

麦汁煮沸工艺条件的优化

郭泽峰

(杭州千岛湖啤酒有限公司,浙江 杭州 311700)

摘要: 从麦汁煮沸过程中 TBA 值的改变、麦汁中可凝固氮的改变、酒花 α -酸异构化率 3 个方面来论述麦汁煮沸对啤酒酿造质量的影响。

关键词: 啤酒; 麦汁煮沸; TBA; 可凝固氮; 酒花异构率

中图分类号: TS262.5; TS261.4; Q819

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2011)06-0062-03

Optimization of Wort Boiling Technical Conditions

Guo Zefeng

(Cheerday Brewery Co.Ltd., Hangzhou, Zhejiang 311700, China)

Abstracts: The effects of wort boiling on beer quality were discussed from the following three aspects: TBA value change in wort boiling process, the change of flocculent nitrogen in wort, and isomerization of hop α -acid.

Key words: beer; wort boiling; TBA; flocculent nitrogen; isomerization of hop α -acid

麦汁煮沸在啤酒酿造中有着十分重要的意义。麦芽经过粉碎、糖化和过滤后得到的初级麦芽汁,通常达不到啤酒酿造的要求,要经过煮沸、冷却才能开始正常的发酵。麦汁煮沸的作用通常分为生物学和非生物学两个方面。生物学方面是指^[1-2]酶的灭活、微生物彻底灭活(不包括极端的微生物和特殊的休眠体)。非生物学的作用主要分为:浓缩定型麦汁、形成特定的啤酒香味成分和啤酒色泽、酒花的异构、去除热凝固氮等。但是,煮沸过程中因为热力学和物理、化学等发生着复杂而剧烈的变化,所以,如何将煮沸阶段对于酿造的作用做深入的认识是相当困难的。同样,煮沸除了给酿造提供帮助以获得理想麦汁指标的同时,也对麦汁乃至成品啤酒产生了不可避免的负面影响。这些负面包括麦汁老化前驱体的形成和老化物质的形成、酒花硬树脂的形成、还原性物质被过度消耗等等。因此,在大量实验的基础上,确定了 3 个衡量麦汁煮沸效果的重要指标:TBA 值、凝固氮和酒花异构值,用来衡量麦汁煮沸条件的优化、优化煮沸条件后优良麦汁的质量和成品啤酒的质量。

1 材料与方

1.1 材料

麦芽:Gairdner(70%),Metcalfe(30%),麦芽为进口原料麦,在国内加工。

大米:国标一级晚粳米,产地为江苏。

酒花:新疆产颗粒啤酒花,90 型颗粒。

酵母:千岛湖啤酒公司菌种室保存。

实验辅助材料:硅藻土、硅胶和卡拉胶均为公司正常生产用辅助材料。

1.2 试剂与仪器

1.2.1 主要试剂

硫代巴比妥酸、浓硫酸、氢氧化钠、二氧化钛、硫酸铜、硫酸钾、钼酸钠、甲苯、甲醇等均为国产分析纯,其余试剂均为实验室常用国产分析纯化学试剂。

采用 60%的乙酸溶解 0.33 g 硫代巴比妥酸,最后定容到 100 mL,该溶液新鲜配制。

1.2.2 主要仪器

721 型分光光度计,FOSS 定氮仪,其他为化验室常用分析仪器。

1.3 主要实验设备

500 L 实验设备,研发中心自备。

2 结果与分析

2.1 不同 pH 条件下煮沸对 TBA 值的影响

麦汁的 pH 值对于麦汁中蛋白质的絮凝起着非常重要的影响。良好的蛋白质絮凝可以将糖化麦汁中的较多杂质实现共沉,该效应可以影响到定型麦汁的最终 TBA 值。试验中,设计了不同的 pH 值梯度进行该项单因子研究实验,结果见表 1。实验中每一组采用 3 次试验取平均

收稿日期:2011-02-16

作者简介:郭泽峰,男,安徽蚌埠人,工学硕士。

表1 pH值对定型麦汁TBA值的影响

麦汁试验组别	pH值	麦汁浓度(°P)	TBA ₅₃₀	折算成标准11°P麦汁的TBA ₅₃₀	异常情况说明
1	5.1	11.0	0.275	0.275	正常
2	5.2	11.3	0.280	0.288	头道麦汁浓度稍高
3	5.3	11.1	0.285	0.288	正常
4	5.4	11.3	0.285	0.293	头道麦汁浓度高
5	5.5	11.2	0.291	0.296	正常
6	5.6	10.9	0.295	0.292	正常
7	5.7	10.6	0.315	0.304	头道麦汁浓度低
8	5.8	10.9	0.320	0.317	正常
9	5.9	11.3	0.335	0.344	混合麦汁浓度偏高

值的办法来确定pH值对最终麦汁TBA的影响。

从表1中可以看出,随着麦汁pH值的升高,麦汁中TBA的数值呈上升趋势。合适的pH值会明显改善麦汁中蛋白质的絮凝效果,从理论上讲,会降低麦汁中老化前驱物质。

2.2 不同煮沸时间对麦汁TBA值的影响

正常生产中,麦汁的煮沸时间为60min。随着设备和工艺技术的进步,麦汁煮沸工艺有了巨大的改变。在煮沸强度上,过去一般强调麦汁的煮沸强度为10%左右,正常不低于8%。现在的研究表明,麦汁的煮沸功能在不同的阶段需要强化不同的作用方式。就目前而言,有低压动态煮沸、阶段煮沸和微正压、低压乃至减压煮沸等工艺。在本研究中,结合实验的具体条件和突出对生产的指导意义,所以采用普通的常压煮沸工艺,来研究煮沸时间对定型麦汁pH值的影响,煮沸强度控制在6%。和上述研究方法一样,同组设3个平行实验取平均值。麦汁煮沸时间对定型麦汁TBA的影响结果见表2。

表2 麦汁煮沸时间对麦汁TBA值的影响

麦汁试验组别	煮沸时间(min)	麦汁浓度(°P)	TBA ₅₃₀	折算成标准11°P麦汁的TBA ₅₃₀
1	30	11.5	0.255	0.267
2	35	11.0	0.250	0.250
3	40	11.4	0.255	0.264
4	45	11.0	0.280	0.280
5	50	11.5	0.283	0.296
6	55	10.9	0.285	0.282
7	60	11.4	0.285	0.295
8	65	11.1	0.301	0.304
9	70	11.3	0.315	0.324

表2中的数据表明,高强度短时间对于麦汁的TBA值是有积极意义的。当然,在生产中,由于设备条件、加热能力等影响,加热的效率和功率都有明显的制约性。所以,合适的加热效率需要在生产中进行甄别。

2.3 不同Ca²⁺离子条件下麦汁煮沸对TBA值的影响

Ca²⁺离子对啤酒酿造有着非常重要的意义。但是, Ca²⁺离子对于麦汁中TBA值的影响却是一个有待详细

研究的课题。本研究中试图从外添加Ca²⁺离子的方法,研究钙离子浓度的改变对麦汁中TBA值的影响。

Ca²⁺离子对麦汁TBA的影响结果见表3。

和预期的一致,随着蛋白质絮凝的改善,麦汁中老化前驱物质也随之析出。在以前的报道中,随着麦汁澄清度的改善,TBA值也随之降低。在本研究中,随着钙离子的增加,蛋白质的絮凝效果逐渐增强,相应麦汁的清亮度也有很大的改善。

表3 Ca²⁺离子添加量对麦汁TBA值的影响

麦汁试验组别	Ca ²⁺ 添加浓度(mg/L)	麦汁浓度(°P)	TBA ₅₃₀	折算成标准11°P麦汁的TBA ₅₃₀
1	15	11.6	0.275	0.290
2	20	11.3	0.265	0.272
3	25	11.5	0.270	0.282
4	30	11.7	0.265	0.282
5	40	11.5	0.206	0.215
6	50	11.3	0.227	0.233

酿造过程中Ca²⁺虽然可以改善麦汁的絮凝作用,但是合理的控制Ca²⁺的含量是必要的^[3]。本文研究的是外加Ca²⁺办法,所以如何确定本企业煮沸过程中Ca²⁺的浓度需要结合自身产品特点、企业的原材料等具体情况研究后决定。

2.4 不同酶制剂对麦汁TBA值的影响

不同酶制剂对麦汁煮沸时所产生的理化反应有着不同的影响,这些影响主要是因为不同酶制剂的纯度、酶学特性不一样,所以产生的产物就不同。当麦汁在煮沸时,这些不同的产物必将影响到定型麦汁的质量,当然包括TBA值的不同。

不同酶制剂对于麦汁TBA值的影响结果见表4。

表4 不同酶制剂对麦汁TBA值的影响

麦汁试验组别	酶制剂种类	麦汁浓度(°P)	TBA ₅₃₀	折算成标准11°P麦汁的TBA ₅₃₀
1	酶制剂1	12.1	0.285	0.314
2	酶制剂2	11.9	0.293	0.317
3	酶制剂3	11.9	0.305	0.330

2.5 影响麦汁TBA值的正交分析

麦汁的TBA值是考虑煮沸条件的重要指标,关系到货架期产品的风味稳定性,所以该项指标是麦汁煮沸条件优化的重点。

选取上述4个单因素,确定3个水平,做正交分析。因素水平表见表5,正交试验结果和分析结果见表6。

从表6可知,结合生产实际,优化的麦汁TBA值煮

表5 麦汁煮沸 TBA 值的因素水平表

因素	煮沸时间 (min)	Ca ²⁺ 离子 (mg/L)	pH 值	酶制剂 种类
水平 1	45	15	5.3	1
水平 2	60	30	5.5	2
水平 3	75	50	5.8	3

表6 影响麦汁煮沸 TBA 值的正交试验分析结果

因素	煮沸时间	Ca ²⁺ 离子	pH 值	酶制剂	试验结果
试验 1	1	1	1	1	0.253
试验 2	1	2	2	2	0.259
试验 3	1	3	3	3	0.269
试验 4	2	1	2	3	0.296
试验 5	2	2	3	1	0.293
试验 6	2	3	1	2	0.289
试验 7	3	1	3	2	0.315
试验 8	3	2	1	3	0.302
试验 9	3	3	2	1	0.307
均值 1	0.26	0.288	0.281	0.284	
均值 2	0.293	0.285	0.287	0.288	
均值 3	0.308	0.288	0.292	0.289	
极差	0.048	0.003	0.011	0.005	

沸条件为:煮沸时间 45 min, Ca²⁺ 浓度为 30 mg/L, pH 值为 5.3, 酶制剂选择第 1 种。

2.6 不同 pH 条件下煮沸对麦汁热凝固氮的影响

麦汁的煮沸功能之一还有对于热凝固氮的絮凝, 良好的麦汁絮凝对于麦汁的澄清、改善麦汁的发酵质量有着非常显著的意义^[4]。本研究中, 仍然采用前述表 1 的 pH 值梯度来进行研究。定型麦汁中热凝固氮和 pH 变化的对应关系见表 7。

表7 pH 值对于麦汁热凝固氮的影响

试验组别	pH 值	麦汁浓度(°P)	热凝固氮含量(mg/L)	折算成标准 11°P 麦汁后凝固氮含量(mg/L)
1	5.1	11.0	125.3	125.3
2	5.2	11.3	125.5	128.9
3	5.3	11.1	123.5	124.3
4	5.4	11.3	122.8	126.1
5	5.5	11.2	125.8	128.0
6	5.6	10.9	135.7	134.4
7	5.7	10.6	145.6	140.3
8	5.8	10.9	157.5	156.0
9	5.9	11.3	198.8	204.2

随着 pH 值的提高, 麦汁中凝固氮的含量逐步增加。因为实验中采取了 2.1 的麦汁样品, 所以能够综合反映 pH 值对于麦汁煮沸效果的综合作用。结合表 1 和表 4, 可以认为, 麦汁的 pH 值对于 TBA 值、麦汁中热凝固氮含量都有积极的调控意义。

2.7 不同 pH 值条件下麦汁煮沸对酒花异构的影响

麦汁煮沸的另一功能就是实现酒花中 α -酸的异构化。异构的 α -酸能够赋予啤酒良好、细致的苦味, 保证其在啤酒中良好的溶解性, 有利于啤酒的稳定性。pH 值对 α -酸的异构化率的影响结果见表 8。

表8 pH 值对 α -酸的异构化率的影响

pH 值	20 min 异构化率	40 min 异构化率	60 min 异构化率	80 min 异构化率	100 min 异构化率
5.4	73.72	79.20	88.59	86.79	87.75
5.6	76.13	76.34	82.60	89.26	87.16
5.8	55.25	67.44	77.01	82.63	89.22

2.8 优化条件下麦汁的煮沸结果

结合 2.1~2.6 的单因素试验结果, 综合考虑麦汁酿造的感官和理化指标, 同时兼顾自身产品的特性和发酵的需要, 选择了 pH 值为 5.5, 采用低压动态煮沸方式, 煮沸总时间为 55 min, 添加 Ca²⁺ 浓度为 30 mg/L, 得到的实验数据见表 9。

表9 优化条件下麦汁煮沸数据

检测项目	试验 1	试验 2	试验 3
热凝固氮(mg/L)	127.9	127.5	130.1
TBA ₅₃₀	0.27	0.29	0.29
酒花异构化率(%)	90.5	89.3	88.9

3 结论

结合试验数据进行分析, 随着麦汁 pH 的升高, 定型麦汁的 TBA 值呈现上升的趋势; 这需要酿造过程综合考虑。从 Ca²⁺ 的添加量考虑, 合理的添加量在保护酶制剂活性、絮凝蛋白等作用的同时, 对于降低 TBA 值、促进酒花的异构化率都是有很大作用的。煮沸时间不宜过长, 加之现代煮沸技术的进步, 缩短时间同时满足麦汁的稳定性等都是可以达到的。

由于制备麦汁需要综合考虑多方面的因素, 所以本实验并没有进行更加广泛的实验条件, 比如 pH 值更低或者更高、Ca²⁺ 的添加量的更低或者更高等等。

参考文献:

- [1] Bart Vanderhaegen, Filip Delvaux, et al. Aging characteristics of different beer types. [J]. Food Chemistry, 2006, Article in press.
- [2] Olibia Pino, Isalel M.P.L.V.O. Ferrira et al. Method optimization by solid-phase microextraction in combination with gas chromatography with mass spectrometry for analysis of beer volatile fraction [J]. Journal of Chromatography A, 2006(1121): 145-153.
- [3] 管敦仪. 啤酒工业手册[M]. 修订版. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [4] 顾国贤. 酿造酒工艺学[M]. 2 版. 北京: 轻工业出版社, 1996.