

食醋生产 一本通



徐清萍 王光路 编著



化学工业出版社

食醋生产 一本通



徐清萍 王光路 编著



化学工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

食醋生产一本通/徐清萍,王光路编著. —北京:
化学工业出版社, 2017. 10
ISBN 978-7-122-30555-8

I. ①食… II. ①徐…②王… III. ①食用醋-生
产工艺 IV. ①TS264. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 218601 号

责任编辑: 彭爱铭

责任校对: 王 静

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 238 千字

2017 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.90 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

食醋生产一本通

食醋是我国传统调味品，市场需求量相对稳定，目前年产量约400万吨。从食醋生产的现状看，生产品牌众多，地方名醋分布全国，集中度偏低，竞争激烈；从产品形式来看，除传统工艺酿造粮食醋外，醋类品种不断丰富，应用方面从调味逐渐延伸至饮料、保健等领域；从食醋的生产技术与工艺改进方面看，机械化、自动化逐渐普及于食醋行业。

为了系统地总结食醋生产技术，对生产中存在的问题提供可能的解决方法，以促进食醋工业的发展，为从事食醋生产的技术人员提供参考，笔者编著了本书。本书着重从有关食醋生产的原辅料、菌种、制曲、生产过程原理、生产设备、质量控制、各类工艺等方面对食醋生产进行系统总结、阐述。本书可作为食醋行业科研、教学、工程技术人员的实用参考书。

本书由郑州轻工业学院徐清萍教授、王光路博士编著。

本书在编著过程中查阅了大量相关文献，由于篇幅有限，参考文献未能一一列出，在此，谨向文献的作者表示衷心感谢！

由于笔者水平有限，不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

2017.05



第一章 食醋生产原辅料

1 /

第一节	食醋生产主料	3
一、	粮食	4
二、	农产品加工副产物	7
三、	果蔬类原料	7
四、	含酒精原料	10
第二节	食醋生产辅料	11
一、	谷糠	11
二、	麸糠(稻壳)	12
三、	高粱壳	12
四、	玉米芯	12
第三节	食醋生产常用添加剂	12
一、	食盐	12
二、	甜味剂	13
三、	增色剂	13
四、	调味料	13
五、	防腐剂	13
第四节	食醋生产原料的处理	13
一、	筛选、清洗	13
二、	粉碎和水磨	14
三、	原料蒸煮	14
四、	液化、糖化	15

第一节	食醋生产菌种	17
一、	食醋生产菌种的来源	17
二、	食醋工业常用酵母菌	20
三、	食醋工业常用的醋酸菌	32
第二节	食醋生产用糖化菌及各类曲	39
一、	酿醋工业常用的糖化菌及其生理特性	39
二、	曲霉菌培养条件及其影响酶形成的主要因素	42
三、	大曲的生产	46
四、	小曲的生产	51
五、	麦曲的生产	53
六、	麸曲的生产	55
七、	液体糖化曲的生产	63
八、	红曲的生产	72
九、	古田红曲的生产	74
十、	建瓯土曲的生产	75
十一、	根霉 (AS 3. 2746 华根霉) 的培养	75
第三节	食醋生产用酶	76
一、	酶的特性对生产过程的影响	76
二、	与淀粉水解有关的主要酶系	77
三、	食醋酿造中表示酶活力的方法	80

第一节	糖化	82
一、	淀粉液化、糖化的目的与机理	82
二、	食醋生产主要糖化工艺和催化剂	85
三、	糖化过程中的物质变化	89

第二节	酒精发酵	90
一、	酵母菌的酒精发酵过程	91
二、	酒精发酵动态	94
三、	酒精发酵工艺技术管理	96
四、	酒精发酵成熟醪的质量指标	98
五、	酒精发酵异常现象及应对措施	100
第三节	醋酸发酵	102
一、	从乙醇氧化为醋酸	103
二、	己糖-磷酸途径	103
三、	醋酸菌的氧化反应	104
四、	其他反应	104
五、	醋酸发酵率(也指酒精转酸率)	104
第四节	陈酿	105
一、	色泽变化	106
二、	风味变化	106
三、	功能成分变化	107

第四章 食醋生产设备

108 /

第一节	物料输送设备	108
一、	带式输送机	108
二、	斗氏提升机	108
三、	螺旋输送机	109
四、	气力输送装置	110
第二节	原料粉碎设备	110
一、	锤式粉碎机	110
二、	辊式粉碎机	111
三、	磨浆机	111
第三节	液化、糖化设备	111
一、	液化罐	112

	二、糖化罐	112
第四节	酒精发酵设备	114
	一、传统酒精发酵罐	114
	二、生物酒精发酵罐	116
	三、卧式隔板酒精发酵罐	116
第五节	醋酸发酵设备	118
	一、醋酸发酵池	118
	二、不同酿醋工艺设备	119
第六节	其他设备	126
	一、制醋机	126
	二、熏醋炉	126
	三、全自动立式淋醋设备	128
	四、自动化包装设备	129

第五章 食醋生产质量控制

131 /

第一节	食醋质量标准	131
	一、酿造食醋国家标准	131
	二、配制食醋行业标准	134
	三、食醋卫生国家标准	134
第二节	食醋成分及其检测	135
	一、食醋成分组成	136
	二、食醋中的相关成分及指标的测定	146
第三节	食醋生产常见问题	155
	一、液体深层发酵醋的通风量计算	155
	二、原料成分中单宁的影响及去除方法	155
	三、醋鳃、醋虱和醋蝇对食醋的影响及防治	158
	四、食醋色素的形成原因	159
	五、食醋生产中成品混浊的原因及防治	162
	六、液态深层发酵醋产生泡沫及喷罐的原因及防治	173

七、食醋苦味形成的原因及防治	175
八、影响食醋品质稳定性的因素	177

第六章 各类食醋的生产

181

第一节 固态发酵工艺	181
一、我国食醋生产工艺路线	181
二、国外食醋生产工艺	183
三、酿醋酒精发酵工艺	184
四、固态发酵制醋工艺流程	186
第二节 液态发酵工艺	191
一、全酶法液态深层发酵	191
二、自吸式液态深层发酵醋	196
三、酶法液化通风回流制醋工艺	198
四、生料法制醋工艺	204
五、浇淋法制醋工艺	210
六、速酿塔醋的生产	212
七、两次发酵法酿制高浓度醋	214
八、表面静态发酵酿醋法	214
第三节 固定化细胞在食醋生产中的应用	215
一、固定化细胞优点	215
二、固定化细胞在发酵制醋中的应用	215
三、细胞固定化方法	216
第四节 各类地方名醋	217
一、山西老陈醋的生产	217
二、镇江香醋的生产	223
三、麸醋的生产	227
四、红曲老醋的生产	232
五、江浙玫瑰米醋的生产	234
六、喀左陈醋的生产	239

七、南六堡大曲醋的生产	241
八、静观醋的生产	245
第五节 果醋	248
一、果醋的加工方法	248
二、葡萄醋的生产方法	251
三、苹果醋的生产方法	252
四、柿子醋的生产方法	254
五、蔬菜醋的酿造生产	255
六、再制蔬菜醋的生产	256
第六节 其他食醋的生产	257
一、熏醋的制作	257
二、传统工艺糟醋的生产	258
三、麦芽醋的酿制	258
四、保健醋的生产	258
五、糖醋的生产	261
六、粉末醋的生产	263
七、白醋的生产	265
第七节 食醋生产中醋渣、醋脚及回收利用	268
一、食醋醋渣综合利用	268
二、醋脚以及其中有机酸成分的回收利用	271

第一章

食醋生产原辅料

食醋是我国传统的调味品，含有丰富的营养成分，具有独特的药理作用。近代对食醋功能的研究表明食醋中的成分具有抗菌、杀菌、缓解疲劳、调节血糖、抗氧化、促进食欲等多种作用，这也促进了食醋行业的蓬勃发展。

食醋的种类很多，由于酿醋原料和生产工艺的不同，使酿制出的食醋风味各异。

按照食醋颜色分为浓色醋、淡色醋、白醋。浓色醋颜色较深，其色素来源主要有两类，一是在食醋酿造、陈放过程中美拉德反应产物形成的结果，二是在产品中添加了色素如炒米色、焦糖色。食醋没有添加焦糖色或不经熏醋处理，颜色为浅棕黄色，称淡色醋。白醋则是呈无色透明状态的醋。

按产品形态分为液态醋、粉末醋、半固态醋。现在市售食醋多数为液态醋。粉末醋主要起源于日本市场，半固态醋则是在固态发酵时拌入麸皮，醋酸发酵结束后，没有经过淋醋工艺，而是直接将醋醅粉碎磨浆而得的一种浓稠产品。

按食醋用途分为烹调型、佐餐型、保健型和饮料型醋等系列。烹调型醋，酸含量（以醋酸计）为 50g/L 左右，味浓醇香，具有解腥、去膻、助鲜的作用，适于烹调鱼、肉类及海味等。佐餐型醋，一般是以粮食、糖或者酒为原料，经过微生物发酵而酿成，醋酸含量在 40g/L 左右，味较甜，适合拌凉菜、蘸吃（在宴席餐桌上用来调味和解腻），如用在凉拌菜肴中，具有较强的助鲜作用。保健型醋，主要是在制醋过程中加了名贵的中药材、滋补品，经科学配方精制而成，其酸度较低，一般含醋酸为 30g/L 左右，口感

较好，具有一定的保健作用，可起到防治疾病的作用。饮料型醋，酸度一般很低，酸含量（以醋酸计）约 10g/L，具有清凉祛暑、生津止渴、增进食欲和消除疲劳的作用，这类醋中有山楂醋、苹果醋、蜜梨醋等。

食醋也可以按其原料分为谷物醋、果醋、蔬菜醋、酒醋、糖醋等。

在食醋的相关国标中则是按生产方式，将其分为酿造食醋和配制食醋。

酿造食醋是以各种含有淀粉、糖类、酒精的原料单独或混合使用，经过微生物酿造而成的一种酸性调味品，按照其所采用的发酵工艺又可分为固态发酵食醋和液态发酵食醋。以粮食及其副产品为原料，采用固态醋酸发酵酿制的食醋称为固态发酵食醋；以粮食、糖类、果类或酒精为原料，采用液态醋酸发酵酿制而成的食醋称为液态发酵食醋。

配制食醋则是以酿造食醋为主体，与冰醋酸、食品添加剂等混合配制而成的调味食醋，配制食醋中酿造食醋的比例（以乙酸计）不得小于 50%。

按照食醋行业标准（SB/T 10174—1993），酿造醋又可分为六类。

（1）粮谷醋 以各种谷类或薯类为主要原料制成的酿造醋。

陈醋：以高粱为主要原料，大曲为发酵剂，采用固态醋酸发酵，经陈酿而成的粮谷醋。

香醋：以糯米为主要原料，小曲为发酵剂，采用固态分层醋酸发酵，经陈酿而成的粮谷醋。

麸醋：以麸皮为主要原料，采用固态发酵工艺酿制而成的粮谷醋。

米醋：以大米（糯米、粳米、籼米，下同）为主要原料，采用固态或液态发酵工艺酿制而成的粮谷醋。

熏醋：将固态发酵成熟的全部或部分醋酸，经间接加热熏烤成为熏醋，再经浸淋而成的粮谷醋。

谷薯醋：以谷类（大米除外）或薯类为原料，采用固态或液态发酵工艺酿制而成的粮谷醋。

（2）酒精醋 以酒精为主要原料制成的酿造醋。

（3）糖醋 以各种糖类原料制成酿造醋。

（4）酒醋 以各种酒类原料制成的酿造醋。

（5）果醋 以各种水果为主要原料制成的酿造醋。

（6）再制醋 在冰醋酸或醋酸的稀释液里添加糖类、酸味剂、调味剂、食盐、香辛料、食用色素、酿造醋等制成的食醋。

我国传统食醋如镇江香醋、山西陈醋、四川麸醋、浙江红醋等都是以固态发酵方式酿造而成的。在其生产过程中除主料外，还会用到各种辅料、填充料等。

酿造食醋颜色为棕红色或无色透明，有光泽，有熏香或酯香或醇香；酸味柔和、稍带甜味、不涩、回味绵长；浓度适当，无沉淀物。品种虽因选料和制法不同，性质和特点略有差异，但总的来说，以酸味纯正、香味浓郁、色泽鲜明者为佳。

第一节 食醋生产主料

主料是指能在微生物酶的作用下转化为食醋主要成分的一类物质。食醋的成分以碳水化合物及其代谢产物为主，组分中总酸含量较高，而氨基酸类等含氮化合物较少；总酸中以醋酸为主，醋酸由酒精氧化而来，酒精则由糖经过酵母发酵而得，糖则是淀粉的水解产物。因此，淀粉量的多少最终影响醋酸的出品率，食醋生产宜选用淀粉含量高的原料为主料。

现在酿醋原料的范围显著扩大，采用的原料有高产粮食（如玉米、甘薯、马铃薯）、粮食加工下脚料〔如碎米、麸皮、细谷糠（统糠）、脱脂米糠、高粱糠〕、其他下脚料（如糖糟、干淀粉渣、废糖蜜）、含有淀粉的野生植物（如橡子、菊芋）、果蔬类（如梨、柿、红枣、黑枣、番茄等）。利用食用酒精或白酒也可生产出与我

国传统食醋风味不同的食醋，因此这些含酒精的原料也应包括在主料之内。

总之，食醋主料包括粮食、含糖物质及含酒精物质三类，如谷物、薯类、果蔬、糖蜜、酒类及野生植物等。凡含有淀粉、糖和酒精等成分，最终能被醋酸菌利用的物质原则上都可用作酿醋原料。为适应工业生产，选择酿醋原料时主要考虑以下几点要求：淀粉（或糖、酒精）含量高；资源丰富，产地离工厂近；容易储藏；无霉烂变质，符合卫生要求。

一、粮食

长江以南习惯采用大米和糯米为酿醋原料，长江以北多以高粱、玉米、小米作为酿醋原料，而制曲原料常用小麦、大麦、豌豆等。

（一）大米

学名稻米，是由稻谷脱壳去糠后制得的米粒，是籼米、粳米、糯米的统称。大米除供主食外，也是食品工业的主要原料。镇江香醋、江浙玫瑰醋、福建红曲老醋等就是以大米为原料酿造而成的。大米分为粳米和糯米，糯米几乎全部是支链淀粉。为了降低成本，也可采用加工后的碎米。

1. 糯米

别名江米，又叫黏大米，是用糯性稻谷制成的米。按稻谷种类分为两种：一是籼糯米，用籼型糯性稻谷制成的米，米粒呈长椭圆型或细长形，乳白色，不透明，也有的呈半透明状，黏性大；二是粳糯米，用粳型糯性稻谷制成的米，米粒呈椭圆形，乳白色，不透明或半透明，黏性大。糯米中含有很多可溶性淀粉，即糊精多，煮熟后黏性很强，是制作镇江香醋、黄酒的优质原料。

2. 粳米

用粳型非糯性稻谷制成的米，米粒呈椭圆型，黏性较籼米强，胀性小，也是酿酒的优质原料。

3. 粳米

用粳型非糯性稻谷制成的大米，米粒呈细长型，黏性弱，胀性大，是一种普通食醋原料。

大米淀粉分子组织疏松，容易蒸煮、糊化和糖化，特别适合生产食醋。我国南方产米各省生产的米醋，其风味不同于高粱醋。也有采用糙米为原料酿制食醋的，其风味不同于用精白大米生产的食醋。

（二）高粱

高粱产地主要分布在东北、山东、河北、河南、山西等地。高粱的果实和稻谷一样，也叫颖果。籽粒经加工后制成高粱米，副产品有高粱壳、高粱糠。

高粱具有多种用途，除作主粮食用外，也是食品工业优质原料，用作酿酒、酿醋，生产淀粉糖浆等。我国北方名特食醋都是以高粱为主要原料酿制的。高粱品种有以直链淀粉为主的粳高粱和几乎全部是支链淀粉的糯高粱（黏高粱）。前者主产于北方，是酿酒、制醋的主要原料；后者多产于南方，淀粉的吸水性极强，极易糊化。高粱含有单宁，其中白高粱单宁含量最少，紫红高粱单宁含量最多。高粱不适合制曲和生产酒母，否则曲的糖化力较低，酵母细胞瘦小，发酵能力低。

（三）谷子

谷子主要产于北方，如山东、山西、河南、河北、陕西、辽宁、吉林、黑龙江等地，是北方主要粮食作物之一。谷子有黏谷子及普通谷子之分；种皮有黄色及白色之别。谷子与稻米一样，其种皮易于脱除，精白后的籽实呈黄色小颗粒，称小米。小米营养丰富，是食品工业中良好的淀粉质原料，用于酿酒、酿醋、酿造酱油等，制米后副产品谷壳、谷糠也是固态发酵醋的优质填充料。

（四）玉米

玉米主要产于华北、东北、河南、山东、陕西、四川、云南。

玉米脂肪多存在于胚芽中，含油率可达 15%~40%。因此，用玉米制醋时，应分离出胚芽，以免在酿造过程中产生邪杂味。玉米碳水化合物中，除含淀粉外，尚含有少量葡萄糖及戊糖等，戊糖约占无氮抽出物的 7%（质量分数）。由于戊糖不能被酒精酵母所利用，所以淀粉含量虽不低于高粱，但出酒率并不高。另外，玉米淀粉的结构紧密，难于糊化，糖化时支链淀粉不能被完全水解，出酒率低，如用玉米酿醋时，要注意原料的蒸煮及糖化工艺。

（五）麦芽

麦芽是作为糖化剂来使用的。在德国及美国生产的麦芽醋就是以麦芽为糖化剂，糖化谷物的淀粉，经过酒精发酵、醋酸发酵制成的，日本也有少量生产。我国只有个别地方是利用麦芽制成饴糖后进行酒精发酵制醋的。

（六）薯类

薯类作物产量高，块根或块茎中含有丰富的淀粉，并且原料淀粉颗粒大，蒸煮易糊化，是经济易得的酿醋原料。用薯类原料酿醋可以大大节约粮食。常用的薯类原料有甘薯、马铃薯、木薯等。

1. 甘薯

又称红薯、地瓜、红苕、白薯等。主要产于四川、河南、山东、江苏、浙江、安徽等地。甘薯为我国产量较多、分布最广的薯类。其块根含大量淀粉且纯度较高，易于蒸煮糊化；含脂肪及蛋白质较少，发酵过程中升温幅度小。甘薯含还原糖也多，发酵时可被酵母迅速利用，所以一般出酒率高。但甘薯中含有果胶，薯干中约含 3.6%（质量分数）的果胶质，是造成酒中甲醇高的原因。另外，其成品酒液中常带有薯干味，但经过醋酸发酵后，就完全显不出来了。甘薯粉可用作酿酒、酿醋的原料，在山东地区被广泛应用于食醋酿造。

2. 马铃薯

又名土豆、山药蛋、洋山芋，我国东北、西北、内蒙古等地盛

产。它是富含淀粉的酿酒原料，鲜薯含粗淀粉 25%~28%（质量分数），干薯片含粗淀粉 70%（质量分数）。马铃薯淀粉颗粒大，分子结构疏松，易于糊化、糖化，出酒率达 75%~80%。鲜薯含水量大，酿酒固态糖化时要配以较大量的填充料。产品没有薯干味，可用于生产食醋。

二、农产品加工副产物

一些农产品加工后的副产物，含有较为丰富的淀粉、糖或酒精，可以作为酿醋的代用原料。利用农产品加工的副产物酿醋，不仅可以节约粮食，还是综合利用、变废为宝的有效措施。常用于酿醋的农产品加工副产物有麸皮、米糠、高粱糠、淘米水、干淀粉渣、甘薯把子、甜菜头尾、糖糟、废糖蜜、酒糟、黄水等。

（一）麸皮

又称麦麸，是小麦制粉的副产品。麸皮在食醋酿造中用量较大，镇江香醋及一般固态发酵醋配料中使用麸皮量达 150%~200%（以大米等主原料为基准），四川麸醋配料中比例更大。

（二）糖糟

含水分 58%~62%、碳水化合物 18%~22%。

（三）干淀粉渣

含水分 12%~16%、碳水化合物 60%~70%。

三、果蔬类原料

水果和有的蔬菜中含有较多的糖和淀粉，在果蔬资源丰富地区，可以采用果蔬类原料酿醋。常用于酿醋的水果有梨、柿、苹果、菠萝、荔枝等的残果、次果、落果或果品加工副产物如皮、屑、仁等。能用于酿醋的蔬菜有番茄、菊芋、山药、瓜类等。