第8卷 无锡轻工业学院学报 Vol.8
第1期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1989 No.1

全部玉米粉制作面包所用增粘剂的研究

李成浩 金茂国
（朝鲜.平壤轻工业大学） （无锡轻工业学院粮油系）

前 言

玉米是世界上重要的谷物之一，其产量超过稻谷，仅次于小麦居世界谷物产量的第二位。虽然玉米产量很多，但是目前却大量用于饲料和工业原料。在食品制造中，由于玉米不含面筋，其面团在酵母发酵过程中持气性能很差，不能形成海绵状结构，因而难于制成松软的面包。在一些以玉米为主食的国家中，人们只能将它做成玉米饼或窝窝头（一种未经发酵的坚实的馒头），食用品质很差。

为了改善玉米为原料的食品品质，对玉米粉制作面包已作了大量的研究，但多数是用小麦粉和玉米粉按照一定比例掺和，再加入合适的添加剂制作面包的。本实验是探索使用全部玉米粉制作面包的研究。

使用全部玉米粉制作面包的关键在于寻找一种合适的增粘剂，以改善非小麦面团的持气性能。本课题旨在研究各种增粘剂对使用全部玉米粉制作的面包（以下简称玉米面包）质量的影响和相互关系，以便寻求最佳的增粘剂。

1 原料和仪器设备

1.1 试验原材料

1.1.1 玉米渣 使用中国北京生产的黄玉米渣和白玉米渣。

1.1.2 增粘剂 羧甲基纤维素钠（CMC）：含量6.98～8.50%，pH6.5～8.0，粘度pH6 600～1000厘泊，上海化学试剂厂制造。田菁胶（SC）：北京矿冶研究总院制造。海藻酸钠（SA）。

1.2 仪器设备

1.2.1 旋转式粘度计 NDJ—1型，上海天平仪器厂制造。

1.2.2 布拉本德淀粉粘度仪（Brabender Viscograph） 西德布拉本德公司制造。温度范围20～97℃，温度升高或下降平均率1.5±0.03℃/min，记录纸速度0.5±0.01厘米/分，搅拌器转速75±1转/分。

1.2.3 扫描电子显微镜（SEM） ISI—SX—40型，日本制造。

1.2.4 吊篮式实验烘烤炉（Reel Type Test Oven）美国National MFG.公司制造。

1.2.5 流变仪（Fudoh Rheometer） NRM3002D型，日本制造。

本文1988年5月21日收到。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 试验方法

2.1 玉米粉的制造

黄玉米渣及白玉米渣(均已脱去胚和皮)放入充满二氧化硫的容器内，在18±1℃条件下存放8小时，然后着水使其水分达18%，再存放8小时，最后以FSF型实验室用粉碎机，通过80目筛子即得玉米粉，其水分为16.5%，粒度由150微米以下。

2.2 粘度的测定

用粘度计测定粘度，每个样品测定三次，取平均值。浓度不同的样品用蒸馏水调节，不同pH值用乳酸调节，并用501型超级恒温器进行温度调节。

2.3 糊化特性测定

用布拉本德粘度仪。称取玉米粉33.75克，加入增粘剂1克(相当于淀粉的3%)，加入蒸馏水450毫升，搅拌约20分钟至完全均匀。迅速倒入粘度仪测量杯中，立即开动仪器，当温度升至30℃时将记录仪笔尖调到零点，并开始以每分钟升温1.5℃的速度加热，直至95℃，并在此温度下保持15分钟，然后再以每分钟降温1.5℃的速度冷却到20℃，即可得到糊化特性曲线。

2.4 增粘剂胶冻及面团微观结构的观察

用电镜观察样品并摄制照片。样品使用2%之戊二醛(glutaric dialdehyde)溶液固定，然后用乙醇蒸馏水溶液按照体积百分浓度30%、50%、70%、90%依次进行脱水。取样品横截面经Au蒸着后使用。

2.5 玉米粉面包制作及评分方法

2.5.1 配方

玉米粉	100.0
水	70.0
压缩酵母	3.0
砂糖	3.0
食盐	1.5
精炼菜籽油	1.5
大豆磷脂	0.5
α—淀粉酶	0.2
增粘剂	3.0
乳酸	约为面团的0.3%

2.5.2 工艺过程及条件　图1为制作玉米粉面包的工艺过程方框图。

液化　将玉米粉总量的70%和全部α—淀粉酶用水和匀，水量为总水量的70%然后置于95℃之水浴中进行液化，约10分钟左右，液化物之DE值(相当右旋糖)约为5～6%。

和面　将压榨酵母制成乳浊液，并进行适当的活化。将大豆磷脂，精炼植物油及少量水混合，制成乳化液。然后将上述玉米粉液化物和酵母乳浊液、油脂乳化液、以及配方中其余成分用手混合，并加入剩余的组分水进行和面。最终面团水分约为48±1%，和面时间20分钟。所加乳酸量应使面团的pH值达到4.5～4.7。

发酵　面团在40±1℃和相对湿度90±2%的条件下发酵2小时。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

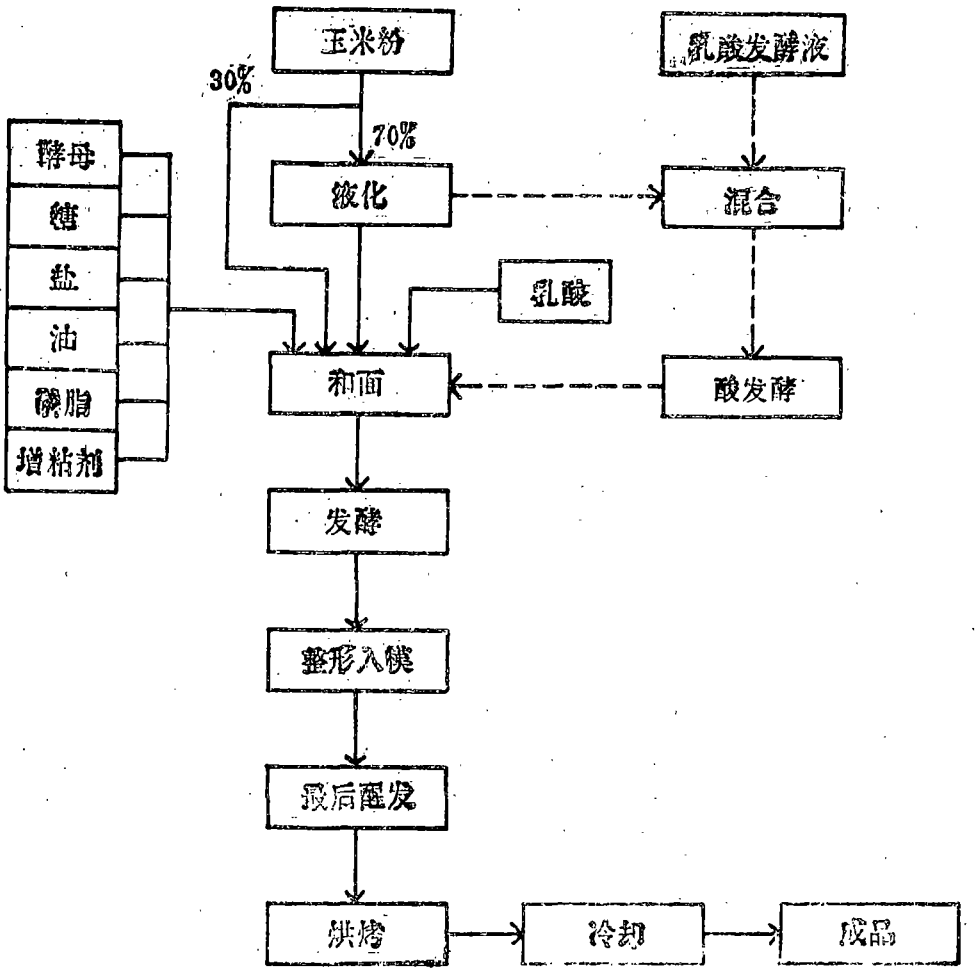


图1 制作玉米粉面包的工艺过程

最后醒发 发酵面团经整形入模后，置于35±1℃及相对湿度88±2%的条件下醒发50～60分钟。

烘烤 烘烤温度为230℃，时间15分钟。烘烤后的面包经自然冷却至室温。

如果不使用乳酸，而用乳酸发酵液代替，则在液化后将玉米粉液化物和乳酸发酵液以5:1的比例混合，在45±3℃和密闭条件下进行酸发酵4～6小时，然后加入其余成分进行和面。

乳酸发酵液的制法 将小麦籽粒，小麦粉以及水以5:20:100的比例混合均匀，置容器中加盖，于45±3℃下发酵24小时。将发酵物再与水以3:1的比例混合，在同样温度下进行第二次发酵，时间8～12小时。取发酵物之澄清液即为乳酸发酵液。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.5.3 面包评分方法　评分标准如下：

项　　目	评　　分	项　　目	评　　分
比　　容	1.5	面包心颜色	1.0
压缩试验	1.0	面包心结构	1.5
面包皮颜色	1.0	面包心气味	1.5
面包外观	1.0	面包心口感	1.5

满分为10.0分。其中比容用National MFG.公司生产的面包体积测量仪(loaf volume ter)测量，压缩试验用NRM3002D型流变仪(Fudoh Rheometer)测量，其余均为感观鉴定。

3　结果与讨论

3.1　增粘剂对玉米淀粉糊化特性的影响

增粘剂本身具有的粘度及其对玉米淀粉糊化特性的影响，在玉米粉面包的制造中起着重要作用，为此对各种增粘剂作了如下的研究。

3.1.1　增粘剂粘度特性研究，增粘剂在各种不同条件下的粘度变化作了对比试验，找出了其规律。

浓度对粘度的影响　在温度为25℃的条件下探索浓度对增粘剂粘度的影响。其中田菁胶(SC)的浓度从1.5%到3.0%(pH值为4.5)，海藻酸钠(SA)从2.5%到4.5%(pH值为8)，羧甲基纤维素钠(CMC)从3.0%到5.0%(pH值为6.5)。

试验结果如图2所示。

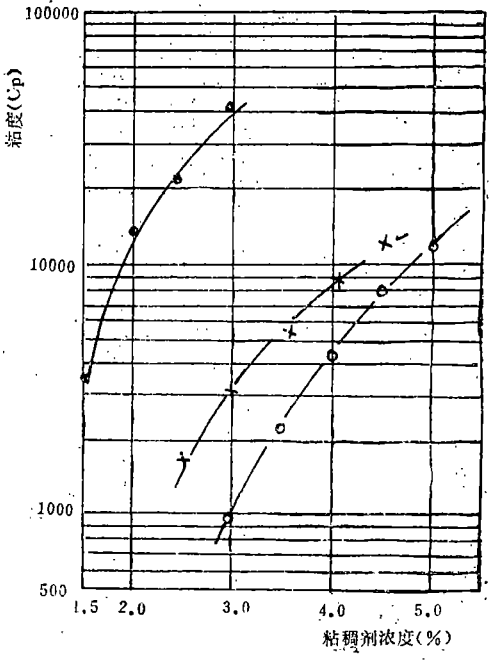


图2　浓度对粘度的影响

•—•—SC；×—×—SA；○—○—CMC

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

由图2中曲线可以看出，在相同的浓度下，CMC的粘度最低，SA高于CMC而SC最高。例如在3%的浓度下，CMC的粘度为960厘泊，SA为3200厘泊，而SC则达到42000厘泊，为CMC的44倍左右，SA的13倍左右。还可以看出，各种增粘剂的粘度随其浓度的增加而急剧上升。上升的速率为SC>CMC>SA，说明SC浓度变化对其粘度的影响最大，CMC次之，SA最小。

pH值对粘度的影响　在25℃的条件下，对各种增粘度的粘度在pH值为3到9的范围内进行了测定，其中SC的浓度为1.5%，SA为2.5%，CMC为3.0%。测定结果如图3所示。

试验结果看出，SC之粘度随pH值的上升而减少。当pH由3上升到9时，其粘度由2550厘泊下降到2200厘泊左右。对于CMC，当pH由3逐渐增高时，其粘度也从700厘泊开始增加，并于pH6.5左右达到峰值(将近1000厘泊)，以后又随pH值的增加而下降，当pH值为9时，粘度降为860厘泊左右。相比之下，pH值对SA的影响为最小，当pH从3上升至9时，其粘度从1550增加至1650，仅有微小的变化。在各种pH值下，SC的粘度都远比SA和CMC为高，尽管它的浓度最小。

温度对粘度的影响　在温度为14～75℃的范围内测定了各样品的粘度。其中SC的浓度为2.0%，pH值为4.5；SA浓度为4.5%，pH值为8；CMC浓度为5.0%，pH值为6.5。图4为根据测定结果绘制的温度——粘度曲线。

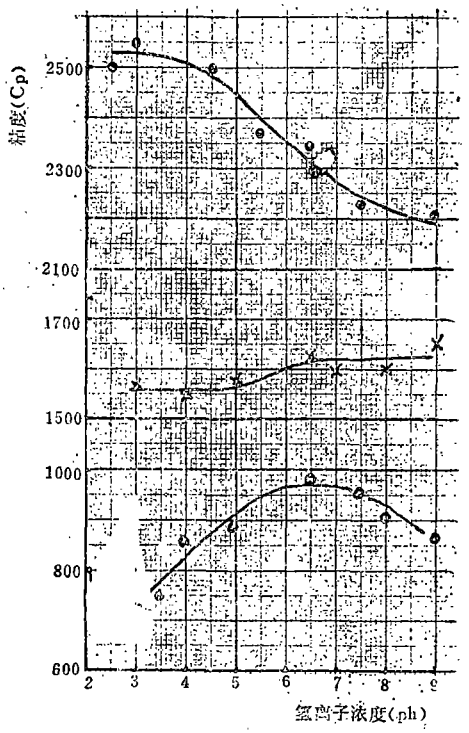


图3　pH值对粘度的影响
•—•—SC；×—×—SA；○—○—CMC

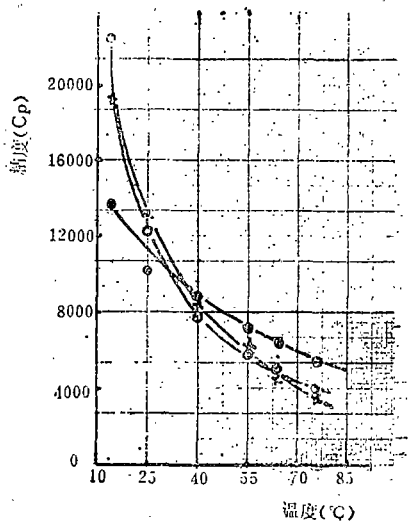


图4　温度对粘度的影响
•—•—SC；×—×—SA；○—○—CMC

从曲线可以看出，各种增粘剂溶液的粘度随温度的上升而迅速下降，其中SA和CMC的下降率很接近，而SC的下降率要平缓些，说明其粘度随温度变化的影响要比它们小。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.1.2 增粘剂对玉米粉糊化特性的影响　图 5 及表 1 分别表示所得到的糊化特性曲线和特性数据。

从试验结果不难看出，首先增粘剂能够大大提高玉米淀粉糊化后的粘度峰值PV(Peak Viscosity)，从而增加面团的持气性能。相比之下，SC所提高的PV值比SA和CMC要大得多，这对改善玉米粉的焙烤品质极为有利。其次，以保温期结束时的粘度值H与PV值相比较，SC下降得最少，仅下降10B.U.，而SA和CMC分别下降50和40B.U.，对照样品则下降50B.U.。这说明在三种增粘剂中，只有SC改善了玉米淀粉的热糊稳定性，使玉米面包在烤炉中温度升高期间保持了蜂窝结构的稳定性。

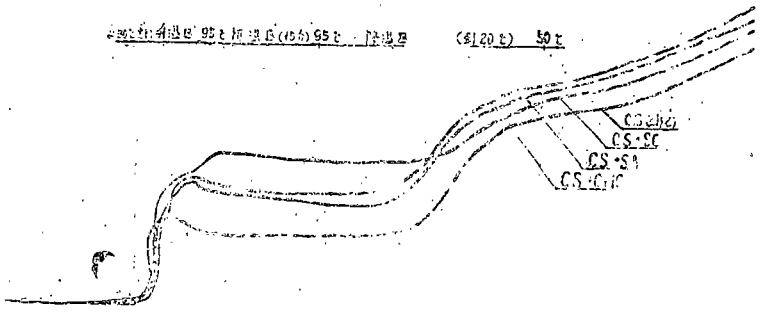


图 5　含有3%的各种增粘剂的玉米淀粉糊化特性曲线

表 1　加有各种增粘剂3%的玉米淀粉的糊化特性

样　品	升温及恒温阶段最高粘度 PV(B.U.)	恒温阶段结束时的粘度 H(B.U.)	H对PV的下降值(B.U.)	冷却到50℃时的粘度 C(B.U.)	C对H的升高值(B.U.)
玉米淀粉CS	280	230	50	605	375
CS+CMC	405	365	40	680	315
CS+SA	390	340	50	655	315
CS+SC	470	460	10	630	170

还可以看出，各样品冷却到50℃时的粘度值C上升的程度不相同，对照样品上升375 B.U.，SA和CMC都上升315B.U.，而SC反上升170B.U.，说明了增粘剂有阻止玉米淀粉回生的趋势，其中以SC效果最为明显。这使面包冷却后质地柔软，改善了食用品质。

3.2　微观结构的研究

为了探索增粘剂宏观性质与其微观结构的相互关系，对各增粘剂胶冻以及加有增粘剂的玉米粉面团进行了扫描电子显微镜观察。图 6 和图 7 分别表示增粘剂胶冻的微观结构和含有增粘剂的玉米粉面团的微观结构。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



图6 增粘剂胶冻的微观结构
上—SA；中—CMC；下—SC

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

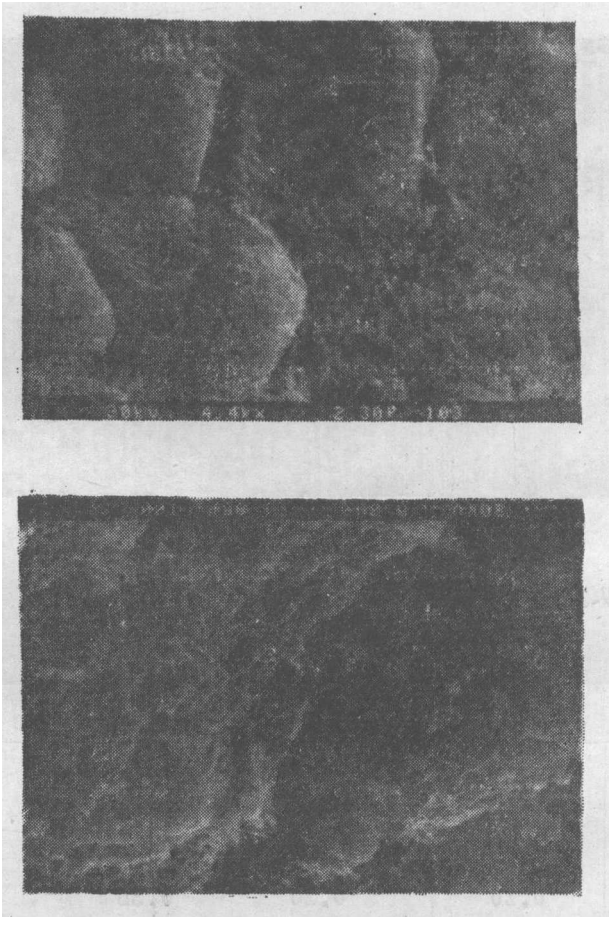


图 7　含有增粘剂的玉米粉面团的微观结构
上—CMC；　　下—SC

由 6 可以看出，SA胶冻呈小球状结构。CMC形成部分网状结构，但较小紧密，而且很不均匀。只有SC形成疏松而且较为均匀的网状结构。

图 7 显示，SC形成密集的网络，将淀粉颗粒均匀地包围，因而面团持气性较好；而CMC只能将淀粉颗粒局部地包围，可以看到淀粉粒的许多部位裸露在网络之外，所以它的持气性能要差得多。

3.3　焙烤试验

图 8 显示面包横断面的照片，表 2 列出了面包评分的结果。

从照片和评分可以确认，含有 SC 的玉米面包的各项品质指标均比SA和CMC要好得多，并且与对照样品比较有了很大的提高。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

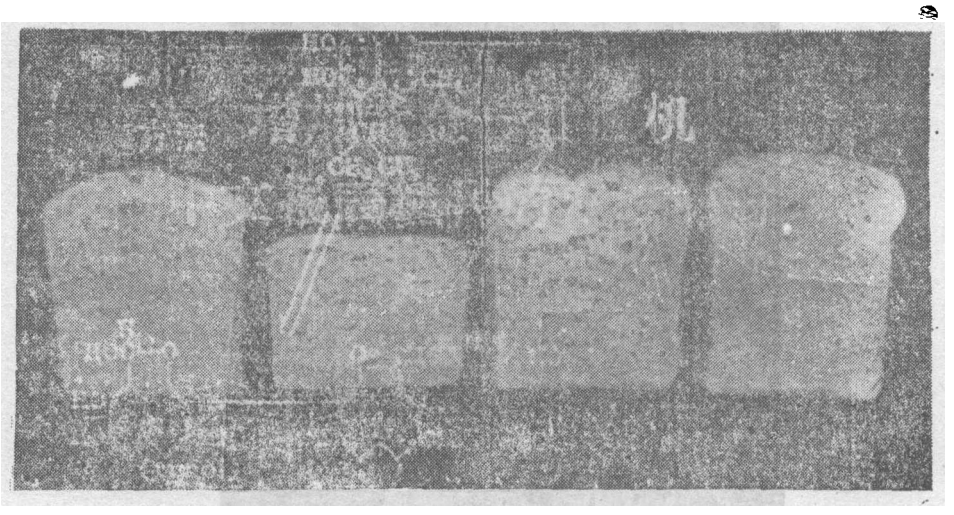


图8 增粘剂对玉米粉面包的品质的影响
从左起为：对照；SA；CMC和SC

表2 评分结果

评分项目	样品	玉米粉	玉米粉+SA	玉米粉+CMC	玉米粉+SC
比容	毫升/克面包	1.89	1.63	2.09	2.53
	得分	0.27	0.19	0.33	0.48
压缩试验	压缩值	1.991	72.000	1.595	0.867
	得分	0.20	0.20	0.35	0.63
感观鉴定	面包皮颜色	0.25	0.20	0.65	0.75
	面包外观	0.45	0.20	0.70	0.90
	面包心颜色	0.60	0.30	0.60	0.75
	面包心结构	0.50	0.20	0.65	1.05
	面包心气味	0.60	0.20	0.75	1.15
	面包心口感	1.05	0.85	1.00	1.05
面包得分		3.92	2.34	5.03	6.76

4 结论

SC比SA和CMC具有高得多的粘度和独特的网络状微观结构。

SC对玉米粉的焙烤品质有很大的改进作用。

以SC作为增粘剂制作全部玉米粉的普通主食面包，其质量完全可以为人们所接受。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net