

使用挤压膨化原料时酒精发酵中酿酒酵母的变化规律探讨

叶向库¹ 申德超²

1(烟台大学化学生物理工学院,烟台,264005) 2(东北农业大学工程学院,哈尔滨,150030)

摘要 通过试验选取挤压膨化工艺参数组合为:挤压机模孔直径 $\Phi=11\text{mm}$,套筒温度 $T=170^\circ\text{C}$,脱胚玉米含水量 $W=13\%$,螺杆转速 160r/min 。在此参数下获得的物料,与未膨化样品对比,酿酒酵母在膨化物料中酵母数最高值可由 $1.68\times 10^8/\text{mL}$ 升至 $2.67\times 10^8/\text{mL}$ 。酵母增代时间可由 16.03h 缩短至 13.36h 。添加营养盐尿素和 KH_2PO_4 后此种效果更加明显,这种处理有可能使发酵时间缩短。

关键词 挤压膨化,酒精发酵,酵母生长曲线

挤压膨化技术 20 世纪 30 年代后期被应用于食品行业,在 60 年代人们将单螺杆挤压机首次应用于工业化食品生产,并扩大到酿造行业,如黄酒、食醋、白酒、酱油、啤酒、酒精等发酵产品的制造中^[1~4]。

采用挤压膨化技术代替生产酒精过程中的蒸煮液化过程,一方面可以节约大量蒸气,降低能耗,减少厂房和蒸煮设备的投资费用;另一方面由于膨化处理后的玉米几乎完全糊化,并有部分降解,达到了液化的要求,还可以节省全部液化酶;再次,可避免蒸煮过程中可发酵性物质的损失^[9],并对发酵过程有一定影响,因此还具有提高淀粉利用率,缩短发酵生产周期的可能性。文中旨在对挤压膨化技术在酒精行业中的应用进行基础研究,以期给挤压膨化技术应用于酒精生产提供理论参考。

1 试验材料与分析方法

1.1 试验材料及设备

市售脱胚玉米(水分含量 13.15% ,淀粉 68.54% ,蛋白质 9.48% ,脂肪 1.85%)。

东北农业大学工程学院食品机械实验室自制单螺杆挤压机:螺杆由套在主轴上的三节变螺距螺杆组成,套筒为 4 节,后 3 节套筒温度为 $0\sim 300^\circ\text{C}$,连续可调,配有数显仪表、闭环自控系统,螺杆转速为 $0\sim 1\,200\text{r/min}$ 无级可调。

挤压机模孔的孔径有级可调。

1.2 分析方法

水分测定:GB8304—1987。

还原糖测定:直接滴定法^[5]。

酵母数的测定:血球计数法。

2 试验设计与内容

2.1 挤压系统参数的选定

根据以前的研究报道^[6~8],选择 4 个因素作为挤压工艺参数研究的对象,并在实际试验的基础上,选定较优的系统参数组合:挤压机模孔直径 11mm ,套筒温度 170°C ,脱胚玉米含水量 13% ,螺杆转速 160r/min 。

2.2 酵母数的观察

在选定的挤压系统参数下获得的物料中添加糖化酶 140IU/g (原料)^[9], 60°C 糖化 30min 得糖化醪液,向其中添加 0.1% 的酿酒干酵母^[10](湖北安琪酵母股份有限公司生产),于 30°C 发酵,观察酵母在醪液中的生长繁殖情况,以酵母数来进行评价,最终绘制对数生长曲线。

3 结果与讨论

3.1 酵母在膨化样品中生长曲线的变化

通过血球计数法测得酵母数如表 1 和表 2 所示。

第一作者:硕士,讲师。

收稿时间:2004-04-05,改回时间:2004-05-31

表 1 对照样酵母数随时间的变化

时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_0$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_0$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_0$
2	3.5	17.371	16.33	14.9	18.819	34	12.9	18.675
5	7.4	18.119	17.58	15.2	18.839	37	11	18.516
7.17	8.1	18.23	19.5	15	18.826	40	2.6	17.074
9	9.2	18.337	21.17	15.4	18.852	44.13	2.5	17.034
10.5	9.7	18.39	22.83	16.8	18.939	45.8	2.4	16.993
12.5	12.5	18.644	24.67	13.6	18.728			
14.42	15	18.826	25.92	13.7	18.735			

表 2 膨化样酵母数随时间的变化

时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_1$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_1$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_1$
3.25	4.8	17.687	17.3	20	19.114	35	15.3	18.846
6	7.2	18.092	18.47	19.5	19.088	38	4.1	17.529
8	11.8	18.586	20.67	21.4	19.181	40.73	4.2	17.553
9.67	12.8	18.667	21.92	23.5	19.275	44.73	2.4	16.993
11.33	12.2	18.619	23.75	26.7	19.403	46.42	2.8	17.148
13.42	14.9	18.819	25.5	24.9	19.333			
15.13	19.6	19.094	26.67	23.4	19.271			

用酵母数的自然对数与时间作图,如图 1 和图 2 所示。

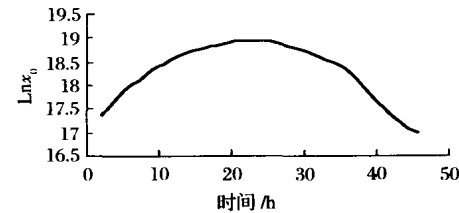


图 1 对照样酵母生长曲线

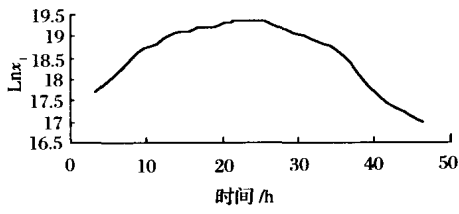


图 2 膨化样酵母生长曲线

酵母的生长繁殖速度可分为 4 个阶段,即缓慢期、对数生长期、稳定生长期和衰亡期。膨化脱胚玉米中酵母数最高值为 $26.7 \times 10^7/\text{mL}$,而未膨化脱胚玉米中酵母数最高值为 $16.8 \times 10^7/\text{mL}$ 。膨化物料中酵母数明显高于未膨化物料,这对发酵是有利的,可以缩短发酵时间。另外,从酵母对数生长期(根据图 1 和图 2 中曲线定为第 4~12 次观察范围)的增代时间 $G^{[11]}$

也可以得出相同结论。酵母增代时间 G 的计算如下:

$$G_{\text{膨}} = \frac{t_1 - t_0}{3.3 \lg \frac{y}{x}} = \frac{23.75 - 9.67}{3.3 \lg \frac{26.7 \times 10^7}{12.8 \times 10^7}} = 13.36(\text{h})$$
$$G_{\text{未膨}} = \frac{t_1 - t_0}{3.3 \lg \frac{y}{x}} = \frac{22.83 - 9}{3.3 \lg \frac{16.8 \times 10^7}{9.2 \times 10^7}} = 16.03(\text{h})$$

其中 t_0 —初始时间(h); t_1 —终止时间(h); x — t_0 时酵母数(个/mL); y — t_1 时酵母数(个/mL); G —酵母每增加 1 代的时间(h)。

在一定时间内酵母繁殖愈快 G 愈小,由上式计算结果可知,膨化物料中酵母数每增加 1 倍需要 13.36 h,而未膨化物料需 16.03 h。由此可见,膨化物料中酵母繁殖速度明显加快,并且酵母数从 10 h 后维持在较高水平的时间也较长。采用挤压膨化物料缩短了实际生产中进入主发酵期的时间,延长了醪液在酵母发酵高峰期的持续时间,因此可以使生产周期缩短。

3.2 添加尿素和 KH_2PO_4 对酵母生长曲线的影响

尿素和 KH_2PO_4 为酵母繁殖提供氮源和磷源,同时钾盐还是酵母增殖的刺激剂,添加后酵母的生长繁殖情况如表 3 和表 4 所示。

表 3 添加营养盐后对照样酵母数随时间的变化

时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_0$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_0$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_0$
1.83	6.3	17.959	16.25	26.2	19.384	28.42	11.5	18.56
4.33	11.2	18.534	18.25	27.7	19.439	30.37	9.5	18.369
7.25	14.4	18.785	20.33	30.7	19.542	32.67	8.7	18.281
9.08	14.7	18.806	22	22.6	19.236	33.5	9.3	18.348
10.83	16	18.891	24.13	17.5	18.98	41.83	6.7	18.02
13.5	19.1	19.068	26.1	14	18.757			

表 4 添加营养盐后膨化样酵母数随时间的变化

时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_1$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_1$	时间/h	酵母数 $\times 10^{-7}/\text{mL}^{-1}$	$\text{Ln}x_1$
2.5	6.8	18.035	17	27.7	19.439	28.933	22.3	19.223
5.083	11.3	18.543	18.917	29.2	19.492	30.933	19.1	19.068
8.167	12.2	18.619	20.917	32.1	19.587	33.25	17.1	18.957
9.833	14	18.757	22.583	32.3	19.593	42.583	4.2	17.553
11.5	23.5	19.275	24.917	29.5	19.502			
14.25	25	19.337	26.667	25.2	19.345			

以添加营养盐后酵母数的自然对数与时间作图,如图 3 和图 4 所示。

4 结 论

- (1) 物料经膨化处理有利于酵母在其中的生长繁殖,在较短时间内达到稳定期,并且稳定期时间延长,有可能使发酵周期缩短。
- (2) 添加营养盐以后,酵母在醪液中的繁殖速度明显加快,酵母数明显增高;膨化样酵母数仍高于未膨样,同时稳定期时间延长,添加营养盐后有可能进一步缩短发酵周期。

参 考 文 献

1 杨铭铎.谷物膨化机理的研究[J].食品与发酵工业,1988(4):7~16

2 张裕中.食品挤压加工技术与应用[M].北京:中国轻工业出版社,1998

3 申德超.膨化玉米作啤酒辅料的可行性试验研究[J].农业工程学报,1996(3):196~198

4 孙福来.玉米挤压膨化酒精发酵的研究[J].江苏农学院学报,1997(3):68~72

5 《食品分析》编写组编.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,1990

6 申德超.膨化带胚玉米作啤酒辅料的试验研究[J].农业工程学报,1999(2):202~207

7 张魁学.挤压膨化机模孔参数的试验研究[J].农业工程学报,1995(3):167~172

8 朱 曾.单螺杆挤压机对农产品加工因素的优化

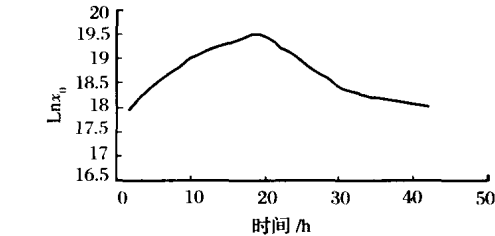


图 3 添加营养盐后对照样酵母生长曲线

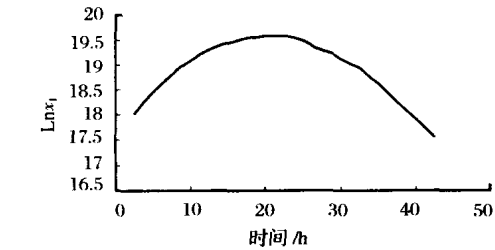


图 4 添加营养盐后膨化样酵母生长曲线

从图 3 和图 4 可以看出,添加营养盐以后,未膨样与膨化样的初期酵母增殖情况相似;但在酵母数达到最高峰以后,膨化样下降得比较迟缓,酵母维持在较高水平将近 20h,而未膨样却只有 15 h;同时也可以看出,在同一时间内膨化样的酵母水平明显高于未膨化样;与图 1 和图 2 相比,加入营养盐以后,酵母数明显增高。这些都有利于加快发酵速度,缩短发酵周期。

- [J]. 农业工程学报, 1995(3): 162~166
- 1992(3): 74~78
- 9 章克昌. 酒精与蒸馏酒工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998
- 11 胡希荣. 食品微生物学[M]. 哈尔滨: 东北农业大学, 1990
- 10 陈远才. 酒精活性干酵母的应用[J]. 酿酒科技,

The Study on the Growth of Yeast in the Ethanol Extrusion

Ye Xiangku¹ Shen Dechao²

1(Technology College of Chemistry and Biology, Yantai University, Yantai, 264005)

2(Engineering College of Northeast Agriculture University, Harbin, 150030)

ABSTRACT Optimum parameters of extruder were obtained from the experiments. That is, diameter of die nozzle $\Phi = 11\text{mm}$, extrusion temperature $T = 170^\circ\text{C}$, moisture of material $W = 13\%$, speed of screw $n = 160\text{r/min}$. The number of yeast in the extrudate increased from 1.68×10^8 个/mL to 2.67×10^8 个/mL while the time was shortened from 16.03 h to 13.36h. The difference became more obvious when potassium dihydrogen phosphate and urea were added. The fermentation time was also further shortened with the new process.

Key words extrusion, alcohol fermentation, growth curve of yeast

日本用橄榄炼油废液开发功能饮料

日本一家公司利用橄榄炼油后的废弃液研制开发出清凉饮品。目前, 该产品已经正式销售。

橄榄炼油后的废弃液占橄榄果实重量的 6%, 此前在食品制造方面没有任何利用价值, 一般还原给种植园。这种新的研制方法是由东洋橄榄株式会社和香川县产业技术中心发酵食品研究所共同探索出来的。

橄榄果实和果汁内含有多种酚成分, 可以抑制一种引发胃、十二指肠溃疡的病菌的危害。2004 年 3 月, 日本农业化学会发表通告指出, 橄榄饮料是含有功能成分的产品, 其开发成功开创了该领域的先河。

日本近日推出 9 款具有食疗作用的新型饮料

蕺菜饮料。一种有解热、除毒作用以及对扁桃腺炎、急性肠炎和婴幼儿发热有治疗作用的凉茶饮料, 它由天然温泉水、蕺菜、一种紫苏科草本植物“乌薄戈萨斯帕克”、薄荷、蜂蜜、蔗糖、安息香酸钠、柠檬酸及焦糖色素等原料, 经调制加工后制成。

莲花饮料。该饮料使用莲花、山楂、吉野英花树根、土常山、菊花、冬虫夏草等 17 种草药原料。制法是将煎汁制成浓缩提取物, 然后添加糖、蜂蜜和柠檬酸、水。该饮料具有解热、抑制脱水、促进血液循环、提高人体免疫力的功能。

防龋冰乳。呈胶体溶液状的该冰牛乳饮料是由牛乳、鲜乳油的活性多肽、钙强化剂、预防龋齿成分、风味剂、乳化剂、稳定剂及溶剂等组成。该乳饮料特点是含有丰富的营养物质, 能补充微量元素钙和铁, 而且还有保护牙齿、防龋齿的功效。

褪黑素牛乳制品。以褪黑素及葛根提取物混合了含维生素和矿物元素的乳粉(豆乳粉)或乳液(豆乳溶液)经调配加工处理制成。具有提高人体免疫力、催眠、预防心血管疾病、保护肝脏等保健功能。

保健药茶。由中草药材与茶 2 种原料组成。含高丽人参、美国西洋参、桔梗科植物、紫云英、甘草及其他 44 种药材; 茶包括红茶、绿茶和茉莉茶。茶通过蒸汽处理使之加湿后, 将上述各味中药材磨成粉末后喷洒在加湿的茶叶表面, 吸附后干燥, 装袋制成产品。

芦荟“办拉”乳油液。用非洲产芦荟和“办拉”(音)的叶肉、柠檬酸与矿泉水等原料加工制成。该饮料有美容、改善便秘、延缓衰老作用。

藻类饮品。由美国俄勒冈州产的兰绿藻和螺旋藻、印第安黑醋栗、印度草莓等材料加工而成。具有调节免疫、抗病毒活性。

绿豆饮料。由绿豆、蔗糖、防腐剂、柠檬酸、香精、水等调制而成。具有透明的外观, 有爽口的风味及解热、解毒的保健功能。

降血压冲调粉。由鸡蛋、核桃及粗麦等配制而成, 适宜高血压人群辅助治疗。