

Chapter 3 Ancient tradition Malting

Chapter 3 Ancient tradition Malting

Chapter 3 Ancient tradition Malting

Chapter 3: Ancient tradition: Malting

了解麦芽制造过程。

了解麦芽制作的三个关键阶段。

了解发芽谷物的变化及其对麦芽质量和啤酒质量的影响。

正如第 1 章所述，酿造过程可能是偶然发生的。人们从草丛中收集了一些谷物并储存起来。这些谷物可能是为了食用，但也有一点被保存下来用于种植来年的作物。一些谷物被淋湿并开始发芽，然后加入更多的水，这使得发芽过程中产生的溶解糖被漂浮在水中的“野生”酵母消耗，将这些糖转化为酒精和二氧化碳(CO₂)。所以第一批啤酒是在同一个过程中酿造出来的。但现在，这是两个非常独立的过程。谷物的控制发芽和干燥过程现在是一个非常精确的工业过程，与酿造过程是分开的。这个发芽和干燥过程称为麦芽化。

在描述麦芽化过程（谷物内部转化）之前，要明白理论上任何类型的谷物都可以“发芽”。但在人类开始“发芽”的早期几个世纪，他们就知道有些谷物比其他谷物更好。即使有大量相同类型的谷物，也可能会有更好的谷物，因为较大的谷物或外观干净的谷物会产生更好的麦芽。随着麦芽和酿造过程的控制越来越好，这些谷物类型和谷物质量也越来越好，对可用于麦芽的谷物有一个非常具体的选择过程。第 4 章将详细介绍这一主题。

The magic of malting

数千年来，在中东地区和地中海地区，人们已经很好地了解了**麦芽工艺**，即麦芽谷物对酿造工艺的贡献。直到几百年前，科学家们才开始了解发芽和干燥的化学反应，我们才能够以非常精确的方式控制这一过程。

因此，现在应该详细描述一些曾经使用过的术语。**麦芽工艺包括三个独立的过程**。它们是：

浸泡

发芽

干燥（烘干）

是的，只有三个步骤。但就像麦芽和酿造一样，它从来都不是那么简单。

浸泡的目的是唤醒沉睡的谷物。唤醒谷物的目的与农民将谷物种植到土壤中并种植新作物的目的相同。土壤中的潮湿条件会刺激谷物中的胚胎，并开始一系列复杂的生化反应，从而导致新植物的生长。随着植物进化，结出果实或种子，长成新植物，这个过程已经存在了数亿年。这与麦芽制造和酿造有何关系？我们在制作麦芽时利用的就是这种发芽过程。

浸泡过程是将谷物浸入一个大型“水”箱中，该水箱称为浸泡容器。浸泡容器为圆形，顶部开口。它通常由不锈钢制成。浸泡容器的底部为圆锥形，即收敛成一点。

典型的现代浸泡槽，谷物从顶部倒入温控水中。空气被泵入以帮助谷物移动并排出二氧化碳。

在浸泡过程中，谷物将从顶部放入浸泡容器中，容器内装满水。通常，**谷物将在第一次浸泡水中浸泡 8 到 12 小时。将浸泡容器中的水倒掉，让谷物静置。这种空气静置很重要，因为谷物是活的，如果浸泡在水下几天，空气就会被淹没。空气静置使谷物有机会从空气中吸收氧气，因为它需要呼吸。**空气静置可持续 8 到 12 小时（根据谷物类型和质量，可能相差几个小时）。**浸泡和空气静置将重复第二次，也可能是第三次，具体取决于谷物类型、谷物质量和目标麦芽质量等通常的因素。****浸泡过程完成后，将谷物泵入麦芽的下一个阶段，即发芽。**

水温之所以重要，有几个原因。小麦和大麦等谷物在 16°C 左右的温度下会顺利发芽，但大米和玉米等谷物通常需要高于 20°C 的温度。**不同谷物所需的不同温度取决于谷物生长的季节。**小麦和大麦等谷物在深秋至初冬种植，因此地温较低。但高粱、大米和夏季谷物则在春季和夏季种植，此时地温要高得多。这些差异取决于不同谷物类型进化的地区。低温谷物类型在现代伊朗和伊拉克周围的寒冷沙漠地区进化。而夏季谷物则在温暖得多的地区进化，其中高粱进化于非洲大陆的东部和西部地区，大米进化于澳大利亚北部和南亚地区，玉米进化于北美大陆的南部地区和南美大陆。

同一种谷物使用的温度会略有不同，第二个原因是谷物的类型、谷物的年龄和所制造的麦芽的类型。麦芽制造商了解水温和浸泡时间对最终麦芽质量的影响。

浸泡期间，谷物会吸收大量水分。农民收获的大多数谷物含水量约为 10% 至 12%。浸泡后，含水量将超过 40%。水分是均匀发芽的必要条件，也就是说，发芽过程开始并持续进行，直到在干燥过程中停止。干燥过程将使最终含水量降低到 5% 以下，但我们很快会详细介绍这一点。

Germination—Floor exercises

顾名思义，发芽阶段是麦芽制造商让谷物开始并推进发芽过程的时期。在浸泡期间，发芽的早期阶段开始，**胚胎苏醒并启动一系列对成功发芽至关重要的反应。**

早期发芽过程是在地板上进行的。这可能是在为自己和其他几个家庭酿造啤酒的家庭住宅内。最终，它被设计成住宅内或单独住宅内的高架地板。随着社区、城镇和城市的发展，人们专门为其他专门酿造麦芽的人制作麦芽，而这些人又专门从事酿酒，这一过程会变得更加典型。**地板发芽过程的限制在于控制环境温度。在最冷或最热的月份，温度控制将极其困难。**

所以，是的，**温度控制在发芽中也很重要。**与浸泡温度一样，**发芽温度是针对特定谷物和达到特定质量而设定的。**在寒冷地区，由于大麦是主要使用的谷物，典型的发芽过程需要一周以上，也许 10 天。因此，在干燥阶段之前，这是一个缓慢的过程，浸泡阶段需要 48 小时，而现在发芽需要长达一周的时间。在较

温暖的气候下，对于某些不同的谷物，发芽可能只需要 5 到 6 天。早期的麦芽制造商需要生产足够的麦芽，可以持续数周甚至数月，这样酿酒师就可以在一年中的大部分时间里酿造啤酒。

现代地板麦芽机要么有加热空气，要么有加热水流过混凝土地板。还可以控制环境温度。这确保了一致的发芽过程。谷物深度约为 6 英寸。但当谷物开始发芽时，它会产生自己的热量并释放二氧化碳。房间内流动的空气有助于减少热量积聚，并将二氧化碳排出房间。二氧化碳比空气重，对所有生物（包括动物，即人类）都有害。**二氧化碳会使谷物缺氧并杀死谷物。**

现代世界中的古老工艺。

地板发芽需要一种装置来翻动谷物。特殊的叉子用于翻动谷物以及在地板上移动发芽的谷物。虽然它有助于发芽过程并产生一致的质量，但它是一项艰苦的体力劳动。

现代化的地板，发芽的大麦铺在地板上，每天翻转以去除热量和二氧化碳。

Germination—Keeping things in a box

近几十年来，由于对麦芽的需求增加，以及更适合麦芽的大麦品种的出现，发芽时间现在为 4 到 5 天。为了应对日益增长的需求，人们设计了一种容器，它可以在占地面积很小的情况下生产出相同数量甚至更多的麦芽。发明了 Saladin 箱，**麦芽制造商可以将之前放在地板上的谷物数量放在混凝土箱中。发芽地板可能长 20 到 50 米，宽 10 到 30 米。相同数量的谷物可以放入占地面积小得多的箱子中。谷物大约在 1 米深，而不是地板上的 4 到 6 英寸。**

Saladin 箱有一个金属假底。假底有小槽，允许空气通过谷床。**与发芽底一样，需要去除发芽谷物产生的热量和二氧化碳。**

吸收了所有水分并长出根部的谷物很重，而且会变得非常缠结。为了帮助去除热量和二氧化碳，并减少谷物缠结，谷物会被翻动。就像发芽地板和手动叉车一样，只是用大型机械螺丝。就像大型螺旋钻一样，它们穿过谷物床，从底部抬起谷物，翻动谷物。

麦芽制造商将在麦芽制造过程中跟踪谷物的含水量，这样谷物就不会开始变干。萨拉丁箱上方将有高架喷雾系统，可以向其中添加水以保持水分。从而确保发芽继续进行，而不会对过程产生任何可能的影响。

What's going on during germination?

在发芽过程中，**会发生可见（物理）和不可见（生化）变化。**随着谷物外壳下的胚芽膨胀和胚芽附近出现根须，物理变化将很快显现出来。这些物理变化是谷物开始发芽的标志。种皮下顶端芽的持续生长和根须的进一步生长表明发芽正在顺利进行中。但在麦芽生产中，这种生长将在烘干周期中突然停止。

物理变化表明胚内开始了大量生化反应，并且合成了一组特定的酶，开始分解一些胚乳储备以喂养发育中的胚。这些不同酶的作用将 (i) 改变主要结构元素，例如胚乳细胞壁，(ii) 开始将储存蛋白切割成小肽和氨基酸，以及 (iii) 开始将淀粉聚合物分解成较短的聚合物和单糖。

酶是一种非常特殊的蛋白质，它能从分子上切下某物或将某物附着到分子上。通常有成千上万种酶被进化为在很短的温度范围和很短的 pH 范围内执行非常精确的操作。

让我们快速了解一下麦芽制造过程中的一些重要生化反应，因为这些过程会影响啤酒的最终质量。

如第 3 章所述，**胚乳由隔间（细胞）组成，就像一座形状奇特的建筑物中的数千个房间。胚乳细胞壁是两种非淀粉多糖，即 β -葡聚糖和阿拉伯木聚糖。它们都是长链。特定的酶会开始将它们切成小链，从而开始在细胞壁上产生较大的间隙，其他酶可以从中进入细胞开始工作。**必须分解这些细胞壁，以便其他酶可以进入胚乳细胞。但同样重要的是，必须分解 β -葡聚糖和阿拉伯木聚糖，因为这些聚合物会在酿造过程中造成问题，例如在啤酒进入包装之前过滤时，它们会导致啤酒中产生不必要的浑浊。我们将在第 5 章中进一步讨论这些影响。

胚乳细胞开始分解后，另一组称为蛋白酶的酶将开始对储存蛋白起作用。这些酶在包括人类在内的许多生物体中很常见，因为当我们晚餐吃一块肉或早餐吃一些谷物时，我们需要分解蛋白质。其中一些蛋白酶会将蛋白质切成较小的蛋白质（称为肽）。其他蛋白酶从肽的末端去除单个氨基酸，为我们提供游离氨基酸。这些氨基酸是酵母在酿造发酵过程中制造酒精所需的“蛋白质”来源。释放的肽将有助于啤酒泡沫的结构和气泡。因此，麦芽制作过程中发生的事情再次影响了啤酒的最终品质。

虽然大多数蛋白酶都有特定的胚乳储存蛋白靶标，但对于某些蛋白酶来说，它完全与蛋白质中的氨基酸序列有关。因此，如果这些蛋白酶具有适合蛋白酶靶向的正确氨基酸序列，它们甚至会攻击其他酶。其中两种是胰蛋白酶和糜蛋白酶。它们在大多数生物体中也很常见。由于这些酶切割蛋白质的方式，这两种酶被用于蛋白质组学。但第 14 章将详细介绍这些酶。

参与改变胚乳所需的最后一组重要酶是淀粉降解酶。有四种特定的酶，其中一种是植物界独有的，但其他三种存在于几乎所有生物体中。这些酶的目的是将大的直链淀粉和支链淀粉聚合物分解成较短的聚合物和单糖。这些单糖是任何植物、动物、真菌或细菌最容易利用的能量形式。

第一种淀粉降解酶是 **α -淀粉酶**。这种酶存在于几乎所有生物体中，包括最小的微生物，如一些真菌。**** α -淀粉酶会在长直链淀粉和支链淀粉链的某个点随机切割，从而产生两个较短的链。这种情况一直持续到没有足够长的链可以攻击为止。这里有一个有趣的点需要注意，当你正在阅读这篇文章，也许正在吃一点东西时，同样的 α -淀粉酶就在你的唾液中，它会开始将你正在吃的食物中的任何淀粉分解成较短的链。另一个提醒：我们和真菌一样简单或复杂，这取决于你的观点。**

下一个要讨论的酶是 **β -淀粉酶**。与所有其他在发芽过程中合成的酶不同， β -淀粉酶已经与胚乳储存蛋白结合。**** β -淀粉酶只有一项工作。它必须从淀粉链末端去除两个结合的葡萄糖。这两个结合的葡萄糖分子称为麦芽糖。麦芽糖是啤酒发酵过程中最丰富的糖。酵母喜欢麦芽糖，几乎和喜欢葡萄糖一样多。酵母会专门从葡萄糖中产生酒精。我们将在第 8 章中进一步解释这一点。**

第三种淀粉降解酶是**极限糊精酶**。它也存在于植物物种中，动物（如我们）中也发现了类似的酶。极限糊精酶也只有一项功能。**它会切断支链淀粉上的分支点。**请记住，支链淀粉的结构就像一棵树——有很多不同长度的分支。因此，极限糊精酶会在分支点处切割，从而为 α -淀粉酶和 β -淀粉酶提供较短的链。

最后一种淀粉降解酶是 **α -葡萄糖苷酶**，有时也被称为**淀粉葡萄糖苷酶**。****这种酶只是从淀粉链中去除单个葡萄糖。从而为酵母提供大量葡萄糖。如上所述，麦芽糖是发酵前啤酒中最丰富的糖。麦芽糖由两个结合的葡萄糖组成，酵母只将一个葡萄糖转化为酒精，因此酵母有一种淀粉葡萄糖苷酶，可将麦芽糖切割成单个葡萄糖，然后，再将两个葡萄糖分子转化为酒精。**

这些是发芽过程中最重要的生化过程。还有其他过程发生，但当行业描述用于**酿造和蒸馏的麦芽质量时，这些是最重要的。**

Drying

早期的“麦芽制造商”学习并开发了一种利用火和火的热量并将暖空气推入高架地板下的工艺。热空气加热地板并加快干燥过程。这种加热干燥地板与古罗马遗址中发现的结构相似，当时军团士兵会来到澡堂洗澡放松。罗马人和罗马人之前的文化中，人们擅长制作瓷砖，当热空气在高架地板下移动时，瓷砖可以承受高温。下面显示了高架地板的示例。

Controlled drying processes

麦芽制造过程以干燥发芽的谷物结束。在早期，干燥过程需要几天时间，因为干燥是在正常大气温度下进行的。但不久之后，**人们就意识到这个过程需要用更高的温度来控制。火中的热空气会吹过谷物，使其升温，但不会使其翻滚或着火。这会使谷物干燥，增加一些风味，并使现在稳定的麦芽可以储存更长时间。**

在 18 世纪和 19 世纪，随着工业革命的开始，高通量生产推动了社会向新的方向发展，麦芽行业也能够改进麦芽工艺，并在不同温度下产生热量。大约 40°C 的低温可用于启动干燥过程。谷物的含水量仍然很高，因此过快加热谷物会使谷物变质。缓慢控制温度上升，迫使水分排出，然后将麦芽干燥至含水量约 5%。

这一过程使麦芽非常稳定，适合长期储存。高温还会引发发芽谷物中糖和氨基酸之间的一系列新化学反应。这种美拉德反应会产生麦芽的颜色。这些反应还会根据温度增加非常独特的风味。烹饪时食物变褐的情况你一定很熟悉。高温会导致糖和氨基酸结合，使食物变褐并增加风味。

如今，**麦芽制造商拥有一种特殊的容器，称为窑炉，可以精确控制温度。**窑炉与发芽容器是分开的，但有时可以使用萨拉丁箱作为窑炉以节省占地面积。

这种烘干过程可以生产大多数类型的麦芽。将麦芽烘干至 100°C 以上可以产生更多颜色和不同风味。特殊烘焙机的温度更高，**可以产生颜色更深的麦芽，用于生产多种深色啤酒。这些烘焙机就像咖啡烘焙机，具有类似的化学反应。**

可以对**湿麦芽进行单独的干燥过程，在 130°C 左右的温度下干燥几个小时。**此过程类似于在煎锅中加入糖时产生焦糖的过程。**这种焦糖化或结晶过程产生的麦芽使某些啤酒风格呈现琥珀色、太妃糖色或焦糖色。**

对于大多数啤酒类型而言，标准麦芽工艺生产的麦芽是所用麦芽的主要成分。这些啤酒的颜色会很淡或呈稻草色。但少量的彩色麦芽或特种麦芽会为拉格啤酒和麦芽啤酒带来更多的颜色和风味。

不同麦芽的不同颜色导致啤酒的颜色也不同。

Nothing really new in malting, compared to brewing

在早期，麦芽制作过程是一项家庭活动。但一般来说，麦芽制作者（和酿酒师）都是女性。为了确保家庭有足够的食物，并保证有安全的饮料，女性计划、组织和执行这些过程。随着社区的发展和城镇的扩大，这将成为家庭的收入来源。

麦芽制作过程几千年来基本没有变化。**唯一真正的变化是从地板工艺转变为箱式工艺。冷却和加热效率有所提高。**如第 5 章所列，替代谷物的使用量超过了大麦或小麦。

The challenges ahead

可持续性是大多数行业的首要任务，麦芽行业也不例外。大量的用水以及冷却和加热成本让麦芽厂的管理人员感到有些焦虑。为了解决这个问题，麦芽制造商正在考虑如何最好地降低这些成本。这可能包括只进行一次浸泡，而不是两次或三次浸泡。或者进行 3 天的发芽，而不是 4 天的发芽。寻找加热的替代方案，取决于哪种更便宜，电力或天然气，或者使用绿色能源来驱动窑炉中的燃烧器。

未来几年，该行业将经历一些变革来解决这些问题。但请放心，他们仍将生产出更高质量的麦芽。

麦芽制作工艺几乎与啤酒酿造工艺一样古老。

麦芽制作分为三个阶段，即浸泡、发芽和干燥。

成品麦芽赋予啤酒颜色、味道和香气。

麦芽的生物化学和化学性质影响啤酒酿造工艺的效率。