

## 微胶囊化葡萄糖氧化酶对面粉烘焙品质的改良研究\*

王霞<sup>1</sup>, 朱科学<sup>1</sup>, 钱海峰<sup>1</sup>, 周惠明<sup>1</sup>, 顾耀兴<sup>2</sup>

1(江南大学食品学院食品科学与技术国家重点实验室, 江苏无锡, 214122)2(淮安新丰面粉有限公司, 江苏淮安, 223001)

**摘要** 为改善葡萄糖氧化酶对面粉的改良效果, 文中通过与游离葡萄糖氧化酶做对比, 研究了海藻酸钠-壳聚糖包埋后的微胶囊化葡萄糖氧化酶(CACH-GOD)对面粉粉质特性、拉伸特性和焙烤品质的影响。结果显示: 微胶囊化葡萄糖氧化酶对面团的作用速度更为合理, 对面粉的粉质、拉伸特性有明显的改善效果。添加微胶囊化葡萄糖氧化酶的面包品质好, 面包的比容、高径比和质构评价指标都优于游离的葡萄糖氧化酶。

**关键词** 葡萄糖氧化酶, 微胶囊, 粉质特性, 拉伸特性, 质构分析

葡萄糖氧化酶(GOD)是一种新型面粉品质改良剂, 属强筋剂类, 它是由黑曲霉发酵制成, 能将葡萄糖氧化生成葡萄糖酸和过氧化氢( $H_2O_2$ ), 后者氧化面筋蛋白中的巯基生成二硫键, 从而大大改善了面筋的组织结构。添加 GOD 后所生成的更强、更具有弹性的面团有着良好的耐机械搅拌特性和其他操作性能。

目前葡萄糖氧化酶是最受关注的酶制剂之一, 但游离 GOD 仍有其不足之处, 首先 GOD 属于快速氧化剂, 催化速度很快, 在面团的形成过程中就已经生成了  $H_2O_2$ , 而过早生成的  $H_2O_2$  会使面团变干变硬, 导致最终的焙烤品质较差<sup>[1,2]</sup>; 其次 GOD 在面粉介质中稳定性差, 在面团形成的前 5 min 就损失了 25%, 此后的 20 min 又有 20% 的酶失活<sup>[3]</sup>, 因此 GOD 的作用效果不够理想。本文采用微胶囊技术将 GOD 包埋在海藻酸钠-壳聚糖微胶囊(CACH)中, 不仅可以减慢酶的催化速度又可以提高酶的稳定性, 从两方面改善 GOD 的作用效果。

## 1 材料与方法

## 1.1 实验原料

面粉: “南山”牌, 江苏省银河面粉有限公司。

表 1 实验所选用的面粉的基本化学组成 %

名称	水分	湿面筋	蛋白质	灰分
高筋面包粉	13.7	38.5	17.02	0.41
中筋粉	13.3	27.4	10.32	0.34

葡萄糖氧化酶: “Gluzyme Mono”, 酶活力 10 000 U/g, 丹麦诺维信公司; 海藻酸钠: 上海国药集团; 壳聚糖: 分子质量 200 000 u, 脱乙酰度 91%, 宁

波玉环海洋制品有限公司; 酵母: “梅山”牌, 马利酵母有限公司; 食盐、绵白糖、黄油: 市售食品级; 其他试剂均为分析纯。

## 1.2 实验仪器

粉质仪 Farinograph-E、拉伸仪 Extensograph-E, 德国 Brabender 公司; 质构仪 TAXT 2, 英国 T A 公司; 和面机, TP-201D 型, 上海早苗食品有限公司; 发酵箱, SM-32S 型, 上海早苗食品有限公司; 烤箱, SM-32S 型, 上海早苗食品有限公司。

## 1.3 实验方法

## 1.3.1 微胶囊化 GOD 的制备及酶力活测定

采用海藻酸钙-吸附-包埋法<sup>[4,5]</sup>(见图 1)。0.03 g  $CaCO_3$  与 10 mL 1.5% 海藻酸钠混和、超声波均质后, 加入到 30 mL 含 1% Span 80 的植物油中, 1 000 r/min 乳化 2 min, 再加入 30 mL 含 0.2 mL 乙酸的植物油, 继续搅拌 10 min, 加入 120 mL 去离子水, 400 r/min 搅拌破乳 40 min, 离心分离洗涤得海藻酸钙小球(CA)。取 2 mL CA 加入 1 mL 浓度为 1 mg/mL 的 GOD (pH 4.0) 溶液, 吸附 1 h 后加入到 2 mL 质量分数为 1% 的壳聚糖溶液中, 迅速混和分散 10 min, 离心洗涤得到壳聚糖包埋微胶囊化 GOD (CACH-GOD)。

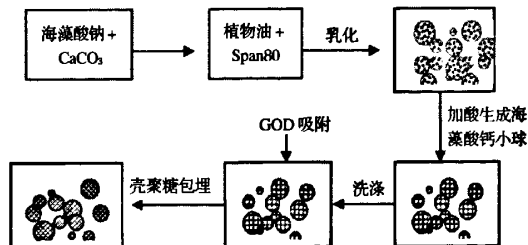


图 1 微胶囊化 GOD 的制备

葡萄糖氧化酶(GOD)的酶活测定采用比色

第一作者: 博士研究生(周惠明教授为通讯作者, E-mail: hmzhou@jiangnan.edu.cn)。

\* 国家科技支撑计划资助项目(No. 2006BAD05A09)

收稿日期: 2007-12-26, 改回日期: 2008-04-10

法<sup>[6]</sup>。微胶囊化葡萄糖氧化酶(CACH-GOD)按薛伟明等人的方法<sup>[7]</sup>先将其破壁,使其成为游离态酶后,采用相同方法测定酶活力。

### 1.3.2 小麦粉粉质特性的测定

参照 GB/T 14614—2006。

### 1.3.3 小麦粉拉伸特性的测定

参照 GB/T 14615—2006。

### 1.3.4 面包烘焙试验

面包配方:面包粉 800 g,中筋粉 200 g,水 530 g,绵白糖 180 g,食盐 10 g,酵母 10 g,黄油 20 g,一定量 GOD 或 CACH-GOD。面包制作采用快速发酵法,黄油在面团搅拌将结束前加入,然后继续搅拌到

可以手拉成膜为止。静置 5 min,分割 80.0 g/个,醒发 110 min,烘烤。醒发温度 35 ℃,湿度 85 %,烘烤温度上火 190 ℃,下火 190 ℃,烘烤时间 12 min。

### 1.3.5 面包质构测定

测定前速度:1.0 mm/s,测定速度:1.0 mm/s,测定后速度:10.0 mm/s,下压距离:50%,间隔 30 s,探头型号:25 mm,样品厚度 2 cm。

面包出炉后 2 h 进行面包芯的全质构分析,每个样品取 5 次平行。

## 2 结果与讨论

### 2.1 酶对面团流变学性质的影响

表 2 GOD 与 CACH-GOD 对高筋面包粉质特性的影响

酶及添加量 <sup>1)</sup> /U·kg <sup>-1</sup>	吸水率 <sup>2)</sup> /%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU	粉质指数
0	60.1	21.9	27.6	4	300
GOD (100)	61.8	20.0	28.0	20	386
GOD (300)	62.0	19.6	28.9	20	395
GOD (600)	62.8	19.6	17.9	24	374
GOD (1 000)	63.9	17.2	17.0	40	263
GOD (1 500)	62.7	13.8	18.8	73	205
GOD (2 000)	61.8	9.0	16.0	69	174
CACH-GOD (600)	62.4	20.6	28.8	15	338
CACH-GOD (1 000)	63.2	19.2	27.0	22	420
CACH-GOD (1 500)	61.4	20.0	26.7	30	347
CACH-GOD (2 000)	61.8	16.1	19.6	28	284
CACH-GOD (3 000)	62.2	16.3	15.8	41	256

注:1)每 1 kg 面粉干基中添加葡萄糖氧化酶的活力单位数;2)校正到面粉水分含量 14% 的吸水率。

表 3 GOD 与 CACH-GOD 对中筋粉质特性的影响

酶及添加量 <sup>1)</sup> /U·kg <sup>-1</sup>	吸水率 <sup>2)</sup> /%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU	粉质指数
0	55.4	1.8	1.8	85	75
GOD (100)	57.1	2.1	2.6	66	114
GOD (300)	57.7	2.6	3.5	54	156
GOD (600)	57.5	3.1	2.9	56	184
GOD (1 000)	57.1	2.2	3.6	64	99
CACH-GOD (600)	57.4	2.1	2.6	62	118
CACH-GOD (1 000)	57.2	2.7	4.2	54	200
CACH-GOD (1 500)	56.7	3.6	3.8	49	247
CACH-GOD (2 000)	57.8	3.0	3.2	52	144

注:1)每 1 kg 面粉干基中添加葡萄糖氧化酶的活力单位数;2)校正到面粉水分含量 14% 的吸水率。

粉质仪测得的形成时间(development time)是反映面团流变学特性的重要指标。面团形成是一个极为复杂的过程,随着面筋的形成,面团的粘弹性逐渐表现出来。在不断的机械作用下,面筋形成的越多,面筋的质量和面团的粘性越好、弹性越大,表现为形成时间也相应延长。但形成时间也不是越长越好,大于 10 min 的面粉在和面过程中耗能太多,不利于降低成本和劳动强度,因此面粉的形成时间期望在合

理范围内<sup>[8,9]</sup>。稳定时间(stability time)指从面团形成开始到面团崩塌、面筋解体的这段时间,其长短反映面团的耐揉性,即对剪切力的抵抗能力。稳定时间越长,面团的韧性越好、面筋强度越大、面团的操作性越好。

表 2 给出 GOD 与 CACH-GOD 对面包粉质特性的影响(包埋壁材的影响在误差范围内可忽略),加入 GOD 或微胶囊化 GOD 都会提高面团的吸水率

(water absorption), 这对面包的品质是有利的。添加低剂量的游离 GOD ( $\leq 600$  U/kg) 时, 面团的形成时间和稳定时间变化不大, 而弱化度有所增加, 粉质指数也有较大提高, 更为符合面包制作要求。从粉质曲线上看(未列出), 一定量的 GOD ( $\leq 600$  U/kg) 可以改善面粉的品质, 特别是在面团搅拌 10 min 后, 葡萄糖氧化酶的作用比较明显, 表现为粉质曲线在 10~20 min 比较平稳, 下降较慢, 说明面团的耐搅拌性较好。在葡萄糖氧化酶加入量  $\geq 1\ 000$  U/kg 时, 粉质曲线的平稳期缩短, 平稳期过后曲线下降较快, 说明葡萄糖氧化酶添加过多, 面团耐搅拌性变差。葡萄糖氧化酶恶化面团结构的现象很多资料也有报道, 可能的原因是过早生成的大量  $H_2O_2$  破坏了面筋的网

络结构, 出现过度氧化现象<sup>[1,10,11]</sup>。与游离的 GOD 相比 CACH-GOD 对面粉粉质特性影响较小, 在很高剂量时 ( $\geq 1\ 500$  U/kg) 才会降低面粉的形成时间和稳定时间。这说明 CACH-GOD 的释放速度较慢, 在短期的面团形成过程中  $H_2O_2$  生成量较少, 与游离酶相比能更好的改善面粉的粉质特性。

表 3 为 GOD 和 CACH-GOD 对中筋粉的影响, GOD 和 CACH-GOD 提高了面粉的形成时间和稳定时间, 弱化度和粉质指数增加, 面粉品质得到改善, 这与许多文献报道相同<sup>[1,10~12]</sup>。与高筋粉的规律一致, CACH-GOD 表现出来的催化速度较慢, 对面团的改良效果也较好。

表 4 GOD 和 CACH-GOD 对面团拉伸特性的影响<sup>1)</sup>

酶及添加量 <sup>2)</sup> /U · kg <sup>-1</sup>	保温 45 min				保温 90 min				保温 135 min			
	A /cm <sup>2</sup>	E /mm	R <sub>50</sub> /FU	R <sub>m</sub> /FU	A /cm <sup>2</sup>	E /mm	R <sub>50</sub> /FU	R <sub>m</sub> /FU	A /cm <sup>2</sup>	E /mm	R <sub>50</sub> /FU	R <sub>m</sub> /FU
0	102	123	406	654	122	118	498	786	114	118	472	756
GOD (100)	109	122	411	655	120	119	492	777	120	114	490	766
GOD (300)	128	144	425	688	135	128	522	796	142	119	514	796
GOD (600)	132	154	456	663	134	154	542	756	152	142	598	822
GOD (1 000)	142	155	491	684	148	146	612	838	153	134	718	877
GOD (1 500)	152	156	496	736	160	137	681	948	172	120	840	1114
GOD (2 000)	141	142	537	752	152	130	715	900	166	121	778	937
CACH-GOD (600)	111	125	409	645	130	124	524	796	135	126	501	752
CACH-GOD (1 000)	119	136	442	668	141	152	560	818	148	139	533	797
CACH-GOD (1 500)	117	134	481	674	152	172	588	824	165	145	597	822
CACH-GOD (2 000)	124	141	420	679	154	177	574	818	161	131	688	902

注: 1) A: 拉伸面积; E: 延伸性; R<sub>50</sub>: 50mm 处面团拉伸阻力; R<sub>m</sub>: 最大拉伸阻力; 2) 每 1 kg 面粉干基中添加葡萄糖氧化酶的活力单位数。

由表 4 可知, GOD 和 CACH-GOD 对高筋面包粉拉伸特性的影响(包埋壁材的影响在误差范围内可忽略), 随 GOD 添加量的增加, 面团的拉伸面积变大, 相应的面团能量提高<sup>[2]</sup>, 这说明面团的筋力增强, GOD 能够促进面筋网络结构的生成; 面团的延伸性(E)和抗拉阻力(R)也都有所提高, 即面团的可操作性和持气性得到改善, 这些都有利于提高面包的品质。但随保温时间的延长这种作用效果逐渐减弱, 一方面是由于空白面团中蛋白骨架逐渐形成和优化, 另一方面可能的原因是随着时间延长酶在面团中逐渐失活, 丧失了催化能力<sup>[12]</sup>。与面粉粉质变化所不同的是, 面粉拉伸参数没有出现 GOD 过量、面团品质恶化的现象, 这可能是因为粉质和拉伸评价面粉品质的方面不同, 酶对两者的作用效果也不相同。但大量添加 GOD 时面团的阻力过大, 添加 1 500 U/kg 酶时面团的 R<sub>m</sub> 高于 1 000 FU, 大大超过了面包需要的阻力范围, 也将影响面包品质, 应根据面粉的品质不同

合理的选择酶的添加水平。与游离 GOD 相比, CACH-GOD 对保温 45 min 面团的拉伸参数影响较小, 其作用效果主要表现在保温 90 min 和 135 min 的面团拉伸参数变化上。CACH-GOD 的添加显著增大了保温 90 min 面团的延伸性, 而拉伸阻力变化较慢, 添加 2 000 u/kg CACH-GOD 时面团的延伸性达到 177 mm, 远高于空白面团的 118 mm 和相同剂量游离酶的 130 mm。保温 135 min 的添加 CACH-GOD 的面团, 其延伸性有所回落, 拉伸阻力增加, 但总的变化趋势优于游离 GOD, 这说明 CACH-GOD 的作用速度更有利于面筋骨架的生成和优化, 最终有利于改善面包品质。

## 2.2 酶对面包品质的影响

添加 GOD 后面包体积增大, 高径比也得到一定改善(见表 5、图 1 和图 2), 随着酶添加量的增加面包体积也逐渐增大, 当添加量为 300 U/kg 时面包体积增大 14%, 外观良好。但 GOD 过量 ( $\geq 600$  U/kg) 后

面包体积减小,表皮不光滑,面包瓤芯结构变差,这表明面团已经被过度氧化。CACH-GOD 对面包品质的改良效果(包埋壁材的影响在误差范围内可忽略)优于游离 GOD,相同添加量时前者体积明显大于后者,高径比也较高。添加 600 U/kg CACH-GOD 时面包体积增大 25%,高径比为 0.68,远高于空白组的 0.54 和 GOD 对照组的最高值 0.61。与游离 GOD 相比,CACH-GOD 的添加限量较大,作用效果也更好,说明微胶囊化 GOD 的催化速度更有利于面筋网络结构的生成,作用方式更适合面包改良剂的要求。

表 5 GOD 和 CACH-GOD 对面包品质的影响

酶及添加量 <sup>1)</sup> /U · kg <sup>-1</sup>	质量 /g	体积 /cm <sup>3</sup>	高径比 (h · D)
0	72.5 ± 0.2	438 ± 5	5.1 ± 9.4
GOD (100)	72.8 ± 0.2	455 ± 5	5.2 ± 9.5
GOD (200)	72.4 ± 0.1	470 ± 10	5.5 ± 9.8
GOD (300)	72.1 ± 0.2	498 ± 5	5.9 ± 9.7
GOD (600)	72.6 ± 0.1	485 ± 5	5.8 ± 9.6
GOD (1 000)	72.6 ± 0.1	450 ± 5	5.3 ± 9.8
CACH-GOD (100)	72.5 ± 0.1	490 ± 5	5.7 ± 9.9
CACH-GOD (200)	72.6 ± 0.2	510 ± 5	6.3 ± 9.8
CACH-GOD (300)	72.5 ± 0.2	515 ± 10	6.2 ± 10.0
CACH-GOD (600)	72.4 ± 0.1	545 ± 5	6.6 ± 9.7
CACH-GOD (1 000)	72.8 ± 0.2	496 ± 5	5.6 ± 10.0

注:1)每 1 kg 面粉干基中添加葡萄糖氧化酶的活力单位数。

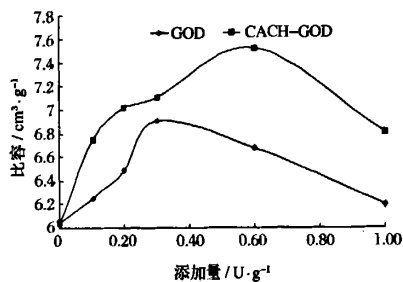


图 2 GOD 和 CACH-GOD 对面包比容的影响

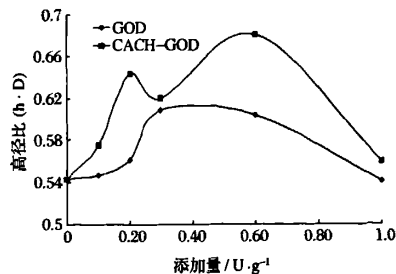


图 3 GOD 和 CACH-GOD 对面包高径比的影响

面包感官评价的烘烤均匀度、表皮质地、柔软度、综合评价等指标与质构仪测定的弹性、粘性、耐咀嚼性、

硬度指标有直接关系,表皮质地、柔软度和综合评价与弹性、粘性正相关,而与耐咀嚼性、硬度负相关<sup>[8,9]</sup>。通过质构分析不仅可以得知面包的品质状况,而且消除了人员误差,能够更为准确有效的评价面包品质优劣。

表 6 GOD 和 CACH-GOD 对面包质构的影响<sup>1)</sup>

酶及添加量 <sup>2)</sup> /U · kg <sup>-1</sup>	硬度	粘性	弹性	耐咀嚼性
0	183.8 <sup>a</sup>	-4.17 <sup>a</sup>	0.903 <sup>a</sup>	83.86 <sup>c</sup>
GOD (200)	147.7 <sup>d</sup>	-2.11 <sup>b</sup>	0.909 <sup>a</sup>	76.91 <sup>c</sup>
GOD (300)	128.3 <sup>b</sup>	-0.31 <sup>c</sup>	0.926 <sup>b</sup>	63.80 <sup>b</sup>
GOD (600)	126.6 <sup>b</sup>	0.78 <sup>c</sup>	0.967 <sup>c</sup>	60.06 <sup>b</sup>
CACH-GOD (200)	122.3 <sup>b</sup>	-0.71 <sup>c</sup>	0.955 <sup>c</sup>	62.55 <sup>b</sup>
CACH-GOD (300)	104.2 <sup>a</sup>	1.52 <sup>d</sup>	0.965 <sup>c</sup>	50.89 <sup>a</sup>
CACH-GOD (600)	107.2 <sup>a</sup>	3.76 <sup>e</sup>	0.992 <sup>d</sup>	52.72 <sup>a</sup>
CACH-GOD (1 000)	112.8 <sup>a</sup>	4.52 <sup>f</sup>	0.989 <sup>d</sup>	55.21 <sup>a</sup>

注:1)表 6 中同一列相同字母之间不显著,不同字母之间显著( $P < 0.05$ ),2)每 1 kg 面粉干基中添加葡萄糖氧化酶的活力单位数。

添加 GOD 和 CACH-GOD 都会增大面包的体积、改善面包组织结构,表 6 给出 GOD 和 CACH-GOD 对面包质构的影响。加入 GOD 和 CACH-GOD 显著降低了面包的硬度和耐咀嚼性,添加 600 U/kg GOD 时两者分别下降 31% 和 28%。而 CACH-GOD 对面包硬度和耐咀嚼性影响更为显著,添加  $\geq 300$  U/kg CACH-GOD 时,面包烘烤后 2 h 的硬度仅为空白对照组的 50% 左右,耐咀嚼性也减小 40%。同时经质构仪测定,加入 CACH-GOD 之后面包的粘性得到很大改善,弹性更好,显著优于空白对照组和相同添加量的 GOD 对照组。以上变化表明添加 GOD 特别是 CACH-GOD 后,面包比容增大,面包瓤芯更为柔软,粘牙性降低,口感更为细腻松软。

### 3 结 论

微胶囊化葡萄糖氧化酶可以比原酶更好的改善面团特性和面包烘焙品质,主要表现在:(1)面团的吸水量提高 2% 左右,形成时间、稳定时间和弱化度更加合理,面团的粉质指数也有显著的提高,添加 1 000 U/kg 微胶囊化葡萄糖氧化酶的面包粉和添加 1 500 U/kg 的中筋粉的粉质指数分别为 420 和 247,远高于空白对比的 300 和 75;(2)与原葡萄糖氧化酶相比,微胶囊化的酶作用速度较慢,在面团能量、拉伸阻力和延伸性方面,作用效果主要表现在保温 90 min 和 135 min 的面团,可能正是这种缓慢作用效果成就了面团最终的优良烘焙品质;(3)显著增大面包体积、改善内部质地结构,面包的耐咀嚼性和粘牙性都得到改

善,微胶囊化以后,GOD 的释放速度可能更有利于面筋网络的形成和优化,面包体积和形态更为理想,比容和高径比都有很大改善。添加 600 U/kg CACH-GOD 时面包体积增大 25%,高径比为 0.68,远高于空白组的 0.54 和 GOD 最优组的 0.61。GOD 的微胶囊化技术不仅能改善酶的催化效果,而且有利于酶在面团中活力的保存,对面粉品质改良有一定贡献,通过多种改良剂的协同和互补作用一定能发挥更好的效果。

## 参 考 文 献

- 1 Vermulapalli V, Miller K A, Hoseney R C. Glucose oxidase in breadmaking systems[J]. *Cereal Chemistry*, 1998, 75: 439~442
- 2 Bonet A, Rosell C M, Caballero P A, et al. Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality: A study from macroscopic to molecular level[J]. *Food Chemistry*, 2006, 99: 408~415
- 3 Rakotozafy L, Mackova B, Delcros J. Effect of adding exogenous oxidative enzymes on the activity of three endogenous oxidoreductases during mixing of wheat flour dough [J]. *Cereal Chemistry*, 1999, 76: 213~218
- 4 Liu Q, Rauth A M, Wu X Y. Immobilization and bioactivity of glucose oxidase in hydrogel microspheres formulated by an emulsification-internal gelation-adsorption-polyelectrolyte coating method[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2007, 339: 148~156
- 5 Ehab Taqieddin E, Amiji A. Enzyme immobilization in novel alginate-chitosan core-shell microcapsules[J]. *Biomaterials*, 2004, 25: 1937~1945
- 6 Liu Q, Rauth A M, Wu X Y. Immobilization and bioactivity of glucose oxidase in hydrogel microspheres formulated by an emulsification-internal gelation-adsorption-polyelectrolyte coating method [J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2007, 339: 148~156
- 7 薛伟明,于炜婷,刘袖洞,等. 载细胞海藻酸钠/壳聚糖微胶囊的化学破囊方法研究[J], 2004, 25: 1 342~1 346
- 8 Scanlon M G, Zghal M C. Bread properties and crumb structure[J]. *Food Research International*, 2001, 34: 841~864
- 9 Caballero P A, Gómez M, Rosell C M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination [J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 81: 42~53
- 10 Rasiah I A, Sutton K H, Low F L, et al. Crosslinking of wheat dough proteins by glucose oxidase and the resulting effects on bread and croissants[J]. *Food Chemistry*, 2005, 89: 325~332
- 11 Ameille V, Castello P, Garcia R, et al. Effects of glucose oxidase or lipase addition on dough consistency and oxygen consumption during mixing of unyeasted flour dough [J]. *Sciences des Aliments*, 2000, 20: 441~455
- 12 Vermulapalli V, Hoseney R C. Glucose oxidase effects on gluten and water solubles[J]. *Cereal Chemistry*, 1998, 75: 859~862

## Improvement of Immobilized Glucose Oxidase on Quality of Wheat Flour's Baking

Wang Xia<sup>1</sup>, Zhu Kexue<sup>1</sup>, Qian Haifeng<sup>1</sup>, Zhou Huiming<sup>1</sup>, Gu Yaoxing<sup>2</sup>

1(State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

2(Huaian Xinfeng Flour-making Limited Corporation, Huaian 223001, China)

**ABSTRACT** The effects of microencapsulated glucose oxidase embedded with sodium alginate-chitosan (CACH-GOD) on farinograph, extensograms and baking quality of flour were studied with free glucose oxidase as control. The results suggested that the catalytic rate of microencapsulated glucose oxidase was more beneficial to bread quality improvement, which had good effects on farinograph and extensograms quality of flour. The specific volume, height-width ratio and texture of breads containing microencapsulated glucose oxidase were also better than the control of free enzyme.

**Key words** glucose oxidase, microencapsulate, farinograph, extensograms, texture analysis