

味精生产中陈粮大米糖化工艺的研究

赵克勤¹, 蒋民权¹, 邹祖然², 刘国平²

(1. 湖南机电职业技术学院生物化工系, 湖南津市 415400;

2. 湖南晶鑫味精有限责任公司, 湖南津市 415400)

摘要:研究了液化温度和时间、糖化温度和时间、酶用量、pH 和底物浓度在糖化过程中对糖化质量和 DE 值的影响, 确定了陈粮大米糖化工艺的最适条件为: 液化 pH5.8~6.0, α -淀粉酶 10~12U/g 干物质, 105~108℃ 维持 5~8min, 闪冷到 95~97℃, 保持 90~120min; 糖化 pH4.2~4.4, 糖化酶 100~120U/g 干物质, 温度 60±2℃, 时间 28~32h。

关键词:陈粮大米, 液化, 糖化, 工艺条件

Abstract: The paper studies the factors influencing saccharification of stale rice and on DE value including liquefaction temperature and duration, saccharification temperature and duration, enzyme dosage, pH value, and substrate concentration. An optimum process is proposed in the paper for stale rice saccharification: for liquefaction process, pH at 5.8~6.0, α -amylase dosage of 10~12U/g dry matter, temperature at 105~108℃ for 5~8min before a flash-cool to 95~97℃ for 90~120min; for saccharification process, pH at 4.2~4.4, saccharifying enzyme dosage of 100~120U/g dry matter, temperature at 60±2℃ for 28~32h.

Key words: stale rice; liquefaction; saccharification; process conditions

中图分类号: TS264.2/3 文献标识码: B
文章编号: 1002-0306(2005)09-0108-03

陈粮是指贮藏期在三年以内的转库粮。与陈化粮不同的是, 国家对陈粮的使用并未做出明确的规定, 而作为味精生产的原料与直接食用的粮食在质量要求上存在着一定的差别。同新米相比, 陈粮在外观上颜色较深, 并有少部分黄米; 在组成成分上, 水分含量低(2%~3%), 淀粉含量低(1%~2%), 并且蛋白质变形严重。本研究采用陈粮大米糖化, 使液化、糖化便于控制, 糖化液可直接用于中糖发酵或高糖流加发酵。

1 材料与方法

收稿日期: 2005-01-31

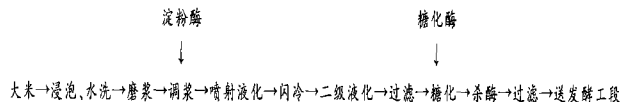
作者简介: 赵克勤(1963-), 男, 副教授, 主要从事食品与发酵的教学和科研工作。

1.1 材料与设备

早米 市售, 湖南产; α -淀粉酶 20000U/mL, 无锡杰能科生物工程有限公司; 糖化酶 100000U/mL, 湖南津市市新型发酵厂; NaOH、Na₂CO₃、CaCl₂、浓 HCl 均为食用级。

喷射器 SLJ 型, 华南理工大学。

1.2 工艺流程



1.3 操作要点

1.3.1 调浆 大米需换水 4 次进行浸泡。在配料罐内, 根据生产用途, 准确调节粉浆浓度, Na₂CO₃ 调 pH5.8~6.0, 充分搅拌后加入耐高温淀粉酶 10~12U/g 干物质, 并继续搅拌。

1.3.2 喷射液化 蒸汽压力 0.3~0.5MPa, 喷射温度 105~108℃, 维持 5~8min, 闪冷到 95~97℃; 保温 90~120min, DE 值达 12%~15%, 碘液检验呈棕红色。

1.3.3 过滤 大米中的蛋白质含量约为 8%, 必须从液化液中尽可能地分离除去, 否则, 会影响液化液和糖化液的过滤速度、色泽和透光率。影响后段发酵及等电提取。

1.3.4 糖化 温度 60±2℃, 浓 HCl 调 pH4.2~4.4, 充分搅拌后加入糖化酶 100~120U/g 干物质, 糖化时间 28~32h, DE 值达 95%~98%, 酒精检测无糊精。

1.3.5 杀酶 NaOH 调 pH5.4~5.6, 80℃ 15min 杀酶, 进一步促进蛋白质凝聚, 并使糖化液质量保持稳定。

1.3.6 过滤 杀酶后的糖液降温至 70℃ 开始压滤, 继续分离糖液中的蛋白质, 保证糖液的质量以供发酵使用。过滤结束时的温度应不低于 60℃。

1.4 测定方法

碘液检验 碘 1g 加碘化钾 2g, 用蒸馏水定容到 300mL; **酒精检验** 无水乙醇; **还原糖测定** 斐林氏法; **总糖测定** 折光法; **DE 值测定** 阿贝折光仪测

固形物,斐林氏法测还原糖,DE 值=还原糖/总糖;透光率 721 分光光度计在 420nm 下测定。

2 结果与讨论

2.1 液化温度对液化质量的影响

要使淀粉液化,理论上需要采用 130℃的高温作用,但高温既消耗大量能源,还会破坏部分糖类。实际上当喷射温度高于 110℃时,蛋白质的结构开始破坏,因而会降低酶的活性,若喷射温度低于 105℃时,淀粉与脂质体形成的复合物不能被破坏,从而也不能被酶所分解,造成糖化终了时碘试会显示有淀粉或糊精残留。耐高温淀粉酶在 100℃以下失活较少,二级液化的温度必须高于 95℃,其目的是使淀粉完全液化、水解,并充分发挥淀粉酶的活性,为糖化提供高质量的底物。为了保证液化和酶活力的稳定,陈粮大米的喷射温度略高于新米,以 105~108℃为好,喷射过程中必须保持进汽和进料之间的平衡,防止蒸汽压力波动或蒸汽供应不足而出现夹带生淀粉的现象,影响液化质量和最终糖化效果。

2.2 液化温度和时间对 DE 值的影响

粉浆如果不经高温停留而直接进入保温罐,即使 DE 值、过滤速度均达到工艺要求,但最终糖化液的收率仍会降低。粉浆在高温下停留的时间过长,淀粉酶活力损失太大,会影响淀粉的最终液化效果。在喷射温度 105~108℃下、维持 5~8min、闪冷到 95~97℃、液化时间在 90~120min 时,DE 值为 12%~15%,见图 1。液化时间不能太短,不能依赖增加用酶量来缩短液化时间,否则即使液化液 DE 值已达到要求,液化液仍会发生凝沉现象,影响后道糖化效果^[1]。液化液 DE 值过低,会增加液化液的粘度,不仅降低过滤速度,还会因液化不完全的大分子糊精带入糖化过程,直接影响糖化质量。若 DE 值过高,糖化终了时糖化液中的麦芽糖等小分子物质的量增加,不仅导致淀粉转化率降低,而且使糖化终了时的糖化液粘度增大,过滤速度减慢。DE 值过高,不利于糖化酶生成络合结构,影响催化效率,糖化液的最终 DE 值

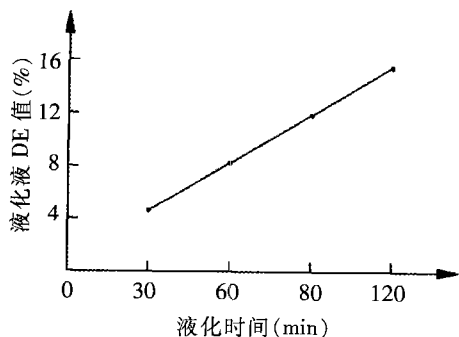


图 1 液化时间对 DE 值的影响

注:大米粉浆 11°Be', pH6.0, α-淀粉酶 10U/g 干物质, 温度 95~97℃。

较低^[2]。

2.3 pH 对液化质量的影响

底物 pH 过高或过低均不利于干物质的液化, pH 低于 6.0 时,耐高温淀粉酶的反应速率及稳定性开始降低,当 pH 小于 5.5 时,淀粉酶的活力会受到较多的破坏;当 pH 大于 6.0 时,会产生龙胆二糖,是非发酵糖,不能被糖化酶分解,因而影响葡萄糖的产率。同时,龙胆二糖也是味精发酵的抑制剂,特别是在发酵后期显得非常明显。pH 高于 6.5,液化时会产生颜色及副产品,如 pH 大于 7.0,虽然对淀粉酶的活力无明显破坏,但液化液的色泽明显加深。同时, pH 升高,DE 值也随之升高,维持时间越长,DE 值越高。液化 DE 值过高,会影响葡萄糖的糖化 DE 值,使糖化终了时葡萄糖 DE 值偏低。但液化 DE 值太低,造成液化不完全,会影响过滤速度和质量。实际生产中,液化时的 pH 控制在 5.8~6.0。

2.4 底物浓度对液化质量的影响

底物浓度过低,不利于提高设备效率。但底物浓度太高,物料处理量增大,必须要有足够的蒸汽供应,以保证底物能迅速升温,使淀粉分子的糊化和液化能在瞬间同步进行,使料液粘度迅速下降。在蒸汽压力和蒸汽供应稳定的情况下,当底物浓度过高时,可适当减小进料量或延长高温维持时间,但维持时间不能超过 9min。底物浓度过大时,液化完成不完全,容易造成粘度过大,使底物混合不均匀,液化难于控制。在生产中,当大米粉浆浓度达到 20°Be' 时,必需要求粉浆过 60 目筛,蒸汽无波动,蒸汽压力在 0.4MPa 以上,否则,操作就很难控制。

2.5 糖化温度和时间对 DE 值的影响

糖化温度过低时,糖化时间加长,糖化底物不彻底,并有糊精存在。当糖化温度低于 55℃时,容易造成杂菌污染、乳酸菌繁殖,糖化转化率偏低。糖化温度过高,易造成糖化酶失活并产生其它副产物。在糖化温度为 60±1℃时,经 28~30h 糖化,DE 值在 95%~98%。如果糖化时间过长,有可能因葡萄糖的复合反应或逆反应产生异麦芽糖、麦芽糖、黑曲多糖、曲二糖、异麦芽三糖、潘糖等非发酵性糖,并使葡萄糖纯度下降。

2.6 pH 对糖化质量的影响

糖化时的 pH 为 4.0~4.5,在此范围外,糖化酶活力降低,糖化时间延长,DE 值上升缓慢。实际生产中, pH 控制在 4.2~4.4。杀酶时的 pH 在 5.4~5.8 时,蛋白质的凝聚较好,过滤速度快,糖化液颜色浅,透光率高。实际生产中, pH 控制在 5.4~5.6。

2.7 底物浓度对糖化质量的影响

合适的底物浓度要根据原料、产品质量和用途、糖化时间和设备情况等多种因素综合考虑,见表 1。

表1 底物浓度对糖化质量的影响

底物浓度(°Be°)	糖化液浓度(°Be°)	葡萄糖含量(%)	糖化转化率(%)	DE值(%)	透光率(%)	糖化液用途
8	5~6	14~15	98.3	97~98.6	91~95	上罐
10~11	7~8	18~20	97.6	97~98.3	91~93	上罐
15	10.5~11	27~28	96.5	97~98	90~92	流加或中糖发酵
18	11~12	32~34	95~96	96~97	88~91	流加

底物浓度越低,糖化时的DE值越大,糖化转化率越高,有利于提高产率;但底物浓度太低,葡萄糖的含量也低,不利于谷氨酸的发酵。底物浓度越高,酶用量越大,在糖化时间越长时,葡萄糖的复合反应或逆反应越严重,最终导致糖化液DE值下降和糖化转化率降低。

2.8 加酶量对糖化DE值的影响

加酶量与糖化时间密切相关,见图2,糖化酶用量在100~150U/g干物质时,糖化时间28~32h,DE值达95%~98%。可以看出,加酶量越高,糖化时间越短,增加糖化酶用量可使糖化液DE值在糖化初期上升速度增加,但在糖化后期这种趋势就相互接近。加酶量过多,可以缩短糖化时间,增加设备效率,但成本增加,而且葡萄糖的缩合反应或逆反应会导致产率下降;加酶量过少,糖化时间过长,产率提高而产量却降低了。糖化时间太短,糖化反应不完全。应充分利用糖化罐的容量,尽量延长糖化时间,减少糖化酶用量。这样,糖化液DE值最高,酶成本最低,糖液中酶蛋白最少^[3]。

3 结论

在以陈粮大米为原料生产味精时,采用双酶法糖化,可根据糖化液的不同用途,调节底物浓度,糖化液的DE值为95%~98%,糖化收率为95%~98%,可以满足后期的谷氨酸发酵。虽然与新米相比还有

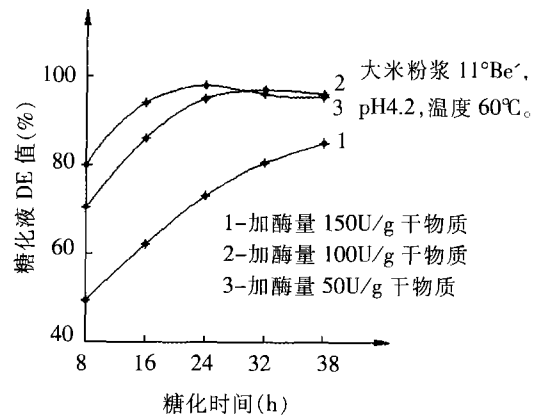


图2 酶用量对糖化DE值的影响

一定的差距,但陈粮的价格仅为新米的65%,具有很高的经济效益。

参考文献:

- [1] 姜锡瑞,段钢编著.新编酶制剂实用技术手册[M].北京:中国轻工业出版社,2002.102.
- [2] 张力田编著.淀粉糖(修订版)[M].北京:中国轻工业出版社,1998.144.
- [3] 尤新主编.淀粉糖品生产与应用手册[M].北京:中国轻工业出版社,1997.95.

(上接第107页)

参考文献:

- [1] Teruo Nakakuki, Oligosaccharides. Production, Properties, and Applications[M]. Gordon and Breach Science Publishers, 1993.25~26.
- [2] 黎洪珊,王培玉.β-环糊精衍生物的研究进展及其在药剂学上的应用[J].中国药学杂志,1999(4):2~10.
- [3] Sakano Y, Sano M, Kobayashi T. Preparation and enzymatic hydrolysis of maltosyl-α-cyclodextrin[J]. Agriculture Biological Chemistry, 1985, 49:3391~3398.
- [4] Hizukiri S, Kawano S, Abe J, et al. Production of branched cyclomaltooctaose through the reverse action of Klebsiella aerogenes pullulanase[J]. Biotechnology Application Biochemistry, 1989(11):60~73.
- [5] Shiraishi T, Kusano S, Tsumuraya Y, et al. Synthesis of maltosyl (α1-6)cyclodextrins the reverse reaction of

- thermostable Bacillus acidopullulyticus pullulanase [J]. Agriculture Biological Chemistry, 1989, 153:2181~2188.
- [6] Abe J, Mizowaki N, Hizukuri S, et al. Synthesis of branched cyclomalto-oligosaccharides using Pseudomonas isoamylase[J]. Carbohydrate Research, 1986, 154:81~92.
- [7] Kitahata S, Yoshimura Y, Okada S, et al. Formation of 6-O-α-maltosylcyclomaltooligosaccharides from α-maltosyl fluoride and cyclomaltooligosaccharides by pullulanase [J]. Carbohydrate Research, 1987, 159:303~313.
- [8] 北京大学生物系生物化学教研室编.生物化学实验指导[M].北京:人民教育出版社,1979.36~39.
- [9] 陈驹声主编.酶制剂生产技术[M].北京:化学工业出版社, 1994.288~292.
- [10] Sakano Y, Sano M, Kobayashi T. Preparation and Enzymatic hydrolysis of maltosyl-α-cyclodextrin[J]. Agriculture Biology Chemical, 1985, 49(12):3391~3398.