

卡拉胶在啤酒生产中的应用

张玲玲

(黑龙江北大仓啤酒有限公司 黑龙江 齐齐哈尔 161000)

摘 要：引起啤酒非生物混浊的成分包括：蛋白质、多酚物质、无机盐、碳水化合物以及某些金属离子等。卡拉胶是啤酒酿造过程中比较理想的澄清剂。在麦汁煮沸结束前 10 min 添加卡拉胶，能改善麦汁外观质量；加快麦汁过滤速度；吨酒耗硅藻土量可节省 20 % 左右；水耗、电耗下降 5 % 左右。酿制出的啤酒各项理化指标均符合国家或企业标准。(孙悟)

关键词：啤酒；卡拉胶；非生物混浊

中图分类号：TS262.5；TS261.4 文献标识码：B 文章编号：1001-9286(2005)10-0055-03

Application of Carrageenin in Beer Brewing

ZHANG Ling-ling

(Beidachang Beer Co. Ltd., Qiqihaer, Heilongjiang 161000, China)

Abstract：The substances inducing beer non-biological turbidity include protein, polyphenol substance, inorganic salts, carbohydrate, and some metal ions etc. Carrageenin is regarded as an ideal clarifier to beer. The addition of carrageenin in wort 10 min before the ending of wort boiling could improve wort appearance, quicken wort filtration rate, save about 20 % kieselguhr consumption and 5 % water consumption and 5 % electricity consumption. The physiochemical indexes of treated beer met relative national standards. (Tran. by YUE Yang)

Key words：beer; carrageenin; non-biological turbidity

啤酒经巴氏杀菌后再经过一段时间的贮存有时易出现微量悬浮物和沉淀物，这是许多啤酒厂普遍存在的问题，且程度不完全相同。各厂家都在积极探索解决此问题的途径。引起啤酒非生物混浊的几种成分包括蛋白质、多酚物质、无机盐、碳水化合物以及某些金属离子等，专家们普遍认为，混浊物质是在啤酒溶解氧含量高或金属离子浓度高的情况下，高分子蛋白质与多酚物质氧化聚合并从啤酒中沉淀出来而形成的。因蛋白质是啤酒中必不可少的成分，它提供给啤酒营养以及醇厚的酒体，所以我们只能寄希望于在杀菌前将易与多酚形成聚合物的该类蛋白质尽量多地从酒液中分离出去，这样在后期使蛋白质与多酚聚合的机会少一些，则后期形成混浊的几率也就会愈少。我厂将麦汁澄清剂卡拉胶应用于啤酒生产，经过一段时间的小试后投入正常大生产，取得了很明显的效果，不仅大大减少了啤酒出现悬浮物和沉淀物的几率，延长了保质期，而且在啤酒过滤时，由于提供了更加清亮的发酵液，节省了硅藻土用量，减少过滤成本，降低酒损，提高了企业的经济效益。现将我们所

总结的经验与其他厂家进行交流。

1 卡拉胶性质及应用理论

卡拉胶又名角叉胶，是一种从海洋红藻中提取的硫酸酯 α -1,3- β -1,4 糖苷键形成的半乳糖，颜色呈灰白色或浅黄色，无异味，有粉剂、颗粒、片剂形状。粉剂需先调成溶液，颗粒与片剂可直接加入煮沸锅使用。卡拉胶作为麦汁澄清剂在欧美国家的啤酒厂早些年就被广泛应用，我国的啤酒厂近几年也开始普遍使用。

形成啤酒混浊的大分子蛋白质和多酚的聚合物经过煮沸和冷却易于除去，而小分子和中分子蛋白质不易聚集，在前期不易被有效去除，也影响到麦汁的澄清度，为后期的非生物稳定性留下隐患。卡拉胶本身带负电荷，在啤酒生产中用作麦汁澄清剂是利用正负电荷相互吸引的原理，即在煮沸麦汁中加入酒花后，pH 值在 5.2~5.6 之间时，带负电荷的卡拉胶与麦汁中带正电荷的大分子物质相互吸附凝聚形成沉淀物并从麦汁中析出，从而使易形成浑浊的物质减少，麦汁更加澄清。

收稿日期：2005-06-02

作者简介：张玲玲(1974-)，女，山东人，大学本科，工程师，发表论文数篇。

卡拉胶的有效成分是硫酸酯 ($-\text{OSO}_3^-$)。与其能产生静电吸附作用的有两类物质,一是带电荷的蛋白质类酯、葡聚糖等,它们相互吸引,形成中性凝聚物。卡拉胶分子为长链分子,不断吸附带正电荷物质,其中又以蛋白质为主,形成凝聚物。随着凝聚物不断增大,形成大片络合物,沉降性增强。麦汁冷却时,大量络合物析出,形成沉淀被除去,麦汁变得清亮透明,有利于后期的过滤和提高啤酒的非生物稳定性。二是带正电荷的金属离子 (Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 等)。卡拉胶同这些金属离子和色素物质相互作用,使麦汁中的某些离子含量减少,可降低啤酒的涩味,使啤酒口感柔和,同时啤酒的泡沫会更加洁白细腻。

2 卡拉胶的实验验证

采用成智公司提供的卡拉胶产品进行实验,用量 1.0~1.5 mg/L,取糖化 11°P 麦汁各 200 mL 分别加入 1[#]、2[#]、3[#]、4[#] 个 400 mL 的烧杯中,按顺序排放整齐。1[#] 烧杯中麦汁不加卡拉胶作为空白样,2[#] 烧杯中加入 5 mg/L 浓度的卡拉胶,3[#] 烧杯中加入 15 mg/L 浓度的卡拉胶,4[#] 烧杯中加入 25 mg/L 浓度的卡拉胶。各烧杯搅拌均匀后煮沸 10 min,倒入 3 个 500 mL 量筒中自然冷却,观察麦汁外观及测试有关指标,结果见表 1。

实验结果显示,卡拉胶对糖化麦汁具有明显的澄清效果,在添加量为 15 mg/L、25 mg/L 两种浓度下,麦汁均清亮透明,形成的凝固物结实不易浮动,考虑添加成本及效果,确定在生产中以 15 mg/L 浓度添加最好。

3 卡拉胶的生产应用

3.1 热麦汁比较

卡拉胶在麦汁煮沸时加入。因它在酸性高温条件下不稳定,分子长链易断裂,会影响吸附效果,所以不能长时间煮沸。一般在煮沸结束前 10~20 min 加入,pH 值在 5.2~5.6 之间适宜,以 15 mg/L (11°P 麦汁)添加量加入,热麦汁的对照比较见表 2。

从实际生产观察,添加卡拉胶的麦汁在回旋沉淀槽

表 2 加卡拉胶生产热麦汁指标比较

项 目	加卡拉胶热麦汁	未加卡拉胶热麦汁
麦汁煮沸结束前 10min	麦汁较混浊,有凝固物悬浮,不透光	麦汁较混浊,有凝固物悬浮,不透光
回旋沉淀槽静止 20min	有大量絮状沉淀生成,麦汁澄清透明	麦汁较清亮,不透明,凝固物量少
色度(EBC)	5.5	6.0
浊度(EBC)	0.92	1.84
总氮含量(mg/L)	476.7	490.2
透光率(% , λ=600)	93.2	88.9

凝聚沉淀物多且紧密易与麦汁分离。

3.2 发酵情况比较

我们连续制作 24 锅次麦汁(11°P,原料与糖化工艺均相同),每 4 锅次满 1 罐共计 6 罐。其中 3 罐的麦汁均加卡拉胶 15 mg/L,分别进 5[#]、20[#]、8[#] 罐,另 3 罐的麦汁不加卡拉胶,分别进 3[#]、7[#]、14[#] 罐。在发酵过程中进行跟踪观察,发现有无卡拉胶对酵母的降糖以及还原双乙酰的能力不受影响,均能正常发酵,同时麦汁澄清还有利于发酵,降糖速率见表 3。

表 3 发酵麦汁降糖速率

发酵时间 (d)	加 卡 拉 胶			未 加 卡 拉 胶		
	5 [#] 罐	20 [#] 罐	8 [#] 罐	3 [#] 罐	7 [#] 罐	14 [#] 罐
1	9.9	9.8	9.6	9.7	9.5	9.9
2	8.2	8.0	7.9	8.1	8.0	8.2
3	6.6	6.5	6.4	6.7	6.5	6.5
4	5.0	5.1	4.9	5.2	5.0	4.9
5	4.5	4.4	4.2	4.3	4.4	4.2
6	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7
7	3.6	3.4	3.4	3.5	3.3	3.4
8	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1
9	3.1	3.2	3.1	3.1	3.0	3.1
10	3.1	3.2	3.1	3.0	3.0	3.1

在生产中发现加卡拉胶的发酵罐在发酵结束后,排放酵母时所排放的酵母分层,即主酵结束后它们没有全部凝聚在锥底部,说明其凝聚性发生了一定的改变,减弱了,这样会影响到下个周期的啤酒生产。根据分析,得出由于卡拉胶会吸附带正电荷的离子如 Ca^{2+} ,使发酵液

表 1 卡拉胶生产实验麦汁外观及有关指标

样品 编号	卡拉胶用 量(mg)	卡拉胶浓度 (mg/L)	麦汁浊度 (EBC)	麦汁总蛋白质 含量(mg/L)	麦汁可凝固性氮 含量(mg/100mL)	凝固物沉淀情况	外观
1#	0	0	1.65	494.4	3.63	有一定的凝固物析出,少量悬浮物,沉淀较散不紧密	麦汁较清亮,有雾状混浊、很少量的悬浮物
2#	1.0	5	0.92	489.5	2.09	有一定的凝固物析出,沉淀较紧密	麦汁较清亮,较少量的悬浮物
3#	3.0	15	0.59	485.7	1.84	有较多量的凝固物析出,沉淀紧密	麦汁清亮透明
4#	5.0	25	0.54	484.8	1.42	有较多的凝固物析出,沉淀紧密	麦汁清亮透明

中 Ca^{2+} 量减少,影响了酵母的凝聚。 Ca^{2+} 是糖化和发酵必不可少的离子,正常含量的 Ca^{2+} 在发酵后期可促进酵母相邻细胞壁间离子集团连接,利于其在降糖结束后的凝聚,而一定量的 Ca^{2+} 被卡拉胶吸附后,酵母凝聚性发生了变化,造成酵母分层、不易分离的结果。所以,我厂根据实际情况在糖化麦汁中加入了一定量的含钙化合物来补充因此而缺失的 Ca^{2+} 。

在过滤时有无卡拉胶效果差别较大,由于发酵液中细小的颗粒大部分被卡拉胶吸附除去,减少了过滤阻力,过滤速度明显加快。加卡拉胶同未加卡拉胶的发酵液相比过滤速度快,过滤压差上升缓慢,吨酒耗硅藻土量可节省 20 % 左右,水耗、电耗都下降 5 % 左右,可见使用卡拉胶能明显降低生产成本。

3.3 成品酒比较

对以上实验的各罐酒进行感官评定,两种酒的泡沫、香气、口味没有明显的区别,各项理化指标基本未受影响。各罐发酵液灌装后各项理化指标对照见表 4。

4 结论

从以上的实验和生产验证情况可以看出,卡拉胶是啤酒酿造过程中比较理想的澄清剂。在麦汁煮沸结束前 10 min 添加,添加量可以根据各厂家原料的实际情况确定及随时调整。卡拉胶能显著地改善麦汁的外观质量,尤其是在麦芽溶解不足的情况下使用,效果更加明显。

(上接第 54 页)

添加一定量的钙离子,一方面可以调节麦汁 pH,另一方面可以降低有机酸的含量。

3 结论

3.1 麦汁中的有机酸主要来自于麦芽,大米辅料几乎不提供有机酸。麦芽原始酸与总有机酸含量呈较好的线性关系,即总呼吸酸是麦芽原始酸的主要成分。控制制麦过程中有机酸含量是控制麦汁中有机酸的关键。

3.2 麦芽的粉碎度对麦汁的有机酸含量有一定影响,尤其是溶解较差的麦芽,粉碎越粗,有机酸含量越低,而对溶解较好的麦芽而言,粉碎度对有机酸的影响较小。

3.3 投料水的 pH 对麦汁的总有机酸量影响并不大,但部分有机酸含量的变化较明显,有可能对麦汁乃至啤酒的口感产生明显影响。

3.4 麦汁经煮沸后,绝大部分有机酸含量均有不同程度下降,其中乙酸经敞口煮沸后下降幅度最大。煮沸时添加酒花对有机酸含量没有显著影响,但钙离子的添加有助于降低有机酸含量。

表 4 成品酒各项理化指标

理化指标	加卡拉胶			未加卡拉胶		
	5#罐	20#罐	8#罐	3#罐	7#罐	14#罐
色度(EBC)	5.0	4.75	4.75	5.50	5.25	5.50
浊度(EBC)	0.29	0.31	0.28	0.39	0.41	0.40
总酸(mL/100mL) ≤	1.28	1.28	1.33	1.33	1.38	1.28
酒精(% v/v) ≥	4.90	5.15	4.96	4.96	4.91	4.96
实际浓度(% m/m)	3.30	2.94	3.219	3.25	3.27	3.245
原麦汁浓度(°P) ≥	10.90	10.93	10.92	10.95	10.89	10.95
发酵度(%)	69.77	73.15	70.54	70.33	70.02	70.36
双乙酰(mg/L) ≤	0.048	0.053	0.062	0.050	0.045	0.057
二氧化碳(% m/m)	0.54	0.55	0.60	0.52	0.53	0.54
pH	4.21	4.22	4.27	4.19	4.19	4.20
苦味值(BU)	19	18	17	19	20	19
泡持性(S)	192	202	212	227	199	201
综合评价	泡沫洁白细腻挂杯,酒花香气明显,口味纯正清爽,酒体协调柔和			泡沫较洁白细腻挂杯,酒花香气明显,口味纯正协调		

经卡拉胶处理的麦汁对酵母发酵不存在负面影响,酿制出的啤酒颜色为淡黄色,理化指标均符合国家或企业产品标准,且使用卡拉胶能降低酒损和硅藻土消耗,给企业带来一定的经济效益。我厂自使用卡拉胶以来,从提高麦汁清亮程度及酒液非生物稳定性,改善口味和增加泡持性,以及降低生产成本等方面均有一定的改观,卡拉胶的应用是比较成功的,使我厂的啤酒质量有较大提高。●

参考文献:

- [1] 顾国贤.酿造酒工艺学(第二版)[M].北京:中国轻工业出版社,1996.
- [2] Karl J.Siebert, Modeling the flavor thresholds of organic acids in beer as a function of their molecular properties[J]. Food Quality and Preference .1999 (10):129-137.
- [3] 管敦仪.啤酒工业手册(中册)[M].北京:中国轻工业出版社,1986.
- [4] 谷桐彦,霍秀娟.浅谈啤酒中的酸[J].酿酒,2004 (3) 25-26.
- [5] Whiting, G.C. Organic acid metabolism of yeasts during fermentation of alcoholic beverages—a review[J]. J.Inst. Brew., 1976,82:84-92.
- [6] Mackenzie, K.G. et al. Non-volatile organic acids and pH changes during the fermentation of distiller's wort. [J] J. Inst. Brew., 1965, 2:160.
- [7] 杨毅.RP-HPLC 测定啤酒中有机酸[J].食品与发酵工业,2003 (18):6-12.
- [8] Barber.Loy E. The analysis of organic acids by ion chromatograph in beer and wort. [J] J. Am. Soc. Brew. Chem., 1990, 48(1): 44-46.
- [9] 方贵程.江南大学本科论文[C].2003.