

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pícninářství a trávnickářství



Vliv volby hybridu na kvalitu píce kukuřice

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Josefína Pařízková

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv volby hybridu na kvalitu píče kukuřice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8.4.2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Josefu Haklovi, Ph.D., za cenné rady, podměty a odborné vedení, kterými mi byl nápomocen při tvorbě této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat za podporu svým přátelům a rodině.

Vliv volby hybridu na kvalitu píce kukuřice

Souhrn

Cílem práce je posoudit vliv volby hybridu na stravitelnost neutrodetergentní vlákniny v píci kukuřice ve vztahu k dalším kvalitativním parametrům. Doporučení vhodných hybridů na základě testování může být pro pěstitele ekonomicky výhodné.

Na počátku pokusu byla stanovena hypotéza: Volba hybridu kukuřice pro dané stanoviště významně ovlivní dosaženou stravitelnost neutrodetergentní vlákniny při sklizni na siláž.

Do experimentu bylo zařazeno devět různých kukuřičných hybridů ve třech opakováních (Dynamite, NK Octet, Rubben, DKC 3507, DKC 3795, DKC 4014, Susann, LG 30.311 a LG 32.64) pro pěstování na experimentálním pozemku v lokalitě Praha – Uhřetěves. Hodnocenými znaky byl mimo jiné i výnos a podíl palic. Pro vyhodnocení vzorků chemickou analýzou byla odebrána řezanka celé rostliny z prostředních řádků pokusné parcely. Hodnoceny byly následující parametry: obsah dusíkatých látek, obsah neutrodetergentní vlákniny, obsah stravitelné neutrodetergentní vlákniny, stravitelné organické hmoty, obsah škrobu a obsah sušiny.

Mezi hybridy byly zaznamenány průkazné rozdíly ($P < 0,05$) v parametrech: výnos, podíl palic, obsah dusíkatých látek, obsah neutrodetergentní vlákniny, obsah stravitelné neutrodetergentní vlákniny, stravitelné organické hmoty a obsah škrobu. Statisticky neprůkazný rozdíl mezi hybridy byl u procentuálního obsahu sušiny.

Výběr vhodného kukuřičného hybridu je tedy jednou z nejdůležitějších pěstitelských opatření. Správná volba je klíčová pro zlepšení kvality píce pro optimální produkci hospodářských zvířat. Kukuřice je jedním ze základních pilířů výroby masa a mléka. Při výběru vhodného kukuřičného hybridu je nutné brát v úvahu mnoho faktorů. Každý hybrid má určité charakteristické vlastnosti a ty je třeba respektovat, ale i využívat. Pro ekonomiku produkce má velký význam nejen cena osiva, ale hlavně potenciální výnos a využitelnost živin.

Klíčová slova: pícniny, silážování, vláknina, stravitelnost

The influence of selection of maize hybrid on forage quality

Summary

The aim is to assess the impact of choosing hybrid for digestibility of neutral detergent fiber in forage maize in relation to other quality parameters. Recommendations on hybrids based on testing can be economically advantageous for growers.

At the beginning of the experiment hypothesis was stated: Selection of maize hybrid for the habitat significantly affects reached digestibility neutral detergent fiber when harvested for silage.

Nine different maize hybrids in triplicate were enrolled in the experiment (Dynamite, NK Octet, Rubben, DKC 3507, 3795 DKC, DKC 4014, Susann, 30,311 LG and LG 32.64) for cultivation on an experimental plot in Prague - Uhřetěves. The evaluated characteristics were, inter alia, revenue and portion of buds. To evaluate the chemical analysis of samples was collected chop of the whole plant from the middle rows of experimental plots. Following parameters were evaluated: content of crude protein, content of neutral detergent fiber, content of digestible neutral detergent fiber, digestible organic matter, starch and solids content.

Among the hybrids significant differences were observed ($P < 0.05$) in parameters: revenue, portion of buds, protein content, content of neutral detergent, content of digestible neutral detergent fiber, digestible organic matter and starch content. Statistically insignificant difference between hybrids was at the percentage of the dry matter.

Selecting the appropriate corn hybrid is therefore one of the most important measures for cultivation. The correct choice is key to improving the quality of forage for optimal production of livestock. Corn is one of the pillars of production of meat and milk. When choosing a suitable hybrid corn, it is necessary to take into account many factors. Each hybrid has certain characteristics and these must be respected, but also used for benefit. Not only to the price of seeds, but also the potential yield and utilization of nutrients is of great importance for the economy of the production.

Keywords: forage, fodder, fibre, digestibility

Obsah

1	Úvod	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
2.1	Vědecká hypotéza:	9
2.2	Cíl práce:	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Biologické vlastnosti kukuřice	10
3.1.1	Botanické rozdělení	10
3.1.2	Morfologická charakteristika	12
3.2	Pěstování kukuřice	15
3.3	Konzervace kukuřice	18
3.4	Kvalita	22
3.4.1	Požadavky na kvalitu zrna kukuřice	22
3.4.2	Pojmy používané při hodnocení kukuřice.....	22
3.4.3	Faktory ovlivňující energetickou hodnotu kukuřice	24
3.4.4	Hlavní sledované vlastnosti a znaky při hodnocení odrůd kukuřice.....	30
3.5	Počasi ovlivňující kukuřici	32
3.5.1	Světlo	33
3.5.2	Teplota	33
3.5.3	Voda	34
3.5.4	Vzduch.....	35
3.6	Volba hybridu	35
4	Materiál a metody	40
4.1	Charakteristika stanoviště:	40
4.2	Zvolené hybridy:	40
4.3	Založení pokusu:	42
4.4	Odběr a zpracování vzorků:	42
4.5	Statistické vyhodnocení dat:	42
5	Výsledky	43
5.1	Počasi	43
5.2	Sledované parametry	43
5.2.1	Výnosy.....	44
5.2.2	Podíl palic.....	44
5.2.3	Sušina	44
5.2.4	Obsah dusíkatých látek.....	45

5.2.5	Obsah neutrodetergentní vlákniny.....	45
5.2.6	Obsah stravitelné neutrodetergentní vlákniny.....	45
5.2.7	Obsah stravitelné organické hmoty.....	45
5.2.8	Obsah škrobu	45
6	Diskuze	48
7	Závěr	53
8	Seznam literatury.....	54

1 Úvod

Kukuřice je jedna z nejvýznamnějších plodin, které jsou pěstovány na orné půdě. Kukuřičná siláž má nezastupitelnou úlohu, tvoří hlavní složku ve směsných krmných dávkách skotu. Je velmi cenným zdrojem energie a živin. Koncentrace stravitelné energie je s ostatními druhy siláže nejvyšší. Navíc má i vysoký výnosový potenciál a vhodné silážovatelné vlastnosti. Díky příznivému obsahu sacharidů patří k nejsnadněji silážovatelným píceinám. Koncentrace stravitelné energie v siláži souvisí se stravitelností organické hmoty, zejména stavitelnosti vlákniny. V současné době je nejčastěji zmiňována neutrodetergentní vláknina společně s její významnou složkou acidodetergentní vlákninou. Procentuální obsah mezi neutrodetergentní vlákninou a acidodetergentní vlákninou ovlivňuje stravitelnost nejen neutrálnědetergentní vlákniny, ale i ostatních živin v krmivu. Obsah neutrodetergentní vlákniny také ovlivňuje příjem sušiny dojníc, tedy i celkový příjem krmiva. Zvýšení stravitelnosti neutrodetergentní vlákniny znamená zvýšení množství energie, kterou může dojnice získat ze strávené vlákniny, ale hlavně zvýšení denního příjmu sušiny jako zdroje dodatečné energie. Navýšení neutrodetergentní vlákniny o 5 % zvýší obsah energie pouze o 2,1 %, avšak zvýšením příjmu sušiny přijde dojnice o 6,8 % více energie (vyjádřeno v jednotkách NEL), což v důsledku vede ke zvýšení nádoje o 1,7 litru (8,4 %).

Výběr vhodných hybridů kukuřice je jednou z nejdůležitějších pěstitelských opatření. Rozhoduje o množství vyrobeného krmiva a kvalitě nejen výsledného produktu – siláže či zrna, ale i jeho další využitelnosti. Volba hybridu je klíčová pro zlepšení kvality píce a pro optimální produkci hospodářských zvířat.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Vědecká hypotéza:

Volba hybridu kukuřice pro dané stanoviště významně ovlivní dosaženou stravitelnost neutrodetergentní vlákniny při sklizni na siláž.

2.2 Cíl práce:

Cílem práce je posoudit vliv volby hybridu kukuřice na stravitelnost neutrodetergentní vlákniny v píce kukuřice ve vztahu k dalším kvalitativním parametrům. Výsledky budou využitelné v dalším výzkumu i v zemědělské praxi.

3 Literární rešerše

3.1 Biologické vlastnosti kukuřice

3.1.1 Botanické rozdělení

V botanickém systému zařazujeme kukuřici (*Zea mays* L.) mezi jednoleté rostliny, jednodomé, různopohlavní, typ rostlin diklinický s prašníkovými (samčí) a pestíkovitými (samičí) květy, které jsou uspořádané do oddělených květenství (laty a palice). Je cizosprašná. Patří do podtřídy jednoděložných (Monokotyledonae), řádu lipnicokvětých (Poales), čeledi lipnicovitých (Poaceae), skupiny kukuřicovitých (Maydaee). Většina skupin se rozděluje na nižší botanické jednotky podle barvy nebo tvaru zrna, dále podle barvy pluch na větenech palice (Procházka, 1993).

Kukuřici setou (*Zea mays* L.) v rámci druhu dělíme na osm poddruhů (Šuk et al., 1998):

Kukuřice obecná, tvrdá (*Zea mays* convar. *indurata* Sturt., syn. *Zea mays* convar. *vulgaris* Körn., Grebencsc.)

Je polymorfní a patří k nejstarším (Zimolka et al., 2008). Zrno je okrouhlé, tvrdé a lesklé. Moučnatý endosperm je uzavřen sklovitým endospermem. Je velmi rozšířená. Vyznačuje se svou raností a rychlejším růstem, avšak její výnos je nižší v porovnání s kukuřicí koňský zub (Šuk et al., 1998).

Kukuřice koňský zub (*Zea mays* convar. *identata* Stur., syn. *Zea mays* convar. *dentiformis* Körn., Grebencsc.)

Zrno se vyznačuje nižší tvrdostí v porovnání s kukuřicí obecnou. Zrno má klínovitý tvar s jamkou nahoře, takže tvar připomíná zub. Po stranách je sklovité a tvrdé. Vnitřní jamka vzniká vysycháním endospermu při dozrávání zrna. Je to nejdůležitější hospodářský poddruh kukuřice (Zimolka et al., 2008). Bývá pozdnější a výnosnější (Šuk et al., 1998).

Kukuřice polozubovitá (*Zea mays* convar. *aorista* Grebencsc., syn. *Zea mays* convar. *semiindentata* Kulesch.)

Tato kukuřice vznikla křížením koňského zubu a kukuřice obecné a představuje tak přechodnou formu mezi těmito dvěma odrůdami (Vrzal, 1995). Jamka na vrcholu zrna není tak zřetelná jako je tomu u koňského zubu. Endosperm je ale sklovitější (Šuk et al., 1998).

Zimolka (2008) dodává, že všechny tři varianty kukuřice uvedené výše jsou pěstovány na zrno, dělenou sklizeň (DSK, respektive LKS a CCM) i na siláž. V nynější době v Seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize (National List of Varieties Listed in the State Variety Book) převažují hybridy typu koňského zubu. Uvádí se, že jsou nejvhodnější pro škrobárenské zpracování, pro vyšší obsah škrobu a větší podíl moučnatého endospermu.

Kukuřice pukancová (*Zea mays* convar. *everta* Sturt., syn *Zea mays* convar. *microsperma* Körn., Grebensc.)

Zrno je velice drobné (HTS 90 až 130 gramů). Podle typu zrna se rozděluje na rýžovou – oryzoides se zobákovitě ukončeným, téměř průhledným zrnem, a s perlou – gracillima, která má na vrcholu zrno zakulacené, hladké, lesklé. Endosperm je sklovitý s tvrdý. Má vysoký obsah bílkovin a má velkou výživnou hodnotu (Zimolka et al., 2008). Využívá se na výrobu pukanců, vloček a krup (Šuk et al., 1998).

Kukuřice cukrová (*Zea mays* convar. *saccharata* Sturt.)

Po dozrání se vyznačuje zvrásněným endospermem, který je složen převážně z vodorozpustných glycidů (amylodextrin) (Zimolka et al., 2008). Pro svou výživnou hodnotu se využívá jako zelenina na vaření a konzervování (Šuk et al., 1998). Sklízí se v konzumní (voskově mléčné) zralosti (Zimolka et al., 2008).

Kukuřice škrobnatá (*Zea mays* convar. *amylacea* Sturt., Mont., Grebensc., syn. *Zea mays* convar *macrosperma* Klonech.)

Zrno má nízký obsah bílkovin, obsah škrobu je naopak vysoký. Je to tedy typická škrobárenská kukuřice. Je vhodná případně i k výrobě lihu. Povrch zrna je matný, má moučnatý endosperm. Je považována za nejstarší skupinu kulturní kukuřice (Šuk et al., 1998).

Kukuřice vosková (*Zea mays* convar. *ceretina* Grebensc., Kulesh.)

Zrno se svou tvrdostí i vzhledem podobá zrnu kukuřici tvrdé (Vrzal, 1995). Liší se od něj jen matným povrchem. Periferní část endospermu však není průhledná. Optické vlastnosti jsou podobné vosku. Jako polysacharidy jsou zde převážně zastoupeny dextryny (Zimolka et al., 2008). Pěstuje se k technickým účelům (Šuk et al., 1998).

Kukuřice pluchatá (*Zea mays* var. *tunicata* St. Hill, syn. *cryptosperma* Bonaf, syn. *glumacea* Larranaga)

Tato kukuřice nemá hospodářský význam, slouží k botanickým a genetickým studiím. Rostliny jsou bohatě olistěny a bohatě odnožují. Od ostatních uvedených variant se liší tím, že zrno je uzavřeno ve větších pluchách (Zimolka et al., 2008).

Dále se jako zvláštní varieta ještě uvádí **kukuřice škrobocukrová** (*Zea mays* covar. *amyleasaccharata* Sturt.) a **kukuřice pestrolistá** (*Zea mays* var. *japonica*), která má světležluté nebo červené pruhy na listech. Pěstuje se jako okrasná rostlina.

Z hlediska botanické systematiky se kukuřice ještě dále roztrídí na nižší taxonomické jednotky. Šlechtěné a krajové odrůdy (kultivary), hybridy (dvouliniové – Sc, tříliniové – Tc a Dc), dále samoopylované linie (s.l.) a různé typy populací. Hybridy, méně kultivary a populace, se využívají k pěstování. Všechny taxonomické jednotky tvoří základ genetických zdrojů pro šlechtitelské využití (Zimolka et al., 2008). Největší význam z hospodářského hlediska má kukuřice koňský zub, kukuřice obecná, a kukuřice polozubovitá (Diviš, 2010)

3.1.2 Morfologická charakteristika

Kukuřice má nízký obsah neškrobových polysacharidů. Obsahuje méně NL než ostatní obiloviny. Má vyšší obsah tuku než pšenice, žito a ječmen. Má obecné použití ve výživě všech hospodářských zvířat (Zeman, 2006).

Kukuřice dorůstá nejčastěji do výšky 1 až 3 metry. Avšak její výška se může měnit v závislosti na klimatických podmínkách. Pokud je nedostatek vody, rostlina může vyrůst třeba jen 0,5 metru. Naopak jsou známy i případy, kdy vyrostla do výšky šesti metrů (Zimolka et al., 2008).

Kořeny vytvářejí svazčitý kořenový systém, který proniká podle stanovištních podmínek 1,5 až 3 i více metrů hluboko (Vaněk et al., 2007). Při včasném výsevu se kořenový systém pod povrchem půdy rozkládá v okruhu až 2,5 metru, při pozdním pouze 0,30 až 0,45 metru (Šuk et al., 1998). Převážná část jemných kořínků se však rozkládá v orniční vrstvě do 20 centimetrů. Podle původu jsou kořeny rozděleny do primární a sekundární kořenové soustavy. Primární tvoří kořeny, které se zakládají již v zárodku, sekundární vznikají během růstu v přeslenech okolo bazálních uzlů (Diviš, 2000). Sekundární kořenovou soustavu tvoří

kořeny adventivní – vzdušné (Valíček et al., 2002). Vyzrálé zrno má téměř vždy jeden zárodečný kořínek (radicula) a různý počet prvotních kořenů postranních. Radicula narozdíl od jiných obilovin nezůstává zakrnělá, ale dosahuje značné délky a může se dokonce větvit na četné boční kořeny. Ty mají význam jen v počátečních obdobích růstu, než jsou vytvořeny adventivní kořeny. Ty představují hlavní podíl kořenového systému. Kromě funkčních adventivních kořenů může kukuřice vytvářet ze tří až čtyř nadzemních kolének vzdušné kořeny, které jí mohou chránit před polehnutím (Zimolka et al., 2008).

Stéblo je složené z článků (internodií), které se střídají s plnými kolénky (nody). Počet nadzemních článků je podmíněn raností hybridů a stanovištními podmínkami (Vaněk et al., 2002). V současné době jich bývá jedenáct až patnáct. Denní přírůstek délky stébla v optimálních podmínkách může dosahovat 12 až 15 centimetrů (Zimolka et al., 2008). Stéblo je v našich podmínkách vysoké nejčastěji 1,10 až 2,50 metrů a tlusté 20 až 70 milimetrů (Šuk et al., 1998). Podle Diviše (2010) se v našich podmínkách výška stébla pohybuje nejčastěji od 2,10 metrů do 3,10 metrů.

Listy tvoří podíl na celkovém výnosu sušiny kukuřice 10 až 20 % (Šuk et al., 1998). Nejméně listů mají rané hybridy, pozdní jich mají nejvíce (Diviš, 2000). Listy jsou široké, dlouze kopinaté. Velká čepel (lamina) má nápadné střední žebro a často i zvlněný okraj. Povrch je mírně porostlý chloupky, zesponu hladký. Spodní část listu tvoří pochvu (vagina), která obklopuje stéblo a chrání bázi jednotlivých článků. Chrání i úžlabní pupeny. V místě, kde se čepel spojuje s pochvou vyrůstá jazýček (linula). Kukuřice netvoří ouška (Zimolka, 2008). Listy mají velký počet průduchů, se dvěma svěracími buňkami, které umožňují styk s okolím. Probíhá zde mimo jiné výměna plynů, jsou důležité pro fotosyntézu (Vrzal et al., 1995). Na vrchní straně čepele se v menších odstupech nacházejí skupiny tenkostěnných elastických buněk (cellulae bulliformes), které jsou ponořeny do mezofylu. Tyto buňky při nabobtnání list rozvinují a při horkém a suchém počasí, kdy dochází ke ztrátě turgoru list zavinují. Tím pomáhají regulovat transpiraci. Listy jsou žlábkovité a šikmo vzhůru postavené, což dokáže využít i nepatrných srážek (včetně rosy) a odvádět je ke kořenům. Velikost listů, jejich šířka i další znaky na listech patří k odrůdovým znakům. Je to však ovlivněno i faktory prostředí. Počet listů také patří k odrůdovým znakům (Zimolka et al., 2008). S tímto tvrzením souhlasí i Diviš (2010) a dodává, že rané hybridy tvoří okolo osmi až deseti listů, pozdní 24 i více.

Květy jsou jednopohlavné a jednodomé (Diviš, 2010). Stavbou květenství se rostlina kukuřice výrazně liší od jiných lipnicovitých druhů (Zimolka et al., 2008). Samčím květenstvím je lata vyrůstající z posledního článku stébla. Samičím květenstvím je palice (klas) vyrůstající ze střední části rostliny. Klas je tvořený větvenem. Do podélně uspořádaných jamek větvena přisedají klásky. Ty jsou dvoukvěté (jeden klásek je plodný a druhý neplodný). Vřetenem palice obalují listeny (Skládanka, 2006). Šuk et al. (1998) uvádí, že samoopylených rostlin v porostech s malým počtem rostlin může být až 15 %, oproti tomu v porostech na větších plochách je pouze 1 až 5 % samoopylených rostlin. Vrzal (1995) dodává, že při nízké vzdušné vlhkosti pylová zrna odumírají rychleji a tedy opálení klasů nemusí být dokonalé.

Zrno (caryopsis) je bez rýhy. Tvar a charakter endospermu závisí na poddruhu. (Skládanka, 2006). Zrno kukuřice je z botanického hlediska nažka, suchý jednosemenný plod, nepukavý, s tenkým oplodím. Zárodek (embryo) je umístěn na boční straně, ve spodní části zrna. K endospermu přiléhá štítkem. Barva zrna může být od bílé přes žlutou, oranžovou, hnědočervenou, fialovou až po černou a skvrnitou (Zimolka et al., 2008). HTS je 300 až 350 gramů (Skládanka, 2006).

Chemické složení a nutriční hodnota zrna

Zrno kukuřice je potravina s velkou nutriční hodnotou, významný zdroj energie. Je to dáno vysokou stravitelností přítomných živin. Nutriční hodnota je závislá na složení zrna. To se mění vlivem všech působících faktorů. Velký vliv mají půdní a klimatické podmínky, hnojení, hybrid, sklizeň, posklizňové ošetření i uskladnění zrna (Zimolka et al., 2008). Má značné množství škrobu, tuku a jen velmi málo vlákniny, proto významně ovlivňuje výživu hospodářských zvířat (Zeman et al., 2006).

Převládající složkou jsou sacharidy (glycidy), hlavně škrob (60 až 70 %), cukry (1,5 až 5 %), dextriny (1 až 6 %), obsah vlákniny činí maximálně 2 %. Obsah škrobu kolísá v závislosti na celé řadě faktorů. Faktory snižující fotosyntézu způsobují nižší hromadění škrobu. Stupeň zralosti ovlivňuje složení komplexu. Na začátku nalévání zrna je vyšší zastoupení rozpustných cukrů a méně škrobu (ten tvoří amyláza + amylopektin).. Naopak ve zralém zrnu převažuje škrob (Zimolka et al., 2008). Některé šlechtitelské firmy se zabývají šlechtěním hybridů s vysokým obsahem amylozy (amylo maize) nebo amylopektinu (waxy maize) (Třináctý et al., 2013). Během skladování dochází ke zvýšení redukcujících cukrů a snížení neredukujících cukrů (Zimolka et al., 2008).

Podstatnou část dusíkatých látek tvoří bílkoviny v obsahu 10 %, ale může jich být až 20 %. Nebílkovinný dusík tvoří 1 až 5 %. Bílkoviny jsou utvořeny z frakcí: albuminy, globuliny a gluteliny. Biologickou a krmnou hodnotu bílkovin určuje především obsah aminokyselin. Pro deficit lyzinu a tryptofanu je kukuřičná bílkovina neplnohodnotná. Obsah dusíkatých sloučenin jednotlivých frakcí je taktéž ovlivněn zralostí rostliny. Při dozrávání se snižuje obsah rozpustného dusíku a zvyšuje se obsah nerozpustných frakcí bílkovin (Zimolka et al., 2008).

Obsah tuku bývá 3 až 6 %, což je s výjimkou ovsa nejvyšší ze všech obilovin. Podstatná část oleje se nachází v klíčku. Nejvyšší obsah tuku (dokonce 8 až 9 %) má kukuřice cukrová (Zimolka et al., 2008). Obsah mastných kyselin v oleji popisuje Tab. č. 1.

Tab. č. 1: Obsah mastných kyselin v oleji kukuřice (Zimolka et al., 2008).

Kyselina	obsah (%)
Palmitová	14,1
Stearová	2,3
Olejová	31,7
Linolová	50,1
Linolenová	1,3
Arachová	0,18

Zimolka et al. (2008) uvádí, že kukuřice s žlutým a červeným zrnem je jedinou zrninou s vysokým obsahem vitamínů. Hlavně provitaminu A – karotenu. Obsah se pohybuje od 5 do 7,7 jednotky. Dále B1 – thiamin a E – alfa a beta-tokoferol, B2 – riboflavin, B6 – piridoxin, antipelargický PP a kyselina pantotenová. Ve stopovém množství C, D a K.

Popeloviny tvoří 1,19 až 1,45 %. Tři čtvrtiny jsou soustředěny v klíčku, zbytek se nachází ve sklovité části endospermu. Kukuřice má nízký obsah vápníku. Je bohatá na fosfor ve formě fytinu – nízká kalcifikační účinnost. Velké množství draslíku a železa. Malé množství sodíku a hořčíku (Zimolka et al., 2008).

3.2 Pěstování kukuřice

Kukuřice je jedna z nejvýznamnějších krmných plodin, které jsou pěstovány na orné půdě (Fuksa et al., 2004). Skládanka (2006) uvádí, že nároky na půdu se liší dle oblasti

pěstování. V bramborářských i chladnějších řepářských výrobních oblastí preferuje půdy hluboké, hlinité, výhřevné s dostatkem humusu. Nejvíce vhodná je jižní expozice. Vrzal (1995) s tímto tvrzením souhlasí a dodává, že kukuřice má nároky na intenzitu osvětlení, ale i na jeho délku v dané vývojové fázi. Kratší světelný den urychluje kvetení, avšak zmenšuje výšku rostlin a počet jejich listů (Vrzal et al., 1995).

Snáší půdy i slabě kyselé nebo slabě zásadité. Avšak na půdách s pH nižším než pět se snižuje výnos rostlinné hmoty až o 30 %. Nevyhovující jsou půdy kamenité, zamokřené a mrazové kotliny nebo pozemky, které jsou erozně ohrožené (Skládanka, 2006).

Za nejvíce **vhodné oblasti** pro pěstování kukuřice je možné označit lokality s průměrnou roční teplotou 9 až 10 °C a 16,5 až 17 °C za vegetační období duben až září. Je nutné, aby v těchto vhodných oblastech byly roční srážky nad 500 mm, z toho alespoň 300 mm v průběhu vegetace (Zimolka, 2008). Skládanka (2006) dodává, že kukuřice má vysoké nároky na vláhu, nadbytek vláhy spolu s nedostatkem vzduchu v půdě se projeví na barvě listů (světlá barva) a na tvorbě zakrnělých palic.

Kukuřice je náročná na **přípravu půdy**, vyžaduje půdy hluboko zpracované. Je vhodné na podzim provést podrývání na hloubku 45 až 50 centimetrů. Avšak je možné toto provádět jen jednou na čtyři a pět let. Bez podrývání je dobré provést podmítku. Po té by měla následovat za 14 dní střední či hluboká orba. Na jaře smykujeme a vláčíme (Zimolka, 2008).

Při **setí** je hloubka výsevu 60 až 90 mm. Na těžších, vlhčích a chladnějších půdách sejeme mělčeji (Diviš, 2010). Vhodně zvolenou hloubkou setí můžeme urychlit vzcházení a omezit napadání klíčících semen v půdě houbovými chorobami (Svoboda, 2004). V horších klimatických podmínkách vyséváme menší počet jedinců na ha. Naopak v teplejších oblastech vyséváme větší počet jedinců na ha. Výsevek je přibližně 30 kg na ha. Při teplotě 8 až 10 °C. Vzdálenost řádků má být 50 až 80 cm. Výsev by měl být dokončen do 10. května (Zimolka, 2008). Pokud utužíme vrstvu, na niž se ukládá osivo, zabráníme tím dodatečnému slehnutí půdy po zasetí, kterým může dojít k poškození mladých rostlin (Mašek, 2008). Moudrý (2014) dodává, že průměrná redukce počtu rostlin od setí do sklizně se pohybuje kolem 15 až 20 %. Při zbytečně vysokých hustotách rostlin, se mimo navýšení ekonomických nákladů za osivo, rovněž oddaluje zrání. Zvyšuje se riziko poléhání porostu a zhoršuje se hmotnostní poměr mezi palicí a celkovou hmotou (Kudrna et al., 1998).

Pro dosažení požadovaného výnosu a kvality píce je třeba zajistit vyrovnanou bilanci všech makrobiogenních a mikrobiogenních prvků (Nedělník, 2011). Na výnos 10 tun z ha je potřeba 100 až 130 kg N, 30 až 45 kg P a 80 až 160 kg K. Vyšší dávku **hnojiv** používáme v bramborářské výrobní oblasti. Kukuřice dobře využívá živiny z organických hnojiv, jako je chlévský hnůj a kejda (Skládanka, 2006). Richter et al. (1994) s tímto tvrzením souhlasí a doplňuje ho o informaci, že kejdu lze výhodně použít k úpravě poměru C : N při zaorávce slámy předplodiny. Hnojení organickými hnojivy je významné na půdách s nižší sorpční schopností, kde byla aplikace průmyslových hnojiv byla spojená s vyšším vyplavováním (Skládanka, 2006). Běžné dávky chlévského hnoje jsou do 40 t/ha aplikované při základním podzimním zpracování půdy (Svoboda, 2004). Počátek vegetace je charakterizován velmi pomalým růstem a nízkým odběrem živin. První měsíc růstu kukuřice odčerpá z 1 ha 3,3 až 5,6 kg N (Richter et al., 1994).

Kukuřice v prvních fázích růstu je citlivá na zaplevelení. **Ochrana proti plevelům** je možná mechanicky (vláčení, plečkování) nebo chemicky použitím herbicidů. Zvolený zásah musí vytvořit podmínky, aby zejména prvních 40–50 dní od vzejití kukuřice byl bezplevelný stav porostu (Moudrý, 2014). Herbicidy jsou aplikovány většinou celoplošně. Mechanický způsob má výhodu v provzdušnění půdy a vytvoření příznivých podmínek pro růst rostliny (Zimolka, 2008).

Při **zařazování do osevního postupu** jsou nejvhodnější předplodinou jeteloviny nebo víceleté pícniny. Jako výborná předplodina jsou také okopaniny, které jsou hnojené statkovým hnojem. Jako zlepšující předplodinu kukuřici zařazujeme mezi dvě obiloviny (Skládanka, 2006). Moudrý (2014) tvrdí, že kukuřici je možné pěstovat i v monokultuře. S tímto tvrzením souhlasí i Skládanka (2006) a dodává, že je možné kukuřici pěstovat i několik let po sobě, avšak musíme počítat se zvyšujícími se nároky na agrotechniku a hnojení. Avšak ani na úrodné půdě se nedoporučuje kukuřici pěstovat po sobě více než pět či šest let (Svoboda, 2004).

Výběr vhodných hybridů patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření. Správná volba hybridu může ovlivnit výnos až ze 30 %. Při volbě hybridu bereme v úvahu tato hlediska:

1. pěstování na zrno
2. pěstování na siláž

3. výrobní oblast
4. vybavení podniku a jeho pracovní kapacity
5. potřebný počet hybridů (Šuk et al., 1998)

Kudrna (1998) uvádí, že kukuřici je možné využít na zelené krmení nebo pro výrobu konzervovaných krmiv. Na siláž se kukuřice **sklízí** při sušině 28 až 33 %. Loučka et al. (2015) dodává, že případně, že sušina celé rostliny je pod 28 %, tak není využitý genetický potenciál rostliny. Navíc dochází k odtoku silážních šťáv a s nimi i ke ztrátě důležitých živin (Loučka et al. 2015). Při dělené sklizni (LKS, CCM) je sklizeň při 50 až 60 % sušiny. Na zelené krmení se sklízí za 100 až 110 dní po výsevu, při sušině 14 až 15 % (mléčná zralost). **Výnosy** sušiny se pohybují od 9,8 tun na ha do 25 tun na ha. Podíl palic bývá v celkovém výnosu 45 až 55 %. Iptas et al. (2006) uvádí, že výnos hmoty silážní kukuřice je ovlivněn několika faktory a vazbami mezi nimi. Takovými faktory jsou například teplota, fotoperioda, intenzita světla, hustota rostlin, datum setí, hnojení a sklizně. Diviš (2000) dodává, že například zvyšující se hustota porostu, tedy počet rostlin na jednotku plochy, nad optimální hodnotu má negativní dopad na ostatní výnosové prvky.

3.3 Konzervace kukuřice

Kukuřičná siláž má v našich klimatických podmínkách nezastupitelnou úlohu v krmných dávkách skotu (Třináctý et al., 2013). Má vysoký výnosový potenciál a vhodné silážovatelné vlastnosti, je velice cenným zdrojem energie a živin (Opsl et al., 2012). Je hlavním zdrojem škrobu. Oproti jiným obilninám se vyznačuje nižší úrovní bacherové degradovatelnosti a větší podíl tak přechází do střevního trávicího traktu a je hlavním zdrojem energie (Nedělník, 2011). Ovlivňuje zdraví trávicích procesů v bacheru. Díky příznivému obsahu sacharidů (NFC – Nonfiber Carbohydrates nebo také nestrukturní sacharidy – NSC) patří silážní kukuřice k nejsnadněji silážovatelným pícninám. Tyto siláže tvoří hlavní složku směsných krmných dávek přežvýkavců. Konzervovaná krmiva, jejich nutriční hodnota a také hygienická nezávadnost tak rozhodují o efektivnosti chovu a výroby mléka (Třináctý et al., 2013).

Kukuřice je dobře silážovatelná, má nízkou pufrací kapacitu (nízký obsah dusíkatých látek, bazických prvků a dusičnanů) (Loučka et al., 2015). Za normálních podmínek konzervační přípravky nejsou nutné. Při ověřování bylo potvrzeno, že použití biologických i chemických konzervantů snížilo ztráty v průběhu fermentačního procesu a mírně zlepšilo fermentační proces (Harazim, 1995).

Koncentrace energie je u kukuřičné siláže nejvyšší v porovnání s ostatními silážemi (viz Tab. č. 2). (Doležal et al., 2012).

Tab. č. 2: Koncentrace energie v 1 kg sušiny siláží (Doležal et al., 2012).

Koncentrace energie v 1 kg sušiny siláží			
Plodina	NEL MJ/kg	NEV MJ/kg	ME pro skot MJ/kg
kukuřičná siláž	6,38	6,4	10,5
Pšeničná siláž - mléčně vosková zralost	5,13	4,85	8,85
ječmenná siláž - mléčně vosková zralost	5,35	5,11	9,17
ovesná siláž - mléčně vosková zralost	4,51	4,1	7,93
bobová siláž - v obd. Hnědnutí listů	5	4,66	8,68

Technologie silážování se vyznačuje rychlým snížením hodnoty pH na hodnotu $\text{pH} < 4$ fermentací sacharidů na kyselinu mléčnou (Třináctý et al., 2013). Vlivem poklesu pH je zastaven rozklad jak organické hmoty, tak ztráta energie (Přikryl, 2012). Bakterie mléčného kvašení (LAB – lactic acid bacteria) obvykle dosáhnou své maximální koncentrace po 2-6 dnech fermentace (Doležal et al., 2012). LAB patří mezi epifytní mikroflóru (Přikryl, 2012). Jsou ale zastoupeny v silážované hmotě v minoritním množství. Pro úspěšný průběh silážování je rozhodující mimo množství mléčných bakterií stanovení správného termínu sklizně a obsah sušiny (Třináctý et al., 2013). S tímto tvrzením souhlasí i Doležal et al. (2012) a dodává, že vlastní fermentační proces probíhá s rozdílnou mikrobiální intenzitou v závislosti na obsahu a složení sušiny, zejména na obsahu vodorozpustných sacharidů, intenzitě dusání, okolní teplotě, délce řezanky a přípravku silážního aditiva. Fermentační proces je dále dělen do čtyř fází, které na sebe navzájem navazují:

1. Aerobní fáze
2. Hlavní fermentační fáze
3. Fáze stabilizační
4. Fáze po otevření a zkrmování

Sklizňové stadium je optimální, když je obsah sušiny celé rostliny 28 až 35 %, obsah sušiny u palic 40 až 55 % a u zrna 60 až 65 % (Opsl et al., 2012). Doležal et al. (2012) uvádí ideální podíl celkové hmoty sušiny v rozmezí 33 až 35 %. Při sušině celé rostliny 24 až 25 % se objevuje černá skvrna na bázi obilky. Při tomto stadiu je v rostlině fyziologicky ukončeno

ukládání živin, zejména škrobu. Tedy pozdější termín sklizně nevede již k žádnému zvýšenému ukládání živin a tím ani ke zvýšení výživné hodnoty. Naopak dochází k přestavbě a přesunu látek ze stébla do zrna, které je pak hůře fermentovatelné (Třináctý et al, 2013). Podle Kopřivy et al. (1992) je sklizeň kukuřice na siláž vhodná mléčně vosková zralost píce.

Při příliš časně sklizni (sušina je nižší než 28 %) se ochuzujeme o výnos sušiny a koncentraci energie. V procesu fermentace jsou více uplatňovány bakterie heterofermentativního kvašení. Zužuje se poměr mezi obsahem kyseliny mléčné a octové ve prospěch octové, přičemž jsou ztráty živin dvakrát větší než při homofermentativním typu kvašení. Výhodou časně sklizně může být vysoký obsah cukrů a méně ligninu (Třináctý et al., 2013).

Při pozdní sklizni s obsahem sušiny nad 35 % se vyskytují suché listy a suché horní části stébla, kde se na povrchu tvoří plísně a dochází k rozvoji kvasinek, které potom negativně ovlivňují fermentační proces. Negativně se též projevuje i nižší obsah cukru. Vytvoří se méně kyselin a reziduální obsah cukru se rychle vyčerpá. Siláž je méně stabilní a může dojít i k jejímu zplísnění. Kukuřičné siláže o vysoké sušině nepřinášejí při krmení žádné výhody, neboť v tomto období dochází ve zbytkové části rostliny ke zvýšení obsahu vlákniny v důsledku větší signifikace a tím ke snížení stravitelnosti organické hmoty.

Je zřejmé, že vysoký podíl zrna (50 %) je důležitý pro stravitelnost siláže, kvůli obsahu škrobu a také koncentraci energie (Třináctý et al, 2013).

Obsah vlákniny se také mění v závislosti na hybridu kukuřice.

Délka řezanky se přizpůsobuje obsahu sušiny, stupni zralosti a způsobu zpracování. Při sušině do 30 % se doporučuje řezanka delší, a to 15 až 20 mm. Při sušině 30 až 34 % 10 až 15 mm. Při sušině vyšší než 35 % by měla být řezanka kratší, měla by mít 6 až 8 mm TLC (Theoretical Length of Cut). Délka částic nad 8 mm se považuje za strukturní, podporuje motoriku bacheru (Třináctý et al., 2013). Kopřiva et al. (1992) uvádí, že čím je sušina vyšší, tím by měla být kratší řezanka. Je známo, že vlivem krátké řezanky se významně mění i poměry TMK v silážích a tím i v bacheru zvířat. Siláže s krátkou řezankou se vyznačují rychlejším a intenzivnějším průběhem fermentace, jsou i více aerobně stabilnější (Doležal et al., 2012).

Dusání siláže je velice důležité pro zabránění výměny plynů a tím k nežádoucímu druhotnému kvašení. Výši ztrát ovlivňuje rychlost naskladňování a včasné vytvoření podmínek pro rozvoj mléčných bakterií. Při pomalém plnění je píce vystavena přístupu

kyslíku, který využívají nežádoucí mikroorganismy. Při dusání siláží je vzduch vytěšňován ven a poklesá aktivita aerobních mikroorganismů, které přítomné cukry rozkládají na oxid uhličitý a vodu. Tato reakce uvolňuje teplo a tím dochází ke ztrátám sušiny (Třináctý et al, 2013). Čím je silážní hmota sušší a řezanka méně narušená, tím musí být udusané vrstvy nižší a dusání intenzivnější. Optimální výška jedné vrstvy je 15 centimetrů. Doba dusání jedné tuny hmoty by měla být alespoň 4 až 6 minut s dusacím tlakem 7 až 10 kN.m² (Doležal et al, 2012).

Kvalitní kukuřičnou siláž, která je řádně zakryta je možné skladovat s minimálními ztrátami celoročně, je vhodné pamatovat minimálně s 15 % rezervou na příští období (Nedělník, 2011).

Zakrytí a vybírání siláží

Doporučený postup je, že na boky žlabu krátce před naskladněním posledních tří vrtev řezanky by se měly přichytit postranní tenké, průhledné fólie. Po naplnění sila se fólie přetáhnou přes naskladněnou a udusanou hmotu. Po celé volné délce se ještě pokryje jednou průhlednou fólií s přesahem minimálně jeden metr přes fólii postranní, lépe asi půl metru přes okraje žlabu. Přes tenkou průhlednou fólii se položí silná, neprůhledná silážní fólie (PE plachta), která se zatíží rozložením pytlů či pneumatik po celém obvodu žlabu v příčných pruzích vzdálených od sebe asi 4 metry. Na závěr se může na plachty rozložit flexibilní ochranná síť (většinou jen u CCM, LKS) (Šuk et al., 1998).

Skladujeme minimálně po dobu 6 až 8 týdnů, čímž je zabezpečeno, že dojde ke snížení počtu kvasinek a plísní, tedy epifytní mikroflóry tzv. samočištěním. Po skončení fáze zrání siláže je i dosaženo stability siláže. Během hlavní fermentační fáze, po vytvoření dostatečného množství kyseliny mléčné a snížení pH, bakterie mléčného kvašení postupně ustupují. Jako stabilní fáze se nazývá doba od ukončení fermentační fáze konzervovaného krmiva až do doby, kdy je silážní prostor otevřen a siláž se zkrmuje (Třináctý et al, 2013).

Při otevření sila, z důvodu odběru siláže, tak dochází k provzdušňování a k druhotné fermentaci. Velice rychle jsou obnoveny rozkladné procesy. Nastává růst kvasinek a plísní a tyto organismy oxidují konzervační kyseliny. Dochází k vzestupu pH a tím ke ztrátě konzervačního účinku kyselého prostředí. Je zapotřebí zamezit přístupu kyslíku na minimum – minimalizace plochy odebírané hmoty, plocha řezu hladká, odebírání jen potřebného denního množství. Hloubka denně odebrané hmoty by neměla být menší než 30 centimetrů (Jakobe, 1987).

Způsoby sklizně:

Pro zvolení technologie sklizně jsou nepostradatelné údaje týkající se podílu hmotnosti klasů z hmotnosti rostlin (Loučka et al., 2002).

1. Sklizeň celých rostlin (Whole-Plant Corn Silage – WPCS)
2. DKS (dělená sklizeň kukuřice)
 - a. LKS (Lieschen Kolben Schrott) – pošrotovaná směs palic s větveny bez listenů
 - b. CCM (Corn Cob Mix) – zrno, které se zpracovává vlhké nebo se dosouší
 - c. HMGC (High Moisture Grain Corn) (Třináctý, 2013).

3.4 Kvalita

Kvalita se může hodnotit z různých hledisek pomocí řady ukazatelů a několika odlišných systémů hodnocení.

3.4.1 Požadavky na kvalitu zrna kukuřice

Tyto požadavky jsou specifikovány ČSN 46 1200-6, která je odpovídající podmínkám stanoveným Komisí Evropského společenství pro účely intervenčních nákupů. Jsou v ní uvedeny pouze základní technické požadavky, a to organoleptické vlastnosti, zdravotní nezávadnost a fyzikální a chemické vlastnosti (Zimolka, et al., 2008).

3.4.2 Pojmy používané při hodnocení kukuřice

Hodnota FAO (Food and Agricultural Organization) – číslo ranosti

Číslo FAO je v zemědělské praxi stále využíváno pro stanovení zralosti kukuřice na siláž, je to základní charakteristika silážních hybridů (Doležal et al., 2012). Hodnota vychází z předpokladů, že jedním z rozhodujících faktorů prostředí pro kukuřice je teplota. Optimální hodnota pro růst a vývoj generativních orgánů je 20 až 24 °C. V České republice zkoušené a pěstované hybridy mají číslo FAO od 190 do 400. Čím je číslo menší, tím je odrůda ranější.

Ukazatele jsou rozdělovány pro zrnové a silážní hybridy. U kombinovaného využití hybridů na siláž a na zrno mají hybridy dvě čísla ranosti, například 220 S, 230 Z) (Třináctý et. al., 2013). Zimolka et al. (2008) uvádí, že FAO se vypočítává na základě středního obsahu sušiny v době zralosti rostliny v porovnání s kontrolními hybridy. Odchylka v obsahu sušiny o 1 % odpovídá deseti jednotkám FAO. S tímto souhlasí i Fuksa et al. (2006) a dodává, že 10 čísel FAO činí rozdíl v 1-1,5 % obsahu sušiny zrn nebo délce vegetační doby 1–2 dny. Zimolka et al. (2008) tvrdí, že u kukuřice na siláž se číslo ranosti odvozuje od sušiny celé rostliny, na rozdíl od kukuřice na zrno. Tím pádem je ranost silážních odrůd vyjádřena objektivněji, protože rychlost dozrávání palice a ostatních částí může být u různých hybridů rozdílná.

RM systém (relative maturity) - CRM systém (comparative relative maturity)

Systém od sebe odlišuje hybridy s různou vegetační dobou, na základě celkové potřeby tepla potřebného pro dosažení jednotlivých fází růstu. Je to obdoba systému FAO, přičemž 200 až 400 v hodnotách FAO odpovídá 80 až 100 v systému RM (CRM). Hodnoty jsou vyjádřeny ve dnech, ale nejedná se o absolutní délku vegetačního období nutnou k dosažení optimální zrnové zralosti u daného hybridu, ale jen o čas relativní v porovnání se standardním hybridem. Uvádí se, podobně jako u systému FAO, dvě hodnoty – CRM pro siláž a CRM pro zrno. Tento systém je využíván v USA (Třináctý et al, 2013).

Suma efektivních teplot (SET)

Tento francouzský koncept SET se v České republice začal využívat pro stanovení ranosti hybridů od roku 2000. Využívání této metody se jeví jako podstatně přesnější než používání čísla FAO, je předpoklad, že v budoucnu bude metoda využívána stále častěji (Zimolka, 2008).

Každý hybrid potřebuje ode dne výsevu do dne zralosti určitou hodnotu SET. V součtu jsou zohledňovány teploty v rozsahu 6 až 30 °C (pod 6 °C je růst zastaven, teploty nad 30 °C nejsou efektivně využívány k asimilaci). Princip spočívá v tom, že se sčítají denní efektivní teploty za vegetační období, přičemž denní efektivní teplota se vypočítá podle následující vzorce:
$$= [(\text{minimální teplota} + \text{maximální teplota}) / 2] - 6$$

Pokud minimální teplota leží pod hranicí 6 °C, tak se dosazuje hodnota 6. Pokud maximální teplota překročí 30 °C, použije se hodnota 30. Podle nároku na SET jsou hybridy rozděleny do několika skupin. Silážní hybridy mají požadavky od nejranějších od 1350 °C do pozdních do 1650 °C. Příklad potřebné SET vztažené k rozpětí FAO silážních hybridů viz Tab. č. 3. (Třináctý et al, 2013).

Tab. č. 3: Příklad potřebné SET vztažené ku FAO silážních hybridů.(Třináctý et al., 2013).

Kategorie rannosti	Rozpětí FAO	Průměrná suma efektivních teplot
Velmi rané hybridy	< 230	1380
Rané hybridy	230 - 250	1430
Středně rané hybridy 1	250 - 280	1470
Středně rané hybridy 2	280 - 300	1500
Středně pozdní hybridy	300 - 350	1550

Sledování SET má veliký smysl pro předpověď nástupu do sklizně v širších regionech a souvislostech, zvláště za podmínek, že jsou sklizňové mechanismy využívány ve službách a je potřebná jejich koordinace (Doležal et al., 2012).

Růstové fáze kukuřice

V České republice je pro hodnocení fází růstu a zrání používá mezinárodní stupnice vývojových fází BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry), jednotlivým fázím jsou přiřazeny číselné hodnoty. Například: (09) – vzcházení, (11) – vytvořený 1. list, (12) - vytvořený 2. list, (13 – 18) – vytvořený 3. – 8. list, (61) – počátek květu, samčí květenství, (63) – samičí květenství (viditelný vrcholek blizen), (71) – začátek výboje obilky (16 % sušiny), (75) – mléčná zralost (40 % sušiny v zrně), (85) – vosková zralost, 55 % sušiny v zrně – plná zralost (65 % sušiny v zrně) (Třináctý et al, 2013).

3.4.3 Faktory ovlivňující energetickou hodnotu kukuřice

Stravitelnost zelené hmoty

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující nutriční hodnotu krmiv patří stravitelnost. Její hodnota ovlivňuje množství živin a energie, které má zvíře k dispozici. Navíc je její znalost důležitá při výpočtu NEL a NEV za pomoci regresních rovnic. U jadrných krmiv je stravitelnost organické hmoty poměrně stálá. U objemných krmiv kolísá v důsledku vegetační fáze, stupně lignifikace pletiv, povětrnostních faktorů, technologie sklizně, konzervace a jejího uskladnění. Jako další faktory ovlivňující stravitelnost patří věk zvířat, jejich návyk na krmivo, úroveň výživy, rychlost pasáže, bachorový metabolismus a pH, obsah sekundárních

metabolitů v rostlinách. Význam má úprava krmiv. Základní metodou stanovení stravitelnosti je bilanční pokus na zvířatech. Stravitelnost lze vyjádřit jako úbytek živin, organické hmoty nebo energie, k čemuž dochází při průchodu krmiva trávicím ústrojím zvířete. Vypočítá se jako rozdíl mezi množstvím živin v krmivu a ve výkalech. Provedení bilančního pokusu je pracné a časově náročné. Jsou kvůli tomu hledány nové analytické postupy, které korelují s hodnotami sOH. Jedním z nich je metoda *in sacco*. Je založená na inkubaci vzorku krmiva v bacheru kanylovaného zvířete (Loučka et al., 2001).

Stravitelnost siláže

Kukuřičná siláž obsahuje 8 % N-látek, 3 % tuku, v průměru 30 % škrobu, ale obsah vlákniny ve formě NDF tvoří 40 - 50 %. Z toho vyplývá, že největší podíl tvoří vláknina (Jambor, 2014). Koncentrace stravitelné energie v siláži tedy souvisí se stravitelností NDF i s celkovým příjmem sušiny, který je stravitelností NDF do značné míry ovlivněn (Buxton et al., 2003).

Loučka (2001) popisuje, že v několika experimentech byla u siláží v porovnání s čerstvou a usušenou hmotou detekována nižší stravitelnost NDF. Může to být vysvětleno hydrolyzou vysoce stravitelných frakcí buněčných stěn, hlavně hemicelulózy, během silážování, to má za následek pokles zdánlivé stravitelnosti zbývající NDF. Při posuzování jsou důležitější ligno-celulózové komplexy (LCC) než veškerý lignin, které brání mikrobiální degradaci.

Studie porovnávala stravitelnost silážované hmoty a hotové siláže z téže hmoty a ukázalo se, že vliv fermentace na stravitelnost jsou malé. Rozdíly jsou významné tehdy, když se silážují plodiny s nízkým obsahem sušiny. Velmi rychlá a nadměrná fermentace (dochází k ní při použití konzervačních přípravků a při vyšším obsahu vodorozpustných cukrů v substrátu) ovlivňuje obsah buněk a snadno degradovatelných buněčných stěn. U siláží, které jsou vyrobeny z relativně zralých porostů, zvyšuje nadměrná fermentace koncentraci méně stravitelných, lignifikovaných buněčných stěn. Pokud je porost časně posekán, bývá stravitelnost buněčných stěn stébel (stonků) často stejně vysoká jako stravitelnost jiných částí rostliny. A tedy u siláží z časně posečené píce a rychlým a hlubokým průběhem fermentace bývá stravitelnost OH vyšší než u siláží z píce posečené pozdě (Loučka, 2001).

Loučka (2001) uvádí, že podle provedených studií se stravitelnost zlepšuje použitím konzervantů. Při použití kyseliny mravenčí se zvýší stravitelnost sušiny a organických látek. Siláže naočkované bakteriemi mléčného kvašení jsou také stravitelnější než siláže neošetřené. Tento vliv je větší u siláží z hmoty přímo posečené než z hmoty zavadlé. Také u siláží s nižší

kvalitou substrátu než s vyšší. Avšak pozitivní vliv enzymatického ošetření se potvrdil ale jen u jedné třetiny případů. Ošetření enzymy má za cíl hydrolýzu obsahu buněčných stěn a tím zvýšení dostupnosti substrátu pro bakterie mléčného kvašení, což urychluje produkci kyseliny mléčné. Stravitelnost byla ale u enzymaticky ošetřených siláží nižší než u silážích ošetřených kyselinou mravenčí nebo neošetřených. Zdá se, že enzymy ovlivňují hlavně vysoce degradovatelné frakce buněčných stěn a méně stravitelné reziduum nechávají mikroorganismům v předžaludcích a střevním traktu.

Stravitelnost sušiny

Stravitelnost sušiny při zrání postupně klesá, zastavuje se však ve fázi, kdy začíná růst klas. V anglické literatuře je tato fáze, když se objevují na klase vlasy, označována pojmem silking. Na krátkou dobu dochází k vzestupu stravitelnosti sušiny celé rostliny. Průběh stravitelnosti celé rostliny závisí na metodice stanovení. Pokud je hodnota sledována na silážované hmotě, vlivem kvašení sacharidů (hemicelulózy i jiných lehce fermentovatelných sacharidů) je vzestup hodnot méně výrazný (Třináctý et al., 2013). Opsi et al. (2012) označil jako optimální obsah sušiny při sklizni celé rostliny 28 až 35 %. Loučka et al. (2015) uvádí, že zhruba 32 %. Třináctý et al. (2013) tato tvrzení doplňuje o informaci, že při tomto stadiu je v rostlině fyziologicky ukončeno ukládání živin a zejména škrobu. Pozdější termín sklizně tedy nevede již k žádnému zvýšení ukládání živin a tím ani ke zvýšení výživní hodnoty.

Obsah a stravitelnost neutrodetergentní vlákniny

Rostlina bez klasu obsahuje 50 až 70 % NDF, celá rostlina pak 40 až 50 % (Loučka et al., 2015). NDF ovlivňuje příjem sušiny. Podíl ADF v NDF má vliv na plnivost bacheru a rychlost pasáže tráveniny v bacheru (Šimko et al. 2011). S tímto názorem souhlasí i Dvořáček (2007), který uvádí, že acidodetergentní vláknina je pro dojnici důležitá především pro peristaltiku střev. Z celkového množství vlákniny by tato měla tvořit 17 až 21 %. Vyšší obsah může snižovat stravitelnost organické hmoty a buněčných stěn. Podíl NDF v sušině by měl být 30 až 45 % pro zajištění správné funkčnosti bacheru a aktivity přežvykování (Šimko et al., 2011). Dvořáček tvrdí, že celkový podíl vlákniny v TMR by měl být 14 až 16 %. Nadměrné množství vlákniny snižuje stravitelnost krmné dávky. NDF by měla tvořit velkou část z celkové vlákniny. Negativem této vlákniny však jsou její nadýmavé účinky, což brání dojnici přijmout dostatečné množství sušiny krmiva. Optimální množství je 28 až 31 % ze sušiny krmné dávky. Nižší obsah snižuje tvorbu kyseliny octové, prekursoru mléčného tuku, a tudíž získáme od dojnic méně tučné mléko.

Zvýšení stravitelnosti NDF znamená zvýšení množství energie, kterou může dojnice získat ze strávené vlákniny, ale hlavně zvýšení denního příjmu sušiny jako zdroje dodatečné energie (Buxton et al., 2003). Zvýšení NDFD o 5 % zvýší obsah energie pouze o 2,1 %, avšak zvýšením příjmu sušiny přijde dojnice o 6,8 % více energie (vyjádřeno v jednotkách NEL), což v důsledku vede ke zvýšení nádoje o 1,7 litru (8,4 %) (Třináctý et al, 2013).

Obsah NDF v rostlině klesá se stářím vlivem zvyšujícího se obsahu škrobu v klasu. V období sklizně už pokles obsahu NDF bývá nízký, někdy je v literatuře popisován i opačný trend, nebo jsou patrné jen malé změny. S postupujícím vegetačním obdobím roste i obsah ligninu v pletivech rostlin, a to negativně ovlivňuje stravitelnost NDF. Avšak v souvislosti s hybridy silážní kukuřice je nutné poznamenat, že na rozdíl od např. jetelovin a trav není pokles stravitelnosti NDF významný. Hlavním zdrojem variability ve stravitelnosti NDF je fenotyp vlastního hybridu (Wiersma et al. 1993). Tento názor sdílí i Owens (2008), provedl vyhodnocení výsledků z více vědeckých prací zabývajících se vlivem termínu sklizně na stravitelnost NDF, zaznamenal jen nízký pokles hodnot stravitelnosti NDF. Z toho vyplývá, že hlavním zdrojem variability stravitelnosti NDF není termín sklizně, ale fenotyp vlastního hybridu. S tímto tvrzením souhlasí i Loučka et al. (2015) a dodává, že stravitelnost celkové vlákniny resp. Neutrodetergentní vláknina je ovlivněna genotypem hybridu a interakcí s pěstitelskými podmínkami (fenotypové podmínky), termínem a technikou sklizně, fermentačním procesem a typem uskladnění siláže. Tyto faktory mohou stravitelnost obou základních zdrojů energie, tedy škrobu a NDF, zásadně ovlivnit. Stravitelnost neutrodetergentní vlákniny lze získat chemickými analýzami metodami *in vivo*, *in sacco* a *in vitro*, což je ale časově i finančně náročné. Podle stanovení *in vitro* se kalibrují spektroskopické přístroje NIRS, celé spektrum organických živin i stravitelnost NDF je pomocí NIRS možné poměrně levně stanovit již během několika minut. (Loučka et al. 2015). Třináctý et al. (2013) toto tvrzení doplňuje o informace, že základní hodnoty stravitelnosti NDF při hodnocení hybridů se většinou získávají pomocí metody *in vitro*, bachorová tekutina je nahrazena enzymy pepsinem a celulázou, doba působení je 48 hodin. V absolutních hodnotách jsou hodnoty získané metodou *in vitro* o 10 % vyšší, než hodnoty metody *in vivo* (Třináctý et al, 2013).

Hodnocení stravitelnosti NDF je základem systému MILK 2006. Lze predikovat množství mléka na tunu silážní kukuřice i na hektar. Systém MILK 2006 se stal standardem pro hodnocení hybridů kukuřice. Nejvíce jsou ceněny hybridy s vysokým potenciálem produkce mléka z 1 tuny sušiny siláže, ale také zároveň s vysokou produkcí mléka z ha (Loučka et al., 2015).

Výrazně vyšší stravitelnost NDF poskytují hybridy typu BMR. Je to důsledek významně nižšího obsahu ligninu. Zatímco v USA jsou tyto hybridy běžně využívány, v České republice se zatím nepěstují. Důvodem je také to, že vysoká stravitelnost NDF u těchto hybridů (cca 70 %) ve srovnání s běžnými hybridy (cca 60 %) je kompenzována zvýšenou lámavostí stébel, což zhoršuje zdravotní stav porostu a tím i výnos (Třináctý et al. 2013).

Obsah a stravitelnost škrobu

Zrno obsahuje 60 % škrobu se stravitelností 96 %. V celé rostlině je 15 až 35 % škrobu (Loučka et al., 2015). Jambor (2014) tvrdí, že optimálně je obsah škrobu v kukuřice zastoupen 30 %. Obsah škrobu závisí na vegetačním stadiu v době sklizně, tedy na stupni asimilace škrobu v zru, na podílu palic rostliny, počtu a velikosti zrn (Přikryl, 2012). Třináctý et. al. (2013) uvádí, že stravitelnost škrobu je obecně považována za vysokou a v běžných systémech pro hodnocení krmiv se tento parametr často paušalizuje. Jistým důvodem jsou i chybějící nástroje, které by jeho aktuální hodnotu umožnily stanovit. Je ovlivněna řadou obtížně použitelných faktorů. Rozdíly v bacherové stravitelnosti škrobu u různých vzorků kukuřičné siláže se vlivem různorodých faktorů mohou pohybovat v širokém rozmezí. Ferreira et al. (2005) provedli experiment a prokázal, že nejvýznamnějším faktorem ovlivňující stravitelnost škrobu je velikost částic. Schwab et al. (2003) provedli metaanalýzu experimentů zaměřených na hodnocení vlivu termínu sklizně kukuřice na celotraktovou stravitelnost škrobu za využití corn crackeru pro mačkání zrna při sklizni u řezačky. Z výsledku vyplynulo jednoznačné doporučení využití mačkače, zvyšuje se tím dostupnost škrobu.

Pozdíšek (2008) uvádí, že využití škrobu je limitované absorpční kapacitou glukózy, enzymatickou aktivitou amylázy a izoamylázy, mikrobiální fermentací glukózy a možnostmi glukoneogeneze. Pokud je 50 až 90 % přijatého škrobu degradováno předžaludkem, možnosti zlepšení krytí potřeby glukózy u vysoko užitkových zvířat jsou v kombinaci nativních, ošetřených krmiv s nízkou degradovatelností škrobu, čím je možno snížit celkovou denní dávku a zvýšit By-pass škrobu do tenkého střeva.

Stravitelnost škrobu je závislá také na typu zrna: dent versus flint. Typy zrn se odlišují rozdílným zastoupením a prostorovým rozmístěním dvou typů endospermu (moučnatého a sklovitého). U typu dent (koňský zub) je vysoký podíl moučnatého endospermu. U typu flint převažuje sklovitý endosperm. Typ dent může ovlivnit množství degradovaného škrobu s kladným výsledkem - zvýšené množství energie ve formě TMK v bacheru, avšak i s negativním výsledkem – vyšší možnost acidózy a jiných metabolických poruch. Typ flint

naopak v tenkém střevě může dát až o jednu třetinu více škrobu potřebného pro glukoneogenezi. Z toho vyplývá, že vhodná kombinace kukuřičných hybridů může zmírnit fyziologickou zátěž dojnice změnou pasáže by pass škrobu a zvýšit efektivnost využití energie pro tvorbu mléka (Třináctý et al., 2013). Loučka et al. (2015) dodává, že u hybridů typu dent byla experimentálně zjištěna stravitelnost škrobu v bacheru 62 %, ve střevě 48 %. U typu flint tomu bylo skoro opačně, v bacheru 46 % a ve střevě 65 %.

Dvořáček (2007) uvádí, že většinou se v našich chovech škrobem překrmuje. Dojnice však energii z něj ani většinou nevyužijí. Kráva je totiž schopna strávit ve střevě maximálně 1,8 kg čistého škrobu, který jde do střeva.

Vliv obsahu sušiny a velikosti částic

Podle Třináctého et. al. (2013) na každé zvýšení obsahu škrobu o 5 % připadá zvýšení nádoje o necelé dva litry. Z pokusů vyplývá, že pokud se zvýší sušina o 1 %, dojde k nárůstu obsahu škrobu také o 1 %. Zvyšující se obsah škrobu v rostlině ovlivňuje obsah NFC (non fibre carbohydrates) neboli BNLV (bezdušikaté látky výtažkové). Zvyšování obsahu škrobu v kukuřici je hlavním důvodem zvyšování obsahu NEL při zvyšující se sušině.

Mnohými experimenty bylo prokázáno, že nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje stravitelnost škrobu je velikost částic. Dalším faktorem ovlivňující stravitelnost škrobu je použití mačkače při sklizni. Zvyšuje se tím dostupnost škrobu a do značné míry se eliminuje vliv faktoru pozdějšího termínu sklizně (Schwab et al., 2003).

S rostoucím obsahem sušiny nad optimální rozpětí stravitelnost škrobu klesá. Z praktického hlediska však se zvyšujícím se obsahem sušiny stoupá i obsah škrobu, přičemž jeho stravitelnost není po rozmačkání zrn významně snížena i po dosažení sušiny 40 %. Pokud ignorujeme problémy se silážováním lze i při tak vysoké sušině dosahovat významného zvýšení obsahu stravitelné energie (Třináctý et al., 2013).

Vliv doby skladování kukuřičné siláže

Úměrně déle skladování kukuřičné siláže se pomocí působení mikroorganismů a kyselého prostředí mění kvalitativní parametry u zrna. Projevuje se to postupným zvyšováním ruminální stravitelnosti škrobu (Jurjanz et al., 2005).

Při experimentu zabývajícím se vlivem délky fermentace při silážování zrna o vysoké vlhkosti (HMC) na *in situ* stravitelnost sušiny vyplynulo, že u zrna s vyšší vlhkostí byl na začátku fermentace zaznamenán prudký nárůst stravitelnosti, který se v následujícím období

zpomalil. U zrna s nižší vlhkostí se stravitelnost držela dlouho neměnná. Její nárůst lze pozorovat až po více než 200 dnech fermentace (Třináctý et al., 2013).

3.4.4 Hlavní sledované vlastnosti a znaky při hodnocení odrůd kukuřice

Kukuřice na siláž

1. Výnos:
 - a. Celkové suché hmoty (uvádí se v % k průměru souboru srovnávacích odrůd, vztahuje se k absolutní sušině).
 - b. Celkové zelené hmoty (uvádí se v % k průměru souboru srovnávacích odrůd)
2. Technologická kvalita: Pro o predikci kvalitativních parametrů silážních hybridů se využívá metoda NIRS. Stanovuje rychle a nedestruktivně několik parametrů najednou
3. u vysokého počtu vzorků. Ročně je zhodnoceno přibližně 150 silážních hybridů, to představuje 1100 vzorků usušené a rozmělněné řezanky na 1 milimetr. Počet hodnocených parametrů se postupně rozšiřoval. V současné době se hodnotí tyto parametry:

Stravitelnost organické hmoty (OH):

ELOS – enzymaticky (pepsin – HCL, celuláza) rozkladná OH

IVDOM – OH stravitelná v bachorové šťávě ovce

Škrob – obsah škrobu

NDF – neutrálně detergentní vláknina

ADF – acido detergentní vláknina

Hrubá vláknina

Cukr – redukující cukry

N-látky (Třináctý et al., 2013).

Výpočtem se stanoví:

ME (MJ) = 14,27 – 0,147 * popel – 0,12 * Eulos + 0,0234 * NL

NEL (MJ) = ME * (0,46 + 12,38 * ME / (1000 – popel * 10))

Kde Eulos = 100 – popel – ELOS = nestravitelná část (Třináctý et al., 2013).

Jako doplňující hodnocení je ověřován parametr DINAG – stravitelnost OH bez škrobu a rozpustných cukrů, vyjadřující stravitelnost vlákniny

4. Ranost

Doba od květu blizen – počet dní od setí do květu blizen pomocí ukazatelů ranosti (kvete 50 % rostlin na parcele).

Sušina zrna před sklizní – orientační sušina, která je stanovena ze vzorku zrna, z palic odebraných v období těsně před sklizní. Jsou sušena celá zrna. Pomocí ukazatelů ranosti.

Sušina hmoty při sklizni – podle normy ČSN: ISO 467007. Stanovená ze vzorku odebraného při sklizni parcel. Hlavním ukazatelem ranosti u silážních hybridů (Zimolka et al., 2008).

Kukuřice na siláž a zrno – další hospodářské vlastnosti

Odolnost proti poléhání – poléhání kořenové, vyvracení se rostlin, v bázi těsně nad zemí. V podmínkách České republiky se vyskytuje spíše jen sporadicky ve vlhčích ročnících na návětrných oblastech. Může však způsobit velké ztráty při sklizni. Příčina může být geneticky založená morfologická vlastnost odrůdy k houbovým chorobám.

Zlomené rostliny pod palicí v % - komplexní znak, který zahrnuje všechny příčiny zlomení rostlin pod palicí. Mohou to být mykózy, napadení zavíječem, přirozený sklon k lámavosti. Hodnotí se jako počet zlomených rostlin pod palicí v %.

Mykózy palic – Způsobeno *Fusarium spp.*, *Penicilium spp.*, *Nigrospora oryzae*. Počet napadených palic v % a stupeň napadení ve stupnici 9 až 1.

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) – Převážně v teplejších oblastech dokáže způsobit významné ztráty ve výnosech. Je jednou ze vstupních bran pro mykózy. Je hodnocen počet napadených palic v %. Experimenty s kukuřicí na zrno jsou oproti zavíječi ošetřovány chemicky nebo biologicky.

Sněť kukuřice (*Ustilago mayadis*) - Rostliny jsou napadány v průběhu celé vegetace. Většinou nezpůsobuje závažné škody. Rostliny, které jsou napadené, je možné zkrmovat. Je hodnocen počet snětivých rostlin na parcele v %.

Výška rostlin a výška nasazené palic v centimetrech – Vystihuje objektivně typ hybridu (Třináctý et al., 2013).

Kukuřice na siláž a zrno – vedlejší sledované znaky a vlastnosti

Datum vzcházení

Počet rostlin na parcele v kusech

Reakce na chlad – v bodech od 9 do 1

Rychlost počátečního růstu – v bodech od 9 do 1

Metání lat – datum

Květ lat – datum

Květ blizen – datum

Oдноžování – v bodech od 9 do 1

Reakce na sucho – v bodech od 9 do 1

Ozrnění palic – v bodech od 9 do 1

Dozrávání zrna na zelené vegetující rostlině – „Stay green“ – v bodech od 9 do 1 (Třináctý et al., 2013).

Geneticky modifikované (GM) odrůdy kukuřice

Genetickou modifikací je cílená změna dědičného materiálu, která spočívá ve vložení cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo vynětí části dědičného materiálu organismu způsobem, kterého se nedosáhne přirozeným způsobem (Řehout, 2005).

Dle platného zákona (č. 219/2003 Sb.) Ústav může zahájit zkoušení geneticky modifikované odrůdy jen pokud zahrnuje pouze geneticky modifikované rostliny, které je možné uvádět do oběhu v České republice dle zákona č. 78/2004 Sb. o nakládání s geneticky modifikovanými produkty ve změně pozdějších předpisů, pokud jsou rostliny nebo jejich části určeny pro výrobu potravin nebo složek potravin, pak musí být tyto potraviny nebo složky schváleny podle zvláštního zákona.

V současné době vyhovuje těmto podmínkám, co se týče kukuřice pouze insekt rezistentní modifikace MON 810. Rostlina je uvolněná pro pěstování rozhodnutím EK od roku 1998. Tento klon vznikl vnesením genů bakterie *Bacillus thuringiensis* do geonomu kukuřice. Tato odrůda je toxická pro larvy zavíječe kukuřičného a některým jiným příbuzným druhům, kteří se živí požerem kukuřice (Třináctý et al., 2013).

3.5 Počasí ovlivňující kukuřici

Kukuřice je rostlina, která vytváří ve velice krátké době velké množství hmoty s vysokým obsahem energie. Aby byl úspěšný vývoj a růst rostlina potřebuje harmonické působení jednotlivých vegetačních faktorů, jako jsou světlo, teplo, voda a vzduch (Šuk et al., 1998).

3.5.1 Světlo

Sluneční záření je mimořádně významným faktorem určujícím klimatické podmínky (Procházka et al., 1998). Kukuřice má v dané vývojové fázi jiné nároky na intenzitu i délku osvětlení. Kratší den urychluje kvetení, avšak eliminuje počet listů a výšku rostlin. Kukuřice velmi dobře využívá sluneční záření. Na 1 ha půdy vytváří 20 000 až 60 000m² asimilační plochy. (Skládanka, 2006). Pro tvorbu sušiny je nejpříznivější délka fotoperiody 17 –až 18 hodin. (Havličková et al., 2008). Aby bylo využití světla co největší, je nutné vhodné rozmístění rostlin v porostu, menší hustota a pravidelné rozmístění rostlin zajistí lepší využití záření (Skládanka, 2006).

3.5.2 Teplota

Skládanka (2006) upozorňuje, že teplota je pro správný růst rostliny velice důležitá. Ideální průměrná teplota je 13 °C, suma teplot v průběhu celého životního cyklu by měla být od 1700 do 3120 °C. Havličková et al. (2008) dodává, že optimální denní průměrná teplota je nad 22 °C. Tepelnou sumou rozumíme součet průměrných denních teplot za vegetační období, tj. za duben až září. Rostlina je citlivá při kolísání teplot v průběhu vegetačního období. Suma teplot se snižuje u raných hybridů, které se využívají ve vyšších polohách (Šuk et al., 1998).

Minimální teplota na klíčení je 6 °C (Skládanka, 2008). Optimální teplota je 8 až 10 °C (Cox et al., 1994). S vyšší teplotou půdy (od 8 °C) rychle klíčí, vzchází a její vývoj je rychlejší. Tyto vlivy se pak promítnou na jejím výnosu a kvalitě (Diviš, 2010). Při teplotách okolo 10 °C se vytváří vegetativní orgány. Kolem 12 °C začíná tvora generativních orgánů. Pro první fáze růstu jsou optimální teploty kolem 20 °C, pro rozvoj kořenového systému 24 °C. Pokud teploty nedosahují během vegetace 16 °C, středně rané a pozdní hybridy často nezakvétají (Skládanka, 2008). Šuk et al. (1998) tyto fakta rozvíjí o informace, že pozdní jarní mrazíky, podobně jako rychlý pokles teplot způsobují zastavení růstu a odumírání rostlin. Jako kritickou teplotu můžeme označit teploty -1 až -2 °C po dobu déle než 3 až 4 hodiny. Pokud jsou teploty nízké, jsou pletiva řídká – vodnatá a často jsou napadána chorobami a škůdci, rostliny mohou poléhat. Pokud klesne teplota pod -6 °C a vlhkost zrna na 30 °C, tak se snižuje klíčivost zrna o 10 %. Sklizeň by proto měla proběhnout před nástupem mrazů. Cox et al. (1994) dodává, že pro dosažení co nejvyššího výnosu hmoty mají největší význam teploty koncem června, v červenci a začátkem srpna.

Tab. č. 4: Nároky kukuřice na teplo v různých vývojových fázích (°C) (Šuk et al., 1998).

Fáze	Biol. minimum	Biol. optimum	Kritická teplota
Klíčení	5 až 8	10 až 15	-
Vzcházení	9 až 12	13 až 16	-2 až -3
Intenzivní růst	10 až 12	20	-2 až -3
Kvetení	12 až 15	20 až 24	-2 až -3
mléčně-vosková zralost - listy	10 až 12	18 až 24	-2 až -3
mléčně-vosková zralost - klasy	10 až 12	18 až 24	-4 až -5

Tab. č. 5: Nároky kukuřice na sumu teplot (Šuk et al., 1998).

Rozdělení hybridů dle délky vegetace	Číslo FAO	Průměrné denní teploty (°C)	Suma teplot (°C)
Velmi rané	150 až 200	13,5 až 14,5	1700 až 1950
Rané	200 až 240	14,5 až 15,4	1950 až 2200
Polorané	240 až 290	15,5 až 16,4	2200 až 2500
Polopozdní	290 až 350	16,5 až 17,4	2500 až 2800
Pozdní	350 až 450	nad 17,5	2800 až 3150

3.5.3 Voda

Na vláhu má kukuřice vysoké nároky, transpirační koeficient je 256 (Skládanka, 2006). S tímto tvrzením souhlasí i Kudrna et al. (1998) a dodává, že kukuřice ke své vysoké produkci hmoty požaduje značné množství vláhy. A to zejména v době mezi metáním a mléčnou zralostí (Kudrna et al, 1998). Naopak nadbytek vláhy a nedostatek vzduchu v půdě se projeví zesvětlení listů a na tvorbě zakrnělých palic. Kukuřice patří mezi rostliny C4. Rychlost růstu při klíčení je hlavně závislá na příjmu vody. Nejnižší obsah vody, při kterém začíná růst kořínků je 57 %, potřebná teploty by ale byla 30 °C. Aby kukuřice klíčila při teplotě 12 °C, musí být obsah vody v půdě alespoň 75 % (Skládanka, 2006).

Kukuřice velice dobře využívá vodu (Barbieri et al., 2012). Je schopna čerpat vodu až z hloubky tří metrů, zpravidla ale z 1,5 metru. Nedostatek vláhy způsobuje zpomalení až zastavení růstu, listy mohou zakrňovat a svinovat se. Při nadbytku vláhy zakrňuje kořenová soustava a hůře přijímá živiny, jsou i více náchylné k vyvrácení. Srážky ve formě krup ovlivňují rostliny podle jejich fáze růstu. Pozdní poškození rostlin nepůsobí příliš výrazně na výnos, nejcitlivější na poškození jsou v době metání až kvetení (Šuk et al., 1998).

Šuk et al. (1998) uvádí, že na tvorbu 1 kg sušiny potřebuje rostlina přibližně 256 litrů vody. Potřeba vody na jednu rostlinu se odhaduje na 200 litrů. Což odpovídá asi 1600 mililitrů srážek. Dle polních měření si porost vystačí asi s 200 mililitrů srážek za vegetaci, zbytek potřeby vody kryje z půdních zásob a vlhkosti vzduchu. S tímto tvrzením souhlasí i Havlíčková et al. (2008), která uvádí rozmezí spotřeby vody na 1 kilogram sušiny 240 až 270 litrů.

3.5.4 Vzduch

Nejvýznamnější ze složek ovzduší je obsah vodních par. Nedostatečná vzdušná vlhkost má neblahý vliv na životnost pylových zrn a na opálení palic, tím i na výnos zrna (Šuk et al., 1998). Nesprávným uspořádáním porostu v suchých oblastech může dojít vlivem proudění vzduchu ku nadměrné transpiraci, tím k poruchám rovnováhy mezi příjmem a výdejem vody (Skládanka, 2006).

3.6 Volba hybridu

Typy hybridních odrůd

V dnešní době dávají nejvyšší výnosy a jsou zároveň i nejvíce pěstovány jednoduší kříženci (Třináctý et al., 2013). Vykazují vysoký heterózní efekt. Jsou to tzv. **dvouliniové hybridy** (Sc – single Cross) (Zimolka et al., 2008). Skládají se tedy ze dvou inbredních linií (AxB) (Třináctý et al., 2013). **Třiliniové hybridy** (Tc – three-way-cross). Vlastní hybridní osivo je produktem křížením jednoduchého hybridu s třetí linií (Zimolka et al., 2008). (AxB)xC (Třináctý et al., 2013). Jsou fenotypově variabilnější. **Dvojitě čtyřliniové hybridy** (Dc – double Cross) vznikají postupným křížením čtyř odlišných inbredních linií (Zimolka et al., 2008). (AxB) x (CxD) (Třináctý et al., 2013). Tyto hybridy jsou vzhledově méně vyrovnané a vykazují menší heterozí. Jsou ale adaptabilnější a vykazují vyšší výnosovou stabilitu (Zimolka et al., 2008).

Využívají se i modifikované hybridy, u kterých je jeden nebo více rodičů vytvořen křížením dvou linií odvozených od stejného původu, takzvaných sesterských linií. V praxi jsou běžně využívány modifikované jednoduché hybridy (MSc) a modifikované třiliniové hybridy (MTc) (Zimolka et al., 2008).

Odrůda kukuřice typu **dent** obsahuje méně sklovitého endospermu a hlavní hmotou je moučnatý endosperm. Zrna mají charakteristický dolík připomínající koňský zub. Odrůdy jsou pozdní a dobře olistěné, odolnější proti polehnutí. Méně odolné vůči chladu a suchu než odrůdy typu **flint**. Zrno typu flint obsahuje více sklovitého endospermu. Je lesklé a kulaté. Obsahují i více bílkoviny. Rostou rychleji v podmínkách chladného jara a rychleji dosahují fyziologické zralosti. Vyznačují se rychlým počátečním růstem, ale rostou pomaleji. Avšak vyrovnaněji a stabilněji než odrůdy typu dent. V USA dominují čisté odrůdy typu dent či flint, v Evropě většinou plochy kukuřice tvoří odrůdy typu semiflint (flint/dent) (Třináctý et al., 2013).

Odrůdy typu **Stay green** jsou využívány na siláž. Vegetativní části rostlin zůstávají zelené i při úplné zralosti zrna. Umožňuje delší období růstu, takzvaný pozdní sběr, což zvětšuje podíl sušiny a škrobu. Usnadňuje silážování, řezání a dusání silážní hmoty díky většímu obsahu vody. Větší obsah cukrů je chrání proti podzimním mrazíkům (Třináctý et al., 2013).

Kukuřice **brown midrib** (BMR) se vyznačuje červeno-hnědou pigmentací hlavní žilky listu V4 až V6. Pigmentace je viditelná na kůře a dřeni stonku. Jsou identifikovány čtyři mutace: BM1, BM2, BM3 a BM4. BMR mutace mají silný vliv na obsah ligninu, u přežvýkavců tento faktor výrazně zvyšuje stravitelnost kukuřičné siláže (Keith et al., 1981).

Listové hybridy jsou spolu s BMR charakteristické zásobou živin ve stvolu (Třináctý et al., 2013). Akumulují větší množství sacharidů do listů než do zrna. Listy jsou stravitelnější. Obsahují více bílkovin než běžné konvenční hybridy. Vyznačují se i vyšším výnosem sušiny celé rostliny (Buxton et al., 2003).

Loučka et al. (2015) dodává, že nelze opomenout konvariety šlechtěné a pěstované především pro potravinářské (cukrová a pukancová) a průmyslové využití (škrobnatá, vosková, pluchatá). Škrobnatá s vysokým obsahem amylózy (**amylo-maize**) a amylopektinu (**waxy-maize**). Amylóza se využívá na výrobu obalových materiálů pro potraviny. Další hybridy jsou šlechtěny na vysoký podíl oleje (**high-oil**), případně se zvýšeným obsahem esenciálních AMK lyzinu a tryptofanu (**high-lysine**).

Výběr vhodných hybridů

Výběr vhodných hybridů je jednou z nejdůležitějších pěstitelských opatření (Šuk et al., 1998). Loučka et al. (2015) s tímto tvrzením souhlasí a rozšiřuje ho o další informace. Výběr hybridu rozhoduje o množství vyrobeného krmiva a kvalitě nejen výsledného produktu – siláže či zrna, ale i jeho další využitelnosti. Každý hybrid je jiný, každý jinak reaguje na

změny počasí a agronomické zásahy. Každý má nějaké klady a nějaké zápory. Co je pro jednoho farmáře kladem, může být pro druhého farmáře zápor. Cox et al. (1994) uvádí, že důležité jsou vlastnosti osiva jako je mrazuvzdornost, odolnost proti suchu, rychlý růst a odolnost vůči chorobám a škůdcům. Volba hybridu je klíčová pro zlepšení kvality píce pro optimální produkci hospodářských zvířat (Iptas et al., 2006). Románková (2005) uvádí že, kukuřice je jedním ze základních pilířů výroby masa a mléka. Produkce v chovu skotu je stabilizujícím prvkem ekonomiky zemědělských podniků. Tatarčíková et al. (2011) navíc dodává, že průměrné rozdíly mezi nejlepšími a nejhoršími hybridy na pokusech byly až 6,9 tun sušiny na hektar. U mléčné užitkovosti rozdíly byly 238 kilogramů mléka na tunu sušiny. Což představuje produkci 12 900 kilogramů na jeden hektar. Loučka et al. (2015) konstatuje, že proto je velice důležité informovat zemědělskou veřejnost velmi podrobně o vlastnostech hybridů, i o tom, jak tyto vlastnosti hodnotit a porovnávat. Je důležité tyto vlastnosti důkladně poznávat.

V současné době je nabídka obrovského množství nových hybridů a velkou variabilitou vlastností a rychlou obměnou nabízeného sortimentu (Románková, 2005).. Hybridy, které jsou zrovna nabízeny většinou vydrží jen několik málo let a jsou zase nahrazeny jinými. Jsou ale na trhu i hybridy, které jsou nabízeny až deset let. V oběhu jsou hybridy, které jsou registrované v ÚKZÚZ. V případě odrůd zaregistrovaných v České republice je významné, že informace o projevech a jejich vlastností je výsledkem registračních zkoušek za půdně-klimatických podmínek České republiky. Občas se v nabídce osiv najdou informace z jiných zemí. Ty však mohou být odlišné. Zvláště pokud jde o projev ranosti označený číslem FAO či zařazení hybridu mezi zrnové nebo silážní. V ÚKZÚZ je hybrid registrován, pokud vykazuje takzvanou užitnou hodnotu, představuje-li souhrn vlastností ve srovnání s kontrolními registrovanými odrůdami alespoň v některé pěstitelské oblasti zřejmý přínos pro pěstování nebo pro její využití či produkty od ní odvozené. Pokud vykazuje vynikající vlastnosti, může být od jednotlivých horších vlastností odhédnuto (Loučka et al., 2015).

Správné zvolení hybridu může ovlivnit výnos až ze 30 % (Šuk et al., 1998).

Při výběru hybridu bereme v úvahu tato hlediska:

1. pěstování na zrno
2. pěstování na siláž
3. výrobní oblast (délka vegetace, teplota, půdní podmínky)
4. vybavení podniku a jeho pracovní kapacity (celková výměra kukuřice, vybavení stroji a lidmi)
5. potřebný počet hybridů

Pokud vybíráme vhodný hybrid na **pěstování na zrno**, musíme vybrat takový, který nám v našich podmínkách zajistí:

- vysoký výnos zrna
- jistotu dozrání
- rychlé uvolňování vody ze zrna – a tím nízkou vlhkost zrna a nižší náklady na sušení (kukuřice typu „zub“ uvolňuje vodu ze zrna po dozrání rychleji než kukuřice obecná tvrdá)
- pevnost stébla a nasazení klasů – snížení posklizňových a sklizňových ztrát (Šuk et al., 1998)

Při volbě hybridu **pěstování na siláž** máme tyto preference:

- vysoký výnos silážní hmoty
- maximální podíl klasů z celkové hmoty kukuřice – alespoň 50 % klasů
- vhodná délka vegetační doby pro dosažení optimálního obsahu sušiny – 30 až 33 %
- odolnost k poléhání
- zralost na zelené rostlině (Šuk et al., 1998)

Zralostí na zelené rostlině rozumíme dosažení fyziologické zralosti zrna na zelené píce. Tato vlastnost umožňuje sklizeň maximálního množství živin při optimální sušině celé rostliny. Dokonalé narušení celé biomasy při sklizni. Zelená rostlina umožňuje správné utužení silážní hmoty a správný průběh kvasných procesů (Šuk et al., 1998).

Jako další vlastnosti požadované u hybridů můžeme uvést chladuvzdornost, rychlý počátečný růst, odolnost vůči suchu, odolnost vůči chorobám. Při volbě hybridů podle ranosti používáme číslo FAO (Románková, 2005). Podle ranosti je doporučováno pro bramborářskou oblast nejranější hybridy FAO 160 až 250, pro řepařské oblasti FAO 250 až 300. V teplejších řepařských oblastech i pozdnější hybridy. V kukuřičné oblasti FAO 300 až 400 (Šuk et al., 1998).

TAB č. 6: Výběr hybridů dle výrobních oblastí a raností (Románková, 2005).

Výrobní oblast	FAO siláž	FAO suché zrno	FAO vlhké zrno	FAO LKS
bramborářská horší	do 230	do 210	do 230	do 230
bramborářská lepší	230 až 260	210 až 240	230 až 260	230 až 270
řepařská chladná	250 až 280	220 až 260	250 až 270	240 až 270
řepařská teplá	250 až 350	230 až 350	250 až 350	250 až 350
kukuřičná	290 až 400	290 až 400	290 až 400	290 až 400

Na větších plochách kukuřice je dobré využívat více hybridů, které se mezi sebou liší délkou vegetace a požadavky na prostředí. Tímto dosáhneme jistějších výnosů kvalitní silážní hmoty a při větší ploše sklizeň kukuřice v optimální zralosti. Obvykle se doporučuje využívat tří hybridů lišících se délkou vegetace (Šuk et al., 1998). Loučka et al. (2002) dodává, že je doporučováno pěstovat v podniku nejméně dva různé hybridy, deset stupňů FAO může znamenat rozdíl ve zralosti jeden až dva dny, případně 1 až 2 % sušiny. To umožňuje rozložit sklizňové špičky a dosáhnout tak jistějších výnosů kvalitní silážní hmoty a při větší ploše sklizeň kukuřice v optimální zralosti (Loučka et al., 2002). Hybridy pak pěstovat v poměrech 1/4 – 1/2 – 1/4 nebo 1/3 – 1/3 – 1/3. Na menších plochách a dobrém vybavení sklizňovou technikou mohou stačit dva hybridy. Posun data sklizňové zralosti při využití jednoho hybridu můžeme dosáhnout volbou pozemků s různou expozicí, výhřevností půdy, intenzitou hnojení dusíkem a termínem setí. Vysoké dávky dusíku prodlužují vegetaci a oddalují zrání (Šuk et al., 1998).

Loučka et al. (2002) uvádí, že může konstatovat, že v dnešní době se již špatné hybridy nenabízejí. Konkurenční prostředí donutilo šlechtitelské firmy zásobovat trh jen špičkovým osivem, které je v optimálních podmínkách předpokladem dobrých výsledků. Je již tedy jen na zemědělci, aby si vybrali vhodné osivo pro svou oblast a správnou agrotechnikou využili genetického potenciálu rostlin.

4 Materiál a metody

4.1 Charakteristika stanoviště:

Pokus byl založen ve znáhodněných blocích na jaře roku 2015 ve Výzkumném ústavu živočišné výroby v Praze Uhřetěvesi. Lokalita Uhřetěves patří do řepařského výrobního typu. Experimentální pozemek se nachází v nadmořské výšce v rozmezí 280 až 310 metrů nad mořem.

Dlouhodobý roční úhrn srážek činí 603 milimetrů. Průměrná teplota je 9,7 °C. Ve vegetačním období kukuřice, které je od dubna do září je v této lokalitě průměrná teplota 16,0 °C (Loučka et al., 2015). Průměrná teplota půdy se pohybuje v jednotlivých dekádách v hloubce 5 cm od -1,3 °C do 19,0 °C, v hloubce 10 cm od -1,0 °C do 19,1 °C, ve 20 cm mezi -0,8 °C až 18,6 °C, v 50 cm dosahuje teplot 0,9 °C až 17,1°C a hloubka půdní vrstvy 100 cm má teploty mezi 2,5 °C až 15,4 °C. Průměrný úhrn srážek 391,9 milimetrů. Většina půd jsou hnědozemě modální včetně slabě oglejených na sprašových a soliflukčních hlínách. Jsou středně těžké, s těžší spodinou, bez skeletu s příznivými vlhkostními poměry. Půdní reakce je neutrální až alkalická (Loučka et al., 2015).

4.2 Zvolené hybridy:

Zdroj: Státní odrůdová kniha [online] [cit. 2016-03-17].

Dynamite je dvouliniový (Sc), raný hybrid (FAO 250). Rostliny jsou vysoké, palice jsou nasazeny středně vysoko až vysoko. Počet řad zrn je vysoký, typ zrna tvrdý až mezityp. Výnos celkové suché hmoty je vysoký, výnos celkové zelené hmoty středně vysoký až vysoký. Obsah škrobu vysoký. Určen pro pěstování na siláž v řepařských, obilnářských a bramborářských zemědělských výrobních oblastech.

NK Octet je dvouliniový (Sc), středně raný až středně pozdní hybrid (FAO 300). Rostliny jsou kompaktní, vysoké s pevným stonkem a vynikajícím kořenovým systémem, zaručujícím vysokou stabilitu. Nenáchylný na zavíječe kukuřičného, s velmi nízkým procentem předsklizňového odumírání. Rostliny mají velmi dobrou odolnost k suchu. Palice jsou vyrovnané a mohutné. Typ zrna koňský zub. Úspěšně jej můžeme pěstovat v kukuřičné a řepařské oblasti.

Rubben je dvouliniový (Sc), raný hybrid (FAO 230). Rostliny jsou vysoké, palice jsou nasazeny středně vysoko až vysoko. Počet řad zrn je vysoký, typ zrna mezityp. Hybrid je určen pro pěstování na siláž.

DKC 3795 je dvouliniový (Sc), raný hybrid (FAO 260). Rostliny jsou vysoké, palice nasazeny středně vysoko až vysoko. Počet řad zrn je středně vysoký až vysoký, typ zrna mezityp až koňský zub. Hybrid je určen pro pěstování na zrno v kukuřičné a řepařské zemědělské výrobní oblasti.

DKC 3507 je dvouliniový (Sc), raný hybrid (FAO 260). Rostliny jsou vysoké, palice nasazeny středně vysoko až vysoko. Počet řad zrn je středně vysoký až vysoký, typ zrna mezityp. Určen pro pěstování na siláž v řepařských, obilnářských a bramborářských zemědělských výrobních oblastech.

DKC 4014 je dvouliniový (Sc), středně pozdní hybrid (FAO 320). Rostliny jsou středně vysoké. Počet řad zrn je středně vysoký až vysoký, typ zrna koňský zub. Určen pro pěstování na zrno. Hybrid je určen pro pěstování v kukuřičné a řepařské zemědělské výrobní oblasti.

Susann je dvouliniový (Sc), středně raný hybrid (FAO 280). Rostliny jsou vysoké, palice jsou nasazeny středně vysoko až vysoko. Počet řad zrn je velmi vysoký. Typ zrna je tvrdý až mezityp. Výnos zrna je vysoký až velmi vysoký. Je určen pro pěstování na zrno v kukuřičných a řepařských zemědělských výrobních oblastech.

LG 30.311 je dvouliniový (Sc), středně pozdní hybrid (FAO 310). Rostliny jsou vysoké. Palice jsou nasazeny vysoko, počet zrn je středně vysoký. Typ zrna tvrdý až mezityp. Výnos celkové suché hmoty je vysoký, výnos celkové zelené hmoty vysoký až velmi vysoký. Obsah škrobu středně vysoký. Hybrid je určen pro pěstování na siláž v zemědělských výrobních oblastech kukuřičné a řepařské.

LG 32.64 je dvouliniový (Sc), středně raný hybrid (FAO 280). Rostliny jsou vysoké. Palice jsou nasazeny vysoko, počet zrn je středně vysoký. Výnos celkové hmoty je vysoký. Hybrid je určen pro pěstování na siláž.

4.3 Založení pokusu:

Do experimentálního pokusu bylo zařazeno devět hybridů kukuřice ve třech opakováních při blokovém uspořádání. Od každého hybridu byly vysety čtyři řádky, přičemž celková sklizňová plocha dvou prostředních řádků určených ke sklizni musí být minimálně 10 m² tj. při délce 7,2 metru a při meziřádkové rozteči 0,7 metru. Výsevek byl 95 tisíc rostlin/ha. Mezi jednotlivými opakováními se nachází provozní ulička. Na začátku a na konci opakování jsou založeny nehodnocené nulové parcely pro odstínění okrajového efektu.

4.4 Odběr a zpracování vzorků:

Odběr- řezanky celé rostliny je proveden přímo z řezačky, z prostředních řádků pokusné parcely. Vzorky řezanky se usuší při 60 °C a pomelou na 1 milimetr. Vzorky jsou dále použity k chemické analýze. Byly provedeny analýzy na obsah dusíkatých látek, obsah neutrodetergentní vlákniny, obsah škrobu a obsah sušiny. Kromě těchto standardních chemických kvalitativních ukazatelů je stanovena ve třech opakováních i stravitelnost neutrodetergentní vlákniny metodou in sacco - v sáčcích ponořených 24 hodin do batoru nelaktujících dojnic s bachorovou kanylou při záchovné dávce.

4.5 Statistické vyhodnocení dat:

Statistické vyhodnocení rozdílů mezi hybridy ve sledovaných kvalitativních ukazatelích bylo provedeno jednofaktorovou analýzou rozptylu. Míra odlišnosti u jednotlivých kvalitativních ukazatelů byla určována na hladině významnosti $p < 0,05$ pomocí Tukeyho testu. Všechny analýzy byly provedeny v programu STATISTIKA 12.0.

5 Výsledky

5.1 Počasí

Rok 2015 byl extrémně teplý a suchý. Průměrné denní teploty za vegetační období (duben až září) byly 15,3 °C. Dlouhodobé běžné teploty (1961 až 1990) za vegetační období dosahují hodnoty 13,5 °C. Nárůst průměrné teploty tedy dosáhl +1,8 °C. Nejextrémnějších teplotních změn při porovnávání roku 2015 a dlouhodobých běžných teplot dosáhl měsíc Srpen. Uváděná dlouhodobá běžná teplota v měsíci Srpnu je 16,4 °C, v roce 2015 byla 21,3 °C. Nárůst teploty je tedy v tomto měsíci +4,9 °C.

Dlouhodobé běžné hodnoty u srážek za vegetační období jsou 414 mm. Za vegetační období v roce 2015 bylo dosaženo hodnoty 247 mm srážek. Rok 2015 se tedy vyznačuje poklesem množství srážek -167 mm. Nejextrémnějších rozdílů při porovnávání hodnot dosahuje měsíc Červenec. Dlouhodobý běžný úhrn srážek v měsíci Červenci je 79 mm. V Červenci roku 2015 byla naměřena hodnota 29 mm. Pokles množství srážek je tedy -50 mm.

Tab. č. 7: Průměrné teploty a celkové úhrny srážek v jednotlivých měsících v roce 2015 v porovnání s dlouhodobým normálem.

Rok		Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Duben - Září
2015	Teplota (°C)	7.8	12.4	16.1	20.2	21.3	13.7	15.3
	Srážky (mm)	27	41	60	29	69	21	247
Normál*	Teplota (°C)	7.3	12.3	15.5	16.9	16.4	12.8	13.5
	Srážky (mm)	47	74	84	79	78	52	414

*Normál = (1961 – 1990)

5.2 Sledované parametry

Nejnižší a nejvyšší hodnota je v tabulce č. 8 a č. 9 označena tučně.

5.2.1 Výnosy

Sledované kukuřičné hybridy dosahovaly výnosu v rozmezí od 12,18 do 16,47 t/ha. Rozdíly mezi hybridy jsou statisticky průkazné. Nejnižšího výnosu dosáhl hybrid Rubben s hodnotou 12,18 t/ha. Nejvyšší hodnoty pak dosáhl hybrid Dynamite s 16,47 t/ha.

5.2.2 Podíl palic

Rozdíl podílu palic mezi zkoumanými hybridy vyšel opět jako statisticky průkazný. Rozpětí parametru bylo od 22,30 % do 50,94 %. Nejmenší podíl palic měl hybrid DKC 4014 s naměřenou hodnotou 22,30 %. Největšího podílu palic bylo naměřeno u hybridu Rubben s hodnotou 50,94 %. Hybrid Rubben tedy dosáhl o 28,64 % většího podílu palic.

5.2.3 Sušina

U parametru sušina není rozdíl mezi hybridy statisticky průkazný. Nejméně sušiny bylo detekováno u hybridu DKC 4014 s hodnotou 27,33 %. Naopak nejvíce u hybridu Rubben a to v množství 29 %.

Tab. č. 8: Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů u hodnocených hybridů. Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hybridů kukuřice, Tukey HSD test na hladině významnosti $\alpha=0,05$.

Hybrid	výnos (t/ha)		podíl palice (%)		sušina (%)
Rubben	12,18	b	50,94	d	29,00
DKC 3507	13,68	a,b,c	30,06	a,b,c	28,15
DKC 3795	12,95	a,b	34,33	b	27,93
Dynamite	16,47	d	26,41	a,b,c	28,69
Susann	12,80	a,b	26,17	a,b,c	27,89
LG 32.64	15,40	c,d	33,56	a,b	28,97
NK Octet	14,56	a,c,d	24,71	a,c	27,99
DKC 4014	13,48	a,b,c	22,30	c	27,33
LG 30.311	14,86	a,c,d	32,43	a,b	28,03
P=	0,0072		0,0001		0,1378

5.2.4 Obsah dusíkatých látek

Sledovaná vlastnost rozdíl obsahu dusíkatých látek u jednotlivých kukuřičných hybridů opět vyšla jako staticky průkazná. Obsah se pohyboval v rozmezí od 9,80 % do 11,34 %. Nejmenšího množství bylo naměřeno u hybridu Dynamite a to v množství 9,80%. Nejvíce bylo detekováno u dvou hybridů, DKC 3507 a DKC 3795 s obsahem 11,34 %.

5.2.5 Obsah neutrodetergentní vlákniny

Rozdíl mezi hybridy je statisticky průkazný. Nejnižšího množství bylo naměřeno u hybridu DKC 4014 s obsahem 51,80 % NDF. Nejvyšší obsah NDF byl detekován u Susann s 55,57 %.

5.2.6 Obsah stravitelné neutrodetergentní vlákniny

Výsledky parametru rozdíl mezi hybridy u sNDF je statisticky průkazný. Rozptyl hodnot se pohybuje od 55,83 % do 58,71. Nejnižší obsah byl naměřen v píce kukuřičného hybridu LG 2 32.64 v množství 55,83 %. Naopak nejvyššího množství bylo naměřeno u hybridu Rubben a to s obsahem 58,71 %.

5.2.7 Obsah stravitelné organické hmoty

Sledovaná vlastnost obsah stravitelné organické hmoty se mezi hybridy lišil a je statisticky průkazný. Nejnižší obsah byl detekován u hybridu Dynamite s hodnotou 66,29% sOH. Nejvyššího obsahu bylo naměřeno u hybridu DKC 3795 s 72,47 % sOH.

5.2.8 Obsah škrobu

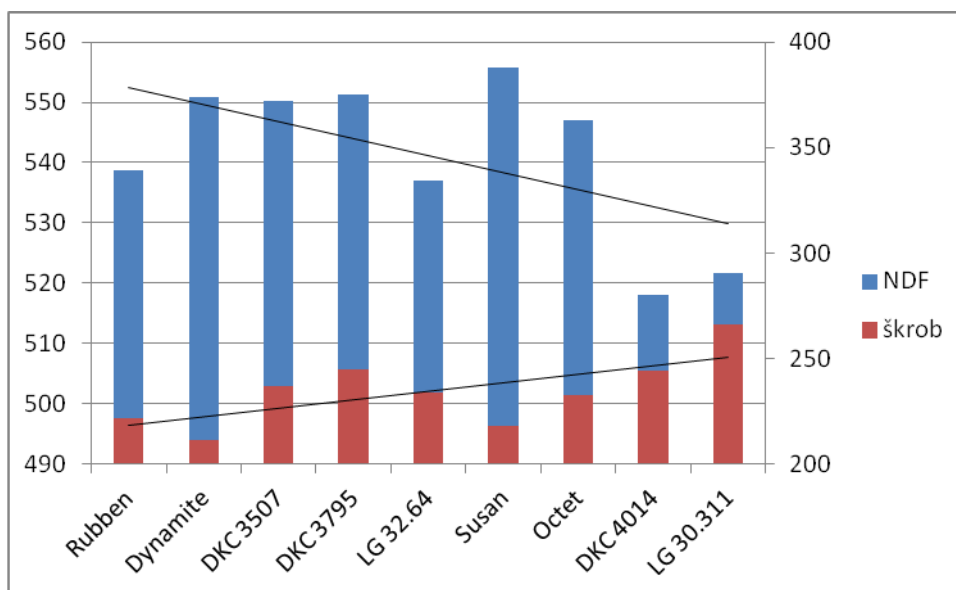
U vlastnosti obsah škrobu byly naměřeny hodnoty, které potvrzují rozdíly mezi hybridy, jsou statisticky průkazné. Rozptyl hodnot je od 21,14 % do 26,61 %. Nejnižší obsah škrobu byl zjištěn u hybridu Dynamite s výše zmíněným obsahem 21,14 % škrobu. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u hybridu LG 32.64 s obsahem 26,61 % škrobu.

Tab. č. 9: Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů u hodnocených hybridů. Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hybridů kukuřice, Tukey HSD test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Hybrid	NL (%)		NDF (%)		sNDF (%)		sOH (%)		škrob (%)	
Rubben	10,79	a,b	53,87	a	58,71	c	69,26	a,b,c	22,19	b,c,d
DKC 3507	11,34	a	55,02	a,b	56,90	a,b	69,43	b,c	23,66	a,c
DKC 3795	11,34	a	55,11	a,b	58,20	b,c	72,47	e	24,47	a
Dynamite	9,80	c	55,07	a,b	56,62	a,b	66,29	f	21,14	d
Susann	10,75	a,b	55,57	b	57,36	a,b,c	70,16	c,d	21,81	b,d
LG 32.64	10,55	b,c	52,16	c,d	55,83	a	71,15	d,e	26,61	e
NK Octet	10,23	b,c	54,69	a,b	56,30	a	71,05	d,e	23,27	a,b,c
DKC 4014	11,32	a	51,80	c	56,89	a,b	67,86	a	24,39	a
LG 30.311	10,71	a,b	53,69	a,d	57,20	a,b,c	68,32	a,b	23,36	a,b,c
P=	0,0044		0,0049		0,0462		0,0000		0,0002	

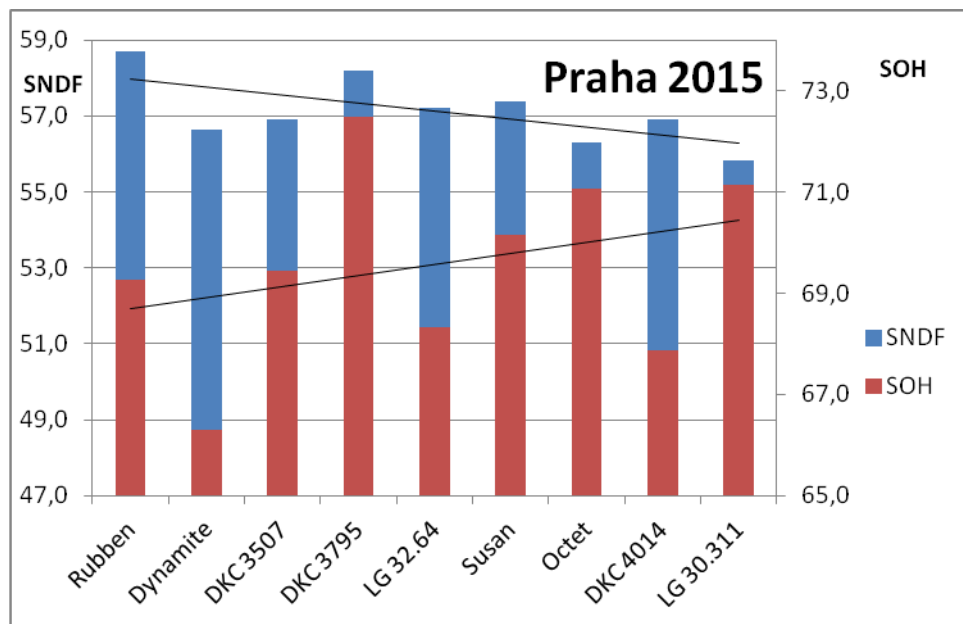
Závislost mezi obsahem neutrodetergentní vlákniny a škrobu u sledovaných kukuřičných hybridů nám popisuje graf č. 1. Zvyšující se obsah škrobu v rostlině ovlivňuje obsah neutrodetergentní vlákniny, která klesá.

Graf č. 1: Graf popisující závislost mezi obsahem neutrodetergentní vlákniny a škrobu u sledovaných kukuřičných hybridů.



Závislost mezi obsahem stravitelné organické hmoty a obsahem stravitelné neutrodetergentní vlákniny popisuje Graf č. 2. Se vzrůstající stravitelností organické hmoty, klesá stravitelnost neutrodetergentní vlákniny.

Graf č. 2: Graf popisující závislost mezi obsahem stravitelné neutrodetergentní vlákniny a stravitelné organické hmoty u sledovaných hybridů.



6 Diskuze

Při hodnocení kvality jednotlivých kukuřičných hybridů a následná volba hybridu je podle Loučky et al. (2015), Doležala et al., (2012), Šuka et al., (1998) a Třináctého et al., (2013) třeba zohlednit účel pěstování, ranost, odolnost, obsah živin, stravitelnost, vhodnost pro danou výrobní oblast, půdní a klimatické podmínky stanoviště, výsledky porovnávání výkonnosti hybridů z více lokalit, stabilitu výkonnosti hybridů po několik let, cenu a dostupnost osiva a v neposlední řadě nároky na agrotechniku a vybavení vhodnou technikou. Podle Kalouska (2012) si v první řadě musíme uvědomit, že parametry určující kvalitu jsou rozdílné podle způsobu užití kukuřice. Kritéria hodnocení píce pěstované na kukuřičné siláži pro skot jsou trochu odlišná od požadavků na kukuřici do bioplynové stanice či píce určená ke sklizni na zrnové formy, ať již LKS, vlhké či suché zrno.

Loučka et al. (2015) vysvětluje, že určení optimálního termínu sklizně hybridů kukuřice má zásadní vliv pro jejich porovnávání. Hybridy, které nejsou sklizeny ve stejné vegetační fázi, není možné mezi sebou porovnávat, jelikož rozdílná fenofáze při sklizni má vliv nejen na celkový výnos sušiny, ale také na kvalitu siláže, zejména potom na stravitelnost organické hmoty (sOH), stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny (sNDF) a na obsah a degradovatelnost škrobu.

Experiment jako jednu z vlastností hybridů sledoval výnos sušiny t/ha. Podle Iptase et al. (2006) je výnos ovlivněn několika faktory a vazbami mezi nimi, jako je například teplota, fotoperioda, intenzita světla, hustota rostlin, datum setí, hnojení a sklizně. Šuk et al. (1998) tvrdí, že výnos ovlivňuje ze 30 % vliv hybridu, 30 % technologie pěstování a ze 40 % vliv ročníku. Skládanka (2006) uvádí, že půda s nevyhovujícím pH snižuje výnos až o 30 %. Sledované kukuřičné hybridy dosahovaly výnosu v rozmezí od 12,18 do 16,47 t/ha. Rozdíly mezi hybridy jsou statisticky průkazné. Nejnižšího výnosu dosáhl hybrid Rubben s hodnotou 12,18 t/ha. Nejvyšší hodnoty pak dosáhl hybrid Dynamite s 16,47 t/ha. Skládanka (2006), Třináctý et al. (2013) a Zimolka et al. (2008) uvádí, že výnos sušiny kukuřice se pohybuje v rozmezí 9,8 až 15 t/ha. Přes extrémní podmínky počasí byl výnos v experimentu na průměrné hodnotě.

Rozdíl podílu palic mezi zkoumanými hybridy vyšel opět jako statisticky průkazný. Rozpětí parametru bylo od 22,30 % do 50,94 %. Nejmenší podíl palic měl hybrid DKC 4014 s naměřenou hodnotou 22,30 %. Největšího podílu palic bylo naměřeno u hybridu Rubben

s hodnotou 50,94 %. Skládanka (2006) a Zimolka et al. (2008) shodně uvádějí, že podíl palic v celkovém výnosu bývá 45 až 50 %. Pro silážní účely je vhodné volit hybridy s vysokým podílem palic (více než 50 %) a vysokým výnosem silážní hmotnosti rostliny (Fuksa et Kalista, 2006). Loučka et al. (2001) tvrdí, že pro produkci kvalitní kukuřičné siláže jsou téměř nevhodné porosty, u kterých mají rostliny podíl palic nižší než 45 %. Dosažení tak nízkého podílu palic není ve většině případů dáno hybridem, protože většina hybridů je v současné době šlechtěna na minimálně 50% podíl palic z celkového výnosu sušiny, nýbrž nevhodnou nebo špatnou technologií pěstování kukuřice. V případě experimentu v Uhříněvsi byly nízké hodnoty důsledkem extrémního počasí.

Podíl palic úzce souvisí s kvalitou píce kukuřice. Pereira et al. (2007) zjistil, že podíl palic v hmotě ovlivňuje stravitelnost NDF. Pokud roste podíl palic, tak klesá stravitelnost NDF. V zelené části rostliny byla 60,3 % stravitelnost. Při zastoupení palic 50 % byla 55,3 % stravitelnost a při zastoupení palic 75 % byla 54 % stravitelnost NDF.

V experimentu byl sledován obsah sušiny u jednotlivých hybridů. Výsledkem je, že v obsahu sušiny není mezi hybridy rozdíl statisticky průkazný. Rozptyl hodnot se pohyboval od 27,33 % (DKC 4014) do 29 % (Rubben). Opsi et al. (2012) označil jako optimální obsah sušiny při sklizni celé rostliny 28 až 35 %. S tímto tvrzením výsledky kukuřičných hybridů korelují. Doležal et al. (2012) uvádí vhodný obsah 33 až 35 %. Loučka et al. (2015) uvádí, že zhruba 32 %. Třináctý et al. (2013) uvádí jako optimální hodnotu sušiny 30 až 35 %. Podle těchto informací sledované kukuřičné hybridy při sklizni nedosáhly optimálních hodnot sušiny. Kopřiva et al. (1992) dodává, že ideální doba na sklizeň je mléčně vosková zralost píce. Třináctý et al. (2013) tato tvrzení doplňuje o informaci, že při tomto stadiu je v rostlině fyziologicky ukončeno ukládání živin a zejména škrobu. Pozdější termín sklizně tedy nevede již k žádnému zvýšení ukládání živin a tím ani ke zvýšení výživní hodnoty. Ba naopak dochází k přestavbě a přesunu látek ze stébla do zrna, které je pak hůře fermentovatelné.

Sledovaná vlastnost rozdíl obsahu dusíkatých látek u jednotlivých kukuřičných hybridů opět vyšla jako staticky průkazná. Obsah se pohyboval v rozmezí od 9,80 % do 11,34 %. Nejmenšího množství bylo naměřeno u hybridu Dynamite, a to v množství 9,80%. Nejvíce bylo detekováno u dvou hybridů, DKC 3507 a DKC 3795 s obsahem 11,34 %. Podle Zimolky et al. (2008) a Zemana et al. (2006) se dusíkatých látek v pici kukuřice nachází kolem 10 %, což koresponduje s výsledky pokusu. Zimolka et al. (2008) dodává, že při dozrávání se snižuje obsah rozpustného dusíku a zvyšuje se obsah nerozpustných frakcí bílkovin.

Další sledovanou vlastností kukuřičných hybridů byl obsah neutrodetergentní vlákniny. Rozdíl mezi hybridy je statisticky průkazný. Nejnižšího množství bylo naměřeno u hybridu DKC 4014 s obsahem 51,80 % NDF. Nejvyšší obsah NDF byl detekován u Susann s 55,57%. Třináctý et al. (2013) a Loučka et al. (2015) shodně uvádí, že NDF bývá v rozmezí od 40 až do 50 %. Dvořáček (2007) uvádí, že neutrodetergentní vláknina by měla tvořit velkou část z celkové vlákniny. Negativem této vlákniny jsou její nadýmavé účinky, které brání dojnici přijmout dostatečné množství sušiny krmiva. Optimální množství je tedy 28 až 31 % ze sušiny krmné dávky. Nižší obsah snižuje tvorbu kyseliny octové, prekursoru mléčného tuku, a tudíž získáme od dojníc méně tučné mléko. Šimko et al. (2011), Oba et Allen (1999) a Třináctý et al. (2013) tvrdí, že NDF ovlivňuje příjem sušiny. Šimko et al. (2011) navíc dodává, že podíl ADF v NDF má vliv na plnivost batoru a rychlost pasáže tráveniny v batoru. Podle něj je proto optimální podíl NDF v sušině 30 až 45 % pro zajištění správné funkčnosti batoru a aktivity přežvykování. Z experimentu, který popisuje Třináctý et al. (2013) vyplývá, že navýšení NDF o 5 % zvýší obsah energie pouze o 2,1 %, avšak zvýšením příjmu sušiny přijme dojnice o 6,8 % více energie (vyjádřeno v jednotkách NEL), což v důsledku vede ke zvýšení nádoje o 1,7 litru (8,4 %). Loučka et al. (2015) vysvětluje, že hodnocení stravitelnosti NDF je základem systému MILK 2006. Lze predikovat množství mléka na tunu silážní kukuřice i na hektar. Systém MILK 2006 se stal standardem pro hodnocení hybridů kukuřice. Nejvíce jsou ceněny hybridy s vysokým potenciálem produkce mléka z 1 tuny sušiny siláže, ale také zároveň s vysokou produkcí mléka z ha.

Výsledky parametru rozdíl mezi hybridy u stravitelnosti neutrodetergentní vlákniny je statisticky průkazný. Rozptyl hodnot se pohybuje od 55,83 % do 58,71. Nejnižší obsah byl naměřen v píci kukuřičného hybridu LG 32.64 v množství 55,83 %. Naopak nejvyššího množství bylo naměřeno u hybridu Rubben a to s obsahem 58,71 %. Loučka et al. (2015) tvrdí, že v závislosti na genotypu má kukuřice velký rozptyl stravitelností u siláží kukuřice se stravitelnost NDF pohybuje mezi 40 a 70 % Loučka et al. (2009) popisují experiment zabývající se vlivem termínu sklizně na stravitelnost NDF. Bylo použito 17 hybridů s číslem FAO od 210 do 300. Termíny sklizně se lišily o tři týdny, sušina sklizené hmoty se v průměru lišila o 4 %. Zjistily, že hybridy mají velmi variabilní obsah a stravitelnost NDF. Obsah se pohyboval od 30 do 54 %, stravitelnost NDF pak od 45 do 64 %. S těmito hodnotami výsledky korelují. Třináctý et al. (2013) ve své práci zmiňuje, že obsah NDF v rostlině klesá se stářím vlivem zvyšujícího se obsahu škrobu v klasu. V období sklizně už pokles obsahu

NDF bývá nízký, někdy je v literatuře popisován i opačný trend, nebo jsou patrné jen malé změny. S postupujícím vegetačním obdobím roste i obsah ligninu v pletivech rostlin, a to negativně ovlivňuje stravitelnost NDF. Avšak v souvislosti s hybridy silážní kukuřice je nutné poznamenat, že na rozdíl od např. jetelovin a trav není pokles stravitelnosti NDF významný. Hlavním zdrojem variability ve stravitelnosti NDF je fenotyp vlastního hybridu. Owens (2008) provedl vyhodnocení několika výsledků z více vědeckých prací, které se zabývaly vlivem termínu sklizně silážní kukuřice na stravitelnost NDF. Při sušině 30 až 40 % zaznamenal poměrně nízký pokles hodnot stravitelnosti NDF. Owens (2008) sdílí stejný názor s Třináctým et al. (2013) a tvrdí, že hlavním zdrojem variability ve stravitelnosti sNDF není termín sklizně, nýbrž fenotyp vlastního hybridu.

Sledovaná vlastnost obsah stravitelné organické hmoty se mezi hybridy lišil a je statisticky průkazný. Nejnížší obsah byl detekován u hybridu Dynamite s hodnotou 66,29% sOH. Nejvyššího obsahu bylo naměřeno u hybridu DKC 3795 s 72,47 % sOH. Phipps et al.(1985) uvádí, že stravitelnost organické hmoty je okolo 72 %, což odpovídá i našim výsledkům. Dále Phipps et al. (1985) tvrdí, že s OH se mění v závislosti na použitém hybridu s tím, že hybridy kukuřice s vysokým podílem zrna mají vyšší stravitelnost organické hmoty, než hybridy s podílem zrna nízkým. Stravitelnost organické hmoty u kukuřičné siláže o sušině 31,8 % byla nižší (63,3 až 72,2 %) oproti stravitelnosti kukuřičné siláže o sušině 40,7 % (67,5 až 74,2 %). Loučka et al. (2001) uvádí, že stravitelnost organické hmoty je poměrně stálá u jaderných krmiv, avšak u objemných krmiv kolísá z důsledku vegetační fáze, stupně lignifikace pletiv, povětrnostních faktorů, technologie sklizně, konzervace a uskladnění.

U vlastnosti obsah škrobu byly naměřeny hodnoty, které potvrzují rozdíly mezi hybridy, jsou statisticky průkazné. Rozptyl hodnot je od 21,14 % do 26,61 %. Nejnížší obsah škrobu byl zjištěn u hybridu Dynamite s výše zmíněným obsahem 21,14 % škrobu. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u hybridu LG 32.64 s obsahem 26,61 % škrobu. Jambor (2014) uvádí, že optimálně je obsah škrobu v kukuřice zastoupen 30 %. Zimolka et al. (2008) tvrdí, že sucho, stejně jako přebytek srážek a nedostatečné osvětlení, snižuje obsah škrobu v zrně. Třináctý et al. (2013) popisuje experiment, kde bylo zjištěno, že se zvyšujícím množstvím škrobu se zvyšoval obsah netto energie laktace. Zvyšování obsahu škrobu v rostlině je hlavním důvodem zvyšování obsahu NEL ve hmotě kukuřice při zvyšující se sušině. Při extrémně vysoké sušině je vysoký obsah energie, ale při nižší kvalitě siláže klesá příjem sušiny dojnícemi s negativním dopadem na užitkovost. Jambor (2014) uvádí, že kukuřičný škrob je

hlavním zdrojem energie pro bachorovou mikroflóru. Nedegradovatelný škrob v bachoru je donátorem glukózy pro energetický metabolismus dojníc. Při nadměrném množství škrobu v krmné dávce, nebo nedostatečném mechanickém narušení zrna je škrob vylučován výkaly a není využit. Podle Třináctého et al. (2013) je stravitelnost škrobu závislá na typu zrna. V endospermu zrna je rozlišována vrstva sklovitá a vrstva moučnatá. Zrno typu dent obsahuje více moučnatého a méně sklovitého endospermu. Zrno typu flint obsahuje více sklovitého endospermu, proto je sklovitě lesklé a kulaté. Nižší ruminální degradovatelnost je u zrna typu flint (46,2 %) při srovnání s typem dent (61,9 %). Jurjanz et al. (2005) poukazuje i na skutečnost, že s délkou skladování kukuřičné siláže se zvyšuje vlhkost zrna a tím i stupeň zmazovatění škrobu, což se projevuje postupným zvyšováním ruminální stravitelnosti škrobu. Pozdíšek (2008) uvádí, že využití škrobu je limitované absorpční kapacitou glukózy, enzymatickou aktivitou amylázy a izoamylázy, mikrobiální fermentací glukózy a možnostmi glukoneogeneze. Pokud je 50 až 90 % přijatého škrobu degradováno předžaludkem, možnosti zlepšení krytí potřeby glukózy u vysoko užitkových zvířat jsou v kombinaci nativních, ošetřených krmiv s nízkou degradovatelností škrobu, čím je možno snížit celkovou denní dávku a zvýšit By-pass škrobu do tenkého střeva.

V pokusu, kterým se zabývá tato práce, byly zjištěné průkazné rozdíly mezi kukuřičnými hybridy na hladině významnosti $p < 0,05$ u všech sledovaných vlastností kromě jediné. Statisticky průkazné rozdíly byly potvrzeny u znaků: výnos, podíl palic, obsah NL, obsah NDF, obsah sNDF, sOH a obsah škrobu. Statisticky neprůkazný rozdíl mezi hybridy je u procentuálního obsahu sušiny. V tomto extrémním roce se jako nejvhodnější hybridy projeví: LG 30.311 a LG 32.64. Jako nejméně vhodné: Suzann a NK Octet.

7 Závěr

Ze zjištěných výsledků u sledovaných hybridů kukuřice (Dynamite, NK Octet, Rubben, DKC 3507, DKC 3795, DKC 4014, Susann, LG 30.311, LG 32.64) v lokalitě Praha - Uhřetěves lze konstatovat, že volba hybridu kukuřice významně ovlivnila dosaženou stravitelnost neutrodetergentní vlákniny při sklizni na siláž ($P < 0,05$).

Nejlepší stravitelnost neutrodetergentní vlákniny vykazovaly hybridy: Rubben s 58,71 % sNDF a DKC 3795 s 58,20 %. Naopak nejhorší stravitelnost neutrodetergentní vlákniny: LG 32.64 s 55,83 % sNDF a NK Octet s 56,30 % sNDF.

Z celkového pohledu bych zvolila za nejúspěšnější hybridy v experimentu: LG 30.311 a LG 32.64.

8 Seznam literatury

- Barbieri, P., Echarte, L., Della Maggiora, A., Sadras, V. O., Echeverria, O., Andrade, F. H., (2012): Maize evapotranspiration and water-use efficiency in response to row spacing. *Agronomy Journal*, 104, 939-944.
- Buxton, D. R., Muck, R. E., Harrison, J. H., 2003. *Silane Science and Technology*. American Society of Agronomy-Crop Science Society of America-Soil Science Society of America. Wisconsin. 927 s. ISBN: 091181512.
- Cox, W.J., Cherney, J.H., Perdee, W.D., Cherney, D.J.R., 1994. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agronomy Journal*. 86 (2). 277-282.
- Diviš, J., 2000. *Pěstování rostlin: učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí*. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 258 s. ISBN 80-704-0456-6.
- Doležal, P., Dvořáček, J., Loučka, R., Mikyska, F., Mudřík, Z., Prokeš, K., Přikryl, J., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Swedziak, K., Tukiendorf, M., Zeman, L., Červinka, J., 2012. *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat*. Baštan. Brno. 307 s. ISBN: 9788087091333.
- Dvořáček, J., 2007. Vlákna a energie v krmné dávce. [online] 2007 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z <<http://naschov.cz/vlajnina-a-energie-v-krmne-davce/>>
- Ferreira, G., Mertens, D., R., 2005. Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance. *Journal of Dairy Science*. 88. 4414 – 4425.
- Fuksa, P., Hakl, J., Koucourková, D., Veselá, M., 2004. Influence of weed infestation on morphological parameters of maize. *Plant Soil and Environment*. 50 (8). 371-378.
- Fuksa, P., Kalista, J. 2006. Výběr hybridů kukuřice v roce 2006. [online] 2006 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z <<http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006>>

Harazim, J., 1995. Konzervace píce. Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 18 s.

Havlíčková, K., 2008. Rostlinná biomasa jako zdroj energie, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. Praha. 83 s. ISBN 9788085116656.

Iptas, S., Acar, A.A., 2006. Effects of hybrid and row spacing on maize forage yield and quality. Plant Soil Environment. 52 (11). 515 – 522.

Jambor, V., Jak hodnotit kukuřičnou siláž, Vlákna jako zdroj energie v kukuřici. [online] 2014 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z <<http://www.nutrivet.cz/nutrivet/clanky.php?str=1&sort=nazev&view=all>>

Jurjanz, S., Monteils, V., 2005. Ruminální degradability of corn forages depending on the processing method employed. The Animal Science. 54. 3 – 15.

Kalousek, J., 2012. Opomíjená kritéria výběru hybridu kukuřice – výnos a kvalita. [online] 2012 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z <<http://www.zea.cz/kukurice/opomijena-kriteria-vyberu-hybridu-kukurice-vynos-a-kvalita/Fp>>

Keith, E.A., Colenbrander, V.F., Perry, T.W., Bauman, L.F., 1981. Performance of Feedlot Cattle Fed Brown Midrib-Three or Normal Corn Silage with Various Levels of Additional Corn Bran. Journal of Animal Science. 52. 8 – 13.

Kopřiva, A., Barančic, F., Doležal, P., Dudák, F., Prudil, S., Příkryl, J., Štencl, J., Zeman, L., 1992. Konzervace, skladování a úpravy krmiv. Ediční středisko VŠZ v Brně. Brno. 105 s. ISBN: 807157029.

Kudrna, V., 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. Agrospoj. Praha. 362 s. ISBN: 8023942417.

Loučka, R., Jambor, V., Hakl, J., 2009. Vliv termínu sklizně kukuřice na obsah a stravitelnost živin. Krmivářství. 4. 29-31.

Loučka, R., Macháčová, E., Tyrolová, Y., Pozdíšek, J., 2001. Stravitelnost může být intenzifikačním faktorem. [online] 2001 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z <<http://uroda.cz/stravitelnost-muze-byt-intenzifikacnim-faktorem/>>

Loučka, R., Macháčová, E., Tyrolová, Y., 2002. Testace hybridů kukuřice v roce 2001 na pozemcích VÚŽV. [online] 2002 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z <<http://uroda.cz/testace-hybridu-kukurice-v-roce-2001-na-pozemcich-vuzv/>>

Loučka, R., Lang, J., Jambor, V., Tyrolová, Y., Nedělník, J., Třináctý, J., Kučera, J., 2015. Kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž. Zemědělský výzkum, spol. s. r. o. . Troubsko. 64 s. ISBN: 9788088000051.

Loučka, R., Pozdíšek, J., Jakešová, H., Jambor, V., Kohoutek, A., Macháčová, E., Míka, V., Tyrolová, Y., 1998. Zjištění vysoké kvality krmiv z víceletých pícnin. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 51 s. ISBN: 8086153851.

Mašek, J., 2008. Výběr vhodné technologie a techniky. Zemědělec. 7. 10 – 18.

Moudrý, J., 2014. Kukuřice. [online] 2014 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z <<http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php/roslinna-vyrobamenu/obilniny/kukurice>>

Nedělník, J., Doležal, P., Skládanka, J., Zeman, L., Vyskočil, I., Poštulka, R., Rotrekl, J., Moravcová, H., Kolařík, P., 2011. Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice. Zemědělský výzkum spol. s.r.o. . Troubsko . 36 s. ISBN 9788086908250.

Oba, M., Allen, M., S. 1999. Evaluation of the Importance of the Digestibility of Neutral Detergent Fiber from Forage: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield of Dairy Cows. Journal of Dairy Science. 3. 589-596.

Opsi, F., Fortina, R., Borreani, G., Tabacco, E., López, S., 2012. Influence of cultivar, sowing date and maturity at harvest on yield, digestibility, rumen fermentation kinetics and estimated feeding value of maize silage. Journal of Agricultural Science. 151 (5). 740-753.

Pozdíšek, J., 2008. Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláži) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů. metodika. Rapotín. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., 38 s. ISBN 9788087144060.

Pereira, E. S., de Arruda A. M. V., Mizubuti, I. Y., Moreira, F. B., Cavalcante, M. A., de Oliveira, S. M. P. a Villarroel, A. B. S. 2007. Chemical composition and ruminal kinetic of neutral detergent fiber of corn and sorghum silages. *In: Vliv hybridu kukuřice a stanoviště na obsah a stravitelnost živin.* Loučka, R. a Jambor, V. 2010.

Phipps, R., H., Wilkinson, J., M., 1985. Chalcombe Publications. Marlow Botton, Bucks. 48 s. ISBN: 9780948617003.

Procházka, I., 1993. Kapesní atlas semenářsky důležitých jetelovin a trav. FEZ. Brno. 44 s. ISBN: 8090178987.

Příkryl, J., 2012. Kukuřice v praxi 2012, Ovlivnění nutričních a dietetických parametrů kukuřičné siláže a jejich vliv na výživu skotu a výrobu bioplynu. Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s.r.o., Brno. 71 s. ISBN 9788073755911.

Richter, R., Hlušek, J., 1994. Výživa a hnojení rostlin. VŠZ v Brně. 177 s. ISBN: 8071571385.

Řehout, V., 2005. Genetika II.: Biotechnologie GMO a transgenoze. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. 189 s. ISBN 80 70-40- 774-3.

Románková, Z., 2005. Kriteria pro výběr hybridů kukuřice podle směru využití. [online] 2005 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z < <http://www.kws.cz/aw/KWS/czechia/Kuku-345-ice/Articles-from-different-years/Rok-2005/Articles-2004/~bntv/Kriteria-pro-v-b-283-r-hybrid-367-kuk/> >

Schwab, E.C., Shaver, R.D., Lauer J.G., Coors J.G., 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. *Animal Feed and Science Technology.* 109 (1 – 4). 1 – 18.

Skládanka, J., 2006. Kukuřice setá. [online] 2006 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z < http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html >

Svoboda, M., 2004. Zakládání porostů kukuřice. Úroda. 52 (3). 19 - 21 .

Šimko, M., Bíro, D., Juráček, M., Gálik, B., Rolinec, M. 2011. Hodnotenie obsahu štruktúrálnych sacharidov v krmných dávkach pre dojnice. Brno : VFU, 2011. IX. Kábrtovy dietetické dny : konference s mezinárodní účastí o bezpečnosti a produkční účinnosti krmiv. 83-87 s. ISBN: 9788073991258.

Šuk, J., Balík, J., Jacobe, P., Jambor, V., Kohout, V., Loučka, R., Táborský, V., Vrzal, J., 1998. Kukuřice. VP AGRO spol. s r. o. . Kněžves. 131 s. ISBN: 8086153991.

Tatarčíková, L., Jambor, V., Lauer, J., Baláže, L., Bambi, A., Stumpf, F. 2011. Mezinárodně o zkušenostech s výrobou kukuřičné siláže. Agrární obzor. 12 (5-6). 11.

Třináctý, J., 2013. Hodnocení krmiv pro dojnice. AgroDigest s. r. o. . Pohořelice. 592 s. ISBN: 9788026025146.

Valíček, P., 2002. Užitkové rostliny tropů a subtropů. Academia Praha. Praha. 486 s. ISBN: 8020009396.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P., 2007. Výživa a hnojení polních a zahradních plodin. Profi Press s. r. o. . Praha. 167 s. ISBN: 9788086726250.

Vrzal, J., Novák, D., 1995. Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceň. Institut výchovy a vzdělání MZe ČR. Praha. 32 s. ISBN: 8071050970.

Wiersma, D., W., Carter, P., R., Albrecht, K., A., Coors, J., G., 1993. Kernel milkline stage corn forage yield, quality, and dry matter content. Journal of Productions Agriculture. 6. 94 – 99.

Zeman, L., 2006. Výživa a krmění hospodářských zvířat. Profi Press, s. r. o. . Praha. 360 s. ISBN: 8086726177.

Zimolka, J., 2008. Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, s. r. o. . Praha. 200 s. ISBN: 9788086726311.

