

凉粉草胶与不同淀粉混合体系糊化和质构性质的研究

冯 涛, 顾正彪*, 金征宇

(江南大学食品学院, 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡

214122)

摘 要: 凉粉草胶(MBG)与淀粉作用可以形成凝胶。为比较不同淀粉与MBG混合体系糊化和凝胶性质的差异,选取玉米等八种常见淀粉,利用Brabender糊化仪、质构仪、对MBG与不同淀粉混合体系的糊化和质构性质进行了研究。结果发现,MBG对谷类淀粉(大米、小麦、玉米)和豆类淀粉(绿豆、豌豆)的糊化性质的影响都比较显著,对薯类淀粉(木薯、马铃薯、甘薯)的不显著,但MBG与薯类淀粉混合体系的黏度远高于MBG与谷类和豆类淀粉的;MBG与大米淀粉形成的凝胶硬度最大,与马铃薯淀粉形成的凝胶硬度次之,与豌豆淀粉形成的凝胶硬度最小。淀粉与MBG之间相互作用的强弱可以从Brabender糊化曲线上的特征点值E-D来比较。

关键词: 凉粉草胶; 淀粉; Brabender糊化仪; 质构仪; 相互作用

Study on Gelatinization and Texture Properties of MBG (*Mesona Blumes Gum*) and Different Starches Mixed System

FENG Tao, GU Zheng-biao*, JIN Zheng-yu

(Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The interactions of MBG and starches could form gel. To compare the gelatinization properties of MBG and different starches, eight kinds of starches such as corn starch and others were selected in this study. Their gelatinizing and textural properties of some mixed system were studied by Brabender Viscograph, texture analyzer. The effects of MBG on gelation properties of both cereal starches (rice, wheat and corn) and legume starches (pea, corn and mung bean starch) are more significant than those of yam starches (potato, tapioca and sweet potato starch), but the viscosities of MBG and yam starches are much higher than those of MBG or legumes or cereal starches. The hardness of the gel made from MBG and rice starches is the largest, while that from the potato starches is the second larger, but that from the pea starch is the least. The positive or negative synergistic interactions of the gel formed by MBG and starches can be compared by the E-D value of the Brabender viscograph parameters.

Key words MBG (*Mesona Blumes gum*); starch; Brabender Viscograph; texture analyzer; interactions gelatinization
中图分类号: TS201.7 文献标识码: A 文章编号: 1002-6630(2007)11-0154-05

凉粉草(*Mesona Blumes*)是一种越年生唇形科草本植物。在我国台湾、福建一带,常用来制作食用凉粉冻,是一种传统但广为流行的果冻。凉粉草叶中含有的多糖主要是由半乳糖、阿拉伯糖、木糖、半乳糖醛酸及戊糖等所组成,它能与直链淀粉形成特殊口感及质地的凝胶^[1]。了解不同淀粉与凉粉草胶凝胶作用的差异,从中选取与之胶凝作用显著的淀粉,对制作优质的凉粉冻具有重要的意义。孙远明等研究发现凉粉草胶能与含有直链淀粉的玉米淀粉、木薯淀粉、大米淀粉、小麦淀粉形成凝胶,凝胶强度以前二者为

大,凉粉草胶与不含有直链淀粉的糯米淀粉不能形成凝胶,仅为糊状物^[2]。Lii C Y和Chen L H发现糯性玉米淀粉、马铃薯淀粉及其变性淀粉与凉粉草胶并不能形成凝胶,木薯、豌豆、绿豆及玉米淀粉则可以,并且以豌豆淀粉与凉粉草胶所形成的凉粉冻的凝胶强度最高,因此推测淀粉与凉粉草胶能否成胶,以及所成凝胶的强度与淀粉的直链淀粉含量有关。一般来说,直链淀粉含量越高的淀粉与凉粉草胶所成凉粉冻的凝胶强度越大。而马铃薯淀粉的直链淀粉含量虽比木薯淀粉高,却不能与凉粉草胶形成良好胶体,可能是因为

收稿日期 2006-09-20

*通讯作者

作者简介: 冯涛(1978-),男,博士研究生,主要从事农副产品深加工方面的研究。

马铃薯淀粉中所含单磷酸支链会阻止其与凉粉草胶之间的相互作用所致^[3]。刘莹玲与方亮钧研究发现,小麦、玉米和木薯淀粉中,以小麦淀粉(直链淀粉含量约为26%)所成凉粉冻硬度较高,而木薯淀粉(直链淀粉含量约为21%)较低,可能与各淀粉的直链淀粉含量有关^[4-5]。

本研究在比较八种淀粉与不同浓度MBG糊化曲线的基础上,研究MBG对这些淀粉糊化性质影响的强弱,再以质构仪比较它们所得凝胶的硬度,考察MBG与淀粉之间相互作用的强弱是否可以从它们所得凝胶的硬度的大小来判断,以及它们所得凝胶的硬度大小与淀粉直链淀粉相对含量之间的相关性。

1 材料与方法

1.1 材料

大米淀粉 江苏宝宝集团;小麦淀粉 江苏东海粮油公司;玉米、绿豆、豌豆、甘薯、马铃薯和木薯淀粉 本实验室收藏;凉粉草胶 福建武平县。

1.2 方法

1.2.1 各种淀粉及凉粉草胶的化学成分分析

灰分的测定:总灰分测定法^[6];水分的测定:直接干燥法^[6];蛋白质的测定:微量凯氏定氮法^[6];脂肪的测定:索氏抽取法^[6];纤维素的测定:酸性洗涤纤维测定法^[6];淀粉蓝值的测定:碘液比色法。蓝值是表示淀粉结合碘能力的一个重要指标,直链淀粉线性聚合度(DP)很高(在45以上),与碘液能形成螺旋结构络合物,呈现蓝色,故蓝值很大,一般为0.8~1.2。而支链淀粉因聚合度较低,故蓝值较小。因此可用蓝值的大小来作为衡量直链淀粉含量的指标^[7]。

1.2.2 淀粉与MBG的Brabender糊化分析

以干基计算,准确称取6%的各种淀粉和0.1%、0.35%、0.5%的MBG。在Brabender Viscograph (Duisburg, Germany)上测量它们的糊化曲线,布拉班德黏度仪的测定条件设定为:从30℃起始,以5℃/min的升温速率上升到95℃,保温10min,然后以5℃/min的降温速率降低到50℃,保温10min,连续测定其黏度,转速设置为250r/min,黏度单位以BU(Brabender Unit, 1BU=700g·cm)表示^[8]。各参数符号意义如下:A.糊化温度,黏度开始上升的温度;B.峰值黏度:在升温和95℃保温期间达到的最高黏度值;C.升温到95℃时的黏度值;D.95℃保温10min后糊的黏度值;E.糊温度降低到50℃时的黏度值;C-B.值表示淀粉糊化的难易程度,该值大则表示淀粉易于糊化;E-D.值表示淀粉糊冷却形成凝胶性的强弱,该值越大则凝胶性越强。

1.2.3 淀粉与MBG所成凝胶的全质构剖面分析(TPA)

将6%的各种淀粉与0.5%的MBG形成的凝胶置于直径2.5cm×2.5cm的模型内冷却后,采用TA-XT2(美国微讯公司)质构仪对凝胶进行Texture Profile Analysis (TPA)分析。TA-XT2设置为:Option为TPA;Pre-Test Speed为1.0mm/s;Test Speed为1.0mm/s;Post-Test Speed为1.0mm/s;Distance为50% strain;Trigger Type为Auto 5g;Time为10s;Data Acquisition Rate为200pps。比较凝胶的硬度。重复测量三次,取平均值^[9]。

1.2.4 数据分析

用统计软件SPSS11.0对试验结果进行统计分析,每个实验的结果均为重复三次的平均值。

2 结果与分析

2.1 各种淀粉及凉粉草胶的化学成分分析结果

表1 八种淀粉及凉粉草胶的常规成分组成(%)
Table 1 Chemical compositions of eight kinds of starch and Mesona Blumes gum(%)

样品种类	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	粗纤维 (%)	淀粉蓝值
小麦淀粉	11.95*	0.68	0.26	0.3	0.43	0.44
大米淀粉	13.5	0.89	0.3	0.29	0.3	0.57
玉米淀粉	14.08	0.48	0.12	0.14	0.21	0.58
绿豆淀粉	13.08	0.24	0.05	0.25	0.18	0.68
豌豆淀粉	13.14	0.33	0.10	0.15	0.20	0.62
木薯淀粉	10.6	0.20	0.10	0.10	0.12	0.48
甘薯淀粉	12.87	0.24	0.10	0.33	0.33	0.47
马铃薯淀粉	16.71	0.25	0.10	0.18	0.18	0.44
凉粉草胶	5.12	8.14	0.83	36.65	12.59	—

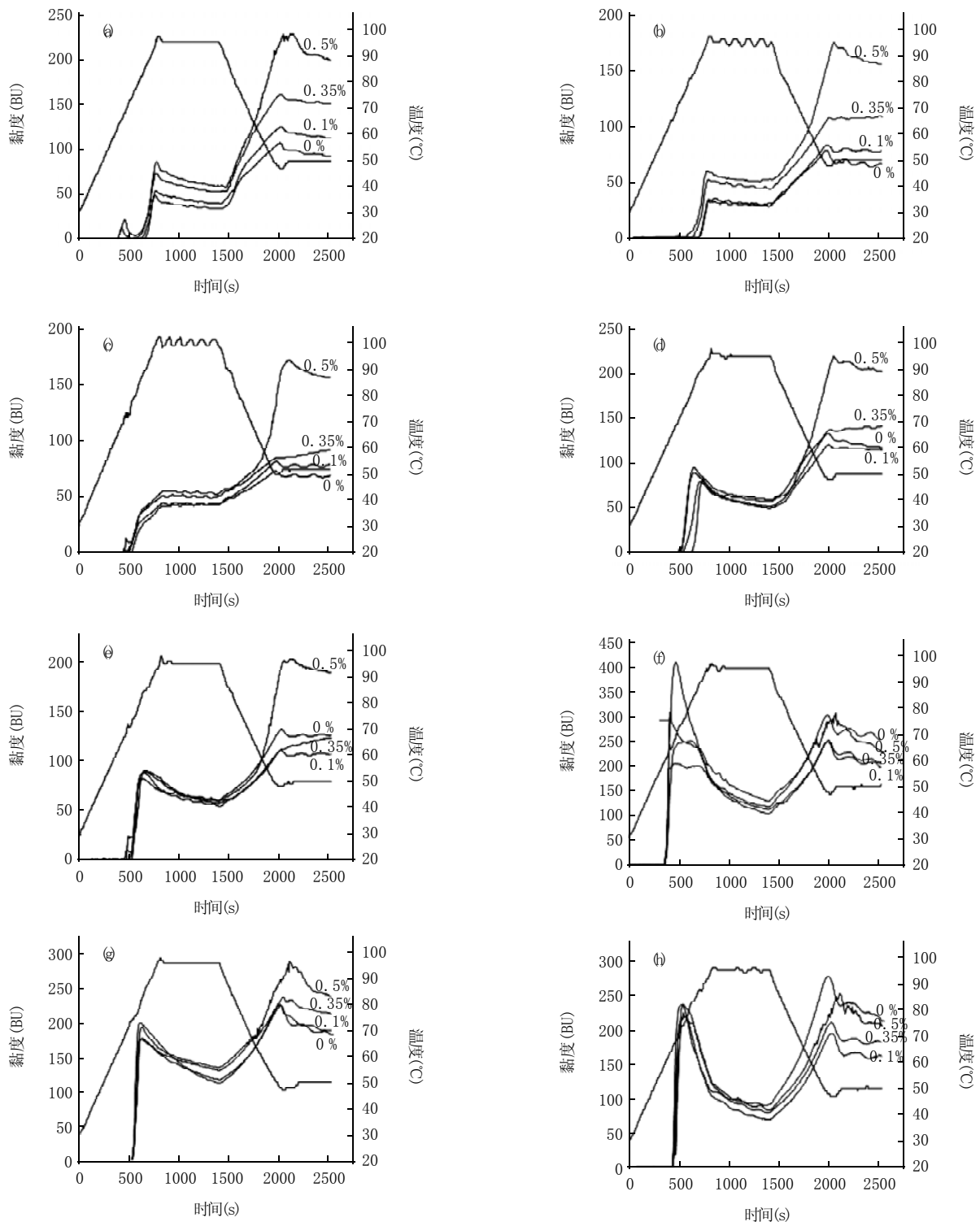
注: * 均为重复测定三次的平均值。

2.2 不同淀粉与MBG在Brabender仪上的糊化特性比较

大米、小麦、豌豆和玉米四种淀粉在添加和未添加MBG条件下的糊化曲线如图1(a)~(d)。从图上可以看出,每种淀粉的糊化曲线都极大地受到了所添加的MBG协同增效的影响。又从图上可以比较得出,大米淀粉在未添加MBG时,其糊化温度为88.4℃,但在添加了0.5%的MBG后,其糊化温度则下降为65.2℃,其最大峰黏值则由50.0BU顺序增大到87.0BU,糊回生黏度则由64.0BU增大到128.0BU,这些说明MBG对大米淀粉具有协同增效的作用。小麦淀粉在未添加MBG时的糊化温度为91.5℃,而在添加了0.5%MBG后,其糊化温度则下降为84.3℃,而其最大峰黏值则由35.0BU顺序增大到61.0BU,回生黏度则由44.0BU增大到84.0BU,这些也说明了MBG对小麦淀粉的协同增稠作用。豌豆原淀粉的糊化温度为76.8℃,在添加0.5%MBG后,其糊化温度下降为68.7℃,最大峰黏值则由44.0BU增至55.0BU,回生黏度则由26.0BU增至53.0BU,这些同样说明MBG对豌豆淀粉的协同增效作用。玉米原淀粉的

糊化温度为 84.7℃, 添加 0.5%MBG 后, 其糊化温度下降为 73.8℃, 最大峰黏值则由 82.0BU 增至 96.0BU, 回生黏度也由 69.0BU 上升到 113.0BU, 这说明 MBG 对玉米淀粉也具有协同增稠的效果。

绿豆、马铃薯、甘薯和木薯淀粉在有 MBG 和没有 MBG 时的糊化曲线如图 1(e)~(h)。从图上可以看出, 绿豆和甘薯淀粉与 MBG 之间仍然存在协同增效作用, 但协同作用效果不如前面四种淀粉明显, 木薯和马铃薯淀



a. 大米淀粉; b. 小麦淀粉; c. 豌豆淀粉; d. 玉米淀粉; e. 绿豆淀粉; f. 马铃薯淀粉; g. 甘薯淀粉; h. 木薯淀粉。

图1 八种淀粉与 MBG 的协同作用

Fig.1 Synergistic interactions of MBG and (a)rice (b)wheat (c)pea(d)corn(e)mung bean(f)potato(g)sweet potato(h)cassava starch

粉与 MBG 之间的协同作用为负作用。从图中比较可以发现, 绿豆原淀粉的糊化温度为 74.8℃, 而在添加 0.5% 的 MBG 后, 糊化温度也只是降低为 70.2℃, 其最大峰黏度也只是从 89.0BU 增大为 90.0BU, 相应的回生黏度也只从 57.0BU 增大为 80.0BU, 这说明绿豆淀粉与 MBG 之间仍然还存在相互的协同增效作用, 但这种作用比较微弱了。甘薯原淀粉的糊化温度为 74.8℃, 加入 0.5% 的 MBG 后, 其糊化温度也只是降为 74.3℃, 其最大峰黏值则由 201.0BU 下降为 194.0BU, 回生黏度则由 93.0BU 略有提升到 97.0BU, 这说明甘薯淀粉与 MBG 之间仍然存在相互增效的协同作用, 但比绿豆淀粉还弱。马铃薯原淀粉的糊化温度为 60.7℃, 加入 0.5%MBG 后, 其糊化温度只降为 60.3℃, 最大峰黏值则由 410.0BU 下降为 313.0BU, 回生黏度也由 159.0BU 下降为 119.0BU, 这说明马铃薯淀粉与 MBG 之间的相互作用成为减效作用或负作用。木薯原淀粉的糊化温度为 65.8℃, 再添加 0.5%MBG 后, 糊化温度反而上升到 67.1℃, 最大峰黏值由 236BU 增大到 237BU, 但回生黏度却由 166.0BU 下降到 116.0BU, 这些变化说明木薯淀粉与 MBG 之间的相互作用也成为负作用。

八种淀粉中添加不同量的 MBG 后糊化曲线上的 E-D 值分布如图 2 所示。从图 2 可以直观地看到, 随胶的加入, 大米淀粉与 MBG 混合体系糊化曲线的 E-D 值逐渐升高, 至 0.5% 的 MBG 时其值变为最高, 这说明大米淀粉与 MBG 之间的相互作用为协同增强的效应, 尽管马铃薯和木薯原淀粉糊化曲线的 E-D 值较高, 但随胶的加入, 其值逐渐减小, 这说明这两种薯类淀粉与 MBG 之间的相互作用为协同减弱的效应。此外, 小麦淀粉、豌豆淀粉、玉米淀粉与 MBG 为协同增效作用, 而绿豆和甘薯淀粉与 MBG 具有较弱的协同增效性。

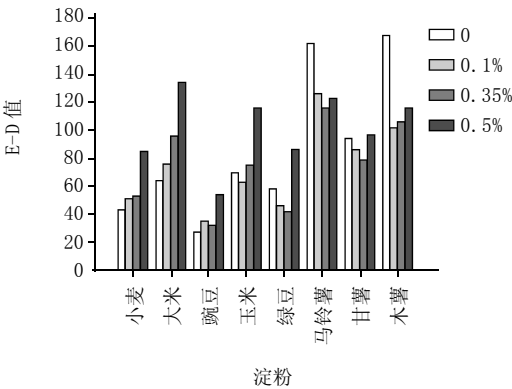


图2 不同浓度 MBG 与不同淀粉糊化曲线上的 E-D 值图
Fig.2 E-D value of different starches with different concentrations of MBG in Brabender curves

八种淀粉在有 0.5%MBG 的条件下, 各自的 Brabender 糊化曲线如图 3 所示。从图 3 中可以看出, 薯类淀粉与

表2 八种淀粉分别与 0、0.1%、0.35% 和 0.5% MBG 混合体系的 Brabender 参数值

Table 2 Brabender parameters of the mixed system between MBG at different concentration with eight types of starch

淀粉	MBG (%)	A(℃)	B(BU)	C(BU)	D(BU)	E(BU)	E-D(BU)
小麦	0	91.5*	35	33	32	75	43
	0.1	90.8	37	34	29	80	51
	0.35	86.2	53	52	46	99	53
	0.5	84.3	61	61	53	138	85
大米	0	88.4	50	48	35	99	64
	0.1	85.7	55	55	41	117	76
	0.35	65.0	74	74	54	150	96
	0.5	65.2	87	87	60	194	134
豌豆	0	76.8	44	37	44	71	27
	0.1	75.2	45	40	43	78	35
	0.35	74.8	52	47	50	82	32
	0.5	68.7	55	50	52	106	54
玉米	0	84.7	82	75	58	128	70
	0.1	77.9	80	72	50	113	63
	0.35	74.5	90	75	52	127	75
	0.5	73.8	96	80	60	175	116
绿豆	0	74.8	89	73	60	118	58
	0.1	74.4	82	71	55	101	46
	0.35	73.5	89	81	57	99	42
	0.5	70.2	90	84	59	145	86
马铃薯	0	60.7	410	192	119	281	162
	0.1	60.9	252	194	104	230	126
	0.35	60.6	205	184	112	228	116
	0.5	60.3	310	205	131	254	123
甘薯	0	74.8	201	174	114	208	94
	0.1	75.1	177	158	120	206	86
	0.35	73.9	179	160	132	211	79
	0.5	74.3	194	164	136	233	97
木薯	0	65.8	236	121	90	258	168
	0.1	66.3	219	116	69	171	102
	0.35	66.8	225	140	79	185	106
	0.5	67.1	237	142	83	199	116

注: * 均为重复测定三次的平均值。

MBG 的混合体系的糊化温度较低, 且黏度很快达到最大的峰值黏度后便开始下降, 显示出对热明显的不稳定性, 但马铃薯淀粉 /MBG 混合体系和甘薯淀粉 /MBG 混合体系的回生程度明显大于木薯淀粉 /MBG 混合体系的, 峰黏值远高于禾谷类淀粉 /MBG 与豆类淀粉 /MBG, 豆类(绿豆和豌豆)淀粉和禾谷类淀粉的糊化特性曲线差别不显著, 但论及个别, 仍然有豌豆淀粉无峰黏度, 小麦淀粉有较弱的峰黏度, 而大米和绿豆淀粉则在糊化阶段先出现一个小峰, 再出现一个比较显著的大峰, 在高温保温阶段时, 除豌豆淀粉仍有略微上升外, 其它淀粉都有略微下降, 冷却时所有淀粉黏度都显著上升, 保温时除大米淀粉下降幅度较大(也远低于薯类淀粉的)外, 其余淀粉的黏度都只有略微下降。6% 大米淀粉与 0.5%MBG 形成的凝胶的 E-D 值最大, 与大米淀粉 /MBG

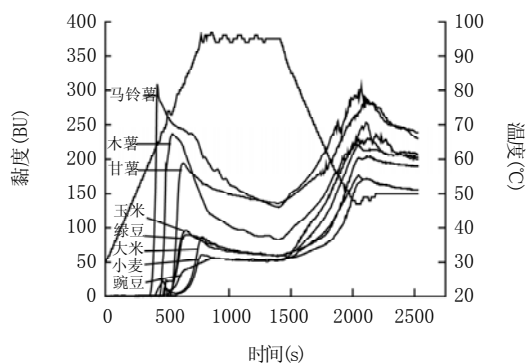


图3 不同淀粉与0.5% MBG混合体系的Brabender糊化曲线

Fig.3 Brabender curves of different starches with 0.5% MBG mixed systems

混合体系这种独特的糊化特性是密切相关的。

2.3 不同淀粉与MBG所成凝胶的TPA分析比较

表3 不同淀粉与MBG所成凝胶的TPA分析比较

Table 3 TPA analysis of gel formed by different starches and MBG

淀粉	大米	马铃薯	木薯	玉米	甘薯	绿豆	小麦	豌豆
硬度(g)	369.1	348	293.8	283.9	168.1	148.1	145.8	125.1
弹性	0.954	0.106	0.026	0.082	0.800	0.755	0.933	0.035
内聚性	0.224	0.824	0.842	0.875	0.320	0.387	0.336	0.242

从TPA分析结果来看,0.5%MBG与6%的各种淀粉形成凝胶的硬度由大到小的顺序是:大米>马铃薯>木薯>玉米>甘薯>绿豆>小麦>豌豆。这一顺序与从Brabender仪上反映出的E-D值的顺序是一致的。这两种实验相互印证了同一结论。除豌豆和马铃薯淀粉外,各混合凝胶的硬度与相应淀粉的蓝值之间基本上遵循直链淀粉含量越高,凝胶硬度越大的规律。

3 结论

MBG对禾谷类淀粉大米糊化性质的影响最为显著,对豆类淀粉(豌豆、绿豆)、玉米淀粉和小麦淀粉糊化性质的影响较为显著,对薯类淀粉(马铃薯、木薯和甘薯)的最不显著,但MBG与这些淀粉混合体系的黏度大小正好相反。6%大米淀粉与0.5%MBG成糊后它们的凝胶性最强,所得的凝胶的硬度也最大,其次为马铃薯淀粉和木薯淀粉,而豌豆淀粉与MBG成糊后其凝胶性最弱,所得的凝胶的硬度也最小。除豌豆和马铃薯淀粉外,各混合凝胶的硬度与相应淀粉的蓝值之间基本上遵循直链淀粉含量越高,凝胶硬度越大的规律。但淀粉与MBG之间相互作用的强弱不能只从淀粉与MBG形成的凝胶的硬度来比较,而可以从Brabender糊化曲线上的特征点值E-D来比较。

参考文献:

- [1] 胡国华. 功能性食品胶[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 161.
- [2] 孙远明, 杨君, 施金凤, 等. 凉粉草胶的性质及凝胶结构[J]. 浙江农业大学学报, 1997, 23(S): 62.
- [3] LI C Y, CHEN L H. The factors in the gel-forming properties of Hsian-tso (Mesona procumbens Hemsl). I. Extraction conditions and different starches[C]//Proceedings National Science Conference. ROC, 1980, 4(4): 438-442.
- [4] 刘莹玲. 仙草叶胶与淀粉间凝胶作用之研究[D]. 台中: 静宜大学, 1999.
- [5] 方亮灼. 以碳酸钠溶液萃取的仙草叶胶与淀粉间凝胶作用的研究[D]. 台中: 静宜大学, 1998.
- [6] 许安邦, 林维宣, 佟绍芳, 等. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 73-223.
- [7] GILBERT G T, SPRAGG S P. Iodimetric determination of amylose iodine sorption: Blue Value[M]//Methods in carbohydrate chemistry IV starch. New York and London: Academic Press, 1964: 168-169.
- [8] 洪雁, 顾正彪. 粉丝用淀粉结构和性质的研究[C]//中国淀粉工业协会变性淀粉专业委员会第八次学术报告、经验交流会论文集, 2005: 130-138.
- [9] 赵秀真, 赖丽旭. 盐类对仙草叶胶/小麦淀粉混合凝胶质地之影响[J]. 食品科学(台湾), 1999, 26(6): 658-664.



研究显示: 用袋鼠肉取代牛肉 更健康更环保

袋鼠堪称澳大利亚国宝。在澳大利亚国内, 袋鼠形象无处不在, 包括硬币和国徽上。然而, 英国《每日邮报》撰文称, 随着绿色和平组织发布一份研究报告, 呼吁人们为降低温室气体排放量而多食袋鼠肉, 袋鼠爱好者们不免黯然神伤。

绿色和平组织报告说, 袋鼠肉鲜嫩可口, 营养丰富, 富含蛋白质、铁、锌等元素, 含较少胆固醇和脂肪, 是理想的健康食物。更为重要的是, 不同于牛肉、羊肉, 人们吃过袋鼠肉后不易打嗝胀气, 消化不良, 因此有助于降低二氧化碳排放量。报告公布后, 袋鼠肉成为一些人饭桌上的新宠。报告预测, 人们一旦喜欢上袋鼠肉, 牛肉消耗量将减少20%, 肉牛养殖量也相应减少。随着袋鼠肉品种多元化, 到2020年, 澳大利亚温室气体总排放量将减少1500万吨。