



Study on the Content of Dietary Fiber in Barley Leaf Powder

Songling Cai^{1,*}, Zhanghua Liao²

¹Department of Food Quality and Safety, College of Management, Shanghai Sanda University, Shanghai, China

²Department of Food Science and Engineering, College of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China

Email address:

caisongling598@126.com (Songling Cai), 853252672@qq.com (Zhanghua Liao)

To cite this article:

Songling Cai, Zhanghua Liao. Study on the Content of Dietary Fiber in Barley Leaf Powder. *Science Discovery*.

Vol. 6, No. 4, 2018, pp. 243-248. doi: 10.11648/j.sd.20180604.13

Received: June 25, 2018; Accepted: July 13, 2018; Published: July 20, 2018

Abstract: Barley leaves are rich in dietary fiber, vitamins, proteins, minerals and other nutrients. They are the most popular functional foods in Hongkong, Japan, North America and Southeast Asia in recent years. The dietary fiber has become a hot subject for the research of the food industry with its physicochemical property and the prevention of high blood fat, diabetes, obesity and other physiological functions. Therefore, this paper aims to study the content of dietary fiber in barley leaf powder and determine the content of soluble dietary fiber and insoluble dietary fiber by enzymatic-gravimetric method using the total amount of Megazyme dietary fiber test kit. Samples of five kinds of common barley (Yannong No. 1, Subei 4, Subei 9, Siyin 3 and Dongxin 1) were prepared. The results were as follows: the content range of insoluble dietary fiber was 1.71%-6.69%, the content range of soluble dietary fiber was 0.60%-2.26%, and the range of RSD value was 0.62%-7.97%. These experimental data and testing methods can provide reference for the scholars who study the nutritional efficacy of barley leaf powder, and further promote the market development of this kind of products in China.

Keywords: Barley Leaf Powder, Dietary Fiber, Soluble Dietary Fiber, Insoluble Dietary Fiber, Determine

大麦若叶粉中的膳食纤维含量研究

蔡松铃^{1*}, 廖樟华²

¹管理学院, 食品质量与安全系, 上海杉达学院, 上海, 中国

²农业与生物学院, 食品科学与工程系, 上海交通大学, 上海, 中国

邮箱

caisongling598@126.com (蔡松铃), 853252672@qq.com (廖樟华)

摘要: 大麦若叶产品富含膳食纤维、维生素、蛋白质和矿物质等一系列营养素, 是近年来在香港、日本、北美、东南亚等地比较风靡的功能性食品, 而膳食纤维因其特有的物理和化学性质以及预防高血脂、糖尿病、肥胖等生理功能, 成为食品界学者们研究的热门对象。故本文旨在研究大麦若叶粉中的膳食纤维含量, 利用Megazyme膳食纤维总量检测试剂盒, 采用酶重量法测定样品中可溶性膳食纤维与不溶性膳食纤维的含量。样品选取五种常见大麦(盐农啤1号、苏啤4号、苏啤9号、西引3号和东辛1号), 经种植后制备而成, 检测结果为: 不可溶性膳食纤维含量范围为1.71%-6.69%, 可溶性膳食纤维含量范围为0.60%-2.26%, RSD值的变化范围为0.62%-7.97%。这些实验数据和检测方法能为研究大麦若叶粉营养功效的学者们提供参考依据, 从而进一步推动该类产品在中国的市场开拓。

关键词: 大麦若叶粉, 膳食纤维, 可溶性膳食纤维, 不溶性膳食纤维, 检测

1. 引言

膳食纤维是指在小肠内不能被人体消化吸收的碳水化合物聚合物,化学组成包括纤维状碳水化合物(纤维素)、基质碳水化合物(果胶类物质、半纤维素)及填料类物质(木质素)三大类。它是一种极其重要的营养成分,是继人类所需6大营养素之后能够调节机体功能的第七大营养素。根据膳食纤维的溶解性,将其分为可溶性膳食纤维与不可溶性膳食纤维,两者对人体产生的作用也是各有差异的。同时大麦若叶产品作为功能性食品,因其具有减肥、预防高血压、高血脂、糖尿病、脂肪肝等症状而备受人们青睐。其制品已获得日本健康协会认定的健康食品标志,美国也将麦绿素正式批准为食品增补剂。中国对大麦苗产品研究较晚,1994年徐新月博士正式将麦绿素概念从美国引入中国。目前麦苗类保健食品不仅在日本、欧美等发达国家流行,而且在我国香港、台湾及东南亚地区亦十分畅销。在中国大陆,麦苗产品的研究开发和市场前景十分看好,目前中国也有诸多企业开始自主研发大麦苗粉系列产品,如“大麦若叶”、“大麦苗提取汁粉”、“麦绿片”、“大麦苗粉”等。

大麦苗是膳食纤维的良好来源,但目前针对大麦苗粉中可溶性膳食纤维和不可溶性膳食纤维含量测定的研究甚少。美国谷物化学师协会(AACC)和美国分析化学家协会(AOAC)早在20世纪80年代就制定了膳食纤维的相关检测标准,之后中国也制定了食品安全国家标准,测定食品中膳食纤维,可见对于膳食纤维含量的研究显得尤为重要。故本文采用通过AOAC和AACC认证的Megazyme试剂盒测定方法,选择长至20-30cm的大麦苗样品,冷冻干燥成大麦若叶粉,检测其中可溶性与不溶性膳食纤维含量,为大麦若叶粉的营养功效和生理功能研究提供参考依据,对打开该类产品的中国市场具有深远的社会意义,也能进一步推动该类产品在食品中的应用。

2.2. 大麦若叶粉的加工工艺

选种 → 种植(常温,约15d) → 割取嫩苗叶(20-30cm) → 筛选 → 清洗 → 切分 → 组织捣碎 → 纱布挤压过滤匀浆液 → 大麦若叶青汁/残渣 → 冷冻干燥 → 青汁粉末

图1 大麦若叶粉的工艺流程图。

选取5种大麦品种种子(品种信息见表1)为实验对象,按照产品说明要求在室温下种植生长约15天后,割取20-30cm高的大麦嫩苗,去除枯黄的麦苗,剔除杂草,清洗去除泥沙杂质,切成2~4cm左右的麦苗段,放入搅拌机中进行组织捣碎,控制料液比例为1:20,同时分三次加入去离子水,每隔30秒组织搅拌2分钟,捣碎结束后用200目纱布过滤挤压捣碎匀浆液,分别得到大麦残渣和大麦青汁液,最后放入冷冻干燥机中冷冻干燥成粉(具体参数见表2),计算得出大麦若叶粉得率为2.44-3.6%。

表1 大麦样品信息表。

序号	大麦品种名	大麦鲜嫩叶重(g)	青汁液粉末重(g)	得率(%)
1	盐农啤1号	564.6	19.3	3.42
2	苏啤4号	417.4	10.2	2.44
3	苏啤9号	550.3	19.8	3.6
4	西引3号	420.3	14.2	3.38

2. 大麦若叶粉的研究进展

大麦(*Hordeum vulgare*),属大麦属(*Hordeum*),早熟禾科(Poaceae),大麦若叶是大麦生长到20-30公分的幼苗,此时期的幼苗所含的各种营养素最为丰富,其嫩苗富含叶绿素、黄酮、维生素、矿物质等多种功能营养成分。[1]大麦若叶粉是选用苗高20~30cm的新鲜大麦嫩茎叶,经割青、筛选、清洗、杀青、干燥、粉碎等工序所制成,水分含量在4%~5%,常温贮存期为12个月以上的粉状制品[2]。大麦若叶粉是具有多种营养保健功能的碱性食品,在日本、美国、澳大利亚等地畅销[2],深受大家推崇。虽然我国大麦资源丰富,很适合大规模生产,但是国内消费者对此类功能性食品的关注度和接受度尚浅,所以我国的学者和企业一直在努力开发此类产品,不断加强技术研究,使其营养价值和保健功能加以推广应用。

2.1. 大麦若叶粉的营养价值

大麦若叶粉营养丰富,其主要营养成分含量都较高。相关研究表明[3],大麦嫩苗是一种高蛋白食物,蛋白质含量高达28.2%。经测定,嫩苗中富含18种氨基酸,尤其是必需氨基酸种类占总氨基酸的39%[4]。麦苗也含有丰富的天然维生素C、维生素E、和维生素B。其中维生素C及维生素E含量可以达到14.9、6.94mg/100g,而维生素B1、维生素B2、维生素B6的含量分别为52、244、175μg/100g[3]。所含人体必需的微量元素中含量最高的为K、Ca、Mg,Ca含量是牛奶的4倍,其次是Fe、Se、Zn,含量最低的是Cu和Mn[5]。大麦若叶粉的碱性度高达66.4,被称为“碱性食品之王”。当体内矿物质处于平衡状态时,对维持人体健康有利[6]。膳食纤维的含量甚至是普通青菜的50倍,有“绿色血液”之称的叶绿素提取量达13.622mg/g[7],此外,大麦若叶粉中含大量具有较强抗氧化活性的黄酮类化合物。

序号	大麦品种名	大麦鲜嫩叶重 (g)	青汁液粉末重 (g)	得率 (%)
5	东辛1号	605.3	20	3.3

表2 立式冷冻干燥机参数表。

梯度	设定温度 (°C)	设定时间	梯度	设定温度 (°C)	设定时间
1	-20.0	99时	6	5°C	1时
2	-15.0	1时	7	10°C	1时
3	-10.0	1时	8	15°C	0时
4	-5.0	2时	9	20°C	0时
5	0.0	2时	10	25°C	99时

备注：以上大麦若叶粉加工工艺条件均在上海交通大学农业与生物学院谷物实验室内完成，故不可完全等同于企业车间工艺操作，仅供参考，适用于实验室内后续实验。

3. 膳食纤维的定义

20世纪50年代，膳食纤维(DF)的概念首次出现在科学文献中，该术语特指纤维素、半纤维素和木质素，并指出膳食纤维是一种不被人体消化酶所消化的植物成分的总称[8]。1999年美国谷物化学家协会(AACC)对膳食纤维作出了如下定义:膳食纤维是指能抵抗人体小肠消化吸收的、在人体大肠能部分或全部发酵的可食用的植物性成分，是碳水化合物及其相类似物质的总和，包括多糖、寡糖、木质素以及相关的植物物质。随着对膳食纤维的不断深入研究，目前，膳食纤维已被许多国家定义为是长时间聚合度(DP)大于10的抗性多糖[9]。根据膳食纤维来源的溶解性不同，一般有两种分类：可溶性纤维(如果胶、瓜尔胶、葡聚糖等胶类和糖类)和不溶性纤维(如麦麸、大豆壳等纤维素、木质素和半纤维素)。膳食纤维因其特有的生理功能和物化特性而被学者们广泛地研究与应用，现已成为功能性食品研究领域的热门方向。

4. 膳食纤维的生理功能

大量的研究证明，膳食纤维的摄入可以减少如高血压、高血脂、肥胖及糖尿病等许多疾病的患病风险，同时有促进肠道消化吸收、提高肠免疫、抗癌、润肠通便等功效[10]。

4.1. 调节血糖功能

膳食纤维能有效预防糖尿病，其含有的果胶可延长食物在肠内的停留时间，延缓淀粉等可消化糖类物质的消化过程，避免餐后血糖迅速增加，从而维持血糖的平衡和稳定。此外，食用膳食纤维可增强机体对胰岛素的敏感性，增高机体对葡萄糖耐受能力，一定程度降低糖尿早期患者对胰岛素的需求，在提高肝脏中与糖分解代谢有关酶的活性时，肝细胞上增多的胰岛素受体数目增加了与胰岛素的结合能力[11]。

4.2. 降血脂功能

膳食纤维降血脂作用的机理主要通过以下几种途径来实现：①降低扩散速率，抑制肠道内胆固醇的吸收；②降低脂质代谢物的吸收率，促进胆固醇转化为胆汁酸；③阻碍胆汁酸重吸收进入肝肠循环，抑制肝脏胆固醇的合成；

④促进胆固醇的排泄；⑤增加血浆胆固醇的清除这些途径来实现的[12]。

4.3. 提高肠道功能

经消化吸收后的食物残渣到达结肠后被微生物发酵，人体摄入膳食纤维后，对在发酵过程中产生的有毒代谢物具有吸附、螯合作用，从而减少其对肠壁的刺激，膳食纤维中的纤维素作为植物细胞壁的纤维成分，为肠道细菌提供能量底物，刺激肠道有益细菌的增殖，维持了肠道微生态的平衡和稳定，从而提高肠道的免疫功能[13]。

4.4. 润肠通便

水溶性膳食纤维在肠道内呈溶液状态,有较好的持水力,且易被肠道细菌酵解,产生丁酸、丙酸、乙酸等短链脂肪酸(SCFA),这些短链脂肪酸能降低肠道内环境，同时可直接获得较高含水量，软化粪便，增加人体排便次数，防止便秘，甚至起到导泻作用，维持肠道清洁，预防并减少胃肠道疾病的发生[10]。

5. 膳食纤维的检测

目前，检测食品中膳食纤维含量的常用方法主要分为洗涤法和酶重量法两大类。洗涤法操作简单方便，但在测定过程中损失了可溶性膳食纤维和部分不溶性膳食纤维，其含量远远低于食物真正的膳食纤维[14]，因此不能适应膳食纤维分析的需要。酶-重量法是如今应用最多的方法，于20世纪80年代在国外首先发展起来，现已成为国际分析化学家协会（AOAC）认可和推荐的分析方法，也是目前公认的测定膳食纤维含量的准确方法[15]。结合AOAC985.29、AOAC991.43、AOAC993.19等美国标准，国内最新制定GB5009.88-2014《食品中膳食纤维的测定》代替GB/T5009.88-2008《食品中膳食纤维的测定》，部分代替GB/T22224-2008《食品中膳食纤维的测定酶重量法和酶重量法-液相色谱法》，该标准针对测定成本昂贵、过程繁琐以及持续时间长等缺陷进行了探讨和改进。

而爱尔兰Megazyme公司根据AOAC991.43，AOAC 985.29,AACC32-07和AACC 32-05方法开发了总膳食纤维检测试剂盒，实验原理和步骤与国标GB5009.88-2014基本相同，但是该检测试剂盒的主要优势在于直接提供高纯度的酶，酶的活力是标准化的。淀粉葡萄糖苷酶中基本没有

纤维素酶,而其他常用的酶制剂中常含有这种污染物,这将导致溶解和低估 β -葡聚糖。该试剂盒提供的酶都是稳定的液体,可以保存到试剂盒有效期,并且是直接应用液,不需要使用前再溶解,方便高效。因此,本文选用该试剂盒测定大麦若叶粉中可溶性和不溶性膳食纤维含量。

5.1. 实验试剂与设备

5.1.1. 实验试剂

- A. Megazyme--膳食纤维总量检测试剂盒MK-TDFR-200A[含耐高温 α -淀粉酶(20mL, $\sim 3,000$ U/mL, (Ceralpha method); $\sim 10,000$ U/mL on soluble starch)1瓶;纯化的蛋白酶(20mL, 50mg/mL; ~ 350 tyrosineU/mL)1瓶;纯化的淀粉葡萄糖苷酶(20mL, 3300 U/mL on soluble starch)2瓶]
- B. 硅藻土MG-CEL-100G;
- C. MES/TRIS缓冲液(0.05mol/L):称取19.52g2-(N-吗啡啉)乙磺酸(MES)(Sigma,M8250)和12.2g三羟基甲烷(Tris)(Sigma,T1503),用1.7L蒸馏水溶解,用6mol/L氢氧化钠调节PH至 8.2 ± 0.1 ,加水稀释到2L(注意24°C时PH值为8.2, 20°C时PH值为8.3, 27-28°C时PH值为8.1)
- D. 盐酸溶液(0.561mol/L):取93.5mL 6mol/L的盐酸,加入700mL水中,混匀后用水定容到1L。
- E. 95%乙醇AR(体积比)

5.3. 实验步骤

5.3.1. 实验准备

准备 12 个砂芯坩埚(孔径 40—60 μm)/样品 \longrightarrow 放马弗炉 $525^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
 烘 5 小时以上 \longrightarrow 拿出冷却后用抽真空装置除去灰分和硅藻土 \longrightarrow
 室温下用 2%清洗液浸泡 1 小时 \longrightarrow 用无水乙醇润洗坩埚 \longrightarrow 向每个
 坩埚中加入 1g 硅藻土,放烘箱(干燥至恒重) |

图2 砂芯坩埚前处理流程图/单个样品。

5.3.2. 大麦若叶粉试样制备

准确称取四份试样各1g,质量差小于0.005g,精确到0.1mg,置于400mL高型烧杯中,同时制备双份空白样,在每个烧杯中加入40mL pH值8.2的MES-TRIS缓冲液,磁力搅拌,直到试样完全分散到缓冲液中。

5.3.3. 大麦若叶粉试样酶解

- ①耐高温 α -淀粉酶酶解:加入50 μL 耐高温 α -淀粉酶溶液,加盖铝箔,置于95-100°C恒温振荡水浴锅中持续振摇(80R),当所有烧杯全部放入水浴开始计时,反应30分钟。
- ②冷却:将烧杯取出冷却到60°C,除去铝箔盖,若烧杯内壁和底部发现胶状物,可用一次性吸管刮下,用10mL蒸馏水冲洗烧杯壁和吸管。

78%乙醇AR:取821mL95%乙醇置于容量瓶中,用水稀释到刻度,混匀。

F. 丙酮AR

5.1.2. 实验设备

水浴恒温振荡器SHZ-88A;电子天平0.1mg FA2204B;立式冷冻干燥机12ND;磁力搅拌器78-1;Eppendorf移液器 10-100 μL /20-200 μL /0.5-5mL;双列六孔水浴锅DK-S26;马弗炉SX2-4-10;恒温干燥箱GZX-DH202-AO-BS; pH酸度计 PHS-3C;循环水式多用真空泵SHB-IIIS;全自动凯氏定氮仪SKD-800;智能数控消化炉SKD-20S2。

60mL砂芯坩埚;400mL烧杯;600mL烧杯;50mL量筒;250mL抽滤瓶;干燥器;封口膜;一次性移液洗头等。

5.2. 实验原理

干燥后的样品经耐高温 α -淀粉酶、蛋白酶和淀粉葡萄糖苷酶酶解消化,酶解液通过乙醇沉淀、过滤,乙醇和丙酮洗涤残渣后干燥、称重,得到总膳食纤维(TDF)残渣;酶解液通过直接过滤、热水洗涤残渣,干燥后称重,得到不溶性膳食纤维(IDF)残渣;滤液用乙醇沉淀,过滤、干燥、称重,得到可溶性膳食纤维(SDF)残渣。TDF、IDF和SDF的残渣扣除蛋白质、灰分和空白即得TDF、IDF和SDF含量。

③蛋白酶酶解:在每个烧杯中各加入100 μL 蛋白酶溶液,加盖铝箔,置于60°C恒温振荡水浴中,当烧杯内温度达到60°C开始计时,持续反应30分钟。

④pH值调节:反应30分钟后,边搅拌边加入0.561mol/L盐酸,严格控制60°C,用1mol/L氢氧化钠溶液或1mol/L盐酸溶液,控制PH值在 4.5 ± 0.2 。

⑤淀粉葡萄糖苷酶酶解:在上述溶液中边搅拌边加入200 μL 淀粉葡萄糖苷酶,加盖铝箔,置于60°C恒温振荡水浴中,持续振摇(80R),当烧杯内温度达到60°C开始计时,反应30分钟。

5.3.4. 大麦若叶粉中IDF与SDF含量测定

i. 不溶性膳食纤维测定

①过滤洗涤:将6份试样酶解液全部转移到坩埚中过滤,残渣用10mL预热到70°C的蒸馏水洗涤两次,合并过

滤液，转移至另一600mL高脚烧杯中，备测可溶性膳食纤维。残渣分别用10mL95%乙醇和丙酮洗涤两次，抽滤去除洗涤液，将坩埚连同残渣在103℃±2℃烘干过夜，将坩埚置于干燥器中冷却1小时，称重（包括坩埚、膳食纤维残渣和硅藻土），精确至0.1mg，减去坩埚和硅藻土的干重，计算残渣质量。

②蛋白质和灰分测定：称完质量的残渣和硅藻土的混合物共6份，取其中2份样品残渣和1份空白残渣用凯氏定氮法，以N×6.25为换算系数，计算蛋白质质量。另2份试样残渣和1份样品残渣在525℃±5℃灰化5小时，于干燥器中冷却，精确称量坩埚总量（精确至0.1mg）减去坩埚和硅藻土干重，计算灰分质量。

ii. 可溶性膳食纤维测定

①计算滤液体积：将不可溶性膳食纤维过滤后的滤液收集到600mL的高型烧杯中，通过烧杯+滤液总重扣除烧杯质量的方法估算滤液的体积。

②沉淀：往滤液中边搅拌边缓慢加入4倍体积预热60℃的95%乙醇，结束后室温下沉淀1小时。

③过滤：另取6个5.3.1.中前处理好的砂芯坩埚，用15mL78%乙醇将硅藻土润湿，并用真空溶剂过滤装置在抽真空条件下，使硅藻土平铺于坩埚中。将样品酶解液缓慢转移至对应的坩埚中，抽滤。用78%乙醇冲洗将所有残渣转至坩埚中。

④洗涤：分别用15mL 78%乙醇、15mL95%乙醇和15mL丙酮洗涤残渣各两次，抽滤去除洗涤液后，将坩埚连同残渣在103℃±2℃烘干过夜。将坩埚置于干燥器中冷却1小时，称重（包括坩埚、膳食纤维残渣和硅藻土），精确至0.1mg。减去坩埚和硅藻土的干重，计算残渣质量。

⑤蛋白质和灰分测定：同5.3.4.1.中蛋白质和灰分测定方法。

5.3.5. 计算

实验结果计算公式可参照GB5009.88-2014《食品中膳食纤维的测定》6.4分析结果的表述内容。

5.4. 数据分析与处理

以五种大麦种子种植后制备的大麦若叶粉为样品，采用上述试剂盒的酶重量法分别测定可溶性与不溶性膳食纤维含量，实验过程中记录数据如表3，具体计算结果见表4。就结果统计，大麦若叶粉中不可溶性膳食纤维含量范围为1.71%-6.69%，可溶性膳食纤维含量范围为0.60%-2.26%；不可溶性膳食纤维两次独立测定结果的RSD值变化范围为6.02%-7.97%，可溶性膳食纤维两次独立测定结果的RSD值变化范围为0.62%-7.74%。

表3 测定过程中原始数据值。

样品名	m1/g	m2/g	灰分/g	蛋白质/g	IDF/SDF(g)
样品空白	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	1.0032	1.0003	0	0.0840	0.0192
西引3号	1.0020	0.9990	0	0.0817	0.0171
	1.0032	1.0003	0	0.0145	0.0094
	1.0020	0.9990	0	0.0152	0.0101
东辛1号	1.0010	1.0008	0	0.0648	0.0270
	1.0014	1.0008	0	0.0659	0.0301
	1.0010	1.0008	0	0.0112	0.0198
	1.0014	1.0008	0	0.0115	0.0197
	1.0005	1.0026	0	0.0697	0.0568
盐农啤1号	1.0027	1.0053	0	0.0670	0.0624
	1.0005	1.0026	0.0019	0.0125	0.0226
	1.0027	1.0053	0	0.0130	0.0221
苏啤4号	1.0014	1.0005	0	0.0788	0.0395
	1.0054	1.0026	0	0.0804	0.0431
	1.0014	1.0005	0	0.0127	0.0060
	1.0054	1.0026	0	0.0130	0.0063
苏啤9号	1.0013	1.0005	0	0.0725	0.0670
	1.0002	1.0008	0	0.0715	0.0608
	1.0013	1.0005	0	0.0116	0.0114
	1.0002	1.0008	0	0.0134	0.0127

表4 大麦若叶粉中IDF与SDF含量结果。

品名	IDF%/SDF%	IDF%/SDF%平均值	IDF%/SDF%标准差	RSD
西引3号	1.91%	1.81%	0.14%	7.97%
	1.71%			
	0.94%	0.97%	0.05%	5.07%
	1.01%			
东辛1号	2.70%	2.85%	0.21%	7.51%
	3.00%			
	1.98%	1.97%	0.01%	0.62%
	1.96%			
盐农啤1号	5.67%	5.94%	0.39%	6.51%
	6.21%			
	2.26%	2.23%	0.04%	1.74%
	2.20%			
苏啤4号	3.94%	4.12%	0.25%	6.02%
	4.29%			
	0.60%	0.61%	0.01%	2.88%
	0.62%			
苏啤9号	6.69%	6.38%	0.43%	6.75%

品名	IDF%/SDF%	IDF%/SDF%平均值	IDF%/SDF%标准差	RSD
	6.08%			
	1.14%	1.20%	0.09%	7.74%
	1.27%			

6. 结论与展望

(1) 采用该方法测定大麦若叶粉中可溶性与不溶性膳食纤维含量过程简单, 易操作, 可提高实验效率。

(2) 检测试剂盒直接提供高纯度、稳定的酶液, 减少酶制剂中常含有的污染物, 在试剂盒有效期内, 直接取用酶液, 方便高效。

(3) 在条件允许的情况下, 还需多次平行同一实验, 结合回收率等因素综合确认测得膳食纤维含量数据的精密度和可靠性。

(4) 本文中设计的实验方案和测定结果为学者们进一步研究大麦若叶粉的营养功效和生理功能提供参考依据, 尤其是针对膳食纤维这一营养素特性。此外, 通过相关的实验研究, 希望能有效提高该类产品在国内市场的关注度和认可度, 也能进一步推动其在食品中的各项研发应用。

致谢

感谢上海交通大学农业与生物学院食品科学与工程系的隋中泉老师, 在我研读农业推广硕士(食品加工与安全方向)期间, 提供我实验的机会和条件, 并给予我悉心的指导和建议。

参考文献

- [1] 张辉, 乔勇进, 戚文元. 大麦苗总黄酮提取工艺对的优化[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(8):238-244。
- [2] 王炜, 刘春泉, 刘春菊等. 大麦若叶苗粉研究进展 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(3):395-398。
- [3] 段琼辉, 李永, 葛竹兴等. 大麦苗营养成分分析及评价[J]. 现代中药研究与实践, 2014, 28(3):55-57。
- [4] 王永辉, 李培兵, 李天等. 麦苗中氨基酸测定与评价[J]. 氨基酸和生物资源, 2011, 33(1):14-15。
- [5] 惠秋沙, 李天磊. 大麦草中微量元素的测定及微量元素营养分析[J]. 中国实用医药, 2010, 5(25):15-17。
- [6] Wild S, Roglic G, Green A, et al. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030 [J]. Diabetes Care, 2004, 27(5) :1047-1053.
- [7] 张辉, 张娜娜, 马丽等. 响应面法优化大麦苗叶绿素提取工艺[J]. 食品科学, 2014, 35(2):75—80。
- [8] Hipsley EH. Dietary fiber and pregnancy Toxaemia [J]. British Medical Journal, 1953, 2(4833): 420.
- [9] Dai F J, Chau CF. Classification and regulatory perspectives of dietary fiber[J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2016, 25(1) : 1-6.
- [10] 朱静, 蒋金鑫. 膳食纤维生理功能的研究进展[J]. 现代食品, 2016, 18(2):4-6。
- [11] 吴洪斌, 王永刚, 郑刚等. 膳食纤维生理功能研究进展[J]. 中国酿造, 2012, 31(3):13-14。
- [12] 麦紫欣, 关东华, 林敏霞等. 膳食纤维降血脂作用及其机制的研究进展[J]. 广东微量元素科学, 2011, 18(1):13-15。
- [13] 权美平, 侯云云. 膳食纤维的生理保健功能及其提取工艺的研究进展[J]. 保鲜与加工, 2013, 13(1):49-51。
- [14] 李建文, 杨月欣. 膳食纤维定义及分析方法研究进展[J]. 食品科学, 2007(2):350-355。
- [15] Malkki Y. Trends in dietary fiber research and development: a review[J]. Acta Alimentaria, 2004(33):39-62.