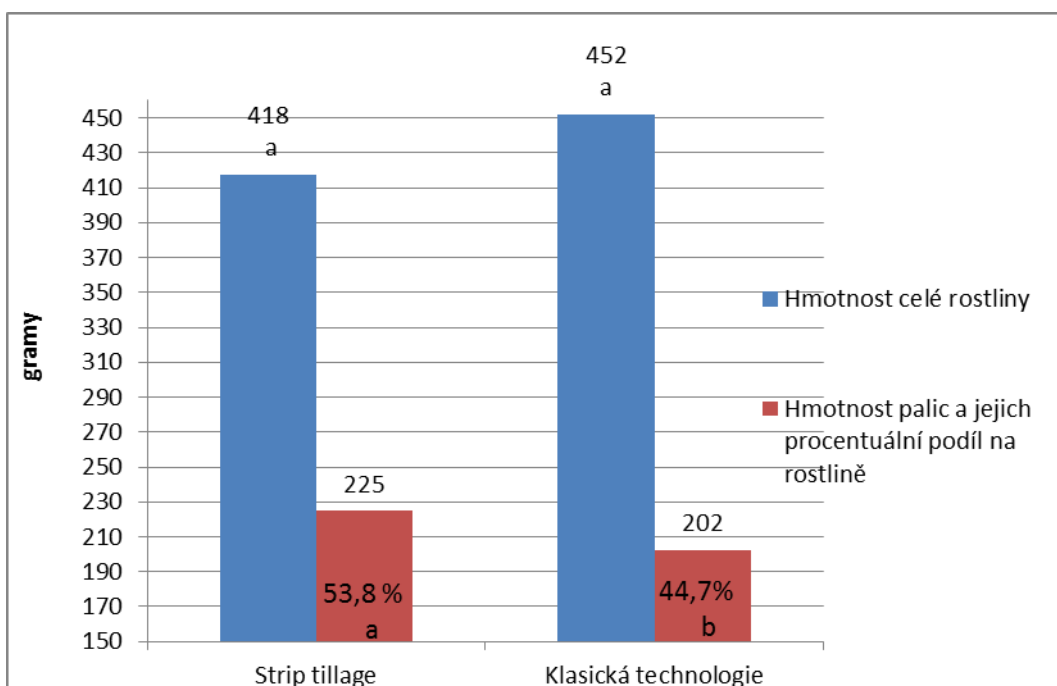
Graf 3: Vliv technologie na výnos biomasy. LSD test: alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 7,5236, sv = 6,0

U klasické technologie byl jednoznačně zaznamenán vyšší výnos biomasy než u technologie strip tillage (graf 3). Rozdíl mezi těmito technologiemi činil 8,6 tuny zelené hmoty na 1 hektar. Sklizeň a vyhodnocování sklizně viz: Přílohy a obrázky – obr. 1. 2. 3.

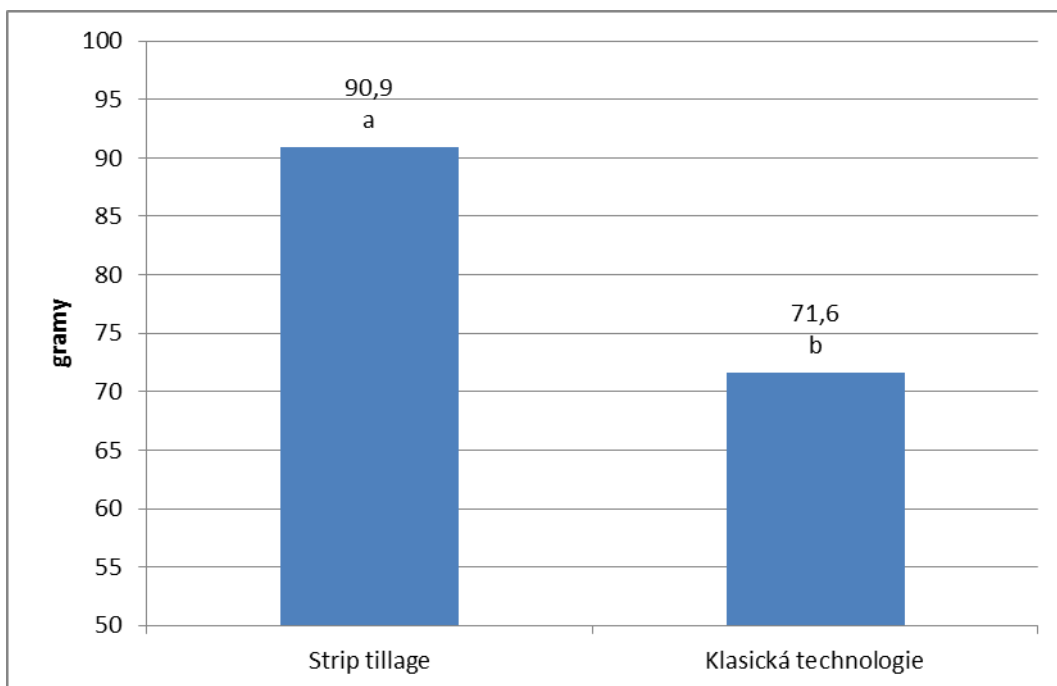


Graf 4: Vliv technologie na sklizňovou sušinu. LSD test: alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 9,3210, sv = 6,0

Z grafu č. 4 můžeme pozorovat vyšší sklizňovou sušinu u rostlin pěstovaných technologií strip tillage. Rozdíl 3,9 % nám ukazuje, že rostliny pěstované technologií strip tillage začaly dozrávat dříve.

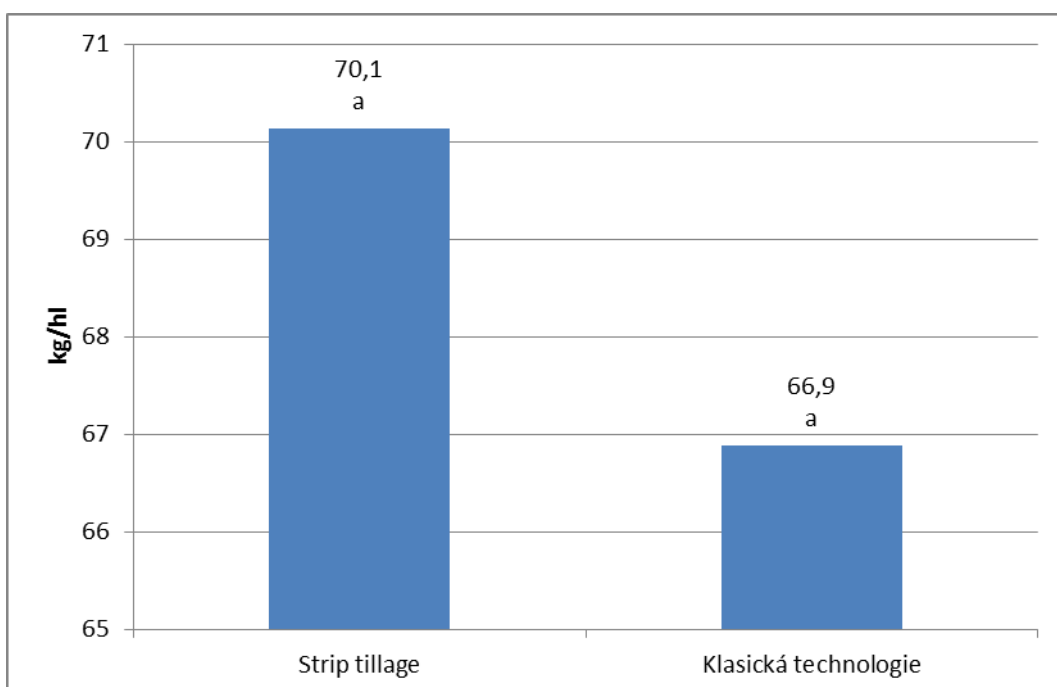


Graf 5: Vliv technologie na hmotnost jedné rostliny, hmotnost palice na jedné rostlině a jejich procentuální podíl na rostlině. LSD test: alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 1596,1, sv = 46,0 (hmotnost rostlin), alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 14,273, sv = 46



Graf 6: Vliv technologie na hmotnost zrna na jedné rostlině. LSD test: alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 436,04, sv = 46,0

Z grafů č. 2, a č. 5 lze zjistit, že hmotnost jedné rostlin koreluje s její výškou – čím vyšší jsou rostliny tím je jejich hmotnost vyšší. Větší podíl palic a zrna můžeme pozorovat u technologie strip tillage. Z toho vyplývá, že tato kukuřice může být výživově kvalitnější a vhodnější pro výživu dobytka.



Graf 7: Vliv technologie na objemovou hmotnost zrna. LSD test: alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 14,398, sv = 14,0

Objemová hmotnost nám udává poměr hmotnosti obilovin v kilogramech k objemu vyjádřenému v hektolitrech. Je jedním z kvalitativních ukazatelů u obilovin.

Vyšší objemové hmotnosti zrna bylo dosaženo u technologie strip tillage 70,1 kg/hl. (graf č. 7) Z toho můžeme usuzovat, že pěstování kukuřice na zrno by bylo vhodnější technologií strip tillage.

3.2 Ekonomické hodnocení

Jedním z cílů této práce bylo zhodnotit a porovnat klasickou technologii pěstování kukuřice s technologií strip tillage.

Hlavním důvodem rozšiřování technologie strip till je snaha snížit vodní erozi, ale také zlepšovat ekonomiku rostlinné výroby.

V této práci jsou počítány náklady na jednotlivé technologie jako součet nákladů jednotlivých pracovních operací. Pro jejich ocenění je použito provozních výsledků Zemědělského obchodního družstva Mrákov.

Porovnání technologií pro pěstování kukuřice je zobrazeno v příložených dvou tabulkách.(přílohy a obrázky)

Tabulka č. 1 a 2 obsahuje základní parametry pracovních operací, jednotkovou výkonnost, spotřebu nafty, spotřebu náhradních dílů strojů a vypočtené celkové variabilní náklady.

Cena nafty je nastavena na 23 Kč/litr, pracovní náklady na 170 Kč/hodina. Náklady na opravy a náhradní díly traktorů jsou nastaveny v částce 7 Kč na litr spotřebované nafty.

Tabulka č. 4 zobrazuje zvolené sledy operací pro založení porostů kukuřice jak klasickou technologií, tak technologií strip tillage. Jednotlivým pracovním operacím jsou přiřazeny odpovídající variabilní náklady.

Z této tabulky můžeme usuzovat, že založení a ošetřování porostu těmito dvěma technologiemi vychází finančně přibližně stejně.

Hlavní vliv na výši nákladů obou technologií mají půdní podmínky, za kterých se půda připravuje, stroj, kterým se pole připravuje a ošetřuje, jeho spotřeba nafty a hektarová výkonnost.

Tabulka 4: Variabilní náklady použitých technologií. Vlastní zpracování z provozních výsledků ZOD Mrákov

	Klasická technologie		Strip tillage	
	Variabilní náklady Kč/ha		Variabilní náklady Kč/ha	
	nižší	vyšší	nižší	vyšší
Likvidace výdrolu	x	x	37	43
Podmítka	356	446	x	x
Příprava setí	356	446	184	364
Setí	188	278	184	334
Doprava osiva	10	13	10	13
Hnojení DAM 390	37	43	37	43
Postřik herbicidem	37	43	37	43
Doprava vody	3,6	4	3,6	4
Herbicidy	2718	2718	3108	3108
Hnojiva	2179	2179	2179	2179
CELKEM Kč	5885	6170	5780	6131

Výsledkem tohoto ekonomického hodnocení je, že technologie strip tillage je v tomto případě méně rentabilní než klasická technologie. Má sice přibližně stejné náklady na založení a ošetřování porostu, ale prokázala výnos biomasy nižší o 8,6 tuny na jeden hektar.

4 Diskuze

Výnosy kukuřice jsou velmi často omezovány nízkou dostupností půdní vody (Shekoofa et Choudharry, 2017).

Šuk et al. (1998) uvádějí, že největší vliv na výnos mají meteorologické podmínky v období největšího růstu (tj. v období 55 – 90 dní od vzejití). V období kvetení se nárůst biomasy pozastavuje, dochází k opylování a k tvorbě kvalitativní složky výnosu.

Z výše uvedených grafů znázorňujících nárůst biomasy je patrný největší nárůst v období konce června až 2. poloviny července, což odpovídá výše uvedené teorii. V této vývojové fázi je pro kukuřici velmi důležitý dostatek vody, která však většinou přichází ve velmi intenzivních a krátkých srážkách. Porosty kukuřice ještě v tuto dobu nejsou dostatečně zapojeny, dochází k vodní erozi a k vysokému povrchovému odtoku. Tento jev se děje hlavně na pozemcích s celoplošným zpracováním půdy. Na pozemku zpracovaném technologií strip tillage, kde na povrchu půdy zůstávají posklizňové zbytky, by měl být podíl vody větší proti pozemku zpracovanému celoplošně. Tato skutečnost se však na variantách pokusu pro tuto bakalářskou práci nepotvrdila.

Výnos na variantě zpracované celoplošně činil 38,8 t zelené hmoty/ha a na variantě strip tillage činil 30,2 t zelené hmoty/ha. Námi stanovené hypotézy, že produktivita porostu založená technologií strip tillage bude vyšší než klasická technologie a že nebude mít vliv na výšku rostlin, se nepotvrdily.

Brant et al. (2016) uvádějí výnos silážní kukuřice na těžké půdě zpracované kypřičem 14,5 tun suché hmoty na hektar a na těžké půdě zpracované technologií strip tillage 13,9 tun suché hmoty na hektar.

Zde je patrný trend shodující se s pokusem v této bakalářské práci. Výnos silážní kukuřice pěstované technologií strip tillage na střední a těžké půdě je nižší oproti rostlinám pěstovaným na celoplošně zpracované půdě.

Rostliny pěstované variantou strip tillage se nejspíše dostaly do stresové situace a neinvestovaly do nárůstu biomasy. Stresová situace mohla nastat nedostatečným prostorem pro růst kořenů. Technologie strip tillage byla provedena přímo do glyfosátem zničeného strniště řepky. Nebylo zde využito žádné meziplodiny, např. svazenky vratičolisté, ke které by se půda nakypřila, a tím připravila místo pro růst kořenů kukuřice. Dalším stresovým faktorem zde mohlo být napadení porostu zavíječem kukuřičným, který škodí žírem na rostlinách, a tak dochází ke snížení výnosu. Tento škůdce se také vyskytoval na variantě

s celoplošným zpracováním půdy. Soubor stresových podmínek na variantě strip tillage vedl k takovému rozdílu ve výšce rostlin a výnosu zelené hmoty na jeden hektar.

Machačová et al. (2000) uvádějí, že nedostatek světla nutí rostliny k růstu do výšky. Pokud je v porostu nedostatek světla v důsledku zaplevelení, rostliny bývají nižší. Plevel ubírají rostlinám živiny a vláhu a tím potlačují jejich růst.

Ve variantě celoplošného zpracování půdy byl porost založen do řádku s roztečí 37,5 cm. Tato rozteč byla zvolena z důvodu splnění půdoochranného zpracování půdy. Důsledkem této meziřádkové vzdálenosti je výsledná výška rostlin. Rostliny byly blíže u sebe, a proto nemohlo do porostu tolik světla jako do varianty strip tillage. Důsledkem užší meziřádkové vzdálenosti je větší výška rostlin, větší výnos zelené hmoty, ale nižší podíl palic na rostlinách.

U silážní kukuřice je více ceněn nižší vzrůst, protože podíl palic z celkové hmoty sklizených rostlin bývá vyšší. Vyšší pak bývá i koncentrace energie v hotové siláži (Machačová et al., 2000).

Z našeho pokusu vyplývá, že kvalitnější siláž bude vytvořena z varianty strip tillage, protože rostliny zde měly při sklizni nižší vzrůst v průměru o 12 cm oproti variantě s celoplošným zpracováním půdy. Na těchto rostlinách byl také vyšší podíl palic v průměru o 9,1 % oproti variantě s celoplošným zpracováním půdy.

Dalším cílem této práce bylo ekonomické srovnání pěstování kukuřice technologií strip tillage s technologií celoplošného zpracování půdy. Brant et al. (2016) uvádějí, že zhodnocení technologie je problematické a náročné na evidenci vstupních dat. Zásadním ekonomickým ukazatelem dané technologie je výše zisku, tj. rozdíl mezi výnosy a náklady.

Podle přiložených tabulek z našeho pokusu vychází variabilní náklady na založení porostu kukuřice technologií celoplošného zpracování půdy a technologií strip tillage přibližně stejně. Rozdíl ve výnosech mezi těmito technologiemi je docela vysoký. Z toho usuzujeme, že větší zisk získáme z plochy s celoplošným zpracováním půdy.

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání produktivity porostů silážní kukuřice založených technologií s celoplošným zpracováním půdy s technologií strip tillage.

Z porovnání těchto dvou technologií bylo zjištěno, že technologie strip tillage dosahuje nižšího výnosu biomasy v porovnání s technologií celoplošného zpracování půdy. V našem případě byl výnos na variantě zpracované technologií strip tillage o 8,6 t zelené hmoty nižší než na variantě zpracované celoplošně.

Dalším parametrem, který byl sledován, byl podíl palic na rostlině. Vyšším podílem palic vynikla technologie strip tillage, kde palice tvořily 53,8 % z hmotnosti celé rostliny. U varianty s celoplošným zpracováním půdy palice tvořily 44,7 % z hmotnosti celé rostliny. Z tohoto lze usuzovat, že z porostu pěstovaného technologií strip tillage bude vytvořena kvalitnější siláž.

Z hlediska ekonomického jsou variabilní náklady na založení porostů těmito dvěma technologiemi přibližně stejné. Výnosy se ale liší. Z toho plyne, že zisk z technologie strip tillage nebude tak vysoký jako z technologie s celoplošným zpracováním půdy.

Jednoletá pozorování jsou však v polních podmínkách velmi ovlivněna ročníkem. Jejich vypovídající schopnost může být podstatně nižší. V našem případě některé získané porovnávané průměry jsou statisticky průkazné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a některé statisticky průkazné nejsou. Tato neprůkaznost je dána buď metodickou chybou, které jsme se dopustili během měření a sklizně, nebo nižším počtem opakování, které nebylo možno provést z důvodu časové náročnosti.

Bylo by vhodné dále v pokusech pokračovat a porovnávat i více variant technologií strip tillage.

Podle mého názoru by se v zemědělství nemělo dosahovat pouze vysokých výnosů a vysokého zisku na úkor půdní úrodnosti. Měly by se hledat různé technologie pěstování a ošetřování půdy, které zajistí optimální výnos plodiny a zároveň zachovají půdní úrodnost pro další generace.

Tato myšlenka by měla být všeobecně dodržována, ale záleží pouze na volbě pěstitele, kterým směrem se vydá a jakým systémem bude hospodařit.

Seznam literatury

Adee, E., Hansel, F. D., Ruiz Diaz, D. A., Janssen, K. Corn Response as Affected by Planting Distance from the Center of Strip-Till Fertilized Rows. *Frontiers in Plant Science* [online]. 2016. 7. [cit. 2017-10-09]. DOI: 10.3389/fpls.2016.01232. ISSN: 1664-462X. Dostupné z <<http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fpls.2016.01232/abstract>>

Anonym. 2015. Shrnutí informací k podmínkám standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES, [cit. 2017-07-06]. Dostupné z <<http://www.apic-ak.cz/shrnuti-informaci-k-podminkam-standardu-dobreho-zemedelskeho-a-environmentalniho-stavu-pudy-dzes.php>>

Anonym. 2017 a. [online]. [cit. 2017-09-05]. Dostupné z <<https://www.hzt.cz/index.php/novinky/nove-stroje/423-mzuri-koncept-strip-till.html>>

Anonym. 2017 b. [online]. [cit. 2017-11-29]. Dostupné z <<http://www.kws.cz/aw/czechia/Kuku-345-ice/ACHAT-KWS200/~bnsy/>>

Anonym. 2017 c, Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES (GAEC), [cit. 2017-07-06]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/?fullArticle=1>>

Antonietta, M., Fanello, D. D., Acciaresi, H. A., Guiamet, J. J. Senescence and yield responses to plant density in stay green and earlier-senescing maize hybrids from Argentina. *Field Crops Research* [online]. 2014. 155, p. 111-119 [cit. 2017-10-09]. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.09.016. ISSN: 03784290. Dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429013003225>>

Arias, S., Bhatia, S. K. 2015. *Medical Applications for Biomaterials in Bolivia*. The Author(s). London. 59 p. ISBN: 978-3-319-16775-6.

Belícuas, P. R., Aguiar, A. M., Bento, D. A. V., Câmara, T. M. M., De Souza Junior, C. L. Inheritance of the stay-green trait in tropical maize. *Euphytica* [online]. 2014. [cit. 2018-11-14]. DOI: 10.1007/s10681-014-1106-4. ISSN: 0014-2336. Dostupné z <<http://link.springer.com/10.1007/s10681-014-1106-4>>

Blanco-Canqui, H., Lal, R. Soil and crop response to harvesting corn residues for biofuel production. *Geoderma* [online]. 2007. 141(3-4). p. 355-362. [cit. 2018-01-25]. DOI: 10.1016/j.geoderma.2007.06.012. ISSN: 00167061. Dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016706107001851>>

Bot, A., Benitès, J. 2005. The importance of soil organic matter: key to drought-resistant soil and sustained food and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 40 s. ISBN: 92-5-105366-9.

Brant, V. Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice. *Agromanuál* [online]. Březen 2011. [cit. 2017-09-05]. Dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pasove-zpracovani-pudy-v-porostech-silazni-kukurice>>

Brant, V., Bečka, D., Cihlář, P., Fuksa, P., Hakl, J., Holec, J., Chyba, J., Jursík, M., Kobzová, D., Krček, V., Kroulík, M., Kusá, H., Novotný, I., Pivec, J., Prokinová, E., Růžek, P., Smutný, V., Škeříková, M., Zábranský P. 2016. Pásové zpracování půdy (strip tillage): klasické, intenzivní a modifikované. Profi Press s. r.o. Praha. 135 s. ISBN: 978-80-86726-76-2.

Brant, V., Kroulík, M., Pivec, J., Zábranský, P., Hakl, J., Holec, J., Kvíz, Z., Procházka, L., Splash erosion in maize crops under conservation management in combination with shallow strip-tillage before sowing. *Soil and Water Research* [online]. 2017. 12(No. 2). p. 106-116. [cit. 2018-01-23]. DOI: 10.17221/147/2015-SWR. ISSN: 18015395. Dostupné z <<http://www.agriculturejournals.cz/web/swr.htm?volume=12&firstPage=106&type=publishedArticle>>

Celik, A., Altikat, S., Way, T. R. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield. *Soil and Tillage Research* [online]. 2013. 131. p. 20 – 27. [cit. 2018-01-20]. DOI: 10.1016/j.still.2013.03.004. ISSN: 01671987. Dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198713000615>>

Černý, O. Zrnová kukuřice má perspektivu. *Úroda* [online]. Únor 2016. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z <<http://uroda.cz/zrnova-kukurice-ma-perspektivu/>>

Český statistický úřad. [online]. Dostupné z <<https://www.czso.cz>>.

Fortin, M. C. Soil Temperature, Soil Water, and No-Till Corn Development Following In-Row Residue Removal. *Agronomy Journal* [online]. 1993. [cit. 2018-01-20]. DOI: 10.2134/agronj1993.00021962008500030010x. ISSN: 0002-1962. Dostupné z <<https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/85/3/AJ0850030571>>

Fuksa, P., Kalista, J. Výběr hybridů kukuřice v roce. *Agromanuál* [online]. Březen 2006. [cit. 2017-10-09]. Dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006>>

Hendrix, B. J., Young, B. G., Chong, S. K. Weed Management in Strip Tillage Corn. *Agronomy Journal* [online]. 2002. [cit. 2017-11-06]. DOI: 10.2134/agronj2004.2290. Dostupné z <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/96/1/229>>

Herout, M. Metoda strip-till aneb jak pěstovat kukuřici šetrně. *Agromanuál* [online]. Červen 2017. [cit. 2018-02-04]. Dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/metoda-strip-till-aneb-jak-pestovat-kukurici-setrne>>

Hudson, N. Soil Conservation. *Bulletin of Science, Technology & Society* [online]. 2016. 16(3), p. 151-151. [cit. 2018-01-20]. DOI: 10.1177/027046769601600327. ISSN: 0270-4676. Dostupné z <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/027046769601600327>>

Hůla, J. 2000. Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin: (technika v půdoochranných technologiích) : (studijní zpráva). Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. Studijní informace. ISBN: 80-7271-060-5.

Hůla J., Procházková B., Badalíková, B., Dovrtěl, J., Dryšlová, T., Hartman, I., Hrubý, J., Hrudlová, E., Javůrek, M., Kasal, P., Klem, K., Kovaříček, P., Kroulík, M., Kumhála, F., Mašek, J., Neudert, L., Růžek, P., Smutný, V., Váňová, M., Winkler, J., Zimolka, J., 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, s.r.o. Praha. 248 s. ISBN: 978-80-86726-28-1.

Johnson, R. R. Soil Engaging Tool Effects on Surface Residue and Roughness with Chisel-type Implements. *Soil Science Society of America Journal* [online]. 1988. 52(1), p. 237. [cit. 2017-11-06]. DOI: 10.2136/sssaj1988.03615995005200010041x. ISSN: 0361-5995. Dostupné z <<https://www.soils.org/publications/sssaj/abstracts/52/1/SS0520010237>>

Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. Profi Press s. r. o. Praha. 399 s. ISBN: 978-80-86726-34-2.

Kent, A., Olson, B. Considering Strip-tillage. Kansas State University[online]. 2004. [cit. 2017-10-30]. Dostupné z < <https://www.coffey.k-state.edu/.../Considering%20Strip%20Tillage.pdf>>

Korzekwa, K. Benefits of strip-till surface after five-year study. American Society of Agronomy [online]. July 2015. [cit. 2017-10-17]. Dostupné z <<https://agronomy.org/science-news/benefits-strip-till-surface-after-five-year-study>>

Kulovaná, E. Zakládáme porosty kukuřice. Úroda [online]. Duben 2001. [cit. 2018-11-07]. Dostupné z < <http://uroda.cz/zakladame-porosty-kukurice/>>

Křížek, J. Způsoby sklizně kukuřice. Úroda [online]. Únor 2002. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z <<http://uroda.cz/zpusoby-sklizne-kukurice/>>

Lošák, T., Hlušek, J. 2006. Zásady efektivního hnojení kukuřice. Sborník ze semináře Kukuřice v praxi 2006. MZLU Brno. 19 – 23 s.

Machačová, E., Loučka, R., Tyrolová, Y. 2000. Výška rostlin kukuřice a výška nasazení palic. Úroda. 2. 11 – 13.

Mikulka, J., Kneifelová, M., Martinková, Z., Soukup, J., Uhlík, J. 2005. Plevelné rostliny. Profi Press s. r. o. Praha. 148 s. ISBN: 80-86726-02-9.

Novák, M. 2001. Porovnání dělené sklizně kukuřice metodou LKS a CCM. Agromagazín. 10. 27 – 29.

Novák, P., Mašek, J. Současné trendy zpracování půdy. AGROjournal [online]. Leden 2018. [cit. 2018-02-04]. Dostupné z < <https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasne-trendy-zpracovani-pudy-327> >

Novák, J., Skalický, M., 2012. Botanika: cytologie, histologie, organologie, systematika. Power print. Praha. 336 s. ISBN: 978-80-87415-53-5.

Nowatzki, J., Endres, G., DeJong-Hughes, J., Aakre, D. Strip Till for Field Crop Production. NSDU Publications [online]. May 2011. [cit. 2017-06-04]. Dostupné z <<https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/strip-till-for-field-crop-production>>

Pančíková, J. Půda a organická hmota. Úroda [online]. Leden 2016. [cit. 2017-11-04]. Dostupné z <<http://uroda.cz/puda-a-organicka-hmota/>>

Pimentel, D. Soil Erosion: A Food and Environmental Threat. Environment, Development and Sustainability [online]. 2006. 8(1). p. 119-137. [cit. 2018-01-20]. DOI: 10.1007/s10668-005-1262-8. ISSN: 1387-585X. Dostupné z <<http://link.springer.com/10.1007/s10668-005-1262-8>>

Prasuhn, V. On-farm effects of tillage and crops on soil erosion measured over 10 years in Switzerland. Soil and Tillage Research [online]. 2012. 120. p. 137-146. [cit. 2018-01-25]. DOI: 10.1016/j.still.2012.01.002. ISSN: 01671987. Dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198712000037>>

Prokeš, K. 2009. Kukuřice v praxi 2009 Sborník z odborného semináře k 90. výročí založení zemědělské univerzity v Brně. MZLU Brno a KWS Osiva s. r. o., Brno. 47 s. ISBN: 978-80-7375-263-7.

Pulkrábek, J., Švachula, V., Balík, J., Baranyk, P., Bechyně, M., Faměra, O., Hamouz, K., Hosnedl, V., Kabíček, J., Kazda, J., Kohout, V., Mrkvička J., Novák, D., Peterová, J., Prokinová, E., Striegl, M., Svobodová, M., Šantrůček, J., Škeřík, J., Škoda, V., Šnobl, J., Šroller, J., Štaud, J., Švachula, V., Tlustoš, P., Vrzal, J., Vašák, J., Veselá, M., Žídková, D., 1995. Rádce hospodáře rostlinná výroba. Agrodat a.s., Praha, s. 172.

Ranum, P., Peña-Rosas, J. P., Garcia-Casal, M.N. Global maize production, utilization, and consumption. Annals of the New York Academy of Sciences [online]. 2014. 1312(1), p.105-112. DOI: 10.1111/nyas.12396. ISSN: 00778923. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z <<http://doi.wiley.com/10.1111/nyas.12396>>

Reddy, P. P. 2017. Conservation Tillage. In: Reddy P. P. (ed.) Agro-ecological Approaches to Pest Management for Sustainable Agriculture [online]. Springer Singapore. Singapore. s. 13-28. DOI: 10.1007/978-981-10-4325-3_2. ISBN: 978-981-10-4324-6. Dostupné z <http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-4325-3_2>

Sheaffer, C. C., Moncada, K. M. 2012. Introduction to agronomy: food, crops and environment. Delmar Cengage Learning. Clifton Park. 679 p. ISBN: 9781111312336.

Shekoofa, A., Choudhary, S. 2017. Maize. In: Sinclair, T. R. (ed.) Water-Conservation Traits to Increase Crop Yields in Water-deficit Environments [online]. Springer International Publishing. Cham. s. 55-63. DOI: 10.1007/978-3-319-56321-3_8. ISBN: 978-3-319-56320-6. Dostupné z <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-56321-3_8>

Skládanka, J. Kukuřice setá Zea Mays L. Multimediální učební texty pčninářství [online]. 2006. [cit. 2017-07-29]. Dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html>

Šantrůček, J., Fuksa, P., Hakl, J., Kocourková, D., Mrkvička, J., Svobodová, M., Veselá, M. 2007. Encyklopedie pčninářství. Praha. 157 s. ISBN: 978-80-213-1605-8.

Šuk, J., Balík, J., Jakobe, P., Jambor, V., Kohout, V., Loučka, R., Táborský, V., Vrzal, J. 1998. Kukuřice. VP AGRO spol. s. r. o. Kněžves. 131 s. ISBN: 80-86153-99-1

Tollenaar, M., Dwyer, L. M. 1999. Physiology of maize. In: Smith, D. L. Hamel, Ch. (ed.) Crop Yield [online]. Springer Berlin Heidelberg. Heidelberg. s. 169-204. DOI: 10.1007/978-3-642-58554-8_5. ISBN: 978-3-540-64477-4. Dostupné z <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-58554-8_5>

Trevini, M., Benincasa, P., Guiducci, M. Strip tillage effect on seedbed tilth and maize production in Northern Italy as case-study for the Southern Europe environment. European Journal of Agronomy [online]. 2013. 48. p. 50-56. [cit. 2017-09-05]. DOI: 10.1016/j.eja.2013.02.007. ISSN: 11610301. Dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030113000257>>

Třináctý, J., Matoušková, H., Vychodilová, D. Výběr hybridů kukuřice podle FAO. Náš chov [online]. Leden 2012. [cit. 2017-10-09]. Dostupné z <<http://naschov.cz/vyber-hybridu-kukurice-podle-fao/>>

Vaitauskienė, K., Šarauskius, E., Romanekas, K., Jasinskas, A. Design, development and field evaluation of row-cleaners for strip tillage in conservation farming. Soil and Tillage Research [online]. 2017. 174. p. 139-146. [cit. 2018-01-23]. DOI: 10.1016/j.still.2017.07.006. ISSN: 01671987. Dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198717301332>>

Vavřina, M. Zrnová kukuřice – zajímavá tržní plodina. Úroda [online]. Říjen 2016. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z <<http://uroda.cz/zrnova-kukurice-zajimava-trzni-plodina/>>

Woolford, M., Pahlow, G. 1998. The silage fermentation. In: Wood, B. J. B. (ed.) Microbiology of Fermented Foods [online]. MA: Springer US. Boston. s. 73-102. DOI: 10.1007/978-1-4613-0309-1_3. ISBN: 978-1-4613-7990-4. Dostupné z <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4613-0309-1_3>

Zimolka, J., Balounová, M., Cerkal, R., Červinka, J., Doležal, P., Dvořák, J., Fajman, M., Hrstková, P., Jánský, J., Křen, J., Palík, S., Poláčková, J., Polišínská, I., Povolný, M., Procházková, B., Prokop, M., Richter, R., Ryant, P., Říha, K., Smutný, V., Tichý, F., Vaculová, K., Winkler, J., Zeman, L. 2008. Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profí Press s. r. o. Praha. 200 s. ISBN: 978-80-86726-31-1.

Přílohy a obrázky



Obrázek 1: Sklizeň klasická varianta (foto autor)



Obrázek 2: Sklizeň varianta strip tillage (foto autor)



Obrázek 3: Vyhodnocování výsledků. (foto autor)

Operace	Výkonnost (ha/hod)	Spotřeba nafty (l/ha)		Pracovní čas (h/ha)	Náhradní díly (Kč/ha)		Celkové variabilní náklady (Kč/ha)	
		od	do		od	do	od	do
Podmítka (talířový kypřič)	3	10	13	0,33	70	91	356	446
Příprava na setí (talířový kypřič)	3	10	13	0,33	70	91	356	446
Setí (secí stroj 6m)	4,5	5	8	0,22	35	56	188	278
Doprava osiva	xx	0,1	0,2	0,04	0,7	1,4	10	13
Postřik herbicidem	16	0,9	1,1	0,06	6,3	7,7	37	43
Doprava vody	xx	0,04	0,05	0,0125	0,3	0,4	3,6	4
Herbicidy	Successor 2l/ha -1330,-						2718	
	Callisto 1,35l/ha - 1388,-							
Hnojiva	Amofos 80kg/ha - 944,-						2179	
	DAM 390 200l/ha - 1235,-							

Tabulka 1: Parametry pracovních operací klasická technologie (vlastní zpracování)

Operace	Výkonnost (ha/hod)	Spotřeba nafty (l/ha)		Pracovní čas (h/ha)	Náhradní díly (Kč/ha)		Celkové variabilní náklady (Kč)	
		od	do		od	do	od	do
Likvidace výdrolu předplodiny	16	0,9	1,1	0,06	6,3	7,7	37	43
Příprava setí	4,9	5	11	0,2	35	77	184	364
Setí	5	5	10	0,2	35	70	184	334
Doprava osiva	xx	0,1	0,2	0,04	0,7	1,4	10	13
Postřik herbicidem	16	0,9	1,1	0,06	6,3	7,7	37	43
Doprava vody	xx	0,04	0,05	0,0125	0,3	0,4	3,6	4
Herbicidy	Clinic 2l/ha - 390,-							3108
	Successor 2l/ha - 1330,-							
	Callisto 1,35l/ha - 1388,-							
Hnojiva	Amofos 80kg/ha - 944,-							2179
	DAM 390 200l/ha - 1235,-							

Tabulka 2: Parametry pracovních operací technologie strip tillage (vlastní zpracování)