

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3976341号

(P3976341)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int. Cl.	F I	
B 0 9 B 3/00 (2006.01)	B 0 9 B	3/00 Z A B A
A 2 3 K 1/10 (2006.01)	A 2 3 K	1/10 Z
C 0 2 F 11/04 (2006.01)	C 0 2 F	11/04 Z
C 0 5 F 17/00 (2006.01)	C 0 5 F	17/00
C 1 2 N 1/20 (2006.01)	C 1 2 N	1/20 F

請求項の数 14 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平9-529855	(73) 特許権者	エージェン ス パティアル ヨーロピエ ンヌ
(86) (22) 出願日	平成9年2月20日(1997.2.20)		フランス、パリ セデックス 15 エフ ー75738、ル マリオーニキース、8 ー10
(65) 公表番号	特表2000-505353 (P2000-505353A)	(74) 代理人	弁理士 野河 信太郎
(43) 公表日	平成12年5月9日(2000.5.9)		(72) 発明者
(86) 国際出願番号	PCT/FR1997/000316		ラスール クリストフ アンドレ アント ワヌ
(87) 国際公開番号	W01997/031120		オランダ、エーシー デ ジルク エヌエ ルー2191、ジルカービネンウェグ 2 2
(87) 国際公開日	平成9年8月28日(1997.8.28)		
審査請求日	平成15年10月30日(2003.10.30)		
(31) 優先権主張番号	96/02131		
(32) 優先日	平成8年2月21日(1996.2.21)		
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機廃棄物の処理方法及びプラント、ならびにその方法の使用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

以下の工程：

- a) 有機廃棄物を回収し、
 - b) 有機廃棄物を事前に滅菌することなく第一反応器に導入し、
 - c) 前記の第一反応器で、好熱性の嫌気性細菌を用いて45～80℃の範囲の温度で、有機廃棄物を、従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌で同化できる炭素含有化合物及び窒素含有化合物を含有する液状廃棄物に変換するに十分な時間分解し、
 - d) 液状廃棄物を回収し、それを従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌を含む第二反応器に移し、
 - e) 第二反応器で従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌を培養して、該細菌により構成される食用のバイオマスを生産し、かつ
 - f) 生じたバイオマスを回収し、パッケージすること
- からなることを特徴とする、開回路の有機廃棄物の処理方法。

【請求項2】

有機廃棄物を分解する好熱性の嫌気性細菌が、タンパク質分解性、糖分解性及びセルロース分解性細菌の混合物であることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

有機廃棄物を分解する好熱性の嫌気性細菌が、偏共性の動物の腸内細菌であることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

有機廃棄物が、該廃棄物中に存在するタンパク質、多糖及び脂質を80%以上の程度に分解するのに十分な時間をかけて分解されることを特徴とする、請求項1～3のいずれか1つに記載の方法。

【請求項 5】

液状廃棄物の回収が、該廃棄物の液相と固相の分別工程からなることを特徴とする、請求項1～4のいずれか1つに記載の方法。

【請求項 6】

液状廃棄物の液相と固相が、ろ過又はスクリーニングで分別されることを特徴とする、請求項5に記載の方法。

10

【請求項 7】

食用バイオマスの生産を確実にする従属栄養性細菌又は光合成従属栄養性細菌が、ロドスピリウム科由来であることを特徴とする、請求項1～6のいずれか1つに記載の方法。

【請求項 8】

食用バイオマスの生産を確実にする従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌が、ロドバクター属及び／又はロドスピリウム属由来であることを特徴とする、請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

食用バイオマスが、従属栄養と好気生活により生産されることを特徴とする、請求項1～8のいずれか1つに記載の方法。

【請求項 10】

20

食用バイオマスの回収が、それが埋まった液状廃棄物から、このバイオマスを分別する工程からなることを特徴とする、請求項1～9のいずれか1つに記載の方法。

【請求項 11】

バイオマスと液状廃棄物が、浮遊で分別されることを特徴とする、請求項10に記載の方法。

【請求項 12】

好熱性の嫌気性細菌による有機廃棄物の分解のあいだに生じる燃料ガスを除き、それを燃焼で活用することからなるのを特徴とする、請求項1～11のいずれか1つに記載の方法。

【請求項 13】

30

ガスの燃焼が、第一反応器を熱するのに用いられることを特徴とする、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

有機廃棄物の分解による残留固体を堆肥にし、それを堆肥の形態で活用することからなるのを特徴とする、請求項1～13のいずれか1つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

本発明は、有機廃棄物の処理方法、その方法を行うためのプラント及びその方法の使用に関する。

「環境」という用語は、近年重要性を増している。衛生及び安全上の関心、及びヒト、自然ならびに環境バランスの保護に関する関心は、現在、審美的な関心（乱雑な投棄、目立った汚染）に加えられている。

40

除かなければならない廃棄物の量が増大していることに直面して、若干数の欧州各国での環境保護に関する規制は、市場で活用されずに捨てられる廃棄物の量を減少させることを目的としており、将来的には、排出物を適正に不活性にした最終的な残滓に制限しなければならない。つまり、全ての形態の付加価値が活用されるようになれば、不用な廃棄物のみを捨てるのが許されるようになるであろう。

したがって、その由来と性質（日常廃棄物、農業廃棄物、産業廃棄物…）が何であっても、廃棄物を最適な方法で再利用できる技術を実際に開発する必要がある。このような技術は、全ての製品に使用可能な経済的な本質を満たし、かつ納得のいくような生産コストで様々な市場に实际的な価値を有する製品を生じなければならない。これに関して、再利用の

50

エネルギーコストは、できるだけ低くしなければならない。

動物由来の有機廃棄物、特に集約的な家畜の飼育から生じる排泄物は、処理しなければならない他の廃棄物（無機廃棄物、合成した有機高分子）とは対象的に自然に分解できるが、このような廃棄物は、容量が非常に大きく、それにより生じる害（例えば、悪臭）及びその分解から生じる高濃度の窒素含有化合物の汚染性のために、深刻な環境問題を引き起こす。

別の分野では、下水の処理及び精製場は、下水の精製のあいだに生じる汚泥を蓄積して除くという問題に直面している。汚泥の量は経時的に増え、そのために活用の可能性がない。

焼却が、有機廃棄物を処理するために提案されている。しかしながら、焼却は多くの不利な点を有している。つまり、それは、投資と使用の両点で高価であり、相当する実利的な費用でさらなる処理を要する煙とガスを生じ、焼却の残留物は市場価値が低い。

また、廃棄物が細菌により嫌氣的に分解され、肥料として農家で使用される堆肥の形態を生じるコンポスト法が、知られている。しかし、廃棄物処理の期間は長く（平均して、堆肥を得るのに20日間を要する）、得られる堆肥の栄養素（窒素、リン）は低くて平凡な質の肥料であるので、これらの方法は十分なものではない。さらに、コンポスト化は悪臭を伴うので、排出されたガスを特別な処理に付さなければならないか、又はそのガスの生産を減少させる物質を加えなければならないことになる。

また、同化回路に廃棄物を再導入する意図で、廃棄物中の毒性生成物、特に窒素の量を減少させることを一般に目的とする有機廃棄物の生物学的な処理方法が、知られている。

したがって、本出願人は、動物由来の廃棄物か、水などの精製による廃棄物であるかにかかわらず、有機廃棄物の処理方法を提供し、それにより毒性生成物を生じることなしに低操作コストで、少ない日数で、廃棄物の量的かつ質的に最適な活用を確実にすることを目的とした。

さらに、離昇で運ぶ食物、水及び酸素の量を減少させ、乗務員の生物学的自律性を保証するために、宇宙飛行士から生じる廃棄物から、食物、水及び酸素を宇宙船で生産するという問題の解決を目的とした方法が、提案されている [MERGEAYら、Proceedings of the 3rd Symposium on Space Thermal Control & Life Support Systems, Noordwijk, オランダ、10月3～6日、1988]。このような方法は、その主要な機能が生態系での様々な段階（廃棄物の液化、硝化、生合成）を示す、微生物によりコロニーがつくられる4つの無菌区画、及び乗務員に代表される「消費」区画と名付けられた5番目の区画からなる人工的な生態系を構成している。この生態系は、無酸素条件下の閉回路で行い、酸素の消費を制限することを目的としており、その操作は、回路に存在する全生成物を、常に放置することなしに用いて行なわれる。これは、廃棄物が負う技術的ならびに経済的な制約のために、そのような生態系が地上の有機廃棄物を再利用するのに使用できないことを意味している。

本出願人は、様々な問題、つまり有機廃棄物の活用という問題を解決するために、閉回路で食物、水及び酸素を生産するシステムを生じるために提案した技術が、驚くべきことに工業スケールで廃棄物を処理するためのオープンシステムを生み、かつ動物の飼料の生産、容易に活用可能な燃料ガスの生産、及び最終的に肥料として用いることができる生成物の生産用の高栄養価の食用バイオマス（biomass）を生じるのに、適応できることを発見した。

したがって、本発明は、以下の工程：

- a) 廃棄物を回収し、
- b) 廃棄物を事前に滅菌することなく第一反応器に導入し、
- c) その第一反応器で、中温性又は好熱性の嫌気性細菌を用いて廃棄物を分解し、
- d) 分解で生じた液状廃棄物（liquid effluent）を回収し、それを従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌を含む第二反応器に移し、
- e) 従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌を用いて、前記細菌により構成される食用のバイオマスを生産し、かつ

10

20

30

40

50

f)生じたバイオマスを回収し、パッケージすること

からなることを特徴とする、開回路の有機廃棄物の処理方法を提供するものである。

本発明の明細書において、用語：

・「中温性嫌気性細菌」は、酸素なしで、20～40℃の範囲の温度で発育できる細菌を意味し、

・「好熱性嫌気性細菌」は、酸素なしで、45℃以上、おそらく85℃までの温度で発育できる細菌を意味し、

・「従属栄養性細菌」は、エネルギー源として酸素を用いて有機的な炭素含有源を同化でき、その結果、そのような源で発育できる細菌を意味し、

・「光合成従属栄養性細菌」は、炭素含有源で発育できるが、エネルギー源として光を用いることもできる細菌を意味する。

10

本発明の処理方法の最初の好ましい具体例では、廃棄物を分解する中温性又は好熱性の嫌気性細菌は、タンパク質分解性、糖分解性及びセルロース分解性細菌の混合物であり、廃棄物の構成部分を成す様々な生物ポリマー（タンパク質、炭水化物、DNA、RNA、脂質、セルロース…）を小さな炭素含有化合物と窒素含有化合物に同時に加水分解し、第二反応器に存在する従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌でそれらを同化することができる。

これらの小さな炭素含有化合物及び窒素含有化合物は、主として揮発性の脂肪酸（酢酸、吉草酸、酪酸、イソ酪酸、プロピオン酸、カプロン酸…）、アミン、尿素、エタノール及びアンモニアである。

廃棄物を分解する中温性又は好熱性の嫌気性細菌は、偏共性（commensal）の動物の腸内細菌が有利である。

20

本発明の処理方法の好ましい具体例では、廃棄物は、45～80℃の範囲、好ましくは55～70℃の範囲の温度で、好熱性嫌気性細菌を用いて分解される。このような温度にすることにより、廃棄物を第一反応器に導入した際に廃棄物中に存在し得る細菌、酵母、原虫又はウィルスのような病原性微生物が除かれるが、好熱性細菌に廃棄物を分解させて、それらの機能を発揮させ、実施することができる。

本発明によれば、廃棄物は、廃棄物中に存在するタンパク質、多糖及び脂質を80%以上の程度に分解するのに十分な時間をかけて分解される。この分解で、廃棄物の液化及び液相ならびに液相に浮遊する粒子で形成される固相からなる廃棄物が生じる。

本発明の処理方法のさらに好ましい態様では、廃棄物の分解で生じる廃棄物の回収は、該廃棄物の液相と固相の分別工程からなる。

30

分別は、ろ過又はスクリーニングで行うことが好ましい。

本発明の処理方法のさらに好ましい態様では、食用バイオマスを生じる従属栄養性細菌又は光合成従属栄養性細菌は、ロドスピリルム科 [Rhodospirillaceae] 由来のものである。

これらの細菌は、光のない好気生活（呼吸）と光存在下の嫌気生活（光合成）の両方で、大量の炭素含有源、特に廃棄物の分解物からの液状廃棄物に存在する揮発性の脂肪酸で発育でき、その結果、好気生活と嫌気生活の両方の条件下、食用バイオマスを細菌の成長により生産させることができる。

ロドスピリルム科の好ましい細菌は、ロドバクター・カプスラタス [Rhodobacter capsulatus] のようなロドバクター属及び／又はロドスピリルム・ルブルム [Rhodospirillum rubrum] のようなロドスピリルム属の細菌である。

40

本発明によれば、食用バイオマスは、従属栄養と好気生活により有利に生産される。

本発明の処理方法のさらに好ましい態様では、食用バイオマスの回収は、バイオマスが埋まった液状廃棄物から、このバイオマスを分別する工程からなる。

この分別は、浮遊によることが好ましい。

本発明の処理方法のさらに好ましい態様では、本発明は、廃棄物の分解のあいだに生じる燃料ガス（CH₄、H₂…）を除き、それらを燃焼で活用することからなる。

ガスの燃焼は、第一反応器を熱するのに用いるのが有利である。

また、本発明の開回路の有機廃棄物の処理方法は、残留固体を堆肥の形態で改良するため、廃棄物の分解物から残留固体を堆肥にすることからなる。

50

有機廃棄物の蓄積により生じる環境問題を解決することに加えて、このような方法は、毒性の残留物を生じず、工業的な必要条件に合致するコストで、動物の飼料に使用できる高栄養価の食用バイオマス、また燃焼で容易に燃えやすいガス、及び肥料製品に変えることにより、廃棄物に価値を与えるという利点を有する。

また、本発明は、

- a) 廃棄物の供給手段と、その分解で生じる液状廃棄物の回収手段を有する容器からなる、中温性又は好熱性の嫌気性細菌を用いて廃棄物を分解するための第一反応器、
- b) 従属栄養性細菌又は光合成従属栄養性細菌を用いて該細菌で構成される食用バイオマスを生じ、生じたバイオマスの回収手段を有する容器からなる第二反応器、
- c) 第一反応器から第二反応器への前記廃棄物の移動手段、及び
- d) 前記バイオマスをパッケージする手段

10

からなることを特徴とする、上記の開回路の有機廃棄物の処理方法を行うためのプラントを提供するものである。

本発明のプラントの最初の好ましい態様では、第一反応器の容器は、加熱手段及び／又は廃棄物の分解のあいだに容器中に放出されるガスの除去手段を有する。

第一反応器の容器は、加熱手段及び廃棄物の分解のあいだに放出されるガスの除去手段とともに有し、加熱手段は、ガスの除去手段による加熱システムを直接的に、又は貯蔵手段を介して含むことが有利である。

本発明のプラントのさらに好ましい態様では、廃棄物の分解で生じる液状廃棄物の回収手段は、第一反応器の容器から廃棄物を排出する手段及び相をその液相と固相の構成成分に分別する分別手段からなる。

20

本発明のプラントのさらに好ましい態様では、第二反応器の容器は、照明又は通気手段を有する。

本発明のプラントの最初に有利な具体例では、第二反応器の容器は、部分的もしくは全体的に透明な材質で構成され、照明手段は、自然光（日光）又は容器の外側に位置する人工的な光源からなる。

このプラントのさらに有利な具体例では、第二反応器の容器の照明手段は、容器の内側に位置する人工的な光源からなる。

本発明のプラントのさらに好ましい態様では、食用バイオマスの回収手段は、第二反応器の容器からバイオマスを排出する手段、及びバイオマスが埋まった液状廃棄物からバイオマスを分別するための相の分別手段からなる。

30

有利には、食用バイオマスのパッケージ手段は、排水手段及び／又は滅菌手段及び／又は脱水手段からなる。

また、本発明のプラントの特に好ましい具体例では、廃棄物の分解による残留固体を堆肥の形態で活用するためのコンポストユニットが含まれる。

また、本発明は、上記の開回路の有機廃棄物の処理方法を用いて、農場の家畜（ブタ、反芻動物、馬、家禽…）の敷きわら及び液状の厩肥に存在する排泄物のような動物の廃棄物を再利用することを含む。

また、本発明は、水の精製で生じる汚泥に、この再利用方法を適用することを含む。

さらに、本発明は、動物の飼料の製造に同じ方法を適用することを含む。

40

本発明のさらなる特徴と利点は、本発明のプラントのブロックダイアグラムである添付図、また液状のブタの厩肥の処理に用いた本発明の実施例に関する以下の記載から明らかになるであろう。

以下の記載は、当然に例示として挙げたもので、何ら限定するものではない。

ここで、添付図について述べる。

本発明によれば、プラント（廃棄物が生じる位置又はそこから離れた位置にあってもよい）は、一定容量の廃棄物を受け、それを中温性又は好熱性の嫌気性細菌を用いて分解するための容器(2)を含む第一反応器(1)からなる。容器(2)は、廃棄物の生産区域又は受取ならびに貯蔵ピットから廃棄物を供給する手段(3)を有する。この手段は、重力、液圧、機械又はその他の型のいずれであってもよい。

50

容器(2)は、ピット又は貯蔵型の開放容器であってもよく、任意に可動性の閉鎖手段を備えることができる。それはまた、密閉したダイジェスター又はタンク型の容器であってもよい。

処理される廃棄物の性質及び廃棄物が分解される条件（温度、pH、容器中の廃棄物の滞留時間…）によって、より大量又は少量の燃料ガス（ CH_4 、 H_2 …）の生産が伴われる。さらに、第一反応器(1)は、燃焼で活用するために、廃棄物の分解のあいだに容器(2)に放出される燃料ガスを、その直後か時間の経た後のどちらかで除去し、後者の場合には、除去したガスを例えば圧縮機又は液化（liquefier）及びボンベからなる貯蔵手段(5)に誘導する手段(4)を有利に含むことができる。

本発明によれば、廃棄物の分解は中温性又は好熱性であってもよく、つまり20～80℃の範囲の温度で行うことができる。この分解を行うために選択した温度によっては、この温度に廃棄物を加熱し、この温度に廃棄物を保持する加熱手段(6)を第一反応器(1)の容器(2)に有することが必要かもしれないし、また有利であるかもしれない。

例えば、加熱源（例えばボイラー）に接続した熱水のような熱い移動液を循環させる1以上のコイルからなっているよい加熱手段(6)は、もっぱらプラントの外側の供給源（電熱、燃料熱、ガス熱…）によって備えることができる。

しかしながら、第一反応器(1)の容器(2)が、廃棄物の分解のあいだに放出されるガスの除去手段も有している際、容器を加熱するエネルギー源としてこのガスを用いることが非常に有利である。

この場合、容器(2)の加熱手段(6)は、例えば、プラントの外部にあるエネルギー源による第一加熱システム及び第一とは独立した第二加熱システムからなり、直接に、又はガス貯蔵手段(5)を介して容器(2)に存在するガスを除く手段(4)で補助される1以上のバーナーを有する。一態様として、容器(2)の加熱手段(6)は、一つめの口がプラントの外部のエネルギー源に接続し、二つめの口が容器(2)及び／又はその貯蔵手段(5)からガスを除く手段(4)を有する、2つの入口のある1つの加熱システムからなる。

第一反応器(1)の容器(2)は断熱され、加熱手段(6)は、廃棄物を一定温度に保持する恒温装置を有することが有利である。

第一反応器(1)の容器(2)は攪拌手段を含むこともでき、それは、廃棄物を均質化し、細菌との接触を促進するために永久的又は断続的であってもよい。

本発明によれば、第一反応器(1)の容器(2)は、廃棄物の分解で生じる液状廃棄物の回収手段(7)を有する。

これらの回収手段(7)は、容器(2)から廃棄物を排出する手段(8)を含み、この方法は、例えば汲み出し、吸い上げ、留去等により、容器(2)を部分的に又は全体的に空にする装置で構成される。また、この手段は排出手段(8)に接続した相の分別手段(9)からなり、廃棄物の液相と固相に分別し、この結果、それらに含まれる浮遊する固体がないようにする。この相の分別は、液相と固相に分けるいずれかの従来法：静置したタンク中での沈降、浮遊装置中での浮遊又は遠心機での遠心分離による、適切な開口部（理想的には150 μm 又はそれ未満）を有するフィルター又はスクリーンを通したろ過又はスクリーニングを用いて行うことができる。

添付図から明らかなように、本発明のプラントは、従属栄養性細菌又は光合成従属栄養性細菌を用いて食用バイオマスを生じるために、第一反応器(1)又は中間の貯蔵タンク(19)から一定量の廃棄物を受ける容器(11)からなる第二反応器(10)を含む。この目的のために、本発明のプラントは、一方の端が、第一反応器(1)又は中間の貯蔵タンク(19)に通じ、他方の端が、第二反応器(10)に通じている流出チャンネルのような排出物の移動手段(12)を含む。

本発明によれば、食用バイオマスは、従属栄養又は光合成従属栄養のいずれかによる細菌の成長で生産される。従属栄養の手法は、細菌に酸素を供給する必要がある、このために好気生活の状態を意味する。光合成従属栄養の手法は、光の供給を要し、この結果、嫌気生活の状態を意味する。

第二反応器の容器(11)は、2つの合成手法のうち1つだけを用いるように設計することが

10

20

30

40

50

できる。有利には、処理すべき廃棄物、天候条件又は経済条件等によって、従属栄養と好気生活又は光合成従属栄養と嫌気生活で食用バイオマスを生じるように設計することもできる。したがって、それは、嫌気生活用に密閉できる可動性システムを有する、貯蔵器のような開放容器であってもよく、また逆に、好気生活用に通気手段を有するタンクのような密閉容器であってもよい。

このような通気手段(17)は、ディフューザーに存在する静水圧を十分に圧倒する圧力で酸素を供給する、容器の底に位置するディフューザータイプの手段からなるのが有利である。

また、この容器は、食用バイオマスが光合成従属栄養で生産される際に、細菌に光を与えるのに適切な照明手段(13)を有する。容器は、ガラスのような透明な材質で部分的又は全体的に構成されていてもよく、外表面に適当に配置したランプのセットからなる外部の照明システムを備えることができる。一態様として、透明な材質で部分的又は全体的に構成されている容器(11)は、直接的に日光で、又は日光を捕捉でき、それを外表面にあてる鏡を介して照らすこともできる。さらなる態様として、容器(11)の外部よりむしろ内部は、人工的な照明システムを有することができる。当然、同時に又は選択的に、一方が自然で、他方が人工の2つの光源を用いる照明システムを有することができる。あらゆる場合、容器(11)は、細菌に用いる照明の強度を調整できる装置を有していることが有利である。さらに、照明システム又はシステム類が可動している際に放出される熱を補償し、容器(11)の内部温度を一定の値に保持するために、容器は、断熱システムか、熱交換器に冷却液を循環させた冷却システムを有することが有利である。

また、第二反応器(10)の容器(11)は、断続的に又は連続的に操作可能な攪拌もしくはかきまぜ装置を含んでいてもよい。

本発明によれば、第二反応器(10)の容器(11)は、容器中で生産されるバイオマスの回収手段(14)を有する。これらの回収手段(14)は、容器(11)の中身の全部又は一部を排出する手段及びそれが埋まった液状廃棄物を分別する手段からなる。この分別は、例えば限外ろ過メンブレンを用いるろ過、並流の静置したタンクを用いる沈降、又は浮遊装置中での浮遊により、行うことができる。

第二反応器(10)は、バイオマスのパッケージ手段(18)を含む。用語「パッケージ」は、バイオマスを所望の形態(包み、ケーキ、塊り、ペースト、液体…)及び／又は輸送用(例えば、コンテナでの配置)又はその市販用に適切なプレゼンテーションにすることを目的とするいずれかの操作を意味する。したがって、このパッケージ手段(18)は、バイオマスを排出し、濃縮する手段、それを滅菌する手段、及び乾燥製品の形態で活用するための脱水手段からなることができる。

また、本発明のプラントを示す添付図は、廃棄物の分解による残留固体を堆肥の形態で活用するためのコンポストユニット(20)、及び残りの廃棄物を貯蔵し、それを後で農地に散布するための装置(21)からなる。

固体は、廃棄物のコンポスト化に従来から使用されているいずれかのプラントで堆肥にすることができる。しかし、本発明によれば、好熱性の生物処理で構成されるため、強制的な通気を用いて固体のコンポスト化を促進し、それによって固体を脱水し、安定化(悪臭を抑制)し、かつ固体が含み得る病原性微生物を破壊することが好ましい。この目的のために、コンポストユニット(20)は、永久的な通気を保証する1以上の換気システムを備えた1以上のサイロを含む。

本発明のプラントは、中心的なコンピュータータイプのユニット、又はプラントの周りに適切に配置したセンサー及び／又はプローブを介した様々なパラメータ(温度、pH、光強度、圧力、流量、バルブの位置…)に関する情報を受けるプログラム可能なスイッチからなり、必要な場合にこれらのパラメータ値を訂正し、廃棄物の処理方法の操作条件を最適化するための様々な制御手段に接続したアウトレットからなるモニター及び制御システムを含んでいてもよい。

本発明のプラントは、半連続的に及び／又は連続的に、バッチで廃棄物を処理するように設計することができる。

10

20

30

40

50

本発明の方法を行うために、処理すべき廃棄物は、第一反応器(1)の容器(2)に導入されて、そこで分解される。この分解は、廃棄物に存在する様々なポリマー（タンパク質、炭水化物、DNA、RNA、脂質、セルロース…）を同時に加水分解するように、タンパク質分解、糖分解及びセルロース分解性の細菌が合わさった嫌気性の細菌群により有利に実施することができる。

動物の腸由来の偏共性細菌は、このような群を構成する。それらは、一般に45℃以上の温度に耐えることもできる。したがって、液状厩肥のような動物の排泄物で構成される廃棄物の場合、廃棄物の中温又は高温分解は、この廃棄物に天然に存在する細菌で有利に行われる。

他の廃棄物については、動物の腸に偏共性であることが知られている、注意深く選択された幾つかの細菌株（クロストリジウム・テルモセラム [Clostridium thermocellum]、クロストリジウム・テルモサッカロリチカム [C. thermosaccharolyticum]、コプロテルモバクター・プロテオリティカス [Coprothermobacter proteolyticus]、バクテロイデス [Bacteroides]、ビフィドバクテリウム [Bifidobacterium]、ラクトバシラス [Lactobacillus]、エシェリキア・コリ [Escherichia coli]、ユウバクテリウム [Eubacterium]、ペプトコッカス [Peptococcus]、エンテロバクター [Enterobacter]）の群を、廃棄物とともに第一反応器(1)の容器(2)に導入することが必要か、又は有用である。

本発明によれば、廃棄物の分解は、20～80℃の範囲の温度で行うことができる。廃棄物が、最初に滅菌することなく第一反応器(1)の容器(2)に導入された場合、45～80℃の範囲、好ましくは50～70℃の範囲の温度で廃棄物を分解し、廃棄物が含み得る病原性微生物を排除することが非常に有利である。

全ての場合に、廃棄物の分解は、廃棄物に存在するタンパク質、多糖及び脂質を少なくとも80%、好ましくは85%以上の程度に分解するのに十分な長い時間をかけて行なわれる。この時間は、廃棄物の組成及び廃棄物が分解される条件（温度、使用される細菌株…）によって変化する。したがって、分解の操作条件を変えることによって、処理される廃棄物の各タイプについて、第一反応器(1)の容器(2)中での廃棄物の最適な滞留時間を決定することが可能であり、また望ましい。

廃棄物の分解により、廃棄物の液化及び二相（揮発性脂肪酸（酢酸、吉草酸、酪酸、イソ酪酸、プロピオン酸、カプロン酸…）、アミン、尿素、エタノール又はアンモニアを含む液相、及び浮遊した非分解物質の粒子で形成される固体である他の相）からなる液状廃棄物への変化が生じる。

また、廃棄物の分解は、燃料ガス、より詳しくはメタンを生じ、その量は、メタン醗酵の場合に習慣的であるように、様々なパラメータ、詳しくは廃棄物が分解される温度、pH、アンモニア濃度及び第一反応器(1)の容器(2)中の滞留時間に依存する。したがって、パラメータを調整することによって、このガスの生産を促進するか、また逆に制限することができる。

廃棄物の分解で生じる液状廃棄物の相は、第一反応器(1)の容器(2)から一旦排出させ、廃棄物が含む浮遊した固体の液相を透明にするために分離するのが有利である。ついで、この液相を第二反応器(10)の容器(11)に移し、従属栄養性又は光合成従属栄養性細菌の基質として作用させ、この結果バイオマスを生産させる。

本発明によれば、これらの細菌は、従属栄養と光合成従属栄養の両方で、大量の炭素含有源、詳しくは廃棄物の液相に存在する揮発性脂肪酸を同化する能力のために、ロドスピリルム科の細菌、より詳しくはロドバクター及びロドスピリルム属から選択するのが有利である。

バイオマスは、約20～30℃の範囲の温度で、通常に近いpHで生産される。その収量は、用いる細菌の成長速度及び所定の細菌株について実施する条件、詳しくは光を使用するかどうかによる。

成長のあいだ、細菌は、タンパク質、炭水化物、脂質及び核酸からつくられ、それが埋まった残りの廃棄物から一旦分離され、かつ一旦滅菌されて動物の飼料に使用できるバイオマスを生じる。

10

20

30

40

50

分解による残留固体は、非分解有機物を含有することに加えて、有機窒素及びリンが豊富であるので、堆肥の形態で活用するためにコンポストユニット(20)に經由される。

実施例：養豚場における液状厩肥の処理

少量の廃棄物について得た実験結果を判断の基礎とし、工業的スケールで方法ならびにプラントをシュミレーションすることによって、集約的な養豚場で液状厩肥を精製する応用に対する本発明の廃棄物の処理方法ならびにプラントの工業的な可能性が、立証された。この証明は、実施上の制約（労働時間、液状厩肥の処理に使用可能なスペース）、費用の制約及びこのような農場に特異的な衛生上の制約を考慮して行った。

研究した農場は、1年につき約2700頭の仔豚を生む150頭の雌豚（つまり、1頭の雌豚当たり平均して18頭の仔豚）からなる一腹-肥畜（Farrow-Fatten）型農場であった。

異なる態様のプラントを用いる2つの異なる操作の手法（手法1及び手法2）は、平均して 10.1cm^3 という一日に生じる液状厩肥に基づいて評価し、以下の条件で以下の結果を生じた。

1)手法1：

手法1は、以下のように行った。

- ・ 30°C の温度での液状厩肥の中温分解、
- ・ この分解で生じる廃棄物のろ過及びろ過のあいだに回収した固体のコンポスト化、
- ・ 光合成従属栄養及び嫌気生活を用いる食用バイオマスの生産、及び、
- ・ 残留廃棄物の散布。

a)液状厩肥の分解：

液状厩肥は、豚小屋の真下（例えば、小割板の下）にあり、重力で液状厩肥を有するピットで分解する。ピットは、2か月分の液状厩肥に対応する容積を有するように設計されており、このピットは最少で 650m^3 の作用容積を有した。

小屋の温度は一般に 20°C に保持されているので、液状厩肥は、熱水を循環させ、液状厩肥に埋まったコイルのような加熱手段で達せられた 30°C の温度で、その中に天然に存在する細菌で分解した。また、 $\text{pH } 7 \sim 7.6$ を有する堆肥のわずかな酸化を伴うので、液状厩肥は $5.9 \sim 6.8$ の範囲の pH で分解し、メタンの生成を制限した。

これらの条件下、液状厩肥に最初に存在するタンパク質、多糖及び脂質は、14日間で85%以上の程度に分解された。

分解で生じる廃棄物は、例えばピットに対する液状厩肥の容積と供給回数に合わせた容積と回数（2週間ごと、1月ごと又は2月ごと）で定期的に流してピットを空にすることにより、回収した。ついで、例えば流出チャンネルを介して、廃棄物をろ過ユニットに入れた。

b)廃棄物のろ過

廃棄物は、 $150\mu\text{m}$ の開口部を有し、長さ 0.7m 、幅 0.5m 及び高さ 0.7m の回転フィルターを用いてろ過した。このフィルターは、オープンホイールの遠心ポンプを介して流速 $1\text{m}^3/\text{時}$ で廃棄物を生じ、変化可能なスピードギアモーターで回転させて操作した。それは、廃棄物に存在する固体で詰まらないように、圧力洗浄システムも備えた。

ろ過により、廃棄物に浮遊する固体の少なくとも60%が除かれ、20重量%の乾燥物（つまり、1日当たり乾燥物 320kg の生産）を含む $1.6\text{m}^3/\text{日}$ の容量のろ液の残渣が生じ、その結果、 $8.5\text{m}^3/\text{日}$ の容量のろ過された廃棄物が生じた。

次いで、例えば流出チャンネルを介して、直接又は中間のタンクで一時貯蔵した後、ろ過した廃棄物を食用バイオマスを生じるように設けた区画に移した。

c)食用バイオマスの生産：

食用バイオマスは、廃棄物の滞留時間を7日とし、 66m^3 の作用容積を有するタンク中で、ロドバクター・カプスラタスの培養液を用いて、光合成従属栄養及び嫌気生活により生産した。

このタンクは、表面積 22m^2 及び作用深さ 3m を有した。それは、5列24個のネオン光それぞれが150ワット（W）のネオン光120個からなり、合計 18kW の照明力で連続的に照明する人工の照明手段を有した。このタンクは断熱されており、連続的な攪拌手段も含んだ。

10

20

30

40

50

培養温度は30℃で、そのpHは6.9だった。

それらの条件下、バイオマスは、約0.08g乾燥物／1／時で生産され、つまり約160kg乾燥物／日のバイオマスを生じた。

生じたバイオマスは、タンクの下流に位置し、例えば流出チャンネルを介してタンクから供給される浮遊装置を用いる浮遊により廃棄物と分別した。浮遊装置により、5～6バールに圧縮した空気及び水の混合物を注入して、液相（廃棄物）に浮遊する固体を分別した。この混合物により生じた気泡は、物質に付着して液相表面に生じ、そこでスキミング（skimming）により回収した。

バイオマスと廃棄物の混合物を1m³／時で処理できる特徴を有する浮遊装置を用いた。

浮遊後に回収したバイオマスの濃度は、30～60g乾燥物／1の範囲であった。排出容器に数日間排出させ、必要であれば乾燥製品の形態で活用するために脱水することによって、バイオマスをさらに濃縮することができた。

このバイオマスのタンパク質濃度は、その乾燥重量で約50重量％を示し、栄養価は、醤油の栄養価と少なくとも等価であった。

d)ろ過のあいだに回収した固体のコンポスト化

ろ液の残渣は、強制的な通気サイロ中で加速されたコンポスト化に付した。堆肥にするろ液の残渣の容量は1.6m³／日（つまり320kg乾燥物／日）だったので、コンポスト化は、30m³の作用容積（作用高さ2m、作用幅3m、作用長さ5m）を有する2つの同一の通廊サイロを用いて行い、それぞれを220m³／時の流速の換気扇と200mmの水の示差圧力で通気した。

サイロ中でのろ液の残渣の滞留時間は、60日であった。

したがって、0.45m³／日の容量の堆肥が、約460kg／日の堆肥の全量に対応して生じた。

この堆肥は、それぞれ56重量％含量の有機物質、2.2重量％含量の窒素及び3.7重量％含量のリンを有し、培養支持体として有利に使用することができた。

e)残留廃棄物の散布

手法1により、液状厩肥中の窒素及びリンの最初の容量をそれぞれ68％及び69％に減少させ、最初のCODを91％に減少させることができた。

したがって、少なくとも4か月の規定の貯蔵期間のあと、残留廃棄物は、肥料として作用するように農地に散布することができた。

2)手法2：

手法2は、以下のようにして行った。

- ・ 30℃の温度での液状厩肥の中温分解、
- ・ この分解で生じる廃棄物のろ過及びろ過のあいだに回収した固体のコンポスト化、
- ・ 従属栄養及び好気生活による食用バイオマスの生産、及び、
- ・ 残留廃棄物の散布。

液状厩肥の中温分解、その分解で生じる廃棄物のろ過及びろ過で回収される固体のコンポスト化は、手法1で用いたのと同じ条件で行った。

逆に、食用バイオマスは、70m³の作用容量（つまり、表面積14m²及び作用深さ5m）を有するタンク中で従属栄養及び好気生活で形成されるロドバクター・カプスラタスの培養液を用いて生産した。

このタンクは、酸素供給器に接続した流速130m³／時のブースターポンプからなる通気システム、及び117kg酸素／日でロドバクター・カプスラタスの培養液を生ずる、タンクの底に位置するディフューザーを有した。

タンク中での廃棄物の滞留時間は、7日だった。培養温度は30℃で、そのpHは6.9だった。

それらの条件下、バイオマスは、約0.05g乾燥物／1／時で生産され、つまり約100kgの乾燥物／日というバイオマスを生じた。

手法1について、バイオマスは、タンクの下流に位置し、タンクから供給される浮遊装置を用いる浮遊により廃棄物と分別した。浮遊後に回収したバイオマス濃度は、30～60g乾燥物／1の範囲だった。

手法2により、液状厩肥中の窒素及びリンの最初の容量がそれぞれ48％及び69％に減少し

10

20

30

40

50

、最初のCODが91%に減少した。ここで、再度少なくとも4か月の規定の貯蔵期間のあと、残留廃棄物は、肥料として作用するように農地に散布することができた。

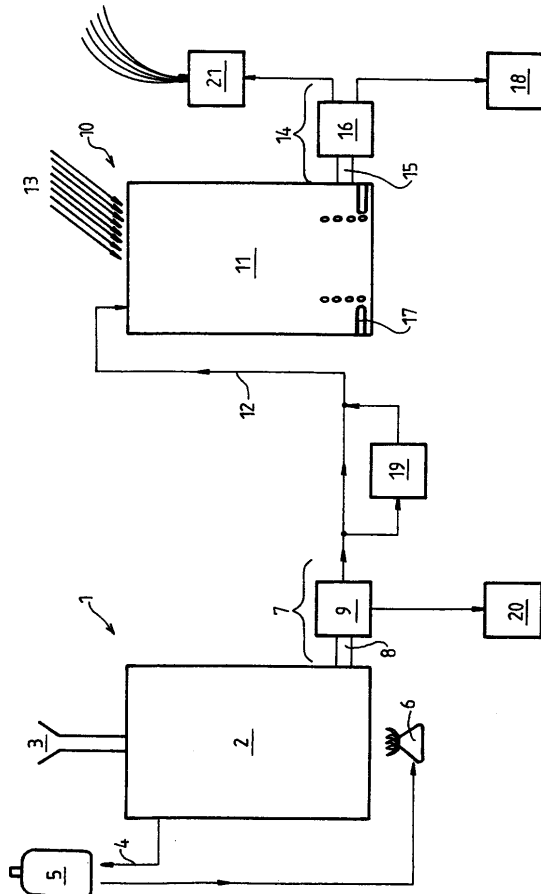
表2は、手法1及び2の主要な性能を例証している。

表 2

	乾燥物／ m^3 の	乾燥物／ m^3 の	精製能力		
	バイオマス生産kg	コンポスト生産kg	ΔN	ΔP	ΔCOD
手法 1	16	34	68%	69%	91%
手法 2	10	34	48%	69%	91%

10

本発明は、上記した詳細な具体例に限定されない。それは、本発明の範囲から外れずに当業者によりなされるいずれの変形も含むものである。



フロントページの続き

- (72)発明者 リシャール ジャクース エルネスト ニコラス
フランス、ルーベシエンヌ エフー78430、アレ デ ヌーレット、3
(72)発明者 ベルストレーテ ウィリー ヘンリー
ベルギー、ワンデルゲン ビー9032、ダストラート 4

審査官 小久保 勝伊

- (56)参考文献 特開平04-277097 (JP, A)
特開昭54-049870 (JP, A)
特開昭56-161896 (JP, A)
特開昭55-126593 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B09B 3/00

A23K 1/10

C02F 11/04

C05F 17/00