

酵母自溶的成因及其对啤酒质量的影响

王志坚

(河北钟楼集团邯郸啤酒有限公司, 河北 邯郸 056001)

摘要: 酵母自溶由酵母胞内蛋白分解酶外泄引起,影响酵母自溶的因素有:(1)酵母菌种;(2)麦汁营养成分组成不合理;(3)酵母使用代数过高;(4)酵母添加量过多;(5)温度、压力、pH值等发酵工艺条件控制不当;(6)酵母回收时间、方法、压力、酵母贮存条件;(7)微生物污染。酵母自溶会影响啤酒风味稳定性,使啤酒苦味、涩味加重,啤酒双乙酰含量增加,啤酒的泡持性下降,啤酒总酸偏高,啤酒pH值升高,增加啤酒过滤成本。防止酵母自溶的方法有:(1)选择优良强壮的出发菌株;(2)控制酵母添加量和使用代数;(3)制备营养丰富、组成合理的麦汁;(4)严格发酵工艺条件;(5)加强酵母质量管理;(6)加强卫生管理,保证纯种发酵。(孙悟)

关键词: 啤酒; 发酵; 酵母自溶; 啤酒质量

中图分类号: TS262.5; TS261.1; TS261.4 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2003)06-0058-02

Causations of Yeast Autolysis and Its Effects on Beer Quality

WANG Zhi-jian

(Handan Brewery Co. Ltd. of Zhonglou Group, Handan, Hebei 056001, China)

Abstract: The release of intracellular album clastic enzyme resulted in yeast autolysis and the causations of yeast autolysis covered: 1. yeast species; 2. irrational composition of nutritional components in wort; 3. application of yeast of higher generation; 4. excessive addition of yeast; 5. inadequate control of fermentation techniques including temperature, pressure and pH value etc.; 6. the recovery time, method, pressure, and storage conditions of yeast; 7. contamination with wild microbes. The yeast autolysis would influence the stability of beer flavor, result in bitterness and acerbity of beer, increase the diacetyl content in beer, reduce the durability of beer foam, cause higher total acid content and pH value in beer, and raise beer filtration cost. The methods to prevent yeast autolysis covered: 1. selection of superior primary microbial strains; 2. adequate control of yeast addition quantity and yeast generation; 3. preparation of the wort with abundant nutrition and rational composition; 4. operation of fermentation techniques strictly; 5. strengthening the management of yeast quality; 6. intensification of sanitary management to ensure fermentation of pure species. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; fermentation; yeast autolysis; beer quality

啤酒发酵过程实质上是酵母代谢过程。酵母的代谢产物构成啤酒酒体和啤酒特有风味。要获得高质量啤酒,必须首先具有生命力旺盛、自身强壮、性能良好、风格优异的酵母菌种。而酵母性能受发酵过程及外部环境等因素的影响而发生变化,不可避免出现酵母衰老、死亡与自溶。如何减少酵母自溶,延长酵母使用寿命,降低因酵母自溶给啤酒质量带来的影响,则是本文要讨论的话题。

1 酵母自溶原因初探

酵母细胞的胞液中含有较多的胞内蛋白分解酶。在正常工艺条件下,酵母健壮,酵母胞内蛋白分解酶不会外泄。而当工艺环境条件恶化,酵母衰老或死亡后,胞内蛋白分解酶便会发生外泄,作用酵母细胞壁的蛋白结构,酵母细胞发生破裂,酵母自溶便会发生,俗称酵母“内耗”。酵母自溶后细胞质溶液中一些物质如多糖、氨基酸、蛋白质、多肽类、核苷酸、少许盐类等大量进入啤酒,使啤酒中总氮、 α -氨基氮、pH值、电导率等指标发生变化,从而对啤酒风味、胶体稳定性等构成影响。

啤酒发酵过程酵母自溶是不可避免的,只是自溶程度、自溶速度有所差异。我们的目的不是杜绝酵母自溶,而是控制酵母自溶程

度,延缓酵母衰老死亡进程。

2 影响酵母自溶的因素

酵母在发酵过程中受诸多因素的影响,如温度、压力、时间、pH值、操作水平及贮存条件等。

2.1 酵母菌种。其本身性能不良,表现为衰老、变异,酵母活性低,在工艺条件变化时极易死亡而自溶。

2.2 麦汁营养成分组成不合理,导致酵母营养不良。特别是缺乏 α -氨基氮、可发酵糖、维生素、生长素等。麦汁中含锌量过高也会加速酵母自溶。

2.3 酵母使用代数过高,特别是酵母不经洗涤而连续使用,将衰老、死亡的酵母带入下批麦汁发酵液,造成酵母生理机能衰老而自溶。

2.4 酵母添加量过多,导致麦汁中一些营养成分短时间被消耗,致使酵母在以后进程中缺乏营养而“内耗”。

2.5 酵母发酵工艺条件如温度、压力、pH值控制不当,促使酵母变异。如麦汁满罐初始温度高,发酵过程高温持续时间长,温度波动幅度大,压力大起大落,锥部保温差,温度高等。

收稿日期: 2003-06-31

作者简介: 王志坚(1944-),男,河北磁县人,大学本科,高级工程师,长期从事啤酒研究、开发与管理工作,获市优秀科技成果二等奖、省优秀新产品二等奖、市科技进步一等奖、省质量管理一等奖各1项,发表专业论文200余篇,多篇获奖。

2.6 酵母回收时间、方法、压力、酵母贮存条件等对酵母质量有重要影响。酵母回收不及时及回收方法不当,回收时压差过大,压力释放过快,将造成酵母细胞破裂。后酵贮存时间过长,锥部温度高等均会导致酵母性能下降。酵母泥在啤酒中时间长易出现自溶。

由此可知,酵母收集太晚,贮存时间长易自溶。这可以通过酵母泥pH值变化来判定。如果酵母泥显示的pH值明显高于成熟酒pH值,则说明酵母已发生自溶。当酵母泥pH值比啤酒pH值高0.5以上时则可判定酵母已自溶。

2.7 微生物污染。一旦污染有害菌,其代谢产物及pH值的改变将严重影响酵母活性,导致酵母自溶。

3 酵母自溶对啤酒质量的影响

酵母自溶后细胞质溶液中的多糖、氨基酸、蛋白质、多肽类、核酸、核苷酸、少量盐类等物质会进入啤酒。自溶酶还可以降解自身细胞蛋白质,生成一系列含氮化合物,从而改变啤酒中固形物组成比例,导致啤酒胶体稳定性及风味稳定性下降。

3.1 对啤酒风味稳定性的影响

酵母自溶后有大量胞内物质溶入啤酒,使啤酒产生酵母味,其代表物为癸酸乙酯。其含量超过 1.5×10^{-6} (1.5 ppm)时使人感到很不愉快。

3.1.1 啤酒苦味、涩味加重

酵母自溶后释放出的氨基酸,有许多是呈味物质,进入啤酒将导致啤酒苦味加重,俗称“酵母苦”,涩味也加重,减轻了啤酒爽口感。

3.1.2 双乙酰味

酵母自溶后其细胞内的双乙酰及其前体物 α -乙酰乳酸会进入啤酒, α -乙酰乳酸脱羧生成双乙酰,必将造成啤酒中双乙酰含量增加,甚至超标,导致产品不合格。

3.2 对啤酒胶体稳定性的影响

酵母自溶后自溶酶分解自身蛋白质生成一系列大、中、小分子的含氮物质。一些大分子含氮物质在过滤时难以被除去而影响啤酒浊度,致使啤酒失光而沉淀。pH值的改变也会使啤酒胶体失去平衡,使胶体稳定性下降。

3.3 对啤酒泡沫性能的影响

酵母自溶将大量游离脂肪酸溶入啤酒;另一方面蛋白分解酶释放进入啤酒后会水解啤酒中起泡蛋白,从而破坏了泡沫起泡性、挂杯性及持久性。

3.4 对啤酒总酸的影响

酵母自溶液中的核酸类物质增加啤酒中总酸量;另一方面是蛋白质类物质在酸碱滴定过程与NaOH反应而变性,导致NaOH滴定时消耗量增加,计算结果总酸量偏高。

3.5 对pH值的影响

酵母自溶后氨基酸及蛋白质释放会改变啤酒pH值。虽然氨基酸、蛋白质等电点较高而使啤酒pH值相对升高,但啤酒本身具有较强缓冲能力,所以啤酒pH值变化并不大且不呈线性关系。

3.6 对啤酒过滤性能的影响

酵母自溶后形成的大分子会在啤酒过滤时堵塞过滤介质及孔径,且其自溶液会增加啤酒粘度,造成过滤困难,耗土量增加,从而提高了啤酒生产成本。

4 防止酵母自溶的工艺措施

4.1 选择强壮的出发菌株

这是解决酵母自溶问题的首要条件。生命力弱的酵母在高温下难以存活,必然导致死亡率提高,促使酵母自溶。

所选酵母出发菌株应满足:(1)无任何啤酒有害菌;(2)死亡率 $<5\%$;(3)起发速度快,酵母增殖峰值高;(4)发酵完全,降糖速度快,发酵度高;(5)发酵性能好,双乙酰还原快;(6)外观干净,凝聚性好,酵母泥成浓泥状;(7)保证啤酒香味和口味。

镜检时,优良健壮的酵母具有均匀形态和大小一致、平滑而薄的细胞壁,细胞质透明均一,菌落直径 $>5\text{ mm}$,乳白色,表面光滑,有少量皱纹,易被接种针挑起。

4.2 酵母添加及使用代数的控制

酵母添加量受麦汁成分、麦汁浓度、温度、充氧量等因素的影响。酵母添加量少,起发慢,不但易污染杂菌,同时会引起一系列质量反应。如增殖缓慢,酵母易早衰,最终导致啤酒出现不正常风味及香味。但添加量过多,造成酵母新生细胞数量少且后期易缺乏营养,同样造成酵母早期衰老与变异。麦汁满罐后酵母数应以镜检为准。生产中满罐酵母数控制在 $1.0 \times 10^7 \sim 1.5 \times 10^7$ 个/ml。

资料显示,酵母使用4~5代后其性能开始明显下降,随着酵母使用代数的增加,酵母自身的一些生理特性就会退化,如降糖速度变慢,还原双乙酰的能力下降,一些衰老的酵母就会出现死亡与自溶。就露天发酵大罐而言,如果酵母不经洗涤而连续使用,势必将衰老、死亡的酵母带入下批发酵液,加速酵母自溶,影响啤酒口味。为了保证酵母正常活性,酵母使用代数以4~5代为宜。如果回收洗涤复壮,使用代数可适当延长。

以酵母泥质量状况确定使用代数是比较科学的。由于麦芽质量、麦汁组成、发酵工艺、发酵污染等情况,酵母衰老、变异、污染是难以避免的。所以应根据酵母泥具体情况,如外观、死亡率、肝糖染色率、杂菌检查等质量指标加以确定。工艺要求酵母泥外观洁白,粘稠,有酵母泥香味,无异味,死亡率 $<5\%$,肝糖染色率 $>70\%$,杂菌不得检出(主要指乳酸菌及野生酵母)。

4.3 制备营养丰富、组成合理的麦汁

麦汁是酵母繁殖、发酵的基本营养液,也是氮源、碳源的主要提供体,所以麦汁质量的高低直接影响到酵母性能与发酵,也是影响酵母衰老、死亡、自溶的主要因素。麦汁中与酵母有关的主要成分有:游离氨基酸、可发酵性碳水化合物、 Zn^{++} 浓度、麦汁脂类物质。

酵母在扩培阶段需进行大量繁殖,需要丰富的营养供给,包括氨基酸、糖、无机盐、生长素等,最重要的是氨基酸。麦汁营养的缺乏必然导致酵母发育不良,增殖的细胞就会形态变小,甚至形态异常,很难发挥正常生理性能。扩培麦汁缺乏营养时可以追加酵母营养盐、酵母提取液等予以补救。从大生产中提取麦汁用于扩培酵母时,应尽量避免长时间高温杀菌,以免破坏营养成分。

酵母接种充氧的目的是为类脂类化合物的合成提供条件,进行有氧代谢。实践证明,在有氧条件下繁殖的酵母即使在饥饿状态下仍能维持生命,反之则极易死亡而自溶。麦汁充氧方式为边冷却边充氧,原则上批批充氧。最后一批是否充氧根据实际情况而定,以不溢出麦汁为宜。麦汁充氧量 $8 \sim 10\text{ mg/L}$ 。同时应注意,同浓度麦汁吸氧量与麦汁温度、麦汁运动、空气压力及麦汁与空气接触面积有关。麦汁中溶氧与麦汁浓度、温度成反比。充氧不可过量,以免繁殖过猛,造成营养缺乏。但也不可过低,否则起发慢,发酵时间长,降温时发酵敏感,降糖停止,后酵差,最终影响啤酒质量。

4.4 严格发酵工艺条件

工艺条件中温度是影响酵母性能的主要因素。发酵过程温度的剧烈波动会引起酵母突变,温度又通过乙醇毒性加速酵母死亡与自溶。酵母最适生长繁殖温度是 $25 \sim 30^\circ\text{C}$,该状态下生长良好。酵母扩培过程是逐步由高温 $25 \sim 30^\circ\text{C}$ 降至发酵温度 $9 \sim 12^\circ\text{C}$ 及逐步向增压方向进行。所以,发酵过程操作要精心,调温调压要缓

(下转第61页)

表 2		菌株发酵理化指标						
酵母 代数	菌株 号	极限发酵度 (%)	成品酒发酵度 (%)	双乙酰峰值 ($\times 10^{-6}$)	成品酒双乙酰 ($\times 10^{-6}$)	α -N 同化率 (%)	总酸 (ml/100 ml)	异戊醇 (ml/100 ml)
1 代	9#	70.2	67.1	0.25	0.14	71.7	1.80	5.7412
	24#	70.4	68.9	0.30	0.10	72.5	1.82	5.6991
	12#	70.7	69.8	0.26	0.09	71.3	1.74	5.3156
	13#	71.4	71.0	0.27	0.09	68.4	1.72	5.8765
2 代	9#	69.1	67.1	0.30	0.17	68.8	1.74	5.7819
	24#	69.7	67.5	0.32	0.15	71.5	1.77	6.0898
	12#	71.1	70.7	0.28	0.10	71.7	1.76	5.8719
	13#	71.4	70.7	0.32	0.07	72.8	1.79	5.9876
3 代	9#	70.5	67.1	0.30	0.11	65.5	1.66	6.0289
	24#	71.0	69.4	0.24	0.06	68.4	1.73	6.0930
	12#	71.2	70.3	0.29	0.10	68.6	1.68	5.9633
	13#	71.5	70.7	0.32	0.13	70.4	1.68	5.3908
4 代	9#	68.7	65.6	0.22	0.25	67.5	1.66	6.0517
	24#	69.2	66.3	0.28	0.20	68.6	1.68	6.0128
	12#	71.4	66.9	0.24	0.15	67.9	1.70	5.5574
	13#	71.1	65.7	0.26	0.22	63.5	1.66	5.8962
5 代	9#	69.4	67.5	0.30	0.15	69.3	1.70	6.0167
	24#	69.4	68.0	0.30	0.11	68.4	1.74	6.0889
	12#	71.4	68.6	0.18	0.12	68.9	1.67	5.9281
	13#	71.6	69.2	0.23	0.09	64.5	1.69	6.1798

表 3		菌株死灭温度测定			
菌号	9 #	24 #	12 #	13 #	
死灭温度(℃)	53	52	52	53	

总之,提高啤酒的发酵度,影响因素很多。我公司经过制订合理的工艺,选用高发酵度的酵母菌株,搞好卫生管理,啤酒的发酵度以及啤酒的质量有了很大的提高。●

(上接第 59 页)

慢,给酵母一个自我调节、自我适应的时间。

各啤酒企业根据啤酒风格及消费习惯,采取不同发酵工艺。但高温发酵时间以不超过8 d为宜。防止高温下酵母死亡与自溶。

4.5 加强酵母质量管理

酵母质量管理是啤酒质量管理的重要内容。其要素为:酵母回收时间、酵母贮存时间、温度及贮存方法;酵母混合程度;酵母与氧接触程度。

酵母回收这一程序对保证酵母质量、保持酵母特性的一致性是最为关键的。其中酵母回收时间是关键。啤酒酵母沉集在大罐锥部,因其细胞密度高、缺乏营养、乙醇浓度高、二氧化碳浓度高、温度又难以控制,加之不变的高液位静压力等不利因素,酵母处于非常恶劣的环境中,必须尽快排放或回收,以防止酵母退化及可能发生的酵母自溶。

回收酵母保存的原则是:(1)低温保存;(2)短期保存;(3)单一品种保存。回收后又沉降的酵母不宜用于生产。

酵母回收应在等压条件下进行,防止酵母细胞因压力变化而破裂、自溶。回收酵母时温度不宜高。高温下酵母凝聚性较差,回收量少。回收温度以 0~5℃为宜。酵母贮存温度 0~3℃,保存时间不超过 3 d。

酵母在贮存中充氧应引起高度重视。酵母泥在接种前充氧是十分有害的,能引起相当比例酵母退化。酵母泥充氧过度,酵母细胞将死亡,不立即接种会继续退化。其原则是:如果要讲氧导入酵母泥中,必须是接种前短时间内进行,而且不能代替开始发酵时麦汁充氧。理想状况是,在酵母贮存过程中任何时候均应避免氧的摄入。

为了保证酵母泥添加后与麦汁均匀混合,可用充氧水与酵母混合,搅拌后必须保证溶解氧均匀分布,并在接种前 1 h 进行。避免使用溶氧过度的溶液。

回收的酵母应及时使用。回收酵母不提倡水洗,可去除沉淀后,罐对罐添加。在洗涤水中保存对酵母不利,会因营养匮乏而导致酵母降糖,还原双乙酰能力下降,接种后需长时间适应,起发酵慢。

4.6 加强卫生管理,保证纯种发酵

实现无杂菌纯种扩培,纯种发酵。从扩培直至发酵结束严格防止杂菌污染,加强微生物管理与检测,防止杂菌污染后与酵母在营养上竞争及杂菌代谢产物对酵母毒副作用,导致酵母死亡与自溶。●

《中国历代赋酒诗词鉴赏》征 订 启 事

酒因诗而美,诗随酒而香,《中国历代赋酒诗词鉴赏》是由从事酒业多年的资深策划专家杨柳编著、著名作家冉曙光及知名高校文学院教授共同编撰,历时八个春秋的呕心沥血之作。书中精选历代文人咏酒、赞酒的诗词数百篇,并配以注释、赏析,是一部高雅的酒文化经典著作。该书已由时代出版社出版,每本定价 38 元(含邮资)。

欲订阅者可汇款至:成都市金沙路 88 号 5-4-402《名酒世界》杂志社收(610031),电话 028-87682299。