

石灰水蒸蛋风味的形成研究*

刘胜国¹ 上官国莲² 高建华¹ 宁正祥¹

1(华南理工大学轻工与食品学院, 广州, 510640) 2(佛山科学技术学院食品科学系, 佛山, 528200)

摘要 文中就石灰水蒸蛋这一特色风味食品的风味形成机理进行了初步探讨。风味的形成与 pH、温度和热处理时间密切相关。在 pH>11, 90℃ 热处理 50 min 时可以形成风味独特、鲜味明显、口感醇厚适口的特色风味蒸鸡蛋。氨基态氮、游离氨基酸的变化和可溶性糖参与的美拉德反应与风味的形成具有一定的关系。蛋黄中的脂质, 一定程度的氧化降解对风味的形成有重要的贡献。

关键词 全蛋液, 风味, 氨基态氮, 氨基酸, 美拉德反应

石灰水蒸蛋是一道营养丰富且风味独特的乡村美味, 其味道鲜美, 口感醇厚细腻, 色泽美满, 在湖南、湖北、江西、四川等地流传甚广。

以蛋为原料加工的各种风味食品在我国有着优良的传统, 如卤蛋和皮蛋等。石灰水蒸蛋是全蛋液和石灰水等混匀后经热处理加工的风味食品。它的制作和食用虽然具有很长的历史, 但由于加工条件的随意性, 因而无法使它的风味保持一致。到目前为止, 关于石灰水蒸蛋风味形成的研究未见相关报道。为了探讨开发这一特色风味食品的可行性, 本文就石灰水蒸蛋风味形成进行了初步研究。

1 主要原料及实验方法

1.1 主要原料与试剂

鸡蛋, 购自超市; 石灰, 江西省高安优质石灰。

1.2 实验方法

1.2.1 石灰水蒸蛋的工艺流程

质量分数 3% 石灰水溶液配制→静置澄清→过滤

↓

鸡蛋挑选→清洗、去壳→搅打→过滤→配制→热处理→成品

↑

NaCl

1.2.2 风味形成研究方法

根据民间石灰水蒸蛋的制作方法, 结合食品工业加工特点, 采用水浴的方法进行热处理。全蛋液与饱和石灰水按质量比 1:4 配比, 加入混合后样品总量的 0.6% 的 NaCl, 混匀后进行热处理。通过改变热处理温度、时间、pH 值, 研究它们对风味形成的影响; 蛋黄

与蛋白以不同的比例混匀后代替全蛋液, 初步探讨脂质对风味的贡献; 对氨基态氮、游离氨基酸和可溶性糖参与的美拉德反应与风味形成之间的关系进行研究。

1.2.3 感官评定

一定条件处理的样品, 经感官鉴定后, 对风味、色泽及质构进行描述。

1.2.4 氨基态氮测定

采用甲醛滴定法测定^[1], 用 pH 计判断终点。

1.2.5 游离氨基酸的测定

取一定量的样品, 稀释定容后, 用 Waters 高效液相色谱仪进行测定。测定条件: PICO.TAG 氨基酸分析柱, 温度 38℃, 检测波长 254 nm, 流速为 1 mL/min。

1.2.6 可溶性糖的测定

采用蒽酮-硫酸法测定^[2]。精确称量 5.00 g 左右的待测样品, 加少量的水后, 再加入 0.5 mL 冰醋酸混匀, 然后沸水浴 5 min, 再定容至 50 mL, 4 000 r/min 离心 15 min, 取上清液测定。同时作葡萄糖标准系列。

2 结果与讨论

2.1 热处理温度的影响

全蛋液与石灰水的质量比为 1:4, 加入 0.6% 的 NaCl, 混匀, 于不同的温度下处理 50 min。处理后的样品进行感官评定, 结果如表 1 所示。在 75℃ 以下几乎不能形成鲜味, 超过 95℃ 口感有粉质感, 90℃ 处理鲜味突出, 口味醇厚, 口感细腻。

热处理温度影响美拉德、蛋白质降解和脂质的热解等反应速度, 从而影响风味的形成, 同时温度对质构的形成也产生一定的影响。

第一作者: 硕士研究生, 主管检验师。

* 广东省自然科学基金资助项目 (No. 20020842) · 广东省科技计划项目 (No. 2003C20506)

收稿日期: 2005-06-22; 改回日期: 2005-09-08

表1 不同热处理温度对色泽、组织状态和风味的影响

温度/℃	色 泽	组织状态	风 味
75	浅鹅黄色	浑浊液体	略有鲜味,有刺舌感
80	浅鹅黄色	浑浊液体	有鲜味,有刺舌感
85	很浅的灰绿色	糊 状	有鲜味,适口
90	浅灰绿色	糊状,较稠	鲜味突出,口味醇厚
95	深灰绿色	糊状,较稠, 表面有膜状物	鲜味突出,有粉质感
98	深灰绿色	凝 固	略有鲜味,有粉质感

2.2 热处理时间的影响

全蛋液与饱和石灰水的质量比为 1:4,温度为 90℃,NaCl 加入量为 0.6%。样品经过不同时间热处理后,进行感官评定,结果如表 2 所示。

表2 热处理时间对色泽、组织状态和风味影响

时间 /min	色 泽	组织状态	风 味
10	黄 色	浑浊液体	没有鲜味,有蛋香味,有刺舌感
20	黄 色	糊 状	略有鲜味,有蛋香味,有刺舌感
30	浅灰绿色	糊 状	鲜味,有蛋香味
40	浅灰绿色	糊 状	鲜味,有蛋香味
50	浅灰绿色	糊 状	鲜味突出,有蛋香味,口味醇厚
60	灰绿色	糊 状	有鲜味,有蛋香味,口味醇厚
70	深灰绿色	糊 状	有鲜味,有蛋香味,口味醇厚
90	深灰绿色	糊 状	有鲜味,有蛋香味

在 20 min 后开始出现鲜味,到 50 min 后,鲜味较突出,口味较为醇厚,60~90 min 后,蛋品的醇厚感相对减弱。色泽随着时间增加而加深,灰绿色是 30 min 后开始形成,至 60 min 后色泽为深灰绿色。

石灰水蒸蛋是一个相对复杂的体系,它的风味是由多种风味前体物质在处理过程中产生的。由于它是多种风味物质综合作用的结果,热处理时间的长短对风味物质分布有至关重要的影响,而不同的风味物质的分布也必将影响它的最终风味。

2.3 pH 值的影响

在热处理前用 1 mol/L 的 HCl 或 1 mol/L NaOH 将混合好的样品调至不同的 pH 值,经 90℃ 热处理 50 min 后取出,迅速冷却并进行感官评价,结果如表 3 所示。

表3 不同 pH 值对色泽、组织状态和风味的影响

pH	色 泽 ¹⁾	组织状态	风 味
11.8	灰绿色+5	糊 状	有鲜味,特有的蛋香味,口味醇厚
11.5	灰绿色+5	弱凝固	有鲜味,特有的蛋香味,口味醇厚
11.0	灰绿色+4	凝固,有弹性, 有水析出	有鲜味,特有的蛋香味
10.6	灰绿色+3	凝固,有弹性, 有水析出	略有鲜味,有灰味, 刺舌感

续表3

pH	色 泽 ¹⁾	组织状态	风 味
9.8	灰绿色+2	弱凝固,有水析出	有灰气味,略有蛋香味
8.8	浅灰绿色	弱凝固,有水析出	蛋香味,有刺舌感
7	鹅黄色	弱凝固,有水析出	蛋香味,有生油香味

1) 灰绿色+2~+5 表示色泽的由浅到深的程度。

从表 3 结果可以看出,热处理前的 pH 对色泽、组织状态和风味有很大的影响,当 pH 值 > 10.6 时,经过热处理后会出现鲜味, pH 11.0 以上有独特的风味,且没有灰味。pH 值影响蛋白质的水解速度,美拉德等风味形成反应也与 pH 值密切相关。

2.4 氨基态氮的变化与风味形成之间的关系

氨基态氮的变化主要反映了该体系中氨基酸及肽链中氨基酸残基的自由氨基的变化,在碱性条件下,蛋白质和多肽的水解可以增加氨基态氮的含量,而氨基酸等脱氨基作用和氨基酸参与的美拉德等反应都可减少氨基态氮的含量。这些反应产生的物质对风味的形成有着密切的关系。

取不同温度下热处理 50 min 和 90℃ 温度下热处理不同时间的样品,进行氨基态氮的测定,测定的结果如图 1 和图 2 所示。

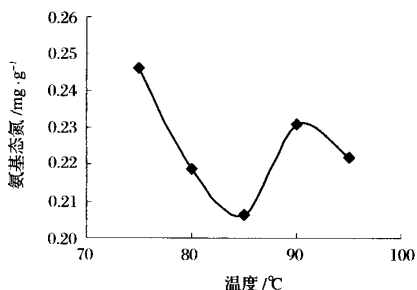


图1 不同温度处理后样品的氨基氮变化曲线

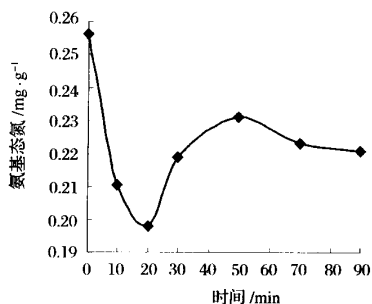


图2 不同处理时间氨基态氮变化曲线

从表 1 和图 1 可以看出,全蛋液混合液在不同温度下处理 50 min 后氨基态氮含量有所不同,在 75~85℃,氨基态氮下降,到 85℃ 后又有增加的趋势,90℃ 时氨基态氮达到最大而 90℃ 后氨基态氮又下

降,这说明 85~95℃ 是形成鲜味比较明显且适口的温度范围,而感官评定结果也表明 90℃ 热处理鲜味突出且口味醇厚。

从图 2 可以看出,90℃ 下热处理在前 20 min 内,氨基态氮含量迅速下降,而在 20 min 后,氨基态氮逐步增加,50 min 时达到最高,随后氨基态氮的量开始下降,但变化较小。样品的鲜味(见表 2)是从 30 min 后开始出现,同时色泽出现浅灰绿色。到 50 min 后,鲜味比较明显,刺激味也消失,口味醇厚。

蛋白质的水解随着温度的升高而增大,而脱氨基等反应也是随着温度的升高而加剧。从而造成了氨基态氮与温度的曲线为倒 S 形。由于在碱性条件下热处理全蛋液同时存在脱氨反应和肽键的断裂等反应,从图 2 结果可以发现,最初 20 min,造成氨基减少的反应速度大于蛋白质水解产生游离氨基的速度。脱氨作用产生的氨以气体逸出或与其他物质发生作用生成风味物质后,使氨基态氮含量和整个体系 pH 下降。体系 pH 值的下降不利于脱氨反应,而蛋白质水解仍可产生一定数量的氨基酸和多肽,从而使氨基态氮有所回升。50 min 后,氨基态氮的量变化相对不明显。

结合表 1、表 2 和图 1、图 2 结果,可以认为氨基态氮的变化与风味物质形成有着一定的关系。

2.5 游离氨基酸的变化与风味之间的关系

游离氨基酸对食品的风味有重要的贡献。它不仅是呈味物质,而且也是香味形成过程中重要的物质。氨基酸与还原糖的美拉德反应可以产生许多风味物质,同时斯特雷克乐氨基酸反应也是风味的化学上和感官上的重要因素。

蛋白质在碱性条件下的水解是无规则的,它可以降解为小分子量的蛋白质、多肽和少量氨基酸,这些物质都会对风味产生影响。通过对样品在 90℃ 热处理不同时间后的游离氨基酸进行检测(见表 4)可知,游离氨基酸的总量随热处理时间增加而增加。在前 30 min 游离氨基酸总量增加较大,30~50 min 这段时间变化不大。在热处理过程中由于体系的 pH 值的下降造成降解的动力下降,从而使游离氨基酸的增加减慢,同时一部分游离氨基酸参与一些反应消耗一部分氨基酸。

18 种游离氨基酸的变化趋势大部分相同。在 30 min 后游离氨基酸有一个比较大的增加,这时也是鲜味开始呈现的时间,50 min 后氨基酸稍有减少,70 min 后又有所增加。天门冬氨酸、组氨酸、精氨酸、酪

氨酸和苯丙氨酸在 0~70 min 内随时间增加而不同程度的增加。

谷氨酸钠是重要的鲜味成分,对这个体系的鲜味有重要的贡献。谷氨酸在前 50 min 内随时间增加而明显增加,到 50 min 达到最高,70 min 有所下降。除了由蛋白质水解增加谷氨酸外,谷氨酰氨由于脱氨作用也可产生一部分谷氨酸。这种变化与鲜味变化相吻合。

变化趋势明显不同的是丝氨酸和半胱氨酸,丝氨酸在前 30 min 时间内含量增加,50 min 后却迅速降低,较 30 min 的样品下降 50% 以上,70 min 后又增加明显,这种变化与风味的相关性有待进一步的研究。半胱氨酸在热处理过程中一直下降,至 50 min 最低,50 min 后有明显增加的趋势。由半胱氨酸经热处理后通过斯特雷克乐氨基酸反应或水解产生的 H₂S 和 NH₃ 等是风味物质形成的一些相当重要的中间物质。Morton 等人对加热氨基酸和糖混合物所产生香味的研究证实了半胱氨酸在肉类风味形成中的重要作用。

表 4 90℃ 不同热处理时间下游离氨基酸的变化 mg/kg

氨基酸	时间/min				
	0	20	30	50	70
Asp 天冬氨酸	16.76	16.14	20.81	22.26	24.00
Glu 谷氨酸	35.96	53.29	71.96	88.06	79.81
Ser 丝氨酸	18.61	23.44	33.51	15.49	34.04
Gly 甘氨酸	11.49	10.45	14.79	14.66	15.78
His 组氨酸	12.59	29.48	48.10	54.48	73.24
Arg 精氨酸	25.03	30.32	44.35	44.59	44.93
Thr 苏氨酸	17.06	16.74	24.89	24.34	26.63
Ala 丙氨酸	10.16	12.43	19.03	18.99	20.45
Pro 脯氨酸	13.48	16.71	25.68	25.35	27.90
Tyr 酪氨酸	24.34	28.67	41.59	42.03	50.96
Val 缬氨酸	15.70	20.40	29.64	28.93	31.53
Met 蛋氨酸	6.31	9.80	13.57	13.04	15.34
Cys 半胱氨酸	0.33	0.27	0.21	0.18	0.36
Ile 异亮氨酸	13.48	17.92	25.22	25.04	26.70
Leu 亮氨酸	22.57	32.15	46.32	44.30	47.40
Try 色氨酸	5.98	8.55	12.72	11.85	11.71
Phe 苯丙氨酸	17.97	23.38	31.74	32.17	34.35
Lys 赖氨酸	25.49	27.35	38.64	37.24	40.57
总 量	267.79	377.47	542.78	542.96	610.20

2.6 美拉德反应与风味之间的关系

还原糖与氨基酸发生美拉德反应可以产生许多风味物质并赋予产品色泽,利用美拉德反应制备香料得到广泛的研究^[3],通过一定的控制可以得到许多有特征风味的香味料。美拉德反应产生风味物质是一个比较复杂的过程,其中涉及中间许多反应,

不过在热处理过程中糖含量的变化可以在一定程度上间接反映美拉德反应。采用蒽酮-硫酸法对 90℃ 热处理不同时间样品中可溶性糖进行测定,标准液线性回归方程为 $Y = 0.002\ 6X - 0.002\ 3$ (X 为糖含量,以葡萄糖计,单位为 μg , Y 为吸光值) ($R^2 = 0.999$),不同热处理时间糖含量结果如图 3 所示。糖含量在前 30 min 下降速度较快,50 min 后下降较小,这也可间接说明美拉德反应的速度变化趋势。结合表 2 感官结果,特有风味也是在 30 min 后才出现,至 50 min 最好,灰绿色也是从 30 min 后才开始形成。这表明石灰水蒸蛋风味的形成与美拉德反应产生的风味密切相关。

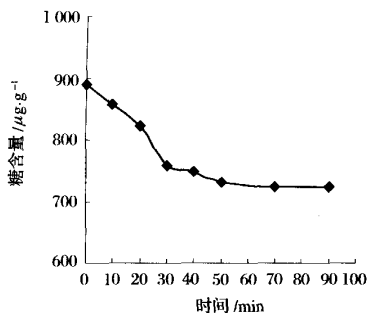


图 3 不同热处理时间糖含量变化

2.7 脂质对风味的贡献

脂质的热解和氧化可以产生许多风味物质,同时经过脂质-美拉德反应也可形成风味物质^[4]。但脂质的氧化产物浓度过高也会产生一些令人不愉快的风味。中性脂质与极性脂质对风味贡献又有所不同。在肉制品风味研究中发现,脂肪组织相对于瘦肉组织在风味形成中起到了区别于其他品种的风味的作用,而且中性脂质与磷脂之间对风味作用又有明显的不同,去除中性脂质后的肉制品的风味顶空香气中以脂肪醇和脂肪醛为主,而去除中性脂质和磷脂后的肉制品的风味成分顶空香气中脂肪醛的数量大大减少,脂肪醇含量极少,而苯甲醛和吡嗪类物质大大增加,从而认为磷脂可以抑制吡嗪类物质的过度产生^[5]。磷脂是肉类食品中脂肪水解和氧化的主要底物,对肉的风味产生负面影响,但同时又会影响美拉德反应从而对产品风味带来有益的作用^[6]。

蛋黄的化学组成与蛋清的化学组成有很大不同。蛋清中脂质含量极少,全蛋液中的脂质绝大部分存在于蛋黄中,它主要是以脂蛋白的形式存在,还有一部分磷脂。在热处理过程中脂质热降解形成多种风味化合物,而磷脂对香味的产生也具有十分重要的作

用^[5]。通过对蛋黄与蛋白不同配比进行试验,可以粗略判断脂质对风味的贡献作用。从表 5 可以看出,脂质对风味有重要的影响。蛋黄比例高的样品有明显的灰土气味,这与在热处理过程中脂质氧化过多有很大关系。但没有脂质的样品也缺乏特有的风味。这表明一定量的脂质氧化、热解也是风味形成所必需的。

表 5 蛋液脂质含量的多少对风味等的影响

蛋黄与蛋白 的比例 (质量比)	色 泽	组织状态	风 味
0:10	黄棕色	液体状	略有鲜味,有腥味
2:8	浅灰绿色	糊 状	鲜味突出,有蛋香味
3:7	浅灰绿色	很弱的凝胶	鲜味突出,有蛋香味
5:5	灰绿色	弱凝胶	有鲜味
7:3	灰绿色	凝固,倾斜 60° 变形	略有鲜味,且有灰土味
8:2	灰绿色	凝固,倒置不变 形	几乎没有鲜味,有明显的 灰土味

3 结 论

石灰水蒸蛋的风味的形成是全蛋液在热处理过程中经过一系列的反应产生的,这主要包括蛋白质水解、脱氨作用、美拉德反应和脂质的氧化降解以及它们之间互相作用。

风味的形成与 pH、温度和热处理时间密切相关。在 $\text{pH} > 11.0$, 温度 90℃, 热处理 50 min 可以形成风味独特、鲜味明显、口感醇厚适口的蛋品。氨基态氮变化、游离氨基酸的变化和可溶性糖参与的美拉德反应与风味的形成具有一定的关系。

蛋黄中的脂质一定程度的氧化降解对风味的形成有重要的贡献。

参 考 文 献

- 1 宁正祥. 食品成分分析手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998.119~121
- 2 史琦云,梁 琪. 鲜蛋的糖分析[J]. 甘肃农业大学学报,1994,29(3):300~303
- 3 Jennifer M A. Applications of the Maillard reaction in the food industry[J]. Food Chemistry,1998,62(4):431~439
- 4 Shahidi F 著,李 洁,朱志斌译. 肉制品与水产品的风味[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001.5~6
- 5 Mottram D S, Edwqdrs R A. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef[J]. J Sci Food Agric, 1983,34:517~522
- 6 杨红菊,乔发东,马长伟,等. 脂肪氧化和美拉德反应与肉

品风味质量的关系[J]. 肉类研究, 2004, (4): 25~28

Study on Flavor Development of Steaming Liquid Egg with Limewater

Liu Shengguo¹ Shangguan Guolian² Gao Jianhua¹ Ning Zhengxiang¹

1(College of Food Sciences and Light Industry, South China University of Technology, Guangzhou, 510640, China)

2(Department of Food Science, Fosu University, FuShan, 528200, China)

ABSTRACT Steaming liquid egg with limewater is a delicious dish with unique flavor. The mechanism of development of the flavor was studied in this paper. The development of the flavor is highly related with pH, temperature and heating time. The flavor was produced at pH over 11.0, 90℃, for 50 minutes. The changes of free amino acid, amino-nitrogen and Maillard associated with are related to the flavor. Lipid of egg yolk contributed to the specific flavor because of thermal oxidative reaction.

Key words liquid whole egg, flavor, amino-nitrogen, amino acid, Maillard reaction

行业
动态

对我国玉米酒精产业前景的多角度分析

(1)发展玉米酒精是解决能源“瓶颈”的重要途径。预计,今年我国进口原油超过1亿t。随着经济的增长,这个数字还会大幅增长。预计到2010年,我国每年将消耗原油4.5亿~4.6亿t,而我国的石油产量只能达到2亿t,缺口越来越大。从全球范围来看,石油作为不可再生资源也面临着枯竭的威胁。由于飓风、战争、政治等各方面的综合因素,原油期货价格已经逼近70美元/桶大关,而以高盛为代表的国际炒家预计油价将涨至100美元/桶,超高油价时代已经来临。在这种情况下,我国急需培育玉米酒精产业。资料显示,目前,全国汽油年消费量约超过3600万t,如果加入乙醇10%,则需乙醇360万t,可消化粮食1000多万t,使农民实现100多亿元的收入,同时又减少了石油的进口。

(2)发展玉米酒精不会危及粮食安全。尽管目前一些人士担心粮食安全问题,但从长远来看,粮食是可再生资源。我国是一个农业生产大国,用粮食转化能源,不仅可以解决石油短缺,还能增加农民收入,是实现社会经济全面协调发展的一个有力措施。从玉米等可再生粮食作物的供给来看,目前我国可用耕地1.2亿hm²,年粮食产量4.5亿t左右,平均亩产不足125kg,增长潜力很大。从消费来看,13亿人按平均每人每年消耗200kg算是2.6亿t,此外3000~4000万t留作种子,2000万t进行深加工,8000万t作为饲料,加起来不会超过3.9亿t。有关专家认为,即使考虑到自然灾害的影响,只要控制住耕地面积,就不怕粮食安全问题。更何况把粮食转化成能源的技术一旦推广,现在被当作废料的粮食秸秆所蕴涵的能源和粮食是几乎相等的。如果农民生产的粮食可以直接进入国家指定的乙醇生产企业,就可以减少转化环节,加快转化速度。生产企业将粮食转化成酒精的工业化过程,既实现了农产品的加工增值,又增加了就业岗位。资料显示,目前巴西酒精生产和制糖业提供了约100万个直接就业岗位和50万个间接就业机会,其中有62万人种植甘蔗。美国主要以玉米为原料生产玉米酒精,所耗玉米占全国玉米总产量的7%至8%,既扩大了玉米消费市场,又刺激了农业生产,还增加了农民收入。因此,用粮食加工乙醇是一项长期、可控、稳定的良性循环经济模式。

(3)玉米酒精是“地下长出的绿色清洁能源”。从生态的角度来看,以乙醇的生产和开发为核心的产业集群不仅带来了多方面的社会效益,更带来了巨大的生态效益,因此,玉米酒精被称为是一种“地下长出来的绿色清洁能源”。以能源消耗大户汽车行业为例,目前我国汽车保有量达到1500万辆以上,并以每年15%至20%的速度增长,汽车污染物的排放,给城市大气环境和人体健康带来很大危害。试验表明,使用10%酒精汽油,可使汽车尾气中一氧化碳、碳氢化合物排放量分别下降30.8%和13.4%,二氧化碳的排放量减少3.9%。作为增氧剂,玉米酒精还可替代甲基叔丁基醚、乙基叔丁基醚,避免对地下水的污染。

(4)玉米酒精产业化有利于可持续发展。从产业的角度分析,玉米通过乙醇这条工艺路线,可以生产乙烯等一系列化工产品,不仅可以使使用石油的时代得以延长,更为我们发展绿色产业和循环经济展现出一条现实通道。专家介绍,玉米中可转化成乙醇的淀粉和纤维含量为60%左右,其余为蛋白质和脂肪,每2.5t玉米市场售价不到3000元人民币,就可以生产1t乙醇,还可以提炼大量的食用油和蛋白质。如果换做成本低廉的粮食秸秆生产乙醇,则还具有成本优势。但是国家应该给此类企业更多的优惠政策,鼓励玉米酒精生产企业加大投入,改进工艺。