



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

200 677

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³ C 05 D 11/00

(61)

(23) Výstavná priorita
(22) Prihlášené 27 02 78
(21) PV 1211-78

(40) Zverejnené 31 01 80
(45) Vydané 01 02 83

(75) TEREN JÁN ing.,
Autor vynálezu JUHÁS MILAN ing.,
NÁDVORNÍK ROBERT ing. CSc.,
HUTÁR EDUARD ing. a
LUČANSKÝ DUŠAN ing., BRATISLAVA

(54) KVAPALNÉ HNOJIVO A SPÔSOB JEHO PRÍPRAVY

1

Predmetom vynálezu je kvapalné hnojivo vhodné najmä pre foliárne prihnojovanie rastlín, obsahujúce dusík, horčík, síru a prípadne tiež stopové prvky, vitamíny, rastový stimulátor a farbivo a spôsob jeho prípravy.

Jedným z významných spôsobov zvyšovania výnosu pestovaných kultúr v oblasti poľnohospodárstva, sadárstva, zahradkárstva apod., je využitie schopnosti rastlín prijímať živiny všetkými nadzemnými orgánmi, najmä však listami.

Rastliny sú schopné listami absorbovať základné i sekundárne živiny, ako aj stopové prvky, i keď rýchlosť absorpcie týchto živín a biologicky aktívnych látok je značne rozdielna. Napríklad Hudská G. (Agrochémia 16, /5/, 144, /1976/) uvádza pre rýchlosť sorpcie niektorých živín a stopových prvkov nasledujúce hodnoty:

Živina alebo stopový prvok	Doba 50 % sorpcie
amidický dusík	0,5 - 2 hod
fosfor	5 - 10 dní
draslík	10 - 24 hod
horčík	2 - 5 hod
vápnik, mangán, zinok	1 - 2 dni
železo, molybdén	10 - 20 dní

Jürgens C. (Der Erwerbs-Gärtner č. 17 /26/ - apríl 1972) uvádza, že najdôležitejšou živinou pri hnojení na list je bezosporu dusík. Autor v svojej práci ďalej konštatuje, že vedľa dusíka sú pre mimokoreňovú výživu rastlín veľmi dôležitými tiež horčík a niektoré stopové prvky.

V súčasnej dobe sa v zahraničí i v ČSSR vyrába rad špeciálnych kvapalných hnojív, ktoré sú odporúčané pre foliárnu aplikáciu.

Zo zahraničných prípravkov sú to napríklad Folifertil (fa Murphy Chemical Ltd., England), Wuxal (fa Aglukon a fa Philips-Duphar G. m. b. H. NSR), Kamasol blau (fa BASF, NSR), Plantan (bez stopových prvkov, fa Chemie-Wien, Rakúsko), Blattdünger 34 (fa BASF, NSR) a ďalšie.

Z komerčne vyrábaných listových hnojív v ČSSR možno uviesť napríklad Vegaflór (n. p. Spolana Neratovice), Harmavit (n. p. CHZJD Bratislava), Floran (VD Chema Praha) a iné.

Uvedené typy kvapalných hnojív, okrem dusíkatého hnojiva Blattdünger 34, majú z hľadiska použitia univerzálny charakter listových hnojív a pomerne vysokou hladinu základných živín (N, P_2O_5 , K_2O). Vo väčšine prípadov obsahujú tiež stopové prvky (Fe, Cu, Mn, Mo, Zn, Co, B), rastové stimulatory, prípadne vitamíny skupiny B, avšak obsah sekundárnych živín (Ca, Mg, S), pokiaľ sú prítomné, je obvykle veľmi nízky.

Tak isto i zloženie týchto hnojív je v určitom rozpore so závermi vyššie citovaných prác, z ktorých jednoznačne vyplýva dôležitosť vysokého obsahu, listami rastlín dobre rezorbovateľného, amidického dusíka a horčíka a to i za cenu zníženia hladiny ostatných živín.

Vhodným zdrojom dusíka pre foliárne, mimokoreňové prihnojovanie niektorých poľnohospodársky významných kultúr sú, dnes už veľkokapacitne vyrábané, kvapalné dusíkaté hnojivá na báze močoviny a dusičnanu amonneho.

Teren J., Nádvorník R., Kotvas F. v svojej práci (Agrochémia 16 /12/, 344 /1976/) uvádzajú, že na báze tohto typu kvapalného dusíkatého hnojiva a koncentrovaného vodného roztoku dusičnanu horečnatého je možno pripraviť dusíkato-horečnaté hnojivá s ľubovoľne nastaviteľným pomerom dusíka a horčíka.

Aj keď s týmto typom kvapalných dusíkato-horečnatých hnojív sa dosiahli veľmi dobre výsledky, ich určitou nevýhodou bolo, že neobsahovali dusík viazaný výlučne v amidickej forme, ktorá je listami rastlín najrýchlejšie rezorbovateľnou formou dusíka. Ďalšou nevýhodou bolo, že okrem dusíka, horčíka a malého podielu vápnika, neobsahovali vo vyššej koncentrácii žiadnu z ďalších biologicky aktívnych látok.

Vzhľadom na neustále sa zvyšujúcu výrobu a spotrebu koncentrovaných fosforečných hnojív na báze trojitého superfosfátu je v poslednom období z hľadiska praxe významnou požiadavkou zabezpečenie dostatočného obsahu asimilovateľnej síry, ktorá je osobitne dôležitá pri pestovaní soje, strukovín apod.

Kvapalné listové hnojivá, ktoré sa vyrábajú v súčasnej dobe, vo väčšine prípadov neobsahujú tiež dostatočné množstvo železa z hľadiska prevencie proti výskytu chlorózy pri niektorých druhoch rastlín (rýchlena zelenina, ovocné stromy, vinič hroznorodý, tabak apod.) a tým sú i menej vhodné na odstraňovanie jej akútnych foriem.

Deficiencia asimilovateľného železa v pôdach je značne rozšírená a ťažko sa odstraňuje (Mortvedt J. J., Wallace A., Curley R. D. Fert. Solutions 21 /1/, 26 /1977/).

Teraz sa zistilo, že uvedené nedostatky je možné odstrániť použitím kvapalného hnojiva, vhodného najmä pre foliárne prihnojovanie rastlín, obsahujúceho dusík, horčík, síru a prípadne tiež stopové prvky, vitamíny, rastový stimulátor a farbivo, ktoré na 100 hmotových dielov finálneho produktu obsahuje 25 až 40 hmotových dielov močoviny a 5 až 25 hmotových dielov síranu horečnatého.

Zistilo sa, že na základe ternárneho systému $\text{MgSO}_4 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ je možné pripraviť kvapalné N-Mg-S hnojivo o vysokej koncentrácii živín, vyznačujúce sa pomerne značnou stálosťou pri nízkych teplotách. Pri rovnakej teplote je obsah sušiny v N-Mg-S roztoku vyšší, než obsah sušiny v nasýtených roztokoch samotných základných zložiek, čo je prejavom tzv. "fyzikálno-chemického synergizmu".

Toto zistenie dokumentujú napríklad nasledujúce rovnovážne údaje získané pri teplote 0 °C.

Zloženie kvapalnej fázy sústavy $\text{MgSO}_4 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ pri 0 °C /hmot. %/					
Zložka, údaj	hmotové % zložiek				
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	40,3	-	39,13	37,91	31,48
MgSO_4	-	21,31	14,57	21,06	21,75
H_2O	59,7	78,69	46,29	41,03	46,77
sušina	40,3	21,3	53,7	58,97	52,23
hmot. pomer $\text{MgSO}_4 : \text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	-	1:2,7	1:1,8	1:1,45

Zvlášť výhodný je hmotový pomer medzi MgSO_4 a $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ v rozmedzí $\text{MgSO}_4 : \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 1 : 1,7 - 1,75$, pričom močovina sa môže k roztoku MgSO_4 pridávať v tuhej forme, alebo vo forme koncentrovaného vodného roztoku.

Ďalej sa zistilo, že prídavok niektorých chelátov (EDTA, DTPA, EDDHA) a alebo organických komplexov (lignínsulfonáty, fenypropanové komplexy, polyflavonoidy) železa, medi, mangánu, zinku a kobaltu k pripravenému N, Mg, S obsahujúcemu roztoku, umožňuje prípravu kvapalných listových hnojív so značne vysokou koncentráciou živín. Koncentrácia kovových kationov, pridaných v uvedených formách, je pritom dostatočne vysoká i pre kuratívne odstraňovanie chorôb rastlín vzniklých v dôsledku deficiencie niektorého zo stopových prvkov (napr. liečba rastlín postihnutých chlorozou kvapalným N-Mg-S hnojivom obsahujúcim Fe v chelátovej forme alebo vo forme niektorého z uvedených organických komplexov).

Ku kvapalným N-Mg-S hnojivám, pripraveným na báze močoviny a MgSO_4 , je možné pridávať vitamíny (hlavne skupiny B, obvykle B_1 tzv. thiamin alebo aneurin), stimulatory rastu (auxíny, giberelíny, kiníny) a niektoré potravinárske farbivá.

Ďalej sa tiež zistilo, že kvapalné hnojivo podľa vynálezu je možné pripraviť tak, že sa na vodnú suspenziu suroviny obsahujúcej horčík vo forme kyslíčnika a/alebo uhličitanu a/alebo hydroxidu horečnatého pôsobí kyselinou sírovou pri teplote 50 až 110 °C a k vzniknutému vodnému roztoku síranu horečnatého sa ďalej na každý hmotový diel síranu horečnatého

pridá 1 až 8 hmotových dielov močoviny a prípadne ďalej komplexotvorná látka a síran železnatý a/alebo meďnatý a/alebo zinočnatý a/alebo manganatý a/alebo kobaltnatý a/alebo anorganická zlúčenina brómu a/alebo molybdénu, vitamíny skupiny B, rastový stimulátor a vodorozpustné farbivo. Tuhý, v kyseline nerozpustný podiel z produktu sa oddelí sedimentáciou, filtráciou a/alebo odstredením.

Ako surovinu obsahujúcu horčík je výhodné použiť napríklad mätko pálený magnezit - dodávaný pod označením tehliarska alebo oceliarska múčka, ktorý obsahuje obvykle viac ako 85,0 % MgO a obsah CaO neprekračuje 3,5 %, ďalej magnezitový úlet zachytený pri pálení magnezitu, ktorý má oproti tehliarskej múčke nevýhodu v tom, že obsahuje vyšší podiel látok - predovšetkým silikátov - nerozpustných v H_2SO_4 apod.

Z technologického hľadiska súvisiaceho so zabezpečením hladkého priebehu reakcie niektorej z uvedených horečnatých surovín s kyselinou sírovou je výhodné, aby sa zo zvolenej horečnatej suroviny predom pripravila vodná suspenzia, na ktorú sa potom pôsobí s H_2SO_4 . Množstvo vody pre prípravu suspenzie, závisí od koncentrácie základných surovín, ako aj od požadovanej koncentrácie a zloženia produktu.

Kyselina sírová sa pridáva v množstve stanovenom na základe celkovej alkality Mg suroviny tak, aby sa výsledná hodnota pH produktu blížila k hodnote 7.

Za účelom dosiahnutia čo najvyššej výrobnnej kapacity je výhodné udržiavať počas reakcie teplotu reakčnej zmesi v rozmedzí 50 ° až 110 °C. Bolo zistené, že pri teplote nižšej ako 50 °C je reakčná rýchlosť pomerne malá a pri teplotách nad 100 °C je rozklad sprevádzaný intenzívnym penením reakčnej zmesi.

Celkové tepelné zafarbenie rozkladu je silne pozitívne vzhľadom na exotermický charakter reakcie a uvoľnenie zriedčovacieho tepla dávkovanej kyseliny sírovej.

Aby sa zabránilo kryštalizácii $MgSO_4$ z reakčnej zmesi, je nutné ešte za tepla pridať močovinu, čím sa dosiahne vyššia stálosť N-Mg-S roztoku. Čo najvyššia stálosť N-Mg-S roztoku pri nízkych teplotách sa dosiahne pri pomere na 1 hmotový diel $MgSO_4$ 1,7 až 1,75 hmotového dielu $CO(NH_2)_2$.

V prípade, že sa pridáva tuhá močovina (kryštalická alebo granulovaná) je možné využiť jej negatívne rozpúšťacie teplo na ochladenie reakčnej zmesi.

Po ukončení reakcie Mg-suroviny s H_2SO_4 , alebo až po zadávkovaní močoviny, je možné k reakčnej zmesi pridať všetky vopred pripravené cheláty a/alebo organické komplexy stopových prvkov. Je tiež možné a zvlášť výhodné pridať k reakčnej zmesi najprv chelátotvorné látky a/alebo látky tvoriace organické komplexy a potom postupne pridávať sírany príslušných stopových prvkov a tak zabezpečiť tvorbu ich chelátov a/alebo organických komplexov priamo v reakčnom prostredí.

V prípade potreby je možné obdobným spôsobom postupne v reakčnom prostredí alebo v základnom N-Mg-S roztoku rozpúšťať anorganické zlúčeniny bóru (kyselina boritá, borax apod.), Mo (napr. molybdénan amónny), ďalej vhodný zdroj vitamínov skupiny B, rastový stimulátor a vodorozpustné, hygienicky nezávadné farbivá.

K reakčnej zmesi, alebo k základnému N-Mg-S roztoku je možné v prípade potreby pridať

povrchovoaktívne látky priaznivo ovplyvňujúce zmáčavosť listovej plochy rastlín.

Najvhodnejším spôsobom oddeľovania tuhých podielov z reakčnej zmesi v porovnaní s filtráciou a odstredovaním je spôsob založený na sedimentácii tuhého podielu urýchlenej prídavkom vhodného flokulačného činidla.

Ďalej uvádzané príklady objasňujú, ale v žiadnom prípade neobmedzujú predmet vynálezu.

Príklad 1

Do nerezového kotlíka o objeme asi 150 l, opatreného spätným chladičom, miešadlom a teplomerom, sa predložilo 71,4 kg /l/ technickej vody a za miešania sa pridalo 17,4 kg tehliarskej múčky o nasledovnej špecifikácii:

55,4 % celk. Ca + Mg

54,46 % celk. Mg

3,77 % celk. Fe

0,46 % celk. Al

0,04 % úbytok hmotnosti pri 105 °C (za 2 hod.)

celková alkalita: 223,9 cm³ 0,2 N H₂SO₄ / 1 g tehliarskej múčky, čo odpovedá

2,196 g MH-H₂SO₄.

Do pripravenej vodnej suspenzie tehliarskej múčky sa postupne dávkovalo celkom 37,2 kg 93,15 %-nej kontaktnej H₂SO₄, čo predstavovalo cca 90,7 % z potreby podľa stanovenej celkovej alkality tehliarskej múčky (prebytok tehliarskej múčky cca 10 %). Teplota reakčnej zmesi sa udržiavala dávkovaním kyseliny sírovej v rozmedzí 90 - 100 °C. Celé množstvo H₂SO₄ (37,2 kg) sa zadávkovalo v priebehu 30 min., tj. kyselina sírová sa dávkovala rýchlosťou 20,67 g . s⁻¹. Po pridaní celého množstva kyseliny sa reakčná zmes miešala ešte ďalšiu polhodinu. Potom sa k reakčnej zmesi za neustáleho miešania pridalo 73,8 kg granulovanej (prilovanej) močoviny, v dôsledku čoho sa jej teplota znížila z 86 °C na 50 °C. Po úplnom rozpustení celého pridaného množstva močoviny sa k reakčnej zmesi pridalo 200 g 5 %-ného vodného roztoku flokulačného činidla "Tiofloc B-1" a po dôkladnom zhomogenizovaní sa táto nechala v kúde stáť do druhého dňa. Po vysedimentovaní kalu sa vyčírený N-Mg-S roztok oddelil. Získalo sa 177,8 kg číreho N-Mg-S roztoku a 21 kg riedkeho kalu.

Takto pripravený N.Mg.S roztok mal túto špecifikáciu:

17,5 % celk. amidického N

7,2 % celk. MgO (4,34 % Mg)

5,7 % celk. S

merná hmotnosť d_{20 °C} = 1371,2 kg.m⁻³

pH 20 °C 8,0

teplota kryštalizácie = -8 °C.

Z uvedeného zloženia N-Mg-S roztoku vyplýva, že tento v 1 m³ obsahoval približne 240 kg N, 100 kg MgO (59,5 kg Mg) a 80 kg S.

Príklad 2

Zariadenie a spôsob postupu bol ten istý ako bolo uvedené v príklade 1, rozdiel bol

200 877

v druhu použitej horečnatej suroviny. Ako Mg-surovina sa použil magnezitový úlet, tzv. Romag o špecifikácii:

40,17 % celk. Mg, tj. 66,6 % MgO

1,25 % celk. Ca

3,92 % celk. Fe

0,08 % celk. Al

1,67 % úbytok hmotnosti pri 105 °C za 2 hod.

celková alkalita: 161,5 cm³ 0,2N H₂SO₄ / 1 g Romagu, čo zodpovedá 1,584 g MH-H₂SO₄ na 1 g Romagu.

Dávkované množstvá jednotlivých surovín boli tieto:

72,6 kg technickej vody

24,46 kg magnezitového úletu Romag

37,8 kg 93,15 %-nej kontaktnej H₂SO₄

75,1 kg komerčnej granulovanej močoviny.

Už popísaným spôsobom sa získalo 170 kg číreho kvapalného N-Mg-S hnojiva obdobných vlastností, ako bolo uvedené v príklade 1.

Príklad 3

Do zariadenia ako bolo uvedené v príklade 1, sa predložilo 78,12 kg technickej vody a za intenzívneho miešania sa pridalo 13,0 kg tehliarskej múčky o špecifikácii uvedenej v príklade 1.

Ďalej sa postupne dávkovalo 26,54 kg 93,15 %-nej kontaktnej H₂SO₄ a 9,1 kg síranu železnatého (odpad pri výrobe titanovej beloby rozkladom ilmanitového koncentráту kyselinou sírovou o zložení:

18,05 % Fe (tj. cca 89,8 %-ný FeSO₄ · 7H₂O)

5.10⁻² - 1.10⁻¹ % TiO₂

1,0 - 1,5 % MgO (0,6 - 0,9 % Mg)

0,1 - 0,5 % voľnej H₂SO₄

2,0 - 5,0 % naviazanej vody.

Po rozpustení síranu železnatého sa za miešania postupne pridalo 12 kg technickej dvojsoďnej soli kyseliny etyléndiamínotetraoctovej a po jej rozpustení sa postupne pridalo 61,7 kg granulovanej močoviny.

K takto získanému intenzívne hnedo-červenému, mierne zakalenému roztoku sa pridalo 200 g 100 %-ného vodného roztoku flokulačného činidla Tiofloc B-1 a po zhomogenizovaní sa nechá kal vyseďimentovať. Po sedimentácii kalu sa hnedo-červený číry roztok oddelil od vrstvy sedimentu a na každý kg roztoku sa za miešania pridalo 3,5 g vodného roztoku draselnej soli beta-indolyloctovej kyseliny, obsahujúceho v 1 g 1,5 mg uvedeného rastového stimulátora.

Takto pripravené kvapalné N-Mg-FeEDTA-S hnojivo malo túto špecifikáciu:

14,8 % N

3,6 % Mg (6 % MgO)

0,82 % Fe viazaného vo forme chelátu

4,7 % S

V 1000 kg roztoku je 5,25 g heteroauxínu.

Fyzikálno-chemické vlastnosti tohto hnojiva:

merná hmotnosť $d_{20^{\circ}\text{C}} = 1347 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

dynamická viskozita (20°C): 24,2 mPa.s(cP)

acidita $\text{pH}_{20^{\circ}\text{C}} = 6,0$

bod kryštalizácie (stanovený metódou zmiznutia posledného kryštálu) = $-15,9^{\circ}\text{C}$.

Z tejto špecifikácie vyplýva, že tento typ kvapalného listového hnojiva obsahuje pri 20°C v 1 m^3 približne:

200 kg N, 80 kg MgO (48,24 kg Mg), 11 kg Fe (vo forme FeEDTA), 63 kg S.

Príklad 4

Do sulfonáčnej banky objemu $2,5 \text{ dm}^3$, opatrenej spätným chladičom, teplomerom, dávkovacou - prikvapkávanou nálevkou a účinným miešadlom sa predložilo 510,7 g vody a za miešania sa postupne pridalo 170,0 g kalcinovaného magnezitu tzv. tehliarskej múčky rovnakého chemického zloženia ako bolo uvedené v príklade 1. K takto pripravenej vodnej suspenzii horečnatej suroviny sa za miešania a chladenia vodou v spätnom chladiči počas 60 minút postupne cez prikvapkávacu nálevku zadávkovalo 331,7 g kontaktnej kyseliny sírovej obsahujúcej 93,15 % $\text{MH-H}_2\text{SO}_4$.

Pri dodržiavaní strednej rýchlosti dávkovania kyseliny asi $5,5 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$ udržiavala sa teplota reakčnej zmesi v rozmedzí $95 - 100^{\circ}\text{C}$. Po zadávkovaní predpísaného množstva kyseliny sírovej sa reakčná zmes miešala ešte asi 30 minút, pričom jej teplota klesla pod 50°C .

Ďalej sa k reakčnej zmesi postupne za miešania pridalo 610,0 g 30 %-ného vodného roztoku sodnej soli kyseliny dietyléntriámín-pentaoctovej - $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{O}_{10}\text{Na}_5$ (DTPA) a 113,8 g odpadového síranu železnatého (zelenej skalice) rovnakej kvality ako v príklade 3. Po úplnom rozpustení $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sa v reakčnej zmesi za miešania rozpustilo 771,3 g technickej prilovanej močoviny.

K reakčnej zmesi sirupovitej konzistencie sa pridalo 2,5 g vodného roztoku flokulantu (Tiofloc B-1), ktorý obsahoval 0,25 g účinnej látky.

V priebehu 2 - 4 hodín došlo u roztoku ponechaného v klude k úplnej sedimentácii kalového podielu, čo umožnilo oddeliť číry roztok tmavočervenej farby od vysedimentovaného kalu.

Vyššie uvedeným spôsobom sa získalo 2 260 g listového kvapalného hnojiva, ktoré bolo špecifikované nasledovne:

I. chemické zloženie: - obsah amidického dusíka : 14,80 % N

- obsah horčíka : 5,24 % MgO

- obsah železa : 0,75 % Fe

- obsah síry : 4,55 % S

II. fyzikálno-chemické vlastnosti:

- merná hmotnosť $d_{20^{\circ}\text{C}}$: 1372,6 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$

- $\text{pH}_{20^{\circ}\text{C}}$: 7,6

Kvapalné N-Mg-Fe-S hnojivo pripravené popísaným spôsobom bolo v zriedení 1 : 400 vodou použité pre foliárne prihnojenie ovocných drevín.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Kvapalné hnojivo vhodné najmä pre foliárne prihnojovanie rastlín, obsahujúce dusík, horčík, síru a prípadne tiež stopové prvky, vitamíny, rastový stimulátor a farbivo, vyznačujúci sa tým, že v 100 hmotových dieloch finálneho produktu obsahuje
25 až 40 hmotových dielov močoviny a
5 až 25 hmotových dielov síranu horečnatého.
2. Spôsob výroby kvapalného hnojiva podľa bodu 1 vyznačujúci sa tým, že sa na vodnú suspenziu suroviny obsahujúcej horčík vo forme kysličníka a/alebo uhličitanu a/alebo hydroxidu horečnatého pôsobí kyselinou sírovou pri teplote 50 °C až 110 °C a k vzniknutému vodnému roztoku síranu horečnatého sa ďalej na každý hmotový diel síranu horečnatého pridá 1 až 8 hmotových dielov močoviny a prípadne ďalej komplexotvorná látka a síran železnatý a/alebo meďnatý a/alebo zinočnatý a/alebo manganatý a/alebo kobaltnatý a/alebo anorganická zlúčenina bóru a/alebo molybdénu, vitamíny skupiny B, rastový stimulátor a vodorozpusťné farbivo, pričom tuhý v kyseline nerozpustný podiel sa z produktu oddelí sedimentáciou, filtráciou a/alebo odstredením.