



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112481108 A

(43)申请公布日 2021.03.12

(21)申请号 201910860717.6

(22)申请日 2019.09.11

(71)申请人 南京延长反应技术研究院有限公司

地址 210047 江苏省南京市江北新区罐区
南路88号

(72)发明人 张志炳 周政 张锋 李磊
孟为民 王宝荣 杨高东 罗华勋
杨国强 田洪舟

(51)Int.Cl.

C12M 1/34(2006.01)

C12M 1/04(2006.01)

C12M 1/02(2006.01)

C12M 1/00(2006.01)

C12P 13/00(2006.01)

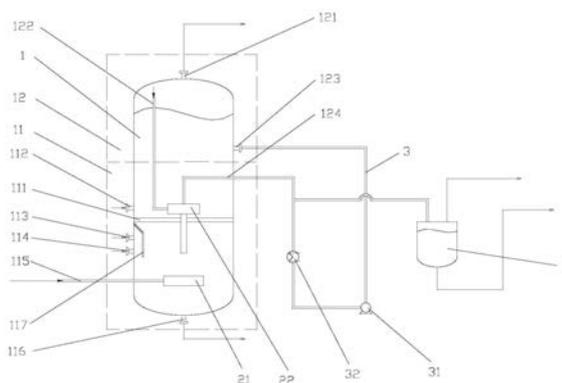
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54)发明名称

一种氨基酸发酵系统及工艺

(57)摘要

本发明涉及一种氨基酸发酵系统及工艺,包括:发酵罐、分离罐、至少两个微界面发生器和回流管。与传统方法相比,本发明通过破碎空气使其形成微米尺度的微米级气泡,使微米级气泡与发酵原料混合形成气液乳化物,以增大气液两相的相界面积,并达到在较低预设操作条件范围内强化传质的效果;同时,微米级气泡能够与发酵原料充分混合形成气液乳化物,通过将气液两相充分混合,能够保证系统中的氨基酸生产菌能够充分吸收物料中的氧气,从而防止副产物的生成,进一步提高了所述系统的发酵效率。



1. 一种氨基酸发酵系统,其特征在于,包括:

发酵罐,用以使氨基酸生产菌种对物料进行发酵,所述发酵罐包括:设置在下方,用以装载发酵原料和氨基酸生产菌并为二者的发酵提供反应空间的全混流生化反应区以及设置在上方,用以对发酵后物料进行输送以及气液分离的平推流生化反应区;

分离罐,其与所述发酵罐相连,用以对所述发酵罐输出的物料进行分离,以生成气态菌种和发酵液;

至少两个微界面发生器,其分别设置在所述全混流反应区内的指定位置,将气体的压力能和/或液体的动能转变为气泡表面能并传递给无菌空气,使无菌空气破碎形成直径 $\geq 1\mu\text{m}$ 、且 $< 1\text{mm}$ 的微米级气泡以提高发酵原料与无菌空气间的传质面积,减小液膜厚度,降低传质阻力,并在破碎后将发酵原料与微米级气泡混合形成气液乳化物,以在预设操作条件范围内强化发酵原料与无菌空气间的传质效率;

回流管,其分别与所述发酵罐和分离罐相连,用以对发酵罐输出的物料进行换热并在换热后将物料分流以分别回流至发酵罐或输出至分离罐。

2. 根据权利要求1所述的氨基酸发酵系统,其特征在于,所述微界面发生器包括:

第一微界面发生器,其为一气动式微界面发生器,所述第一微界面发生器设置在所述全混流生化反应区内并位于反应区底部,用以将无菌空气破碎形成微米尺度的微气泡并在破碎完成后将微气泡输出至发酵罐;

第二微界面发生器,其为液动式或气液联动式微界面发生器,所述第二微界面发生器设置在所述全混流生化反应区内并位于反应区顶部,用以接收所述回流管输出的物料,使用物料卷吸所述活塞流生化反应区内未充分使用的无菌空气并将无菌空气破碎形成微米尺度的微气泡,并将微气泡与物料混合形成气液乳化物以输出至全混流生化反应区。

3. 根据权利要求1所述的氨基酸发酵系统,其特征在于,所述发酵罐中全混流生化反应区包括:

格栅,其设置在所述发酵罐内部,用以过滤物料中的不可溶颗粒物;

pH调节液进料口,其设置在所述发酵罐侧壁并位于所述格栅上方,用以输送pH调节液以调节物料的pH值;

发酵原料进料口,其设置在所述发酵罐侧壁并位于所述格栅下方,用以输送发酵原料;

发酵菌种进料口,其设置在所述发酵罐侧壁并位于所述发酵原料进料口下方,用以向发酵罐内部输送氨基酸生产菌并对发酵原料进行发酵;

第一气相进料管道,其设置在所述发酵罐侧壁并与所述微界面发生器相连,用以将无菌空气从侧面输送至所述发酵罐内的微界面发生器中;

残渣出口,其设置在所述发酵罐底部,用以将发酵后的残渣排出系统;

隔板,其设置于所述发酵罐内壁并位于所述格栅下方,用以阻挡所述发酵原料进口输出的发酵原料和所述发酵菌种进料口输出的氨基酸生产菌产生的波动。

4. 根据权利要求1所述的氨基酸发酵系统,其特征在于,所述平推流反应区包括:

排气管道,其设置在所述发酵罐顶端,用以排出发酵罐中物料发酵时产生的尾气;

第二气相进料管道,其设置在所述发酵罐顶端,并与所述微界面发生器相连,用以将发酵罐顶部生成的尾气输送至所述发酵罐内的微界面发生器中;

出料口,其设置在所述发酵罐侧壁,用以将发酵完成的物料输出发酵罐;

回流进料管道,其设置在所述发酵罐侧壁,用以将所述回流管输出的部分物料输出至发酵罐内的微界面发生器。

5. 根据权利要求1所述的氨基酸发酵系统,其特征在于,所述回流管包括:

循环泵,其与所述发酵罐相连,用以输出发酵罐中发酵完成的物料;

换热器,其与所述循环泵相连,用以对循环泵输出的物料进行换热以使物料达到指定温度。

6. 根据权利要求1所述的氨基酸发酵系统,其特征在于,所述换热器的输出端设有分流管,所述分流管分别与所述发酵罐和所述分离罐相连,用以分别对物料进行回流以及将物料输出至分离罐。

7. 根据权利要求1所述的氨基酸发酵系统,其特征在于,所述分离罐为一密封罐,包括:

进料口,其设置在所述分离罐顶端,用以将所述回流管输出的物料输送至分离罐内部;

排气口,其设置在所述分离罐顶端,用以输出气态菌种;

出料口,其设置在所述分离罐底端,用以输出分离后的发酵液并将发酵液输送至下一工段。

8. 一种氨基酸发酵工艺,其特征在于,包括:

步骤1:通过所述发酵原料进料口将指定种类的发酵原料输送至所述发酵罐中的全混流生化反应区内,并通过所述发酵菌种进料口将氨基酸生产菌输送至发酵罐内;

步骤2:通过所述第一气相进料管道向所述第一微界面发生器输送无菌空气,第一微界面发生器将无菌空气破碎成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡输出至所述发酵罐中的发酵原料中,通过微米级气泡与发酵原料充分混合以为氨基酸生产菌提供有氧环境;

步骤3:氨基酸生产菌与发酵原料在有氧环境下发生反应,发酵完成后,发酵罐将发酵后物料输送至所述平推流生化反应区,物料流经所述格栅,格栅会将物料中残渣滤除,滤除后残渣会沉降至发酵罐底部并通过所述残渣出口排出发酵罐;

步骤4:过滤后物料会在所述平推流生化反应区内沿指定方向流动,当物料流动至发酵罐顶部时,物料中的气体会通过排气管道输出出发酵罐,物料会通过第一出料口输出至所述回流管;

步骤5:所述回流管将所述发酵罐中的物料抽出,并在换热后进行分流,将一部分换热后物料回流至所述第二微界面发生器以调节所述全混流生化反应区内的温度,并将另一部分输出至所述分离罐以进行分离;

步骤6:换热后物料在回流后通过回流进料管道进入所述第二微界面发生器,所述第二微界面发生器通过所述第二气相进料管道接收发酵罐顶部尾气,使用物料将尾气破碎形成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡与物料混合形成气液乳化物,形成气液乳化物后,第二微界面发生器将气液乳化物输出至所述全混流生化反应区以在重复使用物料的同时调节全混流生化反应区内的温度;

步骤7:换热后物料输出至所述分离罐后,分离罐会对物料进行气液分离,形成气态菌种和发酵液,分离后,气态菌种通过所述排气口排出分离罐,发酵液通过第二出料口排出分离罐并输送至下一工段。

9. 根据权利要求8所述的氨基酸发酵工艺,其特征在于,在所述系统运行时,所述pH调节液进料口会输送pH调节液,用以调节所述发酵罐内物料的pH值。

一种氨基酸发酵系统及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及细菌发酵技术领域,尤其涉及一种氨基酸发酵系统及工艺。

背景技术

[0002] 氨基酸是生命有机体的重要组成部分,是生命机体营养、生存和发展极为重要的物质,在生命体内物质代谢调控、信息传递方面扮演着重要的角色。氨基酸作为人类营养添加剂、调味剂、饲料添加剂、医药、农药等,在食品工业、农业、畜牧业及人类健康、保健等诸方面有着广泛的应用。在未来几年中,包括健康食品、人工甜味剂、膳食补充剂产品和化妆品在内的各个终端应用市场对氨基酸需求的日益增长也将推动氨基酸市场的良性发展。

[0003] 随着生物技术的蓬勃发展,越来越多氨基酸产品已经由生物发酵法生产替代了化学合成法生产,生物发酵法生产的氨基酸产品在安全性、能耗及环保方面,具有化工手段不可比拟的优越性。目前,大部分氨基酸已经实现生物发酵法直接生产,市场对该类产品需求也在逐年加大,用于氨基酸工业化生产的发酵罐容积也呈现逐渐放大的趋势。但是,现有的发酵罐系统多为人工手动进行操作,随着发酵罐规模的不断增大,工人的工作量和劳动强度都在不断增加,人工成本也在不断增加;另一方面,现有的发酵罐系统操作周期较长,人工操作的不确定性使得大量工作时间被用于生产准备工作,减少了有效生产时间,使设备利用率不高;此外,在实际生产过程中,由于操作失误或不准确,造成发酵染菌、培养过程参数(温度、pH、溶氧等)波动较大,给氨基酸发酵工业化生产造成严重损失。

[0004] 中国专利公开号:CN109022270A公开了一种用于氨基酸生产的发酵罐系统及其工作方法,属于氨基酸生产技术领域。其包括洗罐、空消、进料、接种、培养和出料步骤;所述每个步骤可以单独运行或连续运行。由此可见,所述系统存在以下问题:

[0005] 第一,所述装置中仅通过搅拌叶对空气进行破碎,空气在破碎后形成大气泡,然而由于气泡体积过大,无法与混合后的物料充分混合,细菌吸收氧气不均匀,降低了所述系统的发酵效率。

[0006] 第二,所述装置在细菌与氧气接触不均匀的情况下,易产生副产物,从而导致系统中物料无法使用,增加了所述系统的能耗。

[0007] 第三,所述装置使用搅拌叶对细菌和物料进行搅拌,在搅拌过程中搅拌叶会对细菌造成破坏,从而导致原料中细菌数量减少,降低发酵效率。

发明内容

[0008] 为此,本发明提供一种氨基酸发酵系统及工艺,用以克服现有技术中无菌空气不能与发酵原料充分混合使氨基酸生产菌发酵不完全从而产生副产物导致的发酵效率低的问题。

[0009] 一方面,本发明提供一种氨基酸发酵系统,包括:

[0010] 发酵罐,用以使氨基酸生产菌种对物料进行发酵,所述发酵罐包括:设置在下方,用以装载发酵原料和氨基酸生产菌并为二者的发酵提供反应空间的全混流生化反应区以

及设置在上方,用以对发酵后物料进行输送以及气液分离的平推流生化反应区;

[0011] 分离罐,其与所述发酵罐相连,用以对所述发酵罐输出的物料进行分离,以生成气态菌种和发酵液;

[0012] 至少两个微界面发生器,其分别设置在所述全混流反应区内的指定位置,将气体的压力能和/或液体的动能转变为气泡表面能并传递给无菌空气,使无菌空气破碎形成直径 $\geq 1\mu\text{m}$ 、且 $< 1\text{mm}$ 的微米级气泡以提高发酵原料与无菌空气间的传质面积,减小液膜厚度,降低传质阻力,并在破碎后将发酵原料与微米级气泡混合形成气液乳化物,以在预设操作条件范围内强化发酵原料与无菌空气间的传质效率;

[0013] 回流管,其分别与所述发酵罐和分离罐相连,用以对发酵罐输出的物料进行换热并在换热后将物料分流以分别回流至发酵罐或输出至分离罐。

[0014] 进一步地,所述微界面发生器包括:

[0015] 第一微界面发生器,其为一气动式微界面发生器,所述第一微界面发生器设置在所述全混流生化反应区内并位于反应区底部,用以将无菌空气破碎形成微米尺度的微气泡并在破碎完成后将微气泡输出至发酵罐;

[0016] 第二微界面发生器,其为液动式或气液联动式微界面发生器,所述第二微界面发生器设置在所述全混流生化反应区内并位于反应区顶部,用以接收所述回流管输出的物料,使用物料卷吸所述活塞流生化反应区内未充分使用的无菌空气并将无菌空气破碎形成微米尺度的微气泡,并将微气泡与物料混合形成气液乳化物以输出至全混流生化反应区。

[0017] 进一步地,所述发酵罐中全混流生化反应区包括:

[0018] 格栅,其设置在所述发酵罐内部,用以过滤物料中的不可溶颗粒物;

[0019] pH调节液进料口,其设置在所述发酵罐侧壁并位于所述格栅上方,用以输送pH调节液以调节物料的pH值;

[0020] 发酵原料进料口,其设置在所述发酵罐侧壁并位于所述格栅下方,用以输送发酵原料;

[0021] 发酵菌种进料口,其设置在所述发酵罐侧壁并位于所述发酵原料进料口下方,用以向发酵罐内部输送氨基酸生产菌并对发酵原料进行发酵;

[0022] 第一气相进料管道,其设置在所述发酵罐侧壁并与所述微界面发生器相连,用以将无菌空气从侧面输送至所述发酵罐内的微界面发生器中;

[0023] 残渣出口,其设置在所述发酵罐底部,用以将发酵后的残渣排出系统;

[0024] 隔板,其设置于所述发酵罐内壁并位于所述格栅下方,用以阻挡所述发酵原料进口输出的发酵原料和所述发酵菌种进料口输出的氨基酸生产菌产生的波动。

[0025] 进一步地,所述平推流反应区包括:

[0026] 排气管道,其设置在所述发酵罐顶端,用以排出发酵罐中物料发酵时产生的尾气;

[0027] 第二气相进料管道,其设置在所述发酵罐顶端,并与所述微界面发生器相连,用以将发酵罐顶部生成的尾气输送至所述发酵罐内的微界面发生器中;

[0028] 出料口,其设置在所述发酵罐侧壁,用以将发酵完成的物料输出发酵罐;

[0029] 回流进料管道,其设置在所述发酵罐侧壁,用以将所述回流管输出的部分物料输出至发酵罐内的微界面发生器。

[0030] 进一步地,所述回流管包括:

- [0031] 循环泵,其与所述发酵罐相连,用以输出发酵罐中发酵完成的物料;
- [0032] 换热器,其与所述循环泵相连,用以对循环泵输出的物料进行换热以使物料达到指定温度。
- [0033] 进一步地,所述换热器的输出端设有分流管,所述分流管分别与所述发酵罐和所述分离罐相连,用以分别对物料进行回流以及将物料输出至分离罐。
- [0034] 进一步地,所述分离罐为一密封罐,包括:
- [0035] 进料口,其设置在所述分离罐顶端,用以将所述回流管输出的物料输送至分离罐内部;
- [0036] 排气口,其设置在所述分离罐顶端,用以输出气态菌种;
- [0037] 出料口,其设置在所述分离罐底端,用以输出分离后的发酵液并将发酵液输送至下一工段。
- [0038] 另一方面,本发明还提供一种氨基酸发酵工艺,包括:
- [0039] 步骤1:通过所述发酵原料进料口将指定种类的发酵原料输送至所述发酵罐中的全混流生化反应区内,并通过所述发酵菌种进料口将氨基酸生产菌输送至发酵罐内;
- [0040] 步骤2:通过所述第一气相进料管道向所述第一微界面发生器输送无菌空气,第一微界面发生器将无菌空气破碎成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡输出至所述发酵罐中的发酵原料中,通过微米级气泡与发酵原料充分混合以为氨基酸生产菌提供有氧环境;
- [0041] 步骤3:氨基酸生产菌与发酵原料在有氧环境下发生反应,发酵完成后,发酵罐将发酵后物料输送至所述平推流生化反应区,物料流经所述格栅,格栅会将物料中残渣滤除,滤除后残渣会沉降至发酵罐底部并通过所述残渣出口排出发酵罐;
- [0042] 步骤4:过滤后物料会在所述平推流生化反应区内沿指定方向流动,当物料流动至发酵罐顶部时,物料中的气体会通过排气管道输出发酵罐,物料会通过第一出料口输出至所述回流管;
- [0043] 步骤5:所述回流管将所述发酵罐中的物料抽出,并在换热后进行分流,将一部分换热后物料回流至所述第二微界面发生器以调节所述全混流生化反应区内的温度,并将另一部分输出至所述分离罐以进行分离;
- [0044] 步骤6:换热后物料在回流后通过回流进料管道进入所述第二微界面发生器,所述第二微界面发生器通过所述第二气相进料管道接收发酵罐顶部尾气,使用物料将尾气破碎形成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡与物料混合形成气液乳化物,形成气液乳化物后,第二微界面发生器将气液乳化物输出至所述全混流生化反应区以在重复使用物料的同时调节全混流生化反应区内的温度;
- [0045] 步骤7:换热后物料输出至所述分离罐后,分离罐会对物料进行气液分离,形成气态菌种和发酵液,分离后,气态菌种通过所述排气口排出分离罐,发酵液通过第二出料口排出分离罐并输送至下一工段。
- [0046] 进一步地,在所述系统运行时,所述pH调节液进料口会输送pH调节液,用以调节所述发酵罐内物料的pH值。
- [0047] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于,与传统方法相比,本发明通过破碎空气使其形成微米尺度的微米级气泡,使微米级气泡与发酵原料混合形成气液乳化物,以增大

气液两相的相表面积,并达到在较低预设操作条件范围内强化传质的效果;同时,微米级气泡能够与发酵原料充分混合形成气液乳化物,通过将气液两相充分混合,能够保证系统中的氨基酸生产菌能够充分吸收物料中的氧气,从而防止副产物的生成,进一步提高了所述系统的发酵效率。同时,本发明所述系统发酵罐内设有回流进料管,通过将反应后物料回流至发酵罐,延长了无菌空气与发酵原料的接触时间从而提高了发酵效率。此外,可以根据不同的产品要求或不同的催化剂,而对预设操作条件的范围进行灵活调整,进一步确保了反应的充分有效进行,进而保证了反应速率。

[0048] 此外,可以根据不同原料组成或不同的产品要求,而对预设操作条件的范围进行灵活调整,进一步确保了反应的充分有效进行,进而保证了反应速率,达到了强化反应的目的。

[0049] 尤其,本发明在发酵罐中设置全混流生化反应区,通过将微界面发生器设置在全混流生化反应区内,使全混流生化反应区内部更加接近全混流模型,保证了反应区内物料温度及浓度的统一,且当物料进入反应区内能够迅速混合均匀,从而防止反应区内部分氨基酸生产菌吸收不到足够氧气导致生成副产物,进一步提高了所述系统的发酵效率。

[0050] 尤其,本发明还在发酵罐中设置平推流生化反应区,通过设置平推流生化反应区,使发酵完成后的物料能够沿指定方向匀速运动,有效防止物料在输送过程中产生返流,且平推流生化反应区还能够进一步促进全混流生化反应区中物料的反应速率,从而进一步提高了所述系统的发酵效率。

[0051] 进一步地,本发明所述发酵罐中分别设有气动式微界面发生器和气液联动式微界面发生器,通过使用不同种类的微界面发生器,使微米级气泡与物料混合更加均匀,从而提高发酵罐内物料与无菌空气的混合效率,以进一步提高所述系统的发酵效率。

[0052] 进一步地,所述发酵罐中还设有格栅,通过格栅能够有效将物料中的残渣滤除并通过发酵罐底部的残渣出口排出,从而提高了发酵液的纯度。

[0053] 尤其,所述发酵罐侧壁还设有pH调节液进料口,在所述系统运行时,pH调节液进料口能够通过向发酵罐内输送pH调节液的方式对发酵罐内物料的pH值进行调节,在不破坏氨基酸生产菌的同时,能够有效对物料的pH值进行调节,从而提高氨基酸生产菌的反应效率。

[0054] 尤其,所述发酵罐内壁还设有隔板,所述隔板位于所述发酵原料进料口和所述发酵菌种进料口的出口处,通过对两所述进料口出口进行遮挡,以防止各进料口在输出物料和氨基酸生产菌时产生波动对所述第二微界面发生器造成影响并降低第二微界面发生器的混合效率。

[0055] 进一步地,所述系统中还设有回流管,通过对发酵完成的物料进行回流以重复使用物料,从而提高物料的利用率,从而进一步提高了所述系统的发酵效率。

[0056] 尤其,所述回流管中设有换热器,在对发酵完成的物料进行回流和输出时,能够通过换热器对物料进行换热以使物料达到指定温度,以此对发酵罐中的物料温度进行调节,从而为发酵罐中氨基酸生产菌提供合适的发酵环境,以进一步提高所述系统的发酵效率。

附图说明

[0057] 图1为本发明氨基酸发酵系统的结构示意图。

具体实施方式

[0058] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理,并非在限制本发明的保护范围。

[0059] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系,这仅仅是为了便于描述,而不是指示或暗示所述装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0060] 此外,还需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0061] 请参阅图1所示,其为本发明所述氨基酸发酵系统的结构示意图,包括发酵罐1、微界面发生器2(图中未标出)、回流管3和分离罐4。其中,所述微界面发生器2设置在所述发酵罐1内部,用以将无菌空气破碎形成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡与发酵罐内的物料混合形成气液乳化物从而为物料中氨基酸生产菌提供有氧环境。所述回流管3与所述发酵罐1相连,用以将发酵罐1内发酵完成的物料输出并将部分输出的物料回流至发酵罐1。所述分离罐4与所述回流管3中的输出支路相连,用以对所述发酵罐1输出的物料进行分离和浓缩,并将处理完成后的发酵液输出至下一工段。

[0062] 当所述系统运行时,先向发酵罐1内输送发酵原料和氨基酸生产菌,同时向发酵罐1内输送无菌空气,无菌空气会进入所述微界面发生器2,微界面发生器2将无菌空气破碎形成微米尺度的微米级气泡并使微米级气泡与发酵原料混合形成气液乳化物以为氨基酸生产菌提供均匀的有氧环境,发酵完成后,发酵罐1会将发酵过程中产生的气体和残渣分别排出系统,并将发酵后的物料输出至回流管3,回流管3对物料进行换热后将物料分流,分流后一部分物料回流至发酵罐1,在重复使用的同时,调节发酵罐内物料的温度,另一部分物料会输出至分离罐4,分离罐会对物料进行气液分离,排出物料中残留的气态细菌并将分离浓缩后的发酵液输出至下一工段。本领域的技术人员可以理解的是,所述系统中可使用的发酵菌种可以为氨基酸生产菌,也可以为其它种类的菌种,本实施例不作具体限制,只要满足所述菌种能够进行有氧发酵即可。

[0063] 请继续参阅图1所示,本发明所述发酵罐1包括全混流生化反应区11和平推流生化反应区12。其中所述全混流生化反应区11位于所述发酵罐1的下部,用以将氨基酸生产菌和微米级气泡与发酵原料充分混合。所述平推流生化反应区12位于所述发酵罐1的上部,用以在促进发酵罐1中反应速度的同时,将发酵后物料沿指定方向输送。当发酵罐1开始发酵时,所述全混流生化反应区11会分别接收氨基酸生产菌、发酵原料和微米级气泡并将三者充分混合以使氨基酸生产菌在有氧环境下进行发酵,发酵完成后,全混流生化反应区11将发酵完成的物料输送至平推流生化反应区12,平推流生化反应区12将物料向指定方向运输。可以理解的是,所述平推流生化反应区12的长径比本实施例不作具体限制,只要满足所述平推流生化反应区12的长度能够使物料保持连续稳定的流动即可。

[0064] 请继续参阅图1所示,本发明所述全混流生化反应区11包括格栅111、pH调节液进

料口112、发酵原料进料口113、发酵菌种进料口114、第一气相进料管道115、残渣出口116和隔板117。其中,所述格栅111设置在所述发酵罐1内部,用以滤除发酵罐1在发酵过程中产生的残渣。所述pH调节液进料口设置在所述发酵罐1内壁并位于所述格栅111上方,用以向发酵罐1输送pH调节液。所述发酵原料进口113设置在所述发酵罐1侧壁并位于所述格栅111下方,用以向发酵罐1输送发酵原料。所述发酵菌种进料口114设置在所述发酵罐1侧壁并位于所述发酵原料进料口113下方,用以向发酵罐1输送氨基酸生产菌。所述第一气相进料管道115设置在所述发酵罐1侧壁并与所述微界面发生器2相连,用以输送无菌空气。所述残渣出口116设置在所述发酵罐1底部,用以将发酵后产生的残渣排出发酵罐1。所述隔板117设置在所述发酵罐1内壁并与所述发酵原料进料口113位于同一侧,用以阻挡所述发酵原料进料口113输出发酵原料以及所述发酵菌种进料口114输出氨基酸生产菌时产生的波动。

[0065] 当所述全混流生化反应区运行时,发酵原料进料口113会向所述发酵罐1内部输送发酵原料,发酵菌种进料口114会向所述发酵罐1内部输送氨基酸生产菌,所述隔板117会阻挡所述发酵原料进料口113和发酵菌种进料口114输出物料时产生的波动,第一气相进料管道115会将无菌空气输送至所述微界面发生器2,微界面发生器2将无菌空气破碎形成微米尺度的微米级气泡,并使微米级气泡与发酵原料混合形成气液乳化物,气液乳化物与氨基酸生产菌混合后开始发酵,在发酵过程中,所述pH调节液进料口113会向发酵罐1内输送pH调节液,以调节发酵罐1中混合物料的pH值,发酵完成后,全混流生化反应区11会将发酵后的物料输送至所述平推流生化反应区12,在输送过程中,格栅111会滤除物料中的残渣,残渣在滤除后开始沉降并通过所述残渣出口116排出发酵罐1。

[0066] 具体而言,所述格栅111为一筛板,其设置在所述发酵罐1内部,用以对发酵后物料进行过滤。当全混流生化反应区11发酵完成后,发酵完成的物料会流经所述格栅111,格栅111会将物料中的残渣滤除。可以理解的是,所述格栅111的种类和通孔尺寸本实施例不做具体限制,只要满足所述格栅111能够将物料中的固相残渣滤除即可。

[0067] 具体而言,所述第一气相进料管道115设置在所述发酵罐侧壁且第一气相进料管115的出口与所述微界面发生器2相连,用以将无菌空气输送至微界面发生器2。当全混流生化反应区11运行时,第一气相进料管115会将无菌空气输送至所述微界面发生器2,微界面发生器2会将无菌空气破碎形成微米级气泡,将微米级气泡输出至发酵罐1内部并与发酵原料进行混合。可以理解的是,所述第一气相进料管道115的材质和尺寸本实施例均不做具体限制,只要满足所述第一气相进料管道115能够在指定时间内输送指定体积的无菌空气即可。

[0068] 具体而言,所述隔板117为一挡板,其与所述发酵罐1内壁固定连接,用以阻挡发酵罐在接收物料时产生的波动。当全混流生化反应区11运行时,所述发酵原料进料口113会向发酵罐1内输送发酵原料,发酵菌种进料口114会向发酵罐1内输送氨基酸生产菌,隔板117会挡在出料位置,从而阻止两所述物料在输送过程中产生的波动,以防止波动对所述微界面发生器造成影响。可以理解的是,所述隔板117与发酵罐1的连接方式可以为焊接、一体连接或其它种类的连接方式,只要满足所述隔板117能够达到其指定的工作状态即可。

[0069] 请继续参阅图1所示,本发明所述平推流生化反应区12位于所述发酵罐1上部,用以将发酵后物料沿指定方向进行输送,包括排气管道121、第二气相进料管道122、第一出料口123和回流进料管道124。其中,所述排气管道121设置在所述发酵罐1顶部,用以排出发酵

过程中产生的气体。所述第二气相进料管道122设置在所述发酵罐1顶部并与所述微界面发生器2相连,用以输送发酵罐顶部尾气。所述第一出料口123设置在所述发酵罐1侧壁,用以输出发酵后的物料。所述回流进料管道124设置在所述发酵罐1侧壁并位于所述出料口123下方,用以向发酵罐1输送回流的物料。当所述平推流反应区12运行时,物料会在反应区内匀速向上输送,当物料到达发酵罐1顶部后,物料中的气体经所述排气管道121输出发酵罐1,液相物料经第一出料口123输出至所述回流管3,且部分物料经回流管3回流后经所述回流进料管道124回流至发酵罐1内,回流后,所述第二气相进料管道122向所述微界面发生器2输送尾气,尾气在破碎后与回流后物料混合并被输送至所述全混流生化反应区11以进行重复使用。

[0070] 具体而言,所述第二气相进料管道122设置在所述发酵罐顶部且第二气相进料管122的出口与所述微界面发生器2相连,用以将发酵罐顶部尾气输送至微界面发生器2。当平推流生化反应区12运行时,第二气相进料管122会将尾气输送至所述微界面发生器2,微界面发生器2会将尾气破碎形成微米级气泡,将微米级气泡输出至发酵罐1内部并与物料进行混合。可以理解的是,所述第二气相进料管道122的材质和尺寸本实施例均不做具体限制,只要满足所述第二气相进料管道122能够在指定时间内输送指定体积的尾气即可。

[0071] 具体而言,所述回流进料管124设置在所述发酵罐1侧壁上且回流进料管124出口与所述微界面发生器2相连,用以将回流的物料输送至微界面发生器2。当平推流生化反应区在运行时,所述回流管3会将回流的物料输送至所述回流进料管124,回流进料管124会将物料输送至所述微界面发生器2以使物料与微米级气泡进行混合。可以理解的是,所述回流进料管124的材质和尺寸本实施例均不做具体限制,只要满足所述回流进料管124能够在指定时间内输送指定流量的物料即可。

[0072] 请继续参阅图1所示,本发明所述微界面发生器2包括第一微界面发生器21和第二微界面发生器22。其中所述第一微界面发生器21设置在所述全混流生化反应区11底部,用以破碎无菌空气以形成微米级气泡。所述第二微界面发生器22设置在所述全混流生化反应区11顶部并与所述格栅111相连,用以将无菌空气破碎形成微米级气泡并将微米级气泡与回流物料混合。当发酵罐1运行时,所述第一微界面发生器21会对无菌空气进行破碎以形成微米级气泡,并将微米级气泡与发酵原料混合形成气液乳化物,所述第二微界面发生器22分别接收回流物料和无菌空气,将无菌空气破碎成微米级气泡后与物料混合形成气液乳化物。可以理解的是,本发明所述微界面发生器2还可用于其它多相反应中,如通过微界面、微纳界面、超微界面、微泡生化发酵罐或微泡生物发酵罐等设备,使用微混合、微流化、超微流化、微泡发酵、微泡鼓泡、微泡传质、微泡传递、微泡反应、微泡吸收、微泡增氧、微泡接触等工艺或方法,以使物料形成多相微混流、多相微纳流、多相乳化流、多相微结构流、气液固微混流、气液固微纳流、气液固乳化流、气液固微结构流、微米级气泡、微米级气泡流、微泡沫、微泡沫流、微气液流、气液微纳乳化流、超微流、微分散流、两项微混流、微湍流、微泡流、微鼓泡、微鼓泡流、微纳鼓泡以及微纳鼓泡流等由微米尺度颗粒形成的多相流体、或由微纳尺度颗粒形成的多相流体(简称微界面流体),从而有效地增大了反应过程中所述气相和/或液相与液相和/或固相之间的相界传质面积。

[0073] 具体而言,本发明所述第一微界面发生器21为气动式微界面发生器,其与所述第一气相进料管道115相连,用以对第一气相进料管道115输送的空气进行破碎并形成微米尺

度的微米级气泡。当所述发酵罐1在运行时,所述第一气相进料管115会将无菌空气输送至所述第一微界面发生器21,第一微界面发生器21会将无菌空气破碎并形成微米尺度的微米级气泡,破碎完成后,第一微界面发生器21会将微米级气泡输出至发酵罐1内部并与发酵原料混合以为氨基酸生产菌提供有氧环境。

[0074] 具体而言,本发明所述第二微界面发生器22为气液联动式微界面发生器,其分别与所述第二气相进料管道122和回流进料管道124相连,用以分别接收尾气和回流物料,并通过回流物料的压力能将尾气破碎形成微米尺度的微米级气泡。当所述第二微界面发生器22运行时,其会分别接收尾气和回流物料,利用回流物料的压力能将尾气破碎形成微米级气泡,并通过将微米级气泡与回流物料混合形成气液乳化物并输出至所述全混流生化反应区11以进行重复发酵。

[0075] 请继续参阅图1所示,本发明所述回流管3包括循环泵31和换热器32。其中所述循环泵31与所述第一出料口123相连,用以将所述发酵罐1中发酵完成的物料抽出。所述换热器32与所述循环泵31相连,用以对循环泵31输出的物料进行换热。当所述发酵罐1中物料发酵完成后,所述循环泵31开始运作并将物料经所述第一出料口123抽出,并将物料输送至所述换热器32,换热器32会对物料进行换热并在换热后分流,将一部分物料回流至所述回流进料管道124,并将另一部分物料输出至所述分离罐4。可以理解的是,所述循环泵31的型号及功率本实施例均不作具体限制,只要满足循环泵31能够达到其指定的工作状态即可。

[0076] 具体而言,所述换热器32出口处设有分流管道,分流管道一端与所述回流进料管道124相连,用以将换热器32输出的一部分物料回流,分流管道的另一端与所述分离罐4相连,用以将换热器32输出的另一部分物料输出至分离罐4以进行分离。

[0077] 请继续参阅图1所示,本发明所述分离罐4为一密封罐,在其顶端设有进料口,所述进料口与所述换热器32相连,用以接收余热完成的物料;所述分离罐4顶端还设有排气口,用以在分离时排出气态细菌;所述分离罐4底端设有第二出料口,用以将分离后的发酵液输出至下一工段。当所述换热器32将换热后物料输出时,物料会通过进料口进入分离罐4内部,并进行气液分离,分离后,物料内残留的氨基酸生产菌会与气体一起通过所述排气口排出分离罐4,物料经分离后形成发酵液,并通过所述第二出料口输出至下一工段。可以理解的是,所述分离罐4的材质及尺寸本实施例均不作具体限制,只要满足所述分离罐4能够达到其指定的工作状态即可。

[0078] 为了使本发明的目的和优点更加清楚明白,下面结合实施例对本发明作进一步描述;应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0079] 一种氨基酸发酵工艺,包括以下步骤:

[0080] 步骤1:通过所述发酵原料进料口将指定种类的发酵原料输送至所述发酵罐中的全混流生化反应区内,并通过所述发酵菌种进料口将氨基酸生产菌输送至发酵罐内;

[0081] 步骤2:通过所述第一气相进料管道向所述第一微界面发生器输送无菌空气,第一微界面发生器将无菌空气破碎成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡输出至所述发酵罐中的发酵原料中,通过微米级气泡与发酵原料充分混合以为氨基酸生产菌提供有氧环境;

[0082] 步骤3:氨基酸生产菌与发酵原料在有氧环境下发生反应,发酵完成后,发酵罐将发酵后物料输送至所述平推流生化反应区,物料流经所述格栅,格栅会将物料中残渣滤除,

滤除后残渣会沉降至发酵罐底部并通过所述残渣出口排出发酵罐；

[0083] 步骤4:过滤后物料会在所述平推流生化反应区内沿指定方向流动,当物料流动至发酵罐顶部时,物料中的气体会通过排气管道输出发酵罐,物料会通过第一出料口输出至所述回流管；

[0084] 步骤5:所述回流管将所述发酵罐中的物料抽出,并在换热后进行分流,将一部分换热后物料回流至所述第二微界面发生器以调节所述全混流生化反应区内的温度,并将另一部分输出至所述分离罐以进行分离；

[0085] 步骤6:换热后物料在回流后通过回流进料管道进入所述第二微界面发生器,所述第二微界面发生器通过所述第二气相进料管道接收发酵罐顶部尾气,使用物料将尾气破碎形成微米尺度的微米级气泡并将微米级气泡与物料混合形成气液乳化物,形成气液乳化物后,第二微界面发生器将气液乳化物输出至所述全混流生化反应区以在重复使用物料的同时调节全混流生化反应区内的温度；

[0086] 步骤7:换热后物料输出至所述分离罐后,分离罐会对物料进行气液分离,形成气态菌种和发酵液,分离后,气态菌种通过所述排气口排出分离罐,发酵液通过第二出料口排出分离罐并输送至下一工段。

[0087] 具体而言,在发酵过程中包括适应期、对数生长期、生长停止期和发酵后期,其中,在适应期时:对接种量和发酵条件进行控制以缩短适应期的周期,适应期持续2-4h。

[0088] 在对数生长期时:将发酵单元4中温度维持在30-32℃,pH调整罐43内装有尿素,并采取流加尿素办法及时供给菌体生长必须的氮源,将发酵罐内pH维持在7.5-8.0。

[0089] 在生长停止期时:将发酵单元4中温度维持在34-37℃,pH调整罐43内装有尿素,并及时流加尿素以提供足够的氨,将发酵罐内pH维持在7.2-7.4。

[0090] 在发酵后期时,对发酵罐内的酸浓度进行检测,当营养物耗尽酸浓度不增加时,及时放罐。发酵周期一般为30h。

[0091] 实施例一

[0092] 使用上述系统及工艺进行氨基酸的生物发酵,其中,在适应期时:对接种量和发酵条件进行控制以缩短适应期的周期,适应期持续2h。

[0093] 在对数生长期时:将发酵单元4中温度维持在30℃,pH调整罐43内装有尿素,并采取流加尿素办法及时供给菌体生长必须的氮源,将发酵罐内pH维持在7.5。

[0094] 在生长停止期时:将发酵单元4中温度维持在34℃,pH调整罐43内装有尿素,并及时流加尿素以提供足够的氨,将发酵罐内pH维持在7.2。

[0095] 在发酵后期时,对发酵罐内的酸浓度进行检测,当营养物耗尽酸浓度不增加时,及时放罐。发酵周期一般为30h。

[0096] 经检测,使用本发明所述系统及工艺制得的氨基酸纯度为99.53%。

[0097] 实施例二

[0098] 使用上述系统及工艺进行氨基酸的生物发酵,其中,在适应期时:对接种量和发酵条件进行控制以缩短适应期的周期,适应期持续4h。

[0099] 在对数生长期时:将发酵单元4中温度维持在32℃,pH调整罐43内装有尿素,并采取流加尿素办法及时供给菌体生长必须的氮源,将发酵罐内pH维持在8.0。

[0100] 在生长停止期时:将发酵单元4中温度维持在37℃,pH调整罐43内装有尿素,并及

时流加尿素以提供足够的氨,将发酵罐内pH维持在7.4。

[0101] 在发酵后期时,对发酵罐内的酸浓度进行检测,当营养物耗尽酸浓度不增加时,及时放罐。发酵周期一般为30h。

[0102] 经检测,使用本发明所述系统及工艺制得的氨基酸纯度为99.65%。

[0103] 实施例三

[0104] 使用上述系统及工艺进行氨基酸的生物发酵,其中,在适应期时:对接种量和发酵条件进行控制以缩短适应期的周期,适应期持续3h。

[0105] 在对数生长期时:将发酵单元4中温度维持在31℃,pH调整罐43内装有尿素,并采取流加尿素办法及时供给菌体生长必须的氮源,将发酵罐内pH维持在7.8。

[0106] 在生长停止期时:将发酵单元4中温度维持在36℃,pH调整罐43内装有尿素,并及时流加尿素以提供足够的氨,将发酵罐内pH维持在7.3。

[0107] 在发酵后期时,对发酵罐内的酸浓度进行检测,当营养物耗尽酸浓度不增加时,及时放罐。发酵周期一般为30h。

[0108] 经检测,使用本发明所述系统及工艺制得的氨基酸纯度为99.82%。

[0109] 对比例

[0110] 使用现有技术进行氨基酸的生物发酵,其中,在发酵过程中各阶段参数与所述实施例三相同。

[0111] 经检测,使用本发明所述系统及工艺制得的氨基酸纯度为98.49%。

[0112] 至此,已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案,但是,本领域技术人员容易理解的是,本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下,本领域技术人员可以对相关技术特征做出等同的更改或替换,这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

[0113] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明;对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

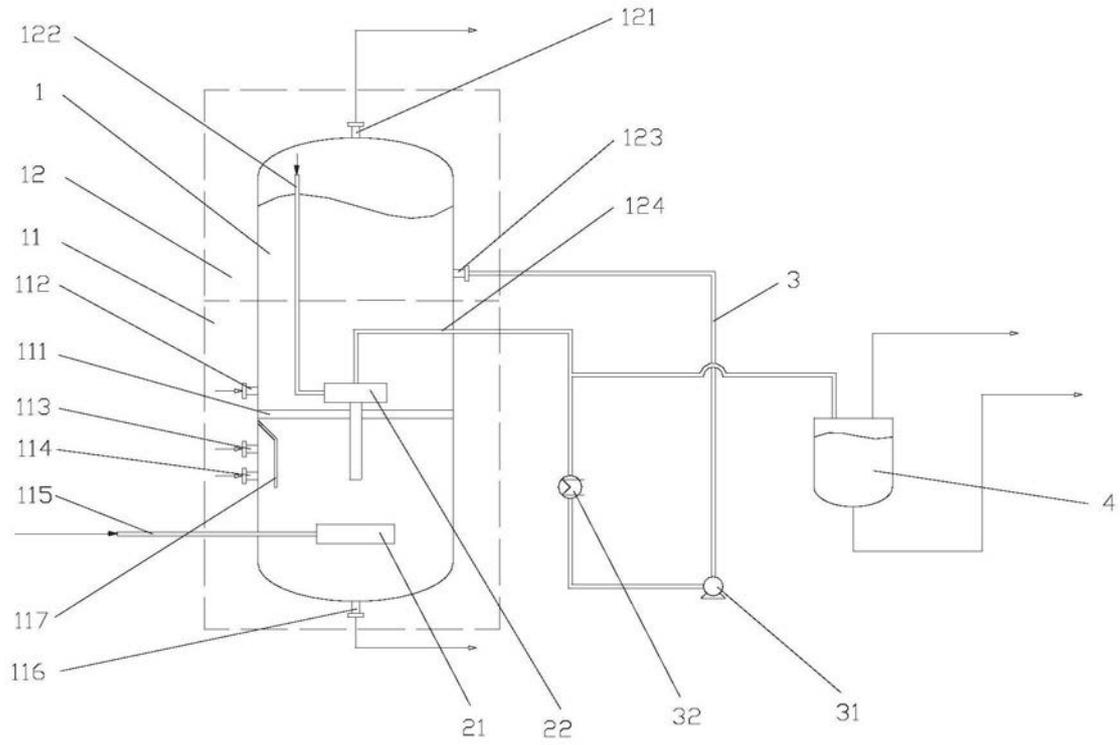


图1