

News & Highlights

实验室培育肉进入顾客餐桌——机遇与挑战并存

Sarah C.P. Williams

Senior Technology Writer

2023年夏天，美国的两家餐厅在菜单上增加了一道新菜品：实验室培育的鸡肉（图1）[1–2]。该培育肉是第一个获得监管部门批准进行商业销售的实验室培育产品。研究人员将一些鸡细胞放置于装满液体和营养物质的容器中进行培养，直到它们长得足够大，可以被做成块状和条状鸡肉为止。



图1. 位于美国加利福尼亚州阿拉米达的GOOD Meat公司生产的这种获得商业批准的实验室培育鸡肉，目前仅在全球少数几家高档餐厅内供应。在旧金山，包含了一小份培育鸡肉的六道菜的餐食，价格为150美元；而在华盛顿特区，一份使用了培育肉的土豆鸡肉的价格为70美元。图片来源：GOOD Meat公司（公共领域）。

2023年6月，美国农业部批准了GOOD Meat（美国加利福尼亚州阿拉米达）和Upside Foods（美国加利福尼亚州伯克利）这两家美国公司生产和销售实验室培育的鸡肉[2–3]。随后，位于旧金山和华盛顿特区的两家餐厅分别推出了新菜品。这些公司及其推广人声称，细胞培育肉

有望最大限度地减少土地使用、排放、污染、疾病传播和与畜牧业相关的伦理问题[2]。部分乐观的投资者也加入进来。据行业报告预估，对实验室培育肉初创企业的投资已经接近30亿美元[3]。

“人们很难了解这个行业是从什么时候开始发展的，因为有太多的炒作和太多的私人资本投入。”专注于改善全球食品系统的非营利研究组织Good Food Institute（GFI，美国华盛顿特区）的培育肉首席科学家Elliot Swartz说，“这导致人们对于我们现在的处境和未来的发展速度抱有过高的期望。”Swartz补充道，GFI本身已经在替代蛋白质研究方面投入了超过1700万美元的经费，其中约三分之一的经费被用于培养肉研究。

怀疑论者表示，将细胞培养技术扩展到取代目前大批量牲畜饲养的生产水平（即便未来有这样的可能性）将会是非常困难的，并且生产实验室培育肉的成本可能永远也不会低到可以让大多数人负担得起的程度。2023年5月，一项颇具争议的研究以预印本的形式发表。该研究得出结论，在实验室内培育牛肉产生的碳足迹和环境影响比传统的养殖业更为严重，这主要源于对细胞培育所需的营养物质和培养基进行生产和纯化的过程[4–5]。

加州大学伯克利分校（美国加利福尼亚州伯克利市）创业与创新教授、Alt: Meat实验室主任兼联合创始人Ricardo San Martin引用了2021年发表在*Biotechnology and Bioengineering*期刊上的一篇研究论文，该论文得出的结论是，由于生物学固有的局限性，动物细胞培养根本

无法实现一些公司所追求的大规模培养[6]。超大体积的细胞培养物具有天然自限性——即使有适当的营养物质，它们也会产生减缓或阻止自身生长的气体。

San Martin说：“许多在这些公司中没有股份的独立研究人员都认为，以扩大培育肉生产规模来降低成本投入的方法从技术层面上来说是不可行的。总会有人愿意为这种小众产品支付高于传统肉类五到十倍的价格，但这并不会改变世界，也不能养活穷人。”

与 Impossible Foods Inc.（美国加利福尼亚州红木城）和 Beyond Meat（美国加利福尼亚州洛杉矶）等公司生产的植物性肉类不同[7]，培育肉在细胞和分子水平上与那些从动物身上割下来的肉是一样的。生物工程师将从动物肌肉组织中获得的细胞浸入生物反应器中，使其繁殖出数百万个细胞。但当涉及具体的细胞类型时，不同公司采取的方法也大相径庭，其中涉及各种肌肉细胞、肌肉前体细胞和肌肉干细胞等。此外，为了模仿天然肉类的质地，工程师还必须组合使用其他细胞类型，如脂肪和结缔组织[7]。Swartz说：“人们正在使用的细胞类型以及这些细胞的可扩展性还没有得到太多的展示。”2023年，他参与撰写了一份报告，对各家公司目前正在使用的细胞进行了分类[8]。他指出：“我们已经可以看到相当多的品种了。”

到目前为止，用于商业化肉类培育的生物反应器都很小。2023年，Wired杂志的一项调查报告称，Upside Foods公司使用2 L的滚瓶每次能够制作出几克肉，是普通鸡胸肉重量（170 g左右）中很小的一部分，而他们的大型钢制生物反应器尚未启动和使用[9]。据调查，技术障碍和高昂的成本使扩大生产规模、用大型生物反应器进行培育这一设想被搁置了下来（图2）。同样，目前尚不清楚GOOD Meat公司是否正在使用其大型生物反应器来



图2. 总部位于美国加利福尼亚州阿拉米达的GOOD Meat公司的大型生物反应器，通过精确控制大型钢制容器中所含的细胞和培养基可以生产数以吨计的实验室培育肉。怀疑论者表示，要使其以合适的成本正常运行，还需要克服重大的技术难题。来源：GOOD Meat公司（公共领域）。

生产实验室培育鸡肉，但GOOD Meat公司位于美国旧金山的母公司Eat Just宣称，他们正在推进大规模使用生物反应器的计划，但Wired杂志的另一项调查报告显示该公司存在财务问题，并且供应商和企业之间还在进行诉讼拉锯[10]。

关于价格问题，行业支持者认为，对细胞培养中使用的培养基、营养物质和生长因子进行微调，可以极大地降低实验室培育肉的成本，使其更加经济实惠，从而促进规模化的生产。用于培养细胞的初始技术源自其他行业，在这些行业中，较小的细胞培养物就足够了，不需要食品级的供应。Swartz说：“在过去的二十年里，培育肉行业确实站在了生物制药和细胞疗法的肩膀上。但现在面临的挑战是建造生物反应器，且其最终产物是复杂的肌肉组织，而不是简单地制造蛋白质或少量细胞。”

Swartz说，他对肉类培育中所使用的培养基进行的价格追踪显示，该价格已经在逐步下降。但是，繁殖动物细胞所需要的生长因子的市场价格可能高达每克数百万美元，因为它们是用来生物药物生产的制药级产品[11]。虽然生产培育肉只需要在每升培养基中加入几纳克生长因子，但专家仍然希望成本可以进一步降低。研究人员正在研究如何以更低的成本生产食品级产品，以及不同细胞类型的最低营养需求分别是多少。Swartz说：“在许多培养基的配方中存在营养过剩的问题，细胞被过度喂养。对于成本昂贵的人造肉，我们不能有任何形式的浪费——大家想把每一分钱都花在刀刃上。”

投资者寄希望于能够不断降低实验室培育肉的成本，以便使该产品在庞大的肉类行业竞争中分得一杯羹。据估计，美国肉类行业市值约为2280亿美元[12]。Upside Foods公司和GOOD Meat公司拥有数亿美元的初始风险投资资金并对于成功扩大自身规模抱有极大的信心，因此已经布局投资购入新的生产设施。Upside Foods公司目前在其位于美国加利福尼亚州埃默里维尔的生产中心运营着一个6500 m²的工厂，其声称该工厂目前具有年产22 700 kg培育肉的能力。而他们的目标是将产量扩大到每年180 000 kg——这仍然在美国每年生产的2.25 × 10¹⁰ kg鸡肉中占很小一部分[1]。2023年9月，该公司宣布计划在美国伊利诺伊州芝加哥市附近建造一个17 000 m²的超大规模设施，该设施具有生产超过1.3 × 10⁷ kg培育碎肉的能力[2]。同样，GOOD Meat公司在新加坡运营了一家3000 m²的生产工厂，并在其位于加利福尼亚州阿拉米达的美国总部运营了一个综合体。该公司表示，培育肉的年产量可以提高到1.36 × 10⁷ kg[13]。2021年，该公司宣布将在卡塔尔首都多哈建造一座更大规模的新工厂[14]。

事实上，即使产量增加，谁来为实验室培育肉买单仍然是一个问题。2023年，美联社国家民意研究中心（Associated Press–National Opinion Research Center）进行的一项民意调查发现，大约一半的美国成年人表示，他们不太可能尝试用动物细胞培育出的肉类，因为他们觉得这个概念“很奇怪”[1]。另一个令人担忧的问题是，实验室培育的肉可能会损害依赖畜牧业发展的地方经济。欧盟的监管机构尚未批准任何实验室培育肉，而意大利已经先发制人地禁止生产、销售和进口培育的肉或动物饲料，以保护农民的利益[15]。

虽然实验室培育肉距离颠覆传统的牲畜食品供应链还有很长的路要走，但大多数尝试过实验室培育鸡肉的消费者都说它的味道尝起来“像鸡肉”[16]。对于培育肉的支持者来说，这也许属于最高的褒奖了。Upside Foods公司的创始人兼首席执行官Uma Valeti在最近一次接受采访时说：“我们的首要目标，是让人们认识到这就是他们几千年来一直所喜爱的肉。”

如果人们能够被说服并且食用这些肉类，同时在扩大生产规模和降低成本方面实现重大创新，那么这个行业将会出现新的希望和出路。Swartz说：“我们正在创造一个全新的产业，这需要一些时间。五年后，可能不会人人都吃培育肉，但我们确实预计这个市场会不断变大。”

References

[1] Aleccia J, Ungar L. US approves chicken made from cultivated cells, the nation's first 'lab-grown' meat [Internet]. New York City: The Associated Press; 2023 Jun 21 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://apnews.com/article/>

- cultivated-meat-lab-grown-cell-based-a88ab8e0241712b501aa191cdbf6b39a.
- [2] Carmen T. Lab to table: the promise and the perils of cell-cultured chicken [Internet]. Washington, DC: The Washington Post; 2023 Sep 15 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.washingtonpost.com/food/2023/09/15/cell-cultured-chicken-lab-grown-good-meat-upside-foods/>.
- [3] Jones N. Will cultured meat replace the real thing? *Nature* 2023; 619:22–4.
- [4] Quinton A. Lab-grown meat's carbon footprint potentially worse than retail beef [Internet]. Davis: University of California, Davis; 2023 May 22 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.ucdavis.edu/food/news/lab-grown-meat-carbon-footprint-worse-beef>.
- [5] Risner D, Kim Y, Nguyen C, Siegel JB, Spang ES. Environmental impacts of cultured meat: a cradle-to-gate life cycle assessment. 2023. *bioRxiv*: 2023.04.21.537778.
- [6] Humbird D. Scale-up economics for cultured meat. *Biotechnol Bioeng* 2021; 118(8):3239–50.
- [7] Palmer C. Engineer dinner—save the environment? *Engineering* 2020; 6(3): 213–5.
- [8] Ravikumar M, Powell D. Cell line development and utilization trends in the cultivated meat industry. Singapore: Good Food Institute APAC; 2023.
- [9] Reynolds M, Fassler J. Insiders reveal major problems at lab-grown-meat startup upside foods [Internet]. San Francisco: Wired; 2023 Sep 15 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.wired.com/story/upside-foods-lab-grown-chicken/>.
- [10] Reynolds M. Insiders say Eat Just is in big financial trouble [Internet]. San Francisco: Wired; 2023 Nov 16 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.wired.com/story/eat-just-financial-problems/>.
- [11] Blois M. Making cultivated meat cheap. *Chem Eng News* 2023;101(33): 18–23.
- [12] Douglas L. As lab-grown meat hits menus, the next investor hurdle is scaling [Internet]. Washington, DC: Reuters. 2023 Jul 20 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.reuters.com/markets/commodities/cell-cultivated-meat-hits-menus-investors-see-scaling-next-hurdle-2023-07-20/>.
- [13] GOOD Meat Partners with ABEC [Internet]. San Francisco: Eat Just, Inc.; 2022 May 25 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.goodmeat.co/all-news/good-meat-partners-with-industry-leader-to-build-first-large-scale-cultivated-meat-facility>.
- [14] Eat Just & Qatar Free Zones Authority announce partnership [Internet]. San Francisco: Eat Just, Inc.; 2021 Aug 31 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.goodmeat.co/all-news/eat-just-qatar-free-zones-authority-partner>.
- [15] Kirby P. Italy bans lab-grown meat in nod to farmers [Internet]. London: BBC; 2023 Nov 17 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.bbc.com/news/world-europe-67448116>.
- [16] Lowrey A. Open your mind to unicorn meat [Internet]. Washington, DC: The Atlantic Monthly Group; 2023 Jul 9 [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2023/07/plant-based-lab-grown-meat-start-up-investment/674639/>.