

啤酒生产用水微生物控制——水处理系统的改造

寻杰夫^{1,2}, 肖冬光¹, 郭学武¹

(1.天津科技大学教育部工业发酵微生物重点实验室,天津 300457; 2.百威英博(湖南)啤酒有限公司,湖南 长沙 430000)

摘要: 啤酒生产用水是啤酒生产微生物控制的关键。对啤酒生产中生产用水的微生物控制进行了系统研究,对水处理站的水处理方法和流程进行了探讨,对采用的杀菌剂的添加量、碳滤器的杀菌方法和使用频率以及保安滤器的规格进行了摸索,提出了新的水处理方案。

关键词: 啤酒; 微生物; 清洗; 杀菌

中图分类号: TS262.5; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2011)01-0061-04

Microbial Control of Water in Beer Production—Improvement of Water Treatment System

XUN Je-fu^{1,2}, XIAO Dong-guang¹ and GUO Xue-wu¹

(1.Key-lab of Industrial Fermentation Microbiology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457;

2. Anheuser-busch inbev (Hunan) Beer Co.Ltd, Changsha, Hu'nan 430000, China)

Abstract: Since water used for beer production is the key field for microbial control, its proper control methods were studied systematically, and the treatment methods and process of water treatment plant were investigated. Besides, the addition level of bactericide, the sterilizing method and using frequency of carbon filter, and the specification of security filter were studied, and new water treatment schemes were put forward.

Key words: beer; microbe; cleaning; sterilization

啤酒是一种国际性的低酒精饮料,其发展越来越受到人们的关注和青睐。中国啤酒工业经过 20 世纪的百年洗礼,现已成为中国轻工业中最为成功和最为成熟的行业之一。中国啤酒工业在技术水平、生产规模、品牌效益、综合影响等多方面均取得了巨大成就,为中国民族工业的发展做出了十分重要的贡献,创出了一条具有中国特色的成功之路。但是现阶段我国啤酒的质量与啤酒生产大国的地位很不相称,尤其是我国大部分啤酒厂微生物管理水平与世界先进工厂相比,存在着很大的差距。工厂的微生物管理水平直接关系到产品质量^[1-2]。

水作为最基本的啤酒生产原料,几乎遍及啤酒生产每个环节,如果不能保证生产用水无菌,即使其他环节做得最好,最终还是被水二次污染而前功尽弃。

一些工厂水源微生物状况不好,所用井水很浅,容易受地表水的影响,尤其在南方雨季季节。因此,在水源包括自来水进入工厂后,就要开始对其进行控制,首先在水处理站就进行处理,控制好;其次,要保证整个供水管路系统无菌,这也是容易忽略的;第三,到了用水点,同样需要有正确的方法和严格的操作,避免前功尽弃。有了这 3 部分作为基础,再对其他与产品生产接触的设备、介质进

行有效控制,使整个工厂都处在有效的管理体系当中,啤酒质量才能得到保障^[3-5]。

以百威英博(湖南)啤酒有限公司生产线上啤酒生产用水的微生物控制与管理出发,报道了该厂在啤酒微生物管理上水处理系统的一些成果,以期促进啤酒生产用水的微生物管理与控制的进一步完善。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 主要药品

氯酚红、酪蛋白胨、酵母浸膏、牛肉膏、土温 80,磷酸氢二钾、次氯酸钠、放线菌酮、葡萄糖、麦芽糖均为国产分析纯。

1.1.2 培养基

WLN 培养基, Rakes-Ray 培养基均为英国 oxoid 公司产品。

1.1.3 主要实验仪器

厌氧培养罐、氧气显小剂、产气袋(日本进口,株式会社杉二元);隔水式恒温培养箱:GHP-9080,上海益恒实验仪器有限公司。

收稿日期:2010-12-01

作者简介:寻杰夫(1965-)男,湖南长沙人,工程硕士,高级工程师,长期从事啤酒生产管理,发表论文多篇。

1.2 实验方法

1.2.1 次氯酸钠添加量实验

次氯酸钠是常见的杀菌剂,合适的次氯酸钠添加量很重要,添加太少,杀菌效果不够;添加太多,不但浪费,而且碳滤器负荷太大,影响活性炭寿命。因为活性炭的更换标准是根据碳滤器后水中三卤甲烷含量确定的。根据国家《生活饮用水卫生标准》,三卤甲烷残留量应该 $\leq 0.06 \text{ mg/L}$ 。

实验方案:添加量以测量水中有效氯为准,结果见表1。

表1 次氯酸钠定量添加实验方案

方案	添加量(mg/L)	净水THMS	WLN好氧菌	RR厌氧菌
方案一	0.2	碳滤器后	水池出口	水池出口
方案二	0.5	碳滤器后	水池出口	水池出口
方案三	0.8	碳滤器后	水池出口	水池出口

1.2.2 碳滤器杀菌方法实验方案

碳滤器的杀菌是水处理的一个重要环节,分别按照表2的实验方案,对碳滤器杀菌方法进行了探讨。

表2 碳滤器杀菌方法实验方案

方案	杀菌温度(°C)	杀菌保温时间	进水时罐壁温度(°C)
方案一	自动灭菌	20 min	-
方案二	105~110	30 min	40
方案三	105~110	2 h	40
方案四	105~110	4 h	40
方案五	105~110	6 h	40

2 结果与讨论

2.1 次氯酸钠添加量

根据1.2.1的方案,研究了次氯酸钠的添加量对水的影响,每个方案连续跟踪检测微生物,结果见表3。

表3 次氯酸钠定量添加微检结果 (检出个数)

微检	方案一		方案二		方案三	
	WLN	RR	WLN	RR	WLN	RR
第一天	>200	2	35	0	0	0
第二天	>200	3	20	0	0	0
第三天	81	0	30	0	0	0
第四天	40	0	23	0	0	0
第五天	50	0	15	0	0	0
第六天	56	0	14	0	0	0
第七天	39	0	10	0	0	0

由表3可知,由于井水水源太浅,微生物状况不佳,水池水必须定量添加次氯酸钠,才能保证水池出口水的微生物达到要求,添加量应控制在 $0.8\sim 1.0 \text{ mg/L}$ 。

2.2 水处理系统的微生物控制

2.2.1 影响因素识别

影响啤酒微生物管理的因素有很多。为了识别出造

成微生物失控的主要因素,对上一年度啤酒生产的各个工段进行检验打分(100分为微生物检出个数为0),结果见表4。

表4 各工段年平均分值

工段	麦汁	酵母	发酵	嫩啤酒	清酒	包装
年平均值(分)	95	85	82	80	70	78

由表4可知,影响工厂分值最大的是发酵工段和清酒工段。清酒质量又直接影响包装微生物质量。影响发酵工段和清酒工段的微生物因素是多样的,有直接原因也有间接原因,重要的是先找出主要因素,解决了主要微生物污染源,其他次要问题相对就容易解决了。笔者利用啤酒微生物管理影响因素鱼骨图(图1)和大量的微生物取样分析,来寻找主要污染源。

通过图1鱼骨图分析,在发酵工段和过滤工段,与啤酒直接接触最多的是水,高浓稀释用到水、CIP操作用到水、过滤系统也直接接触到水,所以,如果水的微生物不能控制好,其他工序即使规范操作,也不能保证啤酒微生物状况,因此,保证水的微生物状况成为微生物控制的前提。

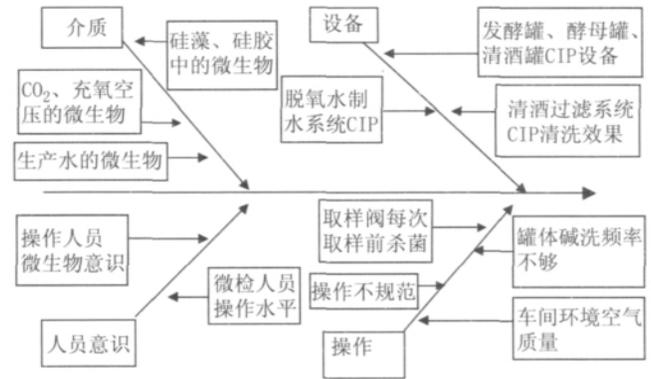


图1 啤酒微生物管理影响因素鱼骨图

我厂水源有自来水和井水,井水深度只有60m,很容易受外界的影响,井水微生物状况也很糟糕。图2是工厂改造之前的水处理流程图。从图2分析可知,自来水、井水合并到水池,之后经过砂滤器、碳滤器过滤,再经过 $1 \mu\text{m}$ 和 $0.45 \mu\text{m}$ 过滤器过滤和紫外线杀菌后,就直接送到酿造车间和包装车间使用。

要保证经过水处理系统后的水无菌,应该保证以下每一步骤的控制。首先,水池出口水无菌;第二,经过碳滤器后的水无菌;第三,碳滤器出口至用水点之间无菌。这样,从源头开始,到过程处理,并防止水输送过程的二次污染,从而保证送到酿造等用水点的水无菌。为了达到目的,公司决定对现有水处理系统进行改造。为此,加强了水的微生物检验,包括自来水、井水、水池出口水、脱氧水

来水、酿造 CIP 水等,结果见表 5。

表 5 水微生物原始数据表

罐号	洗水	
	WLN(检出个数)	R-R(检出个数)
Q2 洗水	>200	0
扩 2#洗水	>200	0
0095 薄板杀菌水	>200	0
Q3 洗水	1	0
池水	>200	0
原脱氧水(动力)	>200	0
砂滤水	>200	3
CIP 水	>200	0
Q2 洗水	0	0
冲瓶水	>200	0
激沫水	>200	0
包装用水	>200	0
CIP 水	>200	0

从表 5 可知,井水、水池出口水微生物严重超标,经过砂滤器和碳滤器只能除去水中杂质,膜过滤器的目的只是阻挡活性炭粒子进入水中,而且,如果膜过滤器没有杀菌的话,反而是藏匿细菌的理想场所。因此,水处理系统成为微生物控制的关键所在。说明水处理系统本身存在问题,有必要对水处理系统进行改造。图 2 为改造之前的水处理系统流程图。

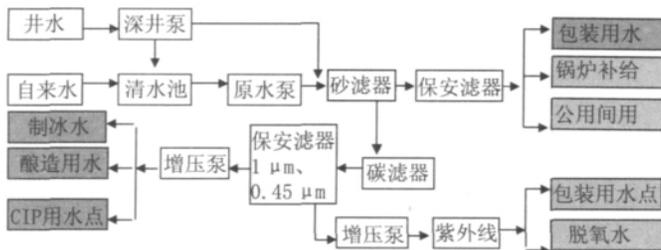


图 2 改造之前的水处理系统流程图

2.2.2 碳滤器杀菌

2.2.2.1 碳滤器杀菌方法实验

根据 1.2.2 的方法,研究了碳滤器的杀菌方法,结果见表 6。由表 6 可知,在保证水池水余氯达到 0.8~1.0 mg/L 的情况下,按照装置推荐的自动杀菌方式,碳滤器通蒸汽杀菌 20 min,运行一段时间后发现,在检测活性炭过滤器后多个水样时,发现水中带菌情况还是很普遍,没有厌氧菌,都是好氧菌,说明在水池出口到紫外线杀菌这段流程还存在较大问题。

通过测量温度,发现碳滤器罐壁温度只有 50℃左右,于是采用方案二,改成手动杀菌,一直通蒸汽,直到罐壁温度达到 105℃,保温 30 min 后,开排气阀,冷却 2 h 后进水,连续 2 d,微检跟踪检测,结果杀菌还是不彻底。虽然,105℃杀菌效果有改善,但碳滤器杀菌还是没有杀

表 6 不同杀菌保温时间实验微检结果

方案	时间	WLN	RR
方案一	第一天	23	0
	第二天	35	0
方案二	第一天	15	0
	第二天	21	0
方案三	第一天	7	0
	第二天	9	0
方案四	第一天	0	0
	第二天	3	0
方案五	第一天	0	0
	第二天	0	0

透,说明杀菌方法存在问题。

接着进行了方案三、方案四、方案五的实验,由表 6 的结果可以得出以下结论:

①杀菌温度需要达到 105℃以上,过滤器存在杀菌死角,如罐的底部外侧,因为蒸汽进出口在罐底中部,两侧温度升温速度慢,必须以此位置达到 105℃开始计算杀菌时间。

②需要足够的保温时间让活性炭颗粒温度均匀一致。

③要有足够的自然冷却时间,冷却到 40℃以下才能开始进水。因为,如果高温时进水,罐体内部突然冷却,形成真空,外部空气急速进入罐内,造成二次污染。因此,最终选择 105℃,保温 6 h 为碳滤器的杀菌操作规范。

2.2.2.2 碳滤器杀菌频率实验

碳滤器杀菌方法得到解决,那么如果杀菌间隔时间太长,又不能保证无菌,如果频繁,又浪费蒸汽,影响供水能力,因此,应找出最合适的杀菌间隔时间。为此,在啤酒生产的淡季和旺季,分别对间隔 48 h、72 h、96 h 进行系列实验跟踪,结果见表 7。

通过上述实验,可以看出,在销售旺季,碳滤器蒸汽杀菌时间间隔不能太长,间隔 2 d,可以保证碳滤器出口水无菌,间隔 3 d,会有少量带菌,超过 3 d,带菌成为常态,所以在当前天气炎热的情况下,碳滤器杀菌时间间隔应定为 48 h。在淡季,检验碳滤器出口水的细菌数都为 0,可能是因为由于天气干燥、低温、枯水季节情况下,井水受地表水影响相对减弱,微生物含量减少,蒸汽杀菌间隔可以延长到 72 h。因此,根据当地情况,决定每年的 11 月至第 2 年的 3 月这 5 个月,碳滤器杀菌间隔时间 72 h,4 月至 10 月杀菌间隔时间 48 h。

2.3 保安过滤器效果实验

原水处理系统保安过滤器有 3 种规格,即 5 μm、1 μm 和 0.45 μm,材料都是聚丙烯,深度过滤滤芯,设置保安过滤器的目的是阻挡直径大小不同的粒子,但是,因为这种深度滤芯很容易藏匿孳生微生物,反而成为污染源,

表7 碳滤器杀菌效果实验微检表

时间	1#碳滤器出口水		2#碳滤器出口水		3#碳滤器出口水		4#碳滤器出口水	
	WLN	RR	WLN	RR	WLN	RR	WLN	RR
淡季 (11月~3月)	24 h	0	0	0	0	0	0	0
	48 h	0	0	0	0	0	0	0
	72 h	0	0	0	0	1	0	0
	96 h							
旺季 (4月~10月)	24 h	0	0	0	0	0	0	0
	48 h	0	0	0	0	0	0	0
	72 h	2	0	0	0	4	0	3
	96 h	23	0	30	0	20	0	24

是否有必要设置三重过滤,这种不耐高温的过滤器如何保证其微生物状况呢?

实验方案:在3种过滤器出口各取10 mL水,进行离心分离,连续一周跟踪,检查离心管底是否有固形物,结果见表8。

表8 保安过滤器出口水离心分离实验结果

时间	活性炭过滤器后	5 μm 过滤器后	1 μm 过滤器后	0.45 μm 过滤器后
第一天	底部有少量黑色颗粒	无沉淀	无沉淀	无沉淀
第二天	底部有少量黑色颗粒	无沉淀	无沉淀	无沉淀
第三天	底部有少量黑色颗粒	无沉淀	无沉淀	无沉淀
第四天	底部有少量黑色颗粒	无沉淀	无沉淀	无沉淀
第五天	底部有少量黑色颗粒	无沉淀	无沉淀	无沉淀

通过显微镜观察,黑色颗粒是活性炭颗粒,说明水源清澈,有5 μm一道保安过滤器就有保障了,1 μm和0.45 μm过滤器可以撤除。

2.4 管网系统的微生物控制

调整水含余氯 1.0~1.5 mg/L,有很强的杀菌效果,如果将这种高氯水通过保安过滤器和送水管道,一直到用水点,应该对整个供水管网有一个理想的杀菌效果。通过实验,用这种高氯水从保安过滤器入口进入,从用水点排出,在用水点排出水口出现高氯水后,余氯浓度达到 1.0 mg/L,关闭排水阀门,将水在管网内保持 60 min 以上,对整个送水管网系统微生物有十分理想的杀菌效果。

2.5 水处理系统改造方案的确定

通过上述的系列实验,确定了次氯酸钠添加地点和添加量,确定了碳滤器的杀菌频率,论证了只要一道保安过滤器就可保证无明显颗粒进入水中,同时,实验了对整个送水管网进行杀菌,保证了从水池开始,到水处理,直到用水点的微生物安全。因此,对原来水处理系统的方案也顺利形成,改造后系统见图3。

3 结论

3.1 由于井水水源太浅,微生物状况不佳,水池水必须

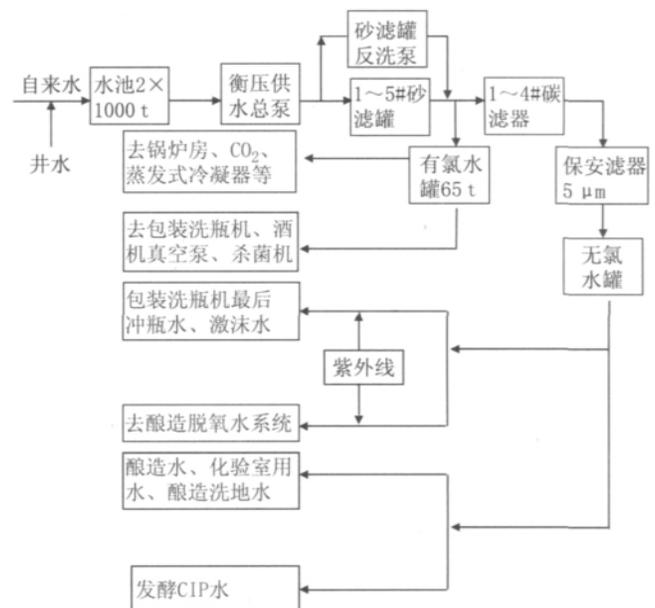


图3 水处理系统改造图

定量添加次氯酸钠,才能保证水池出口水的微生物达到要求,添加量应控制在 0.8~1.0 mg/L。

3.2 碳滤器的杀菌方法是手动通蒸汽 105 °C,保温 6 h,每年的 11 月至第 2 年的 3 月这 5 个月,碳滤器杀菌间隔时间 72 h,4 月至 10 月杀菌间隔时间 48 h。

3.3 保安过滤器选择 5 μm 规格,可以满足水质要求。

参考文献:

- [1] 李家飙,史纪文,肖冬光.纯生啤酒的微生物管理[J].酿酒,2003,(2):95-97.
- [2] 李琳.啤酒厂污染微生物的检测及有害菌的鉴定[J].啤酒科技,2006,(5):48-49.
- [3] 王树庆.啤酒酿造中的微生物污染[J].酿酒,2008,(1):50-53.
- [4] 曹程节.啤酒工业的微生物管理[J].食品工业,2000,(4):13-14.
- [5] 左永泉.啤酒生产过程中微生物的污染与防治[J].中国酿造,1997,(3):8-9.