

亚麻籽胶的研究进展与应用

陈海华 许时婴 王 璋

(江南大学食品学院, 无锡, 214036) T5202 A

摘 要 亚麻籽胶主要从亚麻籽种子或脱脂饼粕中提取, 是一种杂多糖, 在食品中可用作乳化剂、增稠剂及稳定剂。文章详细介绍了亚麻籽胶的提取、制备、结构、性质及其应用等方面的国内外研究进展。

关键词 亚麻籽胶, 研究进展, 应用

亚麻(*Linum usitatissimum* L.)属亚麻科、亚麻属^[1], 主要产于加拿大、印度、美国、阿根廷和前苏联等国, 1991 年全球亚麻籽产量达 270 万 t。我国西北、内蒙、黑龙江、河北等地多干旱少雨, 所以抗干旱能力较强的亚麻成了这些地区不可替代的经济作物, 年产亚麻籽达 10 万 t 左右。

亚麻籽品种较多, 但大致可分为 3 类: 油用型、纤维用型、兼用型。亚麻籽是蛋白质、亚麻籽胶、膳食纤维的潜在资源。亚麻籽的种子由壳和仁组成, 亚麻籽壳约占种子重量的 30%~39%, 含有少量的蛋白质和油, 而富含多聚的碳水化合物^[2]。亚麻籽中胶的含量约占种子重量的 2%~10%, 随品种和栽培区域不同而不同^[3]。

亚麻籽胶是一种杂多糖, 在食品中可用作乳化剂、增稠剂及稳定剂。对于亚麻籽胶的研究, 国内目前尚未有相关的详细研究报道, 但是加拿大、德国、日本等国在这方面研究较多。

1 亚麻籽胶的提取、制备、纯化

亚麻籽胶主要从脱脂饼粕或亚麻籽种子中提取, 通常采用水提取法, 在提取过程中加入铁盐可防止单宁的溶出^[4]。也可采用加压蒸气从亚麻籽中提取亚麻籽胶^[5]。亚麻籽胶的产率为 3.5%~9.4%, 它与提取的方法有关。Oomah 等人^[6]指出, 水与种子的比

例影响到固形物的含量、产率和胶的质量。Fedeniuk 等人^[7]研究发现, 亚麻籽胶的产率和蛋白质的含量随提取的温度和原料的性质而变化, 在 4℃ 提取得到的胶的纯度高但产率低; 随提取温度的升高, 胶的产率增加, 同时胶中蛋白质的含量也增加, 亚麻粕中提取的胶中蛋白质含量高于从种子中直接提取的胶中蛋白质含量。Cui^[8]等人认为, 温度、pH 对胶的产率和质量有明显的影响, 而水与种子的比例是次要的因素, 并利用响应面分析确定了亚麻籽胶提取的最佳方案: 温度为 85~90℃, pH 6.5~7.0, 水: 种子 = 13 mL: 1 g。Mazza 等人^[9]建议, 为了减少亚麻籽胶的褐变, 提高亚麻籽胶的产率, 先用沸水浸泡种子, 然后在室温下 (25℃) 提取, 2 h 内大约有 90% 的亚麻籽胶被提取出来。Don 等人^[10]将亚麻壳与水按 1g: 30 mL 混合, 在 pH 4.5、60~80℃ 下搅拌 1 h, 离心、分离并调 pH 至 7.0, 真空浓缩, 喷雾干燥得到与蛋白质分离的亚麻籽胶产品。Oomah 等人^[11]将亚麻籽与磷酸钾缓冲液 (pH 7.0) 按 1g: 13 mL 在 85℃ 混合, 提取水溶性多糖。Dev 等人^[12]通过干法分离得到高含量胶的蛋白粉 (HMPF) 和低含量胶的蛋白粉 (LMPF), 通过碱溶沉工艺制得高含量胶的分离蛋白 (HMPI) 和低含量胶的分离蛋白 (LMPI)。Wanasundara 等人^[13]采用化学法 (水或 NaHCO₃) 和酶法 (纤维素酶、果胶酶) 脱除亚麻籽胶。

第一作者: 博士研究生, 讲师。

收稿时间: 2002-05-22, 改回时间: 2002-08-05

Oomah 等人^[6]发现水与种子的比例、进料温度、出料温度是影响亚麻籽胶产率、流变性质、颜色、生氰糖苷含量的主要因素,采用响应面分析确定了亚麻籽胶喷雾干燥的最佳工艺条件为:水:种子=18 mL:1 g,进料温度为61.7℃,出料的最高温度为92℃,产率最高,但粘度较低。

Kalac 等人^[14]认为将提取的亚麻籽粗胶反复溶于水,离心、沉淀并不能除去胶中的蛋白质和矿物质,他们建议采用离子交换柱色谱和羧甲基纤维素柱对亚麻籽胶进行纯化,亚麻籽中胶的矿物质元素主要是钙离子。Fedeniuk 等人^[7]采用 Vega 粘土处理亚麻籽胶,可选择性吸附水溶性蛋白质,但同时也造成多糖的损失,并且胶中的灰分含量增加。

2 亚麻籽胶的组成与结构

Bailey 等人^[15]首次将亚麻籽胶分成酸性多糖和中性多糖2部分,Erskine 和 Jones^[16]、Hunt 和 Jone^[17]、Kalac^[18]、Muralikrishna^[19]等人对胶的结构进行了分析。

亚麻籽胶由酸性多糖和中性多糖组成,以酸性多糖为主,酸性多糖与中性多糖的摩尔比例为2:1^[20]。中性多糖主要由L-阿拉伯糖、D-木糖、D-半乳糖组成,其摩尔比为3.5:6.2:1.0。

中性多糖为高度支化的阿拉伯木聚糖,以1,4-β-D-木糖为主链,端基含有大量的吡喃阿拉伯糖单位,阿拉伯糖和半乳糖侧链连接在2和/或3位上。酸性多糖由L-鼠李糖、L-岩藻糖、L-半乳糖、D-半乳糖醛酸组成,其摩尔比为2.6:1.0:1.4:1.7。主链是1,2-连接的α-L-吡喃鼠李糖和1,4-连接的D-吡喃半乳糖醛酸残基,侧链是岩藻糖和半乳糖残基。基本上所有的D-半乳糖醛基都在主链上,所有的岩藻糖基和大约半数的L-半乳糖基存在于非还原性末端。

亚麻籽胶中单糖的组成随品种不同而不同。Cui 等人^[21]对12种的不同基因类型的亚麻籽胶进行分析,发现其化学成分随基因

类型而变化。Oomah 等人^[11]对12个地区的109个品种的亚麻籽进行研究,发现水溶性多糖的含量在3.6%~8.0%的范围内,中性多糖主要由葡萄糖、木糖、半乳糖、鼠李糖组成;92%的品种中鼠李糖的含量在10%~20%之间,木糖是第二碳水化合物组分;鼠李糖与木糖的摩尔比即为酸性多糖与中性多糖的摩尔比,在0.3~2.2之间变化;葡萄糖的含量在21%~40%,是中性多糖的主要组分;而岩藻糖是酸性多糖的次要组分,与品种有较大的相关性。Wannerberger 等人^[22]指出亚麻籽多糖主要由半乳糖醛酸(21%~36%)、木糖(19%~38%)、鼠李糖+岩藻糖(11%~16%)、半乳糖(12%~16%)、阿拉伯糖(8%~13%)、少量的葡萄糖(4%~6%)组成,阿拉伯糖与木糖的摩尔比为1:0.32~0.57,木糖和岩藻糖的摩尔比为12.5:1。他们还发现,中性多糖中主要是木糖(41%),其次是阿拉伯糖(18.8%)、鼠李糖和半乳糖(11%)、葡萄糖和岩藻糖分别为3.9%和3.5%。尽管单糖的相对组成随提取条件而变化,半乳糖醛酸、半乳糖、木糖、鼠李糖为主要单糖,而岩藻糖、阿拉伯糖、葡萄糖为次要单糖。

3 亚麻籽胶的性质

亚麻籽胶是一种白色粉末,能够缓慢的吸水形成一种具有较低粘度的分散体系^[20]。当浓度低于1~2 g/L时,能够完全溶解。

由于亚麻籽胶具有明显的胀润能力,在水溶液或悬浮液中具有很高的粘度,10 g/L的胶液的粘度为0.01~1 Pa·s,当胶溶液加热至75℃并冷却,得到粘度为0.5~20 Pa·s的半凝胶的产品^[23]。Fedeniuk 等人^[7]发现亚麻籽胶的中性多糖比酸性多糖具有较高的特性粘度(特性粘度分别为6.6和4.6 dL/g),在溶液中表现出明显的剪切变稀的特性和粘弹性,并发现在pH5.0~9.0内表现出稳定的粘性,但加入电解质后粘度大大降低。他们还发现亚麻籽胶的水结合能力(每克固

体可结合 16~30g 水)和流变学特性与瓜尔豆胶相似,随胶的浓度下降,剪切变稀的程度下降,温度升高,粘度下降。

Zemanova-Simaljakova 等人^[24]认为亚麻籽胶是非牛顿流体,他们发现在恒定的浓度下,随着温度升高,粘度按对数规律降低,在较高的浓度下,降低得更快;在恒定的剪切应力下,随浓度的增加,粘度按对数规律增加。机械搅打也能使胶液的粘度下降,机械搅打 1 min,质量浓度为 5~10 g/L 胶液的粘度下降 50% 左右,静置后粘度也很少恢复;随着搅拌次数的增加,粘度损失逐渐增加。因此,亚麻籽胶只能用于温和搅拌的工序中,或添加到稀溶液中。Wannerberger 等人^[22]对不同种类的亚麻籽提取的胶的流变性质进行分析,10 g/L 的胶液的粘度约为 0.02~0.08 Pa·s,并且粘度随质量浓度的增加而增加,随剪切速率的增加而降低。根据胶的种类和浓度不同,胶类似于粘流体、粘弹性流体、弹性体的性质。胶的弹性和粘度随木糖残基的增加和醛酸含量的降低而增加。

亚麻籽胶的中性多糖表现出明显的剪切变稀的特性和粘弹性,而酸性多糖表现出弱凝胶的性质^[25],这与组成它的多糖分子大小有关。Cui 等人^[26]研究发现,中性多糖比酸性多糖具有较高的水化体积。中性多糖由于具有较大分子体积,在较高的浓度下表现出剪切变稀的特性;而酸性多糖由于分子体积较小,类似果胶物质,在浓度接近 20 g/L 仍表现出牛顿流体的流动特性;由于阿拉伯木聚糖是亚麻籽胶中的主要成分,因而是产生剪切变稀和具有弱凝胶特性的主要原因。Cui 等人^[21]对 12 个不同基因类型的亚麻籽提取的胶进行分析,得到这样一个规律:中性多糖(阿拉伯木聚糖)含量高的表现出剪切变稀和弱凝胶的特性,而酸性多糖(鼠李糖、半乳糖醛酸)含量高的表现出较弱的流变学性质,是典型的粘弹性流体。

Mazza 等人^[9]报道,与角豆胶和瓜尔豆胶相比,亚麻籽胶中碳水化合物含量少,矿物

质和蛋白质含量高,水溶性高于瓜尔豆胶和角豆胶,低于阿拉伯胶,在 10 g/L 时表现良好的泡沫稳定性,非常稀的溶液表现出牛顿流体特性,而质量浓度超过 2 g/L 表现出剪切变稀的特性,在 pH 6~8 时,粘度较大,而加入 NaCl 则粘度降低。Wendt 等人^[27]研究发现,与阿拉伯胶相比,亚麻籽胶的沉降速度慢,触变稳定性和悬浮稳定性好。

Fedeniuk^[7]等人报道,由于亚麻籽胶中存在蛋白质,可能具有表面活性、乳化性和增稠稳定性。Dev 等人^[12]研究发现,将高含量胶的浓缩蛋白(HMPC)与低含量胶的蛋白粉(LMPF)、低含量胶的浓缩蛋白(LMPC)相比,HMPC 具有较好的吸水性和乳化特性,较高起泡能力,较低的氮溶解性、吸油性、泡沫稳定性;它比低含量胶的分离蛋白(LMPI)具有较高粘度和乳化特性。研究还发现亚麻籽胶的胶体性质对脱脂亚麻粉的水结合和乳化特性及亚麻籽乳清蛋白的共沉淀具有一定的影响。

4 亚麻籽胶的应用

4.1 在食品工业中的应用

亚麻籽多糖(一般指亚麻籽胶),作为膳食纤维,具有营养作用,在降低糖尿病和冠状动脉心脏病的发病率,防止结肠癌和直肠癌,减少肥胖病的发生率方面,起到一定作用^[6],可以制作营养保健食品。

亚麻籽胶的性质与阿拉伯胶相似,可取代阿拉伯胶作为乳化剂^[20],用于巧克力奶中。其 10 g/L 的稀溶液即具有良好的起泡性和流体特性,在乳状液中添加 0.5%~1.5% 的亚麻籽胶即可取得良好的稳定和增稠效果。对 W/O 型乳状液,亚麻籽胶的乳化功能比吐温 80、阿拉伯胶、黄芩胶效果好;去离子产品的酸性多糖和中性多糖对制备 O/W 乳状液很有效^[28]。

由于亚麻籽胶与蛋白质的结合具有良好的吸油性、起泡性、乳化性及乳化稳定性。Dev 等人^[29]发现,HMPC 比 LMPC 具有更好

的乳化稳定性,在罐藏鱼子酱中具有更好的乳化稳定作用。在冰淇淋中,HMPC和LMPI较其他凝胶具有更稳定的作用。低含量胶的亚麻籽粉和低含量胶的浓缩蛋白也能减少肉的烹调损失,降低烹调的硬度和风味损失。

Yoshihara 等人^[30]认为,由于亚麻籽胶中含高量的盐和蛋白质水解产物,可作食品增稠剂,如添加到 shoyu 和 teriyaki 酱中,使产品具有较强的持水能力、透明度、抗老化活性。也可用于焙烤产品和冰淇淋中。Olavi 等人^[31]在焙烤食品和冰淇淋制作中,用含胶亚麻蛋白质取代鸡蛋和蛋清。亚麻籽胶在果汁饮料中也具有广泛的应用^[20]。

Oomah 等人^[6]认为,低粘度的亚麻籽胶在脂类和香气成分的微胶囊化、糖果的糖衣生产上及无需增加体系的粘度,而需增加纤维含量的配方中应用极为有利。

亚麻籽胶也是生产 L-半乳糖的来源^[20]。

4.2 在其他工业中的应用

亚麻籽胶因有润滑功能可使药物加速崩解和缓释;因富有弹性、易干等特点,在国外广泛应用于化妆品、医药、采油等工业^[20],如制取软膏、轻泻药水、咳嗽化痰剂等,在润肤脂、齿粘合剂、粘土悬浮剂中因加入亚麻籽胶而效果甚佳。另外,亚麻粕加入反刍动物饲料中,使饲用动物毛皮光滑,初步研究认为这亦是粘胶的功效^[20]。

5 结 语

近年来,我国食品添加剂行业发展很快,对具有各种功能性的天然植物胶的需求量很大,特别是亚麻籽胶可以替代进口的阿拉伯胶,所以,亚麻籽胶的研究和开发,具有重要的实用价值,并将会产生很大的经济效益。

参 考 文 献

- 1 Oomah B D. Food Chem., 1993, 48:109~114
- 2 Pryde E H. Handbook of Processing and Utilization

of Agricultural Products. Boca Raton: CRC Press, 1983. 109

- 3 CA, 1979, Vol.90, 177062p
- 4 Tomoda G, Asami Y. Mucilage from Linseed or Linseed Meal. Japan Patent, 3359, 1950
- 5 Sanficleben J E. Mucilaginous Extracts from Seeds Such as Flaxseed. U.S. Patent, 1841763, 1932
- 6 Oomah B D et al. J. Food Sci. Tech., 2001, 36: 135~143
- 7 Fedeniuk R W, Biliaderis C G. J. Agric. Food Chem., 1994, 42: 240~247
- 8 Cui W, Mazza G, Oomah B D. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 1994, 27(4):363~369
- 9 Mazza G, Biliaderis C G. J. Food Sci., 1989, 54: 1302~1305
- 10 Bolley D H, McCormack R H. Mucilaginous Materials from Flaxseed. U. S. Patent, 2593582, 1952
- 11 Oomah B D, Mazza G. J. Agric. Food Chem., 1995, 43: 1484~1488
- 12 Dev D K, Quensel E. J. Food Sci., 1988, 53: 1834~1857
- 13 Wanasundara P D et al. Food Chem., 1997, 59: 47~55
- 14 Kalac J, Hornakova E, Zemanova-Simaljakova J. Cesk. Farm., 1968, 17(9):423~427
- 15 Bailey K. Biochem. J., 1935, 29:2477~2485
- 16 Erskine A J, Jones J K N. Canadian J. Chem., 1957, 35:1174~1182
- 17 Hunt K, Jones J K N. Canadian J. Chem., 1962, 40:1266~1279
- 18 Kalac J. Cesk. Farm., 1970, 19:143
- 19 Muralikrishna G, Salimath P V. Carbohydr. Res., 1987, 161: 265~271
- 20 BeMiller J N. Industrial Gums. New York: Academic Press, 1993. 232~235
- 21 Cui W, Mazza G. Food Hydrocolloids, 1996, 10: 221~227
- 22 Wannerberger K, Nylander T, Nyman M. Acta Agric. Scand., 1991, 41(3):311~320
- 23 Yoshihara Oil Mill, Ltd., Mucilages from Linseed Oil. Japan Patent, 80165902, 1980
- 24 Zemanova-Simaljakova J. Cesk. Farm., 1996, 15(3):142~145
- 25 Cui W, Mazza G. Food Res. Intel., 1996, 29: 397~402
- 26 Cui W, Mazza G. J. Agric. Food Chem., 1994, 42: 1891~1895
- 27 Wendt L, Figura B, Pluta J. Farm. Pol., 1985, 41: 653~656
- 28 Minkov E, Bogdanova S, Penovska T. Farmas-

- tiys, 1973, 23:3
29 Dev D K, Quensel E. J. Food Sci., 1989, 54: 183~186
30 Olavi E N. Egg White Substitutes. Finn. Patent, 34558, 1965-9-30

Research Progress and Application of Flaxseed Gum

Chen Haihua Xu Shiying Wang Zhang

(School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi, 214036)

ABSTRACT Flaxseed gum is a polysaccharide, which is extracted mainly from flaxseed or defatted meal. Flaxseed gum can be used as emulsion agent, thickening agent, and stabilization agent in food industry. Extraction, production, structure, properties and applications of flaxseed gum are introduced in this article.

Key word flaxseed gum, research progress, application



我国立法强推面粉营养标准

“国家营养强化行动”启动在即,含铁酱油、含维生素A食用油等于2002年9月20日试投市场。

通过在日常的食物中添加营养元素以补充微量元素,这是公众营养与发展中心正在酝酿的一个庞大“国家营养强化行动”计划。该中心是由中国国家计委宏观经济研究院牵头,中国国家卫生部、财政部等部门共同组建的。中国政府介入公众营养的这一明确信号将在食品行业掀起轩然大波。

2002年9月4日从该中心传出消息,联合利华和福临门等10多家有实力企业成为了含铁酱油、含维生素A食用油及含多种营养元素面粉的试点生产商,强化酱油和强化食用油产品于9月20日试投市场。此外,一个有关儿童辅助食品的强化项目也已经在筹划之中。国家在面粉强化方面将率先采取强制性的立法措施,2006年前先出台相关法规,2006年后正式立法。而强化酱油和强化食用油则采取指导性建议的做法。目前还无法预测今后是否也转向强制立法。

据介绍,面粉强化试点将在退耕还林地区,也是中国营养状况不佳情况最集中的地区率先展开,河北和甘肃的2个市将成为“急先锋”。

联合利华的家乐酱油、达能旗下的淘大酱油、王致和食品集团的金狮酱油和目前市场占有率最高的海天酱油等11个品牌生产企业成为了强化酱油的试点,强化食用油则最终选中了福临门作为唯一的试点企业。到2003年,市场上的含铁强化酱油将占全国酱油产量的1/3,达到160t以上。

由于具有安全、简便、易被接受及经济上不难承受等特点,食物强化被公众营养与发展中心确立实施整个公众营养改善战略计划的切入点。而在2003~2012年的10年间,中国的国家10年营养投资计划将全面启动。中国的营养强化行动几乎已经到了刻不容缓的地步。在中国,包括摄入不足和摄入过剩2种方式的营养不良人群数量很大,这直接关系到整个民族的竞争力和创造力。

据介绍,世界银行曾经作过统计,发展中国家因营养不良造成的疾病、劳动能力部分或全部丧失所带来的经济损失约占当年GDP的3%~5%。按此推算,中国2002年的经济损失不下2868亿元。营养不良是社会和经济发展的“无形杀手”,这已经成为一种国际共识。包括中国在内的150个国家早在1992年的全球性部长级营养会议上,就已共同承诺将尽力消除饥饿和营养不良。

公众营养与发展中心启动“国家营养强化行动”并确立试点生产企业,将会加快选中行业的规模化、专业化进程。尽管在酱油和食用油强化中没有强制要求,但市场很有可能作出自发选择,淘汰一批技术、管理和规模达不到要求的企业。届时,面对市场检验,全国大大小小近万家面粉企业、2000多家酱油企业和近9000家食用油企业无一能置身事外。

据报道,经过营养强化的产品原则上不会出现大幅度涨价,这将造成强化酱油和强化食用油在市场上更有竞争力。另外,由于添加营养成分对生产企业的制造工艺和资金供给都提出了更高要求,难以达到质量的企业只能接受被淘汰的现实。而对试点企业来说,对政策的了解程度和先行一步的经历都使他们在竞争中占有先机。

事实上,很多企业已经意识到生产强化食品将是自己新的竞争手段。据介绍,在成为第一批试点企业的角逐中,众多商家踊跃自发报名,仅酱油行业就有200多家企业参与竞争。