

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Využití kejdy v technologii pěstování kukuřice seté

Bakalářská práce

Radek Hloušek

Rostlinná produkce

prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 17. dubna 2020

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat zejména panu prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc. za velice cenné rady a vedení při psaní mé bakalářské práce. Dále děkuji panu Ing. Janu Bosákovi za jeho praktické rady a zkušenosti a mé přítelkyni Mgr. Petře Teichmanové za její trpělivost.

Využití kejdy v technologii pěstování kukuřice seté

Souhrn

Práce má za cíl vypracovat literární přehled zaměřený na kukuřici setou s využitím na siláž, na význam a aplikaci statkových hnojiv, především kejdy včetně hnojení kukuřice dusíkem. V literárním přehledu byly zpracovány otázky týkající se technologie pěstování kukuřice seté, plevelů, chorob a škůdců vyskytujících se v porostech kukuřice seté. V další části literárního přehledu je zpracována problematika hnojiv, jejich dávkování, rozdělení, popis a hnojení kukuřice. Samostatné kapitoly pak tvoří statková hnojiva, kejda a DAM 390. V posledních částech literárního přehledu byly zpracovány informace o nitrátové směrnici, hospodaření ve zranitelných oblastech a o společné zemědělské politice mající dopad na hospodaření v našem podniku.

Práce se věnuje pěstování kukuřice na siláž, která je pro náš podnik velmi důležitá, protože v našem chovu je více než 1.000 kusů skotu. Bohužel, vzhledem ke stále nižším výkupním cenám zemědělských komodit, je v současné době pro firmu ekonomicky zajímavější zaměřit se na produkci mléka. Z tohoto důvodu jsme navýšili stavy dojníc, a s tím souvisí i zvýšená spotřeba krmiv, v našem případě zejména kukuřice pěstované na siláž.

Pro práci byl založen poloprovozní pokus, který sledoval vliv hnojení dusíkatým hnojivem DAM 390 a aplikace kejdy do kukuřice seté sklizené na siláž. Pokus byl založen se čtyřmi variantami. První varianta byla hnojena kejdou, druhá kejdou a hnojivem DAM 390, třetí pouze DAM 390 a čtvrtá byla kontrola, tj. nehnojena vůbec.

Po sklizení porostu byly vyhodnoceny kvantitativní a kvalitativní parametry sklizené kukuřičné biomasy s využitím NIR technologie s následujícími výsledky: parcela hnojená kejdou měla výnos 79,3 t/ha, sušinu 30,42 %, škrob 24,45 %, vlákninu 21,03 % a cukry 8,89 %. Na parcele hnojené kejdou a DAM 390 byl výnos 78,08 t/ha, sušina 30,85 %, škrob 23,33 %, vláknina 21,63 % a cukry 9,07 %. Parcela hnojená pouze DAM 390 měla výnos 74,7 t/ha, sušinu 30,34 %, škrob 25,69 %, vlákninu 21,13 % a cukry 8,39 %. Na kontrolní parcele byl výnos 75,64 t/ha, sušina 33,36 %, škrob 28,15 %, vláknina 19,27 % a cukry 8,77 %.

Výsledky nám naznačily, že při hnojení kejdou lze snížit dávky DAMu 390, ale z jednoletého poloprovozního pokusu nemůžeme udělat jednoznačný závěr, ale je třeba pokus zopakovat v následujících letech a výsledky opět vyhodnotit.

Klíčová slova: kukuřice setá, statková hnojiva, kejda, výnos biomasy, kukuřičná siláž, technologie pěstování

Utilization of slurry in corn growing technology

Summary

The aim of this work is to prepare a literature review focused on maize, to meet silage requirements, importance and application of livestock manure, probably slurry including maize fertilization threatened. In the literary state, questions concerning the technology of growing maize, weeds, diseases and pests that met in the stands of maize were processed. In the next part of the literary processing is the question of fertilizers, their dosing, distribution, description and fertilization of corn. Separate chapters include manure, slurry and DAM 390. In the case of partial literary damage, information on nitrate targets, management in vulnerable areas and on the common agricultural policy were processed. The bachelor thesis is devoted to growing maize for silage, which is very important for our company because there are more than 1,000 cattle in our breeding. Unfortunately, due to ever lower purchase prices of agricultural commodities, it is currently economically more attractive for the company to focus on milk production. For this reason, we have increased the number of dairy cows, which is related to the increased consumption of feed, in our case mainly silage maize.

For this bachelor thesis a pilot plant experiment was established, which monitored the effect of fertilization with nitrogen fertilizer DAM 390 and application of slurry into maize harvested for silage. The experiment was based on four variants. The first variant was fertilized with manure, the second with manure and fertilizer DAM 390, the third only DAM 390 and the fourth was control, ie not fertilized at all. After harvesting, quantitative and qualitative parameters of harvested maize biomass were evaluated using NIR technology with the following results: slurry fertilized with a yield of 79.3 t/ha, dry matter 30.42 %, starch 24.45 %, fiber 21.03 % and sugars 8.89 %. On the manure and DAM 390 manure, the yields was 78.08 t/ha, dry matter 30.85 %, starch 23.33 %, fiber 21.63 % and sugars 9.07 %. The plot fertilized with only DAM 390 had a yield of 74.7 t/ha, dry matter 30.34 %, starch 25.69 %, fiber 21.13 % and sugars 8.39 %. On the control plot the yields was 75.64 t/ha, dry matter 33.36 %, starch 28.15 %, fiber 19.27 % and sugars 8.77 %.

The results indicated that DAM 390 doses can be reduced in manure fertilization, but we cannot make a definite conclusion from a one-year pilot trial, but we need to repeat the experiment in the coming years and re-evaluate the results.

Keywords: corn sowing, manure, slurry, biomass yield, corn silage, growing technology

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Kukuřice setá	3
3.1.1	Plevel v kukuřici	4
3.1.2	Choroby a škůdci kukuřice	4
3.1.3	Specifika uskladnění kukuřice seté na siláž	7
3.1.4	Hnojení kukuřice seté na siláž	9
3.2	Hnojiva	11
3.2.1	Dusíkatá hnojivá látka	11
3.2.2	Rozdělení hnojiv podle zákona o hnojivech a nitrátové směrnice	12
3.2.3	Rozdělení hnojiv podle rychlosti uvolnitelnosti dusíku do vod	13
3.2.4	Dávkování hnojiv	14
3.3	Statková hnojiva	15
3.4	Kejda	18
3.4.1	Použití kejdy	20
3.5	DAM 390 (DAM)	21
3.6	Nitrátová směrnice	22
3.6.1	Zranitelné oblasti	25
4	Metodika pokusu	27
5	Výsledky	30
6	Diskuze	33
7	Závěr	34
8	Literatura	35

1 Úvod

Tématem této bakalářské práce je využití kejdy v technologii pěstování kukuřice seté na siláž. Toto téma jsem si vybral nejen z hlediska teoretického, ale i praktického, jelikož kukuřice pěstovaná na siláž je nedílnou součástí naší živočišné výroby. Výsledky pokusu mají i pro náš podnik praktický význam z hlediska použití vhodných hnojiv, popřípadě množství dávkování. Protože v našem podniku máme více jak 1 000 kusů skotu, je kejda logicky naším primárním hnojivem. Dále se nám osvědčilo používání dusíkatého hnojiva DAM 390, ale nikdy jsme neudělali porovnání, které hnojivo je pro nás výnosově významnější. Proto jsem se rozhodl použití výše uvedených hnojiv ověřit pokusem.

Kukuřice je v současné době druhou nejpěstovanější plodinou na světě. Její celosvětová produkce přesáhla jednoho bilionu tun zrna. V České republice je kukuřice třetí nejvýznamnější plodinou. Celková produkce kukuřice se za posledních dvacet let zvýšila více než sedmkrát.

S pěstováním kukuřice úzce souvisí i používání hnojiv. Hnojiva jsou látky poskytující rostlinám zejména živiny. Dále mohou zlepšit výživu rostlin, půdní vlastnosti a úrodnost, ovlivnit růst, výnos a kvalitu produkce. Podle původu a obsahu hlavních složek rozlišujeme hnojiva organická (statková) a minerální.

Kejda patří mezi statková hnojiva. Zúrodňuje půdu a zvyšuje její produktivnost, a to v kombinaci se slámou, zeleným hnojením či v trojkombinaci těchto hnojiv.

Každý, kdo používá hnojiva, musí plnit povinnosti vyplývající ze zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, a jeho prováděcích předpisů. Současně je nezbytné plnit i podmínky použití hnojiv v rámci dalších oblastí.

Dle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech rozdělujeme hnojiva na minerální, organická, organominerální, statková a upravené kaly z čističky odpadních vod. Kejda se řadí do statkových hnojiv živočišného původu.

Hnojiva rozdělená dle Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (dále jen "nitratové směrnice") rozdělujeme na nedusíkatá hnojiva, minerální dusíkatá hnojiva, hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem, skliditelné rostlinné zbytky a upravené kaly. V tomto případě se kejda řadí do hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem.

Pro zemědělskou činnost vyplývají nejdůležitější opatření z nitratové směrnice. Nitratová směrnice je předpis Evropské unie vytvořený pro ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství. Směrnice definuje pravidla pro vymezení zranitelných oblastí a stanovuje nástroje pro snížení znečištění vod dusičnany. Plnění nitratové směrnice je povinné ve zranitelných oblastech, které jsou vymezeny v hranicích katastrálních území.

Zranitelné oblasti jsou oblasti, kde se vyskytují vody znečištěné dusičnany ze zemědělských zdrojů. Zemědělské hospodaření ve zranitelných oblastech dále upravuje akční program nitratové směrnice.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo v části literární rešerše sjednotit a uspořádat základní teorii a pojmy týkající se kukuřice seté, jejího pěstování, plevelů, chorob a škůdců vyskytujících se v jejích porostech. Dále zpracovat základní přehled o hnojivech, nitrátové směsnici a pěstování kukuřice ve zranitelných oblastech.

V experimentální části bakalářské práce bylo cílem zhodnotit využití, účinnost, výnos a přínos statkového hnojiva v podobě kejdy a kapalného dusíkatého hnojiva DAM 390 na kukuřici setou sklizenou na siláž. Jednotlivé poznatky vychází z poloprovozního pokusu, který byl vyhodnocen z hlediska kvantitativního a kvalitativního s využitím NIR technologie.

3 Literární rešerše

3.1 Kukuřice setá

Kukuřice je plodinou pocházející ze Střední Ameriky. Jedná se o jednodomé robustní trávy vysoké nejčastěji 1 – 3 m s listy plochými a širšími než 4 cm. Samčí květy se nacházejí ve vrcholové latě z hustých lichoklasů, naopak samičí květy jsou uspořádány ve válcovitých palicích v úžlabí dolních a prostředních listů. Palice zůstává až do své zralosti obalena pochvami. Plodem je obilka. Kukuřice kvete od července do října (Kubát et al. 2002).

Kukuřice pronikla do oblastí, kde ji momentálně pěstujeme, zhruba před dvěma stoletími. V historii těchto let kukuřice nejednou řešila problém výživy našich předků a byla dobrým zdrojem rozvoje živočišné výroby (Piršel 1970).

Význam kukuřice pro lidstvo je zřejmý z toho, že se dnes pěstuje v pěti světadílech. Objevením Ameriky se stala majetkem celého světa a spolu s pšenicí a rýží je nejdůležitější obilninou ve výživě lidí, dnes i významnou krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou. Z porovnání osevních ploch, celkové sklizně a výnosů těchto tří hlavních obilnin vyplývá, že kukuřice je nejen nejproduktivnější, ale poskytuje zároveň nejlepší předpoklady pro další růst svých výnosů. Kdyby se totiž pěstovala kukuřice v podmínkách jako rýže (uměle zavlažovaná), byla by její celková sklizeň přibližně dvojnásobná (Zimolka 2008).

Tabulka 1 Porovnání světové produkce hlavních plodin (v t) (FAOSTAT)

Plodina	Rok 1967	Rok 1997	Rok 2017
Pšenice	294 295 876	614 651 780	771 718 579
Kukuřice	272 548 473	584 411 894	1 134 746 667
Rýže	277 386 363	577 136 893	769 657 791

Všechny moderní systémy zemědělské výroby směřují jednak ke zvyšování výroby, jednak k jejímu zefektivnění se zřetelem k maximálnímu omezení podílu lidské práce na výrobě. Jednou z plodin, která do značné míry splňuje tyto moderní požadavky, je kukuřice pěstovaná na zrno a na siláž (Kopecký 1970).

Tabulka 2 Porovnání ploch kukuřice v České republice (v ha) (Český statistický úřad)

Plodina	1980	2008	2018
Kukuřice na siláž	281 981	179 777	223 829
Kukuřice na zrno	24 304	107 899	82 127

Zrno kukuřice má široké využití v potravinářském průmyslu (mouka, vločky, krupice), je významným jadřným krmivem pro hospodářská zvířata a vynikajícím zdrojem průmyslového škrobu. Ve svých zrnech obsahuje až 8 % oleje. Je také tradiční surovinou pro výrobu alkoholu. Kukuřice dále slouží k výrobě mýdel, kosmetiky, absorbentů, biologicky rozložitelných plastů, lepidel a biopaliva. Biomasa kukuřice se využívá jako objemné krmivo pro skot, a to především ve formě kukuřičné siláže. Zbytky kukuřice jsou kompostovatelné a často jsou po sklizni ponechány na poli, protože přispívají ke zlepšení kvality půdy.

Biomasa kukuřice je důležitou vstupní surovinou pro provoz bioplynových stanic (Winkler 2019).

3.1.1 Plevelé v kukuřici

Výskyt vytrvalých plevelů je ovlivňován předplodinou a technologií zpracování půdy. Z výsledků čtyřletého provozního pozorování zaplevelení je zřejmé, že odlišná předplodina mění druhové spektrum plevelů (Chovancová 2019). Pokud se kukuřice pěstuje po kukuřici, narůstá podíl ze skupin pozdně jarních a vytrvalých druhů. Z víceletých plevelů se častěji objevuje svlačec rolní a přeslička rolní. Pokud je předplodinou ozimá pšenice, je častěji zastoupen pcháč oset. Opakované pěstování kukuřice po sobě vytváří stejné podmínky během vegetace v průběhu několika let. To následně umožňuje některým plevelům úspěšně regenerovat, rozšiřovat svou populaci a vytvářet nové generace plodů a semen. Z hlediska vlivu technologie zpracování půdy na druhové složení plevelů v porostech kukuřice je nejnižší zastoupení vytrvalých druhů při použití tradičních technologií s orbou, naopak nejvyšší je u technologií bez zpracování půdy. Omezená kultivace méně poškozuje podzemní orgány vytrvalých druhů a poskytuje příležitost k rychlejší obnově orgánů nadzemních, případně k dalšímu šíření. Intenzivní pěstitelské postupy spojené s častým pěstováním kukuřice po sobě a postupy využívající redukované technologie zpracování půdy vedou k rozvoji vytrvalých druhů plevelů. Z pohledu omezení výskytu vytrvalých druhů není vhodné volit opakované pěstování plodin se stejnou vegetační dobou a technologiemi zpracování půdy, které omezeně poškozují podzemní orgány plevelů (Chovancová 2019).

V posledních padesáti letech dochází k podstatným změnám klimatu. Lze to prokázat mimo jiné i náhlým rozšířením některých teplomilných škůdců a chorob různých plodin do oblastí, kde se o nich pěstitelům ještě v osmdesátých letech minulého století ani nezdálo. Svým dílem přispěla také změna agrotechniky (Říha 2008).

Z plevelů se v **našich podmínkách**, kde hospodaříme, v kukuřici vyskytují zejména ježatka kuří noha, merlík bílý, laskavec ohnutý, pcháč oset, rdesno blešník, bažanka roční. Tyto plevelé se nám osvědčilo herbicidně řešit preemergentním způsobem.

3.1.2 Choroby a škůdci kukuřice

Kukuřice není v porovnání s jinými plodinami tak výrazně napadána chorobami. **Preventivní opatření** se orientují zejména na moření osiva proti půdním škůdcům a chorobám v průběhu klíčení. Mezi nejškodlivější choroby kukuřice patří houby rodu *Fusarium*, které napadají kořeny, stéblo a palice. Napadené palice způsobují při jejich zkrmování u zvířat řadu poruch. Infekce je roznášena větrem a srážkami formou spor (Fuksa 2011).

V roce 1993 byly v Kamerunu provedeny tři výzkumy kukuřičných polí, od nízkých po vysoké nadmořské výšky a od lesů na jihu s bimodálními srážkami (dvě vegetační období) po severní savany s mono modální distribucí srážek (jedna vegetační sezóna). Polní podmínky, hmyz a choroby, růst rostlin a proměnné výnosy byly hodnoceny na 164 polích. Zvýšená úrodnost půdy (vyjádřená jako vitalita rostlin) zvýhodňovala nočního motýla (*Busseola fusca*) a patogeny hub, které způsobovaly obecnou listovou spálu kukuřice (*Bipolaris maydis*) a hnědou skvrnitost (*Physoderma maydis*). Mezi půdní organickou

hmotou, nočním motýlem, zavíječem (*Eldana saccharina*) a listovou spálou kukuřice byla souvislost. Když se organická hmota snížila, zvýšilo se procento plochy listů bez patogenů hub, zejména rez kukuřičná (*Puccinia sorghi*). Průměr stonku, výplň klasu a hmotnost se zvyšovaly s nadmořskou výškou, což odráželo změnu z časně zrajících kultivarů nížin na velmi pozdní zrání kultivarů střední až vysoké výšky. V ekologických zónách a průzkumech představoval noční motýl 95% všech druhů nalezených na kukuřici, následoval zavíječ. V první vegetační sezóně bylo průměrné procento napadení zavíječem podobné v nížině a na vysočině s průměrem 43%. Výskyt boreru byl vyšší během druhé plodiny. V polích s nízkou i střední výškou bylo napadeno 52–56% rostlin, což vedlo k vypočtenému úbytku hmotnosti klasů 9 g na rostlinu. V nížinách převládali obecná listová spála kukuřice, hnědá skvrnitost a rez kukuřičná. Ve středních až vysokých nadmořských výškách se vyskytovala hlavně rez kukuřičná. Průměrné snížení hmotnosti klasů z listových a stonkových chorob v různých ekologických zónách a ročních obdobích se pohybovalo mezi 10 a 12 g na rostlinu (Cardwell et al. 1997).

V našem podniku jsme doposud v kukuřici nezaznamenali tak vysoký výskyt chorob a škůdců, abychom byli nuceni přistoupit k cílenému zásahu.

Fusariózy

Fusarióza může napadnout kukuřici ve všech růstových fázích. Ve stadiu klíčení napadá mladé rostliny a způsobuje jejich odumírání. Infekce se po vzejití může vyskytovat na internodiích, zejména na prvním a druhém, kde může docházet k postupnému rozrušování parenchymatických a sklerenchymatických pletiv, takže při silném napadení může dojít k předčasnému dozrání nebo k lámání stébla. Charakteristickým znakem fuzariózy je růžové zbarvení napadených pletiv (Hudec 2013).

Obecná snětivost

Obecná snětivost kukuřice je způsobena patogenem *Ustilago maydis*. V současné době se jedná o nejrozšířenější chorobu kukuřice nejen v České republice, ale i v ostatních oblastech světa, kde se kukuřice pěstuje. Příznakem obecné snětivosti kukuřice jsou velmi zřetelné deformované útvary - hálky (tumory) dorůstající v průměru od několika centimetrů do velikosti dětské hlavy (Kämper et al. 2006).

Obecná listová spála

Obecná spála je jednou z nejnápadnějších chorob listů. Vyskytuje se na náchylných hybridech především v teplejších kukuřičných oblastech, ale může se objevit všude, kde jsou vhodné podmínky pro pěstování kukuřice. V současné době se v České republice na kukuřici tato choroba vyskytuje, ale příznaky napadení mohou uniknout pozornosti a významnější poškození je sporadické. Zdrojem infekce jsou napadené zbytky listů kukuřice, na nichž houba přetrvává. K infekci dochází za vlhkého a teplého počasí konidii, které jsou přenášeny na rostliny větrem a dešťovými kapkami. Příznaky napadení se objevují již po 7–12 dnech po infekci. Na listech jsou patrné drobné, protáhlé nebo nepravidelné skvrny, jako by vodou promáčené (Burnette & White 1985).

Rzivost

Typickým příznakem rzivosti kukuřice jsou skořicově zbarvené kupky spor protáhlého tvaru nacházející se podélně na listech. Kolem kupek se na listech vytváří červeně zbarvený prstenec a později okolí zasychá. Jako houbový parazit odčerpává patogen z rostliny živiny potřebné pro růst. Kupky patogenu narušují pokožku listu, ovlivňují systém fotosyntézy a hospodaření s vodou (Shah & Dillard 2007).

Antraknózová listová spála

První příznaky vyvolané původcem antraknózové spály kukuřice se mohou objevit již na mladých rostlinách kukuřice, které zakrsávají a postupně usychají. Hypokotyl napadených rostlin je zahnědlý. Po rozříznutí odnožovacího kolénka lze pozorovat kruhovitě uspořádané hnědavé skvrny. Kořeny mohou černat. Na spodních listech vzniká zcela nenápadná, drobně tečkovitá skvrnitost. Skvrny zbělají a později se zbarvují smetanově nebo světle hnědě a potom mají tmavší okraj se žlutým nebo žlutozeleným dvorcem. Jejich velikost se pomalu zvětšuje. Na skvrnách se vytvářejí v koncentrických kroužcích černá konidiová ložiska - acervuli. Choroba postupuje druhotnou infekcí do horních pater nebo na listové pochvy a palisty palic (Pupipat & Mehta 1969).

Rhizoctonia spp.

Houba přežívá ve formě sklerocií v posklizňových zbytcích i několik let. Na osivu přetrvává v podobě trvalého mycelia. Mycelium houby je lososově růžové a později šedne. Způsobují při klíčení kukuřice mokvání a hnědnutí hypokotylu a kořenů. Ve fázi vzcházení vyvolávají padání vzcházejících rostlin. V průběhu vegetace se vyskytují na kořenech a patách rostlin od fáze kvetení. Při napadení odumírají hlavní a rosné kořeny (často od konců). Na kořenech a stéblech se může objevit tmavá až černá skvrnitost. V některých případech dochází k lámání stébla na jeho bázi (Tóth & Kmoch 2016).

Bzunka ječná (*Oscinella frit*)

Bzunka ječná je škůdcem mladé generace. Larvy tohoto škůdce kukuřici poškozují hlavně do doby vývinu pěti listů. Žijí ve stonku a v něm vyhlodávají dřeň. Napadané rostliny se zpožďují ve vývoji a rostlina zakrsává, při silnějším napadení netvoří palice. Listy jsou zkroucené a po okrajích krabaté (Hinfner & Papp 1961).

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*)

Dospělci zavíječe, kteří neškodí, se objevují od počátku června. Oplodněné samičky kladou vajíčka na listy. Vylíhlé larvy se po krátké době prohryzávají do stébel, vyžirají je, nejčastěji pod samčím květenstvím, často se prožirají do palic. Napadená stébla jsou vyplněna trusem a zbytky rostlinných pletiv, často dochází k lámání stébel (Malvar et al. 2004).

Ve 2 lokalitách ve Wisconsinu byly provedeny v letech 1996 a 1997 studie za účelem posouzení dopadu zavíječe kukuřičného na kukuřici pěstované na siláž. Vztahy mezi ztrátami výnosů ze siláže a náklady na kontrolu byly použity k vývoji úrovně ekonomických poškození specifických pro kukuřici pěstovanou pro siláž ve Wisconsinu. Ošetření byla stanovena jako procento rostlin napadených zavíječem kukuřičným. Úrovně ošetření 0, 12, 24, 40 a 84 % napadených rostlin byly použity k samostatnému zkoumání simulací napadení zavíječem

kukuřičným 1. a 2. generace. Pokusy byly prováděny za použití hybridů 3394 a 3751 Pioneer. Výsledky z experimentů ukázaly, že celkový výnos sušiny celé rostliny pro hybrid 3394 byl o 8,5 % vyšší než u hybridu 3751 během 3 experimentů. Čím bylo napadení kukuřice zavíječem kukuřičným vyšší, tím klesal výnos kukuřice na siláž. Z výsledků vyplynulo, že 1. generace zavíječe kukuřičného způsobila vyšší snížení výnosů než 2. generace (Myers & Wedberg 1999).

Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera*)

Brouci bázlivce se v podmínkách střední Evropy objevují v porostech kukuřice od počátku července až srpna. Dospělci škodí žírem na květech a zrnech v mléčné zralosti a žírem na listech, kladou vajíčka do půdy a ty přezimují. Larvy se líhnou od poloviny května a vyvíjejí se na povrchu nebo uvnitř kořenů. Při větším výskytu larev je sežrán celý kořenový systém, rostlina poléhá a hyne (Kazda 2014).

3.1.3 Specifika uskladnění kukuřice seté na siláž

Silážní kukuřici je možno s úspěchem pěstovat **na půdách** těžkých, středních, lehkých a písčitých. Nedá se s úspěchem pěstovat na půdách podmočených (Kašpar 1970).

Nejvhodnější **předplodinou** jsou jeteloviny nebo víceleté pícniny. Výbornou předplodinou jsou také okopaniny hnojené statkovým hnojem. Jako zlepšující plodinu ji často zařazujeme mezi dvě obiloviny (za nejlepší předplodinu se považuje pšenice). Úspěšně je možné kukuřici pěstovat také několik let po sobě, ale zvyšují se nároky na agrotechniku a hnojení (Skládanka 2006).

Siláže představují v podmínkách České republiky základ krmných dávek skotu, zejména krav (Doležal 2012).

Příprava siláží je známá více než 3 000 let, neboť již staří Egypťané a Řekové znali skladovat v silech obilí a krmiva z celých rostlin. Silážování znali již také Aztékové a ve Staré Číně. Tento způsob konzervace krmiv, byť sahá k samým kořenům lidské civilizace, je přesto považován za metodu pozdější, než je technologie konzervace sušením. V současné době je technologie konzervace krmiv silážováním hlavní a nejdůležitější způsob konzervace, neboť se tímto způsobem konzervuje více než 80 % objemných krmiv (Hallauer 2004).

Silážování je technologie konzervace krmiv založená na rychlém okyselení naskladněné, udusané a dobře pořezané hmoty za nepřístupu vzduchu, tedy za přísně anaerobních podmínek (Johnson et al. 1999).

Obr. 1 Silážní žlab s kukuřičnou siláží



Silážovatelnost píce je schopnost vytvořit dostatečné množství kyseliny mléčné, schopné snížit hodnotu pH na úroveň 4 a tím hmotu zakonzervovat (Příkryl 2012).

Podle obsahu sušiny silážované píce a použité technologie rozeznáváme **druhy siláže**:

- a) siláže z čerstvé hmoty - obvykle s obsahem sušiny 22 - 26 %;
- b) siláže z částečně zavadlé píce (sušina 26 - 35 %);
- c) siláže ze zavadlé píce (sušina 35 - 50 %) (Doležal 2012).

K dosažení dobré kvality siláží je nutné respektovat **základní technologické požadavky**:

- a) optimální vegetační stadium sklizené píce pro silážování;
- b) optimální obsah sušiny vhodný pro silážování;
- c) optimální délku řezanky;
- d) dodržování zásad technologického postupu technicko-manažerských zásad;
- e) aplikace účinných konzervačních aditiv;
- f) vhodné silážní sklady (Mudřík 2012).

Podíl jednotlivých částí rostliny v čerstvé zelené hmotě, ale i podíl na celkovém množství sušiny je rozdílný. Zelené části tvoří přibližně 3/5 sušiny a klas (vřeteno se zrnem) tvoří obvykle 2/5 podílu. V čerstvé hmotě mají zelené části 2/3 podílu a klas se zrnem 1/3 podílu. Čili nejen voda (obsah sušiny), ale ani živiny nejsou rozloženy rovnoměrně v jednotlivých částech rostlin. Hmotnostní podíl jednotlivých částí rostliny kukuřice ovlivňuje zejména odrůda/ hybrid, hustota porostu, půda/ výživa porostu, klima/ sezóna, voda a teplota (Mitrík 2018).

Termín sklizně silážní kukuřice

Krmné pícniny se pro konzervaci nebo přímé krmení nesklízají až na konci generativního vývoje, jako např. obilniny, nýbrž již během vegetačního růstu. Obecně platí, že pro krmění a konzervaci je nutné sklízet píci mladou, s nízkým obsahem vlákniny a ligninu, tedy lehce stravitelnou a s optimálním obsahem proteinu (Příkryl 2012).

V letech 1964 až 1965 byl v USA proveden pokus na sklizeň kukuřice na siláž. Kukuřice na siláž byla sklizena ve dvou po sobě následujících letech ve stadiu tvrdého zrna (běžný termín sklizně) a o sedm až osm týdnů později po plné zralosti (pozdní sklizeň). Výnos sušiny byl o 19 až 27 % nižší, když byla kukuřice sklizena pozdě. Obsah sušiny v kukuřici sklizené v běžném termínu byl 26 a 30 %, u pozdně sklizené kukuřice to bylo 58 a 63 %. Včas sklizená kukuřice v siláži obsahovala více kyseliny octové, propionové, butylové a kyseliny mléčné, než pozdně sklizená (Gordon et al. 1968).

Vliv zralosti a distribuce srážek na kvalitu složek (palice, list, stonek) a celých rostlin kukuřice sklizených jako siláž byl studován po dobu 3 let také v dalším experimentu v Gruzii. Sedm sklizní bylo prováděno v týdenních intervalech od mléčné voskové zralosti do zralého stádia zrna. Stravitelnost v sušině a celkový obsah uhlohydrátů v palicích se zvyšovaly se zralostí, poté se vyrovnaly a nakonec stravitelnost dosáhla maxima později než obsah uhlohydrátů. Čas maximální stravitelnosti palice byl opožděn, když během období sklizně spadlo odpovídající množství srážek. Stravitelnost v listech se obecně s délkou sklizně snižovala. Stravitelnost ve stonku úzce souvisela s dešťovými srážkami získanými během zrání. S postupným zráním, když bylo množství srážek omezené, se stravitelnost zvyšovala. Změny zaznamenané v kvalitě palice a stonku se projeví v kvalitě celé rostliny. Výnosy zelených píce obecně se zráním klesaly, ale když bylo přijato dostatečné množství srážek před fází škrobu, byl tento pokles zpožděn. Výnosy suché píce se zvyšovaly až do čtvrtého termínu sklizně a poté klesaly se zráním. Obsah palice se zvyšoval až do okamžiku, kdy se škrob ustálil, zatímco obsah stonku do této fáze klesl a poté se vyrovnal. Obsah listů se obecně se zráním snižuje (Cummins 1970).

3.1.4 Hnojení kukuřice seté na siláž

Pravidelné doplňování organických látek do půdy je základem dobrého hospodaření. Bez vyrovnané bilance organických látek se snižuje obsah humusu a výrazně se zhoršují agrochemické vlastnosti půdy. Statkovými hnojivy do půdy dodáváme snadno rozložitelnou organickou hmotu, makro i mikroživiny v přijatelných formách, mikroorganismy, které zvyšují biologickou činnost půdy, a také růstové látky. Dodání organických hnojiv do půdy zpravidla příznivě působí na fyzikálněchemické vlastnosti, podporují tvorbu drobtovité struktury, zlepšují se retenční schopnosti a zvyšuje se využití aplikovaných minerálních hnojiv. Dále je příznivě ovlivněn teplotní režim půdy a zlepšuje se pronikání kořenů (Hřivna et al. 2003).

Kejda by se měla aplikovat vždy kvalitní technikou (např. hadicovými aplikátory) s ohledem na plošné rozmístění hnojiva a zhutnění půdy. S aplikací statkových hnojiv souvisí povinnost zapravení hnojiv na orné půdě ve stanovené době. Po aplikaci tekutých statkových hnojiv nebo kapalných organických hnojiv na povrch orné půdy se hnojiva zapracovávají do půdy nejpozději do 24 hodin, s výjimkou řádkového přihnojování porostů hadicovými aplikátory. Po aplikaci tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv na povrch orné půdy se zapracovávají hnojiva do půdy nejpozději do 48 hodin; to neplatí pro vedlejší či hlavní produkty vzniklé při pěstování kulturních rostlin (§ 7 odst. 4 Vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv).

Kukuřice má vysoké nároky na teplo, jisté výnosy zrna proto poskytuje v nejteplejších oblastech republiky. V méně příznivých oblastech se osvědčují hybridy s krátkou vegetační dobou nebo se pěstuje jen kukuřice na siláž. Kukuřice vytváří mohutný kořenový systém a vzhledem k delšímu období příjmu živin využívá dobře živiny půdy. Kukuřice velmi dobře využívá sluneční energii, s tím je spojeno i efektivní využití přijatých živin na tvorbu výnosu. Za vegetace kukuřici nepřihnojujeme, protože bychom mohli poškodit vzešlé porosty (Vaněk et al. 2016).

Producenti mléka v severovýchodních USA, kteří pěstují kukuřici na siláž v úzkých řádcích výsevkem 125 000 jedinců/ ha⁻¹ a hnojí 225 kg N/ ha⁻¹, se domnívají, že pěstovat kukuřici v úzkých řádcích je nejlepší při vysoké hustotě rostlin a dusíku (Cox & Cherney 2001).

Na pěti různých farmách v regionu Piedmonts v Severní Karolíně byla prováděna aplikace kejdy skotu 3 x po sobě hadicovým aplikátorem a 2 x rozstříky. Kejda kukuřici pěstované na siláž dodala dostatečné množství živin srovnatelné s komerčními aplikacemi hnojiv. Vypočítaná dostupnost dusíku z kejdy se mezi farmami lišila. Výnos se obvykle významně nelišil při aplikaci kejdy na podzim a na jaře, ale při aplikaci na jaře byl někdy výnos vyšší. Pro maximální využití účinnosti kejdy by aplikační dávky měly být nižší než 224 kg dusíku/ ha⁻¹ (80 m³ kejdy/ ha⁻¹). Bylo zjištěno, že koncentrace živin v kejdě se v jednotlivých farmách a v jednotlivých sezónách značně liší, což naznačuje vhodnost sezónní analýzy kejdy. Bylo zjištěno, že některá z farem nereagovala na aplikaci kejdy na předchozí hnojení. Dále se zjistilo, že dostupnost dusíku se liší podle místa a že aplikace kejdy na jaře dává vyšší hodnoty dusíku (Safley et al. 1986).

V letech 2012 - 2015 byl proveden polní pokus pěstování kukuřice, kdy byly zkoumány účinky různých zdrojů organické hmoty na biochemické vlastnosti půdy a produktivitu plodin, jehož účelem bylo najít nejlepší náhradu za hnůj. Tři typy aplikací hnojiv, včetně minerálního hnojiva, slámy a digestátu, byly srovnávány s kravským hnojem při stejné dávce dusíku. V půdní vrstvě 0 – 20 cm byl nejvyšší obsah dusíku, mikrobiální biomasy a obsah uhlíku při aplikaci kravského hnoje. Poměr ekvivalentu celkového organického uhlíku se v poměru ke slámě snížil o 28,60 %. Výsledky ukázaly, že vracení slámy bylo nejlepší náhradou za hnůj (Zhen et al. 2019).

Účinky velkého množství hnoje skotu na kukuřici byly zkoumány v řadě dlouhodobých polních pokusů. Dále byl studován jejich vliv na půdu a jejich zbytkový účinek. V kombinaci s hnojem byly výnosy vyšší než u minerálních hnojiv. To poukazuje na specifický účinek hnoje skotu, ke kterému došlo zejména na písčitých půdách. Hnůj skotu neměl téměř žádný vliv na krmnou hodnotu kukuřice a vedl pouze k mírnému zvýšení obsahu minerálů. Při velkém množství hnoje vstup minerálů zdaleka převyšoval příjem plodinami (Schröder & Dilz 1987).

3.2 Hnojiva

Hnojiva jsou sloučeniny a látky, které poskytují rostlinám živiny, mohou zlepšit jejich výživu, půdní vlastnosti a půdní úrodnost, a tím i příznivě ovlivnit růst, výnos a kvalitu rostlinné produkce (Tisdale & Nelson 1966).

Každý, kdo používá hnojiva, musí plnit povinnosti vyplývající ze zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, a jeho prováděcích předpisů. Současně je nezbytné plnit i podmínky použití hnojiv v rámci dalších oblastí:

1. Nitrátová směrnice a tzv. „malá“ nitrátová směrnice v rámci agroenvironmentálního opatření
2. Vodoprávní rozhodnutí
3. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů
4. NATURA 2000

Pro účely používání hnojiv a kontroly dodržování limitů jejich použití se hnojiva rozdělují ze dvou hledisek – podle zákona o hnojivech a podle nitrátové směrnice (Asociace soukromého zemědělství 2012).

3.2.1 Dusíkatá hnojivá látka

Dusíkatou hnojivou látkou se rozumí minerální hnojivo obsahující dusík, organické hnojivo, organominerální hnojivo, statkové hnojivo a upravený kal (Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech).

Mezi **dusíkaté hnojivé látky** se řadí minerální dusíkatá hnojiva, minerální jednosložková dusíkatá hnojiva, minerální vícesložková hnojiva s obsahem dusíku, hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, statková hnojiva, jako je kejda a tekutý podíl po její mechanické separaci, hnojůvka, močůvka, silážní šťávy, trus drůbeže a drobných hospodářských zvířat s podestýlkou nebo bez podestýlky, výkaly a moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo při jiném pobytu na zemědělském pozemku, organická nebo organominerální hnojiva, v nichž je poměr uhlíku k dusíku (C:N) nižší než 10, například digestát, hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem, statková hnojiva, jako je hnůj nebo tuhý podíl kejdy po její mechanické separaci, organická nebo organominerální hnojiva, v nichž je poměr uhlíku k dusíku (C:N) roven nebo je vyšší než 10, například kompost nebo tuhý podíl digestátu po jeho mechanické separaci (separát), sklíditelné rostlinné zbytky (statková hnojiva rostlinného původu), zejména sláma, chrást, plodina na zelené hnojení a tráva, upravené kaly (Klír & Kozlovská 2016).

Dusíkatá hnojivá látka je tedy látka obsahující v účinném množství dusík pro výživu rostlin. Nemusí se přitom jednat jen o hnojiva ve smyslu zákona o hnojivech. Dusíkatou hnojivou látkou jsou tedy i upravené kaly používané na zemědělské půdě (Klír & Kozlovská 2016).

Organicky vázaný dusík, obsažený v organických a organominerálních hnojivech, statkových hnojivech a upravených kalech, se v půdě mineralizuje a přechází do forem využitelných rostlinami a zároveň podléhajícím ztrátám, např. vyplavením. Rychlost rozkladu

organických sloučenin a uvolňování dusíku závisí zejména na poměru uhlíku k dusíku (C:N) a na rozložitelnosti jednotlivých typů organických látek (Frink et al. 1999).

Typickými představiteli **hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem** jsou ze statkových hnojiv kejda a tekutý podíl po její mechanické separaci (fugát), hnojůvka, močůvka, silážní šťávy a drůbeží trus. Z organických hnojiv to jsou hnojiva s poměrem C:N nižším než 10, např. kapalné digestáty z bioplynových stanic, včetně kapalné části po jejich mechanické separaci (digestát-fugát) (Fujinuma et al. 2009).

Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem jsou zejména statková hnojiva vznikající ve stelivových provozech (např. hnůj skotu či prasat, koňský hnůj apod.) nebo při mechanické separaci kejdy (separát), z organických hnojiv pak hnojiva s poměrem C:N roven nebo vyšším než 10, např. kompost nebo tuhá část po mechanické separaci digestátu (digestát-separát), příp. tuhý digestát vznikající v bioplynových stanicích kontejnerového typu (Liu et al. 2014).

Statková hnojiva jsou do skupin podle rychlosti uvolňování dusíku zařazena přímo, tedy taxativně (Klír & Kozlovská 2016).

Podle poměru C:N se do skupin zařazují pouze výrobky, tedy organická nebo organominerální hnojiva. Poměr C:N se zjistí laboratorním rozbořem, současně se stanovením obsahu živin. V protokolu o laboratorním rozboru je uveden obsah organických (spalitelných) látek, dusíku a dalších živin, a to buď v sušině vzorku, nebo v přepočtu na hnojivo. Podíl uhlíku v organických látkách se pohybuje v rozmezí 40–60 %. Pro výpočet obsahu uhlíku v organických hnojivech lze použít hodnotu 52 % (Cleveland & Liptzin 2007).

Údajů o poměru C:N, získaných na základě rozboru akreditovanou laboratoří nebo výpočtu z tabulkových hodnot (vážený průměr) lze využít rovněž při zařazení směsi statkových hnojiv, skladovaných a aplikovaných společně. V případě zanedbatelného podílu hnojiv z jiné skupiny (do 20 %) se zařazení hlavního hnojiva do kategorie podle rychlosti uvolňování dusíku nemění. U schválených organických a organominerálních hnojiv, uvedených v registru ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (dále jen "ÚKZÚZ"), je již uvedeno jejich zařazení mezi hnojiva s rychle či pomalu uvolnitelným N (Klír et al. 2016).

Podle zákona o hnojivech jsou statkovými hnojivy i skliditelné rostlinné zbytky, jako je například sláma. Při používání těchto rostlinných zbytků ke hnojení je nízké riziko znečištění vody, proto je tato kategorie uvedena zvlášť a většina doporučení Zásad se na ně nevztahuje (Klír & Kozlovská 2016).

3.2.2 Rozdělení hnojiv podle zákona o hnojivech a nitrátové směrnice

Pro účely používání hnojiv a kontroly dodržování limitů jejich použití se hnojiva rozdělují ze dvou hledisek – podle zákona o hnojivech a podle nitrátové směrnice, a to na hnojiva minerální, organická, organominerální, statková a upravené kaly z čističky odpadních vod (dále jen "ČOV") (Asociace soukromého zemědělství 2012).

Minerální hnojivo je hnojivo, v němž jsou deklarované živiny obsaženy ve formě minerálních látek získaných extrakcí nebo jiným fyzikálním či chemickým postupem; za minerální hnojivo se považuje také dusíkaté vápno, močovina a její kondenzační a asociační produkty a hnojivo obsahující stopové živiny ve formě chelátů nebo komplexů. Příkladem

minerálních hnojiv je např. NPK, LAD, síran amonný, močovina, Amofos, draselná sůl, DAM (Urban 2012).

Organické hnojivo je hnojivo, v němž jsou deklarované živiny obsaženy v organické formě. Příkladem organických hnojiv jsou průmyslové komposty, digestáty. Organickým hnojením se podporuje biologická aktivita půdy, která je základem její úrodnosti. Biologická aktivita udržuje živiny v přístupných formách a pomáhá rostlinám osvojovat živiny i z méně přístupných organických sloučenin a minerálů. Na biologicky aktivní půdě jsou rostliny všestranně odolnější, dokážou lépe vzdorovat invazím chorob a škůdců (Urban 2012).

Organominerální hnojivo je hnojivo, v němž jsou deklarované živiny obsaženy v minerální a organické formě. Příkladem jsou melasové výpalky, hnojiva používaná v zahradnictví (Urban 2012).

Statkové hnojivo je vedlejší produkt vznikající při chovu hospodářských zvířat nebo rostlinný zbytek nesklizený při pěstování kulturních plodin (zpravidla sláma), není-li dále upravován. Za úpravu se přitom nepovažují přirozené procesy přeměn při skladování, mechanická separace kejdy a přidávání látek snižujících ztráty živin nebo zlepšujících účinnost živin. Příkladem statkových hnojiv živočišného původu jsou hnůj, močůvka, hnojůvka, kejda, drůbeží trus, výkaly a moč hospodářských zvířat vznikající na pastvě. Příkladem statkových hnojiv rostlinného původu jsou sláma, řepný chrást, meziplodina a jiné zelené hnojení (Urban 2012).

Upravené kaly z ČOV jsou kaly (odpad) z ČOV nebo septiků, které jsou „stabilizované“, tj. jsou podrobeny procesu, který významně sníží obsah patogenních organismů v kalech (např. prochází biologickou, chemickou, tepelnou úpravou nebo dlouhodobým skladováním (Černý et al. 2014)

Sedimenty jsou vytěžené usazeniny z rybníků, vodních nádrží a vodních toků dle vyhlášky č. 257/2009 Sb.

3.2.3 Rozdělení hnojiv podle rychlosti uvolnitelnosti dusíku do vod

Dle nitrátové směrnice rozdělujeme hnojiva na nedusíkatá hnojiva, minerální dusíkatá hnojiva, hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem, sklíditelné rostlinné zbytky a upravené kaly:

- **nedusíkatá hnojiva** mají obsah dusíku 0. Příkladem jsou superfosfát, draselná sůl, Kieserit, pálené vápno,
- **minerální dusíkatá hnojiva** jsou minerální jednosložková a vícesložková hnojiva s obsahem $N > 0$. Příkladem jsou NPK, LAD, LAV, síran amonný, močovina, Amofos, DAM,
- **hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem** jsou ze statkových hnojiv kejda a tekutý podíl po její mechanické separaci (fugát), hnojůvka, močůvka, silážní šťávy a drůbeží trus, z organických hnojiv např. digestáty z BPS,
- **hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem** jsou ze statkových hnojiv např. hnůj skotu či prasat, koňský hnůj nebo při mechanické separaci kejdy vzniklý separát. Z organických hnojiv to jsou kompost nebo tuhá část po separaci digestátu – separát,
- **sklíditelnými rostlinnými zbytky** jsou sláma, řepný chrást, zelené hnojení,

- **upravené kaly jsou kaly** (odpad) z ČOV nebo septiků, které jsou „stabilizované“, tj. jsou podrobeny procesu, který významně sníží obsah patogenních organismů v kalech (např. prochází biologickou, chemickou, tepelnou úpravou nebo dlouhodobým skladováním (Asociace soukromého zemědělství 2012).

3.2.4 Dávkování hnojiv

Dávky hnojiv se stanovují vzhledem k potřebám jednotlivých plodin na konkrétních stanovištích a podle pěstitelských podmínek. Při určení úrovně hnojení se vychází z potřeby živin pro dosažení reálné úrovně výnosů a požadované kvality produkce. Po korekci na vliv stanoviště (režim dusíku v půdě), odpočtu účinného dusíku z dříve aplikovaných statkových hnojiv a zohlednění vlivu předplodiny se stanoví potřeba hnojení. Vlastní rozdělení dávek, termín hnojení a způsob aplikace se ještě může upřesnit podle druhu půdy a její promyvnosti, podle aktuálního stavu porostu, vývoje povětrnosti, zásoby rostlinami využitelného dusíku v půdě a výživného stavu rostlin. Vhodným nástrojem pro stanovení potřeby hnojení jsou diagnostické metody, zjišťující obsah rostlinám přístupného dusíku v půdě (metoda Nmin) nebo obsahy živin v rostlině (Sala et al. 2015).

Dusičnany jsou hlavními zdroji plošného znečištění vod ze zemědělství. Do vod vyplavené dusičnany nemusí pocházet přímo z hnojiv, ale často vznikají v půdě postupnou přeměnou dusíkatých organických látek. Zdrojem tvorby dusičnanů v půdě mohou být statková hnojiva živočišného původu, např. kejda (Maynard & Kalra 1993).

Po hnojení minerálními dusíkatými hnojivy nebo kejdou je urychlen rozklad organické hmoty, proto by mělo být letní a podzimní hnojení používáno jen ve zdůvodněných případech. Na středně těžkých a lehkých půdách ve výše položených oblastech a v oblastech s vysokým úhrnem srážek se doporučuje dávky hnojiv snížit či úplně vynechat (Klír & Kozlovská 2016).

S ohledem na nebezpečí ztrát dusíku je důležité i rozdělení dávek hnojiv a způsob jejich aplikace. Např. z celkového dusíku v kejdě je 45 - 60 % ve čpavkové formě, která může být využita rostlinami nebo přeměněna na dusičnany, v procesu nitrifikace. Intenzita nitrifikace se snižuje při poklesu půdních teplot pod 10° C a lze ji rovněž omezit použitím tzv. inhibitorů nitrifikace, např. s aplikovanou kejdou. Inhibitor nitrifikace je registrovaná pomocná látka. Při aplikaci statkových a organických hnojiv s inhibitory nitrifikace je možné udržet delší období převážnou část amonného dusíku v této formě a tak přijatelně omezit tvorbu dusičnanů v půdě (Klír & Kozlovská 2016).

3.3 Statková hnojiva

Statková hnojiva patří mezi organická hnojiva, ve kterých významnou složku tvoří organické látky rostlinného nebo živočišného původu (sacharidy, celulóza, hemicelulóza, lignin, aminokyseliny, bílkoviny aj.), které nelze v souvislosti se zvyšováním půdní úrodnosti nijak nahradit. Jsou jimi dodávány živiny, makroprvky i mikroprvky, jež jsou vázány v organických látkách, v kapalných hnojivech jsou i ve vodorozpustné formě. Dále jsou statková hnojiva zdrojem mikroorganismů, stimulačních a růstových látek (např. auxiny) (Křepelka 2010).

Statková hnojiva patří mezi nenahraditelnou část v systémech výživy a hnojení rostlin. Míra využití statkových hnojiv závisí nejen na skladování, ošetřování a jejich aplikaci, ale i na celkovém způsobu hospodaření. Ačkoliv z pohledu vzniku, složení a následného působení jsou hnojiva rozdělována do dvou základních skupin – organická a minerální, je jak v legislativě, tak mezi odbornou veřejností pevně zakotven termín statková hnojiva. Statková hnojiva jsou tedy hnojiva, která vznikají v koloběhu zemědělského podniku („na statku“), jako vedlejší produkt při chovu hospodářských zvířat nebo pěstování kulturních rostlin (Křepelka 2010).

Z pohledu legislativy, ale především s ohledem na vlastnosti hnojiv, jsou rozlišována statková hnojiva živočišného původu a statková hnojiva rostlinného původu (Křepelka 2010).

Mezi **statková hnojiva živočišného původu** patří hnůj, močůvka, hnojůvka, kejda, drůbeží trus apod. Jelikož tato hnojiva vznikají v souvislosti s chovem hospodářských zvířat a jejich ustájením, jsou běžně označována jako hnojiva „stájová“. Jejich složení, kvalita a hnojivý účinek jsou závislé na druhu a kategorii hospodářských zvířat, jejich zdravotním stavu, ale také na způsobu ošetřování, skladování a aplikace. Do skupiny hnojiv živočišného původu patří také výkaly a moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo při jejich jiném pobytu na zemědělské půdě (Křepelka 2010).

Mezi **statková hnojiva rostlinného původu** patří sklíditelné vedlejší produkty pěstovaných plodin, jako je sláma a řepný chrást, nať brambor, ale také celé pěstované rostliny zapravované jako zelené hnojení nebo ponechané na povrchu půdy, např. při mulčování trávy. Jejich složení a obsah živin jsou z velké části odrazem živinného režimu půd dané oblasti. Přestože podle legislativy do statkových hnojiv nepatří komposty, je nutné s ohledem na využití organické hmoty v zemědělském podniku (např. zbytků z posklizňových úprav, znehodnocené krmivo, přebytky močůvky nebo kejdy) i toto hnojivo zmínit, pokud je vyráběno a zušlechťováno přímo v zemědělském podniku (statkový kompost) (Křepelka 2010).

Statková hnojiva představují důležitý článek v koloběhu živin v rámci zemědělského podniku. Využití všech odpadů a navrácení hnojivých hodnot z rostlinné i živočišné výroby, případně i dalších, hlavně organických odpadů do půdy byla zásada všech dobrých hospodářů. Proto také lze obecně konstatovat, že zemědělská výroba hospodařila bez odpadů. Ne vždy však byly a i v současnosti jsou dodržovány správné zásady ukládání a ošetřování statkových hnojiv. Stále přetrvává mnoho nedostatků a dochází k úniku živin a bodovému znečištění okolí, především polních hnojišť (Kulovaná 2001).

Statková hnojiva, především chlévský hnůj, příznivě ovlivňují biochemické, agrochemické a fyzikální vlastnosti půdy a také z části uhrazují potřebu dusíku a draslíku jednotlivých plodin. V rámci osevního postupu udržují příznivou půdní reakci, vnášejí do půdy stimulační látky a množství mikroorganismů, čímž se zvyšuje antifytopatogenní potenciál půdy. V zemědělských podnicích bez chovu skotu se absence chlévského hnoje eliminuje především hnojením slámou v kombinaci s kejdou nebo také zeleným hnojením. V mnohých případech je tato kombinace zcela rovnocenná účinku hnoje (Vach & Javůrek 2008).

Statková hnojiva jsou významným zdrojem živin pro pěstované plodiny. Kromě makroprvků (dusík, fosfor, draslík) dodávají plodinám také široké spektrum mikroprvků (síra, bor, měď, zinek aj). Jejich další důležitou funkcí je vyrovnávání bilance organické hmoty (Eghball et al. 2002).

Díky mikroorganismům se ročně v orné půdě rozloží 3 – 6 t organické hmoty. Rozložené množství je závislé na půdním druhu. U lehkých půd je to více, naopak u těžkých půd je rozklad pomalejší a rozloží se hmoty méně. V suchých letech je rozklad organické hmoty pomalejší než v ročnicích s vyššími dešťovými srážkami. Pokud se v půdě rozloží více organické hmoty, než se do ní dodá, pak mikroorganismy začnou rozkládat trvalý humus v půdě. Následkem toho dojde ke změnám v půdních vlastnostech. Sníží se úrodnost půdy, omezí se tvorba drobtovité půdní struktury, půda je náchylnější ke kornatění a k erozi. Je tedy nezbytné dbát o vyrovnanou bilanci organické hmoty. Část potřeby organické hmoty vyrovnají posklizňové zbytky, zbývající část je nutné dodat ve formě statkových hnojiv. Pro dlouhodobé zachování půdní úrodnosti a půdní struktury jsou statková hnojiva nenahraditelná (Winkler et al. 2018).

Skladování statkových hnojiv

Živočišná výroba je zdrojem mnoha látek, které mají dopad na životní prostředí. Jedná se zejména o produkci dusíku, který se uvolňuje do životního prostředí z ustájení hospodářských zvířat, jakož i při skladování a aplikaci hnoje hospodářských zvířat v terénu. Živočišné exkrementy (moč a výkaly) obsahují ekologicky reaktivní dusík, který, pokud není začleněn do plodiny nebo přeměněn na molekulární dusík, se začne pohybovat do vzduchu a vody od doby, kdy opustí zvíře. Celková produkce dusíku závisí na druhu hospodářských zvířat, jejich hmotnosti, krmení, využití a dalších faktorech. Velký význam pro snižování dopadů dusíku na životní prostředí má řádné řízení výroby, skladování, aplikace a používání hnoje ze zvířat (Rotz 2004).

Po celém světě se hledají a zavádějí opatření zaměřená na snižování dopadů na životní prostředí, které se vyskytují v souvislosti se zemědělstvím, a zejména s chovem zvířat. Evropská unie a mnoho dalších vyspělých zemí věnovalo obzvláště velkou pozornost metodám skladování a používání hnoje ze zvířat s cílem minimalizovat jejich negativní dopady na životní prostředí. Toto téma je také velmi důležité v České republice, kde se roční produkce hnoje odhaduje na 10,3 milionu metrických tun (Vegricht et al. 2017).

Statková hnojiva se nedají skladovat na jakémkoliv místě, kde má zrovna zemědělec volnou kapacitu. Je důležité i dopředu vědět, jak velké množství statkových hnojiv bude potřeba uskladnit. K tomu slouží výpočty **skladovací kapacity**. Podkladem pro stanovení potřebné skladovací kapacity je výpočet produkce statkových hnojiv. Produkce závisí na

kategorii a hmotnosti zvířat a může být značně ovlivněna technologií ustájení a chovu, způsobem krmení, spotřebou steliva a vody, metodou odkluzu výkalů a moči apod. Velikost ztrát živin je ovlivněna způsobem manipulace se statkovými hnojivy a jejich skladováním (Nicolai et al. 2004).

Minimální kapacita skladovacích prostor pro statková hnojiva je stanovena vyhláškou č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv. Tato vyhláška stanoví kapacitu skladovacích prostor pro statková hnojiva, která musí odpovídat skutečné produkci hnoje za šest měsíců (pokud není ukládán před jeho použitím na zemědělské půdě). Jímky musí kapacitně odpovídat minimálně čtyřměsíční předpokládané produkci u kejdy a minimálně tříměsíční předpokládané produkci u močůvky a hnojůvky, a to v závislosti na klimatických a povětrnostních podmínkách regionu. Pro využití tekutých statkových hnojiv ke hnojení ve vhodných obdobích se však doporučuje budovat kapacity větší, minimálně na jejich šestiměsíční produkci, což je povinností ve zranitelných oblastech (Příloha č. 1, B vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv).

Pokud nejsou k dispozici údaje o produkci statkových hnojiv, získané prokazatelným způsobem, zejména vážením, měřením objemu, výpočtem produkce statkových hnojiv podle druhu a kategorie zvířat, jejich hmotnosti, užitkovosti či způsobu krmení, s přihlédnutím ke spotřebě steliva, popřípadě k produkci odpadních vod, použijí se průměrné hodnoty produkce statkových hnojiv podle vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv. V případě pastvy nebo pobytu hospodářských zvířat na zemědělské půdě se potřeba skladovacích kapacit úměrně snižuje (§ 6 odst. 3 vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv).

Potřebné kapacity skladovacích prostor na statková hnojiva mohou být **sníženy** v případě doložitelného uvedení statkových hnojiv do oběhu, jejich využití k výrobě organických hnojiv nebo k produkci bioplynu, popřípadě jejich likvidace jako odpadu, a to úměrně tomuto množství, na základě zpracovaného harmonogramu. Ani po tomto snížení však nesmí být skladovací kapacity menší, než je potřebné k uskladnění dvouměsíční celkové produkce statkových hnojiv (§ 6 odst. 4 vyhlášky č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv).

Potřebná velikost skladovacích kapacit na digestát z bioplynové stanice není legislativně upravena, neboť se jedná o organické, nikoliv statkové hnojivo. Jde tedy o skladování výrobku a otázka skladovacích kapacit musí být vyřešena v rámci projektu výstavby bioplynové stanice. Pro zajištění podmínek na využívání digestátu ke hnojení ve vhodném období se doporučují skladovací kapacity minimálně na šestiměsíční produkci digestátu, příp. tekuté části po jeho separaci (fugát) (Klír & Kozlovská 2016).

3.4 Kejda

Kejda patří mezi **organická statková hnojiva živočišného původu** a mezi hnojiva s **rychle uvolnitelným dusíkem**. Kejda je svým původem a složením určena ke hnojení. Zúrodňuje půdu a zvyšuje její produktivnost, a to v kombinaci se slámou, zeleným hnojením či v trojkombinaci těchto hnojiv (Vaněk et al. 2016).

Kejda je **částečně zkvašená směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat a zbytků krmiv s určitým podílem technologické vody**. U kvalitní prasečí kejdy by obsah sušiny neměl poklesnout pod 6 %. Nejčastější příčinou špatné kvality kejdy je pokles sušiny až na hodnotu 3,8 - 2,4 %, což způsobuje většinou nekázeň pracovníků. V současné době se v České republice ročně produkuje 9 milionů tun kejdy. Z tohoto množství představuje kejda prasat přibližně 50 %, skotu 45 % a drůbeže 5 % (Šprisl 2001).

Níže uvádím produkci kejdy a obsahy živin v ní dle různých autorů.

Tabulka 3 **Produkce kejdy (na 1 DJ*)** (Baier & Baierová 1985)

Druh hospodářského zvířete	Optimální produkce		Max. únosná produkce	
	za 1 den (kg)	za rok (t)	za 1 den (kg)	za rok (t)
Dojnice	50	18	60	22
Mladý skot a výkrm býků	40	15	50	18
Telata	50	18	65	24
Prasata	40	15	70	26
Drůbež	50	18	100	36

* DJ = dobytčí jednotka

Tabulka 4 **Průměrná denní a roční produkce kejdy dle druhů zvířat (kg/t/DJ*)** (Šprisl 2001)

Druh hospodářského zvířete	Denní produkce (kg)	Roční produkce (t)
Skot	50	18 - 22
Telata	65	24
Prasata	40 - 70	15 - 26
Drůbež	50 - 100	18 - 36

* DJ = dobytčí jednotka

Tabulka 5 **Žádoucí obsahy živin v dobré kejdě** (Škarda 1982)

Druh kejdy	Obsah v kejdě						
	Sušina (%)	Org. látky (%)	Dusík (%)	Fosfor (%)	Draslík (%)	Vápník (%)	Hořčík (%)
Skotu	7,5	5,5	0,4	0,1	0,4	0,1	0,04
Prasat	7,5	6,0	0,6	0,2	0,2	0,2	0,05
Drůbeže	15,0	10,5	1,0	0,3	0,3	1,0	0,1

Tabulka 6 **Obsah a produkce živin v kejdě hospodářských zvířat** (Šprisl 2001)

Druh	Roční (t)	Sušina (%)	Organická hmota (%)	Dusík celkový (%)	Dusík stravitelný (%)	Fosfor (%)	Draslík (%)
Skot (1 ks)	23	7,5 - 8,5	5,5	4,7	2,7	0,6	4,4
Prasata (10 ks)	21	6,5 - 7,5	6,0	6,3	4,4	1,5	2,9
Drůbež (100 ks)	10	13,7 - 15,0	10,5	5,4	3,5	2,6	2,5

Tabulka 7 **Normativní produkce a složení kejdy (% v čerstvé hmotě)** (Neuberg et al. 1989)

Ukazatel	Kejda skotu	Kejda prasat	Kejda drůbeže
Roční produkce t.DJ ⁻¹	20,9	22,2	35,1
Sušina	7,8	6,8	11,8
Organické látky	6,0	5,3	8,1
Dusík celkový	0,32	0,50	0,96
Fosfor	0,07	0,13	0,29
Draslík	0,40	0,19	0,31
Vápník	0,13	0,24	0,94
Hořčík	0,04	0,04	0,06

Výše uvedené živiny v kejdě jsou pro rostliny snadno přístupné. Dusík je z 50 - 60 % obsažen v anorganické formě (10 % je v nitrátové formě, zbytek ve formě organické), fosfor je vázán v organické hmotě a draslík je obsažen hlavně v moči. Z hlediska agrochemické charakteristiky kejdy je nutno poznamenat, že o vysoké hnojivé hodnotě rozhoduje poměr C:N, který se pohybuje v rozmezí 4 - 8:1. Tento poměr pak má vliv na rychlost přeměny organických látek v půdě, rychlost uvolňování dusíku z organických vazeb, rychlost mineralizace půdní organické hmoty, odolnost organických látek proti mikrobiálnímu rozkladu a na využití energie kejdy ke zmnožení mikroorganismů (Šprisl 2001).

3.4.1 Použití kejdy

Kejda by se měla používat homogenizovaná hlavně k přímému hnojení, kejdou je možno hnojit ve všech výrobních podmínkách následující postupy:

- na široko na ornou půdu
- přímo do orné půdy
- na trvalé travní porosty (klasický způsob)
- jako kejdovou závlahu (Hlušek 2004).

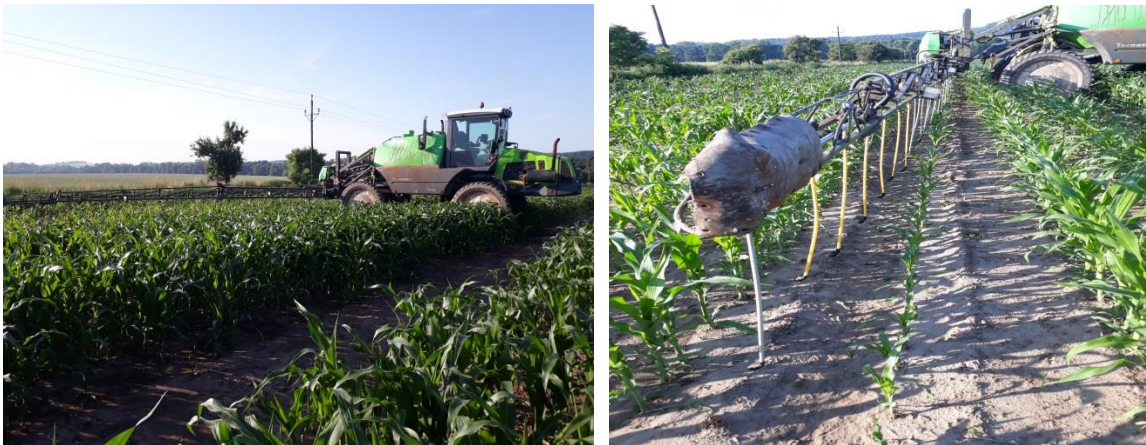
Kejda je vhodným hnojivem k plodinám s delší vegetační dobou, používá se zejména k okopaninám, jednoletým i víceletým píceinám, na trvalých loukách a pastvinách a k zelenině. U zeleniny musí být kejda zapravena do půdy orbou před vegetací. Kejdou lze hnojit i řepku, mák, bob a obiloviny (Vaněk et al. 2016).

Dávky kejdy se volí podle obsahu dusíku popř. draslíku v hnojivu a podle nároků pěstovaných plodin (kukuřice na zrna $75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, obiloviny $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). U okopanin a jednoletých pícein doporučuje Škarda (1982) uhradit kejdou celkovou potřebu dusíku, u ozimých obilovin 50 % dusíku, u jarních 70 % dusíku. Dávky závisí také na druhu půdy a termínu aplikace. Současně je nutno bilancovat množství dodaných organických látek a případný schodek vyrovnat zeleným hnojením nebo slámou. Chybějící množství živin je nutno vyrovnat minerálními hnojivy. Maximální dávky kejdy lze aplikovat jen u vybraných plodin a nelze je na stejném pozemku používat každoročně. Vzhledem k možnému negativnímu účinku na kvalitu rostlinných produktů je nutná pravidelná kontrola – zvláště obsahu NO_3^- v rostlině (Hlušek 2004).

3.5 DAM 390 (DAM)

DAM 390 je vodný roztok dusičnanu amonného a močoviny. Celkový obsah dusíku je 30 % hmotnostných nebo 39 % objemových. To znamená, že 100 l hnojiva obsahuje 39 kg dusíku a 100 kg hnojiva obsahuje 30 kg dusíku. DAM 390 se svou účinností vyrovná ostatním dusíkatým hnojivům a často je i předčí, neboť je zde dosaženo rovnoměrnější aplikace. K základnímu hnojení je vhodným hnojivem především k jařinám. Účinnost hnojení můžeme zvýšit, jestliže hnojivo brzy po aplikaci zapravíme do půdy vláčením. DAM není vhodným hnojivem k přihnojování kukuřice na list. Při použití speciálních nástavců na ramena postřikovače a aplikace hnojiva na povrch půdy se značně omezí poškození rostlin kukuřice (Vaněk et al. 2016), čehož využíváme i v našem podniku.

Obr. 2 Aplikace hnojiva DAM 390 pomocí samohodného postřikovače Tecnomas Laser 3240 s použitím speciálních nástavců



Byla provedena studie reakce plodin na specifické postupy při hnojení. Cílem této studie bylo zjistit, jak interakce mezi zpracováním půdy, zdrojem hnojiv a půdně klimatickými faktory ovlivnily výnos a účinnost využití dusíku v kukuřici, sóji a jarní pšenici ve dvou kontrastních druzích půdy. V letech 2009 až 2017 byl proveden faktorový experiment, který porovnával orbu a minimalizaci, pět zdrojů hnojiv (kontrola minerálů bez dusíku, kompletní minerální hnojivo, prasečí kejda, kejda skotu a drůbeží trus) na jílovité a písčité půdě. V jílovité půdě se časem u všech druhů plodin vyvíjel pozitivní účinek zpracování půdy minimalizací. V písčité půdě měla minimalizace malý účinek na výnos pšenice, obecně se snížil výnos kukuřice a zvýšil výnos sóji. U sóji byl pozorován pozitivní zbytkový efekt hnoje u zpracování půdy minimalizací pouze v písčité půdě. Pokud byla aplikována hnojiva, byly u všech druhů plodin výnosy vyšší na písčité půdě než v jílovité půdě a hnojení se projevilo obecně lépe u pšenice než u kukuřice. Na výnosech se u všech plodin nejlépe projevila prasečí kejda. Výnos kukuřičných zrn byl ovlivněn hlavně dodávkou dusíku (více než 110 kg N/ ha⁻¹), ale v letech se suššími a chladnějšími podmínkami v červenci až srpnu se očekává nižší využití dusíku. Výsledky prokázaly, že interakce mezi zpracováním půdy, zdrojem hnojiv a půdně klimatickými faktory jsou určující pro výnos plodin a že reakce na výnos závisí na druhu plodiny, druhu půdy a někdy také na klimatických podmínkách (Samson et al. 2019).

3.6 Nitrátová směrnice

Cíl nitrátové směrnice

Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů, tj. nitrátová směrnice, byla přijata již v roce 1991. V 80. letech minulého století se totiž potvrdilo, že zemědělství patří mezi hlavní znečišťovatele vod dusičnany. Současně se prokázala škodlivost nadměrných koncentrací dusičnanů jak pro životní prostředí, tak zejména pro obyvatelstvo. V mnoha oblastech s intenzivním zemědělstvím, zejména v západní Evropě, bylo prokázáno zvýšení koncentrací dusičnanů v povrchových a podzemních vodách, a to i ve vodách využívaných pro vodárenské účely. Znečištění vod dusíkatými látkami má za následek ohrožení lidského zdraví, poškození zdrojů obživy, narušení vodních ekosystémů, škody na přírodních hodnotách nebo ohrožení oprávněného používání vod (Klír et al. 2016).

Cílem nitrátové směrnice je tedy snížit znečištění vod způsobené dusičnany ze zemědělských zdrojů a předcházet dalšímu takovému znečišťování. Je to nutné nejen pro zajištění dostatku kvalitní pitné vody, ale i pro omezení eutrofizace povrchových vod a moří. Důležité je tedy i omezení přenosu dusičnanů mezi jednotlivými státy vodami odtékajícími z jejich území (EUR-Lex 2015).

Nitrátová směrnice v českém právním řádu

Směrnice EU, na rozdíl od nařízení Evropského parlamentu a Rady, nejsou přímo platnými předpisy. Transpozice nitrátové směrnice do právního řádu ČR byla provedena ustanovením § 33 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách. Na základě zmocnění v tomto zákoně jsou vládou postupně přijímána příslušná nařízení, stanovující aktuální vymezení zranitelných oblastí a opatření akčního programu (Klír et al. 2018).

V České republice je Směrnice Rady 91/676/EHS implementována do třech národních předpisů a to do zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, do nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem a do zákona o hnojivech č. 156/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Od roku 2012 je účinné nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, v platném znění. Toto nařízení bylo několikrát novelizováno. Opatření 4. akčního programu na období 2016 – 2020, vyhlášeného novelou pod č. 235/2016 Sb., jsou účinná od 1. srpna 2016. Technická novela č. 27/2018 Sb. s účinností od 1. 3. 2018 provádí drobné změny v akčním programem, včetně upřesnění některých formulací textu, za účelem jednoznačného výkladu. V příloze č. 1 nařízení vlády č. 262/2012 Sb. jsou uvedeny zranitelné oblasti, vymezené v podobě katastrálních území, a to s uplatněním změn k 1. 8. 2016. Na změny názvů nebo přerozdělení některých katastrálních území reagovala technická novela vydaná pod č. 351/2016 Sb. Garantem za implementaci nitrátové směrnice v České republice je Ministerstvo životního prostředí. To současně zodpovídá za vymezení a revize zranitelných oblastí, monitoring kvality vod i za předkládání zpráv o plnění požadavků směrnice Evropské komisi. Problematika akčního programu, jeho monitoringu a revizí, a rovněž i osvěty je v gesci Ministerstva zemědělství (Klír et al. 2018).

Pro zemědělskou činnost vyplývají nejdůležitější opatření z tzv. nitrátové směrnice, tj. **Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů**, což je předpis Evropské unie, který byl vydaný již v roce 1991 jako první počin Evropské unie proti znečištění. Nitrátová směrnice Evropské unie je, jak z názvu vyplývá, zaměřena na ochranu vod před znečištěním dusičnany, zejména ve zranitelných oblastech. Směrnice definuje pravidla pro vymezení zranitelných oblastí a stanovuje nástroje pro snížení znečištění vod dusičnany (Klír et al. 2018).

Hlavními nástroji nitrátové směrnice v podmínkách České republiky je od roku 2016 revidované vymezení zranitelných oblastí a 4. akční program na období 2016 – 2020.

Platné podmínky obsahuje nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, po jeho novelizaci v letech 2016 a 2018, nařízeními vlády č. 235/2016 Sb., č. 351/2016 Sb. a č. 27/2018 Sb. Opatření akčního programu jsou povinná pro zemědělské podnikatele hospodařící ve zranitelných oblastech (Klír et al. 2018).

Vybrané požadavky nitrátové směrnice patří mezi tzv. povinné požadavky na hospodaření. Jejich plnění je v České republice sledováno v rámci kontroly podmíněnosti, tzv. cross compliance. Dodržování těchto požadavků je nutné nejen pro vyplácení přímých plateb, ale i pro vyplácení příspěvků na opatření, jejichž cílem je udržitelné využívání zemědělské a lesní půdy v Programu rozvoje venkova na období 2014 – 2020 (Klír et al. 2018).

Omezení hnojení

V určitých obdobích roku jsou hnojení vyloučena. Tato časová omezení však neplatí pro výkaly a moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo jejich jiném pobytu na zemědělském pozemku a pro zakryté plochy (skleníky, fóliovníky apod.). Období nevhodná k používání hnojiv a statkových hnojiv ve zranitelných oblastech jsou uvedena níže v tabulkách.

Tabulka 8 **Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek** (Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, ve znění pozdějších předpisů)

Zemědělský pozemek s pěstovanou plodinou nebo připravený pro založení porostu plodiny		Období zákazu hnojení	
Plodina	Klimatický region	Hnojiva s rychle uvolnitelným N	Minerální dusíkatá hnojiva
Jednoleté polní plodiny na orné půdě	0 - 5	15.11. - 31.1.	1.11. - 31.1.
	6 - 9	1.11. - 28.2.	15.10. - 28.2.
Travní (jetelovinotravní) porosty na orné půdě, trvalé travní porosty	0 - 5	15.11. - 31.1.	1.10. - 28.2.
	6 - 9	1.11. - 28.2.	15.9. - 31.3.

Aplikace hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem na orné půdě je zakázána v období

1. 6. – 31. 7. Toto ustanovení neplatí v případě následného pěstování ozimých plodin a meziplodin (Klír & Kozlovská 2013).

Tabulka 9 **Období nevhodná k používání hnojiv a statkových hnojiv** (Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů)

Zemědělský pozemek s pěstovanou plodinou nebo připravený pro založení porostu	OBDOBÍ BEZ HNOJENÍ		
	hnůj, kompost	kejda, močůvka, hnojůvka (tekutá statková hnojiva)	minerální dusíkatá hnojiva
Jednoleté plodiny na orné půdě	1. 6. – 31.7. *)	15. 11. – 31.1.	1. 11. – 31.1.
Travní (jetelovinotravní) porosty na orné půdě, louky a pastviny	aplikace není časově omezena	15. 11. – 31.1.	1. 10. – 28.2.

*) hnojení hnojem nebo kompostem na orné půdě je v měsících červnu a červenci možné jen v případě následného pěstování ozimých plodin nebo meziplodin.

Minerální, organická, příp. organominerální hnojiva a statková hnojiva mohou být používána na zemědělské půdě jen tehdy, pokud nehrozí riziko jejich přímého vyplavení nebo povrchového smyvu dusíku do vod. Účinnost dodaných živin, jejich využití rostlinami a případné ztráty závisejí na půdně-klimatických podmínkách, pěstovaných plodinách, druhu a typu hnojiv, jakož i termínu jejich aplikace. Včasnější termín hnojení v jarním období se doporučuje pouze při regeneračním hnojení ozimé řepky nebo ozimé pšenice, na pozemcích se sklonitostí do 5° (Klír & Kozlovská 2016).

Vymezení období nevhodných ke hnojení je podle nitrátové směrnice jedním ze základních požadavků Zásad. Délka tohoto období závisí zejména na klimatických podmínkách jednotlivých oblastí. Klimatický region je vyjádřen v systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (dále jen "BPEJ"), a to první číslicí pětimístného kódu BPEJ (Klír & Kozlovská 2016).

Klimatický region představuje území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. Klimatické regiony 0 - 5 jsou převážně suššího a teplejšího charakteru (kratší období nevhodná ke hnojení), klimatické regiony 6 - 9 jsou spíše vlhčí a chladnější (delší období nevhodná ke hnojení). Informace o zařazení do klimatického regionu lze zjistit u jednotlivých dílů půdního bloku (dále jen "DPB") podle BPEJ, které jsou uvedeny v podrobných informacích u každého DPB na Portálu farmáře ve veřejném registru půdy (dále jen "LPIS") (Klír & Kozlovská 2016).

Dále zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech v § 9 říká, že hnojiva nesmějí být používána na zemědělské půdě a lesních pozemcích, pokud:

- jejich vlastnosti neumožňují rovnoměrné pokrytí pozemku,
- způsob jejich použití nevede k rovnoměrnému pokrytí pozemku,

- jejich použití může vést k poškození fyzikálních, chemických nebo biologických vlastností zemědělské půdy, lesního pozemku nebo pozemků sousedících s tímto pozemkem, popřípadě i jeho širšího okolí,

- půda, na kterou mají být použity, je:

1. zaplavená,
2. přesycená vodou,
3. pokrytá vrstvou sněhu vyšší než 5 cm, nebo
4. promrzlá tak, že povrch půdy do hloubky 5 cm přes den nerozmrzá.

Pro účely zákona se zemědělským pozemkem rozumí souvisle obhospodařovaná plocha zemědělské půdy, nebo DPB, případně jeho část s jednou plodinou nebo směsí plodin, je-li zemědělský podnikatel zařazen v evidenci využití zemědělské půdy podle užívatelských vztahů podle zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství. Zemědělským pozemkem se rozumí souvisle obhospodařovaná plocha zemědělské půdy jedním uživatelem. Pro zemědělské podnikatele zařazené v LPIS je většinou zemědělským pozemkem DPB (Klír & Kozlovská 2016).

3.6.1 Zranitelné oblasti

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů v § 33 odst. 2 ukládá vládě stanovit zranitelné oblasti a v nich upravit způsoby zemědělského hospodaření (tzv. akční program).

Zranitelnými oblastmi dle § 33 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách jsou území, kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout, nebo kde se vyskytují povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody (Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách).

Jak je uvedeno v § 33 odst. 2 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření (dále jen "akční program"). Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a případným úpravám v intervalech nepřesahujících 4 roky. Přezkoumání se provádí na základě vyhodnocení účinnosti opatření vyplývajících z přijatého akčního programu (Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách).

Zranitelné oblasti jsou vymezeny v hranicích katastrálních území (dále jen "k. ú."). První vymezení zranitelných oblastí bylo schváleno s účinností od 11. 4. 2003. Informace o aktuálním zařazení DPB do zranitelných oblastí jsou k dispozici v LPIS na Portálu farmáře (Klír et al. 2018).

Po revizi přijaté v roce 2016 představují zranitelné oblasti 50,0 % výměry zemědělské půdy a 56,7 % výměry orné půdy v ČR (podle katastru nemovitostí ČÚZK). Výměra zemědělské půdy v LPIS zařazená do zranitelných oblastí představuje 1 845 tis. ha, to je 51,7 % z celkové zemědělské půdy v LPIS (Klír et al. 2018).

Hospodaření ve zranitelných oblastech

Zemědělské hospodaření upravuje akční program nitrátové směrnice, který podléhá přezkoumání a případným úpravám nejdéle ve čtyřletých intervalech. Požadované způsoby

hospodaření závisí na půdních a klimatických podmínkách. K tomu je využito údajů o BPEJ. Zemědělci zařazení v LPIS mají možnost získat v LPIS informace o příkázaných způsobech hospodaření na jednotlivých půdních blocích nebo jejich dílech (Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů).

Hospodaření ve zranitelných oblastech upravuje i § 10 nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech, ve znění pozdějších předpisů, kde je uvedeno, že při pěstování jednoletých plodin je nutné omezit mezidobí bez porostu v zájmu omezení eroze půdy a snížení vyplavování živin. A dále, že je při obnově trvalých travních porostů a po zaořávce jetelovin nutné vysévat v nejbližším agrotechnickém termínu následné plodiny. Jestliže po jetelovinách následuje jarní plodina, je třeba porost jetelovin zaorat co nejpозději na podzim (Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech).

Společná zemědělská politika

Společná zemědělská politika je nejstarší politikou Evropských společenství. Římská smlouva z roku 1957 stanovila pro zemědělství několik základních cílů, které byly potvrzeny i Lisabonskou smlouvou. Konkrétně jde o tyto cíle:

- zvýšení produktivity zemědělství pomocí technického rozvoje a optimálního využití výrobních faktorů, zejména pracovní síly,
- zajištění spravedlivé životní úrovně zemědělského obyvatelstva zejména zvyšováním individuálních výdělků zemědělců,
- stabilizace trhů,
- pravidelné zásobování zemědělskými výrobky,
- zajištění přiměřené ceny pro spotřebitele (Ministerstvo zemědělství 2019).

Jak nám napovídají zemědělské diskuze, v budoucí zemědělské politice nebude možné pěstovat dvě stejné plodiny po sobě, tj. například kukuřici po kukuřici. Již nyní je snaha, aby se plodiny co nejvíce střídaly. Je to z důvodu biodiverzity (Evropská komise 2015). Podrobněji budou sledovány bilance jednotlivých živin, podporovány postupy hospodaření pro efektivní využití dusíku a snížení jeho ztrát atd.

4 Metodika pokusu

Součástí bakalářské práce bylo založení poloprovozního pokusu, který se nacházel na pozemku společnosti Rýcholka s.r.o., v katastrální oblasti Choustníkovo Hradiště v okrese Trutnov. Pole – díl půdního bloku je označeno kódem BPEJ 5.14.00, z čehož vyplývá, že se nacházíme v klimatickém regionu č. 5 – mírně teplý, mírně vlhký, hlavní půdní jednotkou (č. 14) jsou luvizemě, sklonitost a expozice je označena číslicí 0 – úplná rovina, rovina, skeletovitost a hloubka půdy nese č. 0, tj. bezskeletovitá, s příměsí, hluboká.

Cílem pokusu bylo najít vhodnou kombinaci dusíkatých hnojiv, která by se do budoucna dala pro podnik vhodně využít.

Pokus byl založen na čtyřech variantách s použitím následujících hnojiv:

První varianta: kejda.

Druhá varianta: kejda + DAM 390.

Třetí varianta: DAM 390.

Čtvrtá varianta: kontrola (tj. nehnojeno).

První a druhá varianta byly hnojeny dne 12. dubna 2019 kejdou v dávce 64 m³/ha.

Druhá a třetí varianta byly hnojeny dne 20. června 2019 DAMem 390 v dávce 200 l/ha.

Předset'ová příprava

Pole bylo na podzim zoráno do hloubky 23 cm poloneseným osmiradličným pluhem PÖTTINGER SERVO 6.50. Na jaře byla hrubá brázda stržena smykostrojem s branami se záběrem 12 m a v poslední operaci byl použit kompaktor na dorovnání povrchu a rozbití hrud.

Setí

Kukuřici na siláž jsme zaseli secím strojem KINZE 3500 dne 17. dubna 2019, výsevek byl 95 000 jedinců/ha, šířka řádku 75 cm. Jednalo se o hybrid SUCORN DS1710C od firmy SAATEN - UNION.

Aplikace kejdy

Dne 12. dubna 2019 jsme aplikovali kejdou skotu, která pochází z vlastního chovu, pomocí cisterny BAUER o objemu 24 000 l s hadicovým aplikátorem se záběrem 18 m celkovou dávkou 64 m³/ha. V průběhu aplikace kejdy byl odebrán její vzorek a následně odvezen do zkušební laboratoře společnosti AGRO CS a.s. v České Skalici.

Tabulka 10 Rozbor kejdy ze zkušební laboratoře v 100% sušině

Stanovení	Jednotka	Hodnota
Sušina	%	6,05
Organické látky	% suš.	73,67
Dusík celkový	g/ kg	6,1
Volný amoniak	% suš.	4,3
Vápník	g/ kg	3,92
Hořčík	g/ kg	1,04
Fosfor	g/ kg	0,15
Draslík	g/ kg	3,06
Sodík	% suš.	1,17
pH	-	7,9

Obr. 3 Aplikace kejdy pomocí cisterny BAUER o objemu 24 000 l s hadicovým aplikátorem se záběrem 18 m



Aplikace herbicidu

Dne 1. června 2019 byla provedena preemergentní aplikace tank mixu herbicidů Equip Ultra v dávce 2 l/ ha, Story 0,3 l/ ha, močoviny 12 kg/ ha, hořké soli 10 kg/ ha.

Aplikace DAM 390

Dne 20. června 2019 jsme aplikovali tekuté dusíkaté hnojivo DAM 390 v dávce 200 l/ ha pomocí postřikovače TECNOMA se speciálními nástavci, které aplikují hnojivo přímo na povrch půdy.

Obr. 4 Aplikace hnojiva DAM 390 pomocí samohodného postřikovače Tecnomas Laser 3240 s použitím speciálních nástavců



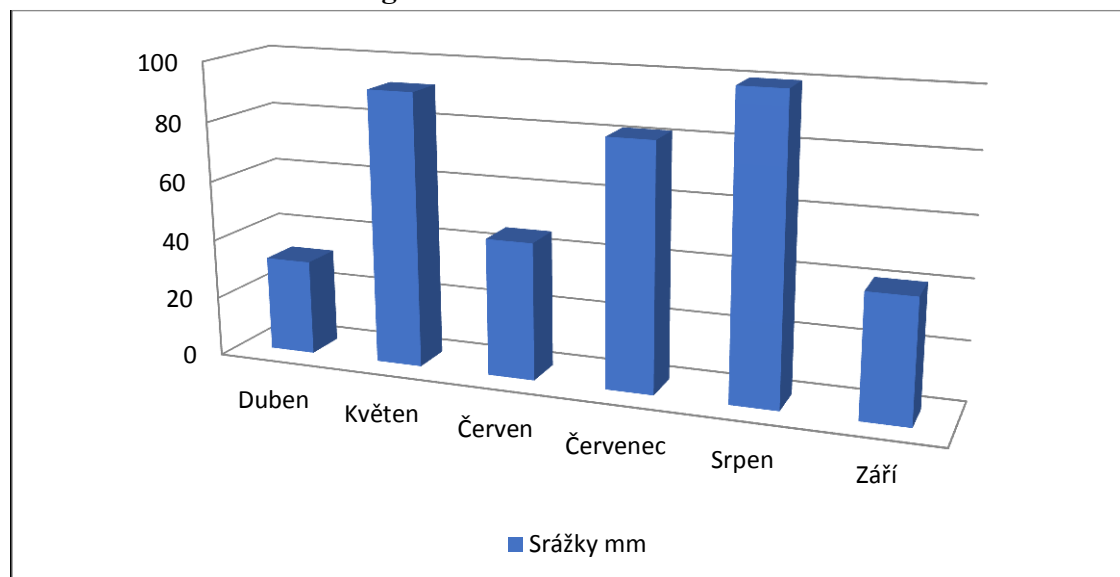
Sklizěň

Kukuřici jsme sklídili dne 17. září 2019 řezačkou John Deere 7300. Řezanka kukuřice byla odvezena z jednotlivých parcel pokusů na středisko do silážního žlabu, kde byly z několika míst odebrány vzorky a po jejich promíchání byl odebrán konečný vzorek pro laboratoř k vyhodnocení výsledků. Výsledky byly vyhodnoceny v mobilní laboratoři společnosti Pioneer.

Srážky

Od počátku zasetí kukuřice do její sklizně byl celkový úhrn srážek 402 mm. Nejvyšší byl v srpnu, a to 100 mm. Historie posledních let nám ukazuje, že je tendence k suchým obdobím, ovšem sledovaný rok 2019 byl spíše na srážky poměrně bohatý, zejména v měsících červenci a srpnu, které jsou obvykle na srážky chudší. Měsíční průběh srážek je vyjádřen v grafu 1.

Graf 1 Přehled srážek za vegetační období v roce 2019



5 Výsledky

Tabulka 11 Analýza porostu kukuřice na siláž

Vzorek	Výnos t/ha	Výnos sušiny t/ha	Sušina %	Škrob % suš.	Vláknina % suš.	Cukry % suš.
Kejda	79,30	24,12	30,42	24,45	21,03	8,89
Kejda + DAM	78,08	24,09	30,85	23,33	21,63	9,07
DAM	74,66	22,65	30,34	25,69	21,13	8,39
Kontrola	75,64	25,23	33,36	28,15	19,27	8,77

Výnos zelené hmoty kukuřice se na jednotlivých parcelách pohyboval v rozmezí od 74,66 t/ha do 79,3 t/ha. U varianty hnojené DAM 390 byl výnos biomasy nejnižší, což se promítlo i do výnosu sušiny. Je třeba zohlednit, že pokus nebyl opakován a toto je výsledek jen jednoho hodnocení.

Výnos sušiny byl v hodnotách od 22,65 t/ha do 25,23 t/ha.

Procentuální obsah sušiny se pohyboval od 30,34 % do 33,36 %. Výrazně vyšší byl u nehnojené kontroly. Lze předpokládat, že sklizená biomasa byla vyztřejší, a tato kukuřice mohla být sklizena již dříve. Vyšší dávky dusíku v kejdě nebo v DAMu 390 prodloužily délku vegetace rostliny.

Obsah škrobu v sušině byl mezi hodnotami 23,33 % a 28,15 %.

Vláknina v sušině byla v rozmezí 19,27 % až 21,63 %.

Obsah cukrů v sušině se pohyboval mezi hodnotami 8,39 % a 9,07 %.

Nejvyššího výnosu dosáhla varianta hnojená pouze kejdou a to 79,30 t/ha.

Nejvyšší výnos sušiny byl u kontroly, a to 25,23 t/ha.

Nejvyšší obsah sušiny byl u kontroly – 33,36 %.

Nejvyšší obsah škrobu byl u kontroly – 28,15 %.

Nejvyšší obsah vlákniny v sušině byl u kejdy s DAMem a to 21,63 %.

Nejvyšší obsah cukrů v sušině byl u kejdy s DAMem – 9,07 %.

U varianty hnojené pouze **kejdou** byl výnos v zelené hmotě navýšen o 4,8 % proti kontrole.

U varianty hnojené **kejdou a DAMem** byl výnos v zelené hmotě navýšen o 3,2 % proti kontrole.

U varianty hnojené pouze **DAMem** dosáhl výnos v zelené hmotě 98,7 % kontroly.

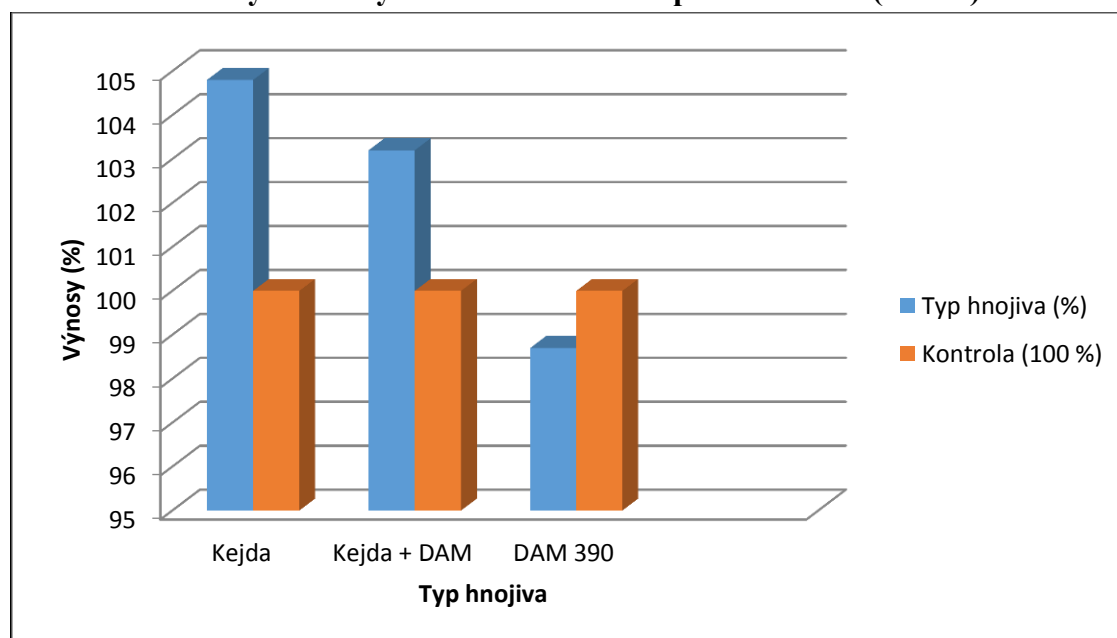
Z tabulky 11 lze konstatovat, že hnojení dusíkem prodlužuje vegetaci, protože u všech tří variant hnojení byla výrazně nižší sušina než u kontroly. Rostliny na variantě kontrola využily „starou půdní silu“, což relativně stačilo, ale jelikož do půdy nebyl dodán další dusík

z kejdy nebo DAMu, tyto rostliny neprodlužovaly vegetaci a začaly dříve dozrávat (ukládat škrob). Obsah škrobu u kontroly byl výrazně vyšší a právě tento vyšší obsah se nejvíce podílel na vyšší sušině kontroly.

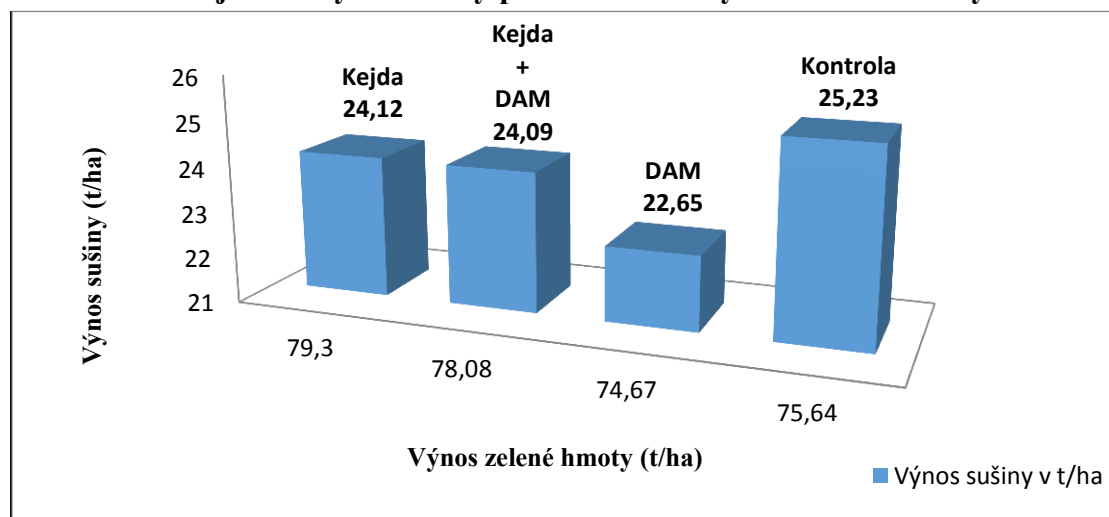
Obsah vlákniny se udává v % k celkové rostlině. U kontroly je vyšší obsah škrobu, proto podíl vlákniny klesá. Při případném dalším nárůstu obsahu škrobu by podíl vlákniny ještě klesal. Nemluvíme zde ale o stravitelnosti vlákniny, ale pouze o obsahu vlákniny. Stravitelnost vlákniny naopak s postupem dozrávání klesá.

Vzhledem k tomu, že hnojené varianty měly prodlouženou vegetaci, bylo u nich oddálené ukládání škrobu. Tím pádem nižší obsah škrobu v rostlině zapříčiňuje logicky vyšší podíl vlákniny. Pokud bychom ale mohli sklízet později, s jistotou by se u hnojených variant ještě dotvořil (asimilací, fotosyntézou, listy byly zelené) další škrob, tím by jeho obsah stoupl a naopak klesal podíl vlákniny.

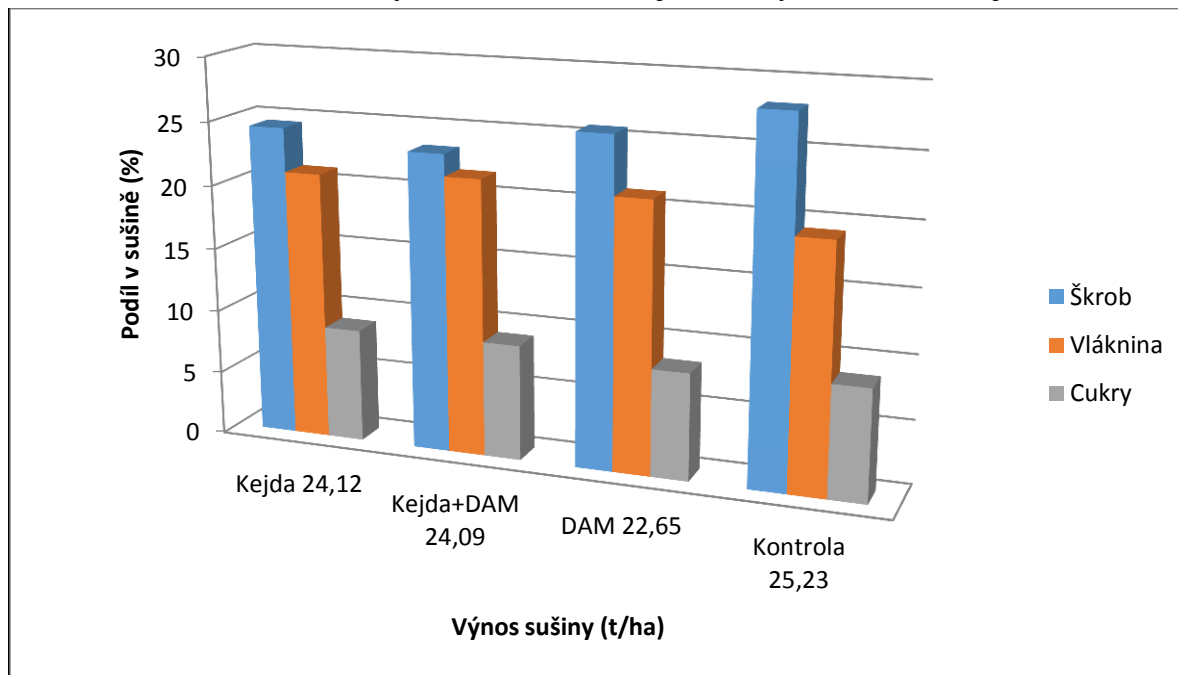
Graf 3 Procentický rozdíl výnosu v zelené hmotě proti kontrole (100 %)



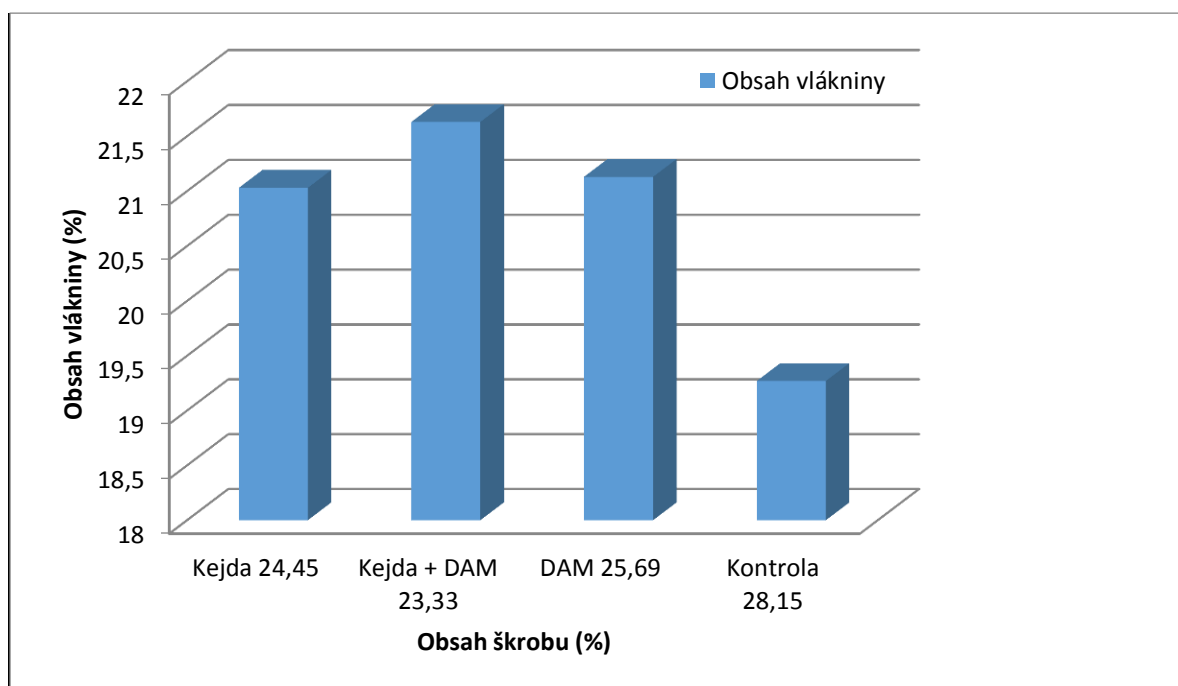
Graf 4 Vliv hnojení na výnos sušiny při dosaženém výnosu zelené hmoty



Graf 5 Podíl škrobu, vlákniny, cukrů v sušině u jednotlivých variant hnojení



Graf 6 Vliv hnojení na obsah vlákniny u jednotlivých variant při dosaženém obsahu škrobu



6 Diskuze

V pokusu (sice pouze jednoletém) se ukázal velmi příznivý vliv kejdy. Obě varianty s kejdou zaznamenaly nejvyšší výnos zelené hmoty a v případě pozdnější sklizně by jistě dosáhly i nejvyššího výnosu sušiny. Kejda obsahuje nejenom organické látky a dusík, ale jak uvádí Vaněk et al. (2016) i spoustu dalších prvků, např. fosfor, draslík, vápník, hořčík, a to vše příznivě působí na výnos rostlin, a pokud se s kejdou i správně pracuje (pouze se nevlévá a „likviduje“ na pole), tak i na úrodnost půdy. Kejda díky obsahu dusíku nejenom prodlužuje vegetaci, ale právě i díky obsahu dalších prvků se příznivě projevila na zvýšení výnosu.

Z výsledků laboratoře je zřejmé, že kukuřice byla sklizena u některých variant při spodní hranici optimální hodnoty obsahu sušiny (30,34 % do 33,36 %). Dle Šantrůčka & Hakla (2011) je optimální hodnota sušiny kukuřice na siláž 30 - 33 %. Ideální by bylo sklizeň oddálit o 1 až 2 týdny, ale jelikož se jednalo o pokus poloprovozní, bylo nutné co nejdříve doplnit rozpracovanou silážní jámu, ukončit ji a zakrýt. Jak vyplývá z výše uvedeného, výběr hybridu kukuřice nebyl nejvhodnější, jelikož nestihl dozrát, proto bych pro příště doporučil zvážit použití jiného hybridu, abychom mohli dosáhnout vyšší sušiny.

Jak z výsledků pokusu dále vyplývá, rozdíly mezi jednotlivými variantami nejsou až tak velké. Pro nás to znamená, že použité varianty hnojení nejsou tak diametrálně odlišné, proto můžeme v podniku při volbě strategie hnojení vycházet z toho, co nám v konkrétním roce bude nejvíce vyhovovat.

Dusík je motorem tvorby biomasy a přispívá ke zvyšování výnosů. Jak uvádí Vaněk et al. (2016), jeho nedostatek má za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin a tvorby všech jejich podstatných orgánů (listů, stébel, lodyh). Dále při nedostatku dusíku jsou rostliny slabší a nižší, často jsou porosty nevyrovnané a světlejší. V našem případě bylo ale naopak dusíku dostatek, čemuž odpovídají hodnoty výnosů kukuřice v zelené hmotě, u kterých nebyly příliš velké rozdíly u jednotlivých hodnocených variant. Dle mého názoru je to způsobeno tím, že na našich polích je kejda aplikována opakovaně, a i když došlo u kontroly k vynechání její aplikace, v půdní zásobě nebyly živiny z kejdy z let minulých ještě zcela vyčerpány, soudě i dle toho, že půdy jsou na našich polích humózní s velmi dobrou sorpční schopností, nikoli písčité, kde se živiny proplavují do spodních vrstev. Je proto nezbytné v dalších letech více sledovat obsah dusíku v půdě a podle jeho obsahu stanovovat optimální dávku.

Z tabulky 8 vyplývá, že sušina u hnojených parcel má podobné hodnoty, vyjma kontroly, kde byla o cca 3 % vyšší. Jak uvádí Kulovaná (2001), pro kukuřici je charakteristický velmi pomalý počáteční růst a malý příjem živin. Při výšce porostu 40 – 50 cm lze počítat s odběrem cca 35 kg N, 4 kg P, 40 kg K a 3 kg Mg na ha. Potom však následuje období velmi intenzivního růstu a příjmu živin. Za 35 – 45 dní (asi 10 – 15 dní před objevením laty) přijme kukuřice 70 – 75 % všech živin. Příjem draslíku kulminuje již v době květu, zatímco příjem ostatních živin pokračuje i po odkvětu. Jelikož kontrola nebyla hnojena kejdou, tak dle mého názoru rostlina rychleji vyčerpala živiny z půdy, začala dříve usychat a vlivem asimilace se cukry začaly dříve přeměňovat na škrob, o čemž svědčí i nižší hodnota cukru a vyšší hodnota škrobu.

7 Závěr

Bakalářská práce se věnuje pěstování kukuřice seté na siláž, která je pro náš podnik velmi důležitá, protože v našem chovu je více než 1.000 kusů skotu. Bohužel, vzhledem ke stále nižším výkupním cenám zemědělských komodit, je v současné době pro firmu ekonomicky zajímavější zaměřit se na produkci mléka. Z tohoto důvodu jsme navýšili stavy dojníc, a s tím souvisí i zvýšená spotřeba krmiv, v našem případě zejména kukuřice pěstované na siláž. Proto jsme se rozhodli řešit problematiku hnojení a založili pokus na zmapování použití vhodného dusíkatého hnojiva v našich podmínkách.

V literárním přehledu bakalářské práce se věnuji problematice kukuřice a hnojení, především dusíkem, a dopadu nitratové směrnice do hospodaření našeho podniku.

Jak vyplývá z výsledků pokusu, nelze s určitostí říci, jaký způsob a druh hnojiva má příznivější vliv na výnos kukuřice na siláž, jelikož se jednalo o pokus poloprovozní a jednoletý, proto by bylo vhodné pro zjištění dalších dat k porovnání daný pokus opakovat v dalších letech. Přestože se vyšší dávky dusíku výrazněji neprojeví ve výnosu, projeví se v termínu dozrávání. Svou roli v tom mohly sehrát klimatické podmínky, zejména srážkové úhrny. Ve zkoumaném roce byly srážky pro kukuřici velmi příznivé, jelikož přicházely rovnoměrně ve všech měsících její vegetace. S určitostí lze ale říci, že kejda, jak je všeobecně známo, má velmi prospěšný vliv jednak na strukturu půdy a jednak pro pěstované plodiny, což se nám v pokusu potvrdilo. Nejvyššího výnosu zelené hmoty dosáhla právě varianta hnojená pouze kejdou, a to 79,30 t/ha. Nejvyšší výnos sušiny byl u kontroly (25,23 t/ha), zároveň i nejvyšší obsah sušiny (33,36 %) a nejvyšší obsah škrobu vykazovala varianta kontroly (28,15 %). Nejvyšší obsah vlákniny v sušině (21,63 %) i nejvyšší obsah cukrů v sušině byl u varianty hnojené kejdou s DAMem (9,07 %).

Sklizeň nebylo možné provádět z technických důvodů na několikrát nebo alespoň později, z toho důvodu hnojené varianty neměly dostatek času díky hnojení uložit větší množství škrobu, které prodloužilo vegetaci.

Pro náš podnik je velmi důležitý závěr, že kejda, kterou máme a se kterou umíme dobře hospodařit, má příznivý vliv na výnos kukuřice.

8 Literatura

- Asociace soukromého zemědělství ČR. 2012. Zákazy a omezení hnojení. PV-Agri s.r.o.
- Baier J, Baierová V. 1985. Abeceda výživy rostlin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Burnette DC, White DG. 1985. Inheritance of Resistance to *Bipolaris Maydis* Race O in Crosses Derived from Nine Resistant Inbred Lines of Maize. *Phytopathology* **75**:1195-1200.
- Cardwell KF, Schulthess F, Ndemah R, Ngoko Z. 1997. A Systems Approach to Assess Crop Health and Maize Yield Losses Due to Pests and Diseases in Cameroon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **1**:33-47.
- Cleveland CC, Liptzin D. 2007. C:N:P Stoichiometry in Soil: is there a “Redfield Ratio” for the Microbial Biomass? *Biogeochemistry* **85**:235-252.
- Cox WJ, Cherney DJR. 2001. Row Spacing, Plant Density, and Nitrogen Effects on Corn Silage. *Agronomy Journal* **3**:597-602.
- Cummins DG, 1970. Quality and Yield of Corn Plants and Component Parts when Harvested for Silage at Different Maturity Stages. *Agronomy Journal* **6**:781-784.
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Vašák F, Vaněk V. 2014. Využití kalů z čistíren odpadních vod. Page 19 in Sborník KAVR. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Český statistický úřad. 2018. Available from www.czso.cz (accessed November 2019).
- Doležal P. 2012. Konzervace krmiv silážováním. Page 19 in Doležal P, et al., editors. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Petr Baštan, Olomouc.
- Doležal P. 2012. Význam konzervace krmiv ve výživě skotu. Page 13 in Doležal P, et al., editors. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Petr Baštan, Olomouc.
- Eghball B, Wienhold BJ, Gilley JE, Eigenberg RA. 2002. Mineralization of Manure Nutrients. *Journal of Soil and Water Conservation* **6**:470-473.
- EUR- Lex. 2015. Boj proti znečištění vod dusičnany ze zemědělských zdrojů. Available from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM:l28013> (accessed December 2019).
- Evropská komise. 2015. Co je to biodiverzita? Available from https://ec.europa.eu/environment/basics/natural-capital/biodiversity/index_cs.htm (accessed December 2019).

Evropská komise. 2018. Rozpočet EU: společná zemědělská politika po roce 2020. Available from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/MEMO_18_3974 (accessed December 2019).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. FAOSTAT. FAO. Available from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed November 2019).

Frink CR, Wagoner PE, Ausubel JH. 1999. Nitrogen Fertilizer: Retrospect and prospect. *PNAS* **4**:1175-1180.

Fujinuma R, Balster NJ, Norman JM. 2009. An Improved Model of Nitrogen Release for Surface-applied Controlled-release Fertilizer. **6**:2043-2050.

Fuksa P. 2011. Jednoleté pícniny. Page 76 in Šantrůček J, et al., editors. Encyklopedie pícninářství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Gordon CH, Derbyshire JC, Van Soest PJ. 1968. Normal And Late Harvesting of Corn for Silage. *Journal of Dairy Science* **8**:1258-1263.

Hallauer AR. 2004. Specialty Corns. Page 917 in Smith CW, Betrán J, Runge ECA, editors. Corn. Origin, History, Technology, and Production. John Wiley and Sons, Inc., New Jersey.

Hinfner K, Papp Z. 1961. Gabonafélék betegségei és kártevői. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Hlušek J. 2004. Statková hnojiva - kejda. Ústav agrochemie a výživy rostlin, Brno.

Hosnedlová P. 2019. Zemědělci hospodařící šetrně k přírodě by mohli dostávat více peněz. Available from https://www.asz.cz/redakce/tisk.php?lanG=cs&clanek=215116&slozka=5880&xsekce=6068&as4uOriginalDomain=www.asz.cz&as4u_protocol=https& (accessed December 2019).

Hřivna L, Borovička K, Bízík J, Veverka K, Bittner V. 2003. Komplexní výživa cukrovky. Danisco, Smiřice.

Hudec K. 2003. Agroporadenstvo. Agroinštitút Nitra, š.p. Nitra. Available from <http://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-rastlinna-vyroba?article=109> (accessed November 2019).

Chovancová S. 2019. Plevel v kukuřici. *Agromanuál* **6**:52-53.

Johnson L, Harrison JH, Hunt C, Shinnors K, Doggett CG, Sapienza D. 1999. Nutritive Value of Corn Silage as Affected by Maturity and Mechanical Processing: A Contemporary Review. *Journal of Dairy Science* **12**:2813-2825.

Kašpar V. 1970. Význam kukuřice v krmivářském průmyslu. Page 30 in Piršel A, Kopecký O, Kašpar V, Kozel V, Malá O, Tyleček J, Knop S, editors. Kukuřice a její význam v zemědělské velkovýrobě z hlediska rostlinné a živočišné výroby. ČVTS pro zemědělství, Veselí na Moravě.

Kazda J. 2014. Škůdci kukuřice. Page 35 in Kazda J, editor. Škůdci polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.

Kämper J, et al. 2006. Insights from the Genome of the Biotrophic Fungal Plant Pathogen *Ustilago Maydis*. *Nature* **444**:97–101.

Klír J, Kozlovská L. 2013. Hnojení podle nitrátové směrnice. *Agromanuál* **1**:36.

Klír J, Kozlovská L. 2016. Omezování doby bez rostlinného pokryvu půdy. Page 18-19 in Klír J, Kozlovská L, editors. Zásady hnojení na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L. 2016. Terminologie. Pages 9-10 in Klír J, Kozlovská L, editors. Zásady hospodaření pro ochranu vod před znečištěním dusičnany. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L. 2016. Vyloučení hnojení v nevhodném období. Page 11 in Klír J, Kozlovská L, editors. Zásady hnojení na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L. 2016. Zásady hnojení na zemědělské půdě. Page 19 in Klír J, Kozlovská L, editors. Zásady hospodaření pro ochranu vod před znečištěním dusičnany. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L. 2016. Zásady hospodaření. Page 11 in Klír J, Kozlovská L, editors. Zásady hospodaření pro ochranu vod před znečištěním dusičnany. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2016. Terminologie akčního programu. Page 16 in Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G, editors. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2016. Úvod. Page 8 in Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G, editors. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2018. Cíl metodiky. Page 5 in Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G, editors. Metodický návod pro hospodaření ve

zranitelných oblastech (2. aktualizované vydání). Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2018. Postup při revizi zranitelných oblastí. Page 12 in Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G, editors. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech (2. aktualizované vydání). Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2018. Úvod. Page 8 in Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G, editors. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech (2. aktualizované vydání). Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2018. Zranitelné oblasti a akční program nitratové směrnice. Pages 10-11 in Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G, editors. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech (2. aktualizované vydání). Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Kopecký O. 1970. Perspektivy a zásady úspěšného pěstování kukuřice na siláž. Page 15 in Piršel A, Kopecký O, Kašpar V, Kozel V, Malá O, Tyleček J, Knop S, editors. Kukuřice a její význam v zemědělské velkovýrobě z hlediska rostlinné a živočišné výroby. ČVTS pro zemědělství, Veselí na Moravě.

Křepelka J. 2010. Význam hnojiv v systému výživy rostlin. *Zemědělec* **36**:2010.

Kubát K, Hrouda L, Chrtěk J, Kaplan Z, Kirschner J, Štěpánek J. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.

Kulovaná E. 2001. Principy hnojení kukuřice. *Úroda* **9**:2001.

Kulovaná E. 2001. Statková hnojiva a jejich použití. *Úroda* **11**:2001.

Liu G, Zotarelli L, Li Y, Dinkins D, Wang Q, Ozores-Hampton M. 2014. Controlled-Release and Slow-Release Fertilizers as Nutrient Management Tools. *Horticultural Sciences Department HS1255*:1-7.

Malvar RA, Butrón A, Alvarez A, Ordás B, Soengas P, Revilla P, Ordás A. 2004. Evaluation of the European Union Maize Landrace Core Collection for Resistance to *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Economic Entomology* **2**:628-634.

Massot A. 2019. První pilíř společné zemědělské politiky (SZP): II – Přímé platby zemědělcům. Available from <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/109/prvni-pilir-spolecne-zemedelske-politiky-szp-ii-prime-platby-zemedelcum> (accessed December 2019).

Maynard DG, Kalra YP. 1993. Nitrate and Exchangeable Ammonium Nitrogen. Pages 25-38 in Carter MR, editor. Soil Sampling and Methods of Analysis. Lewis Publishers, USA.

Ministerstvo zemědělství. 2019. Vznik, vývoj a reformy Společné zemědělské politiky. Available from <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/zahranicni-vztahy/cra-evropska-unie/spolecna-zemedelska-politika/vznik-vyvoj-a-reformy-spolecne/> (accessed December 2019).

Mitřík T, 2018. Živinná kvalita objemových krmiv. Page 40 in Mitřík T, editor. Silážování. Feed Lab, s.r.o., Spišská Nová Ves.

Mudřík Z. 2012. Mikrobiologie a biochemie silážování. Page 21 in Doležal P, et al., editors. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Petr Baštan, Olomouc.

Myers SW, Wedberg JL. 1999. Development of an Economic Injury Level for European Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae) on Corn Grown for Silage. Journal of Economic Entomology **3**:624-630.

Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu ve znění pozdějších předpisů.

Neuberg J. 1989. Komplexní metodika výživy rostlin. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.

Nicolai R, Pohl S, Schmidt D. 2004. Covers for manure storage units. Fact Sheets **925**:107.

Piršel A. 1970. Perspektivy pěstování kukuřice na zrna v ČSSR. Page 3 in Piršel A, Kopecký O, Kašpar V, Kozel V, Malá O, Tyleček J, Knop S, editors. Kukuřice a její význam v zemědělské velkovýrobě z hlediska rostlinné a živočišné výroby. ČVTS pro zemědělství, Veselí na Moravě.

Procházka T. 2019. Greening – jak žádat o „zelenou“ dotaci od EU. Available from <https://eagronom.com/cs/blog/greening-dotace-zemedelstvi/> (accessed December 2019).

Přikryl J. 2012. Silážovatelnost a technologické faktory, které ji ovlivňují. Page 49 in Doležal P, et al., editors. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Petr Baštan, Olomouc.

Přikryl J. 2012. Termín a způsob sklizně a úprava pokosu před sklizní. Page 53 in Doležal P, et al., editors. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Petr Baštan, Olomouc.

Pupipat U, Mehta YR. 1969. Stalk rot of Maize caused by *Colletotrichum graminicola*. *Indian Phytopathology* **3**:346-348.

Rotz CA. 2004. Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of Animal Science* **13**:119-137.

Říha K. 2008. Regulace škodlivých činitelů v kukuřici. Page 78 in Zimolka J, et al., editors. *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*. Profi Press, s.r.o., Praha.

Safley LMJr, Westerman PW, Barker JC, King LD, Bowman DT. 1986. Slurry dairy manure as corn nutrient source. *Agricultural Wastes* **2**:123-136.

Sala F, Boldea M, Rawashdeh H, Nemet I. 2015. Mathematical Model for Determining the Optimal Doses of Mineral Fertilizers for Wheat Crops. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* **3**:609-617.

Samson ME, Menasseri-Aubry S, Chantigny MH, Angers DA, Royer I, Vanasse A. 2019. Crop response to soil management practices is driven by interactions among practices, crop species and soil type. *Field Crops Research* **243**:107-123.

Schröder J, Dilz K. 1987. Cattle Slurry and Farmyard Manure as Fertilizers for Forage Maize. *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?* **30**:137-156.

Shah DA, Dillard HR. 2007. Yield Loss in Sweet Corn Caused by *Puccinia sorghi*: A Meta-Analysis. *Plant Disease* **11**:1413-1418.

Skládanka J. 2006. *Kukuřice setá. Ústav výživy zvířat a pícninářství MZLU v Brně, Brno.*

Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů.

Šantrůček J, Hakl J. 2011. Konzervace a skladování píce. Page 134 in Šantrůček J, et al., editors. *Encyklopedie pícninářství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.*

Škarda M. 1982. *Hospodaření s organickými hnojivy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.*

Šprisl M. 2001. Kejda a kejdové hospodářství. Možnosti využití kejdy **8**:1-11.

Tisdale SL, Nelson WL. 1966. Soil Fertility and Fertilizer. *Soil Science* **4**:346.

Tóth P, Kmoch M. 2016. Významné choroby kukuřice. *Agromanuál* **6**:122-123.

Urban J. 2012. Úrodnost půdy a výživa rostlin. *Zemědělec* **4**:26.

Vach M, Javůrek M. 2008. Plodiny organicky hnojené. Page 15 in Vach M, Javůrek M, editors. Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Dusík. Page 67 in Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, editors. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Hnojiva. Page 116 in Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, editors. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Kejda. Page 121 in Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, editors. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Minerální (průmyslová, koncentrovaná) hnojiva. Page 131 in Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, editors. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Nároky jednotlivých plodin na živiny. Page 175 in Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P, editors. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.

Vegricht J, Šimon J, Bradna J. 2017. Manure leachate production and change in manure weight during the storage depending on the amount of bedding. Research Institute of Agricultural Engineering **63**:62–70.

Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv ve znění pozdějších předpisů.

Winkler J. 2019. Vytrvalé plevele v porostech kukuřice. Agromanuál **5**:30-32.

Winkler J, Rypová I, Dvořák J. 2018. Statková hnojiva jako možný zdroj zaplevelení. Agromanuál **11-12**:32.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů.

Zhen L, Kai S, Bin Z, Qingling D, Geng L, Huifang H, Zengjia L, Tangyuan N. 2019. Impacts of Straw, Biogas Slurry, Manure and Mineral Fertilizer Applications on Several Biochemical Properties and Crop Yield in a Wheat-Maize Cropping System. *Plant, Soil and Environment* **65**:1-8.

Zimolka J. 2008. Význam, historie, vznik a původ kulturní kukuřice. Page 11 in Zimolka J, et al., editors. *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*. Profi Press, s.r.o., Praha.