

# Chapter 4 Brewing—the hot side

---

## Chapter 4 Brewing—the hot side

---

## Chapter 4 Brewing—the hot side

---

## Chapter 4: Brewing—the hot side

---

### 了解将麦芽变成啤酒的步骤

### 了解研磨、捣碎和煮沸等具体工艺及其在酿造过程中的作用

### 了解一些评估质量的基本参数

啤酒厂很幸运，一年中的大部分时间都能酿造啤酒。与其他酒精饮料行业不同，其他酒精饮料行业可能只能在农作物收获后的短时间内酿造啤酒。此外，其他饮料行业可能有一个漫长的陈化过程来使其饮料成熟和调味。这并不意味着他们一年中的大部分时间都没有可供销售的产品，因为他们要包装可能已经储存多年但尚未准备好出售的产品。

酿造过程相对较短，从将第一批原材料最大化到啤酒准备好出售只需不到一个月的时间。

麦芽制成后，麦芽可以储存数月。因此，通常有固定的麦芽供应，酿酒商可以订购大量麦芽，几天内就可以交货。但酿酒商通常会提前几个月下麦芽订单，以确保他们能够遵守酿造时间表。啤酒厂没有大量的麦芽库存。通常，麦芽每隔几天就会交付一次，以便在啤酒厂一两天内使用。

麦芽是完整交付的，也就是说，仍然是全谷物。对于较小的精酿啤酒厂，麦芽可以用聚氨酯袋装，重量约为 40 公斤（90 磅）。对于大型啤酒厂，麦芽可以通过卡车或集装箱运输，然后装入筒仓。卡车或集装箱最多可容纳 20 吨（44,000 磅）。

无论麦芽以何种方式供应，它都只能保存几天。因此，供应时间是从麦芽在麦芽厂完成到供应给啤酒厂的时间，最好只有几周而不是几个月。新鲜麦芽最好。

## Milling

---

啤酒厂会储存麦芽，直到需要将麦芽转入啤酒厂为止。麦芽需要被粉碎成更小的颗粒，这样麦芽中存在的数百种化合物才能溶解在麦芽汁中（请参阅第 8 章有关水质的重要性）。

通常，麦芽将被装入储罐中，然后重力落入磨机中。磨机将是滚筒磨机。两个带有凸起凹槽的金属滚筒将以相反的方向滚动。滚筒之间会有一个小间隙，麦芽会从这些滚筒之间穿过并被粉碎，露出淀粉胚乳。在一些滚筒磨机中，其中一个滚筒可能是静止的，因此只有另一个滚筒移动以提供粉碎过程。

对于精酿啤酒厂，将使用双滚筒磨机，但对于大型啤酒厂，可以使用四或六个滚筒磨机。滚筒越多，颗粒尺寸越细。磨机的类型将基于啤酒厂容器的配置。

上述过程称为干磨。会产生大量粉尘，因此任何磨坊都必须有良好的通风或除尘装置，以减少粉尘积聚。粉尘极易燃烧，因此所有磨坊都应配备火花抑制器，并且室内不允许有明火。粉尘爆炸非常危险。

还有一种替代方法，即湿磨。顾名思义，湿磨中存在水。使用湿磨有几个原因。一是它可以减少粉尘量，并且粉碎过程中产生的所有颗粒都会与麦芽汁混合。第二个原因是可以尽早开始提取数百种麦芽化合物。这种调节的温度应接近麦芽汁温度。湿磨过程中使用的水量包含在计算总麦芽汁量时计算的总酒量中。

湿磨的缺点是基础设施成本高。只有大型啤酒厂才有资金投资这种昂贵的设备。这些啤酒厂也进行了大量研究，以比较湿磨机与干磨机的价值。

所有使用的麦芽，包括任何特种麦芽，例如用于酿造深色啤酒的深色麦芽，都经过研磨和混合，一起进入麦芽汁桶。

## Mashing

---

麦芽粉碎后，就被称为麦芽粉。麦芽粉的量与所用麦芽汁的量成比例，称为麦芽粉与麦芽汁的比率 (G:L)。G:L 比率对于啤酒厂设计配方时非常重要，因为糖化过程中使用的总水量与酿成啤酒的麦芽汁总量不同。还有其他几个步骤可以添加更多的酒，此外还有一个煮沸步骤会蒸发一些酒。酿酒师将计算糖化步骤所需的水量。他们会知道在第二个糖化步骤（过滤）中是否添加了更多的水，以及在煮沸过程中蒸发了多少水。煮沸后体积（分离）是将被冷却并转移到发酵罐中的体积。

糖化条件（麦芽粉颗粒大小、G:L 比率、酒温和水质）将针对特定的啤酒风格进行设计。糖化过程在糖化桶中进行（图 1）。将添加麦芽汁（水），并混入干麦芽。麦芽汁的温度将略高于设定的麦芽汁温度，因为麦芽温度通常在室温左右，并且随着麦芽和麦芽汁的混合，麦芽汁的温度会降低。

将麦芽汁和麦芽汁搅拌一小段时间，以确保充分混合。通常，停止混合，麦芽中的水溶性化合物会“溶解”到麦芽汁中。这些化合物包括

可发酵糖

不可发酵碳水化合物

氨基酸、肽、完整蛋白质和一系列有助于颜色和风味的含氮化合物

脂肪酸和甾醇

酚和多酚

有机酸

维生素

矿物质

## Mashing style

---

现代的麦芽汁桶使用蒸汽、煤气或电力加热。大多数麦芽汁桶都有双层皮，以便在 1 到 3 小时的麦芽汁处理时间内保持和减少热量损失。所以刚才提到的两件事很重要。温度和时间。

根据酿造啤酒的历史，麦芽汁处理有两个基本区别。就整个酿造历史而言，在 10,000 多年的时间里，直到 19 世纪，人们都是用火来产生热量。木材当然是常用的材料。在某个阶段，人们开始使用煤作为燃烧源。蒸汽也被用作一种直接接触火焰的加热方式。蒸汽还可以提供压力，因此第一种机器和运输工具使用的是蒸汽机。然后，在十九世纪后期，驱动机器或产生光的方式是使用电力。这对大多数生活在大社区、城镇和城市的人来说是一个改变游戏规则的事件。

对于麦芽和酿酒行业来说，这是一种更好地控制加热过程的方法。但如果我们回溯到几个世纪前，酿酒师要想在麦芽汁桶中保持温度的稳定，就必须去除大约 1/3 的麦芽汁，尽可能快地煮沸，然后将沸腾的麦芽汁倒回麦芽汁桶。这样可以提高温度。然后，酿酒师可以再去除 1/3 并重复该过程，使温度升高。这个过程称为煎煮麦芽汁，是几个世纪以来欧洲的麦芽汁制作方式。这种麦芽汁制作时间可能需要几个小时。使用电力（或燃气或蒸汽加热）可以更好地控制温度，从而缩短麦芽汁制作时间。

煎煮过程实际上相当精确。长期以来，酿酒师一直在不同的温度下进行工作以获得不同质量的麦芽汁，这对水转化为神奇的灵丹妙药（啤酒）有不同的影响。此外，在十九世纪，随着科学家开始了解化学和生物化学，他们发现不同的酶（蛋白质）在不同的温度下发挥作用。煎煮过程提供了一个步入温度，使一些不同的酶能够最佳地工作。温度的下一步会停止一组酶，但允许另一组酶更佳地工作。图 2 显示了不同酶在不同温度下继续分解一些麦芽淀粉和蛋白质，改善麦芽汁以产生更多的酒精并改变啤酒的味道。

## 不同的酶有不同的最适温度

另一种糖化方式是使用恒温。这通常称为浸泡糖化，在英国使用得更多。英国人的大麦和麦芽质量略有不同。酿酒师（然后是科学家）计算出，大约 65°C 的单一温度适用于两种主要酶，这些酶将淀粉降解为所需的可发酵糖。浸泡糖化可以运行大约 90 分钟。

但对于煎煮方式和浸泡方式，都有一个大约 75°C 的最终加热阶段，可停止所有酶，并且不会发生进一步的化学变化，从而导致酒精的生产。但还发生了一些其他变化，即由于一组称为美拉德反应（当糖和氨基酸在高温下结合时）的不同化学反应，麦芽汁的颜色会变深。虽然啤酒的大部分颜色来自麦芽，但颜色在糖化过程中会略有增加，然后在煮沸过程中也会增加。

糖化后，必须将麦芽汁与麦芽粉分离。在早期，人们会留下富含可发酵糖（酵母制造酒精的食物）的浓稠液体，等待神奇的转化发生。他们会倒出发酵液，留下固体（废谷物）。这些谷物可以用作动物的食物或饲料。但由于对食物和啤酒供应非常谨慎，他们会将剩余的废谷物用于另一次糖化。虽然会提取出更多的糖和其他重要化合物，但含量要低得多。这会产生一种也会转化的液体，但酒精含量会低得多。众所周知，这些啤酒仍然营养丰富，但没有同样的醉人效果。这些啤酒是全家人的最爱，通常是在早餐时饮用。

随着酿造过程越来越成为一门专业艺术，酿酒师设计了将麦芽汁与废谷物分离的方法。设计了一个单独的容器，让麦汁通过谷物床过滤，只留下废谷物。麦汁可以被泵送到锅中，为煮沸过程做准备。这个过程叫做“过滤”，来自德语单词 *abläutern*，大致意思是“冲洗掉”或净化。但在早期，麦汁中仍然会有很多细小的谷物颗粒。因此，酿酒师想出了一种办法，将麦汁移入单独的槽中，然后将麦汁倒回过滤槽，直到麦汁中没有颗粒物。再循环过程称为 *vorlaufing*。另一个德语词意思是“向前跑”。

虽然这些过程清除了最终流入锅中的麦芽汁，但谷物床中仍然有麦芽汁。因此，需要加入更多温度非常高的水，大约 80°C。这些水被喷洒在谷物床的顶部。这个过程称为冲洗。淡水冲洗谷物床中被束缚的麦芽汁，并将麦芽汁加入锅中。但淡水也会将麦芽汁稀释到更适合酵母发酵的浓度。它也会使麦芽汁的颜色变浅一些。

## Mash filters

---

除使用过滤槽外，还可以使用麦芽汁过滤器。顾名思义，它们用于过滤麦芽汁，即从固体物质中过滤麦芽汁。麦芽汁过滤器是一种相对较新的酿造工艺技术，最早于 20 世纪初使用。

麦芽汁过滤器比传统的过滤工艺效率更高。麦芽汁与酒糟分离的速度比过滤工艺更快。在操作麦芽汁过滤器时，有许多单独的“腔室”装满麦芽汁。通常，这些腔室之间会放置一个布过滤器。当所有腔室都装满时，将它们压在一起，挤出麦芽汁，然后将其泵入水壶。通常会使用冲洗工艺来冲洗掉酒糟中粘稠的麦芽汁，但通常这比过滤工艺中通常的冲洗要少。

使用麦芽汁过滤器的主要区别之一，将从研磨工艺开始。使用锤磨机而不是滚筒磨机可以生产出更细的颗粒。这些更细的颗粒可以更有效地从麦芽中提取所有有益成分，从而提供高提取率。这些更细的颗粒很容易被麦芽汁过滤器处理。但由于颗粒紧密堆积，过滤过程将对细颗粒起作用，这会降低麦芽汁通过谷物床的流速。

与传统的过滤相比，即使是最高效的啤酒厂每天也可能用过滤进行两次麦芽汁过滤，而使用麦芽汁过滤器，啤酒厂每天最多可以进行六次麦芽汁过滤（在 24 小时周期内）。

虽然麦芽汁过滤器听起来像是一个伟大的创新步骤，但对于一些酿酒商来说，他们仍然更喜欢使用过滤槽。酿酒业可能非常传统。

## Boiling

---

一旦麦汁与最终的酒糟分离，液体最终将进入发酵罐，酵母会产生酒精和其他风味化合物。但在此之前，有一个重要的步骤对啤酒的最终质量至关重要。即使麦汁是通过使用热水工艺生产的，这些工艺也不会达到沸腾温度，而沸腾温度是保护麦汁免受细菌等外来生物感染所必需的。

沸腾时间通常约为 60 分钟。但同样，根据啤酒的风格，沸腾时间可能会更长，长达数小时。

分离后的麦汁被泵入水壶，顾名思义，水壶是用来煮麦汁的容器。除了消毒过程外，水壶中还会发生其他一些重要变化。

可能最重要的是添加啤酒花（见第 7 章）。啤酒花是一种会开花（球果）的植物，专门添加到水壶中以给啤酒带来苦味。这可能是啤酒和任何其他使用糖化工艺的饮料（例如多种不同的烈酒）之间的决定性步骤。

啤酒花专门添加到煮沸步骤中，通常不止一次，具体取决于啤酒的风格。啤酒花中有一种有机酸（不用担心，它非常安全，想想你用于烹饪的醋，它是一种有机酸），在非常热的沸腾条件下，它会稍微改变其化学结构，从而加剧苦味。

所有啤酒都有苦味，这有时会给人们带来分歧。有些人不喜欢苦味。

不同风格的啤酒有低苦味或高苦味。大多数拉格啤酒的苦味都很低，而印度淡色艾尔啤酒（IPA）的苦味可能非常高。苦味范围通常在 5 毫克/升至 100 毫克/升左右。苦味以国际苦味单位 (IBU) 报告，当您选择



要尝试的啤酒时，您可能在啤酒厂酒吧看到 IBU 和酒精含量。

煮沸过程中还会发生一些其他重要变化，包括由于加热过程啤酒颜色会略有增加。

也有一些蒸发。每小时煮沸约有 10% 的液体损失，因此酿酒师在计算糖化、过滤和煮沸时间时要考虑麦芽汁的总量。

煮沸过程中，加酒花的麦芽汁酸度会略有下降。

一些麦芽香气化合物会在煮沸过程中随蒸汽被驱散。

煮沸过程中可以添加特定糖，以增加麦芽中可发酵糖的含量。通常会添加蔗糖（即您添加到茶或咖啡中的精制白糖）。在精制糖出现之前，酿酒师会使用其他甜食，如甜菜。比利时酿酒师使用甜菜中的未精制糖，称为 candi sugar。这通常用于生产更烈的啤酒（酒精度更高），因为可发酵的糖越多，酵母产生的酒精就越多。

啤酒花的香气化合物会随啤酒梗一起被驱散，但酿酒师可以在煮沸后期再次添加啤酒花。苦味可能会略有增加，但这是酿酒师在考虑成品啤酒中的啤酒花香气时。如果你喜欢喝 IPA，通常会有很多香气，比如花香、果香、松香或草本香气。好吧，这些很可能是酿酒师在煮沸后期或下一步旋流时，甚至在发酵时（下一章）添加啤酒花时产生的。

## Whirlpool

---

漩涡效应可以自然发生。在潮汐强烈的河流或汇聚强烈洋流的海洋中，有很多漩涡的例子。漩涡效应将固体物质吸入最快速流动的流体中间。

沸腾过程后的漩涡就是为了达到这个目的，甚至更多。加入水壶的啤酒花中的固体物质将被推入漩涡容器的中心。这有助于清除啤酒花中的一些固体物质。此外，在沸腾过程中，谷物和啤酒花中的一些蛋白质会从酒液中沉淀出来。这个过程是所有生物蛋白质的自然发生过程。当你煮鸡蛋时，你会注意到这一点，清澈的蛋清会变白。加热过程将蛋白质从一条像揉皱的丝带一样的捆绑线解开，变成了一条展开的丝带。这个过程是无法恢复的。因此，啤酒花和谷物中的一些蛋白质会沉淀出来，并混入固体啤酒花材料中。

漩涡过程不会持续很长时间，通常为 10 到 20 分钟，具体取决于容器的大小和啤酒花啤酒的量。在此阶段，温度将开始下降几度。由于温度下降和漩涡时间较短，酿酒师可以添加更多啤酒花。苦味不会增加太多，但更重要的是，由于温度降低和产生的蒸汽减少，啤酒花的香气将得以保留。

从漩涡中，啤酒花啤酒被转移到发酵罐中，以进行酿造过程的下一阶段。但漩涡中有些东西需要清理。固体啤酒花材料和任何沉淀的蛋白质都需要去除。这种物质称为 trub，来自德语单词 trübe，更常见的拼写是 trüb，意思是浑浊。

漩涡之后会发生什么？嗯，加了酒花的啤酒被转移到发酵罐中。这是酿造过程冷端的第一阶段。下一章将介绍这一点。

**热端从麦芽中提取重要产物，用于发酵和调味。**

热端是添加苦味的地方。

热端控制啤酒的所有颜色。