



# Effects of Dietary Fiber on Intestinal Flora

Xinyue Li, Shengjie Ren\*

Department of Food Quality and Safety, Soochow University, Suzhou, China

**Email address:**

601897646@qq.com (Shengjie Ren)

\*Corresponding author

**To cite this article:**

Xinyue Li, Shengjie Ren. Effects of Dietary Fiber on Intestinal Flora. *Asia-Pacific Journal of Biology*. Vol. 2, No. 4, 2019, pp. 26-29.

**Received:** November 30, 2019; **Accepted:** February 19, 2020; **Published:** March 3, 2020

**Abstract:** As the economic level and living rise increasingly, people are becoming more and more censorious on the food quality and safety in their daily life. The increasing industrialization of foodstuff makes people's food more and more refined. Along with a variety of foods rich in fat, sugar, and protein intake in our daily life, and the dietary fiber intake is relatively decreased. To be candid, people tend to ignore the balance of healthy diet frequently. In the human body, microbes play a crucial role in the healthy metabolism of all organisms, and microbes can interact with the host's immune system. The study of intestinal flora has greatly increased our understanding of the microbiome and the relationship between microbiome and our health and disease. Therefore, it is very necessary to study the effect of dietary fiber intake on the intestinal flora of human being. The intestinal dysfunction caused by insufficient intake of dietary fiber has also gradually drawn people's attention to the food rich in dietary fiber. In this review, the concept and classification of dietary fiber and intestinal flora as well as the influence of dietary fiber on intestinal flora are reviewed, and the application of dietary fiber in our food is considered.

**Keywords:** Dietary Fiber, Intestinal Flora, Health

## 膳食纤维对肠道菌群的影响

李心月, 任胜杰\*

苏州大学食品质量与安全系, 苏州, 中国

**邮箱**

601897646@qq.com (任胜杰)

**摘要:** 随着经济生活水平的日益提高, 人们对饮食的要求也越来越高, 食品的工业化程度增强促使人们的食物愈发精细。伴随着各种高脂、高糖、高蛋白的食物摄入量增加, 膳食纤维摄入量相对减少, 人们往往忽略了健康饮食的平衡性。微生物在包括人类在内的所有生物的健康代谢中都起着至关重要的作用, 还与宿主免疫系统相互作用。肠道菌群的研究很大程度上增加了我们对微生物群以及其与健康 and 疾病关系的认识, 所以对于膳食纤维的摄入对肠道菌群的影响是很有必要。由于膳食纤维摄入不足而引起的肠道功能紊乱, 已逐渐引起了人们对于膳食纤维食品的关注。本文简单介绍膳食纤维以及肠道菌群的定义、分类, 关于膳食纤维对肠道菌群的影响进行了综述, 并对膳食纤维在食品中的应用进行思考。

**关键词:** 膳食纤维, 肠道菌群, 健康

## 1. 膳食纤维的定义及分类

### 1.1. 膳食纤维的概念

随着人们对于健康生活的关注, 膳食纤维也渐渐走入人们视线中。在20世纪70年代以后, 随着食品营养学的发展, 人们逐渐认识到膳食纤维并不是废物, 反而是一种对人体有很好的保健功能的, 能预防多种疾病的物质。于是, 膳食纤维被营养学家认为是与碳水化合物、脂肪、蛋白质等并列的“第七营养素”。有大量的调查研究结果表明, 一旦摄入的膳食纤维量不足, 则可能导致肥胖、糖尿病、动脉粥样硬化、冠心病等众多疾病。

膳食纤维这一词的出现可追溯至1953年, Hipsley在其发表的研究论文中首次提出了膳食纤维 (Dietary fiber, DF) 的概念。他把纤维素、半纤维素及木质素等构成植物细胞壁的成分统称为膳食纤维, 并且提出了膳食纤维能降低孕妇患毒血症风险的假说[1]。在经过60多年的研究, 当今的研究者普遍认为膳食纤维是指天然存在于植物中, 或提取的, 或合成的碳水化合物的聚合物, 是一种聚合度不小于3的, 不能被人体消化吸收但是对人体有健康意义的物质, 包括纤维素、半纤维素、木质素、果胶、树胶、粘胶等[2]。

### 1.2. 膳食纤维的分类

根据膳食纤维的来源和性质, 膳食纤维有不同的分类标准, 以下部分主要从膳食纤维的来源, 水溶性和其在大肠内的发酵程度进行分类。

#### 1.2.1. 水溶性

根据膳食纤维的水溶性分类, 可以将其分为水溶性膳食纤维 (SDF) 和水不溶性膳食纤维 (IDF)。水不溶性膳食纤维主要存在于小麦、大部分的谷物和蔬菜中, 如纤维素、木质素和半纤维素, 它们都是植物细胞壁主要组成成分。水溶性膳食纤维由半纤维素多糖组成, 包括存在于果蔬、粮食作物和水产品中的果胶和凝胶等。水溶性的膳食纤维一般为非结晶型的、极性的纤维。

#### 1.2.2. 来源

根据获取膳食纤维来源的不同, 对膳食纤维进行分类, 主要分为粮油类, 水产类, 果蔬类和其他膳食纤维[3]。粮油类膳食纤维主要来源于小麦, 燕麦、玉米、高粱等多种谷物, 大多为水不溶性纤维。水产类膳食纤维主要是指从藻类提取的膳食纤维, 包括褐藻, 红藻, 鼠尾藻等。果蔬类膳食纤维来源丰富, 大多数蔬菜水果中都含有膳食纤维, 例如香蕉, 橘子, 白菜等。其他膳食纤维包括从微生物中提取到的膳食纤维。

#### 1.2.3. 发酵程度

根据在大肠内的发酵程度分类, 膳食纤维主要被分为以下两种: 部分发酵类纤维和完全发酵类纤维。部分发酵类纤维包括木质素、半纤维素、纤维素、角质等, 而完全发酵类纤维包括果胶、海藻胶、 $\beta$ -葡聚糖、巴尔豆胶等[4]。

## 2. 肠道菌群的定义与分类

肠道菌群, 简言之, 就是在肠道中生存着的大量细菌群, 可以大致被分为共生菌群, 条件致病菌群和致病菌群3种类型:

### 2.1. 共生菌群

共生菌群主要包括乳酸杆菌 (*Lactobacillus Beijerinck*)、拟杆菌 (*Bacteroidaceae*)、梭菌 (*Clostridium*)、双歧杆菌 (*Bifidobacterium*), 这些菌群占到了肠道菌群的大多数, 且为厌氧菌[5]。它们能够跟人共生, 帮助肠道消化多种食物, 并对肠道有保护作用。现在各类酸奶饮品中的益生菌, 主要指的是双歧杆菌和乳酸杆菌, 以及包括现有的多种益生元和益生菌, 都是为了创造双歧杆菌的生长最适条件, 以补充双歧杆菌的量, 保持其优势菌群地位。

### 2.2. 条件致病菌群

条件致病菌主要包括肠球菌、肠杆菌等, 例如大肠杆菌 (*Escherichia coli*), 金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 等。这些细菌的数量虽然不多, 但也存在一定的安全隐患。当我们的肠道保持健康状态时, 共生菌群在肠道菌群结构中占压倒性的优势。在此情况下, 条件致病菌群就不会对我们的身体造成任何危害; 但是, 当由于饮食不当等原因破坏肠道环境, 从而打破肠道菌群的平衡, 就会引起多种肠道疾病[6]。

### 2.3. 致病菌群

致病菌群包括伤寒沙门氏菌 (*Salmonella enterica subsp. enterica*)、致病大肠杆菌 (*Enteropathogenic escherichia coli*) 等多种导致人体患上严重疾病的细菌。这些菌原本不应该存在肠道中, 但通常在未做好必要防护措施情况下随着食物进入我们的肠道中[7], 进而对机体造成极大危害。

## 3. 膳食纤维对肠道菌群的影响

### 3.1. 菌群优势改变

可发酵类膳食纤维会在肠道菌群的作用下分解, 从而产生大量短链脂肪酸, 如乙酸、丙酸、丁酸等。短链脂肪酸作为重要的能量物质, 能够维持肠道粘膜上皮细胞正常的代谢功能, 保护其正常的形态和功能, 起到了促进水和钠离子的吸收、调节肠道功能的作用[8], 从而导致肠道环境改变, 并促使肠道pH在一定程度上降低。肠道pH降低有利于益生菌的繁殖, 益生菌的增加对肠道中条件致病菌能起到明显的抑制作用[9], 进而有利于人体健康。

孙元琳[10]等研究发现谷物中膳食纤维——戊聚糖能被肠道中具有特定的酶的细菌所降解, 故能够增殖双歧杆菌和乳酸杆菌等有益菌。朱凤霞[11]等研究表明, 用米糠水溶性膳食纤维对双歧杆菌的生长具有增殖作用, 但对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的生长则具有抑制作用。崔峻[12]等研究改性番茄皮中膳食纤维对链脲佐菌素(STZ)诱导糖尿病大鼠肠道菌群的影响, 结果发现肠道菌群中总共

有8株优势菌,它们分别来自双歧杆菌属、真杆菌属、梭菌属和乳杆菌4个属,说明可溶性番茄皮膳食纤维能促进肠道丁酸菌的增殖;而超微粉碎番茄皮膳食纤维能促进乳酸利用菌的增殖。人类饮食习惯会导致肠道微生物变化:高脂肪和蛋白质的摄入与拟杆菌水平上升有关[13],而高纤维摄入量与水平的提高与普氏菌有关[14]。

### 3.2. 改善肠道微环境

膳食纤维不能被哺乳动物小肠中的酶所利用,但可以在结肠共生菌群的作用下部分发酵或全部发酵[15]。例如纤维素和半纤维素等不溶性的膳食纤维只有部分被降解[16],但是水溶性的果胶和树胶可以被细菌完全降解[17],与此同时,酸性物质的生成会使肠道环境的pH值下降,对于肠道内的有益菌,如双歧杆菌、乳酸菌等嗜酸的增殖有促进作用,进而维持和改善肠道内微环境,直接有利于肠道的畅通能力,增加排便量[18]。此外,2017年发表于Science的研究显示,Mariana X. Byndloss[19]等研究人员发现肠道中的细菌消化膳食纤维产生的副产物可以通过作为合适的能源物质,帮助肠道细胞维持肠道健康。能够利用膳食纤维的有益菌只能在无氧的环境中存活下来,这也就说明了我们的肠道细胞和肠道菌群一起形成了一种维持肠道健康的模式。

### 3.3. 保护肠壁细胞

Petia Kovatcheva-Datchard[20]研究团队证实,人的上消化道的消化酶不会降解木聚糖,因此木聚糖会到达结肠,在那里它们会受到共生菌群某些成员的广泛降解,如果长时间进行低膳食纤维的饮食,肠道中共生的肠道菌群会因为无食而开始吞食肠道黏液和肠壁。

### 3.4. 维护微生物的多样性

Sonnenburg Erica D[21]构建的小鼠模型显示,西式饮食(高脂肪、碳水化合物及低膳食纤维)可以导致肠道微生物丰度降低。多种多样的复合碳水化合物被归为膳食纤维一类,这些分子的类型和数量都是影响微生物群组成和功能的主要因素[22]。存在于哺乳动物肠道中的复杂的微生物生态系统会遭到低膳食纤维饮食的破坏,并且对于其后代而言,这样的破坏是不可逆转的[23]。只要肠道菌群中的重要有益菌完全死亡,优势菌群改变,仅仅通过饮食等外界条件的改变是很难恢复以前的微生物系统的多样性。此外,研究发现包括膳食纤维摄入量减少在内,多方面的因素导致的肠道微生物生态的恶化,是移民人群慢性疾病负担增加的一个早期原因[24]。当Vangay[25]等人没有观察到纤维消耗和微生物群组成之间的联系时,第一代苗族人的微生物群降解许多复合碳水化合物的能力下降,如甘南、纤维素、木葡聚糖和淀粉。所以我们更应该注重日常生活中膳食纤维的摄入。

### 3.5. 可能导致肝癌

Matam Vijay-Kumar[26]的团队在Cell上发表一项重要的研究,首次发现菊粉等精加工的可溶性膳食纤维,在失衡的肠道菌群作用下会引发肝癌,而用果胶和低聚果糖替代菊粉之后时,也得到了类似的结果。喂食水不溶性的

膳食纤维和未经过精加工的饲料未发现引发肝癌的症状。非水溶性的纤维素可以增强肠道的蠕动,不会在肠道被发酵,这可能是它不会引发肝癌的原因。而具体是哪些微生物参与引发肝癌的具体分子机制还没有查明。所以对于那些肠道菌体失衡的人,水溶性纤维,尤其是精制的纤维,在肠道的异常发酵很有可能会增加他们肝癌的患病率。

## 4. 膳食纤维在食品工业的应用

人们饮食习惯的改变使得肠道菌群中的有益菌群的数量减少,肠道的消化功能下降,我们如何改变这种现状已经成为一个严峻的问题。林永华[27]的研究结果发现高糖高脂的膳食喂养的小鼠肠道中的乳酸菌明显减少,而在引入糙米食疗膳食之后,肠道中的乳酸菌数得到了显著提升。研究者表示膳食纤维摄入量的下降很可能会改变人体肠道菌群的优势菌群,并在几代之内很难恢复。所以膳食纤维在现代食品工业中的应用显得尤为重要。

膳食纤维在食品工艺上的应用在不断地发展,虽然这样的产品已经在市场上出现,但是消费者可以选择的方便、美味、具有吸引力的膳食纤维食品种类还远远不够,并且与其他一般的食品的竞争优势不强。膳食纤维的功能性还有很多方面值得研究,且将更加注重人的健康和生态环境的可持续发展,并针对消费者健康的个性化的饮食保障方案。

如今的人们更加注重饮食的平衡与健康,对于那些想要在膳食纤维食品市场占有一席之地 的公司也应该针对不同地区的人群、不同取向的人群,相对应的开发不同的口味,不同形式,便于食用的膳食纤维食品。如今我们在超市中也已看到了许多添加了膳食纤维的新产品出现,例如可口可乐公司推出了添加膳食纤维的饮料,雪碧纤维+、纯悦神纤水和可口可乐纤维+,我们已经能在超市等地方发现它们的踪迹。不仅是这一家公司发现这一商机,包括现在许多高纤麦麸饼干的出现,我们可以看到企业在与时俱进,人们不再局限于吃的好的层面上,而是在乎吃的是否健康。

## 5. 结论与展望

综上所述,膳食纤维在食品及健康影响方面的重要作用已经逐渐引起关注。但由于受膳食纤维以及肠道菌群当前的基础研究水平所限,尚存在许多疑问。如哪些膳食纤维更适于补充在食品中,哪些人群更需要补充膳食纤维,在不同身体状态条件下需要补充多少膳食纤维。因此,如何能够使得膳食纤维安全健康,精准有效的被利用仍旧需要大量的研究工作做基础。

随着消费方式升级的趋势日益明显,膳食纤维相关食品未来一定会占领市场的一席之地。但我们还需要对膳食纤维的功能进行更多的研究以保证其足够的安全性。对于相关研究人员而言,应该投入更多的精力在膳食纤维摄入对于除了肠道菌群以外其他方面的影响。如今膳食纤维的市场正在进一步扩张,那么一定要做到对其毒理学的验证,以做到食品中应用的绝对安全。食品生产者和消费者

都将更加遵循饮食营养与健康的平衡和协调, 将极大提高社会成员的健康水平, 通过平衡饮食和营养来防止现代慢性疾病的发生概率。通过研究水平的进步, 能更好地做到食品生产经营与环境保护的协调发展, 实现人类与生物圈的可持续演化。

## 参考文献

- [1] 杨月欣. 食物中主要碳水化物的分类[J]. 国外医学(卫生学分册), 2000(04):223-227.
- [2] 扈晓杰, 韩冬, 李铎. 膳食纤维的定义、分析方法和摄入现状[J]. 中国食品学报, 2011, 11(03):133-137.
- [3] 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(01):49-51.
- [4] 陈菲菲. 红藻废渣提取水不溶性膳食纤维的研究[D]. 福建农林大学, 2009.
- [5] 黄皓, 郝丽, 肖向红, 张晶钰, 柴龙会, 刘畅. 肠道菌群功能及检测技术研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(13):45-48.
- [6] 彭帅, 沈磊. 肠道菌群与炎症性肠病的研究进展[J]. 医学综述, 2019, 25(16):3141-3145+3150.
- [7] 刘志东. 归因于暴雨洪涝的感染性腹泻疾病负担评价及预估研究[D]. 山东大学, 2016.
- [8] 韩冬. 膳食纤维与肠道健康[J]. 中国微生态学杂志, 2013, 25(10):1225-1228.
- [9] 连晓蔚, 彭喜春. 肠道菌群利用去淀粉麦麸体外发酵产短链脂肪酸[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2011, 32(03):290-293.
- [10] 孙元琳, 陕方, 赵立平. 谷物膳食纤维——戊聚糖与肠道菌群调节研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(09):326-330.
- [11] 朱凤霞. 米糠水溶性膳食纤维的优化提取及功效特性研究[D]. 中南林业科技大学, 2015.
- [12] 崔峻, 郑刚, 胡娟, 赵国华. 改性番茄皮膳食纤维对糖尿病大鼠肠道菌群的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(15):261-266.
- [13] L. A. David, C. F. Maurice, R. N. Carmody, D. B. Gootenberg, J. E. Button, B. E. Wolfe, A. V. Ling, A. S. Devlin, Y. Varma, M. A. Fischbach, et al. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome [J]. *Nature*, 505 (2014), pp. 559-563
- [14] R. A. Koeth, Z. Wang, B. S. Levison, J. A. Buffa, E. Org, B. T. Sheehy, E. B. Britt, X. Fu, Y. Wu, L. Li, et al. Intestinal microbiota metabolism of L-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis [J]. *Nat. Med.*, 19 (2013), pp. 576-585
- [15] 何李. 加工处理对膳食纤维理化及发酵特性的影响[D]. 西南大学, 2008.
- [16] 席路. 玉米皮膳食纤维对TFA致高脂血症小鼠血脂调节及抗氧化能力的研究[D]. 武汉工业学院, 2011.
- [17] 田成. 不溶性豆渣膳食纤维改性工艺及物化特性研究[D]. 湖北民族学院, 2010.
- [18] 吴洪斌, 王永刚, 郑刚, 胡娟, 吴宏, 刘成江, 郭安民, 王俊刚. 膳食纤维生理功能研究进展[J]. 中国酿造, 2012, 31(03):13-16.
- [19] Byndloss Mariana X, Olsan Erin E, Rivera-Chávez Fabian, Tiffany Connor R, Cevallos Stephanie A, Lokken Kristen L, Torres Teresa P, Byndloss Austin J, Faber Franziska, Gao Yandong, Litvak Yael, Lopez Christopher A, Xu Gege, Napoli Eleonora, Giulivi Cecilia, Tsois Renée M, Revzin Alexander, Lebrilla Carlito B, Bäumlér Andreas J. Microbiota-activated PPAR- $\gamma$  signaling inhibits dysbiotic Enterobacteriaceae expansion. [J]. *Science (New York, N. Y.)*, 2017, 357 (6351).
- [20] Petia Kovatcheva-Datchary, Anne Nilsson, Rozita Akrami, Ying Shui-an Lee, Filipe De Vadder, Tulika Arora, Anna Hallen, Eric Martens, Inger Björck, Fredrik Bäckhed. Dietary Fiber-Induced Improvement in Glucose Metabolism Is Associated with Increased Abundance of Prevotella[J]. *Cell Metabolism*, 2015, 22 (6).
- [21] Sonnenburg Erica D, Smits Samuel A, Tikhonov Mikhail, Higginbottom Steven K, Wingreen Ned S, Sonnenburg Justin L. Diet-induced extinctions in the gut microbiota compound over generations. [J]. *Nature*, 2016, 529 (7585).
- [22] Desai Mahesh S, Seekatz Anna M, Koropatkin Nicole M, Kamada Nobuhiko, Hickey Christina A, Wolter Mathis, Pudlo Nicholas A, Kitamoto Sho, Terrapon Nicolas, Muller Arnaud, Young Vincent B, Henrissat Bernard, Wilmes Paul, Stappenbeck Thaddeus S, Núñez Gabriel, Martens Eric C. A Dietary Fiber-Deprived Gut Microbiota Degrades the Colonic Mucus Barrier and Enhances Pathogen Susceptibility. [J]. *Cell*, 2016, 167 (5).
- [23] Hao Tran, Alexis Bretin, Anesh Adeshirlarijaney, Beng San Yeoh, Matam Vijay-Kumar, Jun Zou, Timothy L. Denning, Benoit Chassaing, Andrew T. Gewirtz. "Western-Diet"-Induced Adipose Inflammation Requires a Complex Gut Microbiota [J]. *Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology*, 2019.
- [24] Justin Sonnenburg, Erica Sonnenburg. A Microbiota Assimilation [J]., 2018, 28 (5).
- [25] Vangay Pajau, Johnson Abigail J, Ward Tonya L, Al-Ghalith Gabriel A, Shields-Cutler Robin R, Hillmann Benjamin M, Lucas Sarah K, Beura Lalit K, Thompson Emily A, Till Lisa M, Batres Rodolfo, Paw Bwei, Pergament Shannon L, Saenyakul Pimpanitta, Xiong Mary, Kim Austin D, Kim Grant, Masopust David, Martens Eric C, Angkurawaranon Chaisiri, McGready Rose, Kashyap Purna C, Culhane-Pera Kathleen A, Knights Dan. US Immigration Westernizes the Human Gut Microbiome. [J]. *Cell*, 2018, 175 (4).
- [26] 美国:首次发现可溶性膳食纤维在小鼠肠道菌群失衡时会引发肝癌[J]. 中国食品学报, 2018, 18(11):20.
- [27] 林永华. 糙米食疗米饭的工艺优化及其降血糖、降血脂机理的初步探究[D]. 浙江大学, 2015.