

Thickening Agents

Food

食品增稠剂

(第二版)

黄来发 主编

 中国轻工业出版社

Thickening Agents

Food

食品添加剂丛书

食品增稠剂

(第二版)

Food Thickening Agents

黄来发 主编

黄来发 洪文生

胡德亮 黄 恺 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品增稠剂/黄来发主编. —2 版. —北京: 中国轻工业出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-5019-6707-0

I. 食… II. 黄… III. 稠化剂 - 基本知识 IV. TS202.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 170907 号

责任编辑: 李亦兵 张 靓 责任终审: 滕炎福 封面设计: 灵思舞意·刘微
版式设计: 王超男 责任校对: 杨 琳 责任监印: 胡 兵 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 25.5

字 数: 489 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6707-0 定价: 52.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

61384K1X201ZBW

第二版前言

上海康海食品工业研究所黄来发、洪文生、黄恺编著的《食品增稠剂》2000年7月由中国轻工业出版社出版以来,受到广大读者和业内人士的欢迎。

进入21世纪以来,我国食品添加剂工业进入快速发展阶段,食品增稠剂的理论研究及生产应用有了长足的进步,主要表现为品种增加,品质优化,产品应用的深度和广度大幅度提高,与先进国家的差距正在逐渐缩小,从而为我国食品工业的高速发展提供了有力支持。

《食品增稠剂》(第二版)收集了国内外食品胶研究的新技术、新成果,加强了胶体性能和作用机理方面的内容,在理论上有所提升。增加了近几年食品行业应用较多的一些新颖胶体以及各种胶体之间、胶体与盐类之间的复配功能方面内容,从而突出了本书的实用性、针对性和新颖性。

《食品增稠剂》(第二版)由上海康海食品工业研究所组织科技人员收集资料,并提供了该所在食品胶科研、生产应用中积累的大量技术成果和经验,包括胶体应用性能、复配技术等。

限于作者专业水平以及研究领域的局限性,书中存在的问题恳切希望读者指正。

编 者

2008年11月

第一版前言

食品增稠剂是食品添加剂的一大类，它可以提高食品的黏稠度或使其形成凝胶，从而改变食品的物理性质，赋予食品黏润、适宜的口感，并兼有乳化、稳定或使其呈悬浮状态的作用，因而在食品工业中得到广泛应用。

近十几年来，我国食品增稠剂的生产开发发展很快，但无论从品种、质量，还是应用的深度和广度，与发达国家相比，还有较大的差距，难以满足我国食品工业快速发展的需要。

本人多年来从事食品添加剂的研究、复配和应用推广工作，深感缺乏食品增稠剂方面较为系统、详尽的资料，于是有意收集国内外有关的文献资料、科研成果，又结合作者科研及生产应用的经验，编写了本书，以供同行及有关人员参考。

在编写过程中，本人供职的上海康海食品工业研究所组织科技人员协助收集资料，并提供了大量增稠剂应用配方实例，在此深表谢意。

限于作者的专业知识水平，加之时间仓促，缺点错误在所难免，不妥之处恳望读者指正。

主编

1999年12月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 食品增稠剂的分类	(1)
第二节 食品增稠剂的特性比较	(3)
第三节 食品增稠剂的结构和流变性	(5)
第四节 增稠剂的作用机理	(12)
第五节 食品增稠剂的作用及应用	(14)
第二章 海藻胶	(16)
第一节 海藻酸及海藻酸盐	(16)
第二节 琼脂	(40)
第三节 卡拉胶	(55)
第四节 其他海藻胶	(90)
第三章 植物胶	(92)
第一节 瓜尔胶	(92)
第二节 槐豆胶	(106)
第三节 罗望子胶	(111)
第四节 其他植物胶	(116)
第四章 树胶	(141)
第一节 阿拉伯胶	(141)
第二节 桃胶	(147)
第三节 黄蓍胶	(154)
第四节 刺梧桐胶	(161)
第五节 其他树胶	(164)
第五章 果胶	(167)
第一节 果胶的物理性质	(168)
第二节 果胶的化学性质	(169)
第三节 果胶的胶凝及其机理	(175)
第四节 低酯果胶的流变学特性	(182)
第五节 低酯果胶的乳化特性	(184)

第六节 果胶对蛋白质的保护作用机理及影响因素	(185)
第七节 果胶与其他胶体的复配性能	(190)
第八节 果胶在食品工业中的应用	(191)
第六章 蛋白质亲水胶	(194)
第一节 明胶	(194)
第二节 酪蛋白酸钠	(207)
第三节 酪蛋白	(217)
第四节 乳清蛋白	(225)
第五节 鱼鳔胶	(228)
第七章 微生物代谢胶	(232)
第一节 概述	(232)
第二节 黄原胶	(233)
第三节 凝胶多糖	(247)
第四节 结冷胶	(257)
第五节 普鲁兰多糖	(267)
第六节 其他微生物代谢胶	(274)
第八章 纤维素胶及其衍生物	(278)
第一节 概述	(278)
第二节 羧甲基纤维素钠	(279)
第三节 羟乙基纤维素	(289)
第四节、甲壳素与壳聚糖	(295)
第五节 微晶纤维素	(301)
第六节 其他纤维素胶	(308)
第九章 甘露胶及其衍生物	(310)
第一节 概述	(310)
第二节 魔芋甘露胶的化学结构及理化性质	(310)
第三节 魔芋甘露胶的流变性质	(312)
第四节 魔芋凝胶的特性	(316)
第五节 魔芋甘露胶在食品工业中的应用	(320)
第六节 魔芋甘露胶的衍生物	(326)
第十章 淀粉及其衍生物	(331)
第一节 原淀粉	(331)
第二节 预糊化淀粉	(342)

第三节 糊精	(347)
第四节 酸变性淀粉	(356)
第五节 氧化淀粉	(358)
第六节 交联淀粉	(360)
第七节 羧甲基淀粉	(363)
第八节 烷基淀粉	(367)
第九节 淀粉磷酸酯	(372)
第十节 纯胶 (辛烯基琥珀酸淀粉钠)	(377)
第十一节 乳化变性淀粉 (硬脂酸淀粉酯)	(383)
第十二节 其他变性淀粉	(387)
参考文献	(389)

第一章 绪 论

第一节 食品增稠剂的分类

食品增稠剂通常是指能溶解于水中,并在一定条件下充分水化形成黏稠、滑腻或胶冻状液体的大分子物质,又称食品胶或亲水胶体,属于水溶性聚合物。它是在食品工业中有广泛用途的一类重要的食品添加剂,通常用于充当胶凝剂、增稠剂、乳化剂、成膜剂、持水剂、胶黏剂、悬浮剂、澄清剂、晶体阻碍剂、泡沫稳定剂、润滑剂等。亲水胶体每年在国际市场上所占份额大约为 25 亿美元。

大部分食品增稠剂的基本化学组成单位是单糖及其衍生物。常见的单糖有葡萄糖、葡萄糖醛酸、甘露糖、甘露糖醛酸、鼠李糖、吡喃半乳糖、古洛糖醛酸、半乳糖、半乳糖醛酸等。此外,有些食品增稠剂的化学组成中尚含有非糖部分,这些非糖部分赋予其特殊的性能。如卡拉胶的半乳糖单位上接有硫酸酯基团,从而使其与酪蛋白有良好的亲和作用。为此,卡拉胶是一种良好的乳蛋白分子胶体保护剂。阿拉伯胶中大约含 2% 的蛋白质组分,由于蛋白质的亲水、疏水性能及其高浓度情况下低黏度的特性,阿拉伯胶被广泛用作乳化香精的增稠剂。

在食品中需要添加的食品增稠剂其量甚微,通常为千分之几,但却能有效又经济地改善食品体系的外观、口感和稳定性。其化学成分大多是天然多糖及其衍生物(除明胶是由氨基酸构成,凝胶型浓缩乳清蛋白粉主导成分为蛋白质外),广泛分布于自然界。迄今世界上用于食品工业的食品增稠剂已有 40 余种,根据其来源,大致可分为以下四类。

一、由植物渗出液制取的增稠剂

对于由不同植物表皮损伤的渗出液制得的增稠剂,其所具有的功能是人工合成产品达不到的。其成分是一种由葡萄糖和其他单糖缩合而成的多糖类衍生物,在它们的多羟基的分子链中穿插一定数量对其性质有一定影响的氧化基团。在许多情况下,氧化基团中羟基占很大比例,这些羟基常以钙盐、镁盐或钾盐的形式存在,而不以自由羟基的形式存在。阿拉伯胶、桃胶、黄蓍胶均属于此类增稠剂。

二、由植物种子、海藻制取的增稠剂

由陆地、海洋植物及其种子制取的增稠剂,在许多情况下,其中的水溶性多糖类似于植物受刺激后的渗出液。它们是经过精细的专门技术处理制备而成,包

括选种、种植布局、种子收集和处理等，都具有一套科学方法。正如植物渗出液一样，这些增稠剂都是多糖聚合物的盐，其分子结构复杂。常用的这类增稠剂有瓜尔胶、卡拉胶、海藻胶等。

三、由含蛋白质的动物原料制取的增稠剂

这类增稠剂是从动物的皮、骨、筋、乳等原料中提取的，其主要成分是蛋白质。品种有明胶、酪蛋白、凝胶型浓缩乳清蛋白粉等。

四、以天然物质为基础的半合成增稠剂

半合成增稠剂按其加工工艺可分为以下两类：

一类是以纤维素、淀粉为原料，在酸、碱、盐、酶等化学原料作用下，经过水解、缩合、提纯等工艺制备而成。其代表产品有羧甲基纤维素钠、变性淀粉、海藻酸丙二醇酯等。

二类是真菌或细菌（特别是由它们产生的酶）与淀粉类物质作用时产生的另一类用途广泛的食品增稠剂，如黄原胶、结冷胶、可得然胶等。它们是将淀粉几乎全部分解为单糖，紧接着这些单糖又发生缩聚反应再组合成新的分子。这种新分子的大分子链具有以下的特点：每一个葡萄糖残基除了第四碳原子仍保留原有的结构之外，部分或全部地发生羟基部位的部分氧化、大分子链间的交联、羟基上的氢原子被新的化学基取代等反应。

五、不同来源的增稠剂归类

各种常见的增稠剂按来源可简单分类如表 1-1 所示。

表 1-1 按来源分类的各种常见增稠剂

来 源		品 种	
植 物 胶	陆 生 植 物	渗出液	阿拉伯胶、黄蓍胶、印度树胶、刺梧桐胶、桃胶、阿拉伯半乳聚糖（松胶）、盖提胶等
		种子及其他部分提取物	瓜尔胶、槐豆胶、罗望子多糖胶、亚麻子胶、田菁胶、木瓜子胶、刺云豆胶、他拉胶、决明子胶、沙蒿子胶、车前子胶、果胶、魔芋胶、黄蜀葵胶、芦荟胶等
		其他	纤维素胶及其衍生物（羧甲基纤维素钠、羧甲基纤维素醚、微晶纤维素、甲壳素等）、变性淀粉、海藻酸丙二醇酯等
	海洋植物	卡拉胶、海藻酸、琼脂、红藻胶、琼脂属海藻制品等	
动物胶		明胶、酪蛋白酸钠、甲壳素、壳聚糖、凝胶型浓缩乳清蛋白粉等	
微生物胶		黄原胶、结冷胶、可得然胶（凝胶多糖）、普鲁兰多糖、葡聚糖、威兰胶、酵母多糖等	

基于消费市场的现状,一些增稠剂复配使用的实践经验以及由此带来的关于各类增稠剂的应用范围的拓展极大带动了业界对各类增稠剂复配功能的研究,研究的力度和深度近年来不断加强,但这类研究目前仍然处于起步阶段,一些微观以及机理方面的研究尚需进一步努力,但其市场现实及潜力都是非常巨大的。

第二节 食品增稠剂的特性比较

世界上的食品有成千上万种,人们往往为了不同的目的而需要在其中使用增稠剂,以改善或赋予食品在外观、口感、形状、贮存等方面的某种特性,因此在使用增稠剂时,我们首先必须对使用的目的(或应用增稠剂的哪一种特性)有清楚的了解,才能根据不同增稠剂的特性进行选择。如在用于增稠时,首先选择瓜尔胶、魔芋胶、黄原胶;用于胶凝时,可选用凝胶强度最高的琼脂,然后可以考虑选用凝胶应用比较广泛的魔芋胶;用于乳化稳定时,可首先考虑选用阿拉伯胶、黄蓍胶等。

在使用海藻酸盐类作增稠剂、胶黏剂时,采用中、高黏度胶为宜;若作为分散稳定剂、胶凝剂,一般用低黏度胶。

在选用增稠剂时,一般应考虑的因素见图1-1。

此外,在综合考虑上述因素的同时,还应注意以下几方面的问题。

1. 产品的协同性

利用各种食品添加剂的特性,使之产生互补、协调的效果。例如,魔芋胶增稠效果好,但无凝胶性,但与黄原胶复配,凝胶强度和弹性大大增强。要确定所选用各种增稠剂的综合效果如何,必须深入了解各种单体原料的特性,确定以某种或某几种原料为主体,然后辅以其他配料,从而使主导功能更优越,综合效果更完美。但同时必须考虑选用的增稠剂所赋予的载体需要达到的效果,即需要解决什么问题。

2. 有效规避负效应

如卡拉胶与酪蛋白可形成弱凝胶,此特性在纯牛乳和含乳饮料中应用较多,有效防止乳脂肪析出并增加浓度。但由于各地所产的海藻品种有差异,所以导致其提取的卡拉胶种类繁多,特性各异,使用不当也会产生破坏性后果,如凝絮、分层等。如果此类体系应用于中性牛乳产品的生产,尤其需要注意季节的差异所导致牛乳中某些成分含量的变化现象,该现象极易引起对该成分含量敏感度比较高的卡拉胶体系出现负面的而且难以控制的效果。中性产品如此,部分酸性产品中偶尔也会出现因季节变化所引起的牛乳中某些成分含量变化而导致产品出现不稳定的现象。

3. 产品的稳定性

首先,要考虑组分单体的稳定性;其次,要保证所选用的各类增稠剂综合应

用后在产品货架期内的稳定性。例如，含有纤维素酶的黄原胶和羧甲基纤维素钠（CMC）复合使用，酶会分解 CMC，使协同增效作用缓慢下降。

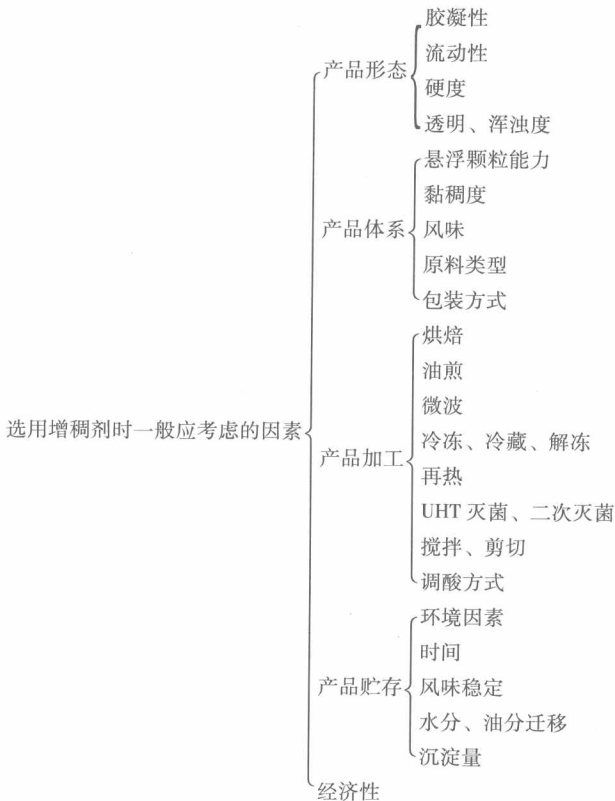


图 1-1 选用增稠剂时一般应考虑的因素

4. 使用方便性

各种增稠剂混合后，往往溶解不良，影响使用效果。为方便使用，可将几种增稠剂高速混合并剪切，或通过将乳化剂、增稠剂、盐类混合后造粒，使其形成多孔状微胶囊结构，从而增强其速溶性。

一般亲水胶体常用的几个指标如表 1-2 所示。

表 1-2 亲水胶体常用的几个主要指标

指 标	目 的
模数	测量坚硬度的量度标准
硬度	测量断裂强度的量度标准
脆性	破裂凝胶体所必需的张力
弹性	测量凝胶体回复力的量度标准
胶黏性	测量分离的容易度

为此,将各类增稠剂的特性顺序做一简要归类比较,以便能根据所需考虑因素,选择具有相应特性的增稠剂。

(1) 耐酸性 海藻酸丙二醇酯、耐酸 CMC、果胶、黄原胶、阿拉伯胶、结冷胶、槐豆胶、海藻酸盐、卡拉胶、琼脂、变性淀粉。

(2) 增稠性 瓜尔胶、黄原胶、槐豆胶、魔芋胶、果胶、海藻酸盐、卡拉胶、CMC、琼脂、明胶、阿拉伯胶。

(3) 溶液假塑性 黄原胶、槐豆胶、卡拉胶、瓜尔胶、海藻酸盐、海藻酸丙二醇酯。

(4) 吸水性 瓜尔胶、黄原胶。

(5) 凝胶强度 琼脂、海藻酸盐、明胶、卡拉胶、果胶。

(6) 凝胶透明度 卡拉胶、明胶、海藻酸盐、琼脂、结冷胶。

(7) 凝胶热可逆性 卡拉胶、琼脂、明胶、低酯果胶。

(8) 冷水中溶解度 黄原胶、阿拉伯胶、瓜尔胶、海藻酸盐、CMC。

(9) 快速凝胶性 琼脂、果胶。

(10) 乳化托附性 阿拉伯胶、黄原胶。

(11) 口味 果胶、明胶、卡拉胶。

(12) 乳类稳定性 卡拉胶、黄原胶、槐豆胶、阿拉伯胶、CMC、海藻酸盐、果胶、结冷胶、琼脂、变性淀粉、酪蛋白酸钠、罗望子多糖胶、纤维素衍生物系列。

第三节 食品增稠剂的结构和流变性

食品增稠剂对保持食品(流态食品、冻胶食品)的色、香、味、结构和食品的相对稳定性起非常重要的作用,这种作用的大小取决于增稠剂分子本身的结构和它的流变性。研究食品增稠剂的结构和流变性的关系可为食品增稠剂的应用提供有力的理论依据。

一、食品增稠剂的浓度和黏度的关系

食品增稠剂的黏度和浓度密不可分。一般而言,随着食品增稠剂溶液浓度的升高,胶体黏度会逐渐增加,但两者之间并不呈线性相关。有些胶体在极化浓度或较低浓度时,只表现出牛顿流体的特性,但随着胶液浓度的提高,其流变特性逐渐转为非牛顿流体,具有假塑性流体的特性。表观现象即为剪切速率的增加,黏度明显降低。例如,CMC(高黏性 CMC 除外)即具有此特性。影响食品增稠剂此种特性的因素主要有胶体的浓度、溶解温度、胶体的相对分子质量、溶解时的剪切速率、剪切力大小、金属离子的影响等,但众多影响因素并不一定是单独起作用,而往往是多种因素相互作用的结果。

图 1-2 所示为多种食品增稠剂的黏度与浓度的关系图。由图中可见, 随着食品增稠剂浓度的增加, 含有食品增稠剂溶液的黏度也呈增加趋势, 但到一定程度后, 开始出现下降状态。最特殊的食品增稠剂为阿拉伯胶, 它在水中可以配成浓度高达 50% 的溶液, 其在较高的浓度下仍呈牛顿流体特性。

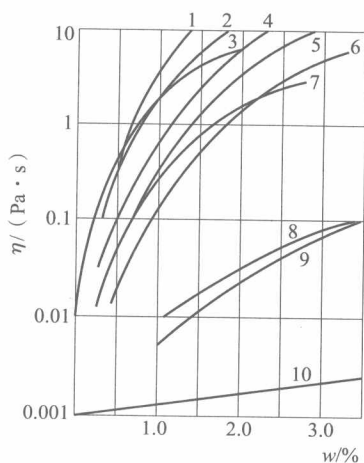


图 1-2 食品增稠剂黏度与浓度的关系

1—瓜尔胶 2—海藻酸铵 3—刺梧桐胶 4—海藻酸丙二醇酯 5—海藻酸钾
6—黄蓍胶 7—槐豆胶 8—羧甲基纤维素 9—印度树胶 10—阿拉伯胶

其中, 甲基纤维素的表观黏度 η 与浓度 w^* 及特性黏度 η' 的关系式可用 Philipoff 方程式表示:

$$\eta^{\frac{1}{8}} = 1 + \frac{\eta'}{8} w$$

多数食品增稠剂在浓度变化较小的范围内, 其黏度的对数 $\lg \eta$ 与浓度 w 满足以下的方程式:

$$\lg \eta = a + bw$$

式中 a ——截距

b —— $\lg \eta - w$ 直线的斜率

食品增稠剂的浓度达到一定的程度后, 其水溶液即表现出较高的黏度, 其原因主要有以下几方面:

① 食品胶是水溶性高分子化合物, 其相对分子质量很大, 体积很大。庞大的体积阻碍了介质的自由移动;

② 高分子化合物溶解后, 在水中充分水化, 束缚了大量“自由水”;

③ 体积大的分子在介质中存在着相互作用。

* 本书中食品增稠剂的浓度均以质量分数 (w) 表示。

由于以上几个因素,溶液的流动性受到阻碍,就会产生层流间的阻力,在表现上表现出黏滞流动性。

其中,①和③直接与溶液中高分子的密度即溶液的浓度相关,所以同种物质的溶液,其浓度和黏度正相关。而当不同的食品胶相比较时,则是在相对分子质量相同的情况下直链分子比支链分子食品胶的水溶液黏度大。其原因是当分子在水中溶解后以势能最低的伸展形式存在,这些大分子在水中运动和旋转,其体积是以其分子最远端的距离为直径的球体,相同相对分子质量的不带支链的分子在水中伸展接近于直线,所以比带支链的分子的端点距离长、直径大、球体大,此种现象就相当于浓度高,所以同浓度、同相对分子质量的不带支链的分子构成的溶液黏度高。例如,相同分子质量的果胶比阿拉伯胶的水溶液黏度高,这是因为果胶是线性直链分子,而阿拉伯胶是带有支链的分子。

二、温度和黏度的关系

温度是物质内能的宏观表现。当温度升高时,分子运动速率加快,聚集体由大变小,其体系结构被拆散,液体流动阻力减小,溶液的黏度和温度的关系成负相关,但在升温过程和降温过程中溶液和凝胶的变化关系曲线不同,降温黏度升高时曲线斜率较小,如图 1-3 所示。此现象的原因是:在温度上升过程中,分子运动的速率逐渐加快,聚集体由大变小,随吸收能量的增加,其体系结构拆散,黏度降低。在温度下降过程中,当温度降到一定程度时,分子之间的作用力可以克服分子的动能,使其体系结构在短时间内形成,即表现出黏度急剧增大。

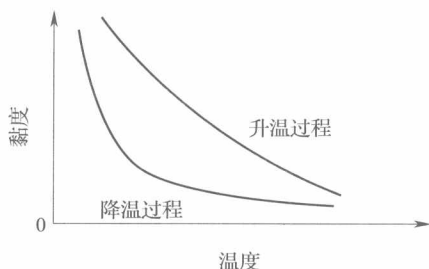


图 1-3 增稠剂的温度 - 黏度关系曲线

一般高分子物质在主碳链上连接着不同的基团,其结构亦具有热不稳定性,会在一定的温度下发生热降解即分子断链。例如,黄原胶出现热降解的极限温度是 149°C ,瓜尔胶在 80°C 以上就可以出现主链上的糖苷键断裂。而当热降解发生后,其溶液就失去了热可逆性,其降温后黏度恢复较低。

三、pH 和黏度的关系

pH 对不同的食品增稠剂的水溶液的黏度存在不同程度的影响。一般的情况

是：聚合物分子链上某些质点中具有电负性的亲核基团易于与低 pH 介质中的质子形成配位键，降低与水分子的极性引力作用，阻碍了氢键的形成，而使食品胶分子水溶液中的水化程度降低，溶液的黏度降低。

一般常见的食品胶的高黏度 pH 范围是：琼脂 510 ~ 810，黄原胶 415 ~ 715，卡拉胶 510 ~ 810，海藻胶 515 ~ 810。其一般的表观黏度曲线是中性时达到峰值的正态曲线（见图 1-4）。

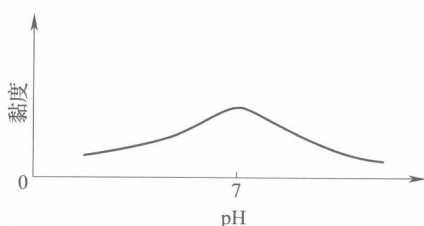


图 1-4 增稠剂溶液的 pH 和黏度的关系

常用增稠剂与 pH 及酸味剂的关系见表 1-3。

表 1-3 常用增稠剂与 pH 及酸味剂的关系

品名	特征官能团	溶液 pH（质量标准）	pH	实测样 pH	与酸味剂配用效果
海藻酸钠	羧酸盐	6.0 ~ 8.0	> 7.0	8.0	不好
CMC - Na	羧酸盐	6.5 ~ 8.5	7.0 ~ 9.0	8.0	不好
明胶	氨基酸	5.5 ~ 7.0		5.0 ~ 5.5	好
海藻酸	羧酸	2.0 ~ 3.4	< 7.0		好
果胶	羧酸	2.8 ± 0.2	< 4.0		好
单甘油酯	非离子型	中性	无影响		好
瓜尔胶	非离子型	中性	6.0 ~ 8.0		差
罗望子胶	非离子型		无影响		好
卡拉胶	硫酸盐	7.0	无影响		好
琼脂	硫酸盐		无影响		好

四、电解质和浓度的关系

食品胶分子所含的极性电荷及离子基团易与电解质发生作用，使溶液黏度及凝胶强度发生变化。大部分水溶性聚合物在少量电解质存在的情况下黏度均明显下降，卡拉胶、海藻酸盐、黄原胶等阴离子型食品胶表现较为明显，但当电解质超过一定浓度时黏度变化又趋于稳定。此现象可以认为是分子中电解质与阴离子键合而形成弱酸盐水溶液，具有缓冲作用。当电解质作用于食品胶时会使其分子电荷及水化作用减弱，释放自由水，溶液的黏度及凝胶的强度均下降。

随电解质浓度的增大,电解质本身水化作用也增强,并且当有二价或多价离子存在时,由于价键的键桥作用,分子间发生交联,形成不可逆的凝胶交联体,使黏度增大。例如,海藻酸盐分子中的古洛糖醛酸片段能够接受钙离子,发生交联体形成稳定的热不可逆交联体。

除食品胶分子中的离子基团外,某些食品胶分子中的甲氧基也明显地表现出接受电解质的作用。例如,低酯果胶,其羧基酯化程度低,分子电荷高,分子间斥力大,在二价或多价离子存在时,分子间可以通过价键力形成键桥而成凝胶。而高酯果胶,由于分子电荷低,斥力小,易于靠近形成诱导力,相互结合出结点,建立三维空间网络而形成凝胶。

所以电解质对高分子溶液黏度及凝胶强度的影响与食品胶的离子的强度关系密切。一般是低价金属盐影响较小,如钾、钠离子的盐比高价钙、镁离子的盐对黏度的影响小。

非离子型食品胶由于其分子的结构中不存在离子基团,所以受电解质的影响小。如瓜尔胶、槐豆胶对盐的耐受性很强。

五、压力和浓度的关系

高压处理在食品工业上可用于杀菌、抑酶和食品的修饰改性。高压可以破坏分子的非共价键,从而可能影响大分子的高级结构及相应的性质。关于高压处理对食品大分子结构和性能影响的研究主要集中在蛋白质上,而对其他食品大分子的研究相对较少,近年来虽有增加,但多见于淀粉类。

研究表明,当采用高压对卡拉胶、琼脂、高甲氧基果胶、海藻酸钠、黄原胶和瓜尔胶进行处理后,发现对卡拉胶、黄原胶在溶液中的分子构象有一定的影响,从而导致它们的流变特性发生变化。但六种胶溶液的黏度均发生一定的变化,根据其变化程度可大致分为三类:卡拉胶和琼脂溶液的黏度显著增大(大于50%);高甲氧基果胶、海藻酸钠和瓜尔胶溶液经高压处理后黏度虽也有升高或降低,但变化较小;而黄原胶溶液经高压处理后黏度明显降低。

此外,经高压处理后,卡拉胶溶液的弹性下降。琼脂溶液的动态黏弹性也有类似的变化情况。对高甲氧基果胶、海藻酸钠和瓜尔胶溶液而言,高压处理前后的动态黏弹性变化很小。

对于卡拉胶和琼脂这类藻类多糖胶,由于其相对分子质量较大,具有螺旋结构,而且分子中有极性的侧链基团,其分子在水溶液中一般呈现一定的折叠卷曲状,分子的外形是较光滑的,极性基团未充分暴露。在高压的作用下,分子内的弱作用受到一定程度的破坏,使分子由卷曲状态变成较为伸展的状态,分子内的极性基团更多地暴露出来,分子表面的电荷增加,从而加强分子与分子之间、分子与溶剂之间的静电作用,溶液的流动阻力增大;同时分子表面电荷的增加也使分子的溶剂化层增厚,会导致分子进一步舒展扩张,溶液的黏度增大。由于卷曲