



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

225 905

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 07 07 78
(21) PV 4561-78

(51) Int. Cl.³

C 05 F 3/00

(40) Zveřejněno 28 01 83
(45) Vydáno 01 07 85

(75)

Autor vynálezu PETŘÍKOVÁ VLASTA ing.CSc., KADAŇ
ŠKARDA MILAN ing.CSc., PRAHA
MALOCH JAN ing., ÚDLICE

(54)

Způsob biologické rekultivace složiště popílku

Způsob biologické rekultivace složiště popílku o pH 4 až 10 vyznačující se tím, že se vrstva popílku prosyťí kejdou prasat a nebo skotu a nebo drůbeže, popřípadě i fekáliemi o obsahu dusíku od 0,01 do 1,5%; fosforu od 0,005 do 0,8%; draslíku od 0,01 do 1,2% a sušiny od 0,5 do 18% hmotnostních v dávce od 20 do 4.000 tun na 1 ha, popřípadě se doplní o minerální živiny průmyslovými hnojivy na obsah dusíku v rozsahu od 0,1 do 1,5%; fosforu od 20 do 500 mg a draslíku od 50 do 1.000 mg na 1 kg popílku, popřípadě se v kyselém popílku o pH do 5 upraví pH vápnem nad hodnotu 5 v dávce 5 až 2 t CaO na 1 ha a buďto přímo ve vzniklém substrátu a nebo po jeho povezení zemínou ve vrstvě výhodně od 5 do 30 cm vysokou, popřípadě až 50 cm se okamžitě pěstují kulturní plodiny.

Vynález řeší způsob biologické rekultivace složišť popílků (elektráren, tepláren i j. průmyslových podniků) hnojením kejdou prasat, skotu nebo drůbeže, která je zdrojem živin, vody a biologického oživení popílků.

Dosavadní způsob biologické rekultivace složišť popílků spočívá v jejich povážení úrodnou ornicí zpravidla ve výšce 50 cm, která zde funguje jako očkovací materiál. Hnojení je zajišťováno převážně průmyslovými hnojivy, takže oživování popílků je zdoluhavé a proto se zde na začátku rekultivace musí pěstovat průkopnické rostliny, teprve později je možné zařadit do rekultivačního osevního postupu rostliny kulturní. Způsob biologické rekultivace dle vynálezu odstraňuje nedostatky dosud užívaných metod tímto způsobem:

Kejda, (fekálie nebo kaly) s obsahem N celk. 0,005 až 1,5%, P 0,005 až 0,8% a K 0,01 až 1,2% sušiny od 0,5 do 18% hmotnostních se plošně aplikují běžnou zemědělskou mechanizací nebo kej dovodem, ev. zavlažovací soupravou na povrch popílkové skládky v dávce od 20 do 4 000 t.ha⁻¹. Vznikne tak substrát o obsahu N v rozsahu od 0,05 do 1,5%, P od 20 do 500 mg na 1 kg a K od 50 do 1000 mg na 1 kg popílku. Použije-li se kejda s nižším obsahem živin, posune se dávka k horní hranici, nebo se dohnojí běžnými průmyslovými hnojivy. Jedná-li se o popílek kyselý, (4-5 pH) doplní se i vápno, v dávce 0,5 - 2,0 t CaO na 1 ha na přijatelné pH minimálně na 5 a více v závislosti na nárocích převažujícího druhu následně pěstovaných plodin. Vysoká dávka kejdy se použije také v případě zvlášť velkého přebytku kejdy, kdy není možný jiný způsob jejího využití a kdy by mohlo dojít průsakem půdou, příp. přeplněním skladovacích nádrží ke znečištění okolního prostředí, především dusičnany.

Výhodně se podle vynálezu přidávají současně s kejdou nebo samostatně do substrátu kanalizační kaly v dávce od 50 do 6 000 t na 1 ha s obsahem N od 0,005 do 1%, P od 0,002 do 0,5 %, K od 0,005 do 1 % hmot., s obsahem Zn do 10 000 ppm, Cu do 3 000 ppm, Ni do 500 ppm, Cr do 1000 ppm, Pb do 1000 ppm, Cd do 25 ppm, Hg do 25 ppm, Mo do 2000 ppm a buďto přímo ve vzniklém substrátu, nebo po jeho povážce zeminou do 50 cm se ihned pěstují kulturní plodiny.

Významným přínosem vynálezu oproti dosavadnímu stavu techniky je, že v případě zvlášť velkého přebytku kejdy v důsledku ekologické rovnováhy, kdy není možný jiný způsob jejího využití a kdy by mohlo dojít průsakem půdou, případně přeplněním skladovacích nádrží znečištění okolního prostředí, především dusičnany. Vysoká filtrační schopnost popílku umožňuje použití řádově vyšších dávek kejdy (např. 2000 t na 1 ha) oproti dávkám na poli (např. 200 t na 1 ha), aniž dochází k průsaku kejdy a tím ke znečištění okolí.

Další postup záleží na účelu hnojení složiště:

1/ pro omezení prašnosti není nezbytné kejdu zapravovat vláčením ale je vhodné ponechat škraloup vzniklý plošným kej dováním neporušený, neboť již sám o sobě do značné míry chrání povrch složiště proti prašnosti. Bezprostředně po vyhnojení následuje setí, organizačně výhodné (rychlé) je setí letecké. Základní složkou jednoduché směsi osiva jsou rychlé vzcházející plodiny, např. hořčice, řepka (nejlépe "Akéla") příp. s příměsí jetelotravního osiva, je-li třeba vytvořit dlouhodobější vegetační kryt (1 rok a více). Ve směsi může být jakékoliv běžné osivo, předností jsou osiva levná. Z travin je vhodné použít kostřavu rákosovitou, nebo i jinou plodinu, která snese případné podmáčení, což může nastat při provozu složiště, kdy je třeba zvýšit hladinu vody, takže zaplaví popílkovou pláž s porostem.

Při krátkodobém odstavení složiště z provozu (do 1/2 roku) a jeho ošetření proti prašnosti se nepředpokládá sklizeň zasetých plodin, pouze v případě dlouhodobějšího odstavení složiště z provozu (od 1 1/2 až 2 let) lze podle místních podmínek porost využít i ke sklizni. Po opět-ném zapojení složiště do provozu se proto porost zpravidla zaplaví novou vrstvou popílku.

2/ Pro konečnou rekultivaci složiště trvale vyřazeného z provozu lze kejdu aplikovat rovněž přímo na povrchovou vrstvu popílku, nebo až po jeho povezení vrstvou zeminy. S ohledem na všeobecný nedostatek ornice a na omezenou přepravní kapacitu včetně nedostatku pohonných hmot je účelné povážku ornice omezit, což lze uskutečnit pouze za použití kejdy.

a/ Přímé hnojení složiště popílku kejdou se použije v případě naprostého nedostatku jakékoliv zeminy na jeho překrytí. Je-li tento nedostatek trvalého rázu, založí se zde okamžitě trvalý jetelotravní porost a povrch složiště se nebude orat nebo jinak narušovat. Příklad tohoto způsobu rekultivace je ojedinělý, ale snadno proveditelný. Složiště je dokonale chráněno proti prašnosti a od druhého až třetího roku od jeho založení se porost využívá ke sklizni. V prvních letech (od 3 až 4 roků) se porost hnojí každoročně, nejlépe na jaře, zvýšenými dávkami kejdy (od 100 až 1000 tun na hektar), nebo se kombinuje hnojení kejdou s průmyslovými hnojivy, avšak tak, že musí být minimálně 20% N celk. dodáno formou kejdy. V následujících letech se porost hnojí dle běžných zásad. Jetelotravní porost nebo vojtěška se založí přímo v popílku také v případě momentálního dočasného nedostatku ornice, která bude na popílek navezena dodatečně.

b/Hnojení kejdou za současného povezení popílku zeminou se uskuteční buď před, nebo po převrstvení zeminou, anebo dvakrát (před i po povážce), dle organizačních možností. Při použití kejdy dle vynálezu se efektivně využívá vedle ornice i méně kvalitní zemina /z výkopů, pokud je bez kamení, důlních výsypek a pod.), čímž se dále ornice šetří (zvláště v tomto případě se hnojí kejdou dvakrát - před a po povezení složiště zeminou). Výhodné jsou zvláště zeminy z důlních výsypek, které mají zpravidla vhodné agrochemické vlastnosti ale jsou těžké, jílovité s obsahem až 95 % jílovitých částic. Toto jinak nevhodné zrnitostní složení není v kombinaci s popínkem na závadu, naopak oba materiály se po smíchání dobře doplní, protože popílek je složen převážně z prachových částic, (cca 50-60% částic v kategorii od 0,01 do 0,05 mm v průměru) takže vznikne středně těžká zemina. Vrstva zeminy se volí od 5 do 30 cm, kejda se však efektivně využije i při povážce zeminy do 50 cm (rychlejší biologické oživení než při použití minerálních živin). Tato vysoká vrstva zeminy je však za současného použití kejdy z ekonomického hlediska téměř luxusní. Při použití nižší vrstvy se zemina prooře až do popílku, čímž se popílek dostane do profilu budoucí ornice. Čím nižší je vrstva zeminy, tím více popílek je v ornici a tím vyšší se volí dávka kejdy k následnému hnojení takto zaoranému povrchu složiště.

Při nízké vrstvě zeminy je vhodné použít zeminu těžkou - jílovitou. Po vyhnojení se zorané složiště připraví k setí první plodiny: volí se buďto plodina na zelené hnojení (nejlépe hořčice nebo ozimná směska podle ročního období zahájení rekultivace), nebo obilovina, nejlépe žito, s následnou zaorávkou slámy. Další plodiny se zařazují do osevního postupu podle běžných zásad zemědělské praxe, přednostně však takové, které vyžadují vysokou intenzitu hnojení, včetně častého zařazování meziplodin.

Příklady provedení:

Příklad 1

Výsledky modelového pokusu s hnojením popílku kejdou prasat a skotu s přihnojením P, K. Hnojení kejdou zvyšuje okamžitě obsah základních živin v popílku, za současného výrazného zvýšení výnosů. Po doplnění minerálních živin se obsah P, K dále zvýšil, což se odrazilo v dalším zvýšení výnosů nadzemní hmoty kukuřice, zvláště po hnojení kejdou prasat. Doplnění K do kejdy skotu není v tomto případě nezbytné, neboť se zvýšil obsah K až na luxusní obsah, ale ve zvýšené tvorbě výnosů se příznivě neprojevil. Viz tab. 1

Příklad 2

Obohacování popílku základními živinami soustavným hnojením kejdou. Každoroční hnojení kejdou v modelovém pokuse /na 4 kg popílku vždy 5 g čistého N obsaženého v kejdě - dle předem provedené analýzy zvýšilo výrazně za 3 roky obsah základních živin v popílku za současné vysoké tvorby výnosů kukuřice, viz tab. 2.

Příklad 3

Hnojení kejdou za účelem omezení prašnosti složiště (při dočasném přerušení provozu složiště/. Hnojení kejdou zvyšuje okamžitě obsah NPK v popílku i při použití relativně nízkých dávek ($150-200 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a vytváří tak příznivé podmínky pro vegetaci hořčice (+ řepky Akély + kostřava rákosovitá). Rychle zapojený porost spolehlivě chrání povrch složiště proti prašnosti. - tab. 3.

Příklad 4

Přímé hnojení složiště popílku kejdou. Kejdou se osvědčila i přímo v terénu složiště, kde opakované každoroční hnojení povrchu složiště zvyšuje zásobnost hlavních živin a vytváří tak podmínky pro zdárnou vegetaci kulturních plodin a poměrně vysokou tvorbu výnosů od samého začátku biologické rekultivace - tab. 4.

Tab. 1 Popílek hnojený kejdou s doplněním minerálních živin - P, K.

varianty hnojení					agrochemická charakt.			výnosy kukuřice v g z 1 nádoby		
č.	popis	na 4kg popílku dodáno g			pH	mg.kg ⁻¹		%	zelená hmota	suchá hmota
		N	P	K		P	K			
		v kejdě	minerálně							
1	nehnojená kon.	-	-	-	4,7	22	238	0,16	109,3	13,7
2	kejda prasat	5,0	-	-	5,0	53	404	0,29	338,6	41,8
3	- " -	5,0	2,19	-	5,1	100	195	0,22	586,6	82,3
4	- " -	5,0	2,19	4,18	5,3	136	700	0,24	582,0	84,3
5	kejda skotu	5,0	2,19	-	6,3	166	1036	0,27	485,3	62,7
6	- " -	5,0	2,19	4,18	5,9	152	2070	0,23	367,3	43,3
použitá kejda					pH	P	% K	N		
	-prasat	-	-	-	6,9	0,027	0,079	0,165	-	-
	-skotu	-	-	-	7,0	0,035	0,172	0,213	-	-

Tabulka 2

popílek	pH	mg.kg ⁻¹		%	průměrný výnos szché hmoty v g z 1 nádoby
		P	K		
před založením pokusu	4,6	28	82	0,15	4,0
po tříletém hnojení					
kejdou					
prasat	5,1	92	283	0,32	74,7
skotu	5,7	59	899	0,29	71,7
drůbeže	6,1	106	242	0,28	70,8

Tabulka 3

popílek	kejda t.ha ⁻¹	pH	%	mg.kg ⁻¹		počet rostlin na 1 m ²	výnos zelené hmoty v t.ha ⁻¹
				N.celk	P K		
před pohnojením	-	5,2	0,04	10	49	-	-
po pohnojení							
kejdou							
- prasat	200	6,0	0,13	37	290	384	10,4
-skotu	150	6,0	0,09	24	724	569	87,9

Příklad 5

Snížení vrstvy zeminy na povezení povrchu složiště při konečné rekultivaci a využití důlních výsypek místo ornice.

Příměs popílku do těžké půdy má všeobecně známé příznivé účinky z hlediska zlepšení jejich mechanického složení a tím snažšího obdělávání. Dávka 800 t popílku na 1 ha nezhoršuje ani agrochemickou charakteristiku těchto půd, naopak ji zlepšuje, zvl. v 1. roce po zapravení popílku (tab.5). Hnojení kejdou takto ošetřených půd zlepšuje tedy přímo výživu rostlin, což se odrazilo ve zvýšené tvorbě výnosů v těchto pokusných variantách (tab.6). Pokud není dostatek ornice, lze ji nahradit důlními výsypkami: směs 1 díl popílku a 3 dílů výsypkových zemín po pohnojení kejdou vytváří prakticky stejné podmínky pro tvorbu výnosů, jako zemina z hnojené kulturní ornice (tab. 6). Kejda zajistí biologické oživení důlních výsypek i popílku a nahradí tak ornici ve funkci očkovacích (oživujících) látek.

Při povezení složiště popílku 20 cm ornice a při orbě do hloubky 25 cm se přioře do profilu ornice vrstva 5 cm popílku. Za předpokladu váhy 4.000 t ornice (do hloubky 20 cm) na 1 ha, váží vrstva 5 cm popílku cca 500 t (zhruba poloviční hmotnost oproti zemině), což je nižší dávka než ta, která byla použita v uvedeném pokuse (800 t.ha⁻¹) a kde se popílek projevil příznivě. Spodní vrstva popílku neovlivňuje nepříznivě růst rostlin a tvorbu výnosu, neboť se dobře daří rostlinám v samotném popílku bez zeminy, jak je zřejmé z příkladu 4 a proto je snížení vrstvy zeminy na povezení složiště plně realizovatelné a vysoce efektivní.

Tabulka 4 Výsledky polních pokusů, na složišti popílku v Pruněřově.

agrochemická charakteristika					dávky kejdy		
základní materiál	pH	%			průměrné dávky za 1 rok v přepočtu na kg N.ha ⁻¹		
		P	K	N celk.	od		do
kejda prasat	6,7	0,10	0,20	0,51	500	-	1222
kejda skotu	7,0	0,08	0,17	0,31	318	-	856
kejda drůbeže	6,7	0,20	0,28	0,71	598	-	1397
popílek před zal.pokusu	5,8	mg.kg ⁻¹			výnosy v OJ.ha ⁻¹ průměr		
		21	111	0,18	za 1 rok po 3 letech vegetace		
hon - orná půda	5,3	25	97	0,16	0,9		
nehnojená - jetelotráva	5,4	24	99	0,15	5,2		
kontrola - vojtěška	5,4	17	116	0,16	4,3		
každoroč. hon-orná půda	5,4	45	190	0,20	33,1		
hnojení kejdou - jetelotráva	5,7	55	151	0,20	39,4		
(prům. Kj. -vojtěška P,S,D)	5,6	57	179	0,20	38,4		

po 3 letech
rekultivace

pěstované plodiny:

orná půda: hořčice, slunečnice s kukuřicí, oves na zrno

Kj.P - prasat

jetelotráva: hořčice, ozimá směska+ podsev jetelotrávy

Kj.S - skotu

vojtěška: hořčice, oz. směska+ podsev vojtěšky

Kj.D - drůbeže

Tabulka 5. Agrochemická charakteristika materiálů použitých před založením modelového pokusu

popis substrátu	pH	mg.kg ⁻¹			%	
		P	K	Mg	N	humus
kontrolní ornice	7,5	48	212	205	0,18	3,08
ornice + popílek 1.rok po zapravení/800 t.ha ⁻¹ /	7,2	110	302	223	0,19	4,28
kontrolní ornice	7,3	17	219	162	0,24	3,43
ornice+popílek 10.rok po zapravení	7,4	30	190	185	0,19	3,71
směs 3 dílů popílku a 1 dílu důl.výsypek	5,9	22	120	262	0,15	11,6 ⁺
směs 3 dílů popílku a 3 dílů důlních výsypek	6,2	21	200	514	0,10	5,20

⁺ hodnota popílku stanovená z popílku neodpovídá humusu stanovenému v půdě, jedná se o veškeré uhlíkaté složky v popílku obsažené.

Tabulka 6. Výnosy suché hmoty kukuřice v g z 1 nádoby

popis substrátu	nehnojená kontrola			+ kejda prasat 5g dusíku /4 kg		
	1.rok	2.rok	průměr	1. rok	2.rok	průměr
kontrolní ornice	48,6	18,6	33,6	125,0	63,6	94,3
ornice + popílek 1.rok po zapravení	79,9	17,2	48,5	164,9	141,0	152,9
kontrolní ornice	44,3	19,0	31,6	108,9	85,3	97,1
ornice + popílek 10. rok po zapravení	49,9	20,8	35,3	99,9	103,6	101,7
směs 3 dílů popílku a 1 dílu důl.výsypek	17,3	5,6	11,4	50,6	82,9	66,7
směs 1 dílu popílku a 3 dílů důl.výsypek	20,0	5,6	12,8	95,6	97,9	96,7

Využívání kejdy (fekálií, popřípadě kalů) má tyto výhody:

- významné urychlení rekultivačních procesů za současné možnosti okamžitého pěstování kulturních plodin na rekultivovaném složišti popílku, ihned od zahájení rekultivace
- ušetření ornice na povážku povrchu složiště a tím výrazné ušetření nákladů-finančních,
 - pohonných hmot
 - přepravní kapacity
 - průmyslových hnojiv, která se téměř zcela mohou nahradit kejdou

- c) zefektivnění využívání kejdy /důležitého organického hnojiva/, které v důsledku častého nadbytku nemůže být vždy beze zbytku využívána k účelnému hnojení zemědělských půd a bývá tak zdrojem znečišťování okolního prostředí (přehnojovaná polí, kontaminace vody dusičnany a pod.
- d) omezení sekundární prašnosti popílkových složišť, které se oproti dosud používanému "hydroosevu" zlevní nejméně 2x.
- e) významné zlepšení životního prostředí v okolí složišť popílků i provozů živočišné výroby.

P Ř E D M Ě T V Ý N Á L E Z U

1. Způsob biologické rekultivace složiště popílku o pH 4 až 10 hnojením organickými hnojivy vyznačující se tím, že se vrstva popílku prosytí kejdou prasat a/nebo skotu a/nebo drůbeže, popřípadě i kanalizačními kaly a/nebo fekáliemi, o obsahu dusíku od 0,005 do 1,5 %, fosforu od 0,005 do 0,8 %, draslíku od 0,01 do 1,2 % sušiny od 0,5 do 18 % hmotnostních v dávce od 20 do 4 000 t/ha, popřípadě se doplní o minerální živiny průmyslovými hnojivy na obsah dusíku 0,1 až 1,5 %, fosforu od 20 do 500 mg a draslíku od 50 do 1 000 mg na 1 kg popílku, přičemž pokud je pH popílku menší než 5, přidá se 0,5 až 2 t CaO na 1 ha, načež se buďto přímo ve vzniklém substrátu nebo po jeho povezení zeminou ve vrstvě od 5 do 50 cm, s výhodou do 30 cm, se ihned pěstují kulturní plodiny.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že buďto společně s kejdou a/nebo s fekáliemi, nebo samostatně se do substrátu přidávají kanalizační kaly v dávce od 50 do 6 000 t na ha s obsahem dusíku od 0,005 do 1 %, fosforu od 0,002 do 0,5 %, draslíku od 0,005 do 1 % hmot. a s obsahem zinku do 10^4 ppm, mědi do 3 000 ppm, niklu do 500 ppm, chromu do 10^3 ppm, olova do 10^3 ppm, kadmia do 25 ppm, rtuti do 25 ppm, kobaltu do 50 ppm a molybdenu do 2 000 ppm a buďto přímo ve vzniklém substrátu, nebo po jeho povážce zeminou do 50 cm se ihned pěstují kulturní plodiny.