



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

231213

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

C 05 F 3/00

(22) Přihlášeno 07 07 78
(21) (PV 1637-82)

(40) Zveřejněno 29 07 83

(45) Vydáno 15 06 86

(75)
Autor vynálezu

PETŘÍKOVÁ VLASTA ing. CSc., ŠKARDA MILAN ing. CSc.,
CHOUR VLADIMÍR ing., PRAHA, MALOCH JAN ing., ÚDLICE, FILOUŠ LADISLAV,
JIRKOV, ČMEJLA KVĚTOSLAV, CHOMUTOV

(54) Způsob výroby substrátu pro rekultivaci důlních výsypek

Vynález se týká rekultivace důlních výsypek. Likvidace odpadních zemín z povrchové důlní těžby spočívá dosud převážně v jejich uskladňování na tzv. výsypkách, které se později rekultivují na zemědělskou nebo lesní půdu. Pro zajištění odpovídajících podmínek pro následné pěstování užitkových plodin se výsypky zpravidla pováží úrodnou ornici ve vrstvě 50 cm a vydatně hnojí (převážně průmyslovými hnojivy). Účinek tohoto hnojení je dlouhodobý, takže se zde na začátku rekultivace pěstují tzv. pionýrské rostliny, teprve po nich následují plodiny užitkové, které se však ani během několika dalších let nevyrovnají výnosově plodinám pěstovaným na poli.

Effektivnější hnojení výsypkových zemín se zajistí vytvořením hnojivého substrátu, dle vynálezu, spočívajícím v tom, že se popílek o pH 4 až 10 vrství do jámy s výhodou odvodnění ve výšce od 30 do 100 cm, prosytí se kejdou prasat a nebo skotu a nebo drůbeže o obsahu N od 0,01 do 1,5 %, P od 0,005 do 0,8 %, K od 0,01 do 1,2 % při sušině od 0,5 do 18 % hmotnostních v dávce od 0,5 do 120 t na 10 t popílku a převrství se těžkou zeminou z výsypek nebo z ornice o obsahu nejméně 50 % jílovitých částic, popřípadě se doplní minerálními živinami tak, aby substrát obsahoval N od 0,1 % do 1,5 %, P od 80 do 1 000 mg a K od 100 do 1 500 mg.kg⁻¹ a pak se jednotlivé komponenty promísí a rozváží se na plochu důlních výsypek, nebo i jiné pozemky vyžadující zúrodnění.

S výhodou se promísení zajistí hlubokou proorávkou každé jednotlivé vrstvy vždy po navezení všech komponentů, nebo se promísení substrátu provádí až při vyskladoňování jámy tak, že se substrát těží v průřezu celého profilu, tj. všech jednotlivých nad sebou navezených vrstev.

Způsob výroby substrátu pro rekultivaci důlních výsypek podle vynálezu je též možno provádět tak, že se substrát mísí jednak hlubokou proorávkou každé jednotlivé vrstvy a jednak při nakládání odtěšováním z celého profilu jámy.

Výrobu substrátu lze zajistit tímto způsobem:

a) popílek se rovnoměrně vrství do podélné jámy, podobné silážní jámě se zpevněným dnem. Popílek se prosytí kejdou a zasype zeminou, buďto přímo výsypkou, nebo ornici, pokud je k dispozici. Přebytečná voda z kejdy odtéká drenáží ze zpevněného dna jámy. V případě nízkého obsahu živin v kejdě (na dolní hranici) se doplní minerální živiny běžnými průmyslovými hnojivy a je-li popílek kyselý (do pH 5) zvýší se pH přidávkou vápna (např. CaCO_3) na hodnotu nejméně nad 5 pH. Zemina se přidává do popílku v příměsi od 5 do 30 % hmotnostních: čím je zemina těžší (např. s obsahem 90 až 95 % jílovitých částic), tím méně ji lze v rámci uvedeného rozsahu použít. Přídavek zeminy slouží ke zlepšení zrnitosti složení tak, že jílovité částice zdokonalují tmelení kejdy popínkem, takže vzniklý substrát vytváří drobtovitou strukturu. Substrát lze připravovat v jámě z 1 vrstvy, tj. na vrstvu popílku např. 50 cm vysokou + kejdu se neveze např. 10 cm zeminy a po zhomogenizování se rozváží na okolní výsypku, nebo se na prvou založenou vrstvu se všemi komponenty naveze vrstva druhá, případně třetí, podle terénních podmínek a těžší se pak z profilu všechny vrstvy současně. Dávka takto vyrobeného substrátu se pohybuje od 100 do 1 000 t na 1 ha výsypek podle stupně nasycení kejdou, tj. podle obsahu živin.

b) prostorem pro vrstevnaté ukládání popílku + dalších komponentů substrátu může být i přirozeně vzniklá terénní rýha, nebo částečně upravená, bez zpevněného dna, umístěná přímo na ploše důlní výsypky nebo na jiné těžké půdě s malou propustností. Tato jáma nemusí mít stabilní umístění, lze ji vytvořit vždy co nejblíže rekultivované plochy, aby byl vzniklý substrát rozvážen do nejbližší vzdálenosti. Příměs zeminy do popílku s kejdou se zajistí přihnutím zeminy přímo z okolní jámy a promísí se do popílku prooráním jednotlivých vrstev. Dávka kejdy je omezena vodnatostí kejdy, pokud nemá jáma spodní odtok pro vodu. Není-li voda spodem odváděna, sytí se popílek kejdou pouze do stádia, kdy se začne rozplavovat, a to v dávce do 10 t kejdy na 10 t popílku: po naplavení kejdy voda částečně vyschne a sycení popílku kejdou lze opakovat až na dosažení výše uvedených hnojivých parametrů. Substrát s nižším obsahem živin se použije ve vyšší dávce a naopak (ad.a).

c) Při větších objemech zpracovávaného substrátu a při přísnějších požadavcích na ochranu prostředí před prosakováním mísených látek se jednotlivé meliorační složky mísí v jímkách (nádržích) podle příkladu 2. Kontrola průsaků se přitom zajistí drenáží svedenou do tzv. "suché" jímky, panelové zpevnění omezí ztráty cenného substrátu a jeho nekontrolovatelné pronikání do půdy a významně usnadní mechanizovanou nakládku. Ve zvlášť náročných podmínkách lze pod panelové zpevnění v celém rozsahu jímky položit nepropustnou fólii z plastické hmoty.

Technologický postup plnění jímky spočívá opět v opekování rozprostírání vrstvy popílku, jeho sycení kejdou a překrývání vrstvou ornice. K plnění jímky jednotlivými složkami substrátu se použijí buď obvyklé stavební stroje a dopravní prostředky (nákladní automobily, traktory s přívěsy, fekální vozy, cisterny HTS, buldozery aj.), při větších množstvích a dopravních vzdálenostech je výhodná hydraulická doprava podle příkladu 3.

Dostatečná promísení vrstvených složek substrátu se docílí mechanizovanou nakládkou lžicovým rýpadlem a následným rozmetáním na pozemky. Případné polotekuté zbytky na dně nádrže se shrnou buldozerem do jímky požeráku a vyčerpají fekálním vozem.

Tato jáma je určena pro celoroční výrobu substrátu pro širší okolí, tedy nejen výhradně pro důlní výsypky, ale i pro okolní zemědělské půdy, zvláště těžké, nebo naopak extrémně lehké.

Příklad 1

V modelovém pokuse jsme připravili 4 základní varianty, jednak bez hnojení, jednak s pohnováním kejdou prasat, jak je zřejmé z následujícího přehledu:

Č. var.	Zeminy	Kejda prasat
1	výsypkový jíl	-
2	výsypkový jíl + popílek v poměru 2 : 1	-
3	výsypkový jíl	na 1 kg zeminy + 0,10 kg kejdy
4	výsypkový jíl + popílek v poměru 2 : 1	na 1 kg zeminy + 0,10 kg kejdy

Hned po přípravě pokusných variant jsme odebrali vzorky zemín k analýzám, které jsou uvedeny v tabulce 1.

Pro vegetační pokus jsme odvážili 1 kg příslušných směsí (ve 4 opakování) a zaseli jsme kukuřici (v modelových miskách), kterou jsme sklídili na zeleno po 2 měsících vegetace. Po sklizni jsme opět odebrali vzorky zemín k analýzám, a rovněž jsme stanovili odběr živin rostlinami. Navíc jsme stanovili tzv. bezální respiraci, což je produkce CO_2 za 1 hodinu na 100 g čerstvé hmoty, který charakterizuje stupeň biologického oživení zemín. Veškeré výsledky jsou uvedeny rovněž v tabulce 1.

Z výsledků je jednoznačně zřejmé, že hnojení kejdou obohatilo pokusné zeminy o základní živiny i přesto, že pěstované rostliny velmi intenzivně živiny ze substrátů odčerpávají; největší přísun živin do rostlin byl zjištěn ve variantě důlních výsypků ve směsi s popínkem, a to proto, že popílek zlehčil tyto těžké výsypkové zeminy, což je zřejmé i ze zrnitostního složení těchto variant (tabulka 1). Úprava fyzikálních podmínek má proto velký význam i v kombinaci s hnojením kejdou prasat, protože dodané živiny jsou lépe využity. Vliv kejdy se bezprostředně odrazil i v tvorbě výnosů kukuřice, i přesto, že měla velmi krátkou vegetaci. Kejda se výrazně projevila také zvýšením biologické aktivity obou substrátů (jak samotných výsypkových zemín, tak směsí výsypků s popínkem). Biologické oživení vlivem kejdy je rozhodující podmínkou pro úspěšné pěstování kulturních plodin v těchto odpadních materiálech.

Příklad 2

Jímka (nádrž) pro mísení substrátu na bázi popínku.

Zemní polozapuštěná nádrž se sklony svažů 1:2. Dno a svahy jsou upraveny silničními panely např. KZD 1-300/200 a KZD 1-300/100 uloženými na 25 cm tlustý štěrkopískový filtr. Zastavěná plocha nádrže se odvodní drenáží z flexibilních trubek PVC Ls 65 se svedením průsekové vody do typové kruhové sběrné jímky ø 150 cm. Při hydraulické dopravě popínku do nádrže se nádrž vybaví typovým požerákem s bezprostředním přelivem, od kterého se přepadající voda odvádí ocelovým potrubím Js 600 délky 25 m do další typové sběrné jímky Js 150 cm a z ní se voda dopravuje dále např. čerpáním.

U silničních panelů a ostatních prefabrikátů se počítá po skončení doby využívání nádrže s demontáží a podle potřeby s vícenásobným využitím.

P ř í k l a d 3

Hydraulická doprava popílku a kejdy do jámy pro mísení substrátu (viz příklad 2).

Popílek lze do jámy dopravovat v suspenzi s vodou způsobem běžným při hydraulické dopravě z tepelných elektráren na odkaliště. Nádrž (jáma) se v opakovaných cyklech naplňuje suspenzí a po odsezení popílku se odvodňuje postupným vyhražováním hradicích dluží typového požeráku. Při tomto provozním režimu se navrhuje nejméně dvě sdružené nádrže.

Po odsazení a odvedení přebytečné vody se na usazenou vrstvu popílku napouští kejda. Při větších vzdálenostech zdroje kejdy od mísící jámy než asi 3 km je provozně a ekonomicky výhodná hydraulická doprava kejdy pomocí čerpací stanice s vřetenovými čerpadly např. typu EFF s dopravním množstvím $Q = 20 \text{ l.s}^{-1}$ a dopravní výškou $H = 100 \text{ m}$ při výkonu elektromotoru 30 kW a kejdovodního potrubí nejlépe z plastických hmot (polyetylenové podle ČSN 64 3041 nebo z neměkčeného polyvinylchloridu podle ČSN 64 3212).

Kejdu lze do nádrže napouštět buď přímo z kejdovodního potrubí pomocí hydrantových vývodů, nebo s využitím upraveného pásového zavlažovače se servopohonem, např. typu PZE-90 výrobce Sigma Olomouc. Úprava zavlažovače by spočívala v přizpůsobení délky hadice délce nádrže (dodávaná délka hadice je 300 m) a v nahrazení koncového postřikovače jinou vhodnou koncovkou ve formě rozmetáče kejdy. Rozvinování hadice zavlažovače ve směru podélné osy nádrže lze účelně řešit namísto obvyklého traktoru vrátkem, navíjení obstará vlastní servomotor zavlažovače.

Po naplavení popílku a jeho prosycením kejdou se na povrch naveze zemina, tak aby substrát po následném promísení obsahoval všechny 3 základní složky: kejdu, popílek, zeminu, eventuálně se doplní průmyslovými hnojivy, dle obsahu živin v použité kejdě. Zemina se může rozvrstvit pomocí stranového rozmetadla pojížděním po podélných stranách jámy. Výhody substrátu ke hnojení důlních výsypek dle vynálezu jsou následující:

- a) účinnější způsob hnojení rekultivovaných ploch důlních výsypek
- b) ušetření průmyslových hnojiv pro výživu rostlin na rekultivovaných plochách
- c) využití značného množství odpadního popílku pro zlehčení výsypkových zemin a tím zlepšení výživy rostlin nepřímo
- d) přímé zlepšení výživy rostlin rychle přístupnými živinami z kejdy
- e) biologické oživení výsypkových zemin kejdou a tím urychlení rekultivačních procesů v těchto zeminách
- f) usnadnění zapravování popílkového substrátu vlivem stmelení popílku kejdou a zeminou
- g) efektivní využití značného množství kejdy jejíž častá nadprodukce působí zemědělskému provozu veliké potíže
- h) rychlé ozelenění a zproduktivnění výsypkových ploch a tím i výrazné zlepšení životního prostředí celé krajiny.

T a b u l k a 1

Charakteristika jíllovitých zemin z důlních výsypků a jejich směsí s popílky - bez kejdy a s vyhojením kejdy.

Var.	Substrát	Agrochemická charakteristika						Zrnitostní složení - průměr částic v mm obsah frakcí v %					
		mg.kg ⁻¹											
		pH	N	P	K	Mg	%	<0,01	<0,001	0,001 až 0,01	0,01 až 0,05	0,05 až 0,25	0,25 až 2 m
1	výsypkový jíł	6,8	0,06	29	190	620		78,4	47,7	30,7	11,1	7,6	2,9
2	výsypkový jíł + popílek (2:1)	6,4	0,07	27	182	380		24,7	8,1	16,6	14,2	51,3	9,8
3	výsypkový jíł + kejda (10:1)	6,9	0,15	215	321	632		77,4	42,3	35,1	11,1	8,1	3,4
4	výsypkový jíł + popílek (2:1) + kejda (10:1)	6,7	0,19	232	343	491		42,9	24,6	18,3	10,1	35,8	11,2
po sklizni kukurice na zeleno													
		Agrochemická charakteristika						Odběr živin rostlinami v % mg					
		pH	N	P	K	Mg		N	P	K	Mg		
1	výsypkový jíł	6,9	0,06	28	170	585		1 243	122	3 774	394		
2	výsypkový jíł + popílek (2:1)	6,3	0,07	23	161	276		1 262	118	2 886	411		
3	výsypkový jíł + kejda (10:1)	6,9	0,11	152	198	585		2 175	218	3 307	405		
4	výsypkový jíł + popílek (2:1) + kejda (10:1)	6,8	0,12	124	144	465		2 893	233	3 529	432		
		Výnosy zelené hmoty						Bazální respir.					
		g						% zvýšení vlivem kejdy					
		mg CO ₂						% zvýšení vlivem kejdy					
1	výsypkový jíł	68,5	100				0,85	100					
2	výsypkový jíł + popílek (2:1)	63,0	100				0,68	100					
3	výsypkový jíł + kejda (10:1)	100,5	146,7				2,64	310,5					
4	výsypkový jíł + popílek (2:1) + kejda (10:1)	99,0	157,1				2,42	355,8					

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby substrátů pro rekultivaci důlních výsypek, vyznačující se tím, že se popílek o pH od 4 do 10 vrství do jámy s výhodou odvodněné ve výšce od 30 do 100 cm, prosytí se kejdou prasat a/nebo skotu a/nebo důrbeže o obsahu N od 0,01 do 1,5 %, P od 0,005 do 0,8 %, K od 0,01 do 1,2 %, při sušině od 0,5 do 18 % hmotnostních v dávce od 0,5 do 120 t na 10 t popílku a převrství se těžbou zeminou z výsypek nebo z ornice o obsahu nejméně 50 % jílovitých částic, popřípadě se doplní minerálními živinami tak, aby substrát obsahoval N od 0,10 do 1,5 %, P od 80 do 1 000 mg a K od 100 do 1 500 mg.kg⁻¹ a pak se jednotlivé komponenty promísí a rozváží se na plochu důlních výsypek, nebo i jiné pozemky vyžadující zúrodnění.

2. Způsob výroby substrátů pro rekultivaci důlních výsypek podle bodu 1, vyznačující se tím, že se promísení zajistí hlubokou proorávkou každé jednotlivé vrstvy vždy po navezení všech komponentů.

3. Způsob výroby substrátů pro rekultivaci důlních výsypek podle bodu 1, vyznačující se tím, že se promísení substrátu provádí až při vyskladňování jámy tak, že se substrát těží v průřezu celého profilu, tj. všech jednotlivých nad sebou navezených vrstev.

4. Způsob výroby substrátů pro rekultivaci důlních výsypek podle bodu 1, vyznačující se tím, že se substrát mísí jednak hlubokou proorávkou každé jednotlivé vrstvy a jednak při nakládání odtěžováním z celého profilu jámy.