

亨 斯 莱伯勒 原著

卡 尔 许史特 增订

翁 星 华 等译

麦芽制备工艺学

轻工业出版社

Dr. Ing. Karl Schuster
DIE TECHNOLOGIE DER MALZBEREITUNG
DIE BIERBRAUEREI I BAND
FERDINAND ENKE VERLAG STUTTGART
本書根据西德斯普特嘉特，弗尔第那德恩克出版社1963年第五版译出

麦芽制备工艺学
(啤酒酿造学 三卷集 卷一部分)
[西德] 亨斯 莱伯勒 原著
卡尔 许史特 增订
翁 星 华 等译

*
轻工业出版社出版
(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第118号
中国财政经济出版社印刷厂印刷
新华书店 发行所发行
各地新华书店经售

*
850×1168毫米1/32·12⁸⁰/₃₂印张·1插页·329千字

1965年7月第1版

1965年7月北京第1次印刷

印数：1~1,400 定价：(科七)2.00元

统一书号：15042·1220

麦芽制备工艺学

(啤酒酿造学 三卷集 卷一部分)

〔西德〕 亨斯 莱伯勒 原著
 卡尔 许史特 增订
 翁 星 华 等译

轻 工 业 出 版 社

1965年·北 京

内 容 简 介

本书系根据卡尔·许史特修订的原书第五版译出。书中对于酿造啤酒用大麦的选种、籽粒构造、化学成份、特性，以及大麦的浸渍、发芽，绿麦芽焙燥的理论和操作等，作了比较系统的阐述。另外，对于麦芽的特性、特种麦芽、小样制麦试验以及制麦技术的发展趋势等，也作了较为详细的介绍。

本书可供啤酒生产技术人员、研究人员以及有关院校师生参考。

序 言

自从莱伯勒所著“麦芽制备工艺学”第四版出版以来，转眼已经十年。在这段时间中，科学技术以飞快的速度向前发展，麦芽制备和啤酒酿造工业的技术亦获得很大的进展。

这个发展不只是在机器设备的制造技术方面，而且还在基础理论的研究方面，给我们提供了有关生理、生物、化学变化的丰硕的成果，从而逐渐提高到今日的制麦水平。

对错综复杂的研究成果加以鉴定和整理，是将技术应用于实际的一个重要步骤；这些研究成果在可能条件下应归纳成简单的原理，因为原理便于引导出技术应用的新的可能性，使之与实际生产密切结合。

本书的新版由于受到原版结构的限制，无法超越原来范围太多。由于大麦的特性及其活力的表现经常无法预测，只有通过制麦方法的随之应变，才能适应外界条件影响的各发芽阶段。因此，制麦的方法为数极多。

世界各国的参考文献给麦芽制备工艺提供了许多有重要价值的资料，舍之可惜，但要一无遗弃地列入本书，却无此可能，只得选择其中一部分加以叙述。问题在于如何作出正确选择：一方面固应对重要的参考文献一览无遗，另一方面亦应避免把今日的工艺学形成一个紊乱的概念。从这一点来讲，不要把老的文献遗漏，正具有十分重要的意义。因为古老的文献是今日的新知识的基础，也只有在此基础上，才能获得今后的发展。

虽然为了实用起见，莱伯勒所写的原版内容被基本保留了下来，但基于上述理由，新版仍扩大了叙述的范围，适当地报导了早些时候出现的至今仍然保持着重要地位的麦芽制备工艺以及它的一些新的发展。可以理解到本书所介绍的某些新技术目前只是处于开

始阶段，尚需经过一段时期才能加以推广。但这些萌芽是不容忽视的，良好的经验往往蕴育在一项最初很少被人们认识的新技术之中。

本书采纳的各种新式机器设备例图，系以有关工业部门的著名机器制造厂提供的宝贵资料为依据，只能看做是同类设备的一、二实例。巴威路啤酒教学及试验研究所的同事们，特别是基宁格博士，不只一次地对本书做出贡献，特在此对他们的诚恳帮助表示感谢。

卡尔 许史特

1962年夏

目 录

引言	(9)
第一章 酿造用大麦	(11)
一、概論	(11)
二、大麦选种	(14)
三、大麦籽粒的构造	(17)
四、大麦籽粒的化学成分	(20)
(一) 碳水化合物	(20)
(二) 大麦的脂肪	(27)
(三) 鞣質及苦味質	(28)
(四) 蛋白質	(29)
(五) 酶	(40)
(六) 无机成分	(53)
(七) 大麦的水分	(58)
五、酿造用大麦的一般特性	(58)
(一) 观感特性	(59)
(二) 机械檢驗	(61)
(三) 化学檢驗	(65)
参考文献	(68)
第二章 小麦	(71)
一、小麦籽粒的形态	(71)
二、小麦籽粒的化学組成	(71)
第三章 水	(73)
参考文献	(78)
第四章 发芽用原料大麦的貯运和預处理	(79)
一、大麦的輸送	(79)

二、大麦的精選和分級.....	(89)
(一) 大麦的粗選.....	(92)
(二) 大麦的精選.....	(94)
(三) 除塵.....	(100)
(四) 大麦的分級.....	(104)
三、大麦的貯藏和保管.....	(111)
(一) 概述.....	(111)
(二) 大麦的貯藏和貯藏條件.....	(114)
四、大麦的人工干燥.....	(128)
五、大麦的病害和虫害.....	(135)
(一) 噴射劑和塗刷劑.....	(137)
(二) 噴霧劑.....	(137)
(三) 烟霧劑.....	(138)
(四) 接觸殺虫劑.....	(139)
參考文獻.....	(140)
第五章 发芽.....	(142)
一、发芽的理論.....	(143)
(一) 酸度的变化.....	(146)
(二) 糖分的变化.....	(148)
(三) “溶解”的概念.....	(153)
(四) 蛋白質的分解.....	(154)
(五) 大麦的脂肪.....	(163)
二、发芽.....	(164)
(一) 概述.....	(164)
(二) 胚芽的生长現象.....	(165)
(三) 发芽的物質变化.....	(167)
(四) 溶解度測定方法.....	(171)
三、发芽时的物質消耗.....	(174)
參考文獻.....	(178)

第六章 大麦的浸漬	(181)
一、浸漬的理論	(181)
(一) 概述	(181)
(二) 浸漬度	(183)
(三) 浸漬水的添加劑	(188)
(四) 溫水浸漬和熱水浸漬	(192)
二、浸漬	(193)
(一) 浸麥槽	(193)
(二) 浸麥設備的發展	(197)
(三) 浸漬方法	(202)
(四) 浸漬損失	(208)
參考文獻	(209)
第七章 各種發芽方法	(210)
一、地板式發芽	(210)
(一) 地板發芽室	(210)
(二) 大麥在地板發芽室的處理	(215)
(三) 地板發芽室的發芽條件	(224)
(四) 綠麥芽的輸送	(226)
(五) 一般注意事項	(226)
二、通風式發芽	(230)
(一) 通風式發芽系統的通風裝置	(230)
(二) 通風式發芽系統的發芽設備	(245)
三、加速發芽的特殊措施	(306)
參考文獻	(307)
第八章 綠麥芽	(309)
第九章 綠麥芽的焙燥	(312)
一、焙燥的理論	(312)
(一) 概述	(312)
(二) 化學變化	(313)

二、焙燥.....	(323)
(一) 概述.....	(323)
(二) 焙燥设备的类型.....	(323)
(三) 焙燥过程与操作.....	(352)
(四) 焙燥麦芽的处理.....	(374)
(五) 干麦芽的贮藏.....	(378)
参考文献.....	(384)
第十章 大麦在发芽过程中的重量和容量的变化.....	(385)
参考文献.....	(393)
第十一章 麦芽的特性.....	(394)
一、外观特性.....	(394)
二、物理特性.....	(394)
三、化学特性.....	(396)
(一) 一般检验.....	(396)
(二) 特殊检验.....	(398)
参考文献.....	(402)
第十二章 特种麦芽.....	(404)
一、小麦麦芽.....	(404)
二、高得率麦芽.....	(405)
三、特种麦芽.....	(405)
(一) 着色麦芽.....	(406)
(二) 焦糖麦芽.....	(407)
(三) 破皮芽.....	(408)
参考文献.....	(409)
第十三章 小样制麦试验.....	(410)
参考文献.....	(411)
第十四章 制麦技术的发展趋势.....	(412)

引 言

麦类谷物在人工控制的外界条件下发芽的过程，即为制麦。发芽后制成的新鲜麦芽称为“绿麦芽”，经干燥和焙焦后称为“干麦芽”。

发芽的目的主要是获得酶。

含酶的麦芽根据它在工业上的不同用途，对人工发芽法提出两种不同的要求：

1. 人工发芽的主要目的是制造一种含酶丰富的麦芽，至于麦粒在发芽时的发育及其化学和生物变化则属次要。

2. 发芽时只产生一定数量的酶，以便引起麦粒内部储备物质达到某种程度的变化。在此情况下，含酶量不论过少或过多，都是不合要求的，反会因此降低成品麦芽的质量。

制造一种含酶丰富的麦芽，倒是一件比较简单的任务。困难在于如何合理限制和及时制止发芽的程度。

不同工业部门由于用途各异，利用的麦芽亦要求具有不同的特点，例如酒精工业部门要求的是一种含酶量十分丰富的麦芽，利用绿麦芽作为糖化剂，来糖化其他的淀粉原料，如玉蜀黍、马铃薯等；纺织工业部门利用含酶丰富的麦芽使织物脱浆；面包业则利用含酶丰富的麦芽粉或麦芽粉浸出液提高面粉的焙烤性能，改善面包的色泽；食品工业部门亦利用麦芽制剂或麦芽浸出液作为调制各种调味品、色素、味素的配料；除此之外，麦芽还是咖啡的代用品。

但是麦芽最主要的用途是制造啤酒。兹将啤酒麦芽的制造和应用进一步介绍如下：

经过发芽和焙燥制成后的干麦芽的特性对各种牌号的啤酒都有根本性的影响，如啤酒的味道、色泽、稳定性、泡持性等等，简言之，啤酒的全部主要特性都取决于所用麦芽的特性。也就是说，啤

酒质量的好坏早就被麦芽的特性所决定。

从理论上讲，绝大多数的麦类谷物都能用来制造麦芽，因为他们所含的内在物质大致相同，经过发芽能产生相当数量的酶，获得类似的分解产物。可是各种不同的麦类谷物经人工发芽后，并不完全都能制成啤酒麦芽，只有大麦是最适合的一种，原因如下：

1. 根据德国的风土气温，大麦即使处在不良的气候条件下亦能保持相当有利的生长条件。

2. 大麦的人工发芽条件容易控制。

3. 大麦的含酶量与发芽时其他起变化的物质数量的比例，是有利于啤酒酿造的。

4. 原料利用率高。

5. 用大麦麦芽酿造的啤酒，酒味以及其他工艺特性远远超过用其他麦芽酿造的啤酒。譬如用小麦，它是一种裸粒，发芽时十分敏感，生长时易引起发热现象，因此需要很大的发芽面积；用黑麦发芽，则比小麦更为敏感和困难；燕麦籽粒太小，得率低，皮壳厚，且含有许多没有价值的成分。

毋庸争辩，大麦应当算作是一种最好的酿造原料。

大麦的品种很多。品种不同的大麦对发芽的适应程度也有所差异。不能认为每一种大麦都适于制成啤酒麦芽。

第一章 酿造用大麦

一、概 論

大麦属禾本科。在花序部分，可将围绕花轴而生的几个部分区分如下（花到成熟期只剩下很少部分尚未脱落）：

1. 子房：带有两个羽状的柱头，吸收花药而受精。每朵花有雄蕊三枚，产生花药或花粉。

2. 在子房的基座上有两片小浆片：它相当于其他花朵的花盖。

3. 两片高出叶（颖片）：起初松围子房而生，一到子房受精扩大时，就一起生长。颖片分为内颖片（或称后颖片或上颖片）和外颖片（或称前颖片或下颖片）。外颖片上长有芒。有一种颖片不长大的大麦，这称为裸麦。

4. 向内弯曲的颖片：是两瓣细尖的小叶片，生长在外颖的基座上，具有丛毛状特性。打过的麦粒无此颖片，已留在穗轴上。

5. 基部丛毛：是穗轴的一小部分，长在种子的基部。

大麦的花序，按植物学的名称叫做穗状花序，有各种区别。来自亚洲的野生大麦的原始形状是每个穗节上簇生三朵花，所以在穗轴的周围共生长着六朵花。

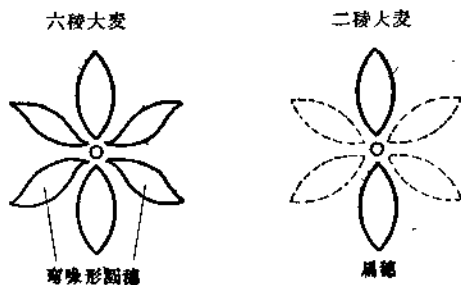
穗是圆形的，可明显地看出有六行麦粒围绕着一根穗轴而生。

这种六棱大麦是大麦的原始形态。

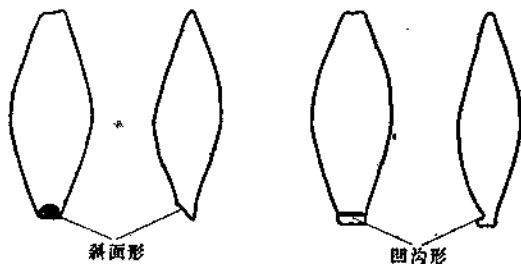
由于六颖籽粒围绕着穗轴而生，当麦粒发育时就互相挤压，影响到每一颗籽粒的发育。因此，六棱大麦的籽粒可分称为中间籽粒、右籽粒和左籽粒（图1）。

只有中间籽粒由于在穗上占着优越的地位，所以才得以正常发育。左、右籽粒因中间籽粒发育较快而受到挤压，发育迟缓，形态受到影响，因此转向外侧，基座至成不正常的斜面形。又由于籽粒

1. 籽粒的区别



2. 基座的区别



3. 基部丛毛的区别



图1 筛选用大麦的外部特征

长成弯喙形，腹沟的两半边很不匀称，因此称为“弯喙麦粒”。

如大麦样品中发现有“弯喙麦粒”，就能断定是六棱大麦，或者混有六棱大麦。六棱大麦因混杂有“弯喙麦粒”，所以往往比不

上其他品种，公担重量较低；又由于六棱大麦混杂有“弯喙麦粒”，所以不适于制造啤酒麦芽。由于“弯喙麦粒”在浸渍和发芽时的状况与中间籽粒不同，芽的长短不一，因而所得的焙芽也不均匀。这些结果是不可避免的。

四棱大麦不同于六棱大麦之处，在于它的籽粒不像六棱大麦那样是对称的，而是略为相错，看来像在穗轴上形成四行（而不是六行），因而得“四棱”之称。

二棱大麦是六棱大麦的变种，即由原生在穗轴一边的三朵花，发展成为一朵——中间的一朵，沿穗轴只有二行籽粒。二棱大麦即由此而得名。

二棱大麦是最基本的制造啤酒麦芽用的大麦，而且主要用的是夏大麦。冬大麦则绝大部分作为饲料。

个别的制麦技师和酿造技师对冬大麦也给予一定评价，并对两者给以同等看待。

二棱大麦的穗呈扁形，所有籽粒的形状都十分均一而对称。

制造啤酒麦芽用的二棱大麦又可分成两大类：

1. 直穗大麦：穗厚而阔，成熟时一般是直立的，籽粒互相紧靠。

2. 曲穗大麦：穗长而细，成熟时下垂，籽粒不是紧靠，而是疏懈地生长着。

辨别大麦属于上述两类中的哪一类，可从籽粒上加以识别：

1. 籽粒基座的形状；

2. 基部丛毛的形状。

直穗大麦籽粒基座的典型形状，是在背面有一条横向的隆块和凹沟；而曲穗大麦籽粒的基座则成斜面形。

曲穗大麦的另一特征是基部的丛毛。

两者在浆片形态上虽然也有一些不同的标志，却难于目察，不切实用。

直立而穗厚的二棱大麦，今日用作酿造已失去了它的重要性。

它不被重视的原因，首先是它的培植需要潮湿的土壤，成熟期晚，易生锈病，麦秆粗，且具有粗大的颖片。

所以适用于酿造的是曲穗的二棱大麦，如“A型丛毛”就是德国为啤酒酿造培植的唯一的一种二棱大麦品种，多年来一直受到推崇。

二、大麦选种

最原始最简单的选种方法是“优种选择法”^[1]。

德国从古代起就开始种植陆生大麦，有些品种至今还可以找到，如：沙勒大麦、泼番茨尔大麦、佛朗克大麦、下巴威略大麦等。不论哪种品种，严格检查它的培植状况，就会发现包括着许多不同的形态，如穗的长与短、疏与密、颖的粗与细、早熟型与晚熟型等等。选种者的任务就是把这许多不同形态的种子分选出来，选出籽粒、秆、叶各部位长得都很健壮的种子进行培植；只有籽粒具备一定长度和厚度的品种，才能保证丰硕的收获量，里表都能符合酿造的要求。

选出的种子播种在预先整理好的土壤里，在整个生长期內，对生长的状况、病害的传染和抗力等进行检查，发现有不符合条件的，就予淘汰。我们叫这种多年来一直使用的方法为“形态选种法”或“线形选种法”。“线形”的意思是指植物的传代而言。

通过这种简单的人工选种，获得了一系列至今还在推广的酿造用大麦的良种。

但是，只靠人工选种还不能获得效果更好的新品种，因此，必须使用杂交法，将不同品种的优良特性汇集在一种新品种內。但杂交比人工选种困难得多，需要掌握深湛的遗传学知识和杂交技术，掌握杂交的父系和母系的特性以及可以达到的主要指标，经过长年累月的细致工作，才能将两种品种的优良特性汇集于一种新品种內。

经过遗传因素的研究，能逐渐赐予杂交品种的后代应有的特性。现用的品种就是用这种方法逐步产生的，经大面积推广后，已能满足酿造工业的需要。

每一种大麦品种现在都有它固有的名称，这些名称应专门登录，并标明它的特点，如生长状况、成熟、收获率、籽粒的形态、酿造价值等等；记载务须正确，以便比较和衡量。

限制和选择给予承认的酿造用大麦品种亦是一项重要的措施。许多年前，德国有一百多种酿造用大麦品种在市场上出售，现在只有三十余种是得到承认的，其中十种是推广的主要品种^[2]。

主要的夏大麦品种有如下几种：勃劳温史—维萨（Breuns Wisa）、阿克芒史—独那利阿（Ackermanns Donaria）、菲尔拜克史—乌尼翁（Firlbecks Union）、阿克芒史—依萨利阿—奴娃（Ackermanns Isaria Nova）、勃劳温史—伏拉（Brouns Volla）、海纳史—海萨 I（Heines Haisa I）、缪勒史—费朗可尼阿（Müllers Frankonia）、利希梯史DN（Lichtis DN）、阿克芒史—皮杜（Ackermanns Bido）、利希梯史—玛艾阿（Lichtis Maia）、蓄危格史—玉利阿纳（Schweigers Juliane）等。

冬大麦一般都是四棱大麦，但也有个别地区生产二棱大麦，所获得的麦粒饱满，如卡尔史顿史（Carstens）、捷尔马克史（Tschermacke）二棱冬大麦即是。

德国种植的酿造用大麦品种按其籽粒外形来分，可分为三种类型：

短粒类型：粒小至中等，籽粒饱满，适应性强，产量相当高，如阿克芒史—独那利阿、利希梯史DN、菲尔拜克史—乌尼翁、缪勒史—弗朗可尼阿等品种即是。

中粒类型：粒中等、饱满而颖细，例如：勃劳温史—维萨、海纳史—海萨 I、阿克芒史—依萨利阿—奴娃、海纳史—阿姆塞尔（Heines Amsel）、利希梯史—玛艾阿。

长粒类型：粒大而长，千粒重量高，颖粗，如阿克芒史 MGZ、