

食

SHI CU KE XUE YU JI SHU

醋 科学与技术

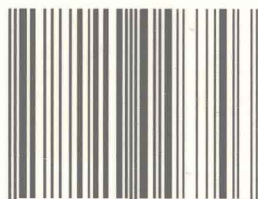
包启安 编著



科学普及出版社

责任编辑：金陵 闫世军

ISBN 7-110-04674-5



9 787110 046746 >

ISBN 7-110-04674-5

TS · 97 定价：35.00 元

食醋科学与技术

包启安 编著

科学普及出版社
·北京·

图书在版编目(CIP)数据

食醋科学与技术/包启安编著. —北京:科学普及出版社, 1999.5
ISBN 7-110-04674-5

I. 食… II. 包… III. 食用醋 IV. TS264.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 18319 号

科学普及出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081

电话:62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷学院实习工厂印刷

*

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:16 字数:400 千字

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

印数:1-4000 册 定价:35.00 元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

内 容 提 要

该书对食醋的起源发展进行了详细的论述,尤其对醋的传统工艺和现代工艺酿造技术进行了详细的介绍,并就食品化学、微生物学、生物化学对醋的构成进行了深入探讨,内容翔实,通俗易懂,适合广大读者及专业人士学习参考。

责任编辑 金 陵 闫世军
封面设计 刘 宁
正文设计 王 新
责任校对 隋 红
责任印刷 安利平

目 录

1 食醋的源流及其酿造技术	(1)
1.1 中国食醋的源流及其酿造技术	(1)
1.1.1 中国食醋的起源	(1)
1.1.2 我国古代糖化剂及食醋的制曲技术	(4)
1.1.3 古代酿醋的发酵技术	(10)
1.1.4 历代食醋的酿造技术	(14)
1 1 《齐民要术》中的制醋技术	(15)
2 唐代的制醋技术	(24)
3 宋代的制醋技术	(25)
4 元代的制醋技术	(27)
5 清代的制醋技术	(33)
1.2 国外食醋的起源	(35)
1.2.1 日本食醋的历史	(35)
1.2.2 西洋食醋的历史	(39)
1.3 食醋的质量规格	(42)
1.3.1 我国食醋的质量标准	(42)
1.3.2 日本食醋的质量标准	(43)
2 食醋的食品化学	(46)
2.1 淀粉的理化性质	(46)
2.1.1 糊化及老化	(46)
2.1.2 淀粉与碘的呈色机制	(48)
2.1.3 淀粉分子的结构	(49)
2.1.4 直链淀粉	(50)

2.1.5	支链淀粉	(52)
2.2	食醋的生理功能	(55)
2.2.1	古籍中关于食醋的功效	(55)
2.2.2	食醋的功能性	(56)
2.2.3	食醋的抗菌作用	(71)
2.2.4	食醋用途上的开发	(80)
2.3	食醋的化学组成与色香味	(83)
2.3.1	一般化学组成	(83)
2.3.2	食醋的味	(86)
2.3.3	食醋的香气成分	(108)
2.3.4	食醋的色泽	(118)
2.4	关于食醋质量及成分的研究	(127)
2.4.1	微量分析	(127)
2.4.2	酿造醋及合成醋的鉴别	(128)
3	食醋微生物学	(130)
3.1	霉菌	(130)
3.1.1	一般介绍	(130)
1	一般形态	(130)
2	霉菌在培养基上的特性	(131)
3	霉菌在分类学上的位置	(132)
4	霉菌的繁殖方法	(133)
5	霉菌的微细结构及机能	(139)
3.1.2	制曲用霉菌	(144)
1	米曲霉	(144)
2	黑曲霉群	(145)
3	根霉	(149)
3.2	酵母	(155)
3.2.1	一般介绍	(155)

1 酵母的形态	(155)
2 酵母的繁殖方法	(156)
3.2.2 酵母的微细结构	(159)
3.3 细菌	(164)
3.3.1 一般介绍	(164)
1 细菌的基本形态及繁殖	(164)
2 细菌的特殊形态	(166)
3 细菌的微细结构	(169)
4 细菌孢子的微细结构	(177)
5 细菌的显微镜检查法	(179)
3.3.2 醋酸菌	(182)
1 醋酸菌的历史及其进展	(182)
2 醋酸菌的种类及其分类	(184)
3 食醋工业用的几种醋酸菌	(193)
4 醋酸菌的脂质	(195)
3.4 微生物的培养	(200)
3.4.1 营养与增殖	(200)
1 营养物质	(200)
2 微生物的营养特性	(202)
(1)根据营养特性的分类	(202)
(2)酵母的营养特性	(203)
(3)霉菌的营养特性	(203)
3 微生物的生长(增殖)	(204)
3.4.2 微生物增殖的测定法	(205)
1 生物体成分增加的测定法	(206)
2 生物化学的测定法	(206)
3 全菌数的测定法	(206)
4 生菌数的测定法	(206)
5 光学的测定法	(207)

6 微生物的增殖曲线及其应用	(207)
3.5 化学环境因子对微生物的影响	(215)
3.5.1 水分	(215)
1 水分活性的含义	(215)
2 水分活性的测定法	(217)
3 食品微生物与 AW	(219)
(1)霉菌的生长与 AW	(220)
(2)酵母的生长与 AW	(221)
(3)细菌的生长与 AW	(223)
3.5.2 pH	(224)
1 微生物的生长与 pH	(225)
2 孢子的发芽与 pH	(226)
3 菌体对 pH 的抵抗性	(226)
4 耐热性与 pH	(227)
5 微生物酶系或酶的生成与 pH	(227)
3.5.3 氧	(228)
1 微生物生长与氧	(228)
2 微生物的代谢与氧	(230)
3.5.4 CO ₂	(231)
1 CO ₂ 对微生物生长的促进	(231)
2 CO ₂ 对微生物生长的毒害	(231)
3 CO ₂ 的抑菌作用	(233)
4 CO ₂ 对霉菌的抑菌作用	(233)
5 CO ₂ 对细菌的抑菌作用	(234)
3.6 物理环境因子对微生物的影响	(235)
3.6.1 温度	(235)
1 微生物的生长与温度	(235)
2 温度对细胞成分、酶的影响	(237)
3 温度对营养要求的影响	(238)

4	微生物的孢子发芽和温度	(238)
5	微生物对温度的要求及其实用	(239)
3.6.2	耐热性	(239)
1	温度与微生物的耐热性	(240)
2	耐热性与其生理状态的关系	(241)
3	耐热性与加热时环境条件的影响	(242)
4	食品微生物的耐热性	(244)
3.6.3	光线、压力	(245)
1	光线	(245)
2	压力	(246)
3.7	生物环境因子对微生物的影响	(247)
3.7.1	互惠共生	(247)
3.7.2	共同作用	(248)
3.7.3	偏利共生	(248)
3.7.4	拮抗 竞争	(249)
1	生酸菌和腐败菌的拮抗	(250)
2	乳酸菌和酪酸菌的拮抗	(250)
3	酵母与乳酸菌的竞争	(251)
4	乳酸菌对低温菌的拮抗作用	(252)
3.7.5	抗生	(252)
3.7.6	寄生关系	(253)
4	食醋酿造学	(255)
4.1	食醋的种类及生产工艺概况	(255)
4.1.1	食醋的种类	(255)
4.1.2	我国食醋生产工艺概况	(257)
4.1.3	日本食醋生产工艺概况	(261)
4.2	原材料及原料处理	(265)
4.2.1	原材料	(265)

1 大米	(265)
(1)大米的结构	(265)
(2)大米的化学成分组成	(267)
(3)大米贮藏与成分的变化	(269)
(4)制醋用大米(碎米)的处理法	(270)
2 杂粮	(271)
(1)高粱	(271)
(2)玉米	(272)
(3)甘薯及马铃薯	(273)
(4)谷子 小米	(274)
(5)苦荞	(275)
(6)麦芽	(277)
3 其他主料	(278)
(1)酒精	(278)
(2)酒糟	(279)
(3)含糖果实及果汁	(279)
4 制曲用料	(280)
5 填充辅料	(285)
6 其他辅料	(287)
(1)酶制剂	(287)
(2)添加剂	(287)
4.2.2 原料处理	(288)
1 谷物原料的处理	(288)
2 酒糟的处理	(291)
4.3 制曲	(292)
4.3.1 糖化曲的生产	(292)
1 AS.3.758 黑曲霉麸曲	(293)
2 AS.3.4309 黑曲霉麸曲	(301)
3 根霉曲	(304)

4.3.2	大曲的生产	(306)
4.3.3	小曲的生产	(313)
4.4	淀粉原料的糖化	(320)
4.4.1	淀粉酶的性能及其作用	(321)
4.4.2	酶制剂的糖化工艺及其工艺概况	(331)
4.4.3	生料糖化	(343)
4.4.4	蛋白质的降解	(345)
4.4.5	其他主要成分的变化	(347)
4.5	酒精发酵	(350)
4.5.1	酒精发酵机理	(350)
4.5.2	酵母的培养	(352)
4.5.3	酒母的制备	(356)
4.5.4	产酯酵母及其培养	(360)
4.5.5	酒精发酵工艺概况	(364)
4.6	醋酸发酵	(367)
4.6.1	醋酸菌及醋酸发酵	(367)
4.6.2	醋酸菌的性格及其应用	(368)
4.6.3	醋酸菌对营养成分的要求	(372)
4.6.4	醋酸菌的培养、分离及保存	(375)
4.6.5	优秀醋酸菌的性质	(380)
4.6.6	食醋中的 3-羟基丁酮	(383)
4.6.7	醋酸发酵工艺概况	(386)
4.7	制成	(389)
4.7.1	熟成陈酿	(389)
4.7.2	熏醅	(390)
4.7.3	过滤 杀菌	(391)
5	食醋的生物化学	(395)
5.1	醋酸菌的酶化学	(395)

5.1.1	细胞酶与细胞膜结合酶	(395)
5.1.2	醋酸发酵的酶	(405)
5.1.3	其他主要糖质脱氢酶	(413)
5.2	醋酸发酵过程中的其他生化过程	(418)
5.2.1	醋酸发酵过程中耐酸性的微生物	(418)
5.2.2	醋酸发酵过程中的醋酸菌以外微生物作用 的探讨	(421)
6	传统食醋的酿造法	(431)
6.1	我国传统制醋工艺	(431)
6.1.1	清徐老陈醋	(431)
6.1.2	镇江香醋	(437)
6.1.3	保宁醋 四川麸醋	(441)
6.1.4	永春红曲醋	(445)
6.2	日本传统米醋	(447)
6.2.1	日本福山米醋	(447)
6.2.2	日本酒糟醋	(456)
7	新型制醋工艺	(460)
7.1	固态醋酸发酵制醋工艺	(460)
7.1.1	纯麸曲全固态发酵工艺	(460)
7.1.2	浇淋固态醋酸发酵工艺	(463)
7.1.3	生料糖化固态醋酸发酵工艺	(465)
7.1.4	酶制剂制醋工艺	(467)
7.2	液态醋酸发酵工艺	(470)
7.2.1	表面发酵法	(470)
7.2.2	连续表面发酵法	(478)
7.2.3	酒液循环发酵法	(481)
7.2.4	深层发酵法	(486)
7.2.5	生料糖化液态醋酸发酵法	(495)

1 食醋的源流及其酿造技术

1.1 中国食醋的源流及其酿造技术

1.1.1 中国食醋的起源

“酉”是酒的最早甲骨文,“醋”或“酢”字都是酉字旁,通过这点也可以说明古人根据醋是由酒产生出来的会意而创出的字。另外,醋也称苦酒,也说明醋是起源于酒的,这是历史事实。因为古代酿造酒的酒度是比较低的,其中所含低度酒精遇到空气中的产酸菌会进一步氧化成醋而呈酸味。《韩非子》曾讲了一段酒易酸败而售不出的故事;前汉杨雄《法言》也讲过因礼仪过多,待礼仪完了之后酒已发酸的故事,虽然是有力地讽刺了当时的礼仪的繁缛,但也看出当时低度的黄酒是易于酸败的,酸败的实质就是醋酸发酵变成醋的过程,经过人的模拟仿制就是醋的起源。《书经》是周王朝史官主要记载殷帝王言行的一本记录,其中有“若作酒醴,尔维曲蘖,若作和羹,尔维盐梅”的记载。周书《孔氏传》中有“酒醴须曲蘖以成,盐咸梅醋,羹须成醋以和之”的记载。因此,认为当时的调味曾用梅子,这是对的。但是有人却拘泥于文字上的解释,认为当时尚无醋,醋的起源是在汉代,这种推理也是缺乏科学根据的。实际上我国酒的起源是在仰韶文化时期,如果醋的起源却迟迟到汉代,中间相隔了 3000 年,是不可想象的事。

庄颂著《物原类考》曾考证道:“酱成于盐,周时已有醋,一名苦酒,周时称醢,汉始称醋。”《物原》中食原第七记载着“殷果作醋,周公

作酱芥辣”。这一考证要较《物原类考》还早些。《周礼》记道：“醯人掌五齐、七菹。”《礼记》中记有“大功之丧事，不食醯酱”，“宋襄公葬夫人时与醯醢百瓮共。”这里所说的“醋”、“苦酒”、“醯”都是指食醋。从这些记载不难看出，食醋到战国时代已相当发达，成为帝王贵族日常生活及丧礼不可缺少的调料。食醋起源于周朝，是可以令人信服的。

《周礼》中有“醯人掌五齐、七菹”的话，说明周王室掌管饮食的官员中有“醯人”专管五齐和七菹的。五齐是我国古代酿造酒发酵过程中的五个阶段的生化现象，掌握这种发酵现象是制酒官员酒正的任务。对“醯人”来讲五齐同样也是规定范围内的工作，因为掌握醋生产的官员只有熟悉制酒的技术才能作出醋来，所以规定“醯人”掌握五齐与酒正并不重复，而是完全必要的。另外，七菹指的是韭、菁、茱、葵、芹、蒿、笋等七种腌渍的醋制品，也有部分是自然发酵的乳酸制品。五齐和七菹的密切关系从生产技术的相关性得以窥知，这些产品在帝王日常饮食生活中的重要性，从“醯人”官制得以理解。规定奄 2 人，女醢 20 人，奚 40 人。其规模仅次于酒及浆，所谓“奄”郑玄注曰：“奄人，精气闭藏者，今谓之宦人，月令仲冬，其间阙以奄。”女醢有生产技术的人，奚是因罪株连而沦为奴隶者，这也是奴隶社会的一大特点。

西汉史游《急就篇》中有“茱萸盐豉醢酢酱”的记载，唐颜师古注释说：“醢，酢也，一物二名也”。道出了醢的实质。宋王应麟引五代徐锴的话说：“醢，今人以为醋也。”汉许慎《说文解字》中释醢曰：“醢，酸也。”又释“酸”曰：“酸，酢也”。东汉崔寔《四民月令》中有五月里可作醋的记载：“是月五日可作酢”。

隋虞世南著《北堂书钞》卷一百四十六中记道：“食经云作卒成苦酒，其法取黍米一斛，以热粥浇其上，二日成酢。”吴地志云：“吴王筑城以贮醢醢，今俗人呼为苦酒城。”另外，同书中有“东里之醢”的故事：“弘君举食檄云大市覆霰之蒜，东里独姬之醢。”《唐书》云：“初薛仁县拔秦州召富人陈于猛火之上，或以醢灌鼻索其金宝。”又云：“任迪简方年人，举进士，初为李景略判官，景略性重厚，常有宴，行酒者

误以醢进迪简，知误，以景略性严，虑罪坐主酒者，仍免强饮尽之，托以酒薄，景略命换之，于是军中感悦。”这些记载中的醢都指的是醋。

宋史绳祖《学斋占笔》中有：“九经中无醋字，只有醢，至汉方有醋字。”意思可能是说在四书五经（《论语》、《大学》、《中庸》、《孟子》、《易经》、《书经》、《诗经》、《礼记》、《春秋》）中指醋为醢，当时并不称醋。

汉代以后的古籍中“苦酒”这一名辞出现的频度不低。汉代刘熙《释名》一书中“释饮食部”中解释“苦酒”曰：“苦酒，淳毒甚者，酢苦也。”后梁陶景弘《名医别录》中写道：“以有苦味，俗呼为苦酒。”《齐民要术》常引用著者已佚名的《食经》，其中则全部使用“苦酒”一辞。如“大豆千岁苦酒法”、“作小豆千岁苦酒法”、“作小麦苦酒法”、“水苦酒法”、“卒成苦酒法”、“乌梅苦酒法”、“蜜苦酒法”、“外国苦酒法”等八种。明王二聘《古今事物考》卷三有榷醋（食醋专卖）的记载：“魏中书监刘放曰，官贩苦酒，与百姓争锥刀之利，请停止。苦酒盖醋也，醋之有榷自魏已然，乃知不特近世也。”由此也可知醋与酒之关系。自魏食醋曾作专卖。

食醋的古字是“酢”字，为日本所借用，日本称食醋为“食酢”。在周法高主编《金文诂林》一书中“酢”字写作“𩚑”或“𩚒”，依然是“酉”字旁，意味着是酿造品，与酒有着密切关系。金文是刻在殷周时期青铜器上的文字。据此，也可以说酢已是在商周时期出现的酿造食品。此后，在东汉崔寔《四民月令》中有五月五日可作酢的记载，如前述《说文解字》释“酸”曰：“酸，酢也。”北魏贾思勰《要术》中全部用了酢字，醋字在《要术》中作形容词酸字使用。唐梅彪《石药尔雅》卷上释诸药隐中解释“酢”曰：“酢，一名苦酒”。隋书，《酷吏传》中云：“长安为之语曰：宁饮三升酢，不见崔弘度。”这一故事始末载于唐冯翊《桂花丛谈》中：“崔弘度隋文帝时为太僕卿，尝戒左右曰：无得谁我后，因食鳖，问侍者曰美呼，曰美，弘度曰汝不食安知其美，皆仗焉。长安为之语曰：宁饮三斗酢，不见崔弘度，宁茹三斗艾，不逢屈突盖，盖同时酷吏也。”

宋陈鼓年《广韵》解释“酢”说：“酢浆也，醋也。”到了宋代醋字不