

● 吴衍庸 编著

# 麴酒

浓香型曲酒微生物技术

● 四川科学技术出版社 ●

# 浓香型曲酒微生物技术

吴衍庸 编著

四川科学技术出版社

一九八六年·成都

责任编辑：侯矾楠

封面设计：韩建勇

技术设计：周红军

ISBN 7—5364—0026—8/TS·1

## **浓香型曲酒微生物技术**

吴衍庸 编著

---

四川科学技术出版社出版  
(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行  
自贡新华印刷厂印刷

统一书号：15298·325

---

1986年12月第一版 开本 787×1092毫米 1/32

1986年12月第一次印刷 字数 126 千

印数 1—3,000册 印张 6.

定 价：1.30 元

---

**内 部 发 行**

## 序

我国泸型白酒是世界的特种白酒。国际上有名的浓香型酒是雪丽葡萄酒及拉莫酒，但都与浓香酒不一样。雪丽酒中乙偶姻 (Acetoin)，2, 3-丁二醇浓度颇大。由此可见雪丽酒发酵时酵母进行丙酮酸、乙酰乳酸、双乙酰的代谢途径。拉莫酒是蔗糖液的液体发酵蒸馏酒。有人化验它含的有机酸最多的是乙酸 (35ppm)，丁酸 (7.5ppm)、己酸 (15ppm)、戊酸 (7.5ppm)、庚酸 (2.5ppm)、辛酸 (7.5ppm)。另一人化验一种拉莫酒中有机酸的30%是丙酸。另一种拉莫酒中有机酸的32%是癸酸。浓香型 (grand arôme) 拉莫酒的有机酸总量是2130—2800ppm。这些数据指出拉莫酒发酵时产酸细菌发酵相当旺盛，但与我国的泸型白酒还不一样，不是一个类型。泸型白酒是固态发酵，产酸细菌以己酸菌为主，己酸发酵菌都是梭菌，但与常见的丁酸梭菌不一样。梭菌中生产丁酸的很多，到处可找到丁酸菌，可是己酸梭菌确实很少，查一下权威著作《伯杰细菌鉴定手册》就可知道，其中除有名的克氏梭菌外，只有臭气梭菌 (*Clostridium Scatologenes*) 一种。

伯杰手册虽是权威著作，但也有它的不足之处，梭菌中它未录日本人北原觉雄研究的己酸菌。1984年北原分离出的己酸菌，能利用葡萄糖生乙醇、乙酸、乳酸、甲酸等，并利用乙醇、乙酸生成己酸及甲烷，命名为巴克梭菌，这是不对

的，因为斯达满以前曾命名另一个菌为巴克梭菌。我们暂可称为北原梭菌，以前的人似乎不承认北原梭菌，现在看来，这个菌确实存在，中科院微生物所乐华爱从沼气池（实验地）一再分离出这个菌，即能发酵葡萄糖并产生己酸的梭菌。吴衍庸同志近年研究的泸型梭菌，看来也是这一群的己酸梭菌。

克氏梭菌是研究脂肪酸合成的好材料，所以四十年代就进行大量研究。知道它生长需要生物素，氨基苯甲酸等生长素，并与甲烷菌混合培养，生长旺盛，产己酸为单独培养时的2倍，前几年任逸薇同志给我内蒙轻工所分离的三十号己酸菌，我培养发酵试验过，这个菌确实属于克氏梭菌类，它不能利用葡萄糖，能代谢乙醇及乙酸形成己酸，生长时也需要生长素。若在发酵液中加入生香酵母菌及乙醇，则产生多量的己酸乙酯，这个菌株已在国内广为使用。

大曲微生物的研究，虽然三十年代初已经开始，六十年代初曾大批分离茅台及汾酒大曲酒醅中的微生物，但是都没有综合地应用于实践生产白酒。只有吴衍庸同志二十年来不断分离研究泸州大曲内的微生物，并且把糖化霉菌、发酵酵母及产香细菌，择优培养发酵生产白酒，在白酒中得到经济效果，并编著成书，使四川泸香型白酒，可以更广泛地在全国推广。对白酒质量的提高，发酵业年产值的翻番，会有促进，我乐为之序。

方心芳 1986年夏于北京中关村

# 前 言

我国名酒闻名于世界，四川为名酒之乡，其传统工艺是我国宝贵的民族遗产，多菌自然发酵的制酒工艺和蒸馏技术有着独特的技艺和高超的水平。由于酿酒发酵微生物构成的固有区系上的不同和各自的工艺特点，使各种名酒具有各自的香型和风格。四川名酒以浓香型居多，尤以泸州老窖特曲为代表，故又称泸型酒。浓香型酒深受广大饮者喜爱，近年来已在全国各地普遍开花，在四川更如雨后春笋般迅猛发展，年产量成倍增加，酿制者众多。为了巩固浓香型白酒的主产，提高产品质量，当前特别需要科学技术上的指导。

早在六十年代初期，我国著名微生物学家方心芳教授就提示过我们应该对泸州大曲的微生物进行研究。他曾指出：

“四川编著的《泸州老窖大曲》这本小册子很好，就是没有微生物。”1963年，中国科学院西南生物研究所（现中国科学院成都生物研究所）在四川省食品发酵研究所、泸州曲酒厂的协作下，开始了浓香型名酒微生物的研究。我们从微生物生态学观点出发，结合传统工艺，比较系统地对麦曲微生物区系组成、窖内发酵物质的微生物转化、窖泥嫌气微生物区系、窖外环境微生物等方面开展了研究工作，积累了不少资

料。1965年始，我们又在学习总结泸型酒传统工艺的基础上，紧密结合生产开始研究微生物技术在传统工艺上的应用。从麦曲中分离的优良菌系，从老窖泥中分离的产酸细菌（丁酸细菌、己酸细菌）应用于浓香型大曲酒生产的科学实验，逐步形成强化菌曲和厌氧菌强化窖的新窖老熟新技术、新工艺。该工艺解决了浓香型酒生产的移植，为发展我国浓香型曲酒起到了积极作用。1982年以后，又利用这两项微生物技术相结合，对提高浓香型白酒质量取得了新的进展。

为使科研成果尽快转化为生产力，为更好地推广微生物技术在浓香型曲酒生产上的应用，根据当前各地发展浓香型曲酒迫切需要技术指导，我们曾编写出《浓香型白酒微生物技术》作为我所开办浓香型曲酒短期学习班的试用教材。参加讲义编写的主要人员有郭世则、王西传、薛堂荣、卢世珩、陈昭蓉等同志。本书的编写，由王西传同志协助完成，在内容上对原讲义作了某些修改、补充，并增加了最新研究资料。

只有对名酒微生物学的深入研究，才能揭示浓香型曲酒传统工艺的奥妙，使现代微生物学成就与传统工艺相结合，用现代生物技术去改造传统工艺，以实现在本世纪末国民经济翻番的奋斗目标。本书的出版正是为了此目的。书中错漏难免，恳请读者批评指正。

本书的出版得到中国科学院成都生物研究所领导的支持和鼓励，在此致谢。

吴衍庸

一九八五年十月于成都

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>第一章 浓香型曲酒的传统工艺</b> .....      | 1  |
| 第一节 制曲 .....                     | 1  |
| 第二节 酿酒 .....                     | 9  |
| 第三节 曲酒的贮存与勾兑调味 .....             | 22 |
| <b>第二章 酿制浓香型酒的微生物</b> .....      | 33 |
| 第一节 大曲中的微生物 .....                | 33 |
| 第二节 浓香型酒窖泥中的微生物 .....            | 43 |
| 第三节 酒窖外环境的微生物 .....              | 50 |
| <b>第三章 老窖特殊功能菌发掘与浓香型曲酒</b> ..... | 57 |
| 第一节 浓香型曲酒与己酸发酵 .....             | 57 |
| 第二节 窖泥甲烷菌与浓香型曲酒 .....            | 65 |
| 第三节 浓香型酒窖甲烷氧化菌的发现 .....          | 72 |
| <b>第四章 浓香型曲酒的窖内发酵</b> .....      | 76 |
| 第一节 发酵过程中微生物构成及数量变化 .....        | 76 |
| 第二节 发酵过程中酶活性的变化 .....            | 78 |
| 第三节 发酵过程中温度与物质的变化 .....          | 80 |
| 第四节 界面对窖内发酵的影响 .....             | 86 |
| <b>第五章 微生物与浓香型酒香味物质的形成</b> ..... | 88 |

|            |                                |            |
|------------|--------------------------------|------------|
| 第一节        | 浓香型酒的主要香味物质 .....              | 89         |
| 第二节        | 香味物质的来源 .....                  | 94         |
| 第三节        | 主要香味物质的生物合成 .....              | 100        |
| <b>第六章</b> | <b>微生物技术在浓香型曲酒生产上的应用 .....</b> | <b>112</b> |
| 第一节        | 麦曲有效菌株的应用 .....                | 112        |
| 第二节        | 大曲微生物强化技术 .....                | 119        |
| 第三节        | 人工老窖微生物技术 .....                | 125        |
| 第四节        | 微生物技术提高浓香型酒质的应用 .....          | 132        |
| <b>第七章</b> | <b>浓香型酒微生物技术的发展 .....</b>      | <b>146</b> |
| 第一节        | 酒曲微生物技术的发展 .....               | 147        |
| 第二节        | 人工老窖微生物技术的发展 .....             | 149        |
| 编后记        |                                |            |
| 附录一        | 国家优质浓香型白酒评选标准                  |            |
| 附录二        | 浓香型白酒及其试验方法                    |            |
| 附录三        | 浓香型名酒香味成分的含量                   |            |
| 附录四        | 全国第一至四届评酒会浓香型名优酒名单             |            |

# 第一章 浓香型曲酒的传统工艺

## 第一节 制 曲

浓香型曲酒生产所使用的曲，称为麦曲或大曲、块曲。由于曲块的形状不同，又有平板曲、包包曲之分。其制曲工艺大同小异，均是网罗自然环境及原料中的微生物培植而成。其工艺流程如下：

小麦→发水→翻动→堆积→磨碎→加水拌合→装箱→踩曲→晾汗→入室安曲→保温培菌→翻曲→打拢→出曲→入库贮存。

过去泸州酒麦曲均系夏季踩制，即所谓伏曲。夏季气温高、湿度大，有利于微生物的生长繁殖。入室后的曲胚，由于室温高，升温较快，不用覆盖很厚的稻草保温，因而有足够的空气供给微生物生长。但伏曲生产受季节限制，不利于提高设备利用率和资金的周转。泸州酒厂的工人在党的领导下，解放思想，新建制曲培养室，改进保温散热条件，破除了制酒必须用伏曲的陈规，大胆用四季曲代替了伏曲。其成曲质量和成品酒的产量、质量，只要掌握得当，四季曲并不比伏曲差。目前，浓香型曲酒的制曲生产再不受夏季的限制，一年四季均可生产。

## 一、原料处理

浓香型曲酒生产的大曲绝大部分是用生小麦作原料，也有加少量高粱、大麦等。现有名优酒厂的制曲原料如表1—1所示。

表1—1 部分名酒厂的制曲原料

| 原料配比%   | 小麦    | 大麦 | 豌豆 | 高粱   | 大曲粉 |
|---------|-------|----|----|------|-----|
| 厂 名     |       |    |    |      |     |
| 宜宾五粮液酒厂 | 100   |    |    |      |     |
| 绵竹剑南春酒厂 | 100   |    |    |      |     |
| 安徽古井贡酒厂 | 70    | 20 | 10 |      |     |
| 江苏洋河酒厂  | 50    | 40 | 10 |      |     |
| 四川泸州曲酒厂 | 90~97 |    |    | 3~10 |     |
| 四川成都酒厂  | 95    |    |    | 4    | 1   |

小麦原料加10%的80℃热水发湿、翻匀，并集中堆积3~4小时，待麦粒表面柔润收汗，内心带硬，口咬不粘牙并有干脆的响声时，即为合适。切不可堆积过久，否则吸水后的麦粒呼吸旺盛消耗养分。

小麦的粉碎程度对于曲子质量关系很大，过细则粘性大，曲胚里的水分蒸发太慢，热量不易散失，容易引起酸败；过粗则粘性小，曲胚里的水分迅速蒸发，热量散失快，使曲胚过早干涸或裂口，微生物不易繁殖。因此一般可用磨面机加工一次，使麦子的种皮磨成片状，心子磨成粉状，即所谓的烂心不烂皮的梅花瓣。小麦的粉碎度如表1—2。

表1—2 小麦的粉碎程度

| 未通过孔筛 | 20    | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 通过孔筛 | 120  |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| %     | 77.71 | 6.27 | 2.79 | 2.49 | 4.93 | 2.20 | %    | 3.61 |

## 二、拌合

在拌合前，制曲场地、拌料锅及曲箱等均需打扫洗净，以防止或减少有害杂菌的侵染。将拌料铁锅置于木架上。每拌麦粉30公斤，加水7.8~9.3公斤，即水分占原料重量的26~31%，除热季用凉水外，一般用40~60℃热水。要求拌合均匀，无疙瘩、灰包，用手捏成团又不粘手。

一切生物化学的变化，都需在有水的参与下进行和完成。故水起着介质的重要作用，所以踩曲的用水必须清洁、新鲜。拌合时加水量的多少及拌合是否均匀，密切关系着有益菌类能否正常生长繁殖。加水过多则曲胚升温快，容易生长絮状的水霉和其它杂菌；加水过少则曲胚易过早干涸，有益菌类不能充分繁殖。

## 三、装箱踩曲

拌合好的曲料，立即用双手从锅内推出在踩曲场上。踩曲人再迅速仔细地拌合一次，以完全消除灰包疙瘩，随即装入曲箱。曲箱为木制方架，内长33厘米，宽20厘米，高5厘米。每箱可装曲料3.2~3.5公斤。装好后，先用脚掌从中心踩一遍，再用脚踵沿四边踩，要求踩紧、踩平、踩光，特别是四角更要踩紧，中间可略松点。上面踩好后，翻转过来再踩。踩好后将曲块空出曲箱，排列楞置于踩曲场上，待表面收汗后即端进曲房。否则曲胚表面水分蒸发过多，在培菌中曲表不易长菌，制成的曲块皮张厚，质量差。

上述人工踩曲劳动强度大，每人每日仅能踩曲100~120块。目前，泸州曲酒厂、五粮液酒厂等已改用机械制曲代替人工踩曲以解决用曲量大的矛盾，其成曲质量亦不错。

## 四、入室安曲

传统的曲室为砖木结构，夹层墙，黄泥地，高6米，长8米，宽4米。每室可安曲800~850块。周围墙壁建有足够的双层通气窗（玻璃、木板），顶部有通风天窗。在双层墙壁中填有稻壳，木屑保温。安曲前，在曲室地面上撒新鲜稻壳一层，其厚薄以不现出地面为度。入室曲胚的水分为35~37%。安置方法是将曲胚楞起，每四块为一斗，曲与曲间相距3~4厘米。为避免曲胚倒伏和靠拢，先从曲室的里面安起，一斗一斗的纵横相间（），挨次排列。每平方米约可安曲26块。安满后，在曲与四壁空隙处塞上稻草，在曲胚上面加盖蒲草席，再在席上盖以15~30厘米厚的稻草保温。用竹竿将稻草轻轻拍平、拍紧，最后按每百块曲胚所占面积在稻草上洒水约7公斤。原则上是踩曲用什么温度的水就洒什么水，但在冬季要洒90℃左右的热水，借以提高室温。洒毕，关闭门窗保持室内的温度、湿度。

### 五、培菌管理

麦曲质量的好坏，取决于入室后的培菌管理，特别是翻第一次曲的前几天。如管理不当，发生病症，以后则难以挽救。因此，必须适当调节温度、湿度和定时更换曲室的空气，从而控制曲胚逐渐升温，给有益菌造成良好的生长环境，这是一个以优势压倒劣势，大量压倒少量，适宜环境压倒不宜环境的管理原则。

曲胚升温的快慢，视季节与室温的高低而不同。在品温上升到40℃左右，曲胚表面已遍布白斑菌丝时，应勤加检查。如表面水分已蒸发到一定程度，并已变硬，即翻第一次曲。翻曲方法是底翻面，周围的翻到中间，中间的翻到周围，硬度大的安在下层。曲与曲的间距保持二指到二指半（4~4.5

厘米)。全部并列楞置，叠砌2~3层。上层的曲胚对准下层两块曲胚间的缝隙。每排曲层之间，用曲竿或隔篾两块垫起，以使上下层之间有一定的间隔并稳固曲堆。堆完后仍照前法加盖稻草和蒲席，并关闭门窗保温，但要求品温不超过55~60℃。随时用减薄盖草和开启门窗等法调节温度。以后视品温上升情况翻曲。翻曲次数原每隔1~2天翻一次，现在多是翻3~4次即可。每翻一次曲，视曲胚的变硬程度而逐渐叠高。如发现曲心水分已大部分蒸发，品温逐渐下降时，可进行最后一次翻曲，即所谓打拢（收堆），其翻法如前，只是曲块要靠拢，不留间隔，并可叠至6~7层。打拢后的品温逐渐会下降，要特别注意保温，避免下降过快，以致后火太小，产生红心、生心或窝水等弊害。

曲胚从入室至成熟（干透），约需30多天，成熟后即可出曲。

## 六、成品曲

麦曲出曲房后应贮于干燥通风的贮曲房。新曲的香味不如陈曲好，所以必须经3个月以上的贮存方可投产使用。每块成曲约重2.5~2.8公斤，其感官情况如下：

### （一）香味

将成曲折断后以鼻嗅之，应具有特殊的曲香味，而不能带霉酸味。

### （二）外表颜色

成曲的外表应有颜色一致的白色斑点或菌丛，不应是光滑无衣，或成絮状的灰黑色菌丛。如有此现象，系曲块靠拢，水分不易蒸发或水分过重而翻曲不及时所致。

### （三）皮张厚度

曲皮越薄越好。但若入室后升温过猛，水分蒸发过快；或踩好后的曲块在室外搁置太久，表面水分蒸发过多；或曲粉过粗，不易保持表面必须的水分，致使微生物不能正常生长繁殖，因而皮张很厚。

#### (四) 断面颜色

将曲折断，其横断面应布满白色菌丝，并出现黄色、红色斑点为好。如果曲块互相靠拢，后火又小，水分蒸发差就会出现窝水曲；或者因后火小，水分不能及时追出，这种湿度大温度低的环境易滋生杂菌而出现灰黑毛；或温度过高，水分蒸发太快，曲料中的羧-氨反应而出现黑褐色曲心。

现举两个制曲的实例。

实例一：某浓香型酒厂制曲用小麦1500公斤，共踩曲块880个，置于一曲房内。每锅拌料量为小麦30公斤，水9公斤，水为原料重量的30%，曲块含水量为35.95%。在制曲 培 菌过程中温湿度、水分、酸度及淀粉的变化如表1~3。

表1—3 培菌过程中温度、湿度、水分、酸度、淀粉变化

| 项 目 \ 培菌时间<br>(天) | 1     | 2    | 3    | 4    | 5     | 6    | 7     | 8  | 9     | 10 |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|----|-------|----|
| 翻曲次数              |       |      |      | 1    |       | 2    |       | 3  |       | 4  |
| 湿度 (%)            | 83    | 83   | 85   | 90   | 90    | 89   | 89    | 89 | 89    | 83 |
| 品温 (°C)           | 22    | 20   | 24   | 39   | 39    | 42   | 44    | 40 | 44    | 40 |
| 水分 (%)            | 35.17 |      |      |      | 34.56 |      | 32.04 |    | 28.86 |    |
| 酸度                | 0.12  | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.50  | 0.82 | 0.90  |    | 0.93  |    |
| 淀粉 (%)            | 73.55 |      |      |      | 71.55 |      | 70.53 |    | 69.18 |    |

续表1—3

| 项目 \ 培菌时间<br>(天) | 11    | 12 | 13    | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 23 | 30    |
|------------------|-------|----|-------|----|----|----|----|----|----|-------|
| 翻曲次数             |       | 5  |       | 6  |    | 7  |    |    |    |       |
| 湿度 (%)           | 85    | 85 | 83    | 83 | 85 | 85 | 81 | 84 | 84 | 78    |
| 品温 (℃)           | 42    | 44 | 42    | 44 | 41 | 41 | 37 | 36 | 44 | 28    |
| 水分 (%)           | 28    |    | 24    |    |    |    |    |    |    | 12    |
| 酸度               | 1.05  |    | 1.19  |    |    |    |    |    |    | 0.96  |
| 淀粉 (%)           | 67.31 |    | 64.76 |    |    |    |    |    |    | 60.95 |

**实例二：**六十年代我们曾对泸州大曲麦曲制曲工艺进行调查。在培菌过程中除对温湿度等变化的考察外，还对其重量变化、水分变化、酸度变化做了详细记录。

培菌过程中控制水分的变化十分重要。一般来说,微生物生长期间需要较多的水分,而保存时期水分应尽量少为佳,一般应不超过15%。水分变化与重量变化有密切的关

表1—4 培 菌 过 程 曲 胚 重 量 变 化

| 测试组 | 重 量 ( 公 斤 ) |           |           |           |           |           |        |        |      |
|-----|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|------|
|     | 入<br>室      | 第一次翻<br>曲 | 第二次翻<br>曲 | 第三次翻<br>曲 | 第四次翻<br>曲 | 第五次翻<br>曲 | 堆<br>曲 | 入<br>库 | 总失水重 |
| 1   | 17.4        | 16.4      | 14.6      | 12.4      | 11.4      | 11.3      | 11.3   | 11.3   | 6.1  |
| 2   | 17.4        | 16.0      | 14.0      | 11.8      | 10.8      | 10.8      | 10.8   | 10.8   | 6.6  |
| 3   | 17.6        | 16.2      | 14.0      | 12.0      | 11.0      | 11.0      | 11.0   | 11.0   | 6.6  |
| 4   | 17.6        | 17.2      | 15.2      | 13.2      | 11.8      | 11.6      | 11.6   | 11.6   | 6.2  |
| 5   | 18.0        | 17.2      | 14.8      | 12.8      | 11.6      | 11.5      | 11.5   | 11.4   | 6.6  |
| 平均  | 17.64       | 16.6      | 14.6      | 12.4      | 11.3      | 11.2      | 11.2   | 11.2   | 6.4  |

系，重量的减轻反映出水分的耗失。重量变化测试分5组，4块曲为一组，使具有生产上代表性。

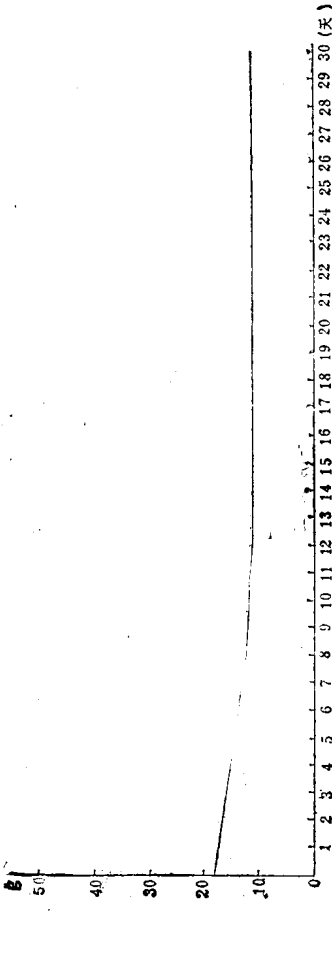


图1—1 培菌过程中曲胚重量变化曲线

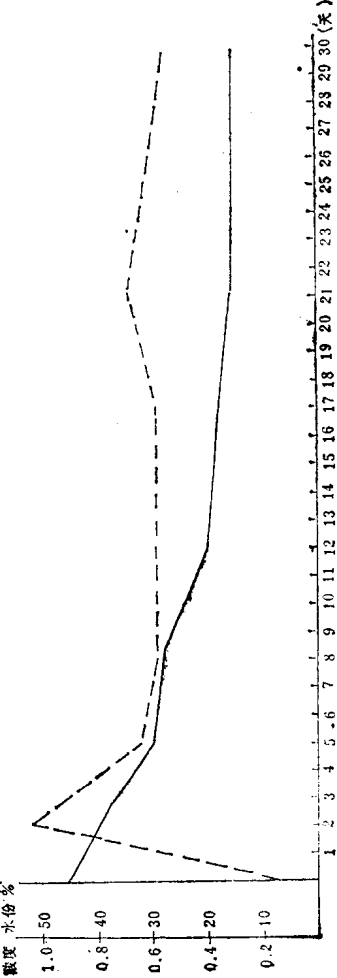


图1—2 培菌过程中曲胚水分及酸度变化曲线