

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



Porovnání účinnosti digestátů s různými typy hnojiv při hospodaření ve zranitelné oblasti

Průběžná závěrečná zpráva o výsledcích přesné polní zkoušky
za 1. osevní cyklus v letech 2011 - 2016

Zpracoval: Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.
Markéta Vodáková
Oddělení výživy rostlin

Předkládá: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Sekce zemědělských vstupů



Obsah zprávy	strana
1 ÚVOD	2
1.1 Popis odrůd	2
1.2 Agrotechnické záznamy	3
1.3 Meteorologické záznamy	3
1.4 Hodnocené parametry	4
1.5 Charakteristika zkušebních stanovišť	4
1.6 Právní a metodická podpora	5
2 ZPŮSOB HNOJENÍ A DÁVKY HNOJIV	6
2.1 Dávky živin a použitá hnojiva	6
2.2 Chemické složení použitých hnojiv a jejich dávky	6
3 SKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY	8
3.1 Výnos zrna ozimé pšenice 6. pokusný rok	8
3.2 Výnos slámy pšenice 6. pokusný rok	10
3.3 Porovnání výsledků šesti pokusných let	10
3.4 Statistické zhodnocení výnosů 6. pokusný rok	11
4 ANALÝZY ROSTLINNÝCH VZORKŮ	13
4.1 Popis chemických metod pro analýzu rostlinných vzorků	13
4.2 Obsah makroelementů v zrně a slámě ozimé pšenice	13
4.3 Hmotnost tisíce zrn	15
5 PEKAŘSKÉ VLASTNOSTI	16
5.1 Obsah dusíkatých látek	16
5.2 Číslo poklesu	18
5.3 Tvrdost zrna	19
5.4 Zeleného test	20
5.5 Obsah škrobu	21
5.6 Objemová hmotnost	22
5.7 Parametry hodnocení mouky	23
5.8 Parametry hodnocení těsta	24
5.9 Pekařský pokus - RAPID MIX TEST	25
6 AGROCHEMICKÉ ROZBORY PŮDNÍCH VZORKŮ	27
6.1 Popis chemických metod pro stanovení půdních vzorků	27
6.2 Půdní reakce, obsah přístupných živin, Nt a Cox	27
6.3 Zhodnocení obsahu minerálního dusíku brzy na jaře před setím	29
6.4 Zhodnocení obsahu minerálního dusíku po sklizni	31
7 MIKROBIOLOGICKÉ METODY A EXTRAKCE UHLÍKU	33
7.1 Popis mikrobiologických metod	33
7.2 Zhodnocení výsledků mikrobiologických analýz	33
8 BILANCE DUSÍKU A JEHO ÚČINNOST	36
8.1 Bilance dusíku	36
8.2 Účinnost dusíku z hnojiv	37
9 ZÁVĚR	39
10 POUŽITÁ LITERATURA	40



1 ÚVOD

Název zkoušky: Porovnání účinnosti digestátů s různými typy hnojiv při hospodaření ve zranitelné oblasti

Účel zkoušky: Porovnání hnojivé účinnosti digestátů, kejdy a kompostu na výnos, kvalitu produkce a půdní vlastnosti při hospodaření ve zranitelné oblasti.

Druh zkoušky: Polní zkouška byla založena v roce 2011 ve výrobním typu bramborářském v Lípě (LIP) u Havlíčkova Brodu na plochách výživářské báze jako přesná víceletá. V roce 2013 byla zkouška založena i na dalších dvou stanicích, a to ZS Jaroměřice nad Rokytnou (JAR) a Hradec nad Svitavou (HRA). Pěstovanou plodinou v roce 2016 byla ozimá pšenice odr. Dagmar.

Osevní postup:

rok	osevní postup
1. 2011	brambory rané ^{xx} (odr. Adéla)
2. 2012	pšenice ozimá (odr. Secese)
3. 2013	kukuřice na siláž ^{xx} (odr. Cebir FAO 250)
4. 2014	ječmen jarní (odr. Sebastian)
5. 2015	ozimá řepka ^{xx} (odr. Cortes)
6. 2016	ozimá pšenice ^{xx} (odr. Dagmar)

^{xx} aplikace organických hnojiv

Variety hnojení: v polní zkoušce je zařazeno 6 variant hnojení, každá je 4x opakována na jedné odrůdě.

Variety	způsob/druh hnojení
1.	nehnojeno
2.	minerální dusíkatá hnojiva (bilanční dávka)
3.	kejda (bilanční dávka podle N)
4.	digestát I (bilanční dávka podle N)
5.	digestát II (bilanční dávka podle N)
6.	kompost Náměšť (bilanční dávka podle N x 2)

Uspořádání zkoušky:

D	1	2	3	4	5	6
C	2	1	3	4	5	6
B	1	2	3	4	5	6
A	2	1	3	4	5	6

1.1 Popis odrůd

Plodina: ozimá pšenice, odrůda Dagmar (6. pokusný rok)

Popis odrůdy: pekařská poloraná odrůda. Rostliny středně vysoké až nízké, středně odolné až odolné proti poléhání. Zrno velké. Středně odolná proti napadení padlím travním na listu, středně odolná proti napadení padlím travním v klasu, méně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, středně odolná proti napadení braničnatkou plevovou v klasu, méně odolná proti napadení rzi pšeničnou. Pekařská jakost kvalitní (kategorie A). Objem pečiva vysoký, obsah dusíkatých látek středně vysoký, hodnota Zelenyho testu středně vysoká, vaznost mouky vysoká, hodnota čísla poklesu středně vysoká, objemová hmotnost velmi vysoká.



1.2 Agrotechnické záznamy

Po sklizni ozimé řepky v roce 2015 byla vyseta meziplodina (svazenka s peluškou), která byla zmulčovaná před přípravou půdy pro ozimou pšenici.

Hradec nad Svitavou: pokus byl založen za dobrých vláhových a teplotních podmínek 29.9.2015, rostliny přezimovaly dobře, porosty bylo husté, vláhy byl po celou vegetaci byl dostatek. Sklizeň proběhla 3. 8. 2016 maloparcelním kombajnem Haldrup C-65.

Jaroměřice: porost pšenice vzházel pomalu, ale rovnoměrně a vyrovnaně. Před zimou byl porost vyrovnaný a přiměřeně hustý. Zima byla až do konce prosince mírná, bez sněhové pokrývky. Od začátku ledna se ochladilo a napadlo několik cm sněhu, nejnižší teploty v noci krátkodobě klesly k - 16°C. Chladnější počasí vydrželo téměř do konce ledna, pak se výrazně oteplilo, vegetace začínala začátkem února. Pšenice ozimá přezimovala bez problémů. Jaro bylo poměrně příznivé (jenom v druhé a třetí dekádě března byly srážky velmi nízké). Až do sklizně nebyly žádné extrémní výkyvy počasí. Porost pšenice byl po celou dobu vegetace vyrovnaný, nepolehl ani po bouřkách v červnu.

Lípa: po předcházejícím velmi suchém a teplém létě přišly v měsíci září a říjnu vydatnější srážky, které se příznivě projeví na vzházení a růstu porostu. V říjnu byly také první noční teploty pod 0 °C. První dekáda listopadu ještě vyšší denní teploty, od druhé již ochlazení a noční mrazíky bez sněhové pokrývky. Prosinec jen minimální srážky bez sněhu a větších mrazů. Zimní měsíce velmi mírné bez sněhové pokrývky a výraznějších mrazů. Slabší srážky i v jarních měsících, oproti jiným rokům i nižší teploty. V květnu proměnlivé počasí chladnějšího charakteru. V polovině června větší dešť po delší době. Proměnlivé počasí i v červenci (časté a vydatné srážky). Po celou dobu vegetace porost bez polehnutí a poškození od zvěře. Výskyt chorob v normálu, bez abnormalit.

1.3 Meteorologické záznamy

Průměrné měsíční teploty a měsíční úhrn srážek za rozhodující období šestého pokusného roku byly porovnány s normálem a jsou uvedeny v tabulkách 3.4 a 3.5.

Tab.3.4: Měsíční úhrny srážek v r. 2015/2016

Stanice	Průměrné měsíční srážky (mm)											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Hradec n. Svitavou												
suma denních srážek	30	37,1	71,2	23	24,9	61,9	33,3	55,6	71,6	49,4	97,8	31
měsíční normál	57	40	42	42	35	28	37	41	63	80	79	72
% normálu	52,6	92,75	169,5	54,8	71,1	221,1	90	135,6	113,7	61,75	123,8	43,1
Jaroměřice												
suma denních srážek	29,2	74,6	52,2	17,8	15,8	50,2	22,3	38,8	38	60,2	69,4	13,4
měsíční normál	40	29	32	27	24	22	25	32	57	64	71	58
% normálu	73	257,2	163,1	65,9	65,8	228,2	89,2	121,3	66,7	84,8	97,7	23,1
Lípa												
suma denních srážek	49,8	46,1	91,7	16,3	29,9	49,9	29,4	23,1	45,9	59,9	118,7	19,6
měsíční normál	51,0	36,0	42,0	39,0	36,0	28,0	38,0	36,0	59,0	77,0	81,0	71,0
% normálu	97,6	128,1	218,3	41,8	83,1	178,2	77,4	64,2	77,8	77,8	146,5	27,6



Tab. 3.5: Průměrné měsíční teploty v roce 2015/2016

Stanice	Průměrné měsíční teploty (°C)											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Hradec n. Svitavou												
průměrná denní teplota (°C)	12,9	7,6	5,1	2,9	-1,9	3,1	3	7	13	17	18,4	16,2
měsíční normál (°C)	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
Jaroměřice												
průměrná denní teplota (°C)	13,8	8,1	5,6	2,5	-1,6	3,3	3,8	8,1	13,8	17,9	19,7	18,1
měsíční normál (°C)	13,4	8	2,3	-0,9	-2,4	-0,8	3,1	7,8	13,3	16,4	18,2	18,1
Lípa												
průměrná denní teplota (°C)	12,3	7,5	5,5	3,8	-1,5	2,9	3	7,3	13	16,8	18,4	16,7
měsíční normál (°C)	12,8	7,9	2,3	-0,6	-2,1	-1	2,8	6,7	12,5	15,3	17	16,9

1.4 Hodnocené parametry

Za účelem sledování změn agrochemických vlastností půdy se po sklizni každé pokusné plodiny odebírají půdní vzorky z každé varianty hnojení, ve kterých je stanoveno pH/CaCl₂, obsah přístupných živin (metoda Mehlich III). U všech variant bylo také provedeno sledování obsahu N_{min}, pro které se vzorky odebírají vždy na jaře a na podzim po sklizni pokusné plodiny, a to z horizontu 0-30 cm.

V rostlinných vzorcích byl sledován obsah sušiny, N, P, K, Mg, Ca a vybrané technologické parametry. Na základě znalosti vstupních a výstupních údajů se pro každou pokusnou plodinu vypočítala bilance živin.

1.5 Charakteristika zkušebních stanovišť

Charakteristika	Hradec n. Svitavou	Jaroměřice n. Rokytnou	Lípa
Kraj	Pardubický	Vysočina	Vysočina
Okres	Hradec n. Svit.	Třebíč	Havlíčkův Brod
Výrobní oblast	bramborářská	bramborářská	bramborářská
Nadmořská výška	460 m n. m.	425 m n. m.	505 m n. m.
Prům. roční teplota	6,5 °C	8,0 °C	7,7 °C
Roční úhrn srážek	624 mm	481 mm	632 mm
Půdní typ	luvizem	luvizem	kambizem modální
Půdní druh	písčitohlinitá	hlinitá	písčitohlinitá
Hloubka ornice	22-25 cm	25 cm	18 - 20 cm



1.6 Právní a metodická podpora

- Zákon č. 147/2002 Sb., o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 273/1998 Sb. o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv, § 9 Biologické rozbory a biologické zkoušky
- Metodiky pokyny vydané a platné pro ÚKZÚZ
23/SZV Základní metodika přesných polních a nádobových zkoušek
24/SZV Prováděcí metodiky polních stacionárních zkoušek



2 ZPŮSOB HNOJENÍ A DÁVKY HNOJIV

2.1 Dávky živin a použítá hnojiva

Minerální dusík (MH) byl aplikován ve formě ledku amonného s vápencem (LAV 27,5 % N) dávce, kterou v daném roce hnojení (tj. 2011, 2013, 2014/2015; 2015/2016) pokusná plodina (brambory, kukuřice, ječmen, řepka, pšenice) odčerpá plánovanou sklizní. Na hladinu minerálního dusíkatého hnojení byly dopočítávány aplikační dávky ostatních hnojiv, tj. kejdy, digestátů, kompostu (podle jejich aktuálního obsahu dusíku).

Kompost je zařazen v kategorii hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem, a proto finální aplikační dávka byla tedy dvojnásobná. Kompost pocházel z kompostárny z Náměště nad Oslavou a je registrován pod číslem rozhodnutí o registraci 2743.

Plodiny (pšenice 2. rok, ječmen 4. rok) následující po organicky hnojené plodině (bramborách a kukuřici) nebyly minerálním dusíkem hnojeny. Rovněž tak se nehnojilo dalšími živinami.

U všech organických hnojiv (kejda, digestáty, kompost) se vždy analyzuje obsah základních živin a sušiny pro výpočet aplikační dávky a rovněž další parametry. Digestáty (DG) pocházejí vždy na všechna stanoviště z bioplynových stanic z Opatova a Lípy u Havlíčkova Brodu, kejda pochází ze zemědělské společnosti Lípa.

Suroviny pro výrobu digestátů:

DG Lípa - siláž, kejda skotu,

DG Opatov - siláž, jetelotravní senáž, hnůj skotu, kejda prasat.

2.2 Chemické složení použitých hnojiv a jejich dávky

Použitá organická hnojiva (OH - kejda, digestáty, kompost) byla ve všech letech aplikace analyzována na obsah základních živin a sušiny.

Tab. 2.1: Chemické složení použitých hnojiv a jejich dávky r. 2011

Použitá hnojiva r. 2011	Chemické vlastnosti						bilanční dávka 120 kg N/ha	
	Sušina (%)	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P (%)	K (%)	dávka t/ha	Dávka OH kg/parcela 40 m ²
3. Kejda Lípa	7,8	12,9	3,2	82,62	0,462	5,39	48,07	292
4. Digestát Lípa	7,1	6,61	6,0	79,35	0,448	4,36	28,16	121
5. Digestát Opatov	5,3	5,80	6,3	73,10	0,774	3,14	39,60	143
6. CMC kompost	55,0	11,36	1,1	25,00	nezjištěn	nezjištěn	40,00	180



Tab. 2.2: Chemické složení použitých hnojiv a jejich aplikační dávky r. 2013

Použitá hnojiva r. 2013	Chemické vlastnosti - obsah v sušině							bilanční dávka 150 kg N/ha	
	sušina	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	dávka t/ha	Dávka OH kg/parcela 40 m ²
3. Kejda Lípa	8,25	12,8	3,31	85,20	0,679	2,38	0,731	54,9	219
4. DG Lípa	6,53	7,58	5,35	81,20	0,963	4,55	0,732	42,9	171
5. DG Opatov	3,34	2,55	13,27	67,70	0,914	11,2	0,542	33,8	135
6.CMC kompost	55,0	20,83	0,60	25,00	nezjištěn	nezjištěn	nezjištěn	40,0	180

Tab. 2.3: Chemické složení použitých hnojiv a jejich aplikační dávky r. 2014 (podzim)

Použitá hnojiva podzim r. 2014	Chemické vlastnosti - obsah v sušině								bilanční dávka 30 kg N/ha	
	sušina (%)	pH	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	dávka t/ha v sušině	Dávka OH kg/parcela 40 m ²
3. Kejda Lípa	10,96	7,8	11,3	3,45	77,9	1,00	3,32	1,08	4,6	40,5
4. DG Lípa	6,42	8,2	5,6	6,95	77,1	1,36	4,90	1,01	5,2	35,9
5. DG Opatov	5,65	8,4	4,1	8,87	72,4	1,10	8,16	0,70	4,2	29,4
6.CMC kompost	70,5	8,4	9,4	1,32	24,7	0,50	1,94	0,68	12	48,0

Tab. 2.4: Chemické složení použitých hnojiv a jejich aplikační dávky r. 2015 (jaro)

Použitá hnojiva jaro r. 2015	Chemické vlastnosti - obsah v sušině							bilanční dávka 50 kg N/ha	
	Sušina (%)	pH	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P (%)	K (%)	dávka t/ha	Dávka OH kg/parcela 40 m ²
3. Kejda Lípa	11,21	7,76	8,9	4,55	81,45	0,91	2,95	9,80	39,2
4. DG Lípa	6,25	8,02	5,5	7,05	77,00	1,34	0,52	11,35	45,4
5. DG Opatov	5,82	8,17	4,2	8,50	72,15	1,33	0,50	10,11	40,4
6.CMC kompost	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tab. 2.5: Chemické složení použitých hnojiv a jejich aplikační dávky r. 2015 (podzim)

Použitá hnojiva podzim r. 2015	Chemické vlastnosti - obsah v sušině								bilanční dávka 40 kg N/ha	
	sušina (%)	pH	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	dávka t/ha v sušině	Dávka OH kg/parcels 40 m ²
3. Kejda Lípa	11,44	7,59	11,27	3,45	78,9	0,97	2,7	0,99	10,13	41
4. DG Lípa	6,43	8,12	5,34	6,95	74,78	1,40	5,2	1,10	8,99	36
5. DG Opatov	6,13	8,45	4,18	8,87	72,36	1,10	7,8	0,64	7,36	29
6.CMC kompost	94,76	8,44	6,40	1,42	24,70	0,50	1,9	0,68	12,00	96

Tab. 2.6: Chemické složení použitých hnojiv a jejich aplikační dávky r. 2016 (jaro)

Použitá hnojiva jaro r. 2016	Chemické vlastnosti - obsah v sušině							bilanční dávka 80 kg N/ha	
	Sušina (%)	pH	C:N	celkový N (%)	spalitelné látky min. (%)	P (%)	K (%)	dávka t/ha	Dávka OH kg/parcels 40 m ²
3. Kejda Lípa	11,10	8,08	7,85	5,06	80,12	0,91	3,26	14,13	57
4. DG Lípa	4,82	8,23	7,06	5,60	79,05	1,19	2,77	29,76	119
5. DG Opatov	5,85	8,50	4,10	8,86	73,03	1,13	7,85	15,23	61
6.CMC kompost	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3 SKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY

Výnosy za jednotlivé pokusné roky jsou uvedeny v průběžných zprávách z let 2011 - 2015.

3.1 Výnos zrna ozimé pšenice 6. pokusný rok

Pro vyjádření výrobnosti je u vedlejšího produktu použit přepočít na obilní jednotky (OJ), které slouží k hodnocení produktivity plodin odlišných botanických druhů. V případě zrna pšenice je výnos v tunách (t/ha) jednonásobkem výnosu uváděného v (OJ/ha).

Po poslední aplikaci organických materiálů (6. rok - 2015/2016) byly nejvyšší výnosy zaznamenány v 6. roce v Jaroměřicích (5,5 - 8,63 t/ha). Na písčitohlinité kambizemi na stanovišti Lípa byly podobně jako v předchozích letech zaznamenány nejnižší výnosy zrna, které se pohybovaly od 3,04 do 5,91 t/ha (tab. 3.1-3.3).

Tab. 3.1: Průměrný výnos ZRNA ozimé pšenice, stanice Hradec n. Svitavou (t/ha)

Varianty hnojení	Výnos za opakování				Průměr	Relativní srovnání (%)	
	A	B	C	D			
1.Nehnojeno	5,25	5,16	4,51	4,92	4,96	62,08	100
2.LAV	8,92	7,99	7,25	7,80	7,99	100	161,09
3.Kejda Lípa	7,66	7,88	6,98	6,93	7,36	92,12	148,39
4.DG Lípa	8,56	8,45	8,01	8,08	8,28	103,63	166,94
5.DG Opatov	7,09	7,13	6,87	6,84	6,98	87,36	140,73
6.CMC kompost	5,75	5,36	5,03	5,19	5,33	66,71	107,46



Tab. 3.2: Průměrný výnos ZRNA ozimé pšenice, stanice **Jaroměřice** (t/ha)

Varianty hnojení	Výnos za opakování				Průměr	Relativní srovnání (%)	
	A	B	C	D			
1.Nehnojeno	5,42	5,65	5,49	5,43	5,50	63,73	100
2.LAV	8,58	8,29	8,67	8,99	8,63	100	156,91
3.Kejda Lípa	6,80	7,30	6,93	7,08	7,03	81,46	127,82
4.DG Lípa	7,87	8,19	7,82	7,72	7,90	91,54	143,64
5.DG Opatov	7,39	7,29	7,24	7,64	7,39	85,63	134,36
6.CMC kompost	6,93	6,83	6,86	6,92	6,88	79,72	125,09

Tab. 3.3: Průměrný výnos ZRNA ozimé pšenice, ze stanice **Lípa** (t/ha)

Varianty hnojení	Výnos za opakování				Průměr	Relativní srovnání (%)	
	A	B	C	D			
1.Nehnojeno	3,29	3,53	2,99	2,34	3,04	51,44	100
2.LAV	5,72	6,24	5,82	5,84	5,91	100	194,41
3.Kejda Lípa	4,51	4,62	4,39	4,27	4,45	75,3	146,38
4.DG Lípa	4,62	4,69	4,68	4,42	4,60	77,83	151,32
5.DG Opatov	4,75	4,70	4,77	4,66	4,72	79,86	155,26
6.CMC kompost	4,05	4,34	4,04	3,81	4,06	68,7	133,55

Tab. 3.4: Průměrný výnos ZRNA pšenice ozimé **všechna stanoviště** 6. pokusný rok (n=4)

Varianty hnojení	Výnos zrna pšenice (t/ha)				Relativní srovnání (%)	
	Hradec n. Svit.	Jaroměřice	Lípa	Průměr		
1.Nehnojeno	4,96	5,50	3,04	4,50	59,92	100
2.LAV	7,99	8,63	5,91	7,51	100	166,89
3.Kejda Lípa	7,36	7,03	4,45	6,28	83,62	139,56
4.DG Lípa	8,28	7,90	4,60	6,93	92,28	154,00
5.DG Opatov	6,98	7,39	4,72	6,36	84,69	141,33
6.CMC kompost	5,33	6,88	4,06	5,43	72,3	120,67



3.2 Výnos slámy pšenice 6. pokusný rok

Nejvyšší výnos slámy (tab. 3.5) dosáhla varianta hnojení LAV (9,21 t/ha). Naopak nejnižší výnos byl po hnojení CMC kompostem (6,14 t/ha), digestáty dosáhly průměrného výnosu slámy 6,98 a 7,91 t/ha.

Tab. 3.5: Průměrný výnos SLÁMY ozimé pšenice, **všechna stanoviště** 6. pokusný rok, (n=4)

Varianty hnojení	Průměrný výnos (OJ/ha)	Výnos slámy pšenice (t/ha)				Relativní srovnání (%)	
		Hradec n. Svit.	Jaroměřice	Lípa	Průměr		
1.Nehnojeno	0,56	6,33	7,19	3,26	5,59	60,69	100
2.LAV	0,92	10,05	10,93	6,65	9,21	100	164,76
3.Kejda Lípa	0,76	9,78	8,47	4,60	7,62	82,74	136,31
4.DG Lípa	0,79	10,34	8,61	4,77	7,91	85,88	141,50
5.DG Opatov	0,70	7,72	8,06	5,14	6,98	75,79	124,87
6.CMC kompost	0,61	5,45	8,46	4,51	6,14	66,67	109,84

3.3 Porovnání výsledků šesti pokusných let

Tab. 3.6: Průměrný výnos HLAVNÍHO produktu - 1. až 6. pokusný rok (OJ/ha), (n=4)

Varianty hnojení	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	Průměr 6 let	Relativní srovnání (%)	
	brambory hlízy	pšenice zrno	kukuřice siláž	ječmen zrno	řepka ozimá	pšenice zrno			
bilanční dávka N kg/ha	120	-	150	-	80	140			
1.Nehnojeno	8,90	3,78	4,59	3,99	2,52	4,50	4,71	78,61	100
2.LAV	11,83	3,72	5,14	5,48	4,08	7,51	6,29	100	127,21
3.Kejda Lípa	15,30	4,18	5,11	5,06	3,24	6,28	6,53	108,73	138,31
4.DG Lípa	10,98	3,58	4,77	4,42	2,94	6,93	5,60	88,23	112,24
5.DG Opatov	11,45	3,80	4,89	4,25	3,10	6,36	5,64	90,88	115,60
6.CMC kompost	10,18	3,81	4,61	5,09	2,92	5,43	5,34	87,97	111,90

V průměru šesti pokusných let (tab. 3.6) prokázala kejda (6,53 OJ/ha) a dále LAV (6,29 OJ/ha) nejvyšší vliv na výnos. Účinnost hnojení oběma typy digestátů je v dlouhodobém srovnání v průměru jen o 9,1 - 11,8 % nižší než minerální hnojení.



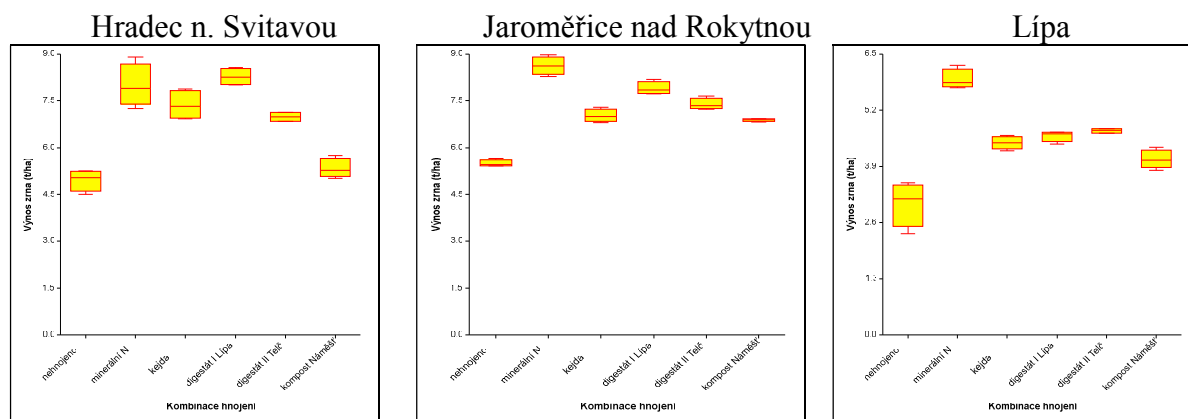
Tab. 3.7: Průměrný výnos obou produktů HP + VP - 1. až 6. pokusný rok (t/ha), (n=4)

Varianty hnojení	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	Průměr 6 let	Relativní srovnání (%)	
	brambory hlízy	pšenice zr + sl	kukuřice siláž	ječmen zr + sl	řepka sem+sl	pšenice zr + sl			
bilanční dávka N kg/ha	120	-	150	-	80	140			
1.Nehnojeno	35,6	3,78	41,7	3,99	2,52	4,50	15,35	81,29	100
2.LAV	47,3	3,72	45,2	5,48	4,08	7,51	18,88	100	123,02
3.Kejda Lípa	61,2	4,18	44,9	5,06	3,24	6,28	20,81	110,21	135,58
4.DG Lípa	43,9	3,58	43,0	4,42	2,94	6,93	17,46	92,48	113,77
5.DG Opatov	45,8	3,80	43,1	4,25	3,10	6,36	17,74	93,93	115,55
6.CMC kompost	40,7	3,81	41,9	5,09	2,92	5,43	16,64	88,14	108,43

3.4 Statistické zhodnocení výnosů 6. pokusný rok

Výnosy pšenice byly statisticky vyhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance s testováním průkaznosti rozdílů testem Kruskal-Wallis na hladině spolehlivosti 95 %. Pro statistické zpracování dat byl použit statistický systém NCSS 2001. Deskriptivní charakteristika, směrodatné odchylky (\pm) a mediány (Me) výnosů ze všech stanic jsou uvedeny v tabulce 3.9.

Tab. 3.8: Krabicový graf vícenásobného porovnání vlivu hnojení na výnos zrna řepka, 3 lokality



Tab. 3.9: Kruskal-Wallis Multiple-Comparison Z-Value Test (Dunn's Test) všechna stanoviště

Varianty	1.Nehnojeno	2.LAV	3.Kejda Lípa	4.DG Lípa	5.DG Opatov	6.CMC kompost
1.Nehnojeno	-	4.3306	2.1604	3.4284	2.4579	0.8486
2.LAV	4.3306	-	2.1702	0.9022	1.8727	3.4820
3.Kejda Lípa	2.1604	2.1702	-	1.2680	0.2975	1.3118
4.DG Lípa	3.4284	0.9022	1.2680	-	0.9705	2.5798
5.DG Opatov	2.4579	1.8727	0.2975	0.9705	-	1.6093
6.CMC kompost	0.8486	3.4820	1.3118	2.5798	1.6093	-

Regular Test: Mediány mají signifikantní rozdíly je-li Z-value > 1.9600

Bonferroni Test: Mediány mají signifikantní rozdíly je-li Z-value > 2.9352

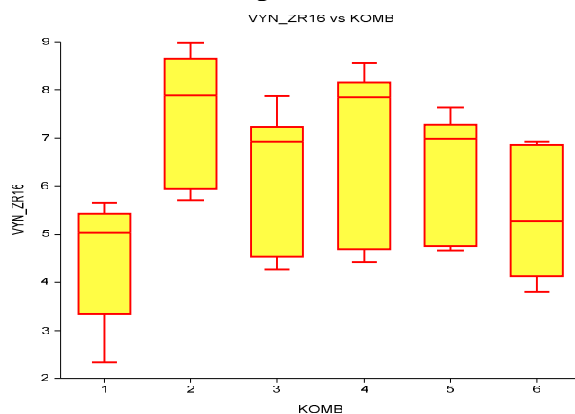


Statisticky vysoce průkazné rozdíly byly mezi výnosy kontroly a minerálním hnojením a DG Lípa u všech 3 stanovišť. Další statisticky průkazné rozdíly byly mezi kompostem a LAVem.

Tab. 3.10: Deskriptivní statistika vlivu hnojení na výnos zrna pšenice (t/ha)

Varianty	Medián (Me); standardní odchylka		
	Hradec n. Svitavou	Jaroměřice n. Rokytinou	Lípa
1.Nehnojeno	4,96 ± 0,33	5,50 ± 0,11	3,04 ± 0,51
2.LAV	7,99 ± 0,69	8,63 ± 0,29	5,91 ± 0,23
3.Kejda Lípa	7,36 ± 0,48	7,03 ± 0,21	4,45 ± 0,15
4.DG Lípa	8,26 ± 0,27	7,90 ± 0,20	4,60 ± 0,12
5.DG Opatov	6,98 ± 0,15	7,39 ± 0,18	4,72 ± 0,05
6.CMC kompost	5,33 ± 0,31	6,88 ± 0,05	4,06 ± 0,22

Tab. 3.11: Test Kruskal-Wallis vícenásobného porovnání vlivu hnojení na výnos pšenice všechna pokusná stanoviště



Variety hnojení	průměrný výnos	Medián (Me)	standardní odchylka (±)
1	4.497477	5.039579	1.15003
2	7.509039	7.897068	1.28209
3	6.279987	6.931384	1.39073
4	6.926942	7.845535	1.73373
5	6.364996	6.979129	1.23280
6	5.425693	5.273036	1.22089



4 ANALÝZY ROSTLINNÝCH VZORKŮ

Analýzy byly provedeny v akreditované laboratoři NRL ÚKZÚZ Brno. Reprezentativní vzorky rostlinného materiálu byly odebrány z každé pokusné varianty při sklizni.

4.1 Popis chemických metod pro analýzu rostlinných vzorků

Stanovení obsahu dusíku, fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku, síry: při mineralizaci na mokré cestě byly rostlinné vzorky oxidovány H_2O_2 v H_2SO_4 za katalytického působení selenu. Stanovení bylo provedeno metodou AES-ICP (atomový emisní spektrofotometr s indukčně vázaným plazmatem), (ZBÍRAL, 2005). Nejistota stanovení vyjadřující pološíř intervalu, ve kterém se s 95 % pravděpodobností nachází výsledek, činí pro P, K, Mg 10 %, Ca 50 %, N 4,5 %.

4.2 Obsah makroelementů v zrně a slámě ozimé pšenice

Tab. 4.1: Průměrné obsahy živin v ZRNĚ ozimé pšenice, stanice **Hradec n. Svitavou**

Varianty hnojení	sušina (%)	Odběr N kg/ha	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
			N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	88,5	80,59	1,43	0,39	0,54	0,13	0,05	0,112
2.LAV	88,8	151,72	1,73	0,39	0,52	0,12	0,05	0,121
3.Kejda Lípa	88,9	129,72	1,57	0,37	0,53	0,12	0,05	0,111
4.DG Lípa	89,1	143,93	1,61	0,38	0,53	0,12	0,05	0,114
5.DG Opatov	89,0	107,54	1,47	0,37	0,54	0,12	0,05	0,107
6.CMC kompost	89,2	80,54	1,43	0,40	0,55	0,13	0,05	0,106

Tab. 4.2: Průměrné obsahy živin v ZRNĚ ozimé pšenice, stanice **Jaroměřice n. Rokytou**

Varianty hnojení	sušina (%)	Odběr N kg/ha	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
			N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	89,0	76,07	1,23	0,36	0,38	0,11	0,05	0,098
2.LAV	89,6	153,32	1,61	0,35	0,36	0,10	0,05	0,120
3.Kejda Lípa	89,6	100,29	1,31	0,35	0,39	0,10	0,05	0,099
4.DG Lípa	89,8	122,97	1,45	0,35	0,38	0,10	0,05	0,106
5.DG Opatov	89,5	110,49	1,40	0,35	0,37	0,10	0,05	0,103
6.CMC kompost	89,2	97,48	1,29	0,36	0,38	0,11	0,05	0,098

Tab. 4.3: Průměrné obsahy živin v ZRNĚ ozimé pšenice, stanice **Lípa**

Varianty hnojení	sušina (%)	Odběr N kg/ha	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
			N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	88,1	44,53	1,33	0,39	0,40	0,11	0,05	0,115
2.LAV	88,3	102,42	1,51	0,33	0,35	0,10	0,05	0,130
3.Kejda Lípa	88,0	63,19	1,29	0,39	0,40	0,11	0,05	0,107
4.DG Lípa	88,2	70,96	1,43	0,40	0,40	0,11	0,05	0,112
5.DG Opatov	88,0	73,10	1,30	0,36	0,37	0,10	0,05	0,108
6.CMC kompost	87,8	62,49	1,40	0,40	0,39	0,12	0,05	0,115



Tab. 4.4: Průměrné obsahy živin v ZRNĚ ozimé pšenice, **všechny stanice**

Varianty hnojení	sušina (%)	Odběr N kg/ha	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
			N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	88,5	67,06	1,33	0,38	0,44	0,12	0,05	0,108
2.LAV	88,9	135,82	1,62	0,36	0,41	0,11	0,05	0,124
3.Kejda Lípa	88,8	97,73	1,39	0,37	0,44	0,11	0,05	0,106
4.DG Lípa	89,0	112,62	1,50	0,38	0,44	0,11	0,05	0,111
5.DG Opatov	88,8	97,04	1,39	0,36	0,43	0,11	0,05	0,106
6.CMC kompost	88,7	80,17	1,37	0,39	0,44	0,12	0,05	0,106

Tab. 4.5: Průměrné obsahy živin ve SLÁMĚ ozimé pšenice, stanice **Hradec n. Svit.**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
		N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	90,2	0,36	0,08	0,60	0,09	0,23	0,054
2.LAV	90,2	0,38	0,06	0,59	0,07	0,29	0,051
3.Kejda Lípa	90,0	0,36	0,07	0,66	0,08	0,28	0,052
4.DG Lípa	90,4	0,33	0,05	0,71	0,07	0,23	0,048
5.DG Opatov	90,7	0,29	0,05	0,54	0,08	0,20	0,042
6.CMC kompost	90,5	0,32	0,09	0,56	0,10	0,22	0,054

Tab. 4.6: Průměrné obsahy živin ve SLÁMĚ ozimé pšenice, stanice **Jaroměřice**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
		N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	89,7	0,29	0,07	0,70	0,09	0,14	0,055
2.LAV	89,9	0,36	0,05	0,73	0,07	0,17	0,077
3.Kejda Lípa	89,8	0,29	0,06	0,76	0,08	0,15	0,052
4.DG Lípa	90,1	0,33	0,05	0,81	0,08	0,16	0,054
5.DG Opatov	89,9	0,31	0,05	0,78	0,08	0,15	0,050
6.CMC kompost	89,9	0,29	0,06	0,82	0,08	0,15	0,056

Tab. 4.7: Průměrné obsahy živin ve SLÁMĚ ozimé pšenice, stanice **Lípa**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
		N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	88,9	0,35	0,10	0,38	0,08	0,20	0,060
2.LAV	89,9	0,45	0,06	0,42	0,07	0,22	0,065
3.Kejda Lípa	89,8	0,35	0,08	0,42	0,07	0,17	0,059
4.DG Lípa	88,8	0,35	0,06	0,41	0,08	0,20	0,056
5.DG Opatov	89,4	0,46	0,09	0,48	0,08	0,23	0,063
6.CMC kompost	89,9	0,35	0,08	0,52	0,08	0,20	0,065



Tab. 4.8: Průměrné obsahy živin ve SLÁMĚ ozimé pšenice, **všechny stanice**

Varianty hnojení	sušina (%)	Průměrný obsah živin v sušině (%)					
		N	P	K	Mg	Ca	S
1.Nehnojeno	89,60	0,33	0,08	0,56	0,09	0,19	0,056
2.LAV	90,00	0,40	0,06	0,58	0,07	0,23	0,064
3.Kejda Lípa	89,87	0,33	0,07	0,61	0,08	0,20	0,054
4.DG Lípa	89,77	0,34	0,05	0,64	0,08	0,20	0,053
5.DG Opatov	90,00	0,35	0,06	0,60	0,08	0,19	0,052
6.CMC kompost	90,10	0,32	0,08	0,63	0,09	0,19	0,058

V obsahu makroelementů nebyly mezi variantami výrazné rozdíly. Průměrný obsah dusíku, vápníku, síry ve slámě ovlivnilo nejvíce minerální hnojení. Organická hnojiva na obsah N působila shodně.

Na základě výnosu zrna, obsahu sušiny a obsahu celkového dusíku byl vypočítán odběr dusíku sklizenými produkty v kg N/ha. Průměrný odběr N po minerálním hnojení byl dvojnásobně vyšší než po kontrole. Varianta s kejdou a digestátem Opatov vykazovaly shodný odběr, a to 97 kg N/ha. Odběr N po kompostu byl o 20 kg N/ha vyšší oproti kontrole.

4.3 Hmotnost tisíce zrn

Průměrná hodnota hmotnosti tisíce zrn pšenice byla nejvyšší na variantě hnojené DG Lípa 45,04 g, mezi ostatními variantami nebyly významné rozdíly. Hnojení LAVem, kejdou, DG Opatov a dále kompostem působilo na HTZ shodně.

Tab. 4.9: Průměrné hodnoty HTZ (n = 4)

Varianty hnojení	HTZ (g)			
	Hradec n. Svitavou	Jaroměřice n. Rokyt.	Lípa	průměr
1. Nehnojeno	42,15	43,88	40,48	42,17
2. LAV	44,75	43,84	42,98	43,86
3. Kejda Lípa	44,80	44,50	41,61	43,64
4. DG Lípa	46,12	45,45	43,55	45,04
5. DG Opatov	45,25	45,39	40,43	43,69
6. CMC kompost	43,59	44,66	40,74	43,00



5 PEKAŘSKÉ VLASTNOSTI

Pro detailní zhodnocení účinnosti hnojení bylo provedeno komplexní zhodnocení zrna odrůdy Dagmar, dále mouky a těsta ze všech tří stanovišť po sklizni na podzim 2016.

Pro zařazení zrna do užitkového směru je rozhodujících šest parametrů: obsah N látek, číslo poklesu, měrný objem pečiva, hodnota sedimentačního testu podle Zelenyho, vaznost mouky, objemová hmotnost.

Podle výsledků se rozlišuje kategorie E - elitní, A - kvalitní pšenice, B - chlebová, C - nevhodná pro pekárenské využití.

Tab. 5.1: Minimální hodnoty zrna pro zařazení do kategorie užitkového směru

Kategorie	E elitní		A kvalitní		B chlebová	
	Absolutně	9-1	Absolutně	9-1	Absolutně	9-1
Vyjádřené hodnoty						
Objemová výtěžnost (ml)	530	8	500	6	470	4
Obsah N látek	12,6	6	11,8	4	11	2
Zelenyho test (ml)	49	7	35	5	21	3
Číslo poklesu (s)	286	6	226	4	196	3
Objemová hmotnost (g/l)	790	7	780	6	760	4
Vaznost mouky	55,4	7	53,2	5	52,1	4

Kvalitativní parametry zrna pšenice byly statisticky vyhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance s testováním průkaznosti rozdílů testem Tukey Kramer test hladině spolehlivosti 95 %. Pro statistické zpracování dat byl použit statistický systém NCSS 2001.

5.1 Obsah dusíkatých látek

N látky (%) se stanovují metodou NIRS za použití kalibrační křivky zjištěné na základě analýz reprezentativního množství vzorků metodou podle Kjehlhahla. Stoupající obsah N látek má pozitivní vliv na povahu těsta a konečný objem pečiva.

Průměrná dosažená hodnota N látek se pohybovala mezi 8,4 - 10 %, což je kategorie chlebová, nejnižší obsah byl po kontrole a kompostu (8,4 %). Varianta s LAVem dosáhla průkazně vyššího obsahu N látek (10 %) ve srovnání s kontrolou (8.3 %) a organickými hnojivy.



Tab. 5.2: Obsah N látek v sušině (%)

Stanice	Varianta	Opakování				Průměr varianty	Směrodatná odchylka ±		
		1	2	3	4				
Jaroměřice	1. Kontrola	7,8	8,0	7,9	8,0	7,9	0,08		
	2. LAV	10,0	10,0	9,8	10,4	10,1	0,22		
	3. Kejda	8,4	8,3	8,6	8,3	8,4	0,12		
	4. Digestát I.	9,3	9,4	9,1	9,0	9,2	0,16		
	5. Digestát II.	8,8	8,6	8,7	8,8	8,7	0,08		
	6. Kompost	8,2	8,1	8,2	8,1	8,2	0,05		
Lípa	1. Kontrola	8,7	8,5	8,0	8,2	8,4	0,27		
	2. LAV	10,3	10,1	9,2	9,6	9,8	0,43		
	3. Kejda	9,2	8,1	8,2	8,1	8,4	0,46		
	4. Digestát I.	9,7	8,8	8,5	8,4	8,8	0,51		
	5. Digestát II.	9,6	8,5	8,3	8,3	8,7	0,54		
	6. Kompost	9,3	8,2	8,3	8,1	8,5	0,48		
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	8,6	8,6	8,6	8,8	8,6	0,09		
	2. LAV	10,6	10,0	10,0	9,9	10,1	0,28		
	3. Kejda	9,2	9,3	8,9	8,7	9,0	0,24		
	4. Digestát I.	9,4	9,6	9,2	9,2	9,4	0,17		
	5. Digestát II.	8,8	8,8	8,5	8,5	8,6	0,15		
	6. Kompost	8,6	8,6	8,4	8,4	8,5	0,10		
Průměrné hodnoty všech stanic		Jaroměřice		Lípa		Svitavy		průměr	
	1. Kontrola	7,9		8,4		8,6		8,3	
	2. LAV	10,1		9,8		10,1		10,0	
	3. Kejda	8,4		8,4		9,0		8,6	
	4. Digestát I.	9,2		8,8		9,4		9,1	
	5. Digestát II.	8,7		8,7		8,6		8,7	
	6. Kompost	8,2		8,5		8,5		8,4	

Tab. 5.3: Tukey-Kramer test N látek - zhodnocení průkaznosti, $p < 0,05$

Varianty	Jaroměřice						Lípa						Svitavy						Stanice celkem					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1		*	*	*	*			*						*		*				*		*		
2	*		*	*	*	*	*		*			*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*
3	*	*		*				*						*				*		*		*		
4	*	*	*		*	*							*	*			*	*	*	*	*			*
5	*	*		*		*								*		*				*				
6		*		*	*			*						*	*	*				*	*			
MSE	0.02025417						0.2749528						0.04539028						0.1415707					

Pozn: MSE průměrná kvadratická chyba, reziduum (proměnlivost uvnitř řádků)

*Statistická průkaznost



5.2 Číslo poklesu

Tab. 5.4: Číslo poklesu (s)

Stanice	Varianta	Opakování				Průměr varianty	Směrodatná odchylka ±		
		1	2	3	4				
Jaroměřice	1. Kontrola	306	299	295	288	297	7		
	2. LAV	353	309	343	328	333	17		
	3. Kejda	321	297	317	303	310	10		
	4. Digestát I.	328	329	327	321	326	3		
	5. Digestát II.	324	312	312	312	315	5		
	6. Kompost	297	312	297	303	302	6		
Lípa	1. Kontrola	273	273	256	240	261	14		
	2. LAV	336	316	313	295	315	15		
	3. Kejda	316	285	280	280	290	15		
	4. Digestát I.	303	261	287	263	279	17		
	5. Digestát II.	312	287	259	268	282	20		
	6. Kompost	272	240	234	227	243	17		
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	234	228	226	230	230	3		
	2. LAV	289	287	284	306	292	9		
	3. Kejda	254	257	244	250	251	5		
	4. Digestát I.	289	294	272	285	285	8		
	5. Digestát II.	271	282	275	261	272	8		
	6. Kompost	271	281	275	270	274	4		
Průměrné hodnoty ze všech stanic		Jaroměřice		Lípa		Svitavy		průměr	
	1. Kontrola	297		261		230		263	
	2. LAV	333		315		292		313	
	3. Kejda	310		290		251		284	
	4. Digestát I.	326		279		285		297	
	5. Digestát II.	315		282		272		290	
6. Kompost	302		243		274		273		

Tab. 5.5: Tukey-Kramer test čísla poklesu – zhodnocení průkaznosti, $p < 0,05$

Varianta	Jaroměřice						Lípa						Svitavy						Stanice celkem					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1		*		*				*						*	*	*	*	*		*	*			
2	*		*			*	*				*		*				*	*	*					*
3		*		*							*		*	*		*	*	*						
4	*					*							*		*				*					
5													*	*	*									
6		*		*				*	*				*	*	*					*				
MSE	108.625						364.1389						55.23611						690.4192					

Pozn: MSE průměrná kvadratická chyba, reziduum (proměnlivost uvnitř řádků)

*Statistická průkaznost

Číslo poklesu určuje poškození zásobních látek endospermu hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení (zjištění porostlého obilí) při nadměrné vlhkosti. Stanovuje se metodou Hagberg-Perten. Mouky s velmi nízkým číslem



poklesu se (100 s) a méně mají vysokou aktivitu α -amylasy, sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Žádoucí není ani příliš vysoké číslo poklesu, mouky s nízkou hladinou α -amylasy mají sklon vytvářet suché těsto a malý objem výrobku.

Rozdíly mezi variantami (*) tab. 5.5 představují statisticky průkazné hodnoty. Varianta s LAVem (313 s) dosáhla průkazně vyššího pádového čísla ve srovnání s kontrolou (263 s) a organickými hnojivy (273-297 s).

5.3 Tvrdost zrna

Tvrdost zrna (%) ovlivňuje mlynářské a pekařské vlastnosti při zpracování. Struktura endospermu, která určuje jeho tvrdost, je dána především genetickým základem odrůdy. Diference v tvrdosti různých odrůd pšenice vyplývají z vazeb mezi škrobovými zrny a zásobními bílkovinami. Tvrdost zrna PSI (Particle Size Index) byla stanovena metodou NIRS.

Kontrola dosáhla vyšší tvrdosti 24,5 % zrna ve srovnání s kejdou (23,4%), digestáty (22,4-23,4%) a kompostem (tab.5.6).

Tab. 5.6: Tvrdost zrna (%)

Stanice	Varianta	Opakování				Průměr z varianty	Směrodatná odchylka \pm
		1	2	3	4		
Jaroměřice	1. Kontrola	24,0	23,0	23,0	23,0	23,3	0,43
	2. LAV	19,0	19,0	20,0	19,0	19,3	0,43
	3. Kejda	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0,00
	4. Digestát I.	20,0	20,0	20,0	21,0	20,3	0,43
	5. Digestát II.	21,0	21,0	21,0	22,0	21,3	0,43
	6. Kompost	21,0	22,0	21,0	22,0	21,5	0,50
Lípa	1. Kontrola	24,0	24,0	25,0	25,0	24,5	0,50
	2. LAV	21,0	21,0	22,0	21,0	21,3	0,43
	3. Kejda	23,0	24,0	24,0	24,0	23,8	0,43
	4. Digestát I.	22,0	23,0	23,0	23,0	22,8	0,43
	5. Digestát II.	22,0	23,0	23,0	24,0	23,0	0,71
	6. Kompost	23,0	24,0	24,0	25,0	24,0	0,71
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	26,0	26,0	26,0	25,0	25,8	0,43
	2. LAV	22,0	23,0	23,0	23,0	22,8	0,43
	3. Kejda	24,0	24,0	25,0	25,0	24,5	0,50
	4. Digestát I.	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	0,00
	5. Digestát II.	25,0	25,0	26,0	25,0	25,3	0,43
	6. Kompost	25,0	26,0	25,0	25,0	25,3	0,43
Průměrné hodnoty ze všech stanic		Jaroměřice	Lípa	Svitavy	průměr		
	1. Kontrola	23,3	24,5	25,8	24,5		
	2. LAV	19,3	21,3	22,8	21,1		
	3. Kejda	22,0	23,8	24,5	23,4		
	4. Digestát I.	20,3	22,8	24,0	22,4		
	5. Digestát II.	21,3	23,0	25,3	23,2		
	6. Kompost	21,5	24,0	25,3	23,6		



Tab. 5.7: Tukey-Kramer test tvrdosti zrna - zhodnocení průkaznosti, $p < 0,05$

Varianty	Jaroměřice						Lípa						Svitavy						Stanice celkem					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1		*	*	*	*	*		*		*	*			*	*	*				*		*		
2	*		*		*	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*		*	*
3	*	*		*				*					*	*						*				
4	*		*			*	*	*					*	*			*	*	*					
5	*	*					*	*						*		*				*				
6	*	*		*					*					*		*				*				
MSE	0.2222222						0.4027778						0.2222222						2.364899					

Pozn: MSE průměrná kvadratická chyba, reziduum (proměnlivost uvnitř řádků)

*Statistická průkaznost

5.4 Zeleného test

Sedimentační Zeleného test (ml) slouží k rychlému posouzení pekařské vlastnosti pšenice a pšeničné mouky na základě množství a kvality jejich bílkovin.

Varianta s LAVem dosáhla průkazně vyšší hodnoty Zeleného testu (31 ml) oproti hnojení organickými hnojivy, kde bylo zjištěno rozmezí od 20 do 25 ml (tab. 5.8).

Tab. 5.8: Výsledky Zeleného testu (ml)

Stanice	Varianta	Opakování				Průměr varianty	Směrodatná odchylka ±
		1	2	3	4		
Jaroměřice	1. Kontrola	16	15	15	17	16	1
	2. LAV	30	31	29	32	31	1
	3. Kejda	20	19	19	19	19	0
	4. Digestát I.	24	26	23	22	24	1
	5. Digestát II.	22	21	22	22	22	0
	6. Kompost	18	17	17	17	17	0
Lípa	1. Kontrola	21	20	16	17	19	2
	2. LAV	36	34	31	31	33	2
	3. Kejda	27	19	20	18	21	4
	4. Digestát I.	31	25	23	22	25	3
	5. Digestát II.	31	28	22	22	26	4
	6. Kompost	27	19	19	19	21	3
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	19	19	19	20	19	0
	2. LAV	32	30	27	29	30	2
	3. Kejda	24	25	22	21	23	2
	4. Digestát I.	26	27	25	26	26	1
	5. Digestát II.	23	23	22	22	23	1
	6. Kompost	22	22	20	20	21	1
Průměrné hodnoty ze všech stanic		Jaroměřice		Lípa		Svitavy	průměr
	1. Kontrola	16		19		19	18
	2. LAV	31		33		30	31
	3. Kejda	19		21		23	21
	4. Digestát I.	24		25		26	25
	5. Digestát II.	22		26		23	24
6. Kompost	17		21		21	20	



Tab. 5.9: Tukey-Kramer test Zelenyho testu – zhodnocení průkaznosti, $p < 0,05$

Varianty	Jaroměřice						Lípa						Svitavy						Stanice celkem					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1		*	*	*	*			*						*	*	*	*			*	*	*	*	
2	*		*	*	*	*	*		*			*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*
3	*	*		*	*			*					*	*		*			*	*		*		
4	*	*	*			*							*	*	*		*	*	*	*	*			*
5	*	*	*			*							*	*		*			*	*				*
6		*		*	*			*						*	*					*	*	*	*	*
MSE	MSE=1.041667						MSE=13.47222						MSE=1.708333						MSE=6.931818					

Pozn: MSE průměrná kvadratická chyba, reziduum (proměnlivost uvnitř řádků)

*Statistická průkaznost

5.5 Obsah škrobu

Obsah škrobu (%) se stanovuje metodou NIRS za použití kalibrační křivky zjištěné na základě analýz reprezentativního množství vzorků metodou podle Ewarse. Varianty organicky hnojené a kontrola dosáhly průkazně vyšší hodnoty škrobu oproti variantě minerálně hnojené (tab. 5.10).

Tab. 5.10: Obsah škrobu (%)

Stanice	Varianta	Opakování				Průměr varianty	Směrodatná odchylka ±		
		1	2	3	4				
Jaroměřice	1. Kontrola	73,5	73,4	73,1	73,2	73,5	0,2		
	2. LAV	71,3	71,8	71,4	71,1	71,3	0,3		
	3. Kejda	72,9	73,0	72,7	73,0	72,9	0,1		
	4. Digestát I.	72,1	72,3	72,2	72,4	72,1	0,1		
	5. Digestát II.	72,5	72,5	72,6	72,3	72,5	0,1		
	6. Kompost	73,1	72,8	72,9	72,9	73,1	0,1		
Lípa	1. Kontrola	72,0	72,4	72,4	72,3	72,0	0,2		
	2. LAV	70,7	71,0	71,5	70,9	70,7	0,3		
	3. Kejda	71,8	72,8	72,5	72,3	71,8	0,4		
	4. Digestát I.	71,5	72,0	72,0	72,1	71,5	0,2		
	5. Digestát II.	71,6	72,1	72,4	72,6	71,6	0,4		
	6. Kompost	71,8	72,5	72,4	72,4	71,8	0,3		
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	72,1	72,3	72,3	72,2	72,1	0,1		
	2. LAV	70,7	71,3	71,2	71,4	70,7	0,3		
	3. Kejda	71,6	71,5	72,2	72,4	71,6	0,4		
	4. Digestát I.	71,9	71,4	71,2	71,8	71,9	0,3		
	5. Digestát II.	72,0	72,1	72,4	72,2	72,0	0,1		
	6. Kompost	72,8	72,2	72,4	72,5	72,8	0,2		
Průměrné hodnoty ze všech stanic		Jaroměřice		Lípa		Svitavy		průměr	
	1. Kontrola	73,5		72,0		72,1		72,5	
	2. LAV	71,3		70,7		70,7		70,9	
	3. Kejda	72,9		71,8		71,6		72,1	
	4. Digestát I.	72,1		71,5		71,9		71,8	
	5. Digestát II.	72,5		71,6		72,0		72,0	
6. Kompost	73,1		71,8		72,8		72,6		



Tab. 5.11: Tukey-Kramer test obsahu škrobu - zhodnocení průkaznosti, $p < 0,05$

Varianty	Jaroměřice						Lípa						Svitavy						Stanice celkem					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1		*	*	*	*			*						*						*		*		
2	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*		*	*	*		*	*	*	*
3	*	*		*	*			*						*						*				
4	*	*	*			*		*										*	*	*				*
5	*	*	*			*		*						*						*				
6		*		*	*			*						*		*				*		*		
MSE	18 MSE=0.03138889						MSE=0.1155556						MSE=0.08375						MSE=0.1718056					

Pozn: MSE průměrná kvadratická chyba, reziduum (proměnlivost uvnitř řádků)

*Statistická průkaznost

5.6 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost (kg/hl) je poměr hmotnosti zkoušené obiloviny k objemu, který zaujímá po volném nasypání do nádoby zkoušeče, tzv. objemové váhy. Pro mlýnské zpracování se vyžadují obilky středně velké až velké s mělkou rýhou, u kterých je vyšší výmelnost mouky a nižší podíl otrub. Statická průkaznost souhrnu tří stanic nebyla zjištěna.

Tab. 5.12: Objemová hmotnost (kg/hl)

Stanice	Varianta	Opakování				Průměr varianty	Směrodatná odchylka ±
		1	2	3	4		
Jaroměřice	1. Kontrola	780,90	781,30	778,80	781,80	780,70	1,14
	2. LAV	792,80	792,95	792,49	793,08	792,83	0,22
	3. Kejda	787,50	783,20	790,20	789,90	787,70	2,80
	4. Digestát I.	792,29	792,40	791,86	791,99	792,14	0,22
	5. Digestát II.	791,62	791,71	791,70	791,60	791,66	0,05
	6. Kompost	790,72	790,74	790,81	790,55	790,71	0,10
Lípa	1. Kontrola	736,30	738,70	742,80	746,20	741,00	3,80
	2. LAV	775,40	770,90	767,10	772,70	771,53	3,02
	3. Kejda	753,40	761,20	753,50	750,90	754,75	3,87
	4. Digestát I.	763,30	766,60	760,60	764,20	763,68	2,15
	5. Digestát II.	751,70	754,20	747,50	749,50	750,73	2,50
	6. Kompost	745,50	751,40	746,10	745,00	747,00	2,57
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	753,00	749,00	743,80	740,00	746,45	4,95
	2. LAV	773,90	769,30	754,10	760,30	764,40	7,70
	3. Kejda	766,30	749,00	749,80	743,40	752,13	8,55
	4. Digestát I.	773,80	756,80	751,00	750,90	758,13	9,36
	5. Digestát II.	767,60	750,20	749,80	745,90	753,38	8,38
	6. Kompost	766,60	749,20	745,50	744,20	751,38	8,98
Průměrné hodnoty ze všech stanic		Jaroměřice		Lípa		Svitavy	průměr
	1. Kontrola	780,70		741,00		746,45	756,05
	2. LAV	792,83		771,53		764,40	776,25
	3. Kejda	787,70		754,75		752,13	764,86
	4. Digestát I.	792,14		763,68		758,13	771,32
	5. Digestát II.	791,66		750,73		753,38	765,26
6. Kompost	790,71		747,00		751,38	763,03	



Tab. 5.13: Tukey-Kramer test objemové hmotnosti - zhodnocení průkaznosti, $p < 0,05$

Varianty	Jaroměřice						Lípa						Svitavy						Stanice celkem					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*												
2	*		*				*		*															
3	*	*		*	*		*	*		*	*													
4	*		*				*		*															
5	*		*				*		*															
6	*						*																	
MSE	MSE=2.057226						MSE=12.42292						MSE=87.85889						MSE=332.3869					

Pozn: MSE průměrná kvadratická chyba, reziduum (proměnlivost uvnitř řádků)

*Statistická průkaznost

5.7 Parametry hodnocení mouky

Výtěžnost mouky se stanovuje se přepočtem pomocí Mohsovy tabulky ze zjištěné hodnoty obsahu popela v analyzované mouce. Parametr výtěžnost mouky s obsahem popela kolem hodnoty 0,550 %, vyhovující dalšímu zpracování mouky (RMT pokus).

Tab. 5.14: Průměrná charakteristika mouky v závislosti na hnojení

stanice	Varianta	Výtěžnost (%)	Výtěžnost B (ml)	Gluten Index %	Popel %
Jaroměřice	1. Kontrola	62,6	73,7	95,5	0,483
	2. LAV	67,2	75,3	95,5	0,524
	3. Kejda	69,3	74,8	95,5	0,552
	4. Digestát I	68,0	73,5	95,3	0,534
	5. Digestát II	68,4	74,3	95,8	0,540
	6. Kompost	68,4	73,6	95,3	0,540
Lípa	1. Kontrola	66,4	73,6	96,0	0,516
	2. LAV	66,0	74,1	96,8	0,512
	3. Kejda	63,4	73,5	92,0	0,489
	4. Digestát I	64,8	74,0	94,3	0,500
	5. Digestát II	65,9	74,1	93,8	0,511
	6. Kompost	66,2	74,3	94,3	0,514
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	64,0	73,1	95,8	0,494
	2. LAV	63,5	73,7	91,3	0,490
	3. Kejda	64,9	73,6	95,5	0,501
	4. Digestát I	66,1	73,9	95,0	0,513
	5. Digestát II	66,3	73,5	95,0	0,515
	6. Kompost	65,5	72,6	93,3	0,507
Průměrné hodnoty ze všech stanic	1. Kontrola	64,33	73,47	95,77	0,498
	2. LAV	65,57	74,37	94,53	0,509
	3. Kejda	65,87	73,97	94,33	0,514
	4. Digestát I	66,30	73,80	94,87	0,516
	5. Digestát II	66,87	73,97	94,87	0,522
	6. Kompost	66,70	73,50	94,30	0,520



Obsah mokrého lepku se vyjadřuje jako procentuální hmotnostní podíl z navážky vzorku. Stanovení mokrého lepku a gluten indexu se stanovuje v šrotu pšenice nebo v pšeničné mouce. Vypočítá se po získání mokrého lepku na vypírači Glutomatic 2200 dle (ICC standard No. 155:1994). Hodnota Gluten Indexu se pohybuje v rozmezí 0-100%. Je to procentuální podíl mokrého lepku, který zůstal na sítku po odstředění na centrifuze. Vliv hnojení na obsah Gluten Indexu byl minimální.

5.8 Parametry hodnocení těsta

Tab. 5. 15: Farinografické hodnocení těsta

Stanice	Varianta	Vývin těsta (min)	Farinografická stabilita (min)	Měknutí po 10 min (FJ)	Měknutí po 12 min (FJ)	Farinografické číslo	Vaznost těsta
Jaroměřice	1. Kontrola	1,1	1,4	126,0	136,0	19	51,5
	2. LAV	1,2	1,4	119,0	130,0	21	55,6
	3. Kejda	1,1	1,3	135,0	146,0	19	53,8
	4. Digestát I	1,3	1,6	135,0	148,0	22	53,8
	5. Digestát II	1,2	1,4	130,0	140,0	20	53,6
	6. Kompost	1,0	1,3	146,0	158,0	18	53,1
Lípa	1. Kontrola	1,1	1,6	133,0	145,0	21	51,4
	2. LAV	1,3	1,6	121,0	135,0	20	53,8
	3. Kejda	1,0	1,4	141,0	152,0	18	51,7
	4. Digestát I	1,2	1,8	133,0	147,0	22	52,8
	5. Digestát II	1,2	1,6	134,0	148,0	22	52,5
	6. Kompost	1,2	1,8	135,0	150,0	22	52,6
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	1,0	1,3	149,0	162,0	18	52,3
	2. LAV	1,4	1,5	110,0	126,0	24	54,0
	3. Kejda	1,1	1,5	141,0	157,0	21	53,1
	4. Digestát I	1,2	1,6	133,0	151,0	21	53,5
	5. Digestát II	1,0	1,5	125,0	137,0	20	52,8
	6. Kompost	1,1	1,4	139,0	152,0	19	52,6
Průměrné hodnoty ze všech stanic	1. Kontrola	1,07	1,43	136,0	147,7	19,3	51,7
	2. LAV	1,30	1,50	116,7	130,3	21,7	54,5
	3. Kejda	1,07	1,40	139,0	151,7	19,3	52,9
	4. Digestát I	1,23	1,67	133,7	148,7	21,7	53,4
	5. Digestát II	1,13	1,50	129,7	141,7	20,7	53,0
	6. Kompost	1,10	1,50	140,0	153,3	19,7	52,8

Farinografické hodnocení na základě sledování změn konzistence těsta při hnětení za standardních podmínek charakterizuje kvalitu mouky a odolnost těsta proti mechanickému namáhání.

Vývin těsta se udává v minutách a je to doba od počátku přidávání vody až do okamžiku, kdy se na křivce objeví první příznak poklesu maximální konzistence. Uvádí se s přesností na 0,5 minut.



Farinografická stabilita je časové rozmezí mezi okamžikem, kdy horní obrys křivky protíná hodnotu 500 FJ (nebo hodnotu dosažené maximální konzistence) při stoupání křivky a okamžikem, kdy ji protíná při klesání. Udává se v minutách s přesností na 0,5 minut.

Stupeň změknutí (10) je rozdíl mezi hodnotou konzistence (střední hodnotou šíře křivky) v okamžiku maxima a za 10 minut od maxima. Uvádí se ve farinografických jednotkách s přesností na 5 FJ.

Stupeň změknutí (12) je rozdíl mezi hodnotou konzistence (střední hodnotou šíře křivky) v okamžiku maxima a za 12 minut od maxima. Uvádí se ve FJ s přesností na 5 FJ.

Farinografická stabilita těsta byla velmi nízká po hnojení kejdou a v kontrole, nejvyšší po minerálním hnojení. Obecně lze těsto hodnotit jako podprůměrné, vzhledem k nízkému obsahu N látek, škrobu a Gluten Indexu.

5.9 Pekařský pokus - RAPID MIX TEST

Standardní metoda Rapid Mix Test (RMT) pro posouzení pšeničné mouky je charakteristická intenzivním hnětením, vysokou hybnou silou hnětače a krátkou dobou odležení těsta s následným strojním zpracováním těsta na bulky, které se upečou. Tyto předpoklady umožňují provedení pokusu během tří hodin.

Tab.5.16: Hodnocení vlastností těsta (stupně)

Stanice	Varianta	Lepivost těsta (4-1)	Povrch těsta (6-1)	Pružnost těsta (7-1)
Jaroměřice	1. Kontrola	4 - normální	4 - normální	5 - vlnaté
	2. LAV	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	3. Kejda	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	4. Digestát I	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	5. Digestát II	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	6. Kompost	2 - lepivé	2 - vlhký	1 - ochablé
Lípa	1. Kontrola	4 - normální	3 - poněkud vlhký	3 - trochu poddajné
	2. LAV	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	3. Kejda	3 - mírně lepivé, suché	2 - vlhký	2 - poddajné
	4. Digestát I	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	3 - trochu poddajné
	5. Digestát II	2 - lepivé	2 - vlhký	1 - ochablé
	6. Kompost	2 - lepivé	2 - vlhký	1 - ochablé
Hradec n. Svitavou	1. Kontrola	3 - mírně lepivé, suché	2 - vlhký	2 - poddajné
	2. LAV	2 - lepivé	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	3. Kejda	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	5 - vlnaté
	4. Digestát I	3 - mírně lepivé, suché	3 - poněkud vlhký	2 - poddajné
	5. Digestát II	2 - lepivé	2 - vlhký	1 - ochablé
	6. Kompost	2 - lepivé	2 - vlhký	1 - ochablé

V průběhu pokusného pečení se provádí i senzorické hodnocení těsta a poté i pečeného výrobku dle hodnotícího schématu.

Objemová výtěžnost pečiva získaná jako výsledek z RTM testu je rozhodujícím kritériem při zařazování odrůd pšenice do jakostních tříd (E, A, B a C).

Vliv jednostranného a opakovaného hnojení organickými hnojivy a LAVem se promítl do kvality těsta, které bylo v hodnocených znacích lepivost, povrch a pružnost těsta klasifikováno bodově na dolní hranici jako lepivé a hůře poddajné.



Obr. 1: RMT - pečivo, zrno stanoviště Jaroměřice nad Rokynou



Obr. 2: RMT - pečivo, zrno stanoviště Hradec nad Svitavou



Obr. 3: RMT - pečivo, zrno stanoviště Lípa





6 AGROCHEMICKÉ ROZBORY PŮDNÍCH VZORKŮ

6.1 Popis chemických metod pro stanovení půdních vzorků

Stanovení výměnné půdní reakce: aktivita iontů vodíku byla měřena pH metrem v extrakčním roztoku $0,01 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CaCl}_2$ skleněnou iontově selektivní elektrodou (Zbiral, 2002) podle ISO normy 10390 (Zbiral, 2000).

Stanovení přístupných živin: přístupné živiny fosfor, draslík, vápník, hořčík byly extrahovány ve vzorcích zeminy v roztoku Mehlich III. P byl stanoven spektrofotometricky jako fosfomolybdenová modř. Draslík byl stanoven atomovou emisní spektrofotometrií a pro Ca a Mg byla využita metoda FAAS-plamenové atomové absorpční spektrofotometrie. Ke stanovení síry byla použita metoda ICP-OES-atomové emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu (Zbiral, 2002).

Stanovení minerálního dusíku v půdě: stanovení nitrátového dusíku bylo prováděno iontově selektivní elektrodou po vyluhování půdy síranem draselným. Stanovení amonného dusíku bylo prováděno spektrofotometricky indofenolovou metodou po vyluhování síranem draselným (Zbiral et al., 2004).

6.2 Půdní reakce, obsah přístupných živin, Nt a Cox

Pro přesnější vyhodnocení a statistické zpracování změn půdních vlastností byly po ukončení 1. osevního postupu vyhodnoceny vzorky odebrané z každého opakování všech tří zkušebních lokalit.

Výměnná půdní reakce se vlivem hnojení po 6 letech nezměnila v Hradci n. Svitavou a Jaroměřicích. Na písčitohlinité půdě na Lípě půdní reakce kolísala v rozpětí 5,7 - 6,6, zejména po digestátech a kompostu se pH zvýšilo z kyselé na neutrální reakci.

Z výsledků agrochemických rozborů přístupných živin je zřejmé, že obsah fosforu se zvýšil po kompostu v Jaroměřicích a na Lípě. Organické hnojení přispělo k nárůstu draslíku ve Svitavách, Jaroměřicích a kompost na Lípě. Kompost se pozitivně projevil v nárůstu vápníku a hořčíku po kompostu na všech stanicích (tab.5.1-5.3). Porovnání zásoby přístupných živin lze porovnat s kritérii tab. 5.4.

Součástí vyhodnocení pokusu je i stanovení celkového obsahu dusíku (Nt) a oxidovatelného uhlíku (Cox). Oba parametry byly stanoveny NIR spektroskopii. K mírnému zvýšení obsahu celkového dusíku přispělo v Jaroměřicích minerální hnojení, DG Opatov a kompost ve srovnání se stavem před založením zkoušky.

Tab. 5.1: Průměrný obsah (n=4) přístupných živin, Nt a Cox - Hradec n. Svit., po 6. letech

Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin Mehlich III (mg/kg)				Obsah N _t a Cox	
		P	K	Ca	Mg	N celkový %	Cox %
Před založením	7,1	83	126	2780	50	0,15	1,71
1.Nehnojeno	7,2	81,18	134	2345	43,85	0,16	1,48
2.LAV	7,2	78,53	133	2287	43,73	0,17	1,53
3.Kejda Lípa	7,2	78,70	152	2152	50,05	0,17	1,52
4.DG Lípa	7,1	77,95	165	2065	49,95	0,17	1,52
5.DG Opatov	7,1	72,85	166	2035	46,35	0,16	1,46
6.CMC kompost	7,1	77,40	179	2025	47,68	0,16	1,47



Tab. 5.2: Průměrný obsah (n=4) přístupných živin, Nt a Cox - **Jaroměřice**, po 6. letech

Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin Mehlich III (mg/kg)				Obsah N _t a Cox	
		P	K	Ca	Mg	Nt celkový %	Cox %
Před založením	6,4	70	174	2740	218	0,15	1,73
1.Nehnojeno	6,4	60,4	165	2745	213	0,18	1,12
2.LAV	6,3	57,1	160	2727	209	0,19	1,14
3.Kejda Lípa	6,4	69,8	193	2832	241	0,15	1,18
4.DG Lípa	6,3	76,0	219	2905	267	0,16	1,22
5.DG Opatov	6,3	73,1	200	2835	267	0,19	1,21
6.CMC kompost	6,8	119,8	300	3305	307	0,19	1,37

Tab. 5.3: Průměrný obsah (n=4) přístupných živin, Nt a Cox - **Lípa**, po 6. letech

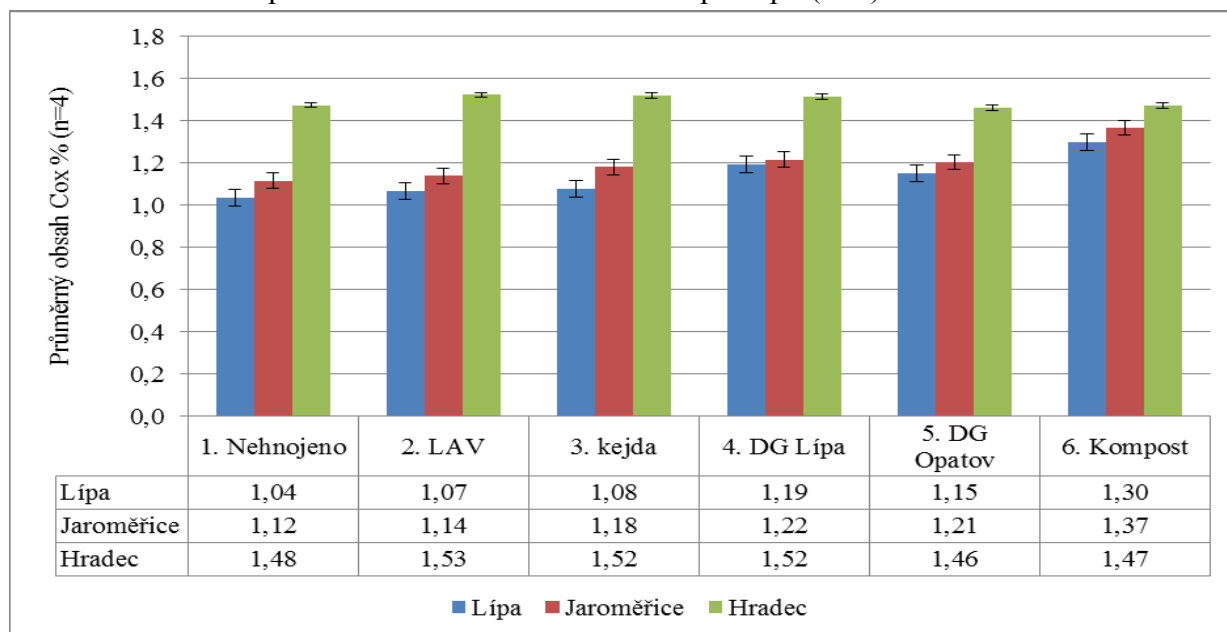
Varianty hnojení	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin Mehlich III (mg/kg)				Obsah N _t a Cox	
		P	K	Ca	Mg	Nt celkový %	Cox %
Před založením	5,6	34,5	107	1940	65	0,15	1,39
1.Nehnojeno	5,7	52,80	86	1620	91,6	0,13	1,04
2.LAV	5,7	50,53	81	1578	94,3	0,14	1,07
3.Kejda Lípa	5,8	45,00	86	1810	103,0	0,13	1,08
4.DG Lípa	6,1	46,23	96	1928	103,3	0,14	1,19
5.DG Opatov	6,1	46,63	119	2050	98,4	0,15	1,15
6.CMC kompost	6,6	79,33	180	2433	123,5	0,15	1,30

Tab. 5.4: Kritéria hodnocení obsahu fosforu, draslíku a hořčíku na orné půdě (Mehlich III)

Kategorie obsah	FOSFOR	DRASLÍK			HOŘČÍK		
		lehká	střední	těžká	lehká	střední	těžká
nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120
vyhovující	51 - 80	101 - 160	106 - 170	171 - 260	81 - 135	106 - 160	121 - 220
dobry	81 - 115	161 - 275	171 - 310	261 - 350	136 - 200	161 - 265	221 - 330
vysoký	116 - 185	276 - 380	311 - 420	351 - 510	201 - 285	266 - 330	331 - 460
velmi vysoký	nad 185	nad 380	nad 420	nad 510	nad 285	nad 330	nad 460



Graf 1: Obsah Cox po ukončení šestiletého osevního postupu (n=4)



Kejda a oba digestáty na všech lokalitách obsah Cox mírně zvýšily (graf 1), významně jej však ovlivnil kompost. Zvýšení Cox oproti kontrole činilo 0,25 - 0,36 % Cox v Jaroměřicích a Lípě. Zanedbatelně malé rozdíly v obsahu Cox v Hradci nad Svitavou svědčí o tom, že na této písčitohlinité luvizemi se obtížně obsah organické hmoty ovlivňuje i opakovanými dlouhodobými výživářskými zásahy.

6.3 Zhodnocení obsahu minerálního dusíku brzy na jaře před setím

Přeměna dusíkatých látek v půdě do forem pro rostliny přijatelných je závislá na půdních a povětrnostních podmínkách. Intenzita nitrifikace je rozdílná i v průběhu roku. V zimním období je obsah NO_3^- a NH_4^+ v půdách nízký, na jaře dochází k výraznému maximu obsahu NO_3^- a NO_2^- (duben - květen). Jsou-li nepříznivé podmínky k nitrifikaci, dochází k akumulaci NO_2^- . Například ve 2. roce po aplikaci digestátu může být využito do 10 % N z aplikované dávky, proto by se mělo zohlednit množství minerálního N, které je v půdě na jaře před setím. Pro tyto účely se odebírají na jaře půdní vzorky, aby se ověřilo, jak velké množství zůstalo z předcházejícího roku.

Po jarním maximu klesá obsah minerálního dusíku (N_{min}) na letní minimum, kdy je jeho hladina v půdě relativně stabilní (6 - 8 měsíc). Na podzim dosahuje obsah N_{min} druhého maxima. Průběh nitrifikace může souviset s půdní úrodností, přičemž vysoká intenzita nitrifikace může vést ke značným ztrátám N vyplavením nebo případně denitrifikací.



Tab. 5.5: Obsah N_{min} v půdě - odběr brzy na jaře před regeneračním hnojením

Varianty hnojení	Obsah N _{min} v sušině N kg/ha - horizont 0-30 cm							
	Hradec n. Svit.		Jaroměřice		Lípa		Průměr	
	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha
1.Nehnojeno	5,43	32,55	3,60	21,60	3,00	17,97	4,01	24,04
2.LAV	5,28	31,68	4,30	25,80	3,50	21,02	4,36	26,17
3.Kejda Lípa	6,03	36,15	4,33	25,95	3,55	21,32	4,64	27,81
4.DG Lípa	5,27	31,61	4,75	28,50	3,48	20,88	4,50	27,00
5.DG Opatov	5,69	34,14	4,33	25,95	3,32	19,91	4,45	26,67
6.CMC kompost	6,49	38,96	5,10	30,60	3,47	20,84	5,02	30,13

Tab. 5.6: Obsah N-NO₃⁻ a N-NH₄⁺ v sušině - odběr brzy na jaře před regeneračním hnojením

Varianty hnojení	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg) v sušině - horizont 0-30 cm			
	Hradec n. Svit. 460 m n. m.	Jaroměřice 425 m n. m.	Lípa 505 m n. m.	Průměr
1.Nehnojeno	4,05	2,67	1,18	2,63
2.LAV	4,18	3,37	1,18	2,91
3.Kejda Lípa	3,89	3,54	1,17	2,87
4.DG Lípa	4,18	3,75	1,16	3,03
5.DG Opatov	4,11	3,53	1,28	2,97
6.CMC kompost	5,02	3,72	1,31	3,35
Hodnocení obsahu N-NO ₃ podle nadmořské výšky	- velmi bezpečný + bezpečný	- velmi bezpečný	- velmi bezpečný	- velmi bezpečný
N-NH ₄ ⁺ mg/kg v sušině - horizont 0-30 cm				
1.Nehnojeno	1,43	0,90	1,82	1,38
2.LAV	1,16	0,95	2,33	1,48
3.Kejda Lípa	2,14	0,81	2,38	1,78
4.DG Lípa	1,14	1,03	2,32	1,50
5.DG Opatov	1,58	1,05	2,04	1,56
6.CMC kompost	1,48	1,38	2,16	1,67

Obsah minerálního dusíku N_{min} (tab. 5.5) vykazoval ve vzorcích půdy brzy na jaře (před jarním přihnojením pšenice) v orniční vrstvě 0-30 cm v průměru velmi nízké obsahy od 3,0 (kontrola) do 6,4 (kompost) mg/kg. Po přepočtu byl zjištěn nejvyšší obsah 38,9 kg N/ha po kompostu a naopak nejmenší množství pohotového dusíku 17,97 kg N/ha bylo po kontrole.

Obsah nitrátového dusíku (tab.5.6) byl hodnocen podle nadmořské výšky konkrétní stanice. U stanic Jaroměřice a Lípa byl N-NO₃⁻ v tomto období hodnocen jako velmi bezpečný a u Hradce nad Svitavou jako bezpečný u variant 1,2,4,5,6.

Obsah amonné formy dusíku N-NH₄⁺ byl v rozmezí 0,9-2,38 mg/kg.

**6.4 Zhodnocení obsahu minerálního dusíku po sklizni****Tab. 5.7:** Obsah N_{min} v sušině v půdě - odběr po sklizni pšenice ozimé

Varianty hnojení	Obsah N min v sušině a kg N/ha - horizont 0-30 cm							
	Hradec n. Svit.		Jaroměřice		Lípa		Průměr	
	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha	mg/kg	kg N/ha
1.Nehnojeno	4,90	29,40	4,90	29,40	8,90	53,40	6,23	37,40
2.LAV	6,00	36,00	6,05	36,30	8,05	48,30	6,70	40,20
3.Kejda Lípa	7,70	46,20	5,65	33,90	7,53	45,15	6,96	41,75
4.DG Lípa	6,53	39,15	7,60	45,60	8,90	53,40	7,68	46,05
5.DG Opatov	5,48	32,85	5,18	31,05	8,30	49,80	6,32	37,90
6.CMC kompost	5,50	33,00	5,53	33,15	8,23	49,35	6,42	38,50

Obsah minerálního dusíku po sklizni pšenice byl na všech stanicích poměrně vyrovnaný, a to v rozmezí 4,90 - 8,90 mg/kg N_{min}, přičemž rozdíly mezi variantami byly viditelné. Nárůst N_{min} byl zaznamenán po LAVu a kejdě.

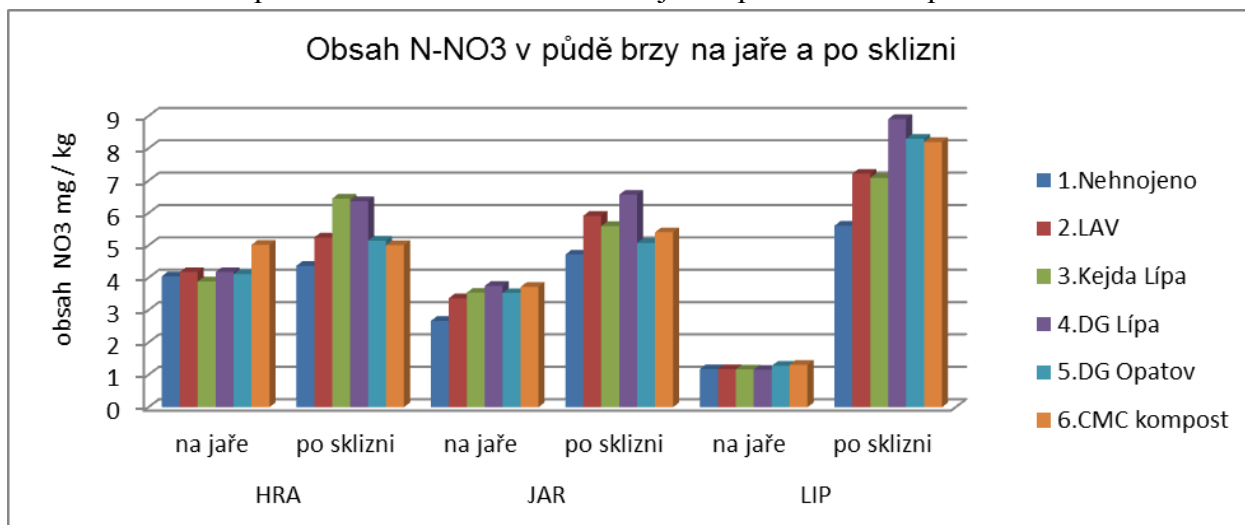
V termínu odběru vzorků po sklizni (tab. 5.8) na všech stanovištích byl obsah nitrátového dusíku (N-NO₃⁻) v kategorii velmi bezpečného a bezpečného obsahu, pouze na Lípě po obou digestátech a kompostu přiměřený. Je tedy možné konstatovat, že převážné množství dusíku dodaného hnojivem na jaře bylo spotřebováno a nedošlo k jeho zbytečným ztrátám do spodních vod. Obsah amonné formy dusíku (N-NH₄⁺) byl v rozmezí 0,2 - 3,29 mg/kg.

Tab. 5.8: Obsah N-NO₃⁻ a N-NH₄⁺ v sušině - odběr po sklizni pšenice ozimé

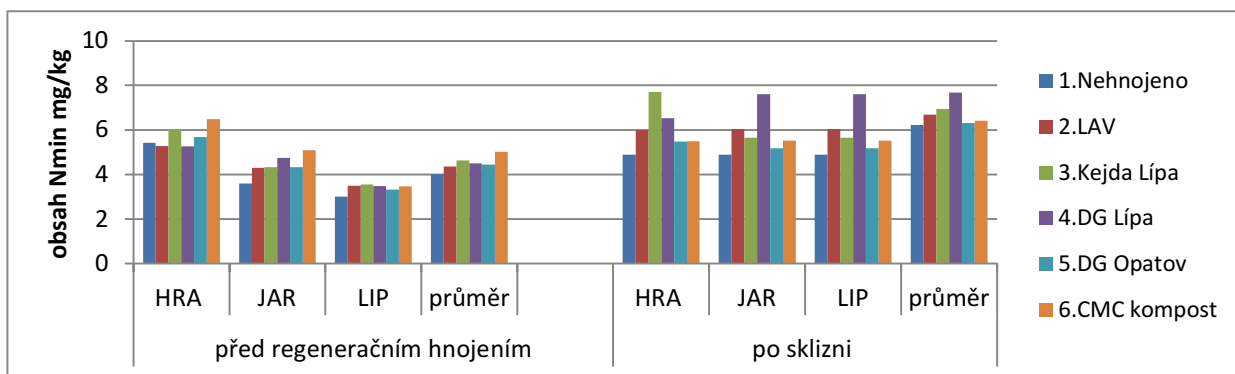
Varianty hnojení	N-NO ₃ ⁻ (mg/kg) v sušině - horizont 0-30 cm			
	Hradec n. Svit. 460 m n. m.	Jaroměřice 425 m n. m.	Lípa 505 m n. m.	Průměr
1.Nehnojeno	4,37	4,72	5,61	4,90
2.LAV	5,25	5,92	7,22	6,13
3.Kejda Lípa	6,45	5,60	7,09	6,38
4.DG Lípa	6,37	6,57	8,91	7,28
5.DG Opatov	5,15	5,08	8,30	6,18
6.CMC kompost	5,01	5,41	8,20	6,21
Hodnocení obsahu N-NO ₃ podle nadmořské výšky	+ bezpečný	- velmi bezpečný + bezpečný	+ bezpečný *přiměřený	- velmi bezpečný + bezpečný
	N-NH ₄ ⁺ (mg/kg) v sušině - horizont 0-30 cm			
1.Nehnojeno	0,59	0,27	3,29	1,38
2.LAV	0,89	0,26	0,83	0,66
3.Kejda Lípa	1,32	0,27	0,93	0,84
4.DG Lípa	0,62	1,33	0,20	0,72
5.DG Opatov	0,34	0,37	0,20	0,30
6.CMC kompost	0,50	0,46	0,20	0,39



Graf 2: Porovnání průměrného obsahu N-NO₃⁻ na jaře a po sklizni v 6. pokusném roce



Graf 3: Porovnání průměrného obsahu Nmin na jaře a po sklizni v 6. pokusném roce





7 MIKROBIOLOGICKÉ METODY A EXTRAKCE UHLÍKU

Odběry vzorků ze všech opakování byly provedeny dne 2.5. 2016 po 21 denní expozici od aplikace od hnojení (všech variant), které proběhlo dne 11.4., tak aby se v plné míře projevil vliv testovaných materiálů na jednom vybraném stanovišti, a to Jaroměřicích n. Rokytinou.

7.1 Popis mikrobiologických metod

Půdní vzorky byly neprodleně po odběru upraveny prosátím a dopraveny do NRL ÚKZÚZ. Ve vzorcích byly provedeny tyto následující testy:

Stanovení C mikrobiální biomasy (C_{bio}) fumigační extrakční metodou. Tato metoda je vhodná pro půdy s čerstvým přídatkem organické hmoty. Během fumigace půdního vzorku se intaktní mikrobiální buňky lyzují a mikrobiální organická hmota se uvolní do půdy. Neživá organická hmota není fumigací významně ovlivněna. Půdní vzorky se fumigují 24 h chloroformem. Obsahy organického uhlíku a dusíku se stanoví v extraktech fumigovaných a nefumigovaných vzorků půdy a z rozdílů se vypočtou hodnoty obsahu půdního mikrobiálního C a N.

Bazální respirace je aktuální respirační aktivita půdních mikroorganismů, která reaguje na vnější vlivy na půdní mikrobiologickou komunitu v půdě. Rychlost bazální respirace je definována jako množství uvolněného CO₂ nebo spotřebovaného O₂ za jednotku času bez přídatku substrátu.

Substrátem indukovaná respirace (SIR) je konstantní zvýšená rychlost respirace bezprostředně po přídatku substrátu, lag fázi dobu do zahájení exponenciálního růstu rychlosti respirace a růstovou rychlostí rychlostní konstantu naměřenou během exponenciálního růstu rychlosti respirace. Metoda se používá pro stanovení specifické růstové rychlosti půdních heterotrofních mikroorganismů ve vzorcích půd. Inkubace se provádí v uzavřené lahvi v měřicí hlavici OxiTop.

Extrakce uhlíku z půdy vodou (WSC water soluble C) a horkou vodou HWSC (hot water soluble C). Postup se používá pro extrakci labilní frakce půdní organické hmoty vodou za laboratorních podmínek (WCSC) a při 80°C. Půdní vzorek se třepe s vodou při laboratorní teplotě, odstředí, dekantuje a roztok se filtruje. Ve filtrátu se stanoví C (WCSC). K půdě po dekantaci se přidá voda a půdní suspenze se inkubuje 16 h při 80°C. Poté se vzorek odstředí, dekantuje a ve filtrátu se stanoví C (HWSC).

7.2 Zhodnocení výsledků mikrobiologických analýz

Nízké hodnoty C extrahovatelného 0,5 M K₂SO₄ (C_{ext}), bazální respirace R_B, substrátem indukované respirace R_S a horkou vodou extrahovatelného C (HWSC) nalezené v kontrolní půdě v porovnání s variantami ošetřenými organickými hnojivy potvrzuje, že vstup uvedených materiálů do půdy ovlivnil procesy akumulace a mineralizace C.

Po hnojení digestátem Lípa byly zjištěny nejvyšší hodnoty parametrů R_B a HWSC, byť ve druhém případě jsou tato data statisticky odlišitelná pouze od kompostu. Aplikace DG Lípa dále vedla ke zvýšeným hodnotám C_{ext} a substrátem indukované respirace. Naopak obsah C mikrobiální biomasy (C_{bio}) se blížil průměrné hodnotě celého souboru (181 μg g⁻¹). To ukazuje na to, že DG Lípa představoval pro mikroorganismy využitelný substrát, který byl ale jen omezeně zabudován do mikrobiální biomasy.



Vliv **digestátu Opatov** na půdní mikroorganismy byl výrazně odlišný od digestátu Lípa. V půdě po DG Opatov byly nalezeny, spolu s kontrolou, nejnižší hodnoty R_B . To ukazuje na nízký obsah mikroorganismy snadno využitelných organických sloučenin, což potvrzuje i nízká R_S . Skutečnost, že v půdě hnojené DG Opatov byl naměřen nejnižší obsah C_{bio} a HWSC vylučuje možnost, že by tento materiál byl v čase mezi aplikací a vzorkováním spotřebován půdními mikroorganismy za účelem syntézy nové biomasy. Výsledky ukazují, že DG Opatov ve sledovaném období nepodpořil ani aktivitu, ani růst půdních mikrobiálních společenstev. V porovnání s ostatními organickými hnojivy vykazuje tato varianta nejméně příznivé charakteristiky z hlediska sledovaných parametrů.

Maximální hodnota R_S naměřená v půdách s **kejdou** naznačuje, že se jednalo o materiál s vysokým obsahem snadno rozložitelné organické hmoty. Nižší R_B v porovnání s DG Lípa ukazuje na to, že organické sloučeniny přítomné v kejdě byly v čase vzorkování z významné části již spotřebovány. Byly přitom využity k syntéze biomasy, jak potvrzuje maximální C_{bio} a druhá nejvyšší hodnota HWSC, která ale byla statisticky odlišitelná pouze od DG Opatov. Kejda je tedy materiálem, na který mikroorganismy rychle zareagovaly zvýšenou aktivitou a růstem mikrobiálního společenstva.

Vysoký C_{ext} v půdě s kompostem napovídá, že **kompost** byl zdrojem nízkomolekulárních organických sloučenin, které byly jen pozvolna mineralizovány půdními mikroorganismy (R_B blízka průměrné hodnotě souboru). Podobné hodnoty C_{bio} a HWSC v porovnání s kontrolou ukazují, že 21 dní, které uplynuly od aplikace do vzorkování, byly pro růst mikrobiální biomasy krátká doba a kompost je tedy pomaleji rozložitelný materiál.

Mikrobiálních parametry v půdě hnojené **minerálním hnojivem** byly podobné, ale mírně vyšší, než po kontrole. Statisticky byly oba zásahy nerozlišitelné. Výjimkou byl C_{ext} , kde kontrolní půda vykazala nepatrně vyšší hodnoty.

Tab. 7.1: Stručná charakteristika a význam mikrobiologických parametrů

Parametr	Zkratka	Význam
Extrahovatelný C (0.5 K ₂ SO ₄)	C_{ext}	Labilní, mikroorganismy snadno využitelná frakce SOM
C mikrobiální biomasy	C_{bio}	Schopnost mikroorganismů využít organické sloučeniny pro syntézu biomasy
Bazální respirace	R_B	Celková aktivita
Substrátem indukovaná respirace, jako substrát glukosa a přidavkem, N, P	R_S	Charakterizuje frakci mikrobiálního společenstva adaptovanou na vstupu rychle rozložitelného substrátu
C extrahovatelný horkou vodou	HWSC	Zahrnuje mikrobiální biomasu a labilní frakci SOM



Tab. 7.2: Mikrobiologické analýzy a extrakce C, stanoviště Jaroměřice n. Rokytinou

Varianty hnojení	Průměrný obsah a s. d. (n = 4)				
	Extrahovatelný uhlík C_{ext}	C mikrobiální biomasy C_{bio}	Bazální respirace R_B	Substrátem indukovaná respirace R_S	C extrahovatelný horkou vodou $HWSC$
	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{gO}_2\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	$\mu\text{gO}_2\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
1.Nehnojeno	20.7 ± 1,55	180 ± 7,7	0.91 ± 0,08	14.7 ± 1,58	254 ± 17,7
2.LAV	20.0 ± 2,33	189 ± 22,4	1.07 ± 0,15	16.2 ± 2,47	261 ± 17,2
3.Kejda Lípa	24.6 ± 2,58	194 ± 8,3	1.20 ± 0,28	19.7 ± 1,67	270 ± 18,7
4.DG Lípa	28.5 ± 7,80	178 ± 19,4	1.55 ± 0,18	18.4 ± 3,78	280 ± 31,0
5.DG Opatov	23.8 ± 1,72	159 ± 16,4	0.91 ± 0,15	15.5 ± 0,52	207 ± 9,6
6.CMC kompost	35.8 ± 3,25	188 ± 7,4	0.96 ± 0,32	17.7 ± 1,64	250 ± 9,6



8 BILANCE DUSÍKU A JEHO ÚČINNOST

8.1 Bilance dusíku

Důležitou informací o využití dusíku dodaného hnojivy v daném roce zahrnuje výpočet bilance dusíku. Na straně vstupů jsou živiny dodané hnojením a dešťovými srážkami a na straně výstupů jsou živiny odebrané vyprodukovanou sklizní hlavního a vedlejšího produktu (tab.8.1).

Dešťové srážky reprezentuje atmosférický spad dusíku za sledované vegetační období od září 2015 do konce července 2016 na konkrétní zkušební stanici. Depozice dusíku za sledované období je započítána spolu s dodanými hnojivy ke vstupům. Množství dusíku, které je jímáno a každý měsíc analyzováno se pohybovalo v období od IX/2015 do VII/2016 od 9,6 do 17,5 kg N/ha.

V 6. pokusném roce byla vypočítána záporná bilance dusíku v průměru -49 kg N/ha u kontroly vzhledem k vynechání jakéhokoliv hnojení. Vlivem podzimního a jarního hnojení LAVem i organickými hnojivy byla vypočítána kladná bilance. U organických hnojiv přebytek činil od 25,5 do 58,2 kg N/ha a po minerálním hnojení pouze 2,5 kg N/ha, což ale koresponduje s odběrem dusíku sklizní. Obecně lze konstatovat, že výpočet bilance koresponduje s výši výnosu, odběru dusíku sklizní, hustotě a zapojení porostu u jednotlivých variant na všech třech zkušebních stanovištích. Bilance poměrně dobře koreluje i se zásobou dusíku v půdě po sklizni a s celkovým stavem porostu během vegetace.

Tab. 8.1: Zhodnocení bilance dusíku pro pšenici v období 2015/2016

Varianty hnojení	Vstupy (kg N/ha)				Odběr N hlavním a vedlejším produktem pšenice (kg N/ha)			
	Hnojiva	Dešťové srážky			HRA	JAR	LIP	Průměr
		HRA	JAR	LIP				
1.Nehnojeno	0	17,3	10,5	9,6	81	76	45	67
2.LAV	120	17,3	10,5	9,6	152	153	102	136
3.Kejda Lípa	120	17,3	10,5	9,6	130	100	63	98
4.DG Lípa	120	17,3	10,5	9,6	144	123	71	113
5.DG Opatov	120	17,3	10,5	9,6	108	110	73	97
6.CMC kompost	120	17,3	10,5	9,6	81	97	62	80

Varianty hnojení	Balace dusíku na zkušební lokalitě (kg N/ha)			Průměrná balace dusíku (kg N/ha)
	HRA	JAR	LIP	
1.Nehnojeno	-63,7	-48,2	-24,9	-49,2
2.LAV	-14,7	-22,5	27,6	2,5
3.Kejda Lípa	30,5	30,5	66,6	40,5
4.DG Lípa	7,5	7,5	58,6	25,5
5.DG Opatov	20,5	20,5	56,6	41,2
6.CMC kompost	33,5	33,5	67,6	58,2



8.2 Účinnost dusíku z hnojiv

Účinnost dusíku představuje podíl dusíku v hnojivu, který je využit plodinou pro tvorbu výnosu. Aktuální akční program nitrátové směrnice pro roky 2016 - 2020 (Klír a kol., 2016) určuje podíl účinného N u digestátu a fugátu na 60 %. Využitelnost N je v tomto programu vztažena k minerálním hnojivům. Rozdíl mezi účinným a celkovým dodaným dusíkem reprezentuje dusík, který není v daném roce nebo vůbec využit pro tvorbu výnosu. Jedná se o podíl dusíku, které zůstalo v půdě v organické nebo anorganické formě, bylo imobilizováno mikroorganismy, vyplaveno do vod, denitrifikováno či uniklo ve formě NH_3 .

Pro posouzení správné dávky se počítá bilance živin tj. rozdíl mezi množstvím živin v aplikovaných hnojivech a sklizni, které je potřebné pro posouzení účinnosti aplikovaných hnojiv. KLÍR a kol. (2016) uvádí jako přípustný průměrný roční bilanční přebytek N max. 60 kg N/ha zemědělské půdy, tomuto limitu hnojení v roce 2016 vyhovuje.

V roce, kdy byla hnojiva aplikována (1. trať) se účinnost dusíku dodaného z digestátu pohybovala mezi 6,3 - 36,7 % v závislosti na dávce dodaného N (80 - 150 kg N). V roce kdy nebylo hnojeno (2. trať) tedy r. 2012 a 2014 byla účinnost N minimální. Pro výpočet je však nutné započítat množství N dodaného v předešlém roce (tab. 8.1.) Obdobný trend byl pozorován i u kejdy, přičemž účinnost N byla v některých letech vyšší oproti digestátům. Naproti tomu v roce 2015 kejda měla účinnost jen o 7 % vyšší. Účinnost N z kompostu byla ze všech hnojiv nejmenší, což souvisí množstvím a rychlostí uvolnitelného N a jeho mineralizací v půdě.



Tab. 8.2: Výpočet účinnosti dusíku za osevňovací postup 2011-2016

Pokusný rok	Varianty hnojení	Průměrné roční údaje za 3 pokusná stanoviště		
		Odběr N výnosem kg N/ha	Hnojení kg N/ha	Účinnost N z hnojiva %
2011 brambory 1. trať	1.Nehnojeno	97,01	0	
	2.LAV	189,20	120	76,8
	3.Kejda Lípa	192,78	120	79,8
	4.DG Lípa	110,85	120	11,5
	5.DG Opatov	125,68	120	23,9
	6.CMC kompost	36,65	240	-0,3
2012 pš oz 2. trať	1.Nehnojeno	57,90	0	
	2.LAV	54,07	120	-3,2
	3.Kejda Lípa	59,85	120	1,6
	4.DG Lípa	53,41	120	-3,7
	5.DG Opatov	54,27	120	-3,0
	6.CMC kompost	58,39	240	0,2
2013 kuk siláž 1. trať	1.Nehnojeno	144,70	0	
	2.LAV	172,93	150	18,8
	3.Kejda Lípa	162,45	150	11,9
	4.DG Lípa	154,17	150	6,3
	5.DG Opatov	157,96	150	8,9
	6.CMC kompost	150,58	300	2,0
2014 ječ jarní 2. trať	1.Nehnojeno	57,50	0	
	2.LAV	80,49	150	15,3
	3.Kejda Lípa	67,39	150	6,6
	4.DG Lípa	59,04	150	1,0
	5.DG Opatov	57,95	150	0,9
	6.CMC kompost	61,43	300	1,3
2015 řepka oz 1. trať	1.Nehnojeno	52,50	0	
	2.LAV	118,70	80	82,7
	3.Kejda Lípa	74,90	80	27,9
	4.DG Lípa	67,70	80	19,0
	5.DG Opatov	67,90	80	19,2
	6.CMC kompost	62,42	160	6,2
2016 řepka oz 1. trať	1.Nehnojeno	66,72	0	
	2.LAV	134,25	120	56,3
	3.Kejda Lípa	95,77	120	24,2
	4.DG Lípa	110,74	120	36,7
	5.DG Opatov	101,90	120	29,3
	6.CMC kompost	89,16	240	9,4



9 ZÁVĚR

Dosažené výsledky šestého roku přesné polní zkoušky ověřující účinnost dvou typů digestátů, kejdy a kompostu oproti LAVu a nehnojené kontrole v roce, kdy byla hnojena pšenice ozimá na podzim (2015) i na jaře (2016) je možné shrnout následovně:

Sklizňové výsledky

- v 6. roce byla nejvyšší průměrná účinnost minerálního hnojení 7,51 t/ha
- výnos po digestátech byl v průměru o 7,7-15,3 % nižší než po minerálním hnojení
- průměrný výnos slámy byl nejvyšší po MH (6,92 t/ha), po digestátech nižší o 5-10,7 % proti kejdě
- celková úroveň výnosů na variantách bylo v pořadí Jaroměřice, Hradec, Lípa.

Statistické zhodnocení výnosů

- statisticky vysoce průkazné rozdíly byly mezi kontrolou a LAVem a DG Lípa
- statisticky průkazné rozdíly byly mezi kompostem a LAVem
- souhrnným statistickým zpracováním výnosu tří stanovišť se průkaznost v hnojení neprojevila

Kvalitativní parametry pšenice

- obsah N látek byl nízký mezi 8,4 - 10 %, nejnižší po kontrole a kompostu. Varianta s LAVem průkazně zvýšila obsah N látek (10 %) oproti kontrole a OH
- po LAVu bylo průkazně vyšší pádové číslo (313 s) proti kontrole (263 s) a OH (273-297 s)
- kontrola dosáhla vyšší tvrdosti zrna 24,5 % ve srovnání s kejdou (23,4%), digestáty (22,4-23,4%) a kompostem (23,6%)
- varianta s LAVem dosáhla průkazně vyšší hodnoty Zeleného testu (31 ml) oproti OH, kde bylo zjištěno od 20 do 25 ml
- po organickém hnojení a kontrole byly vyšší hodnoty škrobu oproti LAVu
- vliv hnojení na obsah Gluten Indexu byl minimální
- kvalita těsta byla v hodnocených znacích lepivost, povrch a pružnost těsta hodnocena na dolní hranici jako lepivé a hůře poddajné

Výměnná půdní reakce

- pH po 6 letech se nezměnilo v Hradci n. Svitavou a Jaroměřicích
- na písčitohlinité půdě na Lípě půdní reakce kolísala mezi variantami v rozpětí 5,7 - 6,6, po digestátech a kompostu se pH zvýšilo z kyselé na neutrální reakci

Obsah přístupných živin a mikroelementů a organické hmoty

- obsah fosforu se zvýšil po kompostu v Jaroměřicích a na Lípě
- po organickém hnojení stoupl obsah draslíku ve Svitavách, Jaroměřicích a po kompostu na Lípě.
- po kompostu vzrostl obsah vápníku a hořčíku na všech stanovištích
- kejda a oba digestáty na všech stanovištích obsah Cox mírně zvýšily, významněji kompost o 0,25 - 0,36 % oproti kontrole v Jaroměřicích a Lípě

Mikrobiologické zhodnocení

- organická hnojiva ovlivnila procesy akumulace a mineralizace C
- digestát Lípa vykazoval nejvyšší hodnoty R_B a HWSC, C_{ext} a substrátem indukované respirace
- digestát Opatov nepodpořil aktivitu, ani růst půdních mikrobiálních společenstev
- po kompostu byla nízká bazální respirace
- hodnoty po LAVu byly mírně vyšší, proti kontrole statisticky neprůkazné

Obsah minerálního dusíku

brzy na jaře

- N min v rozmezí 3,0 - 6,4 mg/kg, tj. 38,9 kg N/ha po kompostu a 17,97 kg N/ha po kontrole



- v Jaroměřicích a Lípě byl $N-NO_3^-$ velmi bezpečný a v Hradci bezpečný u variant 1,2,4,5,6.
- amonná forma $N-NH_4^+$ byla v rozmezí 0,9-2,38 mg/kg.

po sklizni

- N min vyrovnaný, od 4,90 - 8,90 mg/kg, mírně vyšší po LAVu a kejďě
- na všech stanovištích $N-NO_3^-$ obsah velmi bezpečný a bezpečný, jen na Lípě po digestátech a kompostu přiměřený
- obsah amonné formy dusíku ($N-NH_4^+$) byl v rozmezí 0,2 - 3,29 mg/kg

Účinnost dusíku

- v roce aplikace (1. trať) činnost dusíku byla 6,3 - 36,7 % v závislosti na dodané dávce
- v roce kdy nebylo hnojeno (2. trať) byla účinnost N minimální 0,2-1,3 %
- účinnost N z kompostu nejmenší, což souvisí množstvím a rychlostí uvolnitelného N

Bilance dusíku

- průměrná záporná bilance činila -49 kg N/ha u kontroly
- kladná bilance u všech variant v rozpětí 2,5 (LAV) do 58,2 kg N/ha (kompost)
- u organických hnojiv přebytek činil od 25,5 do 58,2 kg N/ha
- bilance N odpovídá výnosu, odběru sklizni, hustotě a zapojení porostu

Závěrečné shrnutí

Digestát je za předpokladu správně naplánované dávky a způsobu aplikace kvalitním organickým hnojivem, které může zlepšit některé půdní vlastnosti, zajistit přijatelné výnosy a rovněž snižovat riziko ztrát N vyplavením do podzemních vod ve srovnání s minerálními hnojivy nebo kejďou. Z předkládaných výsledků však vyplývá, že kvalitativní parametry zrna, mouky, těsta a pečiva nedosahovaly zcela standardní úrovně. Důvodem může být jednostranná výživa a dále osevňovací postup bez zlepšující plodiny a také odvoz posklizňových zbytků z pole. Při zohlednění výnosového potenciálu, obsahu minerálního dusíku a odběru živin sklizni lze digestát používat ve zranitelných oblastech. Nutností je z důvodu nízkého obsahu dostupné organické zajišťovat přísun snadno rozložitelné organické hmoty, v podobě slámy či meziploody.

10 POUŽITÁ LITERATURA

1. KLÍR, J., KOZLOVSKÁ, L., HABERLE, J., MÜHLBACHOVÁ, G. Metodický návod pro hospodaření ve zranitelných oblastech (4. akční program nitrátové směrnice 2016–2020)
2. HORÁKOVÁ V. (2016): Metodika zkoušek užitné hodnoty pšenice, Národní odrůdový úřad, ÚKZÚZ
3. TRÁVNÍK K. (1995): Stanovené ekologicky únosných obsahů min. dusíku v půdách pásem hygienické ochrany vodních zdrojů, ÚKZÚZ Brno.
4. ZBÍRAL, J. a kol: Jednotné pracovní postupy: Analýza půd I, postup 2, postup 3.1 (UKZÚZ, NRL, 2001).
5. ZBÍRAL, J. a kol.: Jednotné pracovní postupy: Analýza rostlinného materiálu: postup 1 a 3. (UKZÚZ, NRL, 2005).
6. ZBÍRAL, J. a kol: Jednotné pracovní postupy: Analýza rostlinného materiálu: postup 1 a 3. (UKZÚZ, NRL, 2005).
7. KABÁTOVÁ N., ŠULOVA R., RYŠAVÝ J. a kol: Testování odrůd, ÚKZÚZ 2012. ISBN 978-80-7401-063-7.
8. NOVOTNÝ, F.: Jednotné pracovní postupy, Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd II, ÚKZÚZ, Brno 2006.



9. ZBÍRAL J. a kol. (2011): Jednotné pracovní postupy: Analýza půd III. ISBN 978-80-7401044-6.