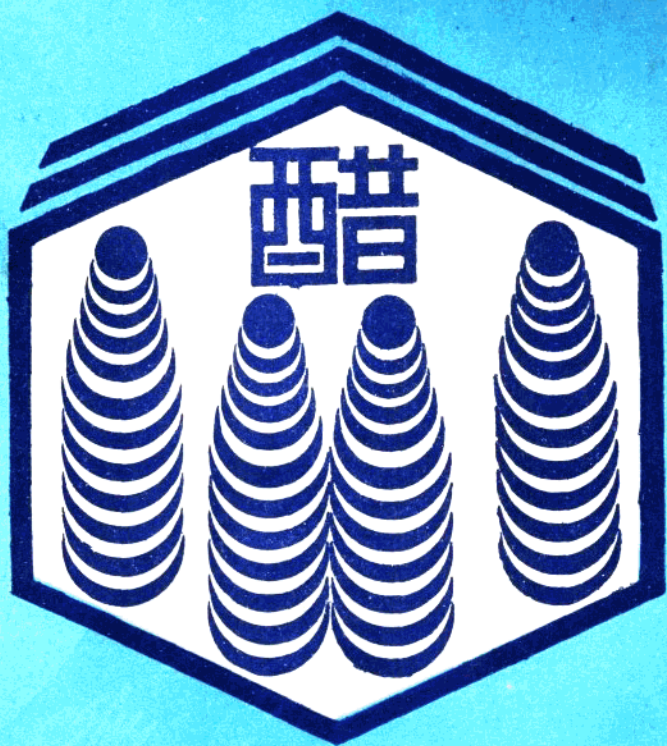


农副产品化学加工丛书

食醋生产

陈驹声 主编

黄仲华 编



化学工业出版社

农副产品化学加工丛书

食 醋 生 产

陈 驹 声 主 编

黄 仲 华 编

化 学 工 业 出 版 社

农副产品化学加工丛书

食 醋 生 产

陈驹声 主编

黄仲华 编

责任编辑：徐力生

封面设计：许 立

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $7^{3/8}$ 字数167千字

1988年12月第1版 1988年12月北京第1次印刷

印 数 1—5,000

ISBN 7 5025-0154-1/TQ·116

定 价 2.30元

内 容 简 介

本书对食醋生产技术的基本理论和基础知识作了较详细的阐述，对传统制醋法，新型制醋法（无蒸煮生料制醋法，固定化细胞连续发酵法）以及大曲、麦曲、小曲、红曲、麸曲、液体曲、酒母、醋母的制法，典型的十几种工艺等作了比较系统的介绍。可供从事酿造食醋工业生产的工程技术人员，生产管理干部，工人学习参考。

出版者的话

中国的振兴，仅仅依靠城市的工业化是远远不够的，只有人口占绝大多数的农村真正振兴了，才能兴旺。

农村的振兴，关键在于科技。因此，国家制定了旨在用现代化技术逐步武装地方经济特别是农村经济的“星火计划”，并将其列为我国科技发展的三个方面内容之一。进入农村的先进技术的“星星之火”必将逐步形成农业现代化的“燎原之势”。

中国地大物博，农村有着丰富的物产资源。就农副产品而言种类繁多，包括粮、油、果、菜、林、鱼、禽、畜产品等，除直接食用外，经过物理、化学或生化加工可制成价值更高的各种有用产品。例如玉米可加工成玉米油、蛋白质、淀粉，淀粉又可进一步制成各种变性淀粉和各种发酵产品（如味精、各种氨基酸、核酸、有机酸、醇、酮等），玉米芯、稻壳、麦秆还可加工成许多半纤维素化学品等；植物油经加工可制成各种人造黄油等；蔬菜可加工成各种腌菜、酱菜等；林产品经加工可制成纤维素产品松香、栲胶及各种衍生产品等，鱼类可加工成鱼干、鱼露等；猪肉可加工成为火腿、香肠等等不胜枚举。

为适应地方及农村迅速发展的形势，配合“星火计划”的实施，向广大读者传播科技知识，本社特请陈驹声教授主编了《农副产品化学加工》丛书。本丛书就农副产品的加工产品为课题，有系统地分册、分期、分批出版，提供用物理、化学或生化方法，将动植物原料加工成为工农业和人民生活所需的各类食品和化学品的基础知识和具体生产技术知识，以促进我国食品工业和化学工业的发展。

本书各册的编写人员大都是我国食品工业和化学工业较发达的地区——上海等行业的权威人士，或是农副产品化学加工第一线有丰富实践经验的科技人员。丛书总结了国内从农副产品制取食品和化学产品的生产经验，从实用出发，主要叙述实用生产操作技术，同时也根据生产技术所需适当阐述原理并介绍世界上先进技术，指出今后发展趋势，促进新技术的开发。

本书的读者对象为食品工业和化学工业的技术人员和工人，特别是乡镇企业人员；也可供有关科研人员及高等院校师生参考之用。

一九八七年七月

目 录

绪 论	1
第一章 原料及其处理	4
第一节 原料的分类与选择	4
一、制醋原料	4
二、原料的选择	5
第二节 原料的成分	5
第三节 制醋常用的原料	7
一、薯类	7
二、高粱	8
三、大米	8
四、玉米	10
第四节 原料处理	11
一、处理目的与方法	11
二、粉碎与水磨	12
三、原料蒸煮	12
第二章 发酵剂生产工艺	15
第一节 糖化剂的分类与制备	15
一、与淀粉水解有关的主要酶系	16
二、酿醋工业常用的糖化菌及其生理特性	22
三、曲霉菌培养条件及其影响酶形成的主要因素	25
四、大曲生产	31
五、麦曲生产	38
六、小曲生产	41
七、红曲生产	45
八、固体麸曲生产	48
九、液体曲生产	62
第二节 酒母的制备	77
一、食醋工业常用的酵母菌	77

二、酒精酵母的特性	80
三、酵母所需的养料	82
四、酒母培养法	83
五、酒母质量要求	86
六、影响酒母质量的主要因素	87
第三节 醋母的制备	89
一、酿醋工业常用和常见的醋酸菌	90
二、醋酸菌种的培养及保藏	91
三、醋酸菌固态培养法	91
四、醋酸菌种子罐培养法	92
五、醋母的质量要求	93
第三章 淀粉糖化	94
第一节 淀粉糖化	94
一、糖化的目的与机理	94
二、糖化过程中的物质变化	95
第二节 几种糖化工艺简介	96
一、高温糖化法	96
二、传统工艺法	97
三、生料糖化法	98
第三节 影响糖化的主要因素	100
一、温度	100
二、pH值	100
三、糖化时间	100
四、糖化剂用量	101
五、氯化钙用量	101
第四章 酒精发酵	102
第一节 酒精发酵机理	103
一、酵母的主要酶系	103
二、酒精发酵中副产物的生成	104
第二节 酒精发酵动态	108
一、前发酵期	108
二、主发酵期	108
三、后发酵期	109

第三节 酒精发酵工艺	109
一、液态法	109
二、固态法	110
三、小曲法	110
第五章 醋酸发酵	112
第一节 醋酸发酵主要机理	112
第二节 国内外现行醋酸发酵类型简介	114
一、固态法酿醋工艺	114
二、液态法酿醋工艺	115
三、固定化细胞连续发酵工艺	115
第六章 后熟与陈酿	117
第一节 陈酿期食醋色泽变化	117
第二节 陈酿期食醋成分变化	118
第三节 贮存与管理	119
第七章 我国常用的几种制醋工艺	120
第一节 传统(老法)酿醋工艺	120
一、山西老陈醋	120
二、镇江香醋	124
三、四川老法麸醋	128
四、福建红曲老醋	130
五、江浙玫瑰醋	133
六、辽宁喀左陈醋	135
第二节 新型制醋工艺	137
一、酶法液化通风回流制醋	137
二、生料制醋	143
三、浇淋法制醋	147
四、速酿法制醋	149
五、液态深层发酵制醋	152
六、固态发酵法制醋	159
第八章 食醋的成分	165
第一节 一般成分	165
第二节 含氮化合物	167
第三节 碳水化合物	169

第四节 有机酸	170
第五节 香气成分	171
第九章 食醋质量规格和技术指标、物料衡算	173
第一节 食醋质量规格	173
一、感官指标	173
二、理化指标	173
三、卫生指标	173
第二节 食醋技术指标	174
第三节 食醋生产的物料衡算	175
一、糖化率	175
二、酒精发酵率	176
三、醋酸发酵率	176
四、原料淀粉利用率	177
第十章 食醋酿造中的检验方法	179
第一节 原料、半成品和成品的取样	179
一、固体取样	179
二、半固体取样	180
三、液体取样	180
第二节 原料分析	181
一、水分的测定	181
二、粗蛋白质的测定	183
三、粗淀粉的测定	190
四、粗脂肪的测定	199
五、粗纤维素的测定	203
六、灰分的测定	208
第三节 食醋成分分析	210
一、比重的测定	210
二、还原糖的测定	211
三、氨基酸氮的测定	217
四、氯化物的测定	218
五、总酸的测定	220
六、挥发酸的测定	221
七、总酯的测定	225

绪 论

食醋是我国人民喜爱的调味品之一，醋的酿造生产在我国有两千多年的悠久历史。《周礼·天官》中即有“醯人主作醯”的记载，历代对醋的记载不少，《荀子正名》里有“香臭芳郁腥臊酒酸奇臭以鼻异”。《隋书酷吏传》“宁饮三升醋，不见崔弘度”。可见当时醋已是普通的调味品了。

我国食醋的品种很多，生产工艺在世界上独具一格。千古流传的不同酿醋技艺，生产出了如山西老陈醋、镇江香醋、四川保宁麸醋、福建红曲醋、江浙玫瑰醋、上海米醋等产品。这些食醋风味各异，行销国内外市场，颇受欢迎。依醋酸发酵分类，可分为固态发酵和液态发酵及液固结合发酵三大类。

解放前，我国的酿醋技术进步不大，一直沿用古老落后的固态发酵工艺，产品风味好，有其独特的风格，但是存在问题也不少，如设备简陋，卫生条件差，耗用辅料多，发酵周期长，产量低，原料利用率低，劳动强度大等。

解放后的30多年来，食醋工业在广开原料来源，充分利用薯类、玉米代用品及野生植物资源酿醋；选育纯培养优良菌种，推广麸曲酒母，液体曲，酶制剂代替自然发酵的大曲作糖化发酵剂，缩短发酵周期，稳定提高出醋率；对某些名特产醋的生产工艺进行科学的总结，以及在一些工序采用机械化生产代替手工操作，减轻工人劳动强度，提高生产效率等方面都取得了较好的进展。但是，还有许多小型工厂仍停留在手工作坊的小集体生产方式上。随着形势的发展，今后势必要对其进行全面

的，根本性的技术改造。

近几年来的食醋生产基本上按照三个途径进行技术革新工作。一是固体发酵机械化，它是在工艺条件基本不变的情况下，将酿醋生产中手工操作改变为半机械操作，从而提高劳动生产率，降低了劳动强度，改善了生产条件。但是醋醅翻倒工序的机械化设施还不够完善。

另一途径是采用自吸式液体深层发酵法代替历来沿用的传统工艺，这是我国近代制醋工业上的一项重大的技术改革，使我国食醋生产进入国际先进行列，它的优点是发酵周期短，劳动生产率高，厂房占地面积少，可以节约很多辅料，原料淀粉利用率高，但这种发酵法所得产品的风味尚有不足之处，尚待研究改进提高。

液固结合法俗称“二步法”。本法将原料酿醋的全过程划分为液化、糖化、酒精液态发酵，醋酸固态发酵，并且使用了纯粹培养的曲霉菌，酵母菌和醋酸菌。解决了历史上沿袭下来的人工翻醅的老问题。发酵池容积可达 25m^3 ，液固发酵的食醋质量，在一定程度上也保持了传统固态发酵醋的风味，并提高了原料的利用率，缩短了生产周期。

综上所述，我国食醋工业发生了相当大的变化。工艺技术、设备不断改变，食醋产量质量和原料利用率不断提高，但是，应当看到我国食醋工业同国际先进水平相比，还有一定距离。例如近年来许多国家集结科技力量，竞相投入对生物技术的开发应用之中，其目的以选育耐高温耐高酸的醋酸菌；以节约发酵能源和提高设备利用率；对改变食醋成分、提高成品味感质量的基因工程菌的性能；采用“固定化细胞增殖醋酸菌的酿醋法”等方面进行研究。据许多资料报道，深层发酵醋醪浓度已可达每百毫升 $12\sim 18\text{g}$ 之多。

目前食醋产量和品种还不能充分满足人民生活的需要，存在着整个食醋工业技术力量还比较薄弱，劳动强度大，工效低，耗粮高，地区与地区，厂与厂之间发展不平衡等问题，这都有待进一步的改进。对于食醋工艺中复杂的发酵基理，有关微生物的选育和利用，食醋香气的成分和测定，醋渣的综合利用等，都是今后重要的研究课题。我们必须刻苦钻研技术，在改进提高食醋生产技术，节约粮食，提高产品质量等方面，作出新的成绩和更大的贡献。

第一章 原料及其处理

第一节 原料的分类与选择

一、制醋原料

制醋原料，按照其工艺要求，一般可分为四大类：主料、辅料、填充料、添加剂。

1. 主料：指能被微生物发酵而生成醋酸的主要原料，它包括含淀粉质，含糖，含酒精的三类物质，如谷物，薯类，果蔬，糖蜜、酒类及野生植物等。由于目前制醋多以含淀粉质的粮食为基本原料，所以制醋的主料一般指粮食。长江以南习惯上采用大米作为主料，而长江以北则采用高粱、甘薯、小米、玉米作主料。近年来，从节约粮食，降低成本出发，利用一些含淀粉，糖和酒精的代用原料制醋。

2. 辅料：制醋需要大量辅助原料，以供微生物活动所需的营养物质或增加食醋中糖分和氨基酸含量。辅料一般采用细谷糠、麸皮或豆粕，因为在米糠、麸皮中，不但含碳水化合物，而且还含有丰富的蛋白质。辅料与食醋的色、香、味有密切的关系。在固态发酵中，辅料还起着吸收水分，疏松醋醅，贮存空气的作用。

3. 填充料：固态发酵制醋及速酿法制醋都需要填充料，其主要作用是疏松醋醅积存、使空气流通，以利醋酸菌好氧发酵。常用的填充料有谷壳、稻皮、高粱壳、玉米秸、玉米芯、刨花、浮石、多孔玻璃纤维等。

填充料要求接触面积大,纤维质具有适当的硬度,惰性。

4. 添加剂:

(1) 食盐: 醋酸发酵成熟后,需加食盐,以抑制醋酸菌的活动。防止其对醋酸的进一步分解。食盐还能起调和食醋风味的作用。

(2) 砂糖: 增加甜味。

(3) 芝麻、茴香、桂皮、生姜等: 它们赋予食醋特殊的风味。

(4) 炒米包: 增加色泽及香气。

添加剂不仅能增进食醋的色泽和风味,并能改善食醋的体态。

二、原料的选择

凡含有淀粉质,糖或酒精等最终能为醋酸菌利用的物质,原则上都可被选用为制醋原料。选择制醋原料时应考虑下列几点要求:

1. 淀粉(或糖、或酒精)含量高。
2. 资源丰富、产地离工厂近。
3. 容易贮藏。
4. 不霉烂变质,符合食品卫生要求。

第二节 原料的成分

用不同的原料酿酒,出醋率和醋的风味也不同,这是因为不同的原料含有各种不同成分的缘故。即使同一成分,它的组织结构也不是完全一样。例如:淀粉粒的大小不一样,支链淀粉和直链淀粉的比例也不一样。同样是蛋白质有组织庞大而复杂的,也有组织简单的。麸皮中的麸质蛋白是一种醇溶性的,与大豆及大米中的蛋白质性质不一样。今将原料的主要化学成

分简单的介绍如下。

1. 碳水化合物: 原料中所含的淀粉或与淀粉类似的多糖, 蔗糖、麦芽糖、果糖、葡萄糖等都是碳水化合物。这些物质都可以生成醋酸, 同时也是制曲和制作酵母的热源。因此是制醋的主要物质。原料中含这些物质越多, 产醋也就越多, 所以它的含量与产醋量有着密切的关系。

碳水化合物中有一种五碳糖, 在粮谷原料的表皮里含量较多, 如麸皮、高粱糠、谷糠等都是含有很多的五碳糖, 它不但影响淀粉的分析, 使分析数字偏高, 而且发酵中一般不能生成酒精, 而容易生成糠醛类物质。

纤维素也属于碳水化合物。它可以起填充作用, 对于发酵没有什么直接影响。

2. 蛋白质: 蛋白质是制曲和制作酒母时, 菌类的主要营养成分。在发酵过程中, 生成一些杂醇油, 酯类和氨基酸, 所以与食醋也有一定的关系。

3. 油脂: 油脂在发酵过程中可以生成少量高级脂肪酸、酯类。对酒精发酵和醋酸发酵有很大害处, 如米糠、高粱糠中含油脂多会影响产品质量。

4. 灰分: 灰分中主要含有磷、硫、镁、钾、钙等元素。是微生物生长代谢活动所必不可少的, 并有调节渗透压的作用。一般原料中, 灰分所提供的无机盐已足够发酵所用, 不必另行补充。

5. 果胶: 以作物的块根或块茎 (如甘薯、马铃薯、木薯) 以及水果 (桔子、苹果皮) 作原料, 其中含有较多的果胶。它是细胞壁的组成部分, 其化学组成是多聚半乳糖醛酸或半乳糖醛酸甲酯。

由于果胶分子内有许多甲氧基 ($\cdot\text{OCH}_3$), 当加热蒸煮时,

甲氧基从果胶物质中分离出来,生成对人体有害的甲醇。

蒸煮压力越高,生成的甲醇量也越多。由于甲醇对发酵不利,所以生产上在处理薯干等含果胶较多的原料时,蒸煮压力一般控制在 $9.81 \times 10^4 \sim 1.96 \times 10^5 \text{ Pa}$ ($1 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$) 为宜。

6. 单宁: 水果、高粱、特别是高粱糠里都含有大量的单宁。是一类多羟基酚酸及其衍生物。单宁口尝有涩味,遇到铁就呈蓝黑色,单宁有收敛性,能使蛋白质凝固。麸曲酒母的糖化酶和酵母细胞的主要组成成分是蛋白质,遇到单宁就凝固硬化而失去它应有的作用能力,不能进行正常的糖化发酵。所以单宁是酒精发酵、醋酸发酵的有害成分。但我国制醋生产时大部分都采用黑曲霉制糖为糖化剂,黑曲霉菌能产生单宁酶,可大大降低单宁的不良影响。但微量的单宁存在经发酵后,却能增加食醋的香气。

第三节 制醋常用的原料

一、薯类

甘薯又称山芋、地瓜、白薯、红苕等。有很多优良品种,含有丰富的淀粉,是制醋的好原料。甘薯是丰产作物,所以用于制醋是经济的。甘薯中含可溶性糖分达2~4%,甘薯晒干后一部分淀粉转变为糖。可溶性糖分达10%。它的果胶含量较多,而纤维素含量低,脂肪、蛋白质含量也较低。由于甘薯淀粉纯度高,结构松散,易于糊化。再加上含脂肪蛋白质少,对食醋发酵很有利,出醋率较高,但食醋的质量不及粮食和高粱醋。

甘薯原料也有一定的缺点,因其为块根作物,所以其成品醋的薯干味较浓。块根中有甘薯树脂,对发酵有些妨碍作用,但危害性不大,鲜薯不易保存,遇有病害则影响出醋率及食醋质量。