ČESKÁ REPUBLIKA
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

PATENTOVÁ LISTINA

Josef Kratochvíl
předseda
Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví

udělil podle § 34 odst. 3 zákona č. 527/1990 Sb., v platném znění,

PATENT

číslo

309299

na vynález uvedený v přiloženém popisu.

V Praze dne: 10.08.2022

Za správnost:

Barbora Kronková
oddělení rejstříků

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

309 299

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C12M 1/04	(2006.01)
C02F 3/34	(2006.01)
C02F 3/30	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-692**
(22) Přihlášeno: **18.12.2020**
(40) Zveřejněno: **10.08.2022**
(Věstník č. 32/2022)
(47) Uděleno: **29.06.2022**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **10.08.2022**
(Věstník č. 32/2022)

(56) Relevantní dokumenty:
Kantartzi, Styliani & Vaiopoulou, Eleni. (2006). Kinetic characterization of nitrifying pure cultures in chemostate. Global NEST Journal Copyright©Vol. 8; No. 1; 43-51; ISSN: 2241-777X.
CN 104556411 A.

(73) Majitel patentu:
Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6, Suchdol, CZ

(72) Původce:
Ing. Pavel Švehla, PhD., Praha 4, Krč, CZ
Ing. Pavel Míchal, Ph.D., Praha 6, Břevnov, CZ
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc., dr.h.c., Praha 4, Krč, CZ

(74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52, 170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:

Zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, způsob kultivace nitrifikační biomasy a použití tohoto zařízení

(57) Anotace:
Předkládané řešení se týká vývoje a provozu zařízení pro kultivaci biomasy schopného zpracovávat fugát procesem nitrifikace za účelem využití této biomasy k inokulaci provozního reaktoru schopného zpracovat v rámci dané bioplynové stanice veškerou produkci fugátu či její požadovanou část. Zařízení obsahuje nádrž, která obsahuje alespoň jeden aerační element, připojený ke zdroji tlakového vzduchu; vstup pro substrát, umístěný ve spodní třetině výšky nádrže; výstup pro nitrifikační biomasu, s výhodou umístěný v úrovni hladiny kapaliny v nádrži; sondu pro měření pH, umístěnou uvnitř nádrže a připojenou k měřicí a regulační jednotce; sondu pro měření koncentrace O_2, umístěnou uvnitř nádrže a připojenou k měřicí a regulační jednotce; vstup pro pH regulační činidlo, připojený k čerpadlu připojenému k zásobníku pro pH regulační činidlo; přičemž čerpadlo a aerační element jsou zpětnovazebně připojeny k měřicí a regulační jednotce. Řešení se dále týká způsobu kultivace nitrifikační biomasy ve výše popsaném zařízení a použití tohoto zařízení.

CZ 309299 B6

Zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, způsob kultivace nitrifikační biomasy a použití tohoto zařízení

Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy schopného zpracovávat kapalnou frakci digestátu označovanou jako fugát. Toto zařízení slouží jako zdroj kultury obsahující nitrifikační bakterie a lze jej využít k získání biomasy pro zapracování velkoobjemového nitrifikačního reaktoru schopného zpracovat veškerou, popřípadě alespoň její požadovanou část, produkce fugátu v rámci bioplynové stanice.

Dosavadní stav techniky

Nitrifikace může být využita jako metoda vedoucí k minimalizaci ztrát dusíku při skladování fugátu a při jeho aplikaci na půdu. Jedná se o biochemický proces, při kterém je amoniakální dusík (*N*-amon) nejprve činností nitritačních mikroorganismů (AOB - Ammonium Oxidising Bacteria) převáděn na dusitanový dusík ($N\text{-}NO_2^-$), který následně nitratační mikroorganismy (NOB - Nitrite Oxidising Bacteria) transformují na dusičnanový dusík ($N\text{-}NO_3^-$). Oxidovaný dusík ve formě $N\text{-}NO_3^-$, resp. $N\text{-}NO_2^-$, není na rozdíl od amoniaku těkavý a z tohoto hlediska je možno ho považovat za „stabilní“ formu bezpečnou z pohledu ztrát dusíku při skladování fugátu a jeho aplikaci na zemědělskou půdu. Z hlediska potenciálního provozu systému pro nitrifikaci fugátu za účelem minimalizace ztrát dusíku je zásadní také skutečnost, že v první (nitritační) fázi procesu nitrifikace je uvolňován ion H^+. To vede při nitrifikaci ve vodním prostředí obsahujícím extrémně vysoké koncentrace *N*-amon při relativně nízké hodnotě kyselinové neutralizační kapacity (což jsou typické vlastnosti fugátu) k poklesu hodnoty pH. Díky tomu může nitrifikace ztráty dusíku při manipulaci s fugátem snížit i v případě, že zdaleka ne veškerý *N*-amon obsažený původně ve fugátu je převeden na oxidované formy. Pokles pH vyvolaný průběhem nitrifikačního procesu totiž vede k radikálnímu snížení zastoupení těkavého NH_3, který přechází na netěkavý NH_4^+. Zpracování fugátu nitrifikací může být využito také jako předstupeň pro jeho tepelné zahuštění využitelné ke snížení objemu fugátu a z něj plynoucímu poklesu nákladů na skladování a transport fugátu (PV 307725). Abychom při tepelném zahušťování zamezili únikům amoniaku do destilátu, je nutné nejprve upravit hodnotu pH fugátu do mírně kyselé oblasti (≤6,0). Nejjednodušší metodou, jak tohoto cíle dosáhnout, je dávkování minerální kyseliny. Nevýhodou tohoto přístupu je však vysoká spotřeba chemikálií a z ní plynoucí provozní náklady. Problémem může být i okyselování půdy po aplikaci takto upraveného fugátu. Nabízí se však možnost „stabilizace“ dusíku vedoucí k jeho udržení v tepelně zahuštěném produktu právě s využitím nitrifikace, která převede *N*-amon, resp. jeho významnou část, na netěkavé oxidované formy dusíku a zároveň vede k poklesu pH. Aplikace metody zpracování fugátu založené na nitrifikaci amoniakálního dusíku obsaženého v surovém fugátu a následném tepelném zahuštění nitrifikovaného fugátu využívajícím přebytečné teplo produkované v rámci provozu bioplynových stanic (BPS) může z výše nastíněných důvodů kromě minimalizace ztrát dusíku při manipulaci s fugátem přinést i potřebné zakoncentrování živin do proudu tepelně zahuštěného nitrifikovaného fugátu majícího charakter komplexního kapalného hnojiva. Destilát vznikající při tepelném zahušťování nitrifikovaného fugátu bude možno využít jako procesní vodu, například pro optimalizaci obsahu sušiny v substrátu vstupujícím do anaerobního reaktoru bioplynové stanice.

V ČR ani ve světě dosud nejsou v provozním měřítku žádné zkušenosti s aplikací procesu nitrifikace pro zpracování fugátu za účelem optimalizace využití v něm obsažených živin. V rámci dlouhodobých laboratorních testů a navazujících poloprovozních zkoušek však bylo jednoznačně prokázáno, že proces může být bez větších problémů iniciován i v prostředí obsahujícím fugát. Potvrzena byla i možnost dlouhodobého stabilního provozu nitrifikačního reaktoru zpracovávajícího fugát, přičemž bylo zjištěno, že regulací technologických a fyzikálně-chemických parametrů procesu je možno řídit účinnost převedení *N*-amon na oxidované formy

dusíku i zastoupení $N\text{-}NO_3^-$ i $N\text{-}NO_2^-$ mezi konečnými produkty nitrifikace (Svehla, P., Radechovska, H., Pacek, L., Michal, P., Hanc, A., Tlustos, P., Waste Management. 2017, 64, 96-106). Navzdory literárním předpokladům bylo zjištěno, že problémem nemusí být ani velice nízká hodnota pH v nitrifikačním reaktoru dosahující hodnoty 4,5. Nitrifikace může s poměrně vysokou rychlostí přeměny *N*-amon dosahující až 0,7 kg/(m^3·d) probíhat i přes extrémně vysoké hodnoty chemické spotřeby kyslíku CHSK ve fugátu pohybující se v řádu desítek tisíc mg/l.

Transformace procesu do provozních podmínek panujících v objektech reálných zemědělských bioplynových stanic a konstrukce reaktoru, který bude v rámci dané bioplynové stanice schopen zpracovat veškerou denní produkci fugátu, popřípadě její požadovanou část, však není dosud vyřešena. Je tedy potřeba identifikovat postupy pro aplikaci nitrifikace jakožto metody zpracování fugátu v provozním měřítku. Postup zapracování reaktoru, který byl aplikován v laboratorních a poloprovozních podmínkách (Svehla, P., Radechovska, H., Pacek, L., Michal, P., Hanc, A., Tlustos, P., Waste Management. 2017, 64, 96-106), je velice zdlouhavý a celkově nevhodný pro aplikaci v plně provozních podmínkách. Je založen na naplnění celého reaktoru inokulem, zpravidla aktivovaným kalem z biologického čištění odpadních vod a přináší poměrně zásadní problémy. Pomineme-li nutnost zajistit a transportovat množství aktivovaného kalu z čistírny odpadních vod (ČOV) dosahující v závislosti na místních podmínkách desítky až stovky m^3, mohou nastat i problémy s nakládáním s odtokem z nitrifikačního reaktoru. Při zapracování reaktoru poměrně dlouho (několik desítek dnů až několik měsíců) z reaktoru odchází nitrifikovaný fugát, který je v poměrně vysokém poměru zředěn aktivovaným kalem použitým jako inokulum. Nakládání s takovým materiálem je přitom velmi problematické.

Podstata vynálezu

Cílem předkládaného vynálezu je poskytnout zařízení, které umožňuje kultivovat nitrifikační biomasu, kterou lze následně využít k inokulaci provozního reaktoru pro nitrifikaci fugátu z bioplynových stanic. Jako perspektivní postup pro bezproblémové zahájení provozu nitrifikačního reaktoru pro zpracování veškeré denní produkce fugátu či její požadované části, který může eliminovat výše popsané problémy stavu techniky, je strategie kdy se před vlastním uvedením nitrifikačního reaktoru do provozu v areálu řešené bioplynové stanice umístí poloprovozní zařízení podle předkládaného vynálezu, ve kterém se nakultivuje nitrifikační biomasa, která následně poslouží k inokulaci provozního nitrifikačního reaktoru. S výhodou je možno za tímto účelem využít zařízení mobilní, které bude schopno iniciovat proces postupně v areálech různých bioplynových stanic. Poté, co proběhne zapracování reaktoru v rámci dané bioplynové stanice, bude tedy možno mobilní zařízení transportovat do objektu jiné bioplynové stanice a tam zahájit zapracování dalšího nitrifikačního reaktoru schopného zpracovat veškerou denní produkci fugátu, resp. její požadovanou část. Zařízení se také může uplatnit při řešení technologických problémů hrozících kolapsem velkoobjemového nitrifikačního reaktoru.

Předmětem předkládaného vynálezu je zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, které obsahuje:

– nádrž, která obsahuje alespoň jeden aerační element, připojený ke zdroji tlakového vzduchu;

– měřicí a regulační jednotku, umístěnou vně nádrže;

– vstup pro substrát, umístěný ve spodní třetině výšky nádrže; substrátem se rozumí médium, obsahující amoniakální dusík, který potřebují nitrifikační bakterie jako substrát; s výhodou je substrátem fugát, tedy kapalná frakce fermentačního zbytku produkovaného v rámci provozu bioplynových stanic;

– výstup pro nitrifikační biomasu, s výhodou umístěný v horní třetině výšky nádrže; nejvýhodněji je výstup pro nitrifikační biomasu umístěný tak, aby byl na úrovni hladiny kapaliny v nádrži, aby nitrifikační biomasa vytékala samospádem;

– sondu pro měření pH, umístěnou uvnitř nádrže a připojenou k měřicí a regulační jednotce;

– sondu pro měření koncentrace O_2, umístěnou uvnitř nádrže a připojenou k měřicí a regulační jednotce;

– vstup pro pH regulační činidlo, připojený k čerpadlu připojenému k zásobníku pro pH regulační činidlo,

– vstup pro odpěňovač, připojený k zásobníku pro odpěňovač;

přičemž čerpadlo a aerační element jsou zpětnovazebně připojeny k měřicí a regulační jednotce.

Výhodou umístění výstupu pro nitrifikační biomasu v úrovni hladiny kapaliny v nádrži je samovolný odtok nitrifikační biomasy (samospádem).

Zařízení podle předkládaného vynálezu přináší možnost realizovat zdlouhavou kultivaci vhodné nitrifikační kultury ve velice malém objemu, a navíc zcela mimo vlastní systém, který bude sloužit v provozních podmínkách jako nitrifikační reaktor pro zpracování veškeré denní produkce fugátu či její požadované části.

S výhodou se před vlastní iniciací procesu kultivace v zařízení podle předkládaného vynálezu, za účelem minimalizace času nezbytného pro dosažení optimálních parametrů systému, celý proces simuluje v laboratorních podmínkách. V rámci této simulace jsou definovány optimální parametry kultivačního procesu (cílové zatížení zařízení dusíkem, provozní hodnota pH atd.). Zapracování biologického procesu probíhajícího v zařízení podle předkládaného vynálezu může probíhat paralelně s výstavbou provozního reaktoru v areálu dané bioplynové stanice. Tím se eliminují časové prodlevy spojené s iniciací procesu.

Při zahájení provozu zařízení podle předkládaného vynálezu se celý objem nádrže naplní inokulem, například lze použít aktivovaný kal odebraný v biologickém stupni městské čistírny odpadních vod. Poté dojde k zahájení dávkování substrátu (například fugátu) do nádrže zařízení. Další postup pak bude vycházet z místních podmínek. Cílové zatížení nádrže dusíkem a optimální cílová pracovní hodnota pH budou stanoveny s ohledem na místní podmínky s využitím výsledků laboratorních testů (viz níže). Cílové zatížení dusíkem se předpokládá v rozsahu 0,3 až 0,8 kg/(m^3·d); cílová provozní hodnota pH pak v rozmezí 4,5 až 6,0. Fugát bude do nádrže zařízení naplněné aktivovaným kalem zpočátku dávkován s intenzitou odpovídající počátečnímu zatížení 10 % z cílové hodnoty v podmínkách s regulací pH na 7,0. V tomto režimu bude reaktor pracovat po dobu 10 dnů. Následně se zatížení systému po dobu 10 dnů zvýší na 20 % cílové hodnoty a v rámci dalších desetidenních period postupně na 40, 60 a 80 % z cílové hodnoty. Tím bude po 50ti dnech dosažen cílový výkon reaktoru. Současně s nárůstem zatížení nádrže zařízení bude snižována provozní hodnota pH. Jakmile bude dosaženo cílové provozní hodnoty pH, bude možno odtok z nádrže zařízení využít k inokulaci plně provozního reaktoru pro nitrifikaci fugátu, který bude pracovat v analogických podmínkách.

Systém pracuje na principu chemostatu, tedy bez recirkulace nitrifikační biomasy. Zařízení je vybaveno rozvodem tlakového vzduchu (ze zdroje tlakového vzduchu do aeračních elementů a z nich do nádrže zařízení), který zajistí aerobní podmínky nezbytné k uspokojivému průběhu procesu nitrifikace. Homogenizace biomasy v nádrži zařízení a potřebný kontakt v něm obsaženého *N*-amon s nitrifikační biomasou je také zajištěn provzdušňováním.

V jednom provedení je zdroj tlakového vzduchu vybraný ze skupiny zahrnující dmychadlo a kompresor.

Ze zdroje tlakového vzduchu je vzduch rovnoměrně rozváděn do aeračního elementu, s výhodou

do několika aeračních elementů, s výhodou umístěných na dně nádrže, výhodněji umístěných po celé ploše dna nádrže. Aerační elementy slouží pro pneumatické míchání suspenze biomasy v nádrži vzduchem. Aerační elementy v počtu nejméně jednoho kusu zajišťují homogenizaci suspenze v celém jejím objemu a zamezují její sedimentaci. Aerační elementy mohou být realizovány různým způsobem, podle typu aplikace, např. perforovaným materiálem, děrovanou trubkou nebo tryskami (vhodně perforovanou hadicí s výhodou z pružného materiálu, jejíž otvory se v klidovém stavu samy uzavírají, perforovanou nebo porézní plochou apod. Aerační elementy jsou napojené na zdroj tlakového vzduchu. Aerační elementy mohou být provozovány v různém zvoleném režimu bublání, např. v režimu kontinuálním (nepřetržitém), nebo v režimu diskontinuálním (přerušovaném), kdy dochází k významné úspoře tlakového vzduchu, aniž je přitom omezen míchací účinek pneumatické aerace. Aeračními elementy mohou být například Edi FlexAir Disc 9“ Micro či 12“ High Cap, případně 12“ High Cap PTFE (Environmental Dynamics Inc., USA). Aerační elementy zajišťují distribuci vzduchových bublin do biomasy v nádrži zařízení.

Vstup pro substrát je s výhodou umístěný u dna nádrže, ale vertikálně nad aeračními elementy. Tak je zajištěno, že vzduchové bubliny prostupují celým objemem biomasy. Výstup pro nitrifikační biomasu je s výhodou umístěný v horní třetině výšky nádrže, ideálně tak, aby byl na úrovni hladiny kapaliny v nádrži, protože je žádoucí samovolný odtok nitrifikační biomasy samospádem. Transport substrátu do nádrže a popřípadě odtok nitrifikační biomasy z nádrže s výhodou zajišťují peristaltická čerpadla.

V rámci zařízení je zapotřebí zajistit kontinuální měření hodnoty pH v reaktoru a koncentrace kyslíku. Současně je nutné instalovat systém schopný v reaktoru udržovat potřebnou hodnotu pH (dávkování pH regulačního činidla, kterým může být NaOH, vápno či jiná zásada) a koncentraci kyslíku (řízení intenzity dodávání tlakového vzduchu). K tomu slouží sonda pro měření pH a sonda pro měření koncentrace O_2, umístěné uvnitř nádrže a připojené k měřicí a regulační jednotce. Je možno využít běžné měřicí a regulační systémy dostupné na trhu. Hodnota pH se reguluje přidáváním pH regulačního činidla čerpadlem ze zásobníku. pH regulační činidlo může být vybrané ze skupiny zahrnující vodné roztoky hydroxidů alkalických kovů, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$.

Ve výhodném provedení je k měřicí a regulační jednotce zpětnovazebně připojen rovněž zdroj tlakového vzduchu, což zajišťuje plynulou a automatickou regulaci intenzity provzdušňování v závislosti na naměřené hodnotě koncentrace O_2 v biomase.

Je potřeba počítat s rizikem zvýšené tvorby pěny při provzdušňování substrátu v nádrži zařízení. Proto zařízení podle předkládaného vynálezu obsahuje vstup pro odpěňovač, připojený k zásobníku pro odpěňovač. Skrze tento vstup je odpěňovač dávkován ze zásobníku odpěňovače do nádrže. Výhodněji je zásobník pro odpěňovač připojený k dávkovači, který je zpětnovazebně připojený k měřicí a regulační jednotce. Lze tak zautomatizovat dávkování odpěňovače do nádrže.

V jednom provedení zařízení podle předkládaného vynálezu má nádrž tvar v podstatě válce o objemu v rozmezí od 0,5 do 2 m^3, s výhodou o objemu 1 m^3.

V jednom provedení zařízení podle předkládaného vynálezu je nádrž vyrobena z plastu, s výhodou je plast vybraný ze skupiny zahrnující polypropylen (PP), polyvinylchlorid (PVC) a polyethylen s vysokou hustotou (PE-HD).

Předmětem předkládaného vynálezu je dále způsob kultivace nitrifikační biomasy v zařízení podle předkládaného vynálezu, který obsahuje kroky, kdy se nádrž zařízení nejprve naplní inokulem, například lze použít aktivovaný kal odebraný v biologickém stupni městské čistírny odpadních vod. Vzhledem k relativně stálému složení splaškových odpadních vod produkovaných v různých městech (resp. vzhledem k v podstatně fixnímu poměru koncentrace substrátu nitrifikačních organismů a ostatních organismů ve splaškové vodě) je zastoupení nitrifikačních organismů v aktivovaném kalu z různých městských čistíren odpadních vod velice podobné a k inokulaci

zařízení je tedy možno použít aktivovaný kal z libovolné nitrifikující městské čistírny odpadních vod. Poté se zahájí dávkování substrátu, ve kterém je možno vykultivovat nitrifikační biomasu (například fugátu) do nádrže zařízení skrze vstup pro substrát, s výhodou za pomoci peristaltického čerpadla. Substrátem je kapalina, obsahující amoniakální dusík ve vysoké koncentraci (alespoň 500 mg/l, s výhodou 500 až 5000 mg/l), například fugát, kalová voda vznikající při odvodňování anaerobně stabilizovaného kalu, skládkový výluh a průmyslové odpadní vody. Ten slouží jako substrát pro nitrifikační bakterie, které tento substrát oxidují na dusitany a dusičnany. Substrát se spolu s inokulem v nádrži provzdušňuje pomocí aeračního elementu, připojeného ke zdroji tlakového vzduchu. Rychlost dávkování substrátu a aerace je regulována měřicí a regulační jednotkou v závislosti na pH a koncentraci O_2 v nádrži a na hodnotě cílového zatížení dusíkem. Regulace pH probíhá pomocí dávkování pH regulačního činidla do nádrže.

Cílové zatížení dusíkem se předem určí v rámci laboratorní simulace celého procesu. V malém laboratorním reaktoru (objem cca 1 až 5 l) se proces nitrifikace iniciuje a provozuje analogicky jako v případě popisovaného zařízení podle předkládaného vynálezu (zatížení zařízení dusíkem a pH při zahájení kultivace závisí na použitém inokulu a zdroji fugátu - jeho chemickém složení). Postupnou regulací podmínek, zejména průtoku fugátu, se určí, jaké zatížení je systém v daných podmínkách schopen zpracovat. Rychlost dávkování substrátu (fugátu) je určena požadovaným zatížením zařízení dusíkem. Závisí na cílovém zatížení dusíkem a na koncentraci amoniakálního dusíku ve zpracovávaném substrátu (fugátu). Zatížení dusíkem se vypočítá jako součin koncentrace dusíku v substrátu (fugátu) a průtoku substrátu (fugátu) vztažený na objem nádrže.

Cílové zatížení dusíkem je s výhodou v rozsahu 0,3 až 0,8 kg/(m^3·d); cílová provozní hodnota pH pak v rozmezí 4,5 až 6.

V nejvýhodnějším provedení je cílové zatížení dusíkem 0,5 kg/(m^3·d) a cílová provozní hodnota pH má hodnotu 5.

Po dobu prvních 10 dnů se biomasa do nádrže zařízení dávkuje s intenzitou odpovídající počátečnímu zatížení 10 % z cílové hodnoty v podmínkách s regulací pH na 7,0.

Následně se zatížení systému po dobu 10 dnů zvýší na 20 % cílové hodnoty a v rámci dalších desetidenních period postupně na 40, 60 a 80 % z cílové hodnoty. Tím se po 50ti dnech dosáhne cílového výkonu reaktoru.

Současně s nárůstem zatížení nádrže zařízení se snižuje provozní hodnota pH. Jakmile je dosaženo cílové provozní hodnoty pH, lze odtok z nádrže zařízení využít k inokulaci plně provozního reaktoru pro nitrifikaci fugátu, který bude pracovat v analogických podmínkách.

Předmětem předkládaného vynálezu je rovněž použití výše popsaného zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy.

Instalace zařízení v objektu zemědělské bioplynové stanice umožní rychlé zapracování velkoobjemového nitrifikačního reaktoru schopného zpracovat veškerou produkci fugátu v rámci dané bioplynové stanice, popřípadě její požadovanou část. Zařízení podle předkládaného vynálezu je přitom konstruováno takovým způsobem, aby bylo možno jej po zapracování reaktoru v objektu dané bioplynové stanice transportovat do areálu jiné bioplynové stanice za stejným účelem.

Objasnění výkresů

Obrázek 1: Základní schéma zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, které obsahuje: nádrž 1, aerační elementy 2, zdroj 3 tlakového vzduchu, vstup 4 pro substrát a výstup 5 pro nitrifikační biomasu, sondu 6 pro měření pH, sondu 7 pro měření koncentrace O_2, měřicí a regulační jednotku 8, vstup 9 pro pH regulační činidlo, čerpadlo 10, zásobník 11 pro pH regulační činidlo, vstup 12

pro odpěňovač, zásobník 13 pro odpěňovač.

Příklad uskutečnění vynálezu

Bylo sestrojeno zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, jehož schéma je na obr. 1. Mobilní jednotka zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, schopná zpracovávat například fugát, může pracovat například jako systém popsaný v dalším textu. Nádrž 1 zařízení využívaná v rámci mobilní jednotky byla vyrobena z plastu (polypropylen, PP) a má tvar válce o vnitřním průměru 1000 mm. Vnější průměr činí 1012 mm, celková výška válce pak 1800 mm. Maximální pracovní objem nádrže činí 1 m^3. Hodnotu pH a koncentraci rozpuštěného kyslíku je možno měřit a regulovat s využitím měřicího a regulačního systému složeného ze sondy 6 pro měření pH, sondy 7 pro měření koncentrace O_2, a měřicí a regulační jednotky 8 (interface a vlastní řídicí jednotka (GRYF XBP; GRYF HB, spol. s r.o., ČR)). Dle požadované hodnoty pH je systém schopen spustit peristaltické čerpadlo 10 (PCD 21; Kouřil dávkovací čerpadla, ČR) s vodným roztokem NaOH (40 % hmotnostně), který zajistí dosažení požadované hodnoty pH v nádrži 1. Dávkování substrátu (fugátu) do nádrže 1 zajišťuje peristaltické čerpadlo (PCD 1082; Kouřil dávkovací čerpadla, ČR). Dávkování fugátu je kontinuální. Systém pracuje na principu chemostatu, tedy bez recirkulace nitrifikační biomasy. Vzduch zajišťující aerobní podmínky a homogenizaci směsi v reaktoru je do systému kontinuálně vháněn pomocí zdroje 3 tlakového vzduchu, v tomto případě pomocí membránového dmychadla schopného dodat 500 l vzduchu za minutu (Secoh JDK-S-500; Secoh, Japonsko). Rovnoměrnou distribuci vzduchových bublin v celém objemu reaktoru zajišťují tři kruhové aerační elementy 2 o průměru 23 cm s propustností vzduchu 0 až 9,5 m^3/hod (Edi FlexAir Disc 9“ Micro; Environmental Dynamics Inc., USA).

Výše popsané zařízení bylo využito k inokulaci reaktoru pro nitrifikaci veškeré produkce fugátu o celkovém objemu 120 m^3 v objektu zemědělské bioplynové stanice o instalovaném elektrickém výkonu 0,5 MW a denní produkci fugátu 20 m^3 při průměrné koncentraci *N*-amon ve fugátu 3,0 g/l. Cílové zatížení nitrifikačního reaktoru dusíkem bylo stanoveno na 0,5 kg/(m^3·d). Fugát byl do nádrže 1 zařízení, naplněné aktivovaným kalem z městské čistírny odpadních vod, zpočátku dávkován s intenzitou odpovídající počátečnímu zatížení dusíkem 0,05 kg/(m^3·d) v podmínkách s regulací pH na 7,0. To znamenalo počáteční průtok cca 17 l za den. V tomto režimu reaktor pracoval po dobu 10 dnů. Následně se zatížení systému po dobu 10 dnů zvýšilo na cca 0,10 kg/(m^3·d) a v rámci dalších desetidenních period postupně na 0,20; 0,30; 0,40 a 0,50 kg/(m^3·d). To znamenalo postupné zvyšování denního průtoku na 34, 68, 102, 136 a 170 l za den. Tím bylo po 50ti dnech dosaženo cílového výkonu reaktoru cca 0,5 kg/(m^3·d). Současně s nárůstem zatížení nádrže 1 zařízení byla snižována provozní hodnota pH. Po třiceti dnech od zahájení dávkování fugátu do zařízení došlo k jejímu snížení ze 7,0 na 6,5, po čtyřiceti pěti dnech na 6,0; po šedesáti dnech na 5,5 a po 80ti dnech na 5,0. Jakmile toho bylo dosaženo, bylo možno odtok z nádrže 1 zařízení považovat za plně kultivovanou nitrifikační biomasu a využít ji k inokulaci plně provozního reaktoru pro nitrifikaci fugátu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro kultivaci nitrifikační biomasy, **vyznačené tím**, že obsahuje:
− nádrž (1), která obsahuje alespoň jeden aerační element (2), připojený ke zdroji tlakového vzduchu (3);
− měřicí a regulační jednotku (8), umístěnou vně nádrže (1);
− vstup (4) pro substrát, umístěný ve spodní třetině výšky nádrže (1);
− výstup (5) pro nitrifikační biomasu, s výhodou umístěný v horní třetině výšky nádrže (1);
− sondu (6) pro měření pH, umístěnou uvnitř nádrže (1) a připojenou k měřicí a regulační jednotce (8);
− sondu (7) pro měření koncentrace O_2, umístěnou uvnitř nádrže (1) a připojenou k měřicí a regulační jednotce (8);
− vstup (9) pro pH regulační činidlo, připojený k čerpadlu (10) připojenému k zásobníku (11) pro pH regulační činidlo;
− vstup (12) pro odpěňovač, připojený k zásobníku (13) pro odpěňovač,
přičemž čerpadlo (10) a aerační element (2) jsou zpětnovazebně připojeny k měřicí a regulační jednotce (8).

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačené tím**, že nádrž (1) má tvar válce o objemu v rozmezí od 0,5 do 2 m^3, s výhodou o objemu 1 m^3.

3. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačené tím**, že nádrž (1) je vyrobena z plastu, s výhodou je plast vybraný ze skupiny zahrnující popypropylen, polyvinylchlorid a polyethylen s vysokou hustotou.

4. Způsob kultivace nitrifikační biomasy v zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačený tím**, že obsahuje následující kroky:
− nádrž (1) zařízení se naplní inokulem;
− stanoví se hodnota cílového zatížení dusíkem a cílová provozní hodnota pH;
− po dobu 10 dnů se do nádrže (1) zařízení skrze vstup (4) pro substrát, s výhodou za pomoci peristaltického čerpadla, dávkuje substrát určený ke kultivaci nitrifikační biomasy s intenzitou odpovídající počátečnímu zatížení 10 % z cílové hodnoty zatížení dusíkem, s regulací pH na hodnotu 7 a provzdušňování pomocí aeračního elementu (2);
− následně se po dobu 10 dnů substrát do zařízení dávkuje s intenzitou odpovídající 20 % z cílové hodnoty zatížení dusíkem, s regulací pH na hodnotu 6,7 a provzdušňování pomocí aeračního elementu (2);
− následně se po dobu 10 dnů substrát do zařízení dávkuje s intenzitou odpovídající 40 % z cílové hodnoty zatížení dusíkem, s regulací pH na hodnotu 6,5 a provzdušňování pomocí aeračního elementu (2);
− následně se po dobu 10 dnů substrát do zařízení dávkuje s intenzitou odpovídající 60 % z cílové hodnoty zatížení dusíkem, s regulací pH na hodnotu 6 a provzdušňování pomocí aeračního elementu (2);
− následně se po dobu 10 dnů substrát do zařízení dávkuje s intenzitou odpovídající 80 % z cílové hodnoty zatížení dusíkem, s regulací pH na jeho cílovou provozní hodnotu a provzdušňování pomocí aeračního elementu (2),
přičemž při provzdušňování substrátu v nádrži (1) se do nádrže (1) dávkuje odpěňovač skrze vstup (12) pro odpěňovač ze zásobníku (13) pro odpěňovač.

5. Způsob podle nároku 4, **vyznačený tím**, že cílové zatížení dusíkem je v rozmezí od 0,3 do 0,8 kg/(m^3·d) a cílová provozní hodnota pH je v rozmezí od 4,5 do 6.

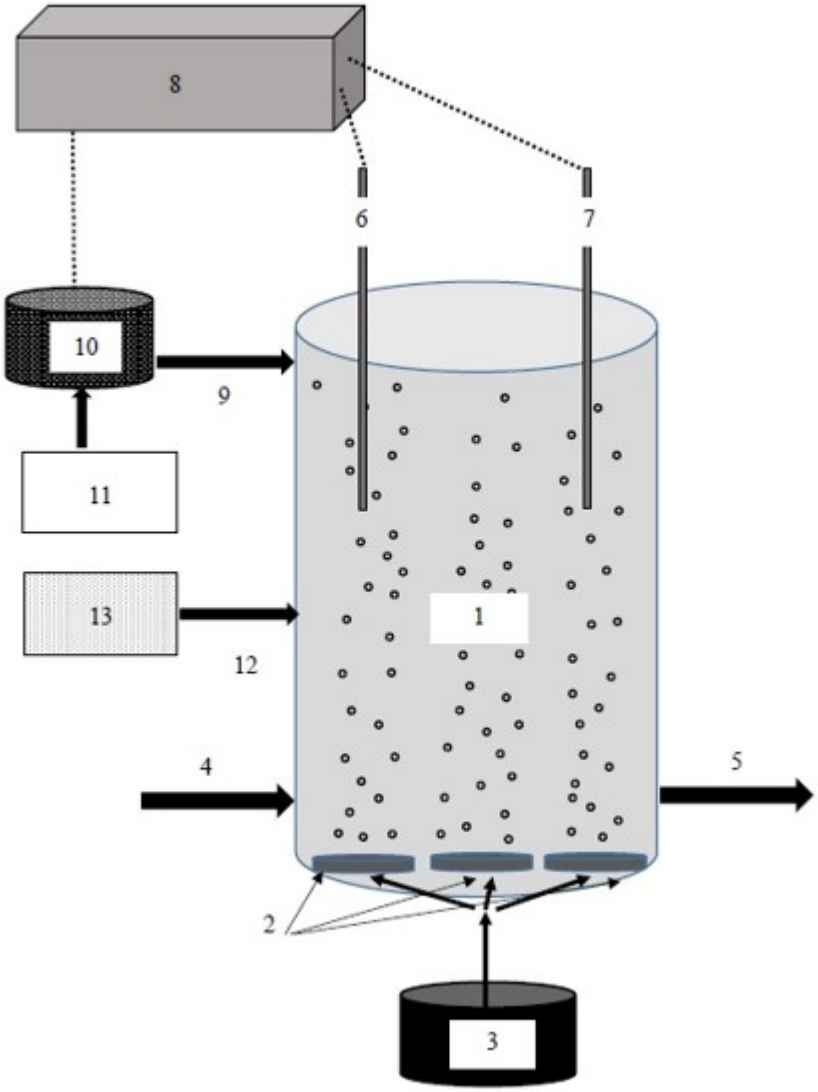
6. Způsob podle nároku 4 nebo 5, **vyznačený tím**, že substrát určený pro kultivaci nitrifikační biomasy je vybraný ze skupiny obsahující fugát, kalovou vodu vznikající při odvodňování anaerobně stabilizovaného kalu, skládkový výluh a průmyslové odpadní vody s obsahem amoniakálního dusíku alespoň 500 mg/l.

7. Použití zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 3 pro kultivaci nitrifikační biomasy.

1 výkres

Seznam vztahových značek:

1 – nádrž
2 – aerační elementy
3 – zdroj tlakového vzduchu
4 – vstup pro substrát
5 – výstup pro nitrifikační biomasu
6 – sonda pro měření pH
7 – sonda pro měření koncentrace O2
8 – měřicí a regulační jednotka
9 – vstup pro pH regulační činidlo
10 – čerpadlo
11 – zásobník pro pH regulační činidlo
12 – vstup pro odpěňovač
13 – zásobník pro odpěňovač



Obr. 1