

USE OF MEAT AND BONE MEAL IN THE NUTRITION OF CORN FOR GRAIN

Rada V., Ryant P.

Department of Agrochemistry, Soil Science, Microbiology and Plant Nutrition, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemedelska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xrada@node.mendelu.cz

ABSTRACT

Meat and bone meal (MBM) is known since first quarter of 20th century. It is made in veterinary manufacture from animal by-product. After the using of MBM as feed was forbidden, there is an alternative to use MBM like organic fertilizer for agricultural crops. In 2007 and 2008, the effect of the fertilisation by meat and bone meal on the yield and quality of corn was observed. Then was watched the influence of the application of MBM on agrochemical properties of the soil. The experiment included 4 alternatives of MBM: 1. control unmanured, 2. low amount 1 t.ha⁻¹, 3. medium amount 2 t.ha⁻¹ and 4. high ration amount 4 t.ha⁻¹. In both harvests the yield of crops and its quality were evaluated. The statistical impact was proved by the fertilising by meat and bone meal for the yield of crops of corn, when in second year, the yield was higher in comparison with the control at 18.7% with 1 t.ha⁻¹, at 42.4% with 2 t.ha⁻¹ and at 65.5% with 4 t.ha⁻¹. The other impact was put on the content of amyloid and ash in the corn. With remaining amount of MBM it was proved the dropping exchange soil relation and the growing content of phosphorus level in the soil. The fertilisation by MBM had statistically very high significant impact on the growing content of mineral nitrogen in the soil. The control variant had 8.73 mg.kg⁻¹ of mineral nitrogen, whilst variant MBM 4 t.ha⁻¹ was of 176% higher (24.10 mg.kg⁻¹ of soil). In the end we can say that application of meat and bone meal improves and increases yield, increases the content of soil phosphorus and mineral nitrogen without any negative impact on the content of certain heavy metals in soil.

Key words: meat and bone meal, fertilization, corn, yield, qualitative parameters.

ÚVOD

Masokostní moučky (MKM) jsou u nás vyráběny již od roku 1961 (v Anglii již od dvacátých let minulého století) z kafilerní suroviny při teplotách 130 – 140 °C, tlaku 0,3 MPa a po dobu 30 minut a to nikoli z důvodů BSE, která v té době ještě nebyla známa (poprvé popsána v roce 1986), ale z důvodů zneškodnění sporulujících bakterií (zárodků rodu *Clostridium*). Pozdější legislativa upřesnila tyto podmínky zpracování kafilerních mouček v souladu s legislativou EU na 133 °C, 0,3 MPa a 20 minut. Zkrmování masokostních mouček skotu Státní veterinární správa ČR zakázala nařízením ústředního ředitele č. 7 dne 4. 6. 1991. Vyhláška MZe ČR č. 362/1992 platná od 1. 6. 1992 pak stanovuje závazné receptury krmných směsí pro skot - jako povolená součást zde není zmíněna masokostní moučka vůbec. 1. listopadu 2003 vstoupilo v platnost ustanovení vyhlášky č. 284/2003 Sb., kterou se mění vyhláška č. 451/2000 Sb., kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů. Podle těchto právních předpisů se v ČR zakazuje použití kostních a masokostních mouček ke krmení hospodářských zvířat. Tímto rozhodnutím vznikl problém jak využívat masokostní moučku nadále. Ročně se v České republice zpracovává asi 300 tis. tun vedlejších živočišných produktů (VŽP), z toho je asi 20 tis. tun SRM – specifikovaný rizikový materiál (mozek, mícha, uzliny, část střeva), asi 50 tis. tun kadáverů a asi 230 tis. tun materiálu 3. kategorie (dle nařízení ES č. 1774/2002). Celkem je tedy roční produkce asi 78 tis. tun masokostních mouček a z toho je cca 22 % masokostních mouček vyrobených z rizikových materiálů. Běžně se v minulosti MKM využívala a dodnes využívá ve vápenkách a cementárnách jako palivo (především masokostní moučky z rizikových materiálů). Od roku 2003 se začalo uvažovat o MKM jako o hnojivu polních plodin, kdy tehdy Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) začal provádět nádobové zkoušky. Následně, v roce 2006, vyšlo Nařízení komise (ES) č. 181/2006, které povoluje využívání MKM jako hnojiva polních plodin.

Cílem práce bylo provést polní poloprovozní pokus při využití MKM jako hnojiva při hnojení kukuřice pěstované na zrno a následně statistické zhodnocení vlivu různých dávek MKM na výnos a vybrané kvalitativní parametry zrna a dále zjištění uvolňování dusíku a dalších živin do půdy, tohoto organického hnojiva.

MATERIÁL A METODIKA

Masokostní moučka je produkt po zpracování živočišného odpadu v kafilériích. Vyrábí se z celých zvířecích trupů, nevhodných k lidskému požívání, a z různých jatečných odpadů. Nesmí tam však přijít mozek a mícha přežvýkavců. Složení MKM se může výrazně lišit především v obsazích minerálních podílů podle povahy zpracovávaných vstupů. Moučky s vyšším podílem kostí vykazují i více jak dvojnásobné obsahy minerálních látek. Přesné složení masokostní moučky kolísá podle podílu svalových částí a jiných složek trupu (tuku a kostí) v počáteční surovině. Z živin, z hlediska výživy zvířat, moučka obsahuje hlavně kvalitní, dobře stravitelné bílkoviny v rozmezí 48 – 62 %, tuk 8 – 18 % (čím méně tuku, tím je moučka trvanlivější) a ostatní makro i mikroprvky. Z živin přístupných pro rostlinu obsahuje masokostní moučka dusík (N) 3 – 10 %, fosfor (P_2O_5) 2,6 – 6,5 %, vápník (CaO) min. 10 % a další. Masokostní moučky jsou obvykle nahnědlé, neměly by být tmavé, připálené. Nejvyšší jsou moučky, z nichž byla většina tuku vyextrahována organickými rozpouštědly.

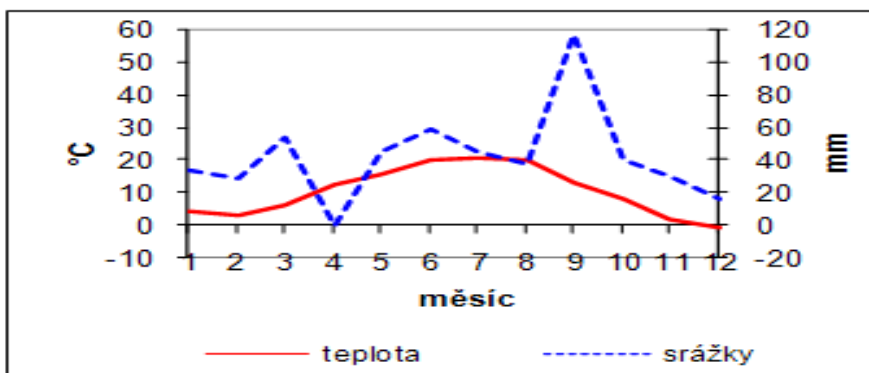
Problematika byla řešena formou dvouletého poloprovozního polního pokusu. Setí kukuřice bylo provedeno v prvním roce 30. 4. 2007 a ve druhém roce 6. 5. 2008. Jako pokusný materiál byl použit hybrid kukuřice od společnosti KWS Graneros (FAO 270) a hnojivo masokostní moučka z asanačního ústavu Agris Medlov a. s.

Tab. 1 Chemické složení masokostní moučky

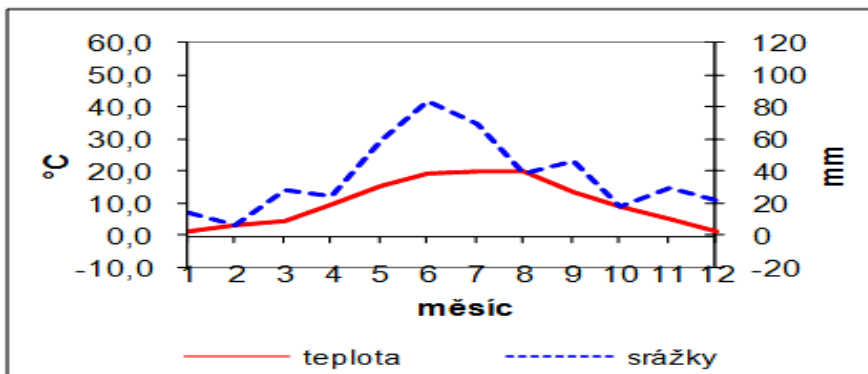
	Vlhkost [%]	N [%]	Tuk [%]	Ca [%]	P [%]	Na [%]	Mg [%]
Masokostní moučka	6,96	9,31	14,46	5,82	3,47	0,73	0,18
	K [%]	S [%]	Cu [mg.kg ⁻¹]	Mn [mg.kg ⁻¹]	Fe [mg.kg ⁻¹]	Zn [mg.kg ⁻¹]	
	0,68	0,42	10,51	855,30	28,45	123,20	

Experiment byl založen na pozemku o výměře 8 ha v bramborařské výrobní oblasti (360 m. n. m.), po předplodině ozimé pšenici v prvním roce. Na pozemku bylo vtyčeno 12 parcel o šířce 12 metrů a délce 60 metrů, tedy 720 m². Každá z variant hnojení byla opakována třikrát v řadě za sebou tak, aby se co nejvíce vyloučil případný rozdíl ve složení půdy, tzn. vliv půdní heterogenity.

Graf 1 Klimadiagram 2007 Kuchařovice 334 m.n.m (prům. teplota 10,4 °C a srážky 513 mm)



Graf 2 Klimadiagram 2008 Kuchařovice 334 m.n.m (prům. teplota 10,3 °C a srážky 445 mm)



Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu uvádí tabulka 2. Hnojení masokostní moučkou bylo provedeno 9. 4. 2007. Varianty pokusu byly odlišné v rozdílných dávkách masokostní moučky, kdy první byla kontrolní nehnojená, druhá hnojená MKM v dávce 1 t.ha⁻¹, třetí hnojená MKM v dávce 2 t.ha⁻¹ a čtvrtá hnojená MKM v dávce 4 t.ha⁻¹.

Tab. 2 Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu

předplodina	pH	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)
pšenice	6,02	51	225	4081	974

Obr. 1 Schéma poloprovozního pokusu

nehnojeno	1 t MKM/ha	2 t MKM/ha	4 t MKM/ha
0 kg/ha N 0 kg/ha P 0 kg/ha K 0 kg/ha Ca 0 kg/ha Mg 0 kg/ha Na 0 kg/ha S	93,1 kg/ha N 34,7 kg/ha P 6,8 kg/ha K 58,2 kg/ha Ca 1,8 kg/ha Mg 7,3 kg/ha Na 4,2 kg/ha S	186,2 kg/ha N 69,4 kg/ha P 13,6 kg/ha K 116,6 kg/ha Ca 3,6 kg/ha Mg 14,6 kg/ha Na 8,4 kg/ha S	279,3 kg/ha N 104,1 kg/ha P 20,4 kg/ha K 174,6 kg/ha Ca 5,4 kg/ha Mg 21,9 kg/ha Na 12,6 kg/ha S
60 m	60 m	60 m	60 m
12 m	12 m	12 m	12 m

Sklizeň byla prováděna za pomoci sklízecí mlátičky New Holland CX860 s úpravou na sklizeň kukuřice a kukuřičným adaptérem v prvním roce 28. 11. 2007 a druhém roce 5. 12. 2008. Výnos zrna byl vyjádřen v t.ha⁻¹ a následně byl proveden rozbor zrna na obsah tuku, škrobu, popele, N-látek, fosforu, draslík, vápníku, hořčíku, síry, mědi, železa, zinku a manganu.

Získané výsledky byly vyhodnoceny statisticky jednofaktorovou popřípadě vícefaktorovou analýzou variance s použitím softwaru STATISTICA version 8.0 a následně testování bylo provedeno Tuckeyovým testem významnosti rozdílů.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Výnos a kvalitativní parametry zrna

Míru ovlivnění výnosu a kvalitativních parametrů kukuřice hnojením masokostní moučkou uvádí tabulky 3 – 5. Průměrné výnosy a průměrné hodnoty jednotlivých kvalitativních parametrů zrna včetně variability vyjádřené směrodatnou odchylkou uvádí tabulky 6 – 9.

Tab. 3 Výsledky analýzy variance výnosu a obsahu N-látek, tuku, škrobu a popele

Faktor	Stupně volnosti	Průměrný čtverec				
		výnos zrna	% tuk	% škrob	% popel	% N-látek
Ročník	1	33,135 ***	8,64 ***	22,10 ***	0,01215 *	0,047 NS
Varianta hnojení	3	4,9628 ***	0,0477 NS	2,04 ***	0,00558 *	0,212 NS
Rok x Varianta	3	2,8775**	0,1497 NS	2,08 ***	0,00169 NS	0,102 NS
Chyba	16	0,5314	0,0465	0,22	0,0017	0,068
Celkem	23					

Vliv faktorů: NS – nevýznamný, * - významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,05$), ** - vysoce významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,01$), *** - velmi vysoce významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,001$)

Tab. 4 Výsledky analýzy variance obsahu Ca, P, Mg a K

Faktor	Stupně volnosti	Průměrný čtverec			
		% P	% K	% Ca	% Mg
Ročník	1	0,002091 *	0,000136 NS	0,000002 NS	0,000593 ***
Varianta hnojení	3	0,000032 NS	0,000087 NS	0,000001 NS	0,000039 NS
Rok x Varianta	3	0,000042 NS	0,000133 NS	0,000004 NS	0,000006 NS
Chyba	16	0,000271	0,000167	0,000001	0,000033
Celkem	23				

Vliv faktorů: NS – nevýznamný, * - významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,05$), *** - velmi vysoce významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,001$)

Na výnos zrna kukuřice měly statisticky velmi vysoce významný vliv ročníku a hnojení masokostní moučkou. U interakce těchto faktorů byl zjištěn statisticky vysoce významný vliv (viz tab. 3). Významně vyšších výnosů bylo dosaženo u jednotlivých variant hnojení MKM v roce 2008 oproti kontrole v daném roce a zároveň oproti kontrole a variantám hnojení roku 2007. To pravděpodobně způsobilo příznivější počasí pro pěstování kukuřice (především srážky a jejich lepší rozvrstvení během roku, viz graf 1 a 2). V roce 2007 můžeme pozorovat pouze mírný nárůst výnosu, o 8,7 % u dávky 4 t.ha⁻¹, než tomu bylo zjištěno u kontroly. Za to v roce 2008 je nárůst výnosů oproti kontrole značný, u dávky 1 t.ha⁻¹ je to o 18,7 %, dávky 2 t.ha⁻¹ o 42,4 % a u nejvyšší dávky MKM až o 65,5 % výnosu zrna více, než u kontroly. K podobným výsledkům dospěli i Čermák a Smatanová (2005), kteří uvádí, že aplikovaná masokostní moučka v dávce 1,5 t.ha⁻¹ zvýšila výnos téměř o 50 %. Jens et al. (2007) u hnojení MKM k ozimé pšenici, ječmene a žita uvádí statisticky průkazný vliv na zvyšování výnosu s rostoucími dávkami MKM (500, 1000 a 2000 kg.ha⁻¹), u pšenice potom lineární růst výnosu.

Zvýšení výnosů v druhém roce lze opět přisuzovat výhodnějším klimatickým podmínkám roku 2008, ale dalo by se i uvažovat o lepším přístupu živin masokostní moučky v druhém roce, z hlediska její rozložitelnosti. Například Lošáková et al. (2007) uvádí ve svých výsledcích příznivé působení masokostních mouček ještě ve třetím roce po jejich aplikaci. Výnosy zrna kukuřice v roce 2007 a 2008 uvádí graf 3.

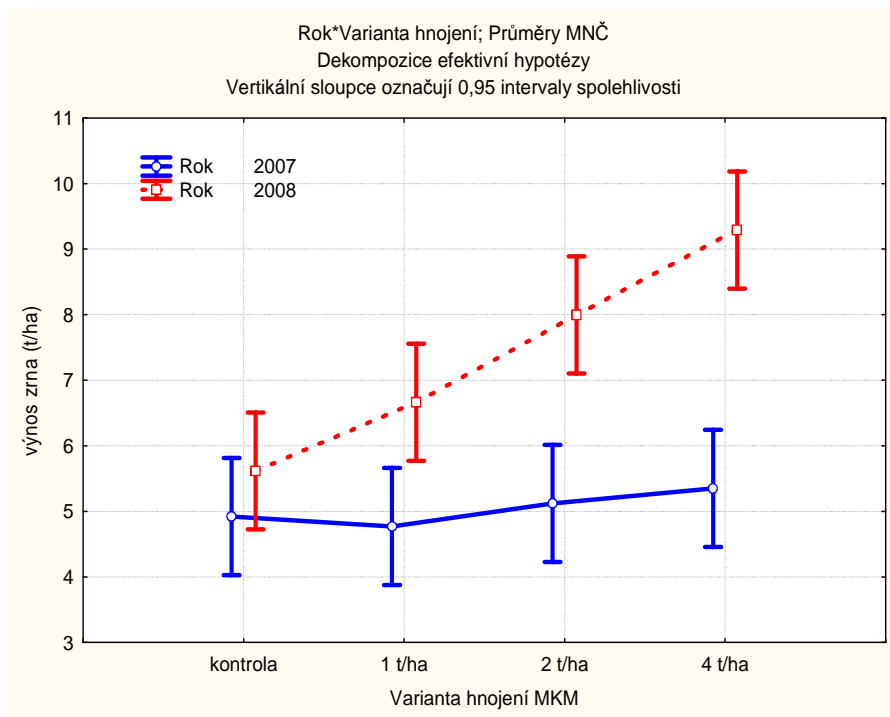
Při analýze variability hodnot chemického rozboru zrna byl zaznamenán statisticky velmi významný vliv roku na obsah tuku v zrnu kukuřice (viz tab. 3). To lze přiřazovat zvýšenému výnosu v roce 2008 v průměru asi o 46 %. V jednotlivých letech se obsah tuku v zrnu mezi variantami hnojení a kontrolou téměř nelišil.

Tab. 5 Výsledky analýzy variance obsahu S a základních mikroelementů

Faktor	Stupně volnosti	Průměrný čtverec				
		% S	Cu (mg.kg ⁻¹)	Fe (mg.kg ⁻¹)	Mn (mg.kg ⁻¹)	Zn (mg.kg ⁻¹)
Ročník	1	0,000060 NS	0,0030 NS	271,35 *	2,1456 **	3,61 NS
Var. hnojení	3	0,000083 NS	0,0699 NS	83,92 NS	0,1530 NS	6,91 NS
Rok x Varianta	3	0,000046 NS	0,1172 NS	95,44 NS	0,1459 NS	17,60 NS
Chyba	16	0,000053	0,0992	39,21	0,2482	9,59
Celkem	23					

Vliv faktoru: NS – nevýznamný, * – významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,05$), ** – vysoce významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,01$)

Graf 3 Výnos zrna kukuřice v jednotlivých letech v závislosti na dávce hnojení MKM



Analýzou rozptylu byl zjištěn velmi vysoce průkazný vliv ročníku, varianty hnojení i jejich kombinace na obsah škrobu. Stejně jako u obsahu tuku, lze vlivu ročníku na zvýšený obsah škrobu přisuzovat vyššímu výnosu v roce 2008. Dle tabulky 6 je zřejmé, že statisticky významně vyšší obsah škrobu byl zjištěn u vyšších dávek MKM (2 a 4 t.ha⁻¹) a v roce 2008 než tomu bylo u kontroly a dávky 1 t.ha⁻¹ v roce 2007. Vyšší obsah škrobu, i když statisticky neprůkazný, uvádí po hnojení masokostní moučkou (MKM Věž) Kubík (2008) ve vypěstovaných bramborách.

Tab. 6 Průměrné hodnoty výnosu, tuku a škrobu v zrna a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Rok	dávka MKM	n	výnos zrna				% tuk				škrob			
			t.ha ⁻¹			rel. %	% v sušnině			rel. %	% v sušnině			rel. %
			x	±	s _x		x	±	s _x		x	±	s _x	
2007	kontrola	3	4,92 ^a	±	0,362	100,0	3,07 ^a	±	0,08	100,0	60,91 ^a	±	0,27	100,0
	1 t MKM	3	4,77 ^a	±	0,122	96,9	3,24 ^a	±	0,27	105,5	60,69 ^a	±	0,62	99,6
	2 t MKM	3	5,12 ^a	±	0,172	104,1	2,98 ^a	±	0,10	97,0	62,70 ^b	±	0,46	102,9
	4 t MKM	3	5,35 ^a	±	0,201	108,7	3,07 ^a	±	0,42	100,0	62,85 ^b	±	0,77	103,2
2008	kontrola	3	5,62 ^a	±	1,014	100,0	4,18 ^b	±	0,12	100,0	63,56 ^b	±	0,52	100,0
	1 t MKM	3	6,66 ^{ab}	±	1,029	118,7	4,18 ^b	±	0,21	100,0	63,87 ^b	±	0,11	100,5
	2 t MKM	3	7,99 ^{bc}	±	0,991	142,4	4,64 ^b	±	0,06	110,9	63,43 ^b	±	0,46	99,8
	4 t MKM	3	9,29 ^c	±	0,982	165,5	4,16 ^b	±	0,21	99,5	63,97 ^b	±	0,10	100,6

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

U snižujícího se obsahu popele byl sledován statisticky významný vliv jak ročníku a tak varianty hnojení. U varianty hnojení to lze přisuzovat jednotlivým zvyšujícím se výnosům oproti kontrole v daném roce a stejně tak v porovnání obou roků vyšším výnosům v roce 2008 než v roce 2007 a tím nižších procent popele (viz tab. 7). Významně nižší obsah popele oproti kontrole v roce 2007 měla pouze varianta s dávkou 2 t.ha⁻¹ v roce 2008.

Tab. 7 Průměrné hodnoty obsahu popele, N-látek a P a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Rok	dávka MKM	n	popele				N-látek				P			
			% v sušnině			rel. %	% v sušnině			rel. %	% v sušnině			rel. %
			x	±	s _x		x	±	s _x		x	±	s _x	
2007	kontrola	3	1,30 ^b	±	0,06	100,0	8,87 ^a	±	0,36	100,0	0,275 ^b	±	0,019	100,0
	1 t MKM	3	1,26 ^{ab}	±	0,04	96,7	8,83 ^a	±	0,14	99,6	0,279 ^b	±	0,014	101,5
	2 t MKM	3	1,23 ^{ab}	±	0,05	94,1	9,21 ^a	±	0,05	103,8	0,274 ^b	±	0,013	99,5
	4 t MKM	3	1,23 ^{ab}	±	0,04	94,4	9,29 ^a	±	0,46	104,8	0,275 ^b	±	0,009	99,9
2008	kontrola	3	1,22 ^{ab}	±	0,03	100,0	8,77 ^a	±	0,24	100,0	0,262 ^a	±	0,009	100,0
	1 t MKM	3	1,24 ^{ab}	±	0,04	101,1	8,96 ^a	±	0,28	102,1	0,256 ^a	±	0,003	97,6
	2 t MKM	3	1,16 ^a	±	0,04	94,8	9,28 ^a	±	0,14	105,7	0,258 ^a	±	0,034	98,6
	4 t MKM	3	1,22 ^{ab}	±	0,04	99,7	8,84 ^a	±	0,15	100,8	0,252 ^a	±	0,012	96,1

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

Vliv hnojení MKM na obsah N-látek v zrna kukuřice nebyl statisticky významný. Stejně tak tomu bylo u vlivu ročníku interakce vlivu roku a varianty hnojení.

Vysoký obsah fosforu v masokostní moučce se významně neprojevil u obsahu fosforu v zrna kukuřice v porovnání variant hnojení MKM ani vzhledem ke kontrole. Statisticky významný byl sledován pouze vliv ročníku. Hodnoty obsahu fosforu v roce 2007 byly významně vyšší než v roce 2008. To koresponduje s rozdílnými výnosy a obsahem popele.

Tab. 8 Průměrné hodnoty obsahu K, Ca a Mg v zrnu a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Rok	dávka MKM	n	K				Ca				Mg			
			% v sušině			rel. %	% v sušině			rel. %	% v sušině			rel. %
			x	±	s _x		x	±	s _x		x	±	s _x	
2007	kontrola	3	0,389 ^a	±	0,021	100,0	0,007 ^a	±	0,002	100,0	0,118 ^b	±	0,005	100,0
	1 t MKM	3	0,384 ^a	±	0,007	98,7	0,008 ^a	±	0,001	108,0	0,113 ^{ab}	±	0,004	95,7
	2 t MKM	3	0,389 ^a	±	0,020	99,9	0,006 ^a	±	0,001	86,3	0,112 ^{ab}	±	0,007	94,7
	4 t MKM	3	0,379 ^a	±	0,009	97,4	0,007 ^a	±	0,001	102,8	0,110 ^{ab}	±	0,011	93,0
2008	kontrola	3	0,388 ^a	±	0,012	100,0	0,007 ^a	±	0,000	100,0	0,105 ^{ab}	±	0,004	100,0
	1 t MKM	3	0,378 ^a	±	0,001	97,5	0,006 ^a	±	0,001	84,2	0,103 ^{ab}	±	0,005	97,8
	2 t MKM	3	0,371 ^a	±	0,009	95,8	0,008 ^a	±	0,001	114,9	0,103 ^{ab}	±	0,003	98,2
	4 t MKM	3	0,384 ^a	±	0,011	99,0	0,008 ^a	±	0,002	111,8	0,101 ^a	±	0,002	96,2

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

Při analýze variability hodnot koncentrací draslíku, vápníku a síry nebyly zjištěny statisticky průkazné vlivy varianty hnojení ani ročníku, jak tomu ukazují tabulky 4 a 5. Taktéž významně vyšší rozdíl obsahů těchto makroelementů v zrnu jednotlivých variant nebyly pozorovány (viz tab. 8 a 9). Lze jen vyzvednout vyšší hodnoty vápníku u vyšších dávek MKM (2 a 4 t.ha⁻¹) v roce 2008.

Na koncentraci hořčíku v zrnu kukuřice měl statisticky velmi vysoce průkazný vliv pouze rok. Významně nižší hodnoty hořčíku jsou v zrnu kukuřice (viz tab. 8) u dávky MKM 4 t.ha⁻¹ v roce 2008 oproti kontrole v roce 2007 a v této souvislosti je nutné vzít v potaz vysokou zásobu hořčíku v půdě na začátku pokusu (viz tab. 2). Pokles obsahu hořčíku souvisí mimo jiné, se zvýšením výnosu a naředení jeho obsahu (viz tab. 14).

Tab. 9 Průměrné hodnoty obsahu Na, S a Cu v zrnu a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Rok	dávka MKM	n	S				Cu			
			% v sušině			rel. %	mg.kg ⁻¹			rel. %
			x	±	s _x		x	±	s _x	
2007	kontrola	3	0,074 ^a	±	0,012	100,0	2,26 ^a	±	0,27	100,0
	1 t MKM	3	0,075 ^a	±	0,006	101,8	2,01 ^a	±	0,31	88,8
	2 t MKM	3	0,074 ^a	±	0,005	99,5	1,82 ^a	±	0,06	80,6
	4 t MKM	3	0,076 ^a	±	0,006	103,2	2,22 ^a	±	0,51	98,3
2008	kontrola	3	0,079 ^a	±	0,002	100,0	2,14 ^a	±	0,18	100,0
	1 t MKM	3	0,076 ^a	±	0,005	95,8	2,17 ^a	±	0,17	101,8
	2 t MKM	3	0,071 ^a	±	0,004	89,9	2,06 ^a	±	0,52	96,3
	4 t MKM	3	0,086 ^a	±	0,013	109,3	1,85 ^a	±	0,15	86,7

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

Tab. 10 Průměrné hodnoty obsahu Fe, Mn a Zn v zrnu a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Rok	dávka MKM	n	Fe				Mn				Zn			
			mg.kg ⁻¹			rel. %	mg.kg ⁻¹			rel. %	mg.kg ⁻¹			rel. %
			x	±	s _x		x	±	s _x		x	±	s _x	
2007	kontrola	3	23,62 ^a	±	1,65	100,0	4,63 ^a	±	0,58	100,0	20,45 ^a	±	0,06	100,0
	1 t MKM	3	25,63 ^a	±	0,59	108,5	4,94 ^{ab}	±	0,02	106,8	22,70 ^a	±	1,67	111,0
	2 t MKM	3	26,58 ^{ab}	±	1,77	112,5	4,84 ^{ab}	±	0,47	104,6	22,86 ^a	±	1,33	111,8
	4 t MKM	3	28,02 ^{ab}	±	1,19	118,6	4,94 ^{ab}	±	0,46	106,9	20,53 ^a	±	0,41	100,4
2008	kontrola	3	29,48 ^{ab}	±	2,28	100,0	5,36 ^{ab}	±	0,25	100,0	21,16 ^a	±	1,47	100,0
	1 t MKM	3	43,89 ^b	±	17,05	148,9	5,67 ^b	±	1,01	105,9	22,24 ^a	±	0,93	105,1
	2 t MKM	3	27,84 ^{ab}	±	2,32	94,4	5,64 ^b	±	0,21	105,4	20,23 ^a	±	1,46	95,6
	4 t MKM	3	29,54 ^{ab}	±	2,21	100,2	5,08 ^{ab}	±	0,31	94,8	26,01 ^a	±	8,17	122,9

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

Obsahy mikroelementů (Cu, Fe, Mn a Zn) byly sledovány z hlediska dodání těchto živin v MKM, ale také z důvodu možného rizika zatížení vybranými těžkými kovy (Cu, Zn). Chemický rozbor zrna ukázal, že hnojení masokostní moučkou nijak výrazně nezvyšuje obsah těchto prvků v zrně kukuřice (viz tab. 9 a 10). U hodnot mědi a zinku nebyl zjištěn statisticky významný vliv varianty hnojení či ročníku. Stejně tak i obsahy na jednotlivých variantách se významně nelišily.

U železa byl zjištěn statisticky významně průkazný vliv ročníku na obsah železa v zrnu (viz tab. 5). Oproti kontrole a dávce 1 t.ha⁻¹ v roce 2007 byla významně vyšší hodnota zjištěna pouze u dávky 1 t.ha⁻¹ v roce 2008. To lze přisuzovat chybě, která mohla nastat při odběru vzorků, kterých se při provádění poloprovozních pokusů můžeme dopustit. Odpovídá tomu i značný nárůst oproti kontrole v daném roce 2008 o 48 % (viz tab. 10), což se nezdá běžné.

Na obsah manganu měl statisticky vysoce významný vliv ročník (viz tab. 5). Výrazně vyšších koncentrací manganu v zrnu kukuřice měly varianty hnojené 1 a 2 t.ha⁻¹ v roce 2008 než kontrola v roce 2007. Dále lze pozorovat mírný nárůst obsahu manganu mezi variantami hnojení v jednotlivých letech (viz tab. 10), což mohl způsobit relativně vyšší obsah manganu v masokostní moučce.

Agrochemické vlastnosti půdy na konci pokusu

Míru ovlivnění jednotlivých agrochemických vlastností půdy různými dávkami masokostní moučky po dvouletém působení uvádí tabulky 11 a 12. Tabulky 13 – 15 uvádí průměrné hodnoty chemického rozboru půdy včetně variability hodnot vyjádřené směrodatnou odchylkou.

Tab. 11 Výsledky analýzy variance rozboru půdy – pH, obsah P, K, Ca a Mg

Faktor	Stupně volnosti	Průměrný čtverec				
		pH (CaCl ₂)	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)
Varianta	3	0,1278 *	3638,5 *	1354 NS	601133 *	93195 NS
Chyba	8	0,0242	863,87	1141	94700	44099
Celkem	11					

Vliv faktorů: NS – nevýznamný, * - významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,05$)

Tab. 12 Výsledky analýzy variance agrochem. vlastností půdy – obsah humusu a min. dusíku

Faktor	Stupně volnosti	Průměrný čtverec			
		Humus (%)	N-NH ₄	N-NO ₃	N _{min}
Varianta	3	0,3184 NS	120,54 **	3,45 NS	164,736 ***
Chyba	8	0,1266	8,353	1,007	7,113
Celkem	11				

Vliv faktoru: NS – nevýznamný, ** - vysoce významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,01$), *** - velmi vysoce významný vliv faktoru ($\alpha \leq 0,001$)

Po aplikaci MKM na slabě kyselé půdě měla výměnná půdní reakce se zvyšující se dávkou MKM klesající charakter, řádově o jednotky procent. Statisticky průkazně nižší pH bylo prokázáno u dávky MKM 4 t.ha⁻¹ (6,0) oproti kontrole (6,4) (viz tab. 11). Analýzou rozptylu byl zjištěn statisticky významný vliv hnojení MKM na snižující se hodnotu pH.

Zásoba přístupného fosforu vzrostla u všech variant hnojení MKM. U kontroly byl stanoven obsah fosforu v půdě (dle vyhlášky Mze č. 245/1998 Sb.) za nízký (méně než 50 mg.kg⁻¹), u dávky 1 t.ha⁻¹ za vyhovující (51 – 80 mg.kg⁻¹), u dávky 2 t.ha⁻¹ za dobrý (81 – 115 mg.kg⁻¹) a u dávky 4 t.ha⁻¹ za vysoký (116 – 185 mg.kg⁻¹). Oproti kontrole vzrostla zásoba fosforu v půdě až o 154 % u nejvyšší dávky MKM. Dle tabulky 13 je zřejmé, že obsahy fosforu v půdách hnojených dávkami 2 a 4 t.ha⁻¹ jsou statisticky významně vyšší než u kontroly a dávky 1 t.ha⁻¹. Opět se prokázal statisticky významný vliv hnojení MKM na zvyšující se obsah fosforu v půdě (viz tab. 11). Obdobné výsledky vlivu hnojení MKM na pH a obsahu fosforu v půdě uvádí Smatanová (2005). Taktéž Lošáková et al. (2007) uvádí příznivé působení hnojení MKM na zvyšování zásoby fosforu v půdě.

Tab. 13 Průměrné hodnoty pH, obsahu P a K v půdě a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Faktor	Úroveň faktoru	n	pH				P				K			
						rel. %	mg.kg ⁻¹ suš. suš.			rel. %	mg.kg ⁻¹ suš.			rel. %
			x	±	s _x		x	±	s _x		x	±	s _x	
Varianta	kontrola	3	6,4 ^b	±	0,12	100	47,27 ^a	±	14,75	100	340,00 ^a	±	15,00	100
	1 t MKM	3	6,20 ^{ab}	±	0,10	96	63,33 ^a	±	18,34	134	353,00 ^a	±	17,58	104
	2 t MKM	3	6,07 ^{ab}	±	0,06	94	107,57 ^b	±	47,32	228	364,33 ^a	±	17,50	107
	4 t MKM	3	6,00 ^a	±	0,26	93	120,17 ^b	±	25,75	254	390,00 ^a	±	61,02	115

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

U obsahu přístupného draslíku v půdě nebyl (viz tab. 11) stanoven průkazný vliv hnojení MKM. To je možné přisuzovat celkovému vysokému obsahu draslíku v půdě. I když lze pozorovat (viz tab. 13) mírný nárůst obsahu draslíku v půdě (až o 15 % u nejvyšší dávky MKM) oproti kontrole. Naopak Smatanová (2007) uvádí, že se zásoba půdního draslíku snížila v průběhu tří pokusných let na polovinu, oproti počátečnímu stavu.

Vzhledem ke kontrole obsah přístupného vápníku statisticky významně klesal se zvyšující se dávkou hnojení. Tabulka 14 uvádí významně nižší obsah Ca u nejvyšší dávky MKM oproti kontrole. Tento výsledek koresponduje se snižující se hodnotou pH.

Tab. 14 Průměrné hodnoty obsahu Ca, Mg a humusu v půdě a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Faktor	Úroveň faktoru	n	Ca				Mg				Humus			
			mg.kg ⁻¹ sušiny			rel.	mg.kg ⁻¹ sušiny			rel.	%			rel.
			x	±	s _x	%	x	±	s _x	%	x	±	s _x	%
Varianta	kontrola	3	3473,33 ^b	±	496,62	100	1041,33 ^a	±	240,47	100	2,07 ^a	±	0,19	100
	1 t MKM	3	2923,33 ^{ab}	±	193,99	84	882,67 ^a	±	298,04	85	2,51 ^a	±	0,19	121
	2 t MKM	3	3153,33 ^{ab}	±	305,51	91	731,00 ^a	±	124,01	70	2,71 ^a	±	0,16	131
	4 t MKM	3	2410,00 ^a	±	34,64	69	638,33 ^a	±	119,85	61	2,80 ^a	±	0,64	135

Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

Počáteční zásoba hořčíku u kontroly byla velmi vysoká a vlivem hnojení MKM se postupně snižovala v řádu desítek procent, avšak statisticky neprůkazně. To bylo pravděpodobně příčinou vyššího nárůstu rostlinné hmoty u parcel hnojených masokostní moučkou. Podobné výsledky uvádí i Smatanová (2008). Nižší obsah přístupných živin (P, K, Ca, Mg) v půdě po hnojení masokostní moučkou uvádí také Kubík (2008) v pokusu na bramborách.

Tab. 15 Průměrné hodnoty minerálního dusíku v půdě a průkaznosti jejich rozdílů dle Tukeye

Faktor	Úroveň faktoru	n	NH ₄				NO ₃				N _{min} celkem			
			mg.kg ⁻¹			rel.	mg.kg ⁻¹			rel.	mg.kg ⁻¹			rel.
			x	±	s _x	%	x	±	s _x	%	x	±	s _x	%
Varianta	kontrola	3	1,93 ^a	±	0,81	100	6,80 ^a	±	0,78	100	8,73 ^a	±	1,59	100
	1 t MKM	3	1,47 ^a	±	0,15	76	6,60 ^a	±	0,17	97	8,07 ^a	±	0,31	92
	2 t MKM	3	5,77 ^a	±	5,40	298	7,37 ^a	±	0,91	108	13,13 ^a	±	4,85	150
	4 t MKM	3	15,13 ^b	±	1,89	783	8,97 ^a	±	1,60	132	24,10 ^b	±	1,51	276

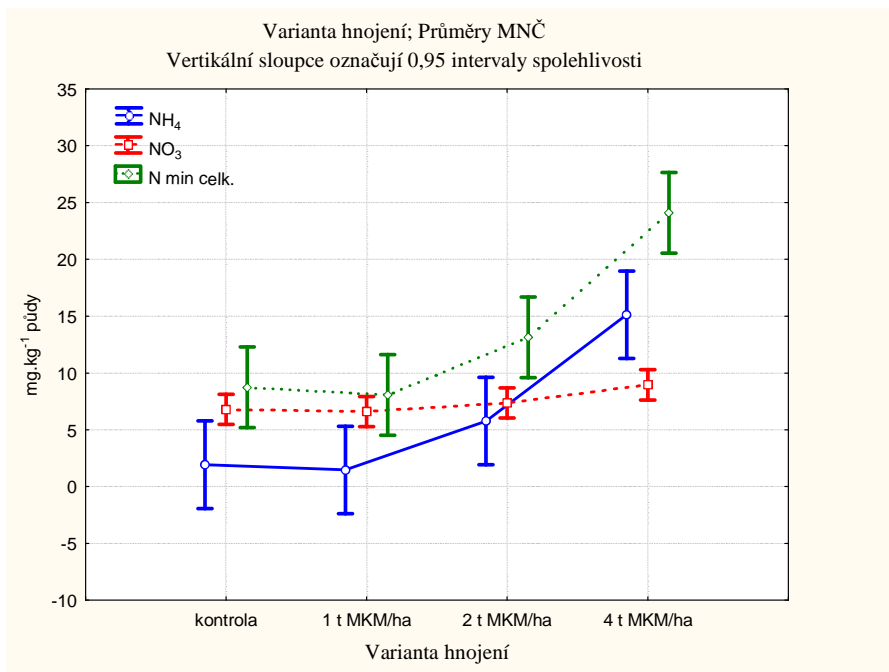
Pozn.: n – počet pozorování; průměry jednotlivých variant se významně (P>0,95) neliší, pokud je za nimi uveden shodný horní index, (x = aritmetický průměr).

Obsah humusu v půdě (viz tab. 12) nebyl hnojením MKM statisticky průkazně ovlivněn. Přesto můžeme dle tabulky 14 pozorovat nárůst obsahu humusu od kontroly (2,07 %) k nejvyšší dávce hnojení (2,8 %) o 35 %.

Analýzou rozptylu hodnot obsahu minerálního dusíku (N_{min}) v půdě po sklizni ve 2. roce (viz tab. 12) byl zjištěn velmi vysoce průkazný vliv hnojení MKM. Z celkového obsahu minerálního dusíku byl vysoce průkazný vliv hnojení MKM na obsah amonného dusíku (NH₄) v půdě ale na obsah nitrátového dusíku (NO₃) vliv hnojení statisticky průkazně nebylo. Z tabulky č. 14 vyplývá, že obsah minerálního dusíku při nejvyšší dávce hnojení MKM je statisticky významně vyšší (24,10 mg.kg⁻¹) než při nižších dávkách MKM a kontrole. Taktéž obsah amonného dusíku (NH₄) je statisticky významně vyšší v nejvyšší dávce MKM oproti ostatním dávkám MKM i kontrole.

Prokazatelný vliv hnojení masokostní a krevní moučkou na zvyšování obsahu minerálního dusíku v půdě dosáhl i Cauyela et al. (2009). Mandini et al. (2008) taktéž uvádí pozitivní vliv MKM na obsah NH₄ a NO₃ dusíku v půdě, kdy u neodtučené MKM bylo využití minerálního dusíku o 50 % větší než u neodtučené MKM.

Graf 3 Průměrné hodnoty minerálního dusíku v půdě v závislosti na hnojení MKM



ZÁVĚR

Výnos a kvalita zrna kukuřice

V obou letech poloprovozního pokusu mělo hnojení masokostní moučkou pozitivní vliv na zvyšování výnosu zrna kukuřice, avšak až v druhém roce pokusu byl tento vliv hnojení statisticky průkazný. V prvním roce činilo zvýšení výnosu 4,1 % u dávky MKM 2 t.ha⁻¹ a 8,7 % u dávky MKM 4 t.ha⁻¹. V roce 2008 byl výnos zvýšen o 18,7 % u dávky 1 t.ha⁻¹, o 42,4 % u dávky 2 t.ha⁻¹ a o 65,5 % u dávky 4 t.ha⁻¹.

Statisticky průkazný vliv aplikace MKM na kvalitativní parametry byl zjištěn pouze u zvyšující se koncentrace škrobu a popela v zrně kukuřice. Zastoupení ostatních složek zrna se vlivem hnojení MKM výrazně neměnilo. Průkazný vliv na procentické zastoupení tuku, škrobu, fosforu, hořčiku, železa a manganu měl ročník.

Rozbor půdy po sklizni ve 2. roce

V půdě po sklizni ve druhém roce sledování byl zjištěn průkazný vliv hnojení masokostní moučkou na snížení pH, kdy oproti kontrole (6,47) došlo ke snížení u dávky MKM 1 t.ha⁻¹ v průměru o 0,27, u dávky MKM 2 t.ha⁻¹ o 0,40 a u nejvyšší dávky MKM 4 t.ha⁻¹ ke snížení o 0,47. S tím korespondoval snižující se obsah přístupného vápníku v půdě u jednotlivých variant až o 31 % u nejvyšší dávky MKM. Průkazný vliv hnojení MKM byl zaznamenán také na obsah přístupného

fosforu v půdě, kdy u kontroly s nízkou zásobou fosforu v půdě ($47,27 \text{ mg.kg}^{-1}$) bylo dosaženo zvýšení jeho obsahu u dávky 1 t.ha^{-1} na vyhovující ($63,33 \text{ mg.kg}^{-1}$), u dávky 2 t.ha^{-1} na dobrý ($107,57 \text{ mg.kg}^{-1}$) a u dávky 4 t.ha^{-1} na vysoký obsah fosforu v půdě ($120,17 \text{ mg.kg}^{-1}$). Statisticky vysocce průkazný vliv mělo hnojení masokostní moučkou na obsah minerálního dusíku v půdě, kdy oproti kontrole došlo ke zvýšení o 50 – 176 %. Pozitivní vliv lze také sledovat na množství humusu v půdě, kdy se zvýšení pohybovalo v rozmezí 21 až 35 % jeho obsahu.

Celkově lze říci, že hnojení masokostní moučkou působí příznivě na zvyšování výnosu, zvyšování obsahu přístupného fosforu a minerálního dusíku v půdě bez negativního projevu na obsah vybraných těžkých kovů.

LITERATURA

Anonym: *Sortiment hybridů kukuřice*. [on-line], [cit. 22. 3. 2009] Dostupné na http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/Produkty/Kuku_ice/~bnqf/Sortiment_hybrid/

Anonym: *Masokostní moučka*. [on-line], [cit. 10. 2. 2009] Dostupné na http://cs.wikipedia.org/wiki/Masokostn%C3%AD_mou%C4%8Dka

BUDŇÁKOVÁ, M. (2005): *Využití odpadů v zemědělství*. Biom.cz [on-line]. 2005-09-12 [cit. 26.4.2009]. Dostupné na <http://biom.cz/cz-bioodpady-a-kompostovani/odborne-clanky/vyuziti-odpadu-v-zemedelstvi>

CAUYELA, M. L., SINICCO, T., MONDINI, C. (2009): *Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil*. Elsevier science BV, Amsterdam, [on-line]. [cit. 28. 5. 2009]. Dostupné na http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=R1bjh7CdMaKIDbK2@LD&page=1&doc=1.

ČERMÁK, P., SMATANOVÁ, M. (2005): *Ověření využití kostních a masokostních mouček ke hnojení*. [online]. [cit. 15. 3. 2009]. Dostupné na http://www.ukzuz.cz/pdf/pudy/zmeny_moucky.pdf

FORMÁNEK, J. (2007): *Logistika při nakládání s vedlejšími živočišnými produkty*. Sborník z konference a odborného semináře „Právní požadavky využívání vedlejších živočišných produktů v podmínkách bioplynových stanic, kompostáren a asanačních podniků“, MZLU v Brně, 7.-8. 6. 2007, s. 35-41. ISBN: 978-80-7375-072-5

JENS, A. S., HARALDSEN, T. K., GRONLUND, A., PEDERSEN, P. A. (2007): *Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer to cereals and rye gras*. Norwegian Ctr Soil & Envirinm Res. [online]. [cit. 28. 5. 2009]. Dostupné na: http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=R1bjh7CdMaKIDbK2@LD&page=1&doc=1.

KUBÍK, L. (2008): *Ověření účinnosti organominerálních hnojiv na bramborách*. Bulletin Sekce úřední kontroly XVI (2): 11-22.

LOŠÁKOVÁ, J., TURKOVÁ, V., SMATANOVÁ, M., FLORIÁN, M., LOŠÁK, T. (2007): *Použití živočišných mouček na zemědělské půdě*. In Sborník z mezinárodní konference "Výživa rostlin a její perspektivy". Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, s. 359-362. ISBN 978-80-7375-068-8.

MATYÁŠ, Z. et al. (2002): *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování surovin a potravin živočišného původu*. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno, vydání 1, 141 s.

MONDINI, C., CAYUELA, M. L., SINICCO, T., SANCHEZ-MONEDERO, M. A., BERTOLONE, E., BARDI, L. (2008): *Soil application of meal and bone meal. Short-term effects on mineralization dynamics and soil biochemical and microbiological properties*. Ist Sperimentale Nutr Piante, Gorizia, Italy. [online]. [cit. 28. 5. 2009]. Dostupné na: http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=R1bjh7CdMaKIDbK2@LD&page=1&doc=1

NAŘÍZENÍ (ES) 1774/2002 ze dne 3. října 2002 kterým se stanoví hygienická pravidla týkající se vedlejších živočišných produktů, které nejsou určeny k lidské spotřebě

NEHASILOVÁ, D. (2006): *Masokostní moučka na pole?* [online]. [cit. 26. 4. 2009]. Dostupné na <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=46261&ids=114>

POPOV, I. S. (1954): *Krmení hospodářských zvířat*, Státní zemědělské nakladatelství Praha, Praha, vydání 1, 627s,

RYANT, P. (2007): *Možnosti využití masokostního uhlí jako ekologického sorbetu a hnojiva*. Biom.cz [on-line], [cit. 28. 4. 2009]. Dostupné na http://www.mze.cz/attachments/Studie_FINAL.pdf

SKLÁDANKA, J., RYANT, P. (2007): *Vliv hnojení odpadními surovinami na produkci a kvalitu píce travního porostu*. In Sborník z mezinárodní konference "Výživa rostlin a její perspektivy". Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, s. 376-378. ISBN 978-80-7375-068-8.

SLEJŠKA, A. (2003): *Malá rešerše ke zkrmování biologicky rozložitelných odpadů*. Biom.cz [on-line], [cit. 26. 4. 2009]. Dostupné na <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mala-reserse-ke-zkrmovani-biologicky-rozlozitelnych-odpadu>

SMATANOVÁ, M. (2005): *Vliv kostních a masokostních mouček na změny agrochemických vlastností půdy*. Bulletin Odboru agrochemie, půdy a výživy rostlin, XIII (2): 14-34.

SMATANOVÁ, M. (2007): *Vliv kostních a masokostních mouček na změny agrochemických vlastností půdy*. Bulletin Sekce úřední kontroly, XV (2): 30-39.

SMATANOVÁ, M. (2008): *Ověření účinnosti organominerálních hnojiv Omifos-A*. Bulletin Sekce úřední kontroly XVI (2): 4-10.

ZBÍRAL, J. (2002): *Analýza půd I – Jednotné pracovní postupy*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 197 s.

ZBÍRAL, J. (1999): *Analýza půd II – Jednotné pracovní postupy*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 195 s.

ZBÍRAL, J. (2004): *Analýza půd III – Jednotné pracovní postupy*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 195 s.

ZBÍRAL, J. et al., (2005): *Analýza rostlinného materiálu – Jednotné pracovní postupy*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 192 s.

ZEMAN, L. et al. (2006): *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, Profí Press Praha, ISBN 80-86726-17-7, Praha.