Hans Journal of Food and Nutrition Science 食品与营养科学, 2018, 7(4), 297-302
Published Online November 2018 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/hjfns
https://doi.org/10.12677/hjfns.2018.74036

Hans汉斯

Study on the Effect of Different Types of Sodium Alginate on Gel Properties

Haiyan Liu, Runan Liu, Juanjuan Zhang, Jinju Jiang, Lulu Wang, Ting Zhao, Qunfei Li

State Key Laboratory of Bioactive Seaweed Substances, Qingdao Brightmoon Seaweed Group Co. Ltd., Qingdao Shandong
Email: lhy@bmsg.com

Received: Oct. 20th, 2018; accepted: Nov. 2nd, 2018; published: Nov. 9th, 2018

Abstract

In this paper, the effects of different sodium alginate on the gel properties were studied. The results showed that: 1) sodium alginate with low M/G ratio formed gel had higher gel strength, hardness and chewiness, and slightly lower elasticity; sodium alginate with high M/G ratio formed gel had lower gel strength, hardness, chewing and higher elasticity. 2) Within the same M/G ratios, an increase in concentration of sodium alginate was accompanied by increase in gel strength, and an upward trend in hardness of gel taste.

Keywords

Sodium Alginate, Gel Strength, M/G Ratios

不同类型褐藻酸钠对凝胶性能的影响研究

刘海燕，刘如男，张娟娟，姜进举，王璐璐，赵　婷，李群飞

青岛明月海藻集团有限公司，海藻活性物质国家重点实验室，山东　青岛
Email: lhy@bmsg.com

收稿日期：2018年10月20日；录用日期：2018年11月2日；发布日期：2018年11月9日

摘　要

研究不同M/G比值及不同浓度褐藻酸钠对凝胶特性的影响。结果表明：1) 低M/G比值的褐藻酸钠形成凝胶强度大，硬度和咀嚼性高，弹性略低；高M/G比值的褐藻酸钠形成凝胶强度小，硬度和咀嚼性低，弹性好。2) 相同M/G比值的褐藻酸钠，浓度越大，制作的凝胶强度越大，口感越硬。

文章引用: 刘海燕, 刘如男, 张娟娟, 姜进举, 王璐璐, 赵婷, 李群飞. 不同类型褐藻酸钠对凝胶性能的影响研究[J]. 食品与营养科学, 2018, 7(4): 297-302. DOI: 10.12677/hjfns.2018.74036

关键词

褐藻酸钠，凝胶特性，M/G比值

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

褐藻酸盐(Alginate)又名褐藻胶，是从海带、裙带菜、巨藻等海洋褐藻中提取的一类天然多糖，是一种水溶性天然膳食纤维，是全球产量最大的海藻提取物，在食品、印染、医药等领域广泛应用[1]，其中褐藻酸钠是用量最大的一种褐藻酸盐。褐藻酸盐具有低卡路里、增加肠道保水、吸除肠内重金属、促进肠道蠕动等健康功效。例如，1997 年我国卫生部批准褐藻胶是具有排铅功能的物质(批准号 97-65)，可用于生产排铅食品；2018 年美国 FDA 正式公布褐藻酸钠、菊粉、聚葡萄糖、抗性糊精等 8 种原料为膳食纤维，有利于人体健康。

褐藻酸钠分子结构是由 α-L-古罗糖醛酸(G)和 β-D-甘露糖醛酸(M)组成的结构不均一的天然阴离子多糖，其分子链由 GG、GM 或 MM 片段以一定比例构成。由于原料来源不同、生产水域不同，褐藻酸钠分子中 M、G 含量也不同，用途也不一样[2]。褐藻酸钠的一个重要性质是凝胶特性，其机理是通过分子中 G 单元上的钠离子与二价或者多价离子发生离子交换反应(最常见的是用 Ca^{2+})，形成具有热不可逆特性的凝胶。分子中 M 和 G 含量不同，会影响褐藻酸钠凝胶特性。

目前褐藻酸钠凝胶特性主要用于一些健康仿生食品、果冻、肉制品、医用纤维、化妆品等领域[3] [4] [5] [6]，但是不同 M/G 比值褐藻酸钠的凝胶特性以及不同浓度的褐藻酸钠的凝胶特性(内部成型法)很少有人研究[7] [8] [9] [10] [11]。本文主要是研究不同 M/G 比值的褐藻酸钠对凝胶特性(凝胶强度、出水及口感)的影响，并探讨了不同粘度及浓度褐藻酸钠对凝胶特性的影响，为后续褐藻酸钠在食品中应用提供理论支持。

2. 材料与方法

2.1. 材料与仪器

褐藻酸钠(AGNa)：青岛明月海藻集团有限公司，粘度范围和 M/G 比值见表 1；成型剂：青岛明月海藻集团有限公司

搅拌器：德国 IKA 集团；实验室 pH 计：梅特勒－托利多仪器有限公司；TMS-Pro 质构分析仪：北

Table 1. Different M/G ratios and alginate viscosity ranges
表 1. 不同 M/G 比和粘度的褐藻酸钠

	M/G	粘度(mpa.s)
AGNa1	0.75	450
AGNa2	1.34	450
AGNa3	1.32	200
AGNa4	1.35	700

京盈盛恒泰科技有限公司；电热恒温水箱：上海百典仪器设备有限公司；恒温恒湿箱：上海一恒科学仪器有限公司；电子天平 BS224S 型：常熟市双杰测试仪器厂。

2.2. 实验方法

2.2.1. 不同浓度褐藻酸钠胶液制备

分别称量不同粘度或者 M/G 比值的褐藻酸钠倒入定量蒸馏水中，持续搅拌进行溶解，然后进行静置消泡，待用。

2.2.2. 褐藻酸钠凝胶制备

利用 2.2.1 制备的胶液，按照一定比例加入成型剂(褐藻酸钠与成型剂比例为 2:1)，迅速倒入圆形模具中，进行封口，室温下静置成型，然后进行巴士杀菌(85℃, 30 min)，杀菌后进行冷却备用。

2.2.3. 褐藻酸钠凝胶产品凝胶强度的测定

对上述制备好的褐藻酸盐凝胶用质构仪进行凝胶强度的测定。测定参数为：探头型号为 P/12.5 型，触发力 0.2 N，测试前速率 60 mm/min，测试速度 60 mm/min，穿刺距离 15 mm，每个产品至少重复测定 3 次。

2.2.4. 褐藻酸钠凝胶产品凝胶全质构的测定

对上述制备好的褐藻酸盐凝胶用质构仪进行全质构的测定。测定参数为：探头型号为 P/12.5 型，感应元 500 N，触变形力 20%，测试前速率 60 mm/min，测试速度 60 mm/min，每个产品至少重复测定 3 次。

2.2.5. 褐藻酸钠凝胶产品感官评价

对杀菌之后的褐藻酸钠凝胶进行感官评定，品尝凝胶的口感(如硬度、弹性等)。

2.3. 数据分析处理

数据统计采用 SPSS 16.0 分析软件进行分析，运用方差分析法(analysis of variance, ANOVA)进行显著性分析，显著水平值为 $P < 0.05$。

3. 结果与分析

3.1. 不同类型褐藻酸钠对凝胶特性的影响

3.1.1. 不同类型褐藻酸钠对凝胶强度的影响

分别使用 1.0%的不同类型的褐藻酸钠制作成凝胶，进行凝胶强度测定，结果见图 1。

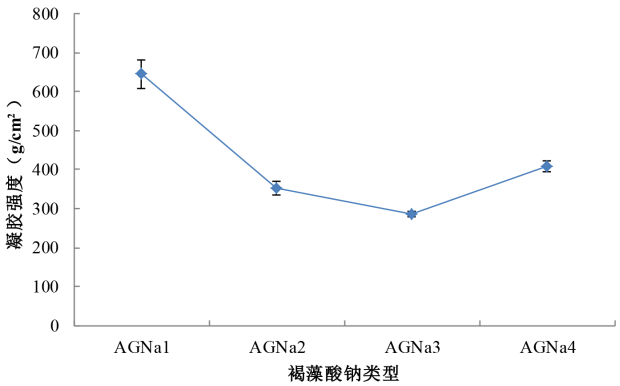

Figure 1. Effect of different sodium alginate on gel strength
图 1. 不同类型褐藻酸钠对凝胶强度的影响

从图 1 可以看出，低 M/G 比值的褐藻酸钠形成凝胶强度大，高 M/G 比值的褐藻酸钠形成凝胶强度小。G 含量越高，凝胶强度越大，这与李倩倩等[7]和 Kuo 等[12]的研究结果一致，AGNa 中 G 单元比 M 单元具有更大的刚性，其形成的凝胶具有更高的凝胶强度。Ress 等[13]的研究表明，Ca^{2+}优先同 AGNa 分子中的 G 单体结合，形成一个稳定的三维网络结构。相同 M/G 比值，不同粘度对比可以看出，粘度对凝胶强度的影响不如 M/G 比值的影响显著。

3.1.2. 不同类型褐藻酸钠对凝胶全质构的影响

分别使用 1.0%的不同类型的褐藻酸钠制作成凝胶，进行凝胶强度测定，结果见表 2。

Table 2. Different sodium alginate on gel texture analysis
表 2. 不同类型褐藻酸钠对凝胶质构分析

褐藻酸钠类型	硬度(N)	弹性(mm)	内聚性(Ratio)	咀嚼性(mJ)
AGNa1	4.98^a	5.32^a	0.71^a	18.81^a
AGNa2	3.20^b	6.23^b	0.73^a	14.55^b
AGNa3	2.85^c	6.02^b	0.73^a	12.52^c
AGNa4	3.59^b	6.10^b	0.73^a	15.99^b

注：同一列不同小写字母表示有显著性差异($p < 0.05$)。

从表 2 可以看出，低 M/G 比值的褐藻酸钠形成凝胶硬度大，咀嚼性高，这与上述凝胶强度趋势相同，但是由于硬度大，弹性低。高 M/G 比值的褐藻酸钠形成凝胶硬度和咀嚼性低，弹性高。相同 M/G 比值，不同粘度对比可以看出，褐藻酸钠粘度对凝胶全质构的影响不如 M/G 比值的影响显著。

3.1.3. 不同类型褐藻酸钠对凝胶口感的影响

从表 3 中看出，不同类型褐藻酸钠制作凝胶口感各异，有硬脆口感，有弹韧口感，可根据客户不同需求进行选择不同型号的褐藻酸钠来达到要求。

Table 3. Sensory evaluation of different alginate gel
表 3. 不同褐藻酸钠凝胶口感感官评价

褐藻酸钠类型	口感
AGNa1	口感硬脆，弹韧性差
AGNa2	口感稍软，弹韧性好
AGNa3	口感软，弹韧性好
AGNa4	口感稍硬，弹韧性好

3.2. 不同浓度褐藻酸钠(AGNa2)对凝胶特性的影响

3.2.1. 不同浓度褐藻酸钠对凝胶强度的影响

从图 2 可以看出，相同 M/G 比值，褐藻酸钠浓度越高，形成凝胶强度大，口感越有嚼劲。随着褐藻酸钠浓度升高，褐藻酸钠分子之间接触更加紧密，链之间结合更加紧密，与钙离子形成更加紧密的凝胶，因而形成凝胶强度逐渐变大。客户可根据自己产品需求选择不同浓度的褐藻酸钠制作凝胶，来达到不同凝胶强度。

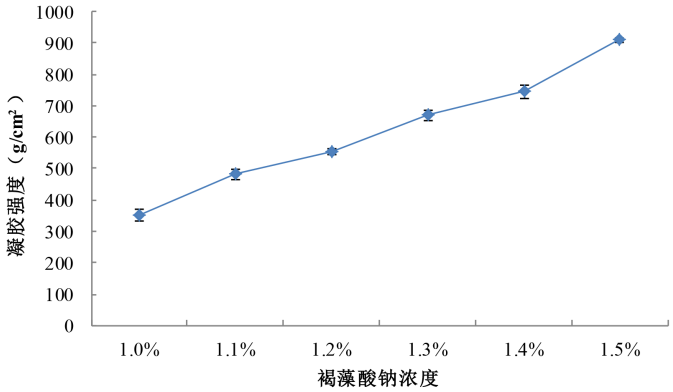

Figure 2. Effect of different concentrations of sodium alginate on gel strength
图 2. 不同浓度褐藻酸钠对凝胶强度的影响

3.2.2. 不同浓度褐藻酸钠对凝胶全质构的影响

分别用褐藻酸钠(AGNa2)配制不同浓度制作凝胶，进行凝胶强度测定，结果见表 4。

Table 4. Different sodium alginate on gel texture analysis
表 4. 不同类型褐藻酸钠对凝胶质构分析

褐藻酸钠类型	硬度(N)	弹性(mm)	内聚性(Ratio)	咀嚼性(mJ)
1.0%	3.20^{a}	6.23^{a}	0.73^{a}	14.55^{a}
1.1%	3.36^{a}	6.20^{a}	0.72^{a}	14.99^{a}
1.2%	3.85^{b}	6.12^{a}	0.71^{a}	16.73^{b}
1.3%	4.29^{b}	6.10^{a}	0.70^{a}	18.32^{bc}
1.4%	4.43^{bc}	5.92^{a}	0.71^{a}	18.62^{bc}
1.5%	4.89^{c}	5.70^{a}	0.70^{a}	19.17^{c}

注：同一列不同小写字母表示有显著性差异($p < 0.05$)。

从表 4 可以看出，相同 M/G 比值，褐藻酸钠浓度越高，形成凝胶硬度大，咀嚼性高，口感越有嚼劲。但是随着褐藻酸钠浓度提高，硬度增大同时，弹性略有下降，内聚性变化不大。

3.2.3. 不同浓度褐藻酸钠对凝胶口感的影响

从表 5 可以看出，随着褐藻酸钠浓度提高，制作凝胶口感越来越硬，弹韧性较好，与上面测定凝胶强度和全质构数据也对应，后期可根据客户不同需求选择不同浓度的褐藻酸钠来达到要求。

Table 5. Effect of different concentrations of sodium alginate on sensory evaluation of gel
表 5. 不同浓度褐藻酸钠制作凝胶感官评价

褐藻酸钠浓度	口感
1%	口感稍软(+)，弹韧性好
1.1%	口感有点硬(++)，弹韧性好
1.2%	口感稍硬(+++)，弹韧性好
1.3%	口感稍硬(+++)，弹韧性好
1.4%	口感稍硬(++++)，弹韧性好
1.5%	口感很硬(+++++)，弹韧性较好

注：+越多，表明口感越硬。

4. 结论

褐藻酸钠是一种含有甘露糖醛酸和古罗糖醛酸链段结构的天然多糖，与高价阳离子能形成热不可逆凝胶，该凝胶具有低卡路里、增加肠道保水、吸除肠内重金属、促进肠道蠕动等健康功效。本文研究了不同 M/G 比值及不同浓度褐藻酸钠对凝胶特性的影响，结果表明，低 M/G 比值的褐藻酸钠形成凝胶强度大，硬度和咀嚼性高，弹性略低；高 M/G 比值的褐藻酸钠形成凝胶强度小，硬度和咀嚼性高，弹性好。相同 M/G 比值的褐藻酸钠，粘度越高，浓度越高，形成凝胶强度越大，硬度和咀嚼性越高。本研究为今后褐藻酸钠凝胶相关产品的开发提供了数据支持。客户可根据产品口感的不同需求选择不同规格不同浓度的褐藻酸钠，开发口感各异的产品。

参考文献

[1] Kakita, H. and Kamishima, H. (2008) Some Properties of Alginate Gels Derived from Algal Sodium Alginate. *Journal of Applied Phycology*, **20**, 543-549. https://doi.org/10.1007/s10811-008-9317-5

[2] Johnson, F.A., Craig, D.M. and Mercer, A.D. (1997) Characterization of the Block Structure and Molecular Weight of Sodium Alginates. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, **49**, 639-643. https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1997.tb06085.x

[3] 田金强, 王永霞, 申连长. 乳酸发酵海藻酸钠果冻的研究[J]. 中国畜产与食品, 1999, 6(3): 104-107.

[4] 代增英, 范素琴, 成文生, 等. 海藻酸盐配料在蔬菜汉堡饼中的应用研究[J]. 肉类工业, 2017(11): 39-41.

[5] 秦益民, 刘健, 胡贤志, 等. 海藻酸盐纤维面膜基材的制备与性能研究[J]. 成都纺织高等专科学校学报, 2017(1): 28-31.

[6] 臧汝瑛, 张宁, 于功明, 等. 不同特性的海藻酸钠对仿生鱼翅质构的影响[J]. 食品科技, 2014(6): 89-92.

[7] 李倩倩, 陈海华, 王雨生, 等. M/G 比对海藻酸钠溶胶流变学性质的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(4): 114-120.

[8] 刘海燕, 张健, 李贞, 等. 不同理化因素对海藻酸钠凝胶特性的影响[J]. 粮油食品科技, 2018, 26(2): 45-48.

[9] 鲁冬雪, 徐倩倩, 王稳航. 海藻酸钠凝胶机制及其在食品中的应用研究进展[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(5): 43-46.

[10] 卢伟丽. 卡拉胶和褐藻胶流变学特性及凝胶特性的研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.

[11] 王秀娟, 张坤生, 任云霞, 等. 海藻酸钠凝胶特性的研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(2): 259-262.

[12] Kuo, C.K. and Ma, P.X. (2001) Ionically Crosslinked Alginate Hydrogels as Scaffolds for Tissue Engineering: Part 1. Structure, Gelation Rate and Mechanical Properties. *Biomaterials*, **22**, 510-521. https://doi.org/10.1016/S0142-9612(00)00201-5

[13] Ress, D.A. (1981) Polysaccharide Shapes and Their Interactions—Some Recent Advances. *Pure and Applied Chemistry*, **53**, l-14. https://doi.org/10.1351/pac198153010001

Hans 汉斯

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD
   下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2166-613X，即可查询
2. 打开知网首页 http://cnki.net/
   左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：http://www.hanspub.org/Submission.aspx
期刊邮箱：hjfns@hanspub.org