

# Chapter 6 The glorious grains

---

## Chapter 6 The glorious grains

---

## Chapter 6 The glorious grains

---

## Chapter 6: The glorious grains

---

了解谷物及其来源之间的差异。

了解影响麦芽和啤酒品质的谷物属性。

了解影响麦芽和啤酒品质的谷物的复杂性质。

麦芽、酿造和蒸馏行业都得益于漫长的进化历程。数百万年前，不同的草类为众多食草动物提供了食物。草类和所有植物和动物一样，发展出了生殖系统，产生成熟后会发芽的种子，从而繁衍出下一代。植物的独特性受特定物种进化环境的控制，因此草类之间存在一些微妙的、有时不那么微妙的差异。

其中一些差异是这些植物最佳生长的季节。请记住，地球是一个球体，因此北半球和南半球的季节存在差异。但无论在哪个半球，有些草类在冬季和春季生长得很好，而有些草类在夏季和秋季生长得很好。这些季节差异是决定某些植物作物在何时何地生长的差异之一。这些差异将在本章的其余部分中更详细地描述。

由于世界各地季节和气候区域不同，植物进化出了在季节变暖时安排雌性器官受精的机制，以避免极端寒冷，因为极端寒冷可能会毁掉受精卵。这将使植物有最大的机会为下一代提供大量新种子。而且不同物种的种子大小和形状也不同。

针对用于酿造的物种，有不同的头部类型。

大麦 (*Hordeum vulgare*) 起源于现代伊拉克周边地区。

小麦 (*Triticum aestivum*) 起源于现代伊拉克周围地区。

水稻 (*Oryza sativa*) 起源于南亚。野生种群分布于澳大利亚北部和非洲西部。

玉米 (*Zea mays*) 在北美洲、中美洲和南美洲地区进化。

高粱 (*Sorghum bicolor*) 在西非和东非地区进化。

黑麦 (*Secale cereale*) 起源于西南亚。黑麦是另一种用于酿酒的草，但可能更多地用于生产波本威士忌。

燕麦 (*Avena sativa*) 起源于地中海北部地区（如希腊和意大利）。燕麦用于为啤酒提供奶油般的口感，以及在浑浊啤酒中产生浑浊。

**苔麸 (Eragrotis tef)** 起源于东非，特别是埃塞俄比亚。苔麸通常用于制作扁面包，在埃塞俄比亚被称为“英吉拉”。

**小米 (Panicum miliaceum)** 起源于东亚，很可能是现在中国北方的一个地区。小米也是最早用来制作各种食物的。

**荞麦 (Fagopyrum esculentum)** 大约在 5,000 年前首次在东亚被驯化。

“Amaranth”这个名字涵盖了几个物种。它起源于北美和中美洲。

**硬粒小麦 (Triticum durum)** 是小麦的近亲，与小麦在同一个地区进化。

**唯一人工种植的草类作物。由小麦和黑麦制成，带有各自亲本物种的独特基因。**

有些物种的种子会长出长长的倒刺芒。这样种子就可以附着在路过的动物或落在田野里的鸟身上。芒最终会从种子上脱落，种子会掉落到地上，从而帮助物种传播。在驯化物种（如大麦和小麦）中，倒刺可以长到几英寸长。但在野生物种或大麦或水稻中，芒可以长到 8 英寸以上，而且倒刺非常锋利，能够刺出血来。我走过许多大麦和小麦田，可以证明倒刺芒很容易粘在衣服上。皮肤会感觉很刺痒，有些人会因对这些芒刺过敏而痛苦不堪。

**阳光下的大麦芒（左）。带倒钩的稻芒特写（右）。**

除了物理特性的差异外，不同物种还发展出生化反应，以降低受到昆虫或真菌攻击的风险。不同的颜色反映了特殊化学化合物的组成，这些化合物可能是天然的驱虫剂。它们可能会产生苦味或涩味，因此对入侵者没有吸引力。然而，近年来，我们对这些化合物的理解是，它们可能为人类提供一些健康益处。这将在不久的将来详细讨论。

虽然物理和视觉特性存在差异，但种子结构方面有很多相似之处。种子受精后形成胚胎。有一个大的储存隔间，其中包含胚胎开始生长时的重要潜在食物来源。但为了保护胚胎和储存隔间，有保护层包裹着整个种子。

**谷物的典型生命周期是种植，然后生产出一些地上植物部分，然后生产出可供收获的谷物。**

对于任何种子来说，要发芽并长成一株新植物，这个隔间就像一个内部的“食品储藏室”，里面储存着碳水化合物和蛋白质。这个食品储藏室被称为淀粉胚乳。这些碳水化合物和蛋白质将被用作正在生长的胚胎的食物来源，直到新长出的嫩芽和叶子能够吸收阳光，并利用光合作用控制植物的进一步发育。

**谷物的主要结构，包含两个重要部分，即胚芽和淀粉胚乳。**

## Starch (energy and making alcohol)

---

所有动物，包括人类，都需要能量来维持内部细胞的活力和功能。获取能量最简单的方式是消耗糖。糖存在于植物的叶子和茎中，但这并不是储存能量的最简单方法。最简单的糖之一是葡萄糖，但当许多葡萄糖分子结合在一起时，它们可以形成更复杂的碳水化合物。两种主要的复合碳水化合物是支链淀粉和直链淀粉。每种都含有数千个葡萄糖分子以链状结合。支链淀粉看起来像一棵树，有许多小葡萄糖链的分支，而

直链淀粉更像是固定船锚的链条，成千上万的葡萄糖形成这些长链。所有动物（包括人类）中都有一种与支链淀粉非常相似的分子，它被称为糖原。这就是碳水化合物储存能量的方式。对于任何进行长时间有氧运动的人来说，总是会谈到“碳水化合物加载”。这样我们的肌肉中就有大量的葡萄糖储存。

不同谷物之间的支链淀粉和直链淀粉的结构有所不同。淀粉的主要功能是当谷物在土壤中发芽时，作为生长胚胎的碳水化合物（葡萄糖）来源。因此，所有谷物类型都具有这些聚合物，但谷物之间的区别在于储存体的结构。谷物没有肌肉来储存淀粉，谷物有颗粒。这些不同形状和大小的颗粒以及这些颗粒中支链淀粉和直链淀粉的结构将影响颗粒溶于水的温度。做肉汁时，总是在水中加入一些面粉，然后加热。这些高温使淀粉颗粒溶解。不同谷物类型之间淀粉的溶解度差异很大，从小麦和大麦等谷物的约 55°C（悬停在：131°F）到高粱、玉米或大米等谷物的 70°C（悬停在：158°F）以上的更高温度。

为什么会有人讨论淀粉。嗯，淀粉是由数千个葡萄糖分子组成的，可以为酵母提供养分，产生酒精。是的，我们将讨论酿酒过程中如何制造酒精。但重要的是尽早介绍主角，谷物是发酵所需的糖分来源。

## Proteins

---

由于下一代种子需要通过淀粉作为生长的能量来源，因此它们也需要蛋白质来源。蛋白质来自从主要胚乳蛋白质中去除的氨基酸。胚乳有许多蛋白质组，但主要组是储存蛋白质。虽然任何单个谷物中的蛋白质总数由数百种蛋白质组成，但仅胚乳储存蛋白质就可占蛋白质总量的 50%。这是因为这些储存蛋白质存在于淀粉颗粒周围的每个胚乳细胞中。在典型的麦芽谷物（如大麦和小麦）中，大麦醇溶蛋白（大麦）和麦胶蛋白（小麦）以及分子量较大的蛋白质谷蛋白（大麦）和谷蛋白（小麦）对啤酒泡沫特性有显著的积极贡献。其他谷物类型中也存在类似的蛋白质，但这里有一个主要区别。您一定听说过麸质和对麸质过敏的人。其实，小麦（及其近亲，如黑麦）和大麦胚乳中的这组蛋白质具有特定顺序和数量的氨基酸脯氨酸和谷氨酰胺，这会导致对这些蛋白质过敏的人产生反应。除了这些禾本科的近亲之外，问题还出在别的地方。所有其他谷物，如高粱、玉米、大米、苔麸和小米，都没有相同数量和频率的脯氨酸和谷氨酰胺，所以这些谷物不含麸质。

在一个奇怪的进化步骤中，一种负责从直链淀粉和支链淀粉链中切割出两个葡萄糖（麦芽糖）的主要蛋白质与储存蛋白质基质结合在一起。麦芽糖是发酵所需的重要可发酵糖之一。这种蛋白质是一种酶，称为 $\beta$ -淀粉酶。

**在麦芽制造和糖化过程中，由 $\beta$ -淀粉酶的作用产生的最丰富的可发酵糖。**

此外，其他蛋白质的名称描述了它们的功能，包括脂质转移蛋白、丝氨酸蛋白酶抑制剂 Z4 和丝氨酸蛋白酶抑制剂 Z7，它们在不同谷物中的含量不同。这些蛋白质的共同进化目的是将氨基酸、脂肪酸和糖等代谢物从退化的胚乳转移到发育中的胚胎。然而，这两种特定的蛋白质对啤酒质量也很重要，脂质转移蛋白 (LTP) 和丝氨酸蛋白酶抑制剂 (丝氨酸蛋白酶抑制剂) Z4 对啤酒泡沫稳定性很重要。

随着谷物发芽，它会产生一组特殊的蛋白质（更多的酶），将胚乳储存蛋白切成更小的序列（称为肽），并释放单个氨基酸。发芽过程中释放的氨基酸通常用于喂养正在生长的胚胎，并在发芽过程中构建其他酶和其他蛋白质。

但是，正常的种子发芽与我们用来制作酿酒主要原料（即麦芽）的特定工艺（即受控的发芽和干燥工艺，见第 3 章）之间的主要区别在于，并非所有释放的氨基酸都被生长中的胚胎所利用。麦芽制作过程中释

放的氨基酸在以后可以发挥多种作用。在麦芽制作的干燥过程中，热量会导致一些氨基酸与糖结合成化合物，这些化合物是麦芽从浅色到深色的原因。此外，这些游离氨基酸将成为发酵过程中另一种生物——酵母的重要“蛋白质”能量来源。酵母细胞吸收所有氨基酸，除了一种，也就是那个调皮的氨基酸——脯氨酸。

但一些氨基酸的故事并没有就此结束。在发酵过程中，氨基酸参与几种不同的代谢过程，包括产生通常不受欢迎的芳香化合物。最后，即使在您喝的啤酒中，也有一些剩余的氨基酸。

最后，关于谷物蛋白质的故事，谷物中有数百种蛋白质就像旅游巴士上的乘客，它们没有任何用处，而且存在于啤酒中。所以，啤酒中确实含有大量蛋白质，其中大部分来自谷物。

## Non-starch polysaccharides (dietary fiber)

---

谷物中含有大量被称为“纤维”的化合物。希望我们都听说过纤维在我们的饮食中的重要性。食品行业会谈论多吃全谷物或加工食品，其中含有一些全谷物。纤维有助于更缓慢地消化，也就是在小肠中缓慢释放糖分，而不是高糖食物导致胃中糖分激增。除了缓慢释放能量外，纤维对于帮助我们早上或晚上排便也非常重要。

在谷物中，这些被称为非淀粉多糖，称为 $\beta$ -葡聚糖和阿拉伯木聚糖。这些物质的比例因谷物类型而异，总量从 1% 到 5% 左右不等。几年前，在加拿大，有人提议将特定的大麦品种归类为类似于燕麦的品种，因为其 $\beta$ -葡聚糖含量足够高，可以将其标记为健康食品。

$\beta$ -葡聚糖是一种完全由葡萄糖分子组成的长链分子，但葡萄糖分子之间的结合与直链淀粉和支链淀粉聚合物不同。无论如何， $\beta$ -葡聚糖在发芽过程中的水解会产生一些葡萄糖，但主要是长链寡糖。阿拉伯木聚糖由两种不同的糖组成，即阿拉伯糖和木糖。通常在发芽过程中，这两种糖都会被酶分解成短链。这是酿造啤酒的一个非常重要的要求。由于这些糖会“堵塞”我们的消化系统，它们也会“堵塞”啤酒厂的过滤器。这不是一件好事。

## Lipids and fatty acids

---

胚胎和胚乳中存在一系列脂质和脂肪酸。在大多数谷物中，这些脂质和脂肪酸的含量约为 1% 到 5%。它们在谷物发育过程中以及在谷物可用于麦芽生产的发芽过程中发挥着不同的作用。但不要惊慌，谷物不含胆固醇。当我们考虑这组源自谷物的化合物时，在麦芽生产（第 3 章）和酿造（第 4 章）过程中脂质结构会发生一些分解。

但就像生活中的许多事物一样，这些脂质和脂肪酸有好的一面也有坏的一面。有些会对啤酒泡沫产生负面影响，但有些对发酵过程中的酵母代谢很重要。有些会导致啤酒氧化变质，但有些会给啤酒带来积极的香气。

## Hormones

---

和所有生物体一样，谷物中存在许多生化反应，这些生化反应使某些物种得以生存，并使某些物种比其他物种更繁荣。一些激素之间的平衡可以调节生化过程，使它们不会失控。我们可能听说过雌激素和睾酮等



激素，它们对包括我们在内的许多物种都至关重要。我们可能还听说过褪黑激素，它有助于调节 12 小时长途飞行后的睡眠或睡眠不足。好吧，植物和我们一样会产生褪黑激素。它调节昼夜节律，即昼夜循环，这就是为什么我们在晚上会感到疲倦，并希望在日出后醒来的原因。

用于酿造的谷物会将微量的褪黑激素转移到啤酒中。关于这一点还有很多需要了解的地方，但它可能有助于解释为什么有些人喝了一两杯啤酒后会感到困倦，尤其是在饱餐一顿、肚子饱饱之后。

## Fabulous phenols and polyphenols

---

这组化合物在植物和动物中普遍存在。进化又发展出一组有助于植物和谷物发育和生存的化合物。所有水果和大多数多叶蔬菜都富含多种抗氧化剂。酚和多酚通常存在于酿酒谷物中，我们每天喝的咖啡或茶中也是如此。

不必太深入地研究化学，阿魏酸和儿茶素等化合物属于酚酸、酚和多酚的大家族。该化合物家族也被视为抗氧化剂。这个词应该很熟悉，因为它是健康和医疗行业经常使用的词之一。抗氧化剂有助于清除称为自由基的负面化合物，并且已被证明可以降低许多负面健康问题的风险，例如心脏病和癌症。啤酒中含有大量来自谷物和啤酒花的抗氧化剂。这些水平远高于一些报道的健康饮料，但啤酒（和酒精）行业不允许报告健康信息。本主题将在“啤酒与健康”一章（第 12 章）中详细介绍。

这些酚基化合物有助于形成风味，正如您从涩味中了解到的那样，涩味是喝咖啡或茶时舌头上的一种酸涩或刺痛的感觉。有些有芳香或甜味，如香草、樟脑或丁香。后者是黑麦啤酒中显著的味道。有些有医院或“创可贴”的味道。这些将被视为异味。有些有烟熏味。这些可能来自烟熏味啤酒或您最喜欢的泥煤麦芽威士忌或一些桶装啤酒中使用的烟熏麦芽。这是一个重要的时刻，要指出，就味道而言，涩味不同于苦味。这些味道将在舌头的不同区域检测到（见第 9 章）。

除了味道和健康益处之外，酚和多酚的缺点是会产生不必要的浑浊。与某些浑浊的印度淡色艾尔啤酒 (IPA) 中的浑浊不同，这些浑浊是不可预测的，并且通常在啤酒包装和冷藏后形成。

## Vitamins and minerals

---

正如第 12 章所述，几千年来，人们都知道喝啤酒对健康有益。除了可以降低因饮用质量不明的水而生病的风险外，几乎每天都有人喝啤酒。但他们几乎不知道谷物（以及第 6 章将要讨论的啤酒花）含有维生素和矿物质。食品营养学家会提醒我们多吃全麦食品，少吃加工食品。部分原因是谷物中含有维生素和矿物质。

需要明确的是，我们不能将啤酒视为吃健康食品或服用复合维生素的替代品，但用于酿造啤酒的谷物含有 B 族维生素和 E 族维生素。谁知道呢？！然而，提出一个挑战性的问题，也许无酒精啤酒应该被视为一种健康饮料，因为它比一些所谓的能量饮料含有更多的维生素和矿物质。

维生素是人体无法自行制造的天然化合物。它们必须来自我们吃的食物。无需深入研究任何严肃的医学信息，维生素在人体中发挥着一系列功能。谷物中的维生素，即 B 族和 E 族，是水溶性的，因此它们很容易在啤酒中找到最终的归宿。

值得注意的 B 族维生素有硫胺素和叶酸。但与其提及一些积极因素，还不如注意我们体内缺乏这些维生素。硫胺素缺乏会导致一种叫做脚气病的疾病。虽然缺乏叶酸的饮食会导致脊柱问题，但新妈妈在住院期间喝一类烈性黑啤酒是很常见的。啤酒中的叶酸对新生儿很有好处。为了再次挑战一些旧的刻板印象，也许医院应该提供无酒精啤酒。

再次巧妙地讽刺葡萄酒和烈酒行业的朋友，他们的产品中缺乏这些维生素，适量饮用啤酒必须被视为对我们的健康和福祉有益。

矿物质仅占人体的 4% 到 6%，其中一些仅需要微量。钙、氯化物、镁、磷、钾和钠是主要矿物质。其中大多数在谷物和植物生长的一些代谢途径中发挥着重要作用。

铬、铜、铁、锰、硅和锌等金属需要微量。砷、硼、钼、镍、硒和钒以纳米量存在。硅存在于一些谷物的另一层，例如大麦。这给谷物带来了粗糙的触感。但硅和许多其他矿物质一样对我们的健康很重要。这也是啤酒中使用的谷物和用于其他饮料的葡萄或水果之间的另一个重要区别。

**大麦和小麦是麦芽和啤酒酿造中使用的主要谷物，但根据其生长区域，还有许多其他谷物可以替代。淀粉含量是一项非常重要的品质要求。**

**一些谷物含有麸质，少量麸质最终会进入啤酒。**

**谷物含有高浓度的抗氧化剂，这些抗氧化剂会转移到啤酒中。**

**维生素 B 和 E 组存在于谷物中，并会转移到啤酒中。**

**谷物中的矿物质来自它们被磨碎的土壤，这些矿物质会转移到啤酒中。**