

Chapter 10_ Sensory

Chapter 10: Sensory

您将了解啤酒的各种感官特性。

您将了解不同原料对感官的影响。

您将了解关键的味道和香气特性。

什么是感官？

对于我们中的一些人来说，感官是一门科学，我们可以测量、分析，然后解释人类对食物或饮料某些特征的反应，这些特征是通过视觉、嗅觉或味觉检测出来的。当然，其他传感器是触觉和听觉。我们不会用听觉来评价啤酒，但我们可以用触觉来评价啤酒的口感。

通常，当我们品尝新的东西时，我们会回忆起一段记忆，以恢复描述味道或气味的方式。对我来说，其中一类是一些能散发出花香的啤酒花。从小，我就记得家里花园里的玫瑰，我已故的母亲会剪下玫瑰花带回家里。她确实把带刺的茎留在地上，我父亲踩到它们时会咒骂。

如果你喜欢做饭，你可能会做你小时候最喜欢的菜，然后你的母亲或父亲过去常常做饭，房子里会充满那道菜的香味，你不用问就知道“晚饭吃什么？”这可能被称为安慰食物，因为吃这顿饭会带来强烈的积极情绪。

就像我们记得小时候味道糟糕的食物一样。但奇怪的是，我们现在可能会喜欢其中的一些食物。或者在某些情况下，你可能仍然非常不喜欢某种食物或味道。有没有一种食物或饮料你小时候不喜欢，但成年后你却可以接受的？对我来说，那是球芽甘蓝。我甚至不喜欢它的味道，但现在我很高兴吃它们。

当我们描述味道或香气时，我们会使用“风味”一词。啤酒含有来自水、麦芽、啤酒花和酵母的化合物，这些化合物以不同程度的量贡献风味。

我们期望麦芽的甜味和啤酒花的苦味之间保持平衡。我们可能会检测到啤酒花和酵母的一些香气。因此，当我们用舌头闻到某种东西时，我们可以更具体地关注味道，或者当我们闻到香气时，我们可以关注香气。

在味觉类别中，我们有甜、酸、咸、苦和咸。后者是一个日语术语，用来描述舌头中部的咸味感觉。有些人可能会将其描述为肉味。所有这五种味觉组都有特定的舌头区域来检测这些组的化合物（图 1）。

对于传统的拉格啤酒和麦芽啤酒，我们希望你能尝到甜和苦，而拉格啤酒通常苦味较少。但对啤酒的风格也有期望。例如，hefeweizen 是一种麦芽啤酒，但苦味很低。我们还发现，啤酒花拉格啤酒更常见，因为酿酒师在传统拉格啤酒中添加了稍多的啤酒花。

酸啤酒的名字就能告诉你预期的味道。酸啤酒的酸性更强，口感酸涩，当你的舌头处理酸味化合物时，你可能会闭上嘴巴。

在感官体验方面，人们有很大的不同。任何大型食品或饮料公司都会有一个品尝小组，每个品尝小组都可能具有独特的品尝或香气能力。品尝小组通常会寻找每周生产的产品中味道或香气不同的任何事物。例如，每周生产几种啤酒的大型酿酒公司需要知道该产品每批、每年每周的味道和香气是否相同。

有时，品尝小组会提供产品的描述性说明。例如，啤酒花公司会提供一些关于特定啤酒花品种预期香气特征的说明。在印度淡色艾尔啤酒 (IPA) 中，啤酒花是在发酵过程中或发酵后添加的，以恢复香气，酿酒商可能会使用具有热带或花香的啤酒花品种。饮酒者会检测到这些，并在品尝啤酒时唤起对接下来会发生什么的某种感知。

人类的舌头有超过 1 万亿个嗅觉刺激。但不同的人检测相同味道和香气的能力各不相同；因此，品尝小组需要几个人。

每种化合物都有可检测的阈值。有些化合物的单位可能是百万分之一 (ppm)，即毫克/千克，有些化合物的单位可能是十亿分之一 (ppb；微克/千克)，有些化合物的单位可能是万亿分之一 (ppt；纳克/千克)。

大多数人应该都能检测到百万分之一的阈值。十亿分之一的阈值对某些人来说可能是一个挑战，而万亿分之一的化合物则意味着很少有人能检测到这个阈值。

但有些人拥有超强的味觉。这些人能够品尝出极少量的化合物，而且这些人的记忆力非常好，可以非常准确地描述味道或香气。你可能喝到一种带有热带水果香气的啤酒，你可以说它闻起来有热带味道。但其他人可能会说它有芒果和百香果的香气，还带有西瓜和荔枝的味道。

人类舌头的不同部分可以感知不同的味道。

为了标准化感官分析，特定的食品或饮料公司可能会开发所谓的风味轮。这允许人们使用描述性术语来突出味道和香气。风味轮可以非常详细，将单个味道和香气分解为非常具体的味道或香气示例。麦芽和酿酒行业有自己的风味轮来描述麦芽和啤酒的味道。图 2 显示了这种风味轮的示例。风味轮的核心是味道和香气。然后我们转向更广泛的描述，例如口感，它涵盖了喝一口啤酒并吞咽时的感觉。或者也许是谷物等广泛的香气术语，它涵盖了草味、麦芽味或麦芽汁味的香气。风味轮上的位置与其他位置无关。例如，如果味道是“饱满”，那么轮子的另一侧就是“硫磺味”，这并不意味着这些味道和彼此对立。我们只是使用轮子来了解如何对啤酒进行味道和香气描述。

啤酒风味轮的一个例子。

您可能会惊讶地发现，与舌头（味觉）相比，鼻子（香气）可以检测到更多的风味活性分子。香气可以通过嗅觉直接检测到，并且可以在相当远的距离闻到一些香气。香气化合物可以从很远的地方检测到。如果您住在啤酒厂附近，可能有些日子您可以检测到与糖化或煮沸过程相关的某些香气。根据风的强度，几百米外就可以检测到这些香气。但您显然无法尝出这些香气，只能闻到这些香气。

我们还有另一种闻气味的方法，但不是直接通过鼻子，而是当我们吞咽时，可以通过鼻后效应检测到一些香气。这是由于香气化合物从喉咙后部向上移动到鼻子后部（图 3）。

鼻后效应。从口腔闻到香气。

口感

在研究四种主要味觉效果的某些具体方面之前，我们应该考虑一种广义的口感。这是一种口中的整体感觉。有时你可能会吃一些东西，即使吞咽之后，你仍然可以感觉到舌头或味觉上的质感。在啤酒中，有一些因素会影响口感。所有这些都是啤酒评判的考虑因素，啤酒应该符合这些因素的预期描述。

我们可以通过口感描述来描述啤酒的质地。不同啤酒风格的不同特征可以有其中一种或多种。用来描述这些口感特征的术语是酒精、涩味、酒体、涂层、碳酸化、令人垂涎欲滴和辛辣。

酒精含量

酒精含量是在后腭检测出来的。因此，在品尝啤酒时，我们不会在品尝后吐出啤酒。我们吞下啤酒是为了感受酒精的灼烧感。啤酒风格必须符合一定的酒精范围。您不能喝酒精含量为 10% 的拉格啤酒。尽管对于某些啤酒类型，如烈性黑啤酒，可接受的酒精含量范围很广。无论风格和预期范围如何，都可以检测到酒精的感觉，而不会被其他啤酒特征（如涩味）掩盖。

涩味

涩味是那些不太容易描述的口感术语之一。它可以被描述为干涩甚至酸涩的口感。谷物和啤酒花中的化合物分别在麦芽和酿造过程中存活下来，并最终进入成品啤酒。这些化合物（一种多酚）存在于许多其他饮料中，如茶或咖啡和干葡萄酒。有时很难平衡涩味的口感，让饮酒者对啤酒不确定。我们可能会将啤酒描述为粒状的。这种特性通常是由在过滤过程中将麦芽汁与谷物床分离时有效的保留过程引起的。好处是，造成涩味的化合物属于我们所知的对人体健康有益的化合物类别。因此，虽然您的啤酒可能有颗粒感，但它仍然具有一些积极的健康方面。

酒体

啤酒的酒体更恰当地被描述为口感饱满。也可以被描述为“感受味道而不是品尝味道”。淡啤酒可能非常稀，什么都没有留下。淡啤酒属于这一类。而帝国黑啤则被描述为酒体饱满或浓厚，在口中留下更多残留感。

碳酸化

我们知道香气化合物是空气传播的。但有趣的是，有一种空气传播的化合物我们无法通过气味检测到，但它会溶解在啤酒中并导致口中的感觉。这就是二氧化碳 (CO₂) 或被描述为碳酸化。二氧化碳实际上是无味的，每种啤酒都含有一些二氧化碳。大多数啤酒含有 4 至 6 g/L 的二氧化碳，而软饮料含有 6 至 8 g/L 的二氧化碳，因此舌头上会有那种非常嘶嘶作响（疼痛）的感觉（吞咽后会快速打嗝）。新鲜的英国桶装啤酒的碳酸化程度较低（4 g/L），而相比之下，香槟的碳酸化程度非常高（10 g/L）。

我们如何检测二氧化碳？这是通过另一种感觉通路，实际上是舌头上的疼痛感。这种嘶嘶作响或刺痛的感觉是由三叉神经检测到的（图 4）

眼睛、鼻子和嘴巴与三叉神经之间的连接图像，三叉神经是我们感觉系统的一部分。

涂层

这可能被认为是一种与酒体相似的特性，但略有不同，这是吞咽后留在口中的感觉。您可能会在舌头上感觉到挥之不去的甜味或奶油味。巧克力或牛奶黑啤等啤酒会留下涂层。但这种特性应该与其他特性相平衡，以清除涂层，因为它可能占主导地位。

口味

我们都听说过主要的味道：甜味、酸味、咸味和苦味。如图 1 所示，这些味道在舌头上可以检测到。但让我们来看看品尝啤酒时这些味道的一些驱动因素。

甜度

甜度来自各种类型的糖，既包括麦芽，包括用来产生焦糖味的特种麦芽，也包括其他材料，如大米（如果在糖化过程中使用固体辅料）。也可以在煮沸时添加糖，但糖和许多其他糖一样，在发酵过程中会被酵母消耗。只有不可发酵形式的糖才会留在啤酒中，从而产生甜味。酿酒师在酿造 IPA 等苦啤酒时会密切关注甜度。保持甜度和苦度之间的平衡很重要。在一个方向上走得太远可能不符合啤酒的风格，也不符合消费者的期望。

甜的反义词是酸。酸度是由于酸性强度（游离 H^+ 离子）造成的。它由来自谷物、啤酒花甚至酵母（以及一些酸性发酵中的细菌）的酸控制。我们可以通过添加食品级酸来调节酸度，例如柠檬酸（存在于柠檬等水果中）或乙酸（醋）。添加酸会降低 pH 值。有些特定的啤酒类型预计其 pH 值会低于正常水平，例如来自比利时的野生兰比克啤酒，其中可能还存在一些野生微生物。

咸味

我们预计我们的啤酒尝起来会很咸吗？我希望不是，但啤酒中确实存在少量的盐，希望这不会影响口感。我们在捣碎啤酒时会添加少量的盐来帮助“缓冲”系统，这有助于酶发挥作用，从淀粉中产生糖或从蛋白质中产生氨基酸。其中一些盐还会帮助酵母酶完成不同的代谢过程。可以以盐的形式添加特定的矿物质（离子），为啤酒赋予特定的味道。例如，硫酸盐可以使口感更干，氯化物矿物质可以使口感更饱满。但同样，这些和任何添加的盐需要非常精细的平衡。因此，酿酒师将在过程中品尝水和麦芽汁，以确保它们的平衡正确。在麦芽汁桶中调整更容易。发酵后无法调整啤酒的味道。

苦味

啤酒中的苦味主要是由于啤酒花中的异 α 酸。啤酒花是独一无二的，因为它们是已知唯一含有这些酸的植物。苦味不同于涩味或辛辣味。有些人可能无法轻易区分它们。我们确实使用国际方法来测量苦味，苦味定义为国际苦味单位 (IBU)。苦味通常在 5 到 100 IBU 之间。有些人对苦味非常敏感，可能更喜欢淡啤酒花啤酒，如淡啤酒或黑啤酒。

鲜味(Umami)

日本人有个词叫“鲜味”，可以形容一种鲜味或肉味。有人认为，黑啤酒等啤酒的陈酿可能会影响这种味道。

你尝不出那种“异味”吗？

我有点不确定是否要添加这个，因为我不想让你认为酿造啤酒时可能会出问题。但我们研究的是一个有数百种生化和化学反应的生物系统，有时可能会出点小问题。有时会出现严重的口味问题，所以啤酒会流失，可能有数千升啤酒被浪费掉。但有时这只是一个小程序，这就是人类感官差异的体现。

任何食物或饮料的感官的一个真正有趣的方面是，人们有不同的感官阈值以及“喜欢和不喜欢”。

黄油爆米花与啤酒一起喝，而不是啤酒里有黄油爆米花

“可接受”异味的一个例子是酵母在较热的发酵罐中产生的一种化合物，称为二乙酰。这会产生黄油爆米花的味道。酵母在某些条件下会自然产生这种物质，但几天后酵母会重新吸收它。如果最终的啤酒中含有二乙酰，那么在包装前检测不到它就会出现质量问题。或者酿酒师在瓶中进行了二次发酵（瓶内调节）

有趣的是，大多数人可以很容易地检测到这些化合物，因为阈值非常低——150 ppb。但我认识几个人根本检测不到它。

与二乙酰类似的化合物是戊二酮，酵母也在与二乙酰产生的类似条件下产生它。但这更像是蜂蜜的味道，对某些人来说，这是非常理想的。但同样，通常不会出现在任何啤酒中，除非专门添加蜂蜜来增加颜色和味道。戊二酮的阈值是 600 ppb，但同样，尽管该阈值远高于二乙酰，但有些人还是检测不到。

二乙酰和戊二酮都是邻位二酮 (VDK)，用于描述化学家族。两者通常都被认为是异味。您尝过带有这些味道的啤酒吗？

老鼠味

是的，老鼠留下的相同化学物质可以在通常为酸味的啤酒发酵中形成。我不想太过专业，这种化学物质是四氢吡啶或 THP。这可以在通常为酸味的啤酒细菌发酵过程中产生。葡萄酒中 THP 的可接受阈值为 2 ppb（每升 2 微克）。我认为我们没有定义啤酒中可接受的阈值，但假设我们使用 2 ppb，那么大多数人都可以轻松检测到这种香气和味道。但有些人对此并不反感。即使我们比较不同的啤酒来测量 THP 的精确水平，一些品尝者也认为它不是太糟糕。对我来说，它非常糟糕。

因此，即使有些人可能觉得这些异味是可以接受的，但我们不能生产有“异味”的啤酒，除非有一个非常特定的啤酒品牌将其作为其特征的一部分。

“我的啤酒闻起来像奶油玉米。”

虽然不是味道而是一种香气，但这种奶油玉米香气或业内更为人熟知的化学名称二甲基硫醚 (DMS) 来自于麦芽中存在的热敏化合物。这种热敏化合物 S-甲基蛋氨酸在酿造麦芽中使用的经过良好改性的麦芽的高温烘干过程中大部分会流失。但在麦芽中，使用稍低的窑炉温度进行稍微改性，它可以存活下来。DMS 在拉格啤酒中更为明显，在某些啤酒品牌中，这是一种预期的特性。它很容易被发现，如果这些啤酒中没有 DMS 香气，则被视为缺陷。然而，在预计不会有 DMS 香气的啤酒中，这被认为是异味。所以对某些人来说可以接受的东西对其他人来说可能不可以接受。但这些问题都没有。

香气

就像影响口感的化学物质一样，啤酒的香气也由许多化学物质组成。我们认为仅啤酒花中就含有 400 多种化合物。因此，像 IPA 这样的啤酒非常芳香，带有大量啤酒花香气以及一些可能的酵母香气。

如前所述，麦芽可以带来老奶奶的味道，但也有麦芽香气，包括新鲜割草的香气。我们还可以从麦芽中获得烤、咖啡、焦糖或太妃糖的香气。这必须是啤酒花香气较少的啤酒，因为啤酒花确实喜欢成为派对的焦点，并展示其所有水果辛辣香气。

香气来自啤酒花中的精油。这些精油具有挥发性，因此当将啤酒花加入锅中以带来苦味时，这些香气就会随着沸腾过程的蒸汽而消失。这也是我们推动 DMS 的地方（前面提到过）。如果在煮沸开始时添加啤酒花，那么大部分啤酒花香气就会消失。但为了恢复一些香气，我们可以在煮沸后期添加啤酒花（可能在煮沸后 5 分钟）。我们还可以在从加了啤酒花的麦芽汁中分离固体啤酒花物质和一些悬浮蛋白质和其他化合物时在漩涡中添加啤酒花。这就是所谓的后期加酒花，它的全部目的就是恢复香气。

如果我们想带来一些主要的啤酒花香气，我们可以在发酵过程中或发酵后添加啤酒花。这个过程称为干加酒花，是英国啤酒和著名的英国印度淡色艾尔风格的典型特征。喝 IPA 时，您会在喝第一口啤酒之前就闻到香气。

美国精酿啤酒业以 IPA 风格而闻名，添加了双倍 IPA 和三倍 IPA。在发酵过程中或发酵后添加大量啤酒花的啤酒，具有多种香气来平衡强烈的苦味、颜色更甜的麦芽和高酒精含量。这是一种真正的感官体验。

酵母也会产生味道和香气。酵母会产生一般积极的香气，其中一些是酯类，当有机酸分子与酒精分子结合时产生，通常在较高温度下发酵时在啤酒中产生。酯类存在于各种食品和饮料中，是非常天然的。通常，酵母会产生酯类，带来水果香气，其中一种著名的酯类是香蕉香气（异戊基乙酸酯）或辛酸乙酯，味道像苹果。

虽然大多数酵母都会产生酯类，但我们知道有些酵母菌株在这方面表现更好。因此，可以使用特定菌株来确保产生特定的酯类香气。有时，酿酒师可能不知道酵母是否会在酿酒条件下产生酯类，但一旦酿酒师知道，这可能是一种理想的效果。或者这可能是一种不良特性，酿酒师可能会更换酵母菌株。

当我们谈到酵母产生酒精时，通常认为它只是乙醇。但酵母通过一组非常特殊的代谢途径会产生我们所说的“高级醇”。这些是异戊醇和 2-苯基乙醇等醇，前者会与乙酸等有机酸结合形成香蕉酯。再次记住一点，这都是非常自然的，在自然界的任何野生发酵过程中都会发生。

但酵母可以产生一些可能不太理想的含有硫的香气。硫与其他分子结合时会产生像臭鸡蛋、火柴或玉米罐头 (DMS) 这样的香气。这些通常在低发酵时产生，通常是拉格啤酒。

感官是判断啤酒品质的最重要方面。

风味是一种广义的描述，但我们将其分解为口感和香气。

口感和香气化合物可以来自所有原材料。

口感和香气化合物之间的平衡将取决于啤酒的风格。

酿酒师通过闻和品尝原材料以及整个酿造过程来追踪过程。