[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61K 35/38 (2006.01)
A61P 3/00 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580014804.6

[43] 公开日 2007 年 6 月 13 日

[11] 公开号 CN 1980682A

[22] 申请日 2005.5.10
[21] 申请号 200580014804.6
[30] 优先权
[32] 2004. 5.10 [33] DK [31] PA200400742
[32] 2004. 5.10 [33] US [31] 60/569,252
[86] 国际申请 PCT/DK2005/000314 2005.5.10
[87] 国际公布 WO2005/107777 英 2005.11.17
[85] 进入国家阶段日期 2006.11.9
[71] 申请人 丹麦皇家兽医和农业学院
地址 丹麦腓特烈斯贝
[72] 发明人 阿尔内·韦尔农·阿斯楚普
英厄·特滕斯
阿格妮特·达尔·汤姆森
[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
代理人 钟 晶
权利要求书 4 页 说明书 30 页 附图 1 页

[54] 发明名称

用于控制体重的亚麻子

[57] 摘要

本发明涉及为了预防正能量平衡，体重增加和超重和肥胖症，以及为了引起希望减轻体重者的负能量平衡和体重减少而减少哺乳动物胃肠道内脂肪吸收的方法。 特别是，本发明的食品和/或饮料原料和膳食补充剂包括对于增加粪便脂肪从胃肠道的排泄的亚麻子。

1. 整个亚麻子或亚麻子片段的用途，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油，其用于增强脂肪从哺乳动物肠道中的排泄的食品和/或饮料制品方面的用途，所述脂肪来自于所述整个亚麻子或亚麻子片段和/或在所述整个亚麻子或亚麻子片段之前、之间或之后即刻摄取的其他食品和/或饮料。

2. 根据权利要求 1 所述的用途，其中，所述哺乳动物为人。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的用途，其中，通过一种以上的工艺过程对所述整个亚麻子或亚麻子片段进行处理，所述工艺过程选自由水合、热处理、碾碎、磨碎、破碎及它们的组合所组成的组。

4. 根据权利要求 1 至 3 的任一项所述的用途，其中，所述亚麻子片段包括一种以上选自由种皮、黏液、阿拉伯木聚糖、半乳糖醛酸及它们的组合所组成的组的亚麻子片段。

5. 根据权利要求 1 至 4 的任一项所述的用途，其中，所述亚麻子制品包括整个亚麻子和/或任何亚麻子片段和/或来源于一种以上的品种的亚麻子来源材料，这些品种选自由 Golden，Dufferin，Rahab，Verne，Clark，culbert79，Flor，Linott，Linton，McGregor，NorLin，NorMAn 和它们的组合所组成的组。

6. 根据权利要求 1 所述的用途，其中，增加的粪便脂肪排泄不依赖于纤维作用。

7. 根据权利要求 1 所述的用途，其中，增加的粪便脂肪排泄不依赖于口至肛门的运输时间的缩短。

8. 根据权利要求 1 至 8 的任一项所述的用途，其中，所述整个亚麻子或亚麻子片段的特征是具有负的部分可消化能量值，范围为-1～-40kJ/g 亚麻子制品。

9. 根据权利要求 1 至 8 的任一项所述的用途，其中，所述整个亚麻子或亚麻子片段减少在同时摄取的食品和/或饮料中存在的脂肪消化率的 5-10%。

10. 根据权利要求 1 至 9 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品进一步包括一个以上品种的碎谷物和/或整个谷物，所述品种选自由向

日葵、黑麦、小麦、玉米、大豆及它们的组合所组成的组。。

11. 根据权利要求 1 至 10 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品的推荐日剂量为每天摄入 1～30g 整个亚麻子。

12. 根据权利要求 1 至 12 的任一项所述的用途，其中，食品和/或饮料制品中的亚麻子和/或亚麻子片段的总含量相当于整个亚麻子或亚麻子片段的 1～50 重量%的含量。

13. 根据权利要求 1 至 12 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品属于低脂肪膳食。

14. 根据权利要求 1 至 13 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品经过热处理。

15. 根据权利要求 1 至 14 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品有营养棒，点心棒或它们的组合的形式。

16. 根据权利要求 1 至 15 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品选自由营养棒、点心棒、烘焙制品、乳制品、肉制品、半成品和它们的组合所组成的组。

17. 根据权利要求 1 至 16 的任一项所述的用途，其中，所述食品和/或饮料制品具有高含量的脂肪。

18. 整个亚麻子或亚麻子片段的用途，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油，其用于增强粪便脂肪从哺乳动物肠道中排泄方面的用途，所述脂肪来自于具有在所述整个亚麻子或亚麻子片段之前、之间或之后即刻摄取的其他食品和/或饮料重量的至少 7%的脂肪含量的食品和/或饮料制品。

19. 一种含有至少 7 重量%的脂肪含量的高脂肪含量食品和/或饮料制品，其含有完全水合和/或热处理亚麻子的全部成分，这相当于该制品的 5～40 重量%含量。

20. 根据权利要求 19 所述的高脂肪含量的食品和/或饮料制品，其中，所述食品和/或饮料制品选自由营养棒、点心棒、烘焙制品、乳制品、肉制品、半成品和它们的组合所组成的组。

21. 根据权利要求 20 所述的高脂肪含量的食品和/或饮料制品，其中，所述乳制品选自由黄油、鲜奶油、奶油牛奶、酸奶、凝乳食品、冰淇淋、奶酪

所组成的组。

22. 根据权利要求 20 所述的高脂肪含量的食品和/或饮料制品，其中，所述烘焙制品选自由面包、黑麦面包、饼干、茶点、薄脆饼、薯片、馅饼-点心皮、馅饼、肉饼所组成的组。

23. 根据权利要求 20 所述的高脂肪含量的食品和/或饮料制品，其中，肉制品选自由肝酱、香肠、肉团、牛肉汉堡、鱼片所组成的组。

24. 根据权利要求 19 至 23 的任一项所述的高脂肪含量的食品和/或饮料制品，其中，所述亚麻子的特征是具有负的部分可消化能量值，范围为-1～-40kJ/g 亚麻子制品。。

25. 根据权利要求 19 至 24 的任一项所述的高脂肪含量的食品和/或饮料制品，其中，所述亚麻子包括一种以上的亚麻子片段，其选自由种皮、黏液、阿拉伯糖基木聚糖、半乳糖醛酸及其组合所组成的组。

26. 一种增强哺乳动物的粪便脂肪排泄的方法，所述脂肪来自于被摄取的食品和/或饮料制品，其包括在所述食品和/或饮料制品的摄取之前、之间或之后给予服用有效量的整个亚麻子或亚麻子片段，其中所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油。

27. 一种治疗肥胖症的方法，其包括给患有肥胖症者服用有效量的包括经过水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的组合物，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油。

28. 一种用于美容性治疗或预防超重的方法，其包括通过口服给予有效量的经过水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段或包括经过水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的组合物，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油。

29. 经过水合和/或热处理后的亚麻子在治疗或预防美容性超重方面的用途。

30. 经过水合和/或热处理后的亚麻子作为用于增强哺乳动物的粪便脂肪排泄的食品成分或膳食补充剂的用途。.

31. 经过水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的用途，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油，其用于制备一种组合物，其中，所

述组合物配制成所述整个亚麻子或亚麻子片段有效量的口服给药处方，用于治疗或预防美容性超重、医学性超重或肥胖症。

32. 一种预防和/或减轻受试者的超重或肥胖症的方法，所述方法包括给所述受试者服用包括经过水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的组合物，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油，和/或包括所述整个亚麻子或亚麻子片段的食品和/或饮料制品。

33. 一种治疗肥胖症的方法，其包括给患有肥胖症者服用有效量的包括经过水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的组合物，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油。

34. 水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的用途，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油，其用于有效量的所述整个亚麻子或亚麻子片段的口服给药，用于治疗或预防美容性超重。

35. 水合和/或热处理后的整个亚麻子或亚麻子片段的用途，其中，所述亚麻子片段不包括来自亚麻子的油，其用于制备一种组合物，其中，所述组合物配制成所述整个亚麻子或亚麻子片段有效量的口服给药处方，用于通过提高增加中的粪便脂肪排泄来治疗或预防医学性超重或肥胖症。

用于控制体重的亚麻子

技术领域

本发明涉及用于控制体重，即预防正能量平衡、体重增加和超重，治疗超重和肥胖症及用于美容目的而减脂的方法、食品成分和膳食补充剂（detary supplement）。具体的，本发明的食品成分和膳食补充剂包括可以用于对减少胃肠道内脂肪吸收和引起负能量平衡及希望减轻体重者的体重减少的亚麻子。

背景技术

目前工业化国家生活方式的特点是，更少的体力工作和消耗更多的脂肪和碳水化合物，这导致了能量摄入超过能量消耗。能量平衡的这一变化引起能量在体内以脂肪的形式贮存，由于与生活方式有关的长期能量失衡而导致超重和肥胖症的增加。

超重人口的比例逐年增加，并且肥胖症正成为一些国家的流行病。与超重和肥胖症有关的健康威胁为数不少，并且显然这些病症与患有疾病如高血压、中风、II型糖尿病、胆囊疾病和缺血性心脏病的受试者的发病率和死亡率有关。由于对于能获得或维持苗条身材的膳食补充剂或药品的要求一直增加，所以还考虑到身体脂肪的美容前景。

通常用于减少超重或肥胖症的策略是，通过降低膳食脂肪的摄入量来减少平均的能量摄入。很多国家膳食推荐的一部分是，减少每日脂肪的食入，同时增加富含复合碳水化合物的食入。

另一个策略是，食入低消化率食品。已知，膳食中的膳食纤维成分是能量和提供能量的营养素的消化率的一个重要决定因素。食品中膳食纤维的数量增加促进产生饱足感，因而减少能量摄入并缩短被摄取的食品在胃肠道内的运输时间。

用于控制体重的另一项策略是，通过使用多种药物减少脂肪从胃肠道的吸收。脂肪主要是以甘油三酯的形式被食入，身体为了从胃肠道吸收脂肪，需要胰腺脂肪酶把甘油三酯降解为单酸酯和脂肪酸。US 4598089 公开了泥泊

司他汀(lipstatin)和四氢泥泊司他汀化合物，它通过抑制胰腺脂肪酶而减少吸收。WO 9933450 公开了西布曲明(sibutramine)和奥利司他(orlistat)减少体重的作用，其中西布曲明通过增加饱足感而促进食品吸收的减少，奥利司他抑制脂肪酶对摄入脂肪的降解。US 5643874 公开了一种组合物，其包括用于治疗肥胖症的葡萄糖酶/淀粉酶抑制剂（如阿卡波糖(acarbose)或伏格列波糖(voglibose)）和脂肪酶抑制剂（如奥利司他或泥泊司他汀）。但是，由于肥胖症的遗传因素复杂性和维持生活方式习惯中涉及的多种生理因素，所以此类药物在控制体重和减少与肥胖症相关的并发症方面的疗效还是未知的。

发明内容

因此，期望得到用于治疗和预防超重的可选的治疗方案的确定。本发明发现给予有效量的亚麻子制品，特别是经过完全加工的亚麻子，对于以预防正能量平衡、体重增加及肥胖症、和引起负能量平衡及希望减轻体重者的体重减少为目的而减少脂肪在哺乳动物胃肠道中的吸收是有效的。因此，本发明提供了用于增加粪便脂肪从哺乳动物包括人的胃肠道中的排泄的方法、含有亚麻子的食品和/或饮料原料和膳食补充剂。

因此，首先，本发明涉及亚麻子制品在制备用于增加脂肪从哺乳动物肠道中的排泄的食品和/或饮料制品方面的用途，所述脂肪来自于所述亚麻子制品和/或在所述亚麻子制品之前、之间或之后即刻摄取的其他食品和/或饮料。

进一步涉及，亚麻子制品在增加粪便脂肪从哺乳动物肠道中排泄方面的用途，所述脂肪来自于具有在所述亚麻子制品之前、之间或之后即刻摄取的其他食品和/或饮料的至少 7 重量%的脂肪含量的食品和/或饮料制品。

还进一步提供了一种含有亚麻子制品所有成分的高脂肪含量食品和/或饮料制品，其具有至少 7 重量%脂肪含量，，这相当于亚麻子制品 1～50 重量%的含量。

进一步，本发明提供了一种增加哺乳动物的粪便脂肪排泄的方法，所述脂肪来自于被摄取的食品和/或饮料制品，其包括在所述食品和/或饮料制品的摄取之前、之间或之后给予服用有效量的亚麻子制品。

进一步，提供了一种治疗肥胖症的方法，其包括给予肥胖症者有效量的含有亚麻子制品的组合物。

再进一步，本发明提供了一种用于美容性治疗或预防超重的方法，其包

括通过口服给予有效量的亚麻子制品或含有亚麻子制品的组合物。

而且，本发明涉及水合和/或热处理的亚麻子在治疗或预防美容性超重方面的用途。

进一步，本发明涉及水合和/或热处理的亚麻子作为用于增加哺乳动物的粪便脂肪排泄的食品原料或膳食补充剂的用途。

进一步，本发明涉及亚麻子制品在制备组合物方面的用途，其中，所述组合物配制成所述亚麻子制品有效量的口服给药处方，用于治疗或预防美容性超重、医学性超重或肥胖症。

进一步，本发明涉及一种预防和/或减轻受试者的超重或肥胖症的方法，所述方法包括给所述受试者服用含有亚麻子制品的组合物和/或含有本发明的亚麻子制品的食品和/或饮料制品。

最后，本发明涉及一种治疗肥胖症的方法，其包括给患有肥胖症者服用有效量的含有亚麻子制品的组合物。

具体实施方式

亚麻子的膳食纤维含量丰富（28g/100g），同时含有大量的膳食脂肪（34g/100g）。经常向面包和松饼等通常食入的食品中加入亚麻子，增加湿度和味道，并因而有助于提高最终制品的口感。进一步，亚麻子已经被鉴定为植物木质素的最大来源，从促进健康的观点已知其产生有益的亚麻子的膳食摄入。因此，亚麻子在一些食品中被用作膳食补充剂。US 5612074 公开了亚麻子作为非烹制食品棒（non-cooked food bars）的一种成分，WO 0019842 中公开了来自亚麻子的亚麻子纤维和亚麻籽油在肉制品中的用途，其提供健康的食用油和纤维。进一步，US 4857326 中公开了一种制备隔日内的稳定悬浮液的方法。由于在该稳定悬浮液中可以得到健康的油，该悬浮液对于降低血清胆固醇特别有效。因此，亚麻子作为用于提高食品味道和/或用于提供纤维，和用于提供健康油的膳食成分的用途在技术上是已知。

但是，如下所述，十分令人惊讶的是，当按照本发明使用亚麻子时发现，亚麻子提高粪便脂肪的排泄，即减少脂肪从肠道的吸收并因而预防正能量平衡和/或促进希望能够减轻体重者的负能量平衡。这一发现为亚麻子制品在包括治疗和预防哺乳动物如人的超重的全面控制体重方面的使用提供了基础。

本发明的上下文中，术语“预防”的意思是，这里定义的亚麻子制品的使用阻碍超重和肥胖症的开始，或阻碍导致体重增加正能量平衡，或者与没有摄取亚麻子制品的受试者相比，摄取亚麻子制品的受试者的超重和肥胖症的发展至少是成为较低的程度。

在本发明的上下文中，术语“控制体重”含盖为了维持或获得 “期望体重”而调节体重的所有方面。与“期望体重”相对应的，词语“超重”和“肥胖症”用来表示超过该“期望体重”的体重。

对于人的“期望体重”、“正常体重”或“理想体重”可以根据如身体质量指数（BMI）的标准来定义，其是一种表示体重对身高的关系（或比率）的普遍的测量方法（定义见下文）。BMI 与其他任何简单的身高和体重的测量方法相比，与身体脂肪有更大的关系。期望的 BMI 水平可以随年龄而变化，但是认为“标准”的 BMI 是在 18.5-24.9 的范围内。

“超重”的定义为，与可接受或期望的体重相比，与身高相关的增加了的体重。

肥胖症是一种多因素疾病，涉及充足的动物性脂肪组织（脂肪）的过度积累。如上所述，超重和肥胖症引起多种疾病的发展，患有超重或肥胖症的人一般有很差的健康状况。通过改变生活方式特别是饮食，可以有力地防止肥胖症，但是为了帮助减少体重而期望和需要真正的治疗。

存在很多类型的肥胖症，但是最普遍的是通过单一测量方法，身体质量指数（BMI）一个体重和身高的比率（BMI=体重(kg)/身高$(m)^2$）来进行评定。世界卫生组织根据 BMI 的种类划分了体重不足，正常体重，超重和肥胖症（对照表如下）。这一区别身高的体重测量方法使得在种族之内或之间进行更容易的比较。但是，BMI 值既没有将脂肪从瘦的组织中区分出来，也没有确定是否脂肪被贮存在特定的位置，例如后果更严重的腹部。

腰围的测量也被逐渐当作一种确定腹部肥胖症的简单方法。可以通过皮肤褶，腰围对臀围的比率，或如超声、计算机 X 线断层摄影术或核磁共振影像技术，估测身体脂肪的分布。

表 1

分类	BMI(kg/m^2)	伴随发病的危险
体重不足	< 18.5	低（但是其他临床问题的危险增加）
正常范围	18.5-24.9	一般
超重*	≥25	
准肥胖症	25.0-29.9	稍微提高
肥胖症	**> 30.0**	
Ⅰ级	30.0-34.9	中等
Ⅱ级	35.0-39.9	严重
Ⅲ级	> 40.0	非常严重

* 术语“超重”是指 BMI≥25，但是经常地并在本发明的说明书和权利要求书中也适用于指 BMI25-29.9，将准肥胖症与肥胖症区分开。

如上表 1 的说明，肥胖症的严重性可以借助 BMI 的范围进行分类，BMI 范围 3.-34.9 归类为中度肥胖症，BMI 范围 35-39.9 归类为重度肥胖症，BMI 超过 40 归类为特别重度肥胖症。该肥胖症定义也可以包括说明全身脂肪分布和动物性脂肪堆积的尺寸。

具有以上描述的“肥胖症”的个体，作为超重的后果，更容易牵涉到健康。一些严重疾病都与肥胖症有关，其中包括Ⅱ型糖尿病、心脏病、高血压、和中风。肥胖症还与某些类型癌症的高发率有关。肥胖症者与非肥胖症者相比更容易死于胆囊癌，乳腺癌，子宫癌，宫颈癌，或卵巢癌。其他与肥胖症有关的疾病和健康问题包括胆囊疾病和胆结石、肝病、一种由于关节处过多重量而使关节恶化的疾病、痛风、其他硬性关节的疾病、包括睡眠期间可以短时间停止呼吸的呼吸暂停的肺部（呼吸）问题，包括月经不调和不育的妇女生殖系统问题。保健提供者一般认为，越胖的人越可能发生健康问题。

“美容性超重”是指，对于个体没有任何立即的医疗暗示，但可能由于美容原因而处于令人不满意的范围内的体重。随着关于身材的流行风尚的变化，一些人可能把“标准体重”解释为“美容性超重”。结果，这样的人就可能有治疗美容性超重的期望。

这里，“脂肪消化率”可以与“脂肪吸收”、“脂肪的吸收”、“脂肪结合”

和“脂肪消化”替换使用。本发明者等人惊奇地发现，这里定义的亚麻子制品的给与影响了粪便脂肪排泄，即粪便脂肪排泄超过脂肪摄入量（起因于即食的亚麻子制品和被伴随摄取的食品和/或饮料制品）。通过试验（参照说明书的实施例），很显然该作用不能被描述为已知的“纤维作用”。因此，本发明的亚麻子制品显示出固有地影响脂肪消化率的“脂肪保持能力”。

本发明的上下文中，“脂肪保持能力”和“增加的脂肪排泄”可以替换使用，用于描述本发明的亚麻子制品。通过将给予含有亚麻子制品的膳食的个体和给予没有亚麻子制品的相似膳食的对照组进行比较，可以方便地检测脂肪保持能力/增加的脂肪排泄。可以通过计算部分可消化能量值（partial digestible energy value），可以量化亚麻子制品的脂肪保持作用。用于确定给予的亚麻子制品或富含亚麻子的食品是否具有增加脂肪排泄作用的一项具体试验可以如下：与在大量营养素和能量含量方面相似但没有加入这里所述的亚麻子制品的对照组膳食比较，向哺乳动物的膳食中加入 18 克给定的亚麻子制品，可以以至少 14 克脂肪/天增加粪便脂肪和能量的排泄。优选，与在大量营养素、能量和纤维含量方面相似但没有加入这里所述的亚麻子制品的对照膳食比较，该增加更高，如至少 15 克脂肪/天，包括至少 20 克脂肪/天或者至少 140 千卡/天，如至少 280 千卡/天，包括至少 420 千卡/天。本亚麻子制品所表现的作用和以多种方式按处方配制的可能性，为亚麻子制品在用于控制体重方面提供了显而易见的可能。

这里，“纤维作用”是指膳食纤维摄入在消化和饱足方面的生理作用。当可溶性膳食或复合纤维与流体混合时，它们的体积会增加许多倍并因此增加饱足感。而且，富含不溶性膳食纤维的膳食可以减少所摄取的膳食和/或饮料在肠道内的运输时间（口至肛门）。因此，总的膳食纤维作用是，总膳食纤维摄入通过产生饱满或饱足感并在两餐之间维持饱足的感觉和缩短运输时间并减少能量吸收，可以减少能量摄入。

这里，“部分可消化能量值（partial digestible energy value）”是指，当一种补充物被加入基础膳食时全部可消化营养素的差。计算许多人类膳食中不可利用的碳水化合物的部分可消化能量值发现，其范围是-20～+10kJ/g 不可利用的碳水化合物。负值是指，与不可利用的碳水化合物含量高的膳食相关

的特定蛋白质和脂肪形成粪便的额外减少。下面的实施例中给出了计算部分可消化能量值的一个例子。

本发明的上下文中，“亚麻子制品”和“活性原料”是指表现出脂肪保持能力的整个亚麻子和/或任何亚麻子片段和/或任何亚麻子来源材料。更具体地，“整个亚麻子”是指没有损伤、没有破坏和/或完整的亚麻子，但也指亚麻子的所有组分或部分都被使用在本发明中的亚麻子粉及碾碎和压碎的亚麻子。如下所述，“亚麻子片段”是指整个亚麻子的组分和/或部分，也包括黏液和形成黏液部分的阿拉伯木聚糖和半乳糖醛酸。但是，亚麻子油或亚麻籽油没有脂肪保持能力，因此“亚麻子片段”不包括来自亚麻子的油。所以，亚麻子的油和脂肪不属于“亚麻子制品”所表达的意思，并且因此从本发明中排除。

不受任何理论的限制，认为这里所述的亚麻子制品和/或活性成分的脂肪保持能力是亚麻子的黏液的结果。推测是由于亚麻子黏液和胃肠道内的脂肪之间发生结合，因而减少了脂肪的整体消化率。由于黏液借助水合而大大增加，因此水合作用在促进脂肪结合作用方面是很重要的。结果，分泌黏液的细胞成为亚麻子的非常有益的片段之一。其他有益片段或亚麻子来源材料包括但不限于，含有形成黏液部分的阿拉伯木聚糖和半乳糖醛酸的种皮。

应该注意的是，当该活性原料是上述亚麻子片段和/或亚麻子来源材料时，可以是来自于其他种的植物。特别是，含有能够与哺乳动物胃肠道内脂肪结合的黏液并能够实现上述试验中的条件的植物种也包括在本发明的范围内。这样的植物种的例子为例如黑麦和燕麦。

“药物组合物”是指，包括这里定义的亚麻子制品并为治疗用途而按处方配制的组合物。本发明的药物组合物也可以包含减少饥饿感和增加饱足感和代谢率的物质，如绿茶、咖啡及麻黄素，和其他减少脂肪吸收（增加粪便脂肪排泄）缩短口至肛门的运输时间的物质。本发明的药物活性物质也可以按处方配制成任何期望的形式，包括但不限于食品原料、膳食补充剂、草药混合物、草药药物、粉末、胶囊和片剂。

可以知道，该亚麻子制品即整个亚麻子和/或亚麻子片段和/或亚麻子来源材料，可以作为上述定义的药物组合物按处方配制，并因此具有药物组合物

的特点。但是，该亚麻子制品同样适于按处方配制食品或饮料制品，即一种食品和/或饮料组合物，或一种含有所述亚麻子制品的组合物。因此，术语“按处方配制”往往是指，在制备一种组合物或使用所述组合物的食品和/或饮料制品时，赋形剂、载体、辅料、稀释剂、辅剂、溶剂、助溶剂、防腐剂、着色剂、矫味剂或它们的混合物的选择。术语“按处方配制”进一步涉及，在使用该组合物制备一种食品或饮料制品时，适当的食品和/或饮料原料的选择。

为了保护最大的脂肪保持能力，优选对本发明的整个亚麻子和/或亚麻子片段进行加工。典型地，加工工艺包括水合和热处理。可以在按处方配制或使用之前、期间或之后，对亚麻子和/或其任何片段进行加工处理。该水合工艺包括亚麻子和/或其任何片段在湿润环境下，例如水或其他任何适当的溶剂，水合一段时间使亚麻子膨胀。典型的水合工艺包括，在水或含水液体中，于周围温度如至少 20℃、至少 24℃或至少 37℃下，水合几小时如至少 1 小时、至少 2 小时、至少 3 小时、至少 5 小时。在有用的实施方式中，该水合工艺包括亚麻子和/或其片段在水或其他含水液体中水合最多 5 小时，例如最多 4 小时，包括最多 3 小时，例如最多 2 小时，包括最多 1 小时。水合过程也可以在组合物中，例如象生面团这样的食品组合物，或在伴随摄取的食品和/或饮料制品中进行。另外，水合可以在发酵过程，如，例如在酵母发酵或牛奶制品如酸乳酪的发酵过程中进行。

只要保留了所述加工后的制品或组合物的脂肪保持能力，则所述的本发明的亚麻子制品或组合物可以以任何适当的方式被加工。因此，亚麻子制品或组合物可以通过包括碾碎、磨碎、破碎等期望的工艺进行机械性制备，和/或通过水合、发酵、热处理等进行物理性制备。

在适当的实施方式中，热处理是在超过 60℃，例如超过 70℃，包括超过 75℃、80℃、85℃、90℃、95℃、100℃、110℃、130℃、150℃、170℃、190℃、210℃、230℃、250℃、270℃、290℃或甚至超过 300℃的温度下进行的。优选，在 150℃-300℃的范围内，如 200℃-250℃的范围内进行热处理。

如上所述，本发明首先涉及亚麻子制品在用于增加粪便脂肪从哺乳动物肠道中的排泄的食品和/或饮料制品的制备方面的用途，该脂肪来自于所述亚

麻子制品和/或在所述亚麻子制品之前、之间或之后即刻摄取的其他食品和/或饮料。

因此，本发明的亚麻子制品可以作为一个完整的部分使用，如低脂肪膳食或其他以作为增加粪便脂肪排泄的直接结果的控制体重为目标的膳食的原料或膳食补充剂。这里定义的亚麻子制品可以在摄取食品和/或饮料制品和/或膳食之前、之间或之后即刻给药或服用。本文中，术语“伴随”的意思是，亚麻子制品和食品和/或饮料制品在同一餐的时间内被摄取，例如，相隔 1-2 小时。本文术语“之前”的意思是，在摄取食品和/或饮料制品前至少 1 小时摄取或服用亚麻子制品，反之亦然。本文术语“之后”或“之后即刻”的意思是，在摄取食品和/或饮料制品前至少 1 小时摄取或服用亚麻子食品，反之亦然。

此外，本发明的亚麻子制品可以用作糖尿病或心血管疾病的治疗计划的一部分。而且，亚麻子制品可以作为一种食品和/或饮料制品被制备，用于增加粪便脂肪从哺乳动物肠道中的排泄，该脂肪来自于所述制品和/或其他伴随摄取的食品和/或饮料。

亚麻子制品的用途优选针对受试者如人，但是任何哺乳动物如动物也可以使用这里定义的亚麻子制品进行治疗。在一个优选的实施方式中，受试者是希望减轻体重的哺乳动物或人。在进一步的实施方式中，患有超重如美容性超重、或肥胖症症的受试者是，具有如上述表 1 所示的至少 25 的 BMI 的人。对于如表 1 中定义为超重、非肥胖症或肥胖症受试者的受试者，本发明的方法和用途将是特别有益的。

本发明的亚麻子制品可以含有整个亚麻子和/或一个以上的亚麻子片段和/或来源于如上定义的一种以上品种的亚麻子来源材料，这些品种选自由 Golden，Dufferin，Rahab，Verne，Clark，culbert79，Flor，Linott，Linton，McGregor，NorLin，NorMAn 和它们的混合物组成的组。

只要保留了所述加工后制品的脂肪保持能力，则如上所述的本发明的亚麻子制品可以以任何适当的方式被加工或处理。因此，亚麻子制品或组合物可以通过包括碾碎、磨碎、破碎等期望的工艺进行机械性制备，和/或通过水合、发酵、热处理及它们的联合方法进行物理性制备。

在优选的实施方式中，依照本发明使用的亚麻子制品含有一种以上的亚麻子片段，其选自由如上定义的种皮、黏液、阿拉伯木聚糖、半乳糖醛酸及它们的混合物组成的组。

如上所述，本发明的发明者很惊讶地意识到，所观察到的增加的粪便脂肪排泄不是依赖于上述定义的纤维作用，也不依赖于口至肛门的运输时间的缩短。

在优选的实施方式中，当依照本发明使用时，该亚麻子制品的特征是具有负的上述定义的部分可消化能量值，范围为-1～-40kJ/g 亚麻子制品，含有范围为-10～-30kJ/g 亚麻子制品，例如范围为-15～-25kJ/g 亚麻子制品的负的部分可消化能量值。因此，当例如按照本发明提供有亚麻子制品的基础膳食时，粪便脂肪的排泄将超过来自该亚麻子制品本身或伴随设摄取的食品或饮料的脂肪的摄入。换言之，正能量平衡被阻止和/或负能量平衡被引发，从而导致希望减轻体重的受试者的体重减少。

在优选的实施方式中，粪便脂肪排泄将超过脂肪摄入至少 5%，例如至少 10%，包括至少 15%，例如至少 20%，例如至少 30%，包括至少 40%。根据本发明，当与食品或饮料制品一同食入时，该亚麻子制品减少脂肪在食入该亚麻子制品和该食品或饮料的哺乳动物的肠道中的吸收。在优选的实施方式中，如通过以下的实施例 1 使用的方法计算的，该亚麻子制品减少被伴随摄取的食品和/或饮料中存在的脂肪消化率的 5-10%，优选 2-15%，更优选 10-18%，最优选 20-25%。

作为增加粪便脂肪排泄的结果，预防或治疗美容性超重或者治疗医学性超重或肥胖症的足够的日剂量，可以根据超重/肥胖症的严重性及个体差异和需要而变化，以获得期望的结果。因此，亚麻子或其任何片段的日剂量相当于 1～100g 整个亚麻子的数量，例如 1～30g 的数量，包括 10-20g 整个亚麻子的数量。典型地，该日剂量相当于约 5g 整个亚麻子的数量，如 10g，15g，20 g，25 g，30 g，35 g，40 g，45 g，50 g，60 g，70 g，80 g 或 90 g 亚麻子。显然，如果亚麻子的活性片段被直接使用，则这样的数量要高得多。黏液构成亚麻子的 5-8 重量%，因此数量为 100-1000g 黏液的日剂量可能是合适的，例如 150-800g 黏液，包括 250-600g 黏液。

因此，用于增加粪便脂肪排泄和/或用于治疗超重的典型摄入量为，相当于约 10-25g 整个亚麻子/天的剂量，该剂量导致粪便脂肪的减少从正常的被摄取脂肪的 4-10%变为 15-25%。这相当于 10-20 克脂肪/天，或 375-750kJ/天，或 300-600 克体重/月的粪便能量的额外减少。本文中，“粪便能量的额外减少”是指负的部分可消化能量值，并因此指总粪便脂肪排泄超过来源于达到上述程度的外加亚麻子的额外脂肪摄入。

在进一步的实施方式中，典型地，当一种亚麻子制品、亚麻子片段和/或亚麻子来源材料依照本发明用在食品和/或饮料制品中时，其总含量相当于该食品和/或饮料制品中的亚麻子制品的 1～50 重量%的含量，含有亚麻子制品的 1 重量%、2 重量%、3 重量%、4 重量%、5 重量%、10 重量%、15 重量%、20 重量%、30 重量%、40 重量%的含量。在有用的实施方式中，典型地，当一种亚麻子制品、亚麻子片段和/或亚麻子来源材料依照本发明用在食品和/或饮料制品中时，其总含量相当于亚麻子制品的 5～40 重量%的含量，如 10～30 重量%，包括 15-25 重量%。

在有用的实施方式中，伴随食入该亚麻子制品的该食品和/或饮料制品进一步含有一个以上品种的碎谷物和/或整个谷物，该品种选自由向日葵、黑麦、小麦、玉米、大豆及它们的混合物。在一个有益的实施方式中，在低脂肪膳食中包括所述食品和/或饮料制品。本文中，“低脂肪膳食”是指脂肪含量仅为总能量摄入的 10-25%的膳食。

根据上述内容应该理解，该食品和/或饮料制品与亚麻子制品可以作为一种膳食中的两种独立成分一起食入，或者该亚麻子制品可以被加入该食品和/或饮料制品中从而成为更有营养的食品和/或饮料制品。上述食品和/或饮料制品可以在与亚麻子制品一起食入之前或之后或者在与亚麻子制品混合之前或之后，优选以任何方便的方法进行加热处理。

在以下的实施例中，当亚麻子制品被掺入面包或作为整个膳食的一部分被健康的受试者食入时，该亚麻子制品对脂肪在该受试者肠道中的结合具有负作用。本领域的技术人员可以很容易得知，依照本发明将亚麻子制品使用在其他食品和/或饮料制品中时将具有同样的效果。因此，在有用的实施方式中，该食品和/或饮料制品有营养棒（nutritional bar），包括巧克力棒和其他甜

点的点心棒，烘焙制品如面包、黑麦面包、饼干、茶点、薄脆饼、薯片、馅饼-点心皮、馅饼和肉饼，乳制品如黄油、鲜奶油、奶油牛奶、酸奶、凝乳食品、冰淇淋、奶酪，蔬菜制品，肉制品如肝酱、香肠、肉团、牛肉汉堡、鱼片、半成品和它们的混合物的形式。

亚麻子结合所摄取食品中脂肪的能力在高脂肪含量的制品和/或饮料制品中是特别有用的。因此，本发明的一个有用的方面是，亚麻子制品在增加粪便脂肪从哺乳动物肠道中排泄的用途，该脂肪来自脂肪含量为在所述亚麻子制品之前、之间或之后即刻摄取的食品和/或饮料制品重量的至少 7 重量%的食品和/或饮料制品。在优选的实施方式中，所摄取食品和/或饮料制品的脂肪含量为，该食品和/或饮料制品重量的至少 10%，例如至少 15%，包括至少 20%，例如至少 25%，包括至少 30%，例如至少 40%。

某些食品和/或饮料制品由于它们相对高的脂肪含量而具有非健康性的特点。因此，在一个优选的实施方式中，该亚麻子制品作为食品和/或饮料制品整体的一部分用于控制体重，该食品和/或饮料制品选自由营养棒，包括巧克力棒和其他甜点的点心棒，烘烤制品如面包、黑麦面包、饼干、茶点、薄脆饼、薯片、馅饼-点心皮、馅饼和肉饼，乳制品如黄油、鲜奶油、奶油牛奶、酸奶、凝乳食品、冰淇淋、奶酪，蔬菜制品，肉制品如肝酱、香肠、肉团、牛肉汉堡、鱼片，半成品和它们的混合物组成的组。

显然，本发明的一个方面的优选的特征、特点和实施方式可以应用于本发明的其他方面。

本发明的另一个方面涉及高脂肪含量的含有全部亚麻子成分的食品和/或饮料制品，其具有至少 7 重量%的脂肪含量，这制品重量的 1～50%含量。在有用的实施方式中，高脂肪含量食品和/或饮料制品中的一种亚麻子制品的含量为该食品和/或饮料制品中的亚麻子制品重量的 1%，2%，3%，5%，10%，15%，20%，30%或 40%。在有用的实施方式中，典型地，当依照本发明将亚麻子制品、亚麻子片段和/或亚麻子来源材料使用在食品和/或饮料制品中时，它们相当于亚麻子制品重量的 5～40%，例如 10～30%，包括 15～25%的含量。

在优选的实施方式中，所述食品和/或饮料制品含有该制品重量的至少

9%的脂肪，如该食品和/或饮料制品的至少 10%，如至少 15%，包括至少 20%，例如至少 25%，包括至少 30%，如至少 40%。

有趣的高脂肪含量食品和/或饮料制品为，具有更高脂肪含量的上述制品的变型，其中亚麻子作为整体的一部分用于控制体重。

应该理解的是，以上讨论的与亚麻子依照本发明的用途有关的任何实施方式和/或特征，可以被类似地应用于本发明的以下方面。

进一步，本发明提供了一种用于增加粪便脂肪排泄的方法，该脂肪来自于具有被摄取的所述食品和/或饮料重量的至少 7%的脂肪含量的食品和/或饮料制品，包括在所述食品和/或饮料制品之前、之间或之后即刻给予一种包括有效量的上述亚麻子制品的组合物。

进一步，本发明提供了一种用于增加粪便脂肪从哺乳动物的肠道中排泄的食品和/或饮料制品的制备方法，包括将亚麻子制品配制进入该食品和/或饮料制品。

更进一步，本发明涉及如上定义的亚麻子制品在制备组合物方面的用途，其中如上所述按处方配制该组合物，用于有效量的所述亚麻子制品的口服给药，用于治疗或预防美容性超重、医学性超重或肥胖症。该治疗优选针对人，但是任何哺乳动物如动物，也可以用亚麻子制品及这里定义的其活性组分进行治疗。上述的表 1 中列出了可以从亚麻子制品的此种用途中受益的优选受试者的例子。显然，BMI 18.5 以上，特别是 25 以上的受试者将受益于亚麻子的使用。

进一步，本发明涉及一种用于增加粪便脂肪从哺乳动物体内排泄的方法，该脂肪来自于被摄取的上述定义的食品和/或饮料制品，包括在摄取所述食品和/或饮料制品之前、之间或之后即刻给予上述有效量的这里定义的亚麻子制品。

另一方面关于预防或治疗肥胖症或者预防或治疗美容性超重的方法，其为通过给予服用有效量的上述亚麻子制品或包括这里定义的亚麻子制品的组合物。该治疗优选针对受试者如人，但是任何哺乳动物，如动物也可以使用该亚麻子制品或这里定义的活性组分进行治疗。

更进一步，本发明涉及用于预防或治疗选自由超重、肥胖症和美容性超

重组成的组的疾病的方法，其包括给患有所述病症的人服用上述有效量的这里定义的亚麻子制品，或如上定义的含有亚麻子或其任何活性组分的食品和/或饮料制品。

本发明的一个有益方面是关于用于预防和/或减轻受试者的超重或肥胖症的方法，其包括给予服用上述治疗有效量的亚麻子制品或如上述定义的其任何活性组分。

进一步，本发明提供了一种水合和/或热处理后的作为药物的亚麻子。据上可知，该活性成分增加粪便脂肪从胃肠道中的排泄（具有脂肪保持能力）。因此，有益的应用包括这里定义的亚麻子制品在增加粪便脂肪排泄方面、超重和肥胖症的医学性治疗方面和超重的预防性和美容性治疗方面的使用。更进一步提供了一种用于制备膳食补充剂、食品、饮品或它们的混合物的方法，包括按处方配制水合和/或热处理后的亚麻子作为用于增加哺乳动物粪便脂肪排泄的食品成分或膳食补充剂。

进一步，本发明涉及包括如上定义的亚麻子制品的药物组合物。该组合物可以作为一种食品原料、膳食补充剂、草药混合物或包括任何可接受载体、赋形剂或稀释剂的药物组合物按处方配制。优选，按处方配制该组合物，用于口服给药。

作为药物用途，适当具体地，组合物在长期贮存时是稳定的，如在周围条件例如 25℃、60%RH、避光保存条件下，至少贮存 6 个月。可以期望更长的期间，在优选的实施方式中，约 2 年，包括约 1 年，该组合物是稳定的。

更进一步，本发明涉及一种预防和/或减轻受试者超重或肥胖症的方法，所述方法包括给受试者服用如上定义的包括本发明的亚麻子制品的组合物和/或包括本发明的亚麻子制品的食品和/或饮料制品。

最后，提供了一种预防或治疗肥胖症的方法，其包括给患有肥胖症的人服用有效量的包括这里定义的亚麻子制品的组合物。

以下的实施例包括举例说明本发明的特定实施方式。但是，本领域的技术人员根据本发明的公开应该得知，在公开的实施方式中可以作出改变并仍得到相同或相似的结果，而没有背离本发明的主旨和范围。以下给出的实施例作为说明而不以任何方式限制本发明。根据以下的非限制性实施例和图对

本发明进行进一步的详细说明。

图 1 表示亚麻子，含有亚麻子的黑麦面包，不含亚麻子的黑麦面包，黑麦粉，不含亚麻子的膳食（膳食 2192）和含有亚麻子的膳食（膳食 2193）体外消化（$EDMO_i$）后以干物质的%（平均值±SD；n=3）表示的不溶性未消化材料。a,b,c,d：不同字母表示显著差异（$p < 0.05$;t-实验）。

实施例

实施例 1

整个亚麻子和在健康年轻男性全部膳食的被消化脂肪数量方面的作用的研究

用于减少超重和肥胖症风险的通常策略是通过降低脂肪摄入而减少平均能量摄入。另一种策略是食入低消化率食品。已经确定，膳食中膳食纤维的含量是能量和提供能量的大量营养素消化率的一个重要决定因素。

不完全消化率的概念首先在动物能量学中被介绍，用来描述当补充物被加入基础膳食中时全部可消化营养素的差（Kleiber,1987）。后来，这一概念被应用于人类膳食。许多人类膳食中的不可利用的碳水化合物（UC）的部分可消化能量值已经被计算出来。发现这些值在-20～+10kJ/g UC 范围内（Livesey，1990）。负的值可以通过与高 UC 膳食有关的特定蛋白质和脂肪形成粪便而额外减少来解释。

本研究的目的是，当整个向日葵种子或亚麻子被混入面包而作为整体膳食的一部分被健康受试者食入时，测量其对被摄取脂肪日剂量的作用。具体目的是计算整个向日葵种子和亚麻子各自的部分可消化能量值。

1.1 受试者和方法

1.1.1 受试者

从 Copenhagen 的大学中征募了 13 名健康的成年男性进行该研究。他们的年龄（均值±SD）为 24.6±2.7 岁，他们的 BMI 为 22.5±1.7kg/m^2。受试者中没有人长期用药，并且所有人都不吸烟。受试者被要求保持他们的体育活动水平不变，并在整个研究中禁酒。在每个干预期的开始和最后一个干预期的结束时称量受试者的体重。所有受试者在签署正式的协议前都被给予了关于该研究的书面和口头的通知。该协议得到了哥本哈根和腓特烈斯贝

（Frederiksberg）地方伦理委员会（municipal ethical committee）的批准（KF 01-070/01 号杂志）。两名受试者各自因为没有得到数据和使用了抗生素而被从研究中排除。

1.1.2 试验设计

该研究包括各为 7 天的 4 个干预期，彼此间隔一个 7 天的清除期，清除期受试者食入他们自己的膳食。在随机的交叉设计中受试者被分配到 4 个膳食干预期之一。干预期间，所有的受试者得到相同的维持基础体重的膳食，其包括一份轮流的食谱和 300g 如下所述组成的黑麦面包。在干预期间唯一的膳食差别是食入四种不同类型的黑麦面包。研究期间，参与者生活在自己的家里，只是每天到人类营养部门（The Department of Human Nutrition）领取他们的食品，周末除外。

1.1.3 膳食

膳食由丹麦食品中的典型食品项目构成，但结合了针对大量营养素摄入的北欧营养素推荐：蛋白质 E% 10-15；脂肪 E% 30 以下；碳水化合物 E% 55-60 和膳食纤维摄入 3g/MJ。构成三份日基础食谱（表 1.1）并在干预期间轮流分配给受试者，确保每个干预期的唯一膳食差别是黑麦面包。

表 1.1 三份基础膳食食谱的组成

	食谱 1	食谱 2	食谱 3
膳食组成，g			
白面包	60	60	60
黄油	25	25	20
奶酪，低脂	40	40	40
覆盆子果酱	30	30	30
火腿片	35	35	35
肝酱	30	-	30
意大利腊肠	-	30	-
烤牛肉	35	-	35
熏火鸡	-	35	-
生黄瓜	50	-	50
生西红柿	-	70	-
生苹果	150	-	150
生梨	-	150	-
橙汁	500	500	500
牛奶，低脂	250	250	250
菜炖牛肉	385	-	-
碳酸盐	-	190	-
Bolognaise	-	-	270
米饭	210	-	-
意大利面		200	245
巧克力	55	45	60
糖果	70	70	50
化学物质组成[1]			
总能量，MJ	11.443	9.548	10.026
脂肪，g	99.2	75.4	80.0
膳食纤维，g	16.8	12.6	11.8

[1]化学物质组成的值为由直接的化学物质分析得到的总值

四种不同黑麦面包的组成（表 1.2）：

C：全麦黑麦面包（对照物）

SF：用向日葵种子（SF）做对照物

FS：用亚麻子（FS）做对照物

SF/FS：含有 SF 和 FS 的低精制率的黑麦面包

该试验用黑麦面包 C、SF 和 FS 由全麦磨制的黑麦粉和酵母制成，但是，该试验用黑麦面包 SF/FS 由低精制率的黑麦粉（即，去糠磨制的黑麦粉）和酵母制成。黑麦面包 SF 和 FS 中，全麦磨制的黑麦粉分别被向日葵种子（6.2g/100g 面包）和亚麻子（6.2g/100g 面包）代替，但是在黑麦面包 SF/FS 中，低精制率的黑麦粉被向日葵种子（6.8g/100g 面包）和亚麻子（6.1g/100g 面包）代替。该黑麦面包按照传统的步骤使用酵母制成。向日葵和亚麻子在制作生面团前，在水中水合 2 小时。将所有成分慢慢搅拌 10 分钟后，在放入面包盘之前，生面团再静放 10 分钟。该生面团在发酵室内 30℃和 85%相对湿度条件下发酵 72 分钟，然后于 220℃条件下烘焙 72 分钟。

表 1.2 试验用黑麦面包的组成（每 100g 面包）

	黑麦面包 C[1]	黑麦面包 SF[2]	黑麦面包 FS[3]	黑麦面包 SF/FS[4]
成分				
全麦磨制的黑麦粉	40.8	31.6	32.5	-
黑麦粉，精制率 67%	-	-	-	27.0
酵母	20.7	22.6	20.7	7.6
水	19.6	19.0	19.3	30.0
黑麦粉，发酵的	17.3	18.8	19.3	6.4
压榨的全麦黑麦	-	-	-	11.1
向日葵种子	-	6.2	-	6.8
亚麻子	-	-	6.2	6.1
麦芽	-	-	-	3.3
盐	1.3	1.3	1.3	1.2
酵母	0.2	0.5	0.5	0.6
醋	-	-	-	0.7
化学物质组成[5]				
总能量, kJ	910	1074	1008	1138
脂肪, g	1.8	5.1	4.0	7.3
膳食纤维, g	8.1	8.1	8.6	6.5

[1] 黑麦面包 C：全麦黑麦面包（对照物）

[2] 黑麦面包 SF：对照物+向日葵种子（SF）

[3] 黑麦面包 FS：对照物+亚麻子（FS）

[4] 黑麦面包 SF/FS：低精制率的黑麦面包+SF+FS

[5] 化学物质组成的值为由直接的化学物质分析得到的总值

该面包在包装前冷却 1 小时。该黑麦面包 C 和 SF/FS 在丹麦是可以得到的，但黑麦面包 SF 和 FS 是为了本发明而制成的。每个受试者除基础膳食外每天得到 300g 黑麦面包，其在提供的数量上确保满足每个受试者的以 WHO 的方法（1985）建立的总的每日能量需要。

1.1.4 排泄物样品的收集和食物运输时间的测量

使用 Cummings and Wiggins 的单次粪便法（the single stool method）（1976）测量食物运输时间。在 4、5 和 6 日的早餐，每天向受试者提供一剂（60 标记物）具有 1.25～1.60 间（MediFact Goteborg）特定比重的放射线不透明的标记物，标记物每天不同形状。每个干预期的第 7 日起床后第一次排泄的粪便被收集在塑料容器中，并立即送到人类营养部门。该排泄物样品被送到后立即称重并冷冻。用 X 射线分析标记物的含量。人工标记物的准确摄入时间和与最大数量的两种标记物一同收集的粪便，用来估测每个受试者的平均食物运输时间。

1.1.5 化学分析

在进一步的化学分析前，将 3 份基础食谱、4 种试验用面包和所有粪便样品冷冻干燥并匀化，所有操作都双份进行。3 份基础食谱和试验用面包于 85℃干燥 20 小时和排泄物样品于 100℃干燥 20 小时之后，确定干燥物质的含量。使用苯甲酸校准的绝热式量热仪（IKA C 400 A）对总能量进行确定。按照 Bligh 和 Dyer 的方法（1959）进行酸水解，释放皂化的脂肪酸后，确定脂肪重量。膳食纤维被定义为非淀粉多糖（NSP），在基础食谱和试验用面包中的含量作为阿尔迪醇乙酸酯（alditol acetate）用气-液色谱测定（Knudsen，1997）。

1.1.6 计算和统计分析

从 7 日收集的早晨粪便对于 60 标记物/天的理论标记物排泄量的重量估测每个受试者的平均每日粪便重量。计算脂肪和能量的吸收，作为营养素摄入和排泄物排泄量间的差异，表示为营养素摄入比例。

按照用于代替表观消化率小于 1.0 的另一物质的物质的公式，计算向日葵种子和亚麻子的部分可消化能量值（$DE_{partial}$）（Livesey，1990）：

$DE_{partial}$（kJ/g）=Δ H_{seed}（1-Z），

其中，Δ H_{seed} 是向日葵种子和亚麻子各自的燃烧热（=总能量），

Z=ΔFE/ΔGE+（1-D_0），

其中，ΔFE 和ΔGE 分别是基础膳食+面包 C 与基础膳食+面包 SF/FS 之间的排泄物能量的变化和总能量摄入的变化。D_0 是被代替物质的表观可消化率，本例中黑麦粉具有 0.92 的 D_0（Livesey，1990）。

所有的统计分析是在 Windows 的 SAS®系统（8.2 版本，SAS institute inc., Cary, NC）中进行的。变量的分析是在具有排泄物干重、排泄物水含量、运输时间、摄入、排泄物排泄量、可消化率及被消化的脂肪和能量数量的 MIXED 程序中进行的，各自作为因变量算出。面包的种类、期间和两者间的相互作用作为独立的固定变量算出。受试者作为一个独立的随机变量也被包括在内。发现显著的效果时，使用 Tukey 的事后比较试验应用于比较 4 种膳食的两两相对的 t 试验。表中的结果为最小的平方均值±估计的标准误差（SEE）。

1.2 结果

试验用面包能量含量的测量反映出向日葵种子和亚麻子的含量。每 100g 面包的脂肪含量范围为从黑麦面包 C 中的 1.8g～黑麦面包 SF/FS 中的 7.3g，每 100g 面包的能量含量范围为从黑麦面包 C 中的 910 kJ～黑麦面包 SF/FS 中的 1138 kJ（表 1.2）。

排泄物干重和排泄物水含量受到膳食的显著影响（表 1.3）。与基础膳食+黑麦面包 C（62.0±6.6g）和基础膳食+黑麦面包 SF（61.1±6.6g）相比，得到基础膳食+黑麦面包 FS（84.0±6.6g）和基础膳食+黑麦面包 SF/FS（72.5±6.6g）的受试者的该排泄物干重（平均值±SEE）高得多。33.3±2.0 的平均运输时间（平均值±SEE）没有受到膳食的影响。

总脂肪摄入受到膳食的显著影响，具有食入基础膳食+黑麦面包 SF/FS 受试者的最高平均脂肪摄入量（平均值±SEE）121±2.4 克/天和食入基础膳食+黑麦面包 C 受试者的最低平均脂肪摄入量（平均值±SEE）104±2.4 克/天（表 4）。粪便脂肪排泄量受到膳食的显著影响，范围从食入基础膳食+黑麦面包 C

受试者的日排泄量（平均值±SEE）8.6±1.6 克～食入基础膳食+黑麦面包 SF/FS 受试者的日排泄量（平均值±SEE）25.0±1.5 克。脂肪消化率受到膳食的显著影响，具有基础膳食+黑麦面包 SF/FS 中的最低值 76.0±2.0%和食入基础膳食+黑麦面包 C 受试者的最高值 92.1±1.9%。被消化脂肪的数量受到膳食的显著影响，具有食入基础膳食+黑麦面包 FS 受试者的被吸收脂肪的最低值（平均值±SEE）（88.8±2.8 克/天）。

表 1.3 食入基础膳食和面包 C 的健康受试者排泄物干重和排泄物水含量和运输时间：全麦黑麦面包（对照物），SF 面包：对照物+向日葵种子（SF），FS 面包：对照物+亚麻子（FS），和 SF/FS 面包：低精制率黑麦面包+SF+FS（平均值±SEE）（n=11）

	基础膳食 + 面包 C	基础膳食 + 面包 SF	基础膳食 + 面包 FS	基础膳食 + 面包 SF/FS	$P^{1)}$
排泄物干重, g/d	62.0 ± 6.6^{bc}	61.1 ± 6.6^{bc}	84.0 ± 6.6^{a}	72.5 ± 6.6^{ac}	0.026
排泄物水含量, %	77.8 ± 1.01^{a}	74.8 ± 1.01^{b}	74.3 ± 1.01^{b}	70.1 ± 0.94^{c}	<0.001
运输时间, 小时	35.2 ± 2.0	31.6 ± 2.0	33.3 ± 2.0	34.8 ± 2.0	NS

一行中数值间的显著差异以不同的上标字母表示。

总能量摄入量反映总脂肪摄入量（表 1.5）。总能量摄入量受到膳食的显著影响，与其他膳食相比，食入基础膳食+黑麦面包 SF/FS 受试者的总能量摄入量（平均值±SEE）15.3±0.29MJ/d 高得多。排泄物能量排泄量受到膳食的显著影响，具有食入基础膳食+黑麦面包 SF/FS 受试者和食入基础膳食+黑麦面包 FS 受试者的最高排泄物能量排泄量。能量可消化率受到膳食的显著影响，与食入基础膳食+黑麦面包 FS（87.3±1.0%）和食入基础膳食+黑麦面包 SF/FS（88.6±1.0%）的受试者相比，食入基础膳食+黑麦面包 C（91.7±1.0%）和食入基础膳食+黑麦面包 SF（90.8±1.0%）受试者为最高值（平均值±SEE）。膳食组间的被消化能量的数量显著不同，食入基础膳食+FS 面包的受试者为最低值。

表 1.4 食入基础膳食和面包 C 的健康受试者的总脂肪摄入、粪便脂肪排

泄、脂肪可消化率和被消化脂肪的数量：全麦黑麦面包（对照物），SF 面包：对照物+向日葵种子（SF），FS 面包：对照物+亚麻子（FS），和 SF/FS 面包：低精制率黑麦面包+SF+FS（平均值±SEE）（n=11）

	基础膳食+面包 C	基础膳食+面包 SF	基础膳食+面包 FS	基础膳食 + 面包 SF/FS	$P^{1)}$
总的脂肪摄入, g/d	104 ± 2.4^{d}	114 ± 2.4^{b}	111 ± 2.4^{c}	121 ± 2.4^{a}	<0.001
粪便脂肪排泄, g/d	8.6 ± 1.6^{c}	15.4 ± 1.5^{b}	22.2 ± 1.5^{a}	25.0 ± 1.5^{a}	<0.001
脂肪可消化率, %	92.1 ± 1.9^{a}	85.9 ± 2.0^{b}	80.7 ± 2.0^{b}	76.0 ± 2.0^{b}	<0.001
被消化的脂肪, g/d	95.4 ± 2.8^{a}	98.8 ± 2.8^{a}	88.8 ± 2.8^{b}	95.6 ± 2.8^{a}	<0.001

1)—行中数值间的显著差异以不同的上标字母表示。

表 1.5 食入基础膳食和面包 C 的健康受试者的总能量摄入、粪便脂肪排泄、能量可消化率和被消化能量：全麦黑麦面包（对照物），SF 面包：对照物+向日葵种子（SF），FS 面包：对照物+亚麻子（FS），和 SF/FS 面包：低精制率黑麦面包+SF+FS（平均值±SEE）（n=11）

	基础膳食+面包 C	基础膳食+面包 SF	基础膳食+面包 FS	基础膳食+面包 SF/FS	$P^{1)}$
总的能量摄入, MJ/d	14.7 ± 0.29^{d}	15.1 ± 0.29^{b}	15.0 ± 0.29^{c}	15.3 ± 0.29^{a}	<0.001
排泄物能量排泄量, MJ/d	1.22 ± 0.14^{c}	1.39 ± 0.14^{bc}	1.87 ± 0.14^{a}	1.74 ± 0.14^{ab}	0.002
能量的可消化率, %	91.7 ± 1.0^{a}	90.8 ± 1.0^{a}	87.3 ± 1.0^{b}	88.6 ± 1.0^{ab}	0.003
被消化的能量, MJ/d	13.4 ± 0.32^{ab}	13.8 ± 0.32^{a}	13.1 ± 0.32^{b}	13.6 ± 0.32^{a}	0.004

1)—行中数值间的显著差异以不同的上标字母表示。

向日葵和亚麻子的总能量各自为 29.4 和 24.7kJ/g。向日葵种子和亚麻子的部分可消化能量值各自为 19.8 和 27.3kJ/g（表 1.6）。

表 1.6 向日葵和亚麻子的部分可消化能量值

	向日葵种子	亚麻子
总的能量 (kJ/g)	29.4	24.7
部分可消化率 (%)	0.67	-1.10
部分可消化能量值 (kJ/g)	19.8	-27.3

1.3 讨论

本研究的结果表明，亚麻子代替全麦黑麦粉的黑麦面包具有胃肠道内的脂肪结合能力。这导致粪便脂肪排泄的增加，超过从亚麻子本身的脂肪摄入，并导致亚麻子负的部分可消化能量值-27.3kJ/g。由于“部分可消化能量值”表示当加入 1 克种子时从整个膳食中消化的能量，所以该结果有力地说明，向膳食中加入亚麻子导致可消化能量的减少，而向日葵种子没有表现出同样的性质。因此，该结果是关于脂肪摄入、脂肪消化和能量平衡的重要发现，并因此在体重的调节/控制方面也是重要的。

向日葵种子和亚麻子的特征为，它们的膳食纤维（DF）和脂肪的高含量及低含水量，所有因素都促成种子的高能量密度。从健康角度来看，向日葵种子和亚麻子的高膳食纤维含量已经扩大了它们在商品化的面包生产体系中的使用。但是，向日葵种子和亚麻子两者的高脂肪含量已经被主张用于平衡该种子的营养素值。

已经反复说明，膳食纤维在减少口至肛门的运输时间和增加粪便量方面是有效的。本研究中，膳食组间的 DF 总平均摄入在 35.5～42.0 克 DF/天（没有表示结果）间变化，但是关于平均运输时间，在膳食组间没有发现显著差别（表 1.3）。本研究中用于测量平均运输时间的方法基于这样的原则，即一剂有相似比重的标记物例如在膳食中连续给予的纤维素纤维，从粪便中被回收。通过几周以上使用该连续标记方法表明，每天 20～80 标记物的剂量导致相似的运输时间的预计，并且该结果与本研究中使用的单次粪便方法显著相关。在独立的研究中，像本研究一样，使用 60 标记物/天，发现回收率高达 95%±9（Sandstom et al. 2000）。本研究中的运输时间为 33.3±2.3 小时（平均值±SD），其与早前关于食入富含 DF 膳食的健康年轻男性的调查中发现的运输时间相当。

该亚麻子膳食纤维（被称为黏液）是一组异型多糖，其存在于主要包括阿拉伯木聚糖（戊聚糖）和半乳糖醛酸的种皮外侧。本研究证实了早前的观察，即黑麦和黑麦面包中的戊聚糖如阿拉伯木聚糖具有特殊的形成粪便的作用。该结果进一步表示亚麻子中的阿拉伯木聚糖在排泄物形成方面具有促进作用，正如在得到基础膳食和只含有亚麻子或含有亚麻子和向日葵种子混合物的黑麦面包的受试者中看到的显著更高的排泄物干物质（表 1.3）。这与自古就知道并被应用的促进排便的作用是一致的。

由于水合，亚麻子的黏液以极快的速度扩大为它初始体积的许多倍，并由于黏液细胞栓化的内壁，该黏液会转移到周围的溶液导致介质黏度急剧增加。关于亚麻子面包降血糖作用的研究表明，亚麻子黏液在减少餐后血糖反应方面具有与粘性纤维相似的能力而发挥作用（Wolever and Jenkins，2001）。可溶性纤维已经显示能够通过增加小肠内容物的粘性和延迟碳水化合物的消化和吸收而降低血糖反应。本研究的这一结果表明通过亚麻子黏液与胃肠道内脂肪之间的结合，亚麻子黏液也可以干预膳食脂肪的消化和吸收，因此减少脂肪的整体消化率（表 1.4）。

由于 α 亚油酸（ALA）的高浓度，大量营养素的优点被付与亚麻子的脂肪含量。因此，α 亚油酸对于人的血清脂质特征、脂肪酸组成和血小板功能表现出积极作用。但是就我们所知，还没有检测整个亚麻子脂肪消化率的人类研究的指导。

已经对于检验亚麻子的 18：3n-3 的生物利用度的人类试验进行了说明。4 周干预期的评测说明，亚麻子的 18：3n-3 的生物利用度与亚麻子油同样高（Cunnane et al，1993）。基于本研究的结果，丰富的含有整个或加工后亚麻子的食品和饮料，可能是降低人体内脂肪吸收的有效策略，而不会损及该食品/饮料的味道。这些结果对于食品表中使用的可消化能量值有重要影响。

1.4 结论

本研究证明，当健康的年轻男性以 18 克/天的数量食入亚麻子时，脂肪吸收降低。亚麻子的脂肪结合能力导致-27kJ/g 的负的部分可消化能量值。

实施例 2

亚麻子的脂肪结合和脂肪吸收量的体外研究

实施例 1 表示，以健康年轻男性的随机交叉试验为指导的人类膳食干预研究的结果。该研究结果显示，摄入有含亚麻子黑麦面包的膳食后的粪便脂肪排泄显著高于有不含亚麻子黑麦面包的膳食的脂肪排泄，其由于黑麦面包的脂肪含量不同而并不是绝对的。该研究说明亚麻子含有对脂肪结合和脂肪吸收有作用的组分。

该研究的目的是，澄清亚麻子、作为黑麦面包中的一种成分的亚麻子和作为每日膳食一部分的黑麦面包中的一种成分的亚麻子的体外脂肪结合和吸收作用的原因。

2.1 材料和方法

2.1.1 试验材料的组成

试验用试验材料

1. 亚麻子
2. 含有亚麻子的黑麦面包
3. 不含亚麻子的黑麦面包
4. 黑麦粉
5. 有不含亚麻子黑麦面包的膳食
6. 有含有亚麻子黑麦面包的膳食

该试验用黑麦面包由全麦磨制的黑麦粉和酵母制成。在黑麦面包中亚麻子（6.2g/100g 面包）代替全麦磨制的黑麦粉。该黑麦面包按照传统的步骤使用酵母制成。全部亚麻子在制作生面团前，在水中水合 2 小时。将所有成分慢慢搅拌 10 分钟后，在放入面包盘之前，生面团再静放 10 分钟。该生面团在发酵室内 30℃和 85%相对湿度条件下发酵 72 分钟，然后于 220℃条件下烘焙 72 分钟。该面包在包装前冷却 1 小时。

含有亚麻子的全部膳食和不含亚麻子的全部膳食的组成如实施例 1 中所述。

2.1.2 分析该试验材料的方法

1. 冷冻干燥的试验材料的预磨制

2. 利用含有和不含有修饰剂的超临界流体萃取（SFE）进行试验材料的脂肪萃取，用于提供甘油三酯和脂质总含量数据。

3. 使用胃蛋白酶/胰酶（可消化有机物质的酶(EDOM)）方法进行的体外消化，用于分离不消化材料。

4. 利用含有和不含有修饰剂的超临界流体萃取（SFE）进行的不消化材料的脂肪萃取。

2.1.3 材料

用于 EDMO 法的酶包括胃蛋白酶（来自猪胃黏膜，2000 FIP U/g，Merck 7190），胰酶（来自猪胰腺，Ⅶ级，活性 4×USP，P-1750，Sigma）。所有其他化学物质为分析用的等级，购自 Sigma-Aldrich(St.Louis，MO)。

2.1.4 样品的制备

亚麻子、黑麦粉、含有亚麻子的黑麦面包、普通黑麦面包、两种全部膳食被冷冻干燥，用咖啡磨磨碎并过滤，形成市售的 0.7mm 以下的微粒。

2.1.5 体外消化

按照几乎没有调整的 EDMO 的描述进行体外消化。简言之，小心地使磨碎和过滤的样品（0.5g）悬浮于磷酸缓冲液 A（25mL；0.1M；pH6）中，接着加入盐酸(10mL；0.2M)和胃蛋白酶悬浮液(1mL；0.2 M 盐酸中 25mg/mL)。用盐酸（1M）或氢氧化钠（1M）将该悬浮液 pH 调整至 2。向该悬浮液中加入叠氮化钠（0.5mL；0.05%）并在带有自动振荡机的 40℃水浴中孵育 75 分钟。然后向胃蛋白酶中加入氢氧化钠（5mL；0.6M）和磷酸缓冲液 B（10mL；0.2M；pH6.8)。然后用氢氧化钠（1M）或盐酸（1M）将 pH 调整至 6.8。加入胰酶悬浮液（1mL；磷酸缓冲液 B 中 100mg/mL)，该消化在在带有自动振荡机的 40℃水浴中继续 18 小时。孵育后，将该消化的样品离心(10 分钟 6000 转，4℃)，将沉淀物和上清夜分离并冷冻干燥。

通过 EDMO 法的体外消化提供了未消化的试验材料的测量。该未消化的试验材料一般以膳食纤维为代表，其中更大部分来源于未消化的多糖类、木质体和其他类型的相关的未消化植物材料。

脂肪萃取物提供了关于该试验材料的油/脂质含量的信息。该萃取以有修饰剂和没有修饰剂进行。亲脂性脂肪成分以没有修饰剂被获得，同时有修饰剂的萃取提供了含有更多两性化合物如磷酸脂质的成分。

使用从EDMO法中获得的不消化的材料进行的脂肪的二次萃取提供了该

试验材料不消化部分中被吸收的脂肪数量的测量值。

2.1.6 二氧化碳超临界萃取（SFE-CO_2）

使用实验室规模的超临界流体萃取系统进行油和脂质的萃取。通过调整压力和温度将二氧化碳（纯度 99.9%）压缩成为超临界流体，以获得期望的用于油和脂质萃取的性质。磨碎并过滤的样品（2g）被装进萃取管并放入萃取室中。将萃取物收集在玻璃试管中。600 bar 下的 CO_2 以 4L/min 的流速进行萃取。釜内温度控制在 60℃，闸阀温度为 90℃。油的萃取进行 30 分钟。

2.1.7 以乙醇为修饰剂的 SFE

SFE-CO_2 萃取后，向超临界流体中加入乙醇作为修饰剂，继续进行萃取。萃取条件如先前描述的 SFE-CO_2 的条件。乙醇的流速为 1mL/min，形成约 10% 的乙醇。该 SFE 修饰剂部分被收集在另外的玻璃试管中。该脂质萃取进行 30 分钟。

2.2 结果

试验材料的 SFE 分析显示，亚麻子中的油含量高，另外意料之内地，含有亚麻子的黑麦面包的油含量高于不含亚麻子的黑麦面包的油含量（表 2.1）。脂肪一次萃取的分析（SFE 分析）显示，试验材料中的脂肪含量由甘油三酯的决定（表 2.1）。

表 2.1：干物质含量（g/100g）和以初始数量的干物质的总萃取油和脂质的%表示的、SFE 萃取的试验材料的脂肪（油和其他脂质）（平均值±SD；n=2）

	亚麻子 (%)	含有亚麻子的黑麦面包 (%)	不含亚麻子的黑麦面包 (%)	黑麦粉 (%)	有不含亚麻子的黑麦面包的膳食* (%)	有含有亚麻子的黑麦面包的膳食 (%)
干物质含量 1)	93	56	59	89	31	32
SFE CO_2	31.4 ± 4.0	2.7 ± 0.4	0.2 ± 0.1	0.8 ± 0.1	10.4 ± 0.5	10.9 ± 0.5
SFE CO_2 + EtOH	2.9 ± 0.8	0.8 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	2.7 ± 0.5	2.6 ± 0.2
合计	34.3 ± 3.2	3.5 ± 0.5	0.7 ± 0.1	1.3 ± 0.0	13.1 ± 0.7	13.4 ± 0.6

* 平均值±SD； n=3； 1)单次测定

亚麻子、含有亚麻子的黑麦面包、不含亚麻子的黑麦面包、黑麦粉、不含亚麻子的膳食和含有亚麻子的膳食的体外消化（$EDOM_i$）后的不溶材料的

数量表现出如图 1 所示的差异。

体外 EDOM 消化后，该亚麻子样品导致数量上最大量的不溶性材料。但是，通过含有和不含亚麻子的黑麦面包的 EDOM 获得的不溶性材料的份额是特别有益的。结果显示，从含有亚麻子的黑麦面包的获得的不溶性材料的数量比从不含亚麻子的黑麦面包的获得的高得多（p=0.038；t-实验；图 1）。含有和不含亚麻子的整体膳食之间没有发现不溶性 $EDOM_i$ 数量上的显著差异。

体外消化后的可溶性和不溶性部分中的油和脂质的总含量如表 2.2 所示。绝大部分来自亚麻子的油和脂质被发现在 $EDOM_i$（70%）的不溶性材料中，其更易于被吸收进入其他的不消化材料。一般地，更高含量的油和脂质被发现在含有亚麻子的制品中的 $EDOM_i$ 材料的不溶性部分中，同时，含有和不含亚麻子的可溶性 $EDOM_i$ 部分中的油和脂质是相似的。来自于黑麦面包的不溶性 $EDOM_i$ 部分中的油和脂质的数量显著高于从不含亚麻子的黑麦面包中所获得的（p=0.032；t-实验；表 2.2）

表 2.2：通过亚麻子、含有亚麻子的黑麦面包、不含亚麻子的黑麦面包、黑麦粉、含有亚麻子的膳食和不含亚麻子的膳食中的可消化的干物质的可溶性和不可溶性部分的 SFE 获得的总的油和脂质（平均值±SD；n=3）

	亚麻子(%)	含有亚麻子的黑麦面包 (%)	不含亚麻子的黑麦面包 (%)	黑麦粉(%)	有不含亚麻子的黑麦面包的膳食 (%)	有含有亚麻子的黑麦面包的膳食 (%)
$EDOM_i$ soluble	6.56 ± 2.16^{a}	1.86 ± 0.50^{b}	1.43 ± 0.35^{b}	0.17 ± 0.03^{c}	5.75 ± 1.06^{a}	5.01 ± 1.27^{a}
$EDOM_i$ insolub.	15.75 ± 3.26^{a}	2.26 ± 0.33^{b}	1.07 ± 0.64^{c}	$1.51\pm0.79^{b,c}$	3.17 ± 0.42^{d}	4.20 ± 0.29^{e}
合计	22.31 ± 4.49^{a}	4.12 ± 0.17^{b}	2.50 ± 0.98^{c}	1.67 ± 0.81^{c}	8.91 ± 1.43^{d}	9.27 ± 1.44^{d}

^{abcd}表中每行的不同字母表示显著差异值（$P < 0.05$; t-实验）

表 2.2 的结果也显示，含有亚麻子的膳食的不溶性 $EDOM_i$ 部分中的油和脂质的数量显著高于不含亚麻子的膳食中所获得的（p=0.013；t-实验）。

另外，比较表 2.1 和表 2.2 的结果可以看出，试验材料中的总脂质和油的约 65%在 $EDOM_i$ 后被回收。这说明，来自亚麻子的油和脂质的初始数量的约

1/3 在体外消化过程中被氧化或降解。这一结果表明，亚麻子中包含的脂肪的主要部分在哺乳动物的胃肠道中是不消化的。

表 2.3 表示实际的组成和此时的不溶性 EDOM 中的油和脂质的含量。该结果显示，亚麻子的不溶性 $EDOM_i$ 材料的约 1/3 由脂质和油组成，但黑麦面包的不溶性 $EDOM_i$ 的仅约 5%是油和脂质成分。

当油和脂质的含量以不溶性的不消化材料的%表示时，含有或不含亚麻子的黑麦面包之间和有含有或不含亚麻子的黑麦面包之间的显著差异消失，但保持该倾向。

表 2.3：亚麻子、含有亚麻子的黑麦面包、不含亚麻子的黑麦面包、黑麦粉、含有亚麻子的膳食和不含亚麻子的膳食中的不消化材料的不溶性部分中总的油和脂肪（平均值±SD；n=3），以体外消化后的不溶性干物质的%表示

	亚麻子 (%)	含有亚麻子的黑麦面包 (%)	不含亚麻子的黑麦面包 (%)	黑麦粉 (%)	有不含亚麻子的黑麦面包的膳食 (%)	有含有亚麻子的黑麦面包的膳食 (%)
$EDOM_i$ insolubl.	32.69 ± 2.16^{a}	7.17 ± 0.72^{b}	4.13 ± 2.34^{b}	5.69 ± 2.92^{b}	20.62 ± 2.48^{c}	$29.44\pm8.89^{a,c}$

^{abc} 不同字母表示显著差异值（$P < 0.05$;t-实验）

2.4 结论

表 2.2 中的结果表示，含有亚麻子的黑麦面包（4.12±0.17）中的脂肪结合和/或脂肪吸附（以干物质的%表示）显著高于不含亚麻子的黑麦面包（2.50±0.98）。另外，与有不含亚麻子黑麦面包的膳食（3.17±0.42）中获得的油和脂质数量相比，在有含有亚麻子黑麦面包的膳食（4.20±0.29）的不溶性的不消化部分中发现更高数量的油和脂质。这主要是由于不消化材料的不溶性成分中更高的脂肪含量。组成上，与不含亚麻子的产品相比，含有亚麻子的不溶性不消化产品中的油和脂质可能比例更高（表 2.3）。来自含有亚麻子的产品的不溶性 $EDOM_i$ 成分中的更大量的油和脂质，与给予含亚麻子膳食的受试者的粪便样品中脂质含量更高的结论是一致的。因此，该结果支持亚麻子导致脂肪结合/脂肪吸附作用的人类干预研究（实施例 1）的结论。

参考文献

Bligh EG & Dyer WJ. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 37:911-7.

Cummings JH & Wiggins HS. 1976. Transit through the gut measured by analysis of a single stool. Gut. 17:219-23.

Cunnane SC, Ganguli S, Menard C 等人. 1993. High alpha-linolenic acid flaxseed (Linum usitatissimum) : some nutritional properties in humans. Br J Nutr. 69:443-53.

FAO/WHO. FAO/WHO/UNU. 1985. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724. WHO Geneva.

Kleiber M. The Fire of Life. 1987. An Introduction to Animal Energetics.

Knudsen KE. 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Animal Feed Science Technology 67:319-38.

Livesey G. 1990. Energy values of unavailable carbohydrate and diets: an inquiry and analysis. Am J Clin Nutr 50:617-37.

Sandstrom B, Bugel S, McGaw BA, Price J & Reid MD. 2000. A high oat-bran intake does not impair zinc absorption in humans when added to a low-fiber animal protein-based diet. J Nutr 130:594-9.

Wolever TMS & Jenkins DJA. 2001. Effect of Dietary Fiber and Foods on Carbohydrate Metabolism. In: Spiller GA, ed. Dietary Fiber in Human Nutrition. CRC Press 321:60.

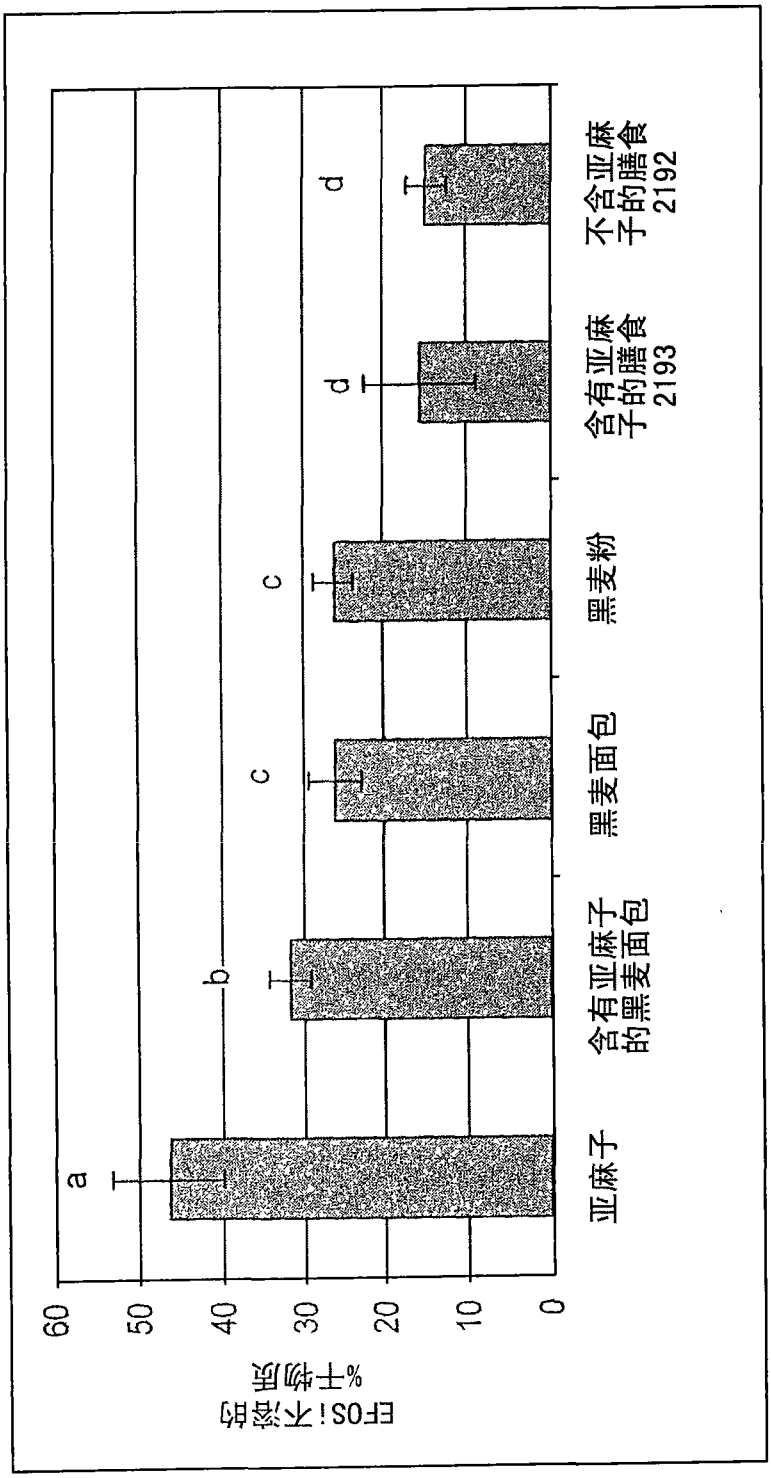
EFOS!不溶的
%干物质
60
50
40
30
20
10
0
a
b
c
c
d
d
亚麻子
含有亚麻子的黑麦面包
黑麦面包
黑麦粉
含有亚麻子的膳食2193
不含亚麻子的膳食2192

图1