

啤酒中的铁离子

祝忠付,张学军,马智敏

(金星啤酒集团,河南 郑州 450009)

摘要: 铁离子可促进酵母生长发育,又可引起啤酒混浊、产生金属味,降低啤酒质量。啤酒中的铁离子主要来源于原辅材料、设备管件及酿造用水等。铁离子在酿造过程易发生氧化还原、催化和络合反应,对麦汁糖化、发酵及成品啤酒质量产生影响。控制铁离子含量的方法有:控制原辅料及所用水的铁离子含量,适当提高糖化醪液的pH值,选用优良、强壮的酵母种,选用含铁较少的硅藻土助滤剂,选用耐酸不锈钢容器和管道,并作好防腐措施。(孙悟)

关键词: 啤酒; 铁离子; 作用; 控制

中图分类号:TS262.5;TS261.4 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2006)06-0067-03

Iron Ions in Beer

ZHU Zhong-fu, ZHANG Xue-jun and MA Zhi-min

(Jinxing Beer Group Co., Zhengzhou, Henan 450009, China)

Abstract: Iron ions could advance yeast growth and may cause beer turbidity and produce metal taste which deteriorated beer quality on the other hand. Iron ions in beer mainly came from raw materials, equipment pipelines and beer-making water etc. Iron ions in beer-brewing easily occurred oxidation reduction, catalytic reaction and complexing reaction, which had adverse effects on wort saccharification, wort fermentation, and beer quality. The methods to control iron ions content covered the following: control iron ions content in raw materials and production water, proper enhance of pH value of saccharifying mash solution, selection of good and strong yeast species, selection of supercell containing lower iron ions, and selection of acid-resistant stainless containers and pipelines and anti-corrosion measures operated beforehand. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; iron ion; action; control

铁离子作为酵母生长发育所必需的金属离子,与 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 等其他金属离子一样,在啤酒发酵过程中起着极其重要的作用,但同时铁离子含量过高会使啤酒产生铁腥味、加速啤酒的氧化混浊,引起啤酒喷涌。本文着重阐述铁离子在啤酒酿造过程中的作用与控制措施。

1 啤酒中铁离子的来源

1.1 原辅材料

包括麦芽、大米、酿造用水、酒花和过滤用的硅藻土。麦芽、大米中铁离子的含量与品种、生长地点、年份有关;酿造用水中铁离子由于各企业所取的水层、地点不同,其含量也不尽相同;过滤用的硅藻土中铁离子的含量一般在30~70 mg/L,它在啤酒的酸性环境中很容易溶入到酒液中。原辅材料中铁离子的含量见表1。

表1 原辅材料中铁离子的含量 (mg/kg)

项目	麦芽	大米	酒花	酿造用水	硅藻土
铁离子含量	3~7	2~6	0.4~1	<0.2(mg/L)	30~70

1.2 铁离子的溶入

在啤酒酿造过程中酒液接触各种金属容器、管道或包装物受到腐蚀或摩擦,引起铁离子溶入啤酒中。

在发酵过程中,由于发酵异常、酵母使用代数过高或酵母排放不及时等原因而导致的酵母自溶,使酵母细胞壁和细胞质中的铁离子溶于啤酒中。

2 铁离子在啤酒酿造中的性质

2.1 氧化还原性质

铁离子有二价和三价离子,在啤酒中主要存在的是二价铁离子。在酿造过程中,金属容器中的铁元素可以

收稿日期 2006-02-24

作者简介:祝忠付(1972-),男,河南商丘人,大专,工程师,发表论文40多篇。

经过氧化反应失去二个原子变为二价铁离子,二价铁离子与麦汁中的多酚物质发生氧化还原反应,经过高温煮沸,能加速多酚氧化聚合。

2.2 催化性质

铁离子可作为某些酶的辅酶或辅基,催化相应的生化反应,参与糖、蛋白质、脂肪等物质的代谢。如铁离子作为过氧化氢酶的活性基,促进生化反应的进行。铁离子还可以作为酶蛋白的结构促进剂,使酶蛋白保持一定的结构,容易接纳底物,加速底物的分解。

2.3 形成络合物

在啤酒中,对于任何一种金属离子都存在一种平衡,即该离子处于游离或络合状态的比例,这主要取决于不同络合剂对金属离子的亲和力大小及达到络合状态的难易程度。铁离子在糖化和发酵时与酶、氨基酸、植酸、类黑素等物质发生络合作用,可以使酒液中的铁离子浓度降低。但铁在离子状态下其接触氧化作用不大,而作为络合物存在时,其接触氧化作用加强,能促进氧自由基的形成。啤酒中的绝大多数铁是以络合物状态存在的,其危害作用比铜离子严重^[1]。

3 酿造过程中铁离子浓度的变化

在酿造过程中,铁离子在麦汁过滤、麦汁澄清、沉淀去除蛋白质、酒花树脂、多酚物质的析出、凝固物的排放、酵母的吸收利用和过滤过程中其浓度变化不同。采用相同原料配比(60%麦芽、40%大米)、相同糖化工艺、相同发酵工艺,酿造过程中铁离子浓度变化的跟踪情况见表2。

表2 酿造过程中铁离子浓度变化(10° P 麦汁, mg/L)

批次	头号麦汁	煮沸终了麦汁	冷却麦汁	发酵液	清酒
1	0.101	0.052	0.053	0.042	0.057
2	0.089	0.050	0.051	0.042	0.055
3	0.092	0.046	0.051	0.039	0.055
4	0.085	0.052	0.055	0.045	0.060
5	0.083	0.041	0.049	0.040	0.051

注:每批检测数据忽略了酿造用水中铁离子浓度的微量变化,且每次检测的麦汁、发酵液、成品酒均为同一发酵罐酒液,为2次检测结果的平均值。

从表2可以看出,从头号麦汁到煮沸终了麦汁中的铁离子浓度下降幅度较大,达到50%~60%,主要是在煮沸过程中铁离子和一些物质一起沉淀析出所致;从煮沸终了麦汁到冷却麦汁中铁离子浓度略微上升,可能和公司所用的定型管道有关;从冷却麦汁到发酵液,铁离子浓度降低,这主要是铁离子被酵母吸收利用所致。对于表中所测数据的不同,可能与酵母吸收利用铁离子的能力、酵母的使用代数及酵母自溶有关,且和麦汁中其他金属离子如 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 的含量也有关,如麦汁中 Mg^{2+} 、

Ca^{2+} 等金属离子的浓度在一个合适的水平,则酵母利用铁离子就有些,发酵液中铁离子就少些,反之则相反。硅藻土使用量过大(或日用硅藻土滤酒较少),会使清酒中的铁离子有明显增加,表2中清酒含铁离子的浓度出现最大值,也可能是该原因。

4 铁离子在啤酒酿造中的作用与危害

铁离子在啤酒酿造中的作用既有有利的一面,但也对啤酒质量产生一定的危害。适量的铁离子对酶的活性、酵母的生长发育、发酵速度、双乙酰的还原、降糖情况起着重要作用;但过量的铁离子易使啤酒产生混浊,有铁腥味、啤酒色泽加深等。

4.1 麦汁制备过程

4.1.1 在糖化过程中的作用与危害

在糖化过程中,大分子物质如淀粉、蛋白质、-葡聚糖的分解主要依靠酶的作用,但金属离子对酶的作用是相对的,在一定情况下,一种离子可能是活化剂;而在另一种情况下却成了抑制剂。适量的铁离子对-葡聚糖酶是一种激活剂,有利于提高-葡聚糖酶的活性,加快-葡聚糖的分解,使麦汁易于过滤;但是,铁离子对-淀粉酶、-淀粉酶则是一种抑制剂,降低-淀粉酶、-淀粉酶的活性,减缓淀粉物质的分解,当其含量达0.2 mg/L以上时,还会抑制其他酶的活性,如铁离子可以促进蛋白酶分子中S-H键氧化为S-S键,对蛋白酶起抑制或钝化作用^[1]。

4.1.2 在煮沸过程中的作用与危害

煮沸过程中,铁离子可以与酒花成分的异构化合物结合(如异-酸)形成促成喷泡的晶核^[2],降低酒花的利用率和啤酒的苦味,同时会引起成品啤酒喷涌;铁离子还可以和蛋白质结合形成络合物,促进蛋白质的沉淀。

4.2 啤酒发酵过程

铁离子是酵母生长发育所必须的金属离子,如麦汁中存在适量的可利用的铁离子,对啤酒酵母菌体的生长繁殖、各种酶的激活和抑制,促进糖的代谢及对发酵时系列副产物的形成都有重要的作用。过高则对酵母产生毒害作用,干扰酵母对其他金属离子的吸收利用。

4.2.1 铁离子对酵母的作用

铁离子是构成酵母细胞壁和细胞膜的重要无机离子,并可与其他无机离子参与能量转移,控制细胞质胶态与细胞渗透性等功能,促进酵母的生长繁殖。在发酵过程中,铁离子含量不足会使酵母呼吸物质转化酶的合成受到限制,但当发酵液中铁离子浓度高于0.3 mg/L时,就能加速酵母的衰退,影响酵母的生长和发酵。

4.2.2 铁离子对酶激活中心的作用

对酶的激活作用。铁离子是形成一些酶活中心的重

要辅基,某些酶(细胞色素氧化酶和过氧化氢酶)需要铁离子的激活,形成“酶-铁-底物”复合物才能加快酶的作用速度,如过氧化氢酶需要 0.05~0.2 mg/L 的铁离子催化、激活才能达到其最高的活性。

4.3 对成品酒质量的影响

成品酒中铁离子含量过高,会和氧发生氧化还原反应,使啤酒非生物稳定性变差,促进啤酒的氧化混浊,形成铁蛋白混浊;啤酒中铁含量大于 0.3 mg/L,既有明显的金属腥味,引起啤酒喷涌,并且铁离子能参与氧化作用而产生醛类,导致啤酒风味败坏^[1]。

5 啤酒酿造过程中铁离子含量的控制

在啤酒酿造过程中,微量的铁离子可以满足酵母生长繁殖需要。因此,必须控制铁离子在酒液中的含量,避免其对成品啤酒产生风味病害,提高成品啤酒的质量。

5.1 控制原辅料及所用水的铁离子含量

最好选用符合国家标准要求的原辅材料,减少铁离子在麦汁中的含量。尤其是对酿造用水和 CIP 洗涤时所用必须进行处理,可采用电渗析或反渗透进行处理等,以去除对啤酒酿造不利的铁离子,使其符合工艺要求。酿造淡色啤酒较为理想的酿造用水的铁离子含量为 0.1 mg/L 以下。

5.2 适当提高糖化醪液的 pH 值

因为高 pH 值有利于氨基酸呈阴性,从而可与铁离子的电荷性质相反,可使溶液中静电为零,增强氨基酸与铁离子之间的络合作用,在麦汁煮沸过程中析出,减少麦汁中铁离子的含量。

5.3 选用优良、强壮的酵母

发酵时选用优良、强壮的酵母,尽量不使用代数过高的种酵母;及时将酒液中已沉降的酵母排放掉,控制发酵液的酒龄在合理的天数,防止酵母自溶,避免其细胞壁和细胞质中的铁离子溶入到啤酒中,造成啤酒的不良口味。

5.4 选用含铁较少的硅藻土助滤剂

尽量选用铁离子含量较少的硅藻土作为助滤剂,其含量应控制在 50 mg/kg 以下;同时在过滤过程中要避免过滤机长时间打循环,减少铁离子在啤酒中被还原出来进入到酒液中。增加每吨硅藻土滤酒的吨数(或减少硅藻土用量),是降低啤酒中铁离子浓度最有效的办法。

5.5 选用耐酸不锈钢容器和管道,并做好防腐措施

啤酒生产过程中最好选用质量较好的耐酸不锈钢容器和管道;如果使用碳钢设备,则应做好相应的防腐措施,防止铁离子溶入到啤酒中,特别是发酵罐、清酒罐等与酒液直接接触的容器,均需在在其内壁涂一层啤酒专用涂料,并要定期检查涂层是否脱落,一旦脱落,要及时修补;对于使用的管件接头一定不能使用普通碳钢、铁管,可使用不锈钢管件;对于贮存热水的水箱要定期检测铁离子的含量,防止其超标。

参考文献:

- [1] 管敦仪.啤酒工业手册(修订版)[M].北京:中国轻工业出版社,1998.
- [2] 徐斌.啤酒生产问答(修订版)[M].北京:中国轻工业出版社,1998.

中国名酒节暨 2006 中国国际葡萄酒、蒸馏酒博览会在沪举办



中国食品工业协会会长王文哲致辞

生产国的经销商及媒体代表近 300 人参加了开幕仪式。

开幕式由中国食品工业协会副秘书长马勇先生主持。行业专家高景炎、国家有关方面的领导、葡萄酒生产国老总等发表了热情洋溢的讲话并剪彩。(董子)

本刊讯:由中国白酒专业委员会主办的“中国名酒节”和由中国食品工业协会等主办、中国食品工业协会葡萄酒专家委员会等承办的“2006 年中国国际葡萄酒、蒸馏酒博览会”于 2006 年 5 月 10~13 日在上海展览中心举办。展场面积达 10000 平方米,参展企业几乎包括了国内所有饮料酒知名企业。此外,诸多葡萄酒生产国(南非、西班牙、智利、葡萄牙、意大利、澳大利亚、美国等)的葡萄酒生产企业和辅料生产企业都纷纷参展,更为此次博览会增添了浓厚的国际色彩。

2006 年 5 月 10 日在上海展览中心广场举行了开幕剪彩仪式,来自行业专家、领导、饮料酒、葡萄酒



中国名酒节剪彩仪式