

啤酒厂麦芽汁 制备工艺技术

〔德〕路德维希·纳尔蔡斯 著

孙明波 译

管敦仪 李玉玲 校

Die Technologie
der Würzebereitung

• 中国轻工业出版社 •

啤酒厂麦芽汁制备工艺技术

〔德〕 路德维希·纳尔蔡斯 著

孙明波 译
管敦仪 李玉玲 校

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是一本专门介绍啤酒厂中由原料到冷却麦汁这一过程中的理论研究和实际操作的专业书籍。它包括了各种原料及其处理方法、糖化过程的理论和实践，麦汁过滤、煮沸和酒花的添加直至麦汁的各种处理方法。本书除了重点介绍工艺外，还对各种方法的经济性进行了分析，并且也对当今的许多新工艺、新研究成果进行了详细的讲述。该书的特点是以实验数据为依据，因而书中列举了大量的图表，从而本书也是一本理论研究和生产实践的工具书。

本书可供从事啤酒酿造专业的工程技术人员和大专院校师生阅读。

Ludwig Narziss
Die Technologie der Würzebereitung
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1985

· 啤酒厂麦芽汁制备工艺技术

〔德〕 路德维希·纳尔察斯 著

· 孙明波 译

· 仇敏仪、李亚玲 校

中国轻工业出版社出版
北京市卫顺印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

850×1168 毫米 印张：20.125 字数：523

1991年 月 第一版第一次印刷

印数：1—5 500 定价：18.50元

ISBN 7-5019-1029 8/TS.0740

前 言

《啤酒厂麦芽汁制备工艺技术》一书的最初版本是由德国著名酿造家汉斯·列伯勒 (H. Leberle) 在1925年所著。直至1985年该书分别由众多的权威人士进行了6次修订再版。在每次再版中都收入了当时啤酒酿造方面的最新成果。因此, 每一版本都代表了当时国际啤酒酿造的最高水平。

《啤酒厂麦芽汁制备工艺技术》第6版是由现代著名的啤酒酿造家、德国慕尼黑技术大学教授路德维希·纳尔蔡斯 (Ludwig Narziss) 进行修订的。1985年出版, 是到目前为止的最新版本。该版本在德国以及欧美享有极高的声誉, 在啤酒酿造界中堪称权威之作。

该书所涉及的范围为由酿造原料直至定型麦汁。该版本详尽地阐述了现代啤酒酿造的工艺技术。它收录了大量的, 特别是近十几年来国际上的理论研究和实践成果。该书的特点是力求以实验数据和图表说明问题, 对每一细节都有详细的资料依据。它不但对啤酒酿造的生产实际具有重要的指导意义, 而且对于从事理论研究和生产实践的工程技术人员、科研人员以及高等院校的师生都是一本难得的参考书。该书的译出和出版对我国啤酒酿造工艺和技术水平的提高将起重大的促进作用。

管敦仪

译者的话

《啤酒厂麦芽汁制备工艺技术》的译制以及出版是在山东省食品工业公司、山东省啤酒工业协会的组织和帮助下完成的。

该书是由现代世界著名的酿造权威路德维希·纳尔蔡斯在1985年所作的第6次修订本，也是至此最新的版本。本书可以说是啤酒酿造专业的权威之作，它代表了当今世界的最新水平。因而，在此将该书介绍给酿造同行确信是有重要意义的。

由于译者的水平有限，书中难免会有许多不当之处，在此诚恳欢迎批评指正。

本书的出版还得到新泰啤酒厂、烟台啤酒厂、邹平啤酒厂、寿光啤酒厂、龙口啤酒厂的大力支持，在此一并表示感谢。

目 录

序言	1
第一章 原料	3
第一节 麦芽	3
一、大麦麦芽	3
二、小麦麦芽	4
三、特殊麦芽	7
第二节 辅助原料	14
一、未发芽大麦	16
二、未发芽小麦	17
三、玉米	17
四、大米	22
五、黄米	24
六、糖浆	24
七、糖	27
第三节 酿造用水	28
一、总论	28
二、水的硬度	30
三、水中离子作用的总论	32
四、水中离子和酸度	33
五、酿造用水碱度的计算	36
六、降酸的作用	38
七、水中不同的离子和其他成分的影响	40
八、酿造用水的处理	45
九、水处理的作用	79
十、生物酸化	82

十一、对酿造用水的小结	84
第四节 酒花	84
一、总论	84
二、酒花植物学	85
三、酒花的生长过程、管理和种植条件	87
四、酒花品种	93
五、酒花种植地区	95
六、酒花的病害	98
七、酒花的化学组成	101
八、酒花的评价	130
九、酒花制品	132
第二章 麦芽的粉碎	154
第一节 总论	154
第二节 粉碎产物, 其溶解性和产出性	155
第三节 料粉的组成、体积比例和过滤	158
第四节 对粉碎的评价	162
一、粉碎的经验检查	162
二、料粉的分级	162
三、取样	164
第五节 粉碎机	164
一、对辊粉碎机	164
二、四辊粉碎机	165
三、六辊粉碎机	168
四、五辊粉碎机	170
五、附加装置	171
六、粉碎机的运行和控制	175
七、湿法粉碎	178
八、湿法粉碎的改善	180
九、粉末料粉的生产	182
第六节 影响料粉性质和组成的因素	184
一、麦芽的性质	184

二、所采用的糖化方法·····	186
三、过滤设备的形式·····	186
四、改善的粉碎质量对麦汁组成和收得率的影响·····	187
第七节 粉碎室的配置·····	188
第三章 糖化 ·····	189
第一节 糖化理论·····	189
一、淀粉的分解·····	190
二、蛋白质的分解·····	207
三、半纤维素和麦胶物质的分解·····	225
四、磷酸盐的变化·····	239
五、脂的分解·····	241
六、糖化中多酚的变化·····	243
七、糖化中的其他过程——锌的游离·····	248
第二节 糖化操作·····	252
一、总论·····	252
二、糖化过程引论·····	255
三、糖化容器·····	264
四、糖化方法·····	271
五、辅料的加工·····	301
六、糖化中的特殊问题·····	309
七、糖化过程的控制·····	313
八、糖化方法的选择·····	317
第四章 麦汁过滤 ·····	326
第一节 使用过滤槽的麦汁过滤·····	326
一、过滤槽麦汁过滤原理·····	326
二、过滤槽·····	328
三、过滤槽的过滤过程·····	337
四、过滤质量·····	361
五、麦槽和废水的排放·····	366
六、洗槽和耕槽操作的控制·····	367
七、过滤槽的能力和经济性·····	369

第二节 使用麦汁压滤机的过滤	370
一、麦汁压滤机的过滤原理	370
二、麦汁压滤机	371
三、麦汁压滤机的过滤过程	377
四、麦汁压滤机的过滤质量	387
五、麦糟和废水的排放	391
六、麦汁压滤机的操作控制	392
七、麦汁压滤机的生产能力	393
八、麦汁压滤机的优缺点	394
第三节 快速渗滤槽	395
一、快速渗滤槽的组件	395
二、快速渗滤槽的过滤过程	396
三、快速渗滤槽的生产能力	398
四、快速渗滤槽的过滤质量	400
五、快速渗滤槽的优缺点	401
第四节 高压压滤机 (HD-压滤机)	401
一、原理	401
二、高压压滤机的组件	402
三、HD-压滤机的操作方法	402
四、HD-压滤机的生产能力	403
五、HD-压滤机顺利工作的前提条件	403
六、HD-过滤系统的优点	404
七、连续过滤方法	405
第五节 过滤系统的经济性比较	406
第六节 暂存槽	407
第五章 麦汁煮沸和酒花添加	410
第一节 麦汁煮沸的意义	410
第二节 麦汁煮沸系统	411
一、煮沸锅	411
二、连续煮沸装置	420
第三节 麦汁煮沸中的物理过程	422

一、多余水分的蒸发·····	422
二、麦芽酶的破坏·····	423
三、麦汁的杀菌·····	423
四、煮沸中麦汁酸度的上升·····	423
第四节 蛋白质的凝聚·····	424
一、总论·····	424
二、对蛋白质凝聚的评价·····	428
三、蛋白质凝聚的物理因素·····	428
四、麦汁组成对蛋白质凝聚的影响·····	432
五、麦汁煮沸的开始·····	434
六、有利于蛋白质沉淀的添加剂·····	434
第五节 酒花的添加·····	435
一、苦味酸的溶解和转化·····	435
二、酒花多酚的作用·····	445
三、麦汁煮沸中的酒花油·····	450
四、煮沸中的酒花脂肪酸及其下落·····	453
五、酒花中的蛋白质·····	453
六、酒花添加量·····	454
七、酒花的添加方法·····	456
第六节 麦汁中芳香物质的变化·····	467
一、亚油酸和亚麻酸的热氧化分解·····	467
二、酚酸的变化·····	468
三、美兰德反应产物的形成·····	469
四、麦汁煮沸中含硫物质的变化·····	477
第七节 麦汁煮沸的能量消耗·····	479
一、煮沸锅乏汽冷凝器·····	479
二、蒸发能力的减小·····	480
三、乏汽压缩机 (Brüdenverdichter) ·····	480
四、高温煮沸·····	482
第八节 现代麦汁煮沸系统的工作方法和结果·····	483
一、外煮沸系统·····	483

二、蒸发量的减少	483
三、压力煮沸或低压煮沸	483
四、120℃的高温煮沸	485
五、130~140℃ 高温煮沸	485
第九节 麦汁的泵送	486
一、酒花分离器	486
二、酒花糟	488
三、酒花粉或粉碎酒花的糟	488
四、煮沸終了麦汁	489
五、麦糟	491
第六章 糖化过程的可靠性和保障	494
第一节 总的措施	494
第二节 半自动化	495
第三节 全自动化	495
第四节 糖化室装备的清洗	496
第七章 糖化室收得率	498
第一节 糖化室收得率的计算	498
一、测量值	498
二、糖化室收得率的计算	501
第二节 糖化室收得率的评价	503
一、实验室/糖化室收得率的比较	503
二、收得率平衡表	505
三、导致糖化室收得率低或麦糟损失过高的原因	507
四、对收得率一题的总结	509
第八章 糖化室和发酵室之间的麦汁处理过程	511
第一节 总论	511
一、麦汁的冷却	511
二、麦汁的吸氧	512
三、热凝固物的分离	513
四、冷浑浊物	514
五、其他过程	517

第二节 麦汁处理方法	519
一、冷却盘、喷淋冷却器或密闭冷却器	519
二、密闭系统	525
三、热凝固物的分离	525
四、冷浑浊物的分离	543
五、用于麦汁通风的设备	553
六、倾析器	556
七、麦汁冷却的自动化	558
第三节 冷麦汁收得率	558
一、测定值	559
二、冷麦汁收得率的计算	560
三、糖化室和冷麦汁收得率的差别	561
第九章 高浓酿造	565
第一节 麦汁过滤	565
第二节 糖化	566
第三节 麦汁煮沸	567
第四节 使用糖浆或糖	567
第五节 麦汁处理	568
第六节 高浓麦汁的进一步处理	568
一、在冷却室中稀释	568
二、啤酒在过滤之前或之后的稀释	568
三、高浓麦汁发酵啤酒的特点	569
第七节 高浓酿造法的经济性	569
一、生产能力	569
二、能量的节约	570
第十章 糖化和麦汁冷却的设备配置	571
第一节 麦汁制备工段的位置和配置	571
第二节 设备	573
一、简单的糖化设备	573
二、双套糖化设备	573

第三节 糖化室的能力	575
附录 化学性质的界限值饮用水标准 (TVO)	577
补充	577
参考文献	581

序 言

德国啤酒税法第九条规定“酿制下面发酵啤酒只允许使用大麦麦芽、酒花、酵母和水”。对于上面发酵啤酒也受此法规的制约。但也允许使用小麦麦芽以及纯净的甘蔗糖、甜菜糖、转化糖或淀粉糖和由上述糖所制成的色素物质。

通过这以法规的形式所确立的“纯啤酒法”，从而制定了德国啤酒酿造工艺的基本规范。在南德，特别是在巴伐利亚州，此“纯啤酒法”的约束力更为严格，因而，在当地无论酿制上面啤酒或专用于出口的啤酒均不允许使用糖。

某些外国的工艺学家认为，基于数百年传统的“纯啤酒法”是过时的和阻碍工艺进步的。但是，近25年来的突飞猛进的工艺和技术的发展表明了，在麦芽和啤酒制备过程中，哪些可能的方法能够使麦芽和啤酒制备过程中的自然参数得以灵活的。以科学为基础的利用，超出此可能性的范围就会导致啤酒酿造的本质发生改变。啤酒厂工艺学则指出，使用上述的辅料，在无任何辅助添加物质的情况下，可以生产出良好的、稳定性高的和均一的产品。对于这两种观点在当今的时代是具有意义的。因为，现在的市场需求越来越倾向于纯的、非假冒的食品，并且，为满足这种需求也作出了很大的努力。对啤酒厂来说，有许多实例可以借鉴。

在德国，长期以来一直酿制上面和下面啤酒。上面发酵是啤酒酿制的古老的形式，而下面发酵则是在十九世纪后叶不断发展起来的。第二次世界大战之后，在许多联邦州中，上面发酵啤酒再次得以盛行，如下莱茵的老啤酒（Alt bier），科隆范围内的克尔施啤酒（Kölsch）和巴伐利亚的小麦啤酒。这种啤酒在麦

汁制备方法上与下面啤酒无本质的差别。因而，在后述的麦汁制备技术的论述中主要以下面啤酒的麦汁为例。同时，对于上面发酵麦汁的不同之处，也进行说明。

虽然在本书中也谈到了使用辅料或某些添加剂的麦汁制备方法，但重点是“纯啤酒法”范围内的下面啤酒麦汁。正是由于“纯啤酒法”使德国的啤酒工业具有典范的和进步的作用，并由此获得了世界声誉。

第一章 原 料

第一节 麦 芽

谷物通过工艺措施而发芽，然后再经干燥和焙焦过程而制成的产物称之为麦芽。

对于啤酒生产来说，工艺控制发芽的目的在于：

(1) 形成和活化一系列的酶。

(2) 使这些酶作用于谷物中的不同物质组分。

这两种现象是相互依赖的。随着酶的不断形成也使其对各种物质组分的作用逐渐增强。这一过程将由发芽中的四个因素所影响：发芽谷物的湿度、温度、空气的组成和时间。

在发芽中酶的作用一方面表现为细胞壁的分解，从而使胚乳的粉状范围不断增大。另一方面则表现为高分子物质的分解。

这些分解产物或用于形成叶芽和根芽的新细胞或用于呼吸以取得所需的能量，另外的则聚集于胚乳中。在发芽中的谷物称之为“绿麦芽”，经干燥和焙焦后的则为“干麦芽”。

根据发芽谷物的品种区分为大麦麦芽和小麦麦芽。根据发芽操作，特别是通过萎凋和焙焦过程的操作，可以将其制成浅色、深色或中色麦芽。为了使啤酒所需的特点得以突出，也可制成某些特殊麦芽。

一、大 麦 麦 芽

大麦麦芽最好是用高质量的二棱夏大麦制成。这种大麦必须具备较强的发芽能力，理想的蛋白质含量、饱满的颗粒和细致的

皮壳。

冬大麦——至少是现在——不能满足这样高的要求。

浅色麦芽是由均匀生长的、溶解良好的绿麦芽，通过迅速脱水干燥，并以80和85℃进行焙焦而制成的。这种麦芽的胚乳，经过焙焦过程，仅发生少量的变化并呈白色和疏松状。其协定法麦芽的色度，据根使用目的，如用以酿制浅色皮尔森或金黄色的贮藏或出口啤酒，被确定在一定的范围内。为了在良好的焙焦操作中制造特别浅的麦芽，前述的前提条件是不可缺少的。色度高的麦芽则可以忍受较高的蛋白质含量，因而将蛋白质含量高的大麦进行分离是必要的（表1）。

表 1 典型酿造麦芽的分析值

麦芽类型	皮尔森	浅色	慕尼黑	小麦
水分 %	4.5	4.2	3.5	5.5
风干调出物 %	77.8	77.6	77.2	80.3
无水浸出物 %	81.5	81.0	80.0	85.0
粗细粉差EBC %	1.6	1.6	2.0	1.0
粘度mPa·s	1.54	1.55	1.57	1.60
无水蛋白质 %	10.2	10.8	11.5	11.5
蛋白质溶解度 %	40.0	42.0	38.2	38.5
可溶性氮 mg/100g干物质	653	726	703	708
甲醛氮 mg/100g干物质	229	225	180	170
游离氨基氮 mg/100g干物质	145	150	125	120
哈同值(45℃)%	38.5	40.0	38.5	42.0
糖化时间 分	10~15	10~15	20~30	10
最终发酵度 %	81.0	80.0	75.0	81.0
α-淀粉酶活性ASBC	40	45	30	50
糖化力 °WK	240	260	140	250
pH	5.93	5.88	5.65	6.10
总酸 mL 1NNaOH/100g干物质	13.5	14.0	17.5	13.0
色度 EBC	2.8	3.3	15.0	3.5
煮沸色度 EBC	4.8	5.8	21.0	5.0