



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110742282 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201911039846.5 *A23L 29/269*(2016.01)  
(22)申请日 2019.10.29 *A23K 10/37*(2016.01)  
(71)申请人 武汉新华扬生物股份有限公司 *A23K 20/147*(2016.01)  
地址 430206 湖北省武汉市东湖新技术开 *A23K 10/14*(2016.01)  
发区光谷八路98号 *A23K 20/163*(2016.01)  
(72)发明人 李亚峥 陶敏 毛玲 周明  
杨雄振 周波 熊晓燕 詹志春  
周樱  
(74)专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限 *A23L 33/21*(2016.01)  
公司 11228 *A23L 33/135*(2016.01)  
代理人 吴静 *A23L 29/231*(2016.01)  
(51)Int.Cl.

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法及产品

(57)摘要

本发明属于生物饲料技术领域,具体涉及一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:1)将小麦麸皮和米糠按比例混合,得到第一混合物;2)将第一混合物与中性蛋白酶、中温淀粉酶、植酸酶以及水混合,酶解,得到第二混合物;3)将第二混合物脱水,得到二次酶液和第三混合物;4)将微生态制剂、木聚糖酶、中性纤维素酶、黄原胶和果胶加入到第三混合物中进行发酵,得到第四混合物;将第四混合物烘干,即得到膳食纤维。本发明还提供采用上述方法制备的膳食纤维产品和高蛋白高糖副产品。本发明将酶法和发酵法结合,先酶解后发酵,进一步提高产品中膳食纤维纯度和可溶性膳食纤维含量,改善产品适口性,提高小麦麸皮和米糠的附加值。

1. 一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - 1) 将小麦麸皮和米糠按比例混合,得到第一混合物;
  - 2) 将第一混合物与中性蛋白酶、中温淀粉酶、植酸酶以及水混合,酶解,得到第二混合物;
  - 3) 将第二混合物脱水,得到二次酶液和第三混合物;
  - 4) 将微生物制剂、木聚糖酶、中性纤维素酶、黄原胶和果胶加入到第三混合物中进行发酵,得到第四混合物;将第四混合物烘干,即得到膳食纤维。
2. 如权利要求1所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:将步骤3)中得到的二次酶液加入下一批次的第二混合物中,进行下一批次的第二混合物酶解,得到下一批次的第二混合物,再将下一批次的第二混合物脱水,得到三次酶液和下一批次的第三混合物;然后将三次酶液经纳滤膜分离,得到高蛋白高糖副产品。
3. 如权利要求1所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:步骤1)中,按照重量份数计,将1-500份小麦麸皮和1-500份米糠混合,得到第一混合物。
4. 如权利要求3所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:步骤2)中,按照重量份数计,将1-100份第一混合物与0.01-1份中性蛋白酶、0.01-1份中温淀粉酶、0.01-1份植酸酶、1-100份水混合,使混合物料的水份含量控制在10-90%,然后在20-80°C条件下酶解4-48 h,得到第二混合物。
5. 如权利要求1所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:步骤3)中,所得到的第三混合物的水分含量控制在30%-60%,二次酶液的干物质含量控制在1%-40%。
6. 如权利要求1所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:步骤4)中,按照重量份数计,将0.01-1份微生物制剂、0.01-1份木聚糖酶、0.01-1份中性纤维素酶、0.1-10份黄原胶、0.1-10份果胶、1-100份水与1-100份第三混合物混合,使混合后物料的水份含量控制在1-50%,然后在20-80°C条件下,发酵培养24-96 h,得到第四混合物。
7. 如权利要求1或6所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:所述微生物制剂包括按照重量份数计的如下组分:0.01-1份枯草芽孢杆菌、0.01-1份酵母菌、0.01-1份乳酸菌以及0.01-1份滑石粉。
8. 如权利要求2所述的一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,其特征在于:按照重量份数计,将1-100份步骤3)中得到的二次酶液加入到下一批次的1-100份第一混合物中,进行下一批次的第二混合物酶解。
9. 一种采用如权利要求1所述的方法制备的膳食纤维产品。
10. 一种采用如权利要求2所述的方法制备的高蛋白高糖副产品。

## 一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法及产品

### 技术领域

[0001] 本发明属于生物饲料技术领域,具体涉及一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法及产品。

### 背景技术

[0002] 小麦被认为是世界上最常生产的谷物之一。小麦麸皮年加工产量超过2亿吨,是世界范围内大量生产的谷物工业的重要副产品。我国小麦资源丰富,每年大约有2000万吨的麸皮副产品。而在饲料工业中充分利用小麦麸皮资源是非常有价值的,是缓解玉米短缺的重要替代资源。目前,小麦麸皮主要用作家畜饲料,仅少量作为商品麸皮出售。存在于小麦麸皮中的主要膳食纤维(dietary fiber,DF)是阿拉伯木聚糖(arabinoxylan,AX),它包含大约70%的纤维,并且大部分不溶于水,是影响单胃动物对养分消化率的主要因素。此外,植物化学物质、矿物质和维生素集中在麸皮层中,并且与谷物膳食纤维(DF)复合体的健康促进作用有关。

[0003] 米糠是糙米碾白过程中被碾下的皮层及少量米胚和碎米的混合物。我国年产稻谷约2亿t,加工后可获得米糠约1800万t,米糠的进一步研究与开发是提高粮食生产的经济效益和粮食行业进步发展的关键。米糠含有粗蛋白12%~17%,粗脂肪13%~22%,碳水化合物35%~50%,膳食纤维23%~32%,灰分8%~12%,还含有丰富的B族维生素和VE;此外米糠还富含生育三烯酚、脂多糖、角鲨烯、二十八碳烷醇、神经酰胺等生理活性物质,这些活性成分具有很强的抗氧化和自由基清除活性,并且具有调节血糖、调节胆固醇含量、降低血脂、预防脂肪肝和癌症等多种保健功能。米糠膳食纤维的能量较低、不含胆固醇,具有一定的持水、持油、增稠、乳化、抗氧化能力,有增加饱腹感、预防便秘等功效,是优良的膳食纤维源。

[0004] 生物加工处理可以改变微观结构,并在不同分子之间形成新的相互作用,从而提高促进健康的化合物的生物可及性和生物利用度,从而改善原料的功能性和可用性。目前,膳食纤维制备方法有化学法、酶法和发酵法。化学法产生大量酸碱废液,造成环境污染。酶法和发酵法是提高富含纤维产品的营养和感官品质的最常用方法。酶水解已用于溶解膳食纤维(DF)和改变细胞壁的复杂结构。液体发酵可以改善原料的营养特性;然而,高水分含量延缓了干燥时间并增加了细菌的生长。

[0005] 因此,有必要设计一种以小麦麸皮和米糠为原料、采用酶法和固态发酵法结合制备膳食纤维的方法及产品。

### 发明内容

[0006] 为了克服上述现有技术存在的不足,本发明的目的是提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法及产品,将酶解和发酵有机结合,提高膳食纤维纯度和可溶性膳食纤维含量,改善产品适口性,提高小麦麸皮和米糠的附加值。

[0007] 为实现上述目的,本发明的技术方案为一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:

- 1) 将小麦麸皮和米糠按比例混合,得到第一混合物;
- 2) 将第一混合物与中性蛋白酶、中温淀粉酶、植酸酶以及水混合,酶解,得到第二混合物;
- 3) 将第二混合物脱水,得到二次酶液和第三混合物;
- 4) 将微生物制剂、木聚糖酶、中性纤维素酶、黄原胶和果胶加入到第三混合物中进行发酵,得到第四混合物;将第四混合物烘干,即得到膳食纤维。

[0008] 进一步地,将步骤3)中得到的二次酶液加入下一批次的第二混合物中,进行下一批次的第二混合物酶解,得到下一批次的第二混合物,再将下一批次的第二混合物脱水,得到三次酶液和下一批次的第三混合物;然后将三次酶液经纳滤膜分离,得到高蛋白高糖副产品。

[0009] 进一步地,步骤1)中,按照重量份数计,将1-500份小麦麸皮和1-500份米糠混合,得到第一混合物。

[0010] 进一步地,步骤2)中,按照重量份数计,将1-100份第一混合物与0.01-1份中性蛋白酶、0.01-1份中温淀粉酶、0.01-1份植酸酶、1-100份水混合,使混合物料的水份含量控制在10-90%,然后在20-80°C条件下酶解4-48 h,得到第二混合物。

[0011] 进一步地,步骤3)中,所得到的第三混合物的水分含量控制在30%-60%,二次酶液的干物质含量控制在1%-40%。

[0012] 进一步地,步骤4)中,按照重量份数计,将0.01-1份微生物制剂、0.01-1份木聚糖酶、0.01-1份中性纤维素酶、0.1-10份黄原胶、0.1-10份果胶、1-100份水与1-100份第三混合物混合,使混合后物料的水份含量控制在1-50%,然后在20-80°C条件下,发酵培养24-96 h,得到第四混合物。

[0013] 进一步地,所述微生物制剂包括按照按照重量份数计的如下组分:0.01-1份枯草芽孢杆菌、0.01-1份酵母菌、0.01-1份乳酸菌以及0.01-1份滑石粉。

[0014] 更进一步地,按照重量份数计,将1-100份步骤3)中得到的二次酶液加入到下一批次的1-100份第一混合物中,进行下一批次的第二混合物酶解。

[0015] 本发明还提供一种采用上述的方法制备的膳食纤维产品。

[0016] 本发明还提供一种采用上述的方法制备的高蛋白高糖副产品。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

(1) 本发明通过将小麦麸皮和米糠复配混合,先经过酶解,将其中的粗蛋白、淀粉和植酸酶解,然后脱水得到的固态产物,再将微生物制剂、木聚糖酶、纤维素酶、黄原胶和果胶加入到得到的固态产物中进行发酵,最后烘干得到膳食纤维;不仅将酶解和发酵有机结合使用,而且先酶解能够有效去除了混合物中的粗蛋白、淀粉、植酸等杂质和抗营养因子,提高了膳食纤维纯度;再经过发酵阶段,提高了可溶性膳食纤维含量,改善产品适口性,提高了膳食纤维消化率,增加了膳食纤维中的维生素和益生菌含量,增加了膳食纤维的功能性;同时提高了小麦麸皮和米糠的附加值,建立了可有效实施的膳食纤维生产方法;

(2) 采用本发明提供的方法制备的膳食纤维产品中膳食纤维持水力强,可溶性膳食纤维含量高,富含维生素和益生菌,具有一定的功能性;

(3) 本发明酶解后得到的二次酶液加入下一批次的第二混合物中进行下一批次的第二混合物酶解,并将得到的三次酶液进行纳滤膜分离,得到高蛋白高糖副产品,此副产品多为

低分子量的小肽和低分子量的碳水化合物,可作为高蛋白高热量的饲料产品。

### 具体实施方式

[0018] 下面对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 本发明提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:

- 1) 将小麦麸皮和米糠按比例混合,得到第一混合物;
- 2) 将第一混合物与中性蛋白酶、中温淀粉酶、植酸酶以及水混合,酶解,得到第二混合物;
- 3) 将第二混合物脱水,得到二次酶液和第三混合物;
- 4) 将微生物制剂、木聚糖酶、中性纤维素酶、黄原胶和果胶加入到第三混合物中进行发酵,得到第四混合物;将第四混合物烘干,即得到膳食纤维。

[0020] 本发明采用先酶解、后发酵,不仅将酶解和发酵有机结合使用,而且酶解后有效去除了混合物中的粗蛋白、淀粉、植酸等杂质和抗营养因子,提高了膳食纤维纯度;经过发酵阶段,提高了可溶性膳食纤维含量,提高了膳食纤维消化率,增加了膳食纤维中的益生菌和益生元含量,增加了膳食纤维的功能性;同时加入黄原胶、果胶提高膳食纤维膨胀度和持水力,获得富含膳食纤维,适口性好的膳食纤维产品;还提高了小麦麸皮和米糠的附加值,建立了可有效实施的膳食纤维生产方法。

[0021] 进一步地,上述步骤1)中,按照重量份数计,将1-500份小麦麸皮和1-500份米糠混合,粉碎后过40-100目筛,得到第一混合物。本发明中的过筛的目数还可以根据需求进行选择其他目数。

[0022] 进一步地,上述步骤2)中,按照重量份数计,将上述步骤1)中的1-100份第一混合物与0.01-1份中性蛋白酶、0.01-1份中温淀粉酶、0.01-1份植酸酶、1-100份水混合,使混合物料的水份含量为10-90%,然后在20-80°C条件下酶解4-48 h,得到第二混合物。第二混合物中中性蛋白酶的活力为50-500U/g,中温淀粉酶的活力为10-100U/g,植酸酶的活力为1-50U/g。其中,中性蛋白酶是由枯草芽孢杆菌经发酵提取而得的,属于一种内切酶,可用于各种蛋白质水解处理,其最适反应温度是45-50°C,最适反应pH是6.8-7.0。中温淀粉酶主要成分是 $\alpha$ -淀粉酶, $\alpha$ -淀粉酶可由微生物发酵产生,也可从植物和动物中提取,通常在pH5.5-8酶活稳定,最适反应温度在60°C以上; $\alpha$ -淀粉酶能水解淀粉产生糊精、麦芽糖、低聚糖和葡萄糖等,其产物的还原性末端葡萄糖残基C1碳原子为 $\alpha$ 构型,故称为 $\alpha$ -淀粉酶。 $\alpha$ -淀粉酶对于直链淀粉的作用第一步是将直链淀粉任意地迅速降解成小分子糊精、麦芽糖和麦芽三糖;第二步缓慢地将第一步生成的低聚糖水解为葡萄糖和麦芽糖。 $\alpha$ -淀粉酶不能切开支链淀粉分支点的 $\alpha$ -1,6键,也不能切开 $\alpha$ -1,6键附近的 $\alpha$ -1,4键,但能越过分支点而切开内部的 $\alpha$ -1,4键,因此水解产物中除了含葡萄糖、麦芽糖以外,还残留一系列具有 $\alpha$ -1,6键和含4个或更多葡萄糖残基的带 $\alpha$ -1,6键的低聚糖。由于植酸酶广泛存在于动物、植物和微生物中,其适宜反应pH在4.0-6.0,适宜反应温度在46-57°C;植酸酶能将肌醇六磷酸(植酸)分解成为肌醇和磷酸。植酸酶添加到动物性饲料中释放植酸中的磷分,不但能提高食物及饲料对

磷的吸收利用率,还可以降解植酸蛋白质络合物,减少植酸盐对微量元素的螯合,提高动物对植物蛋白的利用率及其植物饲料的营养价值,同时也减少动物排泄物中有机磷的含量,减少对大自然的污染。植酸酶和中性蛋白酶在酶解植酸蛋白络合物时,能够发挥协同作用提高第二混合物中小肽的含量,植酸酶与中性蛋白酶协同酶解所得第二混合物中小肽含量比植酸酶单独酶解所得第二混合物中小肽含量高10%。

[0023] 进一步地,步骤3)中,可以采用双螺杆挤压脱水机对第二混合物进行脱水,使所得到的第三混合物的水分含量控制在30%-60%,二次酶液的干物质含量控制在1%-40%。

[0024] 进一步地,步骤4)中,按照重量份数计,将0.01-1份微生态制剂、0.01-1份木聚糖酶、0.01-1份中性纤维素酶、0.1-10份黄原胶、0.1-10份果胶、1-100份水与1-100份第三混合物混合,使混合后物料的水份含量为1-50%,然后在20-80°C条件下,发酵培养24-96 h,得到第四混合物;将第四混合物烘干,即得到膳食纤维。其中,第四混合物中,木聚糖酶的活力为10-100U/g,中性纤维素酶的活力为10-100U/g。木聚糖酶是一类降解木聚糖分子的复杂酶系,组成较复杂,包括 $\beta$ -木聚糖酶、 $\beta$ -D-木糖苷酶、 $\alpha$ -L-呋喃型阿拉伯糖苷酶、乙酰木聚糖酯酶和酚酸酯酶等,其中 $\beta$ -D-木聚糖酶是降解半纤维素主要的酶,该酶以内切方式作用于木聚糖主链内部的 $\beta$ -1,4-木糖苷键,使木聚糖降解为短链的低聚木糖,并有少量木糖生成;而 $\beta$ -D-木糖苷酶则作用于短链的低聚木糖,通过催化低聚木糖的末端来释放木糖残基。纤维素酶属于糖苷水解酶,传统上被分为三类组分:1、内切葡聚糖酶,俗称 $C_x$ 酶,来自真菌的称EG酶;2、外切葡聚糖酶,即纤维二糖水解酶,俗称 $C_1$ 酶,来自真菌的称CBH;3、 $\beta$ -葡萄糖苷酶,简称BG。纤维素酶降解纤维素,是酶的各组分之间协同作用的结果。

[0025] 通过固态发酵可以改善小麦麸皮和米糠的营养特性,增加富含纤维的产品中短链脂肪酸(short-chain fatty acid, SCFA)、酚酸和可溶性膳食纤维(soluble dietary fiber, SDF)的含量,提高饲料的营养价值,同时减少干燥时间以及细菌的生长。具体地,所述微生态制剂通过各单一菌株的菌粉与滑石粉制得,具体包括按照重量份数计的如下组分:0.01-1份枯草芽孢杆菌、0.01-1份酵母菌、0.01-1份乳酸菌以及0.01-1份滑石粉。枯草芽孢杆菌菌体自身合成 $\alpha$ -淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶、纤维素酶等酶类,可以分解并利用第三混合物中残留的淀粉、蛋白质、脂肪和纤维素。酵母菌的增殖能够代谢产生乙酸和乙醇,能够改善物料的气味并防止霉菌的生长繁殖。乳酸菌的增殖能够代谢产生乳酸,可以抑制杂菌的生长繁殖。木聚糖酶和中性纤维素酶酶解木聚糖和纤维素产生的单糖能够被微生物作为碳源利用,起到了促进微生物增殖的作用。

[0026] 进一步地,在本发明中,将步骤3)中得到的二次酶液加入下一批次的第二混合物中,进行下一批次的第二混合物酶解,得到下一批次的第三混合物,再将下一批次的第三混合物脱水,得到三次酶液和下一批次的第四混合物;然后将三次酶液经卷式纳滤膜分离,得到高蛋白高糖副产品;而下一批次的第四混合物按照本发明方法中的步骤4)进行发酵得到膳食纤维。本实施例对二次酶液中的中性蛋白酶、中温淀粉酶、植酸酶的酶活进行检测,酶活损失均在10%以内,因此,本实施例将步骤3)中得到的二次酶液加入下一批次的第二混合物中,二次酶液作为下一批次的酶解液,并且二次酶液中含有一定量的可溶性的糖类和蛋白,会进入副产品中,提高副产品产量;而三次酶液中的酶活损失较大,污染杂菌的风险增大,因此对三次酶液进行分离来得到高蛋白高糖副产品。更进一步地,按照重量份数计,将1-100份步骤3)中得到的二次酶液加入到下一批次的1-100份第二混合物中,进行下一批次

的第一混合物酶解。

[0027] 本发明还提供一种采用上述的方法制备的膳食纤维产品,此产品中膳食纤维持水力强,可溶性膳食纤维含量高,富含益生菌和益生菌,具有一定的功能性。通过本发明的方法将酶法和发酵法结合起来,先酶解后发酵,进一步提高了产品中可溶性膳食纤维含量,提高了产品的功能性,改善了产品的感官。

[0028] 本发明还提供一种采用上述的方法制备的高蛋白高糖副产品,此副产品多为低分子量的小肽和低分子量的碳水化合物,可作为高蛋白高热量的饲料产品。

[0029] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

#### [0030] 实施例1

本实施例提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:

- 1) 将20份的小麦麸皮与80份的米糠混合,过20目筛,形成第一混合物;
  - 2) 将第一混合物与1份的中性蛋白酶、0.20份的中温淀粉酶、0.10份的植酸酶及60份的水混合,在30°C条件下,静置酶解8 h,酶解后得到备用的第二混合物;
  - 3) 将第二混合物进行双螺杆挤压脱水机脱水,将第二混合物分离为二次酶液和第三混合物,使二次酶液的干物质含量为8%,第三混合物的水分含量为45%;
  - 4) 将二次酶液立即投入到下一批次的的第一混合物中;将这一批次酶解后所得三次酶液进行卷式纳滤膜分离,所分离得到的高蛋白高糖产物即为副产品;
  - 5) 将第三混合物与0.20份的木聚糖酶、0.20份的纤维素酶、0.01份的微生物制剂、1份的黄原胶、1份的果胶及30份的水混合,在25°C条件下静置发酵24h,形成第四混合物;其中,微生物制剂包括按照按照重量份数计的如下组分:0.01份枯草芽孢杆菌、0.5份酵母菌、1份乳酸菌以及1份滑石粉;
  - 6) 将第四混合物烘干即得膳食纤维产品;
  - 7) 对成品进行检测,其中,总膳食纤维含量60%,可溶性膳食纤维50%,不可溶性膳食纤维50%,持水力3.1g/g,膨胀度3.8mL/g,有机酸1%,微生物菌数总菌数 $1 \times 10^6$ cfu/g;
- 对副产品进行检测,其中,蛋白含量25%,总糖含量35%。

#### [0031] 实施例2

本实施例提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:

- 1) 将30份的小麦麸皮与70份的米糠混合,过30目筛,形成第一混合物;
- 2) 将第一混合物与0.1份的中性蛋白酶、1份的中温淀粉酶、1份的植酸酶及70份的水混合,在40°C条件下,静置酶解16h,酶解后得到备用的第二混合物;
- 3) 将第二混合物进行双螺杆挤压脱水机脱水,将第二混合物分离为二次酶液和第三混合物,使二次酶液的干物质含量为16%,第三混合物的水分含量为50%;
- 4) 将二次酶液立即投入到下一批次的的第一混合物中;将这一批次酶解后所得三次酶液进行卷式纳滤膜分离,所分离得到的高蛋白高糖产物即为副产品;
- 5) 将第三混合物与0.1份的木聚糖酶、1份的纤维素酶、0.1份的微生物制剂、10份的黄原胶、3份的果胶及40份的水混合,在30°C条件下静置发酵48h,形成第四混合物;其中,微生物制剂包括按照按照重量份数计的如下组分:0.7份枯草芽孢杆菌、0.01份酵母菌、0.3份乳酸菌以及0.8份滑石粉;
- 6) 将第四混合物烘干即得膳食纤维产品;

7)对成品进行检测,其中,总膳食纤维含量65%,可溶性膳食纤维60%,不可溶性膳食纤维30%,持水力3.8g/g,膨胀度4.7mL/g,有机酸2.7%,微生物菌数总菌数 $3 \times 10^8$ cfu/g;

对副产品进行检测,其中,蛋白含量30%,总糖含量40%。

#### [0032] 实施例3

本实施例提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:

1)将40份的小麦麸皮与60份的米糠混合,过40目筛,形成第一混合物;

2)将第一混合物与0.5份的中性蛋白酶、1份的中温淀粉酶、0.7份的植酸酶及80份的水混合,在50°C条件下,静置酶解24h,酶解后得到备用的第二混合物;

3)将第二混合物进行双螺杆挤压脱水机脱水,将第二混合物分离为二次酶液和第三混合物,使二次酶液的干物质含量为22%,第三混合物的水分含量为55%;

4)将二次酶液立即投入到下一批次的第二混合物中;将这一批次酶解后所得三次酶液进行卷式纳滤膜分离,所分离得到的高蛋白高糖产物即为副产品;

5)将40份第三混合物与0.5份的木聚糖酶、0.4份的纤维素酶、1份的微生物制剂、6份的黄原胶、6份的果胶及50份的水混合,在35°C条件下静置发酵72 h,形成第四混合物;其中,微生物制剂包括按照按照重量份数计的如下组分:1份枯草芽孢杆菌、0.5份酵母菌、0.01份乳酸菌以及0.5份滑石粉;

6)将第四混合物烘干即得膳食纤维产品;

7)对成品进行检测,其中,总膳食纤维含量70%,可溶性膳食纤维65%,不可溶性膳食纤维35%,持水力5.8g/g,膨胀度5.3mL/g,有机酸3.6%,微生物菌数总菌数 $5 \times 10^8$ cfu/g;

对副产品进行检测,其中,蛋白含量35%,总糖含量45%。

#### [0033] 实施例4

本实施例提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:

1)将60份的小麦麸皮与40份的米糠混合,过20目筛,形成第一混合物;

2)将第一混合物与1份的中性蛋白酶、0.01份的中温淀粉酶、0.5份的植酸酶及100份的水混合,在60°C条件下,静置酶解8 h,酶解后得到备用的第二混合物;

3)将第二混合物进行双螺杆挤压脱水机脱水,将第二混合物分离为二次酶液和第三混合物,使二次酶液的干物质含量为20%,第三混合物的水分含量为60%;

4)将二次酶液立即投入到下一批次的第二混合物中;将这一批次酶解后所得三次酶液进行卷式纳滤膜分离,所分离得到的高蛋白高糖产物即为副产品;

5)将第三混合物与0.5份的木聚糖酶、1份的纤维素酶、1份的微生物制剂、5份的黄原胶、10份的果胶及80份的水混合,在50°C条件下静置发酵24h,形成第四混合物;其中,微生物制剂包括按照按照重量份数计的如下组分:0.2份枯草芽孢杆菌、0.1份酵母菌、0.1份乳酸菌以及0.3份滑石粉;

6)将第四混合物烘干即得膳食纤维产品;

7)对成品进行检测,其中,总膳食纤维含量78%,可溶性膳食纤维70%,不可溶性膳食纤维25%,持水力6.2g/g,膨胀度5.9mL/g,有机酸4.1%,微生物菌数总菌数 $2 \times 10^7$ cfu/g;

对副产品进行检测,其中,蛋白含量40%,总糖含量50%。

#### [0034] 实施例5

本实施例提供一种利用小麦麸皮和米糠制备膳食纤维的方法,包括如下步骤:



- 1) 将80份的小麦麸皮与20份的米糠混合,过20目筛,形成第一混合物;
  - 2) 将第一混合物与0.2份的中性蛋白酶、1份的中温淀粉酶、1份的植酸酶及90份的水混合,在80°C条件下,静置酶解8 h,酶解后得到备用的第二混合物;
  - 3) 将第二混合物进行双螺杆挤压脱水机脱水,将第二混合物分离为二次酶液和第三混合物,使二次酶液的干物质含量为8%,第三混合物的水分含量为45%;
  - 4) 将二次酶液立即投入到下一批次的第二混合物中;将这一批次酶解后所得三次酶液进行卷式纳滤膜分离,所分离得到的高蛋白高糖产物即为副产品;
  - 5) 将第三混合物与1份的木聚糖酶、1份的纤维素酶、0.5份的微生物制剂、5份的黄原胶、7份的果胶及100份的水混合,在80°C条件下静置发酵24h,形成第四混合物;其中,微生物制剂包括按照按照重量份数计的如下组分:0.5份枯草芽孢杆菌、1份酵母菌、0.7份乳酸菌以及1份滑石粉;
  - 6) 将第四混合物烘干即得膳食纤维产品;
  - 7) 对成品进行检测,其中,总膳食纤维含量80%,可溶性膳食纤维76%,不可溶性膳食纤维21%,持水力7g/g,膨胀度6mL/g,有机酸5%,微生物菌数总菌数 $6 \times 10^8$ cfu/g;
- 对副产品进行检测,其中,蛋白含量45%,总糖含量50%。

[0035] 对实施例1至5中的膳食纤维产品中的总膳食纤维,可溶性膳食纤维,不可溶性膳食纤维,持水力,膨胀度,有机酸,微生物菌数总菌数进行计数,可以看出,本发明得到的膳食纤维产品的总膳食纤维含量60-80%,可溶性膳食纤维50%-76%,不可溶性膳食纤维20-50%,持水力3-7g/g,膨胀度3.8-6mL/g,有机酸1-5%,微生物菌数总菌数 $10^6$ - $10^9$ cfu/g。所得的副产品中蛋白含量25-45%,总糖含量35-50%。

[0036] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,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。