

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2014-910

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C01B 33/12 (2006.01)
C01B 33/18 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **16.12.2014**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.10.2016**
(Věstník č. 41/2016)

- (71) Přihlašovatel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec 1, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. Dora Kroisová, Ph.D., Liberec 1, CZ
Ing. Mateusz Fijalkowski, Ph.D., 25-553 Kielce, PL
Ing. Kinga Adach, Ph.D., 99-400 Lowicz, PL
Ing. Janusz Skolimowski, Ph.D., Łódź 94-120, PL
- (74) Zástupce:
STRNAD
Patentová a známková kancelář, Ing. Václav
Strnad, Rychtářská 375/31, 460 14 Liberec 14

provede v hmotnostních procentech.

- (54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob přečištění biologického odpadu
vznikajícího při zpracování zemědělských
plodin charakterizovaných vysokým
obsahem oxidu křemičitého od nežádoucích
doprovodných iontů prvků**

- (57) Anotace:
Technologie přečišťování biologických odpadů
vznikajících při zpracování zemědělských plodin,
zejména rýže seté a částí ječmene setého, respektive
rýžových slupek a/nebo rýžových stonků s cílem
odstranit podstatnou část iontů prvků, které jsou
nežádoucí z hlediska získání oxidu křemičitého
požadované kvality z těchto zbytků plodin. Zejména se
jedná o draselné, vápenné, hliníkové, hořčíkové a
sodíkové ionty. Nenamletý biologický odpad nebo
namletý biologický odpad se bez jakékoliv předchozí
úpravy vloží do uzavřeného reaktoru s přidávkou
nasyčeného roztoku octanu amonného nebo s přidávkou
nasyčeného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného,
načež se uzavřený reaktor vystaví působení mikrovlnné
energie s ohřevem na teplotu 90 °C až 120 °C po dobu 50
minut až 120 minut, přičemž za uvedených podmínek
proběhne chemická reakce, jejímž výsledkem je
odstranění nežádoucích doprovodných iontů uvedených
prvků a následně po ochlazení na laboratorní teplotu se
provede opakované promytí přečištěného produktu
destilovanou vodou. Vyhodnocení úbytku nežádoucích
doprovodných iontů prvků v biologickém odpadu se

CZ 2014 - 910 A3

Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin charakterizovaných vysokým obsahem oxidu křemičitého od nežádoucích doprovodných iontů prvků

Oblast techniky

Vynález se týká technologie přečišťování biologických odpadů vznikajících při zpracování zemědělských plodin, zejména rýže seté a částí ječmene setého, respektive rýžových slupek a rýžových stonků s cílem odstranit ionty, které jsou nežádoucí z hlediska získání oxidu křemičitého požadované kvality z těchto zbytků plodin. Oxid křemičitý získaný z rostlinných částí tohoto druhu je označován jako biomorfní oxid křemičitý. Tento oxid křemičitý získávaný spálením při teplotách, při kterých dochází k odstranění organické fáze, je znečištěn ionty zejména draslíku, vápníku, hliníku, hořčíku, sodíku, které se dostávají do částí rostlin při jejich růstu a jsou pro rostlinu nepostradatelné. Ionty, pokud nejsou odstraněny, se po spálení organické fáze (celulózy, hemicelulózy a ligninu) stávají součástí popílku s vysokým obsahem oxidu křemičitého, znečišťují jej a negativně ovlivňují tvar, velikost a měrný povrch jeho částic. Je-li popílek s vysokým obsahem oxidu křemičitého získaný z těchto rostlinných částí zbavený doprovodných iontů, vykazuje vysokou čistotu a stává se vhodným materiálem pro využití nejen ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu jako plnivo nebo abrazivo, ale také v oblasti elektroniky. V současné době je nanostrukturní biomorfní silika považována za perspektivní a environmentálně přijatelnou alternativu v mnoha oborech materiálového průmyslu.

Dosavadní stav techniky

Na základě studia struktur a materiálových složení rostlinných částí bylo zjištěno, že některé typy rostlin jsou vyztuženy křemíkem, respektive hydratovaným amorfním oxidem křemičitým, časté označení je také biogenní opál nebo silika. Obsah amorfního oxidu křemičitého se liší podle druhu rostlin a podle části rostlinného těla. Částice o velikosti desítek nanometrů vytvářejí kompaktní materiál ve formě vrstev, jejichž tloušťka dosahuje jednotek mikrometrů a které jsou velmi dobře spojeny s organickými složkami rostliny (celulózou, hemicelulózou, ligninem, pektinem, vosky). V menší nebo větší míře se částice nacházejí v buněčných stěnách, kde přispívají k základní ochraně nebo zpevnění rostlin. Tím poskytují částem rostlinných těl specifickou povrchovou ochranu, často zde dochází ke zvýšení tuhosti nebo tvrdosti. Tato fyzikálně-mechanická ochrana souvisí s odolností rostlin vůči napadení jinými organismy, ať se jedná o mikroorganismy, houby, plísně nebo býložravce.

Zemina, již dominují aluminosilikátové minerály, je zdrojem většiny anorganických prvků, které se zabudovávají do struktury rostlin, a to jako makroelementy tak mikroelementy, vstřebatelné rostlinným kořenovým systémem. Tento nepostradatelný zdroj všech prvků je obsažen v půdním roztoku, který je prvky zásobován v procesu zvětrávání, rozpouštění, iontové výměny, přítomnosti plynů v půdě a jejich nepřetržitým spolupůsobením. Kořenový

system rostlin má zásadní roli jak v absorpci minerálů, tak i v jejich solubilizaci, to je úpravě půdního systému pro jejich využití. Některé druhy rostlin mají schopnost absorbovat koloidní roztok kyseliny orthokřemičité z půdy, ve které rostou a v důsledku řady biochemických procesů a fotosyntézy dochází k vytváření systému částic oxidu křemičitého. Obsah oxidu křemičitého se v rostlinách značně liší a pohybuje se v rozmezí 0,1 ~~1,4~~ až 10 % hmotnostních, výjimečně i výše. V případě rýže seté (*Oryza sativa*) rýžové slupky obsahují až 23 % hmotnostních oxidu křemičitého.

Touto přírodní biochemickou cestou se stávají části vybraných rostlin, zejména rýžové stonky a slupky akumulátorem nanočástic biomorfního oxidu křemičitého a tím ideálním surovinovým zdrojem pro jeho získávání a využití.

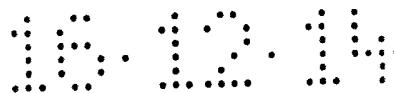
Mezi rostliny s vyšší schopností absorpce kyseliny orthokřemičité patří rýže setá (*Oryza sativa*), přeslička rolní (*Equisetum arvense*), přeslička zimní (*Equisetum hyemale*, syn.: *Hippochaete hyemalis*) a ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.). Mezi celosvětově nejvýznamnější plodinu patří rýže setá, jejíž roční produkce se v současné době pohybuje celosvětově kolem 685 miliónů tun a je základní potravinou pro polovinu světové populace. Po zpracovávání sklizené rýže zůstává 1,0 až 1,5 násobek hmotnosti rýžových stonků a 0,2 až 0,33 násobek hmotnosti rýžových slupek.

V současné době patří proces spalování mezi nejběžnější způsob zpracování rostlinných zbytků za účelem získání siliky s vysokou čistotou, malou velikostí částic a přiměřenou porozitou, která je analogická silice vyráběné průmyslovými procesy při teplotách dosahujících až 1700 °C. Termogravimetrickými analýzami byly identifikovány teploty, při kterých dochází k degradaci celulózy, hemicelulózy a ligninu, to je složek, které jsou hlavní součástí rostlinných zbytků. Teploty se pohybují v rozmezí 300 ~~1,4~~ až 600 °C. Kompletní degradace organické fáze nastává při teplotách cca 650 °C, zůstává popel, který je více nebo méně znečištěn sodíkem, draslíkem, vápníkem, hořčíkem, hliníkem a fosforem, a to podle způsobu provedené předúpravy.

Vlastnímu procesu spalování předchází ve většině případů předúprava, která je zásadní pro získání výsledného produktu to je oxidu křemičitého s velikostí částic v desítkách nanometrů, s vysokou čistotou, respektive s velmi malým obsahem sloučenin sodíku, draslíku, vápníku, hořčíku, hliníku a fosforu. Výše zmíněné sloučeniny způsobují na jedné straně snížení teploty destrukce rostlinných zbytků, chovají se jako tavidla, což by bylo ekonomicky výhodné, na druhé straně způsobují jejich spékání a mají negativní vliv na čistotu, velikost částic a velikost pórů získaného oxidu křemičitého.

Předúprava rýžových slupek a rýžových stonků je většinou prováděna při zvýšené teplotě v 0,1 až 10 M kyselině chlorovodíkové v kratším nebo delším časovém horizontu, ve kterém dochází k odstranění uvedených iontů. Dalšími alternativními činidly jsou kyselina sírová, kyselina octová, ale i destilovaná voda, peroxid vodíku a vybrané iontové kapaliny. Po takto provedených předúpravách následuje promytí a usušení.

Procesy předúpravy a následného pálení slupek jsou ověřeny a zdokumentovány v řadě odborných publikací. Podle literární rešerše byly tyto způsoby získávání siliky popsány pro různé druhy rostlin obsahujících ve svých rostlinných částech vyšší množství oxidu



křemičitého (přesličky, rýžové slupky a stonky, stonky cukrové třtiny). Analytické metody běžně využívané k popisu velikosti částic, chemického složení, měrného povrchu, porozity, určení typu vazeb na povrchu oxidu křemičitého jsou SEM, EDAX, TEM, TGA, FT-IR, BET.

Podstata vynálezu

Podstatou řešení podle vynálezu je použití takového technologického procesu charakteristického zvolenou teplotou, při které dochází k působení vhodné chemikálie na vstupní surovinu typického složení, dobou náběhu na teplotu procesu, výši teploty procesu, dobou po jakou proces probíhá, dobou poklesu teploty na laboratorní teplotu a výkonem reaktoru, ve kterém proces probíhá a následně úbytkem množství doprovodných iontů vyjádřených v hmotnostních procentech. Pro procesy přečišťování je možné použít příkladně mikrovlnný reaktor Synthos 3000 (Anton Paar).

Při procesu přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin charakterizovaných vysokým obsahem nanostrukturního biomorfního oxidu křemičitého od nežádoucích doprovodných iontů prvků, zejména draselných, vápenných, hliníkových, hořčíkových a sodíkových dochází působením nasyceného roztoku soli, kterým je octan amonný nebo hydrogenperoxosíran draselný, a to na vstupní surovinu charakteristickou obsahem nanostrukturního biomorfního oxidu křemičitého v rozmezí do 35-ti hmotnostních procent u vysušené suroviny. Biologický odpad obsahuje množství doprovodných iontů prvků, jako je draslík, sodík, vápník, hořčík nebo hliník. Působením nasyceného roztoku soli octanu amonného nebo hydrogenperoxosíranu draselného na vstupní surovinu biologického odpadu při procesu probíhajícího za specifikovaných podmínek dojde k rozpuštění nežádoucích doprovodných iontů prvků, které jsou následně odstraněny opakovaným promytím destilovanou vodou. Biologický odpad je umístěn do uzavřeného reaktoru společně s nasyceným roztokem soli octanu amonného nebo společně s nasyceným roztokem hydrogenperoxosíranu draselného a reaktor je vystaven působení mikrovlnné energie s ohřevem na teplotu 90 až 120 °C po dobu 50 minut až 120 minut, přičemž za uvedených podmínek proběhne chemická reakce. Vložená surovina je po této fyzikálně-chemické předúpravě resp. očištění zbavena iontů prvků, které snižují kvalitu získaného produktu a rovněž negativně ovlivňují tvar, velikost a měrný povrch částic oxidu křemičitého, který je možno následně získat spálením meziproductu vzniklého přečištěním vstupní suroviny.

Přečištění biologického odpadu vzniklého při zpracování zejména zemědělských plodin je provedeno za užití 0,5 gramů až 2,0 gramů nenamletého nebo namletého biologického odpadu s přídatkem 30 ml nasyceného roztoku octanu amonného nebo nasyceného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného. V tomto poměru se na větší množství použitého biologického odpadu užije odpovídající množství nasyceného roztoku octanu amonného nebo nasyceného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného. Biologickým odpadem zemědělských plodin přírodního původu jsou s výhodou slupky a stébla rýže seté nebo části ječmene setého nebo přírodním biologickým zdrojem jsou části přesličky rolní a/nebo části přesličky lesní a/nebo části přesličky zimní.

Mletí vstupní suroviny je provedeno následujícím způsobem a zahrnuje několik fází. Prvé hrubé mletí suroviny se provede ve vibračním stroji s frekvencí vibrací 25 až 35 Hz osazeném jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 20 mm po dobu 4 až 6 minut, druhé jemné mletí se provede ve shodném vibračním stroji za stejných podmínek se třemi ocelovými koulemi o velikosti průměru 3 mm po dobu 4 až 6 minut. Následuje finální ultra jemné mletí ve shodném vibračním stroji a za shodných podmínek s jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 10 mm v kombinaci s třicetipěti korundovými koulemi o velikosti průměru 3 mm do získání částic namleté suroviny v rozmezí od 1 ~~µm~~ do 250 µm.

Vstupní surovinou jsou rostlinné zemědělské odpady a části rostlin charakteristické vyšším obsahem oxidu křemičitého a přítomností doprovodných iontů draslíku, vápníku, hliníku, hořčíku nebo sodíku, které jsou nežádoucí z hlediska získání finálního produktu, to je nanostrukturního biomorfního oxidu křemičitého. Tyto suroviny byly podrobeny základní charakterizaci, kterou byl získán přehled o rozložení anorganické fáze v organické fázi a přehled o přítomnosti doprovodných iontů a jejich množství. Obě analýzy byly provedeny na rastrovacím elektronovém mikroskopu. Vstupní surovina do procesu očišťování může být použita jako namletá nebo nenamletá. Vyhodnocování úbytku nežádoucích doprovodných iontů prvků v přečištěné surovině resp. v přečištěném biologickém odpadu je provedeno v hmotnostních procentech.

V provedeném procesu přečištění namleté suroviny slupek rýže seté v nasyceném roztoku octanu amonného se snížil obsah iontů K o 97,8 % hmotnostních, Ca o 87,2 % hmotnostních, Al o 32,5 % hmotnostních, Mg o 94,7 % hmotnostních a Na o 73,0 % hmotnostních. V provedeném procesu přečištění namleté suroviny, kterou byly slupky rýže seté v nasyceném roztoku hydrogenperoxosíranu draselného se snížil obsah iontů K o 93,7 % hmotnostních, Ca o 93,2 % hmotnostních, Al o 37,8 % hmotnostních, Mg o 93,6 % hmotnostních a Na o 75,0 % hmotnostních. Ohřev reaktoru byl udržován po dobu 60-ti minut na teplotě 100^o °C. Za uvedených podmínek proběhla chemická reakce, jejímž výsledkem je odstranění shora uvedeného množství nežádoucích doprovodných iontů vyjmenovaných prvků.

V provedeném procesu přečištění nenamleté suroviny slupek rýže seté v nasyceném roztoku octanu amonného se snížil obsah iontů K o 99,0 % hmotnostních, Ca o 80,2 % hmotnostních, Al o 85,5 % hmotnostních, Mg o 94,8 % hmotnostních a Na o 77,5 % hmotnostních. V provedeném procesu přečištění nenamleté suroviny slupek rýže seté v nasyceném roztoku hydrogenperoxosíranu draselného se snížil obsah iontů K o 98,8 % hmotnostních, Ca o 88,1 % hmotnostních, Al o 94,8 % hmotnostních, Mg o 91,5 % hmotnostních a Na o 77,4 % hmotnostních. Teplota v reaktoru byla udržována po dobu 60-ti minut na hodnotě 100^o °C. Za uvedených podmínek proběhla chemická reakce, jejímž výsledkem je odstranění shora uvedeného množství nežádoucích doprovodných iontů vyjmenovaných prvků.

uskutečnění

Příklady provedení vynálezu

V příkladných provedeních vynálezu byla věnována pozornost zejména slupkám rýže seté, které ve své struktuře obsahují nejvíce nanostrukturního biomorfního oxidu křemičitého s dalšími příměsemi jako jsou ionty draslíku, vápníku, hliníku, hořčíku a sodíku. Postupem

podle vynálezu byly slupky rýže seté v maximální možné míře zbaveny nežádoucích doprovodných iontů uvedených prvků. Následující příklady uvádějí odzkoušené metody pro odstranění nežádoucích příměsí prvků.

Příklad 1

Namletá surovina v množství 2 g se bez jakékoliv předchozí úpravy vloží do uzavřeného reaktoru. Následně je přidáno 30 ml nasyceného roztoku octanu amonného. Připravený roztok se surovinou ze slupek rýže seté je vystaven působení mikrovlnné energie o maximálním výkonu 1000 W. Proces očišťování slupek rýže seté probíhá podle následujících teplotních parametrů řízených mikrovlnným výkonem. Ohřev reaktoru na teplotu 100 °C během 3 minut, výdrž na této teplotě 60 minut, chlazení na teplotu 25 °C během 20 minut. V průběhu procesu očišťování je kontrolován tlak v reakční teřlonové trubici, který se pohybuje v rozmezí 4,0 ~~bar~~ až 5,0 baru.

Mletí vstupní suroviny bylo provedeno následujícím způsobem. Prvé hrubé mletí suroviny se provede ve vibračním stroji s frekvencí vibrací 30 Hz osazeném jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 20 mm po dobu 5 minut, druhé jemné mletí se provede ve shodném vibračním stroji za stejných podmínek se třemi ocelovými koulemi o velikosti průměru 3 mm po dobu 5 minut. Následuje finální ultra jemné mletí ve shodném vibračním stroji a za shodných podmínek s jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 10 mm v kombinaci s třicetipěti korundovými koulemi o velikosti průměru 3 mm do získání částic namleté suroviny v rozmezí od 10 ~~um~~ do 80 μm .

Po kontrolní strukturní a chemické analýze zkoumaný vzorek vykazuje následující snížení obsahu doprovodných iontů K, Ca, Al, Mg, Na. Shora popsáním procesem očišťování namleté suroviny v octanu amonném se snížil obsah iontů K o 97,8 % hmotnostních, Ca o 87,2 % hmotnostních, Al o 32,5 % hmotnostních, Mg o 94,7 % hmotnostních a Na o 73,0 % hmotnostních ~~procent~~.

Příklad 2

Namletá surovina v množství 2 g se bez jakékoliv předchozí úpravy vloží do uzavřeného reaktoru. Následně je přidáno 30 ml nasyceného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného. Připravený roztok včetně vložené suroviny je vystaven působení mikrovlnné energie o maximálním výkonu 1000 W. Proces očišťování probíhá podle následujících teplotních parametrů řízených mikrovlnným výkonem: ohřev reaktoru na teplotu 100 °C během 3 minut, výdrž na této teplotě 60 minut, chlazení na teplotu 25 °C během 20 minut. V průběhu procesu očišťování je kontrolován tlak v reakční trubici, který se pohybuje v rozmezí 4,0 ~~bar~~ až 5,0 baru.

Prvé hrubé mletí suroviny je provedeno ve vibračním stroji s frekvencí vibrací 30 Hz osazeném jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 20 mm po dobu 6 minut, druhé jemné mletí se provede ve shodném vibračním stroji za stejných podmínek se třemi ocelovými koulemi o velikosti průměru 3 mm po dobu 6 minut. Následuje finální ultra jemné mletí ve shodném vibračním stroji a za shodných podmínek s jednou ocelovou koulí o velikosti

průměru 10 mm v kombinaci s třicetipěti korundovými koulemi o velikosti průměru 3 mm do získání částic namleté suroviny v rozmezí od 6 ~~µm~~ do 35 µm.

Výše popsaným procesem očišťování namleté suroviny v hydrogenperoxosíranu draselném se snížil obsah iontů K o 93,7 % hmotnostních, Ca o 93,2 % hmotnostních, Al o 37,8 % hmotnostních, Mg o 93,6 % hmotnostních a Na o 75,0 % hmotnostních ~~procent~~.

Příklad 3

Nenamletá surovina v množství 0,5 g se bez jakékoliv předchozí úpravy vloží do uzavřeného reaktoru. Následně je přidáno 30 ml nasyceného roztoku octanu amonného. Připravený roztok s vloženou surovinou je vystaven působení mikrovlnné energie o maximálním výkonu 1000 W. Proces očišťování probíhá podle následujících teplotních parametrů řízených mikrovlnným výkonem: ohřev reaktoru na teplotu 100 °C během 3 minut, výdrž na této teplotě 60 minut, chlazení na teplotu 25 °C během 20 minut. V průběhu procesu očišťování je kontrolován tlak v uzavíratelné reakční trubici, který se pohybuje v rozmezí 4,0 ~~bar~~ až 5,0 baru.

Výše popsaným procesem očišťování nenamleté suroviny v octanu amonném se snížil obsah iontů K o 99,0 % hmotnostních, Ca o 80,2 % hmotnostních, Al o 85,5 % hmotnostních, Mg o 94,8 % hmotnostních a Na o 77,5 % hmotnostních ~~procent~~.

Příklad 4

Nenamletá surovina v množství 0,5 g se bez jakékoliv předchozí úpravy vloží do uzavřeného reaktoru. Následně je přidáno 30 ml nasyceného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného. Připravený roztok se surovinou je vystaven působení mikrovlnné energie o maximálním výkonu 1000 W. Proces očišťování probíhá podle následujících teplotních parametrů řízených mikrovlnným výkonem: ohřev reaktoru na teplotu 100 °C během 3 minut, výdrž na této teplotě 60 minut, chlazení na teplotu 25 °C během 20 minut. V průběhu procesu očišťování je kontrolován tlak v reakční trubici, který se pohybuje v rozmezí 4,0 ~~bar~~ až 5,0 baru.

Výše popsaným procesem očišťování nenamleté suroviny v hydrogenperoxosíranu draselném se snížil obsah iontů K o 98,8 % hmotnostních, Ca o 88,1 % hmotnostních, Al o 94,8 % hmotnostních, Mg o 91,5 % hmotnostních a Na o 77,4 % hmotnostních procent.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin charakterizovaných vysokým obsahem nanostrukturního biomorfního oxidu křemičitého od nežádoucích doprovodných iontů prvků, zejména draselných, vápenných, hliníkových, hořčíkových a sodíkových, **v y z n a ě n ý t í m**, že nenamletý biologický odpad nebo namletý biologický odpad se bez jakékoliv předchozí úpravy vloží do uzavřeného reaktoru s přídavkem nasyceného roztoku octanu amonného nebo s přídavkem nasyceného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného, načež se uzavřený reaktor vystaví působení mikrovlnné energie s ohřevem na teplotu 90^{°C} až 120^{°C} po dobu 50 ~~minut~~ až 120 minut, přičemž za uvedených podmínek proběhne chemická reakce jejímž výsledkem je odstranění nežádoucích doprovodných iontů uvedených prvků a následně po ochlazení na laboratorní teplotu se provede opakované promytí přečištěného produktu destilovanou vodou.
2. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že na 0,5 ~~gramu~~ až 2,0 gramy namletého nebo nenamletého biologického odpadu se použije 30 ml nasyceného roztoku octanu amonného nebo nasyceného roztoku hydrogenperoxosíranu draselného.
3. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že vyhodnocení úbytku nežádoucích doprovodných iontů prvků v biologickém odpadu se provede v hmotnostních procentech.
4. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že první hrubé mletí suroviny biologického původu se provede ve vibračním stroji s frekvencí vibrací 25 až 35 Hz osazeném jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 20 mm po dobu 4 až 6 minut, druhé jemné mletí se provede ve shodném vibračním stroji a za shodných podmínek se třemi ocelovými koulemi o velikosti průměru 3 mm po dobu 4 až 6 minut a finální ultra jemné mletí se provede ve shodném vibračním stroji za shodných podmínek s jednou ocelovou koulí o velikosti průměru 10 mm v kombinaci s třicetipěti korundovými koulemi o velikosti průměru 3 mm do získání částic namleté suroviny přírodního původu v rozmezí od 1 ~~um~~ do 250 μm .
5. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 1 a 3, **v y z n a ě n ý t í m**, že v provedeném procesu přečištění namleté suroviny v nasyceném roztoku octanu amonného nebo resp. v nasyceném roztoku hydrogenperoxosíranu draselného se snížil obsah iontů K o 97,8 % hmotnostních nebo resp. o 93,7 % hmotnostních, Ca o 87,2 % hmotnostních nebo resp. o 93,2 % hmotnostních, Al o 32,5 % hmotnostních nebo resp. o 37,8 % hmotnostních, Mg o 94,7 % hmotnostních nebo resp. o 93,6 % hmotnostních, Na o 73,0 % hmotnostních nebo resp. o 75,0 % hmotnostních.

6. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 1 a 3, **v y z n a ě n ý t í m**, že v provedeném procesu přečištění nenamleté suroviny v nasyceném roztoku octanu amonného nebo resp. v nasyceném roztoku hydrogenperoxosíranu draselného se snížil obsah iontů K o 99,0 % hmotnostních nebo resp. o 98,8 % hmotnostních, Ca o 80,2 % hmotnostních nebo resp. o 88,1 % hmotnostních, Al o 85,5 % hmotnostních nebo resp. o 94,8 % hmotnostních, Mg o 94,8 % hmotnostních nebo resp. o 91,5 % hmotnostních, Na o 77,5 % hmotnostních nebo resp. o 77,4 % hmotnostních.

7. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se použije biologický odpad přírodního původu obsahující ve vysušeném stavu do 35-ti hmotnostních procent nanostrukturního biomorfního oxidu křemičitého.

8. Způsob přečištění biologického odpadu vznikajícího při zpracování zemědělských plodin podle nároku 7, **v y z n a ě n ý t í m**, že biologickým odpadem zemědělských plodin přírodního původu jsou slupky a stébla rýže seté nebo části ječmene setého nebo přírodním biologickým zdrojem jsou části přesličky rolní a/nebo části přesličky lesní a/nebo části přesličky zimní.