

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6078060号
(P6078060)

(45) 発行日 平成29年2月8日 (2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日 (2017.1.20)

(51) Int.Cl.

F I

C 1 2 P 19/02 (2006.01)

C 1 2 P 19/02

C 1 3 K 1/02 (2006.01)

C 1 3 K 1/02

請求項の数 28 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-519364 (P2014-519364)	(73) 特許権者	514011309
(86) (22) 出願日	平成24年7月12日 (2012.7.12)		グリーンフィールド スペシャリティー
(65) 公表番号	特表2014-520538 (P2014-520538A)		アルコールズ インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成26年8月25日 (2014.8.25)		GreenField Specialt
(86) 国際出願番号	PCT/CA2012/050481		y Alcohols Inc.
(87) 国際公開番号	W02013/010271		カナダ オンタリオ州 エム5シー 2ビ
(87) 国際公開日	平成25年1月24日 (2013.1.24)		ー8, トロント, トロントストリート 2
審査請求日	平成27年7月10日 (2015.7.10)		O, スイート 1400
(31) 優先権主張番号	61/508, 407	(74) 代理人	110001302
(32) 優先日	平成23年7月15日 (2011.7.15)		特許業務法人北青山インターナショナル
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ドットリ, フランク, エイ.
			カナダ ケベック州 ジェイOゼット 3
			アールO, テミスカマン, ソーンアヴェニ
			ュー 70, ボックス 1173
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発酵前のC5／C6糖放出を改善するためのバイオマスのコンディショニング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リグノセルロース系バイオマスからC5／C6糖を回収し、回収したC5／C6糖をエタノールまで発酵させる方法であって、高温高圧において蒸気でバイオマスを前処理するステップと、ヘミセルロース分解物からC5糖類を収集するステップと、セルロースを加水分解するステップと、セルロースの分解物からC6糖類を収集するステップとを含む方法において、

前処理ステップの前に：

蒸気加熱されたバイオマスを生成するために、5分～60分の間の時間、蒸気で前記バイオマスを80～100℃の温度に加熱するステップと；

前記蒸気加熱されたバイオマスを、2－1～6－1の圧縮比で圧搾することによって、樹脂、油、脂肪酸、または下流の加水分解または発酵の他の阻害物質を含有する液体流を除去するステップと；

前記蒸気加熱されたバイオマスを圧搾するステップの後で、水、または水と前処理の触媒とを加えることによって、前記圧搾されかつ蒸気処理されたバイオマスの含水率を60％～80％に調節するステップと、

による前記バイオマスのコンディショニングを行うことを特徴とする方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法において、前記蒸気加熱されたバイオマスが、3－1～4－1の圧縮比で圧搾されることを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法において、前記蒸気加熱されたバイオマスが、4－1の圧縮比で圧搾されることを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 1、2または3に記載の方法において、前記含水率が55%～80%に調整されることを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、前記含水率が65%～80%に調整されることを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法において、前記含水率が70%～75%に調整されることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の方法において、前記加熱ステップが大気圧で行われることを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法において、前記時間が10～60分であることを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の方法において、前記時間が10～30分であることを特徴とする方法

【請求項 10】

請求項 7 に記載の方法において、前記時間が15～30分であることを特徴とする方法。

【請求項 11】

請求項 7 に記載の方法において、前記時間が20分であることを特徴とする方法。

【請求項 12】

請求項 7 に記載の方法において、前記蒸気加熱されたバイオマスの前記温度が95℃～99℃の間であることを特徴とする方法。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の方法において、前記蒸気処理されたバイオマスが、ある触媒含有率および65%～75%の含水率を達成するために、前記水および前処理の触媒が加えられることを特徴とする方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法において、前記前処理の触媒が、バイオマスの0.2重量%～2重量%の硫酸濃度の硫酸であることを特徴とする方法。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の方法において、前記硫酸濃度が、前記バイオマスの0.5重量%～2重量%であることを特徴とする方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の方法において、前記硫酸濃度が、前記バイオマスの0.8重量%～1.0重量%であることを特徴とする方法。

【請求項 17】

請求項 1 に記載の方法において、前記コンディショニングの前の前記バイオマスの含水率が30～55%であることを特徴とする方法。

【請求項 18】

請求項 1 に記載の方法において、80℃のバイオマス温度で、蒸気を用いた前記加熱が55～60分行われることを特徴とする方法。

【請求項 19】

請求項 1 に記載の方法において、85℃のバイオマス温度で、蒸気を用いた前記加熱が40～60分行われることを特徴とする方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 0】

請求項 1 に記載の方法において、蒸気を用いた前記加熱が、9 0℃のバイオマス温度において 2 7～5 5 分行われることを特徴とする方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 に記載の方法において、9 5℃のバイオマス温度で、蒸気を用いた前記加熱が 2 0～4 0 分行われることを特徴とする方法。

【請求項 2 2】

請求項 1 に記載の方法において、9 9℃のバイオマス温度で、蒸気を用いた前記加熱が 1 5～3 0 分行われることを特徴とする方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 に記載の方法において、1 0 0℃のバイオマス温度で、蒸気を用いた前記加熱が 1 4～2 8 分行われることを特徴とする方法。

【請求項 2 4】

請求項 1 に記載の方法において、前記コンディショニングされたバイオマスが、前記前処理プロセスの前に 6 8～7 2 重量%の水分を含有することを特徴とする方法。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の方法において、前記バイオマスがトウモロコシ穂軸であることを特徴とする方法。

【請求項 2 6】

請求項 4 に記載の方法において、前記コンディショニングされたバイオマスが、前記前処理プロセスの前に 6 8～7 2 重量%の含水率および 0 . 7 重量%～0 . 0 9 重量%の硫酸含有率を有することを特徴とする方法。

【請求項 2 7】

請求項 1 に記載の方法において、前記コンディショニングされたバイオマスが、トウモロコシ穂軸であり、前記前処理プロセスの前に 6 8～7 2 重量%の含水率および 0 . 7 重量%～0 . 0 9 重量%の硫酸含有率を有することを特徴とする方法。

【請求項 2 8】

請求項 1 に記載の方法において、前記コンディショニングプロセス中に揮発性気体が放出されることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、生化学的エタノール製造方法の一部としてのリグノセルロース系バイオマスのコンディショニングに関し、特に、ヘミセルロースの分解および除去の前処理の前のコンディショニングに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

再生可能原料から製造される輸送燃料に対する要求が高まっている。これらの再生可能燃料を化石燃料の代わりに使用することで、温室効果ガス放出の減少とともに、他の利点を得られる（1－3）。バイオ燃料としては燃料エタノールが挙げられる。燃料エタノールはバイオマスから製造され、デンプンまたはセルロースを糖類に変換し、糖類を発酵させてエタノールを得て、次にエタノールを蒸留し脱水することで、ガソリンのすべてまたは一部を置き換えることが可能な高オクタン燃料を得ることによって製造される。

【0 0 0 3】

北米では、燃料エタノールの製造のための原料は、主としてトウモロコシであるが、ブラジルではサトウキビが使用される。燃料の製造のために食料または飼料用となりうる植物を使用することには、欠点が存在する。さらに、これらの原料の入手のしやすさは、好適な農地の全体的に利用可能な面積によって制限される。したがって、セルロースなどの非食料源、および優良農地を必要としない作物、たとえばススキ属（*m i s c a n t h u s*）からのエタノールを製造する取り組みが行われている。セルロースは、地球上で最も

10

20

30

40

50

豊富な有機材料の1つである。これは、トウモロコシの茎や葉および穂軸、木質残渣、ならびにその他の植物性材料などの農業残渣などの多くの形態のバイオマス中に存在する。セルロースはグルコースのポリマーであり、デンプンも同様である。しかし、リグノセルロース系バイオマスから反応性セルロースを単離し、加水分解してC6糖モノマーを得ることは困難である。C6糖類の非食料源の1つはリグノセルロース系バイオマスである。

【0004】

リグノセルロース系バイオマスは、(1) 木質残渣(おがくず、樹皮など)、(2) 都市の紙くず、(3) 農業残渣(トウモロコシの茎や葉、トウモロコシの穂軸、およびサトウキビのしぼりかすなど)、および(4) 専用のエネルギー作物(ほとんどがスイッチグラスおよびススキ属(*m i s c a n t h u s*)などの成長の早い高い木のような草で構成される)の4つの主要な種類に分類することができる。

10

【0005】

リグノセルロース系バイオマスは、植物細胞壁を構成する3つの主要なポリマー: セルロース、ヘミセルロース、およびリグニンから構成される。無水グルコース(C6糖)のみを含有するセルロース繊維は、ヘミセルロースおよびリグニンの剛性構造中に固定される。リグニンおよびヘミセルロースは、化学的に結合した複合体を形成し、そこではリグニンによって互いに接合した三次元配列で水溶性ヘミセルロースが結合する。リグニンは、セルロースマイクロフィブリルを覆い、酵素的および化学的な分解からそれらを保護する。これらのポリマーは植物細胞壁に強度および分解に対する抵抗性を付与し、そのため、リグノセルロース系バイオマスは、バイオ燃料の製造のための基質としての使用に問題が生じる。

20

【0006】

ヘミセルロースは多糖類であり、キシラン、グルクロノキシラン、アラビノキシラン、グルコマンナン、およびキシログルカンを含み、これらすべては多くの異なるC5またはC6糖モノマーを含有する。たとえば、グルコースのほかに、ヘミセルロース中の糖モノマーとしては、キシロース、マンノース、ガラクトース、ラムノース、およびアラビノースを挙げることができる。ヘミセルロースは、大部分がD-ペントース糖類を含有し、場合により少量のL-糖類も含有する。キシロースは、常に最大量で存在する糖モノマーであり、このことが、以下により詳細に議論するように、ヘミセルロース含有量がキシロース当量の含有量で表されることが多い理由である。キシロースは、アルドペントース型の単糖であり、これは5つの炭素原子を含有し(C5糖)、アルデヒド官能基を含むことを意味する。セルロースは、結晶性であり、強靱であり、加水分解に対して抵抗性であり、一方、ヘミセルロースは、不規則な非晶質構造を有し、強度が低く、薄い酸または塩基によって、あるいはヘミセルラーゼ酵素によって容易に加水分解する。

30

【0007】

バイオマスからの燃料エタノールの製造には、熱化学的および生化学的の2つの主要な方法が存在する。熱化学的方法では、バイオマスを合成ガスと呼ばれる反応性ガスに変換する。合成ガスは、一連の触媒プロセスによって、高温高压でエタノールに変換される。生化学的方法では、酵素と呼ばれる生体触媒を使用して、セルロース分を糖類(C5およびC6)に変換し、次にこれらを発酵させることでエタノール、およびブタノールなどの他の燃料が得られる。生化学的方法では、一般に、ヘミセルロースおよびセルロースの加水分解に対する感受性が異なることが、ヘミセルロースおよびセルロースの異なる段階での加水分解によって利用される。

40

【0008】

リグノセルロース系バイオマスからエタノールへの生化学的変換は、一般に、(1) 準備-標的バイオマスを洗浄し、大きさおよび含水率を調節する; (2) 前処理-セルロースから別個にヘミセルロースを加水分解するために触媒添加剤を加えて、または加えずに、規定の時間、バイオマス原料を高圧および高温に曝露する; (3) セルロースの加水分解-前処理した植物細胞壁多糖類を加水分解するための特殊な酵素配合物を使用して、前処理したバイオマス中のセルロースを単純なC6糖類に変換する; (4) 細菌または酵母

50

を媒介した発酵によって、これらの糖類をエタノールなどの燃料に変換する；ならびに（5）エタノール／燃料の蒸留および脱水の5つの基本ステップを含む。

【0009】

ある前処理方法では、ヘミセルロースの加水分解を触媒するための酸、および／またはリグニンを除去するためのアルカリなどの化学添加剤が使用される。これらの添加剤、ならびに、リグニンおよび一部の可溶性リグニン誘導体などの前処理プロセス中に生成される多くの分解生成物は、酵母に対して毒性である、または加水分解を阻害する、またはその両方のいずれかである。さらに、すべての形態のリグノセルロース系バイオマスは、ステロール類、脂肪酸類、エーテル類、および同様に阻害性であるその他の抽出物のある程度の量で有する。

10

【0010】

これらの物質の阻害作用に対処するための方法の1つは、より過酷な前処理条件の使用であり、たとえば、非常にわずかなキシロースおよびキシロオリゴ糖が残存してセルロース酵素に干渉する程度まで、ヘミセルロースを効率的に加水分解し分解するように調整することができる。しかしこの方法では、大きなセルロースの分解が生じ、次にグルコースの収率、および最終的にエタノールの収率が低下し、阻害化合物が実質的に存在しない場合でさえも全体的なエタノールプロセス効率が商業的に大きく低下することが多いという別の大きな不都合が生じる。

【0011】

別の方法では、キシランオリゴマーをキシロースまで完全に加水分解し、これらのオリゴマーの阻害作用を減少させるためにキシラナーゼが使用される。しかし、この方法はある程度効果的であるが、それ自体阻害剤となるキシロースを多量に生成する。さらに、前処理ステップにおいてヘミセルロースの分解で生じる他の阻害化合物が依然として存在する。したがって、全体の収率はより良くなるが、最終的にはこの方法は、キシラナーゼによるコスト、および他の阻害物質のためにさらに必要となるセルラーゼ量の増加のコストが加わるために、商業的には実施できない。

20

【0012】

すべての前処理方法では、一般に、バイオマス、特にヘミセルロース成分が大きく分解され、それによって種々のC5糖類およびその他のヘミセルロース分解生成物が生成する。ギ酸、フルフラール、およびヒドロキシルメチルフルフラールなどのヘミセルロース分解生成物が前処理中に生成され、これらは残存して加水分解および発酵プロセスを阻害する。したがって、これらのヘミセルロース分解生成物によって、セルロース加水分解酵素の効率が低下し、そのため、添加する酵素量を増加させる必要が生じ、そのコストは、費用対効果の高い商業的プロセスにおける重要な要因の1つである。

30

【0013】

下流のセルロースおよび／または糖発酵プロセスを阻害する分解生成物は、エタノール収率に対する潜在的な阻害作用を最小限にするため、通常はセルロース加水分解の前にバイオマスから分離される。しかし、ヘミセルロースから得られるC5糖類も糖発酵ステップで使用できると、全体的なエタノールの収率が顕著に改善されうるが、除去された阻害性のヒドロセルロース分解生成物流からのC5糖類の分離は費用がかかり、経済的ではない。したがって、従来のリグノセルロース系バイオ燃料製造方法におけるC5およびC6糖類の収率を増加させる効率的で経済的な方法が望まれている。

40

【発明の概要】

【0014】

ここで目的の1つは、リグノセルロース系バイオマスを使用する改善されたバイオ燃料製造方法を提供することである。

【0015】

特に、本発明は、高温高圧において蒸気でバイオマスを前処理するステップと、ヘミセルロース分解物からC5糖類を収集するステップと、セルロースを加水分解するステップと、セルロースの分解物からC6糖類を収集するステップとを含む、エタノールまで発酵

50

させるためのリグノセルロース系バイオマスからのC5／C6糖の方法の改善を提供する。この改善は、による前処理ステップの前にバイオマスのコンディショニングを行う追加のステップにある。前処理は、80℃～100℃の間の温度を有する蒸気処理されたバイオマスを得るために、5分～60分の間、好ましくは10～60分、より好ましくは10～30分、さらにより好ましくは15～30分、最も好ましくは約20分の時間、蒸気でバイオマスを加熱するステップと；蒸気処理されたバイオマスの含水率を45％～80％の間、好ましくは55％～80％の間、より好ましくは65％～80％、さらにより好ましくは70％～75％の間に調整するステップとを含む。

【0016】

一実施形態においては、本発明は、蒸気を用いた加熱が、90℃のバイオマス温度を得るために27～55分行われ、好ましくは95℃のバイオマス温度を得るために20～40分行われ、より好ましくは99℃バイオマス温度を得るために15～30分行われ、さらにより好ましくは100℃のバイオマス温度を得るために14～28分行われる方法を提供する。

10

【0017】

別の一実施形態においては、あらかじめコンディショニングしたバイオマスが、前処理プロセスの前に68～72重量％の含水率および0.7重量％～0.09重量％の硫酸含有率、好ましくは68～72％の含水率および0.7％～0.09％の硫酸含有率を有する。

【0018】

驚くべきことに、本発明者らは、セルロースおよびヘミセルロースからエタノールおよび／または他の有用な化学物質への変換における収率、回収率、反応性、およびプロセス時間などの従来の前処理の結果は、コンディショニングステップを加えることで改善できることを発見した。前処理前のバイオマスのコンディショニングによって、セルロース反応性が改善され（セルロース加水分解時間が短縮される）、セルロースからグルコースへの変換のための酵素の使用が最小限となり、不純物および毒性化合物の除去が最大化され、ヘミセルロース分画の回収率が増加し、発酵プロセスが最適化され、発酵時間が短縮され、全体の収率が増加することが分かった。

20

【0019】

本発明者らは、上記のこれらの結果の1つ以上は、前処理前のバイオマスの水分、および／または蒸気加熱ステップの温度および保持時間を制御するコンディショニングプロセスによって改善できることを発見した。さらに、本発明者らは、コンディショニングステップの一部として、毒性不純物を抽出し、蒸気加熱ステップ後の触媒および水の浸透を改善するために、バイオマスの圧搾または圧縮ステップを行うことによって、さらなる改善を実現できることをさらに発見した。

30

【0020】

このコンディショニングプロセスによって、前処理プロセスの結果が改善される。コンディショニングによって、バイオマスが、一貫して最適な前処理結果のために重要な、前処理前の一連の標準状態にもなる。このようなコンディショニングによって、繊維を軟化させ、水分および化学触媒を均一に分散させることもできる。この理論によって束縛しようとするものではないが、コンディショニングによって、ヘミセルロースのC5糖モノマー成分の実質的な量を除去することなく、リグノセルロース系バイオマス中の可溶性阻害成分を選択的に除去することができ、それによって、前処理前のバイオマス中の阻害化合物の含有率が低下し、C5糖類の量が増加し、C5糖類に加えて、より少ない量の阻害化合物を含む前処理後のヘミセルロース分解物流を回収できると、本発明者らは理論づけている。

40

【図面の簡単な説明】**【0021】**

【図1】図1は、本出願によるコンディショニング方法を含むバイオ燃料製造方法を示している。

50

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明を詳細に説明する前に、本明細書に含まれる好ましい実施形態に本発明が限定されるものではないことを理解されたい。

【0023】

本発明は、他の実施形態が可能であり、種々の方法で実施および実行が可能である。本明細書において使用される表現および用語は、説明を目的としており、限定を目的としたものではないことを理解されたい。

【0024】

図1に示されるように、所定のサイズのバイオマス10は、蒸気処理ビンまたは容器30の中まで送られる。加工用のバイオマスは、通常、50%未満、10%までの含水率を有する半乾燥状態で受け取られる。たとえばトウモロコシの穂軸は、通常、トウモロコシを15~35%の含水率まで畑で乾燥させた後に得られる。加工プラントに到着すると、トウモロコシの穂軸などのバイオマスは、好都合なサイズに切断される。バイオマスは通常約1インチの長さに切断される。本発明のコンディショニングプロセスにおける蒸気加熱ステップの前に含水率を高めるために、所定のサイズのバイオマスに水を加えることができる。

10

【0025】

所定のサイズのバイオマス10を加熱するために、1つ以上の場所から容器底部付近に蒸気20が注入される。空気、蒸気、および非凝縮性気体は、容器30の上部付近の排気口35から排出される。蒸気20によって容器30加熱されると、所定のサイズのバイオマス10は水分を吸収し、水分が均等に充填されるようになる。蒸気処理中、温度が上昇し、非凝縮性気体は排出される。一実施形態においては、10~60分間、大気圧の蒸気を用いて、所定のサイズのバイオマス10が80~100℃まで加熱される。

20

【0026】

蒸気加熱されたバイオマス15は、容器30の底部から抜き取られ、任意の種類のリグノセルロース系バイオマス前処理プロセスに供給される。一実施形態においては、蒸気加熱されたバイオマスは、最初にスクリュースプレスの、モジュール型スクリュース装置(modular screw device、MSD)などの圧縮または圧搾装置40に供給される。バイオマスを圧搾または圧縮するあらゆる装置が、バイオマスを圧縮し、抽出流体を排出するために使用できることが考慮される。一実施形態においては、圧搾装置40は、蒸気加熱されたバイオマス15を2-1~6-1の圧縮比、好ましくは3-1~4-1の圧縮比、最も好ましくは4-1の比で圧搾する。圧搾装置40は、必要に応じて気体を排出する排出口50、および蒸気加熱されたバイオマス15から圧搾された阻害抽出物を含む抽出流体を排出するための排水路55を含む。圧搾プロセス中に、樹脂、トル油、および脂肪酸など、エタノール製造中の下流処理ステップに悪影響を与える化合物とともに液体の一部が蒸気加熱されたバイオマス15から除去される。

30

【0027】

圧搾されたバイオマス45は次に混合装置70に供給される。混合装置70は、圧搾されたバイオマス45を、水入口66からの任意選択の比率の水、および／または触媒入口65からの任意の量の触媒と混合する。一実施形態においては、触媒は酸であり、0~5体積%の間の濃度範囲であってよく、バイオマスの含水率は60%~80%の範囲である。一実施形態においては、この混合ステップは、圧搾装置40の排出の直後に含まれてよい。好適混合装置70の一例は、圧搾装置40の出口に沿った1つ以上の注入または添加場所のように単純であってよい。圧搾されたバイオマス45が圧搾されたスポンジと同様であり、水および化学物質を容易にかつ自発的に吸収できるので、これが動作可能となる。

40

【0028】

混合ステップの好ましい一実施形態においては、水、および／または水および硫酸などの触媒は、含水率が65%を超えるまで加えられる。本発明者らは、以下の実施例1に示

50

されるように、前処理前のバイオマスのコンディショニングの特定の複数のステップの組み合わせによって、トウモロコシの穂軸の消化時間が最大60%を超えて短縮され、可溶性形態のヘミセルロースの回収率が40%を超えるまで増加することにより商業的に非常に好都合な作用が得られることを発見した。

【0029】

実施例では、あらかじめコンディショニングしたトウモロコシの穂軸を、係属中の米国特許出願第12/560,843号明細書（その記載内容が参照により本明細書に援用される）に記載されるシビアリティ指数値（severity index value）が4.0（205℃で8分）の蒸気で前処理し、続いて、15～20%の粘稠度で酵素加水分解を行った。

10

【0030】

特定のバイオマスが、木材チップに含まれるような樹脂、油、脂肪酸、トール油などを多量に含む場合、コンディショニングプロセスの圧搾ステップ中にこれらの樹脂、油、脂肪酸、トール油などを除去または少なくとも部分的に除去することによって、下流の酵素加水分解および発酵の作業が改善される。

【0031】

さらに、化学触媒を加える必要があるバイオマスの場合、触媒添加前の圧搾ステップによって、バイオマス全体へのより均一な触媒の吸収が促進され、ヘミセルロースの回収およびsolubilizationが改善されることが分かった。

20

【0032】

混合装置70から前処理システムに排出される。

【実施例】

【0033】

実施例1－含水率の調整によって、セルロース消化率およびヘミセルロース回収率が改善される。

表1. ヘミセルロースの回収率に対する供給されるトウモロコシ穂軸の含水率の影響

表1. ヘミセルロースの回収率に対する供給されるトウモロコシ穂軸の含水率の影響

供給される穂軸 水分(%)	69	66	54	46	35	29	11
ヘミセルロース回収率 (供給分に対する%)	72	71	62	59	50	45	27
可溶性ヘミセルロース糖類 (kg/mtdm 供給トウモロコシ穂軸)	253	249	218	207	176	158	95
ヘミセルロース糖モノマー (kg/mtdm 供給トウモロコシ穂軸)	211	208	182	173	147	132	79

30

【0034】

表1は、含水率が35%から66%に増加すると、ヘミセルロース糖の回収率が40%を超えるまで増加することを示している。オリゴマーに対する糖モノマーの比率をさらに増加させるためには、ヘミセルラーゼ酵素または酸触媒を用いて、回収された可溶性ヘミセルロース糖類を回収後に加水分解させることができる。

40

表 2. セルロース消化率に対する供給されるトウモロコシ穂軸の含水率の影響

表 2. セルロース消化率および結果として得られるグルコースモノマーの生成に対する供給されるトウモロコシ穂軸の含水率の影響

供給される穂軸 水分(%)	69	66	54	46	35	29	11
グルコースモノマー (kg/mt dm 供給されるトウモロコシ穂軸)	342	343	339	341	322	307	280

加水分解条件:110 時間、17%粘稠度で供給したバッチ加水分解、穂軸に対して 0.215%(w/wDM)の酵素を使用

【0035】

消化率は 90% で表され、記載の時間で利用可能なセルロースの 90% が変換されることを意味する。種々の含水率の穂軸からあらかじめ製造された加水分解物のセルロース消化率は、水分が 35% から 66% まで増加すると約 70% 改善された。表 2 は、供給材料の水分が 11% から 66% になると、消化時間が 60% を超えて短縮されることを示している。

【0036】

実施例 2 - 蒸気を用いた予備加熱によってセルロース消化率が改善される。

水分 50% のトウモロコシの穂軸に対して、米国特許出願第 12/560,843 号明細書に記載されるように、前処理前に、低圧 (5 psig) 蒸気を用いて 10 分間、大気圧における蒸気による予備加熱を行った。セルロース消化率の結果を、過熱蒸気を用いて 300 psig で 1 分間の予備蒸気処理を用いた対照と比較した (表 1)。

表 3. セルロース消化率に対する蒸気処理の影響

表 3. セルロース消化率および結果として得られるグルコースモノマーの生成に対する蒸気処理の影響

		前処理(1)および前処理条件(2)の前の蒸気過熱	
グルコースモノマー (kg/mt dm 供給穂軸)		(1) 1 分, 300 psig	10 分, 大気圧
		(2) 235 psig, 8 分	
酵素使用量 (%w/w、穂軸に対する DM)	0.225	342	360
	0.295	368	375

表 3.セルロース消化率に対する蒸気処理の影響

【0037】

蒸気加熱時間が長いと、酵素使用量に依存して、加水分解時間が 18% ~ 24% 短縮された。ヘミセルロース糖回収率は、さらなる蒸気加熱の影響を受けなかった。

【0038】

表 2 および 3 にそれぞれ見られるように、トウモロコシの穂軸のコンディショニング中の水分および蒸気加熱時間の制御の複合効果によって、酵素加水分解時間および糖 (C5 および C6) 回収率に関して顕著な累積効果が得られる。以上に示した概略のように、蒸気加熱および水分の制御、ならびにこれらのステップと圧搾ステップとの組み合わせによって、処理の選択肢において最大の適応性が得られ、それによって当業者は周知の前処理プロセスを最適化することができる。

【0039】

参考文献

- (1) Shapouri H et al. (1995) USDA Report 721. Estimating the net energy balance of corn ethanol.
- (2) Shapouri H et al. (2002) USDA Report 813. The Energy Balance of corn ethanol: an update.
- (3) Chow J et al. (2003) Science, 302, 1528–1531 Energy resources and global development. 10
- (4) Wald ML, Barrionuevo A (2007) New York Times, April 7th, The Energy challenge: A Renewed push for ethanol, without the corn.
- (5) Greeg D (2008) Biocycle, 49, 11–47. Commercializing cellulosic ethanol.
- (6) Hill J et al. (2006) Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 103, 11206–11210. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels.
- (7) Farrell AE et al. (2006) Science, 311, 506–508. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. 20
- (8) Somerville C (2007) Current biology, 17, 115–119. Biofuels.
- (9) Schuetzle D et al. (2007) Western Governors' Association. Alcohol fuels from biomass—Assessment of production technologies.
- (10) Chum L, Overend R (2002) Fuel Processing technology, 71, 187–195. Biomass and renewable fuels. 30
- (11) Wyman CE (1996) Taylor & Francis: Washington DC, USA, Handbook on bioethanol: production and utilization.
- (12) McMillan JD (1994) In Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production; Himmel, M. E., Baker, J. O., Overend, R. P., Eds.; ACS: Washington DC, USA, 1994; pp. 292–324. Pretreatment of lignocellulosic biomass.
- (13) Fan L et al (1982) Adv. Biochem. Eng. Biotechnol., 23, 158–183. The nature of lignocellulosics and their pretreatments for enzymatic hydrolysis. 40
- (14) Yang B, Wyman CE (2007) Biofuels, Bioproducts and Biorefinering, 2, 26–40. Pretreatment: the key to unlocking low-cost cellulosic ethanol.

【図 1】

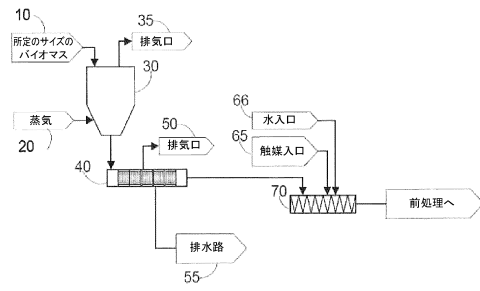


図 1

フロントページの続き

- (72)発明者 ベンソン, ロバート, アシュリー, クーパー
カナダ オンタリオ州 ピー1エイ 3ワイ1, ノースベイ, マーリンアヴェニュー 6
- (72)発明者 ベネシュ, レジスーオリヴィエ
カナダ オンタリオ州 エヌ7エム 5ジェイ5, チャタム, リバービューライン 7685

審査官 平林 由利子

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0269990 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C12P 1/00-41/00

C13K 1/02- 1/04

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

CAPLUS/MEDLINE/WPIDS/BIOSIS (STN)

Japio-GPG/FX