

Chapter 12_ The Future of the Brewing Industry

Chapter 12: The Future of the Brewing Industry

了解麦芽制造和酿造的技术和新发展。

展望未来更加可持续的行业。

我们的水晶球有多准？

麦芽和酿酒行业是非常有趣的悖论。我们有着悠久的传统，制作麦芽已有数千年历史，使用啤酒花已有约 1,300 年的历史，酿造啤酒已有数百年历史，例如拉格啤酒。我们遵循相同的浸泡、发芽和烘干步骤来制作麦芽。我们遵循研磨、捣碎、分离液体、煮沸（并添加啤酒花）、冷却、发酵、澄清和包装的步骤来制作啤酒。在这几千年里，并没有太大的变化。

这一传统与惊人的创新相得益彰，包括新的啤酒风格、一些替代成分（这在某种程度上是传统的，啤酒花被其他植物材料取代）、改进的工程技术以及许多使麦芽和酿酒行业变得更加绿色和可持续的举措。

后者极大地推动了创新，麦芽和酿酒行业都希望使用更少的水和更少的能源，使用更易生物降解的包装，并减少总体碳足迹，以达到碳中和的理想目标。虽然一些啤酒厂接近碳中和，但一些啤酒厂声称他们一个或多个啤酒品牌是碳中和的，例如科罗拉多州的 New Belgium 啤酒厂的 Fat Type 啤酒。

在麦芽生产中需要考虑的几个例子是只使用一次浸泡、在发芽时添加酶以及不窑干。您会记得从第 4 章中，麦芽生产过程是浸泡和空气静置交替浸泡两到三次。然后我们进行发芽，最后将绿麦芽干燥成非常干燥的成品麦芽。为了减少用水量和冷却水的成本，一些麦芽制造商使用一次较长的浸泡。

发芽阶段可能不会有太大变化，但可以将四到五天缩短到三到四天。麦芽制造商可以添加在发芽过程中合成的相同酶。这些酶溶解在水中并喷洒在谷物床上。谷物吸收溶解的酶，从而加速胚乳的改性。

烘干的最后阶段非常耗能。大量的热量被驱入谷物床，这也需要大量的空气。如果我们完全跳过这个阶段会怎么样？是的，没有干燥阶段。这将保留一些在烘干周期结束时因高温而失去活性的酶。但我们不会得到在这些高温下形成的颜色化合物。而且谷物仍然非常湿，含水量高达 45%，因此它很容易受到细菌和真菌等微生物的感染，导致绿麦芽变质（并产生大量难闻的气味！）。因此，要采用这种“无窑”方案，麦芽厂必须距离啤酒厂只有几公里（甚至更少英里）。这对啤酒厂来说是一个优势，因为麦芽仍然是湿的，因此需要进行不同的粉碎过程，从而消耗更少的能量并且不会产生灰尘。

仅使用绿色麦芽进行生产听起来可能很不错。但在所有这些之中，我提到了一些关于颜色和味道的事情。是的，啤酒的大部分颜色来自麦芽，我们需要高温来产生有色化合物。其中一些化合物还会为淡啤酒花啤酒增添风味。那么在使用绿色麦芽时，我们如何赋予啤酒颜色和风味呢？好吧，我们可以添加颜色和风味剂。这些很容易给啤酒上色并赋予风味。但生产这些是有成本的。这些成本比烘干阶段便宜，但在我看来，这不是天然的。

啤酒厂的节约

如果我们使用传统工艺（包括烘干阶段）生产的麦芽，那么麦芽中已经蕴含了颜色和风味。但有时麦芽的

质量还不足以完全分解胚乳中的主要成分，如细胞壁、蛋白质基质和淀粉。因此，我们可以添加这些特定的酶，以确保有效的糖化和麦汁分离。一些酿酒师会说，这只是给麦芽提供了帮助，因为它是麦芽加工过程中已经产生的相同酶。虽然我是一个纯粹主义者，会推荐使用酶，但我觉得在某些情况下，这些是降低任何负面加工影响风险的选择。如果它能帮助酿酒师一批又一批地生产出同样美味的啤酒，那我就同意了。

添加酶的选择需要额外的原材料成本，但与花费数小时来解开因高 β -葡聚糖而卡住的分离物，或因 β -葡聚糖而导致罐装或装瓶时过滤器堵塞相比，它是一种更便宜的选择。

我希望您理解并欣赏这些艰难而必要的决定，始终牢记效率和一致性的目标。

如果我们谈论处理麦芽和酿造废物，您会记得在生产麦芽和啤酒时会产生废物。

升级再造

除了水之外，最大的废物流就是糖化后剩下的废谷物。这被称为啤酒废谷物 (BSG)。一些酿酒商可能会考虑将 BSG 用于另一种糖化。可提取的物质较少，这意味着酿酒商将生产出酒精含量较低的啤酒，但这将有助于这些酿酒商酿造低酒精啤酒。

但是，一旦酿酒商用完 BSG，通常出于实用性考虑，最好将其赠送给动物养殖户。它是蛋白质、纤维、碳水化合物、矿物质和维生素的廉价来源。动物们非常喜欢它。BSG 约 90% 是水，因此它又是微生物攻击的目标。它会在几个小时内变得非常臭，因此酿酒商希望尽快将其移出现场。

对于那些运输卡车可以轻松进入城镇并有空间进入酿酒厂的酿酒厂来说，将 BSG 赠送给农民是一个不错的选择。

但用于人类食物或添加到堆肥系统中的价值要大得多。但处理和储存仍然是此类应用的一大障碍。

啤酒花选项

啤酒花用于为啤酒增添苦味和香气。啤酒花的需求量不断增长，有些年份啤酒花几乎短缺甚至短缺，因为更多的啤酒花是从欧洲、新西兰或澳大利亚进口的。然而，越来越多的啤酒厂正在考虑替代方案，例如使用其他植物材料来源。

是的，回到 1000 多年前那些美好的旧时光，那时还没有使用啤酒花，酿酒师添加当地植物来增加啤酒的风味和保存性。我们对许多替代植物的化学性质有了更好的了解，除了主要的苦味化学物质 α 酸之外，替代植物还有很多其他积极的味道和香气化合物。

酵母选择

我们传统上只使用少数酵母菌株来酿造拉格啤酒或麦芽啤酒。但有数百种酿酒酵母菌株和一百多种巴斯德酵母菌株。有些酵母收藏中，研究人员正在分析这些未开发的资源，以识别可以带来不同味道或香气的新菌株，而不会对发酵过程或啤酒质量产生任何负面影响。

还有一些替代真菌也用于酿造酸啤酒。这些选择几乎是无限的，因为人们觉得远离传统的拉格啤酒和麦芽啤酒的味道和香气是可以接受的。但也不会太远，以至于我们不能再称之为啤酒了。

技术

20 世纪最重要的发现之一可能是 20 世纪 50 年代 DNA 分子的鉴定。在 50 年内，研究人员可以获得生物体的整个基因序列。这可以识别所有已知基因和一些未知基因。

表 1 显示了一些植物和动物物种的基因组大小，其中人类的基因组与用于酿造的植物（如大麦或小麦）相比相对较小。与我们相比，酵母的基因组较小，但它是一个研究基因表达的绝佳系统，即基因如何表达成 RNA（转录组学），然后是蛋白质（蛋白质组学），然后提供代谢物（代谢组学）。从基因到代谢物的整个流程称为系统生物学（图 1）。

不同物种基因组的大小。

生物世界受系统生物学支配。

有了这些知识，研究人员可以更深入地研究麦芽和啤酒品质的重要蛋白质或影响啤酒口味的重要风味分子的基因控制。

上个世纪的另一个决定性时期是计算技术的创新。我们可以在更短的时间内进行更多的计算。您可能听过公司描述您的手机比将人类送上月球的飞船拥有更强大的计算能力——所有这些能力都在我们的掌中。

计算能力的飞跃使旧技术在啤酒分析中仅用于检测少数化学物质，现在能够检测更多化学物质并更快地完成。新的分析方法和化学分离技术使我们能够在一次分析中识别数百种特定化学物质，而瓶颈现在变成了计算技术，需要数百 GB 的计算机内存。

这使我们能够分析谷物、麦芽、啤酒花、酵母和啤酒中的数百种单个蛋白质或单个代谢物，从而使研究人员能够追踪影响加工、风味和质量的数千种化学物质。

目前，这些技术超出了大多数麦芽制造商和酿酒商的能力范围，但它们使研究人员能够更好地了解麦芽制造和酿造的复杂过程，以及原材料的差异如何影响这些过程和啤酒质量。

计算技术正在迅速进入一个我们大多数人仍在试图理解可能应用的领域。人工智能 (AI) 已经在医疗、采矿和农业等多个领域找到了利基。

具体来说，在农业领域，我们看到机器人种植和收割农作物，或者无人机喷洒农药来保护这些农作物。有些小型机器人进入人类无法进入的危险储藏室。

在酿酒业，自动化程度越来越高。人工智能将在该行业占有一席之地，但在我看来，它不会取代酿酒厂的人员。他们听从酿酒厂的指示，告诉他们一切正常。他们可以闻到酿造过程的哪个阶段正在进行，他们可以品尝并对任何轻微的不想要的味道做出反应。

但酿酒业已经有一些自动化，这里列出了一些例子。

包装方面有更多创新。

使用“电子鼻”检测香气特征。

有自动倒啤酒机器人。

使用在线红外检测器来获取更多实时质量测量数据。

在过去两个世纪中，酿酒业为许多科学发现提供了基础。

随着该行业面临原材料供应稳定和质量稳定的挑战，这一科学突破的历史将继续下去。

该行业并不惧怕回顾过去并使用旧的原材料，例如替代植物或酵母。