

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů
Katedra agroekologie a biometeorologie

Hustota výsevku hybridů kukuřice seté s různým FAO
v jednotlivých pěstitelských oblastech s ohledem na využití
nutričních hodnot pro bioplynové stanice

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Hamouz, Ph.D.
Autor práce: Bc. Pavel Chvojka

2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Hustota výsevu hybridů kukuřice seté s různým FAO v jednotlivých pěstitelských oblastech s ohledem na využití nutričních hodnot pro bioplynové stanice vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 11. dubna 2012

Podpis autora

Poděkování:

Děkuji Ing. Pavlu Hamouzovi, Ph.D., vedoucímu diplomové práce, za velmi cenné odborné rady, připomínky a čas, který mi věnoval při vypracování diplomové práce. Také děkuji firmě Pioneer, především Ing. Janu Bosákovi a Ing. Vladimíru Černíkovi.

Autorský referát

Kukuřice setá se dnes stává stále důležitější plodinou. Pěstuje se nejen pro krmení hospodářských zvířat či na zrna, ale také se využívá pro průmyslové zpracování a k fermentaci v bioplynových stanicích. Téma obnovitelných zdrojů je v dnešní době velmi aktuální a diskutované v mnohých odborných časopisech i laickou veřejností.

Cílem diplomové práce je prokázat případný vliv různé hustoty porostu kukuřice seté na výnos a kvalitu kukuřičné siláže. V roce 2010 založila firma Pioneer pokusy kukuřice ve dvou různých klimatických oblastech, Ostřetín (okres Pardubice) a Malý Bor (okres Klatovy). Pokusy byly založeny v 5 variantách s hustotou výsevu 72, 83, 92, 102 a 113 (tis. rostlin/ha) se dvěma opakováními.

Při sklizni kukuřice byly na místě provedeny rozbory rostlin pomocí mobilní laboratoře. Naměřená data byla poskytnuta ke statistickému testování. Pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) a Tukeyova HSD testu byl zkoumán rozdíl mezi hustotou výsevu a výnosem zelené (resp. suché hmoty) a dále mezi hustotou výsevu a jednotlivými kvalitativními parametry - obsahem sušiny, vlákniny, škrobu, cukrů, stravitelných látek (ELOS), neutrální detergentní vlákniny (NDF), kyselé detergentní vlákniny (ADF), dusíkatých látek a popela.

V obou lokalitách byl zjištěn průkazný rozdíl ve výnosu suché hmoty mezi jednotlivými variantami pokusu. Vyššího výnosu bylo dosaženo u variant s vyšší hustotou porostu (92, 102 a 113 tis. rostlin/ha). Výnos zelené hmoty má prokazatelně rozdílné průměry pouze v Malém Boru. Varianty s nižší hustotou porostu (72 a 83 tis. rostlin/ha) dosahovaly prokazatelně nižších výnosů než varianty s hustotou vyšší. V případě kvalitativních parametrů byl v Malém Boru prokázán signifikantní rozdíl pouze u popelovin, konkrétně mezi variantami 83 a 113, 92 a 113 (tis. rostlin/ha). V Ostřetíně je rozdíl patrný u více sledovaných parametrů a mezi více variantami. Je možné obecně říci, že vyšších hodnot bylo dosaženo při vyšší hustotě porostu, nejčastěji 102 a 113 (tis. rostlin/ha). To, že v jedné oblasti jsou průkazné rozdíly mezi hustotou výsevu a obsahem jednotlivých kvalitativních parametrů a v druhé ne, může být dáno odlišnými výrobními oblastmi (řepařská a bramborářská) či rozdílnými klimatickými podmínkami. Z ekonomického hlediska nejlépe vycházela v Malém Boru varianta 102 tis. rostlin/ha a v Ostřetíně varianta 92 tis. rostlin/ha. V těchto případech bylo dosaženo nejvyššího rozdílu mezi náklady na osivo a případnými výnosy z prodeje siláže (v Kč/ha). Aby byly výsledky těchto pokusů průkaznější a přesnější, bylo by pravděpodobně nutné, provést je na více místech či opakovat i v následujících letech.

Author abstract

Maize is becoming a more and more important crop-plant nowadays. It is grown not only for stock feeding or food production, it is also used for industrial processing and for fermentation in biogas stations. Renewable resources are a very up-to-date topic at present and are discussed in many scientific magazines as well as in public.

The goal of this thesis is to prove eventual influence of maize seeding rate on the crops and the quality of maize silage. In 2010, the company Pioneer started experiments with maize in two different climatic regions, Ostřetín (district Pardubice) and Malý Bor (district Klatovy). The experiments were done in five variants with the seeding rate of 72, 83, 92, 102 and 113 (thousand plants per hectare) and were repeated twice.

During the harvest of maize the plants were immediately analysed by means of a mobile laboratory. The measured data were used in statistical testing. The analysis of the relation between the seeding rate and the yield of the green (or dry) matter and further between the seeding rate and various quality parameters – content of dry matter, fibre, starch, sugars, digestible matters (ELOS), neuter detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), nitrogenous substances and ashes – was carried out by means of the sigle-factor analysis of variance (ANOVA) and Tukey's HSD test.

A significant difference in the yield of dry matter between the individual variants of the experiment was determined in both localities. The variants with higher seeding rate (92, 102 and 113 thousand plants per hectare) achieved higher yield. The green-matter yield has a significantly different average only in Malý Bor. The variants with lower seeding rate (72 a 83 thousand plants per hectare) achieved significantly lower yield than the variants with higher seeding rate. A significant difference in quality parameters was determined in Malý Bor only with ashes, particularly between the variants 83 and 113, 92 and 11 (thousand plants per hectare). In Ostřetín the difference is noticeable with the more monitored parameters and between more variants. Generally we can say that higher figures were achieved with higher seeding rate, especially 102 and 113 (thousand plants per hectare). The fact that in one area there is significant relation between the seeding rate and the content of individual quality parameters while in the other area there is not, may be due to the different production areas (beet and potato areas) or due to the different climatic conditions. From the economic point of view the variant 102 (thousand plants per hectare) proved best in Malý Bor and the variant 92 (thousand plants per hectare) in Ostřetín. In these cases the highest difference between the cost of seed and the eventual yield from silage sale (in CZK per hectare) was achieved. To

make these results more conclusive and exact, it would probably be necessary to carry out these experiments in more places or repeat them again in the future.

Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce.....	10
3. Literární rešerše	11
3.1. Kukuřice setá (<i>Zea mays</i>).....	11
3.2. Vhodné podmínky pro pěstování kukuřice seté.....	13
3.3. Nevhodná stanoviště pro pěstování kukuřice seté	15
3.4. Růst kukuřice	15
3.5. Zpracování půdy pro kukuřici setou	16
3.5.1. Konvenční technologie zpracování půdy	17
3.5.2. Minimalizační technologie zpracování půdy – technologie bez použití orby.....	18
3.6. Zakládání porostu kukuřice seté.....	22
3.7. Škodlivé činitele v kukuřici seté	25
3.7.1. Choroby kukuřice seté.....	25
3.7.2. Škůdci kukuřice seté.....	26
3.7.3. Plevel v kukuřici seté.....	27
3.8. Bioplynové stanice	28
4. Metodika	35
4.1. Charakteristika pokusu.....	35
4.3. Statistické metody	35
4.4. Ekonomické zhodnocení výnosů a nákladů	35
4.4. Mobilní laboratoř	36
4.5. Pokusné lokality	37
4.5.1. Malý Bor (okr. Klatovy).....	37
4.5.2. Ostřetín (okr. Pardubice)	38
5. Výsledky	39
5.1. Výnos zelené a suché hmoty	39
5.2. Kvalitativní parametry	42
5.3. Ekonomické zhodnocení výnosů a nákladů - výsledky	57
6. Diskuse.....	58
7. Závěr	61
8. Seznam literatury	62
9. Přílohy.....	64

Seznam příloh

Příloha 1: Plánek pokusu

Příloha 2: Charakteristika lokality Ostřetín

Příloha 3: Charakteristika lokality Malý Bor

Příloha 4: Sumarizované výsledky rozboru – Ostřetín, Malý Bor

Příloha 5: Rostliny pro rozbor

Příloha 6: Mobilní laboratoř - spektrometr

Příloha 7: Protokol o analýze vzorku

1. Úvod

Kukuřice setá je stále pěstovanější plodinou. Tato rostlina má vysoký výnosový potenciál a v posledních letech bylo dosaženo značných úspěchů v jejím šlechtění. Od roku 2000 došlo k poměrně významnému nárůstu osetých ploch pro kukuřici na zrno. Ta se využívá pro potravinářské a průmyslové zpracování a také jako krmivo. Naopak došlo k poklesu pěstování kukuřice na siláž. I přes radikální úbytek živočišné výroby v České republice však není nijak veliký. Kukuřice se také začala využívat v bioplynových stanicích, pro které je velmi vhodným substrátem.

Podniky produkující energii z BPS se většinou zabývají i chovem skotu. V mnoha případech nedochází k oddělenému skladování kukuřičné siláže určené pro výživu skotu a siláže určené pro zpracování v BPS. Siláž tedy bývá pro oboje použití totožná, a tak je nutné zajistit takovou kvalitu, která bude vhodná jak pro krmení hospodářských zvířat, tak i pro fermentaci v BPS. Při pěstování kukuřice na siláž je nutné zohlednit mnoho různých požadavků či rizik. Kromě jiného může mít značný vliv na kvalitu silážní hmoty také hustota porostu kukuřice. Je proto účelné analyzovat, jakým způsobem ovlivňuje hustota setí výnos a kvalitativní parametry sklizené kukuřičné hmoty. Tato analýza je předmětem mé diplomové práce.

Diplomová práce je rozdělená do dvou částí – teoretické a praktické. V první části se zabývám kukuřicí setou obecně, zpracováním půdy a jejím růstem. Při pěstování kukuřice je velmi důležité zvolit vhodnou oblast a zvážit její klimatické podmínky. Je nutné vybrat správný hybrid.

V praktické části analyzuji vliv hustoty výsevu na kvalitu kukuřičné siláže. Ve spolupráci s firmou Pioneer byly v roce 2010 založeny pokusy na dvou místech České republiky, Ostřetín (okres Pardubice) a Malý Bor (okres Klatovy). Protože každá oblast má různé klimatické podmínky a nachází se v různých výrobních oblastech, byly zasety odlišné hybridy s různým číslem FAO. Na základě poskytnutých výsledků jsem zjišťoval, jestli existují mezi jednotlivými variantami hustot porostu průkazné rozdíly ve výnosu i kvalitativních parametrech sklizené hmoty.

Polní pokus byl založen za účelem zjištění toho, zdali existují mezi jednotlivými variantami hustot porostu průkazné rozdíly ve výnosu i kvalitativních parametrech sklizené hmoty. Tento rozdíl má následně vliv na kvalitu kukuřičné siláže

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je statistická analýza případného průkazného rozdílu mezi výnosy zelené a suché hmoty a kvalitativními parametry kukuřice seté v závislosti na hustotě porostu. V roce 2010 byl založen pokus na dvou místech České republiky s 5 variantami hustoty výsevu (72, 83, 92, 102 a 113 tis. rostlin/ha).

Dílčí cíle diplomové práce:

- 1) Sběr primárních dat
- 2) Vypracování literárních rešerší
- 3) Zjištění rozdílu mezi různými hustotami porostu a výnosem zelené (resp. suché) hmoty
- 4) Zjištění rozdílů mezi různými hustotami porostu a kvalitativními parametry
- 5) Zhodnocení zjištěných rozdílů

3. Literární rešerše

3.1. Kukuřice setá (*Zea mays*)

Historie kukuřice seté

Kukuřice setá pochází z tropických a subtropických oblastí Jižní a Střední Ameriky. Tato plodina byla využívána již před 12 000 lety. S pěstováním kukuřice začali Aztékové, Mayové a Inkové. Dnešní genetické experimenty naznačují, že domestikace začala kolem roku 7000 př. n. l. v centrálním Mexiku (státy Oaxaca a Jalisco). Nejpodobnější divoká kukuřice té dnešní roste u řeky Balsas. Už kolem roku 1500 př. n. l. se začalo pěstování kukuřice masivně šířit.

Do Evropy se kukuřice dostala v průběhu 16. a 17. století. Je zajímavé, že podle nejnovějších výzkumů se neznámou cestou dostala do Indie pravděpodobně již někdy v 11. až 12. století.

U nás se objevila v 17. století, kam jí údajně přivezli Rómové z Turecka a Rumunska. Říkalo se jí turecká pšenice nebo turecké žito, z čehož pravděpodobně zůstal na Moravě krajový název „turkyně“.

Botanické zařazení a charakteristika

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) byla vyšlechtěna z jednoletého rodu *Z. mexicana*. Vedle tohoto druhu je dále z domoviny rodu *Zea* uváděno ještě několik dalších druhů, jednoletá *Z. luxurians* a víceletá *Z. perennis*, *Z. diploprennis* (Smith, 1995).

Kukuřice setá (*Zea mays* L.)

- Říše: rostliny (*Plantae*)
 - Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)
 - Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)
 - Třída: jednoděložné - (*Liliopsida*)
 - Čeleď: lipnicovité (*Poaceae*)
 - Podčeleď: prosovité (*Panicoideae*)
 - Rod: kukuřice (*Zea*)

V rámci druhu kukuřice setou dělíme na osm poddruhů

- Kukuřice obecná, neboli tvrdá (*Zea mays convar. indurata*, syn. *Zea mays convar. vulgaris*)
- Kukuřice koňský zub (*Zea mays convar. identita*, syn. *Zea mays convar. dentiformis*)
- Kukuřice polozubovitá (*Zea mays convar. aorista*, syn. *Zea mays convar. semiindentata*)
- Kukuřice pukancová (*Zea mays convar. everta*, syn. *Zea mays convar. microsperma*)
- Kukuřice cukrová (*Zea mays convar. saccharata*)
- Kukuřice škrobnatá (*Zea mays convar. Amylacea*)
- Kukuřice vosková (*Zea mays convar. Ceratina*)
- Kukuřice plevnatá (*Zea mays convar. tunicata*, syn. *Zea cryptosperma*)

Využití kukuřice

Význam kukuřice je vidět na první pohled, neboť od roku 1492 (resp. od roku 1494), kdy jsou první informace o jejím dovozu do Evropy, se rozšířila do celého světa a během pouhých 500 let zaujala osevní plochou třetí místo na světě mezi všemi pěstovanými plodinami (Šuk, 1998).

U nás se její pěstování více rozšířilo až na počátku 20. století. Vývoj ploch zaznamenává tabulka č. 1. Dosud převažují dva užitkové směry: kukuřice na zrno a kukuřice na siláž. Kromě těchto hlavních užitkových směrů se u nás rozvíjí další alternativní formy využití produkce kukuřice. Jedná se o použití v potravinářském průmyslu (na výrobu škrobu, tuku a olejů, nových mlýnských a pekárenských produktů), pro průmyslové zpracování (jako surovina pro výrobu stavebních hmot, papíru lepidel, bioplastů) a nejnověji jako obnovitelný zdroj energie (bioetanol, bioplyn, biomasa) (Hůla a Procházková, 2008).

Tab. 1: Vývoj ploch kukuřice seté k 31. květnu

Rok/ Plod.	2000	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kuk. na zrno	39 317	78 040	79 981	84 900	93 065	107 899	91 610	99 945
Kuk. na zeleno a siláž	232 406	214 585	210 656	190 600	180 481	179 777	179 663	181 939

Zdroj: Český statistický úřad

Kukuřice zaujímá ve struktuře plodin a v osevním postupu významnou roli. Nejčastěji je v osevním postupu zařazována po obilninách. Kukuřice pěstovaná mezi dvěma obilninami

plní úlohu přerušovače obilních sledů. V menším rozsahu je pěstována opakovaně po sobě a dále okrajově i po okopaninách a víceletých pícninách (Hůla a Procházková, 2008).

3.2. Vhodné podmínky pro pěstování kukuřice seté

Pokud má být kukuřice pěstována intenzivně a efektivně, je důležité respektovat její nároky na stanoviště, především co se týká teplotních a půdních požadavků (KWS, 2006).

Půdní podmínky:

V České republice je kukuřice setá pěstována ve všech výrobních oblastech a téměř na všech půdních druzích a půdních typech. Předpokladem pro dobrý růst rostliny je vytvoření mohutného kořenového systému již od počátku vegetace. Ten podporuje nejen vhodný půdní druh, ale i komplex půdních vlastností označovaných jako půdní úrodnost, které speciálně u kukuřice jsou odvislé od hloubky půdního profilu, hladiny spodní vody, expozice pozemku aj. Uvedené faktory rozhodují pak o fyzikálních, chemických, fyzikálně-chemických a biologických vlastnostech půdy. Změna jednoho z těchto faktorů vyvolává změnu ostatních půdních vlastností, které pak ovlivňují zásobenost rostlin vodou a živinami (Richter a Hlušek, 2002).

Teplota:

K popisu vhodnosti stanoviště pro pěstování kukuřice je možno použít průměrné teploty během vegetace, sumy efektivních teplot, či počet hodin slunečního svitu. V následujících tabulkách č. 2 a č. 3 jsou uvedeny teplotní nároky kukuřice v jednotlivých fázích růstu a charakteristika stanovišť pro jednotlivé skupiny hybridů.

Rozpětí slunečního svitu pro pěstování kukuřice je 800 – 1 100 hodin. Optimální teplota pro klíčení kukuřice je 8 – 10°C. Vzájemné vztahy mezi teplotními vlivy, délka dne, nadmořská výška, zásobené vodou a živinami, půdní typ, expozice pozemku a další činitele ovlivňují výnos a zralost hybridů a způsobují poměrně značné kolísání mezi jednotlivými ročníky a hybridy (KWS, 2006). Optimální teploty pro růst a vývoj generativních orgánů jsou v rozmezí 20 – 24°C.

Tab. 2: Nároky kukuřice na teplo v různých vývojových fázích [°C]

Fáze	Biol. minimum	Biol. optimum	Kritická teplota
Klíčení	5 – 8	10 – 15	-
Vzcházení	9 – 12	13 – 16	-2 až -3
Intenzivní růst	12 - 20	20	-2 až -3
Kvetení	12 – 15	20 – 24	-2 až -3
Mléčná-vosková zralost ^x	10 – 12	18 – 24	-2 až -3
Mléčná-vosková zralost ^{xx}	10 - 12	18- 24	-4 až -5

^x platí pro listy^{xx} platí pro klasy**Tab. 3:** Charakteristika stanovišť pro jednotlivé ranostní skupiny hybridů na základě průměrných teplot a sumy efektivních teplot

FAO skupina	Průměrná teplota v září [°C]		Suma efektivních teplot [°C]			
	Silážní kukuřice	Zrnová kukuřice	Silážní zralost při průměrné sušině v %		Zrnová zralost při vlhkosti zrna %	
do 220	12,5	13,5	32	1380	35	1530
			35	1410		
220 – 260	13,5	14,5	32	1430	35	1580
			35	1460		
260 – 300	14,5	15,5	32	1490	35	1650
			35	1520		
nad 300	15,5	16,5	32	1550	35	1700
			35	1580		

Vlaha:

Požadavky kukuřice na vláhu jsou vysoké zejména ve fázi intenzivního růstu, tj. v období od metání do mléčné zralosti. Na sucho je citlivá v době kvetení blizen, kdy může docházet k jejich zasychání. Krátké přísušky překonává kukuřice velmi dobře pomocí hlubokého a bohatě rozvinutého kořenového systému (Hůla a Procházková, 2008). Na tvorbu 1 kg sušiny potřebuje přibližně 256 litrů vody. Podle půdních podmínek je kukuřice schopna čerpat vláhu až z hloubky 3 m, ale zpravidla z hloubky 1,5 m. Potřeba vody pro jednu rostlinu se v praxi odhaduje asi na 200 litrů, což předpokládá 1 600 mm srážek. Podle polních měření vystačí porost kukuřice s 200 mm srážek za vegetaci, ostatní potřebu kryje z půdní zásoby a z vlhkosti vzduchu (Šuk, 1998).

3.3. Nevhodná stanoviště pro pěstování kukuřice seté

Naprostο nevhodné jsou zhuτněné půdy se špatným zasakováním vody, s nízkým obsahem půdního vzduchu, v nichž probíhají redukční pochody. Také teplotní režim u těchto půd je špatný. Mezi nevhodná stanoviště také patří lehké písčité půdy anebo půdy velmi mělké, které nejsou schopny dostatečně zásobit rostlinu během vegetace vodou. Z hlediska erozního, pokud není využíván systém protierozního obdělávání, jsou pro pěstování kukuřice nevhodná stanoviště se sklonem vyšším než 7°, ačkoliv po stránce půdní by byla vyhovující (Prokeš, 2004).

3.4. Růst kukuřice

Rychlost růstu závisí na množství záření zachyceného rostlinou a na efektivitě přeměny zachyceného záření ve hmotu (Barbieri, 2000).

Kukuřice přirůstá nepravidelně. V prvních vývojových fázích (přibližně do počátku až poloviny června) rostlina přibývá na svém objemu velmi pomalu, toto období prodlužují nízké teploty a sucho (bez patrných nepříznivých účinků na rostlinu). Od poloviny června až do začátku srpna dochází k intenzivnímu růstu. Zvyšuje se přitom sušina rostlin kukuřice a celkový výnos sušiny a současně se snižuje podíl vlákniny vlivem nárůstu hmotnosti zrna a zvýšením podílu zrna na hmotnosti celé rostliny (Šuk, 1998).

V tabulce č. 4 jsou zachyceny jednotlivé růstové fáze a přibližný počet dní od výsevu kukuřice.

Tab. 4: Fenologická stupnice

Růstová fáze	Počet dnů od výsevu ^x	Obsah sušiny v rostlině (%)
Výsev	0	
Klíčení	5 – 7	
1. list	12 – 15	
1. – 3. List	21 – 28	
4 – 5. List	35 – 40	
6. list	40 – 50	
Fáze intenzivního růstu	55 – 65	
Počátek metání	65 – 70	
Plné metání	75 – 83	
Kvetení	90 – 100	10 - 12
Zelená zralost	125 – 130	12 – 14
Mléčná zralost	135 – 145	16 – 22
Mléčně-vosková zralost	145 – 150	25 – 28
Vosková zralost	160 – 165	32 – 34
Plná zralost	170	-

^x orientační hodnoty, které jsou závislé mj. na hybridech (jejich délce vegetace)

3.5. Zpracování půdy pro kukuřici setou

Hlavním úkolem zpracování půdy je obnovování, udržování a zvyšování úrodnosti půdy a zajištění dostatečných výnosů. Soustava správného zpracování půdy vytváří v půdě příznivé podmínky pro život kulturních rostlin. Přípravuje vhodné podmínky pro biologické pochody v půdě, přispívá k vytváření, obnovování a udržování drobtovité struktury půdy, usměrňuje život mikroorganismů v půdě a ovlivňuje procesy probíhající za přístupu i nepřístupu vzduchu. Dále má vliv na tvorbu i rozklad humusu a uvolňování živin potřebných pro výživu rostlin (Schulz, 1975).

Cíle zpracování půdy:

- nakypření půdy má umožnit růst a pronikání kořenů do hloubky půdního profilu
- zlepšit aeraci půdy (pronikání vzdušného kyslíku a dusíku)
- podpořit aktivitu edafonu
- zvýšit infiltraci vody
- snížit evaporaci
- zničit nebo omezit plevele, choroby a škůdce (regulovat zaplevelení a snížit výskyt)
- zapravit do půdy rostlinné zbytky a hnojiva
- odstranit zhutnění půdy způsobené předchozími zásahy
- umožnit založení porostu

Systém zpracování půdy a zakládání porostů je důležitou složkou pěstebních technologií plodin. Pro kukuřici je v současné době k dispozici široký výběr technologických postupů zpracování půdy a zakládání porostů. Volbu pracovních postupů je potřeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků, stavu půdy po sklizni předplodiny, vybavení podniku technikou i dalším faktorům (Hůla a Procházková, 2008).

Z hlediska požadavků kukuřice na přípravu půdy musíme konstatovat, že kukuřice je plodinou velmi náročnou, vyžaduje půdy hluboko zpracované, aby se mohl plně rozvinut její kořenový systém. Velmi nebezpečné je i druhotné zhutnění podorničí, které nedovolí kořenům proniknout hluboko do půdního profilu a snižuje tak příjem živin a vody ze spodních vrstev půdy (Šuk, 1998).

3.5.1. Konvenční technologie zpracování půdy

U kukuřice seté je možné využít jak tradičního zpracování půdy s orbou, tak minimalizační technologie. Při použití minimalizačních technologií převládají postupy s mělkým, případně středně hlubokým zpracováním půdy, kypřením radličkovým nebo talířovým náradím na podzim a mělkým kypřením před setím (Hůla a Procházková, 2008).

- **Podzimní zpracování půdy pro kukuřici setou**

Při základní přípravě půdy musíme vzít v úvahu některé okolnosti, jako např. předplodinu, potřebu zapravit statková hnojiva (chlévkový hnůj, kejdu, slámu, zelené hnojení), opakované pěstování kukuřice po sobě a požadavek zadržet v půdě maximum vláhy z mimovegetačního i vegetačního období.

Organická hnojiva a rostlinné zbytky (hlavně kukuřičnou slámu po sklizni kukuřice na zrno) je třeba kvalitně, hluboko a rovnoměrně zapravit do půdy. Po aplikaci statkových hnojiv a jejich zapravení je vhodná druhá orba, která zapraví organickou hmotu do půdy rovnoměrněji (Šuk, 1998). Jsou ale i autoři, kteří druhou orbu nedoporučují, protože se organická hmota dostává příliš hluboko a pomaleji se mineralizuje.

Orba - se provádí středně hluboká až hluboká, kterou zapravujeme organická hnojiva, rostlinné zbytky a má také fyto-sanitární vliv:

- na lehkých půdách by měla být hloubka orby 200 – 250 mm
- na středních a těžších do hloubky 300 – 350 mm – tato hloubka se již tak často nepoužívá, efekt neodpovídá nákladům na tak hluboké zpracování půdy

Urovnání půdy - provádíme branami, smykem nebo branosmykem (smykstroje).

Kukuřice je však plodina, která je často příčinou zhutnění půd. Podzimní termín sklizně za vlhka a velké (častější) přejezdy dopravních prostředků po poli mají negativní dopad na půdní strukturu a utužují podorničí (Šuk, 1998).

- **Jarní příprava půdy pro kukuřici setou**

Jarní přípravu půdy zahájíme ihned, jakmile to dovolí půdní podmínky. Přitom je třeba dodržovat tyto zásady:

- omezit vstupy na pozemek na minimum (zabránit utužení půdy)

- maximálně šetřit půdní vláhou potřebnou pro klíčení a vzcházení
- připravit podmínky pro vzejití první vlny plevelů a jejich následnou likvidaci
- podle potřeby zapravit hnojiva nebo půdní herbicidy
- vytvořit seťové lůžko (půdu kypřit jen do hloubky setí) a tak zajistit rovnoměrné vcházení kukuřice (Šuk, 1998).

Nejvhodnějším nářadím pro přípravu seťového lůžka jsou kompaktory, které umožňují zpracování půdy v jedné operaci, a tak šetří půdní vláhou (KWS, 2006).

Výhody:

- rychlé prohřátí půdy na jaře
- přirozené nakypření dostatečné vrstvy ornice
- snížení nákladů na chemickou ochranu
- hluboké a rovnoměrné zapravení organických zbytků do půdy (důležité především po kukuřici na zrno)

Nevýhody:

- vyšší finanční náročnost
- prodloužení pracovní špičky na podzim (orba, menší výkon, nepříznivé klimatické podmínky)

3.5.2. Minimalizační technologie zpracování půdy – technologie bez použití orby

Zakládání porostů kukuřice při minimalizačních technologiích

V poslední době jsme svědky rozšiřování minimalizačních technologií i u kukuřice. Problémem při používání minimalizačních technologií u kukuřice je nedostatečné prohřívání půdy v jarním období (v době setí a počátečních fázích růstu a vývoje kukuřice). To se odráží ve zpomalování klíčení, vzcházení a počátečního růstu. Vlhkostní podmínky půdy jsou naopak při její nižší intenzitě zpracování příznivější než po orbě (Hůla a Procházková, 2008).

Protierozní opatření

Kukuřice je plodina, která má malou protierozní funkci. Významnou kapitolou využívání půdoochranných technologií je systém protierozních opatření, kterými se zabraňuje splavení půdy na svažitých pozemcích. Půdu chrání především posklizňové zbytky ponechané na povrchu půdy a cíleně vyseté protierozní meziplodiny. Jsou to například svazanka a

hořčice, které vymrzají, nebo ozimé žito, které pozemek pokryje rovnoměrně až do doby, než jej chemicky likvidujeme na jaře před setím kukuřice. Žito zabrání výskytu plevelů na jaře lépe než vymrzající meziplodina, dobře prokoření horní vrstvu půdy a ta zůstane soudržná v průběhu celé vegetace kukuřice. Nejvhodnější doba pro ukončení vegetace žita je asi dva až tři týdny před setím kukuřice nízkou dávkou přípravku Roundup Klasik (1 – 1,7 l.ha⁻¹) nebo Roundup Forte (0,5 – 0,7 kg.ha⁻¹). Při setí do takto ošetřeného žita je nutné použít bezorebné secí stroje (Kinze, JD MaxEmergencePlus), které odstraní rostlinné zbytky v řádku, kvalitně uloží semena kukuřice do půdy a zároveň aplikují startovací dávku hnojiva. (Černý, 2005).

Výsev kukuřice dle zpracování půdy:

- setí do částečně zpracované půdy
- setí do nezpracované půdy a do mulče
- setí do vymrzajících meziplodin

Setí do částečně zpracované půdy

Pozemek po sklizni předplodiny podmítneme, čímž přerušíme kapilaritu a umožníme dobré vzejití výdrolu a plevelů. Vzešlé plevele a výdrol je vhodné před podzimní hlubokou podmítkou zničit totálním herbicidem. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat souvratím, které bývají zpravidla více utužené než ostatní části pozemku. Proto se zde v případě zhutnění doporučuje podrytí. Jarní příprava půdy vychází z průběhu zimy (utužení, zamokření) a zároveň se přizpůsobí secímu stroji.

Výhody:

- snížení nákladů na přípravu a zpracování půdy
- zkrácení pracovní špičky na podzim (odpadá potřeba orby)
- jednodušší příprava půdy na lehčích i těžších půdách

Nevýhody:

- zvýšení rizika škodlivosti zavíječe kukuřičného a houbových chorob
- vyšší náklady na chemickou ochranu
- pomalejší zahřívání půdy na jaře

Setí do nezpracované půdy a do mulče

Při tomto způsobu setí se pozemek po sklizni předplodiny (většinou jí bývá obilovina) vůbec nekultivuje. Na jaře před setím je třeba použít totální herbicid. Využití tohoto způsobu je vhodné především na pozemcích s lehkou písčitou nebo hlinitopísčitou půdou, kde nehrozí zhutnění půdy. Rovněž je možno využít tento způsob na svažitých pozemcích jako protierozní opatření. Naopak nevhodné je jeho využití na těžkých, jílovitých a studených půdách, které se velmi pomalu prohřívají a kde je špatné zasakování vody. Zcela nevhodný je tento způsob na pozemcích, na nichž byly při sklizni předplodiny vytvořeny hluboké koleje.

Mulč (pokryv půdy rostlinnými zbytky) sehraává stejnou úlohu v ochraně půdy jako zapojený porost plodiny (rostlinný pokryv). Jedná se o vytváření tzv. „stinného garé“, které se příznivě podílí prakticky na všech půdních vlastnostech (Šimon, Škoda, Hůla, 1999).

Ochranný vliv závisí nejen na stupni pokrytí půdy mulčem, ale i na výšce a rovnoměrnosti rozprostření mulče. Mulč může chránit půdu před erozí téměř celoročně. Setí kukuřice do mulče je možno provést následovně:

- zasetí do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky po sklizni přezimující meziplodiny
- zasetím do slámy obilní předplodiny ponechané na povrchu půdy nebo mělce zapravené kypřením
- přímé setí do přemrzlých (vymrznutých) meziplodin (Kulovaná, 2001).

Kostelanský a kol. (1997) uvádí, že setí plodin do mulče přináší řadu výhod:

- omezení půdní eroze – podle uskutečněných měření (Dickey a kol. 1984) již 20 % pokryvu povrchu půdy snižuje erozi o 50 %
- ochrana půdy před zhutňováním – omezení přejezdů v jarním období, kdy půda je vlhčí a méně odolná proti stlačování
- omezení průniku sloučenin dusíku do podzemních vod – vyseté meziplodiny na sebe váží pohyblivý dusík a tím výrazně omezují vyplavování
- šetření půdní vláhly (Kostelanský, 1997)
- podstatné snížení nákladů na přípravu (odpadají orba i jarní příprava)
- možnost využití na lehčích a kamenitých půdách – šetření s půdní vláhou

Nevýhody:

- zvýšení nákladů na chemické přípravky
- pomalé prohřívání půdy na jaře
- nebezpečí zvýšeného výskytu zavíječe kukuřičného a houbových chorob

- na těžkých půdách a ve vlhkých letech nebezpečí pomalého vysychání
- nebezpečí špatného zapravení osiva (především na těžkých půdách)
- nebezpečí zhoršené vzcháživosti (při vtažení mulče nebo strniště pod osivo)
- ztížená aplikace hnojiv a herbicidů

V menší míře se využívá setí kukuřice do nezpracované půdy, je to vhodný způsob setí do meziplodiny na svažitých a erozí ohrožených pozemcích. S nástupem pěstování dotovaných mezipločin se tento způsob nabízí jako doplňkové (pro kukuřici ne příliš vhodné) řešení při zakládání porostů kukuřice (Černý, 2005).

Setí s využitím mezipločin

Jednou z možností je založení porostu kukuřice do strniskové mezipločiny. K tomuto účelu využíváme buď vymrzající strniskovou mezipločinu (hořčice a svazenka) anebo pločiny nevymrzající (ředkev olejná, ozimé žito a další). Tento způsob je zvláště výhodný na erozně ohrožených stanovištích. Na jaře podle stupně ulehlosti buďto pozemek podmítneme anebo sejeme bez mělkého zpracování přímo do mulče (Kulovaná, 2001).

Zejména na erozně ohrožených půdách je vhodné použití technologie s výsevem do vymrzající nebo i přezimující chemicky likvidované mezipločiny. Hlavním cílem tohoto technologického postupu je ochrana půdy a životního prostředí. Půda na neoraných pozemcích s vymrzající mezipločinou se na jaře prohřívá pomaleji v důsledku zbytků mezipločiny, větší objemové hmotnosti, vlhkosti, a tím i vyšší tepelné vodivosti půdy. Tato skutečnost může v některých letech oddálit termín výsevu nebo zpomalit počáteční růst kukuřice. Velké množství zbytků mezipločiny na povrchu půdy může způsobovat problémy s kvalitou setí i s ochranou proti plevelům (Hůla a Procházková, 2008).

Zakládání porostů kukuřice na strništních mezipločinách plní v systému hospodaření na orné půdě v podstatě dvě funkce:

- ochranu půdy proti erozi (umožňuje pěstování kukuřice i na pozemcích s vyšší svažitostí)
- ochranu půdy před vyplavováním živin

Zakládání porostů mezipločin zároveň zemědělským podnikům umožňuje prodloužit období, kdy je dovoleno hnojit ornou půdu hnojivou s rychle uvolnitelným dusíkem, a to nejen v LFA, ale i ve zranitelných oblastech. O tom, která mezipločina bude na podzim k osevu

použita, musí podle svých technických a agrotechnických možností rozhodnout každý zemědělec sám (Prokeš, 2004).

3.6. Zakládání porostu kukuřice seté

Kukuřice je většinou v osevním postupu zařazována mezi dvě obilniny, v menším rozsahu je pěstována po sobě nebo po okopaninách.

1) Kukuřice pěstovaná po obilninách

Při zařazení kukuřice po obilninách jsou u nás nejvíce využívány technologické postupy s podmínkou, po které následuje mělké zpracování půdy nebo hlubší kypření do 0,20 m. V úvahu rovněž přichází postup s podmínkou a regulací vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Tento postup je vhodný v teplejších oblastech. Na erozně ohrožených půdách je vhodné použití technologie s výsevem kukuřice do vymrzající meziplodiny. Nejvhodnější (s ohledem na potřebné proteplení půdy na jaře) je zde po podmítce zařadit hlubší prokypření půdy do 0,20 m s urovnáním povrchu a následným výsevem vymrzající meziplodiny. Na jaře je potřeba počítat s aplikací neselektivního herbicidu a setím kukuřice se současným podpovrchovým zapravením průmyslového hnojiva.

2) Kukuřice po kukuřici a po okopaninách

Při pěstování kukuřice po kukuřici a po okopaninách přicházejí v úvahu technologické postupy s mělkým zpracováním půdy na podzim, zapravením minerálních hnojiv mělkým zpracováním půdy na jaře a setím kukuřice secím strojem se současným podpovrchovým zapravením NP tuhých nebo kapalných hnojiv. Při hnojení kukuřice kejdou je vhodné provést mělké zpracování půdy na podzim a zpracování půdy radličkovým kypřičem spojené s podpovrchovým zapravením kejdy na jaře. Přímé setí kukuřice do nezpracované půdy je krajní variantou. Po kukuřici na zrno mohou vznikat problémy s kvalitou založení porostů (velké množství organického zbytku na povrchu půdy), prohříváním půdy na jaře i problémy s vyšším zaplevelením (Hůla a kol., 2004).

Hustota porostu

Závisí na užitkovém směru a vlastnostech použitého hybridu. Zvláště je třeba zohlednit ranost, toleranci k zahuštění, vláhové poměry stanoviště, úroveň hnojení a intenzitu slunečního svitu (fotosynteticky aktivní radiaci). Doporučená hustota porostu klesá s prodlužující se vegetační dobou hybridů a obecně lze říci, že čím je horší stanoviště a podmínky pro pěstování kukuřice, tím se úměrně hustota snižuje (viz. tabulka č. 5). Naopak při závlaze se hustota zvyšuje o 10 – 15 %. Při stanovení skutečného výsevku se zvyšuje doporučený počet rostlin na jednotku plochy o 10 – 15 %. Eliminuje se tak nižší polní vzházivost a úbytek rostliny v průběhu vegetace.

V klimatických podmínkách ČR se doporučená hustota porostů pohybuje od 7 do 11 rostlin na m² (Zimolka, 2008). Tyto údaje zaznamenává tabulka č. 6.

Tab. 5: Orientační hodnoty pro určení hustoty porostu při sklizni

Skupina ranosti (číslo FAO)	Počet rostlin na 1 m ²	
	Vhodná stanoviště	Méně vhodná stanoviště
do 250	10 - 11	7,5 - 9
250 – 300	8 - 10	6 - 8
300 - 400	7 - 8	6 - 7

Zdroj: KWS

Tab. 6: Počet zrn a vzdálenost při seti

Počet zrn na m ²	cm	8	9	10	11
Vzdálenost zrn při různé šířce řádků	75	16,7	14,8	12,3	12,1
	70	17,9	15,9	14,3	13,0
	62,5	20,0	17,8	16,0	14,5
Počet zrn na 1 bm při různé šířce řádků	75	6,0	6,8	7,6	8,3
	70	5,6	6,3	7,0	7,7
	62,5	5,0	5,6	6,3	6,9

Zdroj: KWS

Pro stanovení reálné hustoty porostu se vychází ze zjištěného počtu rostlin v náhodně vybraných úsecích řádků na různých místech pozemku (délka úseku 5 m). Ze zjištěného průměrného počtu rostlin na jednom úseku se pak v následující tabulce č. 7 zjistí odpovídající hustota porostu. (Zimolka, 2008)

Tab. 7: Hustota porostu odpovídající počtu rostlin na řádku

Počet rostlin na 5 bm	Hustota porostu při šířce řádků	
	75 cm	70 cm
24	6,4	6,9
26	6,9	7,4
28	7,5	8,0
30	8,0	8,6
32	8,5	9,1
34	9,1	9,7
36	9,6	10,3
38	10,1	10,9
40	10,7	11,4
42	11,2	12,0
44	11,7	12,6
46	12,3	13,1

Zdroj: KWS

Výživa kukuřice seté

Z pohledu výživy, a tím i potřeby hnojení, se kukuřice vyznačuje některými zvláštnostmi, které je nutné respektovat, chceme-li dosáhnout potřebného výnosu a kvality sklizně. Jsou to:

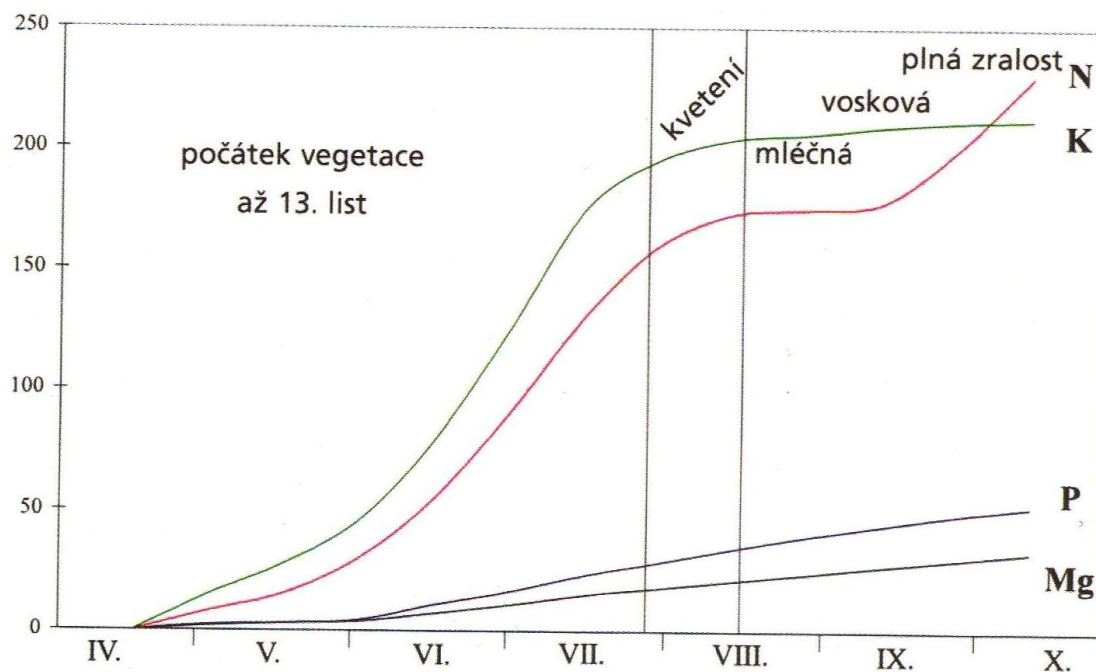
- pomalý počáteční růst a příjem živin (při výšce porostu 40 – 50 cm lze počítat s odběrem asi 35 kg N, 4 kg P 40 kg K a 2 - 3 kg Mg na ha)
- kritické období růstu i příjmu živin je na počátku vegetace, kdy je kukuřice citlivá k nižším teplotám a má malou konkurenční schopnost. Vzhledem k tomu, že nemá ještě dostatek kořenů (dobré prokoření půdy), má i omezenou příjmovou kapacitu kořenů pro živiny, zvláště pro fosfor. Jakmile však vytvoří dostatečný kořenový systém, osvojuje si živiny z půdy již poměrně dobře.
- vysoká potřeba živin nasává v průběhu intenzivního růstu nadzemních částí rostlin (prodlužovací růst), nejčastěji od počátku června, a vrcholí v poslední dekádě července
- za 35 až 45 dní (asi 10 – 15 dní před objevením laty a 25 – 30 dní po objevení laty) přijme kukuřice 70 – 75 % všech živin.
- vzhledem k delší vegetaci dobře využívá živiny, které se uvolní v půdě během vegetace, především z organických, lehčeji hydrolyzovatelných sloučenin při mineralizaci. (Vaňek, 2007).

Následující tabulka č. 8 udává množství potřebných živin na produkci 1 tuny zrna resp. silážní hmoty. Dynamiku odběru vybraných živin zaznamenává graf č. 1.

Tab. 8: Normativní potřeba živin pro kukuřici

Produkt	Kg na 1 tunu produktu					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Zrno + sláma	22 – 26	4,4 – 6,6	21 - 33	4,3 – 7,1	4,0 – 6,0	3,1 – 3,5
Silážní hmota	3,4 – 4,0	0,7 – 0,9	2,9 – 3,7	0,9 – 1,3	0,3 – 0,6	0,4 – 0,5

Zdroj: Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, str. 112



Graf 1: Dynamika odběru živin kukuřicí při výnosu šest až sedm tun z hektaru (Zimolka, 2008)

3.7. Škodlivé činitele v kukuřici seté

3.7.1. Choroby kukuřice seté

Fuzariózy

Fusarium graminearum se podílí na vzniku kořenových hnilob, může být příčinou odumírání mladých rostlin. Napadá i palice, stejně jako *Fusarium moniliforme*. Zrna v napadených palicích ztrácejí lesk, jsou scvrklá, v palicích se tvoří bělavé až narůžovělé povlaky mycelia hub, palice trouchnivějí. (Kazda, 2003)

Spála kukuřice

Helminthosporium carbonum, *H. turcicum*, *H. maydis*, *Fungi imperfecti*. Příznakem napadení jsou oválné až protáhlé skvrny na listových čepelích. Skvrny jsou světlé s tmavším okrajem, jejich tvar a zabarvení se liší jak podle druhu původce onemocnění, tak podle

odrůdy. Symptomatické rozlišení je velmi obtížné, někdy zcela nemožné. Příznaky jsou zřetelně viditelné přibližně od konce června. (Kazda, 2003)

3.7.2. Škůdci kukuřice seté

Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*)

Larvy bázlivců mohou zničit většinu kořenového systému rostlin, což vede k polehnutí rostlin a jejich kolenovitým vzhledu. (tzv. husí krky). Při větším výskytu larev je sežrán celý kořenový systém a rostlina zavadá, hnědne a hyne. Dospělci bázlivců způsobují žírem na listech malé otvory (okénkování) nebo čárkovitý žír. Dospělci se živí také pylem a bliznami. Hromadný žít brouků na klasech zabraňuje vývoji zrn v klasu (nepravidelná hluchost klasu) (Kocourek, 2006).

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*)

Dospělci, kteří neškodí, se objevují od počátku června. Oplodněné samičky kladou vajíčka na listy od června do září. Vylíhlé larvy se po krátké době prohryzávají do stébel. Vyžírají stébla nejčastěji pod samčím květenstvím, často se prožírají i do palic. Napadená stébla jsou vyplněna trusem a zbytky rostlinných pletiv, často dochází k lámání stébel. Dorostlé housenky pronikají do bazálních částí stébla, kde přezimují a kuklí se na jaře od května do června.

Bzunka ječná (*Oscinella Frit*)

Moucha klade vajíčka od začátku vzcházení kukuřice. Larva vyžírá srdéčkové i ostatní listy podélnými (ojediněle i příčnými) řadami dírek. Při rychlém růstu listů (teplo a vlhko) jsou škody menší, není zasaženo srdéčko. Napadené listy zůstávají dlouho svitnuté a po rozvinutí jsou roztřepené nebo deformované. Na kukuřici výrazněji škodí pouze larvy první generace (květen). (Zimolka, 2008)

Drátovci

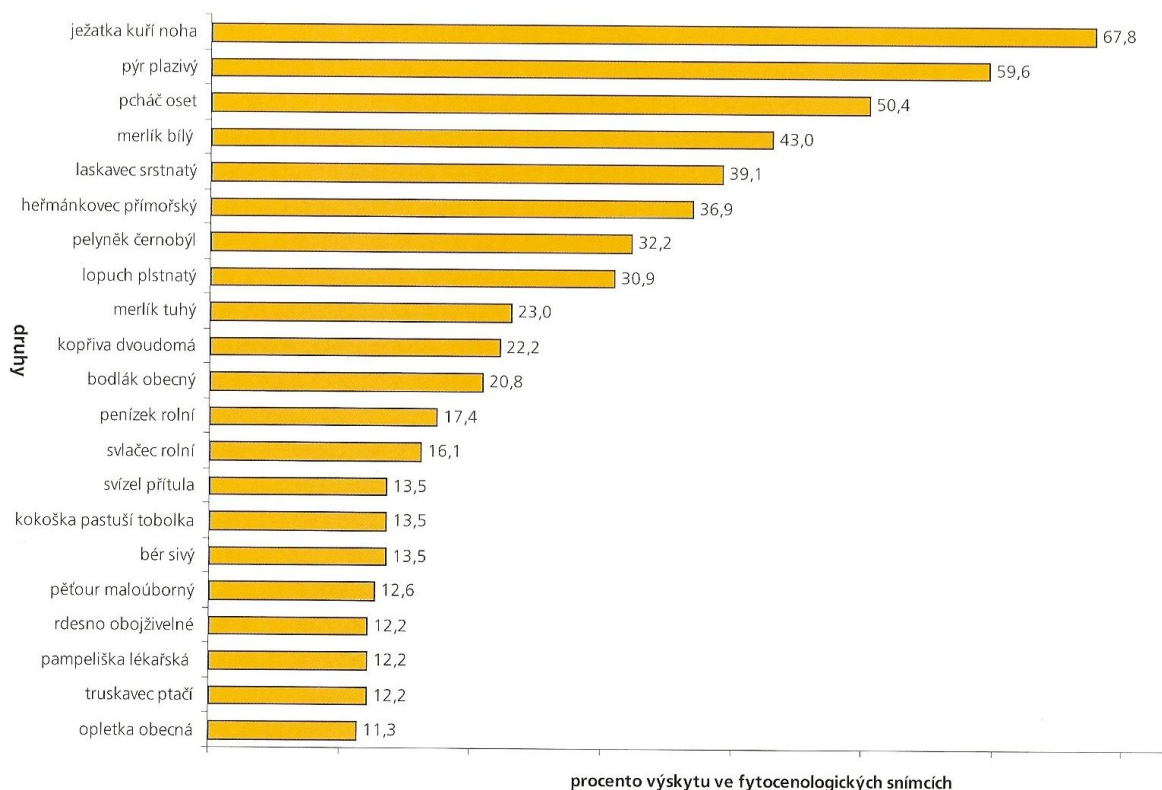
Drátovci jsou larvy kovaříků (často *Elateriade*). Vyžírají klíčící semena, později okusují kořínky nebo překusují celé kořenové krčky, případně se vžírají do bazálních částí stébel. Napadené mladé rostliny žloutnou, vadnou a zasychají. (Kazda, 2003)

Osenice (*Agrotis spp.*)

Na kukuřici škodí zejména osenice polní (*Agrotis septum*), o. ypsilonová (*A. ypsilon*), případně o. vykřičníková (*A. exclamationis*). Samička klade několik set vajíček nejčastěji na plevelné rostliny (merlíky). Největší škody vznikají především na mladých rostlinách. Škodí místy, její výskyt je ovlivněn lokalitou a ročníkem s víceletým kolísáním populace. (Zimolka, 2008)

3.7.3. Plevel v kukuřici seté

Kukuřice má v počátečním období růstu velmi slabou konkurenční schopnost proti plevelům. Vzhledem k tomu, že je pěstovaná v širokých řádcích, trvá poměrně dlouho, než dojde k zapojení porostu. Teprve od té doby mohou rostliny kukuřice účinně konkurovat vzcházejícím plevelům. Ničím neomezený růst plevelů, především těch s nižšími nároky na teplotu, nastává zvláště při průběhu chladnějšího počasí po zasetí, kdy kukuřice pomalu vzchází. Porosty kukuřice jsou zaplevelovány především pozdně jarními a vytrvalými druhy plevelů. Zastoupení jednotlivých druhů plevelů v kukuřici v podmínkách řepařské výrobní oblasti jsou shrnuta v grafu č. 2.



Graf 2: Frekvence výskytu jednotlivých druhů plevelů v kukuřici (Zimolka, 2008)

Těžiště regulace plevelů v kukuřici bylo dříve v kultivaci během vegetace, tj. vláčení a opakovaném meziřádkovém obdělávání podobně jako u okopanin. V současné době neposkytuje zpracování půdy ke kukuřici velké možnosti k regulaci plevelů. Převážná část regulace plevelů se tak přenáší do vegetační doby kukuřice, kdy jsou používány herbicidy. (Zimolka, 2008)

3.8. Bioplynové stanice

Jednou z cest pro výrobu energie je využití biomasy. V resortu zemědělství tak vznikají nové možnosti pro prvovýrobu. V procesu přeměny dochází k mikrobiologickému rozkladu organických látek na cukr, organické kyseliny a alkohol, dále k fermentaci na kyselinu octovou a vzniku metanu prostřednictvím bakterií metanového kvašení. Cílem je vysoký výnos specifického bioplynu (KWS, 2006).

Bioplynové stanice se obecně dělí na zemědělské, čistírenské a ostatní. V diplomové práci se zabývám především zemědělskými BPS.

Anaerobní fermentací v bioplynových stanicích vzniká energeticky bohatý bioplyn s různými možnostmi využití a fermentační zbytek, který je možné využít jako hnojivo. Rozklad organického materiálu probíhá v uzavřených reaktorech a vznikající metan je dále zpracováván, což zabraňuje jeho samovolnému úniku do ovzduší, jak by tomu bylo např. na skládce.

Dříve zemědělské BPS sloužily jako výrobní teplo pro vlastní potřebu zemědělského provozu. Dnes je pro vzrůstající počet zemědělských podniků provoz bioplynové stanice ekonomicky přínosný (produkce energeticky bohatého bioplynu s různými možnostmi využití) se současným řešením dalších problémů, jako je nový způsob využití pěstované plodiny, zpracování živočišných zbytků a biologického odpadu z provozoven. K těmto důvodům se musí připočítat následná efektivní tvorba organického hnojiva a řešení nakládání s odpady. (Kocián, 2009)

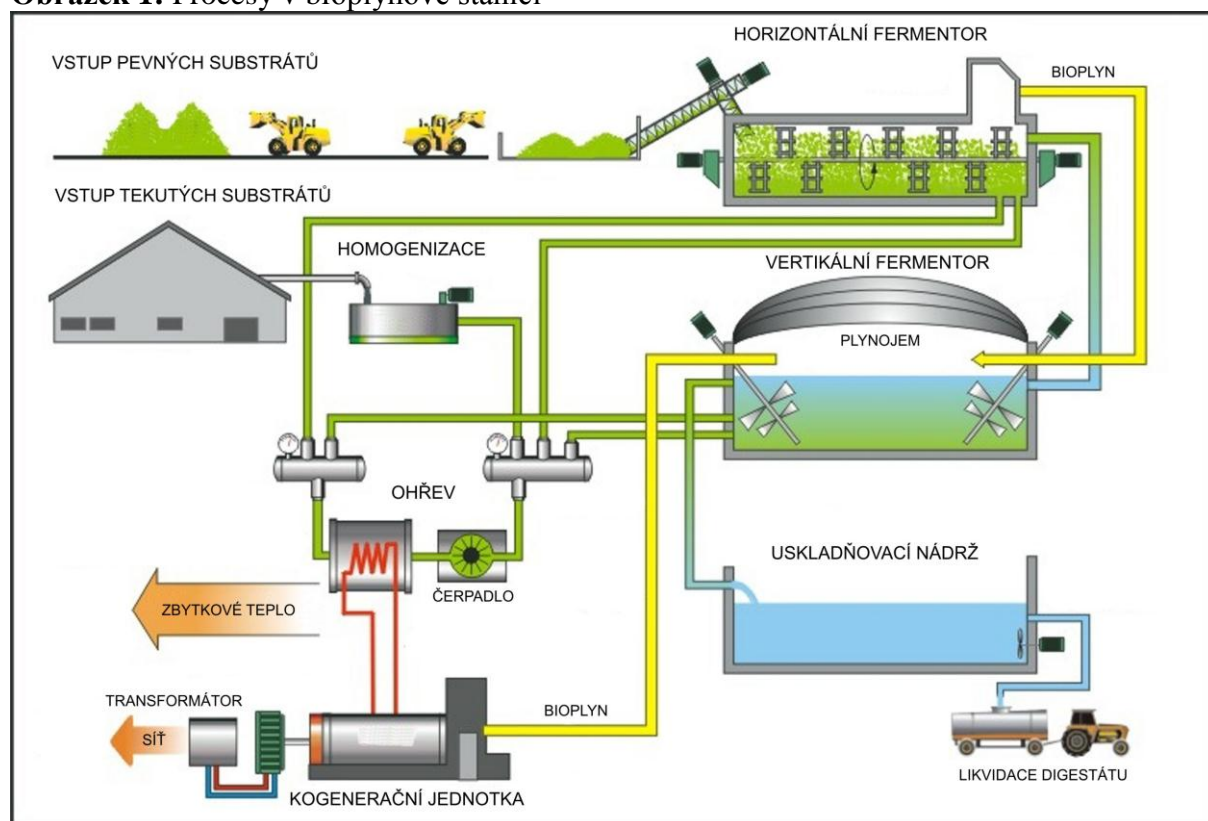
Zemědělské bioplynové stanice jsou takové bioplynové stanice, které zpracovávají materiály rostlinného charakteru a statkových hnojiv, resp. podestýlky. Na těchto bioplynových stanicích není možné zpracovávat odpady podle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, ani jiné materiály spadající pod Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1774/2002 o vedlejších živočišných produktech. (Kazda, 2009)

Bioplynová stanice je složena ze vstupní jímky tekutých substrátů (kejdy, močůvky, silážních šťáv), dále z fermentoru (může jich být více), vkládajícího zařízení pro pevné

substráty (travní senáž, obilí atd.), strojovny s kogeneračními jednotkami a skladovou jímku digestátu. Množství tekutých vstupů, které má zemědělec k dispozici, se několikrát denně čerpá v malých dávkách do fermentoru. Suché vstupy (hnůj, senáže) se naplní do vkládacího zařízení, které je následně vkládá rovněž v malých dávkách (cca. 3x za hodinu po 200 kg) do fermentoru, kde se následně promíchávají s původním substrátem. Protože hladina musí zůstat konstantní, stejné množství tekutého digestátu přeteče současně do fermentační nádrže nebo do skladovací jímky. (Martanová, 2010)

Rozšíření činnosti zemědělců o provozování BPS a o pěstování energetických plodin jakožto zdroje pro tato zařízení je jednou z významných možností, jak posílit budoucí udržitelnost zemědělství a venkova. Zahraniční studie potvrzují, že BPS mají pozitivní přínos pro zemědělce. Přináší jim nové a stabilní příjmy, produkují ekologickou energii a kvalitní hnojivo (<http://www.agromont.cz/cs/11/section-40/energetika-biopllynovy-stanice.htm>). Na obrázku č. 1 jsou zobrazeny procesy v bioplynové stanici

Obrázek 1: Procesy v bioplynové stanici



Zdroj: <http://www.agromont.cz/cs/11/section-40/energetika-biopllynovy-stanice.htm>

Zemědělci, kteří si dnes pořizují bioplynové stanice, tím zpravidla sledují celou řadu cílů. Jednotlivé cíle přitom mají pro každý provoz jinou váhu.

Cíle bioplynové stanice:

- získání hodnotné energie
- zmenšení žíravého účinku
- zlepšení tekutosti
- zmenšení zatížení vzduchu metanem a čpavkem
- zabránění ztrátám živin
- zlepšení odolnosti rostlin
- zlepšení zdravotního stavu rostlin
- hygienizace kejdy
- omezení klíčivosti semen plevelů
- apod.

Na prvním místě stojí výroba hodnotného, mnohostranně použitelného a ekologického nositele energie, kterou lze v jakémkoli rozsahu výkonu přeměnit na elektrický proud a teplo. Bioplynová kejda vyvážená na rostlinný porost jakožto hnojivo na list působí méně žíravě než surová kejda. To je rozhodující aspekt pro mnohé ekologické hospodařící provozy (Schulz a Eder, 2004).

Zemědělské bioplynové stanice v ČR

Pro odhad uplatnění bioplynových stanic v zemědělství bylo provedeno šetření formou přímého dotazování provozovatelů zemědělských podniků a vytvořen odhad možného absolutního potenciálu zemědělských BPS.

Z šetření vyplynulo, že v kategorii podniků, které obhospodařují méně než 500 hektarů, je celkové uplatnění BPS relativně nízké, a to především s ohledem na to, že samostatný zemědělský subjekt není schopen zajistit dostatečné množství surovin na pokrytí provozu této stanice s minimálním ekonomicky dosažitelným výkonem. Výzkumné a vývojové organizace intenzivně pracují na vývoji malých BPS, které by byly ekonomicky uplatnitelné, takže i zde můžeme čekat v horizontu asi pěti let zvýšení potenciálu. V podnicích s vyšší výměrou než 500 hektarů existuje celá řada provozně ověřených řešení bioplynových stanic. Z dotazníkového šetření vyplynula jako jediná technická bariéra výrazná specializace některých zemědělských podniků na určitou komoditu či podnikatelský sektor (Habart a Stupavský, 2010).

Výstavba bioplynových stanic je dotačně podporována v rámci Programu rozvoje venkova, opatření osy I. a osy III. Jedná se o podprogramy I. 1. 1. Modernizace zemědělských podniků a I. 1. 2. Investice do lesů, dále III. 1. 1. Diverzifikace činností nezemědělské povahy a III. 1. 2. Podpora zakládání podniků a jejich rozvoje.

V letech 2007 až 2010 zaregistrovalo Ministerstvo zemědělství ČR celkem 171 žádostí o investiční podporu výstavby nových nebo rekonstrukci stávajících bioplynových stanic v rámci diverzifikace zemědělských činností z Programu rozvoje venkova. Pro tento účel jsou připraveny celkem zhruba 3,5 miliardy korun, jednu čtvrtinu činí podpora ze státního rozpočtu a zbylé tři čtvrtiny jsou z rozpočtu Evropské unie.

Žadatelem o podporu výstavby bioplynové stanice může být výhradně zemědělský podnikatel s převažující činností v oblasti zemědělské výroby. Jedná se buď o mikropodniky, to znamená o subjekty s méně než deseti zaměstnanci a ročním obratem nebo roční účetní rozvahou nižší než 2 miliony euro, nebo o větší podniky, které však musí splňovat podmínku alespoň dvouleté historie podnikání v zemědělské výrobě. Maximální výše dotace je do 30 % způsobilých výdajů, jejichž limit je stanoven na 75 milionů korun (Dvořáčková, 2011).

Česká republika má jako indikativní cíl stanoven 13% podíl obnovitelných zdrojů energie (OZE) na primární spotřebě elektrické energie do roku 2020. V současné době se pohybuje tato hodnota na úrovni 8,5 %. (GHW_national_report_CZE_summary_ver_final[1]) V tabulce č. 9 je uveden počet bioplynových stanic v ČR k lednu 2010.

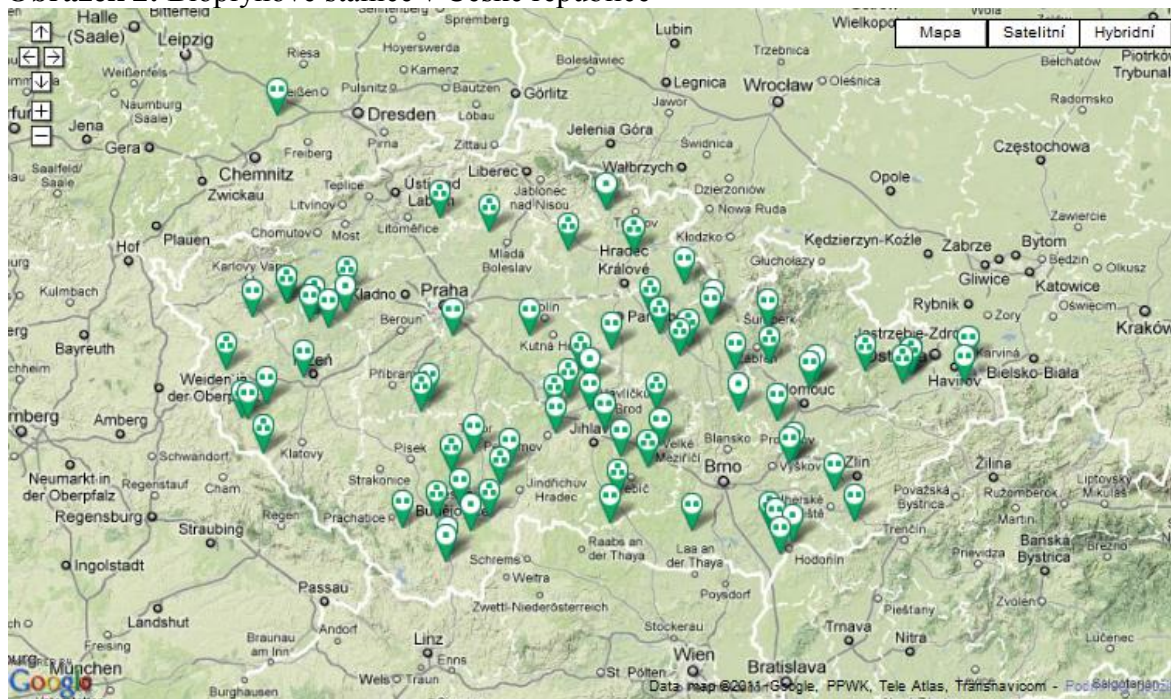
Tab. 9: Bioplynové stanice v ČR (leden 2010)

Zařízení pro produkci bioplynu s využitím pro kogeneraci	Počet stanic	Instalovaný výkon [MW]
Zemědělské stanice	91	56,64
ČOV	57	18,89
Skládkový plyn	61	23,02
Celkem	209	96,55

Zdroj: GHW_national_report_CZE_summary_ver_final[1]

Na následujícím obrázku č. 2 je mapa České republiky, na které jsou zvýrazněny zemědělské bioplynové stanice.

Obrázek 2: Bioplynové stanice v České republice



legenda



Zdroj: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynovne-stanice>

Výroba bioplynu

Substráty pro anaerobní rozklad zahrnují různé druhy materiálů, které je možné využít pro produkci metanu. Mohou to být materiály od snadno rozložitelných odpadních vod po komplexní odpady s vysokou koncentrací tuhých látek. Z historického hlediska se anaerobní vyhnívání spojovalo hlavně se zpracováním hnoje hospodářských zvířat a kalu z čistíren odpadních vod (Hutňan, 2010).

V tabulce č. 10 je uveden přehled použitelných substrátů pro výrobu bioplynu.

Tab. 10: Přehled substrátů pro produkci bioplynu

PŘEHLED MATERIÁLŮ PODLE JEJICH PŮVODU		
ZEMĚDĚLSKÉ	PRŮMYSLNÉ	KOMUNÁLNÍ
hnůj	potravinářské	tuhý komunální odpad
energetické plodiny	farmaceutické	odpadový kal
biomasa řas	cukrovarnické	zahradní odpad
zbytky úrody	biochemické	zbytky jídla

Zdroj: (<http://kchbi.chtf.stuba.sk/cevoze/doc/pod6/Zbornik%20komplet%20zamknuty.pdf#page=50>)

Výtěžek bioplynu z jednoho hektaru je závislý na:

- výnosu biomasy z jednotky plochy
- stupni zralosti rostliny
- termínu sklizně
- kvalitě řezanky (správná délka)
- způsobu uskladnění a kvalitě konzervace
- době setrvání ve fermentoru

Kukuřice je pro anaerobní fermentaci ideální plodinou ve formě kukuřičné siláže, která je schopna zajistit po celý rok kvalitativně stejné parametry vstupního substrátu bioplynových stanic s vhodným chemickým složením. Pro zlepšení podmínek fermentoru bývá často do substrátu přidáváno i zrno kukuřice o vysoké vlhkosti (Zimolka,2008).

U příslušných hybridů kukuřice pro efektivní produkci bioplynu je požadován vysoký výnos silážovatelné hmoty, 50 – 70 t/ha. Příznivý model živin silážovatelných rostlin kukuřice je pro tvorbu metanu v rozsahu 31 až 34 % sušiny. Sklizeň celé rostliny s obsahem sušiny < 25 % není žádoucí. Kukuřičná siláž totiž produkuje silážní šťávu a má sklon k vytváření zápachu (Zimolka, 2008).

Podpora výroby bioplynu v České republice:

Podpora bioplynu je v České republice založena na účinnosti zákona č. 180/2005 Sb. a skládá se ze tří podpůrných schémat:

1. Prioritní připojení do rozvodné sítě (až do kapacity sítě umožňující kontinuální provoz)
2. Pevný poplatek za připojení založené na instalovaném výkonu
3. Výkupní tarify a zelené bonusy (www.gashighway.net)

Výkupní ceny a zelený bonus

V případě výkupních cen má provozovatel regionální distribuční soustavy nebo provozovatel přenosové soustavy povinnost od výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů (OZE) vykoupit veškerý objem vyrobené elektřiny za cenu stanovenou cenovým rozhodnutím. Při podpoře formou zelených bonusů si musí výrobce najít sám svého odběratele elektrické energie a s ním si sjednat cenu. Výkupní ceny i zelené bonusy výrobci vždy hradí provozovatel regionální distribuční soustavy nebo provozovatel přenosové soustavy podle toho, ke které soustavě je připojen. Zelený bonus je příplatek k tržní ceně elektřiny. Výše zeleného bonusu je pro každý druh OZE každoročně upravována a zveřejněna

v cenovém rozhodnutí ERÚ. V současné době jsou platná cenová rozhodnutí č. 4/2009 a 5/2009. Vzhledem k tomu, že tržní cenu může výrobce ovlivnit, lze získat vyšší výnos než v režimu pevných výkupních cen. Nevýhodou systému zelených bonusů je vyšší míra rizika, neboť výrobce nemá zaručen 100% odbyt vyrobené elektřiny na trhu ani výši tržní ceny. (ERÚ, 2011)

4. Metodika

4.1. Charakteristika pokusu

Polní pokusy byly založeny v roce 2010 ve dvou lokalitách – Malý Bor (bramborářská výrobní oblast) a Ostřetín (řepařská výrobní oblast). Zima 2009/2010 byla delší než je obvyklé a teploty především v jarních měsících byly podprůměrné, což mělo vliv na růst a vývoj kukuřice. Zaseté hybridy byly vhodně vybrány pro každou oblast.

Pokusy byly založeny v 5 variantách s teoretickou hustotou 72 tis., 83 tis., 92 tis., 102 tis. a 113 tis. rostlin/ha se dvěma opakováními. Byly zasety čtyři řádky o délce 110 m pro jednu variantu. Po vzejití kukuřice (výška 25 – 30 cm) byly rostliny přepočítány pro určení rozdílu mezi výsevkem a skutečnou hustotou porostu. Přepočet byl proveden až v červnu, protože jarní teploty byly nízké a rostliny vzcházely pomalu. Sklizeň kukuřice proběhla na začátku října, konkrétně 1.10.2010 a 5.10.2010. Vzorky byly analyzovány přímo na poli pomocí mobilní laboratoře. V následujícím textu jsou pro zjednodušení uváděny hustoty výsevku bez jednotek jako názvy variant. Uváděnými čísly je vždy myšlen počet rostlin na hektar (tis. rostlin/ha).

Pro získání odpovědi na otázku, zda-li existuje průkazný rozdíl mezi různou hustotou výsevku a výnosem zelené (resp. suché hmoty) a mezi hustotou výsevku a jednotlivými kvalitativními parametry, bylo nutné provést podrobnou analýzu vypěstované kukuřice. Zkoumány tedy byly výnosy zelené a suché hmoty a následně obsah sušiny, vlákniny, cukrů, škrobu, stravitelných látek (ELOS), neutrální detergentní vlákniny (NDF), kyselá detergentní vlákniny (ADF), dusíkatých látek a popelovin. Pro provedení rozborů byla využita níže popsaná mobilní laboratoř, která provedla analýzu přímo na poli. Aby zjištěný obsah kvalitativních parametrů byl určen co nejpřesněji, byly rozborů provedeny z jednotlivých rostlin, ne ze silážní hmoty.

4.3. Statistické metody

Pro analýzu dat byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Průkaznost diferencí mezi jednotlivými variantami byla následně zjišťována pomocí Tukeyova HSD testu. Pro statistické analýzy byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

4.4. Ekonomické zhodnocení výnosů a nákladů

Ekonomické zhodnocení výnosů a nákladů je založeno na porovnání vynaložených nákladů na nákup osiva a výnosů kukuřičné siláže (Kč/ha). Cena pro jednu výsevní jednotku

byla zvolena 3 600 Kč. Balení 1 VJ obsahuje 80 000 zrn. Stanovení ceny siláže je obtížné. Záleží na každém podniku, co všechno do této ceny započítává. Obecně lze říci, že se pohybuje kolem 800 Kč/t. V kalkulaci nejsou započítávány náklady na založení a sklizeň porostu, ceny ochranných látek a hnojiv.

4.4. Mobilní laboratoř

Laboratoř je instalována v dodávkovém automobilu, který je vybaven tak, aby mohl pracovat u silážní jámy či na poli. Laboratoř disponuje přístroji pro odběry, zpracování a uchování vzorků pro analýzy, vlastní elektrocentrálou (220 V), rozvodem stlačeného vzduchu a vody, digestoří a dalším zařízením pro vyhodnocování kvality konzervovaných krmiv. V prostoru laboratoře je neustále udržována stabilní teplota.

Základem laboratoře je přístroj ZEISS CORONA 45 NIR. Jedná se o NIR (Near Infrared) spektrometr, který je schopen provádět velmi rychle běžné analýzy objemných krmiv. Tento přístroj pracuje na bázi absorpance blízkého infračerveného spektra (NIR) a to v rozmezí 960 – 1690 nm. Měřený vzorek o hmotnosti 250 – 750 g (v závislosti na druhu materiálu) je umístěn v kyvetě, která se vkládá do rotačního „talíře“. Ten protáčí vzorek nad lampou, která je umístěna tak, aby záření zasáhlo největší část vzorku. Doba skenování je obvykle 20 sekund. Lampa je na svém obvodu opatřena 15 snímači, které zachycují záření (energii, spektrum) odražené od vzorku. Vyhodnocuje tak, kolik a jaká část spektra/energie byla vzorkem odražena nebo pohlcena.

Spektrometr je propojen s počítačem se speciálním softwarem. Používá se program od firmy SensoLogic, který jednak řídí činnost spektrometru, jednak vyhodnocuje naměřené spektrum. To spočívá v porovnání s uloženými kalibračními křivkami.

Pro každý materiál je vytvořena zvláštní kalibrace. Pro její vytvoření se nejprve naskenují vzorky příslušných materiálů. Počet vzorků a jejich parametry jsou dány kalibračním schématem tak, aby postihly co nejreprezentativnější část. Přesnost kalibrace je podstatná pro provedení přesných měření. V laboratoři v Buxtehude (Německo) se každý rok provádějí aktualizace kalibrací pro jejich zpřesnění. V průběhu roku se provádí kontrolní měření standardů jednotlivých materiálů a technická kontrola přístroje.

U kukuřičné siláže se provádí kompletní vyhodnocení fermentačního procesu, technologického zpracování siláže měření zhutněné siláže včetně vyhodnocení podílu jednotlivých velikostních frakcí prováděných na soustavě sít.

4.5. Pokusné lokality

4.5.1. Malý Bor

Pokus v Malém Boru založila firma Pioneer ve spolupráci s podnikem AGROSPOL Malý Bor, a.s. Pozemky se nacházejí v nadmořské výšce 480 m. Byl zde použitý hybrid s č. FAO 250. Kukuřice byla zasetá 24.4.2010 a sklizena 1.10.2010. Druh půdy je zde definován jako střední. Pozemek nebyl hnojen organickými hnojivy. V tabulce č. 11 jsou uvedeny průměrné úhrny srážek a teplot v roce 2010 v Malém Boru.

Tab. 11: Průměrné úhrny srážek a průměrné teploty v Malém Boru

Měsíc	Srážky v mm	Teplota [°C]
Leden	46,7	-4,7
Únor	23,9	-2,0
Březen	24,8	2,5
Duben	30,5	8,2
Květen	73,0	11,0
Červen	71,6	16,2
Červenec	91,1	19,7
Srpen	150,4	16,5
Září	37,4	10,9
Říjen	17,9	6,0
Listopad	55,0	4,2
Prosinec	59,5	-5,1

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav

V tabulce č. 12 jsou uvedeny plánované hustoty porostů v porovnání se skutečnými. Z údajů je patrné, že skutečné počty vzešlých rostlin byly vždy menší, než plánované hustoty. Nejvyšší rozdíl mezi plánovanou a skutečnou hustotou porostu vznikl u varianty 113 tis., kde dosahuje 10 030 rostlin.

Tab. 12: Hustota porostů

Hustota porostů - Malý Bor PR39W45 FAO siláž 250			
Varianta v tis.	plánovaná hustota porostu (rostlin/ha)	skutečná hustota porostu (rostlin/ha)	rozdíl mezi plánov. výsevkem a skuteč. počtem rostlin
72	71 100	68 820	-2 280
83	83 600	77 110	-6 490
92	92 500	86 760	- 5 740
102	102 100	94 350	-7 750
113	113 000	102 970	-10 030

4.5.2. Ostřetín (okr. Pardubice)

Pokus v Ostřetíně byl založen ve spolupráci firmou Pioneer ve spolupráci s podnikem ZS Ostřetín. Pozemky se nacházejí v nadmořské výšce 250 m. Byl zde použitý hybrid s č. FAO 330. Kukuřice byla zasetá 26.4.2010 a sklizena 5.10.2010. Druh půdy je zde definován jako lehčí až střední. Při hnojení plodiny bylo použito organické hnojení (digestát). V tabulce č. 13 jsou uvedeny průměrné hodnoty množství srážek a průměrné teploty pro danou oblast.

Tab. 13: Průměrné úhrny srážek a průměrné teploty v Ostřetíně

Měsíc	Srážky v mm	Teplota v °C
Leden	59,5	-4,6
Únor	11,8	-0,7
Březen	30,7	4,5
Duben	62,9	9,5
Květen	99,2	13,1
Červen	31,6	18,4
Červenec	105,6	21,7
Srpen	106,4	18,7
Září	101,8	12,8
Říjen	7,8	7,1
Listopad	46,6	6,0
Prosinec	34,8	4,7

V tabulce č. 14 jsou opět uvedeny plánované hustoty porostů v porovnání se skutečnými. Zde lze také vyčíst, že plánované výsledky byly vyšší než skutečné. Nejvyšší rozdíl mezi odhadovanou a skutečnou hustotou porostu vznikl u varianty 113. Hodnota ovšem nedosahuje tak velkého rozdílu jako v případě pokusu v Malém Boru (6 660 rostlin).

Tab. 14: Hustota porostů

Hustota porostů - Ostřetín PR38H20 FAO siláž 330			
Varianta v tis.	plánovaná hustota porostu (rostlin/ha)	skutečná hustota porostu (rostlin/ha)	rozdíl mezi plánov. výsevkem a skuteč. počtem rostlin
72	71 100	69 940	-1 160
83	83 600	79 310	-4 290
92	92 500	89 100	-3 400
102	102 100	99 450	-2 650
113	113 000	106 340	-6 660

5. Výsledky

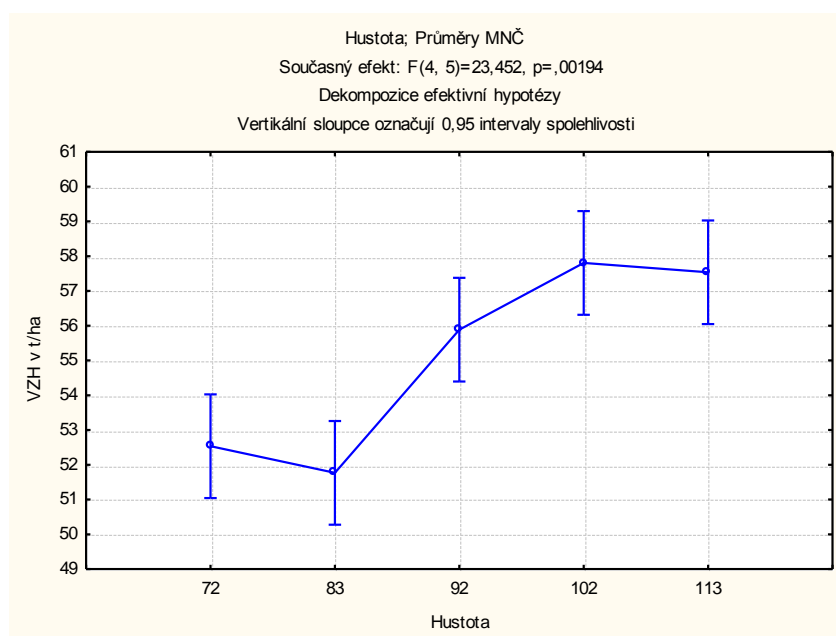
5.1. Výnos zelené a suché hmoty

V tabulce č. 15 jsou uvedeny průměrné hodnoty výnosu zelené hmoty při různých variantách výsevu. Nejvyšší výnos v Malém Boru byl dosažen při hustotě výsevu 92 tis. (55,89 t/ha) a v Ostřetíně při hustotě 102 tis. (45,56 t/ha).

Tab. 15: Výnos zelené hmoty [t/ha]

	Hustota výsevu (tis. rostlin/ha)				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	52,54	51,77	55,89	57,81	57,54
Ostřetín	43,34	43,50	45,08	45,56	45,40

Podle statistických výstupů lze konstatovat, že rozdíl výnosu zelené hmoty v Malém Boru mezi různými variantami je statisticky průkazný. Z následujícího grafu č. 4 je možné vyčíst, že při vyšší hustotě porostu bylo dosaženo vyššího výnosu (92 tis., 102 tis., 113 tis. rostlin/ha). Také to potvrzuje tabulka č. 16, kde je proveden Tukeyův HSD test. Červeně jsou zvýrazněny p - value, které dosahují hodnoty nižší než 0,05, čímž je potvrzen statisticky významný rozdíl.

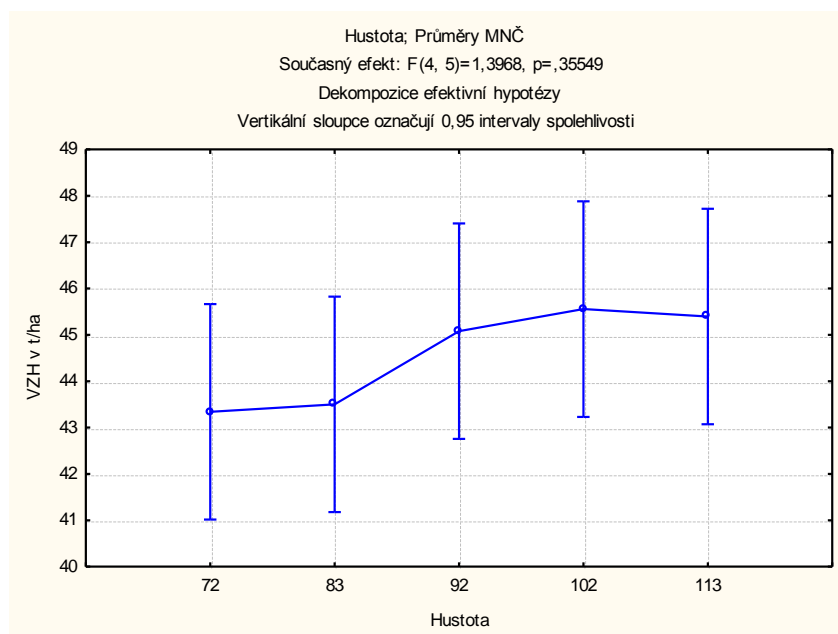


Graf 4: Výnos zelené hmoty, Malý Bor

Tab. 16: Tukeyův HSD test, VZH, Malý Bor

Č. buňky	Hustota	Tukeyův HSD test; proměnná VZH v t/ha Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,67224, sv = 5,0000				
		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		52,535	51,770	55,885	57,805	57,535
1	72		0,87315	0,04677	0,00726	0,00912
2	83	0,87315		0,02077	0,00401	0,00490
3	92	0,04677	0,02077		0,26852	0,37551
4	102	0,00726	0,00401	0,26852		0,99662
5	113	0,00912	0,00490	0,37551	0,99662	

Statistické výstupy ukázaly, že v Ostřetíně neexistuje významný rozdíl výnosu zelené hmoty mezi různými variantami výsevu. Výsledek analýzy znázorňuje graf č. 5.

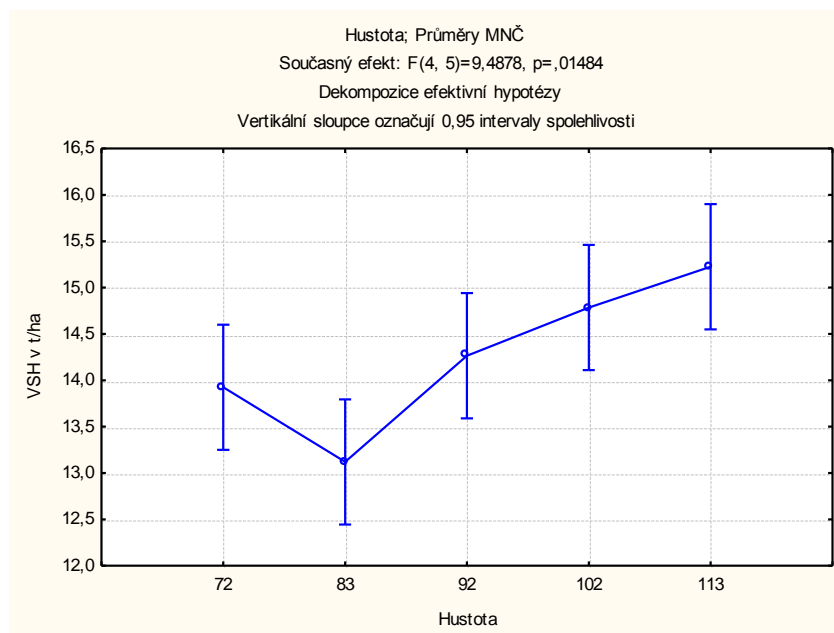
**Graf 5:** Výnos zelené hmoty, Ostřetín

V tabulce č. 17 jsou uvedeny průměrné hodnoty výnosu suché hmoty při různých variantách výsevu. Nejvyšší výnos v Malém Boru i v Ostřetíně byl naměřen při hustotě výsevu 113 tis. (15,22 t/ha a 17,50 t/ha).

Tab. 17: Výnos suché hmoty [t/ha]

	Hustota výsevu v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	13,92	13,12	14,27	14,78	15,22
Ostřetín	16,34	16,12	16,72	16,93	17,50

Podle grafu č. 6 a následně uvedené tabulky č. 18 lze říci, že v Malém Boru existuje statisticky průkazný rozdíl výnosu suché hmoty při různých hustotách výsevku. Tento rozdíl je patrný mezi variantami 83 tis. a 102 tis., 83 tis. a 113 tis.

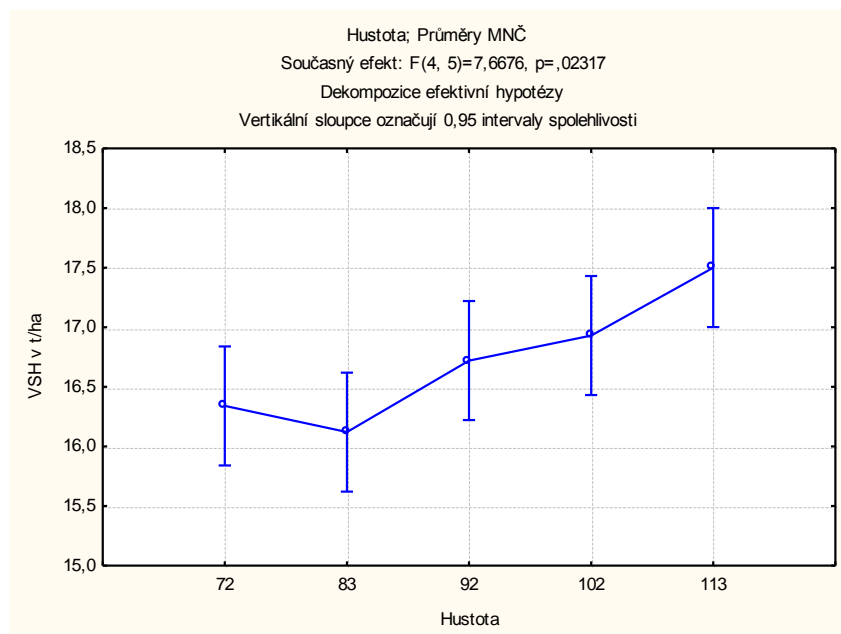


Graf 6: Výnos suché hmoty, Malý Bor

Tab. 18: Tukeyův HSD test, VSH, Malý Bor

Tukeyův HSD test; proměnná VSH						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = ,13800, sv = 5,0000						
Č. buňky	Hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		13,925	13,120	14,265	14,785	15,225
1	72		0,32131	0,88003	0,27603	0,08188
2	83	0,32131		0,12457	0,03273	0,01249
3	92	0,88003	0,12457		0,65311	0,20865
4	102	0,27603	0,03273	0,65311		0,76107
5	113	0,08188	0,01249	0,20865	0,76107	

Podle následujícího grafu č. 7 lze konstatovat, že také v Ostřetíně existuje průkazný rozdíl výnosu suché hmoty, a to mezi variantami 72 tis. a 113 tis., 83 tis. a 113 tis., kdy při vyšší hustotě bylo dosaženo vyššího výnosu. Hodnoty p pro jednotlivé kombinace variant jsou uvedeny v tabulce č. 19.



Graf 7: Výnos suché hmoty, Ostřetín

Tab. 19: Tukeyův HSD test, VSH, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná VSH						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = ,07544, sv = 5,0000						
Č. buňky	Hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		16,340	16,120	16,720	16,930	17,500
1	72		0,91979	0,66136	0,32754	0,04124
2	83	0,91979		0,31563	0,14283	0,02068
3	92	0,66136	0,31563		0,93073	0,15992
4	102	0,32754	0,14283	0,93073		0,35256
5	113	0,04124	0,02068	0,15992	0,35256	

5.2. Kvalitativní parametry

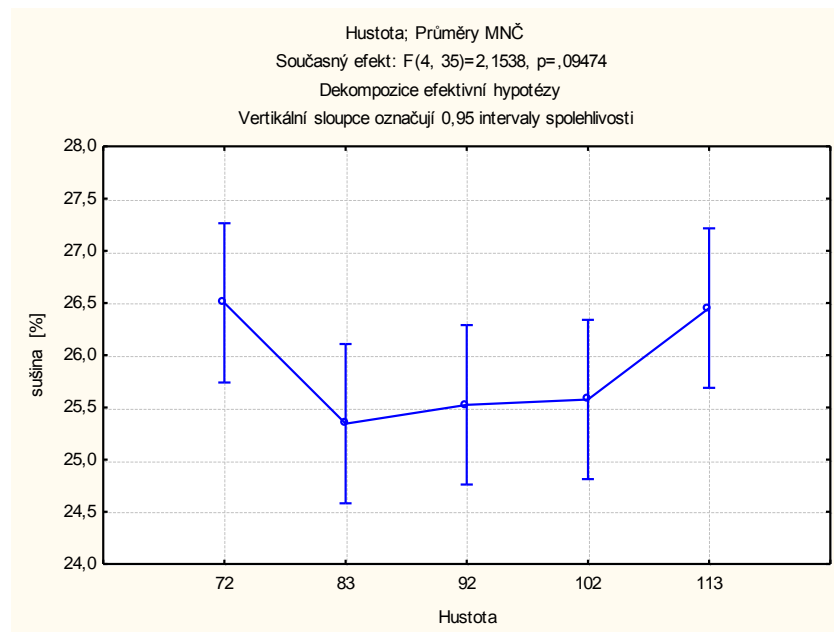
SUŠINA

V tabulce č. 20 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu sušiny při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 102 tis. (25,58 %) a v Ostřetíně při hustotě 113 tis. (38,60 %)

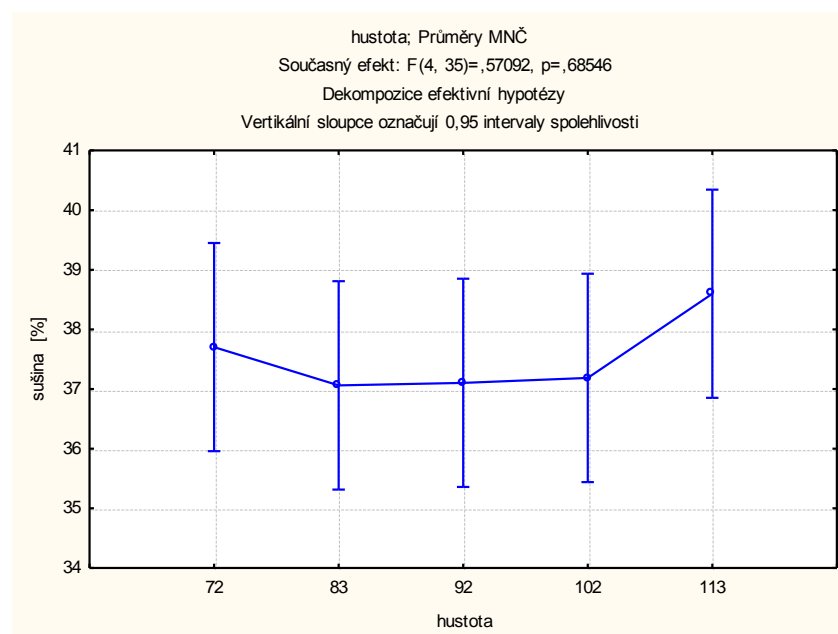
Tab. 20: Obsah sušiny [%]

	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	26,50	25,34	25,52	25,58	26,45
Ostřetín	37,70	37,06	37,10	37,19	38,60

Jak potvrzují grafy č. 8 a 9, nebyly v případě sušiny zjištěny průkazné rozdíly mezi jejím obsahem a variantou výsevku v Malém Boru ani v Ostřetině.



Graf 8: Obsah sušiny, Malý Bor



Graf 9: Obsah sušiny, Ostřetín

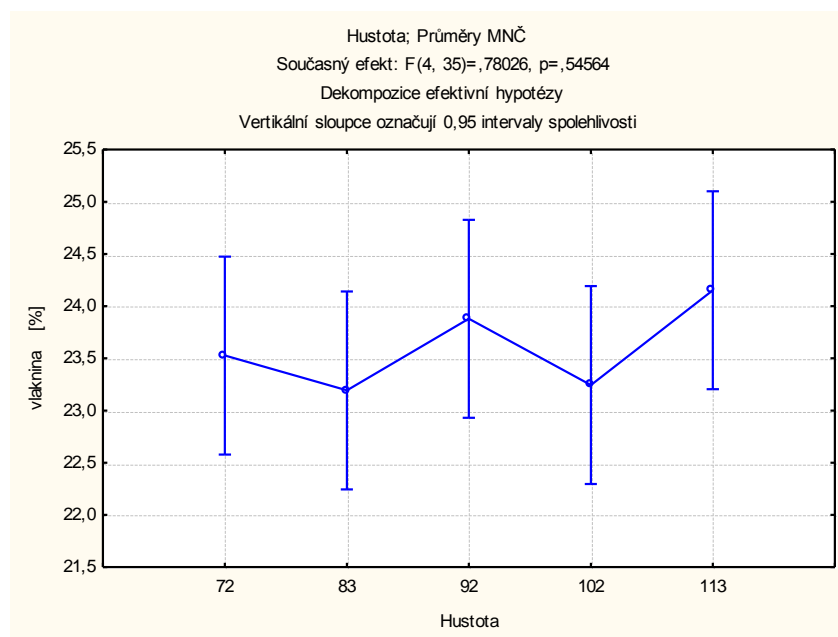
VLÁKNINA

V tabulce č. 21 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu sušiny při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 113 tis. (24,15 %) a v Ostřetíně při hustotě 72 tis. (18,85 %)

Tab. 21: Obsah vlákniny [%]

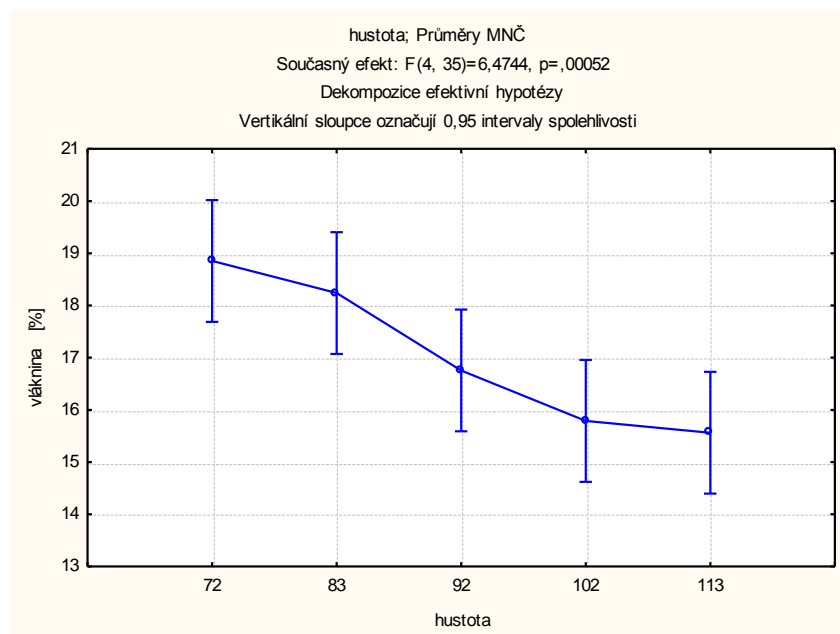
	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	23,53	23,19	23,88	23,24	24,15
Ostřetín	18,85	18,24	16,76	15,79	15,56

Graf č. 10 prokazuje, že neexistuje rozdíl v obsahu vlákniny při různé hustotě výsevku v oblasti Malý Bor.



Graf 10: Obsah vlákniny, Malý Bor

Podle grafu č. 11 byla zjištěna závislost mezi některými variantami a obsahem vlákniny pro oblast Ostřetín. Z tabulky č. 22 lze vyčíst, že průkazné rozdíly jsou mezi variantami 72 tis. a 102 tis., 72 tis. a 113 tis., 83 tis. a 102 tis., 83 tis. a 113 tis. S rostoucí hustotou porostu se snižuje obsah vlákniny.



Graf 11: Obsah vlákniny, Ostřetín

Tab. 22: Tukeyův HSD test, vláknina, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná Vláknina Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 2,6430, sv = 35,000						
Č. buňky	Hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		18,853	18,239	16,755	15,789	15,562
1	72		0,94127	0,09615	0,00526	0,00247
2	83	0,94127		0,37632	0,03616	0,01820
3	92	0,09615	0,37632		0,75748	0,58926
4	102	0,00526	0,03616	0,75748		0,99866
5	113	0,00247	0,01820	0,58926	0,99866	

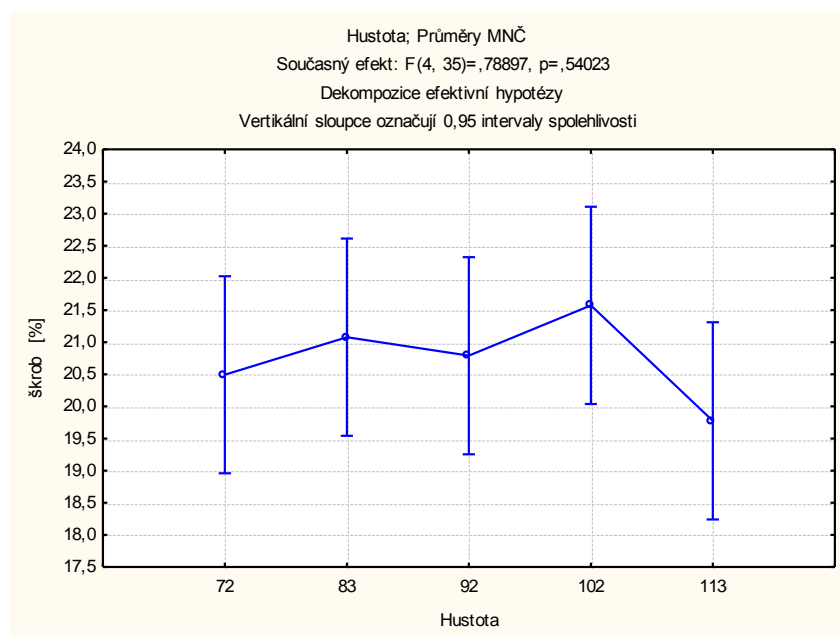
ŠKROB

V tabulce č. 23 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu škrobu při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 102 tis. (21,57 %) a v Ostřetíně při hustotě 113 tis. (33,49 %).

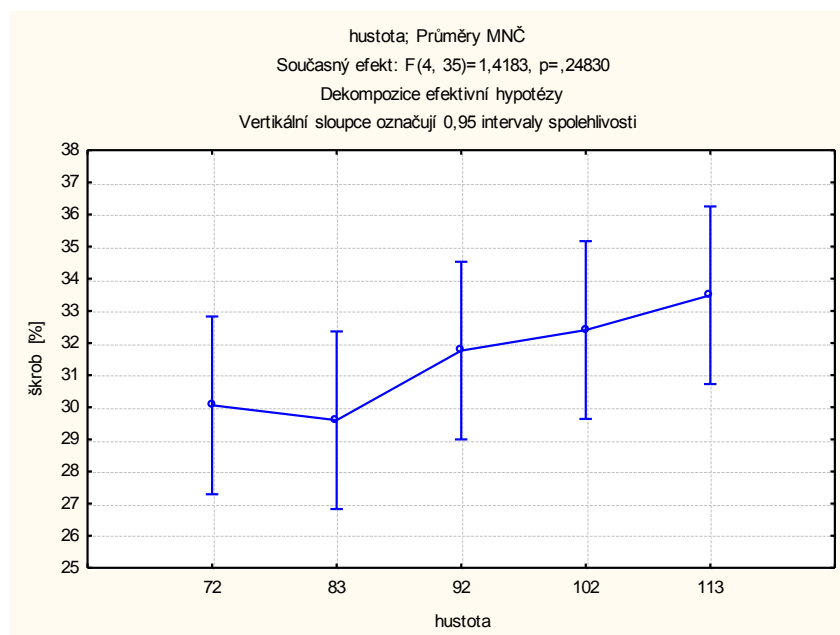
Tab. 23: Obsah škrobu [%]

	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	20,49	21,08	20,79	21,57	19,77
Ostřetín	30,06	29,60	31,76	32,40	33,49

Podle následujících grafů č. 12 a 13 neexistují ani v jedné oblasti průkazné rozdíly mezi hustotou výsevku a obsahem škrobu.



Graf 12: Obsah škrobu, Malý Bor



Graf 13: Obsah škrobu, Ostřetín

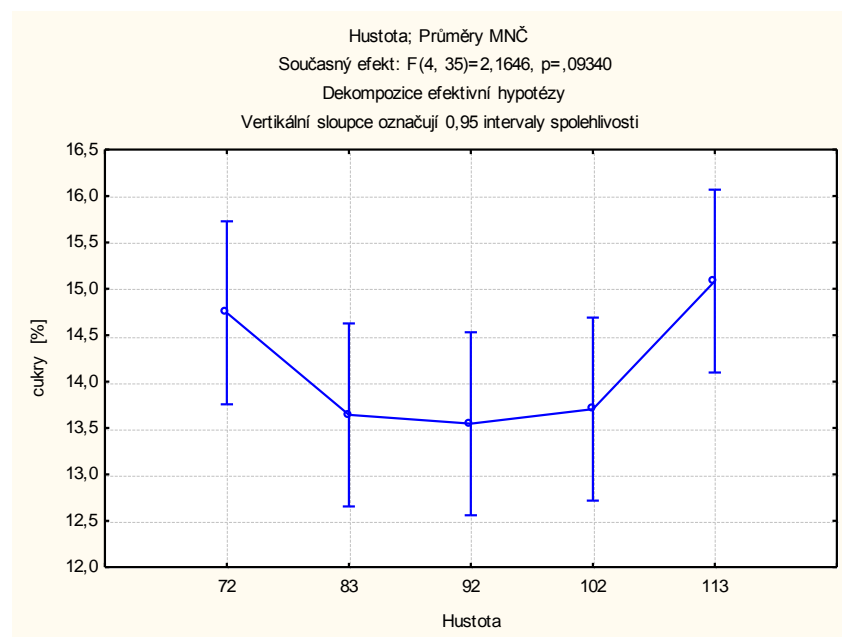
CUKRY

V tabulce č. 24 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu cukrů při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 113 tis. (15,08 %) a v Ostřetíně při hustotě 72 tis. (10,24 %).

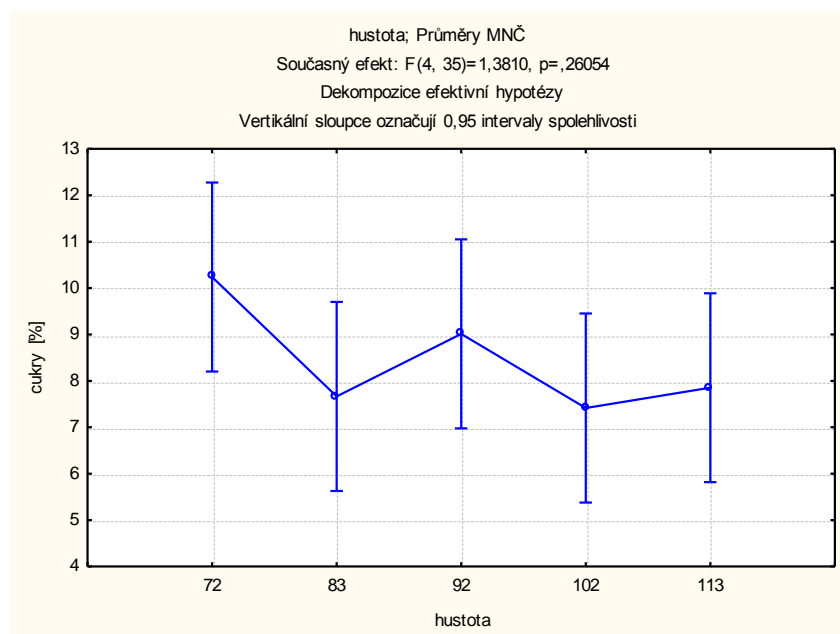
Tab. 24: Obsah cukrů [%]

	Hustota výsevku				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	14,74	13,64	13,55	13,70	15,08
Ostřetín	10,24	7,67	9,01	7,42	7,85

Podle následujících grafů č. 14 a 15 neexistují ani v jedné oblasti průkazné rozdíly mezi hustotou výsevku a obsahem cukrů.



Graf 14: Obsah cukrů, Malý Bor



Graf 15: Obsah cukrů, Ostřetín

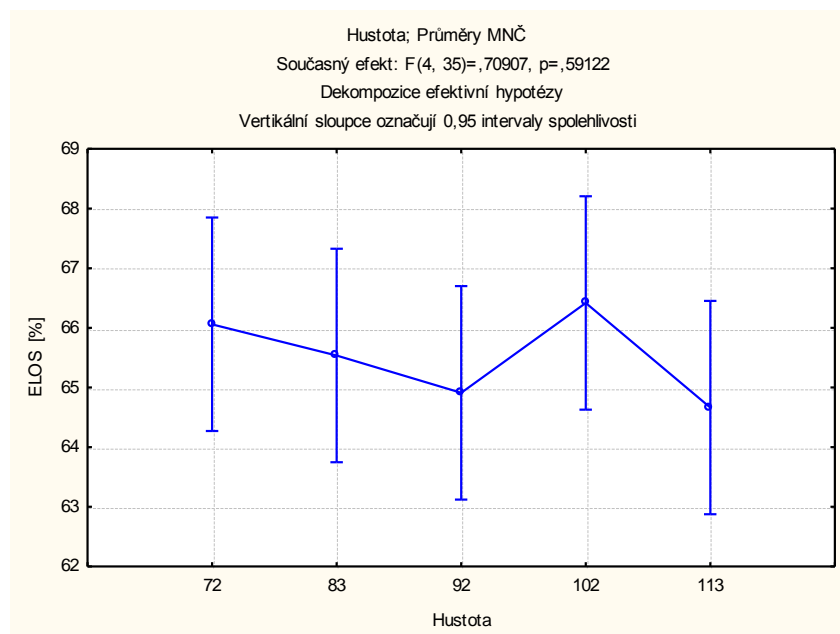
ELOS

V tabulce č. 25 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu cukrů při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 102 tis. (64,91 %) a v Ostřetíně při hustotě 102 tis. (79,22 %).

Tab. 25: Obsah cukrů [%]

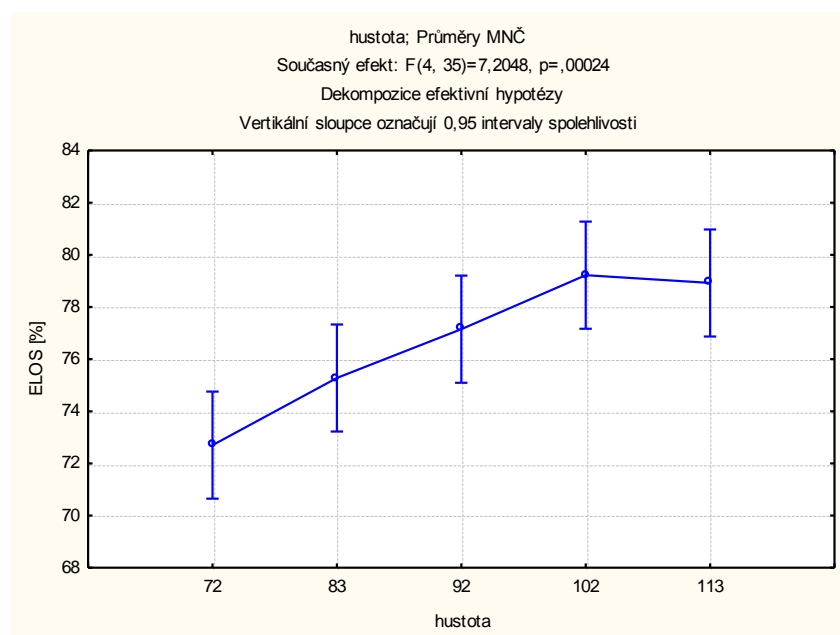
	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	66,06	65,54	64,91	66,42	64,66
Ostřetín	72,70	75,28	77,15	79,22	78,92

V následujícím grafu č. 16 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu škrobu v jednotlivých variantách. V Malém Boru nebyl zjištěný průkazný rozdíl mezi tímto obsahem a hustotou výsevku.



Graf 16: Obsah ELOS, Malý Bor

Podle grafu č. 17 lze říci, že v Ostřetíně existuje průkazný rozdíl mezi variantami výsevku a obsahem stravitelných látek (ELOS). Konkrétně jsou to rozdíly mezi hustotou výsevku 72 tis. a 92 tis., 72 tis. a 102 tis., 72 tis. a 113 tis., jak ukazuje tabulka č. 26, kde je uvedený výsledek Tukeyova HSD testu. Červeně zvýrazněné p – value jsou nižší než hodnoty 0,05.



Graf 17: Obsah ELOS, Ostřetín

Tab. 26: Tukeyův HSD test, ELOS, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná ELOS						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = 8,1855, sv = 35,000						
Č. buňky	hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		72,702	75,276	77,147	79,221	78,920
1	72		0,39000	0,02883	0,00066	0,00112
2	83	0,39000		0,68827	0,06547	0,10317
3	92	0,02883	0,68827		0,60083	0,72867
4	102	0,00066	0,06547	0,60083		0,99958
5	113	0,00112	0,10317	0,72867	0,99958	

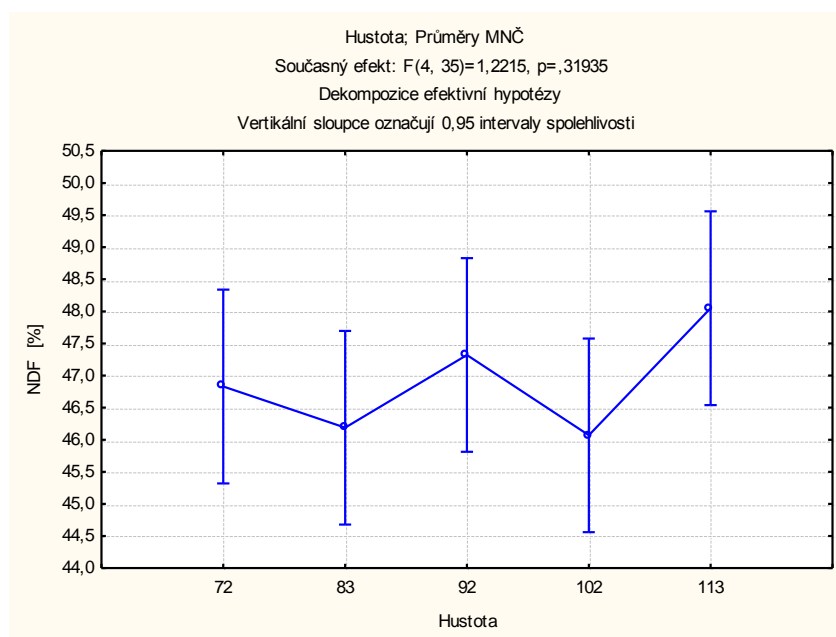
NDF (neutrální detergentní vláknina)

V tabulce č. 27 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu NDF při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 113 tis. (48,05 %) a v Ostřetíně při hustotě 72 tis. (41,17 %)

Tab. 27: Obsah NDF [%]

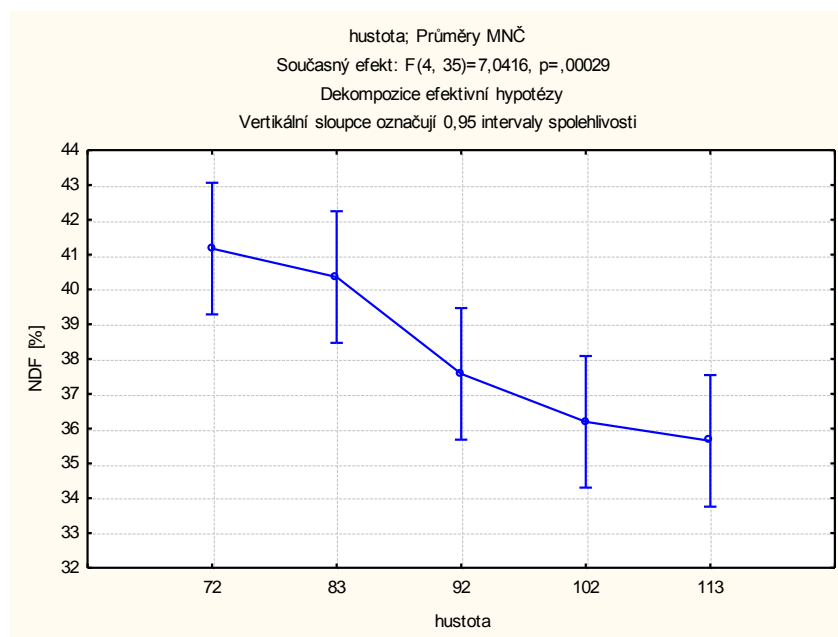
	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	46,83	46,19	47,32	46,07	48,05
Ostřetín	41,17	40,35	37,57	36,20	35,65

V Malém Boru nebyl podle grafu č. 18 průkazný rozdíl mezi různými variantami a obsahem NDF.



Graf 18: Obsah NDF, Malý Bor

Jak ukazuje graf č. 19 a následně tabulka č. 28, vyskytuje se v oblasti Ostřetín průkazný rozdíl mezi hustotou výsevku a obsahem NDF. Rozdíl je mezi variantami 72 tis. a 102 tis., 72 tis. a 113 tis., 83 tis. a 102tis., 83 tis. a 113 tis. Nejvyšší obsah NDF byl naměřen při hustotě výsevku 72 tis., naopak nejnižší při hustotě 113 tis.. Červeně zvýrazněné p – value jsou nižší než hodnoty 0,05.



Graf 19: Obsah NDF, Ostřetín

Tab. 28: Tukeyův HSD test, NDF, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná NDF						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = 6,9304, sv = 35,000						
Č. buňky	hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		41,173	40,355	37,572	36,196	35,649
1	72		0,97065	0,06865	0,00510	0,00167
2	83	0,97065		0,23693	0,02538	0,00880
3	92	0,06865	0,23693		0,83268	0,59409
4	102	0,00510	0,02538	0,83268		0,99353
5	113	0,00167	0,00880	0,59409	0,99353	

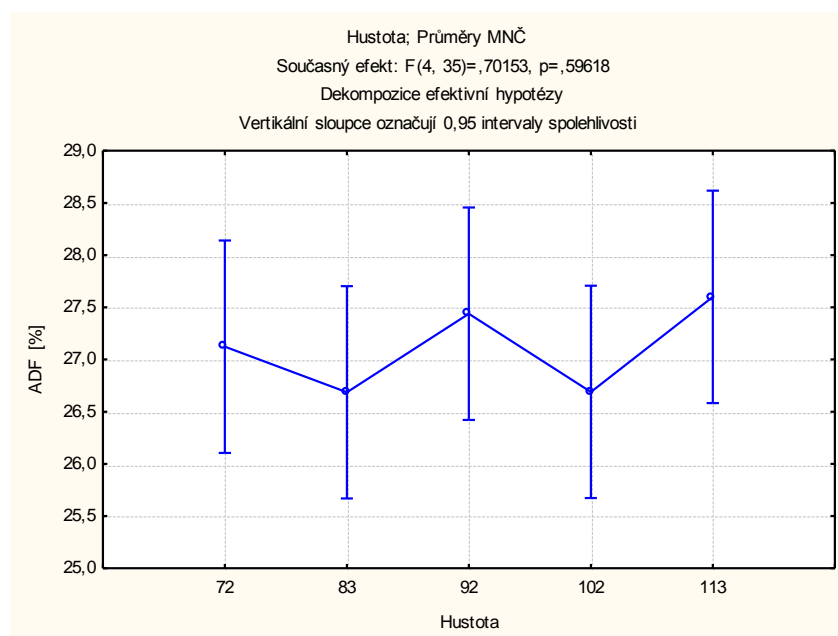
ADF (kyselá detergentní vláknina)

V tabulce č. 29 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu ADF při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě 113 tis. (27,60 %) a v Ostřetíně při hustotě 72 tis. (21,72 %)

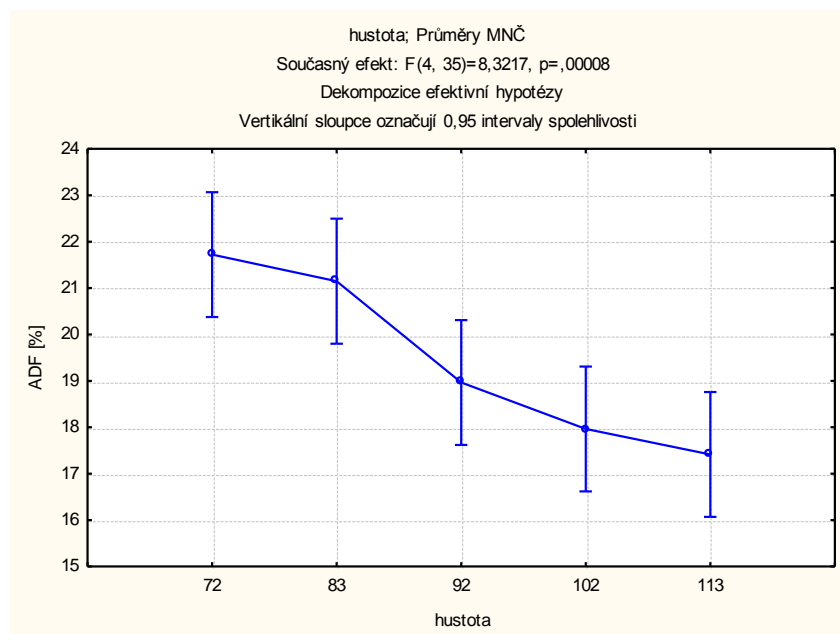
Tab. 29: Obsah ADF [%]

	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	27,12	26,69	27,44	26,69	27,60
Ostřetín	21,72	21,15	18,96	17,96	17,41

V následujícím grafu č. 20 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu ADF v jednotlivých variantách. V Malém Boru nebyl zjištěn průkazný rozdíl mezi tímto obsahem a hustotou výsevku.

**Graf 20:** Obsah ADF, Malý Bor

Podle grafu č. 21 lze konstatovat, že v Ostřetíně byl zjištěn průkazný rozdíl mezi hustotou výsevku a obsahem ADF. Toto potvrzuje tabulka č. 30. S rostoucí hustotou posrostu se snižuje obsah ADF.



Graf 21: Obsah ADF, Ostřetín

Tab. 30: Tukeyův HSD test, ADF, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná ADF						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = 3,5169, sv = 35,000						
Č. buňky	Hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		21,722	21,148	18,964	17,963	17,415
1	72		0,97234	0,04295	0,00275	0,00060
2	83	0,97234		0,15990	0,01396	0,00295
3	92	0,04295	0,15990		0,82181	0,47556
4	102	0,00275	0,01396	0,82181		0,97650
5	113	0,00060	0,00295	0,47556	0,97650	

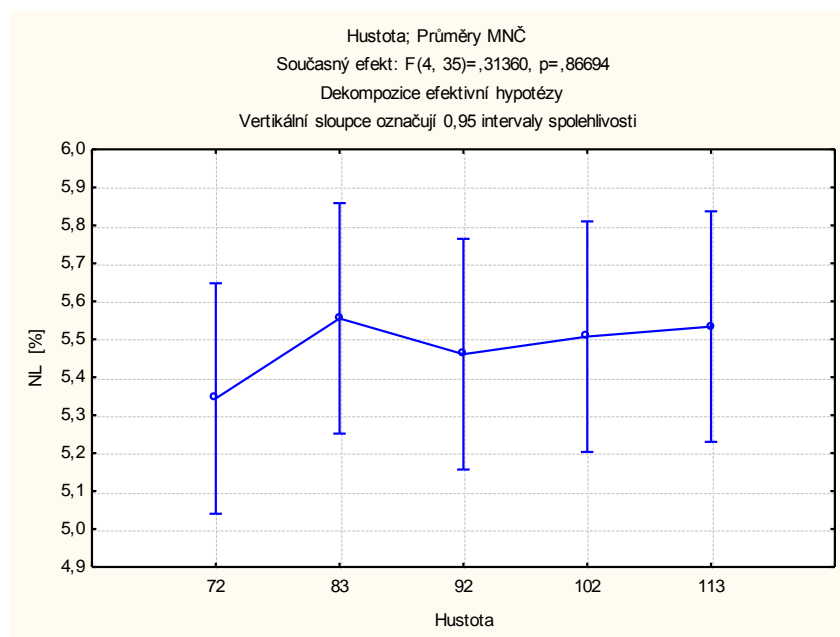
N – LÁTKY

V tabulce č. 31 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu dusíkatých látek při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě výsevku 83 tis. (5,55 %) a v Ostřetíně při hustotě 72 tis. (7,02 %).

Tab. 31: Obsah NL [%]

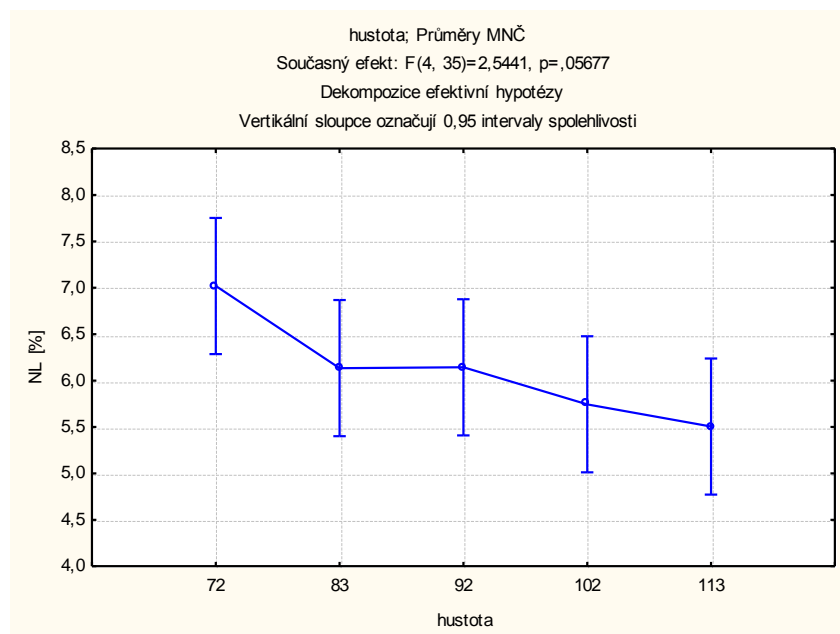
	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	5,34	5,55	5,46	5,51	5,53
Ostřetín	7,02	6,13	6,14	5,74	5,50

Podle grafu č. 22 nebyl v Malém Boru zjištěn průkazný rozdíl mezi obsahem dusíkatých látek a jednotlivými variantami výsevku.



Graf 22: Obsah dusíkatých látek, Malý Bor

Jak ukazuje graf č. 23 a následně tabulka č. 32, vyskytuje se v oblasti Ostřetín průkazný rozdíl mezi hustotou výsevku a obsahem dusíkatých látek. Rozdíl je patrný mezi variantami 72 tis. a 113 tis. S roustoucí hustotou porostu se obsah NL snižuje.



Graf 23: Obsah dusíkatých látek, Ostřetín

Tab. 32: Tukeyův HSD test, NL, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná NL						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = 1,0445, sv = 35,000						
Č. buňky	Hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		7,0195	6,1341	6,1428	5,7446	5,5048
1	72		0,42803	0,43792	0,11503	0,04067
2	83	0,42803		1,00000	0,93971	0,73338
3	92	0,43792	1,00000		0,93498	0,72351
4	102	0,11503	0,93971	0,93498		0,98969
5	113	0,04067	0,73338	0,72351	0,98969	

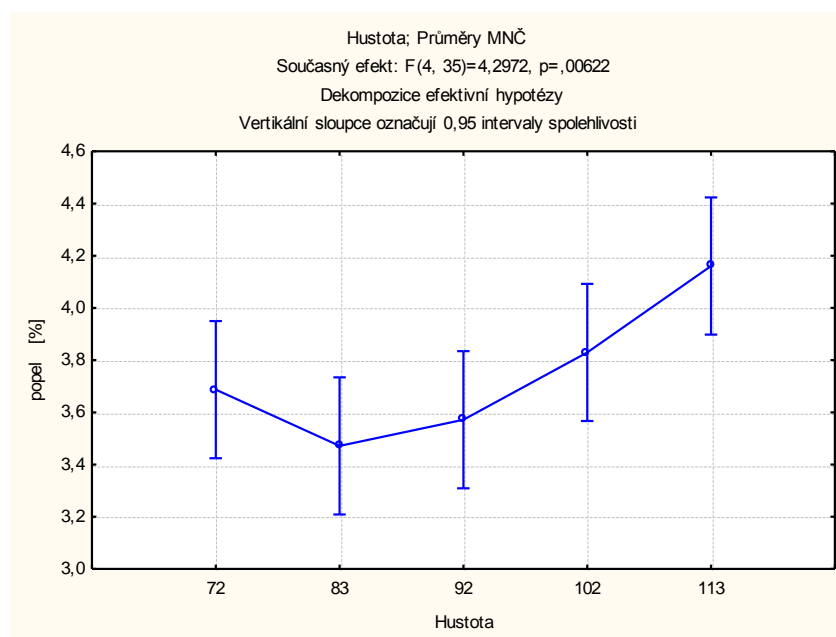
POPEL

V tabulce č. 33 jsou uvedeny průměrné hodnoty obsahu popelovin při různých variantách výsevku. V Malém Boru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty při hustotě výsevku 113 tis. (4,16 %) a v Ostřetíně při hustotě 72 tis. (3,42 %).

Tab. 33: Obsah popelovin [%]

	Hustota výsevku v tis.				
	72	83	92	102	113
Malý Bor	3,69	3,47	3,57	3,83	4,16
Ostřetín	3,42	3,07	2,88	2,79	2,38

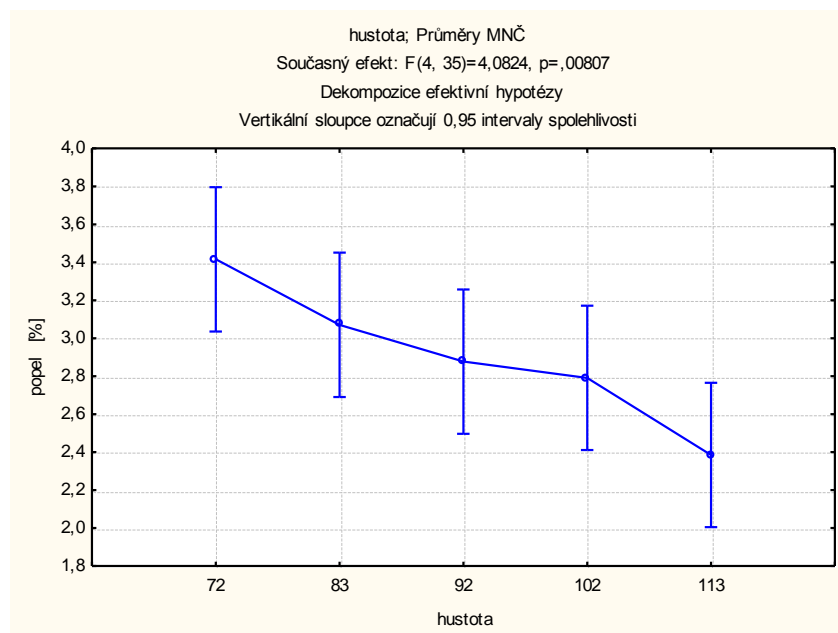
V Malém Boru byl zjištěný prokazatelný rozdíl mezi variantou 83 tis. a 113 tis., 92 tis. a 113 tis., jak ukazuje graf č. 24 a následně tabulka č. 34. Varianta 83 tis. vykazuje nejnížší množství obsahu popelovin.

**Graf 24:** Obsah popelovin, Malý Bor

Tab. 34: Tukeyův HSD test, popel, Malý Bor

Tukeyův HSD test; proměnná Popel						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = ,13402, sv = 35,000						
Č. buňky	hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		3,6870	3,4715	3,5720	3,8297	4,1606
1	72		0,76416	0,96949	0,93490	0,09489
2	83	0,76416		0,98146	0,30789	0,00534
3	92	0,96949	0,98146		0,62685	0,02208
4	102	0,93490	0,30789	0,62685		0,38557
5	113	0,09489	0,00534	0,02208	0,38557	

Podle grafu č. 25 existuje v oblasti Ostřetín prokazatelný rozdíl mezi hustotou výsevku a obsahem popelovin. Jak uvádí tabulka č. 35, je tento rozdíl konkrétně patrný mezi variantami 72 tis. a 113 tis., kdy při nižší hustotě porostu bylo naměřeno vyšší množství popelovin.



Graf 25: Obsah popelovin, Ostřetín

Tab. 35: Tukeyův HSD test, popel, Ostřetín

Tukeyův HSD test; proměnná Popel						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = ,28055, sv = 35,000						
Č. buňky	Hustota	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		3,4157	3,0706	2,8771	2,7910	2,3848
1	72		0,69107	0,27162	0,15100	0,00377
2	83	0,69107		0,94789	0,82752	0,09438
3	92	0,27162	0,94789		0,99751	0,35777
4	102	0,15100	0,82752	0,99751		0,54820
5	113	0,00377	0,09438	0,35777	0,54820	

5.3. Ekonomické zhodnocení výnosů a nákladů - výsledky

V tabulkách č. 36 a 37 jsou uvedeny náklady na osivo a výnosy siláže (Kč/ha). Dále jsou v tabulkách uvedeny nákladové a výnosové rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu. Hustota výsevu 7,2 r/m² byla určena jako výchozí.

Ceny osiva na hektar přirozeně rostou s rostoucí hustotou výsevu. Nejvyššího výnosu v Malém Boru bylo dosaženo při hustotě porostu 10,2 r/m² (46 248 Kč/ha). Za ekonomicky nevhodnější variantu je zde možné určit výsevek 10,2 r/m², kdy rozdíl mezi cenou osiva a výnosu siláže (Kč/ha) byl nejvyšší – 2 866 Kč/ha.

Tab. 36: Ekonomické zhodnocení, Malý Bor

Var.v tis.	Cena osiva v Kč/ha	Nárůst ceny osiva v Kč/ha	Průměr VZH v t/ha	Výnos siláže v Kč/ha	Nárůst výnosu siláže v Kč	Rozdíl nárůstu výnosů a nákladů
72	3 240	0	52,54	42 032	0	0
83	3 735	495	51,77	41 416	-616	- 1 111
92	4 140	900	55,89	44 712	2 680	1 780
102	4 590	1 350	57,81	46 248	4 216	2 866
113	5 085	1 845	57,54	46 032	4 000	2 155

V Ostřetině byl také nejvyšší výnos při hustotě výsevu 10,2 r/m² (36 448 Kč/ha). Největší rozdíl mezi náklady na osivo a výnosy siláže (Kč/ha) v případě varianty s hustotou výsevu 9,2 r/m², konkrétně 492 Kč/ha.

Tab. 37: Ekonomické zhodnocení, Ostřetín

Var. v tis.	Cena osiva v Kč/ha	Rozdíl ceny osiva v Kč/ha	Průměr VZH v t/ha	Výnos siláže v Kč/ha	Nárůst výnosu siláž v Kč	Rozdíl nárůstu výnosů a nákladů
72	3 240	0	43,34	34 672	0	0
83	3 735	495	44,50	35 600	928	433
92	4 140	900	45,08	36 064	1 392	492
102	4 590	1 350	45,56	36 448	1 776	426
113	5 085	1 845	45,40	36 320	1 648	- 197

6. Diskuse

Výsledky uvedené v kapitole 5 se v obou oblastech někdy i značně odlišují. V tabulce č. 38 jsou vyčísleny optimální hodnoty zkoumaných kvalitativních parametrů. Takto jsou uváděny na protokolu o analýze vzorku, který předkládá firma Pioneer. Protože kukuřičná siláž k fermentaci v zemědělských bioplynových stanicích se často skladuje spolu se siláží pro výživu skotu, je možné z uvedených optimálních hodnot vycházet pro určení její kvality.

Tab. 38: Optimální hodnoty kvalitativních parametrů

Parametr	Optimum [%]
sušina	(28) 30 - 35
vláknina	<21
škrob	>30
ADF	25 - 30
NDF	40 - 45
NL	> 9
popel	4,5 - 5

Zdroj: Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH

V oblasti Malý Bor odpovídá těmto doporučeným hodnotám pouze ADF. V tomto případě jsou hodnoty všech variant v rozmezí 25 % - 30 %. Průměrné hodnoty obsahu sušiny se pro všechny varianty pohybují okolo 26 %. Výraznější rozdíl mezi naměřenými a optimálními hodnotami je v množství škrobu, a to v případě všech variant. Tento rozdíl se pohybuje na hranici 10 %. Ostatní hodnoty se liší v jednotkách procent, což není velmi zásadní. Z výsledného porovnání naměřených a optimálních hodnot kvalitativních parametrů, lze určit variantu 102 tis. rostlin/ha jako nejvhodnější pro oblast Malý Bor.

V lokalitě Ostřetín vykazuje vláknina, škrob a NDF hodnoty odpovídající optimálnímu množství. Ne však ve všech variantách. Obsah škrobu není dostatečný v případě varianty 83 tis. Optimální obsah NDF vykazují pouze varianty 72 tis. a 83 tis. Obsah sušiny je vyšší než doporučovaný. Tento rozdíl je však pouze do 4 % pro všechny varianty. Lze tedy konstatovat, že pokus založený v této oblasti lépe vyhovuje parametrům pro kvalitní silážní hmotu. Byly zde příznivější klimatické podmínky. Průměrná teplota byla vždy vyšší než v Malém Boru. Rozdíl teplot je dán odlišnou nadmořskou výškou (250 m. n. m. oproti 480 m. n. m).

Ve vyšších oblastech České republiky není teplo pro pěstování kukuřice dostatečné. Při porovnání všech naměřených výsledků by byla zvolena jako nejvhodnější varianta s hustotou výsevu 72 tis. Kvalitativní parametry v tomto případě odpovídají optimálním hodnotám nebo se jim nejvíce blíží. Výnos zelené hmoty pro tuto variantu byl nižší pouze o 2,22 t/ha než nejvyšší dosažený výnos a tento rozdíl byl statistickým zkoumáním označen jako neprůkazný. Výnos suché hmoty však roste s rostoucí hustotou výsevu.

Obsah sušiny má informativní charakter pro sklizeň a silážování. Jak je již uvedeno v tabulce č. 38 a v mnohých odborných publikacích, je doporučená hodnota obsahu tohoto kvalitativního parametru od 28 % do 35 % pro vznik kvalitní silážní hmoty. V laboratorním pokusu provedeném Slovenskou zemědělskou univerzitou v Nitře bylo dosaženo nejvyššího obsahu sušiny při použití hybridu kukuřice s číslem FAO 310 (Bíro a kol., 2008). V pokusu provedeném firmou Pioneer byla naměřena vyšší hodnota obsahu sušiny v Ostřetíně, kde byl vysetý hybrid s číslem FAO 330. Naopak v Malém Boru, kde byl použitý hybrid s číslem FAO 250, byl obsah sušiny nižší o 4 % - 5 % než doporučené hodnoty. Protože byly oba pokusy sklizeny téměř ve stejném termínu, existuje rozdíl mezi obsahem sušiny v pokusných lokalitách. Bylo by pravděpodobně vhodné sklízet hybrid s č. FAO 330 o týden dříve a naopak týden počkat se sklizní hybridu s č. FAO 250 či použít hybrid s ještě nižším č. FAO. Hybridy kukuřice s nižším číslem FAO jsou vhodnější do lokalit s vyšší nadmořskou výškou.

Při výběru hybridu a při volbě hustoty porostu je také nutné zohlednit náklady na osivo a výnosy siláže. V obou oblastech byl zjištěn nejvyšší rozdíl mezi výnosy a náklady při variantě hustoty porostu 102 tis. rostlin/ha. V Malém Boru je možné z tohoto hlediska zcela vyloučit variantu 83 tis. rostlin/ha. Nárůst výnosu siláže je – 616 Kč/ha a následný rozdíl nárůstu výnosu a nákladů je – 1 111 Kč/ha. Proto lze tuto variantu označit za ekonomicky nevhodnou. Stejně tak nevhodná je varianta s hustotou porostu 113 tis. rostlin/ha v Ostřetíně. V tomto případě dosahuje rozdíl nárůstu výnosu a nákladů – 197 Kč/ha.

Není možné říci, že pro celou Českou republiku je nejlepší jedna varianta hustoty výsevu. Velice záleží na půdních a klimatických podmínkách. Podle dosažených výsledků lze konstatovat, že do oblastí s nižší nadmořskou výškou jsou vhodné i varianty s nižší hustotou porostu. Sejí se zde hybridy s vyšším č. FAO, které mají potenciál vytvářet mohutnější rostliny. Naměřené hodnoty kvalitativních parametrů splňovaly požadavky pro vytvoření kvalitní silážní hmoty. Pro pěstování kukuřice v lokalitách s vyšší nadmořskou

výškou lze spíše doporučit varianty s vyšší hustotou výsevu (92 tis., 102 tis., 113 tis. rostlin/ha).

7. Závěr

Pro dosažení cíle diplomové práce byly v roce 2010 založeny 2 pokusy kukuřice seté a následně analyzovány rozdíly mezi jednotlivými variantami hustoty výsevu. Testovány byly výnosy zelené (resp. suché) hmoty a kvalitativní parametry (sušina, vláknina, škrob, cukry, ADF, NDF, ELOS, dusíkaté látky a popel).

V lokalitě Malý Bor se většinou mezi jednotlivými variantami nevyskytovaly statisticky průkazné rozdíly v hodnotách kvalitativních parametrů. Výnos zelené hmoty zde narůstal s hustotou výsevu kukuřice. Proto je možné pro tuto a podobné oblasti doporučit varianty s vyšší hustotou porostu. Naopak v Ostřetíně se naměřené hodnoty jednotlivých variant často odlišovaly. V této lokalitě bylo dosaženo nejlepší kvality silážní hmoty při nejmenší hustotě porostu. Odlišnost těchto dvou oblastí je dána klimatickými podmínkami. V níže položené lokalitě Ostřetín jsou vyšší průměrné teploty, což má samozřejmě pozitivní vliv na kvalitu pěstované kukuřice.

Podle ekonomického zhodnocení je pro pěstování kukuřice na siláž v oblasti Malý Bor vhodný výsevek s hustotou 102 tis. rostlin/ha, pro Ostřetín je to 92 tis. rostlin/ha. V těchto případech dosahovaly rozdíly mezi náklady na osivo a výnosy ze siláže (v Kč/ha) nejvyššího rozdílu.

Protože se silážní hmota pro spalování v bioplynových stanicích a pro krmení hospodářských zvířat většinou skladuje společně, je nutné, aby kvalitativní parametry dosahovaly přijatelných hodnot pro oba způsoby využití. Nelze tedy zohledňovat pouze vstupní náklady. Je nutné zvolit takovou variantu hustoty výsevu, při které bude dosaženo nejlepší kvality siláže. Pro celou Českou republiku není možné doporučit stejnou variantu. Oblasti se odlišují nejen půdními, ale také klimatickými podmínkami. To je také viditelné v provedeném pokusu. Bylo by tedy nutné pokusy opakovat i v následujících letech. Firma Pioneer proto plánuje pokusy založit znovu.

8. Seznam literatury

- Agromont Vimperk [cit. 2011-03-02]. Dostupné z <<http://www.agromont.cz/cs/11/section-40/energetika-bioplynove-stanice.htm>>
- Barbieri, P. A., Sainz Rozas, H. R., Andrade, F. H., Echeverria, H. E. 2000. Row Spacing Effects at Different Levels of Nitrogen Availability in Maize. *Agronomy Journal*.
- Bíro, D. a kol. 2008. Charakteristika fermentačného procesu rôznych silážnych hybridov kukurice. [online] 30. října 2008. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z <<http://www.agr.hr/jcea/issues/jcea9-3/pdf/jcea93-12.pdf>>
- Černý, O. 2005. Zakládání porostů kukuřice půdoochrannými technologiemi. [online] [cit. 2011-02-27]. Dostupné z <<http://www.monsanto.cz/zakladaniporostukukurice.html>>
- Dvořáčková, M. T. Ministerstvo zemědělství podporuje budování bioplynových stanic. [online] Tisková zpráva. 14. února 2011. [cit. 2011-03-02]. Dostupné z <http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/ministerstvo-zemedelstvi/tiskove-zpravy/x2011_ministerstvo-zemedelstvi-podporuje.html>
- ERÚ. FAQ - Obnovitelné zdroje energie, kombinovaná výroba elektřiny a tepla a druhotné zdroje. [online] [cit. 2011-03-15]. Dostupné z <http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=860>
- GBA. Národní zpráva o současném stavu produkce bioplynu v České republice [online] [cit. 2011-03-02]. Dostupné z <www.gashighway.net>
- Habart, J., Stupavský, V. Potenciál zemědělských bioplynových stanic. [online] *Energie 21*. 11. října 2010. [cit. 2011-03-02]. Dostupné z <http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Potencial-zemedelskych-bioplynovych-stanic_s303x47921.html>
- Hutňan, M., Špalková V., Kolesárová, N., Lazor, M. 2010. Produkcia bioplynu z biomasy. In: Hutňan, M., Bodík, I. (eds.). *Produkcia bioplynu, pyrolýza a splynovanie – efektívny spôsob zhodnotenia biomasy ako obnoviteľného zdroja energie*. 21.1.2010. Vydavateľstvo VÚP – NOI. Bratislava. s. 4 – 35. ISBN: 978-80-89088-88-1. Dostupné z <<http://kchbi.chtf.stuba.sk/cevoze/doc/pod6/Zbornik%20komplet%20zamknuty.pdf>>
- Hůla, J., Procházková, B., Kovaříček, P. a kol. 2004. Minimalizační a půdoochranné technologie. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. 58 s., ISBN: 80-86884-01-5
- Hůla, J., Procházková, B. a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profí press. Praha. 248 s. ISBN: 978-80-86726-28-1
- Kazda, J. a kol. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Redakce časopisu *Farmář - Zemědělské listy*. Praha. 158 s. ISBN: 80-86726-03-7
- Kocián, O. 2009. Návrh bioplynové stanice. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Brno. 60 s.

- Kocourek, F. 2006. Bázlivec kukuřičný – další nebezpečný škůdce. Kukuřice v praxi 2006. Ediční středisko MZLU. Brno. s. 47 – 49 ISBN: 80-7157-922-X
- Kostelanský, F. a kol. 1997. Obecná produkce rostlinná. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 212 s. ISBN: 80-7157-245-4
- Kulovaná, E. 2001. Zakládáme porosty kukuřice. [online] 11. dubna 2001. [cit. 2011-02-20]. Dostupné z <http://www.agroweb.cz/rostlinna-vyroba/Zakladame-porosty-kukurice_s44x10377.html>
- KWS. 2006. Kukuřice, slunečnice, řepka 2007 – 2008. 168 s.
- Martanová, I. 2010. Bioplynové technologie. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Brno. 51 s.
- Prokeš, K. 2004. Založení porostu. Kukuřice 2005 – 2006. KWS. s. 22 - 30
- Richter, R., Hlušek, J. 2002. Vztah půdní úrodnosti k výživě a hnojení kukuřice. Kukuřice v praxi. MZLU v Brně. Brno. s. 16 – 24
- Schulz, H. a Eder, B. 2004. Bioplyn v praxi. HEL. Ostrava. 167 s. ISBN: 80-86167-21-6
- Schulz, J. 1975. Základy rostlinné výroby. SZN. 312 s.
- Smith, W. C. 1995 Crop production – Evolution, History, and Technology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995, p. 469
- Šuk, J. a kol. 1998. Kukuřice. VP AGRO. Kněževes. 131 s. ISBN: 80-86153-99-1
- Šimon, J., Škoda, V., Hůla, J. 1999. Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi. Agrospoj. Praha. 78 s.
- Vaňek, V. a kol. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, s.r.o. Praha. ISBN: 976-80-86726-25-0
- Zimolka, J. a kol. 2008. Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, s.r.o. Praha. ISBN: 978-86726-31-1

9. Přílohy

Příloha 1: Plánek pokusu

Plánek pokusu										
A 71/4	A 83/4	A 92/4	A 102/4	A 113/4	DEMO POKUSY	B 71/4	B 83/4	B 92/4	B 102/4	B 113/4
A 71/3	A 83/3	A 92/3	A 102/3	A113/3		B 71/3	B 83/3	B 92/3	B 102/3	B 113/4
A 71/2	A 83/2	A 92/2	A 102/2	A 113/2		B 71/2	B 83/2	B 92/2	B 102/2	B 113/2
A 71/1	A 83/1	A 92/1	A 102/1	A113/1		B 71/1	B 83/1	B 92/1	B102/2	B 113/1
4ř /110m	4ř /110m	4ř /110m	4ř /110m	4ř /110m		4ř /110m	4ř /110m	4ř /110m	4ř /110m	4ř /110m

Příloha 2: Charakteristika lokality Ostřetín

Podnik:	ZS Ostřetín, okr. Pardubice
Nadmoř.výška:	250 m
Datum setí:	26.4.2010
Datum sklizně:	5.10.2010
Organické hnojení:	ANO (digestát)
Druh půdy:	lehčí až střední
Dávka N/P/K:	130 / 52 / 0

Příloha 3: Charakteristika lokality Malý Bor

Podnik:	AGROSPOL Malý Bor, a.s., okr. Klatovy
Nadmoř.výška:	480 m
Datum setí:	24.4.2010
Datum sklizně:	1.10.2010
Organické hnojení:	NE
Druh půdy:	střední
Dávka N/P/K:	120 / 50 / 0

Příloha 4: Sumarizované výsledky rozboru – Ostřetín, Malý Bor

SUMARIZOVANÉ VÝSLEDKY ROZBORŮ CELÝCH ROSTLIN KUKUŘICE - Ostřetín 06.10.2010														
hustota porostu v tis.	skutečná hustota porostu v tis.	rozdíl mezi pož. výsevkem a skuteč.	Sušina %	Popel %	NL %	Vláknina %	Škrob %	NDF %	ADF %	Cukry %	ELOS %	VZH v kg z parcely (316 m ²)	VZH t/ha	VSH t/ha
71,1	69,94	1,16 tis.	37,70	3,42	7,02	18,85	30,06	41,17	21,72	10,24	72,70	1370	43,34	16,34
83,6	79,31	4,29 tis	37,06	3,07	6,13	18,24	29,60	40,35	21,15	7,67	75,28	1375	43,50	16,12
92,5	89,10	3,40 tis	37,10	2,88	6,14	16,76	31,76	37,57	18,96	9,01	77,15	1425	45,08	16,72
102,1	99,45	2,65 tis	37,19	2,79	5,74	15,79	32,40	36,20	17,96	7,42	79,22	1440	45,56	16,93
113	106,34	6,66 tis	38,60	2,38	5,50	15,56	33,49	35,65	17,41	7,85	78,92	1435	45,40	17,50

SUMARIZOVANÉ VÝSLEDKY ROZBORŮ CELÝCH ROSTLIN KUKUŘICE - Malý Bor 27.09.2010														
hustota porostu v tis.	skutečná hustota porostu v tis.	rozdíl mezi pož. výsevkem a skuteč.	Sušina %	Popel %	NL %	Vláknina %	Škrob %	NDF %	ADF %	Cukry %	ELOS %	VZH v kg z parcely (406 m ²)	VZH t/ha	VSH t/ha
71,1	68,28	2,82 tis	26,50	3,69	5,34	23,53	20,49	46,83	27,12	14,74	66,06	2133	52,54	13,92
83,6	77,11	6,49 tis.	25,34	3,47	5,55	23,19	21,08	46,19	26,69	13,64	65,54	2102	51,77	13,12
92,5	86,76	5,74 tis.	25,52	3,57	5,46	23,88	20,79	47,32	27,44	13,55	64,91	2269	55,89	14,27
102,1	94,35	7,75 tis.	25,58	3,83	5,51	23,24	21,57	46,07	26,69	13,70	66,42	2347	57,81	14,78
113	102,97	10,03 tis.	26,45	4,16	5,53	24,15	19,77	48,05	27,60	15,08	64,66	2336	57,54	15,22

Příloha 5: Rostliny pro rozbor



Zdroj: vlastní

Příloha 6: Mobilní laboratoř - spektrometr



Zdroj: vlastní

Příloha 7: Protokol o analýze vzorku



PROGRAM MONITORINGU KVALITY SILÁŽÍ
MOBILNÍ ANALYTICKÁ LABORATOR - NIRS TECHNOLOGIE

PROTOKOL O ANALÝZE VZORKU

Zákazník:

Označení vzorku:

Datum analýzy:

Kód vzorku:

Materiál: **Kukuřičná siláž**

parametr	jednotka	ve hmotě	v sušině	optimum
sušina	%	32.15	100.00	30-35
popel	%	1.39	4.31	4,5-5
NL	%	2.79	8.67	> 9
vláknina	%	6.77	21.07	< 21
škrob	%	8.84	27.50	> 30
NDF	%	13.46	41.87	40-45
ADF	%	7.36	22.88	25-30
ELOS	%	22.32	69.42	
MEs	<i>MJ.kg⁻¹</i>	3.39	10.54	
NEL	<i>MJ.kg⁻¹</i>	2.05	6.37	
kys. mléčná	%	1.65	5.13	2-5
kys. octová	%	1.34	4.18	1-3
kys. máselná	%	< 0.01	< 0.01	0
pH		3.90		3.7-4.3

Teplota siláže: °C

Zhutnění siláže: *kg sušiny.m⁻³*

Hodnocení krmiva:	Body	Třída	Kvalita
Smyslové posouzení	12		
Stupeň proteolýzy	13		
Kyselina máselná	5		
Fermentace celkem	30	I.	
Sušina + vláknina + NL	70		
Celkové hodnocení:	100	I.	výborná

Komentář:

Zpracoval:

Tento protokol může být reprodukován pouze s písemným souhlasem firmy Pioneer, a to výhradně celý. Výsledky zkoušek odpovídají metodikám referenční laboratoře. Jednotlivé jsou metodiky k dispozici u provozovatele laboratoře.

Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH, organizační složka

Jana Opletala 1279, 690 59 Břeclav

Zdroj: Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH