



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 892

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 07 07 78
(21) PV 1638-82

(51) Int. Cl.³
C 05 F 3/00

(40) Zveřejněno 28 01 83
(45) Vydáno 01 10 85

(75)

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

(54) Způsob výroby substrátu pro rekultivaci neúrodných pozemků

Způsob výroby substrátu pro rekultivaci neúrodných pozemků z popílku o pH 4 až 10 a kejdý vyznačující se tím, že se popílek sytí kejdou prasat a/nebo akotu a/nebo drůbeže, popřípadě fekáliemi a/nebo kanalizačními kaly o obsahu N od 0,01 do 1,5%; P od 0,005 do 0,8% a K od 0,01 do 1,2% a sušiny od 0,5 do 18 % hmotnostních, přičemž kanalizační kaly obsahují Zn do 10 000, Cu do 3 000, Ni do 500, Cr do 1 000, Pb do 1 000, Cd do 25, Hg do 25, Co do 50 a Mo do 2 000 ppm, v dávce 2 až 1 000 tun kejdý popřípadě fekálií a/nebo kalů na 100 tun popílku, eventuálně se doplní průmyslovými hnojivy a vápnem, aby vzniklý substrát obsahoval N v rozsahu od 0,5 do 4%, P od 0,01 do 1,2% a K od 0,02 do 2% při pH od 5 do 10 a těžkých kovů od 3 000 ppm Zn, 1 500 Cu, 100 Ni, 200 Cr, 300 Pb, 15 Cd, 8 Hg, 20 Co a 500 ppm Mo.

Vynález řeší současně efektivní využívání 2 různorodých odpadních materiálů, jednak popílků (elektrárenských, teplárenských i jiných) a jednak kejdy prasat, skotu nebo drůbeže, nebo i fekálií, nebo kanalizačních kalů pro zúrodnění méně hodnotných půd, nebo devastovaných pozemků.

Dosud se využívání, nebo likvidace uvedených odpadních materiálů řeší izolovaně, a efekt není dostačující. Popílek byl v zemědělství vyzkoušen jako vhodný materiál pro zlepšení fyzikálních vlastností extrémních půd (těžkých nebo lehkých), kde upravuje jejich zrnitostní složení, neboť obsahuje převážně prachové částice. Těžké půdy s vysokým obsahem částic jílovitých zlehčuje a v lehkých půdách s nedostatečnou vododržností a malou sorpcí výrazně zvyšuje jejich sorpční vlastnosti. Popílek působí vhodnou úpravou fyzikálních vlastností půdy na výživu a tvorbu výnosů rostlin však pouze nepřímo. Naproti tomu je nezvratně dokázáno, že kejda je vynikající organické hnojivo, působící na výživu rostlin a tvorbu výnosů přímo, avšak její efekt je do značné míry závislý na fyzikálních podmínkách hnojené půdy. Při vyšších dávkách kejdy (100 až $200 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) může v těžké půdě fyzikální podmínky dále zhoršovat, tím že zhoršuje poměr vody ku vzduchu a v lehkých půdách s nedostatečnou sorpcí je nebezpečí úniku některých nežádoucích složek (např. dusičnanů) do spodních i povrchových vod.

Princip vynálezu spočívá v tom, že vznikne substrát, který zajistí zlepšení půdní úrodnosti komplexně: úpravu fyzikálních vlastností i přímé obohacení o rostlinné živiny a organické látky. Nevýhody dosavadních izolovaných způsobů likvidace odpadů se odstraňuje podle vynálezu tím, že se vyrábí substrát z popílku o pH 4 až 10 a kejdy, vyznačující se tím, že se popílek sytí kejdou prasat a nebo skotu a nebo drůbeže, popř. fekáliemi, a nebo kanalizačními kaly o obsahu N od 0,01 do 1,5 %, P od 0,005 do 0,8 % a K od 0,01 do 1,2 % a sušiny od 0,5 do 18 % hmotnostních, přičemž kanalizační kaly obsahují Zn do 10.000, Cu do 3.000, Ni do 500, Cr do 1.000, Pb do 1.000, Cd do 25, Hg do 25, Co do 50 a Mo do 2.000 ppm, v dávce až 1000 tun kejdy popřípadě fekálií a nebo kalů na 100 t popílku, eventuálně se doplní průmyslovými hnojivy a vápnem, aby vzniklý substrát obsahoval N v rozsahu od 0,5 do 4 %, P od 0,01 do 1,2 %, a K od 0,02 do 2 % při pH od 5 do 10 a těžkých kovů do 3.000 ppm Zn 1.500 CU, 100 Ni, 200 Cr, 300 Pb, 15 Cd, 8 Hg, 20 Co, 500 ppm Mo.

Průmyslová hnojiva se doplní při použití kejdy s nízkým obsahem živin, případně se doplní i vápno, pokud se použije popílek kyselý /do pH 4,5 až 5/. Běžná průmyslová hnojiva se dodají buďto přímo při přípravě substrátu, nebo se dohnojí až na místě, kde bude substrát využit. Doplněk fosforu zefektivní agronomický účinek substrátu vyrobeného především z kejdy skotu, která má zpravidla P v deficitu. Dávka kejdy a tím i živin závisí na způsobu využití substrátu, který je v zásadě dvojí:

1/ přímo na místě vzniku

2/ po převozu na pozemky a zapravení do půdy

ad 1/ Při využití substrátu přímo na místě vzniku se dodá v průměru na 100 t popílku 13 t kejdy: obsahuje-li kejda v průměru 0,5 % N, odpovídá to dávce 65 kg N. Popílek

na ploše 1 ha váží do hloubky 20 cm cca 2000 t (přibližně poloviční váha ornice na 1 ha), takže to odpovídá cca 1.300 kg N na 1 ha. Rozsah dávky kejdy na 100 t popílku je v rozmezí od 2 do 40 t kejdy, což odpovídá při obsahu 0,5 % N dávce 10 - 200 kg N. Při plošném přepočtu na 1 ha to odpovídá rozsahu dávky kejdy od 40 do 800 t, tj. 200 až 4.000 kg čistého dusíku (obsahuje-li kejda 0,5 % N). Vzniklý substrát obsahuje N v rozsahu od 0,05 do 2 %, P od 0,01 do 1 % a K od 0,2 do 1,8 %, při pH od 5 do 10 (podle pH použitého popílku). Substrát se využívá na místě vzniku například v těchto případech:

a/ na devastovaných pozemcích, např. zamokřených, které se povezu popílkem ve vrstvě 10 - 50 cm tak, aby se přebytečná voda z povrchu pozemku do popílku vsákla. Po rozhrnutí se rovnoměrná vrstva popílku vyhnojí plošně kejdou s pozemek se zoře co nejhlouběji tak, aby se do profilu popílkové vrstvy dostala zemina a promísila se s ní. Je-li podloží devastované zeminy kamenité, nebo nelze pozemek z jiných důvodů hluboko zaorat, poveze se substrát (popílek + kejda) vrstvou zeminy ve výšce od 5 až 10 cm výše, podle místních zdrojů zeminy. Zemina zpevní terén, sníží prašnost popílku a upraví mechanické složení budoucí ornice. Po promísení všech komponentů se ve vzniklém substrátu okamžitě pěstují zemědělské plodiny. Přednostní jsou víceleté kultury (jetelotráva, vojtěška), které nevyžadují každoroční orbu.

b/ na skládkách důlních hlušin i j. výsypkových materiálů (např. skládek z výkopů, pozemky devastované po stavbě apod.), především štěrkovitých, hrubozrnných, kde popílek rovnoměrně zasype mezery mezi "kamením". Dávka se volí tak, aby byla po urovnání včetně zasypání mezer mezi hrubými částicemi vytvořena popílková vrstva, vysoká nejméně 10 cm. Na tuto vrstvu se naveze zemina o výšce nejméně 10 cm. Kejda, popř. kaly, nebo i průmyslová hnojiva se doplní buďto před, nebo až po povezení popílkové vrstvy zeminou. Všechny komponenty se promísí orbou, v hloubce závislé na výšce vytvořeného substrátu a ihned se v něm pěstují kulturní plodiny; předností jsou víceleté kultury.

ad 2/ Při převozu substrátu za účelem zvýšení jejich úrodnosti kdy je substrát odtěžen z původního stanoviště, je ekonomicky výhodné získat substrát co nejbohatší na hlavní živiny tzn. použít k syčení popílku maximální dávky kejdy (nebo kalů) ev. s příslušným výše uvedeným doplněním o PK. Tento substrát má obsah N celk. v rozsahu od 0,1 do 4 %, P v rozsahu od 0,02 do 1,2 % K v rozsahu od 0,05 do 2 %, při pH od 5 do 10. Vyrábí se tak, že se dodá na 100 t popílku v průměru 500 t kejdy. (nebo kanalizačních kalů, nebo obou materiálů současně). Rozsah syčení popílku kejdou je pro tyto účely od 40 do 1000 t kejdy na 100 t popílku. Toto maximální syčení popílku kejdou nebo kaly (+PK) se zajišťuje na skládce popílku s pevnými hrázi, popřípadě se spodním odvodněním, kde se kejda profiluje vrstvou popílku, která zachytí živiny a pevnou frakci z kejdy (kalů) ve vrchních vrstvách popílku. Přebytečná voda z kejdy proteče do spodních vrstev, částečně se odpaří, takže vzniklý živinný substrát je tuhé konzistence (při sušině nejméně 25 %) schopný přepravy, bez nároků na speciální zařízení. Syčení popílku kejdou se proto provádí buďto přímo na složišti popílku (a to jak na dočasně odstaveném, tak na naplněném a trvale vyřazeném z provozu), nebo na menších skládkách popílku, nouzových nebo naopak speciálně k tomu účelu připravených. Na již naplaveném popílkem se kejda (kaly) naváží na jeho

povrch a po prosycení této vrchní vrstvy ve výšce 20 až 50 cm se odtěží a vyhnojí se postupně další vrstvy směrem do hloubky složiště, opět se těží a substrát se tak plynule rozváží na místo určení. Obdobně lze hnojivý substrát vyrábět i na malých skládkách k tomu upravených. Při použití kejdy s nízkým obsahem živin (viz dolní hranice rozsahu) se doplní živiny průmyslovými hnojivy. Pokud se jedná o popílek kyselý, do 5 pH, doplní se vápno, v rozsahu od 1 do 5q CaO na 100 t popílku. Při výrobě substrátu na malých meziskládkách, kde se celý obsah složiště následně odtěží, rozprostře se příslušná vrstva vápna na dno deponie a pak se naplní popílkem. Těžení substrátu se zajistí tak, že se vybere obsah deponie (veškerý substrát) až na dno, včetně uloženého vápna. Popílek lze navážet také současně s kejdou a mísit tak oba (příp. další) komponenty již při ukládání popílku. Tento postup se nevylučuje ani u velkých složišť, podaří-li se průběžně s plavením popílku zajistit i plynulý přísun kejdy do složiště.

Mechanizace pro přípravu substrátu, resp. pro homogenizaci jednotlivých složek je jednoduchá. Jednotlivé složky (popílek, kejda, případně kaly + PK v průmyslových hnojivech) se zhomogenizují při nakládání tímto postupem: Vrchní vrstva do hloubky 20 až 50 cm se shrne na hromadu (buldozerem nebo jinou běžnou mechanizací) a další promísení se zajistí při nakládání běžným nakladčem pro sypké hmoty. Na pozemku určeném pro hnojení se substrát rozmetá a zapraví obdobně jako komposty, nebo chlévská mrva. Dávka substrátu na 1 ha se řídí obsahem NPK a stupněm úrodnosti hnojeného pozemku. Čím bohatší substrát vznikne, tím nižší se použije dávka. Pro zlepšení fyzikálních vlastností půd je však nezbytné dodržet dávku nejméně 200 t (optimálně 500 až 600) popílkového substrátu na 1 ha. Obsah NPK je rovněž směrodatný pro ekonomické ukazatele, resp. pro náklady na přepravu takto vyrobeného substrátu: čím je bohatší, tím méně jej bude třeba a tím nižší náklady na přepravu vzniknou. Při výrobě substrátu z kanalizačních kalů se přímo využívá fultrační schopnosti popílku a skládka popílku slouží jako jednoduchá čistící stanice. V blízkosti objektu produkující kanalizační kaly se vybuduje deponie popílku tak, že se buldozerem vyhrnou zemní hráze do výšky od 0,5 do 3 m, nebo se využije příhodného terénu (úžlabina, která se zahradí proti úniku popílku). Prostor se naplní vrstvou popílku nejméně do výšky 0,5 m a napouští se do něj kaly. Přebytečná voda z kanalizačních kalů odtéká jednoduchým drenážním systémem umístěným v hrázce deponie. Dávka kalů může proto v tomto případě přesáhnout horní hranici sycení, neboť navezený popílek se sytí kaly opakovaně, tak dlouho, dokud jako filtr funguje, tj. pokud vody vytékající z drenáže odpovídají příslušným parametřům. Až se popílkový filtr nasytí a vznikne substrát obohacený o živiny, otežší se, naveze se znovu čistý popílek a postup se opakuje. Substrát však nesmí přesáhnout hranici následujícího obsahu těžkých kovů v ppm: Zn - 3.000, Cu - 1.500, Ni - 100, Cr - 200, Pb - 300, Cd - 15, Hg - 28, Co - 20, Mo - 500, pokud se vyrobený substrát využije výhradně pro hnojení půdy, stejně tak nesmí být substrát znečištěn bakteriologicky, proto se před aplikací na pole provede příslušný bakteriologický test. Popílek slouží také jako čistící filtr, přímo v čistících stanicích místo filtru pískového nebo jiného. Popílek se naveze do prostoru filtru např. betonové jímky se spodním odtokem vody. Kaly mohou být předem předčištěny hrubými filtry, takže před

nátokem na popílkový (biologicky-aerační) filtr mohou být chudší na živiny, tj. pod hranici výše uvedenou (tj. např. pod 0,005 % N). Stupeň nasycení popílku kanalizačními kaly není v tomto případě limitován obsahem těžkých kovů zachycených na popílkovém filtru, neboť se vzniklý "substrát" nepoužije ve vysokých dávkách k přímému hnojení pozemků: buďto se před hnojením naředí čistým popínkem a kejdou (+PK) nebo se použije jako složka do kompostů v takové dávce, aby následný výrobek nepřesáhl uvedenou hranici obsahu těžkých kovů.

Příklady provedení

Příklad 1 - Ukládání vysokých dávek kejdy do složiště popílku.

Na plochu 2 ha složiště popílku jsme navezli 3.500 t kejdy prasat. Za předpokladu, že váží popílek do hloubky 20 cm cca 2.000 t (poloviční váha oproti ornici do 20 cm), je to dávka 87,5 t na 100 t popílku. Kejda obsahovala v průměru 0,42 % N, takže 100 t popílku bylo obohaceno o 355 kg čistého N. Přehled o základních materiálech (kejda a popílek) i vzniklého substrátu je v tab. 1.

Tabulka 1. Obsah živin v kejdě a popínku po prosycení kejdou prasat.

materiál	% hmotnostní			
	N celkový	P	K	pH
kejda	0,420	0,148	0,620	7,0
popílek bez kejdy				
v hloubce do 20 cm	0,053	0,037	0,179	8,9
popílek + kejda				
do 20 cm	0,138	0,066	0,680	8,5
do 50 cm	0,056	0,047	0,195	8,8
do 100 cm	0,034	0,035	0,200	8,7

Kejda, resp. živiny z kejdy se udržely převážně ve vrchní vrstvě popílku do hloubky 20 cm, což potvrzuje vysokou filtrační schopnost popílku. Tuto skutečnost dále potvrdily výsledky analýz vzorků vody, které byly denně odebírány po dobu 15 dnů, o čemž svědčí např. obsah dusičnanů:

- 1/ průsakové vody /z drenáží hráze složiště/ obsahovaly v průměru pouze 5,48 mg NO₃ na 1 l v rozsahu od 4,0 do 5,9.
- 2/ vratné vody (odtékající středem z povrchu složiště) v průměru 10,87 mg NO₃ na 1 l v rozsahu od 8,0 do 13,7 mg.l⁻¹.

Získané hodnoty vyhovují normě pitné vody ČSN 83-06-11 obsah do 50 mg a dokonce zpřísněné normě pitné vody pro kojence do 15 mg NO₃.l⁻¹.

Příklad 2 - Modelový pokus - sycení popílku kejdou, superfosfátem a vápnem.

Základní materiál - popílek před založením pokusu obsahoval: sušina 95,6 %, N celk. 0,08 %, P - 21 mg a K - 75 mg na 1 kg zeminy, při pH 5,2. K sycení popílku byla použita kejda prasat, skotu a drubeže s tímto obsahem v % hmotnostních:

kejda	N	P	K	sušina	pH
skotu	0,205	0,033	0,235	2,10	7,40
prasat	0,323	0,071	0,143	4,44	6,60
drůbeže	0,745	0,150	0,300	7,93	7,25

Složení jednotlivých směsí a jejich obsah je uveden v tabulce 2.

Tab. 2. Složení směsí a agrochemická charakteristika substrátu

č. var.	složení směsí				charakteristika substrátu % hmotnosti				
	kg popílek kejda		SP ^g	CaCO ₃	sušina	N	P	K	Ca
1	4	-	170	100	70,4	0,150	1,02	0,84	2,44
2	4	1-S	85	100	71,7	0,177	0,54	0,73	1,93
3	4	2-S	170	100	73,0	0,225	0,96	0,86	1,96
4	4	1-P	42	100	75,3	0,179	0,31	0,77	2,21
4a	4	1-P	42	-	74,6	0,185	0,40	0,71	0,73
5	4	2-P	85	100	71,9	0,280	0,51	0,85	2,31
5a	4	2-P	85	-	72,5	0,271	0,62	0,89	1,08
6	4	1-D	14	100	74,4	0,261	0,13	0,64	2,10
7	4	2-D	28	100	73,8	0,281	0,22	0,82	1,83

Po vyschnutí na vzduchu bylo odváženo po 1 kg ze směsí variant 4a a 5a a nově přihnojeno kejdou prasat (jednak bez vápna, jednak s vápnem).

č. varianty		doplnění směsí		charakteristika substrátu				
		g na 1 kg		v % hmotnostních				
původní	nové	kejda	CaCO ₃	sušina	N	P	K	Ca
4a	8	200	-	65,9	0,263	0,29	0,45	0,97
5a	9	330	-	59,9	0,363	0,46	0,77	1,17
4a	10	200	25	67,5	0,261	0,29	0,42	1,04
5a	11	330	25	64,7	0,350	0,49	0,83	2,18

SP - superfosfát, S - kejda skotu, P - kejda prasat, D - kejda drůbeže

Kejda prasat použitá pro opakované sycení popílku kejdou obsahovala: N - 0,530 %, P - 0,16 %, K - 0,18 %, sušiny 6,35 % při pH - 8,25.

Touto kejdou jsme jako doplněk příkladu 2 znovu ověřovali sycení čistého popílku (původní vzorek základního materiálu) bez přidavku superfosfátu a CaCO₃ v dávce 0,5 kg kejdy na 1 kg popílku a získali jsme substrát s tímto obsahem: N celkový - 0,37 %, P - 0,10 %, K - 0,12 %, Ca - 0,85 % při sušině 68,26 % hmotnostních.

Příklad 3

Na složiště popílku o celkové ploše cca 0,50 ha bylo vyvezeno cca 3.000 t kanalizačních kalů v průběhu celého roku. Váží-li popílek do hloubky 20 cm na ploše 1 ha

2.000 t, pak na 0,50 ha tj. 1.000 t, odpovídá dávka 3,000 t na 0,50 ha poměru sycení 300 tun kanalizačních kalů na 100 t popílku. Po jednoletém sycení popílku kaly byl odebrán vzorek z povrchové vrstvy - do 20 cm -; popílek byl obohacen o základní živiny tak, že substrát obsahoval: 0,444 % N, 0,18 % P, 0,31 % K a 0,15 % Ca v původní hmotě při sušině 45,52 % hmotnostních. Ve vodách odtékajících ze složiště nebyl zjištěn zvýšený obsah nežádoucích složek a tyto vody vyhovovaly příslušným předpisům.

Vytvoření substrátu dle vynálezu má tyto výhody:

- a) Substrát zajistí komplexní zlepšení půdní úrodnosti: zlepšení fyzikálních vlastností půdy popílkem i přímé obohacení o rostlinné živiny, organické látky a zvýšení biologické činnosti vlivem kejdy.
- b) Sycení popílku kejdou, popřípadě kaly, umožní zachycení a efektivní využití hnojivých hodnot obsažených v těchto tekutých materiálech.
- c) Současně se tak omezí znečišťování vody a půdy, při případném přehnojování pozemků v důsledku nadbytečné produkce kejdy.
- d) Účinná čistící schopnost popílku usnadní likvidaci, resp. čištění kanalizačních kalů.
- e) Používání substrátu ušetří průmyslová hnojiva pro hnojení zemědělských půd a především pak devastovaných pozemků, vyžadujících radikální zásah pro vytvoření vyhovujících podmínek pro výživu rostlin.
- f) Rozvoz substrátu na velké plochy pozemků vzniklého z popílku z menších provozů a tepláren usnadní volbu prostoru pro ukládání popílku, neboť po vytěžení jsou tyto skládky opětovně použitelné.
- g) Postupným odtěhováním substrátu vyrobeného na velkých složištích se uvolňuje skladovací kapacita těchto skládek, takže se omezí zvyšování hrází složiště a ušetří se tak významné položky na těchto nákladech. Současně se tak oddálí požadavek energetiky na zábor dalších pozemků pro budování nových složišť.
- h) Při využívání substrátu na místě vzniku jsou vytvořeny okamžité podmínky pro pěstování kulturních plodin na těchto plochách a významně se tak usnadní rekultivace skládek popílku, nebo se zproduktivní devastované pozemky (např. po důlní činnosti, zamokřené pozemky apod.).
- ch) Zneškodňováním těchto nepříjemných "odpadních" produktů se výrazně přispěje ke zlepšení přírodního a životního prostředí v průmyslově-zemědělské oblasti.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob výroby substrátu pro rekultivaci neúrodných pozemků z popílku o pH 4 až 10 a kejdy, vyznačující se tím, že se popílek sytí kejdou prasat a/nebo skotu, a/nebo drůbeže, popřípadě fekáliemi, a/nebo kanalizačními kaly o obsahu N od 0,01 do 1,5 %, a/nebo

P od 0,005 do 0,8 % a K od 0,01 do 1,2 % a sušiny od 0,5 do 18 % hmotnostních, přičemž kanalizační kaly obsahují Zn do 10.000 ppm, Cu do 3.000 ppm, Ni do 500 ppm, Cr do 1.000 ppm, Pb do 1.000 ppm, Cd do 25 ppm, Hg do 25 ppm, Co do 50 ppm a Mo do 2.000 ppm, v dávce 2 až 1000 tun každý popřípadě fekálií a nebo kalů an 100 t popílku, popřípadě se doplní průmyslovými hnojivy a vápnem, aby vzniklý substrát obsahoval N v rozsahu od 0,5 do 4 %, P od 0,01 do 1,2 % a K od 0,02 do 2 % při pH od 5 do 10 a těžkých kovů do 3.000 ppm Zn, 1.500 ppm Cu, 100 ppm Ni, 200 ppm Cr, 300 ppm Pb, 15 ppm Cd, 8 ppm Hg, 20 ppm Co, 500 ppm Mo.