

2023 年产业现状报告

# 细胞培养肉 和海鲜



# 目录

编者寄语.....	2
执行摘要.....	6
商业版图.....	6
融资.....	8
科学与技术.....	9
政府和监管.....	9
商业版图.....	11
生产场所.....	14
多元化企业参与.....	16
合作伙伴关系.....	18
新品发布.....	20
行业协会.....	20
消费者洞察.....	22
命名和描述.....	22
消费者认知、熟悉度和了解.....	23
消费者尝试意愿.....	25
消费者研究和全球人口统计洞察.....	28
融资.....	33
流动性事件.....	40
其他融资事件.....	40
科学与技术.....	42
全行业各环节研究概况.....	42
科研生态系统.....	49
科研资源.....	51
政府和监管.....	54
全球公共资助.....	54
各国监管概况.....	56
全球合作与协调.....	61
前景展望.....	64
2024 年前景展望.....	64
长期前景展望.....	65
外部预测.....	65
致谢.....	72

## 编者寄语

在食品和农业发展史上，2023年是具有里程碑意义的一年。这一年，无需宰杀动物就能获得的动物肉首次在全球最大的经济体获得销售许可。有史以来第一次，美国消费者可以在两家由全球知名大厨掌勺的餐厅里享用细胞培养肉。

此外，细胞培养肉在新加坡拓展了新场景，包括首次在肉铺中展出，并在其中的小餐馆供应。2023年刚结束，细胞培养肉迎来了更令人振奋的消息：2024年1月，以色列成为世界上第三个预先批准细胞培养肉销售的国家，也是首个批准细胞培养牛肉销售的国家。

然而，这一年并非没有挑战。拨款限制、扩大生产规模过程中的困难以及误导性消息的传播都成为细胞培养肉的发展障碍。消费者教育、理解和采用仍处在初期阶段。获取政府和私营机构投资的努力还在继续中。尽管逆风而行，我们的食物系统依旧面临着严峻现实：预计至2050年，全球肉类消费量将大幅上升，仅畜牧业就占全球温室气体排放总量的11%至20%。综上所述，这些预测表明，我们亟需新蛋白提供的各种解决方案。

如果想要实现我们在气候、生物多样性、公共卫生和食品安全方面的既定目标，重新构想肉类产品的生产方式将会与可再生能源的全球转型一样势在必行。与传统肉类相比，新蛋白可减少温室气体排放、用较少资源养活更多人口、减少流行病与抗生素耐药性风险，并且释放全球各地的土地和水域以便生态的修复和恢复。

GFI的年度产业现状报告可以帮助食物系统中的利益相关者们深入透彻地了解新蛋白市场及其面临的挑战和机遇。同时，这些报告也是一份全球行动号召：

*如果政府和私营机构能够给予适度支持，新蛋白将会是有助于保障地球环境和公共卫生、推动我们的全球食物系统向好发展的农业创新。*

细胞培养肉是应对这些挑战的强大工具。它具备肉类消费者们渴望的感官和营养价值，规避了传统畜牧业所带来的问题。一旦实现规模化生产，细胞培养肉可以赋能转型，以资源密集程度较低的方式生产蛋白质。但是首先，本行业必须克服诸如针对细胞培养肉的虚假消息和拟议中的禁案或限制法令等美国及全球各地均有出现的挑战。尽管面临这些阻碍，对于细胞培养肉作为仅需利用较少资源且环境伤害较少的肉类食用解决方案，新一代消费者们表现出极大热情。

本篇报告详细介绍了在2023年推动细胞培养肉行业前行的创新和发展。但行业仍有许多工作要做。作为非营利的国际组织网络，GFI正加速促进新蛋白创新，并带动更多人进入本领域。政策制定者和政府、科学家和学生、行业领导者和全球公民都可以确保自然向好的蛋白领域持续发展，为全球提供截然不同且极为可持续的食品未来。

饱含着对此番旅途中如此种种的诚挚感激与深切敬意，我们邀请您深入品读这份2023年产业现状报告。



**Caroline Bushnell**

企业参与 SVP



**Liz Specht 博士**

科学与技术 SVP



**Jessica Almy**

政策与政府关系 SVP

## 关于 GFI 的产业现状系列报告

GFI 的产业现状系列报告是我们每年为新蛋白行业提供的深度解读。本系列汇编了在商业发展、核心技术、政策更新以及科学突破四个方面推动全领域发展的全球资讯。本年度的报告包括：

《细胞培养肉和海鲜》

《发酵：肉、海鲜、蛋和乳制品》

《植物肉、海鲜、蛋和乳制品》

《全球政策：公众支持、监管和标识》

本篇《细胞培养肉和海鲜》报告整合了 2023 年全球细胞培养肉行业的最新资讯——本行业致力于通过繁殖动物细胞制造真正的肉和海鲜。动物细胞培养技术在肉类制造之外有着广阔的应用前景，包括乳制品、蛋、胶制品、药品和增补剂及材料。本篇报告聚焦细胞培养肉和海鲜。如欲获取细胞培养肉生产流程入门指南，请参看 GFI 的[细胞培养肉科学](#)页面。

## 快捷图标

在 2023 年的产业现状系列报告中，请留意查找快捷图标。这些图标高亮标记了过去一年中在健康和营养、可持续以及上市进展三个方面的诸多发展是如何推动新蛋白领域的进步。深度挖掘和机遇图标则是向研究者、投资者以及想要了解更多并推进本领域发展的其他参与者发出的行动号召。



健康



可持续



机遇



上市路径



深度挖掘

请注意，The Good Food Institute 并非持有从业证书的投资或金融顾问，本篇报告中的任何内容均无意也不应当被构成投资建议。

# 关于 The Good Food Institute

作为受慈善机构支持的非营利智库及国际组织网络，GFI 与科学家、企业家和政策制定者广泛合作，致力于打造和传统肉类产品一样美味、实惠、随处可见的新蛋白。在亚太地区、巴西、欧洲、印度、以色列和美国，我们的团队正在动员国际社区积极利用市场和技术，以更有益于气候和生物多样性、食品安全及全球健康的方式取代负面实践。

我们优先关注以下三大项目：

## 1. 打造强大的科研生态体系

GFI 的科学与技术团队负责规划出可令新蛋白在口味和价格上具备竞争力但却最受忽视的领域。我们提供可开放获取的分析和资源、培养并连接新一代科学家和企业家，并为有益于新蛋白全领域发展的研究提供资助。

## 2. 影响政策制定并争取政府资助

GFI 的政策团队确保新蛋白始终被纳入围绕抑制气候变化和全球健康展开的政策讨论中。在我们活跃的每个地区，我们都倡导政府加大新蛋白资助力度，并为监管部门提供如细胞培养肉在内的新蛋白的培训。

## 3. 支持行业促进新蛋白发展

GFI 的企业参与团队正在复制以往的市场转型，联手广大企业和投资者开展全球合作，从而促进投资、加速创新、升级供应链——所有这些都加速推动转型，比单凭市场力量本身快得多。

### 保持联系

**新闻简讯** | GFI 筹办的专业简讯套餐可将实时新闻、行业洞见和机遇直接发送至您的收件箱。请查看 [gfi.org/newsletters](https://gfi.org/newsletters) 找寻您最感兴趣的资讯。

**月度研讨会** | 我们每月邀请来自全球的重要专家举办线上研讨会：“新蛋白业务” (Business of Alt Protein) 系列面向商务观众，讨论话题多涉及食品企业的创办、经营及规模化。“新蛋白科学” (Science of Alt Protein) 系列面向技术观众，关注可赋能新蛋白创新的前沿研究发展。

本产业现状系列报告以及 GFI 的所有洞见和数据都是可开放获取的。这些成果均来自全球捐赠者社区的馈赠与资助。

# 执行摘要

## 执行摘要

在 2023 年，细胞培养肉首次落地美国餐厅。这一年，细胞培养肉行业也在科学、创新、人才以及公私部门支持方面取得了进展。然而，本行业仍处于发展初期，在 2023 年也遭遇了不少挑战，包括某些媒体报道歪曲事实、质疑此类技术。尽管面临这些阻碍，细胞培养肉仍具有蛋白生产转型的巨大潜能。

超过 170 家细胞培养肉企业和人数越来越多的科学家们正在努力创新并优化细胞培养肉产品，在让消费者们享用心仪美食的同时也无需牺牲动物。美国餐厅有史以来首次供应细胞培养鸡肉，由两位全球知名大厨将其作为盘中餐呈现给美国消费者。最新的消费者洞察和市场分析表明，全球对细胞培养肉的兴趣正在不断增加。企业与机构建立新合作并成立全球联盟，推动细胞培养肉科学的发展和行业的规模化。尽管私募融资环境中的挑战重重，细胞培养肉和海鲜企业在 2023 年依旧募集了 2.259 亿美元资金。2024 年 1 月，以色列预先批准了细胞培养牛肉的销售，这一里程碑式的壮举表明本行业在重新构想肉类制造方式的进程中取得了又一次重大飞跃。

我们的 2023 年产业现状系列报告之《细胞培养肉和海鲜》篇中，全面回顾了本行业在过去一年中取得的各方进展。

## 商业版图

### 上市里程碑

- 在美国，来自 **UPSIDE Foods** 和 **GOOD Meat** 的细胞培养鸡肉产品首次在两家餐厅亮相。

- 6 月，美国对细胞培养肉销售许可的批准引发了纽约时报 (*The New York Times*)、美国国家公共电台 (*NPR*)、时代周刊 (*TIME*)、CBS 周日早新闻 (*CBS Sunday Morning*) 及其他各大媒体的竞相报道。
- 新加坡的 **Huber's Butchery** 开始在自家小餐馆销售 **GOOD Meat** 的细胞培养鸡肉，成为世界上首家销售细胞培养肉的肉铺。
- 2024 年 1 月，以色列成为世界上第三个预先批准销售细胞培养肉 (**Aleph Farms** 的细胞培养牛肉产品) 的国家，也是世界上第一个预先批准销售细胞培养牛肉的国家。

### 企业版图

- 在全球各地，公开宣布经营细胞培养肉的企业数量 (主营业务为细胞培养肉投料或最终产品) 从 2022 年的 **166** 家上升至 2023 年的 **174** 家。
- 越来越多的企业开始关注最终产品制造之外的细胞培养肉价值链。至少 50 家企业将生物过程设计、细胞系开发和细胞培养基作为焦点领域。

### 大型食品企业参与

- **ADM** 与 **Believer Meats** 合作，改善并拓展细胞培养肉的制造过程。
- 细胞培养肉领域的大型企业参与不断深化，**达能集团** (**Danone**) 和 **Central Bottling Co.** (旗下拥有 **Coca-Cola Israel**) 都投资了细胞培养奶。

## 合作的力量

- **JBS 与圣克拉拉联邦大学** (Federal University of Santa Clara) 合作研发细胞培养肉。
- **Aleph Farms** 与主厨 Marcus Samuelsson 合作，一旦 Aleph Farms 获监管许可，即可在美国供应该企业生产的 Aleph Cuts 牛排。这样的合作顺应了市场潮流，**UPSIDE Foods** 和 **GOOD Meat** 等其他细胞培养肉企业也在与大厨合作，将自家产品推向美国市场。

## 基建势头强劲

- 2023 年，在亚洲、澳大利亚、欧洲、北美和中东共有 10 家新细胞培养肉生产场所正式投产。例如 **Mosa Meat** 占地 30,000 平方英尺的荷兰生产场所和 **CellX** 在上海的工厂。
- 2023 年，至少还有 7 家其他细胞培养肉生产场所宣布创立。

图 1: 2023 年细胞培养肉行业大事记



## 融资

2023 年，细胞培养肉和海鲜企业在全世界募集了 2.259 亿美元，这使得本行业的历史融资总额（自 2013 年起）达到了 31 亿美元。但是，相比于流向可再生能源等具备减少温室气体排放并达成气候目标潜能的其他技术和创新的融资相比，这一数目不过是杯水车薪。虽然 2023 年的融资额较 2022 年的 9.223 亿美元大幅下降，但这也反映出不温不火的私募融资环境。2023

年，企业和投资者都面临着通胀加剧、利率上行的问题，经济前景喜忧参半。因此，全球风险投资在 2023 年同比下降了 42%，跌至自 2017 年以来的最低水平（相比之下，食品科技初创企业的融资额同比下降了 61%）。2023 年募集的单笔最大融资为 **Meatable** 的 3,500 万美元 B 轮融资。同时，相比于 2022 年的 204 人，2023 年细胞培养肉和海鲜领域的独立投资人总数为 111 人。

表 1: 细胞培养肉融资

类别	2023	2022	历史总额 (自 2013 年起)	2023 年高光事件
融资总额	\$2.26 亿	\$9.22 亿	\$31 亿	83% 的细胞培养肉融资发生在过去三年间。
融资交易数	53	72	416	2023 年的单笔最大融资额为 3,500 万美元 (Meatable)。
独立投资人	111	204	590	独立投资人的历史总数增长了 13%。
成长阶段融资交易数 (B 轮及以上)	2	2	13	其中包括 Meatable 和 BlueNalu。

来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析。

## 科学与技术

新研究拓展了行业产能，以期降低成本、扩大生产规模并改善未来产品质量。与此同时，科研生态体系仍在全球各地的高校中持续扩张，为细胞培养肉领域的长期发展提供支持。

- 突破性研究为细胞培养肉的口味、质地和营养成分带来了极具前景的改善，这使得细胞培养肉距离实现与传统肉类的产品趋同更近了一步。
- 对可规模化程度和生物过程设计的考察中包括一项引人注目的研究，重点关注了通过降低培养成本、提升生物质产量、利用更大型的生物反应器和探索混合型产品制造途径等方式，将实现与传统肉类价格趋同的细胞培养肉带入主流市场的几大方案。
- 多项研究显示，使用无动物成分和食品级成分的细胞培养基可大幅降低成本及环境影响。这些培养基中有多种可利用农作物副产品制取，因此也可带动循环生物经济稳健发展。
- 植物基、菌基和藻基支架的开发取得了振奋人心的进展。
- **Alt Protein Project (APP)** 迎来了 24 个新分部 (包括 APP 此前尚未涉足的国家，比如巴西、日本、马来西亚、葡萄牙、瑞士和土耳其)，**塔夫茨大学 (Tufts University)** 成为美国第一所开设细胞农业本科辅修课程的大学。

## 政府和监管

全球各地政府以令人瞩目的方式支持细胞培养肉，比如跨越几大区域的重大公共资助、有利于细胞培养肉上市的公共政策的引入和采用，以及美国农业部 (USDA) 批准细胞培养鸡肉在美国销售。



UPSIDE Foods 的细胞培养鸡肉

图片来源: UPSIDE Foods

- 在迪拜举行的第 28 届联合国气候变化大会 (COP28) 有史以来首次聚焦食物系统转型作为重要的气候解决方案。
- 中国、以色列、日本、英国、美国及更多国家支持细胞培养肉行业的新基础设施建设和市场发展。
- 联合国环境规划署 (UNEP) 的一份报告重点关注了新蛋白，包括细胞培养肉有利于环境和公共卫生的潜能。
- 英国在发布 2023 年细胞培养肉资助公告中一马当先，继宣布拨款 1,200 万英镑 (1,500 万美元) 用于在巴斯大学 (University of Bath) 建造新研究中心之后，又宣布为 7 个细胞培养肉研究项目提供约 340 万英镑 (430 万美元) 经费。

# 商业版图

## 商业版图

### 概览

对于细胞培养肉和海鲜行业而言，2023 年是具有重大历史意义的一年：产品、基础设施、监管和研究方面都取得了重要进展。至本年底，优选细胞培养肉产品在新加坡和美国两个国家直接面向消费者出售，其他国家也已经为此做好准备。2024 年 1 月，本行业又迎来了新进展，以色列成为世界上第三个预先批准细胞培养肉销售的国家，同时也是世界上第一个预先批准 (Aleph Farms) 细胞培养牛肉产品销售的国家。

2023 年的新商业发展表明，细胞培养食品的深度和广度都在不断增加：新生产场所的投产表明规模化过程各阶段都有所发展；大型企业的参与从深化细胞培养肉拓展至细胞培养奶；初创企业加大了对细胞培养食品价值链中欠发展环节的投入。表明细胞培养肉生态体系中的利益相关者们付出不懈努力的里程碑包括：

- 自 2023 年从 USDA 获得监管许可之后，细胞培养鸡肉产品首次由 **UPSIDE Foods** 和 **GOOD Meat** 在两家餐厅中直接面向消费者出售：旧金山的 **Bar Crenn** 和华盛顿特区的 **China Chilcano**。
- 公开宣布主营业务为细胞培养肉投料或最终产品的细胞培养肉企业数量在 2023 年上升至 **174** 家。

- 2023 年，有 10 家细胞培养肉新生产场所开始运营，另有几家宣布创立或开始建造。在美国，**Believer Meats** 占地 200,000 平方英尺的商业细胞培养猪肉生产场所在北卡罗来纳州破土动工。这使得全球细胞培养肉生产场所总数达到约 21 家。
- 大型食品企业继续参与投资细胞培养肉和奶。全球最大的肉类产品企业 **JBS** 开始在巴西建造一座细胞培养肉中心，全球食品企业**达能集团** (Danone) 首次涉足本领域，投资了细胞培养奶企业 **Wilk**。

### 企业版图

2023 年，主要致力于细胞培养肉和海鲜投料或最终产品开发的企业数量比 2022 年的 166 家有所增加，超过了 170 家。此外，至少 88 家其他企业通过投资、建立合作关系或设立细胞培养肉业务线活跃在本行业。

越来越多的企业正在将关注重点转移至细胞培养肉价值链中除最终产品配方和制造之外的其他领域，比如生物过程设计、细胞系开发和细胞培养基。这种 **B2B** 生态体系的进步可以让企业专注于自身的核心竞争力，长此以往，可以实现全行业更高效的运转。



这些图表可能不能完全体现涉足细胞培养肉领域企业的实际数量，因为也许还有几家初创企业正处于“隐身模式”。此外，虽然 **GFI** 的企业数据库力求全面、详尽，但它无法做到分毫不差。您是否知道一家未在我们列表之中的新蛋白企业？请点击[此处](#)要求添加。同样，如果您看到我们数据库中的某家企业已经被收购、倒闭或更名，请通过[要求更新](#)告知我们。

图 2: 细胞培养肉和海鲜企业数 (按成立年份计)

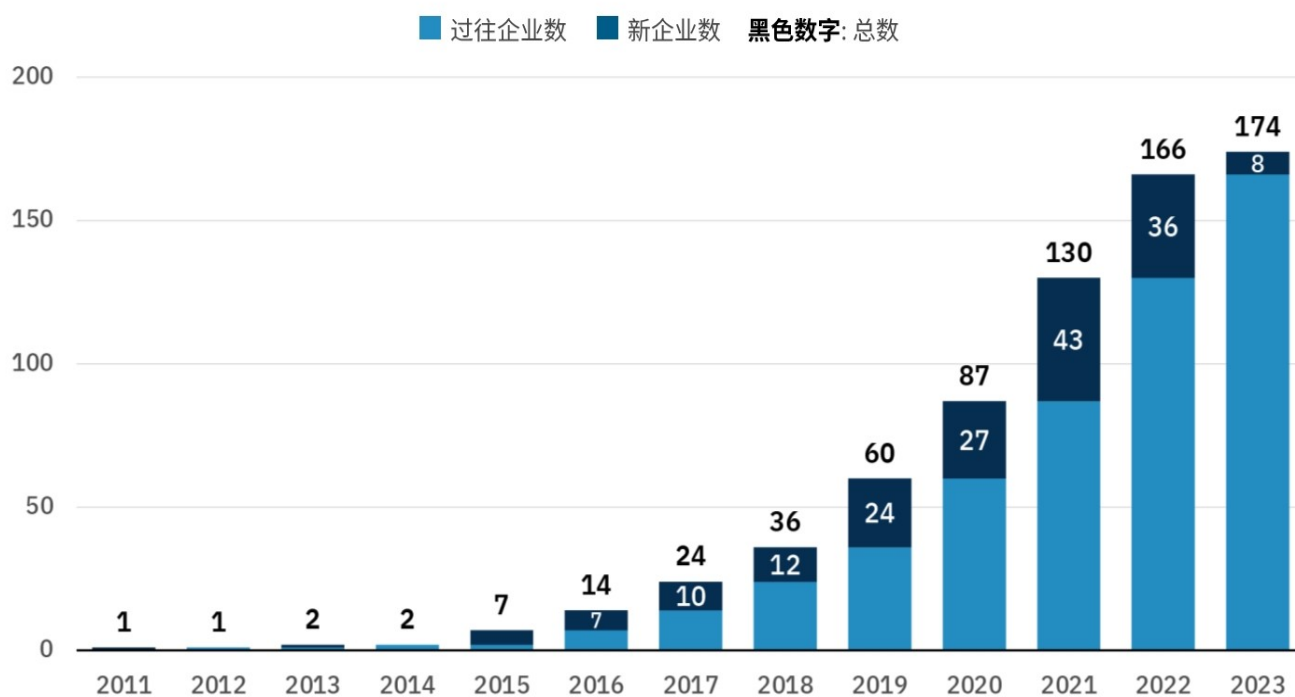


图 3: 企业分布数 (按国家和地区计)

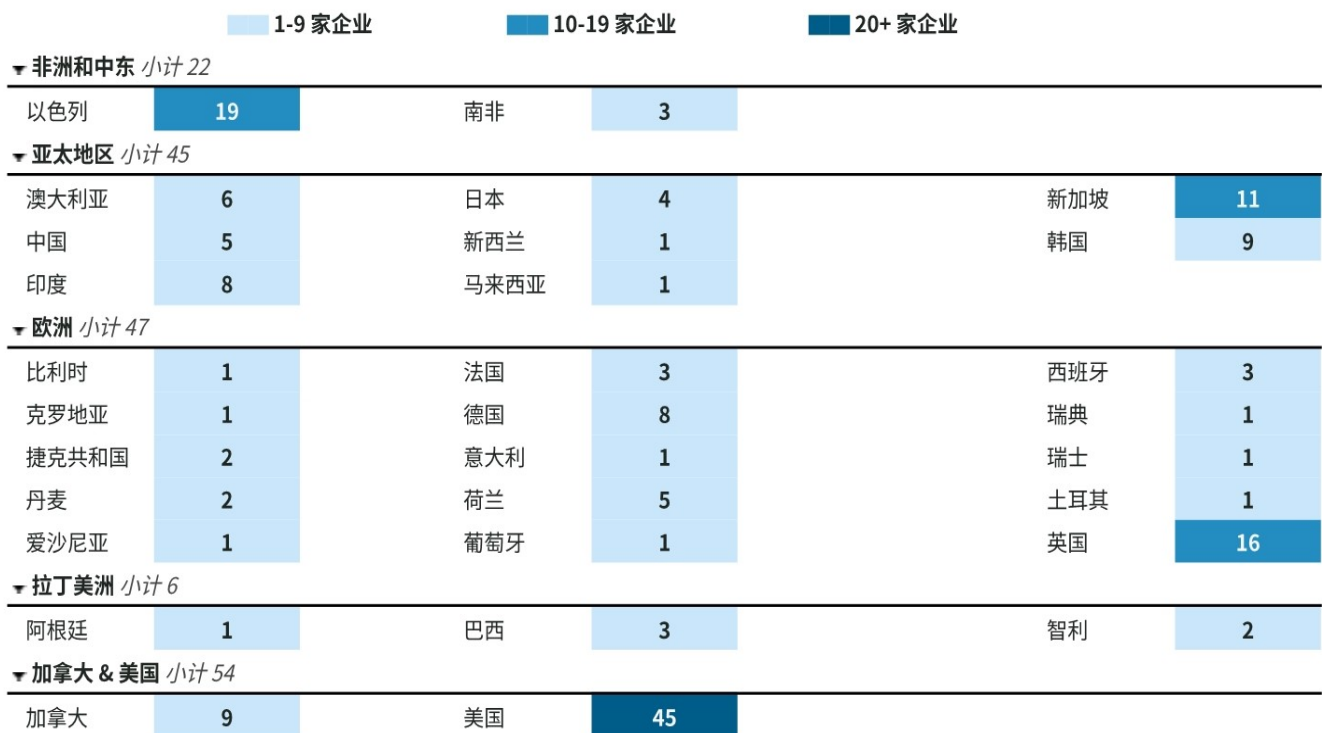
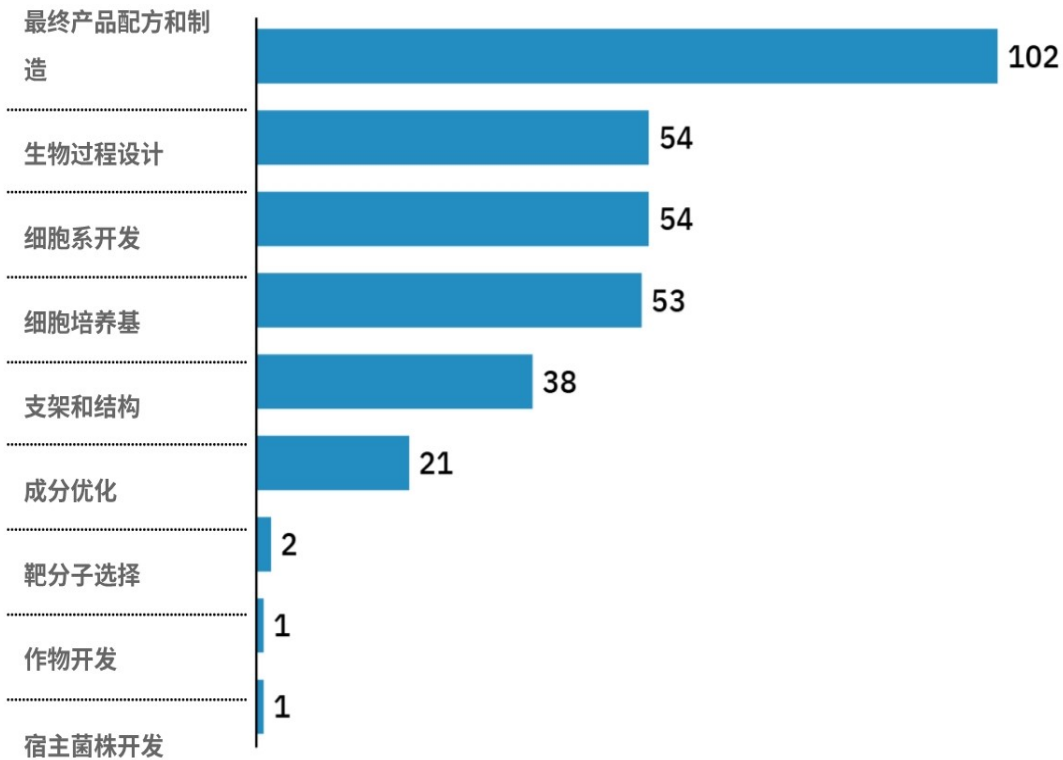


图 4: 各技术重点领域的企业数





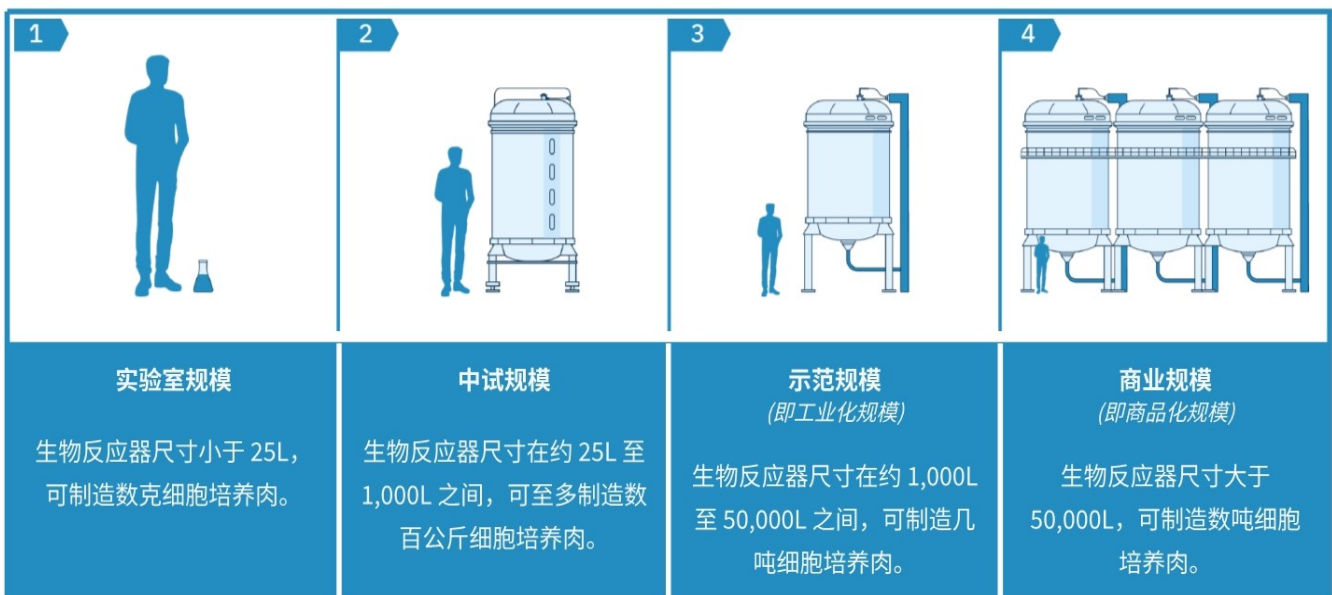
## 生产场所

细胞培养肉生产的规模化过程通常分为四个阶段：实验室规模、中试规模、示范规模（工业化）和商业规模（商品化）。中试规模是验证概念的重要阶段，可以让企业和投资者评估原材料、生产成本和产品产量。

示范和工业化规模的生产场所每年可产出数百或数千公斤的细胞培养产品。这意味着，一旦通往市场的监管路径得以确立，企业也许可以在为监管机构和重要行业伙伴制造样品的同时，还有产能在接下来的 1 至 3 年间为有限数量的餐厅供应产品。

2023 年，细胞培养肉生产场所在几大地区正式投产、宣布成立或破土动工，为全球供应链的不断扩展做出了贡献。**值得注意的是，这些新的细胞培养肉生产场所覆盖了规模化过程的所有四个阶段。不仅更大型的生产场所正在建造，实验室规模和中试规模的生产场所也在持续增加，这意味着细胞培养肉领域在不断扩张的同时也在继续前行。**

图 5: 细胞培养肉的规模化四阶段



## 2023 年投产运营的生产场所

- 韩国各地方政府投资 700 万美元创立了全国第一座细胞农业中心。正式运营于 3 月的庆尚北道细胞农业产业支持中心 (North Gyeongsang Cellular Agriculture Industry Support Center) 配备有数间实验室、分析室、质控室、一座研究中心和五家企业。
- 细胞培养猪肉企业 Fork and Good 在美国新泽西州泽西城创立的一座占地 13,000 平方英尺的中试生产场所开始运营。该企业的目标是实现细胞培养猪肉产品与同类传统产品成本趋同。
- 总部位于以色列的细胞培养肉企业 **Aleph Farms** 从 **VBL Therapeutics** 位于雷霍沃特的中试生产场所收购了其资产和技术，并与新加坡的 **Esco Aster** 签定了新的生产协议。
- 总部位于荷兰的细胞培养肉企业 **Mosa Meat** 在马斯特里赫特开设了一座占地 30,000 平方英尺的生产工厂。该工厂配备的生物反应器产能为 1,000 公升，每年可生产成千上万个汉堡。
- 总部位于上海的 CellX 完成了第一座大规模细胞培养肉工厂的建造，该工厂名为 **Future Food Factory X (FX)**。FX 可容纳数千公升的生物反应器。



Mosa Meat 庆祝其在马斯特里赫特的细胞培养肉工厂开业。图片来源：Mosa Meat

- 总部位于英国的细胞培养脂肪初创企业 **Hoxton Farms** 在伦敦创立了一座占地 14,000 平方英尺的中试生产场所。该生产场所的产能每年至多可产出 10 吨细胞培养脂肪。
- 总部位于英国的细胞培养肉企业 **Extracellular** 在布里斯托尔开设了一家合同制造中试生产场所，专门生产细胞培养肉和海鲜。该生产场所为欧洲同类工厂中规模最大，将可提供开发、规模化和生产服务。
- 总部位于荷兰的细胞培养肉企业 **Meatable** 开设了一家中试生产场所，用于拓展其细胞培养猪肉平台的生产规模。该生产场所配备的生物反应器产能为 200 公升，至多可扩容至 500 公升。
- 澳大利亚细胞培养肉企业 **Magic Valley** 扩大了运营规模，在 **Co-Labs** 孵化器设立了一座新中试生产场所。该生产场所有 3,000 公升生物反应器，总产能每年可生产 150,000 公斤产品。
- 细胞培养肉企业 **SCiFi Foods** 在美国加州湾区建造了一所中试工厂，用于使用经 CRISPR 技术编辑的细胞制造细胞培养牛肉。

## 2023 年破土动工的生产场所

- **Believer Meats** 设立于美国北卡罗来纳州威尔逊市的一座占地 200,000 平方英尺的细胞培养肉生产场所破土动工。该企业宣布，新场所将会是全球最大的细胞培养肉生产场所，每年可生产至少 10,000 吨细胞培养肉。
- **JBS** 旗下子公司 **Biotech Foods** 在西班牙设立的一座商业规模细胞培养肉生产场所破土动工，预计将于 2024 年年中完工。该场所计划每年生产超过 1,000 吨细胞培养牛肉。

2023 年，至少有 7 家其他细胞培养肉生产场所宣布创立。

## 多元化企业参与

包括 **JBS**、**泰森** (Tyson)、**嘉吉** (Cargill)、**雀巢** (Nestlé) 和 **达能集团** (Danone) 在内的多家全球最大的肉类产品和消费性包装品 (CPG) 企业正在通过投资、收购、建立合作关系和/或参与研究、开发和生产参与细胞培养肉行业。2023 年的新活动表明，各行业企业对细胞培养肉领域的投入越来越多。

2023 年，大型企业在细胞培养食品领域的参与从肉类板块拓展至细胞培养奶，**达能集团** (Danone) 和 **Central Bottling Co.** 都投资了 **Wilk**。

- 2023 年，法国乳品企业**达能集团** (Danone) 同意与以色列细胞培养奶初创企业 **Wilk** 达成一项 200 万美元的**战略投资交易**，共同开发应用于婴儿配方奶粉的细胞培养母乳成分。旗下拥有 **Coca-Cola Israel** 的 **Central Bottling Co.** 也参与了本轮融资。该轮融资总额达 350 万美元。
- 2023 年 9 月，**JBS** 计划耗资 6,200 万美元在巴西建造的**细胞培养肉研究、开发和创新中心**破土动工。
- 2022 年，**泰森食品** (Tyson Foods) 以 3,650 万美元参与了细胞培养肉企业 **Omeat** 的 **A 轮融资**，该企业在 2023 年从隐身模式中现身。泰森此前分别在 2018 年和 2021 年投资过细胞培养肉企业 **UPSIDE Foods** 和 **Believer Meats**。

表 2: 新蛋白行业的多元化企业参与

	PEPSICO	NGSNG	Kraft Heinz	ABInBev	General Mills	DANONE	Coca-Cola	MAPLE LEAF	Tyson	JBS	Cargill	Smithfield	Hormel Foods
	消费性包装品企业						肉类产品企业						
融资	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
收购		✓	✓		✓			✓		✓			
合作	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓
研发和生产	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

来源: GFI 对公开报道的行业新闻和事件的分析

表 3: 细胞培养肉和奶领域的多元化企业参与

							
	消费性包装品企业			肉类产品企业			
融资	✓	✓	✓	✓	✓		✓
收购						✓	
合作	✓					✓	✓
研发和生产	✓					✓	

来源: GFI 根据公开报道的行业新闻和事件的分析

## 合作伙伴关系

研究、生产和分销伙伴们之间的共同合作对于扩大细胞培养肉行业规模至关重要。以下是 2023 年公开宣布的一些合作伙伴关系：

Table 4: 研发合作伙伴关系

### 研发合作伙伴关系

企业/组织	具体细节
<a href="#">BS 和圣卡特琳娜联邦大学 (The Federal University of Santa Catarina)</a>	细胞培养肉研发; 消费者洞察研究
<a href="#">阿尔伯塔大学 (University of Alberta) 和 New Harvest Canada</a>	成立细胞农业研究所 (Institute of Cellular Agriculture)

### 产品开发合作伙伴关系

企业/组织	具体细节
<a href="#">CULT Food Science 和 Alchemie Bio Inc.</a>	使用 AI 开发细胞培养肉产品
<a href="#">CULT Food Science 和 JellaTech</a>	使用细胞培养胶原开发宠物食品
<a href="#">Ivy Farm Technologies 和 Finnebrogue</a>	开发细胞培养和牛汉堡
<a href="#">New Wave Biotech 和 Multus</a>	开发具有成本效益的培养基
<a href="#">Pulmuone 和 Simple Planet</a>	生产细胞培养肉和植物基产品
<a href="#">ProFuse 和 Gelatex</a>	改善使用植物基支架的肌肉组织开发
<a href="#">Steakholder Foods 和 Umami Bioworks</a>	开发 3D 打印结构化的鳗鱼和石斑鱼产品
<a href="#">Umami Bioworks 和 Triplebar</a>	开发应用于细胞培养海鲜的细胞系

## 规模化合作伙伴关系

企业/组织	具体细节
<a href="#">ADM 和 Believer Meats</a>	改善并扩展细胞培养肉生产过程
<a href="#">Aleph Farms 和 Thermo Fisher Scientific</a>	打造培养基供应链
<a href="#">BlueNalu 和 Nutreco</a>	为细胞培养海鲜打造食品级供应链
<a href="#">CellX 和 Tofflon</a>	建造中试生产场所并扩展研发产能
<a href="#">Magic Valley 和 Biocellion</a>	开发更高效的生物反应器
<a href="#">Mosa Meat 和 Nutreco</a>	开发细胞饲料供应链
<a href="#">Newform Foods 和 Project Assignments</a>	建造细胞培养肉示范生产场所
<a href="#">Orbillion Bio 和 Solar Biotech</a>	扩大 Orbillion Bio 的细胞培养和牛肉规模
<a href="#">ORF Genetics 和 SeaWith</a>	促进细胞培养肉商业化
<a href="#">Re:meat 和 ICA</a>	评估瑞典的细胞培养肉市场
<a href="#">SeaWith 和 Esco Aster</a>	探索 SeaWith 的微藻专利技术应用用于细胞培养肉项目
<a href="#">Umami Bioworks 和 Cell AgriTech</a>	建造细胞培养海鲜生产场所
<a href="#">Umami Bioworks 和 Maruha Nichiro</a>	为日本的细胞培养海鲜行业建造基础设施
<a href="#">Vital Meat 和 Biowest</a>	扩大细胞培养肉生产规模

## 分销合作伙伴关系

企业/组织	具体细节
<a href="#">BlueNalu、Mitsubishi Corporation、Pulmuone Co. Ltd.和 Thai Union</a>	制定发布 BlueNalu 新品的市场策略
<a href="#">BlueNalu 和 NEOM</a>	推动 BlueNalu 产品的商业化、市场营销和分销
<a href="#">Marcus Samuelsson 和 Aleph Farms</a>	在美国售卖 Aleph Farms 的细胞培养产品

## 新品发布

- 在 6 月获得美国农业部的批准许可之后，**UPSIDE Foods** 在旧金山的 **Bar Crenn** 餐厅推出了自家生产的细胞培养鸡肉。
- 同样，在 6 月获得美国农业部的监管许可之后，**GOOD Meat** 开始在华盛顿特区的 **China Chilcano** 餐厅出售其细胞培养鸡肉产品。
- 新加坡的 **Huber's Butchery** 成为世界上第一家售卖细胞培养肉的肉铺。2023 年一整年，该店都在销售 **GOOD Meat** 的细胞培养鸡肉。



深度挖掘: 点击这篇[博客文章](#)阅读有关行业合作的深度探讨, 并点击[此处](#)浏览新蛋白行业组织名单。

## 行业协会

术语命名方面发挥着重要作用。2023 年, 日本细胞培养肉领域的学术和企业伙伴们共同成立了**细胞培养肉未来创新联盟** (Consortium for Future Innovation by Cultured Meat), 以期使用 3D 生物打印促进细胞培养肉生产技术升级。

# 消费者洞察

## 消费者洞察

对于关注细胞培养肉的消费者来说，2023 年是关键的一年。细胞培养肉有史以来首次在美国餐厅的菜单上亮相，虽然目前仅有两家这样的餐厅。随着细胞培养肉在当地一家肉铺登场，解锁了销售新场景，新加坡人继续享用这一美味。

然而，品尝或购买细胞培养肉的消费者仍在少数，而且公众对细胞培养肉的认识和了解程度也依旧很低。

**不过，这也意味着该品类在上市时有引发轰动，引起消费者的兴趣，并在细胞培养肉进入全球市场时获得消费者感知的巨大潜力。**

GFI 的 2022 年产业现状报告《细胞培养肉和海鲜》 中的消费者洞察仍旧大致反映了消费者对细胞培养肉的理念和态度，但是 2023 年的新研究可以加深我们的了解，并指明正在涌现的机遇和挑战。

### 命名和描述

虽然 GFI 和众多行业领导者持续使用“细胞培养肉”这个术语描述使用动物细胞培养制取的肉类，但是消费者们依旧会听到并使用其他描述。诸如“细胞培养”和“实验室培养”等术语仍不时在媒体上出现。然而，就吸引力、清晰度、在包装上看见时的舒适度和消费者的个人使用预期而言，消费者研究支持使用“细胞培养”作为理想名称。

- GFI 委托 Embold Research 于 2022 年 12 月进行的一项一般人口调查证实，对“细胞培养肉”的使用偏好超出其他术语。就消费者想要在食品包装上看到的术语而言，选择“细胞培养肉”的美国成年消费者人数是选择“细胞培养肉”的两倍。就消费者想象自己会使用的术语而言，选择“细胞培养肉”的人数是选择“细胞培养肉”的四倍。总体而言，该调查发现，就与传统肉类的区别度、精确度、描述生动性和吸引力而言，“细胞培养肉”对于该品类来说是一个有效描述。
- 2023 年，一项以吃过和没吃过细胞培养肉的新加坡消费者为访谈对象的焦点小组研究表明，“细胞培养”这一术语在新加坡也颇受欢迎，偏好该术语的消费者人数是选择“实验室培养肉”人数的近两倍 (31% vs. 18%)。(Chong 等人的研究)
- 另一项由 Malerich & Bryant 于 2022 年开展的美国消费者调查发现，在对包括鸡肉和三文鱼在内的大多数肉类目前使用的名称进行的测试中，“培养”引发的吸引力和购买意愿最强，不过在附加上“细胞”一词时消费者们更能正确识别产品。

综上所述，这项研究支持继续使用“细胞培养肉”。该术语是结合了精确度、区别度和消费者直接偏好的最佳选择。但是，即使现在的造势宣传都使用“细胞培养肉”展开，研究者们和企业应当继续就不同语言之间的翻译、偏好术语的应用以及面向消费者的解释进行测试。

## 消费者认知、熟悉度和了解

鉴于细胞培养肉这个术语和概念对于许多消费者而言仍旧不太熟悉，而且还有其他名称仍在某些语境中被使用。研究发现，消费者的认知、熟悉度和了解水平根据他们被问及的方式而参差不齐。总体结果表明，大多数消费者不了解、不熟悉细胞培养肉。在接下来的几年中，树立消费者意识对本行业而言至关重要。

### 认知及熟悉度

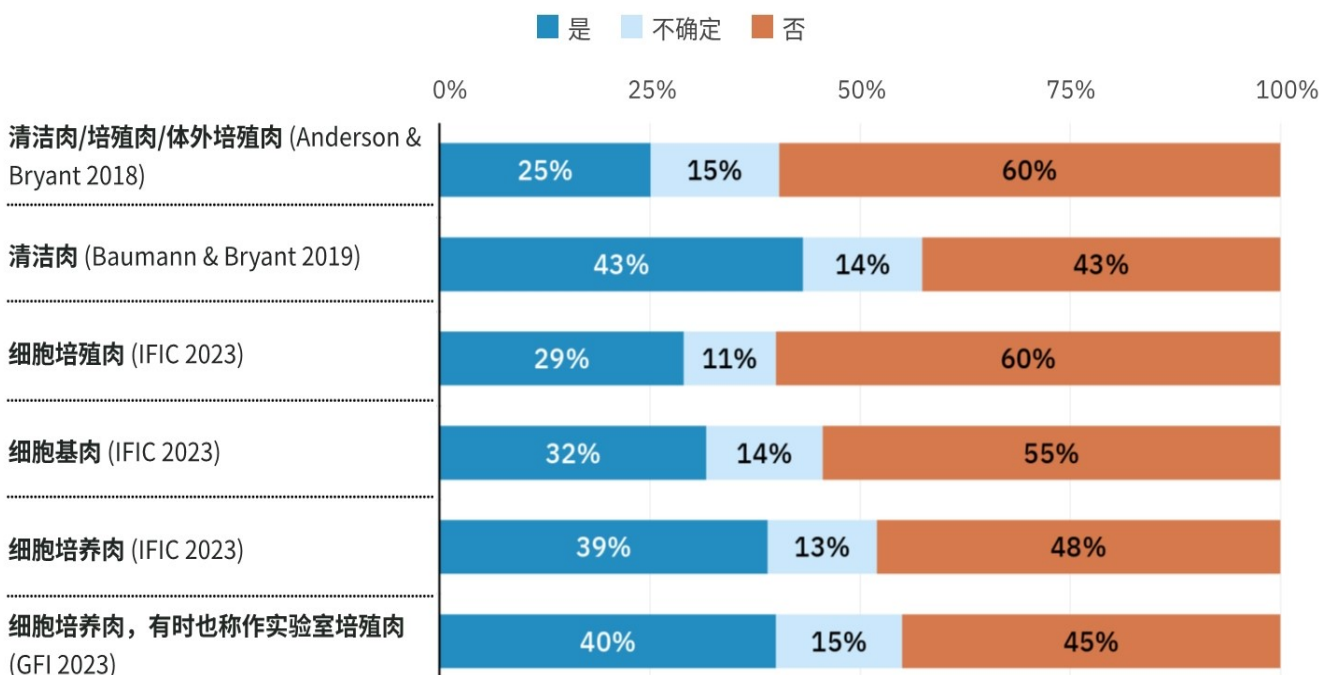
虽然消费者认知程度取决于研究者的提问方式以及被使用的具体术语，但是不同研究间的比较表明，大约 30% 至 40% 的美国人已经听说过细胞培养肉 (GFI 和 Morning Consult 在 2023 年得出的数据为 43%，IFIC 为 39%)。

衡量熟悉度的相关数据显示，仅有 10% 至 30% 的消费者认为自己“非常”熟悉细胞培养肉 (GFI 和 Morning Consult 在 2023 年得出的数据为 27%，[Szejda](#) 等人在 2021 年的调查中发现 34% 的消费者“有些”熟悉，7% 的消费者“非常”熟悉)。

尽管媒体给予了高度关注，而且在 2023 年美国的两家餐厅开始限量供应细胞培养肉，但是有关消费者认知和熟悉度的这些数据在过去五年中还没有显著提升。

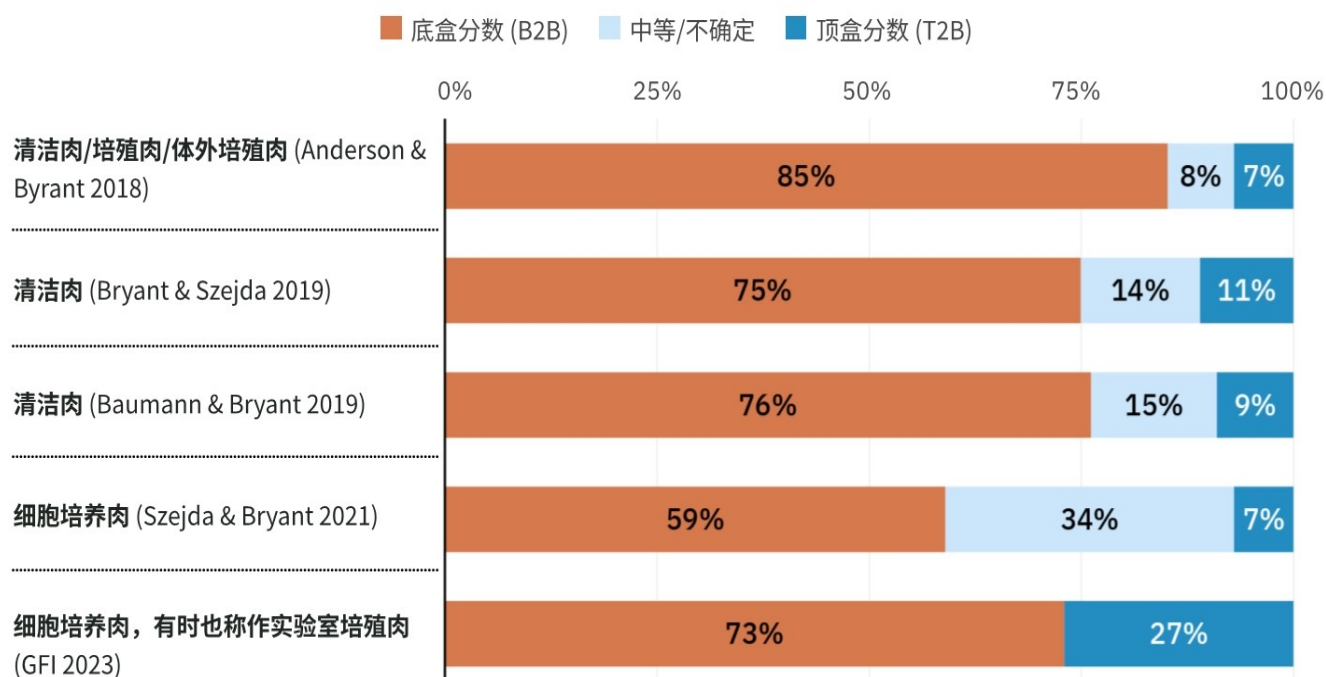
这些数据表明，企业应当在将产品推向市场时考虑可以提升消费者认知，最终提升消费者购买意图的营销策略。

图 6: 各研究中的细胞培养肉消费者认知



来源: [Anderson & Bryant 2018](#); [Baumann & Bryant 2019](#); [IFIC 2023](#); [GFI 2023](#)

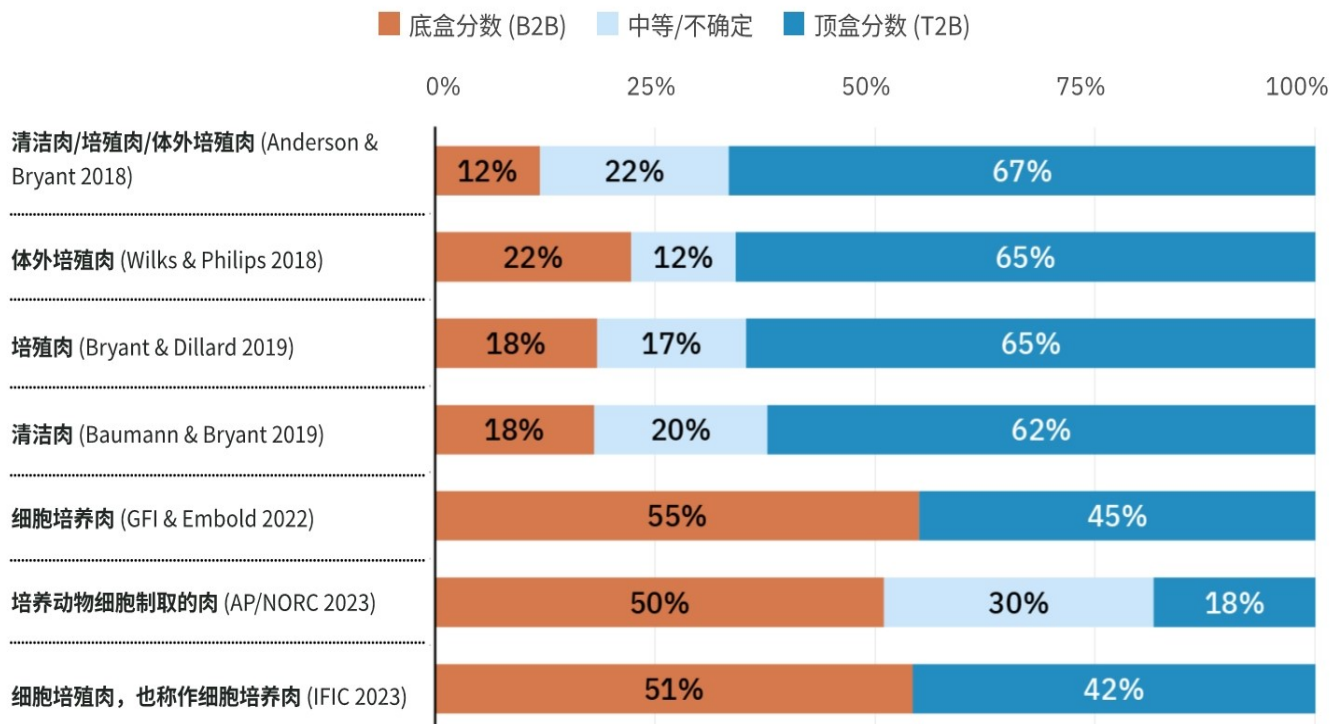
图 7: 各研究中的细胞培养肉消费者熟悉度



来源: [Anderson & Byrant 2018](#); [Bryant & Szejda 2019](#); [Baumann & Bryant 2019](#); [Szejda & Bryant 2021](#); GFI 2023

## 消费者尝试意愿

图 8: 各研究中的细胞培养肉消费者尝试意愿



来源: Anderson & Bryant 2018; Wilks & Philips 2018; Bryant & Dillard 2019; Baumann & Bryant 2019; GFI & Embold 2022; AP/NORC 2023; IFIC 2023

近期研究表明, 相当数量的消费者愿意尝试细胞培养肉, 而且随着了解程度加深, 越来越多的人愿意尝试细胞培养肉。

在国际食品信息理事会 (International Food Information Council, IFIC) 于 2021 和 2023 年开展的两项研究中, 认为自己“有些”或“非常”感兴趣尝试细胞培养肉的美 国消费者数量在两项研究相隔的两年中近乎翻倍, 从 24% 上升至 42%。虽然这一比例略低于选择“不太”或“完全不”感兴趣的消费者数量 (51%), 但趋势正朝着积极的方向发展。

面对尝试细胞培养肉的假设选项, 有更多消费者表示了明确兴趣。GFI 和 Embold Research 在 2022 年展开的研究中发现, 有 45% 的消费者表示“如果被提供样品, 愿意尝试细胞培养肉”。其他研究者在前些年的调查中发现, 该数据高达 66% (Faunalytics 2018)。虽然在美国目前只有很少消费者可以购买到细胞培养肉 (2023 年, 仅有两家餐厅供应), 但是这些显示细胞培养肉未来市场接受度潜能的信号令人感到振奋。

消费者尝试意愿还可以进一步细分为以下类别：

## 吸引力

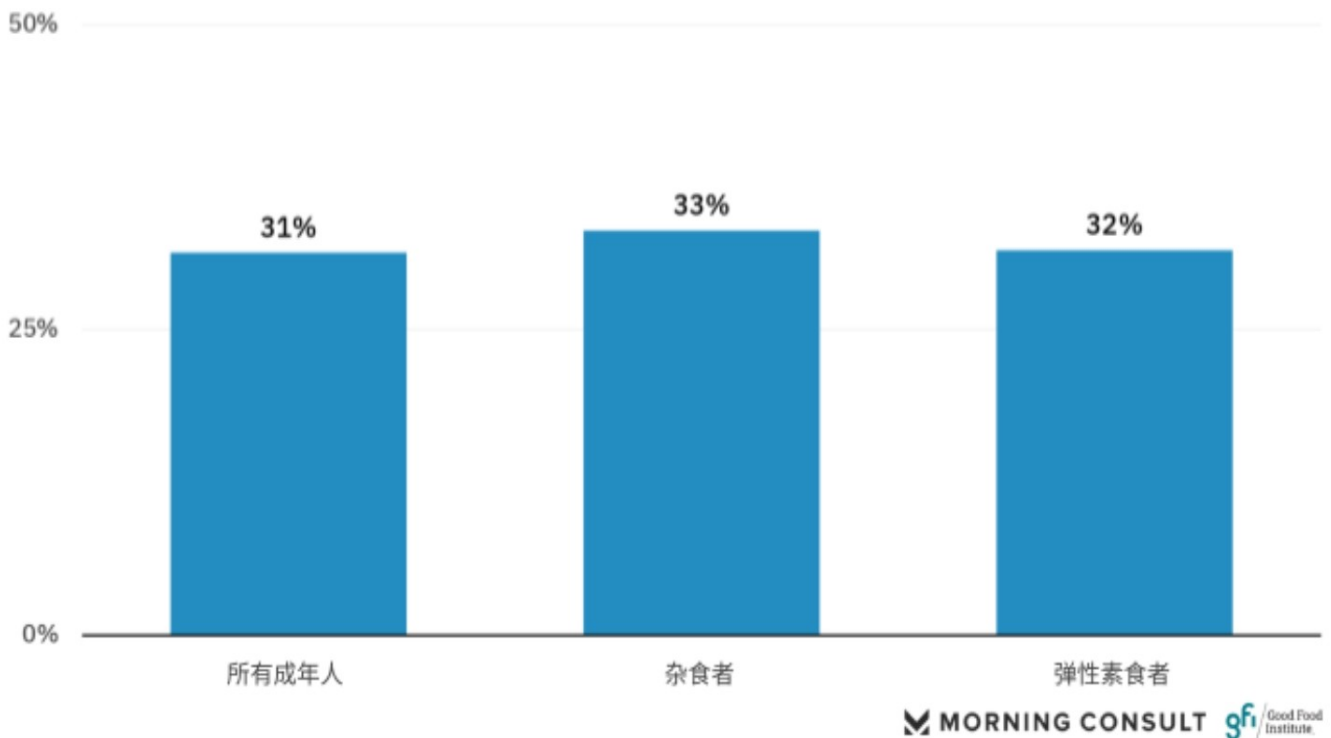
GFI 和 Morning Consult 在 2023 年 11 月进行的一项调查发现，在被给予有关细胞培养肉的中性简短说明之后（解释其生产方式、与传统肉类的相似性，以及在美国的可得性），32% 的美国消费者认为细胞培养肉“非常”或“有些”吸引人。杂食性和（减少肉类食用的）弹性素食消费者更加认为细胞培养肉具有吸引力。

这与其他新蛋白种类的吸引力评分数据相当。GFI 委托 Embold Research 于 2022 年 12 月展开的一项调查表明，相比于强调细胞培养肉新颖性或相关技术的解释，当消费者被提供有关细胞培养肉与传统肉类相似性的说明时，消费者对细胞培养肉吸引力的评分更高。

**这表明，强调细胞培养肉与传统肉类的相似性是构建好感度最有效的方式。**



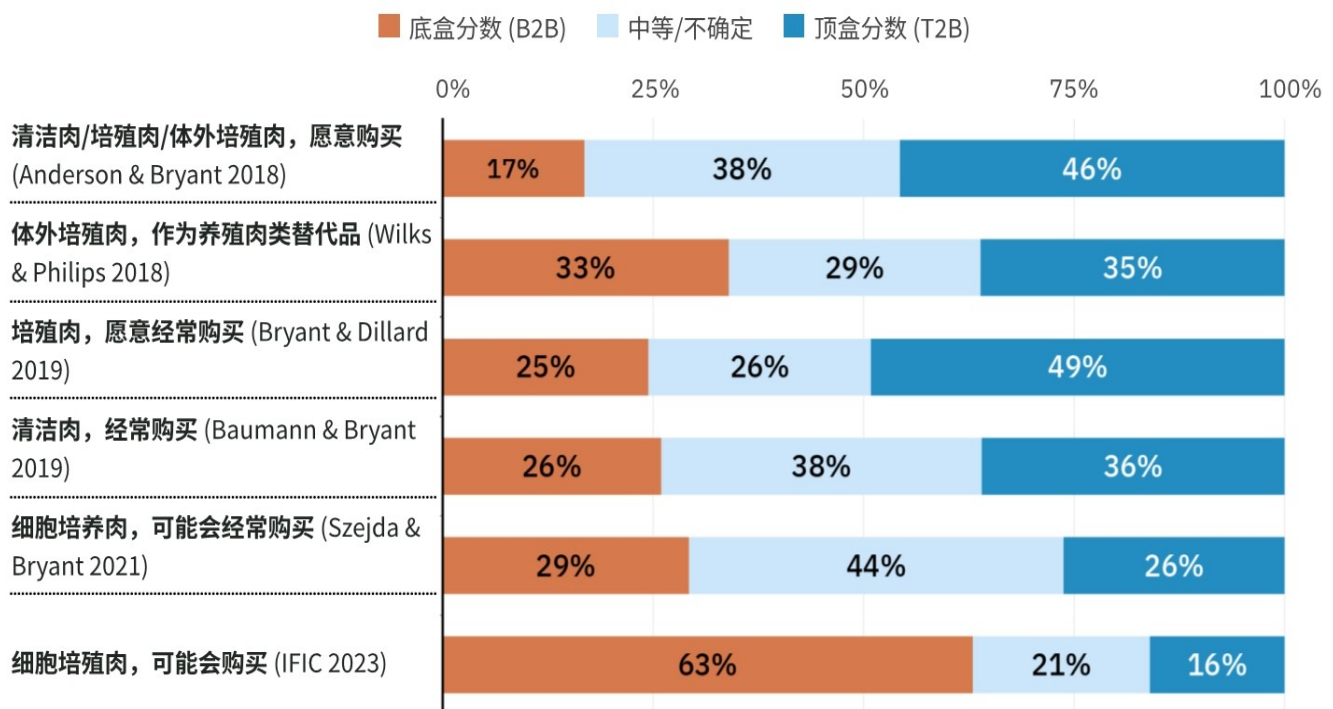
图 9: 基于提供的描述，您认为细胞培养肉有没有吸引力？按饮食方式分类



来源: Good Food Institute & Morning Consult 于 2023 年 11 月展开的民意调查 (n=2,203 美国成年人)

说明: 由于样本量较小，未显示鱼素者、素食者和纯素食者的结果

图 10: 各研究中购买或食用细胞培养肉的可能性



来源: Anderson & Bryant 2018; Wilks & Philips 2018; Bryant & Dillard 2019; Baumann & Bryant 2019; Szejda & Bryant 2021; GFI 2023

## 购买可能性

一篇对现有研究的综述显示, 30% 至 50% 的消费者表示他们可能会经常食用或购买细胞培养肉。GFI 和 Morning Consult 2023 年 11 月的研究表明, 37% 的美国成年人表示“有些”、“非常”或“极其”可能购买细胞培养肉, 这一比例与植物肉相近 (46%)。在 [Szejda 等人 2021](#) 年于美国和英国开展的消费者研究中也看到类似结果, [ProVeg 2022](#) 年的英国消费者研究中也出现了近似比例, 即有 35% 的消费者表示可能会尝试或购买。[Aleph Farms](#) 于 2022 年在新加坡面向 600 位早期采用者展开的研究 (其中 85% 为传统杂食者, 14% 为弹性素食者) 发现, 已经尝试过细胞培养肉的消费者表示, 他们在未来继续购买的可能性很高, 其中 71% 说会“经常”购买, 27% 会“偶尔”购买。虽然将这些产品发布上市还为时过早, 但是这些数据表明, 如果企业想要让细胞培养肉成为主流产品, 有必要继续提升消费者兴趣和购买意愿。

## 社会动机

[Chong 等人](#) 在 2022 年开展的一项调查比较了新加坡和美国消费者对细胞培养肉的态度。调查发现, 细胞培养肉在新加坡的接受度更高是因为消费者进行食品选择的社会动机更强。虽然研究者将此归因为“kiasuism” (大致翻译为“FOMO”或“错失恐惧症”) 的新加坡文化特性, 但是随着越来越多的人尝试细胞培养肉并在社交场合中分享体验, 其他国家的消费者对细胞培养肉的态度可能也会变得更加开放。

## 消费者研究和全球人口统计洞察

### 激励因素

现在断言有关细胞培养肉的宣传和信息将会在多大程度上引起消费者共鸣可能还为时过早。然而，相关研究一致表明，消费者对细胞培养肉的兴趣受到诸如健康、好奇心、环境效益和无需牺牲的享乐等激励因素的潜在驱动。

- **国际食品信息理事会** 2023 年的新蛋白调查发现，好奇心 (32%)、环境效益 (28%)、无需屠宰动物 (28%) 和健康 (26%) 是激励感兴趣的消费者尝试细胞培养肉的最主要原因 (感兴趣的消费者至多可选两个原因)。
- GFI 和 Embold Research 于 2022 年开展的研究发现，有关细胞培养肉的各种信息提升了消费者对吸引力的评分。这些信息中包括健康 (55% 的消费者认为健康信息使得细胞培养肉略微或更加具有吸引力)、气候变化和环境效益 (都是 47%)、可提供与传统肉类相似而且未来也许更胜一筹的口味、质地和新鲜感 (也是 47%)。健康信息既包括有关降低食源性疾病和大流行病风险的公共卫生信息，也包括诸如不含激素、抗生素和类固醇等个人健康原因，这表明消费者对可从细胞培养肉中获取的多种个人健康和公共卫生效益感兴趣。

- GFI APAC 发表于 2022 年的研究显示，没有汞和重金属污染是令日本、新加坡、韩国和泰国消费者对细胞培养海鲜感兴趣的最主要因素。在这四个国家中推广细胞培养海鲜的最大障碍是消费者对口味缺陷的感知以及对“新鲜度”和“天然度”的担忧。

### 人口统计

- GFI 和 Morning Consult 在美国开展的消费者研究显示，有几个群体更有可能认为细胞培养肉具有吸引力，包括男性群体、Z 世代和千禧一代的消费者，以及自由党人。
- 相比于素食主义者和纯素主义者，杂食和弹性素食消费者认为细胞培养肉具有吸引力的可能也显然更大，这与来自新加坡的调查结果相符合。这些调查发现，在新加坡，大多数细胞培养肉的早期采用者为杂食者和弹性素食者。这表明，对于大多数目前尚未从饮食中去除传统肉类的消费者而言，细胞培养肉颇具吸引力潜力。
- 一些证据显示，消费者可能会受某些因素劝导，包括 USDA/FDA 近期批准细胞培养肉的销售许可，或看到其他人享用细胞培养肉。IFIC 2023 年的调查 (在 2023 年 6 月 USDA/FDA 批准销售许可之前开展) 发现，63% 的消费者认为细胞培养肉是安全的，如果 USDA/FDA 能批准许可。

## 提升细胞培养肉吸引力的最有效信息

基于 GFI 委托 Embold Research 于 2022 年 12 月对 1,018 位美国成年人展开的一项调查

表示相关信息极大或略微增加了细胞培养肉吸引力的受访者比例:

- 55 % 生产细胞培养肉无需添加激素、类固醇或抗生素，而且生产场所比传统肉类的加工场所更清洁。这降低了食源性疾病和未来大流行病的风险。
- 47 % 相比于传统肉类，细胞培养肉对环境更加友好。生产细胞培养肉需要的水和土地比传统肉类少得多。这意味着在干旱时期对水资源的竞争会减少，森林砍伐也会减缓。用细胞培养肉取代传统肉类还可以减少动物粪便的产生，从而减少空气污染。
- 47 % 畜牧业占全球温室气体排放量的 20%。用使用可再生能源生产的细胞培养肉取代传统肉类可以大幅削减温室气体排放，有助于应对气候变化。
- 47 % 细胞培养肉将与我们今天享用的肉类一致，拥有同样的气味和质地。细胞培养肉品尝起来也将会和传统肉类一样甚至风味更佳。考虑到生产方式不同，细胞培养肉的口味也许更纯正，而且保鲜期更长。

细胞培养寿司鱼

图片来源: Finless Foods



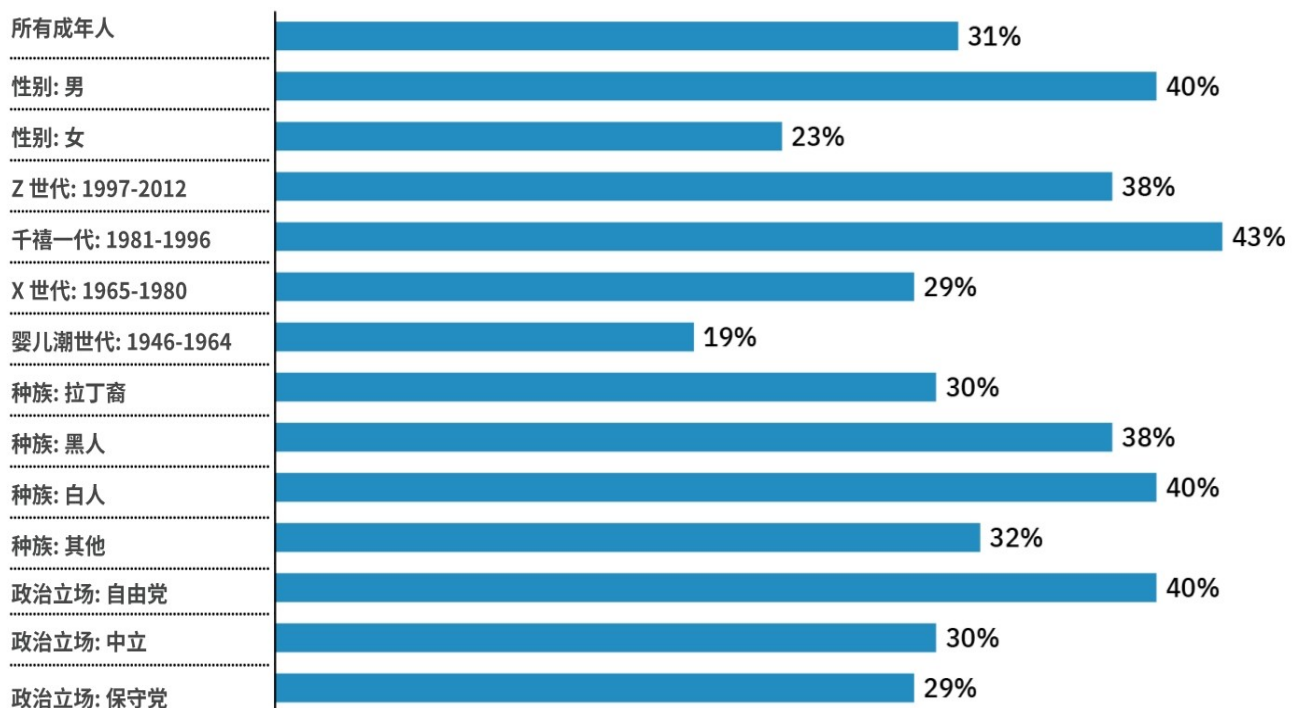
## 全球视野

2023年，来自全球各地的其他洞察为进一步了解消费者们目前如何看待细胞培养肉及其潜力提供了更多语境。

- 来自英国的研究(包括 ProVeg 在 2022 年和 Fidler & Graça 在 2023 年开展的两项)探索了意象的力量。这些研究发现，展现细胞培养肉与传统肉类相似性的图片可以带来更高的尝试意愿和吸引力评分。ProVeg 的研究还发现，更熟悉细胞培养肉的消费者报告称，他们看到的细胞培养肉图片常常与实验室意象相关联，这表明存在巨大潜力提升令人垂涎的美食意象与细胞培养肉之间的关联。

- 2022 年在法国开展的一项主要面向年轻消费者(受访者中有 67% 年龄在 18 至 30 岁)的研究发现，80% 的消费者对于尝试细胞培养肉持开放态度，并且认为细胞培养肉未来将会得到普及。
- 在意大利、葡萄牙和西班牙，共有 49% 的消费者认为细胞培养肉“颇具前途和/或可接受”，根据 Liu 等人于 2023 年 6 月展开的一项调查。该调查还显示，66% 的消费者愿意尝试细胞培养肉。
- 在波兰，63% 的成年人“听说过细胞培养肉”，54% 表示“愿意在能买到时购买”，据 Sikora 和 Rzymiski 于 2023 年 11 月展开的一项调查显示。

图 11: 基于提供的描述，您认为细胞培养肉有没有吸引力？按人口组别分类



MORNING CONSULT gfi / Good Food Institute

来源: Good Food Institute & Morning Consult 于 2023 年 11 月展开的民意调查 (n=2,203 美国成年人)



细胞培养鹅肝

图片来源: Gourmey and Romain Buisson

## 网络上关于细胞培养肉的错误信息和虚假信息增加

基于 *Changing Markets Foundation* 和 *Ripple Research* 于 2023 年 11 月开展的一项社交媒体分析

2023 年，*Changing Markets Foundation* 和 *Ripple Insights* 进行了一项大型社交媒体分析，记录并分类了 X (前身为 Twitter) 上有关肉类和肉类替代品的错误信息传播。他们发现了少数 (50 个) 传播有关肉类或肉类替代品错误信息的账户，发布的信息主要集中在批判不吃肉或肉类替代品的人 (78% 的内容为批判不吃肉或肉类替代品的人，22% 的内容在提倡吃肉)。虽然就人口而言，用户参与的净百分比很小 (200 万次互动，包括观看、转发、点赞、分享和评论)，但是这些内容是不真实的，并且引发了关于肉类替代品的毫无根据的担忧，可能会对消费者感知产生负面影响，尤其在对该品类不太了解的人群中。

# 融资

# 融资

## 概览

继 2013 年细胞培养肉和海鲜融资首次公开披露以来，主营业务涉足细胞培养肉领域的企业已经募集了 31 亿美元，其中超过 80% 来自过去三年间。虽然 2023 年的融资总额较 2022 年有所下降，但是金融科技等其他主要由风险投资支持的领域也经历了约 50% 的融资额同比 (YOY) 下跌。

GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析显示，细胞培养肉企业在 2023 年募集了 2.259 亿美元，与 2022 年募集的 9.223 亿美元相比大幅下降。细胞培养肉和海鲜仍旧是个新兴领域，相关企业在全球尚不到 200 家，而且几近半数成立于过去三年间。因此，少数几笔交易就可以对该领域的年度融资总额产生重大影响。比如，2022 年近半数的年融资总额募集于 UPSIDE Foods 的 4 亿美元 C 轮融资。鉴于领先企业一般而言不会连续两年进行大型融资，因此任何一年的融资总额都有一定程度的随机性。

2023 年，细胞培养肉和海鲜领域缺乏类似的巨额融资。2023 年最大的一笔融资交易是 Meatable 3,500 万美元的 B 轮融资，而且本年度最大的三笔融资加起来总计不到 1 亿美元。对于处于发展初期、前收益阶段的企业来说，这些资金数目可观，但是如果没有巨额融资，要跟上近些年来全行业融资总额就需要数量多得多的类似规模交易。

2023 年，新蛋白行业的私募融资额也出现下跌。虽然新蛋白企业自 2014 至 2023 年募集了 157 亿美元 (其中超半数募集于 2020 年和 2021 年)，融资额从 2022 年的 29 亿美元下降至 2023 年的 16 亿美元。尽管如此，这些融资总额 (包括细胞培养肉企业募集的那些) 很有可能被低估了。一些企业通过未来股权简单协议 (SAFE) 或过桥融资募集资金以增加现金流，这些资金没有被公开披露。虽然某些交易通常不会被公开披露，但是考虑到今年 SAFE 和过桥融资的交易数大增以及我们从与市场参与者谈话中获取的信息，我们怀疑今年漏报的频率有所增加。这其中的一些可能最终会被算入 2024 年的融资额。

2023 年，受利率上行、通胀加剧及喜忧参半的经济前景影响，各行各业都面临着不温不火的私募融资环境。因此，全球所有领域的风险投资在 2023 年同比下跌了 42%，下跌至自 2017 年以来的最低水平。气候技术股权投资同比下降了 40% 之多，尽管该领域通过《通胀削减法案》(Inflation Reduction Act) 和其他有助于降低风险、刺激投资的政策受到政府的大力支持。食品科技初创企业的融资额同比下降了 61%。

即使面临这些挑战，2023 年细胞培养肉行业仍在继续前行。消费者首次可在美国购买细胞培养肉产品，还有几个国家正在为授予监管许可审查细胞培养肉产品。企业还在继续创新过程和产品。也许在接下来的一年，细胞培养肉和新蛋白行业仍将继续面临充满挑战的私募融资环境，尤其在美国、欧洲和其他地区的利率在 2024 年依旧有可能保持高位的情况下。同时，新蛋白和细胞培养肉仍旧是减少传统肉类生产消极影响的最具前景的解决方案之一。**这也使得细胞培养肉成为一个重要的 ESG 机遇，为投资者和行业提供了潜在的上行空间。**



在这样的背景下，我们预计新蛋白和细胞培养肉融资将在未来几年中不断发展。鉴于 2023 年是重要的转型之年，2024 年，本行业在经过调整之后很有可能会选择一条更现实的发展道路。考虑到私募融资环境的收紧预计将持续至 2024 年，我们预计最有可能吸引股权投资的将会是那些能够清晰展现收入和盈利途径的新蛋白企业。同时，长期债务、补助和政府激励措施对于企业在扩大生产规模时降低成本、实现价格趋同至关重要。为获得以上资助，新蛋白企业需要在诸如产品承购和利用政府及慈善资助等方面找到创造性解决方案。幸运的是，有一些可复制的解决方案正在实施中（比如学区采购新蛋白加入午餐菜单），还有一些已经成功应用于其他行业（比如政府为可再生能源提供贷款担保和混合式慈善融资）。通过利益相关者的多方合作，这些解决方案可以促进资本流向新蛋白。

无论外部市场力量如何，如果政府和企业有认真考虑改善食品安全、减少温室气体排放并实现气候目标，就需要为新蛋白行业提供更多资金以帮助企业扩大生产规模，改善产品并降低成本。就这方面而言，对细胞培养肉的公共资助在 2023 年增长更为强劲，政府开始投资卓越研究中心、商业化和基础设施项目，并有针对性地为生产商提供支持。

来源: 除非另有说明，上述报告中的融资数据均来自 GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析。

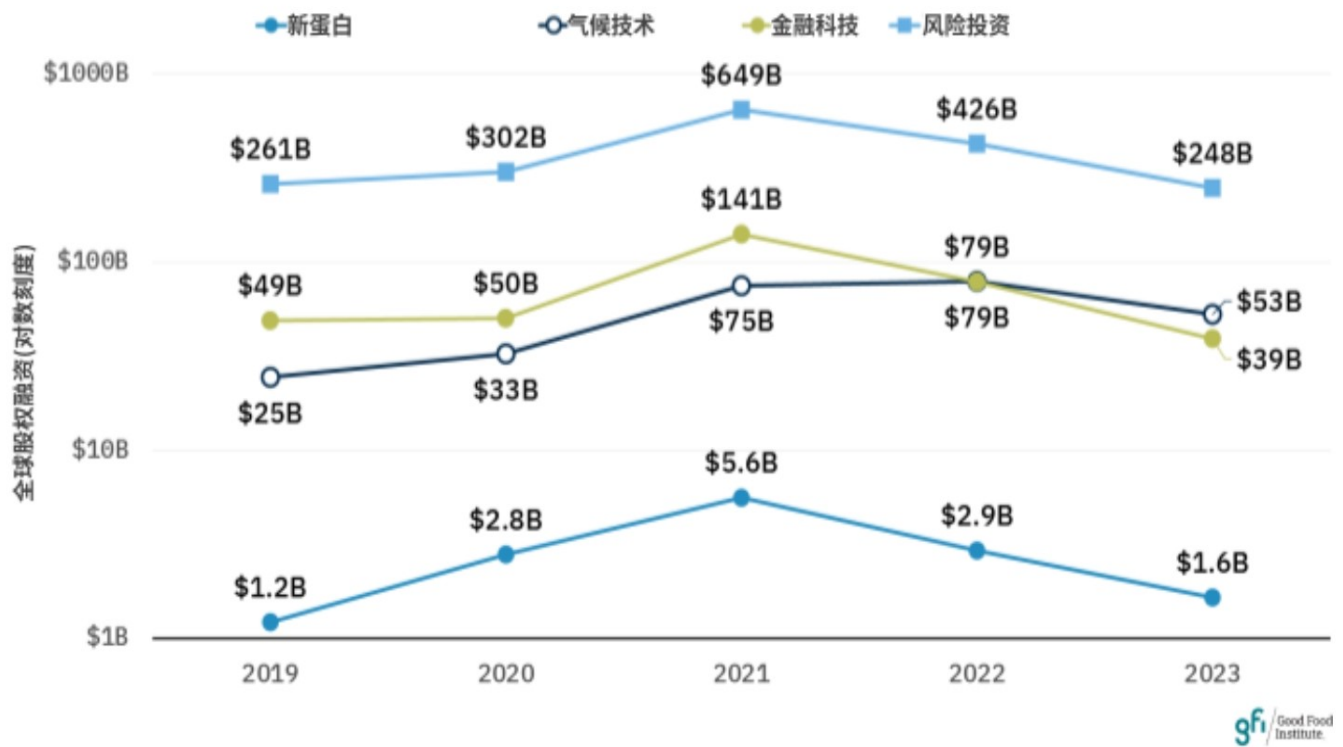
说明: 报告中的汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅。交易总数中包括未披露交易额的交易。

在市场氛围轻松的时候，每个人都可以看起来光鲜亮丽，但是在时势艰难的时候，你需要仔细看看是什么能够让你从其他领域中脱颖而出。就个人而言，我和 Barclay 对 [新蛋白的] 长期投资十分感兴趣，我认为现在是时候把眼光放长远了。

我对我们已经取得的进展感到兴奋，我们不应当仅仅因为整体资本市场正处于艰难时期就失去信心。重要的是这个行业为地球做了什么，我认为它能带来一些真正的长期回报。

**Matt Spence**, Barclay 银行总经理兼风险资本银行业务全球主管

图 12: 累计和年度新蛋白融资额 (按支柱分)

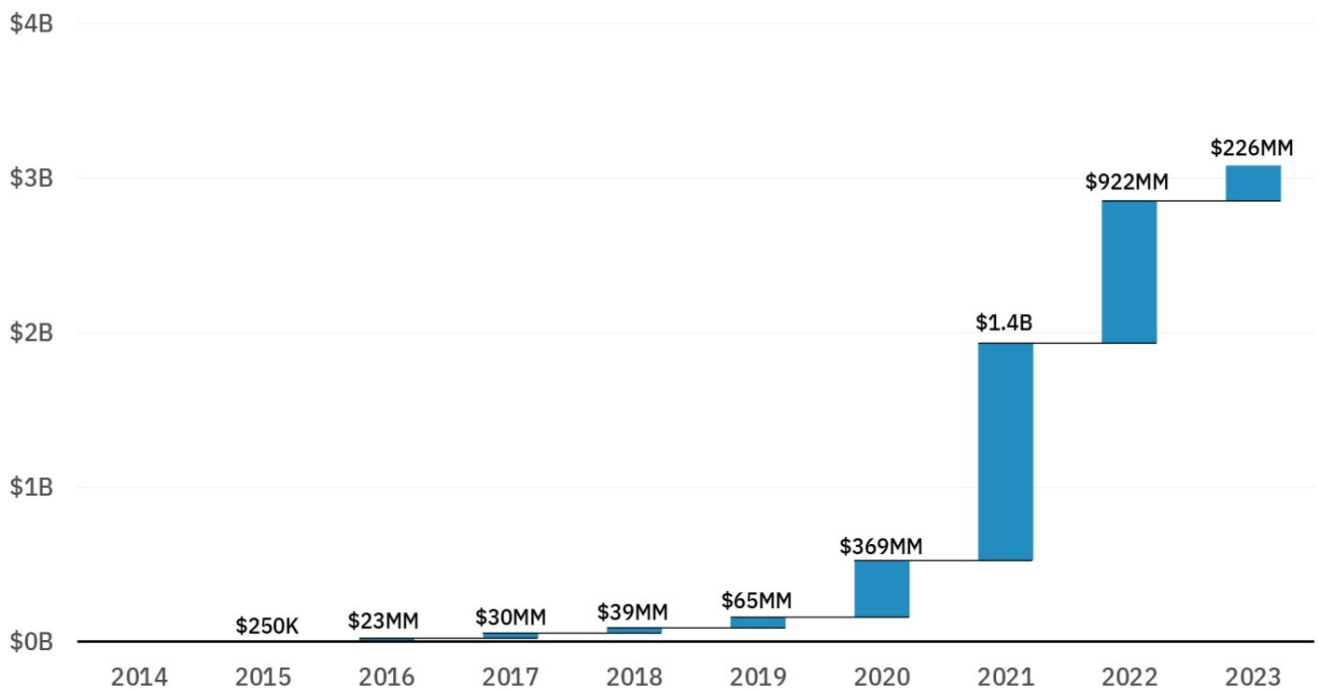


来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析  
 说明: 汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅

图 13: 各领域全球股权融资额

来源: (新蛋白、气候技术): GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析; 汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅  
 来源: (风险投资、金融科技): CB Insights

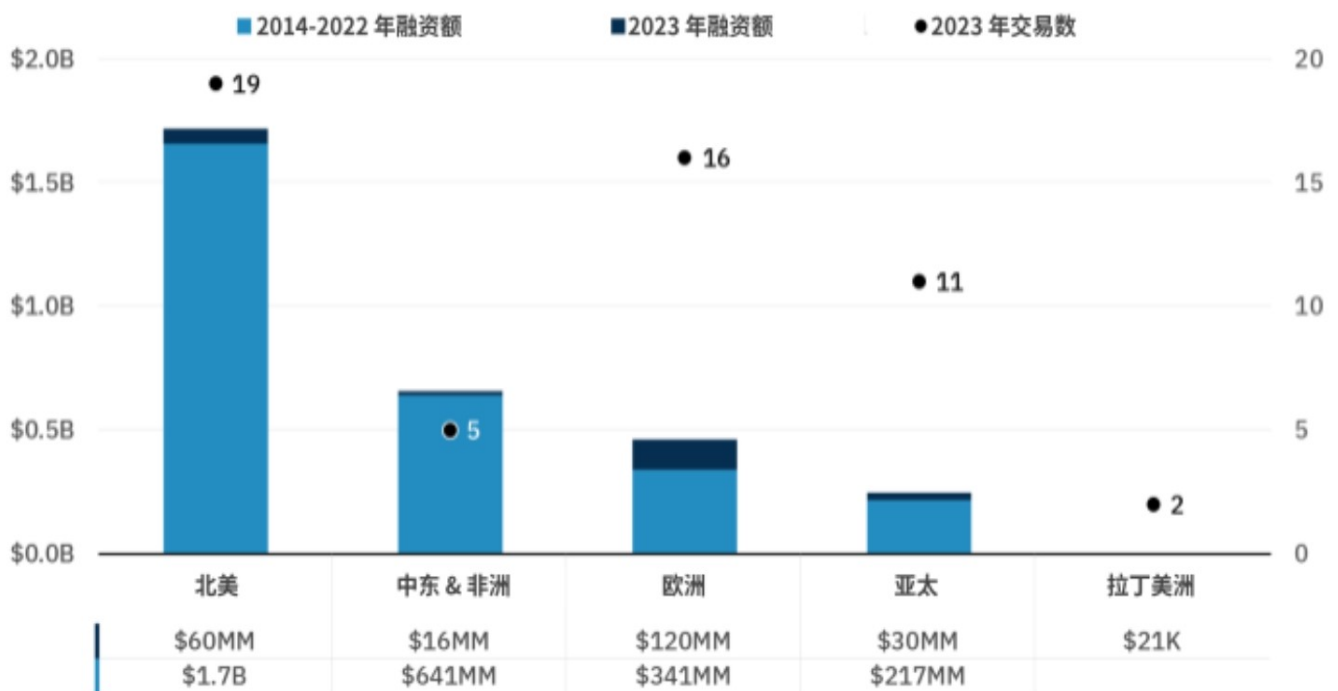
图 14: 细胞培养肉和海鲜年度融资额 (2014-2023)



来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析

说明: 汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅

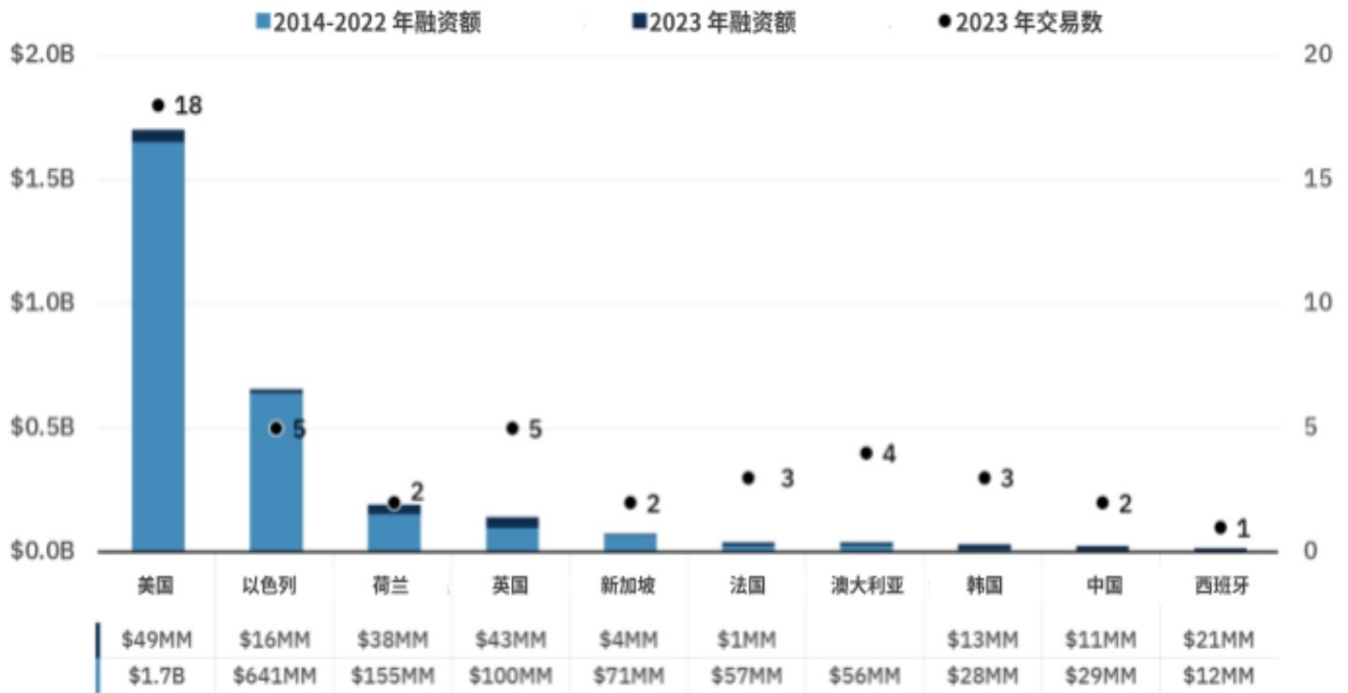
图 15: 细胞培养肉和海鲜融资额 (按地区计) (2014-2023)



来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析

说明: 汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅。交易总数中包括未披露交易额的交易

图 16: 细胞培养肉和海鲜融资额: 排名前十的国家 (2014-2023)



来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析

说明: 汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅; 排名前十的国家是基于 2023 年的融资额选出的。交易总数中包括未披露交易额的交易

表 5: 交易类型统计摘要

交易类型	中数 (2023)	中数 (2022)	中数 (历年)	最大值 (历年)	交易数 (历年)
加速器/孵化器	\$0.02MM	\$0.20MM	\$0.13MM	\$0.51MM	94
过桥轮			\$10.00MM	\$10.00MM	2
可转债	\$0.16MM		\$1.25MM	\$60.00MM	7
企业创投	\$3.50MM		\$3.50MM	\$3.50MM	1
债务	\$0.10MM		\$0.59MM	\$4.00MM	5
早期风险投资	\$2.50MM	\$4.18MM	\$2.43MM	\$18.50MM	110
晚期风险投资		\$7.00MM	\$97.00MM	\$170.00MM	5
前期种子轮	\$2.94MM	\$1.00MM	\$1.00MM	\$3.00MM	27
产品众筹			\$20.47MM	\$20.47MM	1
种子轮	\$3.50MM	\$2.45MM	\$2.50MM	\$22.60MM	108
A 轮	\$10.22MM	\$13.59MM	\$13.18MM	\$70.00MM	41
B 轮	\$34.25MM	\$100.00MM	\$67.50MM	\$347.00MM	11
C 轮		\$400.00MM	\$400.00MM	\$400.00MM	1
F 轮			\$200.00MM	\$200.00MM	1

来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析

说明: 汇总数据尚未经 Net Zero Insights 分析师审阅。这些数字表示的是已披露交易额的融资轮次的统计摘要。交易数中包括未披露交易额的融资轮次。鉴于其数量和规模有限, 本图中没有计入天使轮、一般众筹、债务众筹、成长股权、私募股权、定向增发以及 D 轮、E 轮、G 轮和 H 轮融资。本图中也没有计入未分类的融资轮次。交易总数中包括未披露交易额的交易。

图 17: 2023 年关键融资轮

B/B1 轮		A 轮		种子轮			
							
\$35MM	\$34MM	\$30MM	\$17MM	\$16MM	\$11MM	\$7MM	\$7MM
前期种子轮			早期风险投资		企业创投		
							
\$3MM	\$3MM	\$105K	\$3MM	\$4MM	\$4MM		

来源: GFI 对 Net Zero Insights 数据的分析

说明: 在“2023 年关键融资轮”中, 交易数超过三笔的融资类别中包括了融资额占 75% 或更高的交易, 交易数为三笔或少于三笔的融资类别中包括了所有交易。



如欲了解有意投资细胞培养肉和海鲜的投资者, 企业可以请求查阅 [GFI 的投资者名录](#)。

## 方法论

GFI 使用 Net Zero Insights 的数据对细胞培养肉领域的融资情况进行了全局分析。我们的分析使用了我们在 Net Zero Insights 平台上创建的企业名单，这些企业以细胞培养产品或者为这些产品的生产商提供服务为主营业务。

### 包括和排除的企业类型

- 我们排除了许多涉足动物细胞培养但没有以此为核心业务的企业，比如位于德国达姆施塔特市的**默克集团** (Merck KGaA, Darmstadt, Germany)，因为这些企业没有公开披露在细胞培养肉上投入的资金。
- 我们也排除了那些更关注植物基或发酵而非细胞培养肉的企业。相反，我们把这些企业加入了与它们最为相关的领域 (比如**植物基**、**发酵**)。
- 我们名单中包括的一些企业也可能提供应用于其他蛋白质品类的产品或服务。**Eat Just** 在 2021 年 3 月为其产品线募集的 2 亿美元，以及为其子公司 **GOOD Meat** 在完成于 2021 年 9 月的融资轮中募集的 2.67 亿美元被归入了细胞培养肉。Eat Just 募集的所有其他资金都划入了植物基 (该企业成立之初为植物基蛋企业，如今的业务主要集中在植物基蛋和细胞培养肉)。
- 一些企业使用不同的新蛋白生产平台制取应用于细胞培养肉的投料，比如使用精密发酵制取生长因子。这些企业被归类为发酵企业，因而被排除在我们的细胞培养肉数据集之外。
- 我们加入了细胞培养奶和蛋企业，以及细胞培养肉宠物食品企业，虽然他们并非本篇报告的主要关注点。

Net Zero Insights 平台包含了 173 家主要涉足细胞培养肉行业的企业，其中 125 家披露了交易数。在这 125 家企业中，有 101 家公开披露了交易金额。Net Zero Insights 主要通过公开披露的来源追踪交易信息

，除非企业入驻平台并提供自己的融资信息。因为我们的汇总计算只包括 Net Zero Insights 有获取交易和交易规模信息的企业，所以是保守估计。

### 包括的融资类型

在本篇报告中，投入资本/融资包括加速器和孵化器融资、天使融资、过桥融资、可转债、企业创投、股权和产品众筹、上市后一般债务交易、债务众筹、种子融资、早期风险投资、晚期风险投资、私募股权增加/扩张、资本化、合资企业和定向增发。流动性事件包括已完成的合并、收购、反向收购、控股收购、杠杆收购、拆分和首次公开募股 (IPO)。其他融资方式包括上市后再次公开发行股票和上市后私募投资。我们没有把通过特殊目的收购公司上市 (SPAC IPO) 所募集的资金包括在内，除非该实体已经与目标企业合并或将其收购。

### 数据提供商

请注意，本篇报告中发布的数据可能与 GFI 之前发布的数据有所不同，因为我们现在使用 Net Zero Insights 作为我们的融资数据提供商，而且还在不断努力改进我们的数据集。想要验证贵公司在 Net Zero Insights 平台的数据，请点击[此处](#)入驻平台，确保我们能够访问到最全面、最新的信息。

## 流动性事件

流动性事件是指出售企业所有者的股权，一般是通过合并、收购、控股收购或首次公开募股 (IPO)。在细胞培养肉这样相对新生的领域，绝大多数企业仍处于前收益阶段，因此诸如并购 (M&A) 等流动性事件在行业发展中更为常见，而 IPO 等其他方式在此阶段则较为少见。并购可以让财务基础更稳固的企业收购到拥有高价值技术、生产过程和人才的公司。也就是说，流动性事件的活跃度也高度依赖更广泛的经济环境。

2023 年，细胞培养肉领域没有发生流动性事件 (也称为退出)。

在全球并购事件的活跃度降至其十多年来最低水平的一年，细胞培养肉流动性事件的相对缺乏不过是融资和并购大环境的缩影。引发融资困难的情形，比如经济担忧和融资环境收紧，同样也会限制并购活跃度。

虽然我们预计细胞培养肉流动性事件活跃度在未来几年能加速增加，就像电动汽车等其他转型创新的发展轨迹所显示的那样，但是其发展速度还取决于利率、经济情绪以及人们对细胞培养肉领域的看法等条件。

## 其他融资事件

一些上市企业寻求诸如上市后再次公开发行股票和上市后私募投资 (PIPE) 等融资途径。

2023 年唯一一家进行此类融资的细胞培养肉和海鲜企业是 **Steakholder Foods** (前身为 MeaTech，在纳斯达克证券交易所公开上市)。据 Net Zero Insights 信息显示，该企业在 2023 年 1 月的上市后股权融资中募集了 650 万美元。一旦更多细胞培养肉和海鲜企业开始上市，我们预计会看到更多的其他融资事件。

*The Good Food Institute 并非持有从业证书的投资或金融顾问，并且产业现状系列报告中的任何内容均无意也不应当被构成投资建议。*

# 科学与技术

# 科学与技术

## 概览

鉴于当下许多企业都在准备进入市场，越来越多的行业及学界科学家正在探索有助于降低成本、增加规模及提升未来产品质量的新线索。随着新研究的发表速度加快，整个行业都受益于可在商业领域变现的开放获取型信息和发现所奠定的基础，而且这一基础还在不断巩固加强中。

为全面了解细胞培养肉的科学现状，请参看 [GFI 的细胞培养肉科学页面](#)。

## 全行业各环节研究概况

鉴于每年都会发表新细胞系和培养条件的研究成果，更多研究团队将研究重点拓展至使用小型生物反应器扩大生产规模、使用支架进行 3D 细胞培养，以及创新可用于口味、质地和营养分析的原型产品。在取得这些进步的基础上，越来越多的科学家开始关注产品安全<sup>1</sup>和质量，还有一些科学家则开始探索未来细胞培养肉市场份额的不断增加会给环境和社会带来的潜在影响。

本章节简要介绍了 2023 年以来的重大科学进展。

## 细胞系

**定义：**为了使细胞培养肉和海鲜能与市场上的传统产品相媲美，将需要来自多种物种的高质量细胞系。从多能干细胞到能够转化为脂肪、肌肉或结缔组织的成体干细胞，多种细胞类型可能适用于人造肉。研究人员正在努力开发和表征新的细胞系，并更好地了解不同细胞类型的特性——生长潜力、新陈代谢、培养基要求以及对最终产品特性的影响——这将决定每种细胞类型对细胞培养肉的适用性。

### 2023 年研究亮点

细胞培养肉研究社区还在继续拓展可用于研究高质量细胞系的可及其商业化。为更好地了解细胞培养肉企业对细胞系的需求，GFI APAC 开展了一项全行业调查并编写了一份报告，其中的重要洞察包括：当下最亟需的物种和细胞类型；目前使用于细胞系开发、表征和繁殖的方式；以及监管记录和测试。

获得 GFI 研究经费的人 Mukunda Goswami 博士和 Reza Ovissipour 博士研究团队描述了一种提取自淡水鲤鱼 *Labeo rohita* 的新型肌肉细胞系。釜庆大学 (Pukyong National University) 的研究者描述了另一种提取自扁口鱼的肌肉细胞系。除肌肉之外，制取牛

排或鸡胸肉这样的整块肉还需要包括脂肪细胞在内的不同细胞类型，以及用于这些细胞生长的 3D 结构。南京农业大学的研究者报告中提到了一种新型永生猪脂肪细胞系的衍生物，并使肌肉和脂肪细胞在同一支架上的共同分化。如果这样的过程可有效实现规模化，就有可能增加细胞培养产品与同类传统肉类产品的相似度，并大大简化生产过程。

此外，Aleph Farms 的研究者们描述了他们的牛胚胎干细胞系开发方法和表征。像这样的胚胎细胞可以被用作细胞培养肉生产商们生产肌肉、脂肪及其他任何类型的起始材料。总体而言，这些研究填补了有关



应用于细胞培养肉生产的细胞的众多空白，并且扩充了可用于研究的细胞系资源库。

**对于 B2B 细胞系开发而言，今年也是振奋人心的一年。**

GFI 已经鉴别了 65 个 (在 2022 年 41 个的基础上) 与细胞培养肉相关的细胞系，这些细胞系可从公共资源库或细胞系所有者处直接订购，其中许多为诸如 **OpoBio**、**QuestMeat**、**Roslin Technologies** 和 **PluriCells** 等 B2B 供应商所有。此外，合同生产商 **Extracellular** 宣布，将与 **Multus Media** 合作，为细胞培养肉行业创建一个免许可证的全新细胞库。

从牛、猪、羊的主要肌肉和脂肪细胞开始，Extracellular 计划逐渐拓展至其他物种和组织。细胞培养肉企业 **Ohayo Valley** 也表示，计划作为定制细胞系供应商部分寻求 B2B 模式。最后，生物技术企业 **Triplebar** 和细胞培养海鲜企业 **Umami Bioworks** 也在本年度宣布展开合作，加速细胞培养鱼细胞系的开发。2022 年末，Triplebar 在 GFI 的细胞培养肉合作研讨会 (Cultivated Meat Collaborative Seminar) 上介绍了他们的技术。

## 细胞培养基

**定义：**细胞培养基含有体外培养细胞所需的营养物质和生长因子。作为细胞培养肉加工过程的主要投入，它是目前细胞培养肉生产最大的成本和环境影响驱动因素。除了创建更实惠、无动物成分和食品级成分的供应链之外，还需要进行更多研究来获得符合每种细胞系代谢要求的无动物成分配方。

### 2023 年研究亮点

细胞培养基的研究方法包括去除动物成分并用更实惠的替代物取代高成本成分、优化培养基在生产过程中的使用效率，以及减少整体培养基成分的使用。2023 年，企业在该研究环节的多个节点取得了进展。

**一种颇具前景的方式是将一个行业的废物流用作另一行业的给料，这可以改善成本和可持续性指标。** GFI 及其合作研究者探索了北美商品作物侧流物在细胞培养肉生产中的潜在用途，发现大豆粕、玉米糟、菜籽粕、酿酒糟和玉米麸粉都可以成为水解物的优质备选来源，为细胞培养基供应氨基酸。

使用作物侧流物的最终目的是取代血清，并且以更实惠和可持续的方式为培养细胞供应营养物质。研究者们已经开始探索这一概念。韩国和新加坡的研究小组发现，经过发酵的大豆粕和豆渣 (制作豆腐和豆浆产生的废物流) 可以被用作血清替代物。还有几项研究也探索了 蓝藻提取成分和不同物种的微藻提取物的使用，发现这些可以作为细胞培养的有益补充物。

然而，挑战依旧存在，包括优化获取水解物或提取物的方案。在一项研究中，巴西坎皮纳斯大学 (University of Campinas) 的研究者们测试了各种酶和条件，以期发现如何在大豆和花生蛋白粕中获得最多的肽和氨基酸。未来，优化原材料提取物和水解物获

取方案的研究对细胞培养肉行业至关重要，利用可获取的替代物降低细胞培养基成本和环境效益的研究仍旧颇具前景。

其他值得注意的研究关注优化培养基整体配方并确保其高效使用。这方面的近期研究使用数学技术和算法优化培养基成本、减少环境影响，以及获取性能优于含血清培养基的无血清培养基。

培养基配方探索也可以通过系统生物学和代谢建模技术提高，随着细胞培养肉技术日渐成熟，这些技术越来越重要。总体而言，这些努力可以加速应用于细胞培养肉的各种物种和细胞类型的培养条件开发，为进入

本领域的新实验室和企业提供一个更容易的起点。然而，迄今为止，大多数培养基研究将关注点集中在哺乳动物和禽类细胞，而海鲜培养基的优化仍是一大瓶颈。

最后，2023年见证了本领域在另一项已知挑战中取得的进展：防止氨等有毒代谢物的堆积。解决这一问题的可能方式包括吸附、基因工程和改变培养基成分。

**Mosa Meat** 的研究者们使用了最后一种方式，表明改变投喂细胞的培养基可将氨的产量控制在最小限度。

如果在全行业采用，这种简单的解决方案可以产生巨大影响。



## 支架

许多生产细胞培养肉的方法都使用 3D 支架来为最终产品提供结构；促进养分、氧气和废物的运输；并可以帮助细胞按需分化和成熟。对细胞培养肉支架的研究重点是确定最佳材料（或材料组合）并开发可扩展且具有成本效益的支架的创新制造技术。

### 2023 年研究亮点

细胞培养肉支架的研究重点是鉴别最佳材料 (或材料组合)，为可实现规模化生产且具有成本效益的支架开发创新性制造技术。

2023 年的关键主题之一是使用植物、真菌和其他可持续来源的生物材料作为细胞培养肉支架。传统的组织工程学严重依赖于胶原等动物源性蛋白或合成聚合物作为支架。**现今的细胞培养肉研究者们证明，在植物和真菌界有大量有用的支架功能性有待发现。**

**波士顿学院 (Boston College) 和伍斯特理工学院 (Worcester Polytechnic Institute)** 的研究者们使用利用现有废物流 (尤其是玉米壳和菠萝蜜果皮) 制取的**脱细胞植物材料**作为微载体。以提升脱细胞基技术在细胞培养肉中的适用性为目的，该团队还测试了不依赖传统溶剂和洗涤剂的方式，并**明确了**使用食品安全化合物有效实现脱细胞的条件。来自 **Sanjay Gandhi Post-Graduate Institute of Medical Sciences** (印度) 的研究者们证明，**脱细胞蘑菇**可以成功用作成肌细胞 (肌肉前体细胞) 的支架。

同样，**新加坡科技研究局 (A\*STAR)** 的研究者们进行了一项**生物信息学分析**，发现 RGD 模体 (一种在动物细胞与细胞外基质粘附过程中发挥重要作用的氨基酸序列) 在植物和真菌中都很常见。他们还证明，富含 RGD 的真菌蛋白提取物比动物源性基质胶原蛋白和纤

连蛋白性能更优越，为植物和真菌有望作为细胞培养肉生产的支架来源提供了更多证据。

**新加坡国立大学 (National University of Singapore)** 的研究者们探知，**南瓜籽蛋白对细胞粘附和增殖的支持程度与动物明胶相似**，可以支持小鼠肌肉和脂肪细胞的长期增殖、鸡和猪肌肉细胞的粘附，以及肌肉细胞分化。他们还确证南瓜籽蛋白富含 RGD 序列，为其结果提供了理论依据。该团队的**另一篇论文**发现，尽管未经处理时表现不佳，鹰嘴豆蛋白在被用作水解物时可高效支持粘附、增殖和分化。此外，虽然藻酸盐通常被观察到细胞粘附特性较差，由**建国大学 (Konkuk University)、NoAH Biotech 和首尔国立大学 (Seoul National University)** 的研究者们展开的一项**研究表明**，这些特性可通过改变交联条件进行修改。

植物源、真菌源和藻源生物材料中存在大量多样性，包括有益于细胞培养肉支架的特性。通过结合生物信息和经验筛选得出期望特性并仔细测试制造支架的条件，研究者在 2023 年鉴定出了支持细胞粘附和增殖，并且对最终产品的风味、质地和营养特性具有积极或中性效果的安全支架材料。总体而言，这些发现共同验证了动物源性材料未来将不再是生产细胞培养肉产品必需品的假设。

## 生物过程设计

**定义：**细胞培养肉的生物工艺包括配备传感器设备的生物反应器生产线，与细胞收获和食品加工设备集成，并在设计时考虑自动化。生产线可以通过多种方式构建，需要研究确立创建和规模化一系列细胞培养肉产品类型所需的最合适的生物反应器和技术。

### 2023 年研究亮点

企业正在积极运用各种细胞系，培养可应用于从鱼、虾到牛肉、鸡肉和猪肉等众多产品的肌肉和脂肪。然而，在填补知识空白、优化细胞培养方案和开发并选择合适的生物反应器方面仍存在挑战。

为实现价格和口味趋同，在生物过程领域有几个值得研究者、供应商和投资者们重点关注的方面，包括培养基成分、原材料和生物反应器的成本高昂和可及性有限。**需要更多研究和开发的关键领域包括降低生物反应器成本并提升其可及性、使用食品级材料，以及开发其他（比如可用于细胞采集的）专用设备。**其他领域还包括培训生物过程、建模、模拟和自动化领域的专业人员。

2023 年，细胞培养肉生物过程领域取得了几项显著进展。**Ark Biotech** 发表了一份**技术经济分析报告**，假设以每磅 29.50 美元的预估价大规模生产细胞培养肉，强调了当前生物制造技术的潜力。该报告概述了进一步降低产品成本的四大策略：减少培养基成本、增加生物质产出、优化生物过程和利用更大型的生物反应器。根据此报告，培养基是导致成本高昂的主要因素，如欲实现细胞培养肉价格趋同，需将培养基成本降至每公升 1 美元左右。本篇报告给出的另一洞见是强调规模化生产的重要性，因为扩大生产规模可以降低折旧和劳动力的成本负担。

这项分析还比较了使用不同生物过程方式的各种场景，探讨为实现成本效益应当更倾向于分批过程还是连续过程。虽然大多数规模化生产案例显示分批过程更为优越，但是连续过程需要的整体资本支出和空间较少。总之，Ark Biotech 强调需要整合培养基、生物反应器、细胞和生物

过程方面取得的进展，从而实现细胞培养肉与传统肉类价格趋同。

**挪威与荷兰的研究者们**通过调整和优化培养基成分和细胞培养参数提高了细胞培养肉生产的成本效益和效率。该研究小组能够在无血清条件下在实验室规模的生物反应器内扩增骨骼肌卫星细胞至多达 38 天。这种方法强调针对每种细胞系和生物过程优化各种参数，从而在无需依赖胎牛血清 (FBS) 的同时降低成本并增加产出。

**细胞培养肉生产与再生医学等领域面临一些同样的挑战和机遇，这突显了协同合作与资源分配的潜力。**再生医学可以为诸如应用于组织生成的支架开发、干细胞生物学或培养基开发等领域提供洞见。生物反应器（在医疗保健和细胞培养肉生产领域都发挥着重要作用）可以通过细胞培养扩增以及为细胞繁殖提供受控条件实现高效和规模化生产。**这篇综述**探索并评估了生物反应器技术在细胞治疗和细胞培养肉生产中的应用。

为解决应用于细胞培养肉生产的 3D 培养挑战，一个法国科学家团队开发了一种创新解决方案。传统的 3D 培养方式通常依赖于支架，但是这些支架不太容易实现规模化生产。为应对这个问题，研究者们构建了一种体外培养系统，可将生物模拟 3D 培养的优点与可实现规模化的基于生物反应器的生产方式相结合。**该研究**成功扩大了干细胞的生产规模，并且展示了与规模无关的扩增产量：在一个 10 升的搅拌式生物反应器内，仅 6.5 天就达到了令人惊讶的 277 倍扩增。虽然这些结果是在人体细胞上得到证实的，但是这一概念可以合理转用于细胞培养肉行业。

最后，使用计算机模型和模拟对于优化细胞培养肉过程并实现价格趋同至关重要，尤其在大规模生产中。这一过程中的主要挑战是生物反应器中的高转速引起的破坏性剪切

力。在近期的一项研究中，研究者在整合基于主体模型和计算流体力学的基础上开发了一个计算模型，用于检测生物质在搅拌式生物反应器中的增长。他们的关注重点是理解转速引起的机械应力对球形微载体中细胞生长的影响。该模拟结果与物理实验一致，表明提高转速会因为加大机械应力而降低细胞繁殖速率并增加细胞死亡。该模拟是构建综合模型的第一步，这样的模型可通过指导生物反应设计和优化培养条件而改善生物质制造并降低成本。

## 最终产品配方及特性描述

细胞培养肉的商业成功既需要开发高效且可靠的生物过程，也需要清楚地了解美味且有营养的产品中到底有什么。为此，随着时间的推移，在细胞培养肉学术论文中加入风味、质地和营养特征的探讨变得越来越常规，尤其是：脂肪特性描述 (Yuen Jr. 等人 2023; Louis 等人 2023)；质地特性描述 (Xu 等人 2023; Yen 等人 2023; Guan 等人 2023; Liu 等人 2023; Zhu 等人 2023)；以及产品在烹饪过程中的变化 (Yen 等人 2023; Kawecki 等人 2023; Guan 等人 2023)。

细胞培养肉产品的特性描述方法预计将大量借用传统肉类。比如，Mariano 等人 (2023) 在一篇综述中讨论了表示细胞培养肉真伪和可追溯性时使用的特性描述方式，用于验证细胞培养肉并使其与传统肉类相区分。

细胞培养肉领域开始努力应对的一个关键问题是如何将细胞培养的肌肉和脂肪以最高效的方式结合为一个有凝聚性的组织？共同培养肌肉和脂肪细胞可能会过于复杂，因为它们对培养基质的要求不同，而且有影响彼此活性的倾向。然而，这似乎并不是一个不可逾越的障碍，猪肉脂肪和小鼠肌肉细胞的共同分化已经被成功证实。

不需要共同分化的替代方式也已经得到验证。比如，一项研究表明，分化前的脂肪和肌肉结构可以被结合成一个有凝聚性的组织，另一项研究通过将分化后的肌肉结构与植物基油凝胶相结合制造了一个产品原型。有必要开展更多研究以鉴定出可确保生物过程效

率和产品质量的最高效的方式。

## 营养和口味趋同

2023 年，GOOD Meat 收到了 FDA 和 USDA 授予的监管许可，这为扩大生产规模、降低制造成本和生产对环境更加友好的产品做好了准备。在 GOOD Meat 提交用于支持其细胞培养鸡肉安全性的档案中，他们比较了其细胞培养鸡肉和传统鸡肉的营养价值。**该报告显示，100 克细胞培养鸡肉的营养特性描述与传统鸡肉相似，包括蛋白质总量、脂肪和碳水化合物含量。**

GOOD Meat 的细胞培养鸡肉含有的热量值低于传统鸡胸肉，因为培养的细胞具有较高的水分含量。该细胞培养鸡肉的单不饱和脂肪、饱和脂肪和胆固醇含量与传统鸡胸肉相似。

脂肪组织对肉类产品的风味至关重要。近期研究显示，脂肪源性干细胞可分化为脂肪细胞，而且通过调整培养基的脂肪酸构成，这些细胞可产生真正的肌肉脂肪特性。

虽然细胞培养脂肪具有显著提升新蛋白产品质量的潜力，但是由于更大的组织需要输送氧气和营养物质，因此大尺寸组织的生产仍然受到限制。一个研究团队开发了一种适用于食品应用的大尺寸脂肪组织的制取方式。该团队首先在 2D 表面繁殖脂肪细胞，然后在这些细胞经过脂肪生成后培养出 3D 组织，从而解决了大尺寸组织工程和 3D 细胞培养的挑战。与再生医学不同，一旦最终的大尺寸脂肪组织形成，细胞培养肉不需要持续的细胞活力，因此为最终组织结构的开发提供了更多可能性。

同样在 2023 年，Vow 向澳新食品标准局 (Food Standards Australia New Zealand, FSANZ) 提出申请，希望为用日本鹌鹑胚胎成纤维细胞制造的细胞培养鹌鹑细胞获取作为新型食品的监管许可。FSANZ 进行了全面的危害和风险评估，涉及微生物学、生物技术、毒物学、营养和膳食摄入。他们的报告发表于 2023 年 12 月，结论是该细胞系遗传稳定、微生物危害低，没有暴露于生产过程物质或食物致敏性方面的

安全性担忧。没有检测出谷蛋白，也没有已确定的营养风险。总体而言，FSANZ 的评估认为 Vow 的细胞培养鹌鹑细胞作为新型食品是安全可食用的，并支持授予许可。

## 食品安全和公共卫生

GOOD Meat 在美国和 Vow 在澳大利亚及新西兰提交的新安全性档案在 2023 年开放获取。振奋人心的是，这两款产品都不含抗生素、不含可检测出的重金属，也不含诸如大肠杆菌和沙门氏菌等常见的食源性病原体。总体而言，这些文件也是一笔丰富的资源，可用于了解如何对细胞系和培养基进行质量控制，以及监管机构在评估安全性时的关键考量。

GFI Bazil 和坎皮纳斯大学 (University of Campinas) 的科学家们合作发布了一篇报告，基于危害分析与关键控制点体系 (Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP) 为假设的细胞培养汉堡生产过程拟定了一份食品安全计划。这份报告与上述提到的安全性档案一起，为细胞培养肉生产的安全性考量和危害减轻策略提供了极佳概览。

在国际层面，联合国粮农组织 (FAO) 发布了一份于 2022 年在以色列召开的利益相关者会议的纪要报告，并且于 2023 年在中国再次举办此类会议。在这些会议上，细胞培养肉企业向当地监管机构做了展示，为监管机构深入了解生产过程和安全性考量提供了的良机。

新加坡食品局 (Singapore Food Agency) 召开了一次圆桌会议，超过 250 位与会者讨论了如何对细胞培养肉等新型食品进行风险评估，以及如何协调监管框架并增强全球信息共享。此次会议之后，APAC 的监管协调论坛宣布成立，旨在区域层面为实现同一目标做出贡献。

最后，随着 H5N1 禽流感在 2023 年蔓延至一些哺乳动物物种，一些专家开始强调细胞培养肉可有助于抑制这些人畜共患病威胁的潜力。如果细胞培养肉可以在未来饮食中取代传统肉类，就可以大幅降低抗生素耐

药性风险和工业化畜牧业带来的人畜共患病风险。

## 环境和社会影响

联合国环境规划署 (UNEP) 在 2023 年发布了一份具有里程碑意义的报告，评估了新蛋白相比于畜牧业对公共卫生和环境危害的潜在影响 (点此阅读报告摘要)。该报告大量引用了细胞培养肉的生命周期评估 (LCA)。总体而言，这些生命周期评估表明，相比于传统肉类，细胞培养肉所需的土地大幅减少，会引发的诸如空气污染和富营养化等与氮相关的环境影响更小，产生的温室气体排放也更少，尤其在可再生能源结合使用时。

2023 年，一项预印本研究一度占据了新闻头条。加州大学戴维斯分校 (University of California, Davis) 的科学家们声称，细胞培养肉的碳足迹可能比传统牛肉高出许多倍，这一结论大大偏离了现有文献。GFI 和其他科学家们驳斥了加州大学戴维斯分校的科学家们在一项预印本研究中得出的偏离现有文献的发现。GFI 发现，该研究的假设 (这导致了细胞培养肉的碳足迹可能比传统牛肉高出许多倍的结论) 未能精确反映行业实践。GFI 明确表示，可以在现有的同行评阅研究中找到对细胞培养肉碳足迹的更切实的预估。

爱荷华州立大学 (Iowa State University) 的研究者们开展的一项新研究表明，与传统肉类相比，细胞培养肉在每单位土地面积上具有的 [热量] 能量和蛋白质生产力更高。但是，由于废水处理比施肥更昂贵，随着行业规模扩大，培养基循环再利用将成为氮管理的重要环节。另一项由塔夫茨大学 (Tufts University) 研究者们开展的研究评估了细胞培养基中使用的重组生长因子的环境影响。该研究与其他研究一致表明，尽管这些重组生长因子的使用量很小，但是它们对环境造成的整体影响可能会很大。

考虑到生命周期评估 (LCA) 研究的重要性，GFI 发表了一篇 LCA 指南，为委托和开展此类研究以及阐释和利用其研究结果提供了标准化方法。



随着细胞培养肉行业成熟，了解细胞培养肉的潜在社会影响的重要性日渐凸显。[Asia Research & Engagement](#) 的一项研究表明，在亚洲采用新蛋白对于实现其可持续发展目标至关重要。该研究描述了这样的转型如何需要公私部门间的协同合作，以及转型结果可能会彻底改变众多国家的农业版图。此外，一个于 [2022 年召开的讨论会发表了有关此方面的纪要报告](#)。该讨论会邀请了细胞培养肉企业、研究实验室、奶牛场、动物权利组织和当地的原住民社区代表。该报告就如何在多元化社区之间实现公平、公正的转型发表了众多见解。

一项类似的研究总结了以英国农民为访谈对象的焦点小组讨论。一些农民察觉到了机遇，比如为细胞培养基培育投料，但是许多农民认为细胞培养肉对农业传统和他们的生计构成了威胁。总体而言，该研究强调了将农民的观点纳入细胞培养肉相关讨论的重要性。

## 科研生态系统

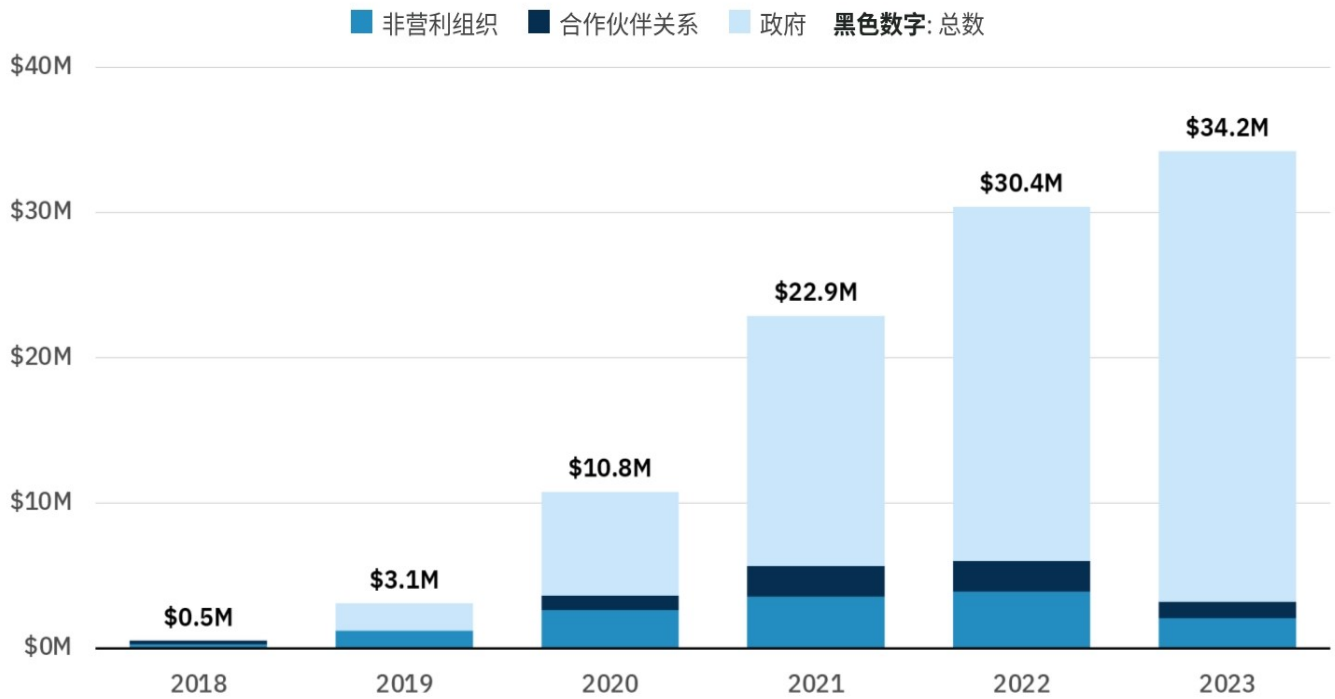
增加全球细胞培养肉项目的参与人数对于应对研发挑战，并确保在行业发展时有足够的专业人才进入劳动力市场至关重要。对出版物数量和公共研究资助的评估及其他信号表明，科研生态体系仍在稳步发展中。

- 2023 年，以细胞培养肉为研究重点的科研出版物数量仍旧呈上升趋势 (参见表 19)。值得注意的是，近期论文中有一些来自细胞培养肉企业，包括 [Mosa Meat](#) (Hubalek 等人 2023, [Melzener 等人 2023a](#), [Melzener 等人 2023b](#), [Martins 等人](#), [Messmer 等人](#), [Caponi 等人](#))、[Aleph](#)

[Farms](#) (Zehorai 等人 2023, [David 等人](#))、[OpoBio](#) (Jin 等人) 和 [Cultivate Foods](#) (Kirsch 等人)。由企业或学界-行业合作团队发表的出版物是细胞培养肉领域取得成功的一大重要因素，因为它们标志着一种认识，即成功并非来自企业的各自为政、单打独斗，而是全行业应对共同问题的齐心协力、开放合作。

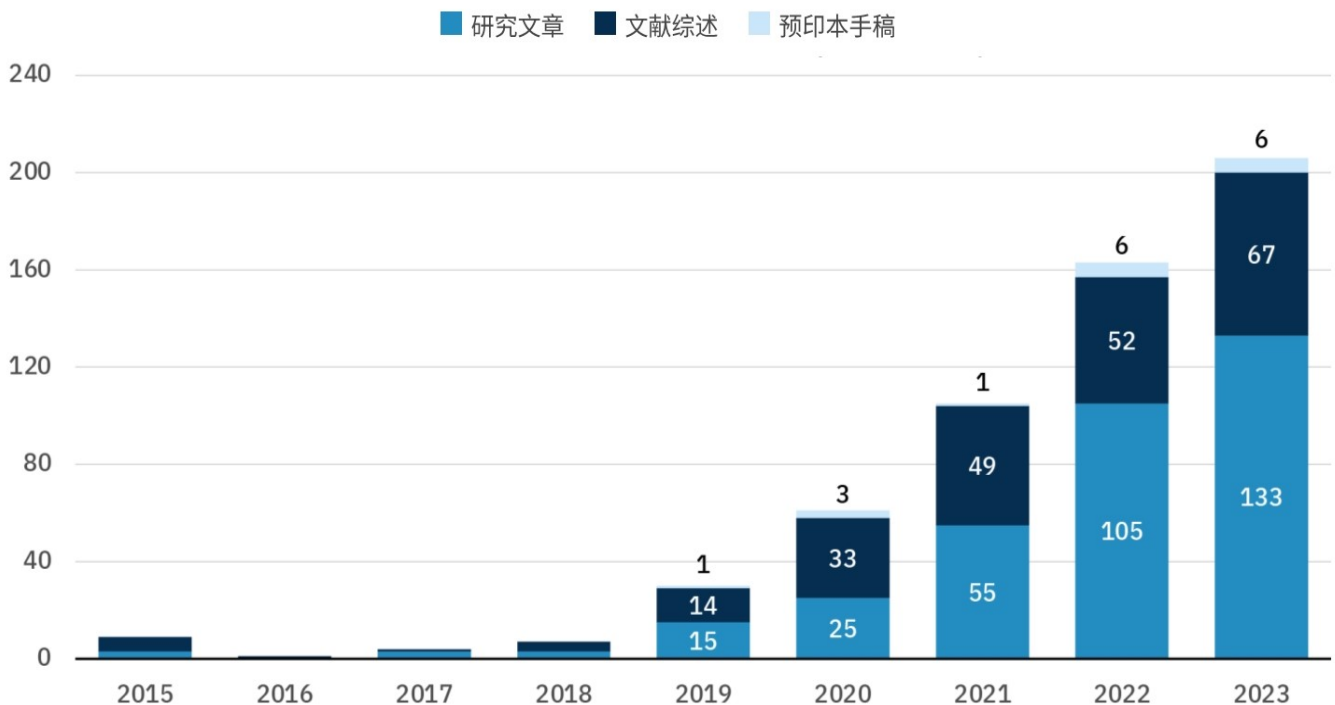
- **公共部门资助对于奠定科研基础以孵化新创意、催生新技术和培育新一代科学家及工程师而言至关重要。虽然细胞培养肉领域还需要相当大量的资金，但是越来越多的政府资助机构开始认识到细胞培养肉应对关键挑战的潜能，公共资助总额也在同比稳步增加。**此外，这些资助中有许多 (比如英国的细胞农业制造中心) 都代表着同时涉及大学和企业的数百万美元承诺。
- **塔夫茨大学 (Tufts University)** 的一个新项目现在可以让选学细胞农业的本科辅修课程，这一举动首开本领域先例。该项目由六门课程组成，包括一门研究型课程。这也是表明细胞农业正在逐渐成熟为一个领域的另一佳例。
- **Alt Protein Project** 在 2023 年从全球各地迎来了 [24 个新学生团队](#)。Alt Protein Project 的学生干部们继续在他们的学校中推动变革，从开发课程到组织社区活动和开展原始研究。毕业之后，这些在 Alt Protein Project 中养成的技能可以帮助学生们为在新蛋白领域开启意义非凡的职业生涯做好准备。

图 18: 细胞培养肉研究资助 (按年度和来源计)



来源: GFI 研究资助追踪

图 19: 细胞培养肉论文



来源: GFI 新蛋白文献库

说明: 文献综述指对先前已发表文献的分析, 研究文章指新开展的实验工作。预印本指在未经同行评审前先在网络发布的手稿。后续已经公开发表的预印本没有计入在此图之内。

## 科研资源

GFI 通过创建可开放获取的工具和资源支持细胞培养肉行业，让科学家的工作更轻松。2023 年发布或大幅更新的免费工具和资源包括：

- 解决方案数据库。** GFI 今年也在继续搭建解决方案数据库，包括由研究员 Matt McNulty 博士撰写的五条与细胞培养肉相关的新条目。该数据库为研究项目、商业创投或具有加速新蛋白开发和商业化潜能的生态体系解决方案捕捉灵感。想要加入或找寻新项目的本行业参与者们可以在那里找到创意和启发。
- 献库。** GFI 维护了一个新蛋白文献库，追踪关于或与细胞培养肉和其他新蛋白相关的出版物。除了收录本年度最有影响的论文以保持文献库更新之外，GFI 还在 2023 年添加了一项新功能：最终产品追踪器。使用这项资源可以轻松找到有关学术文献或提交给监管机构的企业档案中描述的细胞培养肉原型的风味、质地、营养及其他特性的实验细节。
- 细胞培养肉规模化 and 生物过程的发展趋势。** 一份即将发布的报告总结了 GFI 于 2023 年初对 30 家细胞培养肉企业和供应商展开的调查。这项调查旨在理解当前的生物过程、生产力以及全球细胞培养肉生产商们面临的挑战。这篇报告中收集了有关基础设施、生产力、食品安全实践以及各生产阶段生物过程细节的信息。这篇报告还为细胞培养肉行业提供了当前及未来需求概述，为投资者鉴别了重要洞见，强调了不可或缺的研发机遇，并为业内供应商列出了关键考量。
- 细胞系调查。** GFI APAC 发表了一份调查总结报告。他们开展该项调查是为了更好的了解细胞培养肉企业正在使用哪些类型的细胞，与细胞系相关的最大痛点是什么，以及 GFI 和其他机构应该如何更好地支持这个正在不断发展中的行业。
- 海鲜分化路径综述。** GFI 与几位合作者在《海洋生物技术》(Marine Biotechnology) 上共同发表了一篇综述论文，探索了有关鱼和水生无脊椎动物中肉类相关细胞类型的分化与成熟所涉及路径的已知信息，以及这些信息对细胞培养海鲜下一步发展的意义。
- 细胞培养海鲜空白领域讨论会。** 2023 年 1 月，GFI 邀请学界和行业专家共同举办了讨论会，探讨了与鱼肉细胞培养相关的挑战，以及细胞培养海鲜领域如何才能更高效地向前发展。该报告概述了这些讨论中的关键要点，这有助于我们在年底的 Research Grants Program RFP 中调整选题。
- Fish & CHIPS。** 作为对空白领域讨论会参与者反馈的回应，GFI 试点了细胞培养海鲜新系列活动。该活动名为“创思解难合作团”，或按缩写译称“炸鱼薯条” (Collective Huddle for Ideation & Problem Solving, Fish & CHIPS)。这些以讨论为主的线上会议凝聚了细胞培养海鲜社区、促进了潜在的新合作，并为合作解决行业难题及信息共享提供了机遇。感兴趣者可在我们的活动主页上找到接下来的会议日程安排，目前暂定为 2024 年 3 月、7 月和 11 月。
- 细胞培养肉科学。** GFI 的细胞培养肉技术解说系列依旧在持续更新中。该系列深度聚焦细胞培养肉的细胞系技术。



GFI Brazil 的开放在线课程 (MOOC)

- **MOOC**。我们在免费的大型开放式网络课程平台 (MOOC) 更新了录制视频，将讲座压缩成时长较短、更容易理解的切片。这项资源可以为了解新蛋白 (包括细胞培养肉和海鲜) 提供一个较为轻松的起点。
- **研究者名录**。如果您是本领域研究者，请加入最新修订的新蛋白研究者名录，您可以在其中寻找合作者并为您的研究增加曝光度。
- **细胞培养肉合作研讨会**。GFI 每月为细胞培养肉行业的科学家们举办一次研讨会，仅限受邀者参与。解决方案提供者们在行业内建立新合作为目标，在研讨会上展示技术。虽然展示者的一些材料只向现场与会者提供，但是其中多场会议的录音现在可在 GFI 的 Youtube 频道收听。
- **生命周期评估 (LCA) 指南**。我们的新 LCA 指南为如何开展生命周期评估提供了最佳实践概述。作为理解和交流环境影响及识别不断改善可持续发展关键杠杆的工具，生命周期评估正变得越来越重要。
- **技术经济分析 (TEA) 综述**。GFI 与 Next Rung Technology 合作，为新教科书《细胞培养肉技术进步》(Advances in Cultured Meat Technology) 编写了关于如何展开细胞培养肉技术经济分析的章节，其中比较分析了迄今为止已发表的细胞培养肉技术经济分析。
- **侧流物分析**。这篇全新的分析文章探索了如何将种植商品作物产出的侧流物利用于新蛋白生产，包括用作细胞培养肉培养基的水解产物来源。
- **保障细胞培养肉安全**。在这篇报告中，GFI Brazil 与合作者们基于危害分析与关键控制点体系 (Hazard Analysis and Critical Control Points) 为细胞培养汉堡的生产过程拟定了一份食品安全计划，并列出了其中的一些起始步骤。



# 政府和监管

## 政府和监管

### 概览

2023年，一些国家政府在支持细胞培养肉发展方面取得了重大进展。这些进展包括通过研发项目、基础设施开发、税收优惠及其他向行业分配新资金。

**由于地球在 2023 年经历了前所未有的高温天气 (可能打破了一项 125,000 年以来的记录)，包括英国和西班牙在内的各国政府开始从气候和可持续发展项目中分拨款项用于开发细胞培养肉。**联合国环境规划署 (UNEP) 于 12 月发布的报告中证实了细胞培养肉可造福环境和气候的潜力。值得注意的是，在迪拜召开的第 28 届联合国气候变化大会 (COP28) 聚焦食品体系转型，首次将其作为实现全球气候目标的必要环节。

政策制定者们考虑的不仅是细胞培养肉的全球效益，还有其可在国家和区域间带来的经济和技术效益。**美国、欧盟、中国、英国、日本、以色列及其他更多国家支持细胞培养肉基础设施建设和开发，因为这有望带来新的市场和工作机会。**

这些政府还通过设立新的研究机构、拨款和奖励措施来支持研究者和企业。随着生物经济日益成为国家发展计划中的优先事项，细胞培养肉及其交叉效益越来越被认为不仅是环境解决方案，也是实现国家食品安全、公共卫生和经济目标的战略和经济投资。

### 全球公共资助

#### 美洲

2023年，美洲对细胞培养肉研发的公共资助呈加速增长。巴西和美国宣布了新研究项目，包括巴西国家研究机构 Embrapa 的植物基和细胞培养混合型香肠开发项目，以及美国国家科学基金会 (United States National Science Foundation, NSF) 的3D 打印细胞培养肉和脂肪项目。美国不仅通过 NSF 和 USDA 下属的国家粮食和农业研究所 (National Institute of Food and Agriculture, NIFA) 资助了几项新研究项目，还向一些细胞培养肉企业分拨了小笔商业补助。

2023年3月，拜登政府发布了一篇名为《美国生物技术和生物制造的明确目标》(Bold Goals for U.S. Biotechnology and Biomanufacturing) 的报告，倡议在生物技术领域实施产业扶持政策。农业部和能源部编写的两个章节中都提到了新蛋白，而且都证实了通过生物技术进行新蛋白制造的潜在效益以及政府支持的必要性。

在地方层面，巴西巴拉那州政府继续推行“新蛋白领域的新研究和创新安排” (New Research and Innovation Arrangement in Alternative Proteins, NAPI-PA)。该倡议将协助多所大学发展细胞农业，包括收购实验室规模和示范规模的生物反应器。在美国，北卡罗来纳州政府通过北卡罗来纳生物技术中心 (North Carolina Biotechnology Center) 向 **Atlantic Fish Co.** 拨发了一笔补助金，这是该州商务部的一项建议。同样，马里兰州干细胞研究基金 (Maryland Stem Cell Research Fund) 也向当地一家利用藻类制取细胞培养基的企业 Phycin 发放了补助。

## 亚太地区

继 2022 年中国政府将细胞培养肉纳入农业发展五年规划之后，据报道，各地方政府纷纷开始行动，包括采取措施确保生物反应器等关键设备的成本维持在较低水平。该项支持的确切价值和性质没有对外公布，但是中国的细胞培养肉行业是在成本低于欧洲和美国的环境中发展起来的。

2023 年 2 月，日本首相岸田文雄表态支持细胞培养肉：“包括细胞食品在内的食品科技是实现可持续食品供应的重要技术。我们必须支持为解决全球食品问题做出贡献的努力。”日本政府随后采取了支持细胞培养肉发展的政策，包括在 2023 年底向一家日本细胞培养肉企业发放了 1,310 万美元的补助金。

新加坡的细胞培养肉研究仍在通过之前宣布过的工作包继续展开，其中包括新加坡科技研究局 (A\*STAR) 推出的“新加坡食品故事”科研计划 (Singapore Food Story) 的第二阶段“未来食品” (Future Foods)。新加坡还与以色列政府合作，共同开发 3D 打印的细胞培养海鲜。该项研究于 2022 年宣布，并于 2023 年完成。

2023 年 2 月，韩国庆尚北道牵头签署了一份有 28 个成员参与的谅解备忘录，呼吁韩国推进细胞农业生态体系发展，并且创立了由企业、大学和各市政府组成的非正式细胞农业集群。该地还设立了一个可免于常规监管的自由特区，企业可以在这里展示概念验证阶段的产品原型。此外，该地耗资 90 亿韩元 (670 万美元) 的庆尚北道细胞农业产业支持中心 (North Gyeongsang Cellular Agriculture Industry Support Center) 于 2023 年 3 月正式开业。在开幕式上，集群成员 Tissen Biofarm 展示了全球最大的细胞培养肉原型，重达 10 公斤 (22 磅)。

## 欧洲

继 2022 年在新蛋白公共资助方面领先全球之后，2023 年，欧洲对包括细胞培养肉在内的新蛋白的支持

依旧保持着稳定节奏。欧盟的“2023/24 年地平线欧洲”计划 (2023/24 Horizon Europe) 中包含有 700 万欧元 (750 万美元) 的研究项目经费，用于就如何最大化细胞培养肉的环境、社会和经济效益提供开放式信息，包括可持续性评估、伦理和监管考量、商业模式及社会影响研究。

2023 年，英国在细胞培养肉资助公告发布方面独占鳌头，先为位于巴斯大学的一座新细胞农业研究中心 (Cellular Agriculture Research Hub at the University of Bath) 拨款 1,200 万英镑 (1,500 万美元)，继而通过一个低排放食品生产体系的支持项目为 7 个细胞培养肉研究拨款约 340 万英镑 (430 万美元)。此外，英国还通过商业补助支持其国内的细胞培养肉行业，包括通过 Innovate UK 的 EIC 加速器 (EIC Accelerator) 项目授予细胞培养基初创企业 Multus Biotechnology 250 万美元的补助金，帮助该企业启动生产场所建造。

年底，德国宣布 2024 年的联邦经费中有 3,800 万欧元 (4,100 万美元) 将用于可持续蛋白质转型，包括资助新蛋白生产创新、提升新蛋白营养价值，以及为农民和企业从畜牧业向植物基、细胞培养或发酵蛋白质生产转型提供资金援助。

此前宣布由政府资助的细胞培养肉研究仍在包括挪威、荷兰、比利时、西班牙和德国在内的几个欧洲国家中通过多项欧盟倡议继续开展。2023 年 10 月，德国宣布了一个新研究项目。该项目不仅将研究细胞培养鱼产品的生产方式，还将研究其在消费者中的采用及接受潜力。

## 中东

以色列在支持细胞培养肉领域方面一直保持着强有力的领导地位，在本年度资助了更多国内外研究和商业化努力。其中，一个新的人力资源项目可培养新蛋白和食品科技方面的专业技能，为以色列的研究生态体系提供动力，并为未来食品体系培养劳动力。

此外，以色列还积极倡导国际新蛋白合作，开展多项双边和多边努力，与其他国家共同开发新产品和新技术。首先是一项名为“**新加坡-以色列工业研发项目**” (Singapore-Israel Industrial R&D program, SIIRD) 的联合倡议，由以色列和新加坡各自向国内的一家企业提供资金，让两家企业合作研究 **3D 打印细胞培养石斑鱼原型**。该原型已于 2023 年发布。2023 年，以色列还宣布了其他联合倡议，包括 (与美国的) **BIRD**、(与韩国的) **KORIL-RDF** 以及 **与瑞典、瑞士和新加坡共同展开的一项多边努力**。所有这些倡议都遵循类似模式，由发起双方共同提供资金，不仅推动了具体产品的开发，也在参与者和他们的政府之间建立了研究与商业纽带。

## 各国监管概况

细胞培养肉和海鲜的上市取决于清晰、高效的市场监管路径，企业和政府仍在继续合作，为保障安全性制定适当程序。

2023 年，美国成为继新加坡之后全球第二个批准细胞培养肉产品直接面向消费者出售的国家。在 2022 年完成 FDA 的预上市评估之后，**UPSIDE Foods** 在 2023 年 6 月获得了 USDA 授予的检验和标识许可。**GOOD Meat** 也在 2023 年 3 月完成了 FDA 的预上市评估，并且在 6 月从 USDA 处获得了必要许可。其他国家和地区也在批准细胞培养肉产品的监管许可方面不断取得进展，详情见下。



### 澳大利亚/新西兰

在澳大利亚和新西兰，包括细胞培养肉在内的新型食品按现有的《**新型食品标准**》 (Novel Foods Standard) 由两国联合监管。如果要为一款细胞培养肉产品获取预上市许可，企业必须向**澳新食品标准局** (Food Standards Australia New Zealand, FSANZ) 提交申请。FSANZ 会单独评估每款新型食品产品。为获取许可，细胞培养肉企业需要请求 FSANZ 修订《澳

新食品标准法典》 (Australia and New Zealand Food Standards Code)。基于该细胞培养肉产品中存在疑问的成分，FSANZ 会决定是否修订《法典》中的某些部分，比如新型食品、使用基因技术生产的食品，以及食品安全要求。

2023 年初，**Vow Food** 成为首家申请监管许可的澳大利亚细胞培养肉企业。2023 年 12 月，FSANZ 完成了对 Vow 申请的科学风险评估，开始进行两轮公众征询中的第一轮。在其首次**公众意见征询**中，FSANZ 提议将细胞培养肉产品标识为“细胞增殖”。第一轮公众征询流程可以让公众在六周内就 Vow 的细胞培养鹌鹑肉产品提供意见，所有非机密评论都将发布在 FSANZ 的网页上。在此之后，FSANZ 可能会对《法典》提出修订，并为细胞培养鹌鹑肉拟定条例草案，届时还有另一次征询公众意见的机会。最后，FSANZ 董事会需要批准该申请。董事会的批准 (如果能取得的话) 会在呈报食品部长级会议 (Food Minister's Meeting) 后得到最终敲定。虽然对 Vow Food 的细胞培养鹌鹑肉的监管许可程序还在进行中，但是 FSANZ 申请审核的完成表明，在澳大利亚和新西兰，细胞培养肉在获取监管许可之路上向前迈出了鼓舞人心的一步。



### 巴西

在巴西，国家卫生监督局 (Anvisa) 的食品办公室 (General Food Office) 和农业部的动物产品检验处 (Animal Products Inspection Department) 对细胞培养肉有管辖权。巴西尚未对细胞培养肉产品实施监管框架，但是农牧业部正在制定《**新蛋白国家计划**》 (National Plan for Alternative Proteins)。该计划将涉及使用包括动物细胞培养在内的各种新蛋白来源制成的食品和蛋白质基成分。

Anvisa 发布监管条例是进入监管程序下个阶段的先决条件，该程序定义了产品注册条例，包括标识规则、需要满足的鉴别和质量标准，以及生产单位的监管规则，所有这些都是农业部 (MAPA) 的责任。GFI Brazil

已经开始与农业部合作，以便这些条例可以在 2024 年完成商讨并发布。

巴西政府计划对细胞培养肉产品实施预上市许可程序。细胞培养肉企业需要申请许可，随后政府机构将展开安全性评估。安全性评估将依循巴西现行的新型食品框架。该框架更新于 2023 年 12 月。



## 加拿大

加拿大卫生部食品局 (Health Canada's Food Directorate) 负责管辖细胞培养肉。加拿大政府已经表明，打算依循现有的《新型食品监管条例》监管细胞培养肉，而非考虑制定新的监管方式。该许可要求企业提交含有具体产品信息的预上市提案。在此之后，加拿大卫生部将会在收到新型食品预上市提案通知书的 410 个日历天之内对该产品进行安全性评估。

新型食品提案中使用的所有成分都必须遵循《食品和药物法》(Food and Drugs Act) 和《加拿大食品安全条例》(Safe Food for Canadians Act) 及其他相关法规。除加拿大卫生部之外，加拿大食品检验局 (Canadian Food Inspection Agency, CFIA) 和加拿大环境与气候变化部 (Environment and Climate Change Canada, ECC) 也将在细胞培养肉产品上市之前对其进行预上市安全性评估。细胞培养肉产品需依循适用于加拿大所有食品的标识规则，而且这些机构可能会要求这些产品额外遵循与产品成分和通用名称相关的其他标识规则。CFIA 将验证产品是否符合这些要求。有关加拿大细胞培养肉监管的更多信息可[点击此处查看](#)。加拿大监管机构还在继续为细胞培养肉制定监管框架。



## 中国

中国政府在投资太阳能、锂电池和电动汽车等新兴技术方面有着悠久历史。事实证明，中国的新蛋白行业正朝着积极的方向发展。

2021 年，中国政府公布了一项为期 3 年的研发项目，其中包括“绿色生物制造国家重点专项”计划 (Green Biological Manufacturing National Key R&D Program) 中的细胞培养肉子项目。该专项计划还支持了其他众多领域项目。同样在 2021 年，中国农业农村部 (China's Ministry of Agriculture and Rural Affairs) 发布了备受期待的五年规划蓝图，鼓励加强新兴技术创新，其中也包括了新蛋白制造。这些多年计划将继续推动中国的新蛋白行业积极发展。

2022 年底，美国和中国国家食品安全风险评估中心 (National Center for Food Safety Assessment, CFSA) 的政府官员在一次线上活动中会面并探讨细胞培养肉监管事宜。该活动由永续未来前沿技术促进中心 (AgFood Future Center of Excellence) 和中美农业与食品合作项目 (Agriculture Food Partnership) 共同举办。在此次活动中，CFSA 表示将会推动细胞培养肉的安全性评估事宜。CFSA 还表示有意成立特别小组为中国的细胞培养肉制定监管框架，不过该框架目前尚未落地。



## 欧盟

欧盟委员会表示，会将细胞培养肉作为新型食品进行监管。一款细胞培养肉产品可以在欧盟上市之前，必须依循《新型食品法规》(Novel Foods Regulation) 规定的程序取得监管机构的批准。要启动这一批准程序，企业需向欧盟委员会为其产品申请预上市许可。预上市许可的授予程序包括由欧洲食品安全局 (European Food Safety Authority, EFSA) 进行的安全性评估，需对该细胞培养肉产品的安全性和营养价值进行全面且基于证据的评估，预计至少耗时 18 个月。欧盟委员会及欧盟成员国的代表们有权在 EFSA 完成评估之后授予该产品最终许可。如果能取得许可，该许可将适用于所有 27 个欧盟成员国。

使用基因工程开发的细胞培养肉产品可能需依循有关基因改造 (GM) 食品和饲料的欧盟条例，其中也包括与上述程序类似的安全性评估。

在欧盟所有成员国中，各国政府对细胞培养肉的态度相差甚大。2023 年的一系列事态演变可以反映出这些不同态度。

- 在**罗马尼亚**，参议院投票禁止细胞培养肉销售。该提案仍需得到该国众议院的最终批准。
- 12 月，**法国**共和党向立法机构下议院提交了一项针对细胞培养肉的禁案。
- 在**意大利**，参议院在 7 月投票批准了政府起草的一项细胞培养肉禁令。此次投票后，意大利向欧盟提交了一份技术法规信息系统 (Technical Regulations Information System, TRIS) 通告。通过该程序机制，意大利的此项禁止法令可获得欧盟批准。10 月，意大利政府撤回该 TRIS 通告，只在 11 月通过了一项禁止细胞培养肉生产和销售的法令。

截至本篇报告发布时，意大利法律仍旧有效，罗马尼亚的立法也依旧悬而未决。

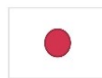
正如 Smart Protein Project 在 2023 年以及 GFI Europe 在 2022 年进行的研究中所指出的那样，尽管细胞培养肉在欧洲得到了广泛的消费者支持，这些禁令依旧在提出或实施。2019 年的一项调查发现，超过 50% 的意大利消费者对细胞培养肉持开放态度，Smart Protein Project 2021 年的一项调查也显示，就欧洲而言，意大利在新蛋白公众接受和使用以及减少个人肉类食用方面是走在潮流前列的领导者。尽管如此，一个大型农业协会发起的一场支持该项禁令的活动仍旧吸引了上百万签名者和一些当地及地区政府的支持。虽然意大利对细胞培养肉的禁令仍旧有效，但该禁令尚未得到欧盟批准。如果未来欧盟批准细胞培养肉产品上市，那么意大利的禁令也许会受到欧盟委员会的挑战。



## 以色列

以色列在支持细胞培养肉方面依旧遥遥领先。以色列卫生部下属的国家食品服务办公室 (National Food

Service, FCS) 对在以色列境内生产和销售的细胞培养肉有监管权。虽然以色列是众多细胞培养肉企业的总部所在地，但是截至 2023 年底，以色列还未对这些企业授予监管许可，或发布有关细胞培养肉监管程序的信息。然而，以色列表示，细胞培养肉产品符合其新型食品监管框架，并且将需要预上市许可。FCS 特别成立了专家团队，负责追踪该监管程序对于以色列的细胞培养肉安全性评估来说是否合适。2024 年 1 月，以色列成为世界上第三个预先批准细胞培养肉销售的国家，也是第一个预先批准细胞培养牛肉销售的国家。



## 日本

2022 年，日本宣布将成立专家团队研究细胞培养肉的食品安全和监管途径。2023 年 2 月，日本农林水产省宣布了一项“促进食品科技远景”计划，并制定了包括细胞培养食品产品在内的路线图。日本首相岸田文雄对其在日本发展细胞农业工业的计划直言不讳，并且表示保障未来食品产品安全和确立标识规则是该发展计划中的优先事项。

一家行业协会，日本细胞农业协会 (Japanese Association for Cellular Agriculture, JACA)，在 2022 年 11 月提交过细胞培养食品产品监管条例建议，比如产品定义、食品标识和食品安全性评估程序。同时，JACA 成立了一个法律实体，以加速推动日本各方就细胞农业发展达成共识。JACA 还领导着一项食品科技公私合作项目下的一个细胞农业工作团队 (Cellular Agriculture Working Team)，该合作项目由农林水产省主持。

2023 年，JACA 和亚太细胞农业协会 (Asia-Pacific Society for Cellular Agriculture, APAC-SCA) 合作签署了一份谅解备忘录，以期促进日本和亚太地区的细胞农业领域发展。通过这份协议，JACA 可以加入全球细胞农业网络，而 APAC-SCA 将在指导日本确立监管程序的过程中发挥更大作用。

有关食品安全和进/出口问题的多边讨论对于 [细胞培养蛋白质] 领域的发展至关重要。JACA 和 GFI 将继续合作，鼓励日本政府和其他贸易伙伴国当局展开双边交流，最终使国际行业参与者有机会在日本探索新机遇。

**Megumi Avigail Yoshitomi**

日本细胞农业协会代表董事



## 韩国

韩国的监管结构此前允许细胞培养肉研发和品尝活动，直到最近才放开细胞培养肉产品的商业生产和销售。韩国的食品药品安全管理局 (Ministry of Food and Drug Safety, MFDS) 以及农林畜产食品部 (Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs, MAFRA) 是负责授予细胞培养肉产品监管许可的主要机构。MAFRA 监管上游供应链 (比如细胞采集)，MFDS 监管最终产品。2023 年 7 月，MFDS 通过了《食品卫生法执行令》(Enforcement Rule of Food Sanitation Act) 的修订细则，在推动新型食品进入韩国市场方面取得了重大进展。该修订法令将诸如细胞培养肉和海鲜等成分归入“临时标准和规范”类别下的预上市许可范围内。2024 年 2 月，MFDS 还设立了可识别使用细胞农业生产的食品成分的程序，并开始接受企业为获取细胞培养肉产品监管许可递交申请。这标志着细胞培养肉首次有机会在韩国获得商业许可。



## 新加坡

2020 年，新加坡食品管理局 (Singapore Food Agency, SFA) 成为世界上首个批准细胞培养肉销售许可的国家监管机构，允许 **GOOD Meat** (前身为 **Eat Just**) 将细胞培养鸡肉作为生产自家鸡块的主要成分。此后，SFA 也批准了 GOOD Meat 的其他细胞培养肉产品。2023 年初，新加坡批准 GOOD Meat 在产品生产中使用无血清培养基。这使得该企业可以进一步扩大生产规模并降低成本。

新加坡将细胞培养肉作为一种新型食品，需要在上市前申请预上市许可。SFA 为细胞培养肉企业在提交许可申请的安全性档案中必须包含的数据类型和安全性测试发布了指导方针。新加坡还成立了由食品安全专家、科学家、公共政策专家及其他成员组成的新型食品安全专家工作组 (Novel Food Safety Expert Working Group)，协助 SFA 确定企业是否已经充分解决了食品安全性问题。该许可程序通常耗时在 9 至 12 个月之间。

截至 2023 年，新加坡仍在继续制定《食品安全和保障法案》(Food Safety and Security Bill)。该法案将为细胞培养肉等新型食品提供更清晰的监管框架。自 2021 年起，该法案一直在筹备中，虽然在其法律地位方面取得了进展，但尚未确定最终会以何种语言发布。



## 瑞士

2023 年，总部位于以色列的 **Aleph Farms** 向瑞士监管机构提交了有史以来首份在欧洲销售细胞培养肉的申请，其中详细内容有关于申请在瑞士销售其细胞培养牛肉。截至本篇报告发布时，该申请正在瑞士联邦食品安全和兽医办公室 (Federal Food Safety and Veterinary Office, FSVO) 的审核中。Aleph Farms 的申请是其与瑞士最大的食品企业 Migros 合作的一部分。瑞士历来乐于创新，而且 Aleph Farms 和 Migros 共同展开的研究表明，74% 的瑞士消费者表示对尝试细胞培养肉持开放态度。

瑞士的监管程序与欧盟相似，其中包括了一个以证据为基础的稳固程序来判定新型食品安全性。企业必须通过提交安全性档案向 FSVO 申请许可。该程序中包括一项安全性评估及大量毒理学研究，预计耗时至少 12 个月。FSVO 提供了一个申请模板，以帮助企业了解该程序并使申请简单明了。



## 英国

2023 年 8 月，总部位于以色列的 Aleph Farms 成为世界上首家在英国申请产品许可的细胞培养肉企业。迄今为止，英国仍在沿用欧盟的新型食品监管条例（虽然英国已脱离欧盟），但是在 2023 年，英国食品标准局（Food Standards Agency, FSA）针对英格兰和威尔士的细胞培养肉产品发布了新的企业指南。该指南将细胞培养肉产品称为“细胞培养产品”。

在英国，细胞培养肉产品需要在 FSA 处使用其监管产品申请服务获取预上市许可。根据产品不同，细胞培养肉产品的申请可能会依据新型食品条例或基因改造生物 (GMO) 条例进行评估。不管哪种监管程序都要求细胞培养肉生产商确保食品产品的可追踪性、以合适的方式展示食品、提供恰当的食品信息、撤回或召回不安全食品，并确保进口至和出口自英国的食品符合英国的食品法。

英国的这份指南表示，细胞培养肉产品的标识和英国的其他食品产品标识一样，必须包括成分、过敏原及“使用截止”或“最佳食用”日期。英国表示，未来可能会对细胞培养肉等新型食品提出额外的特定标识要求。



## 美国

### 联邦监管

2023 年初，**UPSIDE Foods** 和 **GOOD Meat** 分别成为第一和第二家完成 **FDA 预上市协商程序** 的企业。2023 年 6 月，UPSIDE Foods 和 GOOD Meat 都获得了 USDA 授予的具有里程碑意义的检验和标识许可。在完成 FDA 和

USDA 的监管许可程序之后，这两家企业被允许在美国销售其细胞培养鸡肉产品，这标志着食品和农业发展史上的重要时刻。

如果要完成 FDA 的预上市协商程序，企业需向机构提交记录有产品安全性和生产过程的数据和信息。FDA 通过“无问题函”告知企业对其产品的安全性没有疑问或担忧。FDA 与 GOOD Meat 和 UPSIDE Foods 在协商过程中的回复和其他信息可在该机构网站上查询。

在完成 FDA 的预上市协商程序之后，两家企业各自从 USDA 下属的食品安全和检验署 (Food Safety and Inspection Service) 申请了检验许可 (GOI)。在授予 GOI 之前，USDA 对每款产品的生产场所进行了全面检查，以证实细胞培养肉产品是“安全、健康、无掺杂”的。USDA 还审查了企业提议的产品标识。UPSIDE Foods 和 GOOD Meat 成功走完了 FDA 和 USDA 的监管程序，这使得美国成为继新加坡之后世界上第二个批准细胞培养肉生产和销售的国家。

截至 2023 年底，FDA 和 USDA 都还没有发布过有关细胞培养肉产品的标识要求，但是两个机构都征求了公众对标识和命名的意见。虽然细胞培养肉标识规则的制定程序还在进行中，但是 USDA 已经根据个案情况审查并预先批准了标识。目前，USDA 已经批准使用“细胞培养鸡肉”这一术语标识 UPSIDE Foods 和 GOOD Meat 的细胞培养鸡肉产品。FDA 还没有对标识进行预批准，但是如果意识到存在虚假或误导性食品标识，监管机构会行使执行权。

供细胞培养肉企业在美国获取产品销售许可的监管程序借鉴了传统食品的监管程序，而且两者有重叠之处。如上所述，FDA 和 USDA 都已经或正在制定针对细胞培养肉企业的特定监管程序。在接下来的数月乃至数年中，预计 FDA 和 USDA 还会出台更多监管规则，在此期间，美国看起来已经为继续处理细胞培养肉产品的监管审批事宜做好了充分准备。

### 州立法和诉讼

自 2022 年以来，又有几个州提出或颁布了标识审查法，禁止将细胞培养肉标识为“肉类”。这些标识审

查法要么禁止诸如“汉堡”或“香肠”等术语出现在没有使用动物尸体制造的产品上，要么强制要求细胞培养肉标识上的文字必须以特定字号标出诸如“实验室养殖”或“实验室制造”等术语。GFI 和其他组织继续在法庭上挑战此类法律，理由是它们违反了第一修正案和其他宪法条款。虽然细胞培养肉企业还没有直接挑战过这类法律，但是这些挑战的结果对所有新蛋白生产商来说都具有重要意义：

- 在**路易斯安那州**，GFI 与合伙律师动物法律保护基金 (Animal Legal Defense Fund, ALDF) 代表 Tofurky 对该州提起诉讼，认为该州的标识审查法违反了第一修正案中的言论自由权以及第十四修正案中的正当程序原则。2023 年 4 月，一家联邦上诉法院判决该法律有效，但是对其进行了狭义解释，认为该法律仅适用于有意就产品性质误导消费者的企业。
- 在**密苏里州**，一家联邦地区法院拒绝授予 Tofurky 和 GFI 初步禁令 (在案件审理期间暂停执法)，理由是密苏里州的标识审查法可能不适用于 Tofurky 的产品标识。2021 年，一家联邦上诉法院裁定维持原判。该案件被送回地区法院受理，目前正在审理一份修改后的诉状。
- 在**俄克拉荷马州**，ALDF 于 2021 年代表原告 Tofurky 和植物基食品协会 (Plant Based Foods Association) 向该州的标识审查法提出了新挑战，此前地区法院否决了阻止该法律实施的动议。新诉状认为，俄克拉荷马州的法律含糊不清、过于繁琐、有违相关宪法条例，且受联邦法律预先制止。截至本篇报告发布时，该案件仍在联邦法院的审理中。
- 在**德克萨斯州**，GFI 与合伙律师 ALDF 于 2023 年代表原告 Tofurky 挑战了该州的标识审查法。诉状中认为，德克萨斯州的法律含糊不清、过于繁琐、受联邦法律预先制止，而且违反了第一修正案中的言论自由权。该诉讼仍在联邦地区法院的审理中。

- 2023 年，**佛罗里达州**和**德克萨斯州**提出了完全禁止细胞培养肉产品生产、销售和分销的法律提案。截至本篇报告发布时，德克萨斯州的禁止法案没有得到通过，GFI 和其他组织正在努力阻止佛罗里达州通过其禁止法案。

## 全球合作与协调

如上文所述，2023 年开始了各国政府联合开展研究项目的新趋势，这不仅促进了新蛋白科学的发展，而且也有助于形成全球互联的研究和商业生态体系。

### COP28

本年度还就各国政府应该如何合作发展新蛋白提出了新想法，这不仅是为了合作双方的利益，也是为了促进所有人的共同利益。

在迪拜举行的第 28 届联合国气候变化大会上 (COP28)，[联合国环境署发布了一篇报告](#)。该报告通篇聚焦新蛋白，列出了各国政府可以单独或共同采取的潜在行动清单。在多边合作一章中，该报告建议各国政府着手开展双边和多边研究努力，评估和修订贸易政策使其更具支持性，制定国际食品安全标准，并与开发性金融机构合作打造全球竞争力。

同样在 COP28 上，包括美国、中国、欧盟和巴西在内的 159 个国家共同签署了《[关于可持续农业和食品体系的阿联酋宣言](#)》(Emirates Declaration on Sustainable Agriculture and Food Systems)，承诺在 2025 年的国家自主贡献预案 (Nationally Determined Contributions, NDCs) 中提出应对食品系统碳排放的行动计划。虽然该宣言没有直接提到新蛋白，但是想要将全球气温上升幅度控制在 1.5°C 之内，必须支持取代畜牧业的解决方案。

## CAC46

国际食品法典委员会 (Codex Alimentarius Commission) 是由联合国粮农组织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 共同管理的国际组织，有 188 位成员国和欧盟以及包括 GFI 在内的众多官方观察员机构。食典委在《食品法典》(Codex Alimentarius) 中颁布了有关食品安全和贸易的自愿标准和指导准则。

2023 年 4 月，食典委秘书处 (Codex Secretariat) 发布了一份通函，就制定与新型食品来源和生产系统 (NFPS) 相关的法典标准等具体议题向各成员国及观察员征询意见，其中也包括了新蛋白。该通函还就《法典》中应对 NFPS 的适当程序征询了意见。成员国和包括 GFI 在内的观察员就《法典》中的现行程序机制是否可以应对 NFPS 问题发表了意见，并提出了委员会尚未考虑到的 NFPS 标准制定方面的相关意见。

2023 年 12 月，食典委第 46 届全体会议 (CAC46) 讨论

了有关 NFPS 的议题。会议决定，现行《法典》中的程序机制足以应对未来可能出现的任何 NFPS 问题。几位食典委成员国表示，有兴趣就未来与 NFPS 相关的新工作向委员会提交具体建议。

## FAO/WHO

FAO 和 WHO 在 2023 年 4 月发布了《细胞基食品的食品安全性报告》(Food Safety Aspects of Cell-Based Foods)。该报告描述了术语、发展、安全性和可持续性等新蛋白相关问题。该报告还描述了可利用的全球新蛋白资源和活动，以及供官方机构考虑如何保持监管要求一致的建议。该报告中还包括了专家磋商会的结果，该会议在 2022 年 11 月于新加坡由 FAO 牵头举办。在发布该报告的同时，FAO 还发布了一份简报，总结了报告要点。



# 前景展望

# 前景展望

## 概览

创新往往总是时断时续的。突破伴随着障碍，障碍伴随着突破。2023年，在细胞培养肉行业的发展中，这两者兼而有之。

**GOOD Meat** 和 **UPSIDE Foods** 两家企业合法地将细胞培养鸡肉产品带到全球最大经济体的市场上出售，这是本领域取得的一项巨大成就。与此同时，这些及其他企业还在不断克服扩大生产规模过程中遭遇的难题，虽然媒体对细胞培养肉的市场可行性持怀疑态度。

2023年，这些互相冲突的事实定义了细胞培养肉行业。对细胞培养肉研究的公共资助不断增长，而私募融资却在资本市场收缩背景下大幅下跌。监管许可的获取在美国已经成功实现，也在其他一些国家中取得了进展，但是在有的国家和地区，政府却试图禁止细胞培养肉的生产与销售（美国一些州也面临着此类挑战）。在全球各地，至少有10家新细胞培养肉生产场所投产运营，然而，大多数企业还在继续以公斤而非吨为单位测算着他们的产量。

细胞培养肉仍是一个新兴行业，其中的个别成就或挫折都会引起巨大反响。就拿上述任何一个例子来说，细胞培养肉看起来似乎要么是可以改变世界的伟大创举，要么不过是野心勃勃的一纸空谈。该领域的企业必须取得重大进展，才能实现以合理的价格大量供应细胞培养肉。但是，新蛋白仍旧是最具前景的解决方案，既能满足消费者不断增长的肉类需求，又能限制肉类生产带来的消极影响。

消费者对肉类的需求无疑在不断增长。据FAO预测，至2050年，全球肉类消费将至少增加50%（在2022年的基础上）。细胞培养肉可以帮助应对不断增长的全球肉类需求，同时改善环境和公共卫生状况。要做到这一点，该品类需要在面临技术挑战和私募融资低迷的背景下继续创新并吸引公共资助。

细胞培养肉行业的未来会怎么样？本章节以下内容将探索本行业的近期和长远前景，以及专家洞见和外部预测。

## 2024年前景展望

监管许可的获取、公共资助的增加以及生产规模的扩大是2023年细胞培养肉行业发展的三大特征。2024年，这些因素仍将继续影响本行业的发展方向。

目前，一家企业在新加坡以及两家企业在美国获取了细胞培养鸡肉产品的销售许可。这为细胞培养肉在全球其他国家获得监管许可奠定了基础，2024年，预计其他一些地区的监管审批也能有所进展。2024年初，以色列成为全球第三个预先批准细胞培养肉销售的国家，也是全球首个批准（**Aleph Farms**）细胞培养牛肉产品的国家。英国、瑞士和澳大利亚及新西兰目前都在审批细胞培养肉的许可申请，其中一些产品可能会在年内获得审批。

这些审查中的产品表明了细胞培养肉生产过程和最终产品的多样性。首先，第一款非鸡肉的细胞培养产品将在2024年面向消费者推出，此外还有第一款使用无血清培养基生产的细胞培养产品。而且，更多产品进入市场意味着更多企业将开始产生收益。虽然产量仍旧有限，收益总额相对较小，但这依旧标志着本行业将迈上新台阶。

仅有少数几家企业能在2024年产生收益的事实意味着融资在细胞培养肉行业依旧重要。大多数细胞培养食品企业仍处于收益前阶段。因此，融资环境对本行业的健康发展仍旧起着重要作用。初创企业有赖于融资在研发期间提供现金流，而对于已经有产品获得监管许可的企业而言，融资则是将生产规模从中试扩大至商业化时度过“死亡之谷”的关键因素。

一些细胞培养肉企业可以获得发展业务所需的融资，但是他们获得融资的环境将不如过去几年有利。因此，全球政府通过研发资助、补助、贷款和贷款担保及其他融资形式，加大对正在成长中的细胞培养食品行业的支持力度将变得越来越重要。在这方面，2023年，各国政府已经认可细胞培养肉是气候、生物经济和食品安全解决方案，这对本行业未来发展而言是个好兆头。然而，还需要努力缩小新蛋白和其他气候解决方案之间的投资鸿沟，这些解决方案获得的资金有新蛋白的几倍之多。

虽然仅有少数细胞培养肉产品可在2024年供消费者购买，但是本领域企业将继续优化并扩大其生产过程规模。在未来几年中，工业化规模的新生产场所(包括 **Believer Meats** 在北卡罗来纳州的占地 200,000 平方英尺的工厂)有望投产，这将大幅提升细胞培养肉行业的总产能。据 GFI 2023 年的细胞培养肉生物过程调查(预计将发布于 2024 年)，至 2026 年底，全球细胞培养肉产量将可能达到 125,000 吨(有关该预测局限性的讨论见报告)。虽然这仅占全球肉类产量的一小部分，但是与今天的细胞培养肉产量相比已经有了相当可观的增长，可以为全球数千消费者提供品尝细胞培养肉的机会。

2024 年，细胞培养肉领域将继续前行。更多产品有望获得监管许可，产能也将得到扩张。尽管企业不得不在融资环境低迷的背景下肩负起扩大生产过程规模的任务，但是 2024 年细胞培养肉产品的销量可能将超过迄今为止的任何一年。为了尽快实现这一进展，全球政府、投资者和企业需要坚定对细胞培养食品的承诺，继续投资研究、产品开发和基础设施。

## 长期前景展望

将一个行业从几乎不存在发展至商业规模是一项艰巨的任务。组织工程，与细胞培养肉生产所使用的技术有所重叠的领域，过去四十多年间一直在迭代升级，但仍未实现其多项长期目标。细胞培养肉行业想要在价格、口味和便捷度上实现与传统肉类趋同，还有很

长的路要走。即使细胞培养肉变得更加普及，企业仍需要继续应对监管挑战，并向消费者传递产品价值。

应对生产更加实惠、可及和美味的细胞培养肉这一挑战需要企业的不断创新和政府及投资者的资金支持。在培养基优化、设备和给料采购方面的进步将有利于提升产能并降低运营成本。这将有助于整个行业在更广泛的食品行业中更具竞争力。

但是进步的取得不是线性的，也没有保证。在通往长期、稳健发展的道路上，细胞培养肉行业仍面临障碍。企业必须继续优化生产过程以最大化生产效率，政府则需要为细胞培养食品提供扶助资金和良好的监管环境。短期内，企业可能将继续面临比前些年更为紧缩的私募融资环境。他们还需要应对全球监管障碍，以及消费者对细胞培养肉的有限理解。

考虑到这些因素，再加上 1 万亿的全球肉类市场规模，细胞培养肉行业仍然存在着巨大机遇。该品类尚处于发展早期，随着产品进入市场和企业不断创新，还有着相当可观的拓展空间。在未来几年中，将有更多企业有机会向消费者售卖其产品，并且随着时间的推移占领肉类市场份额。做到这些需要投资、合作和承诺。考虑到我们的地球和全球食品体系面临的挑战，取得进展不仅是可能的，而且是实现国际目标所必须的。

## 外部预测

对新蛋白和细胞培养食品市场的外部预测来自咨询公司、智囊团和研究机构。虽然这些预测对本行业未来规模的预估相差甚大，但它们都认为从今往后，本行业将会稳健发展。对 2023 年细胞培养肉市场规模的预测从 50 亿美元到 1,400 亿美元不等，虽然其中一些预测是几年前发布的，不再能反映 2030 年的可能结果。这些结果中的任何一种都表明，2023 年以后的市场规模将大幅增长。2023 年的细胞培养肉市场中只有少数细胞培养产品在两个国家出售，虽然很多细胞培养肉企业在继续致力于生产消费品的同时也通过技术授权寻求短期收益。2030 年的整体新蛋白(植物基、发酵

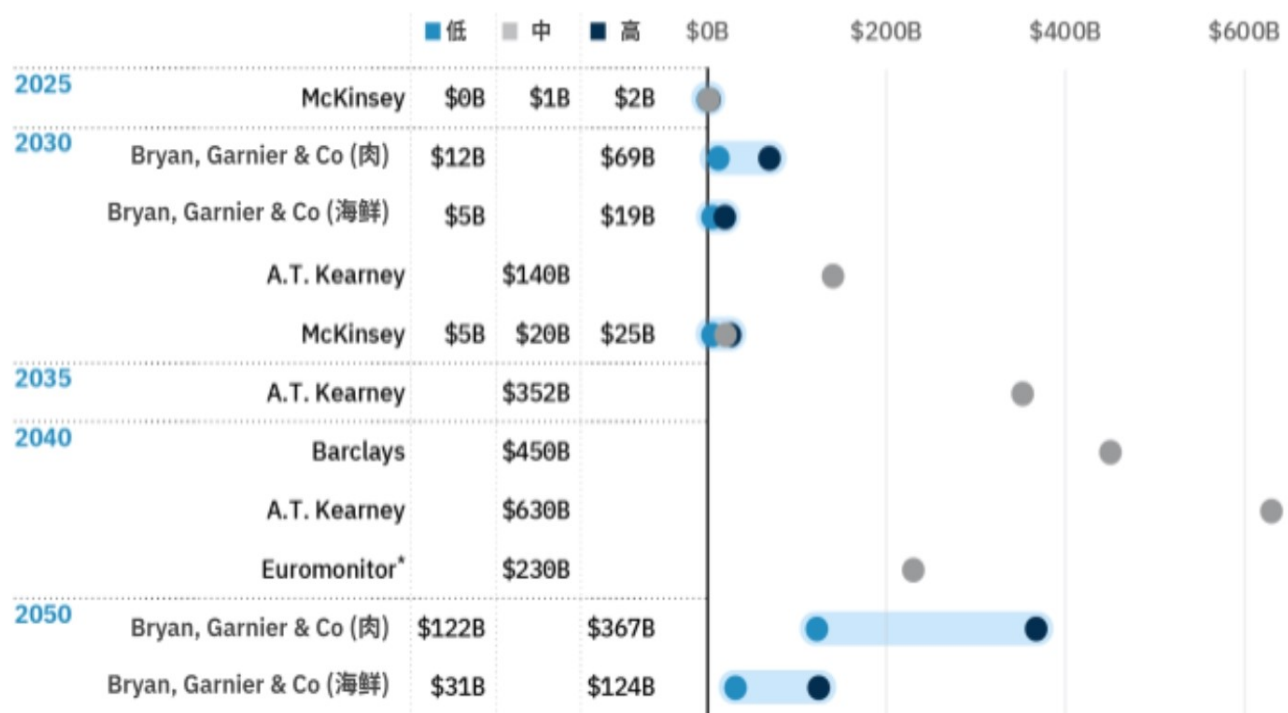
和细胞培养) 市场预测从 580 亿美元到 5,700 亿美元不等。实现这样的市场增长需要在本行业进行前所未有的投资和创新。

至 2030 年，细胞培养肉市场会增长至此等规模吗？即使只满足最低档的预测也需要在生产效率、成本和产能方面取得显著进步。一些国家需要批准大量细胞培养肉产品，而且这些产品必须价格实惠且便于消费者购买。考虑到当前的形势，在当下的市场规模基础上实现大幅增长是可能的，但这需要比当前高出许多倍的公共资助和私募融资水平。

鉴于其在气候、公共卫生和食品安全效益方面具备的潜能，大幅增加对新蛋白的支持是合理的。细胞培养

肉企业需要创新以扩大生产规模、降低成本，并确保公平的监管版图。虽然私募融资环境、个别新蛋白企业的发展状况和媒体对新蛋白的态度在不断变化，但是摆在我们面前的挑战却没有改变。仅畜牧业 (包括喂养这些动物的作物和牧场) 就占有碳排放的 11% 至 20% (FAO, Nature Food)。如果全球政府和投资者有认真考虑实现关键气候基准，必须加大投资力度，为本行业的长远成功奠定良好基础。

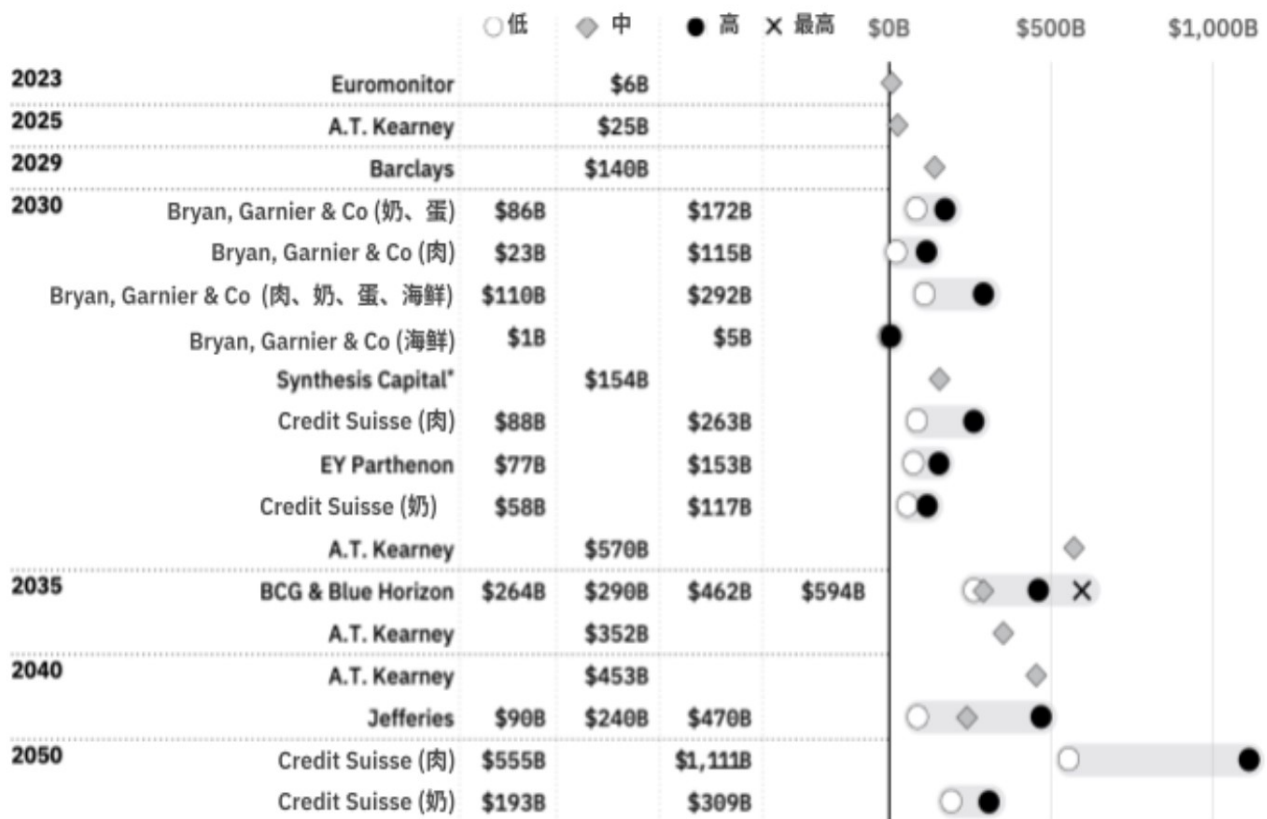
图 20: 全球细胞培养行业市场规模预测



\*一些预测估计的是整体市场份额而非以美元计算的行业规模。对于这些预测，我们基于 Barclay 对 2040 年肉类市场的整体预测估算了细胞培养肉板块的美元规模。

来源: A.T. Kearney, Barclays, Bryan, Garnier & Co, Euromonitor, McKinsey

图 21: 全球新蛋白行业市场规模预测



\*一些预测估计的是肉类市场的整体份额而非以美元计算的行业规模。对于这些预测，我们基于 EY 对 2030 年肉类市场的整体预测估算了新蛋白板块的美元规模。

来源: [A.T. Kearney](#), [Barclays](#), [BCG & Blue Horizon](#), [Bryan, Garnier & Co](#), [Credit Suisse](#), [Euromonitor International Limited 2023](#) © All rights reserved., [EY Parthenon](#), [Jefferies](#), [Synthesis Capital](#)

请注意: *The Good Food Institute* 并非持有从业证书的投资或金融顾问，并且产业现状系列报告中的任何内容均无意也不应当被构成投资建议。

# 总结

毋庸置疑，2023 年对于细胞培养肉来说是具有里程碑意义的一年。美国加入新加坡成为全球第二个批准细胞培养肉商业生产和销售的国家。全球政府正在加快对细胞培养肉研发的资助。众多有影响力的科学突破使得细胞培养肉比以往任何时候都更接近市场。

然而，和其他行业一样，随着全球经济持续放缓，私募融资从之前的高点回落，细胞培养肉在 2023 年也面临着经济逆风。尽管经济形势严峻，我们仍然对细胞培养肉的未来保持乐观态度。细胞培养肉作为极具前景的农业创新，对改善地球环境和公共卫生、发展强大的生物经济以及打造更有韧性的全球安全体系有着深远影响。本着这样的精神，我们为新的一年提出了以下反思和行动号召：

### 全球蛋白质转型需要全体系的有力参与。

#### 您对自己有何规划？

企业可以通过为主流消费者提供美味、实惠的新蛋白产品而抓住重要的市场机遇，满足消费者对健康、可持续且符合口味和价格需求的蛋白质来源不断增长的兴趣。科研界可以通过鼓励更多来自不同学科、处于职业生涯不同节点的科学家们加入新蛋白领域而进一步前行。全球政策制定者们可以通过资助重要研发促进新蛋白科学发展，通过提供生产激励措施帮助企业扩大生产规模，通过制定监管政策让新蛋白在口味、价格和便捷度方面与传统肉类公平竞争。慈善机构可以通过利用初期突破和更多政府资助及私募融资促进新蛋白生态体系发展。全体系参与可以应对本行业最大的技术挑战，激励研发，创造成长机遇，确保这些可持续食品惠及每一个人。

### 风物长宜放眼量。

#### 您打算如何采取行动实现长期目标？

虽然本行业仍在发展中，但是我们看到越来越多的人认识到，细胞培养肉和其他新蛋白是减少食品体系温室气体排放以及用较少资源养活更多人口的解决方案。随着更多政府和机构将目光投向新蛋白以寻求食品安全和保障及环境恶化等重大全球问题的解决方案，细胞培养肉技术正在不断进步升级，政策和监管前景看起来也更加

光明。消费者们想要既能支持可持续发展，又无需在口味、价格或便捷度上做出让步的选项。探索和打造实现规模化及消费采用的道路需要数年时间。坚守初心、攻坚克难、砥砺前行将是获得成功的关键。

### 相信改变并非不可能。

#### 是什么激发了您的愿景？

我们怀着坚定信念与知情乐观在 GFI 工作，因为我们知道更美好的食品未来是可期的。在今年推动本领域发展的那些人身上，我们也看到了相同的品质，他们的诸多成就已经在本篇报告中高亮标出。在各行各业和地区，越来越多的人认识到寻找工业化畜牧业可行替代方案的重要性，以及涉足本领域的企业所拥有的巨大机遇。正如世界正在改变能源制造方式一样，我们也需要改变肉类的生产方式。新蛋白可以满足不断增长的需求，减少给地球带来的环境压力，并创造新的工作机会。加上其他进步与创新，包括细胞培养肉和海鲜在内的新蛋白可以帮助我们写下全球食品和农业发展的新篇章。

**已经在本领域工作的各位，我们希望 GFI 的《2023 年产业现状报告：细胞培养肉和海鲜》能让你们更详细地了解这个快速发展的领域。新加入的各位，欢迎你们。请停留片刻，与我们共同成长，改变世界。**

# 专家预测



## Wonnop Visessanguan

博士，执行董事，国家遗传工程和生物技术中心、国家科学技术发展局、泰国高等教育、科学、研究和创新部

就短期而言，细胞培养肉行业将专注于克服技术挑战、扩大市场占有率和提升消费者接受度。研发工作将继续推动创新，将细胞培养肉打造成可行性和可及度更高的蛋白质来源。

从长远来看，细胞培养肉行业将在全球食品生产中发挥重要作用。技术的不断进步、效率的不断提升和更广泛的消费者接受可能会让细胞培养肉成为主流蛋白质来源，这将有助于打造更可持续和有韧性的食品体系。



## Jason Ng

生产副总裁，Cell AgriTech

要应对高生产成本挑战，战略伙伴关系和风险分担机制可能会更加普遍。我们将看到细胞培养肉和海鲜企业与生物反应器企业、培养基供应商以及食品生产商展开合作，大家齐心协力，更高效地将这些创新产品推向市场。



## Carlos Rodrigues

研究助理，里斯本大学工程技术学院生物工程与生物科学研究所

学术生态体系提供了开放知识并为整个领域奠定了坚实的科学基础，这对促进本领域发展而言至关重要。学术界和行业之间有必要展开强有力的合作，这样研究可以以克服依旧重大的种种挑战为导向，这些挑战阻止了细胞培养肉进入千家万户。学术界的另一项重要任务是开设研究生和本科生新课程项目，培养本领域未来领导者，2023年已经在这方面开了个好头。



## Jo Anne Shatkin, PhD

博士，总裁，Vireo Advisors, LLC

在未来十年间，随着更多地区确立审查和批准这些可持续蛋白质来源的指导方针和程序，我们预计全球细胞培养肉和海鲜产品的批准许可将大幅增加。安全性展示方式的开发和接受度提升以及开放获取型数据的增加将对消费者接受度产生积极影响。

# Acknowledgements

## Authors

Mackenzie Battle, Dr. Claire Bomkamp,  
Michael Carter, Jessica Colley Clarke, Liz Fathman,  
Daniel Gertner, Dr. Faraz Harsini, Taylor Leet-Otley,  
Dr. Elliot Swartz

## Editors

Jessica Colley Clarke, Liz Fathman, Tara Foss,  
Emma Ignaszewski, Maille O'Donnell

## Additional acknowledgments

*GFI would like to thank these additional colleagues  
for their insights and contributions.*

Jessica Almy, Helen Breewood, Caroline Bushnell, Raquel Casselli, Kelli Crowsigt, Ammelia Dai, Heather Deal,  
Bruce Friedrich, Emily Giroux, Joe Gagyi, Mirte Gosker, Ryan Huling, Ann Ittoop, Doris Lee, Carlotte Lucas,  
Heather Mount, Aviv Oren, Divya Saravana, Ilya Sheyman, Dr. Liz Specht

---

Cover image is courtesy of BlueNalu. The image features BlueNalu's bluefin tuna toro nigiri, topped with wasabi.

©2024 The Good Food Institute. All rights reserved.

Permission is granted, free of charge, to use this work for educational purposes.

*The Good Food Institute is not a licensed investment or financial advisor, and nothing in the state of the industry  
report is intended or should be construed as investment advice.* \$0.02M

本报告原文为英文，如需查看原文报告，请点击 [GFI 官网](#) 免费下载。

翻译 谷孚 GFIC、THE GOOD FOOD INSTITUTE ASIA PACIFIC

谷孚 GFIC 为简体中文版唯一授权发行方，于 2024 年 5 月发行此报告。

谷孚 GFIC 是一个专注于新蛋白（替代蛋白）产业发展与合作的咨询机构，通过建立产业相关的科技、数据、服务和资源整合平台，帮助学术机构、科研人员、企业和投资方提供解决方案。

网站 [GFICONSULTANCY.COM](http://GFICONSULTANCY.COM)  
邮箱 [INFO@GFICONSULTANCY.COM](mailto:INFO@GFICONSULTANCY.COM)



### GFI-APAC.ORG

THE GOOD FOOD INSTITUTE ASIA PACIFIC  
是总部位于新加坡的亚洲领先新蛋白智库



### GFI.ORG

POWERED BY PHILANTHROPY  
GFI is a nonprofit 501(c)3 organization.

### About GFI

The Good Food Institute is a nonprofit think tank working to make the global food system better for the planet, people, and animals. Alongside scientists, businesses, and policymakers, GFI's teams focus on making plant-based and cultivated meat delicious, affordable, and accessible. Powered by philanthropy, GFI is an international network of organizations advancing alternative proteins as an essential solution needed to meet the world's climate, global health, food security, and biodiversity goals. To learn more, please visit [gfi.org](http://gfi.org).



Fuel the future of food at [gfi.org/donate](http://gfi.org/donate)



Join GFI's email lists at [gfi.org/newsletters](http://gfi.org/newsletters)