

# 食用羟丙基淀粉的研究

姜雪珍 吴宽民 杨荣珍  
(化工系) (粮油系) (化工系)

## 前 言

淀粉是食品工业的基础原料,是价廉的增调剂和稳定剂。各种淀粉的结构和性能所产生的老化现象不能满足食品贮藏和加工的品质稳定性,低温贮藏的稳定性则更差,使应用受到限制,经济价值不高。

廿世纪六十年代开始,随着食品工业的发展,国外重视对淀粉深加工研究,1984年美国食用改性淀粉产量约36万吨。食用改性淀粉及其衍生物,被F.C.C.(Food Chemical Codex)承认的有20种,可以分别用于各种食品中,能代替或部分代替昂贵的天然胶(包括阿拉伯胶、果胶、明胶、琼脂等)。

近年来随着我国食品工业发展,在罐头、果酱、果冻、点心、冷饮、冰淇淋、方便饮料和糖果等方面对天然胶的需求量大大增加,由于国产胶量少质差,目前主要依靠进口,少数工厂已开始接受进口食用改性淀粉,或在引进生产线中附加简易改性淀粉生产技术。由于国内对淀粉深加工研究起步较晚,研究方向主要侧重需求量较大的造纸、纺织、化工等工业,对需求量少要求高的食品工业用的改性淀粉重视不够,翻译报道较多,而研究工作则做得较少。

本文主要介绍我们研制的食用改性淀粉之一,羟丙基淀粉衍生物的制造、检测和流变学性质、食用性及其在部分食品中初步使用的效果。

## 一、淀粉颗粒组织和特性

用作食品工业原料或进行深度加工的是淀粉分子的聚集体,称为“颗粒淀粉”或“淀粉粒”。淀粉的分子量很大,由直链淀粉和支链淀粉两部分组成。直链淀粉颗粒是依靠氢键缔合力维持左手单螺旋二级结构,并以一定方式盘旋的长链弯折成不规则的三级结构(如图1),若干条盘旋的链又自行结合起来构成一定的空间构象。支链淀粉的串柱模式结构已被公认,支链淀粉由有一定规律性的结晶形和杂乱排列的无定形区组成,末端分枝间靠氢键作用平行排列(如图2)。

直链淀粉和支链淀粉共存于淀粉颗粒中,它们以分子间作用力交织结合在一起,每个直链淀粉分子和支链淀粉分子可以穿过几个不同区域的结晶区和无定形区,组成以支链淀粉为骨架的网络状放射式微晶束,所以淀粉是半结晶形的球晶胶束结构。

谷类中的玉米、小麦、高粱和薯类中的马铃薯、甘薯、木薯等都是我国生产淀粉的主要原料,由于种类、品种、组成成分、以及加工条件的不同,工业淀粉在纯度,晶体结构,颗粒

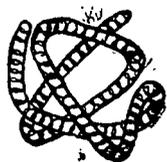
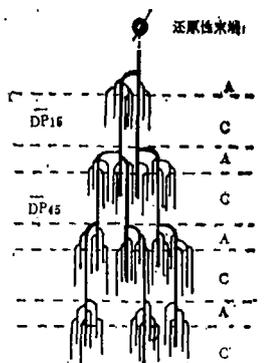


图 1 直链淀粉的三级结构

图 2 支链淀粉结构模式  
A = 无定形区 C = 结晶区

形状和大小以及糊化过程的流变学性质均有差异。对淀粉改性的目的就在于改变其流变特性。在食品加工过程中需对淀粉加水加热,使水分首先与淀粉结构中无定形区淀粉分子羟基缔合,然后在加热条件下使淀粉颗粒急剧溶胀,造成小部分直链淀粉从颗粒中沥出,晶区结构破坏,在偏光显微镜下黑十字消失,淀粉乳变成粘稠状液体;继续加热,淀粉颗粒溶胀到粘度最高峰,此时淀粉分子内作用力受到热能破坏极度变弱,颗粒失去完整性而彻底崩溃成碎片,粘度衰减,支链淀粉也从分子中沥出,形成溶胶。

淀粉在糊化过程中,淀粉糊的粘度与温度、时间成函数关系,这可由布拉班德粘度仪(Brabender Viscograph)(西德制造)记录糊化曲线,以观察其粘度的变化,淀粉糊的热稳定性,抗老化(Anti-Retrogradation)能力等流变学特性。这些特性可以作为淀粉在食品中应用性能的依据。

将糊化后的淀粉溶胶冷却,随着时间的推移,淀粉凝胶中直链淀粉分子间的氢键结合力将逐渐恢复,支链淀粉也会重新排列,造成脱水收缩作用,水被排挤出来,淀粉分子成为新的束状晶体结构沉淀或形成混乱的晶束凝胶体而失去原溶胶的粘弹性,这种现象称为“老化”或“回生”。淀粉的老化现象会直接影响到食品的组织结构和品质,所以原淀粉不能成为优越的食品增稠剂和稳定剂,经冷冻贮藏后,老化现象尤为明显。

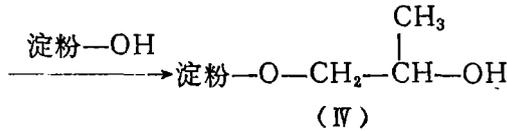
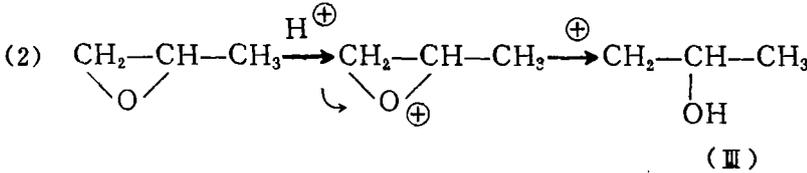
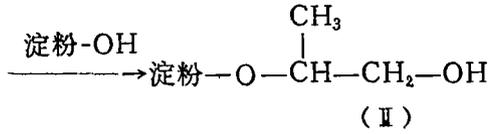
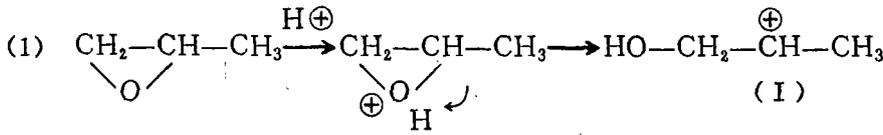
## 二、羟丙基淀粉的制备和反应机理

淀粉产生溶胶“老化”现象是由淀粉颗粒组织结构所决定的,要使淀粉溶胶老化现象得到改善和克服,必须从淀粉分子结构着手进行改造,改造方法很多,能制得的改性淀粉及其淀粉衍生物品种也很多,这里讨论的是在抗老化性能方面较为优越的食用羟丙基淀粉。

羟丙基淀粉属于淀粉醚化反应产物之一,在淀粉分子中数目众多的醇羟基上通过氧羟化反应与环醚作用,引接上若干羟丙基生成羟丙基淀粉醚衍生物。

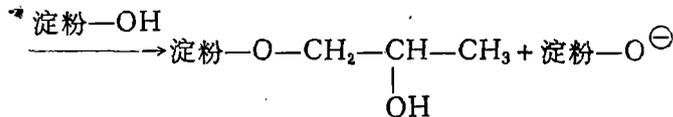
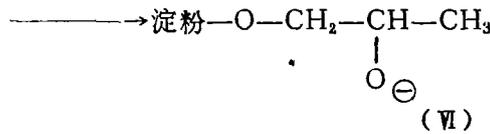
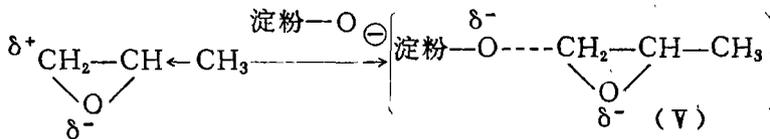
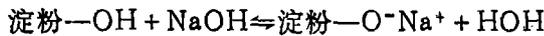
淀粉与环氧丙烷的作用可用酸或碱催化,反应条件较为温和,酸催化属单分子亲核取代反应,而碱催化则属于双分子亲核取代反应。

在酸催化下,淀粉所进行的羟丙基化反应,醚氧环的断裂有两种可能的方式:

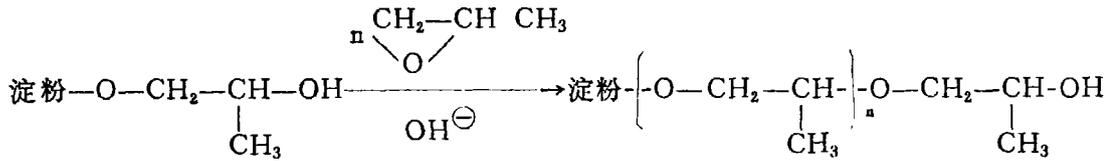


按(1)式进行,生成的锌盐其碳氧键的断裂有利于生成碳正离子(I),碳正离子(I)因正电荷易分散而稳定,与淀粉作用生成以伯醇为主的羟丙基淀粉醚(II);若按(2)式进行,生成的锌盐其碳氧键的断裂形成正碳离子(III),正碳离子(III)由于正电荷难以分散而不稳定,与淀粉作用难以生成仲醇为主的羟丙基淀粉醚(IV)。

在碱催化下,淀粉与环氧丙烷进行的双分子亲核取代反应历程如下所示。



按上式进行,在碱性条件下有利于淀粉颗粒的溶胀,加速试剂的渗透;同时在碱性催化下可以增强淀粉的亲核能力。在环氧丙烷过量时,淀粉分子中已取代基团上的羟基能进一步发生链型聚合作用,只要有试剂存在,反应可以继续下去,在理论上没有止境。



当反应介质中存在其它亲核性离子时,有可能生成副产物,例如在氯化钠水溶液中反应时,就有少量1-氯-2-丙醇,2-氯-1-丙醇和丙二醇生成。

为了保证食用性和低成本,环氧丙烷添加量不要超过25%,副产物可以通过纯化操作除去,达到食用级要求(参照F.C.C质量标准)。

### 三、羟丙基淀粉的结构变化检测

#### 1. 用光学显微镜和扫描镜(SEM)观察

将原淀粉和羟丙基淀粉稀乳经糊化后冷却至室温,静置数小时后制片。用稀碘液染色后在光学显微镜下观察摄影。喷金固定在扫描电镜中观察摄影。可以明显看到羟丙基淀粉颗粒经溶胀后能象原淀粉那样恢复淀粉颗粒状态,颗粒大小明显增大,结构松弛,表面模糊。说明当羟丙基接入淀粉分子后,提高了淀粉与水的亲水能力,在冷却后仍有良好的保水能力,并对淀粉分子内聚力的恢复有阻止作用。淀粉颗粒中由于结合水的增加,导致体积增大。玉米淀粉和羟丙基玉米淀粉显微摄影和扫描电镜摄影形态变化如下图:

光学显微摄影



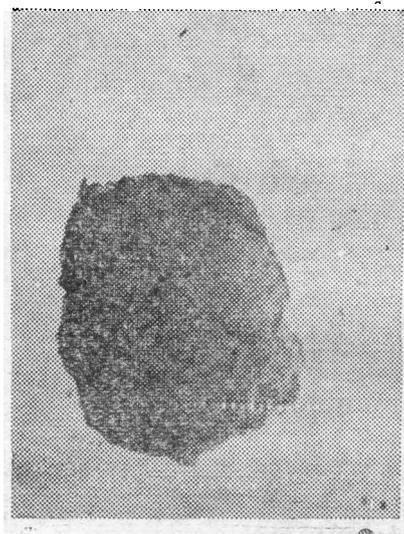
原玉米淀粉



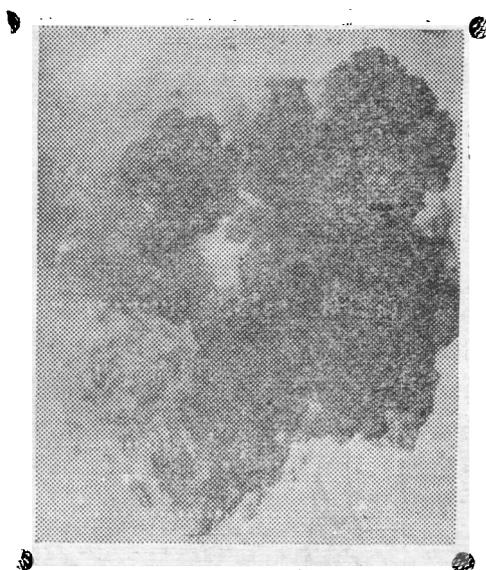
羟丙基玉米淀粉

注:135胶卷×160放大到3叶

## 扫描电镜摄影



原玉米淀粉  
× 3000



羟丙基玉米淀粉  
× 3000

## 2. 偏光显微镜检查

将原淀粉和羟丙基淀粉稀悬浮液制片,用稀碘液染色,在偏光显微镜下观察,两者均呈现黑色的十字。说明低取代度羟丙基醚化反应主要发生在淀粉结构疏松的无定形区;淀粉的球晶胶束结构基本保持。

## 3. X-衍射分析

将原淀粉和羟丙基淀粉放入火棉胶袋中,在流动去离子水中透析40~50小时,干燥至含少量水分,在X-衍射仪上测定结果(见图3、4)

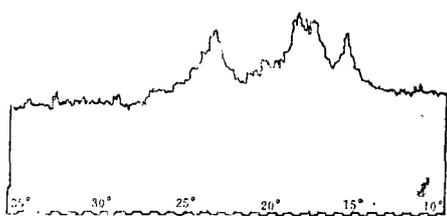


图3 玉米淀粉X-衍射图谱

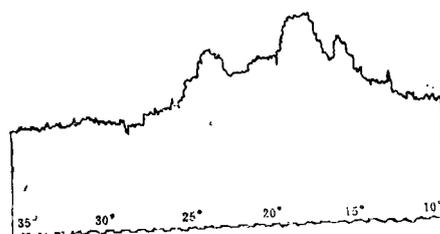


图4 羟丙基玉米淀粉X-衍射图谱

从图③、图④X-衍射图谱中峰面积积分计算,羟丙基淀粉峰强度与原淀粉相比越来越小,意味着淀粉颗粒结构中有序排列变为无序排列越来越多,但有序排列仍然存在。说明淀粉分子引入羟丙基基团后,原淀粉球晶结构受到干扰作用,这种作用主要发生在淀粉结构的无定形区;从衍射角 $\theta$ 的变化也说明淀粉晶胞经改性后变大了。

## 4. 能谱分析

将经处理纯化后的玉米淀粉在能谱分析仪上测定氧峰和碳峰的变化,结果如图5、6、7、8。

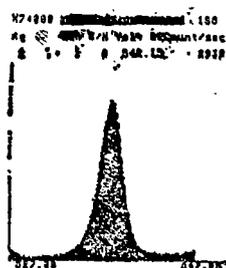


图5 玉米淀粉氧峰

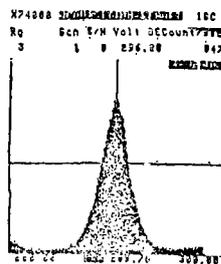


图6 羟丙基玉米淀粉氧峰

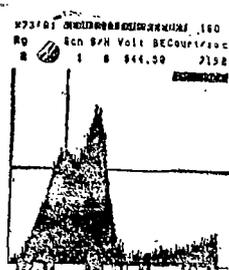


图7 玉米淀粉碳峰

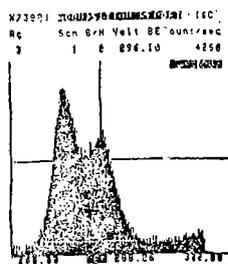


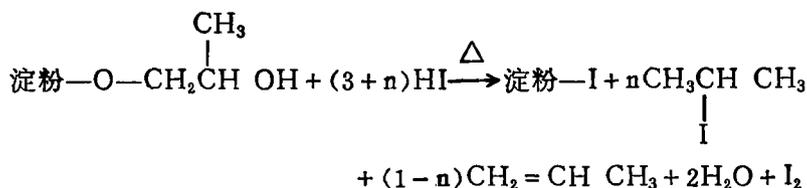
图8 羟丙基玉米淀粉碳峰

淀粉样品	氧峰 (ev)	碳峰 (ev)	差值 (ev)
玉米淀粉	536.13	289.76	246.37
羟丙基玉米淀粉	534.79	288.26	246.53

从玉米淀粉和羟丙基玉米淀粉氧峰、碳峰测量值的变化可以看出,羟丙基基团引接到淀粉分子上后,使淀粉表面成分变化较大,进一步证实羟丙基醚化反应是发生在淀粉结构的无定形区。

### 5. 取代度测定

用摩根(Morgen)改良的蔡基尔(Zeisel)方法。羟丙基淀粉在氮气保护下与浓氢碘酸反应,同时生成碘丙烷和丙烯,其反应式为:



其中  $n$  为小于 1 的系数。

反应生成的碘丙烷用定量的标准硝酸银溶液吸收,再用标准硫氰酸铵测定剩余的硝酸银,反应生成的丙烯,用定量的溴化钠饱和的冰醋酸溶液测定剩余的溴。这两个产物的化学计算总和等于产物的羟丙基含量,通过计算求得取代度。

试验证明，在环氧丙烷用量相同条件下，羟丙基取代度决定于环氧丙烷在碱性催化下双分子亲核取代反应的速度。反应温度，反应时间对取代度亦有影响；反应介质影响亦大，在溶剂相中反应，可提高取代度，缩短反应时间。

#### 四、羟丙基淀粉流变性质的研究

在相同条件下，玉米、小麦，甘薯，木薯淀粉糊的粘度与温度、时间的函数关系可以表征淀粉的流变特性。将淀粉乳匀速加热，恒速搅拌，经溶胀糊化后，分子间相互碰撞的结果使淀粉糊的粘度急剧增加，达到最高值；继续加热到 95℃ 并维持一定时间((30 ~ 60 分钟)，在这段保温时间中，可以看出淀粉糊粘度的热稳定性，然后停止加热，匀速降温冷却，当到达某一温度时，淀粉糊的粘度又会回升。不同种类的淀粉经羟丙基醚化后流变特性各异。图 9、10、11 分别为玉米、木薯、甘薯淀粉经羟丙基醚化改性后流变特性比较。(pH6.5)

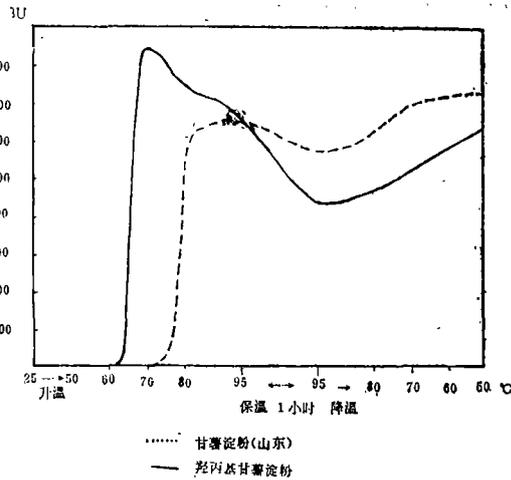


图 9

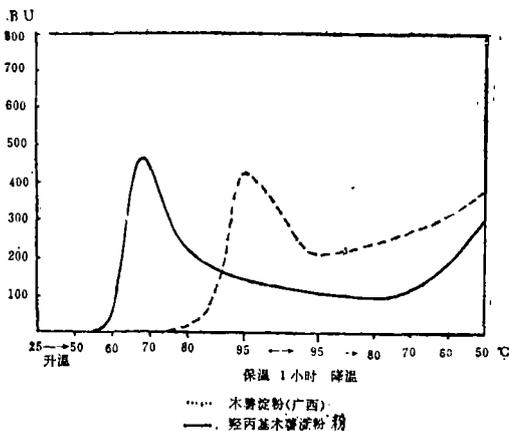


图 10

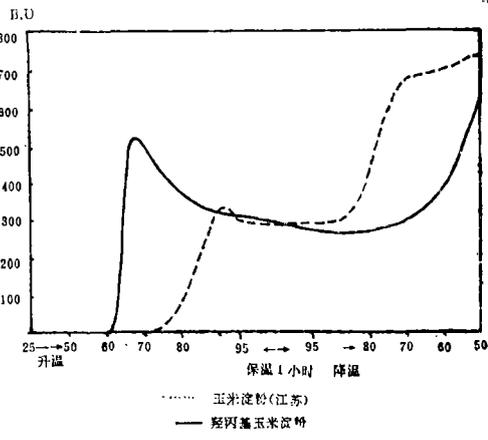


图 11

表1 数据分析比较

淀 粉	糊化起始 温度(°C)	高峰粘度/温度 (B.u/°C)	糊化起始到高峰 粘度时间(min)	老化起始 温度(°C)	50°C粘度 (B.u)
玉米(江苏)	73	330/91	12	84	740
羟丙基玉米	62	530/68	4	69	620
木薯(广西)	79	420/95	10	83	380
羟丙基木薯	58	460/69	7	65	300
甘薯(山东)	74	650/91	11	85	720
羟丙基甘薯	63	830/70	4.5	82	620

①淀粉经羟丙基醚化处理后,由于亲水基团增加,淀粉颗粒易吸水溶胀,糊化温度明显提前,其中以羟丙基木薯淀粉更为明显。

②淀粉经羟丙基醚化处理后,高峰粘度出现时间提前,这是由于淀粉颗粒吸水能力增加,使溶胀速度加快的缘故。溶胀后淀粉颗粒体积增加,胀大的淀粉分子互相碰撞,使高峰粘度增加。从糊化起始到高峰粘度出现时间可以看出原淀粉经羟丙基醚化后糊化速度加快,在蒸煮时可以节省热源。

③淀粉经羟丙基醚化处理后,老化起始温度推迟,其中以羟丙基木薯淀粉最为明显,玉米次之。冷却到50°C时溶胶粘度均比原淀粉低,说明老化程度有一定改善。

## 五、羟丙基淀粉溶胶稳定性比较

### 1. 羟丙基淀粉抗相分离能力比较

淀粉分子中衍生出羟丙基后,对溶胶的稳定作用,可从糊化后稀淀粉糊沉降析水的性能来进行比较。在250毫升三角瓶中配制1%(绝干)淀粉乳,装上回流冷凝器,在沸水浴中加热使糊化完全,保持20分钟后取出,冷却到30°C。将被测样品分别倒入50毫升量筒中(量筒刻度高度相同),在48小时内比较沉降情况,以明胶,果胶作对照,比较其相对稳定性。(见表2)

表2

样 品	析出水的毫升数/50毫升溶胶				相对稳定性 (%)
	0小时	8小时	24小时	48小时	
玉米淀粉	0	36.0	37	38.0	22
羟丙基玉米淀粉	0	0	6	8.5	83
木薯淀粉	0	11.5	25	27.0	46
羟丙基木薯淀粉	0	0	2	3.0	94
甘薯淀粉	0	15.0	24	26.0	46
羟丙基甘薯淀粉	0	10.0	23	24.0	52
果 胶*	0	0	0	1.0	98
明 胶*	0	0	0	1.0	98
阿拉伯胶*	0	0	0	0	100

\*1%浓度(非绝干物)

从表2数据可见,淀粉经羟丙基醚化后,其稀淀粉溶胶在冷却后老化现象得到改善,其中羟丙基木薯淀粉溶胶的抗相分离能力和相对稳定性与天然胶接近;羟丙基甘薯淀粉溶胶老化现象改善不明显。溶胶稳定性增加原因可以认为是羟丙基造成了空间障碍,使淀粉分子中螺旋结构在取代基位置发生局部展开,淀粉分子内聚力恢复受到阻挡;同时由于羟丙基本身的亲水性,使更多的水与淀粉发生水化,因而老化脱水作用不易实现。

## 2. 羟丙基淀粉溶胶透光率比较

仪器: 721分光光度计

样品浓度: 淀粉1%(绝干物) 天然胶1%(含水)

pH: 6.5

温度: 30℃

数据分析比较(见表3)

表3

样 品	透光率(%)	样 品	透光率(%)	透光率增加(%)
玉米淀粉	10.2	羟丙基玉米淀粉	36.5	26.3
木薯淀粉	29.4	羟丙基木薯淀粉	73.4	44.0
甘薯淀粉	20.2	羟丙基甘薯淀粉	28.0	7.8
小麦淀粉	28.2	羟丙基小麦淀粉	33.0	4.8
果 胶	80.0			
明 胶	87.5			
阿拉伯胶	95.7			

从表3数据说明各种淀粉经羟丙基醚化改性后透光率都有增加,其中以羟丙基木薯淀粉透光率增加最明显,透光率仅次于果胶。羟丙基玉米淀粉透光率增加比小麦、甘薯明显。透光率大小反映了淀粉与水的互溶性好坏,由于羟丙基引接到淀粉分子上后,其亲水能力增加使水分易渗透到颗粒内部,而且有一定保水能力,使透光率得到提高。

## 3. 羟丙基淀粉冻融性能比较

将5%浓度淀粉凝胶在零下10到15℃冻结一个月,取出放于室温下,自然升温解冻,观察解冻后情况,比较其冻融稳定性。(表4)

表4

淀 粉	解冻情况	剖 面	淀 粉	解 冻 情 况	剖 面
玉 米	脱水、收缩	白色 海绵状空隙	羟丙基玉米	恢复较透明光亮 凝胶,不发生脱水	均匀,较透明 有粘弹性
小 麦	脱水、收缩	同上	羟丙基小麦	半透明凝胶,稍脱水	粘弹性差
木 薯	脱水、收缩	同上	羟丙基木薯	恢复透明光亮 凝胶,不发生脱水	均匀、透明 有粘弹性
甘 薯	脱水、收缩	同上	羟丙基甘薯	半透明, , 加压时 稍有水析出	粘弹性差

从淀粉凝胶冻融性能说明原淀粉因强老化作用不能应用于冷冻食品中。羟丙基醚化淀粉具有一定的冻融稳定性,解冻后能保持原凝胶的成型性和粘弹性。羟丙基木薯淀粉冻融性最好,其次为羟丙基玉米淀粉。

#### 4. 羟丙基淀粉对酸的敏感性

将玉米淀粉和羟丙基玉米淀粉在 pH4.5 和 3.5 缓冲溶液中测定糊化曲线,在 25℃ 观察凝胶状态变化。(见表 5 和图 12)

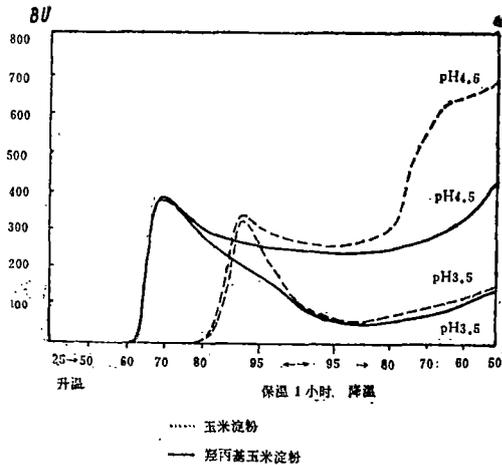


图 12

表 5

淀 粉	pH	25℃ 凝胶状态比较
玉 米	6.5	有水分析出,失去粘弹性,乳白色
	4.5	有水分析出,失去粘弹性,乳白色。
	3.5	有水分析出,失去粘弹性,乳白色。
羟丙基玉米	6.5	无水分析出,有粘弹性,半透明。
	4.5	无水分析出,有粘弹性,半透明。
	3.5	无水分析出,有粘弹性,半透明。

由糊化曲线可看出无论玉米淀粉或羟丙基玉米淀粉糊的热粘度均随介质之 pH 下降而降低, pH3.5 酸性介质中比 pH4.5 微酸性介质中粘度下降更为明显(pH6.5 介质中糊化曲线见 p.13)。淀粉糊热粘度下降的原因是由于酸热水解,使淀粉分子中  $\alpha$ -1,4 或  $\alpha$ -1,6 呋喃葡萄糖苷键部分断裂解聚作用而造成的。

从表 5 凝胶状态比较中说明非改性的玉米淀粉在中性,微酸性,酸性条件下,凝胶均存在严重老化现象;而羟丙基醚化玉米淀粉即使在酸热水解条件下使粘度下降,可是仍然能保持凝胶稳定性,有一定保水抗老化能力。由此可见,当淀粉分子中衍生羟丙基基团后,所增加的新化学键——淀粉与羟丙基之间的醚键是十分稳定的,在一般酸性条件下难以断裂。羟丙基淀粉凝胶稳定性主要是由羟丙基特性所决定的。

## 六、羟丙基淀粉在食品工业中的应用

羟丙基淀粉具有良好的特性,使其与其它食用改性淀粉一样,可作为食品增稠剂,也可作为低温增稠剂,乳化稳定剂,保水保型剂以及冷冻稳定剂。

### 1. 增稠剂

羟丙基淀粉可添加在肉汁、汤料、馅料和点心中。只需1%添加量就能显示增稠效果,即使在低温下,亦能保持增稠稳定作用。

### 2. 乳化稳定剂

羟丙基淀粉可以部分代替阿拉伯胶、明胶,作为乳化稳定剂用于生产果汁奶糖,并已取得良好效果,经低温贮藏和室温(30℃)贮藏半年仍能保持糖果组织结构 and 风味。在乳化香精和冰淇淋制造中均能显示良好的乳化效果。

### 3. 保水稳定剂

羟丙基淀粉可代替果胶,琼脂等天然胶用作果酱、果冻、果汁,饮料等食品的添加剂。虽经半年低温和室温贮藏,仍能保持组织结构稳定性,在果汁、饮料中显示出良好浑浊稳定性和原有风味,表6为添加试验情况。

表6

食 品	pH	添加量(%)	作 用
苹 果 酱	3.5	1.0~1.5	增稠、保水、稳定
草 莓 酱	3.5	3.0~3.5	增稠、保水、稳定
西 瓜 酱	4.0	2.0~2.5	增稠、保水、稳定
果 冻	3.0~3.5	3.0~4.0	凝胶保型稳定
果 汁	3.0~3.5	≤1.0	浑浊稳定
冰 淇 淋	6.0	1.0~1.5	乳化稳定

### 4. 冷冻稳定剂

羟丙基淀粉添加于馅料、点心中,能经受冷冻贮藏。

## 七、羟丙基淀粉毒理试验

### 1. 小白鼠毒性试验

用超剂量的羟丙基玉米淀粉(10克/公斤)对小白鼠连续喂养三十天,总剂量达300克/公斤,未发现有毒性。

### 2. 大白鼠致畸性试验

在剂量高至8克/公斤下,未发现大白鼠胎仔的畸形和胚胎毒性,大白鼠的幼鼠微核试验结果亦为阴性。

### 3. 诱发培养细胞非程序性DNA合成(UDS)

测试加入培养液浓度 $10^{-4}$ ~ $10^{-1}$ 毫克/毫升,不论FL系细胞的混合功能氧化酶系是否经过诱导,均不诱发UDS。在增加浓度超过其在培养液中的溶解度时( $5 \times 10^{-1}$ ,  $10^0$ 毫克/毫升),混合功能氧化酶系活性经 $\beta$ -萘黄酮诱导增高的FL系细胞中,显示轻度DAN损伤

作用。

## 八、结果讨论

1)低取代度羟丙基醚化反应主要发生在淀粉结构的无定形区,物理方法证实其结晶区基本保持,但晶胞变大。

2)低取代度羟丙基淀粉流变性质发生明显变化,与原淀粉相比糊化温度降低、糊化速度加快。使用时节省热源。

3)羟丙基淀粉在低温条件下具一定抗老化能力,凝胶较透明清晰,粘弹性稳定。可用作食品低温增稠稳定剂。

4)羟丙基淀粉凝胶在冻融稳定性方面尤为突出,其中以羟丙基木薯、玉米淀粉冻融稳定性较好。可用作食品冷冻稳定剂。

5)羟丙基淀粉在酸热水解条件下,仍能保持凝胶稳定性。可用作微酸性和酸性食品增稠、保水、保型、浑浊、乳化稳定化剂。

6)参照FC.C标准的羟丙基淀粉可供食用。

7)羟丙基淀粉代替或部分代替紧缺的天然胶,既可提高原淀粉的经济效益和使用价值,又可为食品工业不用进口天然胶而节省外汇和降低成本。

8)试验表明羟丙基淀粉虽贮藏三年以上,但其性能仍然稳定。

总之,因地制宜地利用我国丰富的淀粉资源,进行深度加工,制造廉价的食用羟丙基淀粉,以取代昂贵的天然胶,这对于促进我国食品工业的发展,改善食品结构,开发食品新品种,以及降低食品成本等方面都将显示出光明的前景。

附记:在研究过程中得到北京大学化学系,江苏省血防所,浙江医科大学,地质部石油中心实验室等的大力支持,一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] Whistler R. L ed. 《Starch Chemistry and Technology》 2nd Ed, 1984
- [2] James, R. W. 《Industrial Starch》 1974
- [3] Kerr, R. W. 《Chemistry and Industry of Starch》 2nd Ed, 1950
- [4] Smith R. J. 《Viscosity of Starch Pastes, Carbohydrate》 Vol III. IV
- [5] Whistler R. L. 《Methods in Carbohydrate Chemistry》 Vol IV 1963
- [6] Lineback D. R. ed. 《Food Carbohydrates》 1982
- [7] Sykes. P. 《A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry》 1981
- [8] Morgan P. W. 《Ind Eng Chem Anal》 Ed. 18,500 1946

86026

提高黑曲糖化酶活力的研究——诱变育种，《无锡轻工业学院学报》，1986年，第5卷，第4期

主题词 变异株，糖化酶/糖化酶活力

摘要 使用DES、 $\gamma$ 射线、5-FU、NTG等诱变处理黑曲霉A.S.3.4309，获得高产变异株7E-19-12，糖化酶活力比初始菌株提高100.6%，用30001发醇罐验证，其酶活力达9300 u/ml，并且 $\alpha$ -淀粉酶，酸性蛋白酶，转移葡萄糖苷酶含量较低。

作者：毛理一、修道高、顾国贤

86027

中华猕猴桃蛋白酶性质的研究及其在肉类嫩化剂制备中的应用，《无锡轻工业学院学报》，1986年，第5卷，第4期

主题词 中华猕猴桃，蛋白酶/嫩化剂

摘要 本文研究了中华猕猴桃蛋白酶的一些性质和它在配制肉类嫩化剂中的应用。此酶对两种不同的底物具有两种不同的最适pH，即以酪蛋白为底物时，最适pH为5.0~6.5，而以苯甲酰精氨酸乙酯(BAEE)为底物时，最适pH为7.5。在pH4.0~10.0范围内，酶能保持稳定。在65℃热处理16分钟，酶活力残存50%。将此酶配制成肉类嫩化剂处理牛肉，其蛋白酶液中总可溶性含氮及可溶性非蛋白氮含量均比对照样品高，其脯氨酸甘氨酸含量也有明显的增加。这表明猕猴桃蛋白酶对肌肉组织中的胶原蛋白和弹性蛋白产生了一定作用。流变性试验也表明该嫩化剂是有效的。

作者：臧大存、王璋、陈舜祖

86029

食用羟丙基淀粉的研究，《无锡轻工业学院学报》，1986年，第5卷，第4期

主题词 食品添加剂，淀粉/羟丙基淀粉

摘要 用化学方法对淀粉分子结构进行改造，使其部分脱水葡萄糖单位上的羟基与烷基化试剂反应生成羟丙基淀粉。经羟丙基醚化后的淀粉糊化温度明显降低，糊化速度大大加快，老化现象改善，凝胶较为透明清晰，在冷藏、冻融以及微酸性条件下，能保持凝胶的稳定性。参照F.C.C标准，羟丙基淀粉可供食用。动物毒理学试验结果无异常。性能稳定。食用羟丙基淀粉可以代替或部分代替天然胶(果胶、阿拉伯胶等)。

作者：姜雪珍、吴宽民、杨荣珍

86028

食品中微量硒的荧光测定法，《无锡轻工业学院学报》，1986年，第5卷，第4期

主题词 荧光分析；微量元素；硒/荧光分光光度法

摘要 本文介绍用2,3-二氨基萘(DAN)与食品中微量硒作用产生4,5-苯并芘硒钼的荧光测定法，并对实验条件进行了探讨。本方法的最低检出量为6.0ng，硒含量为0.01 ppm；0.1~1ppm时变异性系数分别为9~13.3%、2.4~5.2%，回收率为90~105%。本法的精密度及准确度均高。

作者：沈若荃、刘明

86028

**A METHOD OF FLUOROMETRIC DETERMINATION OF TRACE AMOUNT OF SELENIUM in FOOD** «Journal of the Wuxi Institute Light Industry», Vol.5, No.4, 1986

**SUBJECTWORDS** fluorometric analysis, microelement, selenium/fluorimetric determination

**ABSTRACT** A method using the reaction of 2,3-diaminonaphthalene with the trace amount of selenium to form Se-DAN complex is introduced for the fluorimetric determination of selenium in food. The condition of experiments was studied. The detection limit was 6 ng. The content of selenium was 0.01 ppm, 0.1—1 ppm, the coefficients of variation were 9.0—13.2%, 2.4—5.2% respectively. The recovery was 90—105%. Both precision and accuracy of this method are satisfactory.

Author: Shen Ruoquan, Leu Ming

86029

**STUDY on FOOD HYDROXYL-PROPYL STARCH** «Journal of the Wuxi Institute Light Industry», Vol.5, No.4, 1986

**SUBJECTWORDS** food additives starch/hydroxypropyl starch

**ABSTRACT** The structure of starch molecules modified chemically that part of dehydroglucose units' hydroxyl group react with alkylating agent and form hydroxypropyl starch. Hydroxypropyl ethers of starch have apparently lowered temperatures and much faster speed of gelatinization, improved retrogradation, and the granules more clearly transparent. Its stability can be retained in refrigeration, thawing and under weak acid or acid environments.

Food hydroxypropyl starch in compliance with FCC regulations can be used in food. Its toxicity found to be normal, also stable in characteristics. Hydroxypropyl starch can be used to substitute or partly substitute expensive natural gums (pectin, acacia gum, etc.).

Author: Jian Xuechen, Wu Kuanmin, Yang Yungchen

86027

**STUDY on the PROPERTIES of PROTEINASE in KIWI FRUIT and ITS APPLICATION to PREPARING MEAT TENDERIZER** «Journal of the Wuxi Institute Light Industry», Vol.5, No.4, 1986

**SUBJECTWORDS** actindia chinensis, proteinase/acl:inidin

**ABSTRACT** Some properties of proteinase in kiwi fruit and its application to preparing meat tenderizer were investigated. The enzyme has two different optimum pH ranges with two different substrates, namely, 5.0—6.5 for casein and 7.5 for benzylarginine ethylester(BAEE). The enzyme was stable in the pH range from 4.0 to 10.0. 50% enzymatic activity still remained after sixteen minutes of heat treatment at 65°C. The effect of tenderizer prepared with the recovered proteinase on beef tenderizing was investigated. The content of the total soluble nitrogenous compounds and the nonprotein nitrogen in the extract was higher from the beef sample treated by the tenderizer than that from the control. The increase in the amount of the proline and glycine in the beef extract showed that the proteinase in kiwi fruit could hydrolyze the collagen and elastin in muscle tissue to a certain extent. Rheology determination also demonstrated that the tenderizer was effective.

Author: Zang Decun Wang Zhang

Chen Shunzu

86026

**STUDIES to RAISE the ACTIVITY or GLUCOAMYLASE of ASPERGILLUS NIGER—MUTATION BREEDING** «Journal of the Wuxi Institute Light Industry», Vol.5, No.4, 1986

**SUBJECTWORDS** aspergillus niger, mutant/activity of glucoamylase

**ABSTRACT** A high yield mutant Te-19-12 is obtained by mutation for aspergillus niger A.S.3.4309 using DES.R rays, 5-FU, NTG and so on. As compared with initial strain, the activity of glucoamylase of the mutant is increased by 100.6%. To test with 300-L fermentor, the activity of glucoamylase is as high as 9300u/ml, and the content of I-amylase, acidic protease and I-glucoosidase is lower.

Author: Mao Xingyi, Xiu Daogo, Gu Guoxian