

小麦和酿酒大麦发芽过程中主要酶活的比较研究

王芝梅¹ 窦少华² 郭继强¹ 赵长新¹

(1.大连工业大学生物与食品工程学院,辽宁 大连 116034;2.大连大学生物工程学院,辽宁 大连 116622)

摘要: 对小麦、大麦发芽过程主要酶(α -淀粉酶、 β -淀粉酶、植酸酶、过氧化物酶和多酚氧化酶)活力的动态变化进行比较研究。结果表明,在发芽过程中,小麦和大麦中几种酶的酶活力变化具有较高的一致性,即发芽前 4 d 酶活不断增加,随后出现下降趋势。

关键词: 啤酒; 小麦; 大麦; 发芽; 酶活力

中图分类号:TS262.5;TS261.4;Q55

文献标识码:A

文章编号:1001-9286(2008)11-0020-03

Comparison Research on Main Enzymes Activity during Wheat Germination and Barley Germination

WANG Zhi-mei¹, DOU Shao-hua², GUO Ji-qiang¹ and ZHAO Chang-xin¹

(1.College of Biology and Food Technology, Dalian Polytechnic University, Da'lian, Liaoning 116034;

2.College of Biological Engineering, Dalian University, Da'lian, Liaoning 116622, China)

Abstract The dynamic change of the activity of main enzymes including α -amylase, β -amylase, phytase, peroxidase and polyphenol oxidase during the germination of wheat and barley were studied and compared. The results showed during the germination of whatever wheat and barley, the activity change of main enzymes presented high consistency (enzyme activity kept increasing 4 d before the germination and then declined subsequently).

Key words: beer; wheat; barley; germination; enzyme activity

目前,由于啤酒酿造主要原料之一的大麦芽的全球性短缺,迫使啤酒企业积极寻找对策,其中最为现实的解决方案就是寻求替代品。小麦麦芽完全可以替代一部分大麦麦芽,解决目前我国啤酒行业原料短缺的难题。在啤酒酿制过程中,如果小麦麦芽以辅料的形式添加,可以替代 10%~20%的大麦芽;酿造特种小麦啤酒,小麦麦芽则需要以主要原料的形式添加,这样可以替代 50%~80%的大麦芽。相对于大麦芽来说,小麦芽含有丰富的酶系,浸出物含量高,糖化时可减少酶制剂用量而且麦汁产量高;加工出的啤酒泡沫洁白、细腻,泡持性好,醇厚感强,具有特有的酯香。添加小麦芽酿制的啤酒营养丰富、热量高,口味独特,成本低,有良好的应用前景^[1]。

更为重要的是,在目前啤酒大麦严重短缺的情况下,我国作为农业生产大国,且小麦价格较大麦低廉,小麦麦芽的原料有着较为充分的保证。用小麦作为啤酒生产原料,不仅可以进一步推动小麦的深加工,拓宽小麦产业链,推动相关产业的发展,而且对扭转中国啤酒大麦长期依赖于进口的局面、带动啤酒工业的持续健康发展

具有积极意义。

目前,国内外关于酿酒大麦发芽过程中的酶系研究较多^[2~4],而小麦的则较少。本文研究了小麦在发芽过程中 4 种主要酶活力(淀粉酶、植酸酶、过氧化物酶和多酚氧化酶)的动态变化并且和大麦发芽过程中同种酶活力变化进行了比较分析,以期对小麦制麦工艺的进一步研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

小麦品种为绵羊 26 号;大麦品种为 Gairdner;大连中粮麦芽有限公司提供。

1.2 试剂

酪氨酸、碳酸钠、碘、3,5-二硝基水杨酸、可溶性淀粉、甘氨酸、碘化钾、碘酸钾、醋酸钠、三氯乙酸、干酪素、钼酸铵、亚硫酸钠、对苯二酚、植酸钠、柠檬酸、柠檬酸钠、氢氧化钠、磷酸二氢钾、羧甲基纤维素钠、邻苯二酚、30%过氧化氢、木聚糖、木糖、麦芽糖、葡萄糖,以上试剂均为分析纯。

基金项目:国家科技部“十一五”科技支撑项目(2007BAK36B01)。

收稿日期:2008-08-13

作者简介:王芝梅(1982-),女,发酵工程硕士研究生,山东省阳谷人,主要从事发酵工程的研究。

通讯作者:赵长新(1955-),男,教授,硕士生导师,Email:zhaochangxin@126.com。

1.3 设备与仪器

智能恒温恒湿培养箱(ZPS-250H):黑龙江东拓仪器有限公司;可见分光光度计(Unic-7200):上海尤尼柯仪器有限公司;型自动糖化器(YQ-PJ-6B):轻工西安轻机所光电公司;电热鼓风干燥箱:大连第四仪表厂;麦芽粉碎机(标准 EBC 麦芽粉碎机):德国;IEC 离心机:美国 Thermo 公司。

1.4 实验方法

1.4.1 0.02 mol/L, pH5.0 醋酸-醋酸钠缓冲溶液的制备

称取 16.406 g NaAc 在 1000 mL 的容量瓶中定容;称取 6 mL HAc(100%) 在 500 mL 的容量瓶中定容;再分别量取上述溶液 70 mL 和 30 mL 混合并稀释 10 倍,在 1000 mL 的容量瓶中定容 pH5.0。

1.4.2 麦芽浸出液的制备

精确称量 300 g 原料, 16 °C 下浸三断六 30 h, 发芽 5 d, 通风 15 min/h, 称取 10.0 g 绿麦芽样品, 加 pH5.0 醋酸-醋酸钠缓冲液 10 mL, 于 40 °C 水浴保温搅拌 1 h。离心取上清液, 滤液保留待用。

1.4.3 酶活力的测定

α -淀粉酶活力的测定(碘兰植法)^[5]; β -淀粉酶活力的测定(DNS 比色法)^[6]; 植酸酶活力的测定^[7]; 过氧化物酶活力测定^[8]; 多酚氧化酶活力的测定^[9]。

2 结果与分析

小麦和大麦在发芽过程实际上是分解合成的过程, 发芽初期以分解为主, 在麦粒吸水后激活各种水解酶, 如淀粉酶、蛋白酶和纤维素酶等, 来降解大麦中的淀粉、蛋白质和纤维素, 利用这些降解的小分子物质去合成新的细胞并生长出根芽和叶芽。

2.1 发芽过程中淀粉酶活力变化

小麦和大麦发芽过程中 α -淀粉酶活力变化见图 1, 小麦和大麦发芽过程中 β -淀粉酶活力变化见图 2。

由图 1 和图 2 可知, 小麦和大麦本身含有较少的 α -淀粉酶, 而含有大量游离的和结合状态存在的 β -淀粉酶。麦粒吸水后发芽 2~3 d, α -淀粉酶活力快速增长, 这是由于赤霉酸的诱导, 在糊粉层处产生大量 α -淀粉酶^[10], 小麦中该酶的生成速度高于大麦。与 α -淀粉酶不同, 成熟的小麦在未发芽时即具有较强的 β -淀粉酶活力。还有一部分 β -淀粉酶以酶原的形式存在, 在发芽过程中被激活。发芽初期 β -淀粉酶活力下降, 中期和后期小麦 β -淀粉酶活力高于大麦, 这与两者的品种和蛋白质含量有关。小麦和大麦这两种淀粉酶均在发芽第 4 天产生最大酶活力, 具有很高的一致性。由于发芽后期小麦和大麦的根芽和叶芽生长旺盛, 营养消耗大, 酶量形成得少, 所以小麦和大麦在发芽后期淀粉酶活力呈下降的趋势。

2.2 发芽过程中植酸酶活力变化

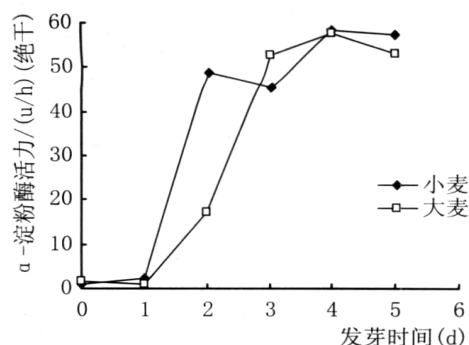


图 1 小麦和大麦发芽过程中 α -淀粉酶活力变化

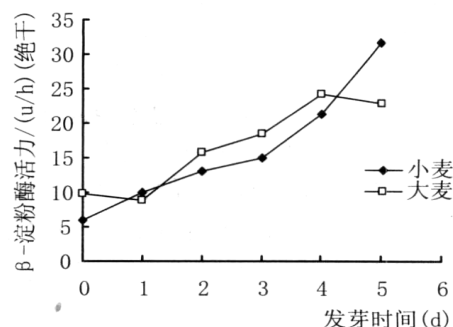


图 2 小麦和大麦发芽过程中 β -淀粉酶活力变化

小麦和大麦发芽过程中植酸酶活力变化见图 3。

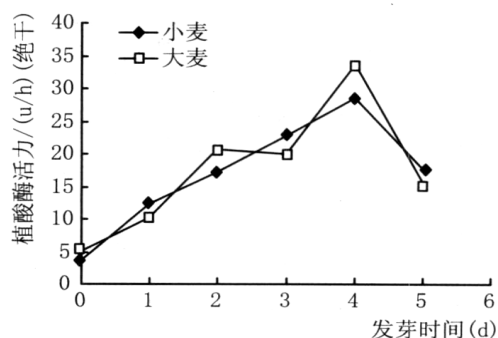


图 3 小麦和大麦发芽过程中植酸酶活力变化

由图 3 可知, 当小麦和大麦萌发时, 在水和氧气的作用下植酸酶酶原被激活, 活力在发芽前 2 天迅速升高。发芽 3~4 d 时, 小麦的植酸酶酶活稳定上升, 且几乎呈线性增长态势; 而大麦的植酸酶酶活不稳定。当大麦中无机离子过多时, 植酸酶活性受到抑制; 而当无机磷因大麦合成而消耗时, 大麦植酸酶又会恢复活性^[11]。发芽第 5 天, 小麦和大麦的植酸酶活力均呈明显下降趋势, 麦粒内环境中无机磷的释放减少了, 新细胞膜、DNA 和 RNA 的合成趋势也在减缓。

2.3 发芽过程中氧化还原酶活力变化

2.3.1 过氧化物酶活力变化

小麦和大麦在发芽过程中过氧化物酶活力变化见图 4。

过氧化物酶属于呼吸过程中的酶类, 对多酚物质的氧化起接触作用, 在制麦中通过氧化麦芽内容物质影响

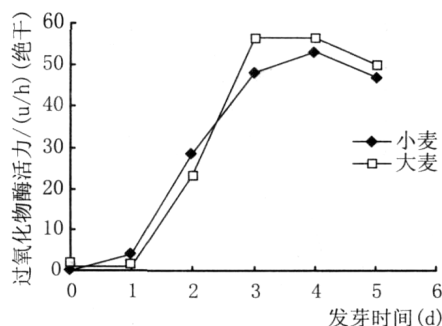


图 4 小麦和大麦发芽过程中过氧化物酶活力变化

着啤酒的色泽、风味和非生物稳定性,其主要存在于发芽麦粒的根芽和叶芽里。发芽过程中,过氧化物酶活力与吸水度正相关^[10]。由图 4 可知,过氧化物酶在小麦和大麦中含量甚微,浸麦结束时,过氧化物酶活力随着麦粒中水分的增加而升高,特别在发芽 2~4 d 出现该酶活最大值,之后有下降趋势。因为在发芽前 3 天定期给绿麦芽补充水分,所以绿麦芽中的水分含量在 3~4 d 内达到最大,随后因没有水分的补充,水分含量有所减少。

2.3.2 多酚氧化酶活力变化

小麦和大麦在发芽过程中多酚氧化酶活力变化见图 5。

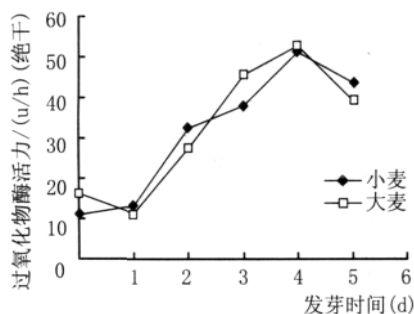


图 5 小麦和大麦发芽过程中多酚氧化酶活力变化

小麦和大麦在发芽过程中多酚氧化酶活力变化很相似(见图 5),浸麦结束时都具有多酚氧化酶活力,在发芽 2~4 d 中迅速增长,第 5 天多酚氧化酶活力又略有下降。小麦和大麦在发芽过程中多酚氧化酶活力的这种变化符合发芽过程中水分含量的变化。对多酚氧化酶的深入认识,可以进一步为啤酒的色泽、风味和过滤特

性的改善提供保障。

3 结论

3.1 发芽过程中,小麦和大麦的淀粉酶活力(α -淀粉酶活力和 β -淀粉酶活力)、植酸酶活力和氧化还原酶活力(过氧化物酶活力和多酚氧化酶活力)的变化具有高度的一致性。

3.2 在发芽过程中,小麦和大麦的淀粉酶活力(α -淀粉酶活力和 β -淀粉酶活力)、植酸酶活力和氧化还原酶活力(过氧化物酶活力和多酚氧化酶活力)在发芽第 4 天出现酶活最大值,发芽第 5 天(即发芽最后一天)均有下降趋势。

3.3 小麦和大麦的成熟麦粒中含有 β -淀粉酶、植酸酶和多酚氧化酶的酶原;而不含或者含有很少的 α -淀粉酶的酶原和过氧化物酶的酶原。

参考文献:

- [1] Bamforth C W. Barley beta-glucans, their role in malting and brewing[J]. *Brewing Digest*, 1982, 57: 22-27.
- [2] Georg Kraemer J E, Mundstock E C, Cavalli Molina. Developmental expression of amylases during barley malting[J]. *Journal of Cereal Science*, 2001, 33(3): 279-288.
- [3] Autio K, Simoinen T, Suortti T, et al. Structural and enzymic changes in germinated barley and rye[J]. *Journal of the Institute of Brewing*, 2001, 107(1): 19-25.
- [4] 张春玲, 赵长新, 董亮. 关于添加金属离子对国产大麦芽酶系活力影响的研究[J]. *食品科学*, 2006, 27(11): 195-198.
- [5] 赤堀四郎. 酵素研究法[M]. 东京: 朝仓书局, 1963. 108.
- [6] 日本酱油研究所. 酱油实验法[M]. 东京: 日本酱油研究所, 1987. 290-292.
- [7] 郭建华, 赵长新, 孙丽华等. 大麦萌发时植酸酶酶学特性及形成机理的初步研究[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2006, 1(27): 15-17.
- [8] 刘军, 陆健. 大麦和麦芽中的过氧化物酶[J]. *酿酒*, 2005, 2(32): 40-42.
- [9] 朱广廉, 钟海文和张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990. 37-40.
- [10] 管敦义. 啤酒工业手册(修订版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- [11] 郭建华, 赵长新, 董亮等. 植酸酶和无机磷的相关性以及与大麦芽发芽之间关系的初步研究[J]. *作物杂志*, 2006, (1): 70-72.

(上接第 19 页)

以碎米作原料,采用小酒垆按最佳酿造工艺酿造小曲白酒,从江南酒厂推广应用的效果来看,在不增加成本、不改变工艺流程的情况下,发挥了资源优势,降低了白酒生产成本,提高了设备利用率,经济效益更可观。

参考文献:

- [11] 刘英, 陈运中. 碎米综合利用新途径[J]. *粮食与油脂*, 2002, (3): 38-39.

- [2] GB/T 10345-2007, 白酒分析方法[S].
- [3] 何国庆. 食品发酵与酿造工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001. 143-145.
- [4] 张良, 蒙兆强, 李灵彦, 等. 温度与白酒酿造函数关系之浅析[J]. *酿酒科技*, 2008, (3): 48-50.
- [5] 朱新茹. 白酒中总酯的测定[J]. *安徽科技*, 2000, (5): 40-41.
- [6] 赵志华, 岳田利, 王燕妮, 等. 酿酒活性干酵母 AADY 的研究[J]. *中国酿造*, 2006, (11): 1-4.