



Ověření různých systémů organického hnojení

Závěrečná zpráva ze stacionární polní zkoušky za osevní sled 2017 až 2022

Zpracoval: Ing. Ivana Komprsová
Markéta Vodáková

Schválil: Ing. Michaela Smatanová
vedoucí Oddělení výživy rostlin

Předkládá: Ing. Josef Svoboda, PhD.
ředitel Sekce zemědělských vstupů

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	6
2.9. Statistické zhodnocení výnosů	6
3. CHARAKTERISTIKA ZKUŠEBNÍCH MÍST	6
4. VÝSLEDKY	7
4.1. Hodnocení vlivu počasí a průběh vegetace.....	7
4.2. Hodnocení dosažených výnosů	8
4.2.1 Zhodnocení výnosů podle výrobní oblasti.....	20
4.4. Hodnocení technologických vlastností produktů	23
4.5. Hodnocení agrochemických rozborů půd	27
4.5.1. Půdní reakce a obsah přístupných živin	27
4.5.2. Sorpční vlastnosti půdy, obsah Cox, obsah celkového N a obsah rizikových prvků.....	31
4.6. Hodnocení obsahu rizikových prvků ve sklizni	35
4.7. Bilance živin	37
5. ZÁVĚR	42
5.1. Vliv hnojení na celkovou výrobnost osevního sledu	42
5.2. Vliv hnojení na technologické vlastnosti produktů	42
5.3. Vliv hnojení na půdní vlastnosti	43
5.4. Vliv hnojení na obsah rizikových prvků ve sklizených produktech.....	44
5.5. Vliv hnojení na bilanci živin	44
5.6. Závěrečné shrnutí.....	44
6 PŘÍLOHY	46
6.1. Rozdělení dávek hnojiv pro ŘVO (Věrovany, Lednice a Pusté Jakartice)	46
6.2. Rozdělení dávek hnojiv pro BVO (Lípa, Hradec n. Svitavou, Staňkov, Horažďovice, Jaroměřice, Vysoká, Chrástava).....	47

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, statkových hnojiv a prokázat možnou míru náhrady minerálních hnojiv přirozenými organickými a statkovými hnojivy. Sledován je vliv těchto dvou skupin hnojiv na výnos a kvalitu produkce, na změny agrochemických vlastností půd a na bilanci živin. Přirozená organická, statková hnojiva (chlévkový hnůj, zaorávka slámy a chrástu, zelené hnojení a kompost) byla doplněna upravenými kaly z čistíren odpadních vod, jako dalšího významného zdroje organických látek.

Zkoušky byly založeny podle možností výživářských bází 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 čtyřmi závěrečnými zprávami, vždy po ukončení osevního sledu, tj. v roce 1998, 2004, 2010 a 2016.

Předkládaná závěrečná zpráva shrnuje výsledky pátého osevního sledu tj. období 2017 až 2022.

2. MATERIÁL A METODY

2.1. Druh polní zkoušky

Zkoušky byly založeny jako přesné dlouhodobé na plochách výživářských bází zkušebních stanic ve výrobním typu kukuřičném, řepařském a bramborářském. Výměry hnojených a sklizňových parcel byly 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

Tab. č. 1: Plodina a odrůda

<i>výrobní typ kukuřičný a řepařský</i>	<i>výrobní typ bramborářský</i>
2017 cukrovka - Mesange	2017 brambory - Adéla
2018 ječmen jarní - Sebastian	
2019 hrách - Slovan	
2020 řepka ozimá - Cortes	
2021 pšenice ozimá - Dagmar	
2022 ječmen jarní - Laudis	

Mimo roku 2017, kdy se plodiny liší dle výrobní oblasti jsou plodiny i odrůdy společné.

2.3. Kombinace hnojení

V polní zkoušce je zařazeno 10 variant hnojení, na zkušebních stanicích Lípa a Hradec nad Svitavou 12 variant hnojení a jsou čtyřikrát opakovány. Sleduje se vliv hnojení organickými a statkovými hnojivy (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 variantách 11 a 12 upravený kal z ČOV, jednou samostatně a jednou společně s minerálními hnojivy. Od podzimu roku 2016 byl přidán na všech stanicích na pokusných variantách 9 a 10 kompost v dávce 40 t.ha⁻¹. Použité hnojení viz. tab. 2.

Tab. č. 2: Varianty hnojení

1. nehnojeno
2. minerální hnojiva (NPK)
3. chlévský hnůj
4. chlévský hnůj + minerální hnojiva (NPK)
5. zaorávka slámy nebo chrástu
6. zaorávka slámy nebo chrástu + minerální hnojiva (NPK)
7. zelené hnojení
8. zelené hnojení + minerální hnojiva (NPK)
9. zelené hnojení + zaorávka slámy nebo chrástu + kompost
10. zelené hnojení + zaorávka slámy nebo chrástu + kompost + minerální hnojiva (NPK)
11. vyhnílý kal z ČOV (pouze na stanicích Lípa, Hradec n. Svitavou)
12. vyhnílý kal z ČOV + minerální hnojiva (pouze na stanicích Lípa, Hradec n. Svitavou)

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. Zkouška se řídí metodickým pokynem č. 01/VR (Základní metodika přesných polních a nádobových zkoušek) a MP č. 02/VR (Prováděcí metodiky polních zkoušek). Z dusíkatých hnojiv je používán při přípravě půdy k setí nebo sázení síran amonný a k přihnojování v průběhu vegetace ledek amonný

s vápencem. Fosforečná hnojiva jsou dodávána v superfosfátu granulovaném a draslík v draselné soli.

Dávky minerálních hnojiv na variantách 4, 6 a 8 jsou vypočteny tak, aby součet průměrného obsahu živin v organických, statkových materiálech a v minerálních hnojivech odpovídal variantě 2. Minerální hnojení na těchto variantách není tedy navíc, ale je proti variantě 2 (NPK) sníženo o živiny z organických, statkových materiálů. Jedině tímto způsobem je možno prokázat náhradu, a tím možnost úspory, živin dodaných minerálním hnojením proti organickým a statkovým hnojivům.

Hnojení kvalitním chlévským hnojem je prováděno dvakrát během osevního sledu na variantách 3 a 4 (ve KVO a ŘVO k cukrovce a řepce ozimé, ve BVO k bramborám a řepce ozimé). Hnojení řezanou slámou obilnin je použito na variantách 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 variantách 5, 6, 9 a 10 je zaorávána také hrachová sláma v množství 1 tuna/ha bez přídatku minerálního

dušiku. Posklizňové zbytky ozimé řepky (včetně slámy) se zaorávají na všech variantách. Počítá se s množstvím 4 tuny posklizňových zbytků oz. řepky na 1 ha. K tomuto množství se na varianty 2, 4, 5, 6, 8, 9 a 10 (v Lípě a ve Svitavách na variantě 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 obilnin, proto je přídavek minerálního N nižší. V ŘVO se na variantách 5, 6, 9 a 10 zaorává chrást cukrovky v dávce 30 t/ha.

Zelené hnojení je používáno pouze na variantách 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 zjišťuje, jaké množství zeleného hnojení narostlo. V BVO na stanicích Lípa, Svitavy se na variantách 11 a 12 aplikuje dvakrát během osevního postupu (k bramborám a řepce ozimé) upravený kal z čistírny odpadních vod. Od roku 2016 bylo po aktualizaci metodiky přidáno na varianty 9 a 10 hnojení kompostem v dávce 40 t.ha⁻¹ vždy před okopaninou a před výsevem ozimé řepky.

Vápnění je zajišťováno mletým vápencem na všech pokusných variantách na podzim před setím hrachu (naposledy v r. 2018). Dávky se stanovují podle kritérií AZZP, tj. podle hodnoty pH zjištěné na příslušné variantě v posledním roce před vápněním a podle druhu půdy.

Dávky, termíny aplikace jednotlivých hnojiv a odpočty živin v organické hmotě jsou uvedeny v příloze v závěru zprávy.

2.5. Agrotechnika a ochrana rostlin

U všech zkoušek je prováděna včasná a kvalitní příprava půdy a následně setí a sázení. Výsevné množství se stanoví podle doporučení, platných pro danou oblast a odrůdu. Během vegetace je prováděna řádná agrotechnika. Ošetření přípravky na ochranu rostlin se provádí pouze při silnějším výskytu škodlivých organizmů.

2.6. Vegetační pozorování a sklizeň

Od založení pokusu až do sklizně je prováděno předepsané vegetační pozorování, záznamy o stavu porostu na jednotlivých variantách 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 agrochemických vlastností půdy byl před založením pokusů odebrán z celé pokusné plochy jeden průměrný vzorek půdy a stanoven: druh půdy, půdní reakce pH/CaCl₂, obsah přístupných živin P, K, Mg, Ca metodou Mehlich 3 (M3), sorpční vlastnosti, obsah C_{ox}, N celkový a obsah rizikových prvků (Pb, Cd, Hg, Cr, Zn, Cu, Ni, As). Shodné analýzy se provádí na konci každého osevního sledu ze všech variant hnojení.

V sudých letech (2018, 2020, 2022) se po sklizni plodiny odebíraly průměrné půdní vzorky z každé varianty hnojení pro stanovení pH/CaCl₂ a obsahu přístupných živin (P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Al, Fe, Cu, Mn) metodou Mehlich 3. Na konci každého osevního sledu jsou v půdních vzorcích z každé varianty hnojení zjišťovány další parametry – hodnoty sorpčního nasycení

(S, T, V), KVK, obsah N_{tot} , obsah C_{tot} a C_{ox} , glomalin, Q4/6, obsahy rizikových prvků (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

Pro sledování příjmu živin rostlinami, za účelem výpočtu bilance živin, jsou při sklizni, či před sklizní, z každé pokusné plodiny odebírány ze všech variant vzorky hlavního a vedlejšího produktu. Stanovují se hlavní živiny N, P, K, Ca a Mg. Na stanicích, kde jsou zkoušeny upravené kaly z ČOV (Lípa, Svitavy) je sledován příjem těžkých kovů rostlinami (hlavní i vedlejší produkt) na variantách 1, 2, 3, 4, 11 a 12.

2.8. Technologické rozborů

Z technologických rozborů je u cukrovky sledována cukernatost, výnos rafinády, obsah draslíku, sodíku a amidického dusíku. U brambor se vyhodnocuje roztřídění 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 HTS a vlhkost zrna ihned po sklizni a u řepky HTS a obsah oleje v sušině.

2.9. Statistické zhodnocení výnosů

K hodnocení statistických rozdílů mezi srovnávanými variantami byla použita jednofaktorová ANOVA. K následnému mnohonásobnému porovnání byl použit Tukeyho test pro zjištění statisticky průkazných rozdílů mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$. Statistické analýzy byly provedeny s využití programu STATISTICA verze 12, StatSoft, Inc. (2013)

3. CHARAKTERISTIKA ZKUŠEBNÍCH MÍST

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

Tab. č. 3: Základní půdní a klimatické údaje

zkušební stanice	výrobní oblast	rok založení	nadmořská výška (m)	dlouhodobý normál		půdní typ	půdní druh
				srážky	teplota		
Horažďovice	bramborářská	1994	472	585	7,8	KA	HP
Chrastava	bramborářská	2000	345	738	8,0	HN	H
Jaroměřice	bramborářská	1994	425	488	8,2	HN	JH
Lípa	bramborářská	1993	505	594	7,5	KA	PH
Lednice	kukuřičná	1994	172	461	9,6	CE	H
P. Jakartice	řepařská	1994	290	584	8,3	LU	H
Staňkov	bramborářská	1994	370	549	8,3	HN	H
Hradec	bramborářská	1993	460	616	7,1	HN	H
Věrovany	řepařská	1993	207	502	8,7	CE	H
Vysoká	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	41 - 50
semihumidní	51 - 60
humidní	61 - 160
perhumidní	> 160

Tab. č. 4: Langův dešťový faktor (2017-2022)

Rok	parametr	BVO							ŘVO		
		HOR	HRA	CHT	JAR	LIP	STV	VYS	LED	PJA	VER
2017	Ø teplota (°C)	8,4	8,1	8,8	9,1	8,2	9,3	8,8	10,7	9,2	9,7
	roční úhrn srážek (mm)	536	560	791	374	492	444	588	351	583	415
	Langův dešťový faktor	64	69	90	41	60	48	67	33	63	43
2018	Ø teplota (°C)	8,9	9,2	9,5	9,8	8,9	10,0	9,2	11,4	9,9	10,6
	roční úhrn srážek (mm)	791	427	635	462	596	473	650	421	493	460
	Langův dešťový faktor	89	46	67	47	67	47	71	37	50	43
2019	Ø teplota (°C)	9,4	9,3	9,9	10,2	9,3	9,8	9,6	11,7	10,7	11,0
	roční úhrn srážek (mm)	496	560	644	467	652	597	585	533	539	565
	Langův dešťový faktor	53	60	65	46	70	61	61	46	50	51
2020	Ø teplota (°C)	9,4	9,2	10,1	9,8	9,6	9,8	9,4	11,6	11,2	11,2
	roční úhrn srážek (mm)	491	777	764	665	798	566	575	498	769	580
	Langův dešťový faktor	52	84	76	68	83	58	61	43	69	52
2021	Ø teplota (°C)	8,4	8,3	9,1	9,0	8,6	8,6	8,2	11,0	10,1	10,4
	roční úhrn srážek (mm)	625	679	931	581	660	614	654	520	804	629
	Langův dešťový faktor	74	82	102	65	77	71	80	47	80	60
2022	Ø teplota (°C)	9,6	8,9	9,8	9,9	9,5	9,7	9,9	11,2	10,6	11,0
	roční úhrn srážek (mm)	442	605	719	464	520	406	623	351	518	444
	Langův dešťový faktor	46	68	73	47	55	42	63	31	49	40

Z uvedené tabulky jsou patrné problematické roky a oblasti z hlediska dostupnosti vláhy pro rostliny. Jedná se zejména o zkušební stanice v ŘVO (KVO) a o roky 2018 a 2022.

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). V bramborářské oblasti jsou hodnoceny výsledky ze stanovišť Horažďovice, Chrastava, Jaroměřice, 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 tří stanovišť, v bramborářské ze sedmi stanovišť (varianty 1 až 10). Kaly z ČOV, které jsou zkoušeny pouze na dvou stanovištích v bramborářské oblasti (Lípa a Svitavy) jsou porovnávány v samostatné tabulce pro tato dvě stanoviště, označené jako stanoviště s kaly (varianty 1 až 12). Výnosy z jednotlivých stanovišť je možno nalézt ve výročních zprávách za jednotlivé zkušební roky.

Rok 2017

V prvním roce hodnoceného osevního sledu bylo testováno statkové, organické a minerální hnojení v ŘVO na cukrovce a v BVO na bramborách – viz. tab. 5, 6 a 7.

Tab. č. 5: Výnosy cukrovky

<i>produkt</i>	<i>varianty 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)</i>	51,73	55,08	53,01	49,81	57,14	60,76	61,79	59,52	58,74	61,96
<i>%</i>	100,0	106,5	102,5	96,3	110,5	117,5	119,4	115,1	113,6	119,8
<i>%</i>						100,0	101,7	98,0	96,7	102,0
<i>chrást (t/ha)</i>	10,16	13,42	12,62	11,89	14,82	18,74	17,95	18,89	19,69	18,19
<i>%</i>	100,0	132,1	124,2	117,0	145,9	184,4	176,7	185,9	193,8	179,0
<i>%</i>						100,0	95,8	100,8	105,1	97,1
<i>cukrovka (OJ/ha)</i>	13,95	15,11	14,51	13,64	15,77	17,06	17,24	16,77	16,65	17,31
<i>%</i>	100,0	108,3	104,0	97,8	113,0	122,3	123,6	120,2	119,4	124,1
<i>%</i>						100,0	101,1	98,3	97,6	101,5
<i>průkaznost*</i>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

U cukrovky se nejhůře uplatnilo samotné zelené hnojení, po kterém výnos nedosáhl ani úrovně nehnojené kontroly, ostatní statková, organická hnojiva výnos mírně zvýšila. Výnosy na variantách s minerálním hnojením jsou v podobné hladině, většinou s mírným nárůstem způsobeným kombinací s organickými, statkovými hnojivy. Rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení nejsou statisticky průkazné.

Tab. č. 6: Výnosy brambor

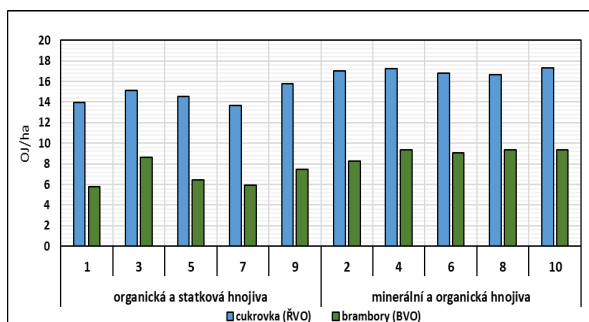
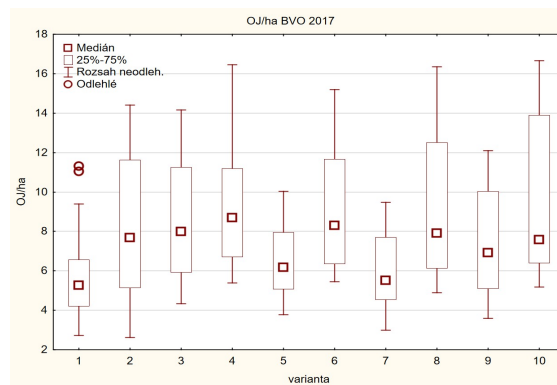
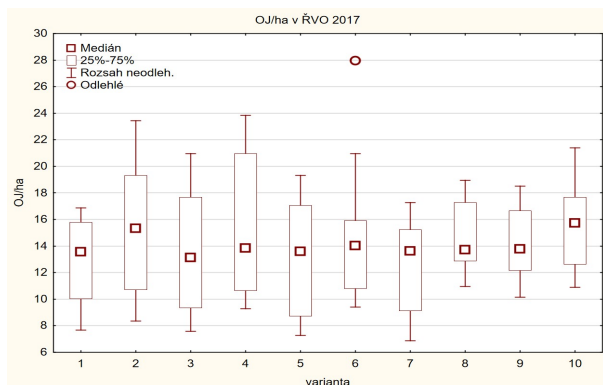
produkt	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
hlízy (t/ha)	23,15	34,48	25,67	23,77	29,79	32,62	33,03	37,50	36,26	37,50
%	100,0	148,9	110,9	102,7	128,7	140,9	142,7	162,0	156,6	162,0
%						100,0	101,3	115,0	111,2	115,0
brambory(OJ/ha)	5,79	8,62	6,42	5,94	7,45	8,26	9,37	9,06	9,38	9,38
%	100,0	148,9	110,9	102,6	128,7	142,7	161,8	156,5	162,0	162,0
%						100,0	113,4	109,7	113,6	113,6
průkaznost	b	a c	b c	b	a b c	a b c	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

U brambor byl patrný velmi pozitivní vliv hnoje. Zvláště varianta se samotným hnojem výrazně předčila ostatní statkové, organické materiály. Zbylá statková, organická hnojiva výnos zvýšila, nejslabší byla varianta se zaorávkou zeleného hnojení. Varianty s minerálními hnojivy měly výnos vyšší o 40-60% proti nehnojené kontrole. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi nehnojenou kontrolou a variantami 3, 4, 6, 8, 10.

Z grafu č. 3 je patrný na všech variantách se statkovými, organickými hnojivy, více než dvojnásobný výnos u cukrovky než u brambor (přepočten na OJ). Při minerálním hnojení se výnosový rozdíl mezi oběma plodinami snížil. Minerální hnojení bylo u brambor výrazně účinnější.

Graf 1, 2 a 3: Významnost rozdílů výnosu (OJ/ha) cukrovky a brambor, r. 2017



Varianta s čistírenským kalem byla výnosově na úrovni varianty s hnojem a kompostem a výrazně lepší než ostatní organická, statková hnojiva. Kal společně s minerálním hnojením dosáhl nepatrně vyššího výnosu než samotné minerálního hnojení (tab. 7).

Tab. č. 7: Výnosy brambor – stanoviště s kaly

<i>produkt</i>	<i>varianty 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>
hlízy (t/ha)	20,46	32,89	24,73	25,33	32,16	32,62	36,36	32,59	36,47	41,55	41,92	38,79
%	100,0	160,8	120,9	123,8	157,2	159,4	177,7	159,3	178,3	203,1	204,9	189,6
%							100,0	89,6	100,3	114,3	115,3	106,7
brambory (OJ/ha)	5,11	8,22	6,18	6,33	8,04	8,16	9,09	8,15	9,12	10,39	10,48	9,70
%	100,0	160,9	120,9	123,9	157,3	159,7	177,9	159,5	178,5	203,3	205,1	189,8
%							100,0	89,7	100,3	114,3	115,3	106,7

Rok 2018

Ve zkušebním roce 2018 byla v obou výrobních oblastech jednotná plodina – ječmen jarní, dosažené výnosy jsou uvedeny v tabulkách 8, 9, 10 a grafech 4, 5 a 6.

Tab. č. 8: Výnosy ječmene jarního – řepářská oblast

<i>produkt</i>	<i>varianty 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/ha)	4,83	5,33	5,04	4,86	4,95	5,23	5,28	4,89	4,98	5,20
%	100,0	110,4	104,3	100,6	102,5	108,3	109,3	101,2	103,1	107,7
%						100,0	101,0	93,5	95,2	99,4
sláma (t/ha)	3,70	4,43	4,03	3,62	4,74	4,69	4,49	5,18	4,54	5,25
%	100,0	119,7	108,9	97,8	128,1	126,8	121,4	140,0	122,7	141,9
%						100,0	95,7	110,4	96,8	111,9
ječmen (OJ/ha)	5,39	5,99	5,65	5,40	5,66	5,93	5,96	5,66	5,66	5,98
%	100,0	111,1	104,8	100,2	105,0	110,0	110,6	105,0	105,0	110,9
%						100,0	100,5	95,4	95,4	100,8
průkaznost	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

U zrna ječmene jarního bylo v řepářské oblasti dosaženo nejvyššího výnosu při aplikaci chlěvského hnoje. Nejnížší výnos, na úrovni nehnojené varianty, byl u zeleného hnojení. Varianty hnojené statkovými a organickými hnojivy společně s minerálním hnojením jsou výnosově na nebo pod úrovni samotného minerálního hnojení. Rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení nebyly statisticky průkazné.

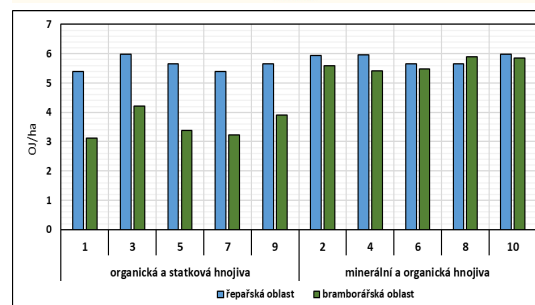
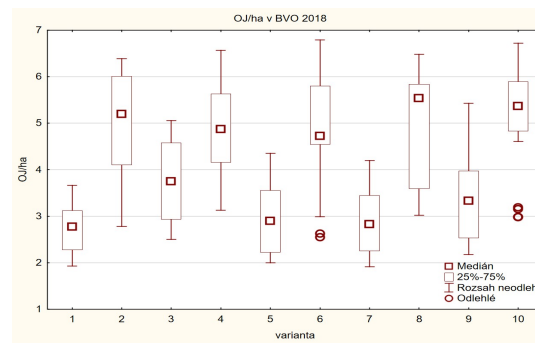
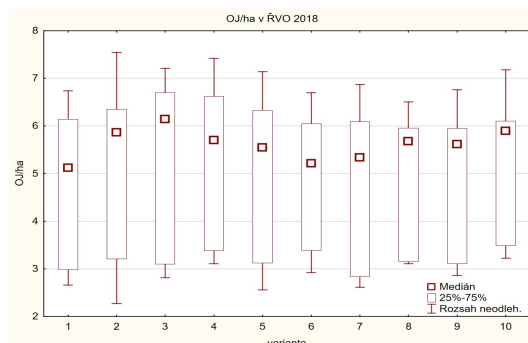
Tab. č. 9: Výnosy ječmene jarního – bramborářská oblast

produkt	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno (t/ha)	2,76	3,76	2,97	2,85	3,45	3,88	5,02	4,85	4,90	5,29
%	100,0	136,2	107,6	103,3	125,0	140,6	181,9	175,7	177,5	191,7
%						100,0	129,4	125,0	126,3	136,3
sláma (t/ha)	2,49	3,08	2,78	2,57	3,07	2,42	3,89	3,84	3,91	4,05
%	100,0	123,7	111,6	103,2	123,3	97,2	156,2	154,2	157,0	162,7
%						100,0	160,7	158,7	161,6	167,4
ječmen (OJ/ha)	3,13	4,22	3,39	3,24	3,91	5,60	5,42	5,48	5,90	5,86
%	100,0	134,8	108,3	103,5	124,9	178,9	173,2	175,1	188,5	187,2
%						100,0	96,78	97,9	105,4	104,6
průkaznost	b	c	b c	b	b c	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

Výnos ječmene v bramborářské výrobní oblasti se od řepařské značně liší, jak v absolutních hodnotách, tak i při vzájemném porovnání účinnosti hnojiv. Ze statkových, organických hnojiv byl nejúčinnější chlévský hnůj. Při organickém a minerálním hnojení byla mírně lepší varianta zelené hnojení + MH a varianta 10 s kompostem. Statisticky průkazný rozdíl byl mezi nehnojenou variantou a variantami 3, 2, 4, 6, 8 a 10.

Graf 4, 5 a 6: Významnost rozdílů výnosu (OJ/ha) ječmene jarního, r. 2018



Z grafu 6 je patrný vyšší výnos ječmene v řepařské oblasti, ale výrazně vyšší účinnost minerálního hnojení v bramborářské oblasti.

Upravené kaly z ČOV byly v dosažených výnosech na úrovni chlévského hnoje. V kombinaci s minerálním hnojením měly vyšší výnos než samotné minerální hnojení.

Tab. č. 10: Výnosy ječmene jarního – stanoviště s kaly

<i>produkt</i>	<i>varianty 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>
zrno (t/ha)	2,91	3,72	3,15	3,15	3,58	3,88	4,53	4,62	4,68	5,01	5,09	4,96
%	100,0	127,8	108,2	108,2	123,0	133,3	155,7	158,8	160,8	172,2	174,9	170,4
%							100,0	102,0	103,3	110,6	112,4	109,5
sláma (t/ha)	2,27	2,69	2,57	2,17	2,78	2,42	2,86	2,98	3,24	3,45	3,18	3,28
%	100,0	118,5	113,2	95,6	122,5	106,6	126,0	131,3	142,7	152,0	140,1	144,5
%							100,0	104,2	113,3	120,6	111,2	114,7
ječmen (OJ/ha)	3,24	4,12	3,53	3,48	4,00	4,24	4,96	5,07	5,16	5,53	5,57	5,45
%	100,0	127,2	109,0	107,4	123,5	130,9	153,1	156,5	159,3	170,7	171,9	168,2
%							100,0	102,2	104,0	111,5	112,3	109,9

Rok 2019

Výnosy hrachu v ŘVO i BVO, který byl v roce 2019 pokusnou plodinou, jsou uvedeny v tabulkách 11, 12, 13 a grafech 7, 8 a 9.

Tab. č. 11: Výnosy hrachu – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>varianty 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/ha)	3,51	3,66	3,70	3,51	3,83	3,49	3,62	3,74	3,68	3,87
%	100,0	104,3	105,4	100,0	109,1	99,4	103,1	106,6	104,8	110,3
%						100,0	103,7	107,2	105,4	110,9
sláma (t/ha)	4,70	4,94	4,98	4,74	5,19	4,40	5,52	5,37	5,15	5,39
%	100,0	105,1	106,0	100,9	110,4	93,6	117,4	114,3	109,6	114,7
%						100,0	125,5	122,0	117,0	122,5
hrách (OJ/ha)	5,38	5,62	5,69	5,40	5,89	5,28	5,72	5,83	5,70	5,99
%	100,0	104,5	105,8	100,4	109,5	98,1	106,3	108,4	105,9	111,3
%						100,0	108,3	110,4	108,0	113,4
průkaznost	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

V řepařské oblasti byl vliv statkových, organických i minerálních hnojiv na dosahované výnosy nepatrný. Mírného zvýšení výnosu dosáhly varianty s hnojem, zaorávkou slámy a kompostem. Výrazného nárůstu výnosu nedosáhly ani varianty se samotným MH ani v kombinaci MH + organické, statkové hnojení, nejvyšší výnos měla varianta 10 (MH + sláma + kompost). Rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení nejsou statisticky průkazné.

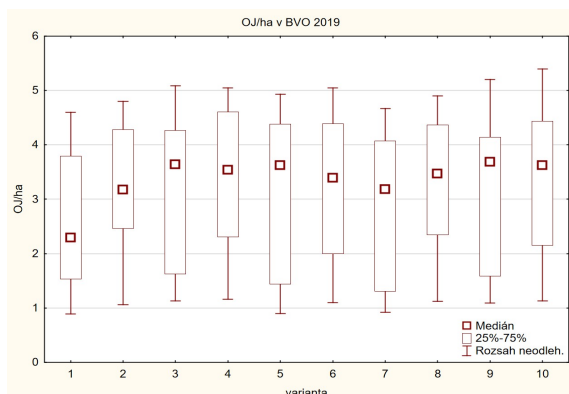
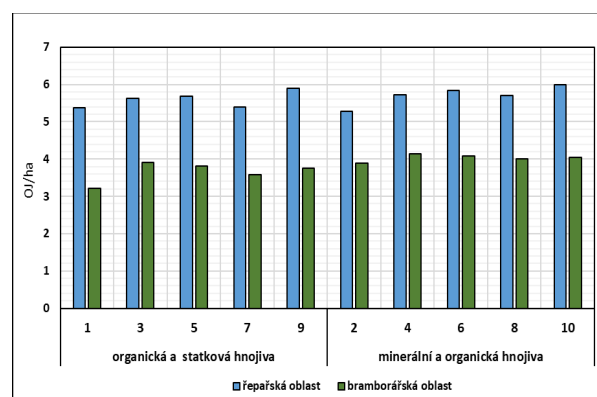
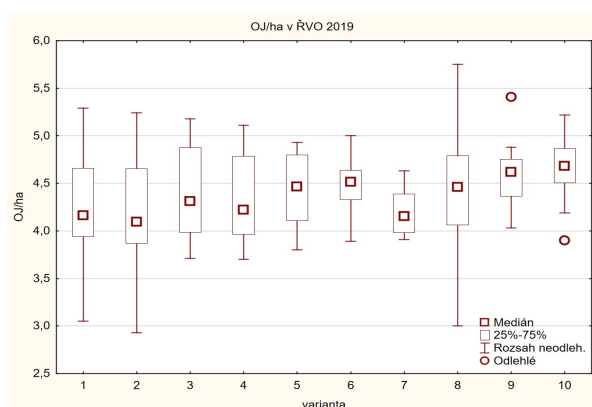
Tab. č. 12: Výnosy hrachu –bramborářská oblast

produkt	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno (t/ha)	2,14	2,63	2,60	2,42	2,55	2,79	2,60	2,77	2,73	2,70
%	100,0	122,9	121,5	113,1	119,2	130,4	121,5	129,4	127,6	126,2
%						100,0	93,2	99,3	97,8	96,8
sláma (t/ha)	2,59	2,97	2,77	2,72	2,77	3,32	3,09	3,27	3,21	3,09
%	100	114,7	106,9	105,0	106,9	128,2	119,3	126,3	123,9	119,3
%						100,0	93,1	98,5	96,7	93,1
hrách (OJ/ha)	3,22	3,90	3,81	3,58	3,75	3,89	4,15	4,08	4,01	4,05
%	100,0	121,1	118,3	111,2	116,5	120,8	128,9	126,7	124,5	125,8
%						100,0	106,7	104,9	103,1	104,1
průkaznost	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

V bramborářské oblasti se uplatnila statková, organická hnojiva lépe, nejvyšší nárůst výnosu byl u chlěvského hnoje. Všechny varianty s organickým, statkovým a minerálním hnojením byly výnosově výrazně lepší, než samotné minerální hnojení, ale rozdíly nejsou statisticky průkazné.

Graf 7, 8, 9: Významnost rozdílů výnosu (OJ/ha) hrachu, r. 2019



Výnosy hrachu v řepařské oblasti byly výrazně vyšší než v bramborářské oblasti.

Tab. č. 13: Výnosy hrachu – stanoviště s kaly

<i>produkt</i>	<i>varianty 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>
<i>zrno (t/ha)</i>	2,73	2,92	3,02	2,82	2,58	2,79	2,97	2,98	3,19	2,84	2,77	3,14
%	100,0	107,0	110,6	103,3	94,5	102,2	108,8	109,2	116,8	104,0	101,5	115,0
%							100,0	100,3	107,4	95,6	93,3	105,7
<i>sláma (t/ha)</i>	3,52	3,27	3,08	3,33	3,16	3,32	3,64	3,53	3,69	3,67	3,66	3,56
%	100,0	92,9	87,5	94,6	89,8	94,3	103,4	100,3	104,8	104,3	104,0	101,1
%							100,0	97,0	101,4	100,8	100,5	97,8
<i>hrách (OJ/ha)</i>	4,15	4,32	4,39	4,21	3,88	4,18	4,47	4,46	4,75	4,32	4,24	4,65
%	100,0	104,1	105,8	101,4	93,5	100,7	107,7	107,5	114,5	104,1	102,2	112,0
%							100,0	99,8	106,3	96,6	94,9	104,0

Výnos na variantě s kalem ČOV (varianta 11) byl na úrovni výnosů ostatních statkových, organických hnojiv a v kombinaci s minerálním hnojením (varianta 12) se výnos ještě zvýšil.

Rok 2020

Po hrachu, který je v osevním sledu zařazen jako zlepšující plodina byla v roce 2020 pokusnou plodinou ozimá řepka. Výnosy v tunách a obilních jednotkách na hektar jsou uvedeny v tabulkách 14, 15 a 16 a grafech 10, 11 a 12.

V řepařské oblasti (ve sledovaném roce byly výsledky jen ze zkušební stanice Lednice) se ze statkových, organických hnojiv nejlépe uplatnil chlévský hnůj a na stejné úrovni pak byla zaorávka slámy a kompost. Všechny varianty s minerálními hnojivy dosáhly vyšších výnosů než nehnojená kontrola. Statisticky průkazný rozdíl byl mezi variantami 1 a 4, ale také mezi 7 a 2, 4.

Tab. č. 14: Výnosy řepky ozimé – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>varianty 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)</i>	3,08	3,93	3,52	2,68	3,48	4,06	4,18	4,02	3,77	3,64
%	100,0	127,6	114,3	87,0	113,0	131,8	135,7	130,5	122,4	118,2
%						100,0	103,0	99,0	92,9	89,7
<i>sláma (t/ha)</i>	2,70	4,83	3,27	3,52	4,90	4,68	4,99	5,19	5,12	6,02
%	100,0	178,9	121,1	130,4	181,5	173,3	184,8	192,2	189,6	223,0
%						100,0	106,6	110,9	109,4	128,6
<i>řepka (OJ/ha)</i>	6,43	8,34	7,37	5,71	7,45	8,59	8,86	8,56	8,05	7,88
%	100,0	129,7	114,6	88,8	115,9	133,6	137,8	133,1	125,2	122,6
%						100,0	103,1	99,7	93,7	91,7
<i>průkaznost</i>	a c	a b	a b c	c	a b c	a b	b	b c	b c	a b c

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

Pozn.: Do výpočtu nebyly zahrnuty výnosy ze stanice Pusté Jakartice a Věrovany, kde byla pěstována náhradní plodina hořčice bílá.

V bramborářské výrobní oblasti byl patrný velmi pozitivní vliv minerálního hnojení zejména v kombinaci se statkovými, organickými hnojivy, kdy došlo k nárůst výnosů. Z organických, statkových hnojiv se nejlépe uplatnil chlévský hnůj. Varianta se zeleným hnojením zaostala za nehnojenou kontrolou. Statisticky průkazné rozdíly byly mezi variantami 1 a 2, 3, 4, 6, 8 a 10.

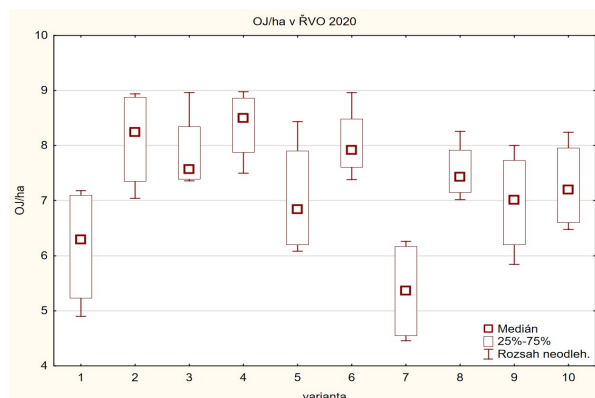
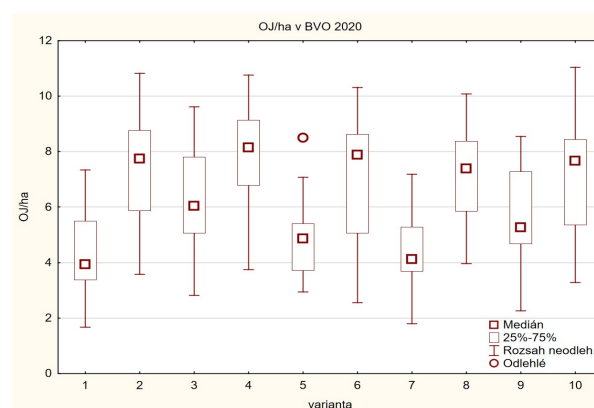
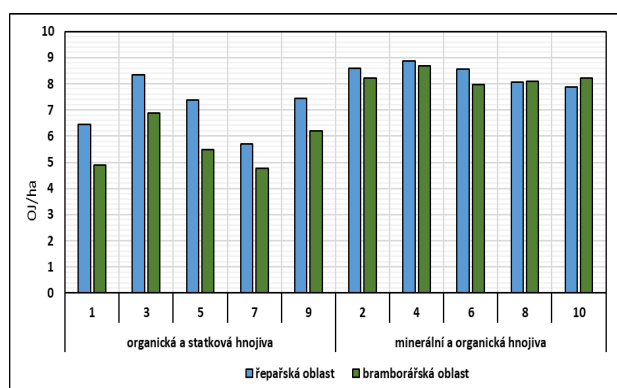
Tab. č. 15: Výnosy řepky ozimé – bramborářská oblast

produkt	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno (t/ha)	2,16	3,09	2,43	2,11	2,75	2,73	3,67	3,89	3,55	3,61
%	100,0	143,1	112,5	97,7	127,3	126,4	169,9	180,1	164,4	167,1
%						100,0	134,4	142,5	130,0	132,2
sláma (t/ha)	5,66	7,03	6,21	5,55	7,04	8,17	8,82	8,97	8,52	8,83
%	100,0	124,2	109,7	98,1	124,4	144,3	155,8	158,5	150,5	156,0
%						100,0	108,0	109,8	104,3	108,1
řepka (OJ/ha)	4,88	6,89	5,48	4,77	6,20	8,23	8,67	7,96	8,09	8,23
%	100,0	141,2	112,3	97,7	127,0	168,6	177,7	163,1	165,8	168,6
%						100,0	105,3	96,7	98,3	100,0
průkaznost	c	a d	c d	c	c d	a b	b	a b	a b	a b

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

V grafu 10 je 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 nižší. Ve většině případů se proto rozdíl mezi výnosy v řepařské a bramborářské oblasti při použití minerálního hnojení snížil.

Graf 10, 11, 12: Významnost rozdílů výnosu (OJ/ha) řepky ozimé, r. 2020



Varianta s upravenými kaly z ČOV byla výnosově na úrovni 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, statkovými hnojivy.

Tab. č. 16: Výnosy řepky ozimé – stanoviště s kaly

<i>produkt</i>	<i>varianty 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>
<i>zrno (t/ha)</i>	2,03	2,79	2,15	1,91	2,41	2,73	3,61	3,68	3,32	3,48	3,22	3,46
%	100,0	137,4	105,9	94,1	118,7	134,5	177,8	181,3	163,5	171,4	158,6	170,4
%							100,0	105,3	92,0	96,4	89,2	95,8
<i>sláma (t/ha)</i>	5,53	6,21	6,00	6,10	7,29	8,17	8,91	8,51	8,64	8,80	9,26	9,90
%	100,0	112,3	108,5	110,3	131,8	147,7	161,1	153,9	156,2	159,1	167,5	179,0
%							100,0	95,5	97,0	98,8	103,9	111,1
<i>řepka (OJ/ha)</i>	4,61	6,20	4,89	4,42	5,54	6,27	8,10	8,21	7,49	7,83	7,36	7,91
%	100,0	134,5	106,1	95,9	120,2	136,0	175,7	178,1	162,5	169,8	159,7	171,6
%							100,0	101,4	92,5	96,7	90,9	97,7

Rok 2021

Výnosy pšenice ozimé pěstované v roce 2021 jsou uvedeny v tabulkách 17, 18, 19 a grafech 13, 14 a 15.

Tab. č. 17: Výnosy pšenice ozimé – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>varianty 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)</i>	7,61	8,91	8,71	7,71	9,49	9,61	10,15	9,87	9,48	9,67
%	100,0	117,1	114,5	101,3	124,7	126,3	133,4	129,7	124,6	127,1
%						100,0	105,6	102,7	98,6	100,6
<i>sláma (t/ha)</i>	6,93	8,91	8,83	7,39	9,47	10,11	10,03	9,58	10,15	10,85
%	100,0	128,6	127,4	106,6	136,7	145,9	144,7	138,2	146,5	156,6
%						100,0	99,2	94,8	100,4	107,3
<i>pšenice (OJ/ha)</i>	8,30	9,80	9,59	8,45	10,43	10,62	11,16	10,83	10,49	10,75
%	100,0	118,1	115,5	101,8	125,7	128,0	134,5	130,5	126,4	129,5
%						100,0	105,1	102,0	98,8	101,2
<i>průkaznost</i>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

Samotné zelené hnojení bylo v řepařské výrobní oblasti na úrovni nehnojené varianty, ostatní statková, organická hnojiva působila na výnos pozitivně. Na variantách s minerálním hnojením byly téměř ve všech případech výnosy mírně nad úroveň samotného minerálního hnojení. Rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení nejsou statisticky průkazné.

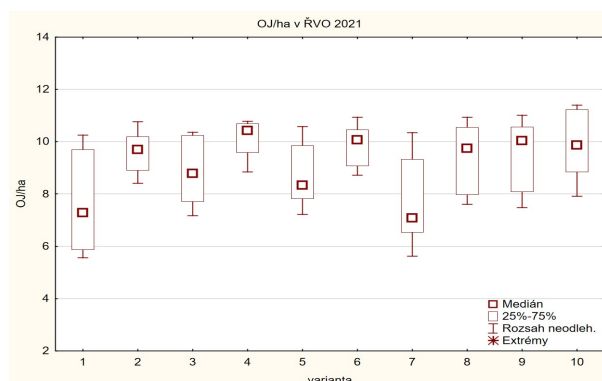
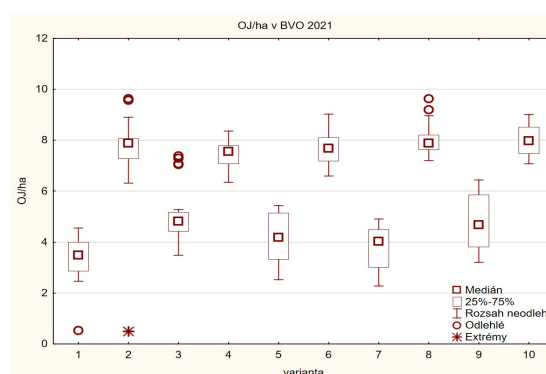
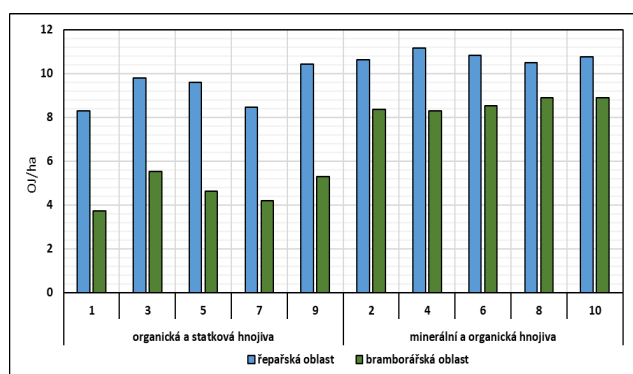
Tab. č. 18: Výnosy pšenice ozimé – bramborářská oblast

produkt	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno (t/ha)	3,37	5,00	4,18	3,75	4,75	7,50	7,45	7,69	8,01	8,01
%	100,0	148,4	124,0	111,3	140,9	222,6	221,1	228,2	237,7	237,7
%						100,0	99,3	102,5	106,8	106,8
sláma (t/ha)	3,54	5,18	4,61	4,36	5,32	8,49	8,32	8,48	8,89	8,77
%	100,0	146,3	130,2	123,2	150,3	239,8	234,5	239,5	251,1	247,7
%						100,0	98,0	99,9	104,7	103,3
pšenice (OJ/ha)	3,72	5,52	4,64	4,19	5,28	8,35	8,28	8,54	8,90	8,89
%	100,0	148,4	124,7	112,6	141,9	224,5	222,6	229,6	239,2	239,0
%						100,0	99,2	102,3	106,6	106,5
průkaznost	b	e	c d	b c	d e	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

V bramborářské výrobní oblasti byla účinnost statkových, organických hnojiv vyšší než v řepářské oblasti, zvláště u hnoje. Při kombinaci minerálních a statkových, organických hnojiv jsou výnosy více než o polovinu vyšší než nehnojená kontrola a pohybují se na podobné hladině.

Grafy 13, 14, 15: Významnost rozdílů výnosu (OJ/ha) pšenice ozimé, r. 2021



Graf 13 dokumentuje značně vyšší výnosovou úroveň v řepářské oblasti při aplikaci samotných statkových, organických hnojiv, i v kombinaci s minerálními hnojivy. Minerální hnojení vliv použitých organických materiálů překrývá, takže zvláště v bramborářské oblasti byly výnosy na obdobné úrovni.

Upravené čistírenské kaly vykazaly vysoký nárůst výnosů, blížíci se k chlévskému hnoji. V kombinaci s minerálním hnojením je výnosový efekt kalů více než dvojnásobný oproti nehnojené variantě.

Tab. č. 19: Výnosy pšenice ozimé – stanoviště s kaly

<i>produkt</i>	<i>varianty 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>
zrno (t/ha)	2,42	4,19	3,30	3,33	3,97	3,93	6,50	7,31	7,18	7,81	7,33	6,39
%	100,0	173,1	136,4	137,6	164,0	162,4	268,6	302,1	296,7	322,7	302,9	264,0
%							100,0	112,5	110,5	120,2	112,8	98,3
sláma (t/ha)	3,25	4,77	4,05	4,41	4,99	4,75	8,63	8,64	8,28	8,78	8,52	6,02
%	100,0	146,8	124,6	135,7	153,5	146,2	265,5	265,8	254,8	270,2	262,2	185,2
%							100,0	100,1	95,9	101,7	98,7	69,8
pšenice (OJ/ha)	2,69	4,85	3,79	3,91	4,55	4,41	7,41	8,27	7,97	8,63	7,99	7,29
%	100,0	180,3	140,9	145,4	169,1	163,9	275,5	307,4	296,3	320,8	297,0	271,0
%							100,0	111,6	107,6	116,5	107,8	98,4

Rok 2022

Sklizňové výsledky ječmene jarního z roku 2022 jsou uvedeny v tabulkách 20, 21 a 22 a grafech 16, 17 a 18.

Tab. č. 20: Výnosy ječmene jarního – řepařská oblast

<i>produkt</i>	<i>varianty 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/ha)	4,80	5,64	5,58	4,41	5,22	6,13	6,39	6,08	5,82	5,91
%	100,0	117,5	116,1	91,9	108,7	127,7	133,1	126,7	121,2	123,1
%						100,0	104,2	99,2	94,9	96,4
sláma (t/ha)	3,84	4,61	5,26	4,21	4,36	5,37	5,42	5,04	4,50	4,89
%	100,0	120,1	137,0	109,6	113,5	139,8	141,1	131,2	117,2	127,3
%						100,0	100,9	93,8	83,8	91,1
ječmen (OJ/ha)	5,38	6,33	6,37	5,04	5,87	6,94	7,20	6,84	6,49	6,64
%	100,0	117,7	118,4	93,7	109,1	129,0	133,8	127,1	120,6	123,4
%						100,0	103,7	98,6	93,5	95,7
průkaznost	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

V řepařské oblasti se ze statkových, organických hnojiv na srovnatelné úrovni uplatnil chlévský hnůj a zaorávka slámy. Na variantách s minerálním a statkovým, organickým hnojením jsou výnosy vyrovnané. Rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení nejsou statisticky průkazné.

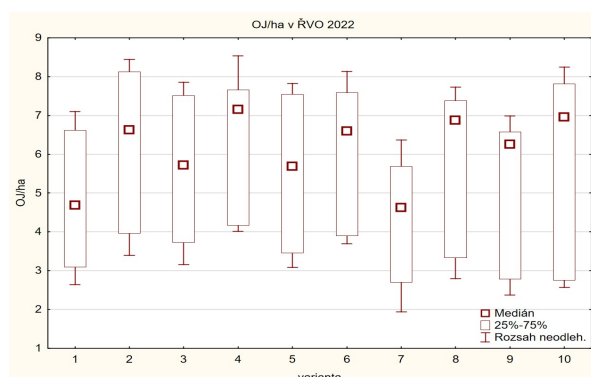
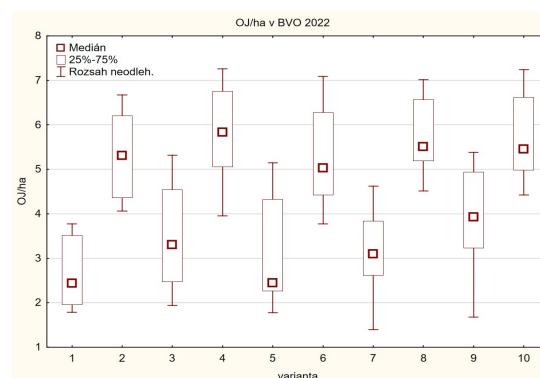
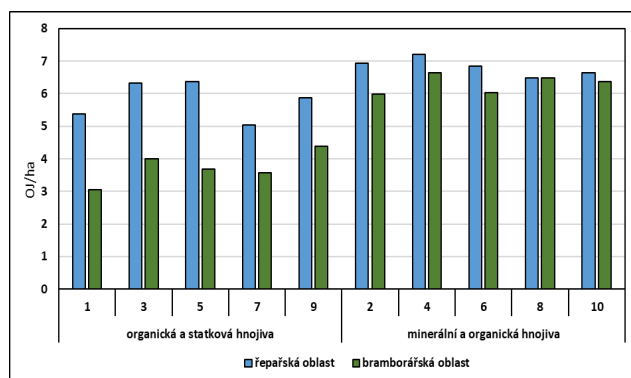
Tab. č. 21: Výnosy ječmene jarního –bramborářská oblast

produkt	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
zrno (t/ha)	2,71	3,53	3,20	3,14	3,89	5,28	5,83	5,29	5,72	5,65
%	100,0	130,3	118,1	115,9	143,5	194,8	215,1	195,2	211,1	208,5
%						100,0	110,4	100,2	108,3	107,0
sláma (t/ha)	2,28	3,17	3,27	2,84	3,35	4,73	5,41	4,91	5,06	4,81
%	100,0	139,0	143,4	124,6	146,9	207,5	237,3	215,4	221,9	211,0
%						100,0	114,4	103,8	107,0	101,7
ječmen (OJ/ha)	3,05	4,01	3,69	3,57	4,39	5,99	6,65	6,03	6,48	6,37
%	100,0	131,5	121,0	117,0	143,9	196,4	218,0	197,7	212,5	208,8
%						100,0	111,0	100,7	108,2	106,3
průkaznost	b	b c	b c	b c	c	a	a	a	a	a

*Statisticky průkazné rozdíly mezi variantami na hladině významnosti $p < 0,05$ jsou označeny rozdílnými písmeny

V bramborářské oblasti bylo ovlivnění výnosů všemi druhy statkových, organických hnojiv pozitivní, nejlépe se uplatnil chlévský hnůj a varianta s kompostem. Rovněž v kombinaci s minerálním hnojením byly všechny použité statkové, organické materiály srovnatelné nebo účinnější než samotné minerální hnojení. Statisticky průkazné rozdíly byly mezi nehnojenou kontrolou a variantami 2, 4, 6, 8, 9 a 10.

Grafy 16, 17 a 18: Výnosy ječmene jarního v obilních jednotkách



Z grafu 16 je patrný výrazný výnosový rozdíl mezi oblastmi při samotném statkovém, organickém hnojení a značné srovnání výnosů při použití minerálního hnojení. Vysoká účinnost minerálních hnojiv v bramborářské oblasti zajistila na variantě 8 shodný výnos v obou oblastech.

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

Tab. č. 22: Výnos ječmene jarního – stanoviště s kaly

<i>produkt</i>	<i>varianty 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>
zrno (t/ha)	2,08	2,35	2,33	2,77	3,30	2,47	4,33	4,61	4,25	5,04	5,04	4,82
%	100,0	113,0	112,0	133,2	158,7	118,7	208,2	221,6	204,3	242,3	242,3	231,7
%							100,0	106,5	98,2	116,4	116,4	111,3
sláma (t/ha)	1,96	2,39	2,57	2,79	2,93	2,32	4,71	5,26	4,97	5,17	4,97	4,62
%	100,0	121,9	131,1	142,3	149,5	118,4	240,3	268,4	253,6	263,8	253,6	235,7
%							100,0	111,7	105,5	109,8	105,5	98,1
ječmen (OJ/ha)	2,37	2,71	2,71	3,18	3,73	2,81	5,03	5,39	4,99	5,82	5,79	5,51
%	100,0	114,3	114,3	134,2	157,4	118,6	212,2	227,4	210,5	245,6	244,3	232,5
%							100,0	107,2	99,2	115,7	115,1	109,5

4.2.1 Zhodnocení výnosů podle výrobní oblasti

Pro zobecnění zjištěných údajů byly zjištěné roční průměrné výnosy jednotlivých plodin v obilních jednotkách sečteny za hodnocený osevní sled, tj. období 2017 až 2022. 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 oblasti při samotném organickém, statkovém hnojení se pohybovala přibližně v rozpětí 7,3 až 8,5 OJ/ha. V kombinaci s minerálním hnojením v rozpětí cca 8,8 až 9,1 OJ/ha, to je zvýšení přibližně o cca 10 až 20 %. Při samotném organickém, statkovém hnojení se nejhůře uplatnilo zelené hnojení, které bylo pod výnosem nehnojené varianty. Ostatní organická, statková hnojiva (hnůj, sláma, zelené hnojení + sláma, kompost) poskytla výnosy prakticky rovnocenné. V kombinaci s minerálním hnojením se zlepšila účinnost zeleného hnojení, které se přiblížilo úrovni ostatních hnojiv. Při vzájemném porovnání variant s minerálním + organickým, statkovým hnojením k samotnému minerálnímu je patrný, sice malý, ale nezanedbatelný nárůst výnosů způsobený organickými, statkovými hnojivy.

Tab. č. 23: Průměrná roční výrobnost osevního sledu v OJ/ha – řepařská oblast

<i>rok a plodina</i>	<i>varianty 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>
2017 cukrovka	13,95	15,11	14,51	13,64	15,77	17,06	17,24	16,77	16,65	17,31
2018 ječmen jarní	5,39	5,99	5,65	5,40	5,66	5,93	5,96	5,66	5,66	5,98
2019 hrách	5,38	5,62	5,69	5,40	5,89	5,28	5,72	5,83	5,70	5,99
2020 řepka ozimá	6,43	8,34	7,37	5,71	7,45	8,59	8,86	8,56	8,05	7,88
2021 pšenice oz.	8,30	9,80	9,59	8,45	10,43	10,62	11,16	10,83	10,49	10,75
2022 ječmen jarní	5,38	6,33	6,37	5,04	5,87	6,94	7,20	6,84	6,49	6,64
roční průměr	7,47	8,53	8,20	7,27	8,51	9,07	9,36	9,08	8,84	9,09
%	100,0	114,2	109,8	97,3	113,9	121,4	125,3	121,5	118,3	121,7
%						100,0	103,2	100,1	97,5	100,2

V bramborářské oblasti byla průměrná roční výrobnost osevního sledu podstatně nižší než v řepařské oblasti. Je to dáno nejen méně příznivými půdními podmínkami, ale částečně

i rozdílnými okopaninami (cukrovka, brambory), u nichž je rozdíl ve výnosech, zvláště při přepočtu na obilní jednotky, značný. Průměrná roční výrobnost osevního sledu se při samotném organickém, statkovém hnojení pohybovala v rozpětí 4 až 5,5 OJ/ha, v kombinaci s minerálním hnojením 6,7 až 7,1 OJ/ha. Minerální hnojení zvýšilo výrobnost přibližně o 30 až 60%. Z organických, statkových hnojiv byl nejúčinnější chlévský hnůj, nejméně účinné bylo zelené hnojení, ale dosáhlo relativně lepšího výsledku než v řepařské oblasti. Minerální hnojení vliv organických, statkových hnojiv srovnalo na přibližně stejnou výnosovou úroveň. Pozitivní vliv organického, statkového hnojení při společné aplikaci s minerálním hnojením je ve výnosech patrný.

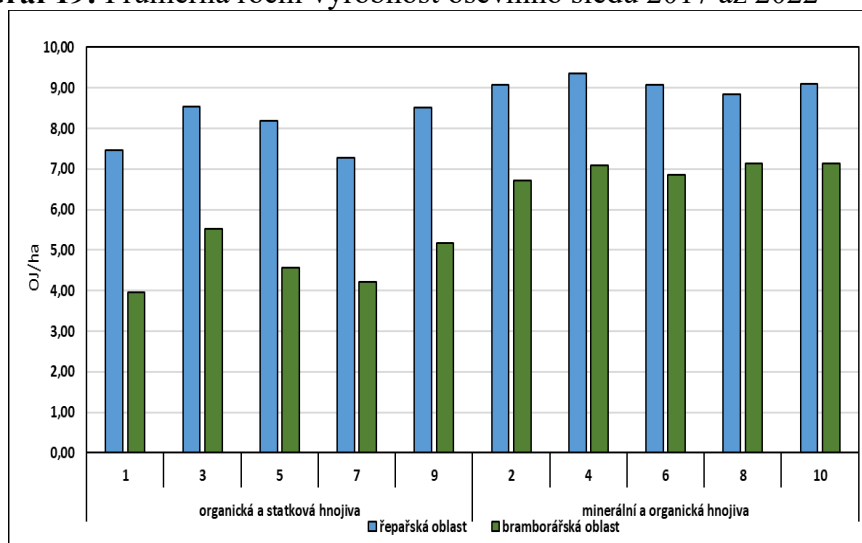
Tab. č. 24: Průměrná roční výrobnost osevního sledu v OJ/ha – bramborářská oblast

rok a plodina	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
2017 brambory	5,79	8,62	6,42	5,94	7,45	8,26	9,37	9,06	9,38	9,38
2018 ječmen jarní	3,13	4,22	3,39	3,24	3,91	5,6	5,42	5,48	5,9	5,86
2019 hrách	3,22	3,9	3,81	3,58	3,75	3,89	4,15	4,08	4,01	4,05
2020 řepka ozimá	4,88	6,89	5,48	4,77	6,2	8,23	8,67	7,96	8,09	8,23
2021 pšenice ozimá	3,72	5,52	4,64	4,19	5,28	8,35	8,28	8,54	8,9	8,89
2022 ječmen jarní	3,05	4,01	3,69	3,57	4,39	5,99	6,65	6,03	6,48	6,37
roční průměr	3,97	5,53	4,57	4,22	5,16	6,72	7,09	6,86	7,13	7,13
%	100,0	139,3	115,1	106,3	130,0	169,3	178,6	172,8	179,6	179,6
%						100,0	105,5	102,1	106,1	106,1

Vzhledem k rozdílnosti použité okopaniny jsou dále uvedeny dva grafy. První (graf 19) znázorňuje rozdíly v absolutní výrobnosti mezi oběma výrobními oblastmi, druhý (graf 20) relativní srovnání účinnosti jednotlivých druhů zkoušených hnojiv.

Z grafu 19 je jednoznačně patrná výrazně vyšší průměrná výrobnost stanovišť v řepařské oblasti, u samotných organických, statkových hnojiv. Hodnoty mezi oblastmi jsou velmi rozdílné, ale mají velmi podobný trend. Minerální hnojení překrylo účinnost organických hnojiv a tím výnosové výsledky značně srovnalo.

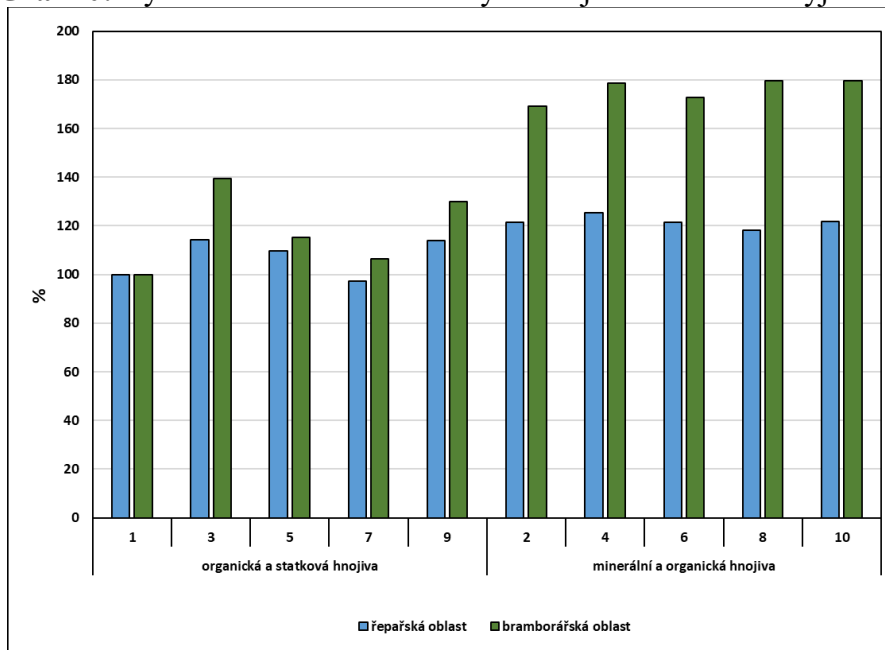
Graf 19: Průměrná roční výrobnost osevního sledu 2017 až 2022



Graf 20 porovnává vliv jednotlivých druhů hnojiv na dosaženou výrobnost relativně. U skupiny pouze statkových, organických hnojiv je v bramborářské oblasti patrná vyšší účinnost

hnoje (+20%) a zeleného hnojení (+9%). Účinnost minerálního hnojení v této oblasti je značně vyšší než v oblasti řepařské, přibližně o 39%.

Graf 20: Výnosová účinnost zkoušených hnojiv v relativním vyjádření

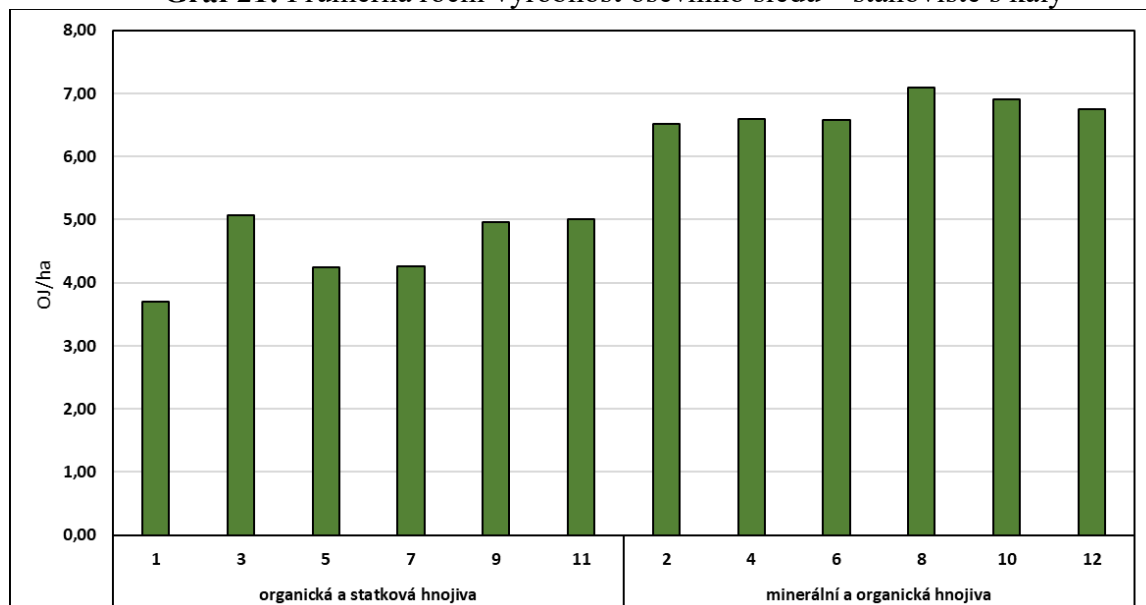


Variety hnojené upravenými kaly z ČOV jsou pouze na dvou stanovištích v bramborářské výrobní oblasti. Průměrná roční výrobnost osevního sledu z těchto dvou stanovišť je uvedena v tabulce 25 a grafu 21.

Tab. č. 25: Průměrná roční výrobnost osevního sledu v OJ/ha – stanoviště s kaly

rok a plodina	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2017 brambory	5,11	8,22	6,18	6,33	8,04	8,16	9,09	8,15	9,12	10,39	10,48	9,70
2018 ječmen jarní	3,24	4,12	3,53	3,48	4,00	4,24	4,96	5,07	5,16	5,53	5,57	5,45
2019 hrách	4,15	4,32	4,39	4,21	3,88	4,18	4,47	4,46	4,75	4,32	4,24	4,65
2020 řepka ozimá	4,61	6,2	4,89	4,42	5,54	6,27	8,10	8,21	7,49	7,83	7,36	7,91
2021 pšenice oz.	2,69	4,85	3,79	3,91	4,55	4,41	7,41	8,27	7,97	8,63	7,99	7,29
2022 ječmen jarní	2,37	2,71	2,71	3,18	3,73	2,81	5,03	5,39	4,99	5,82	5,79	5,51
roční průměr	3,70	5,07	4,25	4,26	4,96	5,01	6,51	6,59	6,58	7,09	6,91	6,75
%	100,0	137,0	114,9	115,1	134,1	135,4	175,9	178,1	177,8	191,6	186,8	182,4
%							100,0	101,2	101,1	108,9	106,1	103,7

Na základě průměrné výrobnosti dvou hodnocených stanovišť je možno konstatovat, že upravené kaly se svou účinností téměř vyrovnaly chlévskému hnoji, varianty se slámou a zeleným hnojením byly výnosově horší. Na variantě kal ČOV v kombinaci s minerálním hnojením se výrobnost podstatně zvýšila.

Graf 21: Průměrná roční výrobnost osevního sledu – stanoviště s kaly

4.3. Hodnocení technologických vlastností produktů

U brambor byla stanovena škrobnatost, u ječmene a pšenice hmotnost tisíce semen (HTS) a obsah dusíkatých látek, u hrachu a řepky HTS a vlhkost zrna ihned po sklizni. Řepka ozimá byla sledována z hlediska vlhkosti zrna ihned po sklizni, obsahu oleje a HTS. Hodnoceny byly průměrné hodnoty jednotlivých sledovaných parametrů podle výrobních oblastí.

Rok 2017

V roce 2017 byla pěstovanou plodinou v řepařské oblasti cukrovka, v bramborářské brambory. Sledované technologické vlastnosti jsou uvedeny v tabulkách 26 a 27.

Tab. č. 26: Technologické vlastnosti hlíz brambor

stanovení	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
Škrobnatost (%)	17,8	17,0	17,8	17,3	17,5	17,3	17,3	17,5	17,3	16,9

Tab. č. 27: Technologické vlastnosti hlíz brambor – stanoviště s kaly

stanovení	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
Škrobnatost (%)	18,9	18,4	18,9	17,5	18,2	18,8	18,3	18,4	19,0	17,7	18,0	17,9

Průměrný obsah škrobu byl stanoven v rozmezí 16,9 – 17,8 %, přičemž limitní hodnotu, kterou požaduje zpracovatelský průmysl je 18%.

Rok 2018

V roce 2018 byl v obou výrobních oblastech pěstován ječmen jarní a z technologických vlastností byla stanovena hmotnost tisíce semen a obsah dusíkatých látek (tab. 28 a 29).

Tab. č. 28: Technologické vlastnosti ječmene jarního

oblast	stanovení	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
řepařská	vlhkost (%)	11,2	11,0	10,9	10,9	10,9	10,9	11,0	11,0	10,8	10,8
	HTS (g)	44,59	43,58	41,38	44,91	41,77	39,63	40,33	39,27	39,95	39,50
	N-látky (%)	9,90	10,96	12,23	10,34	11,52	14,90	13,96	15,33	14,61	14,96
bramborářská	vlhkost (%)	12,4	12,0	12,2	12,1	12,0	11,8	11,9	11,8	12,1	11,7
	HTS (g)	46,34	45,84	45,53	45,66	47,32	47,00	47,26	46,24	46,51	47,26
	N-látky (%)	10,74	11,68	11,21	11,42	11,06	13,36	11,83	12,09	12,67	12,60

V obou výrobních oblastech jsou rozdíly ve sklizňových vlhkostech nevýznamné a nedá se vysledovat vliv použitého hnojení. Výsledky HTS v řepařské výrobní oblasti ukazují, že většina lýchých variant s čistě organickým, statkovým hnojením dosahuje vyšší hodnoty HTS. Naopak přídavek minerálních hnojiv HTS snižuje. Obsah N-látek je nejproměnlivější technologický parametr a jasně ukazuje, že sudé (minerálně hnojené) varianty vykazují jejich vyšší obsah (někde až o 50–70%). Dle normy ČSN 461100-5, kde je uveden limit N-látek pro sladovnický ječmen (min. 10 a max. 12) vidíme, že je tato hodnota na některých variantách výrazně překročena.

Proti řepařské oblasti je v BVO vyšší hodnota HTS u sudých variant s minerálním hnojením, organické, statkové hnojení HTS snížilo. I v této oblasti jsou viditelné rozdíly v obsahu N-látek, vyšší hodnota byla zjištěna na sudých, minerálně hnojených variantách. I v BVO vidíme, že je na některých stanicích variantách s MH překročena norma pro obsah N-látek ve sladovnickém ječmeni.

Tab. č. 29: Technologické vlastnosti ječmene jarního – stanoviště s kaly

stanovení	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	12,2	11,8	11,9	11,8	11,8	11,5	11,5	11,4	11,3	11,3	11,3	11,3
HTS (g)	45,08	45,67	46,26	46,06	48,76	46,89	45,91	48,29	46,31	45,94	48,52	49,11
N látky (%)	11,04	11,22	11,00	11,01	11,29	11,22	13,94	12,81	13,32	13,85	13,72	12,22

U dvou stanovišť s kaly je patrné malé zvýšení vlhkosti na organicky, statkově hnojených variantách. K mírnému nárůstu hodnot došlo po minerálním hnojení u HTS a u obsahu N-látek. Průměrné hodnoty na variantách s kaly odpovídají kombinacím s chlévským hnojem.

Rok 2019

U hrachu byla v roce 2019 sledována vlhkost semene při sklizni a hmotnost tisíce semen (HTS). Výsledky jsou v tabulkách č. 30 a 31. Hodnoty HTS jsou uvedeny při sklizňové vlhkosti.

Tab. č. 30: Technologické vlastnosti hrachu

oblast	stanovení	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
řepařská	vlhkost (%)	12,2	12,3	12,2	12,2	12,3	12,3	12,4	12,3	12,3	12,2
	HTS (g)	243,5	243,0	241,0	245,0	241,8	237,6	242,4	235,3	236,5	243,5
bramborářská	vlhkost (%)	14,5	14,3	14,9	14,1	14,1	14,3	14,4	14,5	14,2	14,5
	HTS (g)	226,2	223,5	224,9	226,2	221,8	216,3	217,8	219,4	223,1	226,2

V obou výrobních oblastech vidíme, že rozdíly ve sklizňových vlhkostech jsou nepatrné a odvíjí se od aktuálních podmínek během sklizně. Co se týká hodnoty HTS, je nepatrně vyšší na lichých variantách hnojení (organické, statkové hnojení), ale rozdíly nejsou nijak výrazné.

Tab. č. 31: Technologické vlastnosti hrachu – stanoviště s kaly

stanovení	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	13,80	13,55	13,70	13,55	13,60	13,65	13,85	13,75	13,70	13,75	13,80	13,70
HTS (g)	272,9	267,6	276,3	272,2	265,8	270,9	266,7	265,7	264,3	268,2	262,9	266,7

Varianta s kalem ČOV se projevila podobně jako ostatní druhy organického, statkového hnojení. I v kombinaci s minerálním hnojením bylo dosaženo průměrného výsledku. Rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení jsou malé.

Rok 2020

U řepky ozimé byla v roce 2020 sledována vlhkost semene, obsah oleje v sušině a HTS, výsledky jsou uvedeny v tab. č. 32 a 33.

Tab. č. 32: Technologické vlastnosti řepky ozimé

oblast	stanovení	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
řepařská	vlhkost (%)	9,7	9,4	9,6	9,0	9,8	10,2	9,2	9,9	9,6	10,0
	obsah oleje (%)	47,3	47,4	46,1	48,4	47,0	43,6	45,0	44,5	43,6	43,9
	HTS (g)	6,1	5,9	6,1	5,9	6,2	6,4	6,4	6,6	6,6	6,4
bramborářská	vlhkost (%)	9,8	9,6	9,3	9,2	9,5	10,2	10,1	9,9	10,0	9,9
	obsah oleje (%)	48,8	48,0	48,2	48,8	48,1	45,7	46,2	46,5	46,8	46,1
	HTS (g)	5,7	5,8	5,9	5,7	5,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6

Mírně vyšší vlhkost semene byla zjištěna na sudých variantách, tj. s přidavkem minerálního hnojení. Naopak u obsahu oleje v sušině můžeme říci, že v semenech vypěstovaných na variantách hnojených čistě organickým, statkovým hnojením byl obsah oleje vyšší.

Dále byla hodnocena hmotnost tisíce semen (HTS), která byla v BVO nepatrně vyšší na variantách bez minerálního hnojení, v ŘVO je tomu naopak.

Na zkušebních stanicích, kde je aplikován kal z ČOV (tab. 33) byla zjištěna vyšší vlhkost semene na variantách s přidavkem minerálního hnojení. U obsahu oleje byla vyšší hodnota u varianty 11, kde byl aplikován samotný kal ČOV, stejně tak tomu bylo i u hodnoty HTS.

Tab. č. 33: Technologické vlastnosti řepky ozimé – stanoviště s kaly

stanovení	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	8,0	7,8	7,9	7,7	7,8	7,6	8,3	8,3	8,1	8,0	8,0	8,0
obsah oleje (%)	48,5	46,9	46,6	47,5	46,9	45,9	44,8	44,6	45,3	43,8	44,9	43,8
HTS (g)	5,4	5,4	5,5	5,2	5,2	5,2	5	4,9	4,6	4,9	5,1	4,9

Rok 2021

U pšenice ozimé byla v roce 2021 stanovena HTS a obsah dusíkatých látek (tab. 34 a 35).

Tab. č. 34: Technologické vlastnosti pšenice ozimé

oblast	stanovení	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
řepařská	HTS (g)	45,5	46,8	46,2	46,0	45,9	44,8	44,7	44,1	43,7	44,2
	N látky (%)	11,2	10,8	11,2	10,5	11,7	13,0	12,6	12,8	13,2	13,1
bramborářská	HTS (g)	39,8	40,9	40,4	40,4	41,3	41,9	43,2	42,2	42,1	42,7
	N látky (%)	8,4	8,5	8,3	8,1	8,3	10,3	9,5	10,0	10,3	9,6

V řepařské výrobní oblasti je HTS nižší na variantách s minerálním hnojením, v bramborářské oblasti je HTS na variantách s minerálním hnojením naopak vyšší. Z pohledu N-látek minerální hnojení zvýšilo jejich obsah v zru v obou výrobních oblastech. Varianta hnojení s kalem ČOV neměla vyšší ani HTS ani obsah N-látek, varianta s přidáním MN vykazuje vyšší HTS.

Tab. č. 35: Technologické vlastnosti pšenice ozimé – stanoviště s kaly

stanovení	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
HTS (g)	39,7	39,4	38,8	38,6	39,4	39,3	41,1	44,1	42,7	42,7	42,8	43,3
N látky (%)	7,8	7,6	7,9	7,7	7,9	7,7	9,1	8,4	8,7	8,8	8,4	8,1

Rok 2022

U ječmene jarního byla stanovena vlhkost zrna ihned po sklizni, byl sledován obsah N-látek (dopočetem dle koeficientu) a hmotnost tisíce semen, zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 36 a 37.

Tab. č. 36: Technologické vlastnosti ječmene jarního

oblast	stanovení	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
řepařská	vlhkost (%)	11,0	11,3	11,2	11,0	11,1	11,2	11,2	11,0	11,0	11,0
	HTS (g)	48,32	48,95	48,56	47,89	47,71	45,51	45,71	45,99	45,15	44,85
	N látky (%)	9,02	9,57	11,75	9,21	11,11	13,47	13,59	13,7	13,93	13,85
bramborářská	vlhkost (%)	12,8	12,7	12,9	13,2	13,4	12,6	12,5	12,6	12,6	12,7
	HTS (g)	42,09	43,84	43,66	43,15	43,44	45,20	45,68	46,03	46,03	45,97
	N látky (%)	9,6	9,8	9,5	9,6	9,5	11,5	11,6	10,6	11,1	10,8

Hodnoty vlhkosti zrna ihned po sklizni nevykazovaly jasný trend a na jednotlivých variantách hnojení kolísaly. V BVO v průměrných hodnotách byla vyšší vlhkost zrna na variantách hnojených čistě statkovými, organickými hnojivy bez přídatku MH.

Výsledky HTS ukazují, že hodnoty v řepařské výrobní oblasti byly vyšší na variantách hnojených čistě statkovými, organickými hnojivy (přídavek MH hodnotu HTS snižoval). Opačně je tomu v bramborářské výrobní oblasti, kde byly vyšší hodnoty zjištěny na variantách sudých tj. s přídavkem minerálního hnojení.

Obsah N-látek jasně ukazuje, že přídavek minerálního hnojení jejich hodnotu zvyšoval a to o 2 - 4,5% v ŘVO a o 1 - 2% v BVO. Dle normy ČSN 46 1100-5 je hodnota N-látek pro kategorii sladovnického ječmene stanovena na min. 10 % a max. 12 %. V ŘVO by normě vyhověly varianty se samotným statkovým, organickým hnojením, varianty s přídavkem MH by normu překročily. Jinak je tomu v BVO, kde by normě vyhověly varianty sudé s přídavkem MH a varianty liché mají hodnotu N-látek pod minimální hodnotou stanovenou pro sladovnický ječmen.

Na variantách se samotným kalem ČOV i s přídavkem MH byly zjištěny obdobné hodnoty vlhkosti zrna, HTS i obsahu N-látek jako na ostatních variantách hnojení.

Tab. č. 37: Technologické vlastnosti ječmene jarního – stanoviště s kaly

stanovení	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
vlhkost (%)	12,40	12,75	12,65	12,45	12,65	12,70	12,55	12,50	12,65	12,40	12,30	12,50
HTS (g)	36,4	37,2	37,0	37,6	37,2	36,8	39,6	39,8	40,8	40,6	40,7	38,7
N látky (%)	9,0	9,3	9,0	9,6	9,4	9,5	11,4	11,4	10,2	11,0	10,6	11,3

4.4. Hodnocení agrochemických rozborů půd

4.4.1. Půdní reakce a obsah přístupných živin

V roce 2017 a v sudých letech (2018, 2020, 2022) po sklizni 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 (M3). V tabulkách 38 až 47 jsou uvedeny průměrné výsledky podle oblastí.

Tab. č. 38: Průměrná půdní reakce (pH/CaCl₂) – řepařská oblast

pH	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
2017 cukrovka	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0	6,8	6,8	6,9	6,9	6,8
2018 ječmen jarní	6,9	7,0	7,0	7,1	7,1	6,9	7,1	7,0	7,1	7,1
2020 řepka ozimá	6,8	7,0	7,0	7,0	7,1	6,7	6,9	6,9	6,9	7,1
2022 ječmen jarní	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	6,6	6,8	6,8	6,8	7,0

Tab. č. 39: Průměrná půdní reakce (pH/CaCl₂) – bramborářská oblast

pH	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
2017 brambory	6,3	6,4	6,3	6,3	6,3	5,9	6,2	6,1	6,0	6,2
2018 ječmen jarní	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	5,8	6,3	6,1	5,8	6,1
2020 řepka ozimá	6,4	6,5	6,5	6,4	6,5	6,1	6,4	6,3	6,3	6,5
2022 ječmen jarní	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,1	6,2	6,1	6,2	6,3

Hodnota pH se v roce 2022 na většině pokusných míst od posledních dvou měření v roce 2018 a 2020 příliš nezměnila. Rozdíly v hodnotách pH nebyly nijak výrazné, u některých stanic byly hodnoty ještě vyrovnanější než tomu bylo při posledním měření. Lze vysledovat, že na lichých variantách (hnojených statkově, organicky) bylo pH mírně vyšší.

Obsah **přístupného fosforu a draslíku** byl ovlivněn použitým hnojením. Ve většině případů byl vyšší obsah fosforu, a zvláště draslíku, na sudých variantách, kde se na zvýšení půdní zásoby podílelo minerální hnojení. Fosfor se na většině stanic pohyboval v kategorii obsahu vyhovujícího (51-80 mg/kg) nebo dobrého (81-115 mg/kg). Vliv samotných organických (statkových) hnojiv bylo obtížné vyhodnotit. Z pohledu **hořčíku** nebyla vidět žádná přímá závislost mezi použitým hnojením a obsahem zjištěným v půdě stejně jako u přístupného **vápníku**, který je úzce svázán s hodnotou pH, nebyl vliv hnojení na zjištěné hodnoty v půdě patrný.

Tab. č. 40: Průměrný obsah přístupného fosforu (mg/kg) – řepařská oblast

<i>P (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 cukrovka	56,1	68,6	52,2	52,1	54,7	64,9	80,8	66,6	61,1	64,5
2018 ječmen jarní	67,3	83,7	72,7	65,7	63,7	78,7	105,7	78,3	78,3	74,7
2020 řepka ozimá	65,3	92,0	61,0	58,3	83,3	81,3	89,3	80,7	74,3	89,3
2022 ječmen jarní	59,0	78,0	60,0	56,0	79,0	72,0	88,0	82,0	71,0	90,0

Tab. č. 41: Průměrný obsah přístupného fosforu (mg/kg) – bramborářská oblast

<i>P (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 brambory	74,6	89,1	65,4	59,7	72,6	73,8	97,8	70,4	62,9	73,1
2018 ječmen jarní	87,0	106,6	79,6	70,9	79,0	97,3	108,4	88,4	79,0	92,7
2020 řepka ozimá	88,4	100,9	76,4	67,4	80,9	85,7	103,7	75,4	73,7	95,3
2022 ječmen jarní	74,0	92,0	77,0	67,0	79,0	81,0	99,0	85,0	74,0	87,0

Obsah přístupného fosforu se v obou výrobních oblastech snížil. Pozitivní vliv minerálního hnojení na zvýšení obsahu P je nadále patrný v řepařské i bramborářské výrobní oblasti.

Tab. č. 42: Průměrný obsah přístupného draslíku (mg/kg) – řepařská oblast

<i>K (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 cukrovka	148,9	202,3	163,4	147	171,3	177,9	247,7	210,7	195,0	210,7
2018 ječmen jarní	146,3	214,7	201,3	175,7	193,7	196,7	246,3	234,3	228,3	234,7
2020 řepka ozimá	174,0	257,7	190,0	174,7	257,3	228,7	275,3	267,0	259,3	281,0
2022 ječmen jarní	149,3	223,3	184,7	168,3	230,3	200	254,3	248,7	242,3	269,3

Tab. č. 43: Průměrný obsah přístupného draslíku (mg/kg) – bramborářská oblast

<i>K (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 brambory	144,7	210,9	147,4	138,0	159,8	192,7	250,4	174,4	176,3	200,0
2018 ječmen jarní	159,9	238,1	162,9	147,4	168,1	260,6	264,4	247,3	224,7	233,7
2020 řepka ozimá	200,0	286,6	191,1	154,2	218,3	234,1	345,9	225,4	233,0	291,9
2022 ječmen jarní	160,4	231,6	181,3	156,4	184,1	212,3	273,1	223,9	200,7	223,4

U draslíku je v řepařské i bramborářské oblasti patrný pokles obsahů na všech variantách s organickým, statkovým hnojením. Minerální hnojení způsobuje vzestup obsahu draslíku v půdě v obou oblastech.

Tab. č. 44: Průměrný obsah přístupného hořčíku (mg/kg) – řepařská oblast

<i>Mg (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 cukrovka	195	219	210	199	208	209	223	211	209	207
2018 ječmen jarní	204	218	219	194	207	204	241	211	212	204
2020 řepka ozimá	201	245	217	195	222	206	237	214	202	218
2022 ječmen jarní	183	215	202	189	204	186	221	206	195	213

Tab. č. 45: Průměrný obsah přístupného hořčíku (mg/kg) – bramborářská oblast

<i>Mg (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 brambory	177	193	181	176	176	165	194	169	161	170
2018 ječmen jarní	160	192	172	159	168	148	178	158	143	169
2020 řepka ozimá	165	184	177	161	176	151	185	169	159	178
2022 ječmen jarní	168	190	181	170	175	159	188	173	163	177

Obsah přístupného hořčíku nebyl ovlivněn použitým hnojením, rozdíly mezi variantami hnojení nejsou výrazné.

Tab. č. 46: Průměrný obsah přístupného vápníku (mg/kg) – řepařská oblast

<i>Ca (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 cukrovka	2827	2900	3117	3097	3007	2750	2897	2980	2950	2833
2018 ječmen jarní	2923	3007	3060	3113	3103	2920	3017	2997	3067	3053
2020 řepka ozimá	2917	3003	3303	3187	3403	2887	3137	3113	3130	3200
2022 ječmen jarní	2786	2845	3000	3057	3099	2710	2840	2915	2882	2990

Tab. č. 47: Průměrný obsah přístupného vápníku (mg/kg) – bramborářská oblast

<i>Ca (mg/kg)</i>	<i>varianty 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>
2017 brambory	1847	1927	1867	1904	1914	1774	1900	1823	1781	1903
2018 ječmen jarní	1854	1934	1904	1886	1946	1734	1849	1796	1763	1860
2020 řepka ozimá	1919	1956	2020	1940	2033	1797	1937	1876	1926	2007
2022 ječmen jarní	1879	1905	1926	1894	1967	1815	1902	1840	1905	1973

Obsah přístupného vápníku v řepařské oblasti během šestiletého sledování nejdříve mírně stoupal, ale v závěru postupně klesá, v bramborářské oblasti během sledovaného období kolísá, ale spíše vzrůstá. Poslední vápnění proběhlo v druhé polovině měsíce října na podzim roku 2018. Vápněno bylo na všech stanicích v bramborářské výrobní oblasti v dávkách od 0,2 po 2,4 t CaO dle aktuální hodnoty pH a druhu půdy na dané variantě hnojení. Na stanicích v ŘVO nebylo dle pH a druhu půdy vápnění potřeba.

V tabulkách 48 až 52 jsou uvedeny průměrné hodnoty půdní reakce a přístupných živin ze dvou bramborářských stanovišť (HRA, LIP), kde byly aplikovány upravené kaly z ČOV.

Tab. č. 48: Průměrná půdní reakce (pH/CaCl₂) – stanoviště s kaly

plodina	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2017 brambory	6,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,4	6,2	6,3	6,3	6,1	6,4	6,2
2018 ječmen jarní	6,5	6,2	6,4	6,4	6,4	6,2	5,9	6,4	6,2	6,0	6,4	6,1
2020 řepka ozimá	6,6	6,7	6,6	6,5	6,6	6,5	6,3	6,6	6,5	6,4	6,6	6,4
2022 ječmen jarní	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,4	6,4	6,3	6,4	6,5	6,4

Půdní reakce na variantách hnojení s kaly ČOV (varianty 11, 12) je obdobná jako u ostatních organických materiálů, kromě chlévského hnoje, který vykazuje hodnoty vyšší.

Tab. č. 49: Průměrný obsah přístupného fosforu (mg/kg) – stanoviště s kaly

P (mg/kg)	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2017 brambory	87	112	75	69	72	92	105	101	80	70	77	101
2018 ječmen jarní	116	137	92	81	86	117	143	129	105	93	110	105
2020 řepka ozimá	111	127	88	78	89	119	116	121	94	90	103	125
2022 ječmen jarní	98	107	95	84	96	112	110	116	110	96	102	114

Varianty hnojené kaly ČOV vykazují vyšší obsah přístupného fosforu v půdě než ostatní organická hnojiva, kromě chlévského hnoje.

Tab. č. 50: Průměrný obsah přístupného draslíku (mg/kg) – stanoviště s kaly

K (mg/kg)	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2017 brambory	126	202	134	124	147	128	182	199	179	178	206	177
2018 ječmen jarní	140	261	154	131	164	144	251	254	216	204	218	184
2020 řepka ozimá	160	299	172	138	201	187	221	317	224	231	301	215
2022 ječmen jarní	148	202	175	154	187	170	188	229	210	198	215	179

I u draslíku byly zjištěny nejvyšší obsahy v půdě při použití chlévského hnoje. Kaly bez minerálního hnojení mají obsah K v půdě na úrovni nehnojené varianty, s minerálním hnojením je obsah průměrný.

Tab. č. 51: Průměrný obsah přístupného hořčíku (mg/kg) – stanoviště s kaly

Mg (mg/kg)	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2017 brambory	100	115	98	110	108	110	99	111	92	97	112	99
2018 ječmen jarní	83	106	88	82	96	93	82	108	90	88	99	89
2020 řepka ozimá	105	128	114	107	121	134	106	129	121	123	127	126
2022 ječmen jarní	118	135	125	126	131	131	120	132	132	133	135	127

Obsah přístupného hořčíku i vápníku v půdě je na variantách s vyhnilými kaly ČOV nadprůměrný, pouze chlévský hnůj dosahuje mírně vyšších hodnot.

Tab. č. 52: Průměrný obsah přístupného vápníku (mg/kg) – stanoviště s kaly

Ca (mg/kg)	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
2017 brambory	1820	1965	1795	1880	1915	1910	1745	1825	1705	1690	1905	1730
2018 ječmen jarní	1890	1870	1820	1895	1970	1935	1635	1755	1720	1840	1935	1820
2020 řepka ozimá	1945	1925	2040	1880	1990	2055	1660	1805	1775	1870	1915	1850
2022 ječmen jarní	1779	1731	1703	1759	1834	1859	1667	1651	1630	1706	1794	1808

4.4.2. Sorpční vlastnosti půdy, obsah Cox, obsah celkového N a obsah rizikových prvků

Kromě základních půdních vlastností stanovovaných po sklizni v letech 2017, 2018, 2020, 2022 byly při ukončení 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 rizikové prvky – As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn a Hg. Z tabulek 54 až 56 je možno porovnat změny hodnot zjištěných na konci předešlého a současného osevního sledu.

Sorpční vlastnosti patří mezi důležité charakteristiky půd z hlediska vazby původních i dodávaných živin a z hlediska vazby potenciálních kontaminujících látek.

„S“ je množství sorbovaných bází a udává množství bazických kationtů (Ca, Mg, K, Na) v 1 kg zeminy,

„T“ je celková sorpční kapacita a je to největší množství kationtů (v milimolech chemických ekvivalentů, které může poutat 1 kg zeminy,

„V“ udává nasycenost sorpčního komplexu v % a je to podíl výměnných bazických kationtů v % z celkové sorpční kapacity

„Cox“ udává množství oxidovatelného organického uhlíku v půdě v % (metodou NIRs)

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

Tab. č. 53: Kritéria pro hodnocení T a V

Hodnocení	Hodnota T (mmol/kg)	Hodnocení	Hodnota V (%)
velmi nízká	< 80	extrémně nenasycená	< 30
nízká	80-130	nenasycená	30-50
střední	130-240	slabě nasycená	50-75
vysoká	240-300	nasycená	75-90
velmi vysoká	>300	plně nasycená	90-100

Tab. č. 54: Sorpční vlastnosti, N celkový, Cox – řepařská oblast

parametr	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	168	161	152	160	161	166	162	159	157	146
	147	158	151	157	161	144	154	157	158	157
"T"	194	197	186	189	189	197	194	191	190	188
	156	165	157	159	163	159	163	159	160	164
"V"	86,4	78,8	80,9	82,7	84,0	81,3	80,7	81,0	80,9	75,2
	93,4	94,8	94,6	98,6	97,1	88,7	93,3	98,3	98,7	96,9
N celkový	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	0,17	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
Cox	1,32	1,40	1,4	1,36	1,38	1,39	1,42	1,39	1,4	1,38
	1,35	1,4	1,4	1,41	1,42	1,36	1,41	1,43	1,41	1,43

*první řádek u každého parametru je hodnota na konci předešlého osevního sledu (2016), druhý řádek je hodnocený šestý osevní sled (2022)

Tab. č. 55: Sorpční vlastnosti, N celkový, Cox – bramborářská oblast

parametr	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
"S"	94	97	88	90	91	89	99	87	87	88
	84	98	100	87	82	82	97	91	77	85
"T"	135	135	132	130	130	131	139	132	131	132
	136	143	152	140	147	132	142	148	134	138
"V"	70,1	71,7	65,4	67,1	69,4	68,8	73,1	63,7	65,6	65,5
	63,6	68,3	65,0	60,7	54,3	62,1	65,1	61,3	56,1	60,1
N celkový	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12
	0,19	0,20	0,19	0,19	0,16	0,19	0,17	0,19	0,19	0,20
Cox	1,12	1,29	1,17	1,12	1,13	1,2	1,32	1,21	1,2	1,15
	1,35	1,42	1,39	1,33	1,39	1,39	1,43	1,42	1,37	1,42

*první řádek u každého parametru je hodnota na konci předešlého osevního sledu (2016), druhý řádek je hodnocený šestý osevní sled (2022)

Během šestiletého sledovaného období se obsah výměnných bází (S) na všech variantách hnojení snížil i maximální sorpční kapacita (T) se v ŘVO snížila, v BVO nastal mírný nárůst. Následkem těchto změn došlo v ŘVO ke zvýšení nasycenosti půd V (S/T v %) a v BVO ke snížení. V řepářské oblasti se v průměru všech stanovišť zvýšila hodnota V přibližně o 10 až 20 %, v bramborářské se snížila cca o 1 až 20%. Významnější rozdíly nejsou patrné mezi skupinou variant hnojených pouze organickými, statkovými materiály a skupinou s minerálními hnojivy. V řepářské oblasti dosahuje stupeň nasycenosti půd přibližně 95%, v bramborářské oblasti cca 60 až 65%.

Celkový dusík vykazuje na všech variantách stabilní hodnoty v ŘVO v průměru 0,18%, v BVO 0,19%. Rovněž změny v hodnotách oxidovatelného uhlíku jsou minimální. V řepářské oblasti, bez rozdílů variant hnojení, je průměrná hodnota C_{ox} cca 1,42%, v bramborářské mírně nižší cca do 1,40 %, s vyšší průměrnou hodnotou u chlévského hnoje. Varianty s upravenými kaly vykazují hodnoty obdobné ostatním organickým materiálům.

Tab. č. 56: Sorpční vlastnosti, N celkový, Cox – stanoviště s kaly

parametr	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
"S"	92	97	82	88	91	89	90	102	85	90	89	91
	91	86	82	72	72	85	76	87	79	68	73	74
"T"	141	136	134	136	136	144	137	141	136	139	139	145
	105	110	112	110	119	114	104	112	111	114	119	112
"V"	65,5	72,5	61,2	66	67,9	63,2	67,4	73,6	63,2	66,4	66,1	63,8
	88,0	78,0	73,0	64,5	59,5	75,5	74,0	78,0	70,0	56,0	61,5	68,0
N celkový	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
	0,19	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19	0,17
Cox	1,21	1,32	1,16	1,11	1,11	1,15	1,26	1,34	1,26	1,17	1,11	1,22
	1,5	1,51	1,51	1,47	1,47	1,47	1,52	1,52	1,51	1,47	1,46	1,44

Průměrné hodnoty obsahu rizikových prvků stanovené po sklizni 2010, 2016 a 2022 jsou uvedeny v tabulkách 57 až 59. Preventivní hodnoty obsahů rizikových prvků v zemědělské půdě zjištěné extrakcí lučavkou královskou (mg/kg suš.) jsou uvedeny ve Vyhlášce č.153/2016 Sb.

mg/kg	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Běžné půdy	20	0,5	90	60	50	60	120	0,3
Lehké půdy	15	0,4	55	45	45	55	105	0,3

Tab. č. 57: Obsah rizikových prvků (mg/kg) – řepářská oblast

<i>prvky</i>	<i>varianty 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>As</i>	8,2	8,2	8,4	8,2	8,8	8,5	8,3	8,4	8,4	8,4
	6,9	7,1	7,0	6,8	7,1	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1
	7,5	7,5	7,6	7,9	7,7	7,6	7,2	7,3	7,5	7,2
<i>Cd</i>	0,23	0,23	0,20	0,22	0,22	0,23	0,22	0,21	<0,20	0,20
	0,30	0,29	0,30	0,29	0,28	0,30	0,30	0,30	0,28	0,29
	0,26	0,25	0,22	0,22	0,24	0,25	0,24	0,23	0,22	0,24
<i>Cr</i>	31,1	30,2	30,2	29	29,2	31,2	30,1	28,7	29,1	29
	29,1	29,5	28,8	28,8	28,6	29,4	29,1	29,1	28,5	28,6
	24,8	25,0	25,1	24,8	24,8	24,6	25,1	24,9	25,3	24,7
<i>Cu</i>	16,1	16,1	16,1	15,5	15,5	16,7	15,8	15,7	15,7	15,6
	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3	15,4	15,3	15,5	15,2	15,3
	13,5	13,8	13,6	13,4	13,9	13,5	14,0	13,4	13,5	13,9
<i>Ni</i>	20,1	19,7	19,8	19,5	19,5	20,3	20	19,6	19,3	19,4
	21,6	21,7	21,4	21,6	21,0	21,4	21,5	21,4	21,2	21,1
	19,5	19,7	19,7	19,8	20,0	19,4	19,7	19,8	20,1	19,9
<i>Pb</i>	17,6	16,1	17,2	16,9	17,1	17,8	17,3	16,4	17	16,3
	17,9	18,7	18,5	18,1	17,3	19,0	17,9	18,0	17,6	18,2
	16,4	17,4	16,6	16,2	19,9	16,1	16,3	16,4	17,1	16,3
<i>Zn</i>	59,4	56,6	55,9	54,9	55	57,3	55,6	55,6	54,3	54,6
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	49,2	50,9	49,9	49,8	51,6	49,2	50,8	50,2	50,2	51,4
<i>Hg</i>	0,057	0,057	0,055	0,06	0,058	0,057	0,056	0,054	0,056	0,057
	0,048	0,049	0,049	0,048	0,047	0,048	0,045	0,055	0,076	0,048
	0,049	0,052	0,046	0,050	0,049	0,049	0,052	0,046	0,049	0,050

V obou výrobních oblastech jsou průměrné obsahy rizikových prvků velmi podstatně nižší než vyhláškou uváděné limity. Výsledky jednoznačně prokazují, že organické, statkové ani minerální hnojení obsahy rizikových prvků nezvyšuje. Rozdíly mezi variantami hnojení jsou nepatrné. Varianty s upravenými kaly z ČOV se rovněž od průměru neodlišují. Sledování je dlouhodobého charakteru.

Tab. č. 58: Obsah rizikových prvků (mg/kg) – bramborářská oblast

TK	varianty hnojení									
	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
As	10,4	10,5	9,9	10,5	10,6	10	10,2	10,6	10,7	10,3
	9,5	9,4	9,6	9,9	9,7	9,4	9,5	9,6	9,7	9,6
	10,8	11,0	11,2	10,8	11,1	11,2	11,3	11,1	11,1	10,9
Cd	<0,20	0,21	0,21	0,23	0,23	0,20	0,22	0,22	0,24	0,24
	0,29	0,29	0,29	0,33	0,32	0,30	0,30	0,30	0,29	0,33
	0,27	0,31	0,28	0,29	0,30	0,27	0,28	0,28	0,30	0,30
Cr	32,6	32,9	33,2	33,3	32,3	32,6	33,1	33,2	33,4	33,1
	31,3	31,1	31,3	29,9	29,7	31,1	31,2	31,1	30,0	30,4
	41,7	39,0	39,6	40,2	37,0	38,4	37,2	37,5	38,6	39,1
Cu	14,5	14,7	14,5	14,4	13,6	14,4	14,2	14,6	14,1	13,9
	14,9	15,6	14,5	14,1	14,0	14,6	15,0	14,5	14,0	14,1
	15,6	15,7	15,4	15,0	14,8	15,4	15,6	15,4	14,8	15,5
Ni	17,0	17,3	17,4	17,4	17,3	17,0	17,3	17,1	17,4	17,3
	18,3	18,2	18,2	17,4	17,4	18,2	18,2	18,0	17,5	17,8
	24,3	22,9	23,2	23,5	21,8	22,5	22,2	22,4	22,8	21,6
Pb	25,5	26,0	25,4	25,2	25,0	25,9	24,1	24,1	24,9	26,8
	27,8	27,1	27,6	30,3	30,5	27,0	27,2	28,4	29,3	28,5
	30,7	31,0	33,7	31,9	32,6	30,3	30,4	31,0	31,2	31,1
Zn	70,7	72	69,7	74	71,9	69,9	72,2	74,4	74	72,4
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	68,9	73,1	70,8	72,4	73	69,4	73,6	72,8	73	72,7
Hg	0,078	0,076	0,072	0,075	0,071	0,076	0,074	0,073	0,073	0,072
	0,069	0,070	0,068	0,070	0,067	0,068	0,067	0,071	0,071	0,070
	0,066	0,068	0,067	0,066	0,066	0,066	0,065	0,068	0,070	0,067

Tab. č. 59: Obsah rizikových prvků (mg/kg) – stanoviště s kaly

TK	varianty hnojení											
	1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
As	8,1	8,3	7,9	8,8	9,0	8,0	7,5	7,9	8,5	9,1	8,6	8,2
	4,4	4,14	4,29	4,34	4,41	4,64	4,45	4,27	4,29	4,34	4,41	4,64
	8,3	9,0	9,3	8,8	8,7	9,5	9,2	9,2	9,6	9,0	9,2	9,2
Cd	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20
	0,18	0,22	0,21	0,18	0,19	0,18	0,17	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19
Cr	30,1	33,0	33,5	35,3	33,5	33,0	30,8	32,1	33,2	35,4	35,3	33,6
	16,1	17,0	17,5	17,6	17,6	18,0	15,9	16,6	17,7	18,1	17,6	17,1
	49,6	40,8	42,8	48,9	39,7	44,1	36,5	33,8	35,7	44,1	37,2	35,5
Cu	12,8	14,1	13,9	14,4	13,0	13,3	13,7	13,2	13,7	14,0	13,7	13,0
	7,7	9,6	6,8	7,0	6,8	7,5	7,2	7,2	6,9	6,8	6,8	7,5
	8,5	8,4	8,2	8,2	8,2	8,8	8,0	8,2	8,4	8,2	8,2	8,6
Ni	13,9	15,1	15,3	16,2	16,2	15,0	14,4	14,9	15,1	16,3	16,1	14,7
	6,8	7,3	7,0	6,6	6,8	7,1	6,7	7,2	6,5	6,9	6,8	7,8
	24,1	20,3	21,4	23,8	19,7	22,2	18,2	17,1	18,1	22,0	18,6	18,4

Pb	16,6	16,5	17,3	17,7	16,9	18	20,5	16,7	15,6	16,8	17,5	18,4
	20,1	19,9	20,7	20,1	20,9	26,2	19,9	19,3	19,9	20,6	20,5	32,7
	19,4	18,8	30,8	20,3	20,4	24,1	19,0	19,2	20,0	20,5	20,4	23,5
Zn	62,7	61,8	62,8	67,3	65,1	65,0	60,6	60,4	62,7	67,1	65	66,8
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	41,4	46,3	45,8	45,8	47,0	49,4	42,2	46,5	48,3	46,9	47,5	47,7
Hg	0,088	0,075	0,071	0,069	0,069	0,083	0,078	0,072	0,071	0,071	0,071	0,077
	0,068	0,069	0,065	0,069	0,072	0,077	0,067	0,069	0,07	0,072	0,073	0,077
	0,061	0,064	0,068	0,067	0,065	0,071	0,065	0,063	0,069	0,066	0,067	0,072

4.5. Hodnocení obsahu rizikových prvků ve sklizni

Hodnocení obsahu rizikových prvků (RP) ve sklizených produktech bylo sledováno pouze na zkušebních místech, kde byly aplikovány upravené kaly z ČOV, tj. v Lípě a v Hradci nad Svitavou. Analyzovány byly rostlinné vzorky z variant 1, 2, 3, 4, 11 a 12 pro porovnání kalů s chlévským hnojem, bez a s minerálním hnojením. Analyzovány byly tyto prvky - As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn a Hg. Výsledky analýz jsou uvedeny v tabulkách 60 až 65.

Tab. č. 60: Obsah rizikových prvků (mg/kg) v hlízách brambor 2017

<i>stanovený prvek</i>	<i>varianty hnojení</i>					
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>11</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>12</i>
As	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cd	0,09	0,10	0,11	0,20	0,12	0,10
Cr	0,34	0,39	0,28	0,28	0,32	0,28
Cu	6,10	5,59	6,38	5,83	5,64	8,74
Ni	<0,40	0,40	0,44	<0,40	0,40	<0,40
Pb	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Zn	13,5	13,5	14,9	12,2	14,8	18,9
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Limitní hodnota vycházející z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 u brambor je pro kadmium 0,1 mg/kg a pro olovo rovněž 0,1mg/kg.

Tab. č. 61: Obsah rizikových prvků (mg/kg) v ječmeni jarním 2018

<i>prvek</i>	<i>varianty hnojení</i>											
	<i>zrno</i>						<i>sláma</i>					
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>11</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>11</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>12</i>
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	0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	0,06	0,04	0,04	0,13	0,07	0,07
Cr	0,13	0,15	0,14	0,13	0,14	0,13	0,74	0,33	0,40	0,38	0,31	0,37
Cu	5,06	4,69	4,97	4,92	4,62	5,10	3,31	2,97	3,24	3,18	2,98	3,17
Ni	0,17	<0,05	0,06	0,06	0,10	0,06	0,14	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09
Pb	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,25	<0,20	0,24	0,22	<0,20	0,22
Zn	31,3	30,9	31,7	31,8	31,8	31,8	20,2	9,9	10,9	10,4	10,3	12,5
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	0,006	0,007	0,009	0,007	0,007

Limitní hodnota vycházející z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 u ječmene je pro kadmium 0,05 mg/kg a pro olovo rovněž 0,2 mg/kg.

Tab. č. 62: Obsah rizikových prvků (mg/kg) v hrachu 2019

prvek	varianty hnojení											
	zrno						sláma					
	1	3	11	2	4	12	1	3	11	2	4	12
As	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,21	<0,20	<0,20	<0,20
Cd	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
Cr	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,79	0,60	1,23	0,54	0,81	0,55
Cu	6,27	6,04	6,59	6,17	6,14	6,59	2,13	2,19	2,33	2,02	2,03	2,20
Ni	0,61	0,46	0,65	0,78	0,54	0,73	0,18	0,17	0,27	0,11	0,16	0,16
Pb	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,23	0,26	0,53	0,21	0,34	0,38
Zn	27,2	29,4	33,1	30,3	31,7	34,8	4,3	4,8	5,4	3,7	4,1	5,7
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006

Limitní hodnota vycházející z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 u luštěnin je pro olovo 0,2 mg/kg.

Tab. č. 63: Obsah rizikových prvků (mg/kg) v řepce ozimé 2020

prvek	varianty hnojení											
	zrno						sláma					
	1	3	11	2	4	12	1	3	11	2	4	12
As	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cd	0,05	0,03	0,03	0,45	0,04	0,03	0,23	0,17	0,19	0,32	0,24	0,23
Cr	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,18	0,30	0,28	0,21	0,36	0,23
Cu	3,23	3,46	3,85	3,29	3,38	3,93	2,19	2,25	2,45	2,69	2,69	2,80
Ni	0,89	1,24	1,44	0,76	1,19	1,66	0,20	0,23	0,38	0,25	0,28	0,47
Pb	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,20	<0,20	0,36	<0,20	<0,20	0,33
Zn	35,5	36,6	40,1	36,9	38,0	40,6	5,5	5,9	7,9	7,1	6,9	9,6
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007

Limitní hodnota vycházející z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 u semene řepky je pro kadmium 0,15 mg/kg.

Tab. č. 64: Obsah RP (mg/kg) v pšenici ozimé 2021

prvek	varianty hnojení											
	zrno						sláma					
	1	3	11	2	4	12	1	3	11	2	4	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	0,045	0,041	0,038	0,045	0,040	0,041	0,050	0,030	0,040	0,060	0,040	0,070
Cr	0,16	0,15	0,17	0,13	0,15	0,15	0,55	0,31	0,37	0,36	0,28	0,28
Cu	3,19	3,06	2,90	3,07	2,71	2,65	0,98	0,77	0,93	1,01	0,96	0,99
Ni	0,15	0,14	0,17	0,13	0,15	0,16	0,13	0,09	0,12	0,10	0,09	0,10
Pb	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Zn	26,38	25,39	26,71	19,49	19,11	22,25	8,84	4,34	6,64	3,18	3,35	5,02
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,007	0,007	0,007	0,009	0,008	0,008

Limitní hodnota vycházející z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 u obilovin je pro kadmium 0,1 mg/kg a pro olovo rovněž 0,2 mg/kg.

Tab. č. 65: Obsah RP (mg/kg) v ječmeni jarním 2022

prvek	varianty hnojení											
	zrno						sláma					
	1	3	11	2	4	12	1	3	11	2	4	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	<0,020	<0,020	<0,020	0,021	0,022	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,035	<0,020	0,027
Cr	0,13	0,14	0,37	0,12	0,12	0,12	0,55	0,25	0,72	0,26	0,22	0,19
Cu	4,47	4,06	3,93	4,56	3,09	1,55	2,18	2,20	2,36	2,39	2,10	2,15
Ni	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	0,11	0,15	0,10	0,08	0,07
Pb	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,24	<0,2	<0,2	<0,2
Zn	27,55	27,89	30,33	26,82	26,58	27,72	9,27	9,58	10,63	6,49	5,92	7,47
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,007	0,006	0,006	0,008	0,007	0,009

Limitní hodnota vycházející z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 u ječmene je pro kadmium 0,05 mg/kg a pro olovo rovněž 0,2 mg/kg. Pro krmné suroviny jsou limity následující: As 2 mg/kg; Cd 1 mg/kg; Hg 0,1 mg/kg; Pb 10 mg/kg.

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

Při porovnání výsledků s limitními hodnotami vycházejícími z Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 ve znění Nařízení komise 2021/1323 a z Vyhlášky č. 329/1997 Sb. stanovující limity kontaminujících látek v potravinách, byly obsahy rizikových prvků u zrna pšenice, ječmene, hrachu i řepky výrazně pod stanovenými limitními hodnotami. U brambor, které mají, z důvodu přímého konzumu, limity pro rizikové prvky přísnější, byly zjištěny u kadmia některé hraniční hodnoty, varianta 2 limit překročila.

Sláma všech zkoušených plodin vykazuje v porovnání se zrnem jednoznačně vyšší hodnoty rtuti, opakem je zinek, který se silně akumuluje v zrně. U zbývajících prvků jsou mezi plodinami značné rozdíly způsobené rozdílnou schopností prvků z půdy poutat.

4.6. Bilance živin

V dlouhodobé polní zkoušce jsou prováděny chemické analýzy všech vstupů (veškerá organická hnojiva) a obsah živin v hlavním a vedlejším produktu. Výsledky těchto analýz pak slouží jako podklad pro výpočet bilance živin. Do bilance není započítáváno zelené hnojení, které sice z půdy živiny odčerpá, ale ty jsou do půdy vzápětí opět zaorávkou vráceny. Sledována byla bilance dusíku, fosforu a draslíku a je uvedena podle výrobních oblastí a pro stanoviště s kaly v tabulkách 66 až 68 a v grafech 22 až 24. Hodnoty představují průměrnou roční bilanci za osevní sled.

Tab. č. 66: Bilance živin v kg/ha – řepařská oblast

plodina	živina	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
cukrovka	N	-69	52	-37	-82	0	13	98	1	11	60
	P	-8	34	-6	-9	47	14	42	12	14	68
	K	-83	92	-56	-100	110	40	143	25	29	231
ječmen jarní	N	-77	69	-14	-80	37	-5	86	48	1	90
	P	-15	37	-8	-14	59	12	45	16	11	83
	K	-44	181	41	-43	286	33	175	111	36	355
hrách	N	-145	-158	-72	-149	-82	-109	-123	-87	-118	-90
	P	-21	-23	-16	-21	-17	6	3	2	4	1
	K	-80	-113	-9	-103	-21	24	-2	18	17	7
řepka ozimá	N	-109	-49	-91	-89	-64	-51	-10	-53	-50	-43
	P	-21	-9	-20	-17	23	-7	-1	-6	-6	17
	K	-36	53	-12	-32	165	58	90	66	54	172
pšenice ozimá	N	-79	-32	-126	-103	-98	-90	-70	-95	-79	-71
	P	-15	6	-19	-16	38	1	9	-1	0	35
	K	-31	70	-61	-43	180	-22	-6	-31	-46	125
ječmen jarní	N	-28	-40	-28	-25	-4	31	12	25	25	38
	P	-7	-8	-7	-6	-6	15	12	13	14	14
	K	-15	-22	-6	-11	3	48	32	43	33	43
roční průměr	N	-85	-26	-61	-88	-35	-35	-1	-27	-35	-3
	P	-15	6	-13	-14	24	7	18	6	6	36
	K	-48	44	-17	-55	121	30	72	39	21	156

Tab. č. 67: Bilance živin v kg/ha – bramborářská oblast

plodina	živina	varianty hnojení									
		1	3	5	7	9	2	4	6	8	10
brambory	N	-70	-20	-36	-84	-23	-6	13	-25	-27	18
	P	-18	-1	-16	-19	36	0	4	-4	-2	52
	K	-122	-72	-103	-129	15	-28	-26	-36	-57	111
ječmen jarní	N	-54	41	-35	-60	-7	-6	59	7	-7	33
	P	-13	14	-12	-13	57	7	18	7	6	76
	K	-41	105	-32	-41	147	16	71	18	12	193
hrách	N	-81	-95	-59	-88	-60	-58	-67	-53	-62	-55
	P	-10	-12	-9	-12	-9	14	12	15	13	15
	K	-41	-65	-32	-51	-33	54	49	62	55	59
řepka ozimá	N	-80	-40	-59	-85	-34	-43	-18	-27	-47	-18
	P	-23	-12	-22	-23	13	-10	-6	-9	-11	4
	K	-71	7	-57	-72	65	-29	12	-3	-38	7
pšenice ozimá	N	-43	19	-44	-48	-17	-38	20	-36	-49	-18
	P	-11	10	-13	-12	34	0	12	-2	-3	23
	K	0	123	-7	-4	144	37	99	40	37	110
ječmen jarní	N	-36	-51	-10	-42	-18	17	3	23	11	16
	P	-9	-12	-10	-10	-12	8	4	6	6	5
	K	-13	-31	-20	-19	-21	19	6	15	10	12

roční průměr	N	-61	-24	-41	-68	-27	-22	2	-19	-30	-4
	P	-14	-2	-14	-15	20	3	7	2	2	29
	K	-48	11	-42	-53	53	12	35	16	3	82

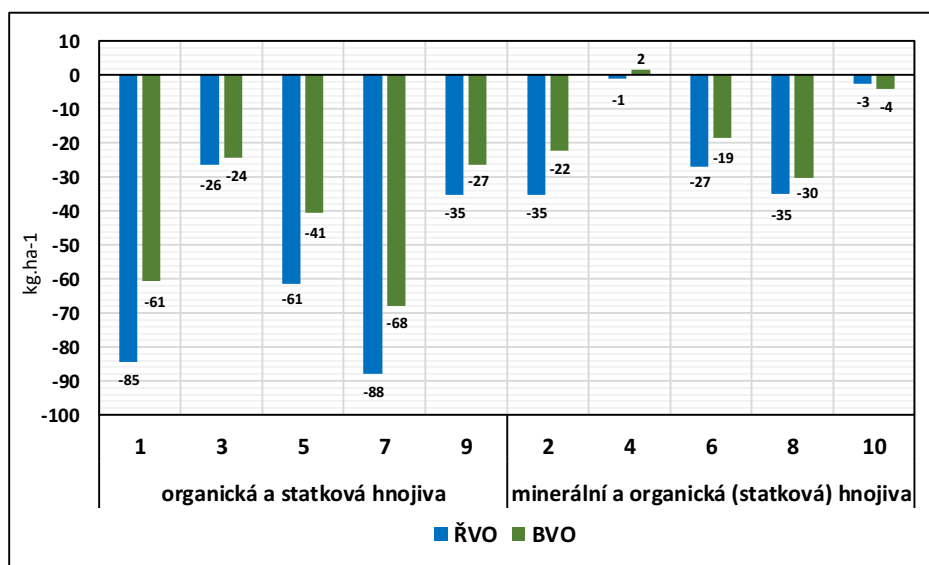
V obou výrobních oblastech bylo použité hnojení pro vyrovnanou bilanci dusíku nedostatečné. Minerální hnojení bilanci výrazně zlepšilo, v řepařské oblasti však činí i v tomto případě schodky dusíku až -30 kg (varianty 2, 6, 8). V bramborářské oblasti byly schodky na sudých variantách okolo -20 kg (varianty 2, 6) až -30 kg (varianta 8), z organického, statkového hnojení nejlépe vyznívá v obou výrobních oblastech chlěvský hnůj a varianta s kompostem, ale i ty mají zápornou bilanci cca -25 až -35 kg. Vyšší výnosy v ŘVO, které měly za následek větší odčerpání živin, se projeví ve srovnání s BVO v bilanci N výrazně negativněji. Nejvyšší schodky N byly v obou oblastech na nehnojené variantě a na zeleném hnojení.

U fosforu byla bilance při použití samotných organických, statkových hnojiv v obou oblastech vyrovnanější, v ŘVO na variantách s hnojem (+6 kg/ha) a kompostem (+24 kg/ha) dokonce pozitivní, v BVO byla kladná bilance pouze na variantě s kompostem (+20 kg P/ha). Minerální hnojiva bilanci fosforu vyrovnala nebo působila i mírně přebytkově. V obou oblastech dopadly nejlépe opět varianty s hnojem a kompostem v kombinaci s MH.

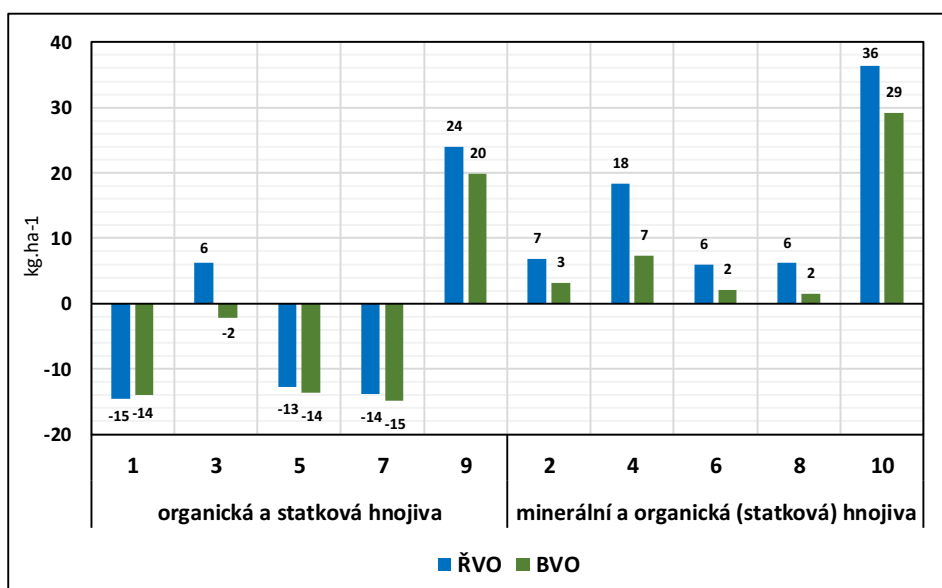
Rovněž u draslíku je patrná při samotném organickém, statkovém hnojení kladná bilance na variantách s hnojem a kompostem, a to v obou výrobních oblastech. Deficity na ostatních sudých variantách jsou obdobné cca -50 kg P/ha. Minerální hnojení v obou oblastech převedlo bilanci draslíku do přebytku, v řepařské oblasti zvláště při aplikaci hnoje a kompostu (+72 respektive +156 kg K/ha). V bramborářské oblasti byl u všech sudých variant přebytek K mezi +3 až +82 kg draslíku na hektar.

Varianty s upravenými kaly, použitými samostatně, nebo s minerálními hnojivy, byly u tří sledovaných živin bilančně přibližně na úrovni ostatních organických hnojiv, např. zaorané slámy, kompostu.

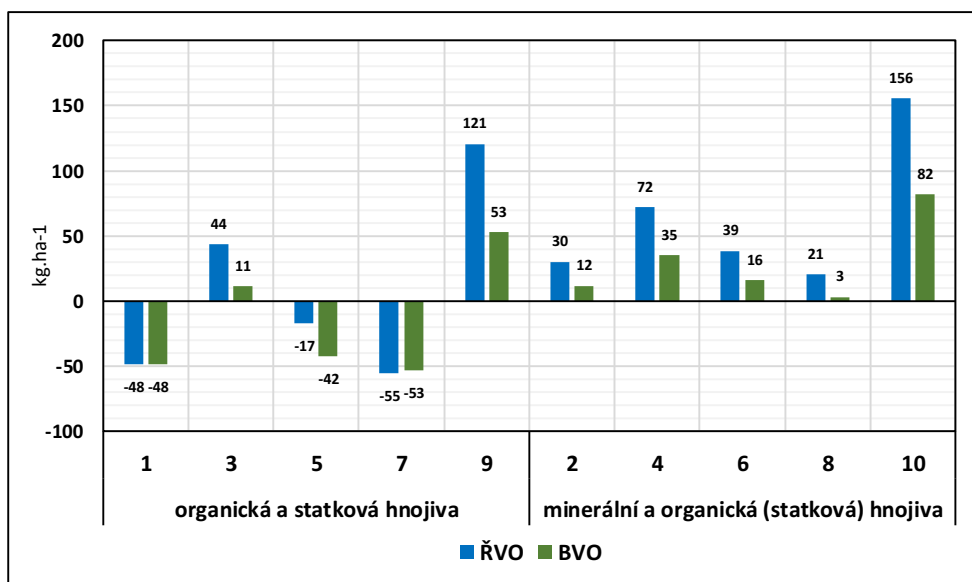
Graf 22: Bilance dusíku podle oblastí



Graf 23: Balance fosforu podle oblastí



Graf 24: Balance draslíku podle oblastí



Tab. č. 68: Balance živin v kg/ha – stanoviště s kaly

plodina	živi na	varianty hnojení											
		1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12
brambory	N	-61	-15	-37	-84	-37	-29	-21	16	-30	-66	-13	-46
	P	-16	0	-15	-23	8	13	-2	10	-4	-5	21	11
	K	-105	-27	-86	-129	29	-156	-39	30	-47	-94	82	-114
ječmen jarní	N	-57	38	-35	-61	-13	24	10	56	10	-2	29	72
	P	-13	17	-12	-14	27	32	10	22	9	9	47	47
	K	-43	141	-30	-43	158	-41	29	127	24	14	214	13
hrách	N	-102	-104	-75	-101	-66	-103	-69	-67	-68	-69	-59	-74
	P	-12	-12	-6	-11	-5	-12	14	15	19	15	19	14
	K	-44	-52	-28	-42	-24	-44	75	72	74	77	78	72
řepka ozimá	N	-76	-11	-58	-86	-35	-91	-50	5	-29	-50	-10	-70
	P	-23	-15	-19	-24	9	-16	-14	-11	-7	-12	0	-5
	K	-49	51	-36	-63	119	-86	21	84	25	13	85	5
pšenice oz.	N	-26	55	-34	-40	-6	-14	-47	30	-53	-65	-20	-18
	P	-7	8	-10	-11	28	18	6	9	2	0	20	26
	K	-6	132	-6	-12	168	-13	34	101	38	33	138	40
ječmen jarní	N	-24	-30	5	-38	-9	-32	32	25	39	21	27	25
	P	-6	-8	-7	-9	-9	-8	11	10	10	10	8	11
	K	-9	-18	-10	-22	-15	-17	39	32	34	31	26	37
roční průměr	N	-58	-39	-28	-24	-22	-8	-11	-68	-41	11	-39	-19
	P	-13	-12	10	4	5	19	-2	-15	5	9	3	17
	K	-43	-33	73	27	25	104	38	-52	-60	74	12	9

5. ZÁVĚR

Dlouhodobý polní pokus „Ověření různých systému organického hnojení“ byl zakládán postupně v letech 1993, 1994 a 2000 na celkem 10 zkušebních stanicích ÚKZÚZ v rámci ČR. Cílem je zjišťovat, do jaké míry mohou různá organická a statková hnojiva (chlévký hnůj, sláma, chrást, zelené hnojení, kompost) a následně i upravené kaly z ČOV nahradit živiny dodávané v minerálních hnojivech. V šestihodnovém osevním sledu byl hodnocen vliv samotných organických, statkových hnojiv a v kombinaci s minerálními hnojivy na výnosy plodin, jejich kvalitu, změny agrochemických vlastností půdy a na bilanci živin.

Z hodnocení výsledků pátého osevního sledu v letech 2017 až 2022 je možno formulovat tyto závěry:

5.1. Vliv hnojení na celkovou výrobnost osevního sledu

- Průměrná roční výrobnost osevního sledu v ŘVO v obilních jednotkách při samotném statkovém, organickém hnojení byla cca od 7,3 t/ha do 8,5 t/ha a v kombinaci s MH byla cca od 8,8 t/ha do 9,1 t/ha, to je zvýšení přibližně o 10 až 20 %. Varianta se zeleným hnojením byla pod výnosem nehnojené varianty. Ostatní statková, organická hnojiva (hnůj, sláma, zelené hnojení + sláma, kompost) poskytla výnosy prakticky rovnocenné. V kombinaci s minerálním hnojením se zlepšila účinnost zeleného hnojení, které se přiblížilo úrovni ostatních hnojiv. Při vzájemném porovnání variant s minerálním + statkové, organickým hnojením k samotnému minerálnímu je patrný, malý nárůst výnosů způsobený statkovými, organickými hnojivy.
- V BVO byla průměrná roční výrobnost osevního sledu nižší než v řepařské oblasti. Je to dáno nejen méně příznivými půdními podmínkami, ale částečně i rozdílnými okopaninami (cukrovka, brambory), u nichž je rozdíl ve výnosech, zvláště při přepočtu na obilní jednotky, značný. Průměrná roční výrobnost osevního sledu se při samotném statkovém, organickém hnojení pohybovala od 4 do 5,5 t/ha, v kombinaci s minerálním hnojením 6,7 - 7,1 t/ha. Minerální hnojení zvýšilo výrobnost přibližně o 30 až 60%. Z organických, statkových hnojiv byl nejúčinnější chlévký hnůj, nejméně účinné bylo zelené hnojení, ale dosáhlo relativně lepšího výsledku než v řepařské oblasti. Minerální hnojení vliv organických, statkových hnojiv srovnalo na přibližně stejnou výnosovou úroveň. Pozitivní vliv organického, statkového hnojení při společné aplikaci s minerálním hnojením byl ve výnosech patrný.
- Na základě průměrné výrobnosti dvou hodnocených stanovišť s aplikací kalů z ČOV bylo zjištěno, že upravené kaly se svou účinností téměř vyrovnaly chlévkému hnoji, varianty se slámou a zeleným hnojením byly výnosově horší. Na variantě kal ČOV v kombinaci s minerálním hnojením se výrobnost podstatně zvýšila.

5.2. Vliv hnojení na technologické vlastnosti produktů

- **Brambory** - průměrný obsah škrobu byl v rozmezí 16,9 – 17,8%, nejnižší na variantě 10 (ZH+sláma+NPK+kompost) naopak nejvyšší na nehnojené kontrole (1) a variantě 5 (sláma/chrást).
- **Ječmen jarní** - hodnoty vlhkosti zrna ihned po sklizni na jednotlivých variantách hnojení kolísaly. Hodnota HTS v řepařské výrobní oblasti byla vyšší na variantách hnojených čistě statkovými, organickými hnojivy (přídavek MH hodnotu HTS

snižoval). V bramborářské výrobní oblasti byly vyšší hodnoty zjištěny na variantách sudých tj. s přidavkem minerálního hnojení.

Obsah N-látek se zvyšoval s přidavkem minerálního hnojení.

- **Hrách** - v obou výrobních oblastech jsou rozdíly ve sklizňových vlhkostech nepatrné a nedá se vysledovat jednotný trend vlivu hnojení. Hodnota HTS je nepatrně vyšší na lichých variantách hnojení (organické, statkové hnojení), ale rozdíly nejsou nijak výrazné.
- **Řepka ozimá** - mírně vyšší vlhkost semene byla zjištěna na variantách s přidavkem minerálního hnojení. Obsah oleje v sušině byl v semenech vypěstovaných na variantách hnojených čistě organickým, statkovým hnojením vyšší. Hmotnost tisíce semen byla v BVO vyšší na variantách bez minerálního hnojení, v ŘVO je tomu naopak.
- **Pšenice ozimá** - v ŘVO je HTS nižší na variantách s minerálním hnojením, v BVO je HTS na kombinacích s minerálním hnojením naopak vyšší. Obsah N-látek v zrna minerálního hnojení zvýšilo v obou výrobních oblastech. Varianta hnojení s kalem ČOV neměla vyšší ani HTS ani obsah N-látek, varianta s přidaným MN vykazuje vyšší HTS.

5.3. Vliv hnojení na půdní vlastnosti

- **Půdní reakce (pH)** - na většině pokusných míst se na závěr osevního sledu hodnota pH od posledních dvou měření příliš nezměnila. Rozdíly nebyly nijak výrazné, u některých stanic byly hodnoty ještě vyrovnanější než tomu bylo při posledním měření. Na lichých variantách (hnojených statkově, organicky) bylo pH mírně vyšší.
- Obsah **přístupného fosforu a draslíku** byl ovlivněn použitým hnojením. Většinou byl vyšší obsah fosforu, a zvláště draslíku, na sudých variantách, kde se na zvýšení půdní zásoby podílelo minerální hnojení. Fosfor se pohyboval v kategorii obsahu vyhovujícího (51-80 mg.kg⁻¹) nebo dobrého (81-115 mg.kg⁻¹). Vliv samotných statkových, organických hnojiv bylo obtížné vyhodnotit.
- U **hořčíku** nebyla zjištěna žádná přímá závislost mezi použitým hnojením a obsahem v půdě stejně jako u přístupného **vápníku**, který je úzce svázan s hodnotou pH.
- Za sledované šestileté období se obsah **výměnných bází (S)** na všech variantách hnojení snížil. Maximální sorpční kapacita se v ŘVO snížila, v BVO nastal mírný nárůst. V ŘVO došlo ke zvýšení **nasycenosti půd V (S/T v %)** a v BVO ke snížení. V řepářské oblasti se v průměru všech stanovišť zvýšila hodnota V přibližně o 10 až 20 %, v bramborářské se snížila cca o 1 až 20%. Významnější rozdíly nejsou patrné mezi skupinou variant hnojených pouze organickými, statkovými materiály a skupinou s minerálními hnojivy. V řepářské oblasti je stupeň nasycení půd přibližně 95%, v bramborářské oblasti cca 60 až 65%.
- Celkový **dušík** vykazuje na všech variantách stabilní hodnoty v ŘVO v průměru 0,18%, v BVO 0,19%. Změny v hodnotách **oxidovatelného uhlíku** jsou minimální. V řepářské oblasti, bez rozdílů variant hnojení, je průměrná hodnota Cox cca 1,42%, v bramborářské mírně nižší cca do 1,40 %, s vyšší průměrnou hodnotou u chlévského hnoje. Varianty s upravenými kaly ukazují hodnoty obdobné ostatním organickým materiálům.
- V obou výrobních oblastech jsou průměrné obsahy **rizikových prvků** velmi výrazně nižší než vyhláškou uváděné limity. Výsledky jednoznačně prokazují, že organické, statkové ani minerální hnojení obsahy rizikových prvků nezvyšuje. Rozdíly mezi variantami hnojení jsou nepatrné. Kombinace s upravenými kaly z ČOV se rovněž od průměru neodlišují.

5.4. Vliv hnojení na obsah rizikových prvků ve sklizených produktech

- Nebyl prokázán u žádné z hodnocených plodin významný vliv použitého hnojení na obsah rizikových prvků ve sklizených produktech. Mezi upraveným kalem, chlévským hnojem a nehnojenou variantou byly minimální rozdíly. Přídavek minerálních hnojiv tento stav neovlivnilo. Obsah arzenu, kadmia, chrómu, mědi, niklu, olova, zinku a rtuti v zrně všech zkoušených plodin byl často pod mezí stanovitelnosti použité chemické metody. Opakované použití upravených kalů z ČOV se neprojevalo negativně na obsahu rizikových prvků v produktech.
- Zjištěné obsahy rizikových prvků u zrna pšenice, ječmene, hrachu i řepky byly výrazně pod stanovenými limitními hodnotami. U brambor byly zjištěny u kadmia některé hraniční hodnoty, varianta 2 limit překročila.
- Sláma všech zkoušených plodin vykazuje v porovnání se zrnem jednoznačně vyšší hodnoty rtuti, opakem je zinek, který se silně akumuluje v zrně. U zbývajících prvků jsou mezi plodinami značné rozdíly.

5.5. Vliv hnojení na bilanci živin

- V obou výrobních oblastech byla záporná bilance dusíku. Minerální hnojení bilanci N výrazně zlepšilo, v ŘVO byl deficit dusíku až -30 kg (varianty 2, 6, 8). V BVO byl deficit na sudých variantách okolo -20 kg (varianty 2, 6) až -30 kg (varianta 8). Organické, statkové hnojení - nejlépe funguje v obou výrobních oblastech chlévský hnůj a varianta s kompostem, ale i ty mají zápornou bilanci cca -25 až -35 kg. Nejvyšší deficit N byl v obou oblastech na nehnojené variantě a na zeleném hnojení.
- U fosforu byla bilance u organických, statkových hnojiv v obou oblastech vyrovnanější, v ŘVO na variantách s hnojem (+6 kg/ha) a kompostem (+24 kg/ha) pozitivní, v BVO byla kladná bilance pouze na variantě s kompostem (+20 kg P/ha). Minerální hnojiva bilanci fosforu vyrovnala nebo působila i mírně přebytkově. V obou oblastech byly nejlepší varianty s hnojem a kompostem v kombinaci s MH.
- U draslíku je při samotném organickém, statkovém hnojení kladná bilance na variantách s hnojem a kompostem, a to v obou výrobních oblastech. Deficity na ostatních sudých variantách jsou obdobné cca -50 kg P/ha. Pozitivní bilance byla u minerálního hnojení v obou oblastech, v ŘVO při aplikaci hnoje a kompostu (+72 respektive +156 kg K/ha). V BVO byl na všech sudých variantách přebytek K mezi +3 až +82 kg draslíku na hektar.
- Varianty s upravenými kaly, použitými samostatně, nebo s minerálními hnojivy, byly u tří sledovaných živin bilančně přibližně na úrovni ostatních organických hnojiv, např. zaorané slámy, kompostu.

5.6. Závěrečné shrnutí

Výsledky pokusu prokázaly, že organické a statkové hnojení může nahradit minerální vstupy živin. Varianty, kde byly dávky živin v minerální formě sníženy o množství živin v organických a statkových hnojivech dosahovaly srovnatelných výnosů jako varianty, kde byly veškeré živiny aplikovány v minerální formě. O něco nižší výnosy byly zaznamenány při použití zeleného hnojení, které nevnaší další živiny, ale naopak část živin poutá v biomase a živiny jsou z čerstvě zapravené hmoty pro rostliny méně dostupné, než z částečně rozložených organických vstupů, jako je hnůj nebo kompost. Při současné aplikaci minerálních hnojiv však byl výnos při zeleném hnojení srovnatelný s ostatními variantami.

Na variantách s aplikací kalů z ČOV bylo zjištěno, že upravené kaly se svou účinností téměř vyrovnaly chlévskému hnoji, varianty se slámou a zeleným hnojením byly výnosově horší. Při kombinaci kalů s minerálním hnojením se výrobnost podstatně zvýšila.

Obsah přístupného fosforu a draslíku byl ovlivněn použitým hnojením. Většinou byl vyšší obsah fosforu, a zvláště draslíku, v půdě minerálně hnojených variant, kde se na zvýšení půdní zásoby podílelo minerální hnojení. Vliv hnojení na ostatní půdní vlastnosti byl malý. V půdě ani sklizených produktech nebyl zaznamenán nadměrný výskyt rizikových prvků.

Bilanci živin značně zvyšovalo hnojení hnojem a především minerální hnojení.

Recyklace živin formou organických vstupů tak lze nahradit významnou část minerálních hnojiv.

6 PŘÍLOHY

6.1. Rozdělení dávek hnojiv pro ŘVO (Věrovany, Lednice a Pusté Jakartice)

Rok plodina	Druh hnojení	Termín aplikace	Kombinace hnojení									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2017 cukrovka střední výnosová úroveň (SVÚ) 35 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha		-	-	-	-	4	4	-	-	4	4
	N v kg/ha	podzim 2016	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40
	zel. hnojení t/ha	podzim 2016	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
	hnůj v t/ha	podzim 2016	-	-	40	40	-	-	-	-	-	-
	kompost v t/ha	podzim 2016	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40
	N v kg/ha	jaro 2017	-	150	-	64 + 86 hnůj MH	-	7 + 7 + 96 Sj Sp MH	-	150	-	7 + 7 + 24 + 72 Sj Sp Ko MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2016	-	60	-	36 + 24 hnůj MH	-	5 + 5 + 50 Sj Sp MH	-	60	-	5 + 5 + 144 + 0 Sj Sp Ko MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2016	-	200	-	108 + 92 hnůj MH	-	19 + 19 + 162 Sj Sp MH	-	200	-	19 + 19 + 180 + 0 Sj Sp Ko MH

2018 ječmen jarní (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	chrást v t/ha	podzim 2017	-	-	-	-	30	30	-	-	30	30
	N v kg/ha	jaro 2018	-	120	-	72 + 48 hnůj MH	-	7 + 39 + 54 Sj Chr MH	-	120	-	7 + 39 + 24 + 30 Sj Chr Ko MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2018	-	60	-	44 + 16 hnůj MH	-	5 + 12 + 43 Sj Chr MH	-	60	-	5 + 12 + 176 + 0 Sj Chr Ko MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2018	-	120	-	132 + 0 hnůj MH	-	19 + 90 + 11 Sj Chr MH	-	120	-	19 + 90 + 220 + 0 Sj Chr Ko MH

*Vápnění mletým vápencem na všech variantách na **podzim 2018** před setím hrachu. Dávky dle kritérií AZPP, tj. hodnoty pH příslušné varianty a druhu půdy. Další vápnění až v roce 2024.

2019 hrách* (SVÚ) 3,5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2018	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2018	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40
	zel. hnojení t/ha	X. - XI. 2018	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
	N v kg/ha	jaro 2019	-	40	-	40	-	7 + 39 + 0 Sj Chr MH	-	40	-	7 + 39 + 0 Sj Chr MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2019	-	60	-	60	-	5 + 12 + 43 Sj Chr MH	-	60	-	5 + 12 + 43 Sj Chr MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2019	-	150	-	150	-	19 + 90 + 41 Sj Chr MH	-	150	-	19 + 90 + 41 Sj Chr MH

2020 řepka ozimá (SVÚ) 2,5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2019	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	hnůj v t/ha	léto 2019	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-
	kompost v t/ha	léto 2019	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40
	N v kg/ha	jaro 2020	-	85 + 40	-	48 + 47 + 30 hnůj MH	-	7 + 5 + 63 + 30 Sj Sh MH	-	85 + 40	-	7 + 5 + 24 + 39 + 30 Sj Sh Ko MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	léto 2019	-	60	-	27 + 33 hnůj MH	-	5 + 2 + 53 Sj Sh MH	-	60	-	5 + 2 + 144 + 0 Sj Sh Ko MH
	K ₂ O v kg/ha	léto 2019	-	150	-	81 + 69 hnůj MH	-	19 + 7 + 124 Sj Sh MH	-	150	-	19 + 7 + 180 + 0 Sj Sh Ko MH

2021 pšenice ozimá (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2020	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2020	-	20	-	20	20	20	-	20	20	20
	N v kg/ha	jaro 2021	-	8 + 67 + 40 Sř MH	-	54 + 8 + 13 + 40 hnůj Sř MH	-	5 + 8 + 62 + 40 Sh Sř MH	-	8 + 67 + 40 Sř MH	-	5 + 8 + 24 + 38 + 40 Sh Sř Ko MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2020	-	5 + 55 Sř MH	-	33 + 5 + 22 hnůj Sř MH	-	2 + 5 + 53 Sh Sř MH	-	5 + 55 Sř MH	-	2 + 5 + 176 + 0 Sh Sř Ko MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2020	-	20 + 100 Sř MH	-	99 + 20 + 1 hnůj Sř MH	-	7 + 20 + 93 Sh Sř MH	-	20 + 100 Sř MH	-	7 + 20 + 220 + 0 Sh Sř Ko MH

2022 ječmen jarní (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2021	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2021	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40
	zel. hnojení t/ha	podzim 2021	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
	N v kg/ha	jaro 2022	-	8 + 102 Sř MH	-	8 + 102 Sř MH	-	7 + 8 + 75 Sp Sř MH	-	8 + 102 Sř MH	-	7 + 8 + 75 Sp Sř MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2022	-	5 + 55 Sř MH	-	5 + 55 Sř MH	-	5 + 5 + 50 Sp Sř MH	-	5 + 55 Sř MH	-	5 + 5 + 50 Sp Sř MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2022	-	20 + 100 Sř MH	-	20 + 100 Sř MH	-	19 + 20 + 81 Sp Sř MH	-	20 + 100 Sř MH	-	19 + 20 + 81 Sp Sř MH

Sj - sláma ječmene

Sř - sláma řepky

Ko - kompost

Sp - sláma pšenice

Chr - chrást

MH - minerální hnojení

Sh - sláma hrachu

6.2. Rozdělení dávek hnojiv pro BVO (Lípa, Hradec n. Svitavou, Staňkov, Horažďovice, Jaroměřice, Vysoká, Chrástava)

Rok plodina	Druh hnojení	Termin aplikace	Kombinace hnojení											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017 brambory střední výnosová úroveň (SVÚ) 25 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	podzim 2016	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4	-	-
	N v kg/ha	podzim 2016	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	zel. hnojení t/ha	podzim 2016	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO	-	-
	hnůj v t/ha	podzim 2016	-	-	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-
	kompost v t/ha	podzim 2016	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40	-	-
	kal ČOV t/ha	podzim 2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	14,3
	N v kg/ha	jaro 2017	-	125	-	64 + 61 hnůj MH	-	7 + 7 + 71 Sj Sp MH	-	125	-	7 + 7 + 24 + 47 Sj Sp Ko MH	-	64 + 61 kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2016	-	50	-	36 + 14 hnůj MH	-	5 + 5 + 40 Sj Sp MH	-	50	-	5 + 5 + 144 + 0 Sj Sp Ko MH	-	25 + 25 kal MH

2018 ječmen jarní (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	N v kg/ha	jaro 2018	-	120	-	72 + 48 hnůj MH	-	7 + 93 Sj MH	-	120	-	7 + 24 + 69 Sj Ko MH	-	72 + 48 kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2018	-	60	-	44 + 16 hnůj MH	-	5 + 55 Sj MH	-	60	-	5 + 176 + 0 Sj Ko MH	-	31 + 29 kal MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2018	-	120	-	132 + 0 hnůj MH	-	19 + 101 Sj MH	-	120	-	19 + 220 + 0 Sj Ko MH	-	10 + 110 kal MH

*Vápnění mletým vápencem na všech variantách na podzim 2018 před setím hrachu. Dávky dle kritérií AZPP, tj. hodnoty pH příslušné varianty a druhu půdy. Další vápnění až v roce 2024.

2019 hrách* (SVÚ) 3,5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2018	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4	-	-
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2018	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	zel. hnojení t/ha	X.-XI. 2018	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO	-	-
	N v kg/ha	jaro 2019	-	40	-	40	-	7 + 13 Sj MH	-	40	-	7 + 13 Sj MH	-	40
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2019	-	60	-	60	-	5 + 55 Sj MH	-	60	-	5 + 55 Sj MH	-	60
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2019	-	150	-	150	-	19 + 131 Sj MH	-	150	-	19 + 131 Sj MH	-	150

2020 řepka ozimá (SVÚ) 2,5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2019	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2019	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	hnůj v t/ha	léto 2019	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-
	kompost v t/ha	léto 2019	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40	-	-
	kal ČOV t/ha	léto 2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,7	10,7
	N v kg/ha	jaro 2020	-	85 + 40	-	48 + 47 + 30 hnůj MH	-	7 + 5 + 63 + 30 Sj Sh MH	-	85 + 40	-	7 + 5 + 24 + 39 + 30 Sj Sh Ko MH	-	48 + 47 + 30 kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	léto 2019	-	60	-	27 + 33 hnůj MH	-	5 + 2 + 53 Sj Sh MH	-	60	-	5 + 2 + 144 + 0 Sj Sh Ko MH	-	19 + 41 kal MH

2021 pšenice ozimá (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2020	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2020	-	20	-	20	20	20	-	20	20	20	-	20
	N v kg/ha	jaro 2021	-	8 + 67 + 40 Sř MH	-	54 + 8 + 13 + 40 hnůj Sř MH	-	5 + 8 + 62 + 40 Sh Sř MH	-	8 + 67 + 40 Sř MH	-	5 + 8 + 24 + 38 + 40 Sh Sř Ko MH	-	8 + 54 + 13 + 40 Sř kal MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	podzim 2020	-	5 + 55 Sř MH	-	33 + 5 + 22 hnůj Sř MH	-	2 + 5 + 53 Sh Sř MH	-	5 + 55 Sř MH	-	2 + 5 + 176 + 0 Sh Sř Ko MH	-	5 + 23 + 32 Sř kal MH
	K ₂ O v kg/ha	podzim 2020	-	20 + 100 Sř MH	-	99 + 20 + 1 hnůj Sř MH	-	7 + 20 + 93 Sh Sř MH	-	20 + 100 Sř MH	-	7 + 20 + 220 + 0 Sh Sř Ko MH	-	20 + 8 + 92 Sř kal MH

2022 ječmen jarní (SVÚ) 5 t.ha ⁻¹	sláma v t/ha	VII.-VIII. 2021	-	-	-	-	4	4	-	-	4	4	-	-
	N v kg/ha	VII.-VIII. 2021	-	-	-	-	40	40	-	-	40	40	-	-
	zel. hnojení t/ha	podzim 2021	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO	-	-
	N v kg/ha	jaro 2022	-	8 + 102 Sř MH	-	8 + 102 Sř MH	-	7 + 8 + 75 Sp Sř MH	-	8 + 102 Sř MH	-	7 + 8 + 75 Sp Sř MH	-	8 + 102 Sř MH
	P ₂ O ₅ v kg/ha	jaro 2022	-	5 + 55 Sř MH	-	5 + 55 Sř MH	-	5 + 5 + 50 Sp Sř MH	-	5 + 55 Sř MH	-	5 + 5 + 50 Sp Sř MH	-	5 + 55 Sř MH
	K ₂ O v kg/ha	jaro 2022	-	20 + 100 Sř MH	-	20 + 100 Sř MH	-	19 + 20 + 81 Sp Sř MH	-	20 + 100 Sř MH	-	19 + 20 + 81 Sp Sř MH	-	20 + 100 Sř MH

Sj - sláma ječmene
Sp - sláma pšenice
Sh - sláma hrachu

Sř - sláma řepky
Chr - chrást

Ko - kompost
MH - minerální hnojení

