

制酒工業科學研究 報告選集

食品工業部制酒工業管理局編

輕工業出版社

制酒工業科學研究報告選集
食品工業部制酒工業管理局編

*

輕工業出版社 出版
(北京市廣安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第099號

北京市印刷一廠 印刷
新華書店發行

*

850×1168公厘1/32・6 $\frac{2}{32}$ 印張・148,000字

1958年7月第1版

1958年7月北京第1次印刷

印數: 1—1,000 定價: (10) 1.18元

統一書號: 15049·223

制酒工業科學研究報告選集

食品工業部制酒工業管理局編

輕工業出版社

1958年·北京

目 录

高温酵母工厂試驗总结

……中国科学院菌种保藏委员会、国营市头糖厂酒精車間 (4)

淀粉酶釉微深層培养的生長条件試驗

……中国科学院菌种保藏委员会 (20)

液体釉法酒精發酵試驗

……华南工学院 余蔚英、陈連就、袁振远、高孔荣 (29)

糖蜜酒精連續發酵試驗

……华南工学院 余蔚英、陈連就、高孔荣、袁振远 (41)

广东产酒餅种及酒餅發酵菌类的研究

……华南工学院 陈連就 (55)

酒精工業中蒸餾廢糟利用的初步研究

……南京工学院食品系 檀耀輝、杜貴安 (72)

蔗渣和棉子壳水解法制造酒精和酵母試驗报告提綱

……食品工業部上海科学研究所
制酒局發酵科学研究所筹备处 (83)

国产酵母技术改进試驗报告提綱

……食品工業部上海科学研究所 (96)

应用液体釉代替麸釉制造酒精的研究报告(第一次)

……上海市第一輕工局研究室 (105)

配制白酒的初步經驗……河南省工業厅工矿研究所 (141)

用飲料酒精分制白酒的技术总结

……食品工業部四川糖酒工業科学研究所 (151)

麦芽制造研究工作报告 ……国营青島啤酒厂 (176)

提高产品质量和酒精分类專題研究报告

……国营天津酒精厂 (188)

高溫酵母工厂試驗總結

中国科学院菌种保藏委员会

国营市头糖厂酒精車間

引 言

广东位于亞热带，气温很高，夏季酒精發酵品温往往在 40°C 以上，有时高达 43°C ，市头糖厂酒精車間虽有簡單的冷却裝置，但夏季仍达 40°C 以上，酵母發酵力極受抑制，成績因此而下降，往往不得不以低濃度發酵，以減少热量来迁就，因此严重影响了酒精的生产率。有鑑于此，广东制糖工業公司* 于1954年初便与中国科学院菌种保藏委员会（简称菌保会）联系，希能以菌种變異的方法来解决此高温問題。菌保会乃以我們生产上原用的酵母“F₃₉₀”为对象，根据苏联偉大的生物学家米丘林的遺傳變異学說，对它进行高温馴养的培育。在方心芳教授亲自领导研究下，經過兩年多時間，终于在實驗室条件下获得成功。所育成的菌种——高温类型的酵母，不但能在 40°C 的高温正常發育，並且生殖率也提高了不少。在 40°C 發酵时，2119号酵母适应型与原始型相比較出酒率多11%，糖份利用率高8%；在 42°C 發酵，适应型較原始型强1倍多。为了更进一步从生产实际中来証实高温酵母的變異及解决我們長期所存在的高温問題，又在广东进行了現場試驗。試驗的結果是成功的，不仅將幫助我們解决高温發酵問題，而且这也說明了祖国在遺傳育种科学上的新成就已臻于国际水平之列，意义很大。

* 市头糖厂由广东制糖工業公司领导。

試驗目的

利用工厂的大規模生产实践，以試驗高温酵母經人工高温培育后而引起變異的生理机能，以进一步証实其在實驗室条件下試驗所得出的結論的正确性，並通过試驗以求摸索出其生理特性，供作今后应用到生产上去时技术条件改进的依据。

試驗經過

1. 試驗程序及日期試驗共分八次，均按現有生产流程大規模进行。每次試驗历时約 110 小时。每隔兩天接种一次。試驗是由 9 月 10 日 22 时試管接种开始起（第一試驗）至 9 月 27 日 8 时第八次試驗發酵膠成熟为止，全部時間共 19 天。在八次試驗中，除第四次有接錯种的怀疑而放棄不要外，其余的均有結果，並且都能反映出高温酵母的生理情况。

2. 化驗操作的統一：为了准确地反映試驗的結果，必須統一操作方法。針對酵母数目、細菌染色及出芽率等微生物檢查上誤差較大的情况，由科学院同志作示范操作表演，以資統一。

試驗方法

除發酵阶段不作分割而採取单独發酵方式並不洒冷水进行冷却外，其余照原生产方法。生产条件如下：

1. 高温酵母先从麴汁固体培养基移种于盛 20°Bx 的稀蜜的試管中，加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.06%，保持 40°C 繁殖一代（24 小时）后，才与生产酵母同时移种于 14°Bx 的麴汁中。

2. 小三角瓶的培养基是稀蜜与麴汁各半，大三角瓶以后全用稀蜜。

3. 試管培养基在 10 磅汽压下杀菌 30 分鐘，間歇三次。

4. 小三角瓶，大三角瓶在 15 磅汽压下杀菌 30 分鐘，濃

度約为 16°Bx 。

5. 卡氏罐通蒸汽 10 分鐘进行空罐杀菌，再接入酒母罐中之已杀菌的約 16°Bx 的稀蜜。

6. 酵母罐通蒸汽加热煮沸 40 分鐘进行杀菌，稀蜜濃度約为 16°Bx 。

7. 酒母桶、仅 1500 升杀菌方法与酒母罐同，其余 3000 升不杀菌。

8. 發酵桶中的稀蜜全部不杀菌，加 H_2SO_4 0.19%（重量%），硫酸 0.1% 不加磷酸石灰。

9. 营养料

純粹培养基	項 目	H_2SO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	磷酸氫二鉀
	試 管	0.05%	—	—
	小 三 角 瓶	0.1%	0.1%	0.1%
	大 三 角 瓶	0.1%	0.1%	0.1%

酒母阶段	項 目	蜜 量	H_2SO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	粗 磷 酸
	小 卡 氏 罐	20×2c.c.	0.1%	0.2%	0.1%
	酒 母 罐	500 升	0.15%	0.2%	0.1%
	酒 母、桶	1500 升	0.15%	0.2%	0.1%
		3000 升	0.2%	0.2%	0.1%
發酵桶	發 酵 桶	42000升	0.1%	0.1%	—

10. 在卡氏罐、酒母罐、酒母桶中均通入适量空气。

11. 酒母桶先盛 1500 升已杀菌的 16°Bx 稀蜜，接入 500 升酒母，濃度降至 $11\sim 12^{\circ}\text{Bx}$ ，才加添未杀菌的 16°Bx 稀蜜約 3000 升，降至 $11\sim 12^{\circ}\text{Bx}$ 时称为成熟酒母，放下發酵桶。

12. 發酵桶先盛入 3000 升酒母，然后加入 $19\sim 20^{\circ}\text{Bx}$ 的未杀菌稀蜜，进行發酵至濃度 14.5°Bx 才加滿至 42000 升。

13. 每次試驗均以高温酵母及生产酵母同时接种，以並列对照。

14. 第一和第三次試驗用“高 I” 高温酵母，其余均用“高 II”。

試驗結果

1. 高温發酵时酵母死亡率的降低

高温酵母在高温發酵阶段中的死亡率有極显著的降低，所謂死亡率，系指以亞甲基藍染色处理后而呈色者。酵母之死亡率是其能否耐高温的重要標誌。高温酵母与生产酵母在每一次試驗的每次測定中，其死亡率都很悬殊。温度越高死亡率随之越高，在發酵末期更甚（生产酵母在成熟期时的死亡率，每高至 10%），而高温酵母則否。

在广东的高气温下發酵，根据以往的經驗，夏季發酵成績之所以低落，主要原因是經過 40°C 以后，酵母便趋于衰老，温度再高便大部死亡，甚至發酵漸趋停止。虽然有时發現全部酵母死亡而醪液濃度尙有多少降低，这是由于醪液內尙有酒精發酵素繼續作用所致。假如酵母在高温下死亡率減至最低限度，則醪液中残余的酒分便繼續分解生成酒精，發酵率自然更高了。在高温下高温酵母死亡率有显著的降低，正是我們的理想要求，也就是它能耐得高温的具体表現。

表 1 高温酵母与生产酵母在高温發酵下死亡率之比較

試驗次數	2		3		6		7		8	
酵母菌別	高 I	生产	高 II	生产	高 II	生产	高 II	生产	高 II	生产
酵母菌死亡率，平均%	0.23	0.77	19.56	25.9	14.15	20.13	1.08	1.11	16.8	25.53
發酵阶段最高温度，°C	41.8	41.8	42.5	43.5	42	41.6	40	41.8	41.2	41.2

从上表可以看出，高温酵母的死亡率比生产酵母显著降低，因而可以肯定：所培育的酵母已向預計的方向起了变異，並成为适应高温的类型的酵母了。

註：“高 I”是編号为 2~117~40~1 的高温酵母的簡称，是在 pH 4.5 的条件下培育的。“高 II”是編号为 2~119~40~2 的高温酵母的簡称，是在 pH 5 的条件下培育的。“生产”是生产用酵母的簡称，即 F_{396} 酵母。

2. 低温情况下死亡率的降低

在低温即酒母阶段的 33°C 的培育情况下，高温酵母的死亡率都比生产酵母为低，减少一倍甚至一倍以上。

表 2 酵母培养阶段高温酵母与生产酵母死亡率之比較

試驗次数	1		2		3		4		7		8	
酵母菌	高Ⅰ生产		高Ⅱ生产		高Ⅱ生产		高Ⅱ生产		高Ⅱ生产		高Ⅱ生产	
酵母死亡率， 平均%	1.6	5.3	0.88	1.5	0.86	3.5	1.00	1.31	0.62	1.12	0.35	1.11

从上表可見，高温酵母不但在高温环境下死亡率降低，在低温的情况下也是显著降低，更足以証明高温酵母由于長期高温的培育下已起了根本的生理变化。低温下死亡率也低，这也可以說明它新陳代謝是旺盛的，因为 pH 小，則还原力强，酵母細胞染色的便少了。米丘林的遺傳變異学說指明，有机体生物特性的改变是通过新陳代謝类型的改变而进行的。

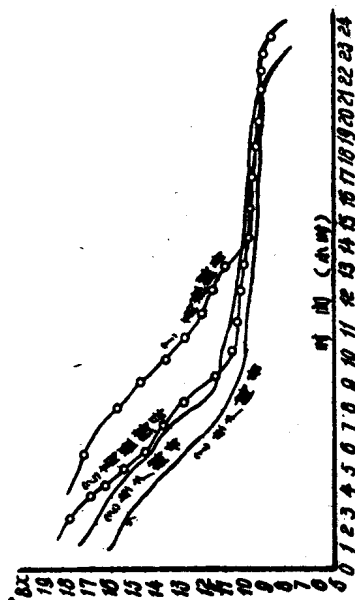
3. 后發酵期發酵力較強

高温酵母在發酵阶段中酵母是比生产酵母强健的，表现在其細胞呈飽滿状态。根据生产經驗，酵母呈瘦長形者多是衰老的象征，当然 F_{396} 本身也是有呈腊腸形的。在轉入發酵期高温下，生产酵母便大部呈瘦長形、空胞大的衰老状态；高温酵母虽亦有此現象，但衰老程度較小，空胞不大，細胞膜不厚，細胞飽滿。后發酵期，高温酵母膠液中的酵母数目下降趋势总是比較緩慢的，有时还有所增加，而生产酵母則下降甚速。下降的緩速程度足以証明酵母衰老的程度，酵母衰老时便漸趋下沉。我們採样是在發酵桶的中部採取的，在同等深度採样，总

表 3 高溫酵母与生产酵母發酵阶段中發酵的变化

試驗 次 数	1		2		6		7		8	
	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 I	生 产
主發酵期与成熟期 酵母数差值/°C.c.	+0.124	-0.273	+0.208	-0.063	+0.87	-0.048	-0.063	-0.110	+0.042	+0.062
發酵前濃度, °Bx	19.88	19.72	19.26	20.25	21.14	21.14	21.66	22.35	22.95	22.68
成熟期濃度, °Bx	7.65	8.03	9.2	9.38	9.73	9.73	9.82	10.2	10.17	10.22

表 4 高溫酵母与生产酵母發酵濃度下降比較曲线圖



的醪液容量不变，而醪液每毫升所含的酵母数减少，証明酵母是沉底了的。从主發酵期与成熟期酵母数的差額和从成熟醪液濃度来看，“表 3”“表 4”便可說明高温酵母的后發酵力是較生产酵母强的。

从表 3 可以看出，高温酵母在發酵成熟期的酵母数目，有的不但不比主發酵期减少，反而有所增多，这說明了它在后發酵期的生化活力是比生产酵母强的。同时主發酵期也較長。

（表 4）、在成熟醪濃度方面，高温酵母一般都較生产酵母为低，試驗中所採取的發酵稀蜜也是較低些，生产酵母能力尚可应付，假如濃度提高一些进行發酵，相反高温酵母的优越性更見有显著表現，由于在發酵期生化活力較强，足以对付較濃的稀蜜。提高濃度發酵以增加含酒分，直接增加产酒量，是我們今后生产的主要方向和目标。

註：表 3 中試驗次数 6，因高温酵母感染了杂菌，發酵醪 pH 在 1.85，酵母受了抑制，故成熟醪濃度稍高，參看表 7。

4. 出芽率較低

酵母培养及發酵阶段高温酵母的出芽率都比生产酵母为低。出芽率的高低是与酵母的老嫩程度和酵母繁殖情况有很大关系的。出芽率高，表示酵母还是处在幼嫩尚未成熟的时期，对成熟的酒母醪要求含有强壮而成熟的酵母，所以它的出芽率要达到一定的适当数目，太多太少都不适宜。目前究竟什么数目較恰当，还未有經驗数据，因而在發酵阶段酵母出芽率是应比酒母醪内少才合理的，应減至最低限度，否則徒然增加酵母糖耗。高温酵母的成熟酒母醪酵母数目比生产酵母虽稍少，但其出芽率兩者相比較是很悬殊的（表 5）。在發酵阶段也有同样情况（表 6），这是不是高温酵母因变異所引起的生理变化的表現之一呢？可能性是很大的。

表 5 酒母培养阶段酵母出芽率之比較

試 驗 次 數	1		2		3		5		6		7		8	
	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产
培养阶段酵母出芽率, 平均%	28	37	37	36	33.4	38	25.9	38.7	20.4	30.6	20.9	35.3	22.1	
成熟酒母酵母数目, 亿/c. c.	0.818	0.841	0.774	0.700	0.571	0.662	0.576	1.336	0.765	0.612	0.657	0.784	0.813	
成熟酒母酵母出芽率, %	20	38.8	28	36	58.5	87.5	17	29.2	12	12	9.1	34	43.2	

表 6 高溫發酵酵母出芽率之比較

試 驗 次 數	1		2		6		7		8	
	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产
酵母菌种	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产
发酵阶段酵母出芽率, 平均%	23	32	16	23	14.8	30.8	20.9	22.21	16.4	28.5
发酵最高温度, °C	41.8	41.8	42.4	43.5	41.6	41.6	40	40.8	41.2	41.2
发酵阶段酵母最高数目	1.03	1.34	1.02	0.18	0.801	1.032	1.049	1.102	0.891	0.902

表 7 高溫酵母与生产酵母發酵成績比較

試 驗 次 數	1		2		3		5		6		7		8	
	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产
酵母菌种	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产
发酵率	82.19	81.99	82.13	80.95	69.88	76.30	73.75	80.39	85.73	84.44	83.65	80.36	80.45	80.41
酒成分	5.84	5.84	5.49	5.5	5.22	5.99	5.42	5.91	5.99	5.94	5.82	5.93	6.16	6.1
成酸度	1.4	1.3	1.4	1.4	2.6	1.33	2.15	1.1	1.85	1.2	1.5	1.6	1.3	1.3
全糖	11.03	11.06	10.38	10.55	11.60	12.18	11.39	11.03	10.85	10.89	10.81	11.49	11.24	11.78

5. 發 酵 成 績

在七次試驗中除第3及第5次成績不佳外，其余的高温酵母的發酵成績都在生产酵母之上，第三、第五次之低落，完全由于杂菌感染所致，高温酵母的發酵酸度竟在2以上。第三次的酵母与杂菌的比数是10:19，酸度竟高达2.6。所以这两次的試驗成績極坏。杂菌的侵入是在酒母阶段打入空气时招致的，由于空气压缩机过滤空气的装置未能發揮应有作用。第六次試驗亦受染污，然不甚严重，酸度幸还在1.85，若再高則發酵率又必走向下坡了。所以第三次、第五次試驗的發酵成績是不足为据的。

6. 酵母的增殖

高温酵母在酒母培养阶段中繁殖較慢这是由于酵母数目比生产酵母少；可是一旦酒母放入發酵桶中后，高温酵母的增殖速度便远比生产者为快（見表8）。从这点来看，高温酵母本身並非增殖能力較差，其所以在酒母培养阶段發酵較慢，实在由于酵母数不够；酵母数之所以不够，由于它生理上呼吸力强（根据中国科学院实验报告），需氧較多，而我們在試驗上給予它的空气量还是很少的，加之稀蜜經過加热杀菌后，含还原物質又較多，因此在这样的培养环境下是很不适应其需氧的生理要求的，因而它在生理上便受到了抑制，所以在酒母阶段酵母数目便少了，待落到發酵桶中，由于注加时酒母从上洒下，接触空气面較多，同时發酵稀蜜在混合时又混进些空气，且全部不用热杀菌处理，还原物質較少，因此这样給發酵稀蜜提供了高温酵母的生理需氧条件，所以当它一进入發酵桶后便改变以往情况，增殖的速度突增了。

从这点可以說明高温酵母是特別需氧的。高温酵母在第二次試驗中三角瓶培养时，酵母数目高达1.386亿，在第五次試

表 8

高温酵母与生产酵母的酵母数比較

試驗次数	1		2		5		6		7		8	
	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产
三角瓶	0.986	1.285	1.042	1.076	0.845	1.334	0.552	0.792			0.373	0.795
大三角瓶	0.712	0.764	1.386	0.802	0.996	0.888	0.740	0.669			0.616	0.812
卡氏罐	0.553	0.504	0.44	1.144	0.748	0.604		0.512	0.555	0.987	0.464	0.576
酒母罐	0.792	0.589	1.257	1.16	0.727	0.952	0.452	0.464	0.492	1.012	0.848	0.808
酒母桶	0.818	0.842	0.775		0.576	1.336	0.612	0.765	0.404	0.764	0.813	0.845
發 酵	1.005	1.943	0.812	0.98	0.839	1.176	0.645	0.992	0.939	1.102	0.849	0.847
	0.916	1.342	0.802	0.776	1.556	1.242	0.732	1.032	0.925	0.632	0.852	0.820
	0.908	0.745	0.925	0.736	0.82	0.896	0.588	0.908	0.049	0.912	0.736	0.904
阶 段	1.030	0.857	1.02	0.917	0.832	1.092	0.624	0.645	0.900	1.138		
	1.012	0.67			0.765	1.028	0.732	0.944	0.876	0.992	0.871	0.909
成熟酒母 与主發酵 期酵母数 之差額	+0.187	+0.78	+0.037		+0.263	-0.160	+0.033	+0.227	+0.535	+0.338	+0.036	+0.011

有+符号者表示主發酵期的發酵菌所含的酵母数比酒母罐为多，有一符号者表示主發酵期的發酵菌所含的酵母数比酒母罐为少。

註：第六次試驗，因高温酵母受杂菌感染，酸度太高，受了抑制。第八次試驗，高温酵母在試管接种前没有先經液体培养基一代的，与前几批不同，故酵母数大为减少，只达 0.373 亿/c.c.

表 9 發酵及酒母培养時間比較表

酒母培养阶段時間, 小时	82.45	80	83.20	80	80.20	76.30	95.05	92.40	82.30	82.30
發酵時間, 小时	23.55	23.10	31.40	30.30	33.10	36.30	31.25	35.20	25	27.0
从試管培养至發酵成熟所需全部時間, 小时	106.40	103.10	115	110.30	101.30	103.0	126.30	128	107.30	109.30
主發酵期酵母最高数, 亿/ C. C.	1.005	1.342	0.925	0.98	0.738	1.032	1.049	1.102	0.852	0.904
成熟酒母醱酵母数 亿/C. C.	0.818	0.841	0.77	0.70	0.612	0.765	0.404	0.784	0.813	0.836
菌 种	高 I	生 产	高 I	生 产	高 II	生 产	高 II	生 产	高 I	生 产
試驗次数	1		2		6		7		8	

驗中在主發酵期間高達 1.556 億。這些數目都比生產酵母任何的記錄數目為高，可見它的酵母增殖率還是比生產酵母為高的。

7. 發酵時間較短

高溫酵母的發酵時間較生產酵母為短。酵母醪中高溫酵母的數目比生產酵母稍少，照理發酵時間應延長些，但它的死亡率很低，即使酵母數稍少，但實際參予糖分分解工作的酵母是多的，所以發酵時間便較短，這又可說明高溫酵母發酵力強的原因。

高溫酵母酒母培養階段所需的全部時間是較長的，這是由於它生理上受到抑制，繁殖緩慢所使然。

試驗中的收穫

1. 這次工廠生產試驗證明， F_{336} 酵母經過長期的人工高溫馴養之後，的確已經按照預期的方向起了變異，在形態上、生理上、都與原菌種有所不同。這種高溫酵母是比原菌種優良的，對酒精生產成績的提高提供了有利條件。這個事實又証實了蘇聯偉大的生物學家米丘林遺傳學說的先進性，他的學說是完全能與生產實踐相結合的，是馬列主義的，辯證唯物的，使我們益信，我們不能等待自然界的恩賜，我們的任務是向自然界爭取。米丘林所教導我們的名言，加強我們大家向自然界鬥爭、向科學進軍的堅決不渝的信心。

2. 從高溫酵母的生理特性和發酵成績都足以証實高溫酵母有很大的優越性，是完全可以應用到工廠實際生產上去的。試驗的成果奠定了我們使用它的技術基礎，確立了使用它的信心。

3. 對高溫酵母的生理特性已初步摸出規律，提供了應用到生產上去時要採取的技術操作條件的依據。

4. 暴露了車間生產流程技術操作及設備上的優缺點，從而提供了改進的依據，同時提高對無菌操作的重要性的認識。