Č.j.: UKZUZ 202676/2025

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

Oddělení výživy rostlin

Vliv alternativních zdrojů fosforu na výnos a obsah P v půdě

Závěrečná zpráva o výsledcích víceleté vegetační nádobové zkoušky za rok 2024
1. rok zkoušky

Zpracoval: **Ing. Silvie Jančíková**
Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.
Markéta Vodáková

Schválil: **Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.**
vedoucí Oddělení výživy rostlin

Předkládá: **Ing. Josef Svoboda, Ph.D.**
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, prosinec 2025

1. Úvod

Název zkoušky: Vliv alternativních zdrojů fosforu na výnos a obsah P v půdě
Účel zkoušky: Ve vegetační nádobové zkoušce je srovnávána účinnost alternativních fosforečných hnojiv s účinností hnojiva superfosfátu.

Cíle zkoušky: Srovnání vlivu odlišných fosforečných hnojiv na výnos vybrané polní plodiny.

Hypotézy a očekávané výsledky:
H1 Aplikace N a K zvýší odběr P i při úrovni hnojení P0. Odběr P se zvýší po aplikaci superfosfátu oproti variantě P0.

H2 Superfosfát výrazně zvýší dostupnost fosforu především v prvním roce, ta bude ale rychle klesat.

H3 Dostupnost P z alternativních zdrojů bude nižší v prvním roce, v dalších pokusných letech se však udrží na stejné úrovni.

H4 Ze všech variant bude nejúčinnější kombinace superfosfátu a hnoje, kde bude množství rychle uvolněných živin udržováno biologickou aktivitou v dostupném stavu.

Druh zkoušky: Vegetační nádobová zkouška byla založena na jaře 2024 ve vegetační hale v Brně.

Délka trvání zkoušky: Vegetační roky 2024–2026.

Zadavatel zkoušky: Vlastní zkouška k získání údajů o vlivu materiálu na půdní vlastnosti a výnos plodin.

2. Chemické složení použitého hnojiva a testovaných přípravků

- Jako registrovaný zdroj P byl použit trojitý superfosfát, který obsahuje 20 % P.
- hovězí hnůj firmy BONAGRO, a.s., Blažovice
- Drůbeží trus nosnic z malochovu slepic
- Čistírenský kal, odvodněný vyhnilý z volné skládky ČOV Valašské Meziříčí
- Kompost byl vyroben kompostováním směsi zakládky kompostu ze zahradních odpadů (kompostárna Náměšť). Směs byla pravidelně vlhčena a promíchávána v intervalech 14 dní po dobu 6 měsíců
- Pyrolyzovaný kal byl vyroben pyrolýzou čistírenského kalu
- Kompostovaný pyrolyzovaný kal byl vyroben kompostováním směsi zakládky kompostu ze zahradních odpadů (kompostárna Náměšť) s přídavkem pyrolyzovaného kalu v množství odpovídajícímu 10 % hmotnosti zakládky. Směs byla pravidelně vlhčena a promíchávána v intervalech 14 dní po dobu 6 měsíců.
- Pyrolyzovaný kal + mykorhiza, kal byl obohacen sporami mykorhizních hub a sporami bakterií, které zpřístupňují fosfor (Bacillus licheniformis, Bacillus subtilis, Pseudomonas putida, Pseudomonas fluorescens, Rhizophagus intraradices, Septoglomus deserticola, Funneliformis mosseae)

- Struvit je minerál zpravidla biogenního původu, který vzniká v prostředí s vysokým obsahem NH_4^+, Mg a P. Chemicky jde o fosforečnan hořečnato-amonný ($MgNH_4PO_4.6H_2O$). Vzniká při zpracování čistírenských kalů a při anaerobní digesci.
- Frass je hmyzí trus, jako organické hnojivo je zdrojem základních živin.
  Složení testovaných hnojiv je uvedeno v tabulce 1.

Tab. 1: Chemické složení testovaných hnojiv

Parametry % sušiny	Chemické složení hnojiv									
	Hnůj	Drůbeží trus	Kal ČOV	Kompost	Kompostovaný pyrolyzovaný kal	Pyrolyzovaný kal 1, k *	Pyrolyzovaný kal 2, m*	Pyrolyzovaný kal+mykorhiza	Struvit	Frass
Sušina %	25,9	34,12	23,15	37,7	43,9	95	95	95	55,9	90
Celkový P	0,71	0,83	2,36	0,49	1,44	4,09	3,97	3,97	12,67	1,2
Celkový K	2,68	1,29	0,22	2,80	2,06	0,41	0,55	0,55	-	3,8
Celkový Mg	0,54	0,78	0,49	0,57	0,77	1,35	0,99	0,99	10,20	0,4
Celkový N	3,76	3,35	5,59	3,0	2,1	1,46	3,11	3,11	5,5	3,1
pH (H_2O)	9,1	8,5	8,22	-	-	11,7	7,99	7,99	9,2	-

* Pyrolyzovaný kal 1, k = následně využit pro kompostování
* Pyrolyzovaný kal 2, m = následně využit pro obohacení mykorhizou

3. Vlastnosti použité půdy

K založení zkoušky byla použita ručně odebraná svrchní vrstva ornice z lokality Modřice (49.1315611N, 16.8127056E) - černozem (tab. 2).

Tab. 2: Základní agrochemické vlastnosti půdy použité k založení zkoušky

půdní reakce pH/$CaCl_2$	obsah živin ve výluhu Mehlich 3 (mg kg^{-1}) a hodnocení dle kritérií				
	P	K	Mg	Ca	S
7,3	31,9	151,7	407,2	6 693	16,1
alkalická	nízký	vyhovující	velmi vysoký	velmi vysoký	nízký

4. Zkoušené plodiny

1. rok: **Kukuřice silážní (*Zea mays*) - odrůda Honoreen**
2. rok: Ječmen jarní (*Hordeum vulgare*)
3. rok: Plodina bude upřesněna v průběhu zkoušky

5. Dávky hnojiv a schéma vegetační nádobové zkoušky

Schéma vegetační zkoušky a dávky hnojiv je uvedeno v tabulce 3. Dávky hnojiv jsou pak uvedeny v tabulkách 4 a 5. Celková dávka fosforu byla stanovena na základě odhadované roční spotřeby fosforu na úrovni 30 kg P. ha^{-1}.

Tab. 3: Schéma vegetační nádobové zkoušky a dávky živin v prvním roce pokusu

Varianta	Dávka v kg ha^{-1} čistých živin			
	P alternativní zdroj	P superfosfát	N síran amonný	K draselná sůl
1. Kontrola	0	0	0	0
2. P0	0	0	300	400
3. P superfosfát	0	90	300	400
4. Hnůj	90	0	300	400
5. Drůbeží trus	90	0	300	400
6. Hnůj + P superfosfát	45	45	300	400
7. Čistírenský kal	90	0	300	400
8. Kompost	90	0	300	400
9. Pyrolyzovaný kal I	90	0	300	400
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal	90	0	300	400
11. Pyrolyzovaný kal II	90	0	300	400
12. Pyrolyzovaný kal II + mykorhiza	90	0	300	400
13. Struvit	90	0	300	400
14. Frass	90	0	300	400

Tab. 4: Dávky hnojiv (kg ha^{-1}) v 1. roce

Varianta	Superfosfát (21 % P)	Alternativní zdroj	Síran amonný (21 % N)	Draselná sůl (60 % K_2O)
1. Kontrola	0	0	0	0
2. P0	0	0	1 429	800
3. P superfosfát	429	0	1 429	800
4. Hnůj	0	48 905	1 429	800
5. Drůbeží trus	0	31 780	1 429	800
6. Hnůj + P superfosfát	214	24 453	1 429	800
7. Čistírenský kal	0	16 459	1 429	800
8. Kompost	0	48 720	1 429	800
9. Pyrolyzovaný kal I	0	2 316	1 429	800
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal	0	14 237	1 429	800
11. Pyrolyzovaný kal II	0	2 378	1 429	800
12. Pyrolyzovaný kal II + mykorhiza	0	2 378	1 429	800
13. Struvit	0	1 233	1 429	800
14. Frass	0	8 333	1 429	800

Tab. 5: Dávky hnojiv do nádob (g nádoba^{-1}) v 1. roce

Varianta	Superfosfát (20 % P)	Alternativní zdroj	Síran amonný (21 % N)	Draselná sůl (60 % K_2O)
1. Kontrola	0	0	0	0
2. P0	0	0	7,2	4
3. P superfosfát	2,2	0	7,2	4
4. Hnůj	0	244,5	7,2	4
5. Drůbeží trus	0	158,9	7,2	4
6. Hnůj + P superfosfát	1,1	122,3	7,2	4
7. Čistírenský kal	0	82,3	7,2	4
8. Kompost	0	243,6	7,2	4
9. Pyrolyzovaný kal I	0	11,6	7,2	4
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal	0	71,2	7,2	4
11. Pyrolyzovaný kal II	0	11,9	7,2	4
12. Pyrolyzovaný kal II + mykorhiza	0	11,9	7,2	4
13. Struvit	0	6,4	7,2	4
14. Frass	0	42	7,24	4

6. Způsob hnojení a aplikace alternativních zdrojů P

Fosfor ve formě superfosfátu byl aplikován před výsevem kukuřice v dávce odpovídající předpokládanému odběru všech plodin, což je přibližně 90 kg/ha za 3 roky pokusu (30 kg P/ha za rok). Dávky alternativních zdrojů odpovídají množství P aplikovaného ve formě superfosfátu, tedy 90 kg P/ha. Ke každé hnojené variantě byl přidán N a K v minerální formě tak, aby nebyly tyto živiny limitující, tj. v prvním roce zkoušky 300 kg N/ha ve formě síranu amonného a zásobně 400 kg K/ha formou draselné soli. Hnojiva byla promíchána s půdou při založení pokusu. Dávky N a K budou v dalších letech případně upraveny na základě výsledků.

7. Technika založení a průběh zkoušky

Celkový rozsah zkoušky: 1 plodina x 14 variant x 4 opakování
Celkem 56 vegetačních nádob

Technika provedení pokusu:

- rostliny kukuřice byly pěstovány v plastových nádobách o objemu 12 l s 12 kg zhomogenizované zeminy
- do každé nádoby bylo 20. 5. 2024 vyseto 9 semen, po vzejití (25. 5. 2024) bylo 29. 5. 2024 provedeno vyjednocení na 4 vyrovnané rostliny v každé nádobě
- pod každou vegetační nádobou byla umístěna miska pro případné zachycení přebytečné zálivkové vody. Tato perkolovaná voda se navracela zpět do nádoby
- během vegetace byl sledován zdravotní stav rostlin, proti bzunce ječné byl 31. 5. 2024 aplikován Přípravek Karate (0,1 %)
- růstové rozdíly mezi variantami byly vyfotografovány

- v průběhu vegetace byla vlhkost zeminy v nádobách udržována pravidelnou zálivkou dle potřeby demineralizovanou vodou, upravenou reverzní osmózou MID 50 K (Pharmapur řady Aqua Complet) na hodnotu 60 % maximální vodní kapacity
- sklizeň byla provedena 7. 8. 2024
- po sklizni kukuřice byla půda v nádobách homogenizována a byly odebrány vzorky půdy

Hodnocené parametry:

- Měření obsahu chlorofylu N testerem ve 30 denních intervalech
- Výnos sušiny kukuřice, ze všech opakování a všech variant
- Analýza půdy: po sklizni každé plodiny byly odebrány vzorky půdy, ve kterých byly stanoveny vybrané parametry.
- **Obsah P, K, Mg, Ca a S** byl stanoven ve výluhu dle Mehlicha 3 (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30068.1 dle Zbírala a kol., 2016) metodou ICP-OES (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 30074.1 dle Zbírala a kol., 2016). Ve výluhu dle Mehlicha 3 byl také stanoven **obsah Cu, Zn, Al, Fe, Mn a B.**
- Analýza rostlin: na vzduchu vysušené vzorky rostlin byly rozemlety a použity k analýzám.
- **Obsah N, P, K, Mg, Ca, Cu, Fe, Zn, Mn a B** ve sklizené biomase rostlin byl stanoven ve vzorku mineralizovaném mokrou cestou směsí kyseliny sírové, H_2O_2 a Se (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40020.1 dle Zbírala a kol., 2014). Obsah N byl stanoven metodou dle Kjehldala, (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40053.1 dle Zbírala a kol., 2014), obsah P, K, Mg a Ca byl stanoven metodou ICP-OES (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40090.1 dle Zbírala a kol., 2014).
- ve vzorcích sklizených produktů byl stanoven **obsah S** (Jednotný pracovní postup ÚKZÚZ č. 40032.1 a 40100.1 dle Zbírala a kol., 2014)

8. Výsledky

Výnos

Výnos sušiny kukuřice všech hnojených variant byl průkazně vyšší než výnos kontrolní varianty (tab. 6). Rozdíly mezi různě hnojenými variantami byly neprůkazné.

Tab. 6 Výnos sušiny kukuřice – všechny varianty

Varianta	Výnos sušiny (t ha^{-1})
1. Kontrola	18,3a
2. P0	29,6b
3. Superfosfát	30,1b
4. Hnůj	32,8b
5. Slepičí trus	32,1b
6. Hnůj + superfosfát	31,5b
7. Čistírenský kal	31,1b
8. Kompost	31,7b
9. Pyrolyzovaný kal 1	28,8b
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal 1	30,8b
11. Pyrolyzovaný kal 2	29,3b
12. Pyrolyzovaný kal 2 + mykorhiza	30,7b
13. Struvit	30,5b
14. Frass	34,0b

Obsah živin a mikroprvků v sušině kukuřice

Nehnojená kontrola měla nižší obsah N, K a S v sušině kukuřice než ostatní varianty, které byly těmito prvky hnojeny (tab. 7). Obsah N byl vyšší po aplikaci hnojiv, ve kterých bylo dodáno větší množství N, což byl slepičí trus a čistírenský kal, ale také kompost s poměrně vysokým obsahem N. Slepičí trus, čistírenský kal a pyrolyzovaný kal 2 zvyšovaly obsah S. Obsah P byl v porovnání s kontrolou neprůkazně nižší po aplikaci hnoje a pyrolyzovaného kalu s mykorhizou, naopak vyšší obsah P v sušině byl pozorován po aplikaci struvitu a čistírenského kalu.

Tab. 7 Obsah živin v sušině kukuřice (%)

Varianta	N	P	K	Mg	Ca	S
1. Kontrola	0,433a	0,082ab	0,917a	0,193ab	0,231a	0,038a
2. P0	0,806b	0,083ab	1,237bc	0,206bc	0,300b	0,069b
3. Superfosfát	0,833b	0,079ab	1,189b	0,216bc	0,301b	0,069b
4. Hnůj	0,833b	0,073a	1,668ef	0,194ab	0,316b	0,074bcd
5. Drůbeží trus	1,084cd	0,089ab	1,445cd	0,215bc	0,306b	0,084cd
6. Hnůj+superfosfát	0,863bc	0,082ab	1,486de	0,206bc	0,317b	0,074bcd
7. Čistírenský kal	1,151d	0,097b	1,356bcd	0,245d	0,345b	0,088d
8. Kompost	1,014bcd	0,087ab	1,837f	0,179a	0,319b	0,073bc
9. Pyrolyzovaný kal 1	0,889bc	0,079ab	1,326bcd	0,224cd	0,324b	0,070bc
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal 1	0,881bc	0,088ab	1,394bcd	0,207bc	0,299b	0,073bc
11. Pyrolyzovaný kal 2	1,003bcd	0,085ab	1,436cd	0,225cd	0,319b	0,080bcd
12. Pyrolyzovaný kal 2+mykorhiza	0,844bc	0,076a	1,298bcd	0,216bc	0,301b	0,070bc
13. Struvit	0,935bcd	0,097b	1,342bcd	0,227cd	0,323b	0,072bc
14. Frass	0,863bc	0,091ab	1,359bcd	0,207bc	0,299b	0,076bcd

Tab. 8 Obsah mikroprvků v sušině kukuřice (mg kg^{-1})

Varianta	Cu	Fe	Zn	Mn	B
1. Kontrola	0,802a	38,7a	9,4ab	33,6a	13,3ab
2. P0	1,877ab	43,7ab	15,6b	47,8ab	10,6ab
3. Superfosfát	2,228ab	43,4ab	12,4ab	51,5b	10,6ab
4. Hnůj	2,262ab	48,8abc	11,4ab	60,2b	11,8ab
5. Drůbeží trus	2,387ab	47,1abc	13,3ab	55,2b	12,7ab
6. Hnůj+superfosfát	1,831ab	48,1abc	6,2a	57,0b	12,9ab
7. Čistírenský kal	2,783ab	48,9abc	16,5ab	50,9b	13,7b
8. Kompost	2,203ab	46,0ab	10,5ab	47,0ab	12,3ab
9. Pyrolyzovaný kal 1	2,449ab	45,9ab	14,4ab	52,4b	11,6ab
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal 1	2,770b	49,2abc	14,6b	46,1ab	9,7a
11. Pyrolyzovaný kal 2	2,975b	63,3c	15,7b	54,1b	11,4ab
12. Pyrolyzovaný kal 2+mykorhiza	2,637ab	56,3bc	13,1ab	49,7ab	10,8ab
13. Struvit	2,679ab	53,2abc	10,2ab	51,1b	10,1ab
14. Frass	2,463ab	50,7abc	9,6ab	57,1b	11,2ab

Odběr živin výnosem

Odběr živin rostlinami nehnojené kontroly byl nižší, než odběr hnojených variant (tab. 9). Hnojené varianty se průkazně nelišily odběrem P. Neprůkazně vyšší odběr P byl pozorován po hnojení frassem a čistírenským kalem. Nejnižší byl naopak odběr P po hnojení pyrolyzovaným kalem. Větší rozdíly byly zaznamenány v odběru ostatních prvků, zejména odběr N a K se lišily v závislosti na složení použitých hnojiv.

Tab. 9 Odběr živin výnosem kukuřice (kg ha^{-1})

Varianta	N	P	K	S
1. Kontrola	74a	14a	156a	6a
2. P0	224b	23b	344bc	19b
3. Superfosfát	234b	22b	337b	19b
4. Hnůj	254bc	22b	509ef	23bcd
5. Drůbeží trus	323de	27b	433de	25d
6. Hnůj+superfosfát	252bc	24b	434de	22bcd
7. Čistírenský kal	331e	28b	391bcd	25d
8. Kompost	298cde	26b	543f	22bcd
9. Pyrolyzovaný kal 1	236b	21ab	352bcd	19b
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal 1	251bc	25b	399bcd	21bcd
11. Pyrolyzovaný kal 2	273bcd	23b	392bcd	22bcd
12. Pyrolyzovaný kal 2+mykorhiza	241bc	22b	371bcd	20bc
13. Struvit	264bc	27b	379bcd	20bc
14. Frass	272bcd	29b	429cde	24cd

Obsah živin v půdě a hodnota pH

Hodnota pH byla stejná u všech variant (tab. 10). Obsah P byl poměrně nízký u všech variant hnojení. Vyšší hodnoty byly zjištěny po aplikaci superfosfátu, kompostu a frassu. Obsah S byl vyšší u všech hnojených variant než v kontrole. Rozdíly v obsahu Mg, Ca a mikroprvků byly malé a většinou neprůkazné (tab. 10, tab. 11).

Tab. 10 Hodnota pH a obsah živin (mg kg^{-1}) v půdě

Varianta	pH/$CaCl_2$	P	K	Mg	Ca	S
1. Kontrola	7,4a	27ab	154a	397a	7717a	17a
2. P0	7,4a	24a	180a	416a	8322a	204b
3. Superfosfát	7,4a	42bc	167ab	392a	7872a	214b
4. Hnůj	7,4a	30abc	205bc	401a	7714a	243b
5. Drůbeží trus	7,4a	31abc	183ab	418a	8134a	196b
6. Hnůj+superfosfát	7,4a	34abc	192ab	401a	7707a	193b
7. Čistírenský kal	7,4a	27abc	166ab	387a	7729a	192b
8. Kompost	7,4a	36abc	242c	415a	7759a	227b
9. Pyrolyzovaný kal 1	7,4a	25ab	176ab	399a	7837a	198b
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal 1	7,4a	26abc	185ab	409a	8002a	213b
11. Pyrolyzovaný kal 2	7,4a	25ab	168ab	371a	7384a	222b
12. Pyrolyzovaný kal 2+mykorhiza	7,4a	25ab	181ab	397a	7804a	220b
13. Struvit	7,4a	33abc	167ab	408a	7907a	206b
14. Frass	7,4a	57c	185ab	419a	7852a	216b

Tab. 11 Obsah mikroprvků v půdě (mg kg^{-1})

Varianta	Cu	Zn	Fe	Mn	B
1. Kontrola	3,4a	2,1a	105ab	183a	1,818a
2. P0	3,5a	2,7a	102a	195a	1,813a

3. Superfosfát	3,4a	5,7a	103a	186a	1,998a
4. Hnůj	3,3a	2,2a	103a	189a	1,778a
5. Drůbeží trus	3,5a	2,3a	105ab	193a	1,805a
6. Hnůj+superfosfát	3,3a	2,0a	104a	189a	1,755a
7. Čistírenský kal	3,4a	2,0a	104a	189a	1,828a
8. Kompost	3,2a	2,3a	103a	185a	2,170a
9. Pyrolyzovaný kal 1	3,3a	2,1a	105ab	187a	1,970a
10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal 1	3,3a	2,0a	103a	189a	1,840a
11. Pyrolyzovaný kal 2	3,2a	1,9a	104a	184a	1,743a
12. Pyrolyzovaný kal 2+mykorhiza	3,3a	2,1a	103a	187a	1,930a
13. Struvit	3,4a	2,2a	108b	193a	2,298a
14. Frass	3,3a	2,4a	103a	185a	1,800a

9. Závěry

V prvním roce pokusu byl vliv odlišných hnojiv na výnos a příjem P rostlinou poměrně malý. Byly zjištěny rozdíly ve složení biomasy rostlin a odběru živin v závislosti na složení použitých hnojiv. Vyšší obsah P v biomase i vyšší odběr P kukuřicí byly zjištěny po aplikaci čistírenského kalu a frassu, naopak nižší obsah P, nebo nižší odběr P byl zjištěn po aplikaci některého z pyrolyzovaných kalů. Rozdíly byly statisticky neprůkazné.

10. Použitá literatura

Zbíral, J., Čižmárová, E., Dočkalová, R., Fojtlová, E., Hájková, H., Holcová, H., Kabátová, N., Niedobová, E., Rychlý, M., Staňková, K., Urbánková, E., Vilamová, V., Žalmanová, A., 2014. Jednotné pracovní postupy – analýza rostlinného materiálu. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 120 s.
Zbíral, J., Čižmárová, E., Obdržálková, E., Rychlý, M., Vilamová, V., Srnková, J., Žalmanová, A., 2016. Jednotné pracovní postupy – analýza půd I. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Obr. 1 Rostliny kukuřice před sklizní. Čísla nádob 1, 2, 4, 6 a 3 odpovídají variantám pokusu 1. kontrola, 2. P0, 4. Hnůj, 6. Hnůj+Superfosfát a 3. Superfosfát



Obr. 2 Rostliny kukuřice před sklizní. Čísla nádob 2, 5, 7, 13, 14 a 3 odpovídají variantám pokusu 2. P0, 5. Drůbeží trus, 7. Čistírenský kal, 13. Struvit, 14. Frass a 3. Superfosfát



Obr. 3 Rostliny kukuřice před sklizní. Čísla nádob 2, 8, 10 a 3 odpovídají variantám pokusu 2. P0, 8. Kompost, 10. Kompostovaný pyrolyzovaný kal I a 3. Superfosfát



Obr. 4 Rostliny kukuřice před sklizní. Čísla nádob 2, 9, 11, 12 a 3 odpovídají variantám pokusu 2. P0, 9. Pyrolyzovaný kal I, 11. Pyrolyzovaný kal II, 12. Pyrolyzovaný kal II+mykorhiza a 3. Superfosfát

