

Česká republika - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
organizační složka státu, se sídlem v Brně
Sekce zemědělských vstupů



Ověření různých systémů organického hnojení

Závěrečná zpráva ze stacionární polní zkoušky za osevní sled 2011 až 2016

Zpracoval: Ing. Ivana Komprsová
Markéta Vodáková

Schválil: Ing. Michaela Smatanová
vedoucí Oddělení výživy rostlin

Předkládá: Ing. Miroslav Florián, PhD.
ředitel Sekce zemědělských vstupů



Obsah	strana
1. ÚVOD	3
2. MATERIÁL A METODY	3
2.1. Druh polní zkoušky	3
2.2. Osevní sled	3
2.3. Kombinace hnojení.....	4
2.4. Dávky živin.....	4
2.5. Agrotechnika a ochrana rostlin	5
2.6. Vegetační pozorování a sklizeň	5
2.7. Sledování agrochemických vlastností půdy a obsahu živin v rostlinách	5
2.8. Technologické rozborů	5
3. CHARAKTERISTIKA ZKUŠEBNÍCH MÍST	6
4. VÝSLEDKY	6
4.1. Hodnocení vlivu počasí a průběh vegetace.....	6
4.2. Hodnocení dosažených výnosů	7
4.3. Hodnocení technologických vlastností produktů.....	21
4.4. Hodnocení agrochemických rozborů půd	26
4.4.1. Půdní reakce a obsah přístupných živin	26
4.5.2. Sorpční vlastnosti půdy, obsah Cox, obsah celkového N a obsah těžkých kovů.....	30
4.6 Hodnocení obsahu těžkých kovů ve sklizni	38
4.7. Bilance živin.....	40
5. ZÁVĚR	45
5.1. Vliv hnojení na celkovou výrobnost osevního sledu	45
5.2. Vliv hnojení na technologické vlastnosti produktů	45
5.3. Vliv hnojení na půdní vlastnosti	46
5.4. Vliv hnojení na obsah těžkých kovů ve sklizených produktech.....	46
5.5. Vliv hnojení na bilanci živin	46
6. PŘÍLOHY	48
6.1 Rozdělení dávek hnojiv pro ŘEPAŘSKÝ VT.....	48
6.2. Rozdělení dávek hnojiv pro BRAMBORÁŘSKÝ VT	49



1. ÚVOD

Po roce 1990 docházelo k výraznému omezování vstupů do zemědělské prvovýroby. Silně se utlumilo používání minerálních hnojiv a vápenatých hmot, snížily se stavy hospodářských zvířat a tím i produkce statkových hnojiv. Negativně se také projevila absence jetelovin v osevních postupech a snížení podílu organicky hnojených okopanin. Uvedené změny měly za následek zhoršování půdních vlastností, projevující se snižováním hodnoty pH a obsahu přístupných živin v půdě, především fosforu a draslíku. Tyto poznatky, potvrzované výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd, byly podnětem pro Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský k založení dlouhodobých stacionárních zkoušek.

Cílem zkoušení bylo vzájemně porovnat účinnost minerálních a organických hnojiv a prokázat možnou míru náhrady minerálních hnojiv přirozenými organickými hnojivy. Sledován je vliv těchto dvou skupin hnojiv na výnos a kvalitu produkce, na změny agrochemických vlastností půd a na bilanci živin. Přirozená organická hnojiva (chlévský hnůj, zaorávka slámy a zelené hnojení) byla později doplněna upravenými kaly z čistíren odpadních vod, jako dalšího významného zdroje organických látek.

Zkoušky byly založeny podle možností výživářskýchází postupně na 14 stanovištích. V roce 1993 bylo založeno pět zkoušek, v roce 1994 sedm a v roce 2000 dvě zkoušky. Rozdíly v posunu plodin vzniklé postupným zakládáním zkoušek byly odstraněny v roce 2003. Rokem 2007 byl z důvodu ztráty pokusných polí (prodej pro komerční využití) ukončen pokus na ZS Uherský Ostroh a ze stejných důvodů v roce 2009 pokus v Libějovicích. V roce 2010 následovalo ukončení pokusu v Krásném Údolí. Od roku 2015 byl zrušen pokus v Žatci. Výsledky byly dosud zhodnoceny třemi závěrečnými zprávami, vždy po ukončení osevního sledu, tj. v roce 1998, 2004 a 2010.

Předkládaná závěrečná zpráva shrnuje výsledky čtvrtého osevního sledu tj. období 2011 až 2016.

2. MATERIÁL A METODY

2.1. Druh polní zkoušky

Zkoušky jsou založeny jako přesné dlouhodobé na plochách výživářskýchází zkušebních stanic ve výrobním typu kukuřičném, řepařském a bramborářském. Výměry hnojených a sklizňových parcel jsou stanoveny podle zavedeného systému příslušné výživářské báze. Šířka sklizňových parcel musí být taková, aby na ní mohly být minimálně 3 řádky cukrovky nebo 3 řádky brambor.

2.2. Osevní sled

Osevní sled se liší podle oblastí pouze v roce 2011, v ostatních letech jsou plodiny i odrůdy společné (tab. 1)

Tabulka 1: Přehled pěstovaných plodin a odrůd

<i>výrobní typ kukuřičný a řepařský</i>	<i>výrobní typ bramborářský</i>
2011 cukrovka - Danube	2011 brambory - Adéla
2012 ječmen jarní - Sladar	
2013 hrách - Eso	
2014 řepka ozimá - Cortes	
2015 pšenice ozimá - Secese	
2016 ječmen jarní - Sebastian	



2.3. Kombinace hnojení

V této polní zkoušce je zařazeno 10 variant hnojení, na zkušebních stanicích Lípa a Hradec nad Svitavou 12 variant hnojení a jsou čtyřikrát opakovány. V polní zkoušce je sledováno organické hnojení (hnůj, zaorávka slámy, chrástu, zeleného hnojení) samostatně a v kombinaci s minerálními hnojivy. Na stanicích Lípa a Hradec nad Svitavou je počínaje druhým osevním sledem aplikován na kombinacích 11 a 12 upravený kal z ČOV, jednou samostatně a jednou společně s minerálními hnojivy. Použité hnojení viz. tab. 2.

Tabulka 2: Kombinace hnojení

1	nehnojeno
2	minerální hnojiva
3	hnojeno chlévským hnojem
4	hnojeno hnojem + minerální hnojiva
5	zaorávka slámy nebo chrástu
6	zaorávka slámy nebo chrástu + minerální hnojiva
7	zelené hnojení
8	zelené hnojení + minerální hnojiva
9	zelené hnojení + zaorávka slámy nebo chrástu
10	zelené hnojení + zaorávka slámy nebo chrástu + minerální hnojiva
11	vyhnilý kal z ČOV (pouze na stanicích Lípa, Svitavy)
12	vyhnilý kal z ČOV + minerální hnojiva (pouze na stanicích Lípa, Svitavy)

2.4. Dávky živin

Za účelem sledování bilance živin jsou minerální hnojiva používána v takových dávkách, které daná plodina v průměru ročně odčerpává. Dávky jednotlivých živin v minerálních hnojivech jsou stanoveny podle průměrných výnosů jednotlivých plodin, při dosahování střední výnosové úrovně a udržení „dobrého obsahu“ přístupné živiny v půdě (Pokyny ke hnojení na zkušebních stanicích, 1992) a průměrného odběru živin sklizní (Komplexní metodika výživy rostlin, 1990). Z dusíkatých hnojiv je používán při přípravě půdy k setí nebo sázení síran amonný a k přihnojování na list ledek amonný s vápencem. Fosforečná hnojiva jsou dodávána v superfosfátu granulovaném a draslík v draselné soli zrněné.

Dávky minerálních hnojiv na kombinacích 4, 6 a 8 jsou vypočteny tak, aby součet průměrného obsahu živin v organických materiálech a minerálních hnojivech odpovídal kombinaci 2. Minerální hnojení na těchto kombinacích není tedy navíc, ale je proti kombinaci 2 sníženo o živiny z organických materiálů. Jedině tímto způsobem je možno prokázat náhradu, a tím možnost úspory, živin z minerálního hnojení hnojením organickým.

Hnojení kvalitním chlévským hnojem je prováděno dvakrát během osevního postupu na kombinacích 3 a 4 (ve VTK a VTR k cukrovce a řepce ozimé, ve VTB k bramborám a řepce ozimé). Hnojení řezanou slámou obilovin je použito na kombinacích 5, 6, 9 a 10 v dávce 4 t/ha a doplněno přídatkem dusíku v dávce 40 kg/ha v ledku amonném s vápencem. Na kombinacích 5, 6, 9 a 10 je zaorávána také hrachová sláma v množství 1 tuna/ha bez přídatku minerálního dusíku. Posklizňové zbytky ozimé řepky (včetně slámy) se zaorávají na všech kombinacích. Počítá se s množstvím 4 tuny posklizňových zbytků oz. řepky na 1 ha. K tomuto množství se na kombinace 2, 4, 5, 6, 8, 9 a 10 (v Lípě a ve Svitavách na kombinaci č. 12) přidává 20 kg N/ha v ledku amonném s vápencem na podpoření mineralizace organické hmoty. Řepková sláma má užší poměr C:N než sláma obilovin, proto je přídatek minerálního N nižší. Ve VTK a VTR se na kombinaci č. 5, 6, 9 a 10 zaorává chrást cukrovky v dávce 30 t/ha.



Zelené hnojení je používáno pouze na kombinacích č. 7, 8, 9 a 10. Pro zelené hnojení byla do roku 2015 vysévána hořčice, od roku 2016 peluška se svazenkou, a to ihned po sklizni jarního ječmene a pšenice ozimé (celkem třikrát za osevní sled). Před zaorávkou se zjistí, jaké množství zeleného hnojení narostlo. Ve VTB na stanicích Lípa, Svitavy bude na kombinacích č. 11 a 12 aplikován dvakrát během osevního postupu (k bramborám a řepce ozimé) vyhnílý kal z čistírny odpadních vod. Vápnění je zajišťováno mletým vápencem na všech pokusných kombinacích na podzim před setím hrachu. Dávky se stanovují podle kritérií AZZP, tj. podle hodnoty pH zjištěné na příslušné kombinaci v posledním roce před vápněním a podle druhu půdy.

Dávky a termíny aplikace jednotlivých hnojiv a odpočty živin v organické hmotě jsou uvedeny v příloze 6.

2.5. Agrotechnika a ochrana rostlin

U všech zkoušek je prováděna včasná a kvalitní příprava půdy, zasetí a zasazení v agrotechnických termínech odpovídajících klimatickému regionu dané stanice. Výsevne množství se stanoví podle osivových hodnot a doporučení, platných pro danou oblast. Během vegetace se provádí řádná agrotechnika s cílem minimalizace výskytu plevelů. Ošetření chemickými přípravky se provádí pouze při silnějším výskytu nebezpečných činitelů.

2.6. Vegetační pozorování a sklizeň

Od založení pokusu až do sklizně je prováděno předepsané vegetační pozorování, záznamy o stavu porostu na jednotlivých kombinacích jsou zapisovány do zápisníků a rozdíly vyhodnoceny. Sklizeň je prováděna jednorázově, podle zavedeného systému příslušné výživářské báze. U cukrovky se zjišťuje výnos bulev a chrástu, u brambor výnos hlíz. U všech zkoušek je hodnocena statistická průkaznost dosažených výnosů.

2.7. Sledování agrochemických vlastností půdy a obsahu živin v rostlinách

Za účelem sledování změn v agrochemických vlastnostech půdy byl před založením pokusů odebrán z celé pokusné plochy jeden průměrný vzorek půdy a stanoveno : druh půdy, půdní reakce pH/CaCl₂, obsah přístupných živin P, K, Mg, Ca Mehlichovou metodou (Mehlich 3), sorpční vlastnosti, obsah C_{ox}, N celkový a obsah těžkých kovů (Pb, Cd, Hg, Cr, Zn, Cu, Ni, As). Tyto analýzy jsou prováděny na konci každého osevního sledu, kdy se odebírají homogenní vzorky ze všech kombinací a opakování.

Po sklizni každé pokusné plodiny jsou odebrány půdní vzorky z každé kombinace hnojení pouze pro stanovení pH/CaCl₂ a obsahu přístupných živin (P, K, Ca a Mg) Mehlichovou metodou (M 3). Pro sledování příjmu živin rostlinami, za účelem výpočtu bilance živin, jsou při sklizni, či před sklizní, každé pokusné plodiny odebrány ze všech kombinací vzorky hlavního a vedlejšího produktu. Stanovují se hlavní živiny N, P, K, Ca, Mg. Na stanicích, kde jsou zkoušeny upravené kaly z ČOV (Lípa, Svitavy) je sledován příjem těžkých kovů rostlinami (hlavní i vedlejší produkt) na kombinacích 1, 2, 3, 4, 11 a 12.

Na konci každého osevního sledu jsou v půdních vzorcích z každé kombinace hnojení zjišťovány další parametry – hodnoty sorpčního nasycení (S, T, V), obsah N_{tot}, obsah C_{ox}, obsahy těžkých kovů (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

2.8. Technologické rozborů

Z technologických rozborů je u cukrovky předepsáno stanovení cukernatosti, výnosu rafinády, obsahu draslíku, sodíku a amidického dusíku. U brambor se vyhodnocuje rozřídění



hlíz do velikostních skupin a stanovuje se škrobnatost a obsah nitrátů v hlízách. U obilovin se stanovuje hmotnost tisíce semen a obsah N látek, u hrachu a řepky pouze HTS.

3. CHARAKTERISTIKA ZKUŠEBNÍCH MÍST

Tabulka 3 charakterizuje rozmanitost půdních a klimatických podmínek zkušebních stanovišť. Zastoupeny jsou tři výrobní oblasti s nadmořskou výškou od 172 do 595 m n. m. a srážkovým normálem 451 až 798 mm. Rovněž rozmanitost půdních typů dokládá, že stanoviště plně reprezentují půdně-klimatické podmínky ČR

Tabulka 3: Základní půdní a klimatické údaje

zkušební stanice	výrobní oblast	rok založení	nadmořská výška (m)	dlouhodob. norm.		půdní typ	půdní druh
				srážky	teplota		
<i>Horažďovice</i>	bramborářská	1994	472	585	7,8	KA	HP
<i>Chrastava</i>	bramborářská	2000	345	738	8,0	HN	H
<i>Jaroměřice</i>	bramborářská	1994	425	488	8,2	HN	JH
<i>Lípa</i>	bramborářská	1993	505	594	7,5	KA	PH
<i>Lednice</i>	kukuřičná	1994	172	461	9,6	CE	H
<i>P. Jakartice</i>	řepařská	1994	290	584	8,3	LU	H
<i>Staňkov</i>	bramborářská	1994	370	549	8,3	HN	H
<i>Svitavy</i>	bramborářská	1993	460	616	7,1	HN	H
<i>Věrovany</i>	řepařská	1993	207	502	8,7	CE	H
<i>Vysoká</i>	bramborářská	2000	595	611	7,1	KA	H

4. VÝSLEDKY

4.1. Hodnocení vlivu počasí a průběh vegetace

Langův dešťový faktor

Zjednodušeně lze říci, že pomocí Langova dešťového faktoru (LDF) klasifikujeme a hodnotíme oblasti podle dostupnosti vláhy v půdě pro rostliny. Je vyjádřen jako podíl ročního úhrnu srážek a průměrné roční teploty vzduchu daného místa. Za limitní hodnotu pro sucho je považována hodnota 70.

Klasifikace klimatu podle hodnoty Langova dešťového faktoru (LDF):

klima	hodnota LDF
výstředně aridní	< 10
aridní	10 - 40
semiaridní	40 - 50
semihumidní	50 - 60
humidní	60 - 160
perhumidní	> 160

**Tabulka 4. Hodnocení jednotlivých zkušebních stanic dle Langova dešťového faktoru**

Rok	parametr	BVO							ŘVO		
		HOR	HRA	CHT	JAR	LIP	STV	VYS	LED	PJA	VER
2011	Ø teplota	7,2	7,4	7,7	8,1	7,3	7,9	7,8	9,8	8,4	8,9
	roční úhrn srážek	589	605	1069	492	517	653	744	522	667	596
	Langův dešťový faktor	81,8	81,8	138,8	60,7	70,8	82,7	95,4	53,3	79,4	67,0
2012	Ø teplota	7,9	8,0	8,9	8,9	8,0	9,3	8,7	10,5	9,1	9,6
	roční úhrn srážek	501	508	837	438	533	448	657	367	378	431
	Langův dešťový faktor	63,4	63,5	94,0	49,2	66,6	48,2	75,5	35,0	41,5	44,9
2013	Ø teplota	7,3	7,6	7,8	8,6	7,5	8,7	7,8	9,8	8,5	9,0
	roční úhrn srážek	650	608	944	474	622	627	774	374	683	691
	Langův dešťový faktor	89,0	80,0	121,0	55,1	82,9	72,1	99,2	38,2	80,4	76,8
2014	Ø teplota	8,5	8,7	9,4	9,2	8,5	9,5	9,3	10,8	9,7	10,1
	roční úhrn srážek	518	674	702	557	563	486	631	368	647	404
	Langův dešťový faktor	60,9	77,5	74,7	60,5	66,2	51,2	67,8	34,1	66,7	40,0
2015	Ø teplota	9,3	9,3	9,6	9,9	9,2	10,4	9,6	11,5	10,1	10,6
	roční úhrn srážek	358	509	520	498	381	366	508	520	489	448
	Langův dešťový faktor	38,5	54,7	54,2	50,3	41,4	35,2	52,9	45,2	48,4	42,3
2016	Ø teplota	8,7	8,8	9,3	9,4	8,8	9,9	9	11,0	9,9	10,2
	roční úhrn srážek	591	587	746	481	581	637	516	474	639	483
	Langův dešťový faktor	67,9	66,7	80,2	51,2	66,0	64,3	57,3	43,1	64,5	47,4

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že dostupnost vláhy pro plodiny je horší v řepařská výrobní oblast a zde zejména ZS Lednice (kukuřičná, pro zjednodušení je přiřazena do řepařské), vyšší srážkový úhrn byl zaznamenán ve Věrovanech.

4.2. Hodnocení dosažených výnosů

Hodnocení je prováděno podle výrobních oblastí. Vzhledem k tomu, že v kukuřičné oblasti je pouze jedno stanoviště, jsou výsledky z kukuřičné a řepařské oblasti sloučeny do jedné a hodnotí se společně pod označením řepařská oblast (Lednice, Pusté Jakartice, Věrovany, Žatec (ukončen na podzim 2015)). V bramborářské oblasti jsou hodnoceny výsledky ze stanovišť Horažďovice, Chrastava, Jaroměřice nad Rokytnou, Lípa, Staňkov, Hradec nad Svitavou, Vysoká. Uváděny jsou průměrné výnosy hlavního a vedlejšího produktu v tunách na hektar a celkový výnos v obilních jednotkách na hektar za výrobní oblast. V řepařské oblasti je to průměr ze čtyř (od 2016 ze tří) stanovišť, v bramborářské ze sedmi stanovišť (kombinace 1 až 10). Kaly z ČOV, které jsou zařazeny pouze na dvou stanovištích v bramborářské oblasti (Lípa, Svitavy) jsou porovnávány v samostatné tabulce pro tato dvě stanoviště, označené jako stanoviště s kaly (kombinace 11 a 12). Výnosy z jednotlivých stanovišť možno nalézt ve výročních zprávách za jednotlivá léta zkoušení.

Rok 2011: 1. rok 4. osevní postup - cukrovka/brambory

V prvním roce osevního sledu bylo zkoušeno organické a minerální hnojení na cukrovce v řepařské oblasti, v bramborářské oblasti na bramborách – viz. tab. 5, 6 a 7.



Tabulka 5. Výnosy cukrovky

<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
<i>bulvy (t.ha⁻¹)</i>	69,10	75,00	74,50	74,50	82,00	84,20	83,40	88,30	92,10	93,10
%	100	108,5	107,8	107,9	118,7	121,8	120,6	127,8	133,3	134,7
%						100	99,0	104,9	109,4	110,6
<i>chrást (t.ha⁻¹)</i>	23,65	27,68	33,73	23,42	31,07	43,90	41,42	47,01	44,77	47,34
%	100	117,1	142,6	99,0	131,4	185,6	175,1	198,8	189,3	200,2
%						100	94,4	107,1	102,0	107,8
<i>cukrovka (OJ.ha⁻¹)</i>	19,64	21,51	21,99	20,97	23,62	25,43	24,98	26,78	27,50	28,00
%	100	109,5	112,0	106,8	120,3	129,5	127,2	136,4	140,0	142,6
%						100	98,2	105,3	108,1	110,1

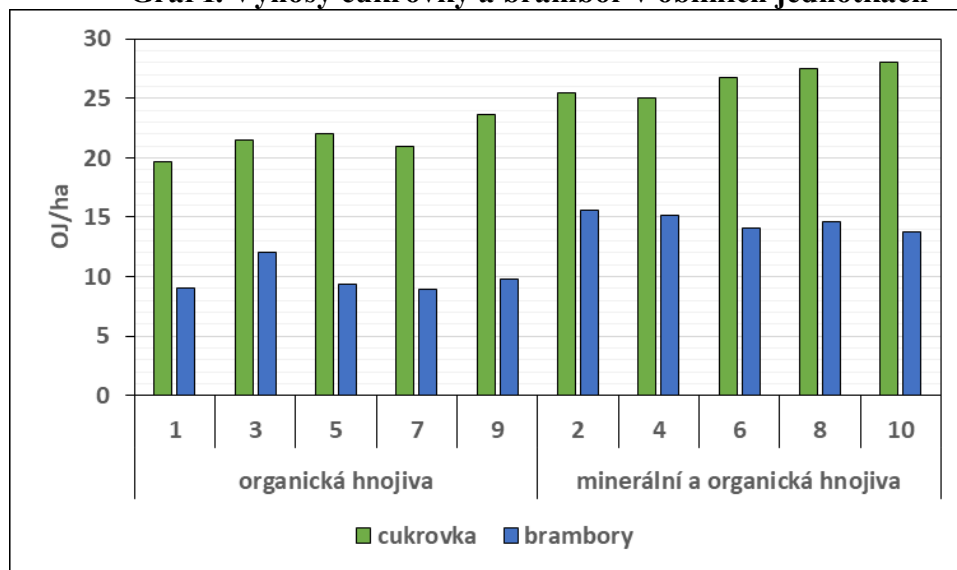
U cukrovky se nejhůře uplatnilo zelené hnojení, ostatní organická hnojiva výnos mírně zvýšila. Výnosy na kombinacích s minerálním hnojením jsou v podobné hladině, s mírným nárůstem způsobeným kombinací o organickými hnojivy.

Tabulka 6. Výnosy brambor

<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
<i>hlízy (t.ha⁻¹)</i>	33,84	46,57	35,98	34,08	37,92	58,80	58,35	53,85	56,83	53,24
%	100	137,6	106,3	100,7	112,1	173,8	172,4	159,1	167,9	157,3
%						100	99,2	91,6	96,6	90,5
<i>brambory(OJ.ha⁻¹)</i>	9,00	12,10	9,40	8,90	9,80	15,60	15,20	14,10	14,60	13,80
%	100	134,4	104,4	98,9	108,9	17,3	168,9	156,7	162,2	153,3
%						100	97,4	90,4	93,6	88,5

U brambor byl patrný velmi pozitivní vliv hnoje. Zvláště kombinace se samotným hnojem výrazně předčila ostatní organické materiály. Ostatní organické materiály byly výnosově na podobné úrovni. U minerálně hnojených kombinací byly nejhorší varianty se zaorávkou slámy + zelené hnojení.

Z grafu I je patrný, při přepočtu na obilní jednotky, na všech kombinacích se samotnými organickými hnojivy přibližně až dvojnásobný výnos cukrovky proti bramborám. Při minerálním hnojení se výnosový rozdíl mezi oběma plodinami nepatrně snížil. Minerální hnojení bylo u brambor účinnější.

**Graf I. Výnosy cukrovky a brambor v obilních jednotkách**

Kombinace s čistírenským kalem byla výnosově nad úrovní s chlévským hnojem. Kal společně s minerálním hnojením nedosáhl výnosu samotného minerálního hnojení.

Tabulka 7. Výnosy brambor – stanoviště s kaly

produkt	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
hlízy ($t \cdot ha^{-1}$)	34,4	41,3	36,09	35,47	37,65	48,59	59,07	55,25	55,11	56,32	54,49	59,00
%	100	120,1	104,9	103,1	109,4	141,3	171,7	160,6	160,2	163,72	158,4	171,5
%							100	93,5	93,3	95,3	92,2	99,9
brambory ($OJ \cdot ha^{-1}$)	8,60	10,32	9,02	8,87	9,41	12,15	14,77	13,81	13,78	14,08	13,62	14,75
%	100	120,0	104,9	103,1	109,4	141,3	171,7	160,6	160,2	163,7	158,4	171,5
%							100	93,5	93,3	95,3	92,2	99,9

Rok 2012: 2. rok 4. osevní postup - ječmen jarní

Ve zkušebním roce 2012 byla v obou výrobních oblastech jednotná plodina – ječmen jarní, dosažené výnosy jsou uvedeny v tabulkách 8, 9, 10 a grafu II.

Tabulka 8. Výnosy ječmene jarního – řepařská oblast

produkt	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	3,04	3,59	3,34	2,73	2,93	3,82	3,95	3,83	3,39	3,58
%	100	118,1	109,9	89,8	96,4	125,7	129,9	126,0	111,5	117,8
%						100	103,3	100,2	88,7	93,7
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,21	2,45	2,60	2,53	2,48	3,36	2,90	3,37	2,94	3,36
%	100	110,9	117,6	114,5	112,2	152,0	131,2	152,5	133,0	152,0
%						100	86,3	100,3	87,5	100
ječmen ($OJ \cdot ha^{-1}$)	3,37	3,96	3,73	3,11	3,30	4,33	4,39	4,33	3,83	4,08
%	100	117,5	110,7	92,3	97,9	128,5	130,3	128,5	113,6	121,1
%						100	101,4	100	88,5	94,2



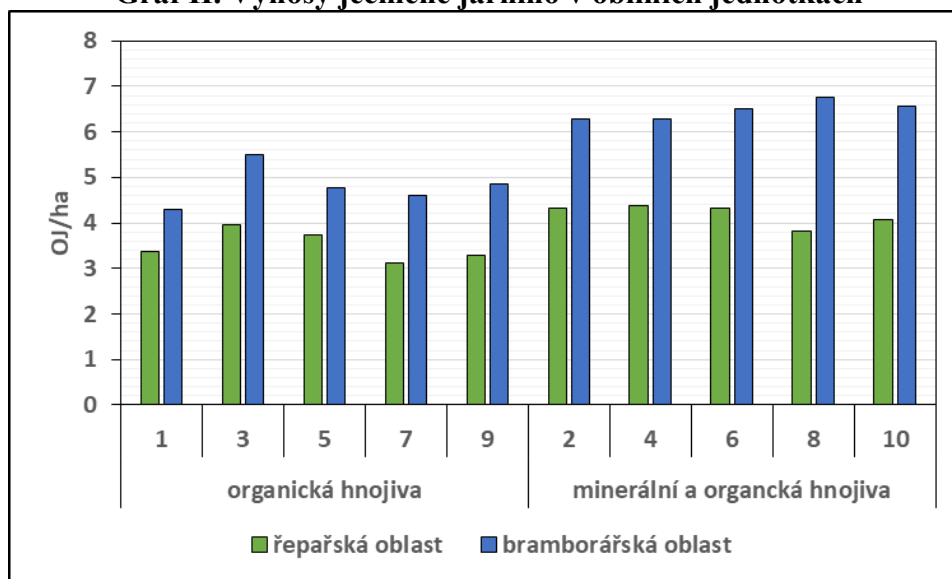
U zrna ječmene jarního v řepařské oblasti bylo dosaženo nejvyššího výnosu při použití chlévského hnoje a zaorávky slámy, nebo chrástu cukrovky. Nejhorší, pod úrovní nehnojené kombinace, bylo zelené hnojení. Všechny kombinace hnojené organicky a minerálně jsou výnosově na nebo pod úrovní samotného minerálního hnojení.

Tabulka 9. Výnosy ječmene jarního – bramborářská oblast

<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	3,86	4,90	4,26	4,11	4,37	5,61	5,60	5,83	6,02	5,85
%	100	126,9	110,4	106,5	113,2	145,3	145,0	151,0	156,0	151,6
%						100	99,8	103,9	107,4	104,3
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,89	4,01	3,30	3,35	3,29	4,38	4,47	4,59	4,88	4,71
%	100	138,8	114,2	115,9	113,8	151,6	154,7	158,8	168,9	163,0
%						100	102,0	104,7	111,4	107,5
ječmen ($OJ \cdot ha^{-1}$)	4,30	5,50	4,76	4,61	4,86	6,27	6,27	6,52	6,75	6,56
%	100	127,9	110,7	107,2	113,0	145,8	145,8	151,6	157,0	152,6
%						100	100	104,0	107,7	104,6

Výnos ječmene jarního v bramborářské oblasti se od řepařské značně liší, jak v absolutních hodnotách, tak i při vzájemném porovnání účinnosti hnojiv. Z organických hnojiv je nejúčinnější chlévský hnůj. Při organickém a minerálním hnojení byla mírně lepší zaorávka slámy, zelené hnojení nebo kombinace obojího.

Graf II. Výnosy ječmene jarního v obilních jednotkách



Z grafu II je názorně patrný vyšší výnos ječmene jarního v bramborářské výrobní oblasti a výrazně vyšší účinnost minerálního hnojení v BVO.

Upravené kaly z ČOV byly v dosažených výnosech na úrovni chlévského hnoje. V kombinaci s minerálním hnojením byly na úrovni samotného minerálního hnojení.



Tabulka 10. Výnosy ječmene jarního – stanoviště s kaly

produkt	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	3,11	4,32	3,85	3,72	4,09	4,39	4,99	5,20	5,60	5,91	5,66	5,29
%	100	138,9	123,8	119,6	131,5	141,2	160,5	167,2	180,1	190,0	182,0	170,1
%							100	104,2	112,2	118,4	113,4	106,0
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,26	4,04	3,22	3,44	3,26	4,33	3,53	3,82	4,65	4,97	4,66	4,37
%	100	178,8	142,5	152,2	144,2	191,6	156,2	169,0	205,8	219,9	206,2	193,4
%							100	108,2	131,7	140,8	132,0	123,8
ječmen ($OJ \cdot ha^{-1}$)	3,45	4,92	4,33	4,24	4,57	5,03	5,51	5,77	6,29	6,65	6,36	5,94
%	100	142,6	125,5	122,9	132,5	145,8	159,7	167,2	182,3	192,7	184,3	172,2
%							100	104,7	114,2	120,7	115,4	107,8

Rok 2013: 3. rok 4. osevní postup - hrách

Výnosy hrachu pěstovaného v roce 2013 jsou uvedeny v tabulkách 11, 12, 13 a grafu III.

Tabulka 11. Výnosy hrachu – řepařská oblast

produkt	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	3,73	3,64	3,89	3,98	4,13	3,86	3,63	3,73	3,98	3,98
%	100	97,7	104,5	106,7	110,8	103,6	97,4	100	106,8	106,8
%						100	94,0	96,6	103,1	103,2
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,97	3,13	3,23	3,08	3,34	3,43	3,19	3,69	3,48	3,42
%	100	105,6	108,8	103,8	112,8	115,5	107,5	124,4	117,3	115,4
%						100	93,0	107,7	101,5	99,9
hrách ($OJ \cdot ha^{-1}$)	5,92	6,23	6,25	6,25	6,57	6,23	6,04	6,38	6,43	7,36
%	100	105,2	105,6	105,6	111,0	105,2	102,0	107,8	108,6	124,3
%						100	97,0	102,4	103,2	118,1

V řepařské oblasti byl vliv organických i minerálních hnojiv na dosahované výnosy nepatrný. Mírného zvýšení výnosu dosáhly varianty s hnojem, ZH a ZH + sláma. Výrazného nárůstu výnosu nedosáhly ani varianty se samotným MH ani v kombinaci MH + organické hnojení.

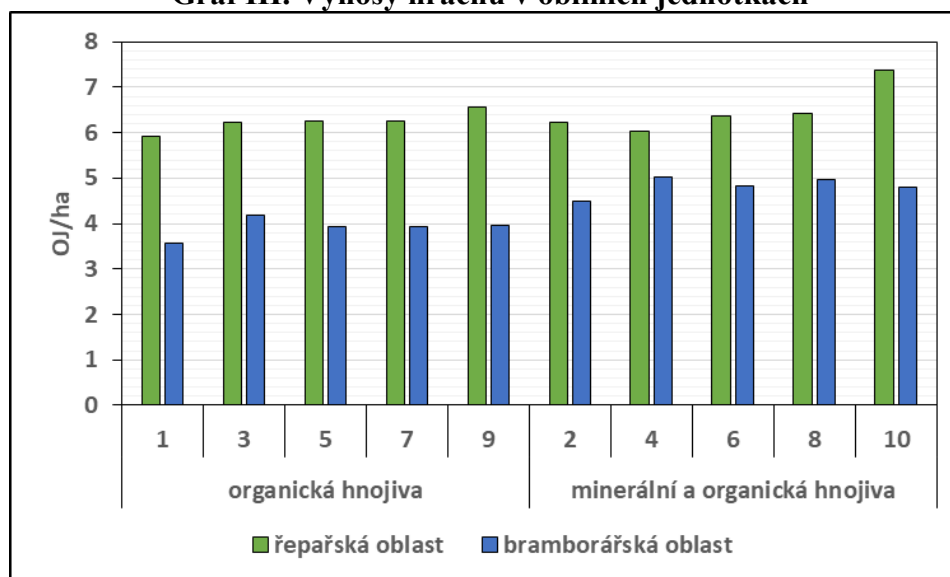
Tabulka 12. Výnosy hrachu – bramborářská oblast

produkt	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	2,43	2,79	2,67	2,65	2,69	2,93	3,36	3,23	3,35	3,21
%	100	114,8	109,9	109,1	110,7	120,6	138,3	131,7	137,9	132,1
%						100	114,7	109,2	114,3	109,6
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,92	3,78	3,41	3,50	3,50	3,61	4,17	4,10	4,02	4,06
%	100	126,7	116,4	119,9	119,9	123,6	142,8	140,4	137,7	139
%						100	115,5	113,6	111,4	112,5
hrách ($OJ \cdot ha^{-1}$)	3,57	4,17	3,94	3,92	3,97	4,48	5,02	4,82	4,97	4,8
%	100	116,8	111,2	109,8	111,2	125,5	140,6	135,0	139,2	134,5
%						100	112,1	107,6	110,9	107,1



V bramborářské oblasti se uplatnila organická hnojiva lépe, nejvyšší přírůstek výnosu byl u chlévského hnoje. Všechny kombinace s organickým a minerálním hnojením byly výnosově výrazně lepší, než samotné minerální hnojení.

Graf III. Výnosy hrachu v obilních jednotkách



Výnosy hrachu v řepařské oblasti (graf III) byly výrazně až mírně vyšší než v bramborářské oblasti.

Tabulka 13. Výnosy hrachu – stanoviště s kaly

produkt	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	2,27	2,50	2,48	2,61	2,44	2,91	2,92	2,91	3,00	3,11	3,28	3,25
%	100	110,1	109,3	115,0	107,5	128,2	128,6	128,2	132,2	137,0	144,5	143,2
%							100	99,7	102,7	106,5	112,3	111,3
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,99	3,90	3,95	3,54	3,48	3,57	3,92	4,42	4,74	4,53	4,37	4,60
%	100	130,4	132,1	118,4	116,4	119,4	131,1	147,8	158,5	151,5	146,2	153,8
%							100	112,8	158,5	151,5	146,2	153,8
hrách ($OJ \cdot ha^{-1}$)	3,86	4,22	4,59	4,57	4,26	5,76	4,91	4,97	4,88	5,11	4,92	5,95
%	100	109,3	118,9	118,4	110,4	149,2	127,2	128,8	126,4	132,4	127,5	154,1
%							100	101,2	99,4	104,1	100,2	121,2

Pozn: - na ZS Hradec nad Svitavou byl porost poškozen lesní zvěří. Výnos a OJ byly vypočítány jako aritmetický průměr z výnosu hrachu v přechodných letech.

Výnosy na kombinacích s kaly byly výrazně nad úrovní výnosů ostatních organických hnojiv, a to jak při samotném použití těchto hnojiv, tak i v kombinaci s minerálním hnojením.

**Rok 2014: 4. rok 4. osevní postup – řepka ozimá**

V roce 2014 byla pokusnou plodinou ozimá řepka. Výnosy v tunách a obilních jednotkách na hektar jsou uvedeny v tabulkách 14, 15, 16 a grafu IV.

Tabulka 14. Výnosy řepky ozimé – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
<i>zrno (t.ha⁻¹)</i>	4,62	4,99	4,92	4,23	4,60	5,63	5,64	5,63	5,61	5,74
%	100	108,0	106,5	91,6	99,6	121,9	122,1	121,9	121,4	124,2
%						100	100,2	100	99,6	102,0
<i>sláma (t.ha⁻¹)</i>	4,08	4,65	4,02	3,61	3,87	4,63	4,36	4,43	4,59	4,84
%	100	114	98,5	88,5	94,9	113,5	106,9	108,6	112,5	118,6
%						100	94,2	95,7	99,1	104,5
<i>řepka (OJ.ha⁻¹)</i>	9,03	10,36	9,89	8,54	9,24	11,21	11,56	11,23	11,40	11,72
%	100	114,7	109,5	94,6	102,3	124,1	128,0	124,4	126,2	129,8
%						100	103,1	100,2	101,7	104,5

Pozn.: Do výpočtu nebyly zahrnuty výnosy ze stanice Věrovany, z důvodu výrazně odlehlých hodnot od ostatních stanic

V řepařské oblasti se z organických hnojiv nejlépe uplatnil chlévský hnůj a zaorávka slámy. Všechny kombinace s minerálními hnojivy byly vyšší než nehnojená kontrola a na srovnatelné úrovni.

Tabulka 15. Výnosy řepky ozimé – bramborářská oblast

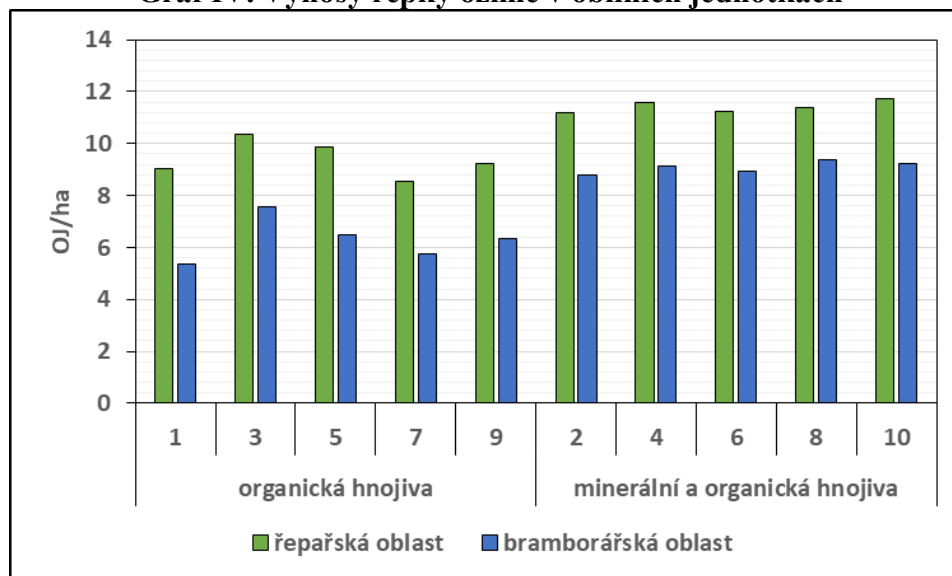
<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
<i>zrno (t.ha⁻¹)</i>	2,44	3,46	2,96	2,62	2,89	4,02	4,15	4,08	4,31	4,20
%	100	141,8	121,3	107,4	118,4	164,8	170,1	167,2	176,6	172,1
%						100	103,2	101,5	107,2	104,5
<i>sláma (t.ha⁻¹)</i>	4,85	6,31	5,76	5,03	5,53	7,58	8,08	7,88	7,64	8,27
%	100	130,1	118,8	103,7	114,0	156,3	166,6	162,5	157,5	170,5
%						100	106,6	104,0	100,8	109,1
<i>řepka (OJ.ha⁻¹)</i>	5,36	7,55	6,50	5,75	6,33	8,80	9,11	8,95	9,38	9,23
%	100	140,9	121,3	107,3	118,1	164,2	170,0	166,9	185	172,2
%						100	103,5	101,7	106,6	104,9

V bramborářské oblasti je patrný velmi pozitivní vliv minerálního hnojení i v kombinaci s organickými hnojivy. Z organických hnojiv se nejlépe se uplatnil chlévský hnůj, ale i ostatní organické materiály zvýšily výnos nad nehnojenou variantu.

V grafu IV je velmi názorně patrný rozdíl v účinnosti minerálních hnojiv v návaznosti na výrobní oblast. Na úrodnějších půdách v řepařské oblasti je ovlivnění výnosů minerálním hnojením ve srovnání s bramborářskou oblastí relativně nízké. Ve většině případů se proto rozdíl mezi výnosy v řepařské a bramborářské oblasti při použití minerálního hnojení výrazněji snížil.



Graf IV. Výnosy řepky ozimé v obilních jednotkách



Varianta s upravenými kaly z ČOV byla výnosově lehce nad úrovní chlévského hnoje, tedy lepší než sláma a zelené hnojení. V kombinaci s minerálními hnojivy byl jejich výnos téměř dvojnásobný oproti nehnojené variantě stejně jako ostatní varianty s MH i spolu v kombinaci s organickými hnojivy.

Tabulka 16. Výnosy řepky ozimé – stanoviště s kaly

produkt	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	1,68	2,65	2,53	2,20	2,49	2,94	2,93	3,35	3,2	3,48	3,28	3,54
%	100	157,7	150,6	131,0	148,2	175,0	174,4	199,4	190,5	207,1	195,2	210,7
%							100	114,3	109,2	118,8	111,9	120,8
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	6,23	7,60	7,64	6,65	7,38	7,79	11,65	10,52	10,15	10,05	11,24	10,83
%	100	122,0	122,6	106,7	118,5	125,0	187,0	168,9	162,9	161,3	180,4	173,8
%							100	90,3	87,1	86,3	96,5	93,0
řepka ($OJ \cdot ha^{-1}$)	3,97	6,06	5,82	5,05	5,72	6,66	7,01	7,74	7,42	7,96	7,68	8,2
%	100	152,6	146,6	127,2	144,1	167,8	176,6	195,0	186,9	200,5	193,5	206,5
%							100	110,4	105,8	113,6	109,6	117,0

**Rok 2015: 5. rok 4. osevní postup – pšenice ozimá**

Výnosy pšenice ozimé pěstované v roce 2015 jsou uvedeny v tabulkách 17, 18, 19 a grafu V.

Tabulka 17. Výnosy pšenice ozimé – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
zrno (<i>t.ha⁻¹</i>)	6,73	8,26	8,55	6,82	8,15	10,63	10,65	10,73	10,55	10,71
%	100	122,7	127,0	101,3	121,1	157,9	158,2	159,4	156,8	159,1
%						100	100,2	100,9	99,3	100,8
sláma (<i>t.ha⁻¹</i>)	5,53	7,10	5,96	5,12	6,63	9,86	7,64	10,05	9,55	9,04
%	100	128,4	107,8	92,6	119,9	178,3	138,2	181,7	172,7	163,5
%						100	77,5	101,9	96,9	91,7
pšenice (<i>OJ.ha⁻¹</i>)	7,48	8,97	9,14	7,33	8,81	11,61	11,42	11,74	11,50	11,61
%	100	119,9	122,2	98,0	117,8	155,2	152,7	157,0	153,7	155,2
%						100	98,4	101,1	99,1	100

Pouze varianta se zeleným hnojením byla v řepařské oblasti na úrovni nehnojené kombinace, ostatní organická hnojiva působila na výnos pozitivně. Na kombinacích s minerálním hnojením se výnosy pohybují na úrovni samotného minerálního hnojení.

Tabulka 18. Výnosy pšenice ozimé – bramborářská oblast

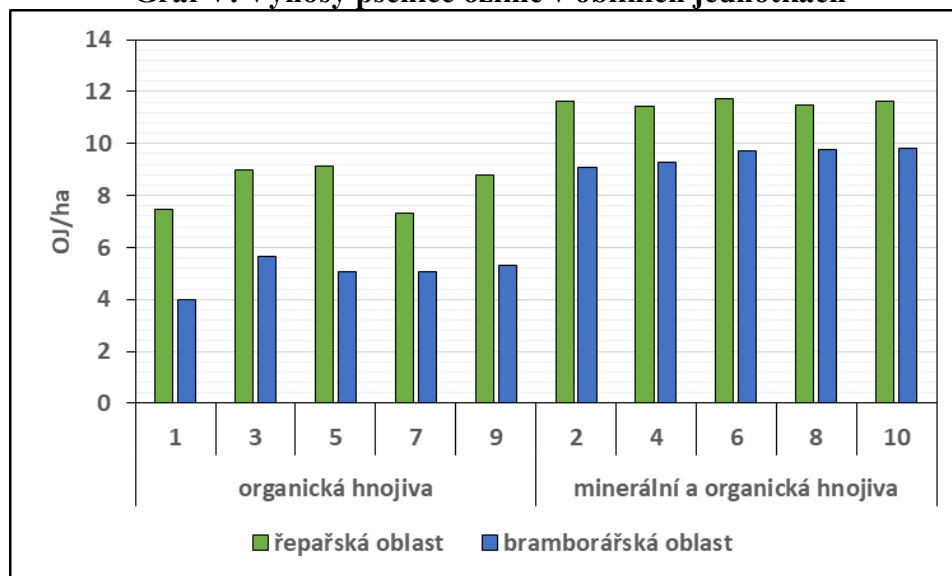
<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
zrno (<i>t.ha⁻¹</i>)	3,61	5,13	4,56	4,59	4,73	8,36	8,51	8,88	8,91	8,92
%	100	142,1	126,3	127,1	131,0	231,6	235,7	245,9	246,8	247,1
%						100	101,8	106,2	106,6	106,7
sláma (<i>t.ha⁻¹</i>)	3,94	5,23	5,25	4,84	5,75	7,00	7,53	8,31	8,36	8,72
%	100	132,7	133,2	122,8	145,9	177,7	191,1	210,9	212,2	221,3
%						100	107,6	118,7	119,4	124,6
pšenice (<i>OJ.ha⁻¹</i>)	4,01	5,66	5,09	5,08	5,31	9,07	9,27	9,71	9,75	9,80
%	100	141,1	124,7	126,7	132,4	226,2	231,2	242,1	243,1	244,4
%						100	102,2	107,1	107,5	108,0

V bramborářské výrobní oblasti je účinnost organických hnojiv vyšší než v řepařské oblasti, zvláště u chlévského hnoje. Při kombinaci minerálních a organických hnojiv jsou rozdíly mezi výnosy nepatrné.

Graf V dokumentuje vyšší výnosovou úroveň v řepařské oblasti při aplikaci samotných organických hnojiv, i v kombinaci s minerálními hnojivy. V bramborářské výrobní oblasti je vidět výrazný vliv minerálního hnojení spolu s organickým hnojením a výnosy tak byly na téměř stejné úrovni jako v ŘVO.



Graf V. Výnosy pšenice ozimé v obilních jednotkách



Upravené čistírenské kaly vykazaly vysoký nárůst výnosů, srovnatelný s chlévským hnojem. V kombinaci s minerálním hnojením je výnosový efekt kalů 2,5 násobný oproti nehnojené variantě.

Tabulka 19. Výnosy pšenice ozimé – stanoviště s kaly

produkt	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	2,69	3,75	3,43	3,16	3,46	3,53	7,44	7,11	7,73	7,81	7,88	6,59
%	100	139,4	127,5	117,5	128,6	131,2	276,6	264,3	287,4	290,3	292,9	245,0
%							100	95,6	103,9	105,0	105,9	88,6
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	3,57	4,71	4,77	4,28	5,12	4,98	6,19	6,53	7,05	7,06	7,26	7,29
%	100	131,9	133,6	119,9	143,4	139,5	173,4	182,9	197,5	197,8	203,4	204,2
%							100	105,5	161,6	114,1	117,3	117,8
pšenice ($OJ \cdot ha^{-1}$)	3,06	4,23	3,92	3,59	3,98	4,04	8,07	7,78	8,45	8,53	8,62	7,33
%	100	138,2	128,1	117,3	130,1	132,0	263,7	254,2	276,1	278,8	281,7	239,5
%							100	96,4	104,7	105,7	106,8	90,8

**Rok 2016: 6. rok 4. osevní postup – ječmen jarní**

Sklizňové výsledky ječmene jarního z roku 2016 jsou uvedeny v tabulkách 20, 21 a 22.

Tabulka 20. Výnosy ječmene jarního – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
zrno (<i>t.ha⁻¹</i>)	5,30	5,84	5,87	5,27	5,78	6,80	7,33	7,16	6,83	6,98
%	100	110,2	110,8	99,4	109,1	128,3	138,3	135,1	128,9	131,7
%						100	107,8	105,3	100,5	102,7
sláma (<i>t.ha⁻¹</i>)	3,18	4,02	3,31	3,51	3,52	4,94	4,56	4,43	4,29	4,53
%	100	126,4	104,1	110,4	110,7	155,3	143,4	139,3	134,9	142,5
%						100	92,3	89,7	86,9	91,8
ječmen (<i>OJ.ha⁻¹</i>)	5,78	6,45	6,37	5,80	6,31	7,54	8,01	7,82	7,48	7,66
%	100	111,6	110,2	100,3	109,2	130,4	138,6	135,2	129,4	132,5
%						100	106,2	103,7	99,2	101,6

V řepařské výrobní oblasti se z organických hnojiv na srovnatelné úrovni uplatnil chlévský hnůj, zaorávka slámy a kombinace zelené hnojení se zaorávkou slámy. Na kombinacích s minerálním a organickým hnojením jsou výnosy velmi vyrovnané.

Tabulka 21. Výnosy ječmene jarního – bramborářská oblast

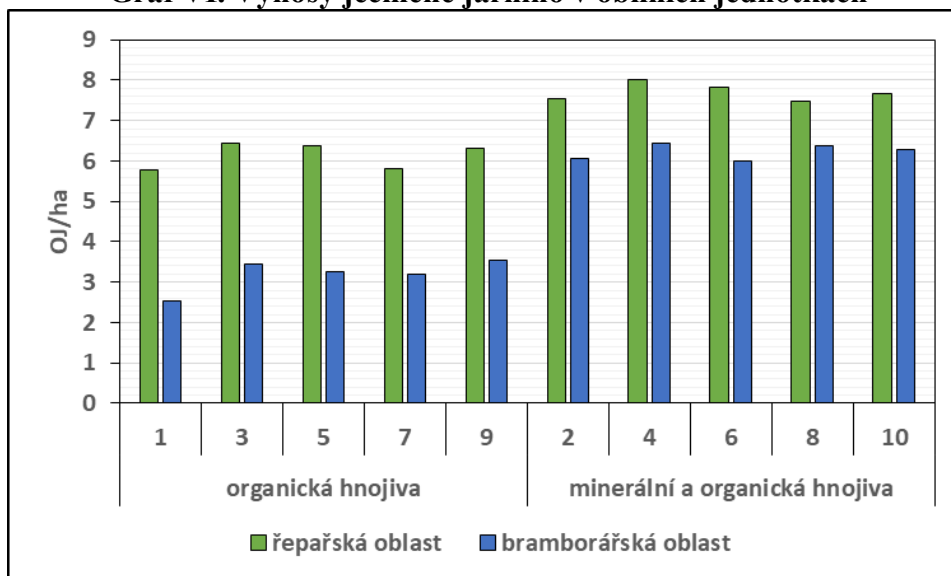
<i>produkt</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
zrno (<i>t.ha⁻¹</i>)	2,23	3,02	2,56	2,42	2,62	5,31	5,69	5,29	5,64	5,55
%	100	135,4	123,7	116,9	126,6	238,1	255,2	237,2	252,9	248,9
%						100	107,2	99,6	106,2	104,5
sláma (<i>t.ha⁻¹</i>)	2,07	2,83	2,56	2,42	2,62	4,94	4,91	4,74	4,86	4,92
%	100	136,7	123,7	116,9	126,6	238,6	237,2	229,0	234,8	237,7
%						100	99,4	96,0	98,4	99,6
ječmen (<i>OJ.ha⁻¹</i>)	2,54	3,45	3,27	3,18	3,55	6,05	6,43	6,00	6,37	6,29
%	100	135,8	128,7	125,2	139,8	238,2	253,1	236,2	250,8	247,6
%						100	105,8	99,2	105,3	104,0

V bramborářské výrobní oblasti bylo ovlivnění výnosů všemi druhy organických hnojiv pozitivní, nejlépe se uplatnil chlévský hnůj a kombinace ZH se zaorávkou slámy. Rovněž v kombinaci s minerálním hnojením byly všechny použité organické materiály srovnatelné nebo účinnější než samotné minerální hnojení.

Z grafu VI je patrný výrazný výnosový rozdíl mezi oblastmi při samotném organickém hnojení a značné srovnání výnosů při použití minerálního hnojení.



Graf VI. Výnosy ječmene jarního v obilních jednotkách



Upravené kaly použité samostatně i v kombinaci s minerálním hnojením ovlivnily výnos podobně jako ostatní organické materiály a jsou jim přibližně rovnocenné.

Tabulka 22. Výnos ječmene jarního – stanoviště s kaly

produkt	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
zrno ($t \cdot ha^{-1}$)	1,32	1,82	3,12	3,09	2,9	2,45	3,53	4,45	3,96	4,33	4,37	4,04
%	100	137,9	236,4	234,1	219,7	185,6	267,4	337,1	300,0	328,0	331,1	306,1
%							100	126,1	112,2	122,7	123,8	114,4
sláma ($t \cdot ha^{-1}$)	2,38	3,75	3,12	3,09	2,90	2,87	5,11	5,71	5,07	5,08	5,07	4,95
%	100	157,6	131,1	129,8	121,8	120,6	214,7	239,9	213,0	213,4	213,0	208,0
%							100	111,7	99,2	99,4	99,2	96,9
ječmen (OJ.ha^{-1})	1,67	2,38	2,55	2,67	2,56	2,87	4,29	5,30	4,72	5,09	5,13	4,8
%	100	142,5	152,7	159,9	153,3	171,9	256,9	317,4	282,6	304,8	307,2	287,4
%							100	123,5	110,0	118,6	119,6	111,9

Pro zobecnění a shrnutí zjištěných údajů byly roční průměrné výnosy jednotlivých plodin v obilních jednotkách sečteny za hodnocený osevní sled, tj. období 2011 až 2016. Tato průměrná roční výrobnost osevního sledu pro řepařskou a bramborářskou oblast je uvedena v tabulkách 23 a 24.

Průměrná roční výrobnost osevního sledu v obilních jednotkách v řepařské výrobní oblasti při samotném organickém hnojení se pohybovala přibližně v rozpětí 8,5 až 9,6 $t \cdot ha^{-1}$. V kombinaci s minerálním hnojením v rozpětí cca 11,1 až 11,7 $t \cdot ha^{-1}$, to je zvýšení přibližně o 20 až 30 %. Při samotném organickém hnojení se nejhůře uplatnilo zelené hnojení, které jen mírně překročilo výnos nehnojené kombinace. Ostatní organická hnojiva (hnůj, sláma, zelené hnojení + sláma) poskytla výnosy prakticky rovnocenné. V kombinaci s minerálním hnojením se zlepšilo umístění zeleného hnojení, které se přiblížilo úrovni ostatních hnojiv. Při vzájemném porovnání kombinací s minerálním + organickým hnojením k samotnému minerálnímu je patrný malý nárůst výnosů způsobený organickými hnojivy.

Tabulka 23. Průměrná roční výrobnost osevního sledu v OJ.ha⁻¹ – řepařská oblast

rok a plodina	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
2011 cukrovka	19,64	21,51	21,99	20,97	23,62	25,43	24,98	26,78	27,50	28,00
2012 ječmen jarní	3,37	3,96	3,73	3,11	3,30	4,33	4,39	4,33	3,83	4,08
2013 hrách	5,92	6,23	6,25	6,25	6,57	6,23	6,04	6,38	6,43	7,36
2014 řepka ozimá	9,03	10,36	9,89	8,54	9,24	11,21	11,56	11,23	11,40	11,72
2015 pšenice ozimá	7,48	8,97	9,14	7,33	8,81	11,61	11,42	11,74	11,50	11,61
2016 ječmen jarní	5,78	6,45	6,37	5,80	6,31	7,54	8,01	7,82	7,48	7,66
roční průměr	8,54	9,58	9,56	8,67	9,64	11,06	11,07	11,38	11,36	11,74
%	100	112,2	111,9	101,5	112,9	129,5	129,6	133,3	133,0	137,5
%						100	100,1	102,9	102,8	106,1

V bramborářské výrobní oblasti byla průměrná roční výrobnost osevního sledu podstatně nižší než v řepařské oblasti. Je to dáno nejen méně příznivými půdními a klimatickými podmínkami, ale částečně i rozdílnými okopaninami (cukrovka, brambory), u kterých je, zvláště při přepočtu na obilní jednotky, značný rozdíl ve výnosech. Průměrná roční výrobnost osevního sledu se při samotném organickém hnojení pohybovala v rozpětí 4,8 až 6,4 t.ha⁻¹, v kombinaci s minerálním hnojením 8,35 až 8,64 t.ha⁻¹. Minerální hnojení zvýšilo výrobnost přibližně o 50 až 60%. Z organických hnojiv byl nejučinnější chlévský hnůj, nejméně účinné bylo zelené hnojení, ale dosáhlo relativně lepšího výsledku než v řepařské oblasti. Minerální hnojení vliv organických hnojiv srovnalo na přibližně stejnou výnosovou úroveň. Pozitivní vliv organického hnojení při společné aplikaci s minerálním hnojením je ve výnosech patrný.

Tabulka 24. Průměrná roční výrobnost osevního sledu v OJ.ha⁻¹ – bramborářská oblast

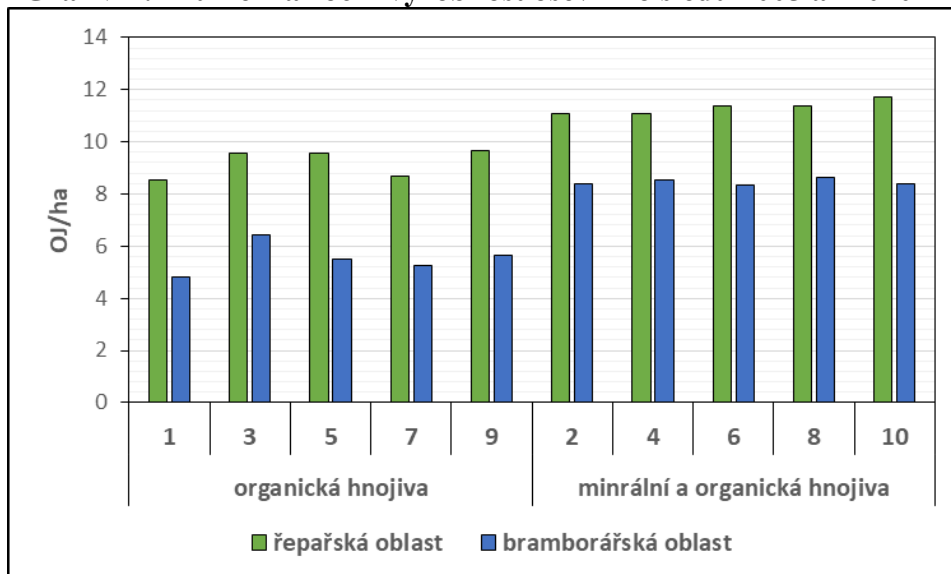
rok a plodina	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
2011 brambory	9,00	12,10	9,40	8,90	9,80	15,60	15,20	14,10	14,60	13,80
2012 ječmen jarní	4,30	5,50	4,76	4,61	4,86	6,27	6,27	6,52	6,75	6,56
2013 hrách	3,57	4,17	3,94	3,92	3,97	4,48	5,02	4,82	4,97	4,80
2014 řepka ozimá	5,36	7,55	6,50	5,75	6,33	8,80	9,11	8,95	9,38	9,23
2015 pšenice ozimá	4,01	5,66	5,09	5,08	5,31	9,07	9,27	9,71	9,75	9,80
2016 ječmen jarní	2,54	3,45	3,27	3,18	3,55	6,05	6,43	6,00	6,37	6,29
roční průměr	4,80	6,41	5,49	5,24	5,64	8,38	8,55	8,35	8,64	8,41
%	100	133,5	114,4	109,2	117,5	174,6	178,1	174,0	180,0	175,2
%						100	102,0	99,6	103,1	100,4

Vzhledem k rozdílnosti použité okopaniny jsou dále uvedeny dva grafy. První (graf VII) znázorňuje rozdíly v absolutní výrobnosti mezi oběma výrobními oblastmi, druhý (graf VIII) relativní srovnání účinnosti jednotlivých druhů zkoušených hnojiv.

Z grafu VII je jednoznačně patrná výrazně vyšší průměrná výrobnost stanovišť v řepařské oblasti, u samotných organických hnojiv je ve většině případů téměř dvojnásobná. Hodnoty mezi oblastmi jsou velmi rozdílné, ale mají velmi podobný trend. Minerální hnojení podpořilo účinnost organických hnojiv a tím výnosové výsledky značně srovnalo.

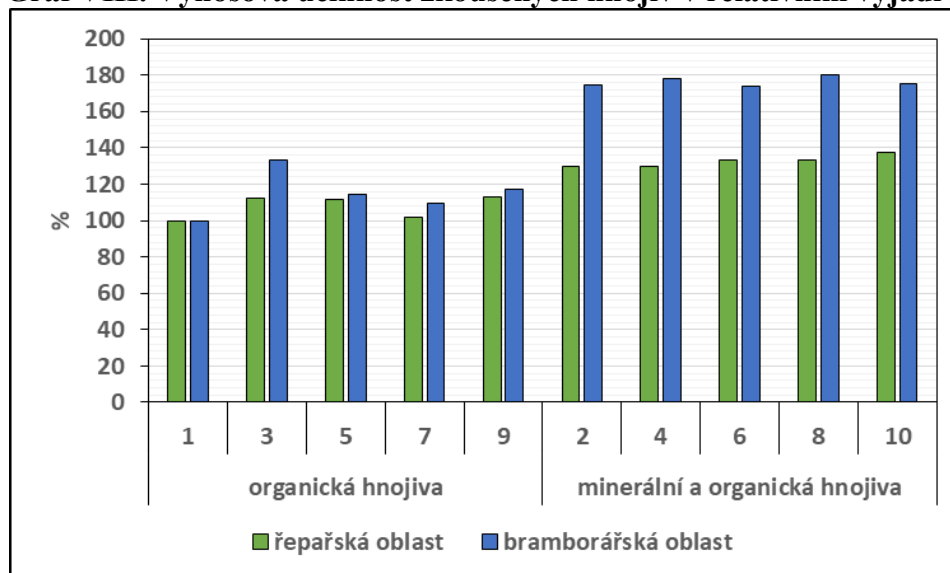


Graf VII. Průměrná roční výrobnost osevního sledu 2005 až 2010



Graf VIII porovnává vliv jednotlivých druhů hnojiv na dosaženou výrobnost relativně. U skupiny pouze organických hnojiv je v bramborářské oblasti patrná vyšší účinnost hnoje (+20%) a zeleného hnojení (+8%). Účinnost minerálního hnojení v této oblasti je značně vyšší než v oblasti řepařské, přibližně o 38 až 48%.

Graf VIII. Výnosová účinnost zkoušených hnojiv v relativním vyjádření



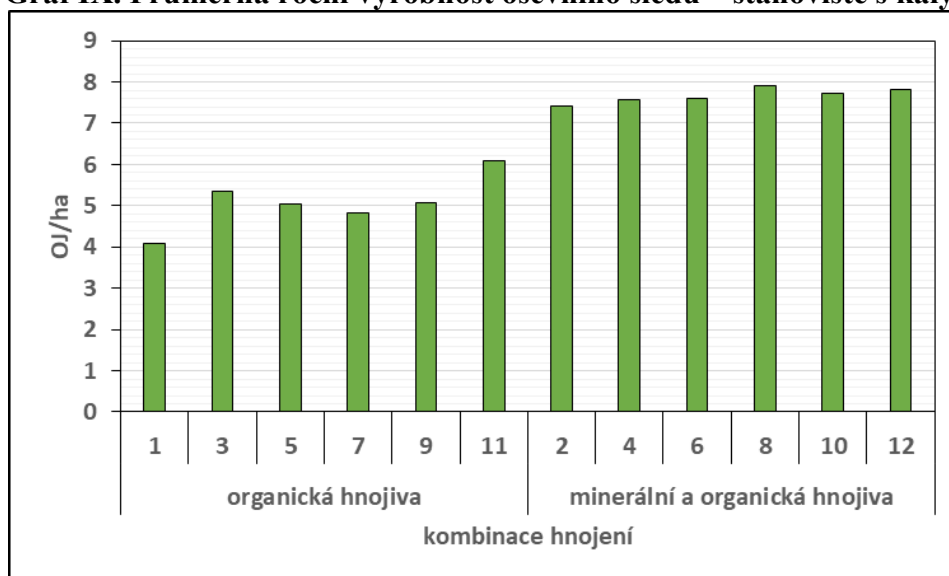
Kombinace hnojení upravenými kaly z ČOV jsou pouze na dvou stanovištích v bramborářské oblasti. Průměrná roční výrobnost osevního sledu z těchto tří stanovišť je uvedena v tabulce 25 a grafu IX.

Tabulka 25. Průměrná roční výrobnost osevního sledu v OJ.ha⁻¹ – stanoviště s kaly

rok a plodina	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2011 brambory	8,60	10,32	9,02	8,87	9,41	12,15	14,77	13,81	13,78	14,08	13,62	14,75
2012 ječmen jarní	3,45	4,92	4,33	4,24	4,57	5,03	5,51	5,77	6,29	6,65	6,36	5,94
2013 hrách	3,86	4,22	4,59	4,57	4,26	5,76	4,91	4,97	4,88	5,11	4,92	5,95
2014 řepka ozimá	3,97	6,06	5,82	5,05	5,72	6,66	7,01	7,74	7,42	7,96	7,68	8,20
2015 pšenice oz.	3,06	4,23	3,92	3,59	3,98	4,04	8,07	7,78	8,45	8,53	8,62	7,33
2016 ječmen jarní	1,67	2,38	2,55	2,67	2,56	2,87	4,29	5,30	4,72	5,09	5,13	4,80
roční průměr	4,10	5,36	5,04	4,83	5,08	6,09	7,43	7,56	7,59	7,90	7,72	7,83
%	100	130,7	122,9	117,8	123,9	148,5	181,2	184,4	185,1	192,7	188,3	191,0
%							100	101,7	102,2	106,3	103,9	105,4

Na základě průměrné výrobnosti dvou hodnocených stanovišť je možno konstatovat, že upravené kaly se svou účinností vyrovnaly chlévskému hnoji, kombinace se slámou a zeleným hnojením vykazaly opět podstatně nižší účinnost. V kombinaci s minerálním hnojením se výrobnost významně zvýšila a jednotlivé varianty se podstatněji nelišily.

Graf IX. Průměrná roční výrobnost osevního sledu – stanoviště s kaly



4.3. Hodnocení technologických vlastností produktů

U cukrovky se stanovovala cukernatost, výnos rafinády, obsah draslíku (K) a sodíku (Na) v řepné kaši a amidického dusíku. Rozbory brambor zahrnovaly obsah škrobu a obsah nitrátů v hlízách. U ječmene, pšenice a hrachu se stanovovala vlhkost zrna ihned po sklizni, hmotnost tisíce semen a obsah dusíkatých látek, u řepky pouze vlhkost a HTS. Hodnoceny jsou průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných parametrů podle výrobních oblastí.

**Rok 2011: 1. rok 4. osevní postup - cukrovka/brambory**

V roce 2011 byla pěstovanou plodinou v ŘVO cukrovka, v BVO brambory. Sledované technologické vlastnosti jsou uvedeny v tabulkách 26, 27.

Tabulka 26. Technologické vlastnosti bulev cukrovky v ŘVO

stanovení	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
cukernatost (%)	19,26	19,37	19,14	19,58	19,41	19,04	19,26	18,93	19,06	18,66
K (mmol/100)	3,18	3,36	3,18	3,39	3,41	3,31	3,56	3,16	3,79	3,50
Na (mmol/100)	0,34	0,37	0,42	0,38	0,37	0,37	0,41	0,47	0,47	0,69
amidický N (mmol/100 g)	0,76	0,90	0,92	0,79	0,84	1,28	1,23	1,23	1,54	1,33
výtěžnost rafinády (%)	17,69	17,72	17,53	17,93	17,74	17,36	17,49	17,28	17,16	16,81

Zhodnocení vlivu hnojení na sledované technologické vlastnosti cukrovky je obtížné, výsledky jsou poměrně rozkolísané. V průměru řepařské oblasti se cukernatost pohybovala v úzkém rozmezí od 18,66-19,58 %, varianta pouze se zel. hnojením dosáhla nejvyšší cukernatosti. Obsah K v řepné kaši dosáhl nejvyšších hodnot po zaorávce ZH + MH (varianta 8). Stejně tomu bylo i v případě amidického N. Výtěžnost rafinády po aplikaci organických hnojiv i spolu s minerálními poklesla pod úroveň kontroly, pouze varianty 3, 7 a 9 ji překročily o 0,03 – 0,24 %.

Tabulka 27. Technologické vlastnosti hlíz brambor v BVO

stanovení	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
NaNO ₃ mg.kg ⁻¹	102,1	158,1	185,6	156,6	162,4	178,5	178,3	193,6	150,1	199,4	128,4	345,5
škrob %	14,7	14,3	14,5	15,1	38,6	14,3	14,6	42,3	34,4	43,4	30,3	13,7

Obsah nitrátů v čerstvých bramborách se pohyboval v rozmezí 102,1-345,5 mg.kg⁻¹. Pro brambory je vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č.53/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů stanoveno nejvyšší přípustné množství 300 mg.kg⁻¹ N-NO₃⁻. Z výsledků je patrné, že k překročení obsahu nitrátů došlo u varianty 12 kal ČOV. Varianty hnojené výhradně organicky chlévským hnojem (2), ZH (7), ZH+ SL (9) dosáhly polovinu povoleného limitu.

Obsah škrobu byl stanoven v rozmezí 13,7 - 43,4 %, přičemž limitní hodnotu 18 %, kterou požaduje zpracovatelský průmysl překročily převážně minerálně hnojené kombinace.

Rok 2012: 2. rok 4. osevní postup - ječmen jarní

V roce 2012 byl v obou výrobních oblastech pěstován ječmen jarní a z technologických vlastností byla stanovena vlhkost zrna po sklizni, hmotnost tisíce semen a dusíkaté látky (tab. 28 a 29).

Tabulka 28. Technologické vlastnosti ječmene jarního v ŘVO

stanovení	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
vlhkost (%)	12,3	12,1	12,0	12,1	12,0	12,3	12,0	12,2	12,3	12,0
HTS (g)	46,26	45,00	45,57	45,90	44,87	42,62	42,49	43,03	42,88	41,97
N látky (%)	11,4	11,9	11,9	12,0	12,7	15,0	14,2	14,7	15,1	14,8



Vlhkost zrna při sklizni byla na většině stanovišť v bramborářské oblasti mírně vyšší než v oblasti řepařské. Rozdíly mezi variantami hnojení byly většinou velmi nízké.

Výsledky HTS se podle oblastí liší. Na stanovištích v řepařské oblasti jsou hodnoty jednoznačně vyšší na lichých variantách, kde byla aplikována samotná organická hnojiva. Přídavek minerálních hnojiv HTS výrazně snížil. V bramborářské oblasti jsou rozdíly mezi variantami minimální, minerální hnojení se na HTS neprojevovalo.

Obsah dusíkatých látek v zrně v bramborářské oblasti byl nižší než na stanovištích řepařských. Různé druhy organického hnojení obsah N látek neovlivnily, zvýšení působilo jednoznačně minerální hnojení, tedy dusík aplikovaný na sudých variantách.

Tabulka 29. Technologické vlastnosti ječmene jarního v BVO

stanovení	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	13,7	13,8	13,7	13,6	13,6	13,8	13,8	13,6	13,5	13,6	13,5	13,7
HTS (g)	47,59	48,47	48,11	48,19	48,89	49,64	47,72	48,26	48,54	48,33	49,03	50,05
N látky (%)	9,5	10,2	9,9	9,5	9,8	9,9	12,9	11,9	12,3	12,2	12,3	11,0

Rok 2013: 3. rok 4. osevní postup – hrách

U hrachu byla v roce 2013 sledována vlhkost semene ihned po sklizni, stanovení hmotnosti tisíce semen a dusíkaté látky (tab. 30 a 31).

Tabulka 30. Technologické vlastnosti hrachu v ŘVO

stanovení	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
vlhkost (%)	11,9	11,9	11,7	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,7	11,8
HTS (g)	240	234	232	228	235	229	227	215	226	220
N látky (%)	22,7	22,6	22,8	22,7	22,9	22,9	22,8	22,7	22,9	23,1

Vlhkost zrna při sklizni byla na všech stanovištích v řepařské oblasti cca o 1-2 % nižší než v bramborářské. Rozdíly mezi variantami hnojení v ŘVO byly nepatrné. V BVO byly rozdíly mezi nejnížší a nejvyšší vlhkostí (varianta 7 a 2) 1,3 %.

Výsledky HTS se podle oblastí liší. Na stanovištích v ŘVO i BVO jsou hodnoty jednoznačně vyšší na lichých variantách, kde byla aplikována samotná organická hnojiva. Přídavek minerálních hnojiv HTS výrazně snížil.

Tabulka 31. Technologické vlastnosti hrachu v BVO

stanovení	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
vlhkost (%)	14,4	13,8	14,0	13,3	13,6	14,6	14,0	13,5	14,1	13,6
HTS (g)	211	207	205	204	204	201	209	209	206	209
N látky (%)	19,1	19,2	19,7	19,7	19,4	19,3	19,7	19,5	19,5	19,8

Pozn: Pokus byl na ZS Hradec nad Svitavou poškozen lesní zvěří a z tohoto důvodu nebyly technologické vlastnosti u hrachu na variantách s kaly ČOV hodnoceny.

Obsah dusíkatých látek v zrně v ŘVO byl o 3 % vyšší než na stanovištích v BVO. Různé druhy organického hnojení obsah N látek neovlivnily, zvýšení způsobilo jednoznačně minerální hnojení, tedy dusík aplikovaný na sudých variantách. Nejvyšší obsah N látek byl v ŘVO i BVO na variantě 10 (ZH + sláma + MH).

**Rok 2014: 4. rok 4. osevní postup – řepka ozimá**

U řepky byla v roce 2014 sledována vlhkost semena při sklizni a hmotnost tisíce semen (HTS), zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 32 a 33.

Tabulka 32. Technologické parametry řepky ozimé v ŘVO

<i>stanovení</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
vlhkost (%)	8,4	7,9	7,9	7,8	7,8	9,0	8,4	8,4	8,3	8,3
HTS (g)	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	5,1	4,8	4,8	4,8

Průměrná vlhkost semena při sklizni byla na stanovištích v řepařské oblasti cca o 1,5 % nižší než v bramborářské. Rozdíly mezi variantami hnojení v ŘVO i v BVO byly nepatrné (do cca 1%). Nejvyšší vlhkost byla naměřena u variant 11 a 12.

Ani výsledky HTS nejsou jednoznačné a rozdíly jsou nepatrné. Na stanovištích v ŘVO i BVO jsou hodnoty spíše vyšší na lichých variantách, kde byla aplikována samotná organická hnojiva. Přídavek minerálních hnojiv HTS snížil (zejména v BVO).

Tabulka 33. Technologické parametry řepky ozimé v BVO

<i>stanovení</i>	<i>kombinace hnojení</i>											
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>12</i>
vlhkost (%)	9,0	8,9	9,0	7,8	8,8	10,1	9,3	9,5	9,1	9,2	9,1	11,8
HTS (g)	5,9	5,5	5,6	5,0	5,6	5,8	5,4	5,5	5,3	5,3	5,3	5,6

Rok 2015: 5. rok 4. osevní postup – pšenice ozimá

U pšenice ozimé byla sledována vlhkost zrna při sklizni, hmotnost tisíce semen (HTS) a stanovení N látek (dopočetem dle koeficientu). Hodnoty HTS jsou uvedeny při sklizňové vlhkosti (tab. 34 a 35).

Tabulka 34. Technologické vlastnosti pšenice ozimé v ŘVO

<i>stanovení</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
vlhkost (%)	8,6	8,5	8,5	8,8	9,0	8,6	8,4	8,6	8,7	8,4
HTS (g)	46,8	47,6	48,1	47,3	46,9	40,9	41,2	41,6	41,0	41,2
N látky (%)	7,0	7,7	7,5	7,1	7,6	11,1	10,5	10,9	11,2	10,9

Rozdíly ve sklizňových vlhkostech jsou nevýznamné a nedá se většinou vysledovat vliv použitého hnojení.

Výsledky HTS ukazují, že liché varianty s čistě organickým hnojením dosahují vyšší hodnoty HTS. Přídavek minerálních hnojiv HTS snížil.

Obsah N-látek je nejproměnlivějším technologickým parametrem a jasně ukazuje, že sudé, tedy minerálně hnojené varianty vykazují cca o 30% vyšší obsah N-látek než varianty s čistě organickým hnojením. Dá se proto říci, že použití minerálních hnojiv zvyšuje obsah N-látek v znu pšenice ozimé.

**Tabulka 35. Technologické vlastnosti pšenice ozimé v BVO**

stanovení	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	14,7	14,6	14,5	14,4	14,3	15,4	14,3	14,3	14,3	14,2	14,2	15,1
HTS (g)	47,9	49,4	48,8	48,4	48,1	48,5	46,5	41,4	48,4	46,0	46,3	49,7
N látky (%)	7,9	7,9	7,6	7,5	7,6	8,1	9,7	9,1	9,9	9,7	9,4	8,0

Podobně jako v řepařské oblasti i zde je zřejmé, že rozdíly ve sklizňových vlhkostech jsou nepatrné a poměrně nevýznamné. Vyšší vlhkost je na čistě organicky hnojených variantách.

V souladu s řepařskou oblastí, bylo zaznamenána nepatrně vyšší HTS u lichých variant s organickým hnojením.

I v této oblasti jsou viditelné rozdíly v obsahu N-látek a také sudé minerálně hnojené varianty dosáhly vyšší obsah N-látek cca o 30%.

Rok 2016: 6. rok 4. osevní postup – ječmen jarní

U ječmene jarního byla v roce 2016 sledována vlhkost zrna při sklizni, hmotnost tisíce semen (HTS) a stanovení N látek (dopočetem dle koeficientu). Hodnoty HTS jsou uvedeny při sklizňové vlhkosti (tabulky 36 a 37).

Tabulka 36. Technologické vlastnosti ječmene jarního v ŘVO

stanovení	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
vlhkost (%)	14,1	13,8	13,9	14,3	14,2	15,0	14,3	14,8	14,1	14,5
HTS (g)	45,7	45,7	45,6	43,7	40,8	44,0	42,2	43,1	43,2	43,4
N látky (%)	8,4	8,7	9,0	8,9	9,3	12,1	12,3	12,6	12,9	12,7

Rozdíly ve sklizňových vlhkostech jsou nevýznamné a nedá se většinou vysledovat vliv použitého hnojení. Výsledky HTS ukazují, že většina lichých variant s čistě organickým hnojením dosahuje vyšší hodnoty HTS. Přídavek minerálních hnojiv HTS snížil.

Obsah N-látek je nejproměnlivějším technologickým parametrem a jasně ukazuje, že sudé, tedy minerálně hnojené varianty vykazují cca o 30 - 50% vyšší obsah N-látek než varianty s čistě organickým hnojením. Dá se proto říci, že použití minerálních hnojiv lehce zvyšuje obsah N-látek v zrna ječmene jarního.

Tabulka 37. Technologické vlastnosti ječmene jarního v BVO

stanovení	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	14,8	14,9	14,8	14,6	14,8	15,2	14,9	14,8	14,6	14,7	14,6	14,7
HTS (g)	41,4	42,9	42,8	43,0	43,0	43,5	45,8	45,2	44,7	46,1	45,8	47,6
N látky (%)	9,0	9,2	9,3	8,9	9,1	10,3	10,8	11,1	10,5	11,1	10,7	11,6

Podobně jako v řepařské oblasti je patrné, že rozdíly ve sklizňových vlhkostech jsou minimální a poměrně nevýznamné.

V rozporu s řepařskou oblastí bylo zaznamenáno vyšší HTS u sudých variant s minerálním hnojením, organické hnojení HTS snížilo.

I v této oblasti jsou viditelné rozdíly v obsahu N-látek a také zde mají sudé, minerálně hnojené varianty, vyšší obsah N-látek cca o 30 - 40%.



4.4. Hodnocení agrochemických rozborů půd

4.4.1. Půdní reakce a obsah přístupných živin

Po sklizni každé pokusné plodiny byly odebírány půdní vzorky z každé varianty hnojení pro stanovení pH/CaCl₂ a obsahu přístupného P, K, Mg a Ca metodou Mehlich 3. V tabulkách 38 až 47 jsou uvedeny průměrné výsledky podle oblastí.

Tabulka 38. Půdní reakce (pH/CaCl₂) – řepařská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 cukrovka	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,7	6,6	6,8	6,7	6,6
2012 ječmen jarní	6,7	6,8	6,8	6,8	6,7	6,5	6,7	6,7	6,5	6,5
2013 hrách	6,7	6,8	6,9	6,8	6,7	6,6	6,7	6,8	6,6	6,5
2014 řepka ozimá	6,8	6,9	7,0	6,9	6,8	6,7	6,8	6,8	6,5	6,5
2015 pšenice oz.	6,8	6,9	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9
2016 ječmen jarní	6,8	6,9	6,9	6,8	6,9	6,6	6,8	6,8	6,7	6,8

Tabulka 39. Půdní reakce (pH/CaCl₂) –bramborářská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 brambory	6,3	6,3	6,2	6,2	6,3	5,9	6,2	6,1	6,1	6,0
2012 ječmen jarní	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4	6,0	6,2	6,1	6,0	6,1
2013 hrách	6,4	6,3	6,3	6,4	6,3	6,1	6,3	6,2	6,1	6,3
2014 řepka ozimá	6,4	6,5	6,4	6,4	6,5	6,2	6,4	6,3	6,2	6,5
2015 pšenice oz.	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,2	6,3	6,3	6,2	6,3
2016 ječmen jarní	6,3	6,4	6,3	6,3	6,3	6,1	6,2	6,1	6,0	6,2

Půdní reakce se v průběhu let výrazněji nezměnila, rozdíly jsou zanedbatelné, jednotlivé druhy hnojení hodnotu pH neovlivnily.

Tabulka 40. Obsah přístupného FOSFORU (mg.kg⁻¹) – řepařská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 cukrovka	77	88	85	75	72	89	101	93	81	75
2012 ječmen jarní	65	75	67	66	46	75	83	80	79	64
2013 hrách	62	83	70	74	59	79	94	88	82	68
2014 řepka ozimá	67	90	69	68	60	86	93	89	73	69
2015 pšenice oz.	55	70	68	74	57	72	49	63	51	67
2016 ječmen jarní	56	68	55	55	55	68	79	70	63	63

**Tabulka 41. Obsah přístupného FOSFORU (mg.kg⁻¹) – bramborářská oblast**

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 brambory	76	101	75	67	64	83	100	75	70	70
2012 ječmen jarní	69	93	63	58	58	69	83	64	63	64
2013 hrách	80	95	77	72	71	84	99	79	74	80
2014 řepka ozimá	72	98	68	62	59	75	97	72	62	65
2015 pšenice oz.	84	109	79	71	66	86	109	80	72	72
2016 ječmen jarní	87	110	94	83	78	100	118	86	82	95

Obsah přístupného fosforu se snížil v řepařské výrobní oblasti. Na chudších půdách v bramborářské výrobní oblasti došlo vlivem použitých hnojiv k jeho mírnému zvýšení.

Tabulka 42. Obsah přístupného DRASLÍKU (mg.kg⁻¹) – řepařská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 cukrovka	191	237	227	215	208	252	295	247	212	223
2012 ječmen jarní	164	217	194	176	181	236	219	224	210	213
2013 hrách	157	218	187	219	190	240	270	246	257	213
2014 řepka ozimá	201	298	206	208	214	281	296	253	250	241
2015 pšenice oz.	133	184	168	151	163	168	177	203	181	175
2016 ječmen jarní	151	187	165	151	163	201	218	213	205	213

Tabulka 43. Obsah přístupného DRASLÍKU (mg.kg⁻¹) – bramborářská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 brambory	137	189	136	117	130	155	183	149	150	154
2012 ječmen jarní	139	194	139	132	144	195	185	186	203	193
2013 hrách	146	168	144	141	145	206	212	184	190	181
2014 řepka ozimá	134	192	141	128	129	206	227	181	175	174
2015 pšenice oz.	154	212	163	145	142	193	215	181	174	172
2016 ječmen jarní	159	208	162	154	151	214	243	223	218	202

U draslíku v řepařské oblasti je patrný pokles obsahů na všech variantách, v bramborářské oblasti je trend rozdílný. Organické i minerální hnojení (i jejich společná aplikace) působí vzestup obsahů K.

Tabulka 44. Obsah přístupného HOŘČÍKU (mg.kg⁻¹) – řepařská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 cukrovka	185	194	190	172	179	193	189	187	176	178
2012 ječmen jarní	199	221	213	191	202	201	218	203	206	200
2013 hrách	187	208	188	178	183	192	198	191	182	181
2014 řepka ozimá	234	259	230	225	236	236	241	227	227	222
2015 pšenice oz.	190	201	196	183	191	187	202	190	187	197
2016 ječmen jarní	187	195	198	180	186	183	199	195	186	186

**Tabulka 45. Obsah přístupného HOŘČÍKU (mg.kg⁻¹) – bramborářská oblast**

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 brambory	161	179	164	153	151	155	172	156	145	144
2012 ječmen jarní	172	194	174	162	162	169	181	166	152	158
2013 hrách	147	160	154	148	145	140	158	146	134	142
2014 řepka ozimá	143	163	148	137	137	137	163	145	129	137
2015 pšenice oz.	166	189	173	170	167	162	189	170	161	162
2016 ječmen jarní	150	172	159	148	152	143	169	154	143	146

Obsah přístupného hořčíku v půdě se v obou výrobních oblastech drží na srovnatelné hladině jako na začátku osevního sledu (v ŘVO mírně vzrostl, v BVO mírně poklesl).

Tabulka 46. Obsah přístupného VÁPŇÍKU (mg.kg⁻¹) – řepařská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 cukrovka	3228	3133	3255	3333	3128	3188	3100	3240	3248	2993
2012 ječmen jarní	3115	3290	3183	3280	3225	3083	3190	3178	3145	3093
2013 hrách	3288	3375	3320	3285	3298	3235	3220	3290	3160	3080
2014 řepka ozimá	3108	3268	3240	3420	3158	3038	3170	3203	3065	2873
2015 pšenice oz.	3247	3273	3727	3827	3577	3160	3487	3723	3673	3350
2016 ječmen jarní	2831	2878	2900	2895	2877	2669	2797	2857	2770	2732

Tabulka 47. Obsah přístupného VÁPŇÍKU (mg.kg⁻¹) – bramborářská oblast

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>									
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
2011 brambory	1851	1871	1846	1834	1857	1723	1823	1786	1829	1746
2012 ječmen jarní	1909	1921	1914	1867	1956	1793	1893	1837	1791	1831
2013 hrách	2087	2053	2021	2053	2100	1896	2014	1950	1971	1947
2014 řepka ozimá	2103	2117	2093	2103	2127	1920	2044	2051	1964	2107
2015 pšenice oz.	2131	2169	2089	2224	2160	2047	2180	2090	2081	2250
2016 ječmen jarní	1836	1896	1850	1883	1870	1745	1855	1750	1758	1824

Obsah přístupného vápníku v řepařské výrobní oblasti na všech variantách během šestiletého sledování postupně klesá, v bramborářské oblasti silně kolísá, ale spíše vzrůstá. V tabulkách 48 až 52 jsou uvedeny průměrné hodnoty půdní reakce a přístupných živin ze dvou sledovaných bramborářských stanovišť, kde byly aplikovány upravené kaly z ČOV.

Tabulka 48. Půdní reakce (pH/CaCl₂) – stanoviště s kaly

<i>plodina</i>	<i>kombinace hnojení</i>											
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>12</i>
2011 brambory	6,5	6,4	6,2	6,2	6,4	6,2	6,0	6,2	6,0	6,2	6,1	6,1
2012 ječmen jarní	6,5	6,4	6,5	6,3	6,5	6,4	6,2	6,3	6,1	6,2	6,1	6,2
2013 hrách	6,6	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4	6,3	6,4
2014 řepka ozimá	6,6	6,5	6,4	6,5	6,5	6,4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,5	6,3
2015 pšenice oz.	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,4	6,5	6,3	6,2	6,7	6,5
2016 ječmen jarní	6,5	6,4	6,4	6,5	6,4	6,4	6,3	6,3	6,2	6,1	6,3	6,5



Půdní reakce na kombinacích s kaly je obdobná ostatním organickým materiálům v kombinaci s MH se půdní reakce zvýšila.

Tabulka 49. Obsah přístupného FOSFORU (mg.kg^{-1}) – stanoviště s kaly

plodina	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2011 brambory	102	122	78	73	65	96	114	109	81	65	73	101
2012 ječmen jarní	100	111	77	69	66	92	90	96	79	68	73	87
2013 hrách	111	122	90	83	81	107	114	98	90	79	99	126
2014 řepka ozimá	110	129	84	74	71	111	113	119	99	76	81	113
2015 pšenice oz.	112	123	90	81	73	91	115	112	87	79	74	90
2016 ječmen jarní	105	118	94	80	107	137	108	122	109	100	145	132

Kombinace s kaly vykazují vyšší obsah přístupného fosforu v půdě než ostatní organická hnojiva.

Tabulka 50. Obsah přístupného DRASLÍKU (mg.kg^{-1}) – stanoviště s kaly

plodina	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2011 brambory	122	199	130	118	114	111	142	173	135	127	136	133
2012 ječmen jarní	117	169	126	120	117	126	158	162	153	157	157	144
2013 hrách	127	165	139	129	138	151	219	176	164	151	152	178
2014 řepka ozimá	123	176	123	110	116	123	175	179	162	161	154	149
2015 pšenice oz.	144	190	155	141	139	136	173	186	162	155	153	162
2016 ječmen jarní	130	192	139	128	125	131	187	201	199	187	163	178

U draslíku byla zjištěna nejvyšší hodnota v půdě při použití chlévského hnoje. Kaly bez minerálního hnojení mají obsah K v půdě srovnatelný s ostatními organickými hnojivy, v kombinaci s minerálním hnojením je obsah srovnatelný s ostatními variantami s MH.

Obsah přístupného vápníku a hořčíku je na stanovištích s kaly z ČOV na srovnatelné úrovni s ostatními variantami hnojení a to jak organickými, tak i minerálními i jejich kombinace.

Tabulka 51. Obsah přístupného HOŘČÍKU (mg.kg^{-1}) – stanoviště s kaly

plodina	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2011 brambory	85	106	87	90	90	94	83	94	85	87	86	86
2012 ječmen jarní	88	121	97	97	99	105	91	103	95	92	101	99
2013 hrách	66	83	75	73	77	75	73	75	75	69	74	74
2014 řepka ozimá	83	101	84	81	86	86	79	97	84	81	84	82
2015 pšenice oz.	92	107	92	99	104	104	91	103	99	103	106	105
2016 ječmen jarní	72	99	81	78	80	82	73	96	85	84	85	79

**Tabulka 52. Obsah přístupného VÁPNIKU ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – stanoviště s kaly**

plodina	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2011 brambory	1805	1790	1775	1775	1935	1865	1585	1675	1655	1890	1705	1790
2012 ječmen jarní	1880	1825	1820	1800	1990	2095	1695	1760	1695	1700	1785	1815
2013 hrách	2185	2180	2010	2075	2120	2005	1910	1935	1915	2020	1940	2040
2014 řepka ozimá	2130	1695	2080	1890	1965	1935	2135	1890	2135	2140	2050	1960
2015 pšenice oz.	2030	2090	1975	2150	2205	2230	1955	2145	1940	1955	2330	2260
2016 ječmen jarní	1778	1848	1703	1910	1879	1923	1638	1731	1652	1702	1907	1754

4.5.2. Sorpční vlastnosti půdy, obsah Cox, obsah celkového N a obsah těžkých kovů

Mimo základních agrochemických vlastností půdy stanovovaných po sklizni v každém pokusném roce byly při ukončení celého osevního sledu sledovány další půdní vlastnosti, u nichž se dají předpokládat změny za delší časové období. Jsou to sorpční vlastnosti, N celkový, Cox a vybrané těžké kovy - As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn a Hg. Z tabulek 54 až 64 je možno porovnat změny hodnot zjištěných na konci předešlých osevních sledů (1. 1994-1999; 2. 2000-2004; 3. 2005-2010 a současného 4. osevního sledu 2011-2008). Předkládané výsledky nejsou zcela kompletní, což bylo mnohdy způsobeno nejednotným přístupem k analýzám vzorků.

Sorpční vlastnosti půdy – hodnoty S, T, V. Z hlediska sledování půdní úrodnosti je rozhodující hodnota "V" (stupeň nasycení sorpčního komplexu bázemi), která se vypočítává jako relativní hodnota vyjádřená v % ze dvou hodnot ("S" – obsah výměnných bází a "T" – maximální sorpční kapacita). Čím vyšší je toto číslo, tím vyšší je nasycenost sorpčního komplexu.

Tabulka 53. Stupeň sorpčního nasycení (Jandák a kol., 2007)

Nasycenost půdy	(%)
Plně nasycená	90 – 100
Nasycená	75 – 90
Slabě nasycená	50 – 75
Nenasycená	30 – 50
Extrémně nenasycená	Pod 30

V řepařské výrobní oblasti, na půdách s vysokou přirozenou úrodností, je nasycení sorpčního komplexu vyšší.

Dostupné výsledky z předchozích osevních sledů jsou:

Tabulka 54. Sorpční vlastnosti, N_{tot} , C_{ox} – Lednice – řepařská (kukuřičná) oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	1.	220	220	224	230	225	220	228	222	228	228
	2.	229	222	228	231	231	228	232	230	229	237
	3.	201	173	162	181	187	190	176	184	177	148
	4.	244	182	183	198	200	184	184	181	175	180



"T"	1.	220	225	224	230	230	220	230	222	230	230
	2.	234	230	233	231	231	233	239	230	229	237
	3.	207	205	193	207	204	206	198	213	205	210
	4.	246	194	193	207	216	250	197	194	200	205
"V" %	1.	100,0	97,8	100,0	100,0	97,9	100,0	98,9	100,0	98,9	98,9
	2.	97,9	96,7	97,9	100,0	100,0	97,9	96,9	100,0	100,0	100,0
	3.	96,2	84,9	83,8	86,4	91,8	90,8	87,7	87,6	83,9	70,4
	4.	99,2	93,8	94,8	95,7	92,6	73,6	93,4	93,3	87,5	87,8
N celk.	1.	0,14	0,15	0,14	0,12	0,15	0,14	0,10	0,15	0,15	0,12
	2.	0,12	0,11	0,13	0,12	0,15	0,13	0,13	0,11	0,14	0,15
	3.	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	0,18	<0,15	0,16	<0,15	0,15	<0,15
Cox	1.	1,33	1,40	1,33	1,32	1,46	1,39	1,36	1,33	1,38	1,42
	2.	1,20	1,29	1,33	1,26	1,32	1,22	1,41	1,33	1,30	1,45
	3.	1,25	1,36	1,40	1,38	1,37	1,29	1,42	1,40	1,37	1,42
	4.	1,53	1,59	1,56	1,61	1,66	1,53	1,57	1,62	1,64	1,66

Tabulka 55. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Pusté Jakartice – řepařská (kuk.) oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	1.	101	100	103	100	98	103	108	95	98	99
	2.	113	116	115	114	114	107	113	112	113	114
	3.	103	77	84	88	91	82	74	73	83	76
	4.	-	112	-	-	-	132	121	-	-	-
"T"	1.	124	120	128	120	120	123	128	120	120	120
	2.	131	135	133	132	132	128	132	131	133	132
	3.	119	125	123	123	124	118	128	121	123	125
	4.	145	135	130	142	145	140	138	142	145	147
"V" %	1.	81,7	83,2	80,2	83,2	81,9	83,6	84,2	78,9	81,9	82,3
	2.	86,6	86,2	86,8	86,7	86,7	83,4	85,9	85,8	84,9	86,7
	3.	86,4	61,3	68,6	71,5	73,7	69,1	57,8	60,3	67,6	60,8
	4.	-	83,0	-	-	-	94,3	87,7	-	-	-
N celk.	1.	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,09	0,10	0,04
	2.	0,10	0,12	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
	3.	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Cox	1.	0,98	1,00	0,99	0,96	1,00	0,98	0,97	1,00	0,96	0,99
	2.	0,87	0,94	0,94	0,96	0,88	0,88	0,95	0,95	0,92	0,93
	3.	1,02	1,05	1,03	0,98	1,06	1,02	1,09	1,03	1,01	1,05
	4.	0,89	0,89	0,89	0,80	0,92	0,86	0,89	0,86	0,79	0,89

Tabulka 56. Sorpční vlastnosti, N_{tot} , C_{ox} – Věrovany – řepařská (kukuřičná) oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	2.	190	188	202	200	192	183	200	207	204	193
	3.	131	136	140	141	144	127	157	149	154	155
	4.	188	177	194	182	70,9	182	191	183	207	69,4
"T"	2.	195	201	212	210	203	191	208	214	208	202
	3.	177	182	175	167	172	176	182	174	174	172
	4.	217	221	214	212	214	216	221	221	226	227
"V" %	2.	97,4	93,7	95,2	95,1	94,5	96,0	96,3	96,9	98,3	95,7
	3.	75,2	75,0	83,4	84,6	83,7	72,2	87,3	85,8	88,3	86,3
	4.	86,6	80,1	90,7	85,8	33,1	84,3	86,4	82,8	91,6	30,6
N celk.	2.	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14
	3.	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13
	4.(NIR)	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16
Cox	2.	1,22	1,26	1,16	1,14	1,23	1,22	1,22	1,14	1,15	1,18
	3.	1,24	1,27	1,28	1,26	1,23	1,32	1,31	1,30	1,29	1,26
	4.	1,30	1,32	1,26	1,15	1,16	1,34	1,29	1,23	1,14	1,11

Tabulka 57. Sorpční vlastnosti, N_{tot} , C_{ox} – Žatec – řepařská (kukuřičná) oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	1.	252	252	260	235	235	247	257	245	250	225
	2.	252	255	248	234	212	250	244	239	220	214
	3.	238	259	223	230	223	267	240	230	214	205
"T"	1.	280	270	270	260	260	270	270	263	260	250
	2.	270	270	263	249	240	273	266	254	249	243
	3.	271	275	254	260	257	287	266	255	256	246
"V" %	1.	90,0	93,3	96,3	90,4	90,4	91,5	95,2	93,2	96,2	90,0
	2.	93,4	94,4	94,2	93,9	88,4	91,6	91,8	94,0	88,4	88,1
	3.	87,7	94,1	87,8	88,4	86,9	93,0	90,0	90,2	83,6	83,4
Pokus ukončen v roce 2014											
N celk.	2.	0,16	0,15	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16	0,19	0,17
	3.	0,17	0,19	0,16	0,17	0,16	0,18	0,17	0,16	0,16	0,18
Cox	2.	1,63	1,83	1,92	1,69	1,65	1,78	1,9	1,83	1,68	1,77
	3.	1,76	1,92	1,89	1,80	1,87	1,93	1,87	1,83	1,91	1,78

Tabulka 58. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Horažďovice - bramborářská oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	1.	111	106	98	96	111	121	108	101	110	100
	3.	92	82	73	70	78	83	81	66	61	60
	4.	-	-	-	117	100	-	-	138	94,3	112
"T"	1.	140	133	130	125	140	150	140	133	138	133
	3.	114	107	107	98	102	110	112	102	103	110
	4.	133	132	134	132	135	126	134	138	136	143
"V" %	1.	79,1	79,9	75,7	76,6	79,1	80,5	77,4	76,2	79,9	75,5
	3.	81,0	76,1	68,0	71,0	75,9	75,1	71,9	65,3	59,7	54,5
	4.	-	-	-	88,6	74,1	-	-	100	69,3	78,3
N celk.	1.	12,9	10,5	17,3	9,0	11,5	9,8	8,9	8,5	9,9	14,4
	3.	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Cox	1.	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1
	3.	0,84	0,95	0,91	0,92	1,00	0,89	0,93	0,93	1,03	1,13
	4.	1,35	1,37	1,32	1,39	1,40	1,32	1,35	1,30	1,38	1,41

Tabulka 59. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Chrastava - bramborářská oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	2.	91	96	95	105	105	87	95	98	105	109
	3.	87	84	92	96	85	87	98	93	99	84
	4.	161	168	96	108	132	56	115	111	126	102
"T"	2.	129	141	143	143	150	137	143	146	148	152
	3.	127	132	129	127	123	124	136	137	126	124
	4.	161	168	155	149	156	115	162	160	154	157
"V" %	2.	70,9	67,9	66,6	73,7	69,9	63,4	66,6	67,3	71,2	72,0
	3.	68,6	64,0	71,6	75,3	68,5	70,7	71,8	67,6	78,6	67,9
	4.	100	100	61,9	72,5	84,6	48,7	71,0	69,4	81,8	65,0
N celk.	2.	0,10	0,12	0,12	0,11	0,10	0,13	0,13	0,11	0,12	0,10
	3.	0,10	0,11	0,13	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Cox	2.	0,92	1,16	1,16	1,06	1,10	1,07	1,18	1,18	1,08	1,17
	3.	0,96	1,17	1,17	1,06	1,09	1,10	1,27	1,20	1,12	1,08
	4.	1,08	1,12	1,10	1,02	1,02	0,99	1,09	1,08	1,05	10,80

Tabulka 60. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Jaroměřice n. Rok. – bramborář. oblast

stanovený parametr	kombinace hnojení										
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10	
"S"	1.	165	157	160	156	167	168	157	157	160	162
	2.	179	172	168	155	156	174	168	164	159	159
	3.	149	155	146	139	114	142	159	141	118	104
	4.	226	140	196	191	187	216	194	191	191	190
"T"	1.	210	200	200	195	200	210	200	200	198	200
	2.	204	197	193	183	186	203	197	194	188	187
	3.	185	184	188	175	171	183	191	183	170	173
	4.	244	181	229	222	222	236	232	230	221	224
"V" %	1.	78,3	78,6	79,8	79,8	83,6	80,0	78,6	78,6	80,9	81,1
	2.	87,7	87,3	87,0	84,9	83,8	85,9	85,5	84,5	84,8	85,2
	3.	80,1	84,7	79,1	80,2	66,7	78,7	84,6	77,9	68,6	61,5
	4.	92,6	77,3	85,6	86,0	84,2	91,5	83,6	83,0	86,4	84,8
N celk.	1.	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12
	2.	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,120	0,118	0,116
	3.	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Cox	1.	1,07	1,13	1,10	1,09	1,12	1,09	1,08	1,13	1,08	1,09
	2.	0,92	1,07	1,06	1,02	1,06	0,95	1,07	1,06	1,06	1,13
	3.	0,81	1,17	1,15	1,14	1,18	1,10	1,20	1,20	1,20	1,18
	4.	1,17	1,29	1,28	1,29	1,35	1,19	1,32	1,30	1,32	1,31

Tabulka 61. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} - Lípa - bramborářská oblast

stanovený parametr	kombinace hnojení												
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12	
"S"	1.	115	86	84	97	92	-	105	81	88	103	107	-
	2.	95	93	82	102	96	101	95	79	76	98	97	97
	3.	62	89	59	86	73	56	67	84	72	76	81	66
	4.	82	96	93	80	94	95	61	87	83	59	87	65
"T"	1.	160	155	152	158	156	-	166	163	161	160	163	-
	2.	143	149	145	153	149	154	156	148	147	149	155	153
	3.	127	132	129	140	137	137	134	140	137	142	139	143
	4.	134	135	123	122	139	141	135	138	138	123	141	127
"V" %	1.	71,9	55,5	55,3	61,4	59,0	-	63,3	49,7	54,7	64,4	65,6	-
	2.	66,2	62,5	56,2	66,8	64,2	65,4	61,0	53,6	51,6	65,9	62,3	63,5
	3.	48,8	67,8	45,4	61,4	53,1	41,1	49,5	60,3	52,6	53,3	58,2	45,8
	4.	61,2	71,1	75,6	65,6	67,6	67,4	45,2	63,0	60,1	48,0	61,7	51,2



N celk.	1.	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	-	0,15	0,14	0,15	0,14	0,14	-
	2.	0,13	0,12	0,12	0,10	0,12	0,11	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13
	3.	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Cox	1.	1,40	1,30	1,30	1,30	1,20	-	1,50	1,40	1,30	1,30	1,30	-
	2.	1,31	1,40	1,22	1,15	1,21	1,24	1,34	1,39	1,33	1,20	1,37	1,34
	3.	1,34	1,41	1,22	1,24	1,20	1,23	1,38	1,49	1,37	1,39	1,23	1,32
	4.	1,44	1,34	1,26	1,27	1,30	1,29	1,40	1,36	1,31	1,32	1,34	1,32

Tabulka 62. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Staňkov - bramborářská oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	1.	89	97	102	104	86	99	89	88	104	104
	2.	123	136	135	137	132	118	131	132	126	121
	3.	107	120	116	119	109	96	107	121	108	113
	4.	115	163	132	12	-	117	129	7	13	11
"T"	1.	140	150	150	150	147	140	150	147	150	150
	2.	161	164	163	165	164	156	164	165	163	167
	3.	152	157	155	158	155	146	161	157	154	155
	4.	175	178	177	188	175	170	175	182	182	181
"V" %	1.	63,5	64,3	68,2	69,2	58,6	70,5	59,5	59,7	69,2	69,2
	2.	76,6	83,2	83,1	83,3	80,7	75,9	80,1	80,2	77,5	7,29
	3.	70,6	76,5	74,9	75,1	70,7	65,4	66,5	77,2	70,1	73
	4.	65,7	91,6	74,6	6,4	-	68,8	73,7	3,8	7,1	6,1
N celk.	1.	0,13	0,14	0,14	0,14	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,11
	2.	0,095	0,134	0,088	0,112	0,124	0,113	0,18	0,135	0,132	0,09
	3.	0,12	0,14	0,14	0,13	0,12	0,13	0,15	0,13	0,13	0,13
	4.	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Cox	1.	1,3	1,20	1,20	1,30	1,20	1,20	1,30	1,30	1,30	1,40
	2.	1,10	1,35	1,18	1,12	1,12	1,16	1,31	1,27	1,12	1,26
	3.	1,16	1,39	1,29	1,30	1,19	1,25	1,47	1,24	1,29	1,23
	4.	0,98	1,08	1,03	1,00	1,04	1,06	1,10	1,05	1,04	1,09

Tabulka 63. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Hradec n. Svit. - bramborářská oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení											
		1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
"S"	1.	8	9	11	13	13	-	9	10	12	13	12	-
	2.	100	113	110	117	125	125	105	102	116	118	119	122
	3.	77	83	76	79	93	89	81	92	83	94	86	94
	4.	141	145	86	160	162	163	142	158	155	162	171	163



"T"	1.	11	12	13	14	14	-	12	13	14	14	14	-
	2.	131	143	135	139	148	149	136	135	141	140	147	150
	3.	98	102	106	104	109	109	93,4	105	107	112	105	118
	4.	143	145	110	160	162	163	142	158	155	162	171	163
"V" %	1.	76,4	76,7	80,8	89,3	89,3	-	76,7	78,5	85,0	89,3	83,6	-
	2.	76,3	79,0	81,4	84,4	84,7	83,8	77,1	75,9	82,2	84,5	81,2	81,6
	3.	78,5	81,5	72,4	75,9	85,1	82,7	86,3	88,6	77,1	83,7	82,2	80,5
	4.	98,6	100	78,2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N celk.	2.	0,08	0,10	0,08	0,05	0,07	0,07	0,09	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09
	3.	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08
	4.	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	4.	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cox	2.	0,75	0,91	0,83	0,8	0,74	0,75	0,78	0,96	0,83	0,77	0,90	0,86
	3.	0,76	0,83	0,79	0,67	0,76	0,67	0,75	0,84	0,84	0,71	0,74	0,77
	4.	1,16	1,13	1,22	1,23	1,27	1,20	1,16	1,20	1,27	1,28	1,34	1,15
	4.	1,16	1,13	1,22	1,23	1,27	1,20	1,16	1,20	1,27	1,28	1,34	1,15

Tabulka 64. Sorpční vlastnosti, N_{tot}, C_{ox} – Vysoká - bramborářská oblast

stanovený parametr		kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	2.	116	121	119	109	116	100	126	119	105	108
	3.	98	106	88	80	91	86	104	75	72	94
	4.	34	-	110	111	119	-	134	123	103	136
	4.	34	-	110	111	119	-	134	123	103	136
"T"	2.	141	149	147	145	142	139	146	148	143	137
	3.	131	140	128	119	126	130	138	118	119	118
	4.	156	164	165	157	157	160	171	158	153	156
	4.	156	164	165	157	157	160	171	158	153	156
"V" %	2.	82,2	81,5	81,2	75,1	81,6	71,9	86,2	80,3	73,7	79,1
	3.	75,4	76,0	69,3	64,7	72,2	66,9	74,9	63,4	59,7	79,4
	4.	21,8	-	66,7	70,7	75,8	-	78,4	77,8	67,3	87,2
	4.	21,8	-	66,7	70,7	75,8	-	78,4	77,8	67,3	87,2
N celk.	2.	0,12	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,14
	3.	0,16	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	0,14	0,15	0,13
	4.	0,16	0,17	0,15	0,16	0,16	0,15	0,18	0,17	0,17	0,16
	4.	0,16	0,17	0,15	0,16	0,16	0,15	0,18	0,17	0,17	0,16
Cox	2.	1,21	1,43	1,33	1,25	1,35	1,30	1,45	1,29	1,22	1,37
	3.	1,24	1,56	1,30	1,24	1,32	1,37	1,56	1,32	1,41	1,30
	4.	1,38	1,47	1,52	1,44	1,40	1,37	1,57	1,55	1,48	1,45
	4.	1,38	1,47	1,52	1,44	1,40	1,37	1,57	1,55	1,48	1,45

Během šestiletého sledovaného období se obsah výměnných bází i maximální sorpční kapacita na většině kombinacích hnojení spíše zvýšila. Následkem těchto změn došlo ke zvýšení nasycenosti půd V (S/T v %). Významnější změny nejsou patrné ani mezi skupinou kombinací hnojenou pouze organickými materiály a skupinou s minerálními hnojivy. V řepařské oblasti dosahuje stupeň nasycenosti půd přibližně 85-90%, v bramborářské oblasti cca 80%.



Obsah celkového dusíku vykazuje na většině stanic a kombinacích hodnoty pod mezí stanovitelnosti ($< 0,15\%$). Změny v hodnotách oxidovatelného uhlíku jsou minimální, na některých stanicích došlo ke zvýšení, jinde ke snížení. V řepařské oblasti je průměrná hodnota C_{ox} v rozmezí cca $0,9\%$ do $1,5\%$, v bramborářské oblasti nejčastěji kolem hodnoty cca $1,3\%$. Kombinace s upravenými kaly vykazují hodnoty obdobné ostatním organickým materiálům.

Průměrné hodnoty obsahu těžkých kovů stanovené po sklizni v roce 2016 byly zjištěny extrakcí lučavkou královskou ($mg \cdot kg^{-1}$ sušiny) a jsou uvedené v tabulce 66.

Vyhláška č. 153/2016 Sb. Ministerstva životního prostředí, uvádí preventivní hodnoty obsahů rizikových prvků v zemědělské půdě zjištěné extrakcí lučavkou královskou (viz. tab. 65).

Tabulka 65. Preventivní hodnoty obsahů rizikových prvků dle Vyhlášky č. 153/2016 Sb.

Kategorie půd	Preventivní hodnota						
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Hg
Běžné půdy*	20	0,5	90	60	50	60	0,3
Lehké půdy**	15	0,4	55	45	45	55	0,3

* Běžné půdy: písčito-hlinité, hlinité, jílovitohlinité a jílovité půdy, které zaujímají převážnou část zemědělsky využívaných půd. Jedná se o půdy s normální variabilitou prvků, s normálním půdním vývojem v různých geomorfologických podmínkách včetně půd na karbonátových horninách.

** Lehké půdy: půdy vzniklé na velmi lehkých a chudých matečních horninách jako jsou písky a šterkopísky. Při vymezení těchto půd se vychází ze zastoupení jemných částic (do $0,01\text{ mm}$), které tvoří minimálně 20% . Tyto půdy se vyznačují velmi nízkou absorpční kapacitou.

Tabulka 66. Obsah těžkých kovů v půdě ($mg \cdot kg^{-1}$) – řepařská oblast

kombinace hnojení										
TK	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
As	7,55	7,05	6,98	6,75	7,09	6,78	6,92	6,97	7,03	7,10
Cd	0,28	0,29	0,30	0,29	0,28	0,30	0,30	0,30	0,28	0,29
Cr	32,90	29,48	27,78	28,85	28,56	29,36	29,11	29,14	28,5	28,58
Cu	18,18	15,42	15,25	15,26	15,24	15,35	15,31	15,46	15,22	15,3
Ni	25,41	21,72	21,43	21,59	20,99	21,41	21,53	21,42	21,16	21,08
Pb	17,43	18,69	18,49	18,12	17,31	18,99	17,94	18,02	17,59	18,19
Hg	0,054	0,049	0,049	0,048	0,047	0,048	0,045	0,055	0,076	0,048

V obou výrobních oblastech jsou průměrné obsahy těžkých kovů velmi výrazně nižší než vyhláškou uváděné limity. Výsledky ukazují, že organické ani minerální hnojení, za dobu sledování, obsah těžkých kovů výrazněji neovlivnily. Rozdíly mezi kombinacemi hnojení jsou nepatrné. Kombinace s upravenými kaly z ČOV se rovněž od průměru neodlišují. Sledování je dlouhodobého charakteru.

Tabulka 67. Obsah těžkých kovů v půdě ($mg \cdot kg^{-1}$) – bramborářská oblast

TK	kombinace hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
As	9,51	9,44	9,61	9,89	9,67	9,36	9,52	9,55	9,66	9,60
Cd	0,29	0,29	0,29	0,33	0,32	0,29	0,30	0,30	0,32	0,33
Cr	31,30	31,05	31,30	29,94	29,69	31,09	31,19	31,09	29,99	30,44
Cu	14,91	15,59	14,50	14,12	13,99	14,63	15,05	14,55	14,04	14,08
Ni	18,30	18,22	18,17	17,40	17,45	18,17	18,24	18,01	17,46	17,78
Pb	27,80	27,05	27,56	30,31	30,54	27,02	27,21	28,35	29,42	28,51
Hg	0,069	0,069	0,067	0,070	0,068	0,068	0,067	0,071	0,071	0,070

**Tabulka 68. Obsah těžkých kovů v půdě (mg.kg⁻¹) – stanoviště s kaly (Lípa, Hradec)**

TK	<i>kombinace hnojení</i>											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
<i>As</i>	4,40	4,14	4,29	4,12	4,22	4,45	4,45	4,27	4,29	4,29	4,41	4,64
<i>Cd</i>	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20
<i>Cr</i>	16,14	17,03	17,46	17,58	17,63	18,04	15,88	16,64	17,65	18,02	17,55	17,06
<i>Cu</i>	7,70	9,58	6,85	7,00	6,83	7,54	7,16	7,24	6,91	6,84	6,77	7,45
<i>Ni</i>	6,82	7,32	6,99	6,56	6,85	7,10	6,75	7,21	6,50	6,83	6,83	7,85
<i>Pb</i>	20,10	19,90	20,71	20,14	20,89	26,16	19,89	19,33	19,90	20,85	20,48	32,71
<i>Hg</i>	0,068	0,069	0,065	0,069	0,072	0,077	0,067	0,069	0,070	0,071	0,073	0,077

Tabulka 69. Obsah těžkých kovů v půdě po aplikaci sedimentů (mg/kg⁻¹)

<i>varianta hnojení</i>	<i>As</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Hg</i>
<i>13</i>	3,08	0,27	9,28	11,74	4,27	234,00	0,116
<i>14</i>	2,40	0,33	10,03	8,67	5,95	66,28	0,100

Aplikace sedimentů proběhla na podzim roku 2009 v dávce 1000 t/ha na stanovišti Lípa. Je zřejmé, že obsah olova výrazně překročil preventivní hodnoty (zejména u kontaminovaného sedimentu z Úsobí) uváděné ve vyhlášce 153/2016 Sb. I u ostatních prvků jsou naměřené hodnoty vyšší oproti běžným variantám hnojení.

Na variantě hnojení 13 – sediment I (Úsobí)

Na variantě hnojení 14 – sediment II (Krátká Ves)

Jejich aplikace se řídí Vyhláškou č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě.

4.6 Hodnocení obsahu těžkých kovů ve sklizni

Obsahy těžkých kovů ve sklizených produktech byly v minulých osevních sledech porovnávány s Vyhláškou 53/2002 Sb., která uváděla limity kontaminujících látek v potravinách. Tato vyhláška byla zrušena a nahrazena Nařízením komise (EU) 1881/2006. Kde jsou uvedeny následující limity v mg/kg:

Plodina	Cd	Hg	Pb
Obiloviny	0,1	0,1	0,2
Pšenice	0,2	0,2	-
Zelenina, brambory (po oloupání)	0,1	0,05	0,1

Obsahy těžkých kovů ve sklizených produktech můžeme také porovnat se směrnicí pro krmiva 32/2002 Sb., která byla v prosinci 2017 novelizována Nařízením komise (EU) 2017/2229, uvedené limity jsou v mg/kg.

Krmivo	As	Cd	Pb	Hg
Krmné suroviny	2	1	10	0,1
Pícniny			30	
Travní vojtěšková a jetelová moučka, sušené cukrovkové a suš. cukrovarské rízky	4			



Hodnocení obsahu těžkých kovů ve sklizených produktech bylo sledováno na všech zkušebních stanicích a byly analyzovány tyto prvky - As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb a Hg. Výsledky analýz v zrně a slámě jsou uvedeny v tabulkách 70 až 74.

Tabulka 70. Obsah TK (mg/kg) v zrně ječmene jarního - ŘVO (2016)

<i>kombinace hnojení</i>										
TK	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
As	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cd	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cr	0,1	0,14	0,11	0,11	0,11	0,15	0,17	0,19	0,14	0,12
Cu	4,41	4,24	4,38	4,35	4,49	4,65	3,64	4,84	4,68	3,75
Ni	0,11	0,11	0,07	0,08	0,09	0,12	0,1	0,11	0,1	0,09
Pb	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zn	22,17	23,57	23,4	22,6	23,03	22,7	24,17	23,9	25,07	24,03
Hg	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabulka 71. Obsah TK (mg/kg) v slámě ječmene jarního - ŘVO (2016)

<i>kombinace hnojení</i>										
TK	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
As	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cd	0,03	<0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05
Cr	0,86	1,17	0,90	1,49	0,73	0,79	0,69	1,10	0,94	0,78
Cu	1,24	1,42	1,43	1,38	1,49	1,59	1,76	1,81	1,81	1,8
Ni	0,18	0,16	0,15	0,15	0,19	0,19	0,22	0,18	0,26	0,19
Pb	<0,20	0,2	0,2	<0,20	0,4	<0,20	<0,20	<0,20	0,4	0,3
Zn	6,61	7,29	7,14	6,07	6,55	5,52	7,43	6,05	7,43	8,07
Hg	0,009	0,008	0,009	0,009	0,009	0,01	0,011	0,011	0,01	0,01

Tabulka 72. Obsah TK (mg/kg) v zrně ječmene jarního - BVO (2016)

TK	<i>kombinace hnojení</i>											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
As	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cd	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,04	< 0,02
Cr	0,20	0,28	0,20	0,20	0,21	0,34	0,17	1,13	0,21	0,28	0,22	0,20
Cu	4,15	4,32	4,51	4,28	4,2	4,91	4,33	4,88	4,77	4,96	4,42	5,11
Ni	0,08	0,22	0,07	0,09	0,09	0,17	0,09	0,23	0,11	0,13	0,09	0,10
Pb	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
Zn	27,64	27,53	27,67	26,89	26,99	33,1	27,89	29,9	27,61	30,23	28,00	33,15
Hg	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001



Tabulka 73. Obsah TK (mg/kg) v slámě ječmene jarního - BVO (2016)

TK	kombinace hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
As	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Cd	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,063	0,046	0,05	0,071	0,053	0,075
Cr	1,03	0,67	0,80	0,81	0,84	0,81	0,44	0,51	0,53	0,57	0,46	0,40
Cu	2,46	2,47	2,32	2,23	2,35	3,00	2,64	2,37	2,18	2,33	2,50	2,92
Ni	0,21	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,13	0,11	0,13	0,13	0,11	0,10
Pb	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
Zn	13,09	11,15	10,6	10,98	10,53	11,76	11,59	14,3	9,81	11,05	10,01	10,7
Hg	0,009	0,009	0,01	0,009	0,01	0,009	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011

Tabulka 74. Obsah těžkých kovů v zrně ječmene jarního po aplikaci sedimentů (mg/kg)

varianta hnojení	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
13	< 0,20	< 0,02	0,14	5,01	0,06	< 0,20	31,5	< 0,001
14	< 0,20	< 0,02	0,14	4,91	0,08	< 0,20	29,7	< 0,001

Tabulka 75. Obsah těžkých kovů ve slámě ječmene jar. po aplikaci sedimentů (mg/kg)

varianta hnojení	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
	mg/kg							
13	<0,20	0,03	0,46	3,12	0,11	0,71	10,8	0,010
14	<0,20	0,03	0,80	2,91	0,14	0,36	10,6	0,008

Při porovnání zjištěných výsledků s Nařízením komise 1881/2006, stanovující maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, byly obsahy Cd, Hg a Pb (v ŘVO) u zrna ječmene výrazně pod stanovenými limitními hodnotami. Pouze obsah olova v BVO byl na hranici limitu a u variant 4 (hnůj + NPK) a 8 (ZN + NPK) limit mírně překročil.

Sláma ječmene vykazuje v porovnání se zrnem jednoznačně vyšší hodnoty rtuti a olova opakem je zinek, který se silně akumuluje v zrně. Výše uvedené je potvrzeno i na variantách s aplikací sedimentů, kde je vyšší obsah rizikových prvků ve slámě (mimo Zn).

Pokud se na ječmen budeme dívat z pohledu krmiva významnější vliv použitého hnojení na obsah rizikových prvků ve sklizených produktech nebyl prokázán u žádné variantě hnojení. Mezi upraveným kalem, chlévským hnojem a nehnojenou kombinací byly minimální rozdíly. Přidání minerálních hnojiv tento stav neovlivnilo. Obsah arzenu, kadmia, niklu, olova a rtuti v zrně všech zkoušených plodin byl vesměs pod mezí nebo těsně na mezí stanovitelnosti použité chemické metody. Výsledky prokázaly, že ani opakované použití upravených kalů z ČOV se neprojevovalo negativně na obsahu rizikových prvků v produktech.

4.7. Bilance živin

Použitá organická a minerální hnojiva, představující vstupy a rozklady sklizených produktů, z nichž se vypočítá odběr živin sklizněmi, představující výstupy, byly podkladem pro výpočet jednoduché bilance živin. Sledována byla bilance dusíku, fosforu a draslíku a je



uvedena podle výrobních oblastí a pro stanoviště s kaly v tabulkách 76 až 78 a v grafech X až XII. Hodnoty představují průměrnou roční bilanci za osevní sled.

Tabulka 76. Bilance živin v kg.ha⁻¹ – řepařská oblast

plodina	živina	Kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
cukrovka 2011	N	-101	-45	-115	-111	-105	-93	12	-96	-100	-97
	P	-19	4	-19	-19	-20	0	24	1	-2	-1
	K	-169	-117	-218	-171	-217	-173	-67	-193	-218	-223
ječmen jarní 2012	N	-60	37	52	-61	54	9	60	108	20	112
	P	-11	24	2	-10	3	12	30	24	13	25
	K	-36	102	129	-42	130	30	101	195	45	197
hrách 2013	N	-158	-147	-131	-171	-139	-113	-104	-105	-119	-113
	P	-21	-20	-20	-22	-21	5	7	5	5	5
	K	-76	-80	-61	-86	-78	40	39	45	33	50
řepka ozimá 2014	N	-125	-35	-94	-111	-86	-66	-4	-51	-64	-52
	P	-29	7	-27	-25	-26	-9	17	-8	-8	-9
	K	-66	19	-27	61	-31	30	59	50	35	45
pšenice ozimá 2015	N	-71	10	-81	-74	-76	-81	7	-75	-68	-64
	P	-16	12	-30	-16	-18	-2	18	-2	-1	-1
	K	-41	40	-47	-41	-41	-30	32	-21	-15	-12
ječmen jarní 2016	N	-51	-68	-38	-57	-35	17	0	-6	1	-82
	P	-15	-20	-17	-14	-15	8	4	4	6	4
	K	-6	-19	7	-9	8	81	76	84	82	87
Průměr osevního sledu	N	-94	-41	-68	-98	-65	-55	-5	-38	-55	-49
	P	-19	1	-19	-18	-16	2	17	4	2	4
	K	-66	-9	-36	-48	-38	-4	40	27	-6	24

Tabulka 77. Bilance živin v kg.ha⁻¹ – bramborářská oblast

plodina	živina	Kombinace hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
brambory 2011	N	-96	-45	-74	-92	-78	-61	-19	-48	-72	-48
	P	-21	-3	-21	-20	-21	-8	-2	-10	-7	-9
	K	-172	-176	-187	-170	-186	-150	-184	-165	-143	-145
ječmen jarní 2012	N	-65	23	-46	-71	-46	-31	42	-6	-12	7
	P	-15	17	-14	-15	-14	6	22	5	5	5
	K	-33	94	-24	-38	-25	40	85	39	31	35
hrách 2013	N	-89	-109	-73	-101	-75	-72	-90	-79	-85	-83
	P	-11	-14	-11	-12	-12	12	10	11	11	10
	K	-47	-64	-40	-52	-41	53	40	46	44	44
řepka ozimá 2014	N	-82	9	-64	-80	-62	-22	47	-20	-30	-18
	P	-22	4	-24	-21	-21	-5	11	-7	-5	-8
	K	-55	28	-64	-71	-62	-27	27	-19	-25	-29
pšenice ozimá 2015	N	-49	61	-51	-61	-54	-28	58	-47	-40	-40
	P	-13	24	-15	-15	-15	5	28	2	3	2
	K	-24	112	-31	-33	-37	19	82	3	1	1
ječmen jarní 2016	N	-28	-42	-7	-37	-8	20	16	26	16	18
	P	-8	-12	-10	-10	-10	8	5	7	7	5
	K	2	-9	10	-2	16	59	57	70	61	66
Průměr osevního sledu	N	-68	-17	-53	-53	-54	-32	9	-29	-37	-27
	P	-15	3	-16	-16	-16	3	12	1	2	1
	K	-55	-3	-56	-61	-56	-1	18	-4	-5	-5

V obou výrobních oblastech bylo použité hnojení pro vyrovnanou bilanci dusíku spíše nedostatečné. Minerální hnojení bilanci výrazně zlepšilo, v řepařské oblasti však činí i v tomto případě schodky dusíku okolo -30 kg, výjimkou je varianta s chlévským hnojem, která vykazuje bilanci přebytkovou. V bramborářské oblasti jsou schodky na sudých kombinacích okolo -50 kg. Vyšší výnosy v řepařské oblasti, které měly za následek větší odčerpání živin, se projeví ve srovnání s bramborářskou v bilanci N výrazně negativněji. Nejvyšší schodky N byly v obou oblastech na nehnojené kombinaci a zeleném hnojení.

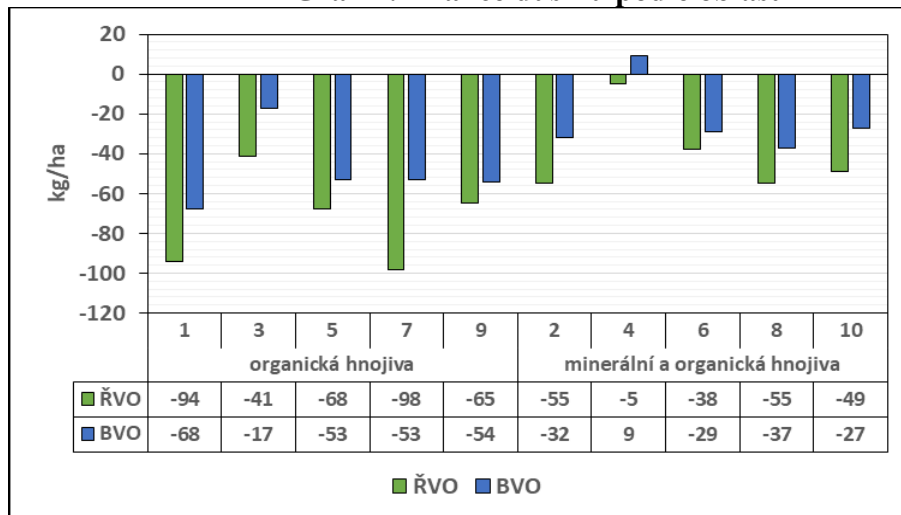
U fosforu byla bilance při použití samotných organických hnojiv v obou oblastech záporná, v ŘVO se blížila -20 kg, v BVO -15 kg P na hektar. V obou případech byl výjimkou chlévský hnůj, který bilanci zlepšil. Minerální hnojiva bilanci P vyrovnala, nebo působila i mírně přebytkově.

Rovněž u draslíku je patrná při samotném organickém hnojení silně záporná bilance, v řepařské oblasti až k -66 kg, v bramborářské oblasti kolem -55 kg K. Nejvyšší deficit vykazovala nehnojená kombinace a zelené hnojení. Minerální hnojení v obou oblastech zlepšilo bilanci draslíku u některých variant hnojení i do přebytku, v ŘVO i BVO zvláště při kombinaci chlévského hnoje + NPK (+40 respektive +18 kg K).

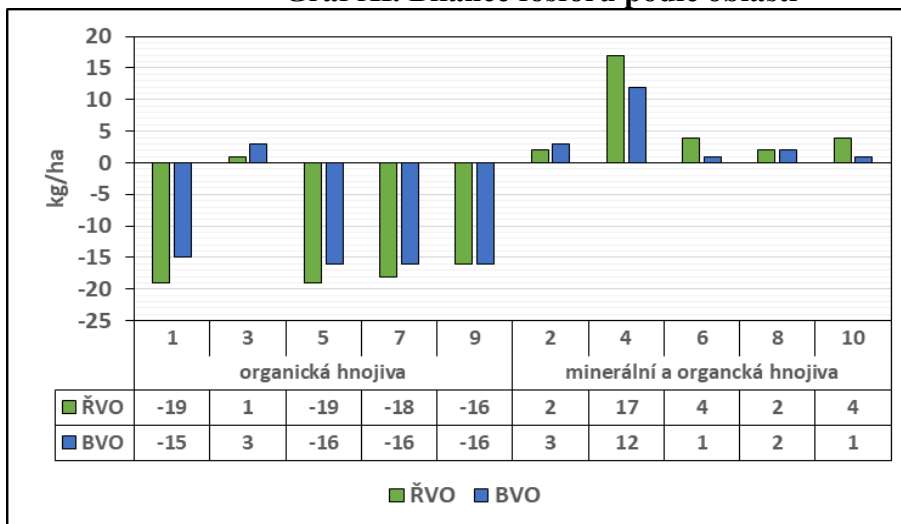
Kombinace s upravenými kaly, použitými samostatně, nebo s minerálními hnojivy, vyšly u tří sledovaných živin bilančně lépe než u ostatních organických hnojiv s výjimkou varianty 3 s chlévským hnojem.



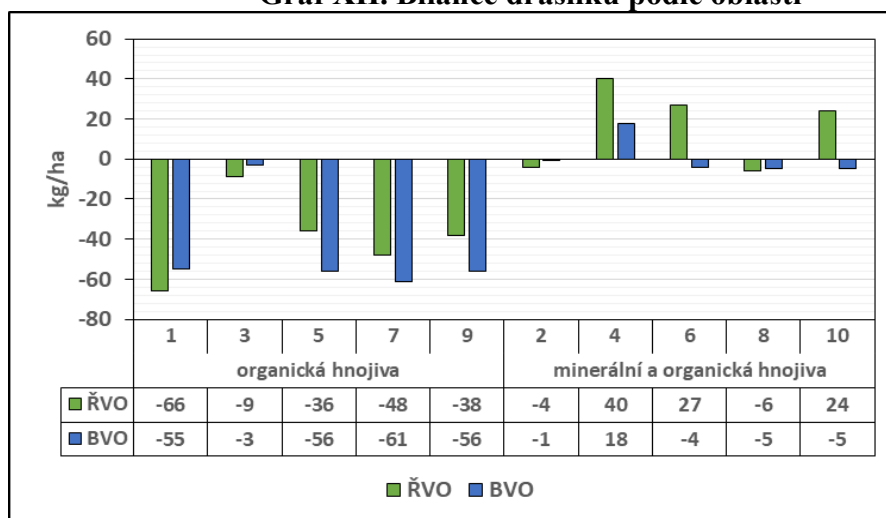
Graf X. Bilance dusíku podle oblastí



Graf XI. Bilance fosforu podle oblastí



Graf XII. Bilance draslíku podle oblastí



Tabulka 78. Bilance živin v kg.ha⁻¹ – stanoviště s kaly

plodina	živi na	Kombinace hnojení											
		1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
brambory	N	-90	-37	-61	-93	-79	-145	-69	7	-53	-78	-51	-140
	P	-24	-1	-24	-23	-26	-31	-14	1	-15	-11	-13	-25
	K	-176	-154	-197	-177	-194	-230	-170	-145	-178	-139	-149	-158
ječmen jarní	N	-56	33	12	-66	-43	-17	11	64	2	-3	4	13
	P	-14	213	-13	-14	-13	4	7	35	5	5	6	15
	K	-29	99	-20	-43	-25	-45	45	90	38	31	30	40
hrách	N	-80	-93	-67	-96	-71	-100	-60	-67	-67	-69	-81	-72
	P	-10	-11	-10	-12	-10	-13	14	13	13	13	10	11
	K	-41	-57	-37	-43	-30	-52	64	55	48	58	45	47
řepka ozimá	N	-59	29	-84	-87	-76	57	-21	65	-23	-27	-28	95
	P	-16	4	-27	-22	-24	81	-8	8	-9	-5	-8	93
	K	-45	8	-108	-103	-97	-104	-137	-23	-91	-97	-112	-89
pšenice oz.	N	-36	103	-33	-38	-32	146	3	121	-10	1	0	173
	P	-11	28	-11	-11	-11	125	11	35	12	11	10	139
	K	-15	141	-24	-23	-33	-1	42	126	31	22	30	59
ječmen jarní	N	-17	-32	3	-36	3	-35	40	19	38	32	27	37
	P	-6	-10	-8	-9	-7	-9	14	9	11	11	10	11
	K	11	-8	21	2	23	3	64	52	68	73	69	60
roční průměr	N	-56	1	-38	-69	-50	-16	-16	35	-19	-24	-22	18
	P	-14	37	-16	-15	-15	26	4	17	3	4	3	41
	K	-49	5	-61	-64	-59	-71	-15	26	-14	-9	-15	-7



5. ZÁVĚR

Z hodnocení výsledků čtvrtého osevního sledu v letech 2011 – 2016 je možno formulovat tyto závěry:

5.1. Vliv hnojení na celkovou výrobnost osevního sledu

- Průměrná roční výrobnost osevního sledu v obilních jednotkách v řepařské výrobní oblasti se při samotném organickém hnojení pohybovala přibližně v rozpětí 8,5 až 9,6 t.ha⁻¹. V kombinaci s minerálním hnojením v rozpětí cca 11,1 až 11,7 t.ha⁻¹, to je zvýšení přibližně o 20 až 30 %. Při samotném organickém hnojení se nejhůře uplatnilo zelené hnojení, ostatní organická hnojiva (hnůj, sláma, zelené hnojení + sláma) poskytla výnosy prakticky rovnocenné. V kombinaci s minerálním hnojením se zlepšilo umístění zeleného hnojení, které se přiblížilo úrovni ostatních hnojiv. Při vzájemném porovnání kombinací s minerálním + organickým hnojením k samotnému minerálnímu je patrný malý nárůst výnosů způsobený organickými hnojivy.
- V bramborářské výrobní oblasti byla průměrná roční výrobnost osevního sledu podstatně nižší než v řepařské oblasti. Je to dáno nejen méně příznivými půdními a klimatickými podmínkami, ale částečně i rozdílnými okopaninami (cukrovka, brambory). Průměrná roční výrobnost osevního sledu se při samotném organickém hnojení pohybovala v rozpětí 4,8 až 6,4 t.ha⁻¹, v kombinaci s minerálním hnojením 8,35 až 8,64 t.ha⁻¹. Minerální hnojení zvýšilo výrobnost přibližně o 50 až 60%. Z organických hnojiv byl nejúčinnější chlévský hnůj, nejméně účinné bylo zelené hnojení, ale dosáhlo relativně lepšího výsledku než v řepařské oblasti. Minerální hnojení vliv organických hnojiv srovnalo na přibližně stejnou výnosovou úroveň. Pozitivní vliv organického hnojení při společné aplikaci s minerálním hnojením je ve výnosech patrný.
- Na základě průměrné výrobnosti dvou hodnocených stanovišť je možno konstatovat, že upravené kaly se svou účinností vyrovnaly chlévskému hnoji, kombinace se slámou a zeleným hnojením byly podstatně horší. V kombinaci s minerálním hnojením se výrobnost podstatně zvýšila a jednotlivé varianty se podstatněji nelišily.

5.2. Vliv hnojení na technologické vlastnosti produktů

Různé druhy organického hnojení, včetně kalů z ČOV, vesměs neovlivnily sledované technologické vlastnosti u žádné ze zkoušených plodin. Samotné minerální hnojení působilo většinou negativně.

- U cukrovky minerální hnojení zvýšilo v bulvách obsah škodlivého amidického dusíku, mírně zvýšilo obsah sodíku a draslíku, neovlivnilo cukernatost.
- U brambor minerální hnojení zvýšilo škrobnatost (překročily hranici 18%, které požaduje zpracovatelský průmysl) a zvýšilo obsah nitrátů (varianta 12 ČOV+MH – překročila přípustné množství stanovené vyhláškou)
- U jarního ječmene, ozimé pšenice, hrachu a ozimé řepky neovlivnilo hnojení výrazněji hmotnost tisíce semen, rozdíly mezi kombinacemi byly většinou minimální, v některých případech vlivem minerálního hnojení mírně nižší. U ječmene, pšenice a hrachu zvýšilo minerální hnojení obsah dusíkatých látek.



5.3. Vliv hnojení na půdní vlastnosti

- Půdní reakce se v průběhu let nezměnila, rozdíly jsou zanedbatelné, jednotlivé druhy organických hnojiv i minerální hnojení výsledky neovlivnily.
- Obsah přístupného fosforu se snížil v řepařské výrobní oblasti. Na chudších půdách v bramborářské výrobní oblasti došlo vlivem použitých hnojiv k jeho mírnému zvýšení.
- U draslíku v řepařské oblasti je patrný pokles obsahů na všech variantách, v bramborářské oblasti je trend rozdílný. Organické i minerální hnojení (i jejich společná aplikace) působí vzestup obsahů K.
- Obsah přístupného hořčíku v půdě se v obou výrobních oblastech drží na srovnatelné hladině jako na začátku osevního sledu (v ŘVO mírně vzrostl, v BVO mírně poklesl).
- Obsah přístupného vápníku v řepařské výrobní oblasti na všech variantách během šestiletého sledování postupně klesá, v bramborářské oblasti silně kolísá, ale spíše vzrůstá.
- Obsah výměnných bází i maximální sorpční kapacita se na většině variantách hnojení spíše zvýšila, tím došlo ke zvýšení nasycenosti půd V (S/T v %). Významnější změny nejsou patrné mezi skupinou kombinací hnojenou pouze organickými materiály a skupinou s minerálními hnojivy. V řepařské oblasti dosahuje stupeň nasycenosti půd přibližně 85-90%, v bramborářské oblasti cca 80%.
- Celkový dusík vykazuje na většině stanic a kombinacích hodnoty pod mezí stanovitelnosti (< 0,15 %). Změny v hodnotách oxidovatelného uhlíku jsou minimální, na některých stanicích došlo ke zvýšení, jinde ke snížení. V řepařské oblasti je průměrná hodnota C_{ox} v rozmezí cca 0,9% do 1,5%, v bramborářské oblasti nejčastěji kolem hodnoty cca 1,3%. Kombinace s upravenými kaly vykazují hodnoty obdobné ostatním organickým materiálům.
- Průměrné hodnoty obsahu těžkých kovů v půdě byly zjištěny extrakcí lučavkou královskou (mg/kg sušiny) a Vyhláška č. 153/2016 Sb. Ministerstva životního prostředí, uvádí preventivní hodnoty obsahů rizikových prvků v zemědělské půdě. V obou výrobních oblastech jsou průměrné obsahy těžkých kovů velmi výrazně nižší než vyhláškou uváděné limity. Výsledky ukazují, že organické ani minerální hnojení, za dobu sledování, obsah těžkých kovů výrazněji neovlivnily. Rozdíly mezi kombinacemi hnojení jsou nepatrné. Kombinace s upravenými kaly z ČOV se rovněž od průměru neodlišují. Sledování je dlouhodobého charakteru.

5.4. Vliv hnojení na obsah těžkých kovů ve sklizených produktech

- Významnější vliv použitého hnojení na obsah rizikových prvků ve sklizených produktech nebyl prokázán u žádné varianty. Mezi upraveným kalem, chlévským hnojem a nehnojenou kombinací byly minimální rozdíly. Přidání minerálních hnojiv tento stav neovlivnilo. Obsah arzenu, kadmia, niklu, olova a rtuti v zrna všech zkoušených plodin byl vesměs pod mezí nebo těsně na mezí stanovitelnosti použité chemické metody. Výsledky prokázaly, že ani opakované použití upravených kalů z ČOV se neprojevovalo negativně na obsahu rizikových prvků v produktech.

5.5. Vliv hnojení na bilanci živin

- V obou výrobních oblastech bylo použité hnojení pro vyrovnanou bilanci dusíku spíše nedostatečné. Minerální hnojení bilanci výrazně zlepšilo, v řepařské oblasti však činí i v tomto případě schodky dusíku okolo -30 kg, výjimkou je varianta s chlévským



hnojem, která vykazuje bilanci přebytkovou V bramborářské oblasti jsou schodky na sudých kombinacích okolo -50 kg.

- U fosforu byla bilance při použití samotných organických hnojiv v obou oblastech záporná, v ŘVO se blížila -20 kg, v BVO -15 kg P na hektar. V obou případech byl výjimkou chlévský hnůj, který bilanci zlepšil. Minerální hnojiva bilanci P vyrovnala, nebo působila i mírně přebytkově.
- U draslíku je patrná při samotném organickém hnojení silně záporná bilance, v řepářské oblasti až k -66 kg, v bramborářské oblasti kolem -55 kg K. Nejvyšší deficit vykazala nehnojená kombinace a zelené hnojení. Minerální hnojení v obou oblastech zlepšilo bilanci draslíku u některých variant hnojení i do přebytku.
- Kombinace s upravenými kaly, použitými samostatně, nebo s minerálními hnojivy, vyšly u tří sledovaných živin bilančně lépe než u ostatních organických hnojiv s výjimkou varianty 3 s chlévským hnojem.



6. PŘÍLOHY

6.1 Rozdělení dávek hnojiv pro ŘEPAŘSKÝ VT
(Věrovany, Žatec, Lednice a Pusté Jakartice)

Rok plodina	Druh hnojení	Termín aplikace	Kombinace hnojení									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2005 cukrovka střední výnosová úroveň (SVÚ) 35 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	podzim 2004	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4
	N v kg/ha	podzim 2004	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40
	zel. hnojení t/ha	podzim 2004	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
	hnůj v t/ha	podzim 2004	-	-	40	40	-	-	-	-	-	-
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2004	-	60	-	36 + 24	-	5 + 5 + 50	-	60	-	5 + 5 + 50
						hnůj MH		Sj Sp MH				Sj Sp MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2004	-	200	-	108 + 92	-	19+19+162	-	200	-	19+19+162
						hnůj MH		Sj Sp MH				Sj Sp MH
	N v kg/ha	jaro 2005	-	150	-	64 + 86	-	7 + 7 + 96	-	150	-	7 + 7 + 96
						hnůj MH		Sj Sp MH				Sj Sp MH
2006 ječmen jarní (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	chrást v t/ha	X. 2005	-	-	-	-	30	30	-	-	30	30
	N v kg/ha	jaro 2006	-	120	-	72 + 48	-	7 + 93	-	120	-	7 + 93
						hnůj MH		Sj MH				Sj MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2006	-	60	-	44 + 16	-	5 + 55	-	60	-	5 + 55
						hnůj MH		Sj MH				Sj MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2006	-	120	-	132 + 0	-	19 + 101	-	120	-	19 + 101
						hnůj MH		Sj MH				Sj MH
	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2006	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2006	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40
	zel. hnojení t/ha	X. - XI. 2007	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
2007 hrách* (SVÚ) 3,5 t.ha ⁻¹	N v kg/ha	jaro 2007	-	40	-	40	-	7 + 13	-	40	-	7 + 13
								Sj MH				Sj MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2007	-	60	-	60	-	5 + 55	-	60	-	5 + 55
								Sj MH				Sj MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2007	-	150	-	150	-	19 + 131	-	150	-	19 + 131
								Sj MH				Sj MH
	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2007	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	řepka ozimí	léto 2007	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-
	N v kg/ha	jaro 2008	-	85+40	-	48+47+30	-	7+5+63+30	-	85+40	-	7+5+63+30
2008 řepka ozimí (SVÚ) 2,5 t.ha ⁻¹						hnůj MH		Sj Sh MH				Sj Sh MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	léto 2007	-	60	-	27 + 33	-	5 + 2 + 53	-	60	-	5 + 2 + 53
						hnůj MH		Sj Sh MH				Sj Sh MH
	K ₂ O v kg/ha	léto 2007	-	150	-	81 + 69	-	19+7+124	-	150	-	19+7+124
						hnůj MH		Sj Sh MH				Sj Sh MH
	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2008	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2008		20		20	20	20		20	20	20
	pšenice ozimá	jaro 2009	-	75+40	-	54+21+40	-	5+70+40	-	75+40	-	5+70+40
						hnůj MH		Sh MH				Sh MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2008	-	60	-	33 + 27	-	2 + 58	-	60	-	2 + 58
2009 pšenice ozimá (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹						hnůj MH		Sh MH				Sh MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2008	-	120	-	99 + 21	-	7 + 113	-	120	-	7 + 113
						hnůj MH		Sh MH				Sh MH
	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2009	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2009	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40
	zel. hnojení t/ha	podzim 2009	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
	N v kg/ha	jaro 2010	-	110	-	110	-	7 + 83	-	110	-	7 + 83
								Sp MH				Sp MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2010	-	60	-	60	-	5 + 55	-	60	-	5 + 55
								Sp MH				Sp MH
2010 ječmen (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	K ₂ O v kg/ha	jaro 2010	-	120	-	120	-	19 + 101	-	120	-	19 + 101
								Sp MH				Sp MH

**6.2. Rozdělení dávek hnojiv pro BRAMBORÁŘSKÝ VT**

(Lípa, Svitavy, Libějovice, Staňkov, Horažďovice, Jaroměřice, Vysoká, Chrástava)

Rok plodina	Druh hnojení	Termín aplikace	Kombinace hnojení											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2005 brambory střední výnosov úroveň (SVÚ) 25 t . ha ⁻¹	sláma v t/ha	podzim 2004	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4	-	-
	N v kg/ha	podzim 2004	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	zel. hnojení t/ha	podzim 2004	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO	-	-
	hnůj v t/ha	podzim 2004	-	-	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-
	kal ČOV t/ha	podzim 2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	14,3
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2004	-	50	-	36 + 14	-	5+5+40	-	50	-	5+5+40	-	25 + 25
						hnůj MH		Sj Sp MH				Sj Sp MH		kal MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2004	-	200	-	108 + 92	-	19+19+162	-	200	-	19+19+162	-	8 + 192
						hnůj MH		Sj Sp MH				Sj Sp MH		kal MH
	N v kg/ha	jaro 2005	-	125	-	64 + 61	-	7+7+71	-	125	-	7+7+71	-	64 + 61
						hnůj MH		Sj Sp MH				Sj Sp MH		kal MH
2006 ječmen jarní (SVÚ) 5 t . ha ⁻¹	N v kg/ha	jaro 2006	-	120	-	72 + 48	-	7 + 93	-	120	-	7 + 93	-	72 + 48
						hnůj MH		Sj MH				Sj MH		kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2006	-	60	-	44 + 16	-	5 + 55	-	60	-	5 + 55	-	31 + 29
						hnůj MH		Sj MH				Sj MH		kal MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2006	-	120	-	132 + 0	-	19 + 101	-	120	-	19 + 101	-	10 + 110
						hnůj MH		Sj MH				Sj MH		kal MH
	sláma v t/ha	VII. -VIII. 2006	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4	-	-
	N v kg/ha	VII. -VIII. 2006	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	zel. hnojení t/ha	X.-XI. 2006	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO	-	-
	N v kg/ha	jaro 2007	-	40	-	40	-	7+13	-	40	-	7+13	-	40
								Sj MH				Sj MH		
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2007	-	60	-	60	-	5 + 55	-	60	-	5 + 55	-	60
								Sj MH				Sj MH		
2007 hrách* (SVÚ) 3,5 t . ha ⁻¹	K ₂ O v kg/ha	jaro 2007	-	150	-	150	-	19 + 131	-	150	-	19 + 131	-	150
								Sj MH				Sj MH		
	sláma v t/ha	VII. - VIII. 2007	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-
	N v kg/ha	VII. - VIII. 2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	řepka	léto 2007	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-
	ozimá	léto 2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,7	10,7
	N v kg/ha	jaro 2008	-	85+40	-	4+47+30	-	7+5+63+30	-	85+40	-	7+5+63+30	-	48+47+30
						hnůj MH		Sj Sh MH				Sj Sh MH		kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	léto 2007	-	60	-	27 + 33	-	5+2+53	-	60	-	5 + 2 + 53	-	19 + 41
						hnůj MH		Sj Sh MH				Sj Sh MH		kal MH
	K ₂ O v kg/ha	léto 2007	-	150	-	81 + 69	-	19+7+124	-	150	-	19+7+124	-	6 + 144
						hnůj MH		Sj Sh MH				Sj Sh MH		kal MH
2008 pšenice ozimá (SVÚ) 5 t . ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII. - VIII. 2008	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N v kg/ha	VII. - VIII. 2008	-	20	-	20	20	20	-	20	20	20	-	20
	N v kg/ha	jaro 2009	-	75+40	-	54+21+40	-	5+70+40	-	75+40	-	5+70+40	-	54+21+40
						hnůj MH		Sh MH				Sh MH		kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2008	-	60	-	33 + 27	-	2 + 58	-	60	-	2 + 58	-	23 + 37
						hnůj MH		Sh MH				Sh MH		kal MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2008	-	120	-	99+21	-	7 + 113	-	120	-	7 + 113	-	8 + 112
						hnůj MH		Sh MH				Sh MH		kal MH
	sláma v t/ha	VII. - VIII. 2009	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4	-	-
	N v kg/ha	VII. - VIII. 2009	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	zel. hnojení t/ha	podzim 2009	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO	-	-
	N v kg/ha	jaro 2010	-	110	-	110	-	7 + 83	-	110	-	7+ 83	-	110
2010 ječmen jarní (SVÚ) 5 t . ha ⁻¹								Sp MH				Sp MH		
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2010	-	60	-	60	-	5 + 55	-	60	-	5 + 55	-	60
								Sp MH				Sp MH		
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2010	-	120	-	120	-	19 + 101	-	120	-	19 + 101	-	120
								Sp MH				Sp MH		

