

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A23K 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910003186.5

[43] 公开日 2009 年 6 月 24 日

[11] 公开号 CN 101461443A

[22] 申请日 2009.1.9

[21] 申请号 200910003186.5

[71] 申请人 邢志强

地址 150030 黑龙江省哈尔滨市香坊区电碳路 67-3 号 10 门

[72] 发明人 邢志强

权利要求书 3 页 说明书 23 页

[54] 发明名称

水解膨化饲料及其制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种水解膨化饲料及其制造方法。将秸秆、谷物壳、玉米芯、椰衣、棕榈叶、木/竹边角料、蔗渣、牧草根茎、杂草等木纤维含量高的植物体，经过水解、膨化处理，破坏木质素对半纤维素、纤维素的包裹作用，将半纤维素、纤维素降解成小分子可溶性糖，再连续强制挤压膨化。本发明的连续强制进料与出料工艺，实现了不同压力之间的平稳过渡。本发明大幅提高了消化率，可代替部分玉米、麦麸，并可添加蛋白饲料、食盐、维生素、矿质元素、氨化剂等，配成适合于不同禽畜、不同生长阶段的全价饲料。本发明的水解膨化饲料与传统粮食饲料的消化率相似，味甜，成本大幅降低，并缓解了人畜争粮难题。适合于猪、牛、羊、鸡、鸭、鹅、兔、特养宠物等。

1、一种水解膨化饲料，其特征在于，采用以下方法制造：在102~200℃，在水解剂作用下将植物水解，再将水解植物连续强制挤压出料膨化，所述植物为：秸秆、谷物壳、糠秕、玉米芯、椰衣、棕榈、木/竹边角料、木/竹屑、刨花、树枝、树皮、蔗渣、甜菜渣、牧草根茎、杂草、废纸、果壳果核、瓜果蔬菜的秧梗藤蔓、粉渣 中的一种或几种；所述水解剂为：能够提供氢离子、水合氢离子、氢氧根离子、电子或铵根离子 中的一种或几种的物质。

2、根据权利要求1所述的水解膨化饲料，其特征在于：水解前先将所述植物粉碎和/或糜化 到体积小于3立方厘米，再克服水解装置内压，向水解装置内连续强制挤压进料，再向物料中加入所述水解剂，所述粉碎或糜化的方法包括：干法螺杆挤压膨化、湿法螺杆挤压膨化、粉碎、切割粉碎、揉搓、揉搓粉碎、揉切、揉切粉碎、粉碎调质、揉切粉碎调质 中的一种或几种的组合。

3、根据权利要求1、2中任意一项权利要求所述的水解膨化饲料，其特征在于：所述水解剂包括： H_2SO_4 、 HCl 、 H_3PO_4 、 CH_3COOH 、 $HCOOH$ 、丙酸、 SO_2 、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、金属磷酸二氢盐、火碱、 $NaOH$ 、 KOH 、生石灰、熟石灰、 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 $KHCO_3$ 、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸脲、磷酸二铵、磷酸一铵、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、醋酸铵、硫酸氢铵、亚硫酸铵及上述物质的水溶液 的一种或几种，上述水解剂刨除水分后的加入量为植物干重的0.001%~160% 。

4、根据权利要求3所述的水解膨化饲料，其特征在于：所述水解剂中还包括助催化剂，所述助催化剂包括： Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 的金属盐中的一种或几种。

5、根据权利要求1、2中任意一项权利要求所述的水解膨化饲料，其特征在于，所述水解剂可以在粉碎、揉搓粉碎、揉切粉碎、糜化或水解过程的任何时间添加，该水解剂为H₂SO₄、HCl、H₃PO₄、CH₃COOH、HCOOH、丙酸、SO₂、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、金属磷酸二氢盐、火碱、NaOH、KOH、生石灰、熟石灰、Na₂CO₃、NaHCO₃、KHCO₃、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸脲、磷酸二铵、磷酸一铵、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、醋酸铵、硫酸氢铵、亚硫酸铵及上述物质的水溶液的一种或几种。

6、根据权利要求1~5中任意一项权利要求所述的水解膨化饲料，其特征在于，水解膨化后经过干燥、造粒成型，所述干燥方法包括：自然干燥、转筒式干燥、厢式干燥、振动流化床干燥、带式干燥、红外线干燥、微波干燥、热风干燥，使含水率在3%~17%；所述造粒方法包括：螺杆挤压造粒、环模造粒、平模造粒、冲压造粒。

7、根据权利要求1~5中任意一项权利要求所述的水解膨化饲料，其特征在于，水解后，膨化前或膨化后，调节pH值至4~10.5，所述调节pH值的物质包括：H₂SO₄、HCl、H₃PO₄、CH₃COOH、HCOOH、丙酸、SO₂、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、金属磷酸二氢盐、火碱、NaOH、KOH、生石灰、熟石灰、Na₂CO₃、NaHCO₃、KHCO₃、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸脲、磷酸二铵、磷酸一铵、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、醋酸铵、硫酸氢铵、亚硫酸铵及上述物质的水溶液的一种或几种。

8、根据权利要求1~4中任意一项权利要求所述的水解膨化饲料，其特征在于：

(1) 将植物粉碎和/或螺杆挤压膨化糜化成小于0.1立方厘米的小块；

(2) 将粉碎和/或糜化后的物料经螺旋强制作用，克服水解装置内

压力，进入水解装置；

(3) 在水解装置内向物料中加入占物料干重0.6~5%的水解剂（刨除水分），搅拌均匀，维持水解温度在102~200℃，水解3分钟~24小时；

(4) 调节pH值至5~9.5；

(5) 强制挤压出料膨化。

9、根据权利要求8所述的水解膨化饲料，其特征在于：所述水解温度为115~152℃，所述水解时间为7~80分钟。

10、根据权利要求9所述的水解膨化饲料，其特征在于：所述水解温度为120~140℃，所述水解时间为9~60分钟。

水解膨化饲料及其制造方法

【技术领域】

本发明涉及一种饲料，具体的说，涉及一种经过水解、膨化处理的木质纤维饲料。

本发明还涉及上述饲料的制造方法。

【背景技术】

我国每年产生秸秆约 7 亿吨，其中，玉米秸秆约 2.2 亿吨，水稻秸秆 1.2 亿吨、小麦秸秆 1.1 亿吨、大豆秸秆和棉秆数千万吨，稻谷壳、玉米芯等农业废弃物近千万吨，80%以上未经合理利用，直接焚烧或腐烂。秸秆、谷物壳、玉米芯、椰衣、棕榈叶、木/竹边角料、树枝、杂草、蔗渣等木质纤维材料，细胞壁中木质素含量高，严密的包裹着纤维素和半纤维素。

其中，以秸秆为例，纤维素含量约为 35~59%，由葡萄糖脱水缩合而成，禽畜自身消化酶无法消化，可由草食动物的消化道共生菌分泌的消化酶水解，亦可被高温酸水解，但温度过高时，产生大量 5-羟甲基糠醛类副产物，对菌体有抑制作用； 半纤维素含量约为 15~35%，分子量较小，主要由 120 个以内的戊糖、己糖分子脱水缩合而成，包括木糖、阿拉伯糖、半乳糖、果糖、葡萄糖等，易被酸、碱水解而重新获得单糖及副产物，高温易糊化； 木质素通过酯键、糖苷键、氢键等与半纤维素和纤维素紧密嵌合，为自然界储量最丰富的芳香族衍生物，非晶体，在 100℃以下几乎不熔化，达到 140℃已显著软化并聚集，具有热塑性和憎水性，木质素分子具有多种活泼的化学基团。天然木质素不能被禽畜消化酶及反刍动物瘤胃共生菌水解，但可以被碱皂化及碱性条件下氧化。

之外，风干秸秆中可溶性糖含量、蛋白含量、维生素含量、矿质元素

含量均低于禽畜对饲料的最低要求。若直接饲喂，反刍动物消化率约为46%；奇蹄目草食性家畜消化率约为31%；更不能饲喂猪、鸡、鸭、鹅等单胃家禽家畜及龟鳖鱼虾蟹等水产。现有部分牛羊养殖者，为降低成本，直接饲喂未经处理的秸秆，并添加大量精饲料，改变瘤胃发酵类型，导致消化不良和代谢病。

目前，大多数种类的禽畜养殖的总成本中，饲料成本约占65%~78%，养殖规模越大，集约化程度越高，则该比例越高。单胃非草食性禽畜饲料成本和反刍动物精饲料成本中，约有四成成本来源于玉米等粮食饲料成分。随着粮食保护收购价逐年提高，现有的以粮食为主要成分的饲料价格也逐年上涨。而对于木质纤维含量高的粗饲料，现有技术中，诸如青贮、黄贮、微贮、氨化、热喷、螺杆挤压膨化、环模热压块等，只能喂养牛、羊、鹿、骆驼、马、驴、骡等大型草食性动物。但我国肉制品年消费构成中，猪肉约占66%，生猪年出栏约5亿只；不能消化吸收纤维素的家禽家畜水产的消费量约占我国肉制品构成的85%。因此，现有的以粮食为主体的饲料体系下，粮食价格与养殖成本、肉类价格密切相关。

一方面粮食价格高企、人畜争粮，另一方面秸秆难处理、难运输、难消化。因此，需要一种新的饲料及其生产加工技术，以秸秆、木屑等木质纤维素含量高的废料为原料，生产出可以被单胃动物和反刍动物都能利用的饲料。

现有青贮秸秆饲料，通过厌氧乳酸菌发酵，可以保持蜡熟期玉米秸秆中90%的养分，制备成本低。其缺点在于：

- 1、不适合于非反刍类的家禽家畜；
- 2、制备时间与取饲周期长，总量上至少有5%~25%的饲料因制备和取料过程中不同程度感染好氧杂菌；
- 3、不适用于幼龄反刍动物，只适合于青年、成年反刍动物，如：犊牛在4月龄前不可饲喂青贮料。

4、蜡熟期秸秆的营养价值、消化率虽然高于干黄秸秆，但依然较低，青贮后的营养含量更低；

秸秆微贮技术、黄贮技术与青贮技术相似，但营养价值更低于青贮。

现有一种秸秆环模热压块技术，在高温下将秸秆熟化、糊化，反刍动物食用前泡水即可。该技术解决了秸秆占地面积大、运输储存不方便、适口性差的问题，其缺点在于：

- 1、只适合于大型食草动物。
- 2、没有解决秸秆的消化率低的问题；
- 3、没有解决秸秆的营养价值低的问题。

现有一种热喷技术，将木质纤维物料在密封反应釜中加压升温至大约210℃，持续数秒或数分钟后，快开阀瞬间喷放，其缺点在于：

- 1、成套设备耗资巨大，投入产出比低、投资收益率低；
- 2、开机难停，爆破的噪音污染大；
- 3、物料贴壁、碳化后难以自洁；
- 4、可溶性糖含量提高有限，对单胃动物无效；
- 5、间歇性瞬间骤变出料，对设备材质要求高、损害大。

现有一种氨化秸秆技术，在反刍动物粗饲料中添加 1%~5% 的非蛋白氮，约占日粮蛋白总含氮量的 20%~30%。其缺点在于：

- 1、只适合于青年、成年反刍动物；而不适合于单胃动物。
- 2、生产周期长：夏天约为 1 周，长江以南地区冬季需要 5-7 周；华北地区冬季约 8~10、黑龙江地区冬季来不及使用当年入窖的氨化秸秆。
- 3、不易控制杂菌，失败率高；
- 4、释氮集中，能氮负平衡，易致氮中毒，增加肾脏负担；
- 5、氨化剂利用率不足 50%；余氮造成空气污染；
- 6、工作量大，对员工呼吸道黏膜及眼睛伤害大；

7、需要大面积空地远离人群，用于放氨；

8、饲喂比例较低：小于奶牛日粮 25%。

不论瘤胃内发酵，还是 EM 菌（EM, Effective Microorganisms 有效微生物群）体外发酵，都要符合相应的能氮平衡理论。菌体蛋白的合成，至少需要两类最重要的底物：氮源 和 能量源。没有充足的小分子糖，则阻碍微生物发酵，从而降低对氮源的利用速率；反过来，在小分子糖类充足的前提下，微生物水解纤维素的速率低，更难以利用结晶纤维束。

现有一种螺杆挤压膨化技术，常见的有单螺杆挤压膨化和双螺杆挤压膨化。其工作原理是通过物理的挤压、扭曲、撕扯，将木质纤维变成糜状，轻柔、蓬松，从而明显增大消化酶接触面积，增加适口性。但经 Van Soest 法检测，可溶性糖含量提高的比例有限。

【发明内容】

本发明的目的在于提供一种以木质纤维含量高的植物材料为原料，通过将高分子糖水解成小分子可溶性糖，并膨化而成的饲料。它可以取代部分或全部的能量饲料。

本发明的另一目的在于提供上述水解膨化饲料的制造方法。

本发明的目的是这样实现的：

一种水解膨化饲料，其采用以下方法制造：

在 102~200℃，在水解剂作用下将植物水解，再将水解植物连续强制挤压出料膨化，该植物为：秸秆、谷物壳、糠秕、玉米芯、椰衣、棕榈、木/竹边角料、木/竹屑、刨花、树枝、树皮、蔗渣、甜菜渣、牧草根茎、杂草、废纸、果壳果核、瓜果蔬菜的秧梗藤蔓、粉渣 中的一种或几种；该水解剂为：能够提供氢离子、水合氢离子、氢氧根离子、电子或铵根离子 中的一种或几种的物质。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：水解前先将上述植物粉碎和/或糜化 到体积小于3立方厘米，再克服水解装置内压，向水解装置内连续强制挤压进料，再向物料中加入上述水解剂，上述粉碎或糜化的方法包括：干法螺杆挤压膨化、湿法螺杆挤压膨化、粉碎、切割粉碎、揉搓、揉搓粉碎、揉切、揉切粉碎、粉碎调质、揉切粉碎调质 中的一种或几种的组合。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：水解剂包括： H_2SO_4 、 HCl 、 H_3PO_4 、 CH_3COOH 、 $HCOOH$ 、丙酸、 SO_2 、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、金属磷酸二氢盐、火碱、 $NaOH$ 、 KOH 、生石灰、熟石灰、 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 $KHCO_3$ 、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸脲、磷酸二铵、磷酸一铵、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、醋酸铵、硫酸氢铵、亚硫酸铵及上述物质的水溶液 的一种或几种，上述水解剂刨除水分后的加入量为植物干重的0.001%~160% 。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：所述水解剂中还包括助催化剂，所述助催化剂包括： Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 的金属盐中的一种或几种。

上述水解剂可以在粉碎、揉搓粉碎、揉切粉碎、糜化或水解过程的任何时间添加，该水解剂为 H_2SO_4 、 HCl 、 H_3PO_4 、 CH_3COOH 、 $HCOOH$ 、丙酸、 SO_2 、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、金属磷酸二氢盐、火碱、 $NaOH$ 、 KOH 、生石灰、熟石灰、 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 $KHCO_3$ 、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸脲、磷酸二铵、磷酸一铵、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、醋酸铵、硫酸氢铵、亚硫酸铵 及上述物质的水溶液的一种或几种。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：水解膨化后经过干

燥、造粒成型，上述干燥方法包括：自然干燥、转筒式干燥、厢式干燥、振动流化床干燥、带式干燥、红外线干燥、微波干燥、热风干燥，使含水率在3%~17%；上述造粒方法包括：螺杆挤压造粒、环模造粒、平模造粒、冲压造粒。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：水解后，膨化前或膨化后，调节pH值至4~10.5，上述调节pH值的物质包括： H_2SO_4 、 HCl 、 H_3PO_4 、 CH_3COOH 、 $HCOOH$ 、丙酸、 SO_2 、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、金属磷酸二氢盐、火碱、 $NaOH$ 、 KOH 、生石灰、熟石灰、 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 、 $KHCO_3$ 、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸脲、磷酸二铵、磷酸一铵、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、醋酸铵、硫酸氢铵、亚硫酸铵及上述物质的水溶液的一种或几种。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：

先将植物粉碎和/或螺杆挤压膨化糜化成小于0.1立方厘米的小块；

再将粉碎和/或糜化后的物料经螺旋强制作用，克服水解装置内压力，进入水解装置；

再在水解装置内向物料中加入占物料干重0.6~5%的水解剂（刨除水分），搅拌均匀，维持水解温度在102~200℃，水解3分钟~24小时；

再调节pH值至5~9.5；

再强制挤压出料膨化。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：水解温度为115~152℃，水解时间为7~80分钟。

上述水解膨化饲料的制造方法的进一步改进在于：水解温度为120~140℃，水解时间为9~60分钟。

本发明的有益效果：

1、 本发明以廉价并来源广泛的秸秆、谷物壳、糠秕、玉米芯、椰衣、棕榈、木/竹边角料、木/竹屑、刨花、树枝、树皮、蔗渣、甜菜渣、牧草根茎、杂草、废纸、果壳果核、瓜果蔬菜的秧梗藤蔓、粉渣等木质化程度高的植物材料为原料，水解膨化后，与现有能量饲料相比，大幅降低饲料成本。不但用于反刍动物，更可用于其他家禽、家畜、水产、特种养殖、宠物。包括：

杂食性家畜，如：家猪、香猪、野猪、特种野猪；

杂食性家禽，如：鸡、鸭、鹅、鸽子、鹌鹑、麻雀、山鸡、孔雀、鸵鸟；

反刍动物，如：牛、羊、鹿、狍、獐、麝、麋、骆驼、羊驼；

植食性单胃家畜，如：马、驴、骡、兔子；

特养，如：狐、狸、貉、水獭、旱獭、貂、穿山甲、刺猬、豪猪；

水产，如：鱼、虾、蟹、龟鳖；

昆虫，如：蝗虫、黄粉虫、蝇蛆、蚂蚁；

宠物，如：猫、狗。

2、 味甜，适口性好，对于单胃动物的消化率高于青干草。

3、 氨化品种释氨缓慢、均匀，供能充分，满足能氮平衡，促进瘤胃共生菌繁殖，提高微生物蛋白合成速率，从而增加非蛋白氮使用比例。

4、 可溶性糖含量高，抑制霉菌和细菌生长，存储时间长。

5、 原料主要源于粗饲料，避免代谢病、提高乳脂率。

6、 生产过程中，高温充分降解农残、杀死虫卵、病菌和芽孢。

7、 水解的连续的进料、出料工艺，保障生产线运转平稳；压缩了生产工艺，避免转料过程中消耗时间、散失热量、占用人力；

8、 解决农村秸秆污染和焚烧问题；

本发明可以根据不同动物的不同生长阶段，调整配料成分和生产工艺。以实现最优性价比。

【具体实施方式】

下面结合具体实施例对本发明作进一步说明：

实施例 1、秸秆自然风干后，去掉杂质、霉变腐烂部分。铡切粉碎成碎屑，粒度在 0.25~0.65 毫米之间，投入到干法螺杆挤压膨化装置中，强力连续挤压膨化成秸秆糜，使秸秆在挤压膨化瞬间达到约 160℃。克服水解装置内压力，使秸秆糜连续强制进入到加压水解装置内。同时，向秸秆糜中缓慢连续通入 132℃的加压酸雾，通入量为秸秆糜干重的 30%，该酸雾的成分（重量组分）为： HCl 2.5%、H₂SO₄ 0.4%、H₃PO₄ 3%，助水解剂 ZnSO₄ 0.01%、FeSO₄ 0.01%、MgSO₄ 0.002%，剩余为水。搅拌均匀。红外线保温，使酸化秸秆糜的温度维持在约 136℃。物料推进装置将酸化秸秆糜物料向水解装置出料口方向旋转搅拌推进。在此温度下，木质素软化聚集、纤维素与半纤维素在酸作用下水解、纤维素结晶区瓦解，维持 14 分钟。加入 136℃碱性乳糜中和，碱性乳糜通入量为原料秸秆糜干重的 3.6%，该碱性乳糜的成分（重量组分）为：Na₂CO₃ 30%、草木灰 10%、水 20%、CaCO₃ (粉末) 40%。搅拌均匀，中和产生的部分 CO₂ 被粘稠物料滞留。连续挤压出料膨化，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。微波烘干。

为确保工艺的连续性、保障水解装置内压的持续性，使水解的进料速度/出料速度 约为 4/5，出料速度可以通过水解装置内的旋转推进装置的转速调节。

实施例 2、联合收割机收割小麦时，将联合收割机排出的秸秆碎屑投入到干法单螺杆挤压膨化装置中，强力连续挤压膨化成秸秆糜，使秸秆熟化，在成糜瞬间达到约 150℃。克服水解装置内压力，连续强制进入到加压水解装置内。向秸秆糜中缓慢连续通入 110℃的加压酸性水解剂，通入量为秸秆糜干重的 15%，该酸性水解剂的成分（重量组分）为：HCl 5%、

H_3PO_4 6%、 $(NH_4)_2SO_4$ 1.5%、剩余为 H_2O 。搅拌均匀。保温，使酸化秸秆物料维持在约 121℃，螺旋推进装置将酸化秸秆物料向水解装置出料端方向缓慢推进。维持 25 分钟。再通入秸秆干重的 1.8% 的氨气，搅拌均匀，维持 5 分钟。连续挤压膨化出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。热风烘干。将残余气体回收到铵盐回收装置中重复利用。

实施例 3、联合收割机收割小麦时，将联合收割机排出的秸秆碎屑投入到干法单螺杆挤压膨化装置中，同时向螺杆挤压膨化装置中加入麦秸干重的 1.6% 的碱性水解剂。该碱性水解剂的成分为：火碱粉 35%、生石灰粉 35%、草木灰 30%。强力连续挤压膨化成秸秆糜，使秸秆熟化，同时碱性水解剂均匀嵌入到秸秆糜中，在成糜瞬间达到约 153℃。克服水解装置内压力，连续强制进入到加压水解装置内，将物料在水解装置入料端打散。向碱化秸秆糜中缓慢连续通入 100℃ 的尿素水蒸气，通入量为秸秆糜干重的 20%，尿素浓度为 15%，搅拌均匀。同时向水解装置出料端方向缓慢螺旋推进物料。50 分钟后，连续挤压膨化出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。加热烘干，并将残余气体回收到氨回收装置中重复利用。

实施例 4、A 料：联合收割机收割玉米时，秸秆铡切粉碎成碎屑，投入到干法螺杆挤压膨化装置中，强力连续挤压膨化成秸秆糜，使秸秆熟化，在成糜瞬间达到约 155℃。克服水解装置内压力，连续强制进入到加压水解装置 α 侧。向秸秆糜中缓慢连续通入 100℃ 的酸性水解剂，通入量为秸秆糜干重的 12%，该酸性水解剂的成分（重量组分）为： HCl 11%、 $(NH_4)_2SO_4$ 3%、 H_3PO_4 16%、助水解剂 $CuSO_4$ 0.003%、 $ZnSO_4$ 0.01%、 $MnSO_4$ 0.003%、剩余为水。搅拌均匀。保温，使酸化秸秆物料维持在约 131℃，螺旋推进装置将酸化秸秆物料向水解装置出料端方向缓慢推进。在此温度下，纤维素与半纤维素在酸作用下水解、纤维素

结晶区瓦解，维持 15 分钟。再通入 100℃的占秸秆干重的 1.5% 的氨气，搅拌均匀，维持 4 分钟。

B 料：联合收割机收割玉米时，秸秆铡切粉碎成碎屑，投入到干法螺杆挤压膨化装置中，同时加入秸秆干重的 2.5% 的碱性水解剂。该碱性水解剂的成分为：火碱粉 40%、贝壳粉 40%、草木灰 20%。强力连续挤压膨化成秸秆糜，使秸秆熟化，在糜化瞬间达到约 150℃，同时碱性水解剂均匀嵌入到秸秆糜中。克服水解装置内压力，将碱化秸秆糜连续强制进入到加压水解装置 β 侧。向碱化秸秆糜中缓慢连续通入 100℃的氨水，通入量为秸秆糜干重的 12%，氨水浓度为 22%。搅拌均匀。螺旋推进装置将物料向水解装置出料端方向缓慢推进。保持 40 分钟。

在水解装置出料端， α 侧与 β 侧相通，将 A 料:B 料按照重量比 2:3 混匀。并维持 6 分钟。连续挤压强制出料，瞬间降压至常压。热风烘干，并将残余气体用排气扇导入到铵盐回收装置中重复利用。

实施例 5、稻子（包括水稻、旱稻）收割同时，将稻秆铡切成碎段，投入到干法螺杆膨化装置中，同时向该干法螺杆膨化装置中加入尿素-生石灰-草木灰 干粉，该干粉中的 尿素:生石灰:草木灰 的重量比为 2:1:1，加入的干粉重量占稻秆干重的 4%。强力连续挤压膨化成秸秆糜，使秸秆糜在挤压膨化装置内摩擦生热达到约 165℃。克服水解装置内压力，连续强制进入到加压水解装置内。热油套保温，维持物料温度在 125℃，60 分钟。强制挤压出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。

实施例 6、马铃薯秧粉碎后，与马铃薯渣任意比例混合，克服水解装置内压力，连续螺旋强制进入到加压水解装置内。向物料中缓慢连续通入 102℃的氨气，通入量为秸秆干重的 15%，搅拌均匀。维持 24 小时，螺旋推进装置将秸秆糜物料连续挤压出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。自然风干。收集挥发的氨气至氨回收装置中。

实施例 7、稻壳自然风干后，投入到加压水解装置内，缓慢通入 200℃ 的稀硫酸溶液，其 H₂SO₄ 浓度为 0.001%，通入量约为糜状物料干重的 160%，搅拌均匀。在 2.1MPa 下，维持 24 小时，连续挤压强制出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。转筒式干燥，螺杆挤压造粒。

实施例 8、木/竹材边角料、木/竹屑、刨花、树枝、树皮 自然风干后，粉碎到体积小于 3 cm³，拌入木/竹屑干重 25% 的碱性水解剂，该碱性水解剂成分（重量组分）为：火碱 4%、熟石灰 4%、草木灰 4%、剩余为水，静置 60 分钟，使碱性水解剂被物料充分吸收。吸收后将物料投入到干法单螺杆挤压膨化装置中，强力挤压糜化，使物料出料温度约为 170℃，克服水解装置内压，强制排入到水解装置内，维持 2 分钟，强制移动至出料口，连续挤压膨化，切割成长度 5~50 毫米的小段，自然风干。

实施例 9、豆秸自然风干后，去掉霉烂部分，铡切成碎丝，加入豆秸干重的 40% 的酸性水解剂，该酸性水解剂为硫酸水溶液，浓度为 10%。搅拌均匀，使硫酸溶液被豆秸充分吸收。12 小时后克服水解装置内压力，强制排入到加压水解装置中，微波加热，使物料在水解装置内维持 110℃，60 分钟。强制挤压膨化出料，微波烘干至含水率 14.5% 以下。

实施例 10、玉米芯晒干后，去掉霉烂部分，揉切成碎丝屑状，投入到湿法双螺杆挤压膨化装置中，以浓度 15% 的尿素水蒸气作为调质气，将玉米芯干重的 10% 的 100℃ 的上述浓度的尿素水蒸气与玉米芯碎块混合调质，再由双螺杆挤压膨化成秸秆糜。克服水解装置内压力，使秸秆糜连续强制进入到加压水解装置内。在 132℃ 下维持 30 分钟。加入 100℃ 的酸液中和至 pH=5.5，该酸液成分（重量组分）为：乙酸 90%，水 10%，搅拌均匀。连续挤压出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。转筒

式烘干至含水率 12%，在 85℃环模压块储存。残余气体回收。

实施例 11、采收葵花籽同时，葵花秆、葵花盘直接揉切成细丝，投入到干法单螺杆挤压膨化装置中糜化，使物料糜出料瞬间达到 165℃。克服水解装置内压力，连续强制进入到加压水解装置内。再加入物料干重的 20%的碱性悬乳液，温度为 100℃，该碱性悬乳液成分(重量组分)为 NaOH 5%、Ca(OH)₂ 5%、KOH 2%、H₂O 65%，搅拌均匀，不必提供热源，保持 90 分钟。强制挤压连续出料，使物料连续的瞬间减压至常压。自然风干。

实施例 12、高粱收割同时，将高粱秆经揉切装置揉切成碎丝，投入到湿法螺杆挤压膨化装置中，以浓度为 40%的磷酸二铵的水雾作为调质气，将高粱秆干重的 3%的 95℃该磷酸二铵水蒸汽与高粱秆碎丝充分混合后，进入到螺杆膨化腔内，加热，强制挤压膨化成糜，使秸秆糜出料瞬间温度达到 128℃。克服水解装置内压力，连续强制进料到加压水解装置内。保持 128℃状态 35 分钟。连续挤压出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。烘干至含水率在 14%以下，柱塞往复式冲压造粒，造粒直径 0.3cm，长度 0.7cm。收集到的残余气体和热量作为烘干热源烘干后，导入氨回收装置中二次利用。

实施例 13、糠秕、谷物壳自然风干后，投入到湿法螺杆膨化装置中，在湿法螺杆膨化装置的调质机构内，缓慢加入糠秕、稻谷壳干重的 15%的雾状造纸黑液，温度为 98℃，经螺旋桨叶和蛟龙将造纸黑液与糠秕、稻谷壳混合充分。再进入到湿法螺杆膨化装置的螺杆挤压腔内糜化并同时红外加热，使糜化后出料温度约为 130℃，再强制进入水解装置内，在 160℃下水解 6 分钟，加入糠秕稻谷壳干重的 3%的磷酸脲溶液，该磷酸脲溶液温度为常温，浓度为 33%。搅拌均匀。连续强制出料，瞬间降压至常压。

红外线干燥。螺杆挤压造粒。

[注]: 造纸黑液中干物质含量通常约为 30% 。

实施例 14、椰衣晒干后，去掉霉烂部分，铡切成碎丝，进一步粉碎成体积小于 0.1 cm^3 的颗粒，拌入椰衣干重的 50% 的热酸，拌匀成糜，该热酸成分(重量组分)为甲酸 1%、乙酸 2%、硫酸 0.2%、磷酸二氢钙 1%、硫酸氢钠 0.2%，剩余为水，温度为 90°C 。搅拌均匀，使热酸被椰衣吸收，形成表观湿润的糜状物。2 小时后，将拌酸的椰衣糜克服水解装置内压力，连续螺旋强制进料到加压水解装置内。红外线加热物料达到 115°C ，同时搅拌并强制推料，保持此条件水解 75 分钟，使物料接近于水解装置的出料端。连续缓慢加入椰衣干重的 2.5% 的碱性悬浊液中和，该碱性悬浊液成分为: Na_2CO_3 40%、 CaCO_3 40%、水 20%。搅拌均匀。连续强制挤压出料，瞬间降压至常压，振动流化床干燥至含水率 14%。

实施例 15、玉米联合收割机收割的同时，将铡切的玉米秸秆碎块揉搓成碎丝，投入到螺杆送料装置中，克服水解装置内压力，螺旋挤压强制送入水解装置中，加入玉米秸秆干重的 5% 的酸蒸气，该酸蒸气的成分(重量组分)为: HCl 18%、 SO_2 (即亚硫酸的前体) 2%，电加热，保持水解装置内物料温度为 122°C ，24 分钟。喷入玉米秸秆干重的 2% 的普钙粉和 NaHCO_3 粉的混合物，其中，普钙粉与 NaHCO_3 粉的重量比为 1.2 : 0.8。搅拌均匀，连续强制挤压出料，使物料迅速降压至常压。带式干燥至含水率 17%。

实施例 16、花生壳、瓜子壳风干后，投入到干法单螺杆挤压膨化装置中挤压膨化成糜，膨化瞬间达到 170°C ，克服水解装置内压力，强制送料到水解装置中。通入物料干重 15% 的酸液，该酸液成分(重量组分)为: HCl 8%、磷酸二氢钠 3%、磷酸二氢钾 3%，电热丝加热，在 145°C 保

持 10 分钟。螺杆强制拌入常温的新鲜鸡粪和石粉，新鲜鸡粪重量为花生壳、瓜子壳干重的 20%；石粉重量为花生壳、瓜子壳干重的 1%。搅拌均匀，维持 8 分钟。强制挤压连续出料，使物料迅速降压至常压。自然风干。

实施例 17、蔬菜的秧梗藤蔓 风干后，通过揉切装置，切割揉搓成碎丝屑，投入到干法单螺杆挤压膨化装置中挤压膨化成糜，膨化瞬间达到 165℃，克服水解装置内压力，强制送料到水解装置中。加入物料干重的 22% 的水解剂，该水解剂的温度为 80℃，成分（重量组分）为：醋酸 7%、硝酸 1%、剩余为水。搅拌均匀，静置 60 分钟。然后热油套加热，使物料达到 120℃，维持 30 分钟。螺旋推动强制出料，使物料迅速降压至常压。电热烘干至含水率 8%，收集的气体导入到醋酸回收装置中重新利用。

实施例 18、按照实施例 1~17 制得的饲料，加入 0.01% 的微量元素预混料，每千克该微量元素预混料包含：硫酸镁 27 克、硫酸锰 32 克、硫酸亚铁 90 克、硫酸铜 30 克、硫酸锌 100 克、氯化钴 0.09 克、亚硒酸钠 0.5 克、碘化钾 0.6 克。

实施例 19、按照实施例 1~17 制得的饲料，加入 0.15% 的微量元素预混料，每千克该微量元素预混料包含：硫酸镁 27 克、硫酸锰 32 克、硫酸亚铁 90 克、硫酸铜 30 克、硫酸锌 100 克、氯化钴 0.09 克、亚硒酸钠 0.5 克、碘化钾 0.6 克。

实施例 20、按照实施例 1~17 制得的饲料，加入 1% 的微量元素预混料，每千克该微量元素预混料包含：硫酸镁 27 克、硫酸锰 32 克、硫酸亚铁 90 克、硫酸铜 30 克、硫酸锌 100 克、氯化钴 0.09 克、亚硒酸钠 0.5 克、碘化钾 0.6 克。

实施例 21、按照实施例 1~17 制得的饲料中，加入 0.01% 的维生素预混料，每千克该维生素预混料包含：维生素 A 5000 万 IU；维生素 D₃ 1200 万 IU；维生素 E 5 万 IU；烟酸 80000mg；维生素 C 300g；维生素 B₁ 5000mg；维生素 B₂ 30000mg；维生素 B₆ 5000mg；维生素 B₁₂ 100mg；叶酸 5000mg；泛酸钙 45000mg；维生素 K 9000mg。

实施例 22、按照实施例 1~17 制得的饲料中，加入 0.1% 的维生素预混料，每千克该维生素预混料包含：维生素 A 5000 万 IU；维生素 D₃ 1200 万 IU；维生素 E 5 万 IU；烟酸 80000mg；维生素 C 300g；维生素 B₁ 5000mg；维生素 B₂ 30000mg；维生素 B₆ 5000mg；维生素 B₁₂ 100mg；叶酸 5000mg；泛酸钙 45000mg；维生素 K 9000mg。

实施例 23、按照实施例 1~17 制得的饲料中，加入 0.05% 的维生素预混料 和 0.2% 的微量矿质元素预混料，每千克该维生素预混料包含：维生素 A 5000 万 IU；维生素 D₃ 1200 万 IU；维生素 E 5 万 IU；烟酸 80000mg；维生素 C 300g；维生素 B₁ 5000mg；维生素 B₂ 30000mg；维生素 B₆ 5000mg；维生素 B₁₂ 100mg；叶酸 5000mg；泛酸钙 45000mg；维生素 K 9000mg。每千克该微量矿质元素预混料包含：硫酸镁 27 克、硫酸锰 32 克、硫酸亚铁 90 克、硫酸铜 30 克、硫酸锌 100 克、氯化钴 0.09 克、亚硒酸钠 0.5 克、碘化钾 0.6 克。

实施例 24、鲁西黄牛架子牛育肥精料：6 份菜粕、8 份棉粕，3 份麦麸、4 份黄豆粉、10 份膨化玉米尿素，加入实施例 1~23 制得的饲料 69 份，搅拌均匀。

实施例 25、三元杂交猪育肥饲料:

A 料：玉米成熟后，待秸秆含水率约为 30%，联合收割机收割的同时，将玉米秸秆铡切成小块；投入到粉碎装置中粉碎成体积小于 0.1 立方厘米的碎屑，再投入到单螺杆挤压装置中挤压膨化，使秸秆碎屑形成糜状，温度达到 160℃。克服水解装置内压力，强制挤压送料到水解装置中。在水解装置中加入气雾状酸化剂水解，该酸化剂温度为 100℃；加入的量为玉米秸秆干重的 10%；成分(重量组分)为 HCl 9%、H₂SO₄ 1%、H₃PO₄ 15%、助水解剂 ZnSO₄ 0.005%、FeSO₄ 0.005%、CuSO₄ 0.001%、MnSO₄ 0.001%、剩余为水。将秸秆糜与酸化剂混合均匀，保持温度在 138℃水解 15 分钟，并同时向水解装置出口方向强制推料。在水解装置出口附近加入秸秆干重的 4% 的凝乳状中和剂。该中和剂的成分为：石粉 20%、贝壳粉 15%、苏打 30%、草木灰 15%、剩余为水。与水解秸秆糜搅拌均匀，维持 2 分钟，使物料达到中性或偏碱性。并同时移动至水解装置出料口。由水解装置内外压力差 和旋转桨叶推力强制连续出料，使物料瞬间降压至常压。自然风干。

混合料：A 料 65 份、豆饼 5 份、菜籽饼（脱毒）9 份、豆粉 2 份、鱼粉 1%、玉米 12 份、麸皮 5 份、微量矿质元素和多维添加剂预混料：1 份。

实施例 26、肉用大鸡饲料:

A 料：大豆成熟后，联合收割机收割的同时，将大豆秸秆揉切成短细丝，体积小于 0.05 cm³，再投入到螺杆挤压装置中挤压膨化，使秸秆碎屑形成糜状，温度达到 165℃。克服水解装置内压力，强制挤压送料到水解装置中。在水解装置中加入气雾状酸化剂水解，该酸化剂温度为 100℃，加入的量为玉米秸秆干重的 15%，成分(重量组分)为 HCl 4.2%、H₂SO₄ 1%、H₃PO₄ 15%、助水解剂 ZnSO₄ 0.01%、FeSO₄ 0.01%、CuSO₄ 0.003%、MnSO₄ 0.003%、水剩余。将秸秆糜与酸化剂混合均匀，红外加热保持温度在 133℃水解 14 分钟，并同时向水解装置出口方向强制推

料。在水解装置出口附近加入秸秆干重的 4% 的凝乳状中和剂。该中和剂的成分为：贝壳粉 25%、蛋壳粉 25%、 Na_2CO_3 19%、草木灰 10%、水剩余。与水解秸秆糜搅拌均匀，维持 5 分钟，并同时移动至水解装置出料口。由水解装置内外压力差 和螺旋推动力强制连续出料，使物料瞬间降压至常压。红外烘干。

混合料：A 料 30 份、玉米 42 份、豆粕 17 份、鱼粉 4 份、水解羽毛粉 2 份、麦麸 4、生长素 1 份、亚油酸 0.5 份、蛋氨酸 0.06 份、微量添加剂预混料 1 份。

实施例 27、波尔山羊育肥精饲料：

A 料：水稻成熟后，将联合收割机收割排出的秸秆投入到揉切装置中切割揉搓成短细丝。再投入到单螺杆挤压装置中，同时加入秸秆干重的 1.5% 的火碱粉 和 1.5% 生石灰粉。螺杆挤压膨化，使秸秆碎屑形成糜状，温度达到 150℃。克服水解装置内压力，强制挤压送料到水解装置中。在水解装置中加入秸秆干重的 12% 的喷雾状尿素溶液，浓度为 25%。搅拌均匀。同时向水解装置出口方向强制搅拌推料，加热，保持温度在 135℃ 水解 9 分钟。再加入秸秆糜干重的 10% 的菜子饼/粕（或棉子饼/粕、蓖麻籽饼/粕、油茶籽饼/粕）脱毒处理，搅拌均匀，维持 135℃ 状态 3 分钟。

B 料：水稻成熟后，将联合收割机收割排出的秸秆投入到揉切装置中切割揉搓成短细丝。再投入到单螺杆挤压装置中螺杆挤压膨化，形成秸秆糜，温度达到 150℃。克服水解装置内压力，强制挤压送料到水解装置中。在水解装置中加入秸秆干重的 15% 的喷雾状酸化水解剂，该酸化水解剂成分（重量组分）为 HCl 14%、 KH_2PO_4 25%、 H_2SO_4 2%、剩余为水。搅拌，加热，并保持温度在 120℃ 水解 26 分钟，同时向水解装置出口方向强制搅拌推料。

C 料：A 料 B 料按照重量比 1:1 混合均匀，维持 3 分钟。连续挤压出料，使物料连续通过出料口时，瞬间降压至常压。热风烘干。残余气体回

收。

D 料：玉米 25%、菜粕 40%、棉粕 30%、尿素 5% 混合后，用螺杆挤压膨化装置膨化。

混合精料：C 料 69 份、D 料 17 份、豆粕 4 份、麸皮 8 份、乳酸钙 0.5 份、微量添加剂预混料 0.5 份。

相同重量的物料，糜化程度越细，则表面积越大，与酸接触面积则越大；物料在水解装置内螺旋前进时，速率越大，则与周边物料的碰撞摩擦越大，则受到周围离子攻击越频繁，水解速率越大，所以，提高糜化程度、加大水解装置内物料流动速率，能够提高水解效果。

水解前，与粉碎相比，挤压膨化糜化的物料的断面是粗糙的、粒径小得多，内部多孔蓬松，细胞壁被强力挤压扭曲破坏，原有的具有生理功能的有序的细胞排列和分子排列被破坏而失去抵御作用，水解剂更容易进入到物料的细胞内和孔隙中，降低了粘稠的小分子可溶性糖对后续水解的阻隔作用，明显提高了水解效率。另外，粉碎工艺在物料粒度小于 0.2 cm 后，耗电量明显上升，收益却有限，边际效益锐减。相比之下，螺杆挤压膨化糜化则虽然耗电量也较高，但达到的粒度明显更小。又由于螺杆挤压对设备的损耗较大，并且物料较大时容易堵机，因此，优选的方案是先将物料粉碎到粒度 0.25~0.42 cm，然后再投入到螺杆挤压膨化装置中实现糜化。

本发明将水解与膨化结合，将纤维素与半纤维素转化成可溶性糖，并且膨化疏松多孔。为了提高水解效率，本发明在水解前，用单螺杆挤压膨化装置或双螺杆挤压膨化装置，将物料强力挤压、扭曲、撕扯，变成轻柔、蓬松、多孔的糜状，极大的提高了水解效率。

本发明的水解温度在 102~200℃之间的任何温度均可，其原理在于：低于 100℃时，离子难以有效进攻纤维素和半纤维素，水解效果差；高于 200℃时，糠醛、5-羟甲基糠醛等副产物过多，造成禽畜消化障碍；而在

102~200℃之间，离子能有效进攻纤维素和半纤维素从而催化水解，并且产生的糠醛、5-羟甲基糠醛等副产物的量较少，能被禽畜承受。并且由于水的沸点随着压力的升高而升高，要实现水解温度高于100℃，则需要额外提供相应的压力，即：需要水解装置内压力高于外界大气压，为水解后强制挤压物料、瞬间降压膨化提供压力差的保障。优选的水解温度为115~152℃。进一步优选的水解温度为120~140℃。

本发明的水解剂的加入量为植物干重的0.001%~160%之间任何量均可。其原理在于：在水解过程中，水解剂进攻纤维素、半纤维素、木质素，促使纤维素、半纤维素水解后，又会生成水解剂，即：纤维素、半纤维素水解前后，水解剂的量动态恒定，因此，不会导致水解剂耗尽的情况发生。优选的水解剂的加入量为：水解剂（刨除水分含量）占植物干重的0.4%~8%。进一步优选为：水解剂（刨除水分含量）占植物干重的1.2%~3%。

本发明的烘干的含水率在3%~17%之间的任意值，视保存时间长短和外界环境而定。物料保存时间相对较短时，如：3周以内，则干燥到含水率为17%即可；反之，如果保存时间相对较长，比如：3个月以上，则宜将含水率降低到14%以下，并且需要结合储存环境的空气湿度而定。当干燥至含水率小于6%以下，再降低含水率时，边际收益下降，边际成本增加，故优选的干燥的目标含水率为8%~14%。

本发明的饲料的pH值可以调整至4~10.5之间的任意值。提高氢离子浓度或氢氧根的浓度，有利于延长保质期，使用前临时再微调pH值即可。但由于pH<5或pH>9.3后影响适口性，以及影响消化道内共生菌的生存和强势地位，因此，优选的pH值为5.5~9.3。

本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：本发明所涉及的木质纤维含量高的秸秆、谷物壳、糠秕、玉米芯、椰衣、棕榈、木/竹边角料、

木/竹屑、刨花、树枝、树皮、蔗渣、甜菜渣、牧草根茎、杂草、废纸、果壳果核、瓜果蔬菜的秧梗藤蔓、粉渣，不局限于实施例中列出的特定物种，并且实施例中所列举的植物原料之间可以相互替代。

本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：秸秆包括粮食作物、油料作物、部分经济作物采收果实后的剩余部分，如：玉米秸秆、高粱秸秆、水稻秸秆、小麦秸秆、谷秆、黄米秸秆、青稞秆、薏米秆、葵花秆及葵花盘、大豆秸秆、猫豆秸秆、棉花秸秆、麻秆等。

本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：与本发明的水解膨化饲料相配合使用的饲料成分包括现有的常用饲料成分：

1、粮食谷物类：玉米、大麦、小麦、高粱、蚕豆粉、豌豆粉、大豆粉、猫豆粉；

2、糠麸类：麦麸、稻糠、秕谷、玉米皮糠；

3、糟渣饲料：酒糟、啤酒糟、酱油糟、醋糟、粉渣（如：马铃薯渣、红薯渣、木薯渣、玉米淀粉渣）、豆渣、蔗渣、甜菜渣、中药渣、水果渣（如：苹果渣、葡萄渣）、糖渣、糖蜜；

4、多汁类：牧草、树嫩枝（如柠条）、树叶、瓜果蔬菜及其根茎叶可食部分、块根块茎及其根茎叶可食部分；

5、饼粕类：豆饼豆粕、菜籽饼/粕、棉籽饼/粕、花生饼/粕、茶籽饼/粕、芝麻饼/粕、蓖麻饼/粕、葵花籽饼/粕、胡麻饼/粕、油棕饼/粕、橄榄饼/粕、核桃饼/粕、椰子饼/粕、可可饼/粕、草籽饼/粕、玉米粕、小麦胚芽粕、水果粕、米糠粕；

6、动物性饲料：鱼粉、肉骨粉、内脏、血粉、脂肪、水解脂肪酸、水解羽毛粉、水解毛皮粉、水解蹄角粉、禽粪、氨基酸添加剂（赖氨酸、精氨酸、蛋氨酸、组氨酸、胱氨酸等）；

7、矿质元素：食盐、贝壳粉、蛋壳粉、骨粉、芒硝、磷酸钙、磷酸氢盐、磷酸二氢盐、石灰石（碳酸钙）、生石灰、熟石灰、麦饭石、沸石、

石粉、电气石；微量元素（镁、铜、铁、锌、锰、钴、硫、碘、硒等金属盐）；

8、维生素：维生素A、维生素D₃、维生素E、烟酸、维生素C、维生素B₁、维生素B₂、维生素B₆、维生素B₁₂、叶酸、泛酸钙、维生素K。

9、不饱和脂肪酸类，如：亚油酸、大豆粉（生、熟）。

与传统能量饲料玉米相比，木质纤维原料中缺乏不饱和脂肪酸，如：油酸、亚油酸、亚麻酸，所以可以用少量豆饼、豆油渣、豆粉等油料作物及加工品或玉米、玉米油补充。如：鸡饲料中，亚油酸含量达到0.8%~1%时，即可满足鸡对亚油酸的营养需要。为避免酸碱水解剂对不饱和脂肪酸的破坏和水解，优选工艺是在水解后补充。

与传统能量饲料玉米相比，木质纤维原料中严重缺乏维生素和矿物质。因此，补充的微量矿质元素和多维预混料，应多于传统全价饲料中的微量矿质元素和多维的量。可利用相应物种的成品微量添加剂预混料，用量为传统粮食饲料全价料的1.1~2.5倍；亦可自行配制微量预混料，如：每千克该微量矿质元素预混料包含：硫酸镁27克、硫酸锰32克、硫酸亚铁90克、硫酸铜30克、硫酸锌100克、氯化钴0.09克、亚硒酸钠0.5克、碘化钾0.6克。每千克该维生素预混料包含：维生素A 5000万IU；维生素D₃ 1200万IU；维生素E 5万IU；烟酸 80000mg；维生素C 300g；维生素B₁ 5000mg；维生素B₂ 30000mg；维生素B₆ 5000mg；维生素B₁₂ 100mg；叶酸 5000mg；泛酸钙 45000mg；维生素K 9000mg。添加量为每千克全价料（或精饲料）中添加微量矿质元素预混料0.01%~1%，优选为；0.1%~0.4%。每千克全价料（或精饲料）中添加多维预混料0.01%~0.1%，优选为0.02%~0.05%。

本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：对于反刍动物，不同的非蛋白氮源，如：尿素、缩二脲、异丁叉二脲、碳酸铵、碳酸氢铵、

硫酸铵、硫酸氢铵、氯化铵、磷酸一铵、磷酸二铵、醋酸铵、氨水、液氨、结晶氨合物，在一定量以内，在相同转化率和吸收率的前提下，达到相同的微生物蛋白质水平，可以通过下列效价换算表相互替代。

氮源	液氨	氨水(10%)	尿素	碳酸铵	碳酸氢铵
重量比	17	170	30	48	79
氮源	硫酸铵	硫酸氢铵	醋酸铵	磷酸二铵	磷酸一铵
重量比	66	115	77	66	115
氮源	缩二脲	CaCl ₂ •8NH ₃	氯化铵	亚硫酸铵	亚硫酸氢铵
重量比	34	31	53.5	58	99
氮源	磷酸脲	异丁叉二脲	玉米粉	豆饼/豆粕	禽粪尿
重量比	79	44	约1070	约280	约1900

使 pH 值降低的物质包括：酸、酸酐、酸性气体、酸式盐、酸性盐，其中包括：H₂SO₄、HCl、H₃PO₄、CH₃COOH、HCOOH、丙酸、SO₂、金属硫酸氢盐、金属亚硫酸氢盐、金属磷酸二氢盐、硫酸氢铵、氯化铵、磷酸脲、磷酸一铵；使 pH 值升高的物质包括：碱、碱式盐、碱性盐、氨、铵盐、尿素，其中包括：火碱、NaOH、KOH、生石灰、熟石灰、CaCO₃、Na₂CO₃、NaHCO₃、KHCO₃、草木灰、造纸黑液、液氨、氨水、尿素、缩二脲、磷酸二铵、碳酸铵、碳酸氢铵、硫酸铵、醋酸铵、亚硫酸铵、金属磷酸盐、金属磷酸氢盐、鸡粪。本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：不同浓度的氨水之间可以通过比例换算而相互替代。本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：通过公知的化学方程式、电离常数、水解常数、溶解度的计算，使 pH 值降低的物质之间可以相互替换；使 pH 值升高的物质之间可以相互替换。

由于水解剂中的部分物质会保留在水解产物中，比如：Na⁺、Ca²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、PO₄³⁻等，而禽畜生长对这类物质的需要量较少，所以，为了避免过量对禽畜造成伤害，比较优选的水解剂，是几种效果相似的水解剂的组合，则既可以实现有效水解，又可以补充禽畜的需求。因此，本领域的技术人员不须经过创新性思维即可理解：经过公知的简单的化学反应而

生成本发明所述的酸性水解剂、碱性水解剂、氯化剂，属于在本发明的精神和原则之内所作的修改。

以上所述的本发明实施方式，并不构成对本发明保护范围的限定。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的权利要求保护范围之内。