

不同因素对茶多糖凝胶特性的影响

陈旭平, 谢 怡, 邓刘蒙子, 黄雪松*

(暨南大学理工学院食品科学与工程系, 广东 广州 510632)

摘 要: 采用质构仪测定不同质量浓度、加热温度、保温及放置时间、pH 值、钙离子浓度等对茶多糖的凝胶强度、胶黏性、咀嚼性、弹性、内聚性等的影响。结果表明: 能形成茶多糖凝胶的条件是茶多糖质量浓度不低于 5mg/mL、保温温度不低于 50℃; 茶多糖凝胶强度与质量浓度、加热温度成正比, 放置时间过长、酸性或碱性过强都会降低其凝胶强度, 钙离子对茶多糖凝胶的形成没有促进作用。

关键词: 茶多糖; 凝胶特性; 质构分析; 凝胶强度

Effects of Different Factors on Gel Characteristics of Tea Polysaccharides

CHEN Xu-ping, XIE Yi, DENG Liu-meng-zi, HUANG Xue-song*

(Department of Food Science and Engineering, College of Science and Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: A texture analyzer was used to test the gel strength, gumminess, chewiness, adhesiveness, springiness and cohesiveness of tea polysaccharides (TPs) under varying conditions of concentration, heating temperature, time, pH and calcium ion concentration. The results showed that the TPs concentration and heating temperature required for gelation were at least 5 mg/mL and 50 °C, respectively. TPs gel strength was directly proportional to TPs concentration and temperature. Long storage time and strong acidity or alkaline could reduce the gel strength of TPs while calcium ion did not reveal stimulation effect on it.

Key words: tea polysaccharide; gel characteristics; texture analyzer; gel strength

中图分类号: Q513.2; TS218

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)11-0035-04

茶多糖是一类从茶叶中提取的酸性糖蛋白, 其相对分子质量约为 $1 \times 10^{6[1-2]}$, 糖的部分主要由葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖、鼠李糖等组成^[1,3], 蛋白部分由约 20 种常见氨基酸组成, 还结合有钙、镁、铁、锰等元素^[4]。茶多糖具有很强的降血糖功效, 同时还有提高机体免疫力、抗辐射、降血脂、降血压、抗凝血等多种保健作用^[2,5-8]。茶多糖能溶于水, 温度升高可增强其溶解性能, 纯度的提高使其溶解能力下降; 具有一定的吸油性、起泡性和吸湿性^[9]。

据报道^[10], 茶多糖加入量在质量分数 10% 以上为假塑性流体, 随浓度增大假塑性程度表现越明显^[11]。茶多糖的凝胶特性可使茶多糖在食品工业中用作胶凝剂, 增加了茶多糖的用途。但到目前为止, 对茶多糖的凝胶特性研究还未见文献报道。本实验拟对此进行研究, 为茶多糖凝胶特性的应用和相关产品的开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

茶多糖(纯度 99.9%) 河南郑州成果商贸有限公司。
HCl、NaOH、柠檬酸、无水 CaCl_2 等均为分析纯。

1.2 仪器与设备

QTS-25 质构仪 英国 CNS Farnell 公司; HH 数显恒温水浴锅 江苏金坛市宏华仪器厂; MA110 型电子分析天平 上海第二天平仪器厂; PHS-3C 型精密 pH 计 上海雷磁仪器厂; OB0409 型紫外-可见分光光度计 上海棱光技术有限公司。

1.3 不同茶多糖凝胶的制备

1.3.1 制备茶多糖凝胶的初步研究

室温条件下配制 10mg/mL 的茶多糖溶液, 在电炉上加热煮沸 5 min, 冷却; 重新加热, 待其冷却, 观察整个过程中的现象。

收稿日期: 2011-05-14

基金项目: 暨南大学食品系日康大学生创新基金项目(RK: 201001)

作者简介: 陈旭平(1989—), 女, 本科, 研究方向为多糖。E-mail: 316340432@qq.com

* 通信作者: 黄雪松(1957—), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品化学、功能食品。E-mail: thxs@jnu.edu.cn

将制备好的茶多糖凝胶分别保存于冰箱中和室温条件下, 观察其变化现象和析水状态。

1.3.2 制备不同加热温度的茶多糖凝胶^[12]

配制加热温度分别为 30、40、50、60、70、80、90、100℃时, 质量浓度为 10mg/mL 的茶多糖溶液并在该温度下保温 10min(恒温水浴锅调节温度, 烧杯用锡纸封口。下同)。取出后将内容物迅速倾倒入几个塑料杯中, 样品高度 3cm, 室温条件下冷却后用保鲜膜封口。24h 后用质构仪测定。

1.3.3 制备不同质量浓度的茶多糖凝胶^[13-14]

配制加热温度 90℃时质量浓度分别为 2、3、5、10、20、30mg/mL 的茶多糖溶液, 在 90℃保温 10min, 后续处理与 1.3.2 节同。

1.3.4 制备不同保温时间的茶多糖凝胶^[12]

取 2g 茶多糖溶于 90℃的 198mL 蒸馏水中, 保温时间分别为 5、10、15、20、30、45min, 后续处理与 1.3.2 节同。

1.3.5 制备不同放置时间的茶多糖凝胶^[15]

取 2g 茶多糖溶于 90℃的 198mL 蒸馏水中, 在 90℃保温 10min, 取出后将内容物迅速倾倒入几个塑料杯中, 室温条件下冷却后用保鲜膜封口。4、24h 后分别用质构仪测定。

1.3.6 制备不同 pH 值的茶多糖凝胶^[12,14]

用 HCl、NaOH 调配 pH 值分别为 2、3、4、5、9、11、12 的溶液 198mL, 各加入 2g 茶多糖, 在常温下搅拌溶解并在 90℃保温 10min, 取出后将内容物迅速倾倒入几个塑料杯中, 样品高度 3cm, 室温下冷却后用保鲜膜封口。16h 后用质构仪测定。

1.3.7 制备不同浓度 CaCl₂ 的茶多糖凝胶^[13-14,16]

配制浓度分别为 0、0.15、0.3、0.45、0.60mol/L 的 CaCl₂ 溶液 50mL, 各加入 0.5g 茶多糖, 室温条件下溶解并在 90℃保温 10min, 取出后将内容物迅速倾倒入几个塑料杯中, 样品高度 3cm, 室温条件下冷却后用保鲜膜封口。3d 后用质构仪测定。

1.4 凝胶特性的测定

1.4.1 破裂时凝胶强度的测定条件^[14,16]

破裂时凝胶强度是指使凝胶破裂所需的最大力(g)。选择 TA 41 柱形探头(6mm × 35mm), 压头下降速率为 30mm/min, 触发值 5g, 下压距离 8mm。至少测定两份平行样品, 取平均值。

1.4.2 TPA 法测定条件^[17]

TPA(texture profile analysis)法测定条件: 选择 TA 41 柱形探头(6mm × 35mm); 压头下降速率为 30mm/min; 测试速率 30mm/min; 触发值 5g; 停留时间 2s; 下压

距离 2mm。测定数据有胶黏性、咀嚼性、弹性、内聚性等。至少测定两份平行样品, 取平均值。

2 结果与分析

2.1 茶多糖凝胶的视觉特点

室温条件下 10mg/mL 的茶多糖溶液呈半稠状, 经加热煮沸 5min 冷却即成固体状凝胶, 再加热后又形成溶液, 冷却后又形成凝胶。说明茶多糖凝胶为热可逆性凝胶。

保存于 7℃冰箱冷藏室中的茶多糖凝胶放置一周没有明显析水现象, 凝胶强度与之前相比没有明显变化。放置于室温条件下的凝胶一周后凝胶强度明显下降。说明保存温度对茶多糖凝胶强度有较大影响。

2.2 加热温度对茶多糖凝胶强度的影响

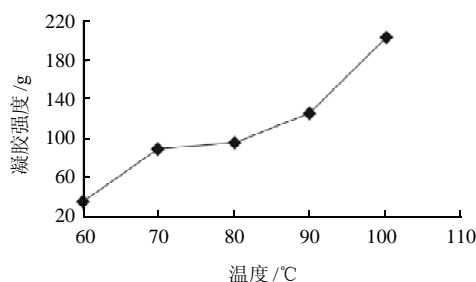


图1 加热温度对茶多糖凝胶强度的影响
Fig.1 Effect of temperature on gel strength of TPs

由图 1 可知, 茶多糖凝胶强度随温度的上升而提高, 在 100℃溶解并保温, 其凝胶强度最强且凝胶更均匀。在 50℃时形成的凝胶强度较低, 介于流体与凝胶之间; 30℃和 40℃时不能形成凝胶。茶多糖凝胶强度随加热温度升高而增强, 其原因可能是由于高温促进疏水相互作用, 分子链间结合力加强, 因而凝胶强度越大。由此可以推测茶多糖凝胶的结构力主要为分子间力^[18-19]。

2.3 茶多糖质量浓度对其凝胶强度的影响

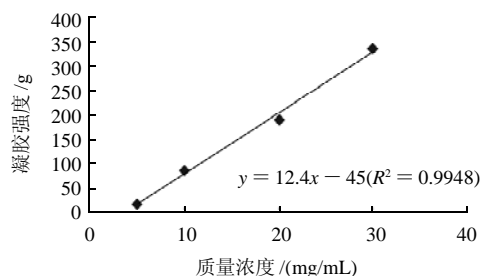


图2 茶多糖质量浓度对其凝胶强度的影响
Fig.2 Effect of TPs concentration on gel strength of TPs

由图2可知,凝胶强度随茶多糖质量浓度的增大而增强,二者呈正比关系。茶多糖质量浓度越大,形成凝胶体的总分子间作用力越大,凝胶网络结构也就越致密,因而凝胶强度越大。该特征与明胶、海藻酸钠等凝胶体随凝胶物质的增加而凝胶强度增加的现象一致^[11-12]。

茶多糖质量浓度为2、3mg/mL时不能形成凝胶,在质量浓度5mg/mL时形成的凝胶强度很低,所以选择质量浓度10mg/mL以上较为合适。

2.4 保温时间对茶多糖凝胶特性的影响

表1 保温时间对凝胶特性的影响

Table 1 Effect of temperature-holding time on gel properties of TPs

保温时间/min	凝胶强度/g	胶黏性/g	弹性/mm	内聚性	咀嚼性/(g·mm)
5	130	54.46	1.39	0.72	75.96
10	90	43.19	1.29	0.75	55.68
15	104	47.11	1.27	0.66	60.16
20	117	51.81	1.3	0.73	68.36
30	94	46.42	1.2	0.65	55.66
45	121	42.06	1.26	0.63	52.89

由表1可知,保温时间对凝胶强度、胶黏性、弹性、内聚性、咀嚼性的影响不大,各指标基本都随保温时间的增长而下降,这与明胶蛋白有类似的特性^[10],这可能是因为茶多糖凝胶也属于蛋白类凝胶。

2.5 放置时间对茶多糖凝胶强度的影响

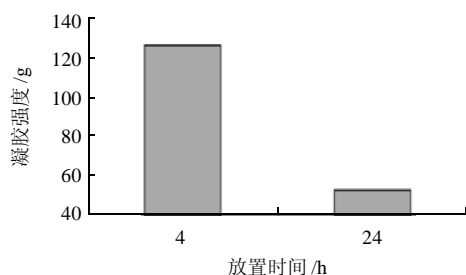


图3 放置时间对茶多糖凝胶强度的影响

Fig.3 Effect of temperature-holding time on gel strength of TPs

由图3可知,放置24h后,茶多糖凝胶强度显著下降。说明放置时间越久,凝胶强度下降越多,这与2.1节中所述结果一致。茶多糖凝胶强度随放置时间降低的特性与魔芋胶相似^[14]。

2.6 pH值对茶多糖凝胶特性的影响

由表2可知,酸性和碱性越强都会使茶多糖凝胶强度、胶黏性、弹性、内聚性、咀嚼性等降低。茶多

糖随酸性增强而发生降解,含量下降。茶多糖凝胶在碱性条件下显淡绿色,凝胶颜色随pH值提高而加深。这可能与茶多糖为两性电解质特点有关,具体机理有待进一步深入研究。

表2 pH值对茶多糖凝胶特性的影响

Table 2 Effect of pH on gel properties of TPs

pH	凝胶强度/g	胶黏性/g	弹性/mm	内聚性	咀嚼性/(g·mm)
2	41	19.82	1.17	0.79	23.17
3	79	47.43	1.27	0.7	60.22
4	92	49.92	1.37	0.73	68.6
5	123	54.66	1.39	0.7	76.03
9	103	55.62	1.34	0.7	74.62
10	85	48.21	1.25	0.67	60.59
11	105	46.81	1.24	0.66	58.16

2.7 不同浓度钙离子对茶多糖凝胶特性的影响

表3 不同浓度钙离子对凝胶特性的影响

Table 3 Effect of calcium ion concentration on gel properties of TPs

CaCl ₂ 浓度/(mol/L)	凝胶强度/g	胶黏性/g	弹性/mm	咀嚼性/(g·mm)
0	103	1244.07	1.29	1604.86
0.15	43	987.51	1.02	1007.26
0.30		不形成凝胶		
0.45		不形成凝胶		
0.60		不形成凝胶		

由表3可知,CaCl₂浓度为0.30、0.45、0.60mol/L的溶液不形成凝胶,而CaCl₂溶液浓度为0时形成的茶多糖凝胶强度、胶黏性、弹性、咀嚼性等都高于浓度为0.15mol/L的CaCl₂溶液形成的凝胶。说明钙离子对茶多糖凝胶的形成没有促进作用,属于非钙型凝胶体;也间接表明茶多糖凝胶的结构力为分子间力。

3 结论

茶多糖水溶液呈半稠状,质量浓度不低于5mg/mL的茶多糖溶液在一定的温度下冷却能形成热可逆性、非钙型凝胶体。茶多糖质量浓度高、保温温度高其凝胶体的强度增加,但长时间放置,其凝胶体的强度降低;茶多糖凝胶在pH值条件下显淡绿色,凝胶颜色随pH值提高而加深;钙离子对茶多糖凝胶的形成没有促进作用。这些实验结果应当与其糖蛋白的分子结构有直接或间接的关系,揭示这些关系有待进一步研究。

参考文献:

[1] 周裔彬,汪东风,宛晓春,等.茶多糖的纯化及结构分析[J].化学通

- 报, 2008(9): 691-695.
- [2] 倪德江, 谭少波. 脱蛋白工艺对茶多糖提取率及蛋白质含量的影响[J]. 中国茶叶, 2002, 24(4): 6-7.
- [3] 汪东风, 谢晓凤, 王世林, 等. 茶多糖的组分及理化性质[J]. 茶叶科学, 1996, 16(1): 1-8.
- [4] 刘素强, 钟应富, 吴全, 等. 茶多糖的研究及其利用[J]. 南方农业, 2009(5): 111-113.
- [5] 陈利燕, 屠幼英. 茶多糖的药理作用研究进展[J]. 中国茶叶, 2001, 23(5): 8-9.
- [6] 陈小强, 成浩, 叶阳, 等. 茶多糖纯化组分的理化分析[J]. 中草药, 2008(6): 828-830.
- [7] 徐仲溪, 王坤波. 茶多糖化学及生物活性的研究[J]. 茶叶科学, 2004, 24(2): 75-81.
- [8] 傅海平, 黄怀生, 胡孟阳, 等. 茶多糖生物活性及提取纯化的研究进展[J]. 茶叶通讯, 2006, 33(2): 24-28.
- [9] 李雷, 汪东风, 周小玲, 等. 茶叶多糖食品功能性研究[J]. 茶叶科学, 2006, 26(2): 102-107.
- [10] 汪文明, 周裔彬. 茶多糖对小麦粉流变性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(3): 27-31.
- [11] 周裔彬. 茶多糖对小麦粉、淀粉及其焙烤制品糊化和老化的影响[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
- [12] 谢苒萸, 杨晓波, 肖英宏. 不同因素对明胶凝胶特性的影响研究[J]. 食品工业, 2009(1): 51-53.
- [13] 吴伟都, 施文蓉, 王雅琼, 等. 质构仪穿透法测定结冷凝胶特性[J]. 粮食与食品工业, 2010(5): 55-58.
- [14] 陈海华. 明胶的凝胶特性及多糖对明胶凝胶特性的影响[J]. 粮油加工, 2009(5): 130-133.
- [15] 刘树兴, 陈明, 刘丽, 等. 复合魔芋果冻的研制[J]. 食品科技, 2002(10): 30-32.
- [16] 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(2): 259-262.
- [17] 刘珊, 赵谋明, 胡坤, 等. κ -卡拉胶对大豆分离蛋白乳浊凝胶特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2003(11): 10-13.
- [18] 王元凤. 茶多糖的分离纯化、结构及构效关系研究[D]. 无锡: 江南大学, 2005.
- [19] 陈海霞. 高活性茶多糖的一级结构表征、空间构象及生物活性的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2004.