

糖蜜在发酵工业中的用途

王德耀

(黑龙江省轻工业研究所, 哈尔滨)

糖蜜是制糖工业的一种副产品, 其一般组成如表 1 所示^[1]。

目前, 随着制糖工业的不断发展, 世界各国糖蜜产量明显增长。1976—1977 年间世界糖蜜产量约为三千万吨, 比 1975—1976 年间增加 7% 左右。与此同时, 糖蜜在工业上的消费量也有很大增加, 主要用于酒精、酵母、柠檬酸、氨基酸、抗菌素、醋和饲料等生产, 尤以用于饲料生产的比重为大。在过去的 25 年间, 美国用于饲料生产的糖蜜增加了 6 倍^[2]。日本在 1964 年使用糖蜜不足 50 万吨, 至 1967 年增至 94 万多吨, 主要用于制造酒精、酵母、赖氨酸、饲料等方面^[3]。糖蜜的用途正在越来越引起人们的重视, 有人从不同角度就糖蜜的利用问题作过评述^[4,5]。最近, M. J. Kort 所著《糖和糖厂副产品的工业利用》一书收集了近年来世界各有关文献 1500 多篇, 简单扼要地介绍了本领域的发展、科研成果、研究课题、工业生产等情况, 有一定的参考

用微生物发酵制取的一系列工业产品归纳于表 2。

表 2 微生物发酵糖蜜所得产品一览表

微生物	糖蜜发酵产物	主要产物
酵母	厌氧发酵	
	$2C_2H_6O + 2CO_2^*$	乙醇
	$C_3H_8O_3 + C_2H_6O + CO_2^*$	甘油
	$C_4H_{10}O + C_3H_8O + 3CO_2 + 4H_2O^{**}$	丙酮、丁醇
	$C_4H_{10}O_2 + 2C_2H_6O + 4CO_2 + H_2^{**}$	丁二醇
细菌	$C_4H_8O_2 + 2CO_2 + H_2^*$	丁酸
	$2C_3H_8O_3^*$	乳酸
	$4C_3H_8O_2 + 2C_2H_4O_2 + 2CO_2 + 2H_2O^†$	丙酸
	好氧发酵	
	食用酵母 脂肪酵母 面包酵母 饲料酵母	无法作化学计算 酵母细胞物质
细菌	$2C_3H_8O_3 + 2C_2H_6O + 2CO_2 + 2H_2O^{**}$	二羟丙酮
	$2C_2H_4O_2 + 2CO_2 + 2H_2O^*$	醋酸
	$2C_6H_{12}O_7^{**}$	葡萄糖酸
	$2C_6H_{12}O_7^{**}$	葡萄糖酸
	$2C_6H_8O_7 + 4H_2O^{**}$	柠檬酸
霉菌	$C_4H_8O_4 + 2CO_2 + 4H_2O^*$	反丁烯二酸 (富马酸)
	$C_2H_2O_4 + 6H_2O^{**}$	草酸

* 一克分子己糖的发酵产物; ** 二克分子己糖的发酵产物;

† 三克分子己糖的发酵产物

表 1 甜菜糖蜜和甘蔗糖蜜的组成^[1]

成份	甜菜糖蜜%	甘蔗糖蜜%
干物质	78—85	78—85
总糖	48—58	50—58
碳	28—34	28—33
氮	0.2—2.8	0.08—0.5
磷 (P ₂ O ₅)	0.02—0.07	0.009—0.007
钙 (CaO)	0.15—0.7	0.15—0.8
镁 (MgO)	0.01—0.1	0.25—0.8
K ₂ O	2.2—4.5	0.8—2.2
SiO ₂	0.1—0.5	0.05—0.3
Al ₂ O ₃	0.005—0.06	0.01—0.04
Fe ₂ O ₃	0.001—0.02	3.5—7.5
灰份	4—8	3.5—7.5

价值^[6]。

糖蜜的利用可分为直接利用与发酵法利用两大类, 后者又分为厌氧发酵与好氧发酵。利

一、酵母发酵产品

糖蜜最初被用于制造酒精。在用糖蜜发酵制造酒精过程中, 除获取主产品酒精外, 还可以获得许多有价值的副产品 (详见图 1)。尽管近年来合成法制酒精大有压倒发酵法的趋势, 但由于各国资源情况不同以及食品卫生等因素, 糖蜜发酵制酒精今后仍将占一定比重。此外, 据有关报道^[7], 糖蜜发酵酒精废液添加于稻草等低质粗饲料中, 可提高饲料价值, 并可促进家畜对纤维素的消化。这主要是由于糖蜜酒精废液

中含有蛋白质、维生素以及动物生长所必须的无机微量元素。这不仅对消除公害有重要意义，而且为进一步发展饲料工业提供了有益启示。

除酒精外，糖蜜经酵母发酵还可制取蛋白质、脂肪以及从酵母提取各类医药品，如核酸、辅酶 A 等。

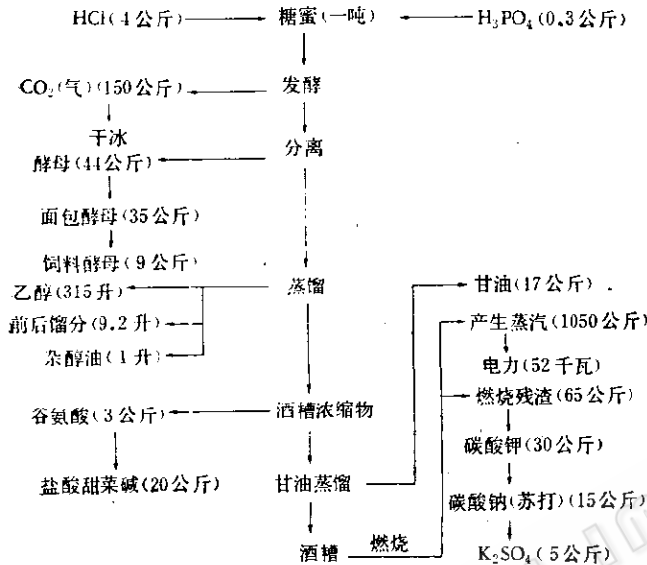


图1 糖蜜酒精发酵的主副产品

早在第二次世界大战中，英国在牙买加建立了以废糖蜜为原料生产酵母的工厂，年产量为 3000 吨。接着美国也开始生产。北欧各国这类酵母的年产量达一万二千吨。由于酵母增殖力强，产量高，营养价值大，是未来代用食物中最有希望的优良品种。

最近，日本学者提出了利用斯达氏脂肪酵母 (*Lipomyces staleyii*) 同时生产油脂和蛋白质的设想^[8]。这种酵母可利用糖蜜、淀粉工业废液等来培养，在碳源浓度高、氮源浓度低而供氧充足时，能大量积累油脂。但该研究仍处于试验阶段，有待进一步研究。

二、氨基酸发酵产品

用发酵法制取氨基酸已有几十年历史，最初原料都是粮食。随着研究的深入，已有不少工厂用廉价的糖蜜为原料生产氨基酸。

谷氨酸（其钠盐俗称“味精”）发酵，过去每

生产一吨味精耗粮 5 吨左右，目前国外利用糖蜜生产谷氨酸的产酸水平都在淀粉原料之上。糖蜜发酵谷氨酸中的重要因素之一是控制糖蜜中的过量生物素。日本涉川满等人^[9]曾就这方面作过大量研究，从而使糖蜜发酵制谷氨酸建立在可靠的理论基础上。我国许多地方也都先

后进行过糖蜜发酵制谷氨酸的研究，取得了一定成绩，有的已开始试产。

糖蜜是赖氨酸发酵的优良原料，据木下介绍^[10]，在工业生产中，以甘蔗糖蜜为原料，发酵中以流加氨水调节 pH，产率可达 50 克/升以上。

糖蜜发酵生产丙氨酸^[11]、缬氨酸^[12]、苏氨酸、蛋氨酸^[13]、异亮氨酸^[14]等其它氨基酸也均有报道，但其产量远小于前者。

三、有机酸发酵产品

糖蜜发酵生产柠檬酸已有悠久的历史。目前世界柠檬酸年产量约 21 万吨，其中美国最大的柠檬酸厂 Pfizer 公司年生产能力为 9 万多吨，即用糖蜜为原料。深层发酵 5—6 天，产酸率约 15%，转化

率 85% 左右。国内仅少数地区以糖蜜生产柠檬酸，多数仍以薯干为原料。

柠檬酸不仅是一种重要调味剂，而且在医药、化工、建筑、石油、国防等部门也都有重要用途。

糖蜜溶液经适当处理后还可发酵制取大量衣康酸。

据最近捷克研究者报道^[15]，糖蜜的乳酸发酵制品同酒糟、酶制剂及其它营养物混合可制得优质动物蛋白质添加剂，可代替鱼粉等。

四、糖蜜的其它用途

除上述以外，糖蜜还可用于生产抗菌素、酶制剂及维生素等，如红霉素^[16]、卡那霉素^[17]、四环素^[18]、蛋白酶^[19-21]、葡萄糖异构酶^[22]、维生素 B₁₂^[23]、肌醇^[24]等的生产。

糖蜜还有许多用途。例如在建材工业中，糖蜜经黑曲霉发酵后的生成物可用作混凝土的减

水剂,从而降低水与水泥的用量,提高构件强度^[25];在酿酒工业中,可生产传统的老姆酒^[26]以及在果酒生产中代替部分果汁^[27];在日用化学工业中,可廉价地发酵制取新型食用表面活性剂——果糖脂肪酸酯^[28]等。

参 考 文 献

- [1] Wolfgang Teuber, P. B.: *Seifen-Öle-Fette-Wachse*, 89 (26):910—913, 1963.
- [2] Vaughn, H. J. Jr.: *Sugar J.*, 36(2):49—50, 1973.
- [3] 日本《海外砂糖情报》1977年2月号,第48—50页。
- [4] Imrie, F. K. E.: *Process Biochem.*, 4(1):34—35, 1969.
- [5] Chatters, A. C. and B. M. Dutt: *Chemical Age of India*, 27(7):625—627, 1967.
- [6] Kort, M. J.: *The Industrial Utilisation of Sugar and Mill By-Products, A Literature Survey*, Duban, South Africa, 1975.
- [7] 龟高正夫,日野常男: *発酵と工業*, 35 (2):110—123, 1977.
- [8] 兔束保之: *化学と生物*, 11 (4):229—230, 1977.
- [9] Shibukawa, M.: *Agr. Biol. Chem.*, 32(5):641—645, 1968.
- [10] 木下祝郎: *発酵工業*, 新版,大日本図書,東京,1975, p. 132.
- [11] 中山 清: 日本公开特许, 昭 50—100388, 1975.
- [12] Popova, Zh. et al.: *C. A.*, 86: 15146b, 1977.
- [13] Viesture, Z. et al.: *C. A.*, 82: 28293q, 1975.
- [14] Inuzuka, K.: 日本公开特许, 昭 52—61290, 1977.
- [15] Hanula, P. et al.: *C. A.*, 12987, —12991r, 1972.
- [16] Osmen, H., A. Rasko and J. Balada: *Z. Ally. Mikrobiol.*, 8(5):429—435, 1968.
- [17] Abou-Zeid, A. A et al.: *Z. Bakteriell. Parasitenk. Infektionskr. Hyg. II*, 126(7):649—655, 1971.
- [18] Abou-Zeid, A. A. et al.: *Bangladesh. J. Biol. Agr. Sci.*, 1(10):1—10, 1972.
- [19] Battistoni, J.: *Ger. Offen.*, 1961515, 1971.
- [20] Battistoni, J.: *Ger. Offen.*, 1961516, 1971.
- [21] H. El-Saied et al.: *Process Biochem.*, 11(5): 42—45, 1976.
- [22] Shien, K. K.: US Patent, 3992262, 1976.
- [23] Abou-Zeid, A. A.: *Indian. J. Microbiol.* 15(3): 118—120, 1975.
- [24] Sugawara, M.: 日本公开特许, 昭 49—134292, 1974.
- [25] 滑東祥高、山口益都: *発酵協会誌*, 32 (1): 26—30, 1974.
- [26] Stefan, L.: *Lozar. Vinar*, 20(16):29—35, 1971.
- [27] Gitenshtein, B. M.: *C. A.*, 79:40900r, 1973.
- [28] Kiyama, H. et al.: *Ger. Offen.* 2440042, 1975.