

着色特种麦芽形成机理与生产工艺的探讨

李志华¹, 王俊英²

(1.天津科技大学食品与生物工程学院,天津 300222; 2.安徽古井雪地啤酒有限责任公司,安徽 阜阳 236017)

摘要: 经过分析研究,设计了两套着色特种麦芽的生产工艺流程。方案一生产出来的麦芽色泽黄褐,香味较浓,适合生产棕色、深红色,口感醇厚,麦芽香味较浓的略有甜味的风味啤酒;方案二生产的特种麦芽,色泽深黑,香味浓郁,适合酿造深黑色啤酒,并非常有利于啤酒非生物稳定性。(陶然)

关键词: 啤酒; 着色特种麦芽; 生产工艺; 设计

中图分类号: TS262.5; TS261.4 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2004)02-0073-03

Investigation on the Formation Mechanism and Production Technology of Colored Special Malt

LI Zhi-hua¹ and WANG Jun-ying²

(1.Food & Bioengineering College of Tianjin Science & Technology University, Tianjin 300222;
2. Gujing Xuedi Beer Co. Ltd., Fuyang, Anhui 236017, China)

Abstract: Two sets of technical process for the production of colored special malt were designed through analysis and research. The malt produced by the first technical process was russet brown in color and had strong fragrance, suitable for the production of beer in brown or scarlet color of slight sweetness and mellow taste and strong malt fragrance. The malt produced by the second technical process was jet black in color and had mellow fragrance, suitable for the production of beer in jet black color and helpful for the non-biological stability of the beer.(Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; colored special malt; production technology; design

啤酒酿造用的麦芽简单地可以分为两大类: 真正麦芽和特种麦芽。通常酿造的普通型啤酒所用的麦芽基本上都是真正麦芽,但是随着啤酒竞争越来越激烈,产品的个性化、差异化在竞争中已经显得格外重要。而用着色特种麦芽酿造的啤酒能赋予啤酒特殊的性质和独特的风味,已经越来越受到消费者的欢迎。本文主要分析了着色特种麦芽风味物质形成途径,并就着色特种麦芽生产工艺流程设计进行了探讨。

1 着色特种麦芽形成机理简述

1.1 着色特种麦芽分类及风味特点

根据不同的传统加工方法,着色特种麦芽可分为焦糖化麦芽和烘烤麦芽。前者是将含有一定水分的绿麦芽直接在麦芽的烘床上制作,如结晶麦芽、类黑素麦芽,其风味特点主要是来自含氧杂环化合物,像呋喃、吡喃、呋喃酮等,它们形成甜味、麦芽香、太妃糖;后者则需要将干燥麦芽在特定的金属转鼓烤炉内高温烘烤,才能达到要求的色泽,如巧克力麦芽、黑麦芽及烘烤大麦等。其风味特点主要来自含氮杂环化合物,如吡嗪、吡咯等,它们产生的风味是焦味、坚果味、烤香、收敛感。不同的着色特种麦芽的风味物质的含量见表1。

1.2 着色特种麦芽风味物质形成途径

着色特种麦芽为啤酒提供了想要的色泽和不同的风味特征,在麦芽的制造、糖化,包括随后的发酵过程中都发生着复杂的生物化学反应,形成各种风味物质,特别是在焙焦阶段,是形成麦芽的

表1 着色特种麦芽的风味挥发物^[1]

项目	结晶麦芽	黑麦芽	烘烤麦芽
2-苯基-2-烯醛	+	+	+
2-乙酰呋喃	++	+	++
异麦芽醇	+++	+	+
糠醇	+++	+	+
2-乙酰吡咯	+	+	+
2-乙基吡嗪	+	+++	+++
2-呋喃吡嗪	+	++	+++
4-乙烯基愈创木酚	+++	+	+
4-乙基愈创木酚	++	++	+++

注: +、+、+表示含量程度。

色、香、味的最主要阶段。概括起来,麦芽中的风味物质的形成主要通过以下几个途径^[2-3]。

1.2.1 氨基酸和还原糖的美拉德反应

通过以上分析可以看出,着色特种麦芽中的一些风味物质主要是一些含氮或含氧的杂环化合物。这些杂环化合物来源于一个复杂的反应体系,该反应体系中以还原糖和氨基酸起主要作用,不需要酶的催化就可以产生杂环香味化合物。这些杂环化合物是以同样的母体产生,这些反应称为非酶褐变反应,1912年由法国化学家Maillard首先提出,所以,也叫美拉德反应,它的反应步骤如下:

第一步是氨基酸的氨基与醛糖、酮糖、戊糖等游离羰基进行缩合,形成Schiff碱,再进一步闭环成N-代葡基胺。

第二步在酸性条件下,N-代葡基胺进行阿马多莱重排,形成

收稿日期: 2003-08-11
作者简介: 李志华(1976-),男,安徽人,双硕士研究生,工程师,主要研究啤酒酿造机理、代谢控制发酵、企业发展战略,有5年酿造啤酒实际经验,发表论文10多篇。

表2 特种麦芽中主要杂环化合物的物化性质^[2]

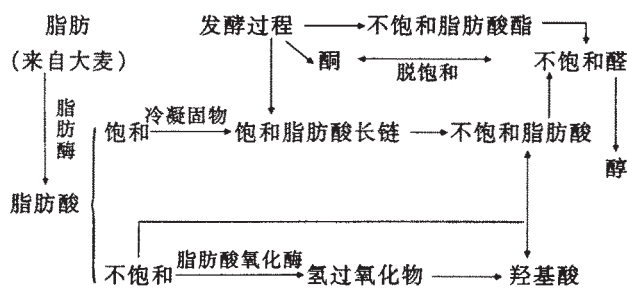
名称	分子量	颜色及状态	溶解性	沸点(℃)	香气特征
2-甲基吡嗪	94.12	无色至浅黄色液体	水和乙醇等有机溶剂	136~137	坚果香、烤香
2,3-二甲基吡嗪	108.14	无色至浅黄色液体	水和乙醇等	156	坚果香、青香
2,5-二甲基吡嗪	108.14	无色至浅黄色液体	水和乙醇等	155	炸土豆香
2-乙基-3-甲基吡嗪	122.17	油状液体	水和乙醇	57	坚果香、烤香
2-乙酰基吡嗪	122.13	固体结晶	水和乙醇等有机溶剂	熔点 79~80	爆玉米花香
吡咯	67.09	无色液体	不溶于水,溶于乙醇等溶剂	130	甜的醚样香气
2-乙酰基吡咯	109.13	结晶体	溶于水和乙醇等有机溶剂	220 熔点 90	烤香蕉香气
糠醛	96.08	无色液体	溶于水和乙醇等有机溶剂	161~162	尖刺的谷物香气
5-甲基糠醛	110.1	无色液体	微溶于水,溶于乙醇	187	焦糖甜香气
糠硫醇	130.17	油状液体	不溶于水,溶于乙醇有机溶剂	155	肉香和咖啡香

烯醇式或酮式化合物。

第三步通过糖苷的脱水、糖和氨基酸的裂变降解形成中间产物,在这些中间产物中有的醛和胺聚合,形成黑色素或者吡喃、吡嗪等香味物质。

1.2.2 不饱和脂肪酸的酶降解作用和化学氧化作用

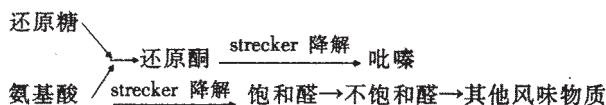
麦芽中的许多挥发性的物质是由不饱和的脂肪酸的酶降解和化学氧化作用形成的。



低聚酚类物质 $\xrightarrow{\text{加热、氧化、震荡等}}$ 多聚酚类物质(色泽加深)

1.2.3 某些物质前驱体的热降解作用

很多的物质在加热的情况下发生降解作用产生各种各样的风味物质。比如:



麦芽在整个焙焦的过程中,其实会发生十分复杂的反应,以上3种只是形成麦芽风味物质的主要途径,我们在制作着色特种麦芽时就是依据上面的机理来考虑工艺的。

2 着色特种麦芽生产工艺流程探讨

2.1 香味物质物化性质简介

根据上述讨论的特种麦芽香味物质产生机制为理论基础,根据市场调研结果,现在消费者对着色的风味啤酒喜欢的标准是:有浓郁的麦芽焦香味、色泽宜人、口感醇厚、泡沫丰富的啤酒,在这种特色啤酒中最忌讳的是焦枯味。表2列出了着色特种麦芽的一些香气成分的物化性质和感官特征。

2.2 着色特种麦芽的生产流程

选择含氮量高、蛋白质溶解好的麦芽为原料,经过浸泡、沥干、进炉回炒等一系列操作,将真正麦芽(普通麦芽)焙焦成色、香、味俱全的着色特种麦芽,这种着色特种麦芽产生的色、香、味能使还原糖与氨基酸或简单的含氮物在一定的条件下形成氨基糖后再形成各种风味物质。因此,我们在制定着色特种麦芽的生产工艺中,

选择对还原糖和简单的含氮物最易发生反应条件为出发点,通过控制好时间、温度、速度,以产生我们需要的风味物质。

2.2.1 类黑素形成速度的影响因素

类黑素的形成主要是单糖和戊糖的游离羰基(-CO-)和低分子含氮物质氨基反应,这种反应的速度视成分而异^[1]:

2.2.1.1 不同糖形成类黑素的速度见表3。

表3 不同糖形成类黑素的速度

反应顺序	反应物质	反应速度
1	阿拉伯糖、木糖	立即反应
2	果糖、葡萄糖、半乳糖、甘露糖	反应次之
3	麦芽糖、乳糖	反应缓慢
4	蔗糖	数小时才起反应

2.2.1.2 不同低分子含氮物质形成类黑素的速度见表4。

表4 不同低分子含氮物质形成类黑素的速度

反应顺序	反应物质	反应速度及产物特征
1	胺	反应极快
2	氨基酸	
	A:甘氨酸	反应最迅速,颜色深重,有面包皮香味
	B:缬氨酸	在焙焦时反应迅速,色泽深,有柔和麦芽香味
	C:丙氨酸	反应较弱,生成较深色泽
	D:亮氨酸	在焙焦时反应仍微弱,具有麦芽香味
	E:天冬酰胺	反应弱
	F:谷氨酸	反应更弱
3	多肽	需要1~2h方能显色

2.2.1.3 不同糖类和氨基酸形成类黑素的相对反应速度见表5。

表5 不同糖类和氨基酸形成类黑素的相对反应速度

糖类	氨基酸	相对速度	糖类	氨基酸	相对速度
阿拉伯糖	甘氨酸	6.7	葡萄糖	色氨酸	1.25
木糖	甘氨酸	5.5	葡萄糖	苏氨酸	0.975
果糖	甘氨酸	1.2	葡萄糖	缬氨酸	0.915
葡萄糖	甘氨酸	1	葡萄糖	丙氨酸	0.675
葡萄糖	赖氨酸	4.35	葡萄糖	谷氨酸	0.425

由表3,表4,表5可以看出,类黑素形成的速度,在糖类物质中,还原糖较非还原糖快,戊糖较单糖快;在含氮物质中,以胺最快,氨基酸次之,多肽最慢。

因此,我们在设计工艺时,要考虑尽量多地产生低分子糖(如葡萄糖)和低分子氮(如甘氨酸)。

2.2.2 工艺流程方案

2.2.2.1 原料:澳大利亚产的斯库拉麦芽,主要理化指标见表6。

2.2.2.2 主要设备:具备1吨、拥有外加热装置、自转的金属加热

表 6 斯库拉麦芽主要理化指标			
项目	指标	项目	指标
蛋白质(%)	10.9	α -AN(mg/100 g)	158
水分(%)	4.6	糖化力(WK)	320
糖化时间(min)	10	粉状粒	87
浸出率(%)	79.8	发芽率	94
色度(EBC)	4.0	库尔巴哈值	41

炉;麦芽浸泡池;温度计;钟;等等。

2.2.2.3 工艺方案一

麦芽浸泡(30℃±5℃水,6~8 h)→沥干(4~6 h)→进入转筒锅炉并升温到45~50℃(保温1.5~2.0 h)→以1℃/min的速度升温到70℃±2℃(保温1.0~1.5 h)→大火加热升温至150~160℃(在140℃开始取样,直至外观合格出炉)

2.2.2.4 工艺方案一解释说明

(1)干麦芽进行浸泡的目的是让胚乳充分吸收水分,创造一种内部反应体系的环境来激活麦芽酶体系,控制的关键指标是浸麦度,根据我们的试验数据,浸麦度在42%~46%为好,在上述工艺条件下,酶体系基本被激活。

(2)沥干的目的是让麦芽皮壳外的水分晾干,避免麦芽进炉时因皮壳外的水分而粘附炉壁,使麦芽受热不均匀发生焦苦。同时在这段时间内,进一步激活了一些酶,同时一些低温酶(如β-葡聚糖酶)开始作用。这里要注意在沥干过程中要不断搅拌,使麦芽皮壳水分均匀沥干。

(3)蛋白质在45~55℃温度之间时,在蛋白酶的作用下最容易分解,温度偏向55℃时,溶出的可溶性氮偏多;偏向于45℃时,溶出的低分子氮偏多,特别是α-AN。根据表3,表4,表5可以看出,我们更希望得到低分子氮。

(4)45℃到70℃升温的速度不要快,过快将造成还原性糖生成不足,影响最后香味物质的形成。

(5)70℃保温主要应用α-淀粉酶、β-淀粉酶等综合作用,对麦芽进行进一步的液化,产生更多的还原性糖。

(6)当保温结束时,必须要加大火力,快速升温,并要不断搅拌,类黑素的产生条件是在具备低分子糖类和某些氨基酸或其他低分子含氮物质,麦芽水分不得低于5%,当80~90℃时,就开始此类反应,100~110℃为最适反应温度,当加热到110℃时麦芽香味强烈产生,色素类物质大量形成。这样生产的特种麦芽色泽宜人、香味浓郁而且大部分是人们喜欢的含氧化合物的香气成分。这里需要注意的是在升温的最后阶段,温度上升特别快,此时麦芽容易焦化,所以要不断取样观察,及时控制好温度。

(上接第72页)

露天发酵工艺中适当延长12~14℃保温时间,加强发酵液对流,以维持发酵液中有较高酵母细胞浓度,强化酵母对可发酵糖的同化,达到提高啤酒发酵度的目的。但高温时间不宜太长,防止酵母衰老与自溶。高温(12~14℃)以不超过5 d为好。

2.4 外加酶法

在正常的麦汁中可发酵糖占总糖量的75%~80%,占浸出物的65%~70%。单靠麦芽中所含的酶进行糖化,获取高发酵度(>72%)是相当困难的。对于高发酵度啤酒,特别是干啤酒是难以满足的。而外加酶是提高可发酵糖含量的有效途径。目前常用的工业酶制剂有糖化酶、异淀粉酶。实验证实,在pH5.4,取52℃→65℃→70℃→78℃糖化温度曲线,1000 g原料添加9000 u糖化酶、6000 u

通过这种方式生产出来的麦芽色泽黄褐,香味较浓,色度在400 EBC左右。适合生产棕色、深红色,口感醇厚,麦芽香味较浓,并具有淡淡的似奶油清香的略有甜味风味的啤酒。

2.2.2.5 工艺方案二

麦芽浸泡(60℃±5℃水,4~6 h)→沥干(4~6 h)→进入转筒锅炉并升温到30~40℃(保温0.5~1.0 h)→以1℃/min的速度升温到63℃±2℃(保温0.5~1.0 h)→大火加热升温至170~180℃(在150℃开始要不断取样,直至外观合格出炉)

2.2.2.6 工艺方案二解释说明

本工艺的主体设计思想同方案一,该方案的特点是尽可能使β-淀粉酶起作用,产生更多的像葡萄糖一样的低糖,该工艺生产出的特种麦芽,色泽深黑,香味浓郁,香味成分以含氮杂环化合物为主,适合酿造深色、黑色啤酒。而且对啤酒的非生物稳定性非常有利。对于蛋白质溶解较好的麦芽也适合这种工艺。

2.2.2.7 对此工艺的几点说明

(1)此工艺为参考工艺,制定具体的工艺时,要根据麦芽的理化指标、设备硬件条件、需要特种麦芽的类型、消费者喜欢的口感等因素综合考虑,可以在上面的工艺基础上进行微调,即可达到满意效果。

(2)在工艺的控制过程中,关键是控制好时间和温度,既要保证一定量的低分子氮和糖,又不能过度地分解蛋白质和糖类物质,以产生不必要的鲜味、甜味等异杂味。

(3)这种着色特种麦芽的提取液pH值在3.0左右,所以用这种麦芽生产啤酒时要控制好酸度。

(4)着色特种麦芽的提取液具有胶体特性,部分为不溶性物质,部分是不发酵的可溶性物质,有利于啤酒的起泡性和泡持性。而且它带有负电荷,能保证啤酒的胶体性质,有利于啤酒的非生物稳定性。

(5)麦芽中的焦香味主要来自甘氨酸形成的类黑素,半胱氨酸等也是其香味成分之一,所以要创造能让它们生成的良好环境。

(6)在整个特种麦芽的生产过程中要不停地搅拌,一定要注意不能发焦、发枯,以防止整个生产的失败。

运用着色特种麦芽可以生产不同风味和不同色泽的啤酒,特别是在产品个性化、差异化竞争极为激烈的今天,特色风味啤酒能给企业带来巨大利润。

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] 陈之贵,张五九.特种麦芽风味及对啤酒风味影响的研究[M].中国啤酒,2001,(10):9-13.
[3] 顾国贤.酿造酒工艺学(第二版)[M].北京:中国轻工业出版社,1996.

异淀粉酶,啤酒真正发酵度可达到75%以上。

另一途径是麦汁冷却时进罐的同时加入高活性葡萄糖苷酶,可使糊精进一步分解为可发酵糖分,以提高啤酒发酵度。这是目前采用较多的方法。对于生产低糖、高发酵啤酒,在发酵初期加入淀粉葡萄糖酶是很有必要,也是十分有效的。

酶制剂用量应根据麦芽酶活力、酶种类、料水比、啤酒种类予以调节,以防止加大生产成本,影响啤酒口味及稳定性。

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,1999.
[2] Wolfgang Kunze.湖北啤酒学校翻译组译.啤酒工艺实用技术[M].北京:中国轻工业出版社,1998.