

# Úzkořádková technologie pěstování kukuřice na siláž a zrno

Z<sub>tech</sub> – Ověřená technologie



Mendelova  
univerzita  
v Brně



Výstup z projektu NAZV QJ1210008

*„Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách ČR“*

*Technická dokumentace výsledku*

*(popis technologie včetně protokolu o způsobu a vlastním testování ověřené technologie)*

doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D. (Mendelova univerzita v Brně)

Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D. (Mendelova univerzita v Brně)

Ing. Lubomír Neudert, Ph.D. (Mendelova univerzita v Brně)

Ing. Antonín Šedek (P & L, spol. s r. o.)

Brno 2016

*Recenzent:* Ing. Pavel Fuksa, Ph.D.

## Obsah

1	Úvod.....	3
2	Literární přehled k uvedené problematice .....	3
2.1	Současné způsoby organizace porostu kukuřice .....	3
2.2	Vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti na produkci biomasy .....	4
2.3	Vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti ve vztahu k erozi.....	6
3	Dosažené výsledky.....	8
3.1	Výsledky z lokality Žabčice (Polní pokusná stanice, Mendelova univerzita v Brně) .....	8
3.1.1	<i>Metodika pokusů</i> .....	8
3.1.2	<i>Výsledky pokusu – rok 2013</i> .....	12
3.1.3	<i>Výsledky pokusu – rok 2014</i> .....	16
3.1.4	<i>Výsledky pokusu – rok 2015</i> .....	19
3.1.5	<i>Výsledky pokusu – rok 2016</i> .....	22
3.2	Výsledky pokusů z lokality Praha-Uhřetěves (Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.)...26	
3.2.1	<i>Metodika pokusu</i> .....	26
3.2.2	<i>Výsledky – rok 2015</i> .....	27
3.2.3	<i>Výsledky – rok 2016</i> .....	29
3.3	Výsledky z poloprovozních pokusů.....	31
3.3.1	<i>Metodika pokusů</i> .....	31
3.3.2	<i>Výsledky – rok 2014</i> .....	32
3.3.3	<i>Výsledky – rok 2015</i> .....	34
3.4	Ekonomická analýza technologií s odlišnou meziřádkovou vzdáleností.....	36
3.4.1	<i>Ekonomická efektivnost</i> .....	36
3.4.2	<i>Ekonomická návratnost (odborná úvaha)</i> .....	41
3.5	Novost výsledků .....	41
3.6	Doporučení a závěr.....	41
3.7	Seznam použité literatury .....	43
3.8	Publikace, jež předcházely vzniku ověřené technologie.....	45
3.9	Protokol o způsobu a vlastním testování ověřené technologie.....	46

# 1 Úvod

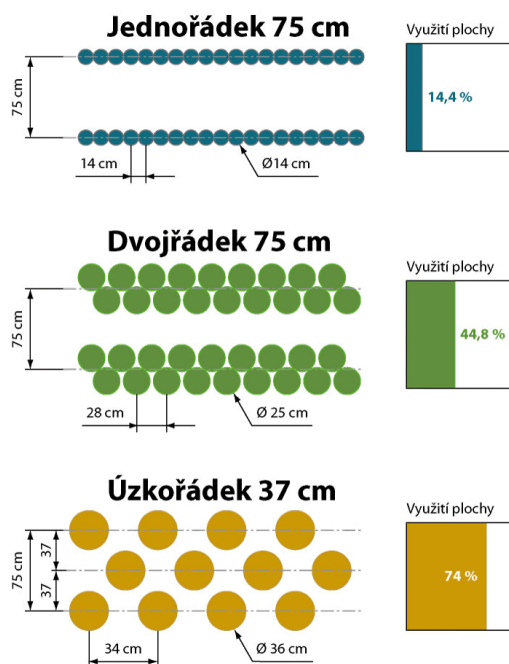
Kukuřice setá (*Zea mays L.*) je rostlinou, která má nezastupitelné místo ve struktuře pěstovaných plodin v České republice. Plochy pěstování kukuřice se ve světě, ale i u nás, rozšiřují, a to i přesto, že za posledních dvacet let došlo u nás k výraznému úbytku hospodářských zvířat, která byla významnými konzumenty kukuřičné siláže. V posledních letech se kukuřičná siláž stala stěžejním zdrojem biomasy, která je využívána v bioplynových stanicích. Současně s pěstováním kukuřice ovšem roste i riziko vodní eroze na svažitých pozemcích. V souladu s ochranou životního prostředí byly zavedeny standardy „Dobrého zemědělského a environmetálního stavu“, které usměrňují pěstování kukuřice, ale i dalších plodin (brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok) na erozně ohrožených půdách. V řadě případů jsou využívány tzv. půdoochranné technologie v různých modifikacích, jejichž podstatou je ponechání dostatečného množství rostlinných zbytků na povrchu půdy, které mohou při nadměrném množství v oblasti seťové lůžka limitovat kvalitní založení porostu. Nevýhodou potom je, že v našich podmínkách s rostoucí protierozní účinností těchto technologií, často dochází k poklesu produkce. Proto se dnes hledají i jiné přístupy v oblasti inovace pěstební technologie kukuřice. Sem patří pěstování kukuřice při užší meziřádkové vzdálenosti, což vytváří předpoklady pro rychlejší zapojení a zároveň výhodnější rozmístění rostlin v řádku umožňuje efektivnější využití vody a živin v půdě, což je předpokladem pro vyšší produkční potenciál.

## 2 Literární přehled k uvedené problematice

### 2.1 Současné způsoby organizace porostu kukuřice

Kukuřice je perspektivní plodinou a v zájmu pěstitelů je dosahovat co nejvyšších výnosů v požadované kvalitě. K realizaci těchto cílů napomáhají také výzkumné aktivity, které se zaměřují na možnost efektivněji organizovat porost. Výnos biomasy je dán součinem hmotnosti jednotlivých rostlin a jejich počtu na jednotku plochy. Postupné navyšování výsevku vede ke zvyšování výnosu, avšak od určité hranice počtu rostlin na plochu dochází vlivem konkurence o sluneční záření, vodu a živiny ke snižování jejich hmotnosti, což se projeví nejprve ve stagnaci a následně i v poklesu výnosu hmoty (Fuksa et al., 2016).

V současné době je v podmínkách ČR kukuřice pěstována jako tzv. širokořádková plodina s meziřádkovou vzdáleností 70 nebo 75 cm, což při výsevku 80 000 – 90 000 jedinců na hektar odpovídá vzdálenosti rostlin v řádku 14–17 cm. Pokud výsevek dále zvyšujeme, tak se rostliny dostávají k sobě blížeji než 14 cm, což je považováno za hranici, kdy se začíná negativně projevovat konkurence rostlin v řádku. 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 obr. 1 je schematicky 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.



Obr. 1: Schematické znázornění různých technologií pěstování kukuřice s odlišnou meziřádkovou vzdáleností

## 2.2 Vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti na produkci biomasy

Studie zaměřené na pěstování kukuřice v užší meziřádkové vzdálenosti nebo ve dvouřádcích se ve větší míře začaly realizovat v 90. letech minulého století v USA (Prokop, 2013). Výsledky řady dosavadních výzkumů dokazují, že změna organizace porostu může být za určitých podmínek přínosná, což dokládá i zavedení užších řádků a dvouřádků do praxe, kde je dosahováno výnosů u kukuřice na siláž i zrno o 5–10 % vyšších než u klasické širokořádkové technologie.

V minulosti musela širší řádků v kukuřici umožnit obdělávání porostu tažnými zvířaty (Pecínovský, 2002). Až do roku 1950 bývalo v USA zvykem pěstovat kukuřici v řádcích širokých 1 m, což odpovídalo šířce koně a umožňovalo odplevelení plečkováním bez použití herbicidů (Lauer, 2003). V současnosti se kukuřice u nás již delší dobu vysévá nejčastěji do řádků širokých 0,70–0,75 m, kdy tato šířka řádků je kompromisem mezi potřebami rostliny a použitou mechanizací (Vrzal et al., 1995). Pokrok ve vývoji zemědělské techniky, herbicidů a ve šlechtění rostlin však umožňuje, aby byly rostliny sety do řádků, které jsou blíže než 0,70 m. V USA se možné výhody výsevu kukuřice do užších řádků (0,375 m a 0,51 m) začaly zkoumat na počátku 90. let minulého století. V současné době se problematikou širší řádků intenzivně zabývají americké univerzity i šlechtitelé kukuřice a proto nejvíc dostupných výsledků pochází právě ze Spojených států amerických (Prokop, 2013). Na druhou stranu je třeba zmínit, že zkušenosti s pěstováním kukuřice u nás v řádcích širokých 0,45 m jsou známy již z doby 70.–80. let minulého století. V té době se kukuřice na siláž běžně vysévala secími stroji na cukrovku, která byla pěstována na mnohem větší výměře než dnes.

Rozložení výsevků do užších řádků dává jednotlivým rostlinám více prostoru. Gullickson (2015) uvádí, že při technologii užších řádků lze do určité míry zvýšit výsevek, aniž by vznikl stres rostlin v důsledku přehuštění porostu, s potenciálem vyššího výnosu biomasy. Lepších výsledků při pěstování kukuřice v úzkých řádcích je dosahováno v severní části tzv. corn belt a dalších oblastech, kde je méně úrodná půda a nedostatek vody. Výzkumy

minnesotské university uvádějí, že v severní a střední Minnesotě se může při vzdálenosti řádku 0,50 m zvýšit výnos zrna o 7–9 % v porovnání s klasickými řádky. Úzké řádky jsou vhodnější pro kukuřici na siláž (Lauer, 2003). Tyto výhody, potvrzené navýšením výnosu, dokumentuje řada dalších prací (Cox et al., 2006, Lee, 2006, Porter et al., 1997). Na druhou stranu však najdeme i řadu prací s opačnými výsledky (Roth, 1997, Widdicombe a Thelen, 2002). Z podmínek ČR Brant et al. (2014) uvádí srovnatelné výsledky produkce biomasy u technologie úzkých i širokých řádků.

Fee (2011) uvádí, že většina nezávislých výzkumů považuje výnosovou reakci na meziřádkovou vzdálenost užší než 0,75 m za obecně pozitivní, ale navýšení výnosu se v průměru pohybuje od 1,5 do 2,5 %. Z výsledků pokusů z různých oblastí Německa vyplývá, že se při tomto způsobu setí zvyšuje výnos suché hmoty z hektaru o 3–8 %, ale přitom klesá obsah škrobu a celkové energie.

Výzkumy poukázaly na těsnou závislost mezi zvýšením výnosu v úzkých řádcích a vyšším příjmem světla (Andrade et al., 2002). Aby se maximalizoval výnos, musí porost zachytit 95 nebo i více % fotosynteticky aktivního záření v průběhu fáze tvorby zrna. Dobře zapojeným porostem je podmíněno úspěšné opylení a tvorba zrna, a v tomto období nebývají rozdíly mezi širokými a úzkými řádky v příjmu slunečního záření (Jeschke, 2012). Nicméně vědci považují za možné, že rozdíly v příjmu slunečního záření mohou být důvodem vyšších výnosů u užších řádků. Zvýšený příjem slunečního záření úzkými řádky koresponduje s periodou maximální délky dne v severnějších šířkách, zatímco příjem světla dále na jihu corn belt je méně ovlivněný meziřádkovou vzdáleností v tomto období, vzhledem k pokročilejšímu stádiu vývoje porostu (Jeschke, 2012).

Kromě příjmu slunečního záření, mohou úzké řádky také lépe přijímat zdroje z půdy. Rovnoměrnější vzdálenost rostlin od sebe umožňuje vyrovnanější tvorbu kořenového systému v půdním profilu, což snižuje kompetici rostlin v řádku o vodu a živiny (Sharratt a Mc Williams, 2005). Při využití řádků o rozteči 0,45 m bylo zaznamenáno minimální prolínání kořenových systémů rostlin ve srovnání s roztečí 0,75 m. U kukuřice může tato skutečnost být zásadní pro eliminaci některých stresových faktorů a vzájemné kompetice rostlin (Brant et al., 2014). Výzkumy ukázaly, že úzké řádky mohou zlepšit využití dusíku kukuřicí zvýšením schopnosti plodiny získat dusík z půdy (Barbieri et al., 2008). Schopnost úzkých řádků zvýšit výnosy díky lepšímu přijímání vody je méně jasná. Barbieri et al. (2012) zjistili, že úzké řádky zvyšují odběr vody v průběhu raných stádií růstu plodiny, pravděpodobně díky hlubšímu a rovnoměrnějšímu kořenovému systému v půdním profilu, ale tato výhoda mizí v průběhu vegetace. Celková suma evaporace za celou sezónu se u klasických a úzkých řádků výrazně neliší. Naopak Sharratt a Mc Williams (2005) zjistili, že v jedné sezóně dvouletého pokusu měly úzké řádky celkově vyšší odběr vody z půdy než řádky klasické.

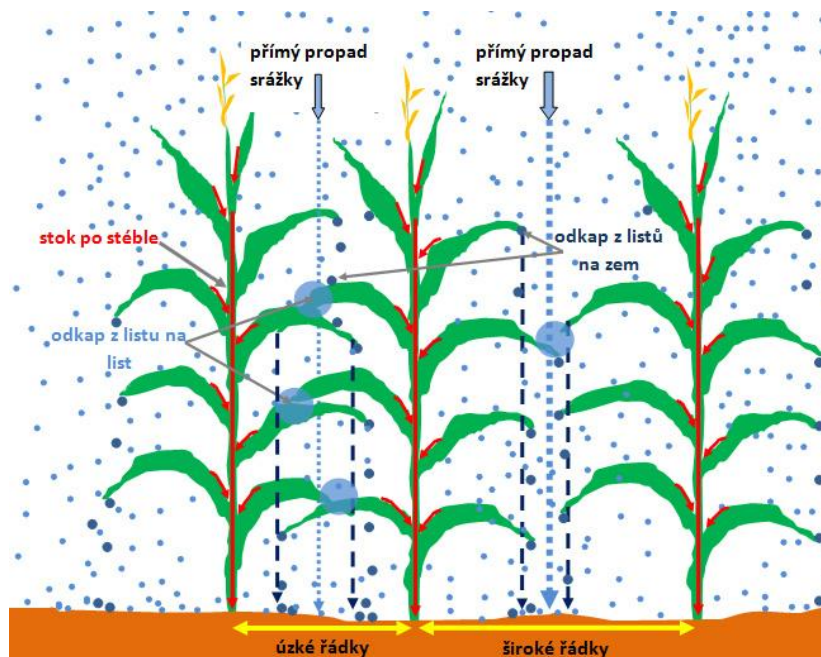
Výzkumné studie analyzují vliv interakce meziřádkové vzdálenosti a výsevu na výnosovou úroveň s důrazem na to, zda je potenciál výnosu u úzkých řádků spojený s vyšší optimální hustotou než klasických řádků. Řada studií uvádí, že v tomto ohledu nejsou mezi klasickými a úzkými řádky výrazné rozdíly. Existují názory, že moderní hybridy jsou více vhodné pro technologii pěstování v řádcích 0,75 m než starší hybridy vyšlechtěné dříve. Van Roekel and Coulter (2012) v modelové studii zjistili, že historické zvýšení výnosu kukuřice bylo spíše v důsledku změn v architektuře kořenového systému než listů. To se vztahuje především k specifickému kořenovému systému, který roste hlouběji v půdě v příkřejším úhlu. Rostliny s více vertikálním, do hloubky rostoucím kořenovým systémem se zdají být méně ovlivněny konkurencí sousedních rostlin a tím pádem méně citlivé na meziřádkovou vzdálenost.



Vedle technologie úzkých řádků se současně setkáme s pěstováním kukuřice ve dvouřádcích (tzv. twin-row systému), také s původem v USA. Řada literárních zdrojů uvádí, že tato technologie dává rostlinám prostor k vytvoření většího kořenového systému, porost může maximálně využívat sluneční světlo a napomáhá ke snížení ztrát vody omezením evaporace. Dále se u technologie twin-row doporučuje zvýšit počet rostlin, především u těch hybridů, kterým vyhovuje vyšší hustota, čímž lze pak dosáhnout vyšších výnosů. Z materiálů společnosti Great Plains vyplývá, že twin-row systém zvyšuje stabilitu porostu díky silnějším a pevnějším stonkům, které jim umožňují lépe odolat silnému větru. Ve výčtu výhod technologie twin-row dále uvádějí zvýšení kvality siláže. Výsledky z jednotlivých pokusů, ať už vedených soukromými společnostmi nebo univerzitami jsou velmi rozdílné. Např. Heagle et al. (2014) ve svém výzkumu, zabývajícím se optimální hustotou porostu při různé meziřádkové vzdálenosti, nepotvrdili pozitivní vliv dvouřádků na výnos. Naopak výsledky 76 pokusů vedených firmou DuPont a Pioneer v letech 1991 až 2010 ve státech Minnesota, Severní a Jižní Dakota, Wisconsin a Michigan) prokázaly průměrné zvýšení výnosů u úzkých řádků a dvouřádků o 2–7 %, naopak ve státech Illinois, Iowa, Indiana, Missouri, Nebraska, Ohio bylo zvýšení pouze o 1 % (Jeschke, 2012).

### 2.3 Vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti ve vztahu k erozi

Z výsledků Branta et al. (2013) vyplývá, že do porostu o šířce řádků 0,75 m propadá do meziřádku celkově větší množství srážkové vody ve srovnání s porosty o šířce řádků 0,45 m. Jednou z příčin nižšího propadu vody do porostu mohou být rozdílné hodnoty indexu listové plochy. Dalším faktorem je rozmístění rostlin a následně rozprostření listů v porostu. Především v užších řádcích dochází k vyššímu překrývání se listů, a tím ke snížení množství odkapávající vody na povrch půdy. Odkapávající voda z listů spíše dopadá na spodnější listy a je sváděna ke stéblu, po němž stéká na půdu. Případný odkap z listů je u užších řádků koncentrován blíže k rostlině a ne do středu meziřádku jako u porostů se šířkou řádků 0,75 m. Znázornění transportu vody v porostu s užšími a širšími řádky dokumentuje obr. 2.



Obr. 2: Princip distribuce vody v porostech kukuřice v závislosti na šířce řádků (Brant a kol., 2013).

V rámci hodnocení distribuce srážek v porostu kukuřice nelze zapomínat na stok vody po stéble. Podle literárních údajů může až jedna třetina stoku vody po stéble kukuřice přispívat ke vzniku povrchového odtoku (Bui a Box, 1992). Obecně je popisována závislosti mezi hodnotou srážky (nezávisle proměnná) a hodnotami porostní srážky a stoku po stéble, mezi kterými byla u rostlin kukuřice potvrzena pozitivní korelace. Zároveň byla potvrzena skutečnost, že při nižších hodnotách srážky narůstá v porostu kukuřice hodnota podílu mezi stokem a porostní srážkou. S nárůstem srážky hodnota tohoto podílu klesá (Paltineanu a Starr, 2000). Znalost hodnot stoku vody po stéble umožňuje rovněž kvantifikovat hodnoty intercepce, tedy množství vody, které je zadrženo listy rostliny a následně se vypaří. Nepřispěje tedy ke zvýšení obsahu vody v půdě. Hodnoty intercepce v porostech kukuřice výrazně ovlivňuje suma a intenzita srážky (Zábranský et al., 2013). Voda stékající po stéble se koncentruje ke kořenovému systému rostliny a v rámci systému zpracování půdy by s tímto procesem mělo být počítáno.

Detailním posouzením technologií pěstování kukuřice z pohledu eliminace eroze se zabýval Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd (VÚMOP, Praha-Zbraslav), který na základě využití simulátoru deště zjistil, že netradiční způsob pěstování kukuřice v úzkém řádku může představovat přínos v mnoha oblastech. V protierozní ochraně je stěžejní zejména rychlost zapojení porostu a jeho pokryvnost.

Z tohoto důvodu se v roce 2013 přistoupilo k ověřování technologie pěstování kukuřice s meziřádkovou vzdáleností do 45 cm. Vliv technologie se šířkou řádku 45 cm u kukuřice na ztrátu půdy erozí a množství povrchového odtoku byl ověřován na pěti variantách (konvenční zpracování půdy - setí kukuřice v řádcích 37,5 cm a 75 cm, bezorebné setí kukuřice v řádcích 37,5 cm a 75 cm a kypřený černý úhor). Na začátku vegetačního období vykazují porosty kukuřice seté bezorebným způsobem prokazatelný vliv na snížení erozního smyvu s porosty setými konvenčním způsobem. Jednoznačně se projevil efekt pokrytí půdy rostlinnými zbytky v době, kdy porost hlavní plodiny není dostatečně zapojen. Následná měření poukazují na pozitivní účinek zapojení porostu na snížení ztráty půdy u bezorebných i konvenčních variant. Samotné porosty s užšími řádky však vykazují nepatrný nebo žádný efekt na snížení erozního smyvu a množství povrchového odtoku.

Ve druhém roce ověřování technologie úzkého řádku se opětovně nepotvrdil významný pozitivní vliv úzkého řádku při pěstování kukuřice. Výsledky jsou víceméně srovnatelné s širokými řádky. Z výsledků však jednoznačně vyplývá pozitivní efekt bezorebné technologie pěstování kukuřice, ať už v úzkém či širokém řádku, která je efektivní především na začátku vegetačního období, které je pro kukuřici nejproblematičtější.

Z výše uvedeného je patrné, že efektivní protierozní technologie pěstování kukuřice musí využívat vhodné organizace porostu s půdoochrannou technologií zpracování půdy. Ochrana půdy před erozí je řešena, v rámci legislativy, Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES). Tyto standardy zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí a jsou součástí Kontroly podmíněnosti (Cross Compliance), tj. plnění vybraných požadavků, kterým je podmíněno poskytování dotačních podpor v zemědělství. Od roku 2015 došlo v souvislosti s novým programovacím obdobím Společné zemědělské politiky 2014–2020 v podmínkách Standardů, na základě nových legislativních předpisů, k celé řadě změn. Standard DZES 5 se zabývá problematikou pěstování tzv. erozně nebezpečných plodin na půdě ohroženou vodní erozí. Uvádí, že žadatel o dotační podporu, na ploše dílu půdního bloku označené v evidenci jako půda silně erozně ohrožená vodní erozí zajistí, že se zde nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny, mezi něž patří i kukuřice. V případě plochy půdních dílů označené v evidenci jako půda mírně erozně ohrožená vodní erozí, žadatel zajistí, že porosty erozně nebezpečné plodiny budou zakládány

pouze s využitím obecných půdoochranných technologií nebo specifických půdoochranných technologií.

V seznamu specifických půdoochranných technologií jsou nově uvedeny dvě technologie zaměřené na kukuřici a to pásové zpracování půdy (strip-till) a pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem. Pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem je spojeno s využitím půdoochranné technologie, kdy zemědělec musí dodržet minimálně 10% pokryvnost půdy rostlinnými zbytky. Přičemž do 30. června musí být zachována ještě minimální 5% pokryvnost půdy rostlinnými zbytky a po 1. červenci musí být vizuálně prokazatelné, že tato půdoochranná technologie byla použita.

### 3 Dosažené výsledky

Níže jsou uvedeny výsledky polních pokusů, které byly založeny na lokalitě Žabčice (Mendelova univerzita v Brně) a Praha-Uhřetěves (Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.) a dále na několika lokalitách v provozních podmínkách zemědělských podniků.

#### 3.1 Výsledky z lokality Žabčice (Polní pokusná stanice, Mendelova univerzita v Brně)

##### 3.1.1 Metodika pokusů

###### Charakteristika pokusné lokality

Pokusy byly založeny nedaleko obce Žabčice vzdálené 25 km jižně od Brna na Polní pokusné stanici Mendelovy univerzity v Brně. Katastrální území Žabčic se nachází v kukuřičné výrobní oblasti, podoblasti K<sub>2</sub>. Patří mezi nejteplejší oblasti v ČR. Lokalita leží v nadmořské výšce 179 m, v jihomoravské suché oblasti s typickým vnitrozemským klimatem. Suchost klimatu zvyšují větry, které způsobují velký výpar půdní vláhly.

Dle BPEJ se jedná o klimatický okrsek velmi teplý a suchý. Hodnota Langova dešťového faktoru se pohybuje okolo 57; tato charakteristika řadí pokusnou lokalitu k nejsušším regionům. Průměrná roční teplota je 9,2 °C, nejteplejším měsícem v roce je červenec s průměrnou denní teplotou vzduchu 19,3 °C a nejchladnější leden s průměrnou teplotou -2,0 °C (tab. 1). Z hlediska srážkových poměrů patří lokalita k suchým oblastem, kdy 30-letý průměr ročních úhrnů srážek činí 480 mm. Do oblasti pokusné stanice zasahuje též srážkový stín. Dešťové srážky ve vegetačním období jsou rozloženy velmi nerovnoměrně. Srážkově nejbohatší je měsíc červen s 68,6 mm a nejchudší je březen s 23,9 mm srážek. Trvání slunečního svitu kolísá v rozmezí 1800–2000 hodin za rok.

Tab.1: Hodnoty dlouhodobých teplotních a srážkových normálů (196 –1990)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Průměrná teplota (°C)	-2,0	0,2	4,3	9,6	14,6	17,7	19,3	18,6	14,7	9,5	4,1	0,0	<b>9,2</b>
Úhrn srážek (mm)	24,8	24,9	23,9	33,2	62,8	68,6	57,1	54,3	35,5	31,8	36,8	26,3	<b>480</b>



Pro hodnocení období (= jednotlivých měsíců) na polní pokusné stanici v Žabčicích ve smyslu srovnání s normálovými hodnotami byla použita metodika World Meteorological Organization (WMO). Vypočtený normál z období 1961 – 1990 byl srovnán s naměřenými údaji z agroklimatologické stanice umístěné na pozemku Polní pokusné stanice. Základem měření meteorologických prvků jsou ústředny (datalogery) firmy CAMPBELL s několikatýdenní datovou kapacitou, na které jsou napojeny meteorologické senzory měřící ve dvouvteřinových intervalech. Data jsou ukládána a zapisována jako patnáctiminutové průměry (např. teplota v °C) či sumy (např. srážky v mm).

Podle taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (Němeček et al., 2008) je na pozemcích Polní pokusné stanice půdním typem fluvizem glejová. Fluvizem glejová je vytvořena na nivních (aluviálních) sedimentech řeky Svratky. Půdy jsou bez výrazných diagnostických horizontů, pod nevýrazným humusovým horizontem se nachází matečný substrát tvořený naplaveným materiálem. Od hloubky 60 cm jsou patrné výraznější projevy glejového procesu. Podzemní voda kolísá v průběhu roku mezi 80–250 cm pod povrchem. Z hlediska zrnitostního složení se jedná o půdu těžkou až velmi těžkou.

#### Charakteristika pokusů

V roce 2013–2016 byly na polní pokusné stanici v Žabčicích založeny polní pokusy, v nichž byl sledován vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti a výsevku na výnos a některé další ukazatele u silážní kukuřice. Ve všech letech byly porovnány tři odlišné meziřádkové vzdálenosti (v tabulkách dále označováno jako „typ řádku“) – 0,75 m (klasické řádky), dále tzv. dvouřádky („twin-rows“), kdy porost je tvořený dvouřádky od sebe vzdálených cca 0,2 m, přičemž středy jednotlivých dvojřádků jsou vzdáleny 0,75 m. Poslední technologií byl výsev do úzkých řádků vzdálených 0,375 m (poloviční šířka oproti klasické vzdálenosti). Dalším sledovaným faktorem byl výsevek. V roce 2013 a v letech 2014–2016 byly výsevky následující:

meziřádková vzdálenost	typ řádku	výsevek (ks/ha)				
		2013		2014–2016		
37,5 cm	Úzké	85 000	99 000	87 000	97 000	109 000
75,0 cm	Klasické	76 000	80 000			
	Dvouřádky	91 000	102 000			

Níže jsou uvedeny agrotechnické údaje pěstování kukuřice v jednotlivých letech:

rok	hybrid (Syngenta)	FAO	datum setí	datum sklizně	předplodina	hnojení N
2013	SILOTOP	280	23. 4.	27. 8.	ozimá pšenice	180 kg
2014	BEAUTIFUL	270	14. 4.	22. 9.		
2015	DOLAR	430	16. 4.	26. 8.		
2016	DOLAR	430	22. 4.	1. 9.		

Po vzejtí porostu bylo provedeno časně preemergentní herbicidní ošetření a v průběhu vegetace byl aplikován insekticid, především jako ochrana proti škůdci zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*).

## Založení porostu a technický popis secího stroje použitého v pokusu

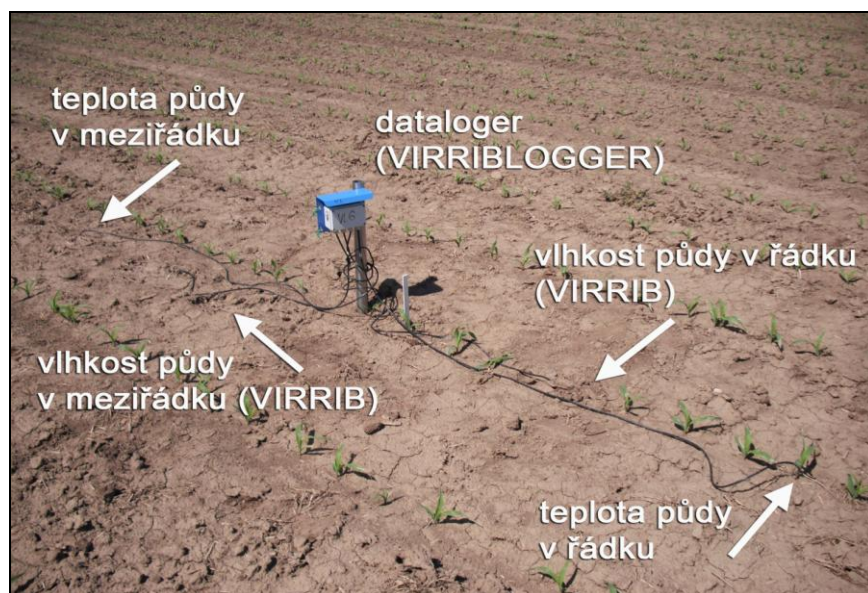
Po celou dobu projektu byl pro založení porostů kukuřice použit secí stroj Kinze 3500 s výsevem pro 8 řádků. Výrobce těchto secích strojů společnost Kinze sídlí v USA ve státě Iowa a z celosvětového měřítka tato společnost patří ke špičce, a to nejen z pohledu celkového počtu vyrobených strojů, ale především z pohledu technologické vyspělosti jednotlivých modelů. A právě z tohoto důvodu byly veškeré pokusy postaveny na strojích Kinze. Model stroje 3500 8R v provedení Interplant může zakládat porosty jak na klasickou rozteč řádků 0,75 m, tak i na rozteč 0,375 m, což bylo z hlediska pokusů velice praktické. Dále byl k dispozici speciální secí stroj Kinze 3500 8R v provedení Twin-Row pro zakládání porostů do dvojřádků.

Základem modelů 3500 je masivní rám, který je svou konstrukcí cíleně navržen pro zakládání porostů do nezpracované půdy (No Till), stejně jako pro technologie s redukovanou přípravou půdy (Min Till) a v neposlední řadě i pro klasickou orební technologii. Masivnost konstrukce umožňuje na rám umístit 15 výsevních sekcí pro úzkořádkové setí (záběr stroje 6 m) stejně jako 16 výsevních sekcí pro technologii Twin-Row při stejném pracovním záběru, tedy 6 metrů. Oba secí stroje byly vybaveny shodným podtlakovým výsevním ústrojím Edge Vac pro velice přesné dávkování osiva. Pohon výsevního ústrojí byl u použitých strojů mechanický odvozený od pojezdových kol stroje. Změna výsevku se v tomto případě provádí nastavením různé kombinace ozubených kol na centrální hřídeli podle výsevních tabulek. Pro kontrolu správnosti nastavení výsevku slouží elektronický systém založený na sběru dat z jednotlivých semenovodů stroje, kde jsou umístěny senzory, které dodávají informace o počtu vysetých jedinců do monitoru Integra od společnosti AG Leader. Obsluha má tímto v reálném čase přehled o výsevku na hektar a případných odchylkách od nastavených parametrů (dvoják, mezera). Systém je ve spojení s anténou GPS a různou úrovní signálu GPS schopen zakládat porosty v režimu Precizního zemědělství.

Výsevní sekce na použitých strojích Kinze byly vybaveny zvlněnými disky (koltry), které slouží v případech zakládání porostů v systému půdoochranných technologií, technologií bez zpracování půdy a setí do meziplodin k přípravě seťového lůžka. Tento jednoduchý pracovní nástroj vytváří zónově seťové lůžko, aniž by bylo nutné půdu předseťově zpracovávat klasicky, tedy i v prostoru meziřádku. Touto technologií lze v praxi ušetřit minimálně jeden pracovní předseťový přejezd po pozemku, aniž by vzniklo riziko, že bude osivo uloženo do nevhodných půdních podmínek. Tento technologický postup je pro kukuřici v USA rozšířen téměř na 90 % ploch. V podmínkách českého zemědělství technologie přípravy seťového lůžka zvlněným diskem podstatně rozšiřuje technologické využití secího stroje především s ohledem na ochranu půdy před vodní a větrnou erozí. Také ekonomický aspekt z pohledu úspor v podobě redukování pracovních přejezdů v porovnání s konvenční technologií a provozních nákladů systému s koltrem jasně hovoří pro efektivnost tohoto systému.

### Měření mikroklimatu porostu

V porostu byla na pokusné ploše s kukuřicí snímána teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu a také teplota a vlhkost půdy pod kukuřicí. Informace o vlhkosti a teplotě vzduchu byly získány pomocí čidel HOBBO. Ke zjištění údajů o vlhkosti a teplotě půdy bylo použito snímačů půdní vlhkosti VIRRIB (obr. 3). Měřicí zařízení byla umístěna ve všech typech řádků, vždy u varianty s nejnižším výsevku. Snímače VIRRIB byly zakopány do půdy tak, aby byly schopny měřit teplotu a vlhkost půdy v hloubce 5–30 cm.



Obr. 3: Popis umístění snímače půdní vlhkosti VIRRIB

### Metodika sklizně pokusu

Sklizeň byla provedena ve fázi mléčně-voskové zralosti nesenou jednořádkovou řezačkou (Pöttinger Mex III) ve čtyřech opakováních. Z každého opakování byla sklizena nadzemní hmota z jednoho řádku o délce 100 m. Hmotnost sklizené řezanky z každé varianty byla zjištěna přejezdem přes nájezdové váhy. Poté byl z řezanky odebrán vzorek, z něj byla zjištěna vlhkost sklizené hmoty a poté proveden přepočít výnosu z 1 ha při vlhkosti 14 %. V roce 2013 byly odebrané vzorky kukuřičné řezanky z jednotlivých variant zaslány na rozbor živin a stanovení produkce bioplynu do laboratoře Nutrivet, s. r. o.

### Metodika statistického zpracování dat

Data ze sklizně nadzemní hmoty v době silážní zralosti byla statisticky vyhodnocena analýzou variance (ANOVA) ve statistickém software Statistica 12. Následně Fisherovým LSD testem byly zhodnoceny rozdíly ve statistické průkaznosti středních hodnot při hladině významnosti  $\alpha \leq 0,05$ . V textu jsou formou tabulek a grafů zpracované výsledky z pokusů. Pokud byly zdrojem výsledků data v opakováních, tak je uvedeno statistické vyhodnocení. V letech 2013–2016 je uvedeno také relativní porovnání v %, kdy jsou jednotlivé typy řádků (úzké, klasické a dvouřádky) porovnány mezi sebou, přičemž jako standardní (100 %) je vždy brána technologie s klasickou meziřádkovou vzdáleností (75 cm). Pro lepší orientaci jsou data zvýrazněna tučně a podbarvena žlutě. Obdobně je provedeno porovnání jednotlivých variant, kde jde o kombinaci typu řádku a výsevků. V tomto případě je vztaženo ke klasické

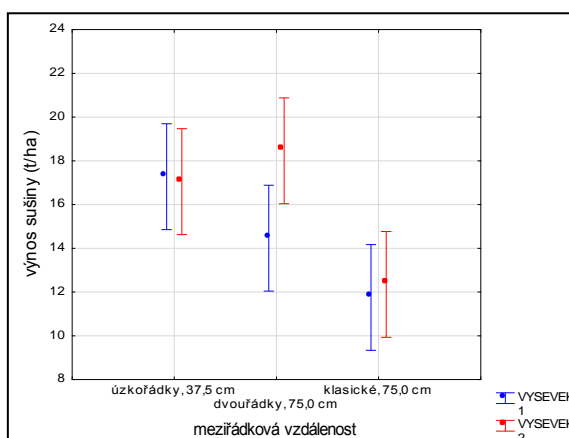
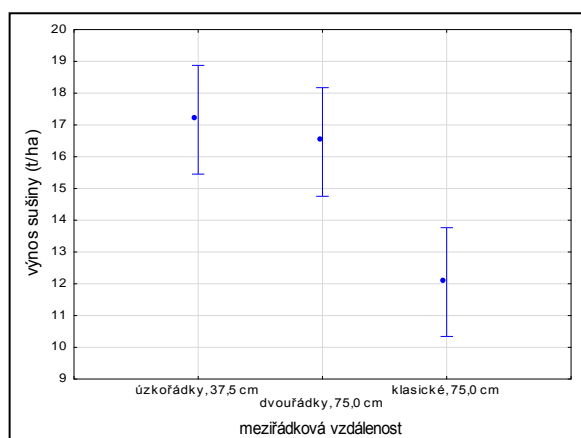
technologii a výsevku 87 000 semen/ha (v roce 2013 byl výsevek 80 000 semen/ha). Tato data jsou zvýrazněna tučně a podbarvena zeleně.

### 3.1.2 Výsledky pokusu – rok 2013

V roce 2013 byly statisticky průkazně vyšší výnosy zjištěny u úzkořádkové technologie a technologie zakládání porostů kukuřice do dvouřádků v porovnání s technologií klasickou na 75,0 cm (graf 1). Relativní procentické rozdíly jsou uvedeny v tab. 2. Rozdíly byly zjištěny také v % sušiny při sklizni, kdy nejnižší hodnoty byly zjištěny u klasické technologie. U tzv. dvouřádků (meziřádková vzdálenost 75 cm) došlo k nejvyššímu nárůstu výnosu se zvýšeným výsevem (+ 16 % oproti standardnímu výsevku).

Tab. 2: Výnos čerstvé, suché hmoty a % sušiny

typ řádku	název technologie	výsevek (ks/ha)	výnos (t/ha)				sušina při sklizni (%)	porovnání (%)
			čerstvá hmota	porovnání (%)	suchá hmota	porovnání (%)		
37,5 cm	úzkořádková	85 000	37,50	108	17,28	140	46,06	130
		99 000	38,90	112	17,05	138	43,82	123
	průměr		38,20	116	17,17	142	44,94	122
75,0 cm	klasická	76 000	31,02	89	11,76	95	37,92	107
		<b>80 000</b>	<b>34,81</b>	<b>100</b>	<b>12,35</b>	<b>100</b>	<b>35,46</b>	<b>100</b>
	průměr		<b>32,92</b>	<b>100</b>	<b>12,06</b>	<b>100</b>	<b>36,69</b>	<b>100</b>
	dvouřádky	91 000	34,06	98	14,46	117	42,56	120
		102 000	40,49	116	18,46	149	45,52	128
průměr		37,28	113	16,46	136	44,04	120	



Graf 1: Statistické porovnání výnosů při různých meziřádkové vzdálenosti (Žabčice, 2013)

Výsledky rozborů odebraných vzorků kukuřice na siláž jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3: Výsledky rozboru siláže (2013)

varianta	úzké řádky		klasické		dvouřádky	
výsevek (semen/ha)	85 000	99 000	76 000	<b>80 000</b>	91 000	102 000
sušina	37,78	38,61	34,05	<b>38,92</b>	35,45	35,58
pH	4,15	4,16	4,12	<b>4,1</b>	4,07	4,05
NH <sub>3</sub>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	0,01	<b>0,01</b>	0,02	0,02
k. mléčná (%)	<b>2,46</b>	<b>2,46</b>	1,51	<b>1,79</b>	1,71	1,98
k. octová (%)	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	0,69	<b>0,71</b>	0,42	0,66
k. propionová (%)	0,05	<b>0,08</b>	0,02	<b>0,02</b>	0,02	0,05
TMK (%)	<b>0,85</b>	<b>0,88</b>	0,71	<b>0,73</b>	0,44	0,71
N-látky ve 100% suš.	8,85	8,49	8,62	<b>8,57</b>	8,45	8,66
vláknina ve 100% suš.	19,79	21,4	19,82	<b>20,01</b>	21,64	22,5
popel ve 100% suš.	4,87	5,9	4,88	<b>4,95</b>	4,52	6,77
NDF ve 100% suš.	43,14	47,85	47,73	<b>46,31</b>	39,43	44,06
škrob ve 100% suš.	29,38	<b>24,56</b>	28,31	<b>27,77</b>	28,4	27,73
bioplyn v kg suš.	587,9	598,2	608,5	<b>569,7</b>	567	576,9
prod. metanu v kg suš.	306,3	306,3	311,6	<b>300,8</b>	304,5	298,4
% metanu	52,1	51,2	51,8	<b>52,8</b>	53,7	51,8

Z rozboru odebraných vzorků je patrný rozdíl u některých sledovaných parametrů (hodnoty jsou zvýrazněny červeně). Vyšší hodnoty byly zjištěny u úzkořádkové technologie u NH<sub>3</sub>, kyseliny mléčné, octové, propionové a těkavých mastných kyselin. U vyššího výsevku úzkořádkové technologie byla zaznamenána nižší hodnota škrobu v sušině.

Tab. 4: Produkce bioplynu a metanu (2013)

varianta	úzké řádky		klasické		dvouřádky	
výsevek (semen/ha)	85 000	99 000	76 000	<b>80 000</b>	91 000	102 000
výnos sušiny (t/ha)	16,11	17,05	12,59	<b>13,38</b>	14,01	18,46
produkce bioplynu (m <sup>3</sup> /ha)	9 471	10 199	7 661	<b>7 623</b>	7 943	10 650
produkce metanu (m <sup>3</sup> /ha)	4 934	5 222	3 923	<b>4 025</b>	4 266	5 508

Z tabulky 4 vyplývá, že u všech variant odpovídá produkce bioplynu produkci metanu a obě tyto veličiny jsou v relaci s hektarovými výnosy sušiny. Nejvyšší produkce bioplynu byla u obou výsevků úzkořádkové technologie a vyššího výsevku v případě technologie dvouřádků.

### Zhodnocení průběhu počasí v roce 2013 (tab. 5)

Rok 2013 lze považovat dle hodnocení WMO z hlediska průměrné teploty vzduchu za rok normální. Bylo zaznamenáno pouze několik odchylek od dlouhodobého normálu a to zejména v měsíci červenci, kdy rozdíl teploty od normálu činil 2,6 °C, jednalo se tedy o měsíc mimořádně nadnormální. Naměřeno bylo 29 letních, z toho 12 tropických dní, z nichž jeden den byl s tropickou nocí.

V měsíci dubnu bylo 5 dní mrazových (poslední 14. 4.) a minimální teplota vzduchu byla -6,7 °C. Na druhé straně však stejný počet dní letních (první již 17. 4.), kdy maximální teplota vzduchu dosáhla a překonala teplotu 25 °C. Červen 2013 byl teplotně normální, bylo naměřeno 13 letních, z toho 5 tropických dní a dokonce 3 dny s tropickou nocí. Srpen byl teplotně silně nadnormální. Průměrná měsíční teplota vzduchu dosáhla hodnoty 20,4 °C. Naměřeno bylo 22 letních a z toho 12 tropických dní. Za zmínku stojí, že během srpna (konkrétně 3. a 8. srpna) byl dvakrát překonán dosavadní rekord pro lokalitu Žabčice. Naměřená maximální teplota vzduchu dosáhla hodnot 39,4 resp. 39,5 °C.

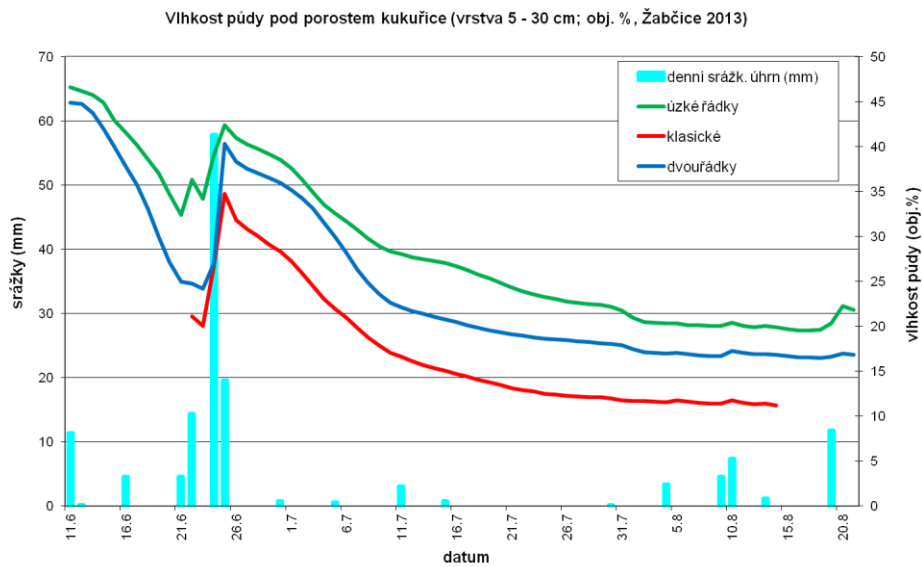
Z hlediska měsíčních úhrnů srážek byl rok 2013 dle hodnocení WMO normální nebo nadnormální. Květen 2013 byl srážkově nadnormální. Zaznamenáno bylo 19 dní se srážkami a měsíční srážkový úhrn 109,0 mm představuje 174 % normálu. Mimořádné rozdíly byly zaznamenány v měsících červen a červenec. Červen byl srážkově mimořádně nadnormální. S měsíčním úhrnem 147,4 mm byl na srážky nejbohatším červnem od roku 1961. Za zmínku stojí, že 53 % měsíčního srážkového úhrnu, tedy 77,4 mm, spadlo během dvou dní a to 24. a 25. 6. Celkem bylo zaznamenáno 14 dní se srážkami. Z pohledu srážkových poměrů byl červenec 2013 pravým opakem měsíce předcházejícího. S měsíčním úhrnem pouhých 4,7 mm srážek (zaznamenány byly čtyři dny se srážkami) byl v porovnání s normálem mimořádně podnormální a byl na srážky nejchudším červencem od roku 1961. Srpen 2013 byl srážkově normální, 43,6 mm srážek naměřených v Žabčicích tento měsíc představuje 80 % srpnového normálu. Zaznamenáno bylo devět dní se srážkami. Srážkově bylo září nadnormální. Se srážkami bylo 14 dní (z toho 9 ve druhé dekádě) a měsíční srážkový úhrn 63,2 mm představuje 178 % normálu.

Tab. 5: Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek (2013)

měsíc	průměrná teplota vzduchu (°C)			
	období	normál	rozdíl	hodnocení WMO
duben	10,6	9,6	1,0	normální
květen	14,7	14,6	0,1	normální
červen	18,3	17,7	0,6	normální
červenec	21,9	19,3	2,6	mimořádně nadnormální
srpen	20,4	18,6	1,8	silně nadnormální
září	14,0	14,7	-0,7	normální
<b>průměr</b>	<b>16,7</b>	<b>15,8</b>		
měsíc	úhrn srážek (mm)			hodnocení WMO
	období	normál	% normálu	
duben	20,2	33,2	61	normální
květen	109,0	62,8	174	nadnormální
červen	147,4	68,6	215	<b>mimořádně nadnormální</b>
červenec	4,7	57,1	8	<b>mimořádně podnormální</b>
srpen	43,6	54,3	80	normální
září	63,2	35,5	178	nadnormální
<b>suma</b>	<b>388,1</b>	<b>311,5</b>		



Jak již bylo uvedeno výše, v roce 2013 bylo období první poloviny vegetace kukuřice vlhké, tak naopak v letním období výrazně suché (graf 2). V relaci se srážkami byl také průběh vlhkosti půdy. Vyšší hodnoty vlhkosti půdy byly zjištěny u porostu kukuřice založeného do řádků 37,5 cm a tzv. dvouřádků. Výsledky potvrdily hypotézu, že tyto porosty rychleji a lépe zakrývají půdu, čímž ji chrání před přímým slunečním zářením, které je hlavní příčinou vysychání půdy. Proto se lze domnívat, že v období s nedostatkem srážek v průběhu léta (rok 2013) byla voda limitním faktorem pro výnos. Nižší hodnoty vlhkosti půdy u klasické technologie odpovídají i nižšímu výnosu u této technologie.



Graf 2: Vlhkost půdy u jednotlivých technologií setí kukuřice (Žabčice, 2013)

### 3.1.3 Výsledky pokusu – rok 2014

Výnos čerstvé a suché nadzemní hmoty byl průkazně nižší u úzkořádkové technologie, u hodnot sušiny při sklizni rozdílly zjištěny nebyly (tab. 6). U klasické a dvouřádkové technologie výnos čerstvé a suché nadzemní hmoty se zvyšujícím se výsevkem většinou narůstal (či byl obdobný). U úzkých řádků byl naopak trend opačný. Nejvyšší výnos byl zjištěn u klasické technologie a nejvyššího výsevku 109 000 semen/ha, kdy u čerstvé hmoty bylo navýšení výnosu o 17 % a u suché dokonce o 22 % oproti standardní variantě.

Tab. 6: Výnos čerstvé a suché nadzemní hmoty; % sušiny (Žabčice, 2014)

typ řádku	výsevek (ks/ha)	výnos čerstvé hmoty (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	výnos suché hmoty (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	sušina (%)	porovnání (%)	průkaznost
Úzké	87 000	49,78	101	bc	19,64	109	c	39,44	108	e
	97 000	42,67	86	a	15,21	84	a	35,71	98	bc
	109 000	47,41	96	ab	15,95	89	ab	33,62	92	a
Průměr		46,62	88	a	16,93	87	a	36,26	99	a
Klasické	<b>87 000</b>	<b>49,48</b>	<b>100</b>	<b>bc</b>	<b>18,00</b>	<b>100</b>	<b>bc</b>	<b>36,39</b>	<b>100</b>	<b>bcd</b>
	97 000	51,26	104	bc	18,16	101	bc	35,43	97	b
	109 000	57,78	117	d	22,02	122	d	38,06	105	de
<b>Průměr</b>		<b>52,84</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>19,39</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>36,63</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
Dvouřádky	87 000	50,07	101	bc	18,16	101	bc	36,27	100	bc
	97 000	48,00	97	abc	17,87	99	bc	37,26	102	cd
	109 000	53,63	108	cd	19,46	108	c	36,34	100	bcd
Průměr		50,57	96	ab	18,50	95	ab	36,62	100	a

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,95$

U průměrné výšky rostliny a výšky nasazení palice nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi typem řádku (tab. 7). Průměr stonku byl nejmenší u klasické technologie, u všech variant se průměr stonku zmenšoval s narůstajícím výsevkem. U úzkých řádků byly nejvyšší hodnoty výšky rostliny a výšky nasazení palice zjištěny u nejnižšího výsevku. U ostatních variant byly rozdíly malé.

Tab. 7: Výška rostliny, výška nasazení palice, průměr stonku (Žabčice, 2014)

typ řádku	výsevek (ks/ha)	výška rostliny (cm)	porovnání (%)	průkaznost	výška nasazení palice (cm)	porovnání (%)	průkaznost	průměr stonku (mm)	porovnání (%)	průkaznost
Úzké	87 000	255	108	b	104	108	c	20,0	105	b
	97 000	237	101	a	98	102	abc	19,0	100	ab
	109 000	240	102	ab	100	104	abc	19,0	100	ab
Průměr		244	102	a	101	103	a	19,3	106	ab
Klasické	<b>87 000</b>	<b>236</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>96</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>19,0</b>	<b>100</b>	<b>ab</b>
	97 000	238	101	a	99	103	abc	18,0	95	a
	109 000	243	103	ab	101	105	abc	18,0	95	a
<b>Průměr</b>		<b>239</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>98</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>18,3</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
Dvouřádky	87 000	252	107	ab	101	105	bc	20,0	105	b
	97 000	247	104	ab	101	105	bc	19,0	100	ab
	109 000	248	105	ab	96	100	a	19,0	100	ab
Průměr		249	104	a	99	101	a	19,3	106	b

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

#### Zhodnocení průběhu počasí v roce 2014 (tab. 8)

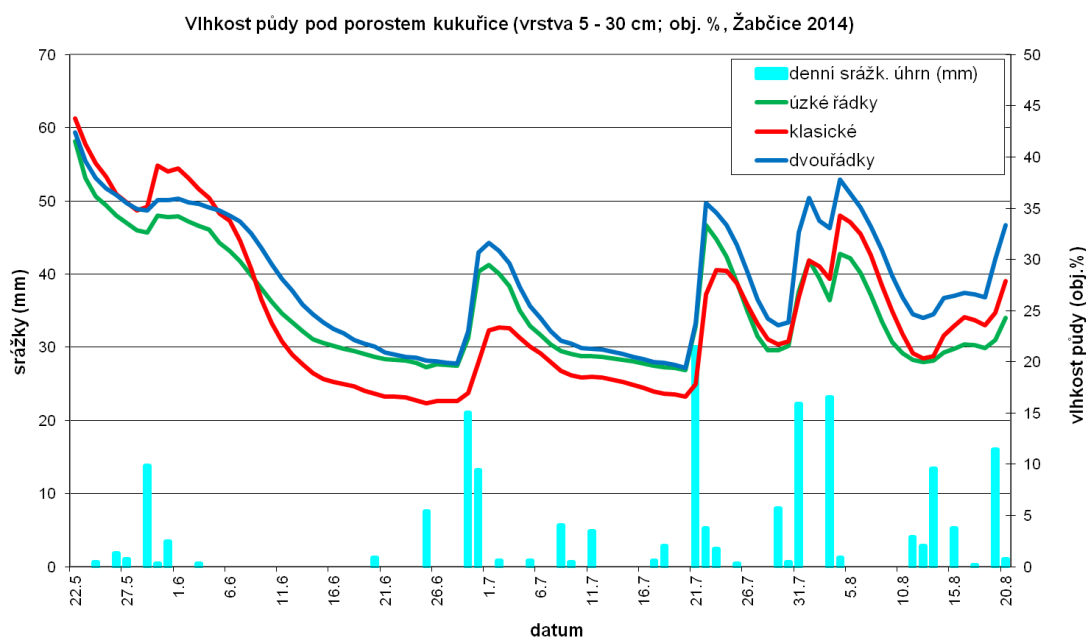
Můžeme říci, že pokusná sezóna 2014 z hlediska průměrné teploty vzduchu byla nadnormální oproti dlouhodobému normálu dané lokality. Silně nadnormálním měsícem byl červenec, kdy činil rozdíl průměrné měsíční teploty vůči dlouhodobému normálu 2,2 °C. Naproti tomu měsíc srpen byl teplotně podnormální, kdy průměrná měsíční teplota byla o 0,7 °C nižší proti dlouhodobému normálu.

Srážkově byla jarní část sezóny spíše podnormální, výjimkou byl květen, kdy se výskyt srážek pohyboval v normálu. Od měsíce července se pohybovaly srážky již v nadnormálním množství. Srpen byl silně nadnormální a v září spadlo dokonce 116,2 mm srážek, což odpovídá 327 % dlouhodobého normálu pro daný měsíc.

Tab. 8: Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek (2014)

měsíc	průměrná teplota vzduchu (°C)			
	období	normál	rozdíl	hodnocení WMO
duben	11,8	9,6	2,2	nadnormální
květen	14,5	14,6	-0,1	normální
červen	18,8	17,7	1,1	nadnormální
červenec	21,5	19,3	2,2	silně nadnormální
srpen	17,9	18,6	-0,7	podnormální
září	15,6	14,7	0,9	normální
<b>průměr</b>	<b>16,7</b>	<b>15,8</b>		
měsíc	úhrn srážek (mm)			
	období	normál	% normálu	hodnocení WMO
duben	11,2	33,2	34	silně podnormální
květen	62,8	62,8	100	normální
červen	43,4	68,6	63	podnormální
červenec	85,0	57,1	149	nadnormální
srpen	113,6	54,3	209	silně nadnormální
září	116,2	35,5	327	<b>mimořádně nadnormální</b>
<b>suma</b>	<b>432,2</b>	<b>311,5</b>		

Průběh počasí v roce 2014 byl zcela odlišný od roku 2013. Měsíční srážkové úhrny byly v období vegetace průměrné nebo nadprůměrné, nenastalo období sucha. Rozdíly naměřené vlhkosti půdy mezi variantami byly malé (graf 3) podobně jako rozdíly ve výnosu kukuřice.



Graf 3: Vlhkost půdy u jednotlivých technologií setí kukuřice (Žabčice, 2014)

### 3.1.4 Výsledky pokusu – rok 2015

Výnosy čerstvé a suché hmoty byly průkazně nižší u úzkořádkové technologie. Při využití klasické technologie, byl nejvyšší výnos suché hmoty při výsevu 87 000 semen/ha, kdežto při využití technologie dvouřádků, byl nejvyšší výnos suché hmoty zaznamenán při výsevu 109 000 semen/ha (tab. 9).

Tab. 9: Výnos čerstvé a suché nadzemní hmoty; % sušiny (Žabčice, 2015)

typ řádku	výsevek (ks/ha)	výnos čerstvé hmoty (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	výnos suché hmoty (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	sušina (%)	porovnání (%)	průkaznost
úzké	87 000	26,38	87	a	8,83	77	a	33,35	88	ab
	97 000	27,46	90	a	9,23	80	ab	33,45	88	ab
	109 000	28,55	94	a	9,76	85	ab	34,07	90	ab
<b>Průměr</b>		<b>27,46</b>	<b>89</b>	<b>a</b>	<b>9,27</b>	<b>87</b>	<b>a</b>	<b>33,63</b>	<b>98</b>	<b>a</b>
klasické	<b>87 000</b>	<b>30,35</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>11,53</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>37,97</b>	<b>100</b>	<b>c</b>
	97 000	31,26	103	a	10,07	87	ab	32,33	85	a
	109 000	31,26	103	a	10,36	90	ab	33,10	87	ab
<b>Průměr</b>		<b>30,95</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>10,65</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>34,47</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
dvouřádky	87 000	28,91	95	a	10,28	89	ab	35,56	94	bc
	97 000	30,71	101	a	10,24	89	ab	33,69	89	ab
	109 000	31,62	104	a	11,07	96	ab	35,05	92	abc
<b>Průměr</b>		<b>30,41</b>	<b>98</b>	<b>ab</b>	<b>10,53</b>	<b>99</b>	<b>ab</b>	<b>34,77</b>	<b>101</b>	<b>a</b>

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

Jak je uvedeno v tab. 10 u průměrné výšky rostliny nebyl v roce 2015 zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi typem řádku. Hodnota výšky nasazení palice byla nejvyšší u dvouřádkové technologie. Při použití úzkých a klasických řádků se při zvýšení výsevu snižovala výška nasazení palice. Průměr stonku byl nejnižší u klasické technologie a nejvyšší u dvouřádkové technologie. Z pohledu úrovní výsevků byl průměr stonku vyrovnán.

Tab. 10: Výška rostliny, výška nasazení palice, průměr stonku (Žabčice, 2015)

typ řádku	výsevek (ks/ha)	výška rostliny (cm)	porovnání (%)	průkaznost	výška nasazení palice (cm)	porovnání (%)	průkaznost	průměr stonku (mm)	porovnání (%)	průkaznost
úzké	87 000	204	94	ab	83	88	abc	21,0	100	c
	97 000	216	100	bc	82	87	abc	21,0	100	bc
	109 000	210	97	abc	73	78	a	20,0	95	ab
průměr		210	100	a	79	92	a	20,7	103	b
klasické	<b>87 000</b>	<b>217</b>	<b>100</b>	<b>bc</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>c</b>	<b>21,0</b>	<b>100</b>	<b>bc</b>
	97 000	214	99	abc	90	96	bc	20,0	95	ab
	109 000	202	93	a	75	80	ab	19,0	90	a
<b>průměr</b>		<b>211</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>86</b>	<b>100</b>	<b>ab</b>	<b>20,0</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
dvouřádky	87 000	206	95	ab	93	99	c	22,0	105	c
	97 000	207	95	abc	93	99	c	21,0	100	bc
	109 000	220	101	c	97	103	c	22,0	105	c
průměr		211	100	a	94	110	b	21,7	108	b

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,95$

#### Zhodnocení průběhu počasí v roce 2015 (tab. 11)

Na začátku vegetační sezóny (březen až květen) byly průměrné měsíční teploty normální. Dále byly až do října nadnormální a v měsících červenec a srpen mimořádně nadnormální.

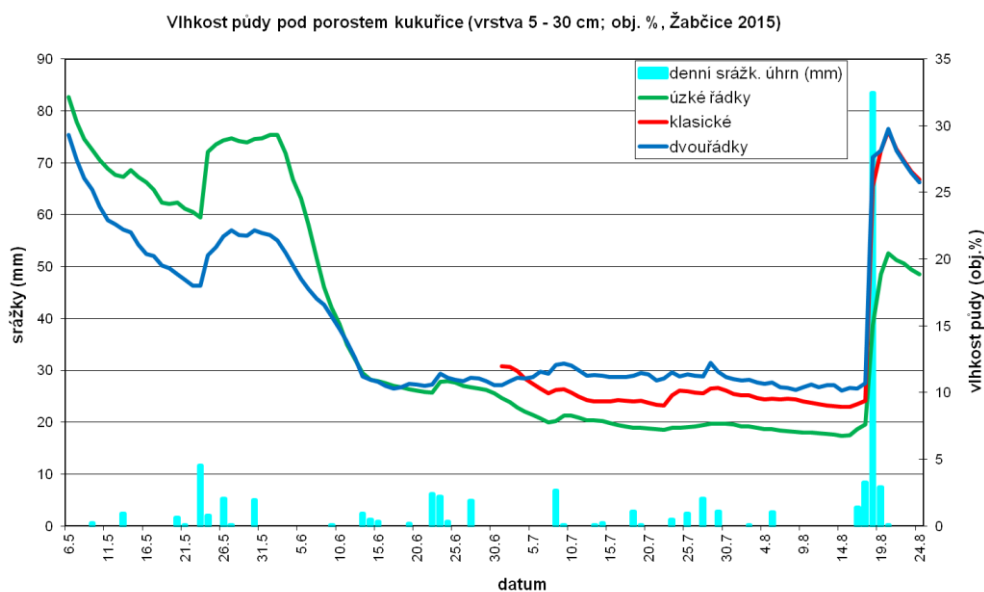
Měsíční srážkové úhrny byly v prvních třech měsících sezóny 2015 silně podnormální (květen – podnormální) a to až do začátku měsíce srpna, kdy byl měsíční srážkový úhrn naopak silně nadnormální v důsledku srážek, které spadly od 16. 8. do 20. 8. 2015 v celkovém úhrnu 103 mm. V roce 2015 spadlo v období od dubna do konce července celkem 80,2 mm srážek. Dlouhodobý normál za tohoto období je 221,7 mm. Důsledkem dlouhodobě trvajícího nedostatku srážek bylo výrazné sucho.



Tab. 11: Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek (2015)

měsíc	průměrná teplota vzduchu (°C)			
	období	normál	rozdíl	hodnocení WMO
duben	10,1	9,6	0,5	normální
květen	14,7	14,6	0,1	normální
červen	19,1	17,7	1,4	nadnormální
červenec	22,9	19,3	3,6	<b>mimořádně nadnormální</b>
srpen	23,6	18,6	5,0	<b>mimořádně nadnormální</b>
září	15,9	14,7	1,2	nadnormální
<b>průměr</b>	<b>17,7</b>	<b>15,8</b>		
měsíc	úhrn srážek (mm)			
	období	normál	% normálu	hodnocení WMO
duben	9,4	33,2	28	silně podnormální
květen	33,8	62,8	54	podnormální
červen	22,4	68,6	33	silně podnormální
červenec	22,4	57,1	39	podnormální
srpen	106,0	54,3	195	silně nadnormální
září	23,8	35,5	67	normální
<b>suma</b>	<b>217,8</b>	<b>311,5</b>		

V roce 2015 byly naměřené vlhkosti půdy od druhé dekády měsíce června do druhé dekády srpna velmi nízké, což bylo reakcí na absenci srážek trvajících téměř po celou dobu vegetace (graf 4). Do poloviny měsíce června byla nejvyšší vlhkost půdy u úzkých řádků a nejnižší vlhkost byla u dvouřádků. Od poloviny června až do vydatných srážek (19. 8.), tomu bylo naopak (nejnižší hodnoty byly zjištěny u varianty s úzkými řádky).



Graf 4: Vlhkost půdy u jednotlivých technologií setí kukuřice (Žabčice, 2015)

(Pozn. U varianty s klasickou meziřádkovou vzdáleností bylo v první polovině vegetace poškozené čidlo, proto nejsou hodnoty v grafu uvedeny.)

### 3.1.5 Výsledky pokusu – rok 2016

U výnosu mokré a suché hmoty nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi typem řádku (tab. 12). Vyšší výnosy v mokré a suché hmotě vykazovala varianta s klasickými řádky. Nejvyšší výnosy v suché hmotě byly zaznamenány u všech variant typu řádků při výsevcích 109 000 semen/ha. Průkazně nižší hodnotu sušiny měla úzkořádková technologie. Mezi klasickou a dvouřádkovou technologií nebyly výrazné rozdíly v hodnotách sušiny.

Tab. 12: Výnos čerstvé a suché nadzemní hmoty; % sušiny (Žabčice, 2016)

typ řádku	výsevek (ks/ha)	výnos čerstvé hmoty (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	výnos suché hmoty (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	sušina (%)	porovnání (%)	průkaznost
úzké	87 000	52,71	119	bc	17,64	102	bc	33,47	86	a
	97 000	45,62	103	a	15,69	90	a	34,37	88	ab
	109 000	57,80	131	d	20,17	116	d	34,88	89	abc
průměr		52,04	98	a	17,83	93	a	34,24	94	a
klasické	<b>87 000</b>	<b>44,29</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>17,34</b>	<b>100</b>	<b>ab</b>	<b>39,13</b>	<b>100</b>	<b>d</b>
	97 000	57,81	131	d	19,82	114	d	34,25	88	ab
	109 000	56,63	128	cd	20,21	117	d	35,67	91	bc
<b>průměr</b>		<b>52,91</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>19,12</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>36,35</b>	<b>100</b>	<b>b</b>
dvouřádky	87 000	44,29	100	a	16,00	92	ab	36,14	92	c
	97 000	51,20	116	b	17,65	102	bc	34,48	88	ab
	109 000	49,70	112	b	19,21	111	cd	38,64	99	d
průměr		48,40	91	a	17,62	92	a	36,42	100	b

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,95$

Výška rostliny a nasazení palice byla průkazně vyšší při využití klasické technologie. U průměrné výšky rostliny a nasazení palice byl zjištěn průkazný rozdíl mezi hodnotami u varianty s klasickými řádky. Zatímco u varianty s úzkořádkovou technologií byly rozdíly mezi hodnotami minimální, u dvouřádkové technologie tomu bylo přesně naopak. Průměr stonku nebyl statisticky průkazný mezi typem řádku (tab. 13).

Tab. 13: Výška rostliny, výška nasazení palice, průměr stonku (Žabčice, 2016)

typ řádku	výsevek (ks/ha)	výška rostliny (cm)	porovnání (%)	průkaznost	výška nasazení palice (cm)	porovnání (%)	průkaznost	průměr stonku (mm)	porovnání (%)	průkaznost
úzké	87 000	241	98	bcd	86	98	a	22,0	116	c
	97 000	239	97	bc	87	99	ab	19,0	100	abc
	109 000	239	97	bc	93	106	abc	21,0	111	bc
průměr		240	96	a	89	91	a	20,7	105	a
klasické	<b>87 000</b>	<b>246</b>	<b>100</b>	<b>cd</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>ab</b>	<b>19,0</b>	<b>100</b>	<b>ab</b>
	97 000	248	101	cd	101	115	c	21,0	111	bc
	109 000	252	102	d	101	115	c	19,0	100	ab
<b>průměr</b>		<b>249</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>19,7</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
dvouřádky	87 000	242	98	bcd	97	110	bc	21,0	111	bc
	97 000	230	93	ab	88	100	ab	19,0	100	ab
	109 000	226	92	a	83	94	a	18,0	95	a
průměr		232	93	a	89	92	a	19,3	98	a

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

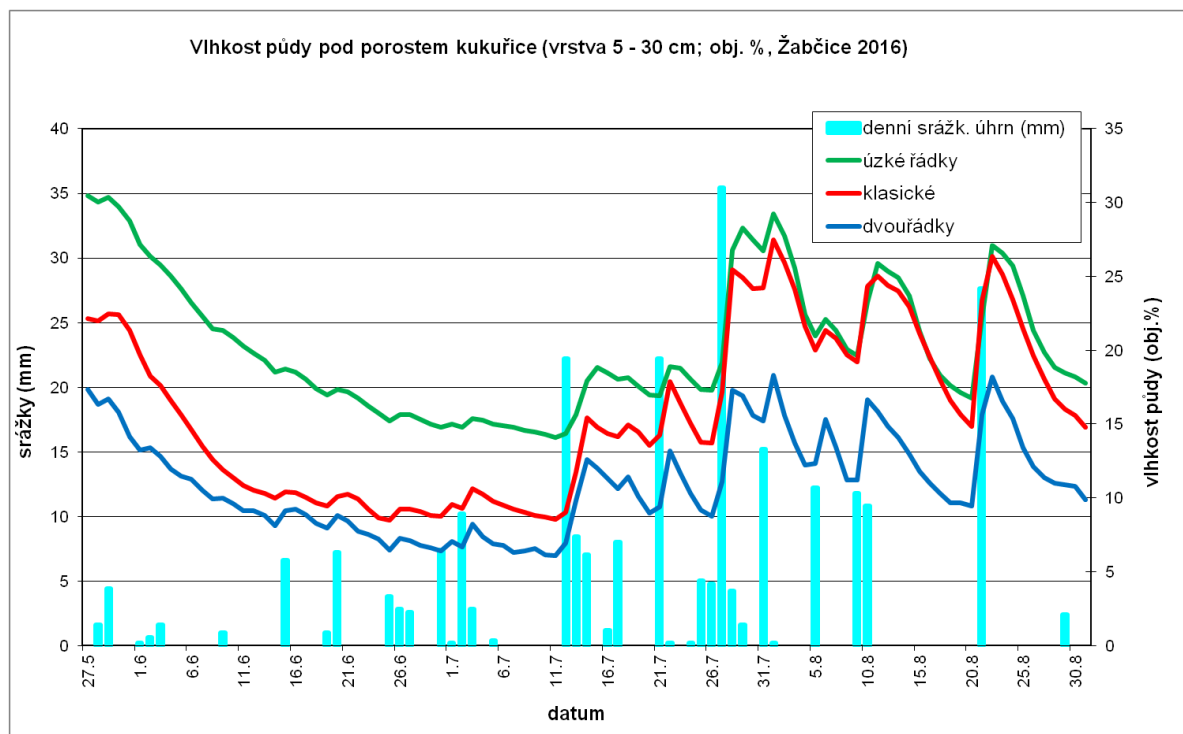
#### Zhodnocení průběhu počasí v roce 2016 (tab. 14)

Měsíce březen a duben odpovídaly z pohledu průměrných měsíčních teplot a úhrnů srážek dlouhodobému normálu. V květnu spadlo 67 % dlouhodobého normálu a průměrná měsíční teplota byla o 1,1 °C vyšší, než je dlouhodobý normál. Měsíc červen byl z pohledu průměrné teploty nadnormální, avšak srážkově podnormální. Červenec byl teplotně silně nadnormální a srážkové mimořádně nadnormální, spadlo 261 % dlouhodobého normálu. Měsíc srpen byl z obou pohledů sledování v normálu. Září bylo teplotně silně nadnormální avšak z pohledu úhrnu srážek silně podnormální, spadlo pouze 28 % normálu.

Tab. 14: Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek (2016)

měsíc	průměrná teplota vzduchu (°C)			
	období	normál	rozdíl	hodnocení WMO
duben	9,8	9,6	0,2	normální
květen	15,7	14,6	1,1	normální
červen	19,8	17,7	2,1	nadnormální
červenec	21,3	19,3	2,0	silně nadnormální
srpen	19,5	18,6	0,9	normální
září	17,9	14,7	3,2	silně nadnormální
<b>průměr</b>	<b>17,3</b>	<b>15,8</b>		
měsíc	úhrn srážek (mm)			
	období	normál	% normálu	hodnocení WMO
duben	41,6	33,2	125	normální
květen	42,0	62,8	67	normální
červen	34,8	68,6	51	podnormální
červenec	149,2	57,1	261	<b>mimořádně nadnormální</b>
srpen	65,0	54,3	120	normální
září	10,0	35,5	28	silně podnormální
<b>suma</b>	<b>342,6</b>	<b>311,5</b>		

Na začátku vegetace, kdy byly srážky rovnoměrně rozloženy, byla vlhkost půdy vyšší u úzkořádkové technologie (graf 5). Tak tomu zůstalo i po významnějších srážkách v červenci, kdy se z hlediska vlhkosti půdy hodnotám u této technologie přiblížila technologie klasická. Naopak po celou dobu vegetace byla nejnižší vlhkost zjištěna u dvouřádků.

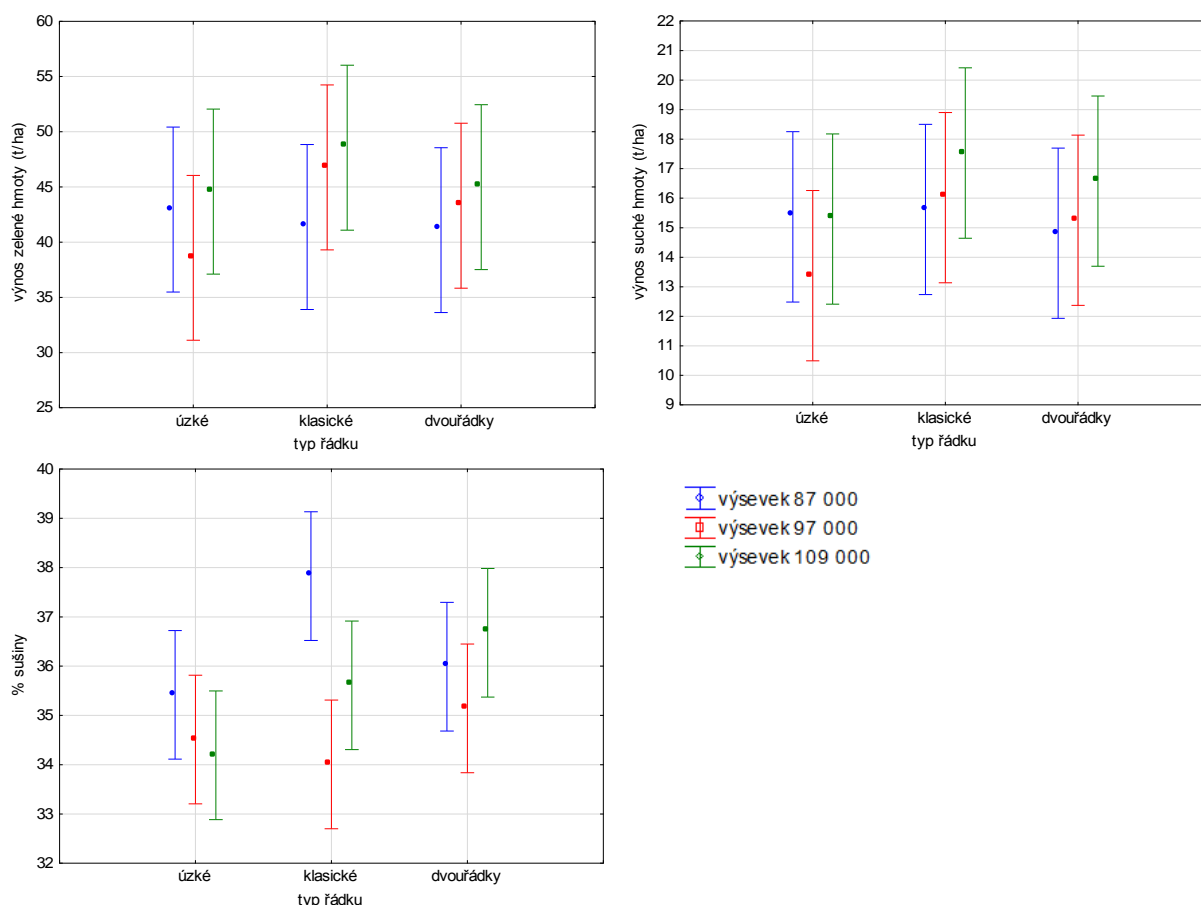


Graf 5: Vlhkost půdy u jednotlivých technologií setí kukuřice (Žabčice, 2016)

Graf 6 prezentuje výnosy čerstvé a suché hmoty a % sušiny za hospodářské roky 2014–2016. Rozdíly ve výnosech čerstvé hmoty nebyly statisticky průkazné. Nejvyšší výnos zaznamenala varianta s klasickými řádky při výsevu 109 000 semen/ha, který byl o 17 % vyšší než u

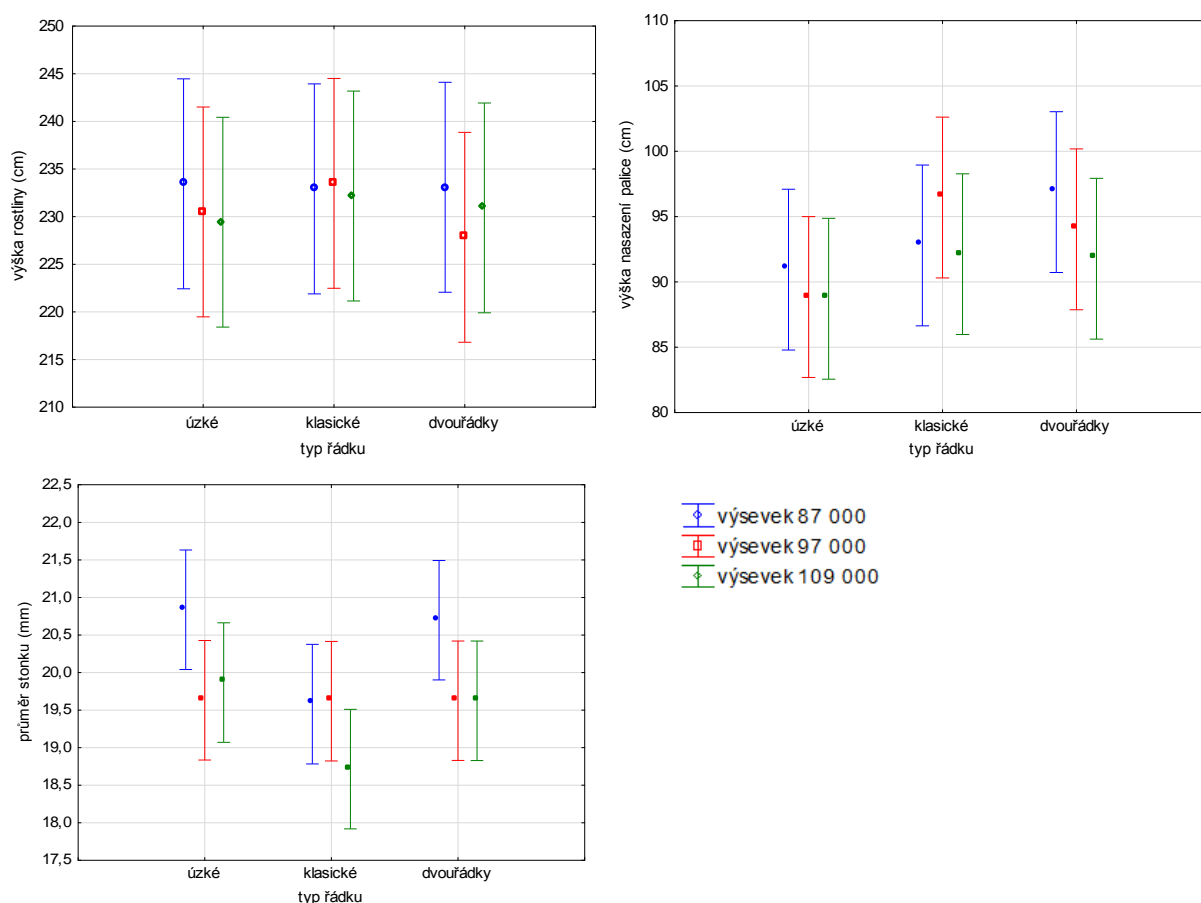
klasické technologie s výsevkem 87 000 semen/ha. Naopak nejnižší výnos byl zaznamenán na variantě s úzkořádkovou technologií při výsevku 97 000 semen/ha, který byl o 7 % nižší než srovnávací varianta.

U výnosu suché hmoty již byl zaznamenán u těchto dvou variant statisticky významný rozdíl. Mezi nejnižším a nejvyšším průměrným výnosem je rozdíl 4,16 tuny. Rozdíly hodnot procentického zastoupení sušiny při sklizni byly minimální, statisticky průkazný rozdíl nastal u klasické technologie mezi standardním výsevkem 87 000 semen/ha a výsevkem s 97 000 semen/ha.



Graf 6: Statistické vyjádření výnosů čerstvé a suché hmoty a % sušiny (2014–2016).

Jak je patrné z grafu 7, hodnoty průměrných výšek rostlin, byly téměř vyrovnané, z čehož vyplývá, že typ řádku ani výsevek neměly prokazatelný vliv na výšku rostlin. U výšky nasazení palice lze pozorovat stoupající trend při výsevku 87 000 semen/ha u všech typů řádků. Při použití dvouřádkové technologie, lze naopak sledovat klesající trend výšky nasazení palice při navyšování výsevku. Hodnoty průměrů stonků byly rovněž vyrovnány, vyšší hodnoty byly zjištěny u úzkořádkové a dvouřádkové technologie při výsevku 87 000 semen/ha a naopak nižší výška nasazení palice byla sledována u klasické technologie při výsevu 109 000 semen/ha.



Graf 7: Statistické vyjádření výšek rostlin, nasazení palic a průměrů stonků (2014–2016)

### 3.2 Výsledky pokusů z lokality Praha-Uhřetěves (Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.)

Níže jsou zpracovány výsledky firmy MONSANTO ČR, s.r.o. a P&L, spol. s r.o., které byly založeny na lokalitě Praha-Uhřetěves. Výsledky byly vyhodnoceny Ing. Yvonou Tyrolovou.

#### 3.2.1 Metodika pokusu

Datum setí: 23. 4. 2015

Osivo dodala firma MONSANTO ČR, s.r.o.

Vysety byly dva hybridy, a to DKC 3523, FAO 270 – vhodný pro siláž a bioplyn a hybrid DKC 3941, FAO 280 – rovněž vhodný pro siláž a bioplyn.

Datum setí: 29. 4. 2016

Osivo dodala firma MONSANTO ČR, s.r.o.

Vysety byly dva hybridy, a to DKC 3450, FAO 250 - vhodný pro siláž a hybrid DKC 4141, FAO 270 – vhodný pro bioplyn.

V obou letech byly oba hybridy vysety na rozteč řádků 75 a 37,5 cm při výsevcích: 85 000, 95 000 a 105 000 jedinců/ha, každá varianta ve třech opakováních.

Agrotechnika byla následující: předplodinou byla ozimá pšenice, příprava pozemku byla provedena kompaktozemem, pozemek byl vyhnojen močovinou v dávce 92 kg N/ha, po vysetí byl k ochraně porostu použit preemergentní herbicid Balaton v dávce 4 l/ha.



### 3.2.2 Výsledky – rok 2015

Rok 2015 se zapíše jako rok velmi suchý a teplý. Velmi nízký obsah srážek v letním období spojený s vysokými teplotami velmi špatně nesla právě kukuřice. Dlouhodobé sucho spojené s dlouhotrvajícími vysokými teplotami nastalo v době, kdy ještě tato plodina (na rozdíl od obilovin) neměla ukončený svůj vývoj.

U výsledků získaných v roce 2015 jsou porovnávány rozdíly mezi klasickou a úzkořádkovou technologií vždy při konkrétní výsevku daného hybridu.

Z tab. 15 vyplývá, že rozdíly mezi výnosy nadzemní hmoty v původní sušině nebyly statisticky průkazné. V roce 2015 je patrný trend zvyšujících se výnosů při navyšování výsevků u zvolených technologií a hybridů. Vyšší průměrný hektarový výnos vykázala u hybridu DKC 3523 úzkořádková technologie, čemuž bylo u hybridu DKC 3941 přesně naopak. Při statistickém šetření výnosu ve 100% sušině byl zjištěn u hybridu DKC 3523 statisticky významný rozdíl mezi typem řádků při výsevu 85 000 a 105 000 jedinců/ha. V obou případech byl výnos vyšší oproti klasické technologii o 26 %. U hybridu DKC 3941 byl zjištěn statisticky významný rozdíl u výsevu 95 000 semen/ha, kdy byl výnos v sušině u úzkořádkové technologie o 9 % nižší.

Tab. 15: Výnos nadzemní hmoty v původní a 100% sušině (t/ha)

hybrid	výsevek	výnos nadzemní hmoty v původní sušině (t/ha)			výnos nadzemní hmoty ve 100% sušině (t/ha)		
		klasické	úzké	% porovnání	klasické	úzké	% porovnání
DKC 3523	85 000	41,40	49,30	119	12,47*	15,66*	126
	95 000	42,60	52,10	122	12,32	14,49	118
	105 000	50,80	56,10	110	14,22*	17,97*	126
průměr		44,93	52,50	x	12,32	14,49	x
DKC 3941	85 000	45,70	47,40	104	13,09	12,98	99
	95 000	51,10	48,90	96	14,69*	13,30*	91
	105 000	57,00	53,00	93	15,84	14,60	92
průměr		51,27	49,77	x	14,47	13,79	x

\*mezi hodnotami na stejném řádku je statisticky významný rozdíl  $P < 0,95$

Jak uvádí tab. 16, u obou vyšetřovaných hybridů nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ve výnosu palic v původní sušině a typem řádku. Kromě varianty hybridu DKC 3523 s úzkořádkovou technologií a výsevku 85 000 semen/ha je opět možno shlédnout stoupající trend výnosu palic při zvyšování výsevků. Při stanovení výnosu palic ve 100% sušině byl prokázán statisticky významný rozdíl u hybridu DKC 3523 u nejnižšího výsevků, kdy byl nárůst v sušině u úzkořádkové technologie vůči klasické 51 %. U hybridu DKC 3941 při výsevku 95 000 semen/ha nastala situace opačná, kdy výnos úzkořádkové technologie dosahoval pouze 86 % klasické technologie.

Tab. 16: Výnos palic v původní a 100% sušině (t/ha)

hybrid	výsevek	výnos palic v původní sušině (t/ha)			výnos palic v 100% sušině (t/ha)		
		klasické	úzké	% porovnání	klasické	úzké	% porovnání
DKC 3523	85 000	8,93	12,37	139	4,09*	6,16*	151
	95 000	9,74	10,62	109	4,32	4,67	108
	105 000	10,96	12,96	118	4,61*	6,14*	133
průměr		9,88	11,98	x	4,32	4,67	x
DKC 3941	85 000	9,41	8,80	94	4,08	3,49	86
	95 000	10,57	9,17	87	4,37*	3,56*	81
	105 000	11,76	10,02	85	4,81	3,87	80
průměr		10,58	9,33	x	4,45	3,68	x

\*mezi hodnotami na stejném řádku je statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

U výšky rostliny byl prokazatelný rozdíl mezi hodnotami stanoven pouze u hybridu DKC 3523 při výsevku 105 000 semen/ha (tab. 17). Výška nasazení palice nezaznamenala statisticky průkazný rozdíl. U hybridu DKC 3523 nabývala výška nasazení palice vyšších hodnot při využití úzkořádkové technologie, což bylo pravým opakem hybridu DKC 3941.

Tab. 17: Výška rostliny, výška nasazení palice

hybrid	výsevek	výška rostliny (cm)			výška nasazení palice (cm)		
		klasické	úzké	% porovnání	klasické	úzké	% porovnání
DKC 3523	85 000	225	237	105	117	125	107
	95 000	230	233	101	125	130	104
	105 000	223*	240*	108	119	127	107
průměr		228	235	x	120	127	x
DKC 3941	85 000	227	215	95	119	114	96
	95 000	236	204	86	124	112	90
	105 000	236	219	93	124	115	93
průměr		233	213	x	122	114	x

\*mezi hodnotami na stejném řádku je statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

### 3.2.3 Výsledky – rok 2016

Z tab. 18 vyplývá, že výnos nadzemní hmoty v sušině u hybridu DKC 3450 byl průkazně vyšší při použití úzkořádkové technologie. U obou technologií je patrný trend růstu výnosu sušiny se zvyšujícími se výsevky. Výnos zrna nebyl mezi zvolenými technologiemi statisticky průkazný. Vyšší průměrný výnos měla opět úzkořádková varianta a rovněž zde byl patrný trend narůstání výnosu sušiny se zvyšujícím se výsevkem.

U hybridu DKC 4141 byly rozdíly mezi hodnotami výnosu sušiny a výnosu zrna neprůkazné jak mezi typem řádku, tak mezi výší výsevku. Vyšší průměrný výnos byl stanoven u úzkořádkové technologie v obou sledovaných parametrech.

Tab. 18: Výnos nadzemní hmoty a zrna (t/ha v 100% sušině)

hybrid	typ řádku	výsevek	výnos nadzemní hmoty			výnos zrna		
			sušina (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost	sušina (t/ha)	porovnání (%)	průkaznost
DKC 3450	klasické	<b>85 000</b>	<b>19,20</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>9,60</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
		95 000	22,53	117	ab	11,80	123	ab
		105 000	24,43	127	bc	12,80	133	b
	<b>průměr</b>		<b>22,1</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>11,4</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
	Úzké	85 000	24,43	127	bc	11,73	122	ab
		95 000	25,37	132	bc	12,57	131	b
		105 000	28,23	147	c	13,60	142	b
	průměr		26,0	118	b	12,6	111	a
DKC 4141	klasické	<b>85 000</b>	<b>19,57</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>10,90</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
		95 000	21,60	110	a	11,93	109	a
		105 000	22,07	113	a	12,20	112	a
	<b>průměr</b>		<b>21,1</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>11,7</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
	Úzké	85 000	22,93	117	a	12,50	115	a
		95 000	22,00	112	a	12,17	112	a
		105 000	23,60	121	a	12,47	114	a
	průměr		22,8	108	a	12,4	106	a

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

Hybrid DKC 3450 měl podíl palic průkazně vyšší u varianty s klasickými řádky (tab. 19). Rozdíly mezi jednotlivými výsevkami byly minimální. Vyšší průměrný počet zrn na palici měla úzkořádková technologie. U průměrného podílu palic na rostlině a počtu zrn v palici nebyly u hybridu DKC 4141 zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi typem řádku. Průkazně nižší podíl palic měla úzkořádková technologie. Vyšší podíl palic a počet zrn v palici měla úzkořádková technologie.

Tab. 19: Podíl palic v % a počet zrn v palici

hybrid	typ řádku	výsevek	podíl palic (%)			počet zrn v palici		
			podíl palic (%)	porovnání (%)	průkaznost	počet zrn v palici	porovnání (%)	průkaznost
DKC 3450	klasické	<b>85 000</b>	<b>50,1</b>	<b>100</b>	<b>ab</b>	<b>429</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
		95 000	52,4	105	b	449	105	a
		105 000	52,5	105	b	434	101	a
	<b>průměr</b>		<b>51,7</b>	<b>100</b>	<b>b</b>	<b>437</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
	Úzké	85 000	48,0	96	a	369	86	a
		95 000	49,3	98	ab	408	95	a
		105 000	48,1	96	a	378	88	a
	průměr		48,5	94	a	385	88	a
DKC 4141	klasické	<b>85 000</b>	<b>55,6</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>447</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
		95 000	55,1	99	a	431	96	a
		105 000	55,3	99	a	440	98	a
	<b>průměr</b>		<b>55,3</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>439</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
	Úzké	85 000	54,5	98	a	443	99	a
		95 000	55,3	99	a	452	101	a
		105 000	52,9	95	a	429	96	a
	průměr		54,2	98	a	441	101	a

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,95$

U průměrné výšky rostliny a výšky nasazení palice obou hybridů, nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi typem řádku (tab. 20). Vyšší průměrná výška rostliny a výška nasazení palice byla u klasické technologie u obou hybridů.

Tab. 20: Výška rostliny, výška nasazení palice

hybrid	typ řádku	výsevek	výška rostliny (cm)			výška nasazení palice (cm)		
			výška (cm)	porovnání (%)	průkaznost	výška (cm)	porovnání (%)	průkaznost
DKC 3450	klasické	85 000	271	100	a	106	100	a
		95 000	286	106	a	116	109	a
		105 000	285	105	a	113	107	a
	<b>průměr</b>		<b>281</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>112</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
	Úzké	85 000	279	103	a	110	104	a
		95 000	271	100	a	106	100	a
		105 000	257	95	a	106	100	a
	průměr		269	96	a	107	96	a
DKC 4141	klasické	85 000	257	100	a	108	100	a
		95 000	252	98	a	110	102	a
		105 000	263	102	a	111	103	a
	<b>průměr</b>		<b>257</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>a</b>
	Úzké	85 000	249	97	a	106	98	a
		95 000	255	99	a	106	98	a
		105 000	240	93	a	101	93	a
	průměr		248	96	a	104	95	a

odlišná písmena (a, b, c ...) znamenají statisticky významný rozdíl  $P < 0,05$

### 3.3 Výsledky z poloprovozních pokusů

#### 3.3.1 Metodika pokusů

Spoluprací firmy P & L, spol. s r. o. a vybraných osivářských firem (Monsanto, LG, KWS) byly založeny poloprovozní pokusy s kukuřicí na zrno a siláž. Pokusy byly založeny na různých lokalitách v zemědělských podnicích: Dolní Heřmanice (okres Žďár nad Sázavou), zemědělské družstvo Senice na Hané (okres Olomouc), Hrubčice (okr. Prostějov), Medlov (okr. Olomouc), Břuchotín (Křelov), (okr. Olomouc). Na každé lokalitě se stanovil základní výsevek. Tento základní výsevek byl v rozmezí 85 – 90 tisíc jedinců na hektar. Základní výsevek byl pak u dvou variant navýšen, a to o 10 tisíc jedinců na hektar a o 20 tisíc jedinců na hektar. Takto vznikly tři různé výsevky. Dalším faktorem byla samotná technologie setí. Setí probíhalo jednak standardním způsobem (meziřádková vzdálenost 75 cm), tak i technologií tzv. úzkořádků (meziřádková vzdálenost 37,5 cm).

### 3.3.2 Výsledky – rok 2014

Výsledky výnosů silážních hybridů jsou uvedeny v tab. 21.

Tab. 21: Výnosy silážní hmoty

hybrid	typ řádku	výsevek	sklizňová sušina (%)	výnos zelené hmoty (t/ha)	výnos suché hmoty (t/ha)	porovnání v suché hmotě %
<b>Dolní Heřmanice (okr. Žďár nad Sázavou)</b>						
Atletico (KWS)	úzké	85 000	32,79	57,5	18,9	101%
		95 000	34,09	55,6	19,0	101%
		105 000	34,21	60,4	20,7	110%
	klasické	<b>85 000</b>	<b>33,51</b>	<b>56,0</b>	<b>18,8</b>	<b>100%</b>
		95 000	34,28	53,3	18,3	97%
		105 000	34,26	51,4	17,6	94%
<b>Dolní Heřmanice (okr. Žďár nad Sázavou)</b>						
DKC 3946YG (Dekalb)	úzké	90 000	32,73	44,28	14,49	100%
		100 000	35,21	42,79	15,06	104%
		110 000	33,95	45,96	15,6	108%

Hybrid Atletico (KWS) vykazoval vyšší výnosy v suché hmotě při využití úzkořádkové technologie, nejvyšší výnos pak zaznamenala varianta při výsevku 105 000 jedinců/ha (110 % oproti klasické technologii a výsevku 85 000 semen/ha).

Hybrid DKC 3946YG (Dekalb) byl vyset pouze úzkořádkovou technologií, z čehož lze říci, že nejvyšší výnos byl dosažen na variantě 110 000 semen/ha.

Výsledky výnosů zrna kukuřice z roku 2014 jsou uvedeny v tab. 22.



Tab. 22: Výnos zrna

hybrid	typ řádku	výsevek	skliziňová vlhkost (%)	výnos zrna při 14% vlhkosti (t/ha)	%
<b>Senice na Hané (okr. Olomouc)</b>					
Ricardinio (KWS)	úzké	85 000	30,6	15,93	110%
		95 000	31,4	16,00	111%
		105 000	31,5	16,39	113%
	klasické	<b>85 000</b>	<b>31,1</b>	<b>14,46</b>	<b>100%</b>
		95 000	31,5	16,01	111%
		105 000	31,5	16,19	112%
<b>Hrubčice (okr. Prostějov)</b>					
LG 33.50 (Limagrain)	úzké	85 000	30,0	13,73	103%
		95 000	30,9	13,75	103%
		105 000	30,55	14,94	112%
	klasické	<b>85 000</b>	<b>31,35</b>	<b>13,34</b>	<b>100%</b>
		95 000	31,05	12,93	97%
		105 000	30,45	13,57	102%
<b>Medlov (okr. Olomouc)</b>					
DKC 3623 (Dekalb)	úzké	90 000	29,7	13,08	102%
		100 000	30,2	13,66	107%
		110 000	30,8	10,97	86%
	klasické	<b>80 000</b>	<b>28,8</b>	<b>12,81</b>	<b>100%</b>
		90 000	29,2	13,35	104%
		100 000	29,9	13,41	105%
<b>Břuchotín (okr. Olomouc)</b>					
DKC 3623 (Dekalb)	úzké	90 000	26,1	16,12	106%
		100 000	26,6	15,98	106%
		110 000	26,7	16,17	107%
	klasické	<b>80 000</b>	<b>26,4</b>	<b>15,14</b>	<b>100%</b>
		90 000	26,8	14,74	97%
		100 000	26,2	16,16	107%
<b>Břuchotín (okr. Olomouc)</b>					
DKC 4014 (Dekalb)	úzké	90 000	25,7	15,66	102%
		100 000	25,8	17,0	110%
		110 000	26,3	16,22	105%
	klasické	<b>80 000</b>	<b>25,4</b>	<b>15,42</b>	<b>100%</b>
		90 000	25,0	16,50	107%

Hybrid Ricardinio (KWS) poskytl vyšší průměrný výnos z úzkořádkových technologií, nejvyšší pak při výsevu 105 000 semen/ha.

Hybrid 33.50 (Limagrain) poskytl opět v průměru více zrna z hektaru při vysetí kukuřice do úzkých řádků. Nejvyšší výnos byl zjištěn na honu s výsevkem 105 000 semen/ha, nejnižší u klasické technologie a výsevku 95 000 semen/ha.

Hybrid DKC 3623 (Dekalb) jako jediný z tabulky dosáhl vyššího průměrného výnosu z hektaru při použití klasické šířky řádku. Nejnižší výnos byl stanoven na variantě (úzkorádek\*110 000 semen/ha). Rozdíl mezi nejnižším a nejvyšším výnosem, který byl dosažen na klasických řádcích při výsevku 100 000 semen/ha činil 2,44 tuny. U hybridů DKC 3623 a DKC 4014 byly dosaženy vyšší průměrné výnosy z hektaru při použití úzkorádkových technologií, kdy se nejlépe osvědčil výsevek 100 000 semen/ha.

### **3.3.3 Výsledky – rok 2015**

Tab. 23 srovnává výnosy zrna různých hybridů v poloprovozních pokusech. Nutno podotknout, že rozdíly ve výnosech mezi jednotlivými technologiemi a jejich výsevky se pohybují v rozmezí 2 – 3 %. Hybrid DKC 3623 dosáhl shodně nejvyšších výnosů při výsevech 90 000 semen/ha. Hybrid DKC 3939 dosahoval vyšších výnosů při použití úzkorádkové technologie, zejména pak při výsevcích 90 000 a 100 000 semen/ha. Hybrid DKC 3623 dosáhl nejvyššího výnosu u úzkorádkové technologie při výsevku 90 000 semen/ha. Vyšších průměrných výnosů z hektaru dosahovala u všech hybridů úzkorádková technologie.

Tab. 23: Výnos zrna

hybrid	typ řádku	výsevek (semen/ha)	sklizňová vlhkost (%)	výnos zrna při 14% vlhkosti (t/ha)	%
DKC 3623 (Dekalb)	úzké	80 000	21,00	10,78	101%
		90 000	19,90	10,88	102%
		100 000	20,10	10,54	99%
		110 000	21,10	10,26	96%
	klasické	<b>80 000</b>	<b>19,30</b>	<b>10,70</b>	<b>100%</b>
		90 000	21,20	10,85	101%
		100 000	21,70	10,47	98%
		110 000	22,10	10,41	97%
<b>Hrubčice (okr. Prostějov)</b>					
DKC 3939 (Dekalb)	úzké	80 000	23,8	14,36	101%
		90 000	24,8	14,62	103%
		100 000	25,0	14,58	103%
		110 000	25,2	14,33	101%
	klasické	<b>80 000</b>	<b>23,9</b>	<b>14,20</b>	<b>100%</b>
		90 000	24,7	14,52	102%
		100 000	24,4	14,52	102%
		110 000	24,7	14,12	99%
DKC 3623 (Dekalb)	úzké	80 000	23,0	14,17	104%
		90 000	24,2	14,24	104%
		100 000	23,2	14,20	104%
		110 000	24,1	13,93	102%
	klasické	<b>80 000</b>	<b>23,7</b>	<b>13,66</b>	<b>100%</b>
		90 000	23,1	13,79	101%
		100 000	23,3	14,19	104%
		110 000	24,1	14,10	103%

Silážní hybrid DKC 3450 dosáhl nejvyššího výnosu v mokré a suché hmotě při použití úzkořádkové technologie a výsevku 90 000 semen/ha (tab. 24). Výnos byl o 29 % vyšší než srovnávací varianta. Naopak nejnižší výnos byl dosažen při stejné technologii a výsevku 110 000 semen/ha, kdy byl výnos vůči klasické variantě nižší o 11 %.

Tab. 24: Výnos silážní hmoty

Hybrid	typ řádku	výsevek	sklizňová sušina (%)	výnos zelené hmoty (t/ha)	výnos suché hmoty (t/ha)	obsah škrobu (%)	výnos škrobu (t/ha)	%, porovnání suchá hmota
<b>Dubenec (okr. Trutnov)</b>								
DKC 3450 (Dekalb)	úzké	90 000	41,1	50,4	20,70	37,3	7,72	129%
		100 000	40,4	47,8	19,30	36,6	7,06	118%
		110 000	39,3	40,2	15,80	33,8	5,34	89%
	klasické	90 000	<b>37,7</b>	<b>48,6</b>	<b>18,31</b>	<b>32,7</b>	<b>5,99</b>	<b>100%</b>
		100 000	36,7	47,8	17,54	34,9	6,12	102%
		110 000	38,2	49,1	18,75	36,4	6,82	114%

### 3.4 Ekonomická analýza technologií s odlišnou meziřádkovou vzdáleností

Ekonomická analýza byla zpracována na základě dosažených výsledků na lokalitě Žabčice, kde byly známé podrobné údaje o pěstební technologii použité v pokusech. Druhou částí je odborné zhodnocení ekonomické návratnosti úzkořádkové technologie zakládání porostů kukuřice.

#### 3.4.1 Ekonomická efektivnost

Zdrojem dat pro výpočet nákladů u jednotlivých vstupů byly pro hnojiva, pesticidy a osiva ceníky distributorů a pro výpočet nákladů na pracovní operace byly následně využity „Normativy zemědělských výrobních technologií 2013“, které jsou dostupné na [www.agronormativy.cz](http://www.agronormativy.cz). Dosažené výnosy čerstvé hmoty v jednotlivých letech (2014–2016) a ceny za 1 t kukuřičné siláže (byla použita obvyklá vnitropodniková cena v regionu jižní Moravy; kalkulována byla varianta A (600 Kč/t a varianta B 800 Kč/t) byly následně použity k výpočtu tržeb (Kč/ha). Poté byl vypočten příspěvek na úhradu (PÚ, Kč/ha) jako rozdíl mezi tržbami a přímými náklady, který je v praxi používán jako ekonomický ukazatel efektivnosti hospodaření. V tab. 25 je obsažena evidence nákladů na modelovou technologii pěstování kukuřice na siláž v pokusech založených v letech 2014–2016 na lokalitě Žabčice (podrobněji je uvedeno v kap. 3.1.1).

Tab. 25: Pěstební technologie kukuřice na siláž

operace	Kč/ha	materiál	dávka	Kč/ha
orba	1 577			
příprava - urovnání povrchu, smyk a brány	495			
hnojení N	255	močovina	180 kg N/ha	1 620
příprava půdy - kypření - kompaktor	885			
setí	850 *	hybrid Syngenta		4 000 **
herbicid	290	MAISTER	150 g/ha	1 467
	290	PARDNER 22,5 EC	0,5 l/ha	248
	290	MERO	2 l/ha	266
insekticid	290	AMPLIGO	0,2 l/ha	874
sklizeň	2 680			
celkem	7 902	x	x	8 475
<b>Celkem</b>		<b>16 377</b>		

Poznámka:

\* cena platí pro technologii u klasických řádků, u úzkých řádků a dvouřádků je zvýšena o 25 % (tab. 26)

\*\* cena platí pro výsevek 87 000 jedinců/ha, u dvou jiných výsevků bude rozdílná cena (tab. 26)

Tab. 26: Konkrétní náklady na setí a osivo při různých technologiích

typ řádku	cena (Kč/ha)	výsevek (ks/ha)	cena (Kč/ha)
úzké	1 063	87 000	4 000
klasické	850	97 000	4 460
dvouřádky	1 063	109 000	5 011

V tab. 27 jsou uvedeny náklady a tržby s následnými výnosy čerstvé hmoty a příspěvku na úhradu za rok 2014 u jednotlivých typů řádků a výsevků. Příspěvek na úhradu (PÚ) byl vypočten jako rozdíl mezi tržbami a variabilními náklady. V rámci ekonomického zhodnocení byly použity dvě varianty cen za 1 t zrna. U varianty A cena činila 600 Kč/t a u varianty B 800 Kč/t.

Tab. 27: Ekonomické vyhodnocení pěstování kukuřice na siláž za rok 2014

typ řádku	výsevek (ks/ha)	náklady (Kč/ha)	výnos čerstvé hmoty (t/ha)	varianta A) 600 Kč/t		varianta B) 800 Kč/t	
				tržby (Kč/ha)	příspěvek na úhradu (Kč/ha)	tržby (Kč/ha)	příspěvek na úhradu (Kč/ha)
úzké	87 000	16 589	49,78	29 866	13 277	39 821	23 232
	97 000	17 049	42,67	25 599	8 550	34 132	17 083
	109 000	17 600	47,41	28 444	10 844	37 925	20 325
<b>průměr</b>		<b>17 079</b>	<b>46,62</b>	<b>27 970</b>	<b>10 890</b>	<b>37 293</b>	<b>20 214</b>
klasické	87 000	16 376	49,48	29 688	13 312	39 584	23 208
	97 000	16 836	51,26	30 755	13 919	41 006	24 170
	109 000	17 387	57,78	34 666	17 279	46 221	28 834
<b>průměr</b>		<b>16 866</b>	<b>52,84</b>	<b>31 703</b>	<b>14 837</b>	<b>42 271</b>	<b>25 404</b>
dvouřádky	87 000	16 589	50,07	30 044	13 455	40 058	23 469
	97 000	17 049	48,00	28 799	11 750	38 399	21 350
	109 000	17 600	53,63	32 177	14 577	42 903	25 303
<b>průměr</b>		<b>17 079</b>	<b>50,57</b>	<b>30 340</b>	<b>13 261</b>	<b>40 453</b>	<b>23 374</b>

Z tab. 27 je patrné, že nejvyšší příspěvek na úhradu (PÚ) při variantě A (600 Kč/ha) byl docílen v průměru u klasického typu řádků (14 837 Kč/ha). Rozdíl oproti úzkořádkům činil 3 947 Kč/ha. Oproti dvouřádkům byl vyšší o 1 576 Kč/ha. Průměrný rozdíl v rámci PÚ mezi úzkořádky a dvouřádky byl více než 2 000 Kč/ha (2 371 Kč/ha). Lze tedy říci, že při variantě A je nejlepšího průměrného PÚ docíleno po klasických typech řádků, následně u dvouřádků. Z hlediska výnosu, tržeb i PÚ vychází nejlépe výsevek 109 000 ks/ha u klasického typu řádků a dvouřádků. Naopak u úzkořádků byly nejlepší výsledky dosaženy při výsevku 87 000 ks/ha.

Z výsledků u varianty B (800 Kč/t) jasně vyplynulo, že nejvyšší průměrný PÚ bylo docíleno podobně jako u varianty A, tedy u klasického typu řádků, kde průměrný PÚ činil 25 404 Kč/ha.

Z celkových dosažených výsledků vyplývá, že nejlépe vychází, z hlediska výnosu i ekonomického přínosu, klasické typy řádků při výsevku 109 000 ks/ha.

V tab. 28 jsou uvedeny náklady a tržby s následnými výnosy čerstvé hmoty a příspěvku na úhradu za rok 2015 u jednotlivých typů řádků a výsevků.

Tab. 28: Ekonomické vyhodnocení pěstování kukuřice na siláž za rok 2015

typ řádku	výsevek (ks/ha)	náklady (Kč/ha)	výnos čerstvé hmoty (t/ha)	varianta A) 600 Kč/t		varianta B) 800 Kč/t	
				tržby (Kč/ha)	příspěvek na úhradu (Kč/ha)	tržby (Kč/ha)	příspěvek na úhradu (Kč/ha)
úzké	87 000	16 589	26,38	15 827	-762	21 102	4 513
	97 000	17 049	27,46	16 477	-572	21 969	4 920
	109 000	17 600	28,55	17 127	-473	22 836	5 236
<b>průměr</b>		<b>17 079</b>	<b>27,46</b>	<b>16 477</b>	<b>-602</b>	<b>21 969</b>	<b>4 890</b>
klasické	87 000	16 376	30,35	18 211	1 835	24 282	7 906
	97 000	16 836	31,26	18 753	1 917	25 005	8 169
	109 000	17 387	31,26	18 753	1 366	25 005	7 618
<b>průměr</b>		<b>16 866</b>	<b>30,95</b>	<b>18 573</b>	<b>1 706</b>	<b>24 764</b>	<b>7 897</b>
dvouřádky	87 000	16 589	28,91	17 344	755	23 126	6 537
	97 000	17 049	30,71	18 428	1 379	24 571	7 522
	109 000	17 600	31,62	18 970	1 370	25 294	7 694
<b>průměr</b>		<b>17 079</b>	<b>30,41</b>	<b>18 248</b>	<b>1 168</b>	<b>24 330</b>	<b>7 251</b>

Z tab. 28 vyplynulo, že nejvyššího příspěvku na úhradu (PÚ) při variantě A (600 Kč/t) bylo dosaženo u klasického typu řádků (1 706 Kč/ha). V porovnání mezi dvouřádky byl rozdíl velmi nepatrný (538 Kč/ha). Naopak v porovnání mezi úzkořádky a klasickými typy řádků a dvouřádky byl rozdíl už velmi velký. Důvodem bylo, že u úzkořádků průměrný PÚ vyšel záporný. Při vyšší ceně za siláž (varianta B; 800 Kč/t) došlo logicky k navýšení PÚ.

Z celkových dosažených výsledků za rok 2015 je patrné, že tento rok byl velmi nepříznivý z hlediska výnosů kukuřice (bylo popsáno dříve v textu z důvodu sucha v průběhu vegetace), což se negativně odrazilo i do PÚ.

I přes velmi velké rozdíly ve výnosu, následných tržbách a PÚ, výsledky potvrdily, že nejlépe vychází jako v předchozím roce klasické typy řádků při výsevku 109 000 ks.ha<sup>-1</sup>, i když rozdílnost mezi výnosy u výsevků 97 000 ks.ha<sup>-1</sup> a 109 000 ks.ha<sup>-1</sup> u daného typu řádků jsou velmi podobné, oproti při výsevku 87 000 ks.ha<sup>-1</sup>.

V tab. 29 jsou uvedeny náklady a tržby s následnými výnosy čerstvé hmoty a příspěvku na úhradu za rok 2016 u jednotlivých typů řádků a výsevků.



Tab. 29: Ekonomické vyhodnocení pěstování kukuřice na siláž za rok 2016

typ řádku	výsevek (ks/ha)	náklady (Kč/ha)	výnos čerstvé hmoty (t/ha)	varianta A) 600 Kč/t		varianta B) 800 Kč/t	
				tržby (Kč/ha)	příspěvek na úhradu (Kč/ha)	tržby (Kč/ha)	příspěvek na úhradu (Kč/ha)
úzké	87 000	16 589	52,71	31 628	15 039	42 171	25 582
	97 000	17 049	45,62	27 373	10 324	36 498	19 449
	109 000	17 600	57,80	34 677	17 077	46 236	28 636
<b>průměr</b>		<b>17 079</b>	<b>52,04</b>	<b>31 226</b>	<b>14 147</b>	<b>41 635</b>	<b>24 556</b>
klasické	87 000	16 376	44,29	26 573	10 197	35 431	19 055
	97 000	16 836	57,81	34 684	17 848	46 245	29 409
	109 000	17 387	56,63	33 981	16 594	45 307	27 920
<b>průměr</b>		<b>16 866</b>	<b>52,91</b>	<b>31 746</b>	<b>14 880</b>	<b>42 328</b>	<b>25 461</b>
dvouřádky	87 000	16 589	44,29	26 573	9 984	35 431	18 842
	97 000	17 049	51,20	30 723	13 674	40 963	23 914
	109 000	17 600	49,70	29 819	12 219	39 759	22 159
<b>průměr</b>		<b>17 079</b>	<b>48,40</b>	<b>29 038</b>	<b>11 959</b>	<b>38 718</b>	<b>21 638</b>

Z tab. 29 vyplývá, že u varianty A (600 Kč/t) byl průměrný příspěvek na úhradu (PÚ) za rok 2016 nejlépe zhodnocen znovu u klasických řádků. Rozdíl mezi nimi a úzkořádky byl ale velmi malý (520 Kč/ha). U dvouřádku byl vyšší o 2 708 Kč/ha. V roce 2016 se dále zjistilo, že při výsevku 97 000 ks/ha, u klasických řádků a dvouřádků byl vyšší výnos i PÚ. Naopak u úzkořádků se potvrdilo, jak v roce 2014 i 2015, že nejlepšího výnosu a PÚ je dosahováno při výsevku 109 000 ks/ha.

Z předchozích výsledků je patrné, že výnos produkce zásadním způsobem ovlivňuje příspěvek na úhradu. Pokud sumarizujeme výsledky z lokality Praha-Uhřetěves, zjistíme, že výnos produkce byl ovlivněn zvoleným hybridem. V roce 2014 byl u hybridu DKC 3523 výnos (průměr výsledků z produkce siláže a zrna) u úzkořádkové technologie vyšší o 23 % a u hybridu DKC 3941 naopak o 9 % nižší ve srovnání s klasickou technologií. V roce 2015 byly výnosy u hybridů DKC 4550 a DKC 4141 vždy vyšší u úzkořádkové technologie (o 15 a 7 %).

Z řady poloprovozních výsledků jsou evidentní rozdíly mezi hybridy. U technologie s úzkými řádky byly výnosy ve srovnání s klasickou technologií většinou srovnatelné či vyšší v řádu několika procent. Velmi často výnos narůstal se zvyšujícím se výsevkem, často u obou technologií.

Z výše uvedených výnosových výsledků a zpracované ekonomické analýzy vyplývá, že pro dosažení vyššího výnosu a tím lepší ekonomické efektivity u úzkořádkové technologie lze dosáhnout správnou volbou hybridu. Tato oblast by si zasloužila další výzkum, ale vzhledem ke krátké „životnosti“ hybridů v praxi ztrácí do jisté míry na významu. Využitelné by mohly být informace šlechtitelských firem o původu jednotlivých hybridů. Obdobné informace by bylo vhodné využít i při stanovení výsevku, kdy řada výsledků s pozitivním trendem zvýšeného výnosu byla spojena s výsevkem vyšším, než je běžně doporučováno.

### 3.4.2 Ekonomická návratnost (odborná úvaha)

Ekonomický pohled na srovnání technologie klasického setí (0,75 m) a úzkých řádků 0,375 m) je založen na úvaze, kdy se díky vyššímu výnosu v případě úzkořádků vrátí zvýšená investice na pořízení secího stroje.

Pro srovnání je brán:

- klasický secí stroj Kinze 3500 8 řádků s přihnojením, s podtlakovým výsevním ústrojím, koltry a standardní elektronikou; cena stroje 1 900 000,- Kč
- stejně je koncipován secí stroj Kinze 3500 v provedení Interplant 15 řádků. Tedy s přihnojením, s podtlakovým výsevním ústrojím, koltry a standardní elektronikou; cena stroje 2 425 000,- Kč.

Ceny jsou podle ceníku strojů Kinze v roce 2015 v ČR.

Rozdíl v ceně obou strojů je: 525 000,- Kč.

**Návratnost zvýšené investice do úzkořádkové technologie je přibližně 375 hektarů zrnové kukuřice, jak vychází z ekonomické úvahy níže.**

Pokud vezmeme v úvahu, že průměrný tříletý hektarový výnos je v kukuřičné výrobní oblasti 8,0 t/ha (při suš. 14 %) a vezmeme v úvahu, že výnosový nárůst ve srovnání s klasickými řádky je 5 % (při stejném počtu jedinců na hektar u obou technologií), tak je v případě úzkořádků vyšší výnos o 0,4 t/ha. Pokud vezmeme průměrnou realizační cenu kukuřice 3 500,- Kč/t, potom finanční efekt představuje plus 1 400,- Kč/ha. Potom teoretická návratnost investice do stroje pro úzké řádky je zhruba 375 hektarů. Z pohledu opotřebitelných náhradních dílů je rozdíl v nákladech na hektar mezi stroji pro klasické řádky a úzkořádky zhruba 16,- Kč/ha v neprospěch úzkořádků. Cena koltrů a výsevních disků včetně ložisek je přibližně 3600,- Kč na jednu botku a životnost těchto dílů se pohybuje podle půdních podmínek okolo 1500 hektarů. Nárůst spotřeby PHM je u úzkořádku zanedbatelný a podle typů půdy a reliéfu pozemku se může pohybovat do 25 %. Po započítání všech více nákladů se návratnost úzkořádkové technologie může pohybovat okolo 400 hektarů zrnové kukuřice. V případě silážní kukuřice je návratnost podstatně vyšší, protože rozdíl výnosů mezi klasickými řádky a úzkořádky je mezi 8–10 %, ve prospěch úzkořádků.

### 3.5 Novost výsledků

Novost a originalita výsledků spočívá v sumarizaci víceletých výsledků, v nichž byla porovnávaná úzkořádková technologie s technologií klasickou v podmínkách různých lokalit ČR, odlišných hybridů (různých šlechtitelských a osivářských firem – Dekalb, KWS, Syngenta, LG) a pěstebních technologií kukuřice na siláž a zrno. Získány byly nejen výnosové výsledky nadzemní hmoty a zrna, ale i kvalitativní parametry siláže včetně produkce bioplynu. Zajímavé jsou taky výsledky měření meteorologických prvků v porostech založených technologiemi s odlišnou mezířádkovou vzdáleností.

### 3.6 Doporučení a závěr

Dosažené výsledky prokázaly uplatnitelnost úzkořádkové technologie pěstování kukuřice v podmínkách ČR. Správnou volbou hybridu lze dosáhnout při vyšším výsevku navýšení výnosu. Výsledky jsou ovlivněny lokalitou a ročníkem, jak je tomu ve všech polních pokusech. V případě úzkořádkového setí kukuřice se vedle potenciálu vyššího výnosu

projevuje další významný technologický efekt a tím je omezení vodní eroze půdy na mírně svažitéch pozemcích. Z měření, které dlouhodobě provádí pracovníci VÚMOP Zbraslav je zřejmé, že úzkořádkové setí kukuřice ve spojení s půdoochrannou technologií zpracování půdy silně omezuje riziko eroze. Prostřednictvím dešťového simulátoru a schválené prováděcí metodiky je pozemek s kukuřicí vystaven srovnatelným klimatickým podmínkám, které nastávají v případě silných přívalových dešťů na reálném pozemku. To, že technologie uspěla, bylo důvodem, proč se setí kukuřice do úzkých řádků v kombinaci s půdoochrannou technologií zpracování půdy v roce 2015 dostala do standardů DZES 5. Praxe potvrzuje, že technologie setí do úzkých řádků je v případě mírně svažitéch pozemků to nejekonomičtější z pohledu založení porostu kukuřice. Jakákoliv další technologie, nebo jejich kombinace, které jsou v materiálu DZES schváleny je ekonomicky a organizačně podstatně náročnější.

### Technologie setí do úzkých řádků

Technologickou vyspělost strojů Kinze, jež umožňují výsev kukuřice do úzkých řádků, lze spatřovat také v jejich variabilitě. Především u strojů v provedení Interplant se velmi výrazně uplatňuje ona zmíněná variabilita. Toto provedení umožňuje uživateli zakládat porosty nejen s roztečí 0,75 m, ale po snadné úpravě stroje v řádu do deseti minut zakládat porosty s roztečí 0,375 m. Tato přednost najde uplatnění u těch zemědělských podniků, které pěstují kukuřici jak na zrno (0,75 m), tak na siláž (0,375 m). Technologie s úzkými řádky začíná být populární u majitelů bioplynových stanic, pro něž úzkořádkově setá kukuřice znamená podstatně lepší využití plošně aplikovaných živin v podobě digestátu. Velkou výhodou secích strojů, které umí kombinovat úzké a klasické řádky je skutečnost, že se může stroj využít nejen pro setí kukuřice, ale v případě úzkých řádků i pro přesné setí sóji, čiroku a v našich podmínkách především řepky. V podmínkách EU a i českého zemědělství je to právě řepka, kde technologický trend jde jednoznačně směrem přesné distribuce osiva na konečnou vzdálenost s cílem optimalizovat výsevek na úrovni 250 – 300 tisíc jedinců na hektar.

### Technologie sklizně kukuřice

Sklizeň kukuřice na siláž na pokusném pozemku v Žabčicích probíhala každoročně nesenou jednořádkovou řezačkou (Pöttinger Mex III). V tomto případě nevznikají žádné komplikace při sklizni všech variant, tedy klasických řádků, úzkořádků ani dvouřádků. V praxi ovšem technologie setí z pohledu rozteče řádků má pevnou vazbu na technologii sklizně.

Pokud je kukuřice sklizena na siláž, tak z hlediska technických možností jednotlivých výrobců sklizňových adapterů není zásadní technologický problém. Drtivá většina adaptérů používaných v zemědělské praxi napříč celým výrobním spektrem používá tak zvané „plošné adaptéry“, které sklízí celé rostliny nezávisle na řádcích, a to jak z pohledu rozteče řádků, tak i z pohledu směru řádků.

V případě sklizně kukuřice na zrno je technologie pro jednotlivé alternativy založených porostů z pohledu rozteče řádků částečně odlišná. Pro klasickou rozteč řádků se používají řádkové sklízecí adaptéry s roztečí středu vkladacího zařízení 0,75 metru. V tomto případě je vhodné mít secí stroje a sklízecí adaptér se stejným počtem řádků, nebo jejich dělitelném nebo násobném poměru. Tyto adaptéry lze s úspěchem použít i pro sklizeň kukuřice na zrno zaseté do dvouřádků. Praxe ukazuje, že při sklizni u takto zasetých kukuřic nevznikají zásadně vyšší sklizňové ztráty. Pouze je nutné pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky přizpůsobit (snížit) podle místních podmínek, členitosti terénu a kvality založení porostu z pohledu vyrovnanosti a napojení jednotlivých řádků při setí. Pro sklizeň kukuřice na zrno, která je založena technologií úzkořádků, je nutné použít speciální adaptér pro plošnou sklizeň. V podstatě se jedná o podobné technické řešení, jako se používá u adaptérů pro plošnou sklizeň kukuřice

silážní s tím rozdílem, že do sklízecí mlátičky jsou dodávány adaptérem pouze palice, nikoliv celé rostliny, jak je tomu u sklízecích řezaček při sklizni na siláž. Na rozdíl od situace v USA, kde je technologie úzkořádků poměrně rozšířená a jsou k dispozici adaptéry pro sklizeň od místních výrobců, tak v EU je situace odlišná. Pro sklizeň kukuřice na zrno zaseté do úzkořádků vyrábí adaptér pouze firma Geringhoff pod označením Independence. Tento adaptér je schopen sklízet zrnovou kukuřicí nezávisle na rozteči řádků a jejich směru setí. V minulosti vyráběla adaptér pro plošnou sklizeň kukuřice na zrno firma Kemper s označením Corn Star 208. Tento typ adaptéru je v současné době používán pro sklizeň zrna u všech zasetých pokusů a provozních ploch technologií úzkořádků.

### 3.7 Seznam použité literatury

- Andrade F. H., Calvino P., Cirilo A., Barbieri P. 2002: Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agronomy Journal*, 94: s. 975 – 980.
- Barbieri P. A., Echeverría H. E., Saínez Rozas H. R., Andrade F. H. 2008: Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agronomy Journal*, 100 (4): s. 1094 – 1100.
- Barbieri P. A., Echarte L., Della Maggiora A., Sadras V. O., Echeverria H., Andrade F. H. 2012: Maize evapotranspiration and water-use efficiency in response to row spacing. *Agronomy Journal*, vol. 104 (4): s. 939 – 944.
- Brant V., Zábranský P., Pivec J., Gernerlová, M., Kroulík M. 2013: Distribuce srážek v porostech kukuřice seté. *Agromanuál*, 5 (8): s. 87 – 89.
- Brant V., Zábranský P., Pivec J., Kroulík M., Škeříková M., Chyba J. 2014: Distribuce srážek a erozní procesy v porostech kukuřice s rozdílnou šířkou řádků. *Agromanuál*, 9 (4): s. 110 – 113.
- Bui E. N., Box, J. E. Jr. 1992: Stemflow, rain through fall, and erosion under canopies of corn and sorghum. *Soil Science Society American Journal*, 56: s. 242 – 247.
- Cox W. J., Hanchar J. J., Knoblauch W. A., Cherney J. H. 2006: Growth, yield, quality, and economics of corn silage under different row spacings. *Agron.* 98: s. 163 – 167.
- Fee R. 2011: Narrow advantages for narrow rows. [online] Agriculture.com. [vid. 2015\_4\_24]. Dostupné z: [http://www.agriculture.com/crops/corn/production/narrow-advantage-f-narrow-rows\\_137-ar21003](http://www.agriculture.com/crops/corn/production/narrow-advantage-f-narrow-rows_137-ar21003).
- Fuksa P., Vrabcová Z., Hakl J., Šantrůček J. 2016: Význam organizace porostu na výnosové parametry silážní kukuřice. *Agromanuál*, (11-12): s. 84 – 86.
- Gullickson G., 2015: Boost plant population with twin-rows. [online] Agriculture.com. [vid. 2015\_4\_24]. Dostupné z: [http://www.agriculture.com/crops/corn-high-yield-team/boost-plt-population-with-twinrows\\_545-ar47526](http://www.agriculture.com/crops/corn-high-yield-team/boost-plt-population-with-twinrows_545-ar47526).
- Heagele J. W., Becker R. J., Henninger A. S., Below F. E. 2014: Row arrangement, phosphorus fertility, and hybrid contributions to managing increased plant density of maize. *Agronomy Journal*, 106: s. 1838 – 1846.
- Jeschke M. 2012: Crop Insights: Row width in corn grain production. [online] DuPont Pioneer. [vid. 2015\_4\_24]. Dostupné z: <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/row-width-corn-grain-production/>.

- Lauer J. 2003: Corn row width and plant density – then and now. [online] University of Wisconsin – Agronomy. [vid. 2015\_4\_24]. Dostupné z: [http://corn.agronomy.wisc.edu/Extension/PowerPoints/2003\\_WFAPMC\\_RS.pdf](http://corn.agronomy.wisc.edu/Extension/PowerPoints/2003_WFAPMC_RS.pdf).
- Lee C. D. 2006. Reducing row widths to increase yield: Why it does not always work. Online. Crop management doi:10.1094/CM-2006-0227-04-RV.
- Němeček et al. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU Praha, 78.
- Paltineanu I. C., Starr J. L. 2000: Preferential water flow through corn canopy and soil water dynamics across rows. *Soil Science Society of America Journal*, 64: s. 44 – 54.
- Pecinovsky K. T., Benson G. O., Farnham D. E. 2002: Corn row spacing, plant density, and maturity effects. [online] Northeast research and demonstration farm. Iowa State University. [vid. 2015\_4\_24]. Dostupné z: <http://www.ag.iastate.edu/farms/02reports/ne/CornRowSpacing.pdf>.
- Porter P. M., Hicks D. R., Lueschen W. E., Ford J. H. Warnes D. D., Hoverstad T. R. 1997. Corn response to row width and plant population in the northern Corn Belt. *J. Prod. Agric.* 10: s. 293 – 300.
- Prokop M., 2013: Různá šířka řádku kukuřice. *Kukuřičné listy* 1: s. 3 – 4.
- Roth, G. W. 1997. Potential of narrow row corn production in Pennsylvania. *Agronomy Facts* 52. Pennsylvania State Univ., Univ. Park. S.
- Sharratt B. S., Mc Williams D. A., 2005: Microclimatic and rooting characteristics of narrow-row versus conventional-row corn. *Agronomy Journal*, vol. 97 (4): s. 1129 – 1135.
- Van Roekel R. J., Coulter J. A., 2012: Agronomic responses of corn hybrids to row width and plant density. *Agronomy Journal* 104: s. 612 – 620.
- Vrzal J., Novák D. 1995: Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceňin. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze. Praha, s. 32.
- Widdicombe W. D., Thelen K. D., 2002: Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 94: s. 1020 – 1023.
- Zábranský P., Brant V., Pivec J., Gernerlová M., Kroulík M. 2013: Vliv struktury porostů kukuřice seté na distribuci srážek. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin – Praha, 13 – 14. 2. 2013. Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 310 – 313.

### 3.8 Publikace, jež předcházely vzniku ověřené technologie

- DOVRTĚLOVÁ H., LUKAS V., SMUTNÝ V., BROTAN, J. (2015). Výsledky měření mikroklimatu porostů kukuřice při různém uspořádání řádků. *Úroda*. 2015, vol. LXIII, no. 12, vědecká příloha, s. 243-246. ISSN 0139-6013.
- SMUTNÝ V., DOVRTĚLOVÁ H., LUKAS V., BROTAN J., ŠEDEK A. (2015). Effect of row spacing and stand density on silage maize yield. *Növénytermelés*. 2015, vol. 64, no. Supplement 1, s. 155-158. ISSN 0546-8191. DOI:10.12666/Novenyterm.64.2015.Suppl.
- SMUTNÝ V., DOVRTĚLOVÁ H., ŠEDEK A. (2014). Vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti na výnos kukuřice na siláž. *Úroda*, sv. LXII, č. 12, vědecká příloha časopisu, s. 421-424. ISSN 0139-6013.
- SMUTNÝ V., DOVRTĚLOVÁ H., ŠEDEK A. (2014). Vliv odlišné meziřádkové vzdálenosti na výnos kukuřice na siláž. *Úroda*, sv. LXII, č. 12, vědecká příloha časopisu, s. 421-424. ISSN 0139-6013.
- SMUTNÝ V., LUKAS V., BROTAN J. (2014). První výsledky z technologií pěstování kukuřice při různé meziřádkové vzdálenosti v Žabčicích. In NEUDERT L., SMUTNÝ V. Sborník odborných příspěvků a sdělení "MendelAgro 2014". 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 85-88. ISBN 978-80-7375-984-1.
- SMUTNÝ V., NEUDERT L., LUKAS V., DRYŠLOVÁ T., PROCHÁZKOVÁ B. (2015). How to reduce soil erosion – requests of legislation and experiences with conservation tillage in the Czech Republic. Book of proceedings Sixth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2015" Jahorina, October 15 - 18, 2015 s. 59-68. Original scientific paper 10.7251/AGSY1505059S. ISBN 978-99976-632-2-1.

### 3.9 Protokol o způsobu a vlastním testování ověřené technologie

V textu popsaná technologie pěstování kukuřice v úzkých řádcích byla v průběhu let 2013–2016 porovnávána s klasickou a dvouřádkovou technologií. Ověřování probíhalo na Polní pokusné stanici Mendelovy univerzity v Žabčicích, dále na lokalitě Praha-Uhřetěves (Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.) a na pozemcích několika zemědělských podniků. Podrobnější výsledky o založených pokusech jsou uvedeny v předchozím textu. Podle charakteru pokusu byly vyhodnoceny:

- výnos nadzemní hmoty a výnos zrna,
- vybrané výnosotvorné prvky (počet zrn v palici),
- dynamika růstu (výsledky nejsou v textu zpracovány; jsou k dispozici u autorů),
- kvalitativní parametry silážní hmoty (podíl zrna, další ukazatele)
- produkce bioplynu.

Pokusy byly založeny pomocí secích strojů KINZE. Vlastní setí bylo zajištěno firmou (P & L, spol. s r. o.; obr. 4 a;b).



Obr. 4 a;b: Foto ze setí kukuřice secím strojem KINZE 3500

Vlastní pokusy na Polní pokusné stanici v Žabčicích byly každoročně (v letech 2013 – 2016) prezentovány na polním dnu MendelAgro. Na tuto akci přijíždějí každoročně do Žabčic návštěvníci nejen z jižní a střední Moravy, ale i z celé České republiky a zahraničí, aby si prohlédli pokusy a porosty polních i zahradních plodin pěstovaných v podmínkách jižní Moravy. Akce se přesto zúčastnilo cca 600 návštěvníků. Polní den přinesl mnoho nových informací a neformálních diskusí o aktuálních problémech v pěstování polních a zahradních plodin, byl ale také inspirací pro další výzkum. Dále byla úzkořádková technologie prezentována v rámci polního dne Slunečnick. Polní den byl uspořádán společně s firmami Syngenta Seeds Czech Republic, FARMET a.s., P & L, spol. s r. o. a AGRA GROUP a byl zaměřený na představení nových technologií pěstování kukuřice. Byly prezentovány polní pokusy založené na Polní pokusné stanici Žabčicích. Podstatou byla ukázka porostů kukuřice založených různými technologiemi zpracování půdy, s různou meziřádkovou vzdáleností, s různými variantami hnojení a využitím ochrany proti škodlivým organismům. Akce se zúčastnilo cca 100 zemědělců.