

啤酒麦芽汁的制备研究

唐浩国, 肖 枫, 王冠宇, 魏晓霞, 徐宝成

(河南科技大学食品与生物工程学院, 河南 洛阳 471003)

摘 要: 以麦芽为主料、大米为辅料制备麦芽汁。采用正交试验设计研究外加酶糖化法中酶的添加量、投料温度、蛋白质休止时间及第一阶段糖化(糖化 I)时间对麦芽汁品质的影响, 并与标准协定法糖化制备麦芽汁相比较, 以麦芽汁中 α -氨基氮和糖度含量来比较两种工艺的优劣, 确定较佳的糖化工艺路线。得出具有优良品质麦芽汁的较优糖化工艺参数对麦芽汁中 α -氨基氮和糖度含量的影响规律。结果表明, 投料温度对 α -氨基氮影响较为明显, 而蛋白质休止时间对糖度影响较为显著。最佳工艺条件为: 糖化酶的添加量 30U/g, 投料温度 35℃, 蛋白质休止时间 60min, 糖化 I 时间 30min。

关键词: 啤酒; 糖化; 麦芽汁; α -氨基氮

Study on Preparation of Beer Wort

TANG Hao-guo, XIAO Feng, WANG Guan-yu, WEI Xiao-xia, XU Bao-cheng

(College of Food and Bioengineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: Taking malt as basis material and rice as auxiliary material for the preparation of wort, by orthogonal test design effects of external glucoamylase amount, feeding temperature, inactivity time of protein and saccharification I time on the quality of wort. And the external glucoamylase method was compared with standard agreement method to select the better one with α -amino nitrogen content and sugar content as investigation indexes. The results showed that the feeding temperature has obvious effect on α -amino nitrogen and inactivity time of protein has significant effect on sugar content. The best technical conditions of the external glucoamylase method are as follows glucoamylase amount 30 U/g, feeding temperature 35 °C, inactivity time of protein 60 min and saccharification I time for 30 min.

Key words: beer; saccharification; wort; α -amino nitrogen

中图分类号: TS262.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)09-0139-04

我国是啤酒生产和消费大国, 目前由于世界粮食紧缺和粮价居高不下, 啤酒生产企业降低粮耗减少生产成本是必由之路。

麦芽汁的制备是啤酒生产的初始步骤, 麦芽的组成是酿造啤酒的物质基础之一, 麦芽汁的组分和颜色将直接关系成品的类型和质量。麦芽汁的制备技术决定着麦芽汁的质量和麦芽汁的收率, 进而影响啤酒的质量和啤酒的产量。本实验采用外加酶糖化法和协定糖化法制备清爽型啤酒麦芽汁, 探讨两种工艺对麦芽汁组分的影响。以麦芽汁中 α -氨基氮和糖度含量来比较两种工艺的优劣, 确定较佳的糖化工艺路线。探索具有优良品质麦芽汁的较优糖化工艺参数对麦芽汁中 α -氨基氮和糖度含量的影响规律。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

麦芽、颗粒酒花 洛阳宫啤酒有限公司提供; 东北长粒香大米。

耐高温 α -淀粉酶 (使用温度为 90~110℃); 糖化酶(酶活力为 3340U/g); 乳酸、碘液、中性甲醛、酚酞等, 均为分析纯; NaOH 标准溶液(0.01mol/L, 用邻苯二甲酸标定)。

1.2 仪器与设备

恒温水浴锅 宁波东胜仪器公司; 手持糖度计 广州市明睿电子科技有限公司; 电子秤(精度 0.01g)。

1.3 实验设计

收稿日期: 2008-05-23

基金项目: 河南科技大学人才基金项目(05-109)

作者简介: 唐浩国(1968-), 男, 高级工程师, 博士, 研究方向为食品化学、营养学和食品生物技术。E-mail: tanghaoguo@163.com

1.3.1 工艺流程

大米(20g)→加水(50℃, pH6.5)→93℃(20min)→100℃(20min)

↓

麦芽(50g)→加水(pH5.2)→蛋白质休止(50℃)→糖化 I (65℃)
→糖化 II (70℃, 至碘液不呈色)→升温(76℃, 10min)→过滤

1.3.2 工艺要求

原料中有用成分得到最大限度萃取, 既要使原料麦芽和辅料中的淀粉转变成可溶性无色糊精和可发酵性糖类的转化程度达到最大, 它关系到麦芽汁收率或原料利用率。

原料中无用的或有害的成分溶解最少, 主要指麦芽的麦壳物质、原料的脂肪、高分子蛋白质等溶解最少, 它们会影响啤酒风味和啤酒的稳定性。

麦芽汁的有机或无机成分的数量和配比应符合啤酒品种、类型的要求。啤酒的风格、类型的形成, 除了酵母品种和发酵技术外, 麦芽汁组成是主要的物质基础。

1.3.3 工艺要点

原料粉碎: 麦芽过 20 目, 大米过 80 目; 料水比: 辅料醪料水比为 1:8, 麦芽醪料水比为 1:3; 温度和 pH 值: 在糖化过程中选择最适温度与 pH 值, 充分发挥各主要酶的作用效果。

1.3.4 分析方法

所检测的指标除糖化时间在“第二段糖化”时取样外, 其他均为“混合麦汁”取样。糖化时间: 按文献[1]测定, 用 min 表示; 过滤速度: 按文献[1]和[2]测定, 用 min 表示; 还原糖: 按文献[1]中的直接滴定法测定, 用 g/100ml 麦芽汁表示; α -氨基氮: 按文献[1]中的双指示剂甲醛滴定法测定, 用 mg/L 表示; 麦芽汁的糖度: 糖度计直接测定法。

1.4 外加酶糖化法制备实验

1.4.1 正交试验

本研究选用四因素四水平进行正交试验设计(表 1), 按正交表 $L_{16}(4^5)$ 安排试验, 研究不同的因素(酶的添加量、蛋白质休止时间、投料温度和糖化 I 时间^[3])水平对麦汁组成(α -氨基氮和糖度含量)的影响, 从而找到合适的啤酒麦芽汁制备工艺条件。

表 1 正交试验因素水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	A 酶的添加量(U/g)	B 投料温度(℃)	C 蛋白质休止时间(min)	D 糖化 I 时间(min)
1	0	35	30	0
2	15	40	40	10
3	30	45	50	20
4	45	50	60	30

根据麦芽汁质量指标分析数据、成品啤酒的类型和质量要求、辅料种类等, 结合糖化原理选择设计适合的糖化方法, 并给出糖化工艺曲线。本试验选用优质麦芽, 采用适于淡爽型啤酒的复式浸出糖化法, 糖化工艺曲线见图 1。

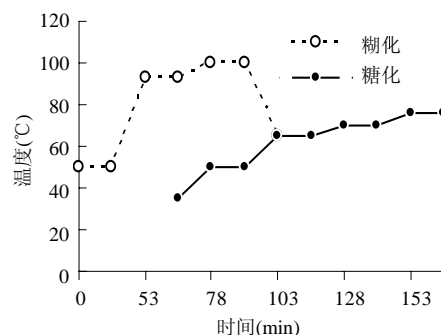


图 1 麦芽的糖化工艺曲线

Fig.1 Curve of malt saccharification process

1.4.2 水处理

取 1500ml 水煮沸 10min, 冷却澄清过滤, 备用。

1.4.3 麦芽汁制备

称取 20g 大米粉, 按 1:8 加水比加入处理后的热水进行混合, 水温 50℃, 用乳酸或磷酸调 pH 值至 6.5, 按 7U/g 大米的量添加耐高温 α -淀粉酶, 保温 10min。以 1℃/min 速率升温到 93℃, 保温 20min 迅速升温至 100℃, 煮沸 20min 即完成辅料的糊化和液化。然后于 5min 内降温至 63℃用于混醪。在蒸煮过程中应注意适当补水, 维持原体积。

麦芽粉 50g 分别投入 35、40、45、50℃热水中^[4], 加水比为 1:3, 用乳酸或磷酸调 pH 值至 5.2, 保温 15min, 然后升温至 50℃(投料温度为 50℃时省略第一步), 保温(按正交表 C 因素操作), 使蛋白质休止。然后升温至 65℃与糊化醪混合, 按酶的添加量来添加糖化酶, 并在此温度保温, 为第一阶段糖化, 即糖化 I, 充分发挥 α -淀粉酶及核苷酸酶、内切酶的活性。然后再于 5min 内升温至 70℃进行第二段糖化, 主要发挥麦芽中 α -淀粉酶的催化作用, 提高麦汁收率。用碘液检测醪液不呈蓝色时, 再升温至 76℃, 保温 10min, 糖化过程结束。在糖化过程中应注意补水, 维持原体积。

1.4.4 过滤

将醪液用 4 层纱布过滤, 如果滤液不清返回再滤, 直至麦汁澄清。用糖度计测一道麦汁糖度, 并记录。用 78~80℃热水 400ml 分 2~3 次洗槽。洗槽水与滤液混合, 测其糖度。添加约 0.05g 酒花, 煮沸 70min, 补水至糖度为 10° Bx, 趁热用滤纸过滤, 即得到澄清的麦汁。

1.5 标准协定糖化法制备实验

1.5.1 实验要求及步骤

1.5.1.1 实验要求

根据麦芽汁质量指标分析数据、成品啤酒类型和质量要求、辅料种类等,对标准协定糖化法制备实验结果进行分析,并与外加酶糖化法中 α -氨基氮和糖度含量相比较,得出较优糖化工艺参数。

1.5.1.2 实验步骤^[5-6]

取50g麦芽,在EBC标准磨上粉碎;将已经粉碎好的麦芽粉放入已称重的糖化杯中,加200ml 46℃水,于不断搅拌下在46℃水浴中保温30min;使醪液以每分钟升温1℃的速度,加热水浴,升温至70℃,此时杯内加入100ml 70℃水,保持恒温;5min后,用玻璃棒取麦芽汁1滴,置于白滴板上,再加碘液1滴,混合,观察碘液颜色,直至碘液呈纯黄色,不变色,糖化结束;在10~15min内急速冷却到室温;冲洗搅拌器,擦干糖化杯外壁,加水使其内容物准确称量为450g;用玻璃棒搅动糖化杯,并注于漏斗中进行过滤;约100ml滤液后,将滤液返回重滤。过30min,用玻璃棒稍稍搅动麦糟层。收集整个滤液于一干烧杯中。

2 结果与分析

2.1 外加酶糖化法制备实验结果

按表1中五因素四水平进行试验,取第5因素为空白列,实际设计测定四因素四水平对麦芽汁中 α -氨基氮和糖度含量的影响,结果见表2。

表2 正交试验结果 $L_{16}(4^5)$
Table 2 Results of orthogonal test $L_{16}(4^5)$

序号	A 酶的添加量(U/g)	B 投料温度(℃)	C 蛋白质休止时间(min)	D 糖化I时间(min)	α -氨基氮含量(%)	糖度含量(%)
1	0	35	30	0	0.034	18.8
2	0	40	40	10	0.043	19.5
3	0	45	50	20	0.036	20.9
4	0	50	60	30	0.044	22.0
5	15	35	40	20	0.049	22.3
6	15	40	30	30	0.042	21.0
7	15	45	60	0	0.045	19.9
8	15	50	50	10	0.040	19.3
9	30	35	50	30	0.056	22.3
10	30	40	60	20	0.049	21.2
11	30	45	30	10	0.044	21.8
12	30	50	40	0	0.035	20.4
13	45	35	60	10	0.049	22.3
14	45	40	50	0	0.047	22.4
15	45	45	40	30	0.042	20.5
16	45	50	30	20	0.046	19.8

对表2中 α -氨基氮和糖度含量数据进行极差分析,整理得出极差分析表,见表3。

表3 正交试验极差分析表
Table 3 Range analysis of orthogonal test

水平	α -氨基氮含量(%)				糖度含量(%)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
K ₁	0.039	0.047	0.041	0.040	20.300	21.425	20.350	20.375
K ₂	0.044	0.045	0.042	0.044	20.625	21.025	20.675	20.725
K ₃	0.046	0.042	0.045	0.045	21.425	20.775	21.225	21.050
K ₄	0.046	0.041	0.047	0.046	21.250	20.375	21.350	21.450
R _j	0.007	0.006	0.005	0.006	1.125	1.050	1.000	1.075

由表3的极差分析结果可以看出:(1)添加一定量的糖化酶可以提高麦汁中 α -氨基氮含量和糖度含量。麦汁中 α -氨基氮和糖度含量会随着酶的添加量增加而增加,当糖化酶添加量达到15U/g时, α -氨基氮和糖度含量均显著提高,达到30U/g时增长缓慢,再增加酶的添加量至45U/g, α -氨基氮和糖度含量不增长甚至负增长;(2)投料温度对麦汁中 α -氨基氮和糖度含量有显著影响,其中以35℃投料为最佳;(3)蛋白质休止时间对麦汁中 α -氨基氮和糖度含量有影响效果不显著,但麦汁中 α -氨基氮和糖度含量会随蛋白质休止时间的延长而增加;(4)糖化I时间对麦汁的糖度含量有显著影响,而对麦汁中 α -氨基氮含量影响不显著,麦汁中糖度含量在糖化I时间达到10min以上时会显著增加,而 α -氨基氮含量在达到10min以上时增长缓慢。

从各因素极差的大小可以得知,四种因素对麦汁中 α -氨基氮和糖度含量的影响程度依次为A>D>B>C。四种因素的优化组合为:A₃D₄B₁C₄,即酶的添加量30U/g,蛋白质休止时间60min,投料温度35℃,糖化I时间30min,此组合参数不在正交试验之列,采用此最优组合参数做验证实验,得到 α -氨基氮和糖度含量分别为0.061%及23.2%,籍此验证了正交试验中得出的较优组合结论正确。

2.2 标准协定糖化法制备实验结果

将标准协定糖化法的 α -氨基氮和糖度含量,并与外加酶糖化法中较优结果相比较,结果如表4所示。

表4 两种方法 α -氨基氮和糖度含量比较
Table 4 Comparison between two saccharification methods on sugar and α -amino nitrogen

方法	α -氨基氮(%)	麦芽汁的糖度(%)
协定法糖化	0.001	8
外加酶糖化法	0.056	22.3

以协定糖化法制备麦芽汁,是采用高温投料、不添加辅料及外加酶的一种标准制备方法,即麦芽的许多常规指标均是由协定糖化法开始的,此种方法依靠自身酶的作用来完成糖化。

在表4中,通过对 α -氨基氮和糖度含量的比较,可以看出外加酶糖化法的 α -氨基氮和糖度含量均远远高于协定糖化法的实验结果,结果表明适量加入辅料,糊化时增加高温淀粉酶,以低温投料与外加酶制剂相结合等,均可提高 α -氨基氮和糖度含量。

因为辅料及外加酶制剂的添加能破坏细胞壁,使细胞内容物充分释放出来,使一些交联于细胞壁中的蛋白质释放出来,在适宜的温度下,与麦芽中的淀粉酶和糖化酶等水解酶充分接触而水解,从而使麦汁中的另外 α -氨基氮和糖度含量增加。

3 结 论

本实验以我国中部地区麦芽为主要原料,通过对麦芽汁中 α -氨基氮和糖度含量进行分析,得出如下结论:采用外加酶糖化法的最佳工艺为酶的添加量30U/g,蛋白质休止时间60min,投料温度35℃,糖化I时间30min。具有使麦汁浸出率高、过滤速度快、能根据物料的不同特性调节温度时间、适应性好等优点。外加酶糖化法改善了传统的协定法存在的麦汁浸出率不高、过滤速度率低、能耗高、生产周期长等缺点。

从工艺流程分析,协定糖化法相对简单易操作,所需糖化时间较短,但从得到的麦汁的糖度可以看出其糖化不完全,另外还存在麦汁过滤困难、发酵度低等缺点。

而外加酶糖化法操作流程较为复杂,需要糊化与糖化两步进行,但其糖化完全,且麦汁收得率高,因为

辅料添加后,细胞壁的瓦解和麦汁黏度的降低能促进细胞内容物与麦芽中各种水解酶的接触和水解,从而增加了麦汁中浸出物的含量,也就相应提高了麦汁收得率^[7]。

从经济角度考虑,协定法制备麦汁主要用于生产全麦啤酒,优点是口味醇正、麦香浓郁、适口感强和营养丰富等,属于贵族啤酒,但成本也相对较高。外加酶糖化法可将糊化加热用水用于糖化过程的继续升温,从而实现热资源反复利用,最大程度地提高能量利用率,以节约成本。另外适当加入辅料从生产角度出发可以降低生产成本。

从后期啤酒发酵考虑,采用外加酶糖化法制备的麦芽汁多数采用下面发酵法,且成品泡沫持久;而协定法制备的麦芽汁需要进行二次发酵,泡沫洁白细腻。且外加酶糖化法适于现代化大规模连续性生产,大大促进了啤酒工业的发展,使麦芽汁制备技术水平上升了一个新的高度。

参考文献:

- [1] 张学群,张柏青. 啤酒控制工艺及检测手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [2] 管敦仪. 啤酒工业手册: 中册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1986.
- [3] KUNZE W. 麦芽汁的提取与影响因素[J]. 中国食品工业, 1998(6): 47.
- [4] 张世千. 外加酶糖化方法的进展[J]. 酿酒科技, 2001(9): 45-47.
- [5] 李晓辉. 对协定法糖化试验中几个问题的研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2002(5): 92.
- [6] 熊有枝, 王展. 麦芽汁糖化温度对糖化时间的影响[J]. 武汉工业大学学院报, 2003, 22(2): 19-20.
- [7] 陈廷登, 水章华. 提高糖化麦芽汁收得率的研究[J]. 浙江工业大学学报, 1999, 27(3): 246-250.