[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
C12P 7/06
A23K 1/00
C12M 1/107

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98803384.4

[45]授权公告日 2002 年 8 月 14 日

[11]授权公告号 CN 1089112C

[22]申请日 1998.3.9
[21]申请号 98803384.4
[30]优先权
[32]1997.3.18 [33]CH [31]647/97
[86]国际申请 PCT/CH98/00094 1998.3.9
[87]国际公布 WO98/41646 德 1998.9.24
[85]进入国家阶段日期 1999.9.16
[73]专利权人 2B 公开股份有限公司
地址 瑞士迪本多夫
[72]发明人 格雷姆·汉森 斯蒂芬·格拉斯
[56]参考文献

CN1005808	1986.12. 7	A23L1/00
CN1075243	1993. 8.18	A23N17/00
EP213023	1987. 3. 4	A23J1/12
JP58014995	1983. 3. 4	C02F3/28
US4302543	1981.11.24	C12P7/06
WO8201483	1982. 5.13	A23K1/08

审查员 谢 妍

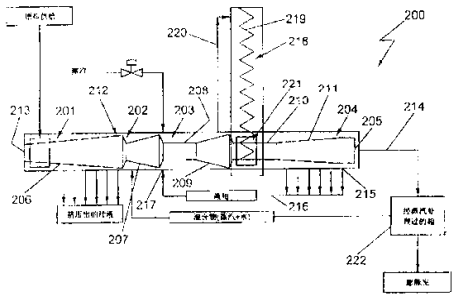
[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 丁业平

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 利用植物生物质的方法和实施此方法的螺旋挤压机

[57]摘要

根据本发明,将自然湿润状态的农作物生物质粉碎,以备在螺旋 挤压机中加工。在经挤压将贫固体相分离出来后,用高压蒸汽处理保 留的富固体相。然后减压,分离出蒸气相,冷却富固体相。富固体相 中的物质用酶作用及/或微生物发酵分解,同时分离气相。将剩余的混合物分离为一个贫固体相和一个富固体相。分离出的各相都加以利 用,优选地用于制取乙醇、蛋白浓缩物及纤维,或用于进行再加工。连续实施该方法的螺旋挤压机(200),包括以一根公共的整体轴(205) 相互轴串联的机室区(201…204),轴上安装有送料用的螺旋输送机(206…211),所述的机室由压实的材料构成的塞子相互密封。沿与 送料方向相反的方向(215…217),含水液相被回输。具有自己的螺 旋输送机(219)的一个附加室区(218)可以把两个分室区(203…204) 互相连接并在其间构成送料回路。



ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种利用处于自然湿润状态的农作物生物质的方法，其特征在于下述相互衔接的加工步骤:

(a) 提供适于在螺旋挤压机中加工的细碎形式的生物质;

(b) 挤压由步骤(a)提供的生物质，把受挤压的生物质分为一个贫固体相和一个富固体相，并分离出用于以后应用的贫固体相;

(c) 用高压蒸汽处理步骤(b)所得的富固体相;

(d) 对步骤(c)所建立的高压进行减压，把经步骤（c）蒸汽处理过的相分为一个蒸气相和一个富固体相，并分离出用于以后应用的蒸气相;

(e) 冷却步骤(d)所得的富固体相，并利用在此步骤中回收的热量;

(f) 通过酶的作用及/或用微生物发酵来分解步骤(e)所得的冷却相中的物质，把经分解的相分为气相和能流动的相，并分离出用于以后应用的气相;

(g) 把步骤（f）所得的能流动的相分离成一个贫固体相和一个富固体相，并分离出用于以后应用的富固体相;

(h) 将来自步骤（b）和（g）的贫固体相的至少之一加以利用。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征为，在步骤（c）的蒸汽处理之后，立即对来自步骤（c）的经蒸汽处理过的相进行挤压，把挤压过的相分离为一个无固体的含水液相和一个富固体相，然后在进行步骤（d）的减压之前，分离出所述的含水液相并把它回输到步骤（c）。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征为，在步骤（e）中对富固体相的冷却分两级进行，在所述两级冷却之间富固体相经过一个中间级，在该中间级冷却期间向富固体相中添加至少一种在步骤（f）中分解物料的酶。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征为，步骤（f）中对物料的分解包括酒精发酵，并将步骤（g）所得的贫固体相进行蒸馏以分离乙醇。

5. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征为，步骤（f）中对物料的分解包括产糖酶的作用。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中产糖酶包括纤维素酶、淀粉酶、果胶酶或半纤维素酶中的至少一种。

7. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，与那些通过产糖酶和/或微生物的作用产生最佳糖化所用的温度和时间相比，步骤（c）是在较低的温度下和/或较短的时间内进行的，从而在完全分解后水溶性的多糖被保留下来，并作为纤维素物质从经分解的相中分离出来。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法，其特征为，将在步骤（d）中回收到的蒸汽用于要在步骤（c）中处理的富固体相的预热。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法，其特征为，对来自步骤 （b）及/或（g）的贫固体相进行厌氧分解，把经分解的相分离为沼气和能够流动的相，分离出沼气，并将其中至少一部分用作燃料。

10. 连续实施根据权利要求 2 所述方法的螺旋挤压机，其特征在于

实施挤压的机室区和对进料到各机室的原料进行各处理步骤的机室区，所述各处理步骤采用无固体的含水液相进行，其中，

机室区（201...204）以至少一根公共的整体轴（205）相互轴串联，轴上安装有送料用的螺旋输送机（206...211），而且在螺旋挤压

机（200）运转期间由被压实的原料构成的塞子相互密封，而且

在并沿机室区（203...204）有一个与送料方向相反的含水液相的回输。

11. 根据权利要求 9 所述的螺旋挤压机，其特征在于，

设有回输的机室区（203...204）被分为相互轴串联的两个分区(203, 204)，

各分区(203, 204)设置有用于送料的螺旋输送机(208...209; 210...211)，它们构成公共的整体轴(205)的一部分，

在螺旋挤压机(200)运行期间，两个分区(203, 204) 由被压实的原料构成的塞子相互密封，并且

在两个分区(203, 204)之间设置有一个有其自己独立的送料用螺旋输送机(219)的机室区(218)，它把分区(203, 204)相互连接，并在其间构成送料回路(220...221)。

12. 权利要求 1 至 8 中任一项所述方法的用途，用于生产蛋白浓缩物。

13. 权利要求 1 至 8 中任一项所述方法的用途，用于回收乙醇以及用于生产蛋白浓缩物和纤维。

14. 权利要求 1 至 8 中任一项所述方法的用途，用于从由草组成的生物质回收乙醇以及用于生产蛋白浓缩物和纤维。

说　明　书

利用植物生物质的方法和实施此方法的螺旋挤压机

本发明涉及一种利用基本上处于自然湿润状态农作物生物质的方法，以及一种实行此方法的螺旋挤压机。

可以考虑的基本上处于其自然湿润状态的农作物生物质的例子是：有特别高的蛋白含量及/或糖含量的植物或者植物的部分，及其加工衍生物和残余物，尤其是三叶草、三叶草和杂草，还有豆类植物、大豆、高粱、芥子、羽衣甘蓝、饲用甜菜、香蕉叶、甜菜渣、葡萄皮、果皮、柑桔及有核果等果品的残余物，还有繁茂的水生植物，如浮萍、水风信子等不胜枚举。

已公知的与利用生物质相关联的各种加工步骤有，如粉碎、挤压、水解、冷冻、酶解、微生物分解、厌氧发酵、提取沼气、排放基本上为流体相、贫固体相、富固体相、气相的各部分物质，以及把分离出各部分物质用作饲料、肥料、用于生产酒精和二氧化碳、作为燃料等。同样公知的是在螺旋式挤压机中用所述材料构成密封塞，把各个不同的机室区分隔开。

但是已知的现有技术不是一个单独的整体系统。详细地讲：WO-82/01483 公开了一种利用城市垃圾中的有机和无机材料混合物的加工方法以及一种连续进行这种加工的装置。原料以细碎的形式提供；然后用高压蒸汽对全部垃圾材料进行消毒处理；接着进行减压，减压后把蒸汽处理过的垃圾材料分离成能流动的富含有机物的液相和富含无机物的固体相；接着用酶及/或通过微生物发酵将能流动的相中有机物分解，然后把分解处理过的相分离为液体和固体；把液体蒸馏，而将残余物再分离成固体和液体；对最后的液体进行厌氧发酵，从中产生的气相根据用途加以分离；对发酵产生的液体和蒸馏残余物中的固体

也加以利用。

在根据 WO-82/01483 的这种方法中，垃圾材料只受一次压力，从而没有加以压缩（施压及压实），因此保持其体积并且含有水分。

还有仅在加压处理之后就分离有机和无机物。

此外，这里产生不可避免的蒸气相的膨胀，此后因为蒸汽的能量损失在冷凝水中，不能回收蒸汽的能量而再用于加工处理。

另外，紧接着的步骤是对还处在大体积的松散状态的加工物进行消毒，当把该方法用于城市垃圾处理时此步骤是有意义的，因为这些垃圾有害于环境。但是把该方法用于农作物中的生物质却不够理想，因为这些生物质不危害环境，不必要立即以大的体积状态去消毒。可是按照 WO-82/01483 的方法，消毒不能推延到以后的工序，因为消毒和高压蒸汽处理一起是减压工序前的必要的步骤。

一般地，根据 WO-82/01483 的方法，首先要把有机和无机内含物相互分离然后才开始利用，而这种分离对于农作物生物质是完全不适用的。

因此，将根据 WO-82/01483 的方法施用于基本上处于自然湿润状态的农作物生物质不能得到理想的经济效果。

DE-4423099 公开了一种利用农作物生物质的方法以及一种实现该方法的的螺旋挤压机。细碎的生物质在螺旋挤压机中挤压然后分离为贫固体和富固体相；分离出贫固体相；然后进行文中未加详述的发酵。此法适用于产生沼气，但不适用于生产具有高经济价值的产品乙醇、蛋白浓缩物及纤维。该法没有蒸汽处理、膨胀和原料的冷却等步骤。

US-4302543 公开了一种利用农作物生物质的方法。细碎的生物质不先行分为固体和液体就在挤压机中在高压高温下挤压；足够冷却后，材料用酶进行水解。此方法是为加工含大量淀粉的原料，如玉米、小麦、水稻、大麦、黑麦、燕麦等而开发的，不能用于加工主要含纤维素的原料以得到乙醇、蛋白浓缩物和纤维。此外，该方法没有挤压原料从分离固体和液体以及在加热处理后没有回收蒸汽的步骤。高温高压下的材料的减压在说明书中写成是现有技术中已知的。

US-4842877 公开了一种通过把木质纤维（木纤维素）分解为饲料添加剂而对农作物生物质加工的实质上的化学方法。此法的第一工序是在较高温度下的碱性水解。将所得的液相与螯合剂混合。在另一个化学处理步骤中在一个挤出机中用过氧化氢及氧进行氧化。

JP-58-014995（参见日本专利摘要）公开了一种通过事先去掉不能发酵的纤维的改进的发酵方法。将被发酵的物质在螺旋挤压机中挤压并分离为两个相；分出富固体相；然后发酵贫固体相，分出并利用发酵产生的沼气，留下的能流动的混合物就地分为两个相，对两个相都加以利用。该法无蒸汽处理步骤，也无冷却步骤，并且不添加生产乙醇及副产品所需的酶及/或酵母。

DE-2919518 公开了一种利用基本上处于自然湿润状态的农作物生物质方法，以及一种实施这种方法的螺旋挤压机。细碎的生物质用高压蒸汽处理；冷却后用微生物发酵(选择性地加入酵母)后才在螺旋挤压机中把混合物分为两个相。此方法用于从甘蔗所含的游离糖制取乙醇，不适用于从纤维素制取乙醇。此外，没有添加分解原料中所含的纤维用的酶。

US-4321328 公开了一种回收含乙醇的汁液的方法，此法可用于从含纤维素的原材料生产乙醇。此处，把原材料用回收的含乙醇汁液

悬浮，然后进行机械解离、靠酶的作用进行水解并用微生物发酵。对原材料的收集、检定和预处理未详加说明。

EP-0005703 公开了一种利用固体的生活垃圾和生物质的方法。在加工生活垃圾时，首先在多个步骤中把垃圾中所含的各种物质彼此分开。接着对所有可水解的内含物的原材料进行磨碎、消毒并用亚硫酸糖化、中和、发酵、将固体和液体分开以及对液相蒸馏。

EP-0213023 公开了一种从谷物中生产乙醇和谷蛋白的方法。

US-4842877 公开了一种通过把木纤维（木纤维素）分解为饲料添加剂而对农作物生物质进行加工的化学方法。此法的第一工序是在较高温度下的碱性水解。将所得的液相与螯合剂混合。在另一个化学处理步骤中在一个挤压机中用过氧化氢及氧进行氧化。

EP-2550550 公开了一种加工农作物生物质的方法。该法的第一工序是在高温高压下进行水解；接着进行减压，在减压期间把材料分成液相和固相；用一种溶剂去除固相中的木质素；然后在高温高压下再进行水解；必要时通过酶的作用进行糖化。此方法的目的是液化和分离半纤维素、纤维素和木质素。

DE-3715953 公开了一种对含纸垃圾、桔杆及木质垃圾等含纤维素的物品进行处理的方法，以及一种实施此方法的螺旋挤压机。在将物质粉碎之后在螺旋挤压机中通过加温加压进行分解和消毒，然后在一个封闭的系统中隔绝氧气熟化，其产物被继续加工。此处不用蒸汽处理原材料。

在上述现有技术中，未出现在先技术的明显联合，使之能够避免在实施根据 WO-82/01483 的方法时出现的上述的缺点。

尤其是，现有技术至今还没有基本上合理地把单独的工序结合为一个经济上可接受的理想运转的整体系统。这里有如下几个原因：

-如果加工含糖或者淀粉的原材料，一般地，原材料的成本与用于制备乙醇的价格相比过高。

-如果生产甲烷（沼气），产品的低产值只能允许加工必须清除的原材料。另一方面对农作物原材料的经济利用是不可能的。

-如果只用来生产乙醇，创造的价值与实施高技术要求的这种方法所需付出的昂贵代价相比微不足道。设置有很大加工能力的装置会加重经济压力。对于这样的大装置的安置需要高的开发费用，另外原料的运输费用也很高。

因此本发明的任务是，提出一种利用基本上处于自然湿润状态的农作物生物质的方法，按此方法，在能量转换的经济方面、物料的投入、产出转换的经济方面在总体上可最佳化，另外这些转换最适于数量和价值的淡旺季起伏。

具体地，本发明的目的通过上述技术的一种方法达到：

-使生物质中所含的各种物质得到利用；

-在此方法中把对原材料的处理和原材料储存的要求与对所含物质的利用要求结合起来；

-最好对经分离的基本上的液相及固相进行进一步的加工和利用；

-不仅对于个别步骤，而且就作为一个整体的方法而言使能量利用率最合理化。

为实施此任务，本发明提供了一种方法，其特征在于以下连续的处理步骤：

(a)提供适于在螺旋挤压机中加工的细碎形式的生物质；

(b)挤压由步骤(a)提供的生物质，把受挤压的生物质分为一个贫固体相和一个富固体相，并分离出用于以后应用的贫固体相；

(c)用高压蒸汽处理步骤(b)所得的富固体相;

(d)对步骤(c)所建立的高压进行减压，把经步骤（c）蒸汽处理过的相分为一个蒸气相和一个富固体相，并分离出用于以后应用的蒸气相;

(e)冷却步骤(d)所得的富固体相，并利用在此步骤中回收的热量;

(f)通过酶的作用及/或用微生物发酵来分解步骤(e)所得的冷却相中的物质，把经分解的相分为气相和能流动的相，并分离出用于以后应用的气相;

(g)把步骤（f）所得的能流动的相分离成一个贫固体相和一个富固体相，并分离出用于以后应用的富固体相;

(h)将来自步骤（b）和（g）的贫固体相的至少之一加以利用。

在本发明的优选实施方案中，在步骤（c）的蒸汽处理之后，立即对来自步骤（c）的经蒸汽处理过的相进行挤压，把挤压过的相分离为一个基本上无固体的含水液相和一个富固体相，然后在进行步骤（d）的减压之前，分离出所述的含水液相并把它回输到步骤（c）。

在本发明的优选实施方案中，在步骤（e）中对富固体相的冷却分两级进行，在所述两级冷却之间富固体相经过一个中间级，在该中间级冷却期间向富固体相中添加至少一种在步骤（f）中分解物料的酶。

在本发明的优选实施方案中，步骤 （f）中对物料的分解包括酒精发酵，并将步骤（g）所得的贫固体相进行蒸馏以分离乙醇。

在本发明的优选实施方案中，步骤 （f）中对物料的分解包括产糖酶如纤维素酶、淀粉酶、果胶酶及/或半纤维素酶的作用。

在本发明的优选实施方案中，与获得步骤（f）中产糖酶及/或微生物作用的最佳糖化所需的温度和时间相比，步骤（c）的蒸汽处理是在较低的温度下及/或较短的时间内进行的，从而在完全分解后水溶性的多糖保留下来，并作为纤维素物质从经分解的相中分离出来。

在本发明的优选实施方案中，将在步骤（d）中回收到的蒸汽用于要在步骤（c）中处理的富固体相的预热。

在本发明的优选实施方案中，对来自步骤 （b）及/或（g）的贫固体相进行厌氧分解，把经分解的相分离为沼气和能够流动的相，分离出沼气，并将其中至少一部分用作燃料。

在本发明的优选实施方案中，所述方法用于生产蛋白浓缩物。

在本发明的优选实施方案中，所述方法用于回收乙醇以及用于生产蛋白浓缩物和纤维。

在本发明的优选实施方案中，所述方法用于从基本上由草组成的生物质回收乙醇以及用于生产蛋白浓缩物和纤维。

实施根据本发明的方法的一种螺旋挤压机的特征在于：实施挤压的机室区和用基本上无固体的含水液相对进料到各机室的原料进行各处理步骤的机室区，其中，机室区（201...204）以至少一根公共的整体轴（205）相互轴串联，轴上安装有送料用的螺旋输送机（206...211），而且在螺旋挤压机（200）运转期间由被压实的原料构成的塞子相互密封，而且基本上在并沿机室区（203...204）有一个与送料方向相反的含水液相的回输。

在本发明的优选实施方案中，设有回输的机室区（203...204）被分为相互轴串联的两个分区(203, 204)，各分区(203, 204)设置有用于送料的螺旋输送机(208...209; 210...211)，它们构成公共的整体轴(205)的一部分，在螺旋挤压机(200)运行期间，两个分区(203, 204) 由被压实的原料构成的塞子相互密封，并且在两个分区(203, 204)之间设置有一个有其自己独立的送料用螺旋输送机(219)的机室区(218)，它把分区

(203, 204)相互连接，并在其间构成送料回路(220...221)。

根据本发明的方法特别适用于对具有约 65-90%(重量)的水分，蛋白含量占干重约 10 至 30%的生物质的利用。

用根据本发明的方法可达到以下几方面：

加工富含蛋白质的原料，可以生产蛋白浓缩物和作为副产品的酵母，这在整体上提高了此方法的收益，并对提高效率有决定性的贡献。由此，还可以用具有相对小的加工能力的装置经济地运转，这样可以利用现有的基本设施，把耗费能量的原料运输限定在一定的程度，从而降低成本。另外，与整个设备成本相比较，用于副产品的制取和质量保证的设备技术的耗费很小。

-所涉及的原料在相当长的一段时间内可以得到，并可对新鲜的原料进行加工，从而，避免了干燥成本和储存损耗，并且不要求仓储場地，去掉了仓储成本。例如，在加工三叶草和草时，为了保证在冬天的运转，在夏天给设备送入额外的原料并进行挤压，把挤压额外原料所得的挤压汁连同其中所含的易变质的糖分和蛋白质和一般的夏季挤压产品汁液一起加工，同时把富含纤维素的残渣添加乳酸菌进行青贮。这可以实现高密度的压缩贮存，使贮存损失最小，消除了干燥成本。

-根据本发明的有关原材料的挤压和预处理的方法技术导致蒸汽处理所要求的蒸汽量明显地降低。

-根据本发明的对纤维进行加工（预处理）的方法技术提高了操作可靠性，并提供了进一步的方法技术优势。

根据本发明对经蒸汽处理过的相进行压缩能够回收由高压下的冷凝物组成的液体，并降低与减压相关联的能量损失。在减压期间蒸汽温度仅有 100℃，而减压前的所述液体温度恰为工作温度。此处的优点是，所述液体可利用来预热原料。

-分离出的贫固体相，可任选地进行合并，在消毒后用作发酵培养基。还可以把其中所含的蛋白凝结、分离并加以利用。另外所使用的各种原料中可能含有可分离利用的有价值的成份，如柑桔加工残渣中的柠檬酸、挤压苹果汁所产生的残渣中的单宁。这种深加工和再利用对提高根据本发明的方法的经济价值起了明显的作用。

依原料和季节的不同，在分离出的贫固体相中的可发酵糖分的含量有很大的起伏，这种差异可以通过与洗过的甜菜一起加工而得到弥补，以此方式可以提高贫固体相的价值，并可使它稳定地用作发酵培养基。这里，同时还可以把甜菜残渣和富固体相一起继续加工。总体上，可以使本发明方法适应于数量和价值随季节的起伏。

通过以两个相互衔接的冷却阶段直接与冷却液接触，根据本发明优选地冷却经蒸汽处理后的富固体相可完成以下任务：

-设备可更紧凑，从而比间接冷却有利于降低成本，因为在间接冷却时由于热交接不良而需要有较大的热交换面积。

-通过两级冷却和其间加入的中间级冷却，可使富固体相达到对于所用的酶和微生物理想的温度，并且恰在此条件下加入酶及微生物，例如，在公知的 40-65℃的酶糖化温度下加入。另外，向刚刚才进行完预处理的纤维中添加酶，而不是向在发酵器中的反应混合物中添加酶是有利的。

通过两级冷却和在其间加入的中间级冷却，可以使不同的操作条件彼此相容。例如，通过相应地确定中间级大小和改变中间级，可以把每天进行 8-18 小时的各个预处理和连续的进一步加工连接起来。

-由于冷却液封闭循环，酶不会损失。

根据本发明的的螺旋挤压机，由于附加的机室区构成的进料环路

把两个分区相互连接，这样可对富固体相在彼此可独立选择的压力和温度条件下停滞的时间进行独立的调节。

下面参照附图进一步详细地说明本发明。

图 1 为实施根据本发明的方法的一种螺旋挤压机的示意图。

下面说明根据本发明的方法的一个实施例。

将干重占 15-30%，通常占约 20%的新割的三叶草和草每天 8-16 小时输送，并通过一个推进兼定量螺旋输送机导入一个切碎机中，由此机把原料加工成浆。

在螺旋挤压机中，从该浆中压出含有大量可发酵糖分和粗蛋白的汁（挤压汁）。

对该汁在一个热交换器中用蒸汽进行热处理，由此，蛋白被凝结。汁液也由此消了毒，使之可用作发酵培养基。优选的应用是对汁液中所含的蛋白进行分离和进一步的加工，并把可发酵的糖分用作微生物的碳源。也可把消毒过的汁液送到一个或多个装有富固体相的发酵器中，以后再将汁液中所含的蛋白与富含蛋白的完全发酵过的发酵浆液一起分离和加工。

挤压后为约 30-60℃的富固体相首先用回输的液体（约 100℃的汽水混合物）预热到约 80℃，然后导入一个压力室中，通过向该压力室中加入蒸汽（优选地在 10 巴）和热的含水相，用约 100 至 170℃，典型地约 140℃温度在约 4 巴压力下对所述富固体相进行蒸汽处理，时间约 10 分钟。

此后，从经蒸汽处理后的料中立即挤出热液体，一般要加以利用，

典型地送回起初的蒸汽处理处，作为热的含水相加以再利用。

将剩余的经蒸汽处理过的富固体相从挤压机送到一个膨胀容器中，在此减压并降温至 100℃。减压后富固体相变得疏松，易于转送及进一步加工。减压产生的液体（约 100℃的汽水混合物）作为回输液体，在前述的预热过程中再利用。

紧接着，将剩余的经蒸汽处理过的富固体相冷却。该冷却分成两级进行，在两个冷却级之间安置有一个中间容器。在两级冷却的每级中均将冷却液和富固体相混合，所得混合物接着通过挤压分离成液体和富固体相。

在中间容器内向富固体相中加入酶，典型地加入纤维素酶，此处温度为约 40-70℃，典型地约 50℃，可理想地发挥酶的作用。同时该中间容器起缓冲器的作用，以平衡前述的每天 8 至 16 小时的处理和下文要叙述的后续的连续的进一步加工。出中间容器过渡到第二冷却级，其中把富固体相冷却到约 30℃。从该第二冷却级接着通过一个螺旋输送器对发酵器加料。

将冷却了的预被加工的材料转送至一个或者多个主发酵器中以同时糖化和发酵。

将留在中间容器中的物料的一小部分，典型地为被加工量的 5-10%（重量）送到一个单独的副发酵器中以生产酶。此处在适于生产酶的条件下，主要借助于木霉或曲霉类的霉菌生产酶。将在副发酵器中发酵的含酶的汁液连同其中所含的菌丝体转送到主发酵器中。

在主发酵器中，典型地在 35℃的温度下发生把富固体相中的纤维转化为乙醇的化学反应。在此转化中放出二氧化碳，将之收集、浓缩、并以液体形式提供给市场。

在主发酵器中发酵出的汁液中含有水溶性物质和固体，可以通过沉淀器及/或进一步用适当的过滤器分离。分离出的固体可以液体或者干燥的形式用作动物饲料。将带有水溶性物质的液相送至蒸馏柱以提取乙醇，蒸馏塔所需的热取自蒸汽。

在约 100℃温度蒸馏后已去除了乙醇的液相主要含有不可发酵的糖分，如木糖、阿拉伯糖等，还含有有机酸和矿物盐之类的营养盐份。此液相中所含的有机物在一个消化容器中典型地在 37℃进行反应以生产沼气，用来产生热，并几乎可以满足加工的总耗热要求。还有，在相应地把有机质从 100℃冷却到 37℃的冷却过程中所产生的热水，也可如前述加以利用。

另外，由于产生沼气在很大程度上纯化了加工用水，从而可对加工用水再利用。

以上述方式可从一吨干重的前述原料中得到约 180-250 升乙醇(纯度约 95%)，150-300 公斤蛋白浓缩物（干重占约 90%，约 35-50%重量粗蛋白），150-300 公斤纤维及 140-200 公斤二氧化碳。

如果生产酵母，在一吨干重的前述原料中可得到约 110-180 公斤酵母（约 30%重量干重），90-160 升乙醇（纯度约 95%），150-300 公斤蛋白浓缩物（干重占约 90%，含 35-50%重量粗蛋白），150-300 公斤纤维及 50-100 公斤二氧化碳。

视市场条件而定，还可以部分生产或者干脆不生产乙醇，以使酵母产量最大，或者纤维产量最大。此前提下在一吨干重的前述原料中可得到约 180-350 公斤酵母（约 30%重量干重），或者 300-400 公斤纤维。

其它的选择是用所述方法生产其它产品，如柠檬酸或者醋酸（通过使用适用的微生物），其它分解产物（通过使用适用的酶，如淀粉酶、果胶酶及/或半纤维酶等），木糖（xylite）及/或糠醛（通过深加工经发酵的发酵液中的木糖）等。特别是由此可得到纤维素，即，与在后续的酶及/或微生物的作用下获得最好的糖化作用所需的温度和时间相比，以较低的温度较短的时间蒸汽处理挤压后保持在约 30-60℃的富固体相。以此方式，在分解结束后在富固体相中保留有水溶性聚糖，那是一种纤维素。

下面参照图 1 的示意图说明实施所述方法的螺旋挤压机。

标以 200 的螺旋挤压机包括机室 201...204，其中各自的作用是，对输送到各机室的材料分别进行挤压及对基本上无固体的液相进行处理。

机室 201...204 相互轴向串联，并具有一个公共的整体轴 205。在轴 205 上安装有向各机室送料的螺旋输送器 206...211。可以理解，在这些机室中也可以公知的方式安装数个各有螺旋输送器的整体轴，例如，各室安装两个具有相应螺旋输送器的平行而反向转动的轴。

螺旋挤压机的运转中，每个螺旋输送器在出料端（例如在机室 201 中的螺旋输送器 206 的出料端 212 处）形成一个在此处被压实的原料塞，该塞子将相关的机室（例如此处为机室 201）和后续的机室（此处 202）密封，但不防碍被输送的原料经挤压形成塞子以及在该处被挤出机室，并以此方式从一个机室到达下一个机室。

在第一机室 201 的输入端送进待加工的原料，这样，此输入端处没有塞子形成，因此对机室 201 的封闭由一个壁 213 实现。

加工过的的原料从最后一个机室 204 出去，如图中所示意，这样

塞子被挤压出去，进入管路 214。

在最后一室 204 中对处理过的原料的挤压，使得处理后的原料中的液相和气相可从该室 204 通过孔 215 被提取出来而无温度下降，在管路 216 中收集，通过管路 216 沿机室 204...203 返回，并从孔 217 导入机室 203 中。从而从处理过的原料中榨取出的含水液相基本上沿包含机室 203...204 的室区以与进料相反的方向导回。

该包含机室 203...204 的室区是由两个互相轴串联的分区构成的，其中一个包括了有螺旋输送机 208...209 的机室 203，另一个包括有螺旋输送机 210...211 的机室 204。所有这些螺旋输送器构成公共的整体轴 205 的一部分，并且由它们实现原料在相关机室中的推进。

在所述的两个分区之间，即，在机室 203 和 204 之间，螺旋挤压机将输送到此处并被挤压的原料形成 一个塞子，该塞子把机室 203 和后续的机室 204 封闭起来。在机室 203 和机室 204 的交界面上，螺旋挤压机如此构成，使此处形成的塞子阻碍原料从室 203 直接进入室 204，即，从螺旋输送机 209 的出料端直接到达螺旋输送机 210 的进料端。这是因为，希望在机室 203 和 204 之间，即，在所述的两个分区之间的输送料经过一回路，此回路把机室 203 和 204 彼此相互连接。

这个回路包括一个有其自己的进料螺旋输送机 219（简示）的机室 218（简示），一个相应的用于在螺旋输送机 209（简示）的出料端到机室 218 的进料端输送待处理原料的输送管路 220（简示），以及一个相应的用于从螺旋输送机 219（简示）的出料端到机室区 204 的进料端输送在机室 218 中处理过原料的输送管路 221（图中简示作孔）。

在该回路中，送料的速度，以及所送原料的存留时间，可以独立于机室 201...204 以及螺旋输送机 206...211 所处的条件而设定。例如

以此方式(并借助一个具有相应长度的回路)可达到送进的原料在回路中存留相当长的时间，但是在轴 205 上的进料的速度还比较高。

从螺旋挤压机 200，将经过蒸汽处理的富固体相输送至接于螺旋挤压机 200 下游，即，机室 204 上的膨胀容器 222，在此处减压，将温度调节到 100℃，从而松散下来。使减压得到的液体（约 100℃汽水混合物），在相应的螺旋输送机 207 的出料端区域向螺旋挤压机 200 的机室 202 回输，在图中加以简示。

图 1 中各标号的意义

螺旋挤压机 200

机室 201...204

轴 205

螺旋输送机 206...211

螺旋输送机 206 的出料端 212

壁 213

管路 214

孔 215

管路 216

孔 217

机室 218

螺旋输送机 219

管路 220

管路 221

膨胀容器 222

说 明 书 附 图

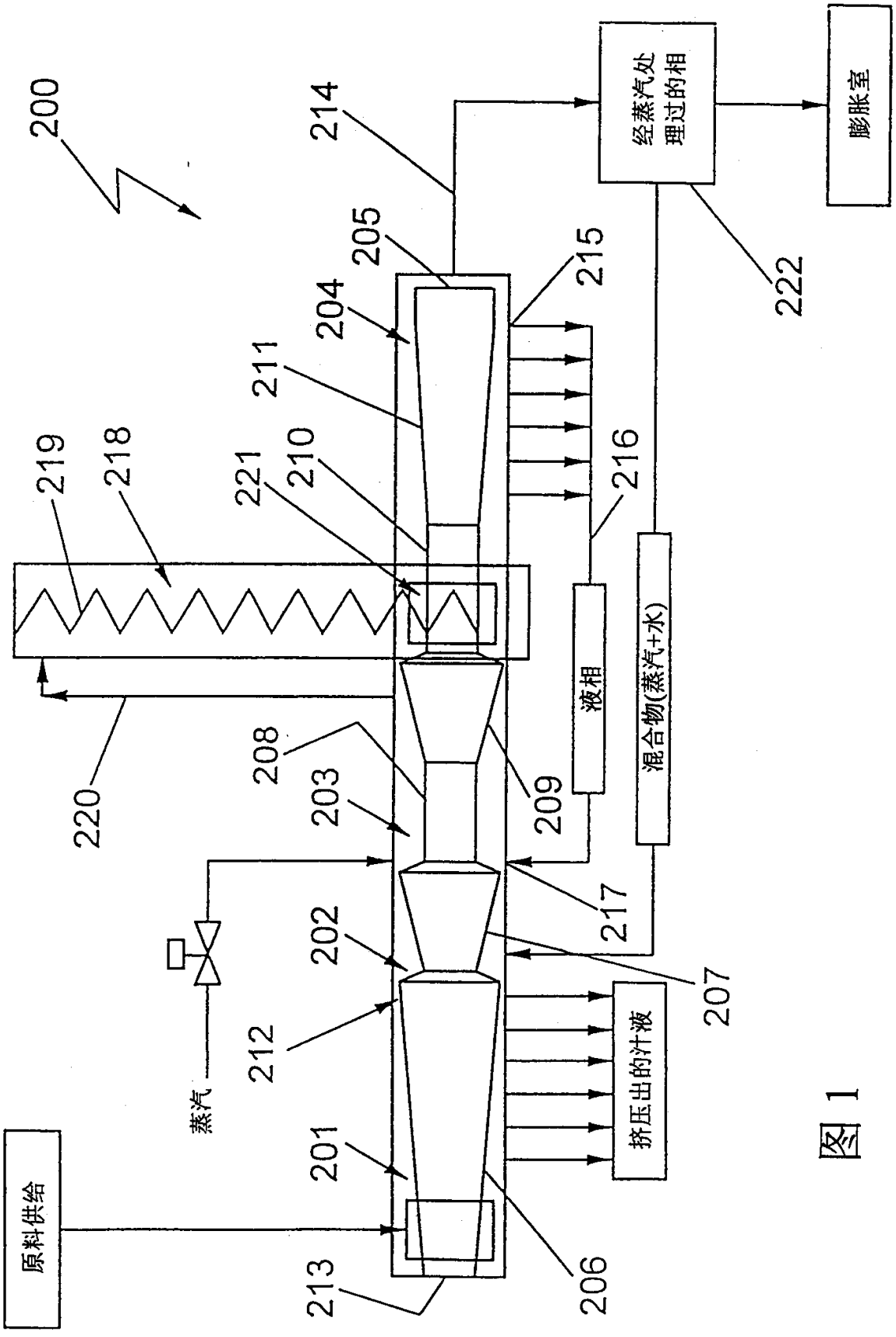

200
214
经蒸汽处理过的相
膨胀室
222
205
215
204
211
219
218
221
210
216
液相
混合物(蒸汽+水)
220
208
203
209
217
202
207
212
蒸汽
201
挤压出的汁液
原料供给
213
206

图 1