

低 β -葡聚糖青稞麦芽制备工艺的研究

张乃斌,王嵩,龚古迪,周广田

(山东轻工业学院食品与生物工程学院,山东 济南 250353)

摘要: β -葡聚糖具有良好的保健功效,用于青稞酿造啤酒时,其含量过高会严重影响啤酒的易滤性及成品啤酒的非生物稳定性。通过正交实验研究青稞发芽温度、发芽时间、赤霉素(GA3)添加量以及焙焦温度对青稞麦芽中 β -葡聚糖含量的影响。确定最佳青稞制麦工艺为:发芽温度16 $^{\circ}\text{C}$ 、发芽时间96 h,GA3添加量0.1 mg/L,焙焦温度84 $^{\circ}\text{C}$ 。

关键词: 正交实验; 青稞制麦; 青稞麦芽; β -葡聚糖

中图分类号:TS262.5;TS261.4;TS261.2 文献标识码:A 文章编号:1001-9286(2013)06-0070-03

Research on Malting Process of Hulless Barley with Low β -glucan Content

ZHANG Naibin, WANG Song, GONG Gudi and ZHOU Guangtian

(School of Food and Bioengineering, Shandong Institute of Light Industry, Ji'nan, Shandong 250353, China)

Abstract: Hulless barley is rich in nutritional substances and plays an important role in healthcare. β -glucan in hulless barley is good for health, however, in beer-brewing by hulless barley, its excessive high content will seriously damage beer filterability and beer non-biological stability. In this study, the effects of hulless barley germination temperature, germination time, gibberellin (GA3) adding level and kilning temperature on β -glucan content were investigated by orthogonal experiments and the best malting technical parameters were summed up as follows: germination temperature was at 16 $^{\circ}\text{C}$, germination time was 96 h, GA3 adding level was 0.1 mg/L, and Kilning temperature was at 84 $^{\circ}\text{C}$.

Key words: orthogonal experiment; hulless barley malting; hulless barley malt; β -glucan

青稞是大麦的一种特殊类型,也叫裸大麦,是我国西部高原地区特有物种^[1]。青稞籽粒营养丰富,具有低糖、低脂肪、高蛋白、高维生素及高纤维的特点^[2,3]。青稞中的B族维生素以及尼克酸等含量较为丰富,同时还含有铁、铜、锌、钙、磷等多种对人体健康有益的无机元素,以及国际卫生组织认定唯一具有防癌抗癌作用的硒元素^[4,5]。青稞中含有较高含量的 β -葡聚糖, β -葡聚糖具有提高人体免疫力、调节血糖、预防肿瘤与心血管疾病,以及降血糖、降胆固醇等诸多保健作用^[6,7]。

随着生活水平的提高和生活环境的改变,人们对食品饮料的营养保健作用越来越关注。青稞啤酒是以青稞为辅料酿造的新型营养型啤酒,可以充分发挥青稞的营养保健作用,将青稞与啤酒的优点很好的结合在一起,让人们在畅饮啤酒的同时,充分享受青稞给大家带来的保健作用。但利用青稞酿造啤酒存在一定技术困难,主要原因是青稞作为所有谷物中 β -葡聚糖含量最高的麦类作物,其 β -葡聚糖含量高达6.57%,某些品质优良的青稞品种其含量更是高达8.6%^[8]。 β -葡聚糖是由1,3糖苷键和1,4糖苷键连接而成的水溶性多糖,这种大分子胶体物质的水溶液具有粘性,使得啤酒的粘度升高,造成

啤酒生产过程过滤困难,严重影响啤酒的易滤性,不利于麦芽汁的生产,同时影响成品啤酒的非生物稳定性^[9,10]。

本研究拟从青稞啤酒原料——青稞麦芽入手,通过优化青稞制麦工艺来解决上述问题,获得的青稞麦芽的 β -葡聚糖含量适中,在保证青稞营养保健价值的同时又不影响其酿造性能。确定最佳青稞制麦工艺为:发芽温度16 $^{\circ}\text{C}$ 、发芽时间96 h,赤霉素(GA3)添加量0.1 mg/L,焙焦温度84 $^{\circ}\text{C}$,焙焦时间2 h。

将所得的青稞麦芽采用上面发酵方式酿造啤酒,所得青稞啤酒口感醇厚,泡沫细腻洁白,香气扑鼻,在充分发挥了青稞的营养保健功效的同时,赋予了青稞啤酒独特的口感。

1 材料与方法

1.1 材料及仪器

样品及试剂:青稞藏青85,西藏农牧科学研究院提供;标准 β -葡聚糖样品,Sigma公司;磷酸缓冲溶液(pH8.0);刚果红,上海阳光试剂公司。

仪器设备:微型制麦仪(Joe White Malting Systems)、LB-8型EBC糖化仪、高精度恒温水浴锅、分析天平(感

收稿日期:2012-11-15

作者简介:张乃斌(1988-),男,硕士研究生。

通讯作者:周广田,教授。

优先数字出版时间:2013-02-22;地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/52.1051.TS.20130222.1604.006.html>。

量 0.1g)、EBC 标准磨、UV-2300 型紫外 / 可见分光光度计、电热鼓风干燥箱。

1.2 实验方法

1.2.1 青稞制麦实验

工艺路线: 洗麦→浸麦→发芽→干燥→焙焦→除根→成品青稞麦芽

先以自来水冲洗青稞 3 遍, 去除尘土、杂草种子及其他杂质。将洗净的青稞置于微型制麦设备 (Joe White Malting Systems) 中按照正交实验设计的方案进行制麦实验, 程序设定见表 1, 其中发芽温度与时间、赤霉素(GA_3)添加量以及焙焦温度参数按照 $L_9(3^4)$ 正交实验设计。浸湿过程中要保证每次浸湿更换新的浸麦用水。

表 1 青稞制麦实验工艺

工艺点	备注
浸麦	18 °C 浸 6 断 10 浸 9 断 9 浸 6, 共 40 h
赤霉素添加量	正交实验方案
发芽	正交实验方案
干燥	45 °C 8 h → 55 °C 5 h → 69 °C 5 h → 76 °C 5 h
焙焦	正交实验方案

采用 $L_9(3^4)$ 正交实验因素表进行正交实验设计(表 2), 以确定青稞制麦最佳工艺。

表 2 $L_9(3^4)$ 正交实验因素水平表

因素	水平 1	水平 2	水平 3
A: 发芽温度(°C)	16	18	20
B: 发芽时间(h)	72	84	96
C: 焙焦温度(°C)	80	82	84
D: 赤霉素添加量(mg/L)	0.0	0.1	0.2

焙焦结束后的青稞麦芽进行除根处理, 除根工艺应在 12 h 内完成, 以防止青稞麦芽吸水。

1.2.2 协定法糖化麦汁制备^[11]

先称取少量青稞麦芽放入 EBC 标准磨, 使用 2.5 mm 筛, 粉碎完毕后将漏斗内的麦芽弃去。再称取同类青稞麦芽样品 51 g 进行粉碎, 称取粉碎好的青稞麦芽细粉样品 50.0 g (校准至 0.1 g), 将其置于已知质量 (准确至 0.1 g) 的 LB-8 型 EBC 糖化仪的金属糖化杯中, 加入 46 °C 的水 200 mL, 在不断搅拌下于 45 °C 水浴中保温 30 min。

设置 LB-8 型 EBC 糖化仪温度曲线参数, 使醪液以 1 °C/min 的速度升温, 在 25 min 内升至 70 °C。向杯内加 70 °C 的水 100 mL, 在搅拌下使醪液在 70 °C 下保温糖化 1 h。

后从水浴中取出金属糖化杯, 在 10~15 min 内迅速冷却至室温。用水冲洗搅拌器, 擦干糖化杯外壁, 加水使杯中内容物准确称量为 450.0 g。

用玻棒搅动糖化醪并注入装有双层滤纸的干漏斗中过滤, 滤纸边缘不得超出漏斗上沿。最初滤出的 100 mL 滤液要反回重滤。2 h 后当糟层表面呈现干处或者滤速很

慢即得协定法糖化青稞麦汁。

1.2.3 β -葡聚糖含量测定

1.2.3.1 标准工作曲线的绘制

根据表 3 的要求浓度配置标准 β -葡聚糖溶液。以 β -葡聚糖浓度 C 为横坐标, 吸光度 A 为纵坐标绘制标准曲线图 1, 在标准曲线上求吸光值为 1 时, 所对应的 β -葡聚糖浓度即为 K 值。其中, 每个浓度做 3 个平行样, 图 1 中各点为 3 个平行样的平均值。当 A=1 时, 代入公式求得 K 值, 为 91.2 $\mu\text{g/mL}$ 。

表 3 标准 β -葡聚糖溶液的配制

试剂	编号						
	0#	1#	2#	3#	4#	5#	6#
吸 β -葡聚糖溶液(mL)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
稀释用水(mL)	2	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4
β -葡聚糖量(2 mL)	0	10	20	30	40	50	60

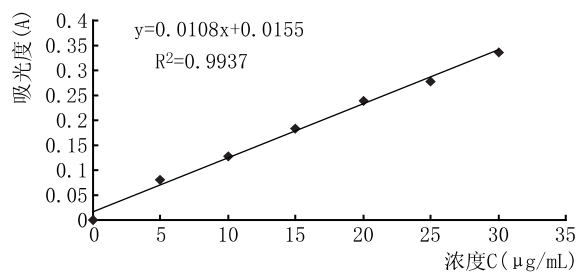


图 1 β -葡聚糖标准曲线

1.2.3.2 样品中 β -葡聚糖含量测定

考虑到青稞麦芽中 β -葡聚糖含量过高, 将青稞协定麦汁稀释 100 倍备用, 从稀释后的青稞协定麦汁中吸取 2 mL 于试管中, 加入 4.0 mL 刚果红溶液, 20 °C 下准确反应 10 min, 然后在 550 nm 下以 2 mL 水为空白调节零点, 测定样品的吸光度 A, 根据公式测定青稞协定麦汁中 β -葡聚糖含量: β -葡聚糖(mg/L) = $K \times A \times$ 稀释倍数。

2 结果与分析

2.1 正交实验结果

按表 2 设计 $L_9(3^4)$ 正交实验, 结果见表 4。

将出炉后的麦芽利用 LB-8 型血糖化仪经过 EBC 协定法制成协定麦汁, 然后测定麦汁中 β -葡聚糖的含量。通过对正交实验结果的比对分析得出结论。以协定麦汁中 β -葡聚糖含量为考察指标, 含量越低越好。

2.2 极差分析

4 因素的极差分析结果见表 5。

由表 5 中极差 R 可以看出, 发芽时间对 β -葡聚糖含量的影响最大, 是降低青稞麦芽中 β -葡聚糖含量工艺的最主要影响因素, 其次是赤霉素添加量, 然后是发芽温度。焙焦温度在所考察的因素范围中影响最小。各因素的主次顺序为: B 发芽时间 > D 赤霉素添加量 > A 发芽温度 > C 焙焦温度。分析各因素均值 K, 以 β -葡聚糖含量

表4 $L_9(3^4)$ 正交实验结果

实验组	A	B	C	D	β -葡聚糖含量(mg/L)
1	1	1	1	1	393.6
2	1	2	2	2	332.2
3	1	3	3	3	320.5
4	2	1	2	3	368.2
5	2	2	3	1	357.9
6	2	3	1	2	328.2
7	3	1	3	2	378.4
8	3	2	1	3	344.7
9	3	3	2	1	363.3

表5 极差分析表

项目	A: 发芽温度 ($^{\circ}\text{C}$)	B: 发芽时间 (h)	C: 焙焦温度 ($^{\circ}\text{C}$)	D: 赤霉素添加量 (mg/L)
均值 K1	348.767	380.067	355.500	371.600
均值 K2	351.433	344.933	354.567	346.267
均值 K3	362.133	337.333	352.267	344.467
极差 R	13.366	42.734	3.233	27.133

最低为目标,确立工艺为 $B_3D_3A_1C_3$ 。

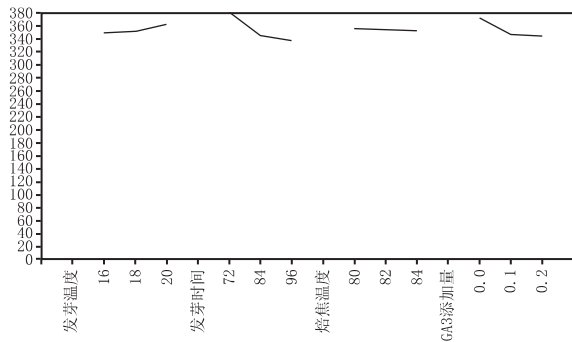


图2 效应曲线图

由图2可以看出,赤霉素添加量由0.0 mg/L增加至0.1 mg/L时, β -葡聚糖含量有明显的下降,但当赤霉素添加量由0.1 mg/L增加至0.2 mg/L时, β -葡聚糖含量下降幅度较小。说明赤霉素添加量过高时对青稞麦芽中 β -葡聚糖含量影响较小,结合实际情况同时考虑到经济成本等因素,选择0.1 mg/L为赤霉素的最佳添加量。因此,确定最佳青稞制麦工艺为 $B_3D_2A_1C_3$ 。

2.3 验证实验

根据分析得出的最佳工艺 $B_3D_2A_1C_3$,即发芽时间96 h,赤霉素添加量0.1 mg/L,发芽温度16 $^{\circ}\text{C}$,焙焦温度84 $^{\circ}\text{C}$ 进行验证实验,重复3组平行,验证工艺的稳定性 and 合理性,结果见表6。

通过验证实验,结果无显著性差异,测得成品青稞麦芽协定麦汁中 β -葡聚糖平均含量为310.8 mg/L,较为合理,确定正交实验所优化得到的低 β -葡聚糖青稞麦芽制备工艺水平是科学可行的。

2.4 青稞啤酒酿造

通过最佳制麦工艺获得优质青稞麦芽,并以此为辅料,大麦为主料采用上面发酵方式酿造青稞啤酒,进行30 L青稞啤酒小试实验。所酿得的青稞啤酒风味独特、

表6 青稞麦芽制备的验证实验结果

因素	1	2	3
发芽温度($^{\circ}\text{C}$)	16	16	16
发芽时间(h)	96	96	96
焙焦温度($^{\circ}\text{C}$)	84	84	84
赤霉素添加量(mg/L)	0.1	0.1	0.1
β -葡聚糖含量(mg/L)	308.7	312.3	311.5

香气馥郁,具有独特的保健作用,更能满足人们的消费需求,市场前景广阔。

3 结论

3.1 通过研究证明,青稞制麦工艺对青稞成品麦芽中 β -葡聚糖含量的影响较为显著。

3.2 最终确定最佳的 β -葡聚糖青稞麦芽制备工艺参数为 $B_3D_2A_1C_3$,即发芽时间96 h,赤霉素添加量0.1 mg/L,发芽温度16 $^{\circ}\text{C}$,焙焦温度84 $^{\circ}\text{C}$ 。低 β -葡聚糖青稞麦芽制麦工艺为:浸麦采取18 $^{\circ}\text{C}$ 浸6断10浸9断9浸6,共40 h;赤霉素添加量为0.1 mg/L;发芽温度16 $^{\circ}\text{C}$,96 h;干燥参数45 $^{\circ}\text{C}$ 8 h \rightarrow 55 $^{\circ}\text{C}$ 5 h \rightarrow 69 $^{\circ}\text{C}$ 5 h \rightarrow 76 $^{\circ}\text{C}$ 5 h;焙焦温度84 $^{\circ}\text{C}$,2 h。

3.3 通过优化青稞制麦工艺获得优质的青稞麦芽,用于酿造风味独特又独具保健作用的青稞啤酒,对带动我国西部地区青稞农业和经济的发展具有重大意义,同时可以缓解国际大麦芽市场原料涨价对酿造行业带来的冲击。

参考文献:

- [1] 卢良恕.中国大麦学[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [2] 王鹏珍,牛忠海,张世满.青稞原料营养成分浅析[J].酿酒科技,1997(3):30-31.
- [3] 洛桑旦达,强小林.青稞特有营养成分分析与开发利用现状调查研究[J].西藏科技,2001(8):55-63.
- [4] 宋萍,张雷雷,于军.青稞 β -葡聚糖营养作用及其提取工艺的研究[J].中国食物与营养,2008(8):27-30.
- [5] Edney MJ, Tkachuk Mac Gregor AW. Nutrient composition of the hullless barley euhivar, Conder[J]. Food Agri, 1994, (60): 451-455.
- [6] 张小林,顿珠次仁.青稞 β -葡聚糖生理功效、提取技术及其新产品研发[J].西藏科技,2010(2):6-9.
- [7] 张峰,杨勇.青稞 β -葡聚糖研究进展[J].粮食与油脂,2003(12):3-5.
- [8] M S Izydorczyk, J Storsley. Variation in total and soluble α -Glucan content in hullless barley: effects of thermal, physical, and enzymic treatments[J]. J. Agric. Food Chem, 2000 (48): 982-989.
- [9] 蒋爱英. β -葡聚糖对啤酒质量的影响[J].啤酒科技,2005(5):40-41.
- [10] 张志军,王书谦.制麦过程中大麦 β -葡聚糖的变化对麦汁和啤酒中 β -葡聚糖含量的影响[J].啤酒科技,2002(1):64-67.
- [11] 董小雷,周广田.啤酒分析检测技术[M].北京:化学工业出版社,2008.